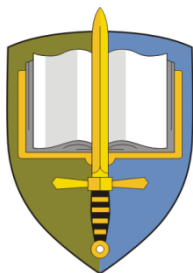


UNIVERZITA OBRANY

Fakulta vojenských technologií



VOJENSKÁ TOPOGRAFIE

(Skripta)

Autoři:

plukovník doc. Ing. Václav TALHOFER, CSc. a kolektiv

BRNO 2008

Autoři: plukovník doc. Ing. Václav TALHOFER, CSc.
doc. Ing. Marin RYBANSKÝ, CSc.
doc. Ing. Vlastimil KRATOCHVÍL, CSc.
Ing. Alois HOFMANN, CSc.
Ing. Pavel ZERZÁN
Ing. Jan LIDMILA
podplukovník Ing. Vladimír RÉPAL, Ph.D.

Oponenti: Ing. Libor LAŽA, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, Dobruška
RNDr. František HERODEK, Vojenská akademie ve Vyškově, Vyškov

Skripta byla schválena na zasedání katedry dne 10. prosince 2008

ISBN: **978-80-7231-628-1**

Obsah

1. Terén, jeho prvky a druhy.....	6
1.1 Terén a jeho rozdělení.....	6
1.2 Terénní reliéf, jeho tvary a charakteristiky	6
1.3 Terénní předměty.....	9
1.4 Druhy terénu	12
2. Produkty geografického zabezpečení	14
2.1 Topografické mapy.....	14
2.1.1 Základní charakteristiky topografických map	14
2.1.2 Klady a označování topografických map.....	19
2.1.3 Hlásné sítě.....	22
2.1.4 Obsah topografických map	30
2.2 Tematické mapy.....	39
2.3 Topografické náčrty a schémata.....	40
2.4 Vojenskogeografické dokumenty a informace o terénu	45
2.5 Digitální produkty	45
2.5.1 Digitální modely území.....	45
2.5.2 Digitální modely reliéfu	48
2.5.3 Digitální mapy.....	52
3. Snímky terénu	53
3.1 Druhy snímků terénu	53
3.2 Porovnání snímků s mapou	55
3.3 Měření na snímcích	61
3.4 Vyhodnocování snímků.....	64
3.5 Fotodokumenty terénu	67
4. Měření na mapách.....	69
4.1 Určování polohy bodů	69
4.1.1 Určování polohy bodů v zeměpisných souřadnicích	70
4.1.2 Určení polohy bodů polárními souřadnicemi	71
4.1.3 Určování polohy bodů v rovinných pravoúhlých souřadnicích	71
4.2 Přesnost metod určování souřadnic	74
4.3 Měření vzdáleností a ploch.....	75
4.3.1 Číselná a grafická měřítka map	75
4.3.2 Měření přímých vzdáleností.....	76
4.3.3 Měření křivých vzdáleností.....	80
4.4 Měření ploch	83
4.5 Přesnost metod měření vzdáleností a ploch.....	83
4.5.1 Přesnost měření přímých vzdáleností.....	83
4.6 Měření úhlů	86
4.6.1 Měření orientovaných úhlů, zeměpisný a magnetický azimut, směrník	87
4.6.2 Měření obecných úhlů na topografických mapách	87
4.6.3 Azimut, směrník, magnetický azimut	88
4.6.4 Vztahy mezi orientovanými úhly, meridiánová konvergence, magnetická deklinace, grivace	89
4.6.5 Přesnost metod měření úhlů	91
4.7 Využití výškopisu	91
4.7.1 Určování nadmořských výšek bodů.....	91
4.7.2 Určování sklonů svahů	92
4.8 Sestrojení profilu terénu.....	94
4.8.1 Určení viditelnosti mezi dvěma body	95
4.8.2 Určování vzájemné viditelnosti a skrytých prostorů	98
4.8.3 Přesnost metod určování výšek.....	99
5. Orientace v terénu.....	99
5.1 Určování vzdáleností, úhlů a výšek v terénu	100
5.1.1 Určování a odhad vzdáleností.....	100
5.1.2 Určování výšek v terénu	102
5.1.3 Určování úhlů.....	103
5.2 Určování světových stran	104

5.3	<i>Orientace v terénu bez mapy</i>	105
5.3.1	<i>Určení a vytýčení magnetického azimutu</i>	106
5.3.2	<i>Studium osy pochodu a určení pochodových prvků</i>	107
5.4	<i>Orientace v terénu podle mapy</i>	108
5.4.1	<i>Orientace na místě</i>	109
5.4.2	<i>Orientace za přesunu terénem</i>	111
5.5	<i>Orientace v terénu s využitím navigačních prostředků</i>	116
5.5.1	<i>Topografické navigační systémy</i>	117
5.5.2	<i>Družicové navigační systémy</i>	119
5.5.3	<i>Postup orientace podle navigačních systémů</i>	122
5.6	<i>Orientace za ztížených podmínek</i>	122
5.6.1	<i>Orientace v zalesněném terénu</i>	123
5.6.2	<i>Orientace v horském terénu</i>	123
5.6.3	<i>Orientace v pouštních oblastech</i>	124
5.6.4	<i>Orientace v zimních podmínkách a polárních oblastech</i>	124
5.6.5	<i>Orientace v noci</i>	125
5.6.6	<i>Orientace ve velkých městech</i>	126
6.	<i>Vliv terénu a klimatu na činnost vojsk</i>	126
6.1	<i>Taktické vlastnosti terénu</i>	127
6.1.1	<i>Podmínky průchodnosti</i>	127
6.1.2	<i>Podmínky pro maskování</i>	133
6.1.3	<i>Ochranné vlastnosti terénu</i>	133
6.1.4	<i>Podmínky pro orientaci a pozorování</i>	133
6.2	<i>Studium a průzkum terénu</i>	134
6.3	<i>Hodnocení vlivu terénu na vedení boje</i>	137
6.4	<i>Klima a vytváření klimatu</i>	140
6.4.1	<i>Definice klimatu</i>	140
6.4.2	<i>Vytváření klimatu</i>	140
6.4.3	<i>Klimatotvorné faktory</i>	141
6.4.4	<i>Klasifikace klimatu</i>	142
6.5	<i>Hodnocení vlivu klimatu na bojovou činnost</i>	145
6.5.1	<i>Vliv podnebí na živou sílu</i>	145
6.5.2	<i>Vliv podnebí na bojovou a nebojovou techniku</i>	146
7.	<i>Literatura</i>	148

Úvodem

Tato skripta jsou základní studijní pomůckou pro studenty fakult Univerzity obrany z oblasti vojenské topografie. Jsou však využitelná i pro všechny vojáky, kteří se připravují v základních a kariérových kurzech. Skripta shrnují základní poznatky o terénu, jeho studiu, zobrazování a interpretování. Dále jsou zde popisovány jeho vlivy na činnost vojsk. Protože činnost vojsk na různých místech na Zemi výrazně ovlivňuje i klima a aktuální stav počasí, jsou součástí textu i základní charakteristiky klimatických pásem na Zemi a jsou zde rovněž uvedeny základní vlivy klimatu na bojovou činnost.

Celý text je členěn do šesti kapitol. První kapitola je věnována seznámení se základními prvky terénu, jeho charakteristikou a popisem základních terénních tvarů a předmětů. Obsahem druhé kapitoly jsou informace o produktech, které jsou používány v rámci celého systému geografického zabezpečení, a to jak vytvářených geografickou službou Armády České republiky, tak i tvořených přímo v terénu. V kapitole jsou uvedeny geodetické a kartografické základy map a digitálních produktů a dále jsou podrobněji popsány topografické a vybrané tematické mapy. Třetí kapitola je věnována snímkům terénu a jejich využívání v praktické činnosti. Další, čtvrtá kapitole, se orientuje na metody a postupy měření na mapách. Orientace v terénu bez map, podle map i podle přístrojů je vysvětlena v páté kapitole. Poslední kapitola se zabývá otázkou vlivu prostředí na bojovou i nebojovou činnost vojsk, a to jak z hlediska terénu, tak z hlediska klimatického.

Celý text je doplněn obrázky a fotografiemi. Většina obrázků byla vytvářena nově, některé byly převzaty z pomůcky Vojenská topografie, vydané v roce 1995. Použité fotografie byly zhotovené autory textu z různých míst na Zemi a jsou voleny tak, aby charakterizovaly nejen geografické prostředí v České republice, ale i v jiných klimatických pásmech.

Na textu spolupracovali kolektiv autorů Univerzity obrany z katedry vojenské geografie a meteorologie Fakulty vojenských technologií a katedry vojenského managementu a taktiky Fakulty ekonomiky a managementu. Konkrétně doc. Ing. Marian Rybanský, CSc. zpracoval kapitolu 1a dále části 2.2 , 6.1 , 6.2 a 6.3 , doc. Ing. Vlastimil Kratochvíl, CSc. části 2.1.1.a , 2.1.3 a 5.5.2 , Ing. Alois Hofmann, CSc. část 2.5 a kapitolu 4, Ing. Pavel Zerzán kapitolu 3, Ing. Jan Lidmila části 5.1 5.2 , 5.4 a 5.6 a podplukovník Ing. Vladimír Répal, Ph.D. část 6.4 . Ostatní části a celou závěrečnou úpravu textu skript zpracoval vedoucí autorského kolektivu.

Vedoucí autorského kolektivu tímto děkuje dalším spolupracovníkům a kolegům, kteří svými zkušenostmi přispěli k úpravám textů i příloh, zejména Ing. Liboru Lažovi a Ing. Lud'ku Brouškoví. Dále děkuje i velení Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu za pomoc při zpracování skript zejména vytištěním barevných příloh.

V Brně 10. prosince 2008

plukovník doc. Ing. Václav Talhofer, CSc.

1. Terén, jeho prvky a druhy

1.1 Terén a jeho rozdělení

Terén můžeme ve vojenské terminologii definovat jako libovolnou část zemského povrchu se všemi jeho nerovnostmi, vytvořenou přírodními silami nebo uměle, se všemi objekty a jevy, které se na zemském povrchu nacházejí. Jeho základní součástí je *terénní reliéf*, charakterizující horizontální i vertikální členitost zemského povrchu. Druhou částí terénu jsou *terénní předměty*, ke kterým se řadí všechny objekty přirozeného i umělého původu, vyskytující se na reliéfu. Podle členitosti terénního reliéfu a výskytu terénních předmětů lze na zemském povrchu vymezovat různé druhy terénu.

1.2 Terénní reliéf, jeho tvary a charakteristiky

Terénní reliéf (v dalším pouze *reliéf*) je nejstálější složkou zemského povrchu a jeho členitost má rozhodující vliv na bojovou činnost. Skládá se z dílčích terénních tvarů, u kterých se podle jejich celkového charakteru rozlišují:

- vyvýšené terénní tvary,
- vhloubené terénní tvary.

Vyvýšené tvary reliéfu jsou důležitými orientačními objekty viditelnými na velké vzdálenosti. Nejvyšší část vyvýšených tvarů je označován jako vrchol, střední část sestupující z vyvýšeniny do údolí označujeme jako úbočí a spodní část, která tvoří rozhraní mezi úbočím a údolím nazýváme úpatí. Některé vyvýšené tvary nebo jejich části mají samostatné názvy.

Kupa (kopec) je vyvýšenina, která se výrazně zvedá nad okolním reliéfem. Klesá od vrcholu vcelku rovnoměrně na všechny strany. Zvláštním případem kupy je *šít*, který má skalnatý vrchol a příkrá úbočí s ostrými hranami. Nalézá-li se na úbočí zaoblený tvar kupy, nazývá se *svahovou kupou*.



Obr. 1-1 Kupa

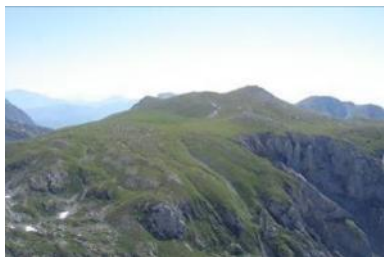


Obr. 1-2 Štít

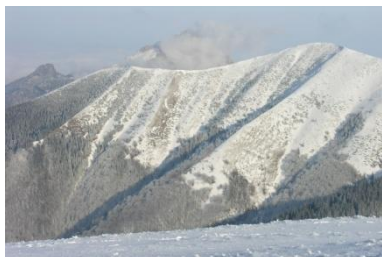


Obr. 1-3 Svahová kupa

Hřbet (vrcholový hřbet) je protáhlá vyvýšenina se zaoblenou a protáhlou vrcholovou částí, nemající uzavřený půdorys. Má-li ostrou a zpravidla skalnatou vrcholovou část, označuje se jako hřeben. Na svazích se často nachází skloněné *svahové hřebety*, které jsou obvykle pokračováním hřbetů vodorovných.



Obr. 1-4 Hřbet



Obr. 1-5 Svahový hřbet



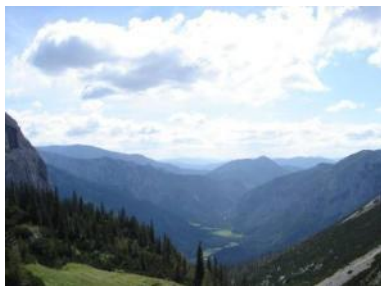
Obr. 1-6 Vrcholová plošina

Vyskytuje-li se na vrcholu vodorovná nebo mírně skloněná rovina, nazývá se *vrcholovou plošinou*, u které se výrazně mění sklon svahu při přechodu od vrcholu k úbočí.

Sedlo vzniká mezi dvěma vrcholovými tvary. Od nejnižšího bodu sedla reliéf k oběma vrcholovým tvarům stoupá, kolmo k tomuto směru reliéf klesá do navzájem protilehlých údolí. Výraznější široké sedlo může být označováno jako *průsmyk*, úzké zaříznuté sedlo jako *soutěska*.



Obr. 1-7 Sedlo



Obr. 1-8 Průsmyk



Obr. 1-9 Soutěska

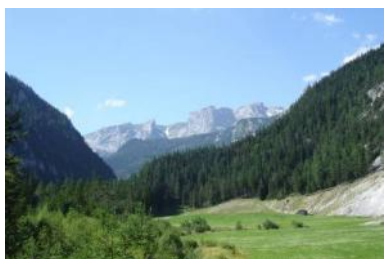
Vhloubené tvary reliéfu jsou sníženiny různého tvaru a šířky.

Údolí je opakem hřbetu. Je to protáhlá a málo skloněná sníženina.

Vhloubenými tvary jsou i *úžlabí* vznikající na úbočí mezi sousedními svahovými hřbety. Mohou mít i tvar zářezu.

Kotlina je uzavřená sníženina. Rozlišujeme u ní dno, tj. nejnižší místo kotliny, od něhož svahy na všechny strany stoupají a okraj, kde stoupající svahy přecházejí v rovinu.

Dalšími vhloubenými tvary jsou *strže*, *rokle*, *jámy*, *propasti* a *závrty* v krasových oblastech.



Obr. 1-10 Údolí



Obr. 1-11 Kotlina



Obr. 1-12 Rokle

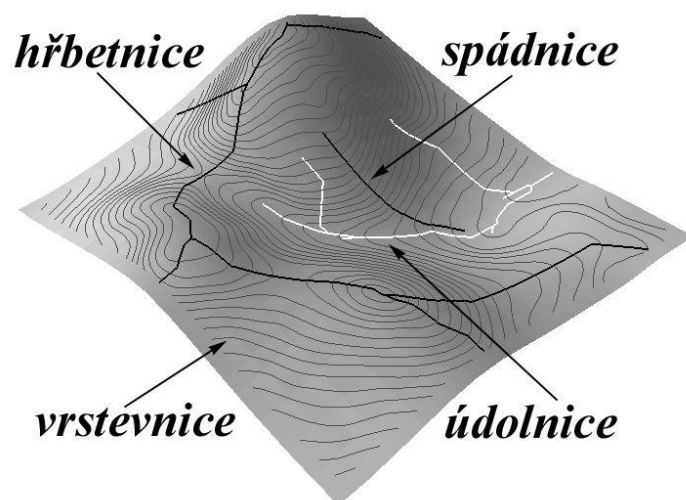
Charakteristické body a čáry terénního reliéfu tvoří tzv. *terénní kostru*. Mezi základní body terénní kostry patří *vrchol kupy* (nejvyšší bod kupy), *dno kotliny* (nejnižší bod kotliny) a *vrchol sedla* (nejnižší bod sedla). Základními charakteristickými čarami terénního reliéfu jsou *hřbetnice*, *údolnice*, *vrstevnice* a *spádnice*.

Hřbetnice spojují nejvyšší body vyvýšených terénních tvarů a jsou vždy čarami styku dvou přilehlých svahů téhož hřbetu.

Údolnice jsou naopak nejnižšími body vhloubených terénních tvarů, ke kterým spadají svahy, sledují tedy místa největšího vhloubení údolního tvaru. Údolnicemi často protékají potoky a řeky.

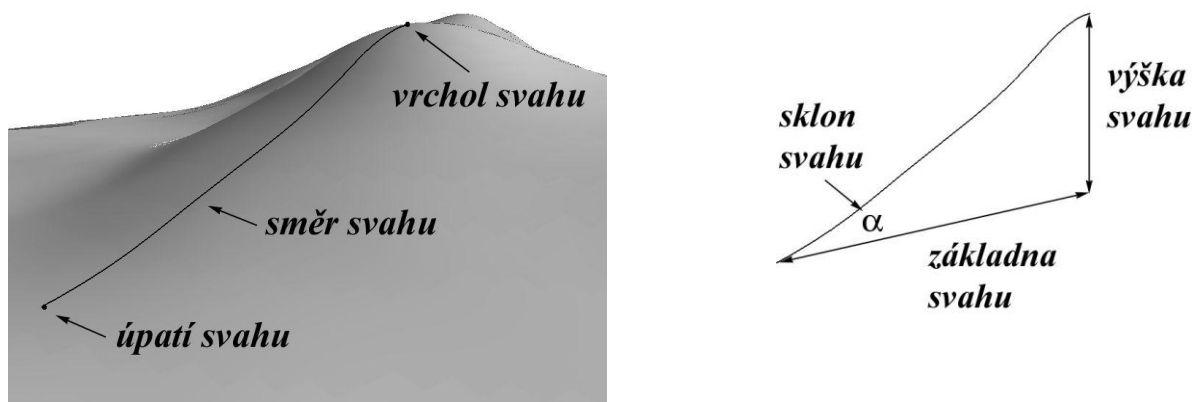
Vrstevnice jsou čáry, které spojují místa se stejnou nadmořskou výškou.

Spádnice vyznačují směry největšího spádu a jsou v každém místě terénního reliéfu kolmé na vrstevnice.



Obr. 1-13 Charakteristické čáry terénního reliéfu

Pro vedení bojové činnosti vojsk jsou velmi důležité *svahy*. Svah je skloněná část reliéfu. Jednotlivé prvky svahu jsou graficky vyjádřeny na obrázku.



Obr. 1-14 Prvky svahu

Sklonem svahu nazýváme úhel, který svírá část reliéfu s vodorovnou rovinou. Sklon svahu měříme ve stupních nebo v procentech.

Směr svahu je vlastně směrem *spádnice*, tj. čáry probíhající ve směru největšího sklonu reliéfu. Pohybujeme-li se po svahu v kterémkoliv jiném směru než ve směru svahu, je sklon svahu vždy menší.

Výška svahu je převýšení nejvyššího bodu svahu nad jeho úpatím.

Základna svahu je průmět délky svahu do vodorovné roviny.

Podle převládajících tvarů a sklonů dělíme svahy do základních druhů. *Rovný svah* má po celé délce, tj. od úpatí až po hřbetnici stejný sklon svahu. *Vhloubený svah* má větší sklon svahu při úpatí než při vrcholu nebo hřbetnici. U *vypuklého svahu* je to opačné, při úpatí je sklon svahu větší než při hřbetnici. *Vlnitý svah* je charakteristický střídáním vhloubených a vypuklých druhů svahů.



Obr. 1-15 Rovný svah



Obr. 1-16 Vypuklý svah



Obr. 1-17 Vhloubený svah

1.3 Terénní předměty

Terénní předměty rozdělujeme do těchto hlavních skupin:

- vodstvo,
- porosty,
- půdy,
- komunikace,
- sídla, průmyslové a topografické objekty,
- geodetické body.

Vodstvo zahrnuje oceány a moře, jezera, rybníky, vodní nádrže, vodní toky, kanály, močály, slaniska, studny, prameny a podzemní vody.

Ve vnitrozemských podmínkách jsou nejvýznamnější přirozené *vodní toky* a *umělé kanály*. Vojenský význam má celkové rozložení vodních toků a u jednotlivých řek, potoků a kanálů jejich šířka, hloubka, směr a rychlost toku, charakter břehů a dna.



Obr. 1-18 Oceán



Obr. 1-19 Řeka se strmým břehem



Obr. 1-20 Řeka v nížině

Šířka, hloubka a rychlost toku jsou závislé na kolísání vodní hladiny. Středoevropské řeky mají např. největší odtok na jaře po tání sněhu, nejnižší odtok na podzim. Charakter břehů a dna loků je významným činitelem při vyhledávání vhodných brodů pro bojovou techniku. Rozlišuje se dno bahnitě, kamenitě, písčité a šterkovité.

Významnou překážkou pohybu vojsk mohou být rozsáhlé *vodní nádrže*, popřípadě i *močály* nebo *slaniska*. *Jezera* a *rybníky* slouží především jako zdroj vody.

Součástí vodstva je i řada *objektů*, z nichž největší vojenský význam mají *přehrady* a *mosty*. Dalšími vodními objekty jsou *plavební komory* (zdymadla), *přístaviště*, *jezy*, *akvadukty*, stavebně upravené *brody* apod.



Obr. 1-21 Most



Obr. 1-22 Jez



Obr. 1-23 Přístaviště

Porosty jsou rovněž důležitou součástí terénu. Mimořádný vojenský význam mají zejména *lesy*, které výrazně ovlivňují bojovou činnost. Podle druhu se lesy rozdělují na jehličnaté, listnaté a smíšené. Nejdůležitějšími charakteristikami lesů je hustota (průměrné rozestupy stromů), šířka kmenů a průměrná výška stromů.

Z ostatního rostlinstva jsou významnější rozsáhlé *sady*, souvislé plochy *vinic* a *chmelnic*, souvislé plochy *křovinatých porostů*, popřípadě i travnaté, vřesové a mechovité porosty či zemědělsky obdělávané plochy.

Půdy mají významný vliv zejména na pohyb vojsk v terénu. Jejich průchodnost v různých ročních obdobích je závislá především na množství jílovitých částí v půdě. V zásadě se rozlišují půdy jílovité, hlinité, písčité a kamenité. Uvedené hlavní půdní druhy se v terénu vyskytují většinou ve smíšené formě.

Z vojenského hlediska je důležité i množství štěrku v půdě, které ovlivňuje zejména ženijní práce. Do druhů půd se řadí i půdy bažinaté a rašelinné, které mohou být velkou překážkou pohybu vojsk.



Obr. 1-24 Jehličnatý les



Obr. 1-25 Obdělávaná půda
v kulturní krajině



Obr. 1-26 Kamenitá půda v pouštní
krajině

Komunikace výrazně ovlivňují pohyb vojsk v terénu. Největší význam mají *dálnice* a *silnice*.

Dálnice jsou charakteristické dvěma směrově oddělenými pásy a minimálně dvěma jízdními pruhy v každém pásu. Mají těžkou vozovku, jejíž maximální sklon nepřesahuje zpravidla 4 % a křížení s jinými komunikacemi je mimoúrovňové.

Ostatní jednopásové silnice se podle šířky a druhu vozovky rozdělují do tří kategorií. *Silnice 1. kategorie* jsou charakteristické rovněž těžkou vozovkou o šířce nejméně 6 metrů. *Silnice 2. kategorie* mají těžkou nebo střední vozovku o šířce 4 až 6 metrů. *Silnice 3. kategorie* dosahují i s krajnicemi šířky do 6 metrů (uvádí se na mapách) a mají střední nebo lehkou vozovku o šířce do 4 metrů. Těžké vozovky mají tvrdý kamenný podklad a zpravidla betonový nebo živičný kryt. U středních vozovek je podklad kamenný nebo pískový a kryt většinou živičný. Lehké vozovky mohou mít podklad kamenný, pískový nebo i z tvrdé půdy a povrch živičný či štěrkový.



Obr. 1-27 Dálnice



Obr. 1-28 Silnice 1. kategorie



Obr. 1-29 Silnice 2. kategorie

Kromě dálnic a silnic se mohou pro pohyb vojenské techniky využívat i *zpevněné cesty*, které nemají pevný podklad, ale vozovku zpevněnou šterkem nebo jiným kamenivem, ojediněle i asfaltem. Jsou zpravidla sjízdné po celý rok a plní většinou funkci přístupových cest k různým objektům.



Obr. 1-30 Silnice 3. kategorie



Obr. 1-31 Zpevněná cesta



Obr. 1-32 Drážní komunikace

Polní a lesní cesty tvoří doplněk cestní sítě. Udržují se jen nahodile a jejich sjízdnost závisí na ročním období a okamžitých povětrnostních podmínkách.

Vojenský význam mají i *drážní komunikace*, tvořené sítí železničních tratí. Jejich významnými charakteristikami jsou počet kolejí, způsob pohonu lokomotiv (trakce), popřípadě i rozchod kolejí. Důležitým činitelem pro posuzování významu železnice je počet a charakter mostů, tunelů, nádraží i všech dalších provozních zařízení a také úroveň automatizovaného zabezpečení provozu.

Součástí komunikační sítě jsou též *lanové a visuté dráhy, produktovody* (ropovody, plynovody aj.), *elektrická vedení* a všechna *telekomunikační zařízení*.

Sídla, průmyslové a topografické objekty jsou v terénu středisky života a práce lidí. Mají v krajině zpravidla zásadní ekonomický, kulturní a sociální význam. Jejich hustota, systém výstavby a charakter působí v zájmovém prostoru vždy významně na bojovou činnost vojsk.

Sídla se rozlišují především podle počtu obyvatel, plošné rozlohy, průmyslového a správního významu.

Největší vojenský význam mají *sídla městského typu*. Vyznačují se poměrně hustou zástavbou budov a velkým množstvím významnějších staveb průmyslového, kulturního a sociálního určení. Velká města jsou zpravidla též důležitými ekonomickými a politicko-správními středisky i významnými komunikačními uzly.

Sídla venkovského typu jsou charakteristická kromě menšího počtu obyvatel i mnohem volnější zástavbou. Vyskytuje se souvislá řadová zástavba kolem průběžné komunikace nebo vodního toku, zástavba oválná, nahromaděná kolem nezastavěného ústředního prostoru, v horských terénech naopak zástavba značně rozptýlená na svazích. Venkovská sídla poblíž velkých měst mají většinou charakteristické znaky přechodu k sídlům městského typu.

V terénu se vyskytuje řada objektů, které nelze jednoznačně přiřadit k žádnému z dosud uvedených terénních předmětů.

Orientační význam mají zejména *výškové stavby* (kostely, komíny, těžní věže, stožáry apod.), ale i různé historické stavby, památníky, hřbitovy a další objekty, zejména jsou-li umístěny mimo sídla.

Mezi vojensky a ekonomicky důležité objekty patří *letiště, továrny, elektrárny, doly, lomy, různé rozsáhlé sklady, čerpací stanice* atd.

Specifický význam mají *státní a správní hranice*, jejichž průběhy jsou v terénu zpravidla vyznačeny přímým nebo nepřímým způsobem hraničními kameny, sloupy apod.

Geodetické body jsou důležité objekty, o které se opírají podrobná měření a mapování terénních tvarů i předmětů na zemském povrchu. Síť účelně rozmístěných geodetických bodů je v terénu pevně stabilizována a jejich souřadnice určeny přesnými geodetickými metodami.

Horizontální polohy bodů se zajišťují prostřednictvím trigonometrických sítí, přičemž vrcholy trojúhelníků tvoří trigonometrické body. Trigonometrické sítě jsou vybudovány v několika řádech. Základní síť je vytvořena na podkladě astronomicko-geodetických měření nejvyšší přesnosti. Do základní sítě, s průměrnou vzdáleností bodů asi 35 km, se pak postupně vkládají sítě nižších řádů se stále kratšími stranami. Každá síť nižšího řádu navazuje na síť řádu vyššího. Trigonometrické body se v terénu stabilizují žulovými hranoly, jejichž polohy jsou u sítí vyšších řádů zabezpečeny i podzemními značkami. Nad stabilizovanými body se často stavějí signály (dřevěné nebo kovové pyramidy apod.), aby bylo možno na tyto body zaměřovat při měření v terénu. Řadu trigonometrických bodů tvoří zděné stavby (kostely, rozhledny apod.).

U *trigonometrických bodů* se určují i nadmořské výšky, avšak přesné výškové údaje poskytují nivelační body, které jsou v terénu stabilizovány speciálními žulovými hranoly nebo čepovými značkami, zabetonovanými do skal nebo zdí masivních budov. *Nivelační body* tvoří vrcholy nivelačních sítí, vybudovaných rovněž v několika řádech.

Nadmořské výšky nivelačních i trigonometrických bodů jsou vztaženy ke střední hladině Baltského moře.

Body trigonometrické a nivelační sítě jsou při podrobném mapování zemského povrchu ještě zhušťovány dalšími geodetickými body různého druhu.

1.4 Druhy terénu

Z hlediska vojenského významu se terén rozlišuje podle:

- členitosti terénního reliéfu,
- pokrytosti terénními předměty.

Členitost terénního reliéfu je dána relativním převýšením a sklonem svahů.

Podle *členitosti terénního reliéfu* se rozeznávají roviny, pahorkatiny, vrchoviny, hornatiny a velehornatiny (hory a velehory). Jejich základní charakteristiky uvádí následující tabulka (Tabulka 1-1).

Při běžném popisu prostoru bojové činnosti se členitost terénního reliéfu často zjednodušuje a rozlišuje se pouze terén:

- nečlenitý (rovinatý),
- málo členitý (zvlněný),
- členitý (kopcovitý),
- velmi členitý (horský nebo velehorský),
- bez přesnějšího vymezení charakteristik jednotlivých typů.

Pokrytost terénu se posuzuje podle výskytu terénních předmětů, zejména lesů, řek, hlavních komunikací a velkých sídel.

Tabulka 1-1 Typy terénu podle členitosti reliéfu

Typ reliéfu	Charakter terénního reliéfu	Výškové rozdíly (na vzdálenost do 2 km)	Sklon svahů
roviny	ploché reliéf v nížinách i v libovolných nadmořských výškách	do 30 m	do 1°
pahorkatiny	mírné svahy převážně v nadmořských výškách 200 až 600 m	30 až 150 m	do 3°
vrchoviny	strmější svahy převážně v nadmořských výškách 600 až 1000 m	150 až 300 m	do 10°
hornatiny	středohorský reliéf s výraznými hřbety a údolími, převážně v nadmořských výškách 1000 až 1400 m	300 až 600 m	do 25°
velehornatiny	horský a velehorský reliéf s výraznými hřbety nebo i skalnatými štíty	nad 600 m	nad 25°

Příklady: Na území České republiky jsou větší souvislé plochy rovin především podél dolních toků řek Labe, Ohře, Morava. Roviny pokrývají 4,5 % celkové rozlohy státu. Pahorkatiny zaujímají 50,1 % území státu a vyskytují se ve značném rozsahu v celé střední části České republiky, zejména v oblasti České tabule, Středočeské pahorkatiny, Českobudějovické pánve a jižní Moravy. Vrchoviny jsou druhým nejrozsáhlejším typem reliéfu a zaujímají 33,8 % území státu. Tvoří podhůří všech horských celků a rozkládají se v celé střední části České republiky. Hornatiny pokrývají 10,8 % plochy státu. V České republice tvoří značnou část pohraničních hor. Velehorský reliéf se objevuje jen na 0,8 % území České republiky.

Z hlediska pokrytosti terénními předměty se rozlišuje terén *otevřený*, *polozakrytý* a *zakrytý* (viz Tabulka 1-2).

Tabulka 1-2 Typy terénu podle pokrytosti terénními předměty

Druh terénu	Charakteristika pokrytosti	Pokrytá plocha
otevřený	téměř bez přirozeného pokrytu s ojedinělými sídly, stavbami, vodními toky	do 10 %
polozakrytý	nesouvislý přirozený pokryt střídající se s umělými objekty	20 až 30 %
zakrytý	pokryt s rozsáhlými lesními celky nebo s hustou městskou zástavbou	nad 30 %

Při vojenském hodnocení terénu se vždy posuzuje jeho členitost i pokrytost současně. V přírodě se nevyskytují zvlášť terénní tvary a terénní předměty, oba prvky spolu vzájemně souvisejí. Chceme-li rozdělit terén jako celek na různé terénní typy, musíme vyjít z předchozího rozdělení terénu podle terénních tvarů a předmětů a vytvořit kombinace obou skupin. Vytvoříme-li všechny kombinace, dostaneme i typy terénu, které se v přírodě vyskytují velmi zřídka nebo se vůbec nevyskytují.

V *průmyslových oblastech* má reliéf převážně charakter roviny nebo pahorkatiny a terén je většinou polozakrytý. Vyskytují se v něm četné komunikace, velká sídla a další významné průmyslové objekty. Lesní celky jsou malé, ojedinělé nebo žádné. Hustota vodních toků je většinou rovněž malá, ale protékající řeky jsou mohutnější.

Pro *zemědělské a lesní oblasti* je typický reliéf pahorkatin, vrchovin, popřípadě i hornatin. Množství rozsáhlých lesů i jiných druhů porostů vytváří terén polozakrytý až zakrytý. Sídla jsou většinou menší, vodní toky četnější, ale méně vydatné.

Horské oblasti mají reliéf středohorský, horský nebo velehorský, pokrytý lesy, nízkými horskými porosty nebo tvořený skalnatými vrcholy. Hustota ostatních terénních předmětů je minimální.

2. Produkty geografického zabezpečení

V rámci celého systému geografického zabezpečení armády se vydávají produkty, které jsou připraveny podle všeobecných nebo speciálních požadavků armádních uživatelů. K základním produktům patří *topografické mapy*. Kromě těchto map se vydává řada *tematických map* pro obecné užití nebo pro použití u druhů vojsk a služeb (např. pro zabezpečení leteckých operací, pro dělostřelectvo a pod.). Některé geografické produkty – *topografické náčrty a schémata* - se vyhotovují přímo v terénu a po závěru by je měl umět vytvořit každý voják.

2.1 Topografické mapy

Topografické mapy jsou jedním z hlavních zdrojů informací o terénu a současně jedním ze základních prostředků velení a řízení při vojenských operacích. Obdobným způsobem mohou sloužit i v rámci krizového řízení a při celkovém zabezpečování potřeb obrany státu. Jsou určeny především k orientaci v terénu a k jeho podrobnému studiu. Umožňují zjišťovat údaje o objektech a jejich charakteristikách, studovat prostorové vztahy a souvislosti mezi terénními tvary a předměty, řídit bojové i nebojové činnosti odehrávající se povrchu Země i v jeho blízkém okolí, předávat informace o terénu a uvedených činnostech mezi jednotlivými složkami a stupni velení a řízení a vytvářet na jejich podkladě další grafické dokumenty potřebné pro velení a řízení.

Topografické mapy se v armádách NATO vydávají podle *standardizačních zásad*, k nimž vedle jednotných geodetických základů patří zejména uvedení polohového referenčního systému, způsob zobrazení a označení rovinné pravoúhlé a zeměpisné sítě a zobrazení zeměpisného a magnetického severu a severu pravoúhlé rovinné sítě.

2.1.1 Základní charakteristiky topografických map

Topografické mapy se vydávají v *základní měřítkové řadě*:

- 1 : 25 000,
- 1 : 50 000,
- 1 : 100 000.

Topografická mapa 1 : 25 000 je určena především pro řešení speciálních úloh, kdy je nutné znát přesné údaje o poloze bodů a objektů v terénu a připravit se na bojovou i nebojovou činnost v terénu do nejmenších podrobností (příprava předního okraje obrany, překonání vodní překážky, boj v zastavěných oblastech, plánování a koordinace činností zasahujících jednotek v rámci záchranných prací apod.).

Topografické mapy 1 : 50 000 a 1 : 100 000 jsou základními informačními dokumenty při velení vojskům na taktickém i operačním stupni velení. Umožňují dostatečně podrobně vyhodnocovat hlavní charakteristiky terénu a používají se i pro určování souřadnic cílů, palebných prostředků a dalších prvků bojové techniky. Jsou též vhodné jako podklad pro plánování a projektování některých technických zařízení a objektů.

2.1.1.a Geodetické a kartografické základy topografických map

Do základní skupiny údajů o objektech na Zemi nebo v jejím blízkém okolí patří *polohová lokalizace*. Polohová lokalizace se obvykle vyjadřuje *souřadnicemi*. Souřadnice se zapisují ve formě skupin číslic nebo číslic a písmen. K přesnému výkladu souřadnicových údajů je nezbytné definovat *počátek souřadnicové soustavy* a *základní směry nebo roviny*, ke kterým se jednotlivé souřadnice vztahují.

Pro vyjádření polohy *prostorovými pravoúhlými souřadnicemi* (X, Y, Z) je počátek zvolen ve středu referenčního elipsoidu, v našem případě elipsoidu WGS84, kladná osa Z je ztotožněna s malou poloosou b , osa X je průsečnicí roviny *základního (Greenwichského) poledníku* s rovinou rovníku a osa Y směřuje na východ a doplňuje soustavu na pravotočivou.

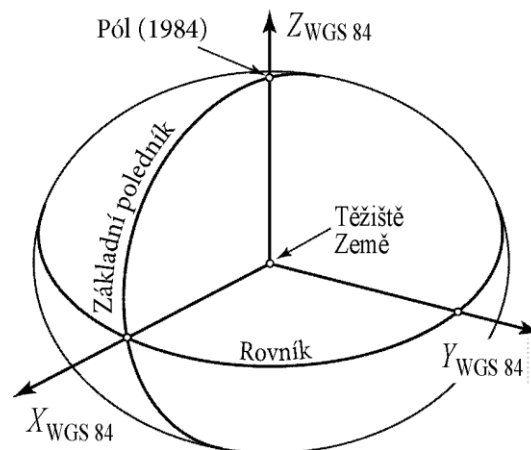
Světový geodetický systém WGS84 (World Geodetic System 1984) definují:

- poloha počátku a orientace os pravoúhlé prostorové souřadnicové soustavy;
- parametry referenčního (vztažného) elipsoidu;
- gravitační model Země a geoid.

Geodetický systém WGS84 je konvenční terestrický referenční systém (*CTRS - Conventional Terrestrial Reference System*), což znamená, že se jedná o geocentrický pravoúhlý pravotočivý systém pevně spojený se Zemí. Umístění a orientace os jsou přesně definovány následovně (viz Obr. 2-1):

- počátek je v těžišti Země (geocentru);
- osa Z směřuje na referenční pól IERS (*IRP - IERS Reference Pole*). Tento směr odpovídá směru na *konvenční terestrický pól BIH (Bureau International de l'Heure)* s nejistotou $0,005''$;
- osa X je průsečnicí roviny referenčního poledníku IERS (*IRM - IERS Reference Meridian*) a roviny procházející počátkem systému a kolmou k ose Z (roviny rovníku);
- osa Y doplňuje souřadnicovou soustavu na pravoúhlou pravotočivou, tj. leží v rovině rovníku 90° východně od osy X .

Počátek souřadnicového systému WGS84 je totožný se středem referenčního elipsoidu WGS84 a osa Z je rotační osou elipsoidu.



Obr. 2-1 Základní souřadnicové osy WGS84

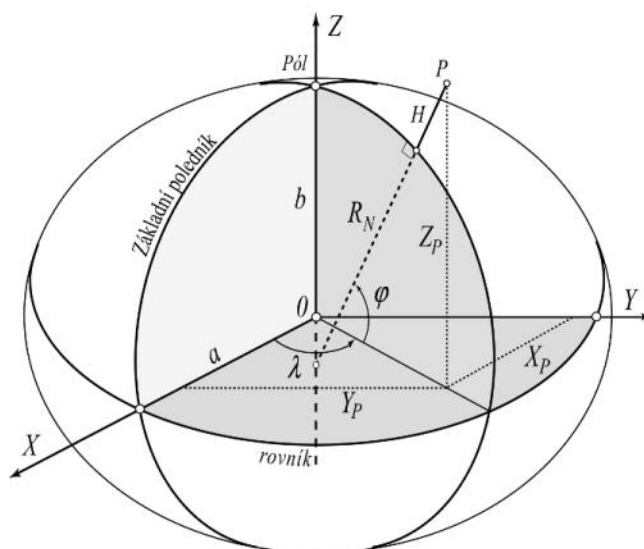
Polohu bodu v geodetickém systému WGS84 lze vyjádřit pomocí:

- pravoúhlých prostorových souřadnic X, Y, Z ;
- zeměpisných souřadnic φ - zeměpisná šířka, λ - zeměpisná délka na povrchu elipsoidu a v prostoru přidáním elipsoidické výšky - H ;

- pravoúhlých rovinných souřadnic E - Easting, N - Northing v zobrazení UTM/UPS nebo alfanumerickým vyjádřením v MGRS (Military Grid Reference System) a nadmořské výšky h .

Umístění a orientace os pravoúhlé prostorové souřadnicové soustavy pro vyjádření pravoúhlých prostorových souřadnic jsou definovány v odstavci. Jednotlivé pravoúhlé prostorové souřadnice X , Y , Z bodu P lze definovat následujícím způsobem (Obr. 2-2):

- souřadnice X je vzdálenost bodu od roviny YZ ;
- souřadnice Y je vzdálenost bodu od roviny XZ (roviny obsahujícího Greenwichský poledník);
- souřadnice Z je vzdálenost bodu od roviny XY (roviny rovníku).



Obr. 2-2 Pravoúhlé prostorové a zeměpisné souřadnice

Zeměpisné souřadnice a elipsoidická výška se definuje vzhledem k referenčnímu elipsoidu WGS84. Nejdřív budou vysvětleny a definovány některé důležité pojmy.

Referenční elipsoid je těleso, které vznikne rotací elipsy s příslušnými rozměry kolem její malé poloosy (osa Z). Osa Z protíná povrch elipsoidu ve dvou bodech – severním a jižním pólu. Základní parametry elipsoidu WGS84 jsou:

Tabulka 2-1 Základní parametry referenčního elipsoidu WGS84

Velká poloosa	Malá poloosa	Zploštění
$a = 6\,378\,137\text{ m}$	$b = 6\,356\,752,214\text{ m}$	$f = 1/298,257\,223\,563$

Roviny, které obsahují osu Z (procházejí oběma póly) se nazývají *poledníkové roviny*. Tyto roviny protínají povrch elipsoidu v elipsách, které se nazývají *poledníky*. Poledník, který zároveň prochází i osou X (viz Obr. 2-2) se nazývá *základní* nebo *Greenwichský poledník*. Poledníková rovina, která prochází daným bodem protíná povrch elipsoidu v místním poledníku.

Rovina kolmá na osu rotace (osu Z) procházející středem elipsoidu se nazývá *rovina rovníku* a protíná povrch elipsoidu v kružnici nazývané *rovník*. Roviny rovnoběžné s rovinou rovníku protínají povrch elipsoidu v kružnicích nazývaných *rovnoběžky*.

Normálou k elipsoidu se nazývá přímka procházející daným bodem a zároveň je kolmá k povrchu elipsoidu. Každým bodem prochází jenom jediná normála k elipsoidu.

Zeměpisnou šířkou φ se nazývá úhel, který svírá rovina rovníku s normálou příslušného bodu. Zeměpisné šířky mohou nabývat hodnot od -90° (jižní pól) do $+90^\circ$ (severní pól). Body ležící na

rovníku mají zeměpisnou šířku 0° . Body ležící na stejné rovnoběžce mají stejnou zeměpisnou šířku. Pro odlišení zeměpisné šířky bodů ležících na severní a jižní polokouli se používá:

- *matematických znamének* - body na severní polokouli mají kladné zeměpisné šířky (např. $+50^\circ$) a body na jižní polokouli mají záporné zeměpisné šířky (např. -50°);
- *označení polokoule*, na které bod leží. Pro body na severní polokouli se používá označení severní zeměpisná šířka (s. z. š.) nebo písmeno *N* z anglického *North* (např. 50° s. z. š. nebo 50° N). Pro body na jižní polokouli se používá označení jižní zeměpisná šířka (j. z. š.) nebo písmeno *S* z anglického *South* (např. 50° j. z. š. nebo 50° S).

Zeměpisná délka λ je úhel, který svírá rovina základního (Greenwichského) poledníku s rovinou místního poledníku. Zeměpisná délka je kladná směrem na východ od základního poledníku, může nabývat hodnot od 0° do 360° . Častěji se však zeměpisná délka udává pro *východní a západní polokouli* od 0° do 180° s tím, že se pro rozlišení příslušné polokoule používá:

- *matematických znamének* - body ležící na východní polokouli mají kladné zeměpisné délky od 0° do 180° (např. 15°) a body na západní polokouli mají záporné zeměpisné délky od 0° do -180° (např. -15°);
- *označení polokoule*, na které bod leží. Pro body na východní polokouli se používá označení východní zeměpisná šířka (v. z. d.) nebo písmeno *E* z anglického *East* (např. 15° v. z. d. nebo 50° E). Pro body na západní polokouli se používá označení západní zeměpisná délka (z. z. d.) nebo písmeno *W* z anglického *West* (např. 15° z. z. d. nebo 15° W).

Body ležící na stejném poledníku mají stejnou zeměpisnou délku.

Výškové určení bodu závisí na použité vztažné ploše, kterou může být *povrch referenčního elipsoidu* nebo *povrch geoidu*. Geoid je na rozdíl od referenčního elipsoidu definován fyzikálně. Zjednodušeně jej lze definovat jako plochu, jejíž každý bod má stejnou hodnotu tíhového potenciálu odpovídající *nulové hladině moře nebo oceánu v daném referenčním bodě* (Jaderského moře v Terstu, Baltského moře v Kronštatu apod.). Protože na hodnotu tíhového potenciálu má vliv jednak gravitace Země, jednak odstředivá síla daná její rotací a zároveň zde působí i lokální vliv rozložení hmot v okolí měřeného bodu, je povrch geoidu značně komplikovaný. Výškový systém založený na geoidu se obecně nazývá *systém střední hladiny moře (Mean Sea Level – MSL)*.

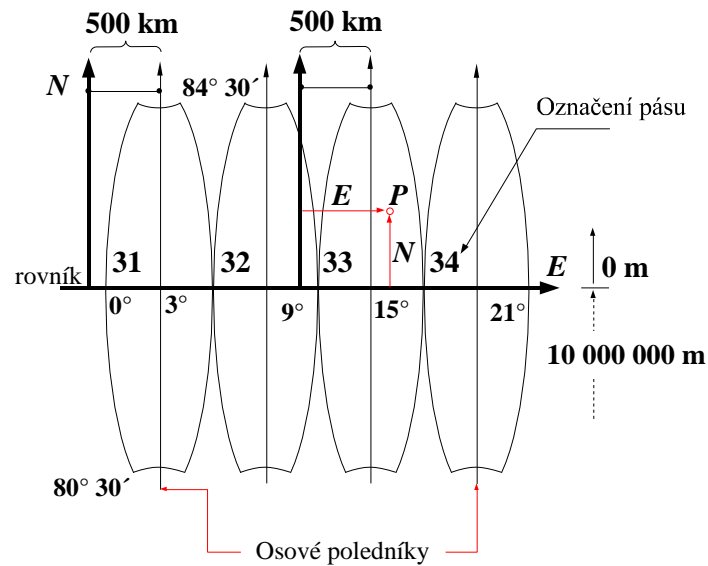
Geoid je základem pro určování *nadmořských výšek* h . Nadmořská výška je délka tížnice mezi určeným bodem a povrchem geoidu.

Elipsoidická výška H (*Ellipsoid Height*) je délka normály mezi bodem na povrchu Země a jeho průmětem na povrch elipsoidu. Vzhledem k tomu, že nadmořská a elipsoidická výška jsou určovány vzhledem k různým tělesům, jejich hodnoty se liší o hodnotu *výšky geoidu nad elipsoidem*, které se pro různá místa na Zemi liší a může dosahovat až několika desítek metrů.

Povrch elipsoidu je do roviny *zobrazen* pomocí *zobrazení UTM (Universal Transverse Mercator)*. Konstrukce rovinné souřadnicové sítě UTM je založena na *konformním příčném válcovém zobrazení Gaussova typu v šestistupňových poledníkových pásech*, které je svou podstatou velmi blízké zobrazení, které bylo základem topografických map referenčním systémem v S-42/83. *Souřadnicová síť UTM* pokrývá zemský povrch mezi 80° j.z.š. a 84° s.z.š. Konformní zobrazení znamená, že *úhly po zobrazení zůstávají nezkrácené*. Délky a plochy se zobrazením zkreslují.

Pro zobrazení zemského povrchu se Země rozdělí na 60 šestistupňových pásů od poledníku 180° směrem na východ. Každý poledníkový pás je označen číslem. Značení poledníkových pásů, jakož i zeměpisné délky okrajových a osových (středových) poledníků je na obrázku (viz Obr. 2-13). Zobrazení každého poledníkového pásu do roviny zobrazení se provádí pomocí válcového zobrazení v příčné poloze (osa válce leží v rovině rovníku). To znamená, že *každý šestistupňový pás má svou samostatnou soustavu pravoúhlých rovinných souřadnic* s počátkem v průsečíku rovníku s

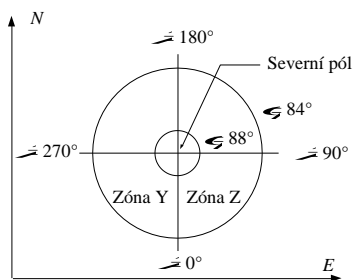
osovým poledníkem příslušného pásu. Souřadnice jsou kladné od počátku směrem na východ a sever (viz Obr. 2-3).



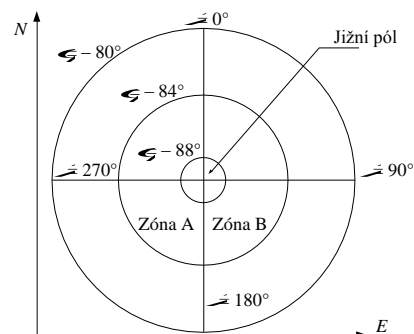
Obr. 2-3 Schéma poledníkových pásů a definice souřadnicových soustav

Vodorovná souřadnicová osa je značena symbolem *E* (*Easting* - východní směr) a svislá symbolem *N* (*Northing* - severní směr). Aby se zamezilo výskytu záporných hodnot *E*, přičítá se k nim konstanta 500 000 m. Tato konstanta se označuje *FE* (*False Easting*). V uvedeném způsobu vyjadřování polohy bude mít počátek souřadnicové soustavy každého pásu pro severní polokouli souřadnice 500 000 m *E* a 0 m *N*. Na jižní polokouli se k souřadnici *N* přičítá konstanta 10 000 000 m, označovaná *FN* (*False Northing*).

Protože každý pás má vlastní souřadnicovou soustavu, vyjádření polohy bodu pouze souřadnicemi *N*, *E* není jednoznačné (může vyjadřovat polohu až 60 různých bodů - v každém šestistupňovém pásu jeden bod). Proto se k souřadnicím připojuje ještě číslo pásu nebo označení zóny (sférického čtyřúhelníků, např. 33U). Přehled označování jednotlivých zón je vysvětleno v odstavci 2.1.3.a 2.1.3.a (viz Obr. 2-13).



Obr. 2-4 Souřadnicová soustava UPS v severní zóně



Obr. 2-5 Souřadnicová soustava UPS v jižní zóně

Zbýlý povrch elipsoidu je zobrazen do roviny *zobrazením UPS* (*Universal Polar Stereographic*). Konstrukce souřadnicové sítě *UPS* je založena na stereografické projekci, čili *konformní azimutální zobrazení v pólové poloze*. *UPS* se používá pro zobrazení bodů ležících severně od 84° s.z.š. (83° 30' s překrytem) a jižně od 80° j.z.š. (79° 30' s překrytem). Počátek pravoúhlé rovinné souřadnicové soustavy je položen do severního (jižního) pólu. Souřadnicovou osu sever-jih tvoří

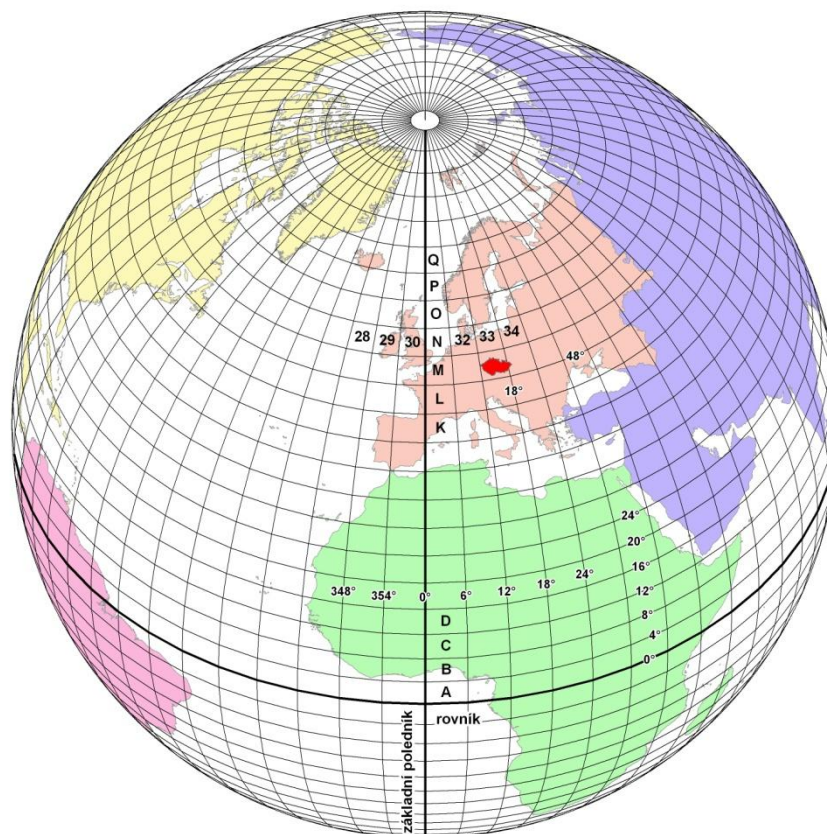
poledníky 0° a 180° , osu východ–západ poledníky 90° (viz Obr. 2-4 a Obr. 2-5). K oběma souřadnicím se přičítá *konstanta 2 000 000 m* – (*False Northing a False Easting*).

Kvůli jednoznačnosti se k souřadnicím přidává ještě údaj o zóně (A, B, Y nebo Z) tak jak je to vyznačeno na obrázcích (viz Obr. 2-4 a Obr. 2-12).

2.1.2 Klady a označování topografických map

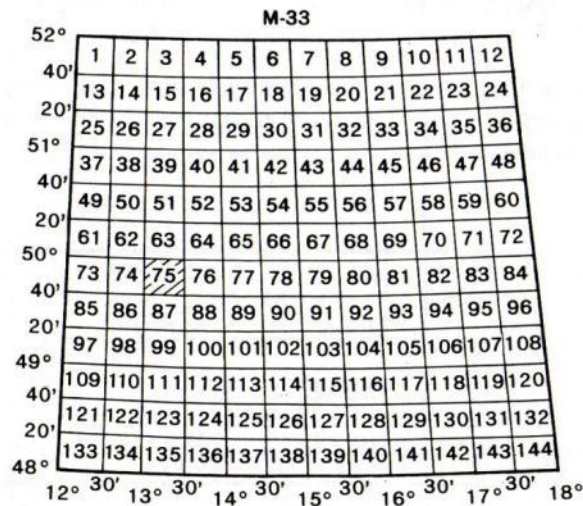
Jednotlivé listy topografických map všech měřítek a většiny tematických map mají lichoběžníkový tvar a jsou vymezeny zeměpisnými poledníky a rovnoběžkami. Systém dělení vychází z kladu listů bývalé mezinárodní mapy světa 1 : 1 000 000.

Povrch celé Země se rozdělí na 60 poledníkových pásů širokých 6° zeměpisné délky a 23 rovnoběžkových vrstev na severní a jižní polokouli širokých 4° zeměpisné šířky. Poslední rovnoběžkové vrstvy mají tvar vrchlíku kolem pólů. Poledníkové pásy se číslují stejně jako u zobrazení UTM, tedy arabskými číslicemi počínaje poledníkem 180° směrem na východ. Rovnoběžkové vrstvy jsou označovány ve směru na sever i na jih velkými písmeny anglické abecedy s výjimkou písmen X a Y. Poslední vrstvy – kulové vrchlíky kolem pólů – jsou označeny písmenem Z. Jednotlivé segmenty o rozměrech $\Delta\varphi = 4^\circ$ a $\Delta\lambda = 6^\circ$ se označují písmenem vrstvy a číslem pásu (viz Obr. 2-6). Česká republika leží v segmentech M-33 a M-34.



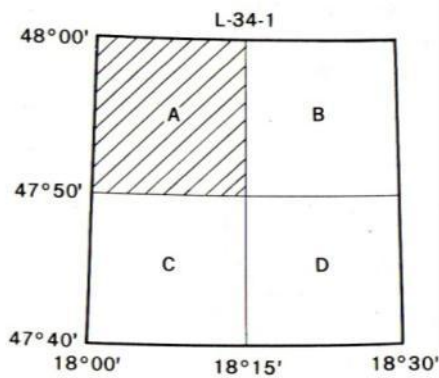
Obr. 2-6 Vymezení a označení listů mapy 1 : 1 000 000

List mapy 1 : 100 000 zobrazuje území, které vzniká rozdělením segmentu na 144 dílů (12 x 12). Jeho rozměry jsou $\Delta\varphi = 20'$ a $\Delta\lambda = 30'$. Označení listu vzniká z označení segmentu a čísla jeho dílu, například M-33-75 (viz Obr. 2-7).



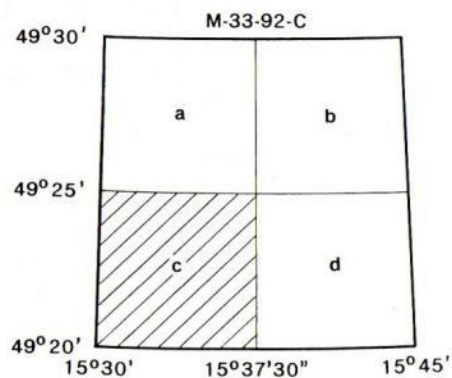
Obr. 2-7 Dělení listu mapy 1 : 1 000 000 na 144 listů mapy 1 : 100 000

List mapy 1 : 50 000 vzniká rozdělením mapy 1 : 100 000 na 4 díly. Jeho rozměry jsou $\Delta\varphi = 10'$ a $\Delta\lambda = 15'$ a jeho označení je tvořeno označením mapy 1 : 100 000 a velkými písmeny abecedy (A, B, C, D), např. L-34-1-A.



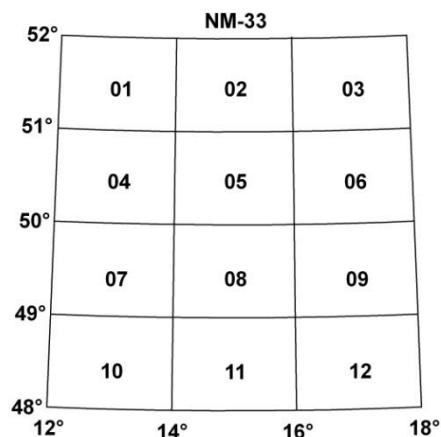
Obr. 2-8 Dělení listu mapy 1 : 100 000 na 4 listy mapy 1 : 50 000

List mapy 1 : 25 000 vzniká rozdělením mapy 1 : 50 000 opět na 4 díly. Jeho rozměry jsou $\Delta\varphi = 5'$ a $\Delta\lambda = 7'30''$ a jeho označení je tvořeno označením mapy 1 : 50 000 a malými písmeny abecedy (a, b, c, d), např. M-33-92-C-c.



Obr. 2-9 Dělení listu mapy 1 : 50 000 na 4 listy mapy 1 : 25 000

Z kladu mezinárodní mapy světa 1 : 1 000 000 vychází i klad map JOG 1 : 250 000. Segment je rozdělen na 12 dílů (3 x 4), které mají rozměry $\Delta\varphi = 1^\circ$ a $\Delta\lambda = 2^\circ$. Označení listu vzniká z označení segmentu doplněným písmenem udávajícím polohu listu na severní nebo jižní polokouli (N, S) a číslicemi 01 – 12. Příkladem označení je NM-33-09.



Obr. 2-10 Dělení listu mapy 1 : 1 000 000 na 12 listů mapy JOG měřítka 1:250,000

V následující tabulce jsou přehledně uvedeny rozměry topografických map a mapy JOG vztažené k zeměpisné šířce České republiky.

Tabulka 2-2 Měřítko a rozměry mapových listů topografických map a mapy JOG na území ČR

Měřítko	Příklad označení	Rozměry		
		$\Delta\varphi \times \Delta\lambda$	km	cm
1:250,000 (JOG)	NM-33-09	$1^\circ \times 2^\circ$	115 x 150	46 x 60
1 : 100 000	M-33-75	$20' \times 30'$	37 x 36	37 x 36
1 : 50 000	M-33-75-B	$10' \times 15'$	18,5 x 18	
1 : 25 000	M-33-75-B-c	$5' \times 7'30''$	9,3 x 9	

V přílohách 1, 2 a 3 jsou uvedeny přehledy kladů mapových listů topografických map na území České republiky.

Každý mapový list je ohraničen rámem, jehož vnitřní čáry tvoří vymežující poledníky a rovnoběžky. Rám mapových listů se zhotovuje podle předepsaného vzoru a stanovených rozměrů. V ploše rámu mapy se uvádějí:

- geodetické zeměpisné souřadnice rohů mapových listů (φ, λ);
- dělení zeměpisné sítě v základním intervalu 1 minuty ($1'$) zeměpisné délky i šířky na vnitřní rámové čáře mapy. Základní minutový dílek se dále dělí ryskami v intervalu $10''$;
- označení kilometrových čar rovinné pravoúhlé souřadnicové sítě UTM v intervalu po 1 kilometru, na topografické mapě 1 : 100 000 v intervalu 2 kilometry. První údaje souřadnice E a N v jihozápadním rohu mapy se uvádějí v nezkrácené podobě; ve zkrácené podobě se uvádějí desítky kilometrů a jednotlivé kilometry;
- označení rovinné pravoúhlé sítě sousedního poledníkového pásu (překrytové sítě) na vnějším mapovém rámu ryskami. První údaje souřadnic E a N v jihozápadním rohu se uvádějí v nezkrácené podobě; ve zkrácené podobě se uvádějí desítky kilometrů a jednotlivé kilometry;
- označení pravoúhlé souřadnicové sítě civilního geodetického systému S-JTSK. Nezkrácené údaje souřadnice Y a X se uvádějí v severovýchodním rohu mapy, ostatní se uvádějí ve zkrácené podobě;

- *jména států, směry výstupů komunikací, jména sídel ležících větší části na sousedních listech, části jmen vyvýšených a vhloubených tvarů, části jmen vodstva, jména rezervací a vojenských výcvikových prostorů, jejichž hranice přecházejí z listu na list;*
- *bod „P“ na jižním vnitřním rámu mapy pro určení směru magnetického severu. Na mapě měřítka 1 : 50 000 a 1 : 100 000 se rovněž křížkem vyznačují průsečíky poledníku a rovnoběžky procházející středem mapového listu.*

Mimo rám mapy se na všech topografických mapách uvádějí různé mimorámové údaje.

Na severním okraji mapy jsou uvedeny jméno státu, který mapu vydává, měřítko mapy, úhломěrná stupnice pro stanovení magnetického severu, jméno mapového listu, které se zpravidla stanovuje podle největšího sídla, popřípadě jiného nejdůležitějšího topografického objektu na území České republiky, označení série mapy, číslo vydání mapy a označení listu mapy.

Na východním okraji mapy jsou údaje pro skladovou manipulaci s mapou (vojenské označení mapového listu, označení produktu a edice mapy čárovým kódem, číselné vyjádření NSN (NATO Stock Number) a alfanumerické vyjádření referenčního čísla).

Na jižním okraji mapy jsou v českém a anglickém jazyce údaje o použitém geodetickém systému, elipsoidu, kartografickém zobrazení, intervalu kilometrové sítě, dále číslo 6° poledníkového pásu, výškový systém, vrstevnicový interval (základní, doplňkový) a použitá jednotka pro výšky, číselné a grafické měřítko mapy, přičemž grafické měřítko se udává v metrech, kilometrech, mílech a yardecích, diagram s administrativním dělením (hranice, jména územněsprávních jednotek), sklonové měřítko, přehled kladu sousedních mapových listů odpovídajícího měřítka s uvedením listů mapy JOG 1 : 250 000 a doložka o právní ochraně © (copyright);

Na západním okraji mapy jsou výběr značek a vysvětlivky v českém a anglickém jazyce, vybrané zkratky s uvedením jejich významu v českém a anglickém jazyce, diagram hlásného systému MGRS s návodem na určení polohy bodu s údaji vztaženými pro konkrétní mapový list v českém a anglickém jazyce, diagram hypsometrie s hlavní sítí prvků vodstva a nadmořskými výškami vybraných bodů, údaje o rovinné meridiánové konvergenci, grivaci, variaci, popřípadě o magnetické anomálii a informace zejména výrobního a evidenčního charakteru.

2.1.3 Hlásné sítě

V NATO jsou pro jednoznačnou identifikaci polohy kdekoli na světě zavedeny hlásné sítě. Hlásné sítě jsou založeny buď na interpolaci zeměpisné sítě nebo na kombinaci interpolace zeměpisné a rovinné pravoúhlé sítě. Poloha objektu se v těchto sítích udává textovým a numerickým řetězcem (alfanumerickým kódem), přičemž počet znaků současně udává i přesnost identifikované polohy. V zásadě jsou používány *dvě hlásné sítě*:

- Military Grid Reference System (MGRS),
- World Geographic Reference System (GEOREF).

I když obě hlásné sítě jsou původem čistě vojenské, jsou často používány i v civilních aplikacích (např. v přijímačích GPS je možné nastavení polohy udávané v těchto sítích). Časté je jejich využívání i při spolupráci civilních a vojenských složek, například při společných humanitárních a záchranných akcích.

2.1.3.a Hlásný systém MGRS

Hlásný systém MGRS (Military Grid Reference System), u nás známý také pod názvem hlásný systém UTM, je nejčastěji používaným systémem. Identifikace polohy bodu pomocí souřadnic E a

N není jednoznačná, pokud chybí informace o tom, ve kterém šestistupňovém pásu se hledaný bod nachází.

Referenční systém MGRS využívá zobrazení UTM (v polárních oblastech UPS), rozdílný je jen způsob vyjádření polohy bodu.

Úplný údaj o poloze bodu v systému *MGRS* je řetězec alfanumerických znaků, který je tvořen třemi údaji:

- *označením zóny* (sférického čtyřúhelníku) - číslo a písmeno;
- *označením 100km čtverce* - dvě písmena;
- *souřadnice bodu ve 100km čtverci* - 4, 6, 8 nebo 10 číslic podle přesnosti vyjádření polohy bodu.

U všech třech údajů se označování nebo vyjadřování souřadnic provádí nejdřív *ve směru západ – východ a pak ve směru sever – jih*.

Výsledný údaj o poloze se píše bez mezer a jakýchkoliv interpunkčních znamének.

Vznik a označení zón

Tvar a označování zón je odlišné pro polární oblasti, kde je použito zobrazení UPS a oblast mezi rovnoběžkami 80°S a 84°N, kde se používá zobrazení UTM.

Zóny v polárních oblastech mají tvar kruhů. Na jižní polokouli je tento kruh ohraničen rovnoběžkou 80° S a na severní polokouli rovnoběžkou 84° N. Zóny mají tvar půlkruhů, které vzniknou rozdělením jednotlivých kruhů poledníky se zeměpisnými délkami 0° a 180°. Označení zón je následující:

- *zóna A* pro půlkruh na jižní polokouli se západními zeměpisnými délkami (viz Obr. 2-12);
- *zóna B* pro půlkruh na jižní polokouli s východními zeměpisnými délkami (viz Obr. 2-12);
- *zóna Y* pro půlkruh na severní polokouli se západními zeměpisnými délkami (viz Obr. 2-11);
- *zóna Z* pro půlkruh na severní polokouli s východními zeměpisnými délkami (viz Obr. 2-11).

Zóny v oblastech, ve kterých je definováno zobrazení UTM (mezi rovnoběžkami 80°S a 84°N), mají zóny tvar sférických čtyřúhelníků. Tyto čtyřúhelníky jsou ohraničeny poledníky a rovnoběžkami. Vznikají rozdělením zeměkoule na poledníkové pásy (ve směru západ–východ) a rovnoběžkové vrstvy (ve směru sever–jih). Způsob dělení a označování je následující:

1. *Poledníkové pásy* vzniknou rozdělením zeměkoule na 60 šestistupňových pásů počínajíc poledníkem se zeměpisnou délkou 180°. Označují se číslem 1 až 60 od poledníku s délkou 180° směrem na východ. To znamená, že poledníkový pás označený číslem 1 je v rozmezí zeměpisných délek 180° W až 176° W.
2. *Rovnoběžkové vrstvy* vzniknou rozdělením oblasti mezi rovnoběžkami 80°S a 84°N ve směru jih – sever po 8° zeměpisné šířky. Dělením vznikne 19 vrstev s šířkou 8° a jedna vrstva s šířkou 12° (mezi rovnoběžkami 72°N a 84°N). Vrstvy se označují velkými písmeny od C (vrstva 80°S až 72°S) až do X (vrstva 72°N až 84°N) s výjimkou I a O od nejnižnější vrstvy k nejsevernější.

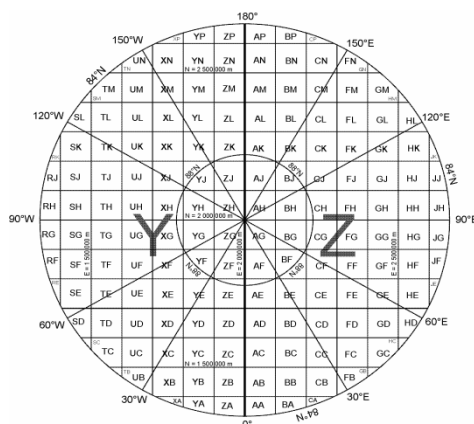
Sférický čtyřúhelník se označuje číslem pásu a označením vrstvy, např. 33U. Poledníkové pásy a rovnoběžkové vrstvy jsou znázorněny na obrázku (viz Obr. 2-13). Pro *oblast zájmů NATO* platí následující *výjimky*:

1. Poledníkový pás 32 je ve vrstvě V (mezi 56°N a 64°N) rozšířen na 9° od 3°E do 12°E. To znamená, poledníkový pás je široký jen 3° a to od 0° do 3°E.
2. Poledníkové pásy mezi zeměpisnými délkami 0° a 42°E ve vrstvě X (mezi 72°N a 84°N) jsou modifikovány následovně:
 - poledníkový pás 31 je rozšířen od 0° do 9°E;

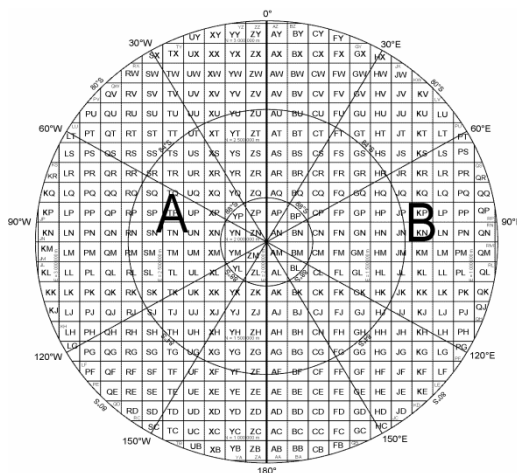
- poledníkový pás 32 je zrušen;
- poledníkový pás 33 je rozšířen od 9°E do 21°E;
- poledníkový pás 34 je zrušen;
- poledníkový pás 35 je rozšířen od 21° do 33°E;
- poledníkový pás 36 je zrušen;
- poledníkový pás 31 je rozšířen od 33° do 42°E.

Osové poledníky modifikovaných pásů zůstávají nezměněné. Výjimky jsou znázorněny též na obrázku (viz Obr. 2-13).

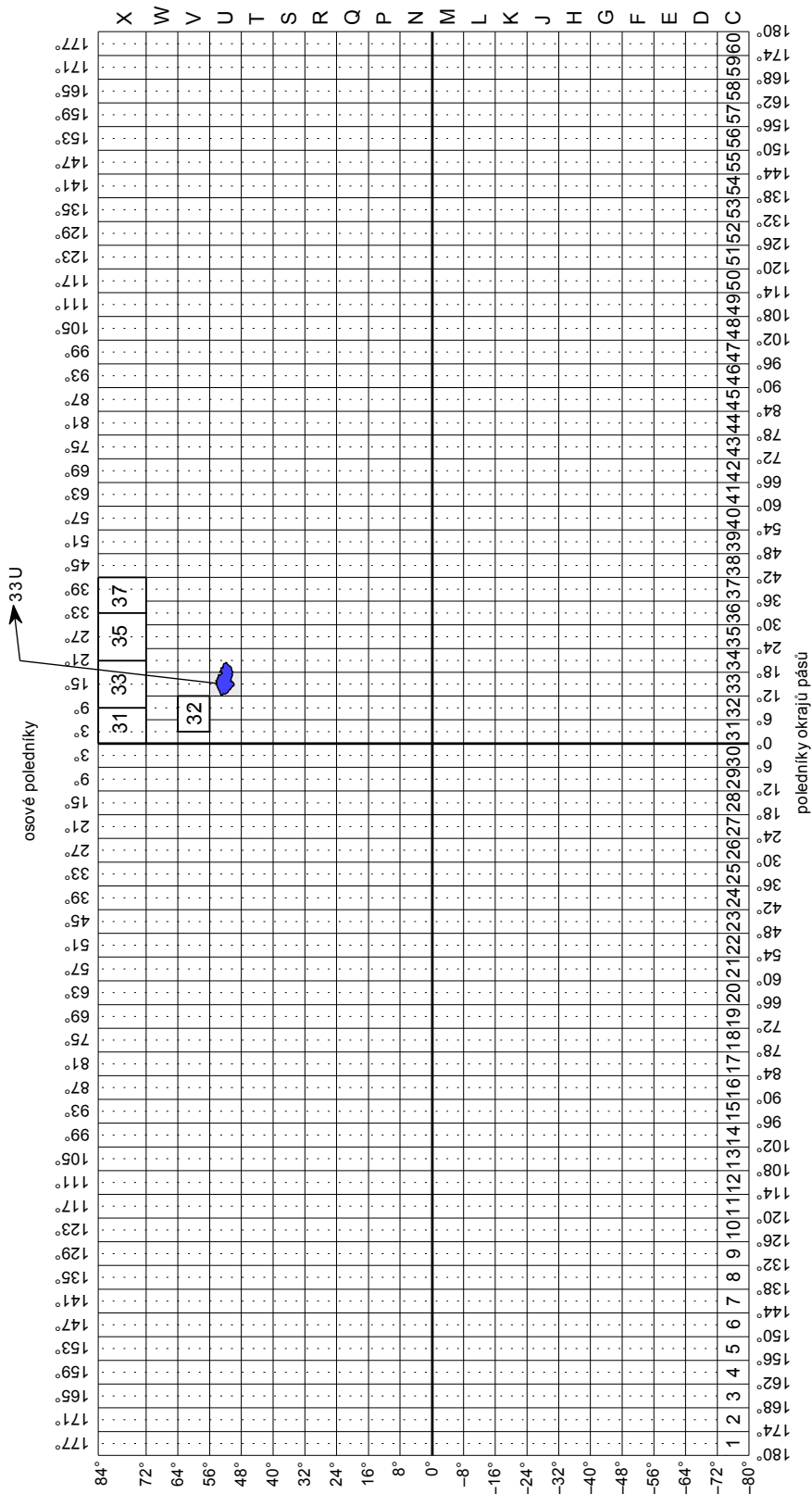
Dalším údajem ve vyjádření polohy pomocí MGRS je označení 100km čtverce. Tyto čtverce vzniknou dělením poledníkových pásů po 100 km a to jak v západovýchodním (ve směru souřadnic E), tak i v severojižním směru (ve směru souřadnic N). Strany čtverců jsou rovnoběžné s rovníkem a osovým poledníkem příslušného poledníkového pásu. Čtverce se označují dvojicí písmen. První písmeno je označení v západovýchodním směru a druhé v severojižním směru. Dělení a označování 100km čtverců v polárních oblastech je znázorněno na obrázcích (viz Obr. 2-11 a Obr. 2-12).



Obr. 2-11 Schéma označení 100km čtverců v polárních oblastech – severní pól



Obr. 2-12 Schéma označení 100km čtverců v polárních oblastech – jižní pól



Obr. 2-13 Zóny hlásného systému MGRS

Dělení a označování 100km čtverců v oblasti UTM je následující:

1. Ve směru západ - východ se dělení provádí od osového poledníku každého pásu směrem na západ a na východ až do okraje pásu. Proto jsou hraniční čtverce obvykle menší než 100 km a směrem na jih i sever některé čtverce zanikají. Takto vzniklé sloupce se označují

- písmeny od A do Z (s výjimkou I a O). Označování začíná na poledníku 180°W písmenem A a pokračuje podél rovníku směrem na východ. Označují se průběžně i neúplné čtverce. Označování se opakuje po 18° zeměpisné délky, tj. po třech poledníkových pásech.
2. Ve směru sever - jih se dělení provádí od rovníku směrem na jih (průběžně až po rovnoběžku 80°S) a na sever (průběžně až po rovnoběžku 84°N). Takto vzniklé vrstvy se označují písmeny A až V (s výjimkou I a O) následujícím způsobem:
- a) Na severní polokouli:
 - v lichých poledníkových pásech označování začíná od rovníku písmenem A směrem na sever až po písmeno V. Toto označování se opakuje každých 2 000 000 m (na rovníku je 0 m);
 - v sudých poledníkových pásech označování začíná od rovníku písmenem F směrem na sever až po písmeno V pro prvních 1 500 000 m od rovníku. Pak se pokračuje v označování od písmene A do V, což se pak opakuje každých 2 000 000 m.
 - b) Na jižní polokouli:
 - v lichých poledníkových pásech označování začíná od rovníku písmenem V směrem na jih zpětně až k písmenu A. Toto označování se opakuje každých 2 000 000 m (na rovníku je 10 000 000 m);
 - v sudých poledníkových pásech označování začíná od rovníku písmenem E směrem na jih zpětně k písmenu A pro prvních 500 000 m od rovníku. Od 500 000 m jižně rovníku pak označování pokračuje zpětně od písmene V k písmenu A, což se opakuje každých 2 000 000 m.

Označení 100km čtverce se pak skládá z označení sloupce a označení vrstvy, např. XQ (X je označení sloupce a Q označení vrstvy). Postup označování 100km čtverců se opakuje po šesti poledníkových pásech.

Na obrázku (viz Obr. 2-16) jsou uvedeny schémata značení 100km čtverců pro severní polokouli. Na obrázku (viz Obr. 2-15) je schémata značení 100km čtverců pro oblast Evropy a na dalším (viz Obr. 2-17) pro Českou republiku.

Další část údaje MGRS vyjadřuje *polohu bodu v rámci příslušného 100km čtverce*. Je to *posloupnost číslic, jejichž počet je vždy sudý*.

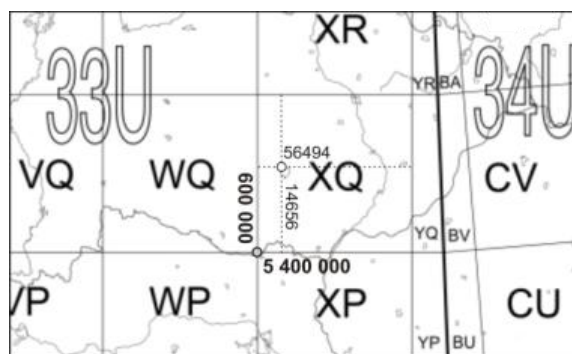
První polovina posloupnosti číslic udává vzdálenost bodu ve vodorovném směru (souřadnice E) od západní svislé strany 100km čtverce. Druhá polovina posloupnosti udává vzdálenost bodu ve svislém směru (souřadnice N) od jižní vodorovné strany 100km čtverce. Počet číslic udává přesnost souřadnic bodu:

- 10 číslic - souřadnice bodu jsou určeny s přesností 1 m;
- 8 číslic - souřadnice bodu jsou určeny s přesností 10 m;
- 6 číslic - souřadnice bodu jsou určeny s přesností 100 m;
- 4 číslice - souřadnice bodu jsou určeny s přesností 1 000 m.

Příklad: Mějme bod, jehož zeměpisné souřadnice jsou:

- $\varphi = 49^\circ 15' 01,7''$ s.z.š.,
- $\lambda = 16^\circ 34' 31,8''$ v.z.d.

v geodetickém systému WGS84. Odpovídající pravoúhlé rovinné souřadnice vyjádřené v kartografickém zobrazení UTM jsou $E = 614\,656$ m, $N = 5\,456\,494$ m. Poněvadž se bod nachází v 33. poledníkovém pásu na severní polokouli, je třeba doplnit označení pásu a příslušné polokoule (N – severní, S – jižní polokoule). Úplné souřadnice UTM se zapíší ve tvaru 33N, 614 565 E, 5 456 494 N.



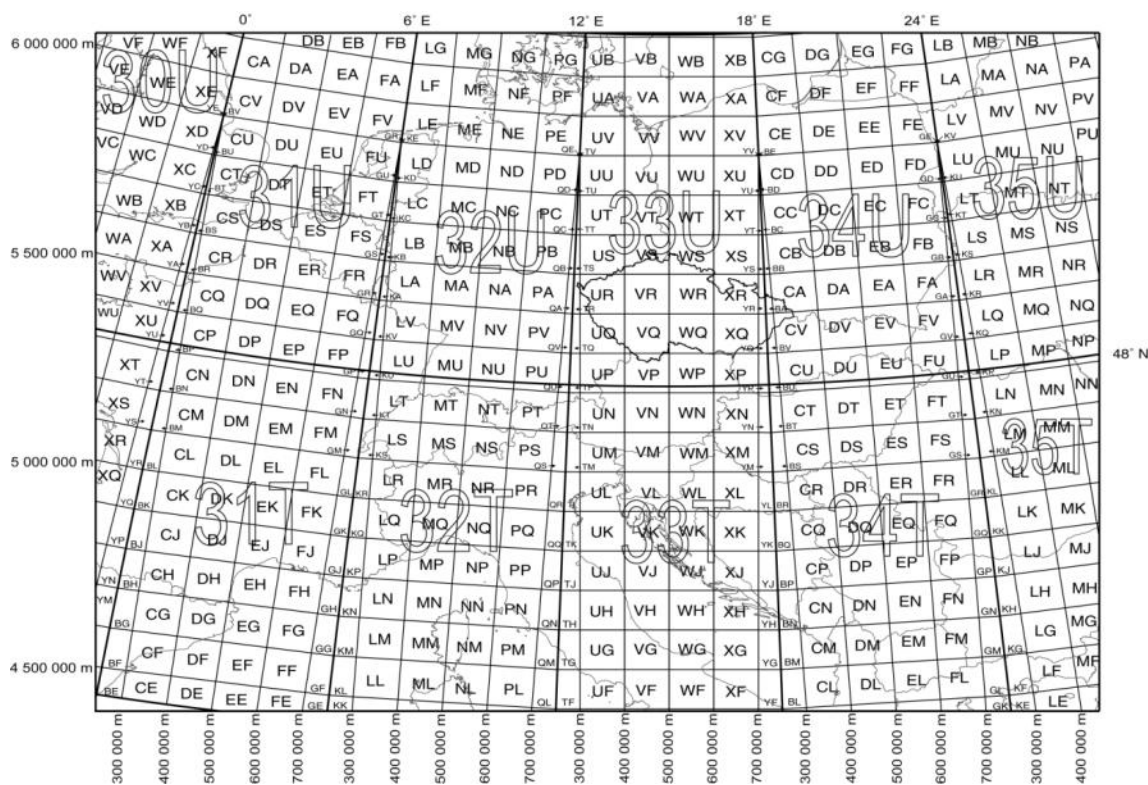
Obr. 2-14 Určení polohy bodu v MGRS

S využitím obrázku (Obr. 2-14) je zřejmý následující postup určení polohy bodu v MGRS. V prvním pořadí se určí označení poledníkového pásu (33) a rovnoběžkové vrstvy (U), dále označení sloupce (X) a vrstvy (Q) 100km čtverce, ve kterém se bod nachází. Zbývající hodnoty (sudý počet číslic) tvoří souřadnice *E* a *N* uvnitř příslušného 100km čtverce zaokrouhlené na potřebný počet číslic. Úplné vyjádření polohy v MGRS bude ve tvaru:

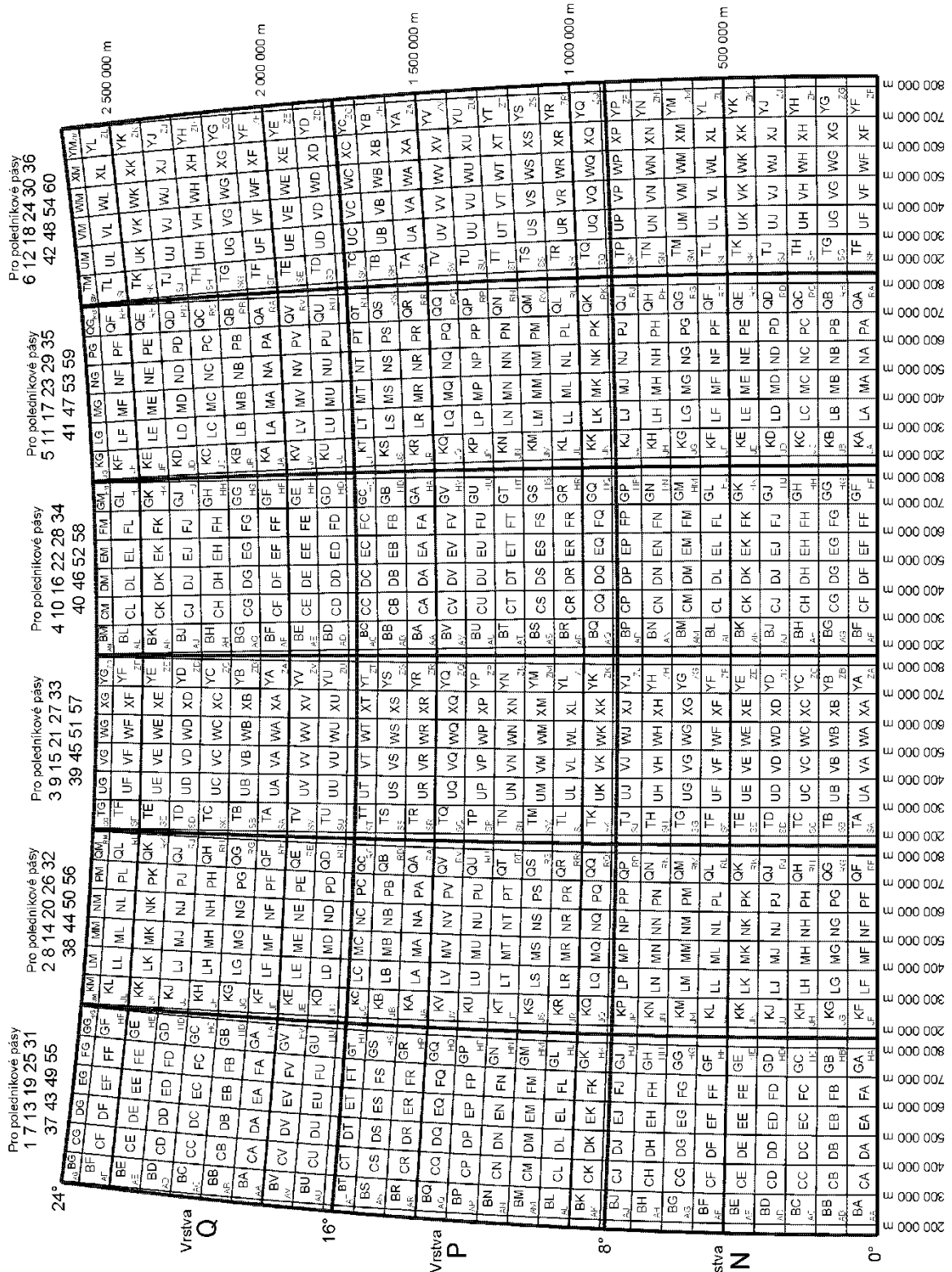
- 33UXQ1465656494 s přesností na 1 metr,
- 33UXQ14665649 s přesností na 10 metrů,
- 33UXQ147565 s přesností na 100 metrů,
- 33UXQ1556 s přesností na 1000 metrů.

V posloupnosti se jako první se zapisuje doměrek souřadnice *E*, druhý doměrek souřadnice *N* v jednotkách poslední zapsané číslice.

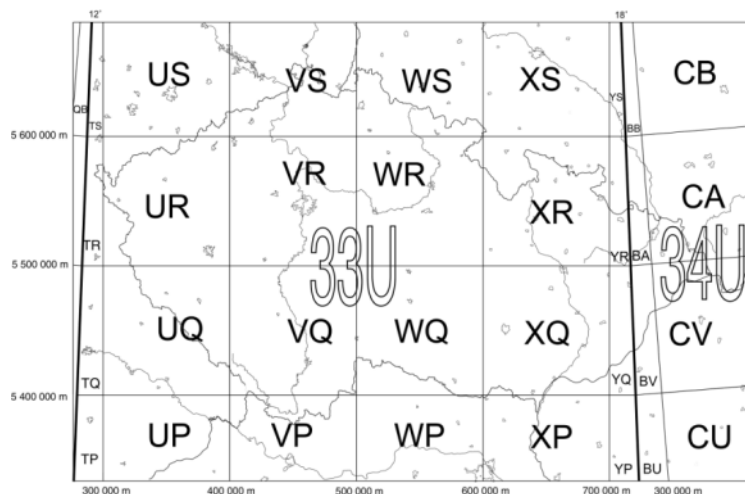
Vysvětlení uvedeného postupu je součástí mimorámových údajů každé mapy s příkladem voleným pro daný mapový list.



Obr. 2-15 Schéma označení 100km čtverců pro Evropu



Obr. 2-16 Schéma označování 100km čtverců pro severní polokouli



Obr. 2-17 Schéma označení 100km čtverců pro ČR

2.1.3.b Hlásný systém GEOREF

Světový zeměpisný hlásný systém (World Geographic Reference System) GEOREF je založen na síti zeměpisných souřadnic. Je využíván zejména u amerického vojenského letectva pro obranné a strategické vzdušné operace. Jeho hlavní použití je pro lokalizaci polohy a tedy nenahrazuje hlásný systém UTM. Tato síť včetně veškerých odpovídajících mimorámových údajů je vytištěna na mapách modrou barvou.

Zemský povrch je rozdělen ve směru zeměpisných poledníků a rovnoběžek rozdělen na čtyřúhelníky, které mají systematické identifikační označení. Údaj o poloze objektu v hlásném systému GEOREF má tři stupně dělení.

První dělení: Zemský povrch je rozdělen na 24 poledníkových pásů o zeměpisné délce 15° , počínaje od 180° zeměpisné délky směrem k východu označených písmeny A až Z (vyjma I a O) a dvanáct rovnoběžkových vrstev rovněž o šířce 15° , označených od jižního pólu k severu písmeny A až M (vyjma I). První písmeno tedy označuje poledníkový pás, druhé písmeno rovnoběžkovou vrstvu. Způsob označování základních čtyřúhelníků je naobrazen na obrázku (viz Obr. 2-18).

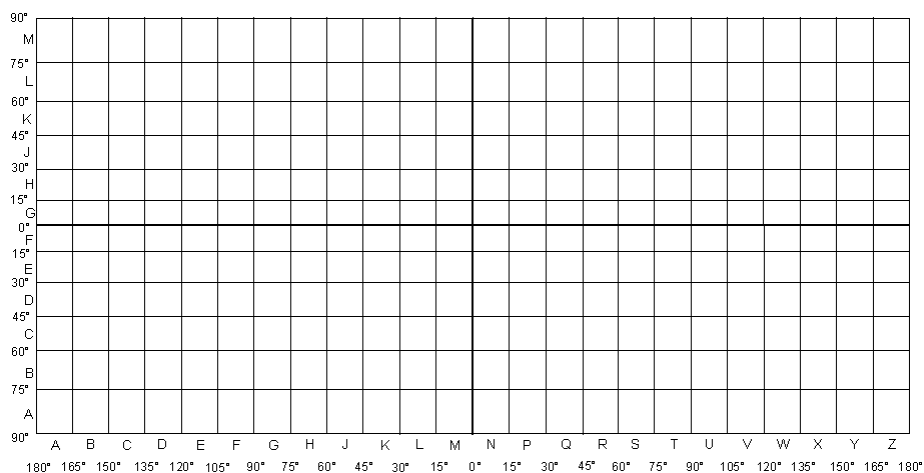
Druhé dělení: Každý čtyřúhelník vzniklý prvním dělením je dále rozdělen v obou směrech po 1° na 15 sloupců a 15 vrstev. Sloupce jsou od západu k východu označeny písmeny A až Q (opět vyjma I a O) a vrstvy od jihu k severu stejným způsobem.

Třetí dělení: Každý 1° čtyřúhelník je rozdělen po $1'$ na 60 vrstev a 60 sloupců. Sloupce jsou číslovány od západu k východu dvojčísly 00 až 59, vrstvy od jihu k severu podle stejného pravidla.

Takovým postupem bude *poloha objektu* lokalizována *posloupností čtyř písmen a čtyř číslic* například ve formě:



Každý $1'$ čtyřúhelník může být dále dělen po $6''$ (tj. $0,1'$) na sloupce a vrstvy obdobným způsobem jako předchozím postupem. Jednotlivé sloupce (vrstvy) se označují čísly 0 až 9. Takto vzniklý čtyřúhelník bude mít označení, které se skládá ze čtyř písmen a šesti číslic.



Obr. 2-18 Označení čtyřúhelníků hlásného systému GEOREF

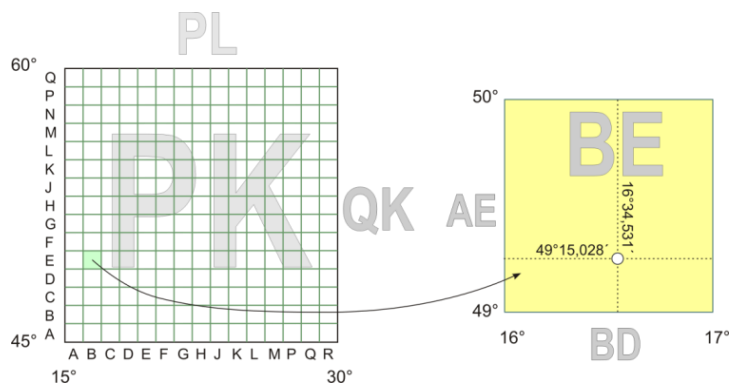
Příklad: S využitím stejného bodu jako v příkladě použití MGRS je ukázán postup určení polohy bodu v systému GEOREF. Nejdříve se určí označení sférických čtyřúhelníků $15^\circ \times 15^\circ$ (PK) a $1^\circ \times 1^\circ$ (BE), ve kterých se uvažovaný bod nachází. Znamé zeměpisné souřadnice se převedou na stupně, minuty a desetinné zlomky minut:

- $\varphi = 49^\circ 15,028' \text{ s.z.š.}$,
- $\lambda = 16^\circ 34,531' \text{ v.z.d.}$

Označení sférických čtyřúhelníků se doplní hodnotami zeměpisných souřadnic v minutách, zaokrouhlenými na potřebný počet číslic. Úplné vyjádření polohy bodu v síti GEOREF bude:

- PKBE3453115028 s přesností na 0,001',
- PKBE34531503 s přesností na 0,01'.

Číselná posloupnost zeměpisných souřadnic vyjádřených jednotkách poslední platné číslice se zapisuje v pořadí: zeměpisná délka (λ) zeměpisná šířka (φ).



Obr. 2-19 Vyjádření polohy body podle konvence GEOREF

2.1.4 Obsah topografických map

Vlastní *obsah topografických map* je možné rozdělit na *výškopis* a *polohopis*. Výškopis zobrazuje prvky terénního reliéfu, polohopis zahrnuje zobrazení terénních předmětů. Zobrazení výškopisu i polohopisu se řeší mapovými značkami tvořenými kombinací barevných čar, ploch a různých znaků, které jsou doplňovány různými písemnými a číselnými údaji. Významnou součástí obsahu mapy jsou i *popisné údaje*, kterými jsou zeměpisná jména zobrazovaných terénních tvarů a předmětů.

2.1.4.a Zásady vyjádření obsahu topografických map







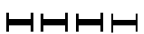







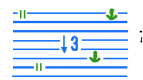

Zobrazení terénu na topografických mapách je ve vztahu ke skutečnosti vždy *generalizováno*. Při generalizaci se méně důležité objekty vypouštějí, průběhy čar se zjednodušují a detailní vlastnosti objektů se potlačují. Naopak důležité a pro dané území charakteristické objekty a jevy se zvýrazňují tak, aby vynikly typické rysy terénu. Stupeň a charakter generalizace je přitom závislý na měřítku mapy a na zvláštích zobrazovaného území.

Vyjádření obsahu topografických map se řeší tak, aby pokud možno připomínalo zobrazované prvky terénu, mělo jednoduchou grafickou strukturu čitelnou i za ztížených podmínek a mělo i logickou návaznost značek na mapách v celé soustavě měřítek.

Mapové značky se rozdělují podle rozměrů terénních předmětů a tvarů na:

- obrysová (měřítková),
- symbolická – liniová a bodová,
- popisná (vysvětlující).

Obrysová (měřítková) značky se používají pro zobrazení terénních předmětů, které je možné v mapě daného měřítku vyjádřit ve skutečných rozměrech (lesy, vodní plochy, široké vodní toky, velká sídla apod.). Objekty jsou znázorněny svým obrysem vyplněným zpravidla barvou, barevným rastrem nebo rovnoměrně rozmístěnými znaky charakterizujícími vlastnosti objektu. Pokud je hranice objektu tvořena jiným prvkem, zpravidla liniovým (silnice, vodní tok ...), obrysová linie se již nekreslí.

Mapové značky		
Obrysová	Symbolická	Popisná
 Vilková zastávka	 Elektrárna bez komínů	 Popis dálnice
 Široký vodní tok	 Kaple	E65 Mezinárodní označení silniční komunikace
 Hlubinný důl	 Hranice správní jednotky	 Popis lesního celku
 Rašeliniště	 Jeskyně	 Charakteristika podjezdu
 Vinice	 Meteorologická stanice	 Popis vrstevnice
 Obtížně průchodná bažina	 Malé vodní toky	5572000 m N 5560 62 Popisy kilometrové sítě UTM

Obr. 2-20 Ukázky obrysových, symbolických a popisných značek

Symbolické značky se používají pro zobrazení terénních předmětů, jejichž půdorysný rozměr by byl v daném měřítku mapy příliš malý a nezřetelný. Jejich rozměry jsou potom často mnohokrát větší, než by odpovídalo jejich skutečným rozměrům.

Liniovými symbolickými značkami se vyjadřují všechny objekty a jevy, které mají v terénu čárový charakter. U čárových objektů je sice možné v měřítku mapy vyjádřit jejich délku, jejich šířka se však vždy zobrazuje symbolicky liniovými symbolickými značkami (dálnice, silnice, železniční trať, menší vodní tok ...).

Bodovými symbolickými značkami se vyjadřují všechny objekty a jevy, které mají v daném měřítku mapy bodový charakter a jejichž půdorysné rozměry nelze v měřítku mapy vyjádřit (kostely, orientačně důležité komíny, vysílače, malé obytné stavby ...).

Popisné (vysvětlující) značky jsou různé významové znaky, zkratky nebo písemné a číselné údaje, které doplňují nebo upřesňují vlastnosti objektů vyjádřených obrysovými nebo symbolickými značkami. Příkladem jsou druhy porostů, charakteristiky mostů, průjezdů atd. Příklady všech typů mapových značek jsou na obrázku (viz Obr. 2-20).

Zeměpisná jména terénních tvarů a předmětů se na topografických mapách uvádějí ve znění používaném na území zobrazovaného státu. Pokud se v daném státu používá nelatinkové písmo (arabské, azbuka, atp.), přepisují se zeměpisná místa do latinky podle mezinárodně sjednocených pravidel.

Zobrazované terénní tvary a předměty je nutné v mapě správně *lokalizovat*. Proto platí obecné zásady pro umístování značek na mapách. Polohu předmětů vyjádřených *obrysovou značkou* vystihuje *obrysová čára značky*. Pokud však tuto hranici tvoří značka jiného objektu, například liniová symbolická, může být tento obrys zjednodušen a zmenšen. Přesná poloha terénních předmětů vyjádřených *symbolickou liniovou značkou* je definována její *osou*. Přesná poloha terénních předmětů vyjádřená *symbolickou bodovou značkou* závisí na *typu této značky* a jejím tvaru. Zásady umístování jsou uvedené v tabulce (viz Tabulka 2-3).

Pokud se vyskytuje v terénu více objektů tak blízko sebe, že jejich správnou polohu není možné vyjádřit příslušnou značkou, mohou být jejich značky oproti správné poloze posunuty. Při posunech značek se vždy přihlíží k významnosti objektů, jejich vzájemné poloze a tvarové charakteristice. Ve správné poloze se především zobrazují geodetické body, vodní toky, rovné úseky důležitých komunikací a křižovatky komunikací.

Tabulka 2-3 Zásady umístování symbolických bodových značek

Charakter mapové značky	Lokalizace značky	Příklady
jednoduchý geometrický tvar	střed geometrického obrazce	 kostel
		 elektrárna bez komínu
geometrický tvar spodní části	střed geometrického obrazce spodní části	 kaple
		 rozhlasový nebo televizní vysílač
zvýrazněná základna	střed základny	 tovární komín
		 význačný památník
pravý úhel při základně	vrchol pravého úhlu	 větrná elektrárna
		 orientačně důležitý osamělý listnatý strom

2.1.4.b Zobrazení výškopisu

Reliéf terénu svou horizontální a vertikální členitostí výrazně ovlivňuje rozmístění terénních předmětů a má *rozhodující vliv na průchodnost terénu*. Na topografických mapách se zobrazuje jako *výškopis*. Výškopis se vyjadřuje:

- vrstevnicemi;
- výškovými body a jejich nadmořskými výškami;
- mapovými značkami pro mikroreliefní tvary, charakterizujícími daný krajinný typ;
- dalšími charakteristikami (u některých prvků reliéfu).

Podrobnost vyjádření výškopisu je značně závislá na měřítku mapy. Se zmenšujícím se měřítkem se zobrazení terénního reliéfu zjednodušuje.

Vrstevnice umožňují komplexně posuzovat vertikální členitost terénního reliéfu a vyhodnocovat jednotlivé terénní tvary. Na topografických mapách jsou zobrazeny oranžovou barvou a mají pravidelný výškový interval. Graficky jsou odlišeny vrstevnice:

- základní,
- zdůrazněné,
- doplňkové.

Základní vrstevnice se vykreslují nepřerušovanou čarou a mají u každého měřítko mapy stanoven výškový interval (viz Tabulka 2-4).

Tabulka 2-4 Intervaly základních vrstevnic na topografických mapách

Měřítko topografické mapy	Základní vrstevnicový interval [m]
1 : 25 000	5
1 : 50 000	10
1 : 100 000	20

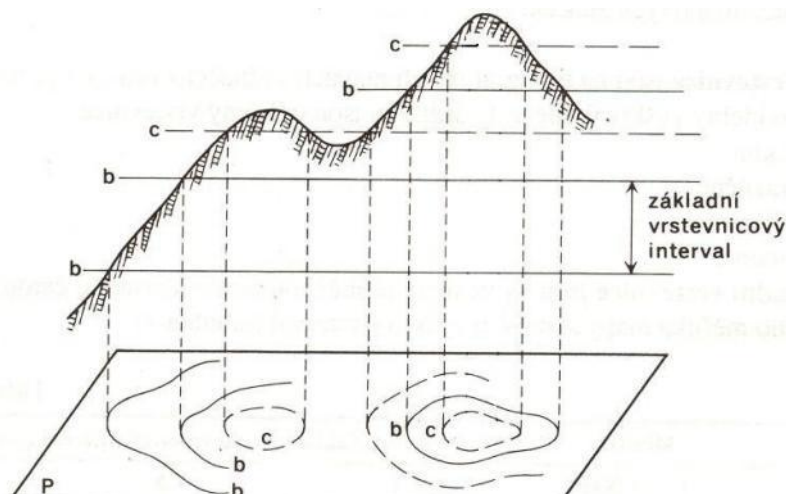
Poznámka: Pokud jsou zobrazovány svahy s větším sklonem, může dojít až ke splnutí základních vrstevnic. V tomto případě se některé základní vrstevnice vynechávají

Zdůrazněné vrstevnice jsou tvořeny každou pátou základní vrstevnicí. Znázorňují se silnější oranžovou čarou.

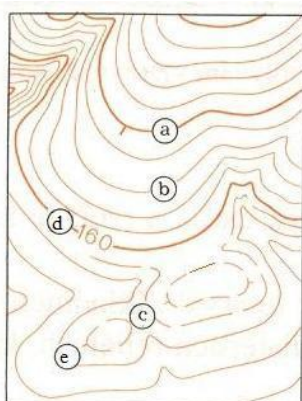
Doplňkové vrstevnice mají poloviční interval základních vrstevnic a zobrazují se čárkovanou oranžovou linií. Používají se zejména v rovinatém území, kde vzdálenost základních vrstevnic je natolik velké, že neumožňuje zobrazit mikrorelief, dále pro vyjádření vrcholových a vhloubených tvarů, sedel, spočinků apod.

U některých vrstevnic je uvedena jejich *nadmořská výška*. Údaje se umísťují vždy čitelně ve směru stoupání a s takovou hustotou, aby umožňovaly rychlé a jednoznačné stanovení výšky kterékoliv vrstevnice. V místech, kde směr sklonu svahu není z vrstevnic ihned patrný, zejména v místech s malým sklonem, u sedel, na vrcholových a vhloubených tvarech se umísťují krátké úseky spádnic, tzv. *spádovky*. Jsou vždy kolmé na vrstevnice a jejich volný konec vyznačuje směr spádu. Základní druhy vrstevnic jsou uvedeny na následujících obrázcích (viz Obr. 2-21 a Obr. 2-22).

Některé významné nebo orientačně důležité body (trigonometrické body, vybrané křižovatky komunikací, vybrané soutoky řek atd.) mají uvedenou i nadmořskou výšku. Tyto body se nazývají *výškové kóty*. Výškové kóty jsou dominantní, jejichž výška je uváděna větším písmem a je zpravidla vyjadřována s přesností na decimetry. Ostatní výškové kóty jsou normální a jejich výška je uváděna v metrech.



Obr. 2-21 Princip vrstevnic



Vrstevnice:

- a) zdůrazněné
- b) základní
- c) doplňkové
- d) popis vrstevnice – nadmořská výška v metrech
- e) spádovky

Obr. 2-22 Základní druhy vrstevnic

Kromě vrstevnic a výškových bodů se pro vyjádření *mikroreliefních terénních tvarů* využívají i speciální znaky, které charakterizují jejich typické tvary. Jedná se zejména o strže, rokly, rýhy, terénní stupně, skály, pískovcové stěny apod. Mikroreliefní tvary menšího rozsahu se zobrazují samostatnými znaky. Jde zejména o osamělé skály a balvany, závrtý v krasových oblastech, mohyly apod. Mikroreliefní tvary jsou zpravidla doplňovány údaji relativní výšky.

2.1.4.c Zobrazení polohopisu

Zobrazení vodstva, porostů, půd, komunikací, sídel a ostatních terénních předmětů na topografických mapách se souhrnně nazývá *polohopis*. K jeho grafickému vyjádření se používají měřítkové, symbolické i popisné značky různé barevnosti tak, aby byly vystiženy i jejich typické charakteristiky. Pokud mají objekty polohopisu vlastní zeměpisná jména, uvádějí se podle stejných zásad jako u zobrazení výškopisu.

Vodstvo se zobrazuje vždy *modrou barvou* (včetně popisných charakteristik). Jeho objekty vyjadřují poměrné hustoty říční sítě, rozložení jezer a rybníků, správné zobrazení charakteru břehů, hydrotechnických staveb a zařízení. Na *topografických mapách se zobrazují*:

- jezera, rybníky;
- řeky, potoky, kanály, příkopy včetně jejich charakteristik;
- charakter břehů vodních ploch a toků z hlediska možností jejich přechodu;
- vodní nádrže, plavební komory, jezy, zdymadla, přívozy, brody, vodopády, peřeje a některá další zařízení včetně jejich charakteristik;

- přístavy, přístaviště a jejich zařízení, vlnolamy a výhony;
- podzemní dálkové vodovody včetně čerpacích stanic, studně, vodojemy, prameny, zřídla a nádrže vody.

Prvky vodstva vyjádřené měřítkovou značkou jsou ohraničené *břehovou čarou*. Břehová čára se vztahuje u řek a vodních nádrží k průměrnému stavu vody v době snímkování, u velkých vodních nádrží k normálnímu vzduší vody předpokládanému technickým plánem. Při zobrazování břehové čáry stojatého a tekoucího vodstva se vyjadřuje zároveň charakter břehů.

Reliéf dna oceánů, moří, velkých jezer a vodních nádrží se vyjadřuje *hloubnicemi (izobátami)* s popisem hloubky. Hloubnice mohou být doplněné i samostatnými údaji o hloubce udávané v metrech.

Při zobrazování vodních toků musí vyniknout *hlavní toky* nad přítoky, zejména v místech jejich rozvětvení, dále charakteristické meandry, ramena a prameny velkých řek. Rovněž se zachovává *charakteristický tvar vodních toků*. Pro způsob znázornění vodních toků, kanálů a příkopů podle šířky je rozhodující šířka koryta v úrovni terénu a zároveň i měřítko mapy. V následující tabulce (viz Tabulka 2-5) jsou uvedeny zásady jejich zobrazování.

Tabulka 2-5 Zásady zobrazování vodních toků

Znázornění toku	Šířka toku (v metrech)		
	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000
dvoučáře měřítkovou (obrysovou) značkou	> 18	> 25	> 50
dvoučáře symbolickou značkou (šíře 0,6 mm)	5 až 18	5 až 25	10 až 50
jednočáře symbolickou značkou	< 5		< 10

Splavnost vodních toků a kanálů se vyjadřuje použitím malých a velkých písmen při psaní vlastního jména. Název splavného vodního toku je psán vždy velkými písmeny, Počátek splavnosti se vyznačuje zalomenou modrou šipkou ve směru toku. V charakteristice vodních toků a brodů se zkratkou vyjadřuje charakter dna.

Jako *vodní nádrže* se zobrazují přehrady, ochranné, zásobní a jiné nádrže, které slouží k zadržování vody k energetickým, zemědělským, vodohospodářským a jiným účelům. V charakteristice vodních nádrží se zkratkou vyjadřuje druh použitého stavebního materiálu hráze nebo zdi.

Samostatnými značkami jsou na mapách zobrazené i další objekty vodstva, jako jsou vodojemy, vodovody, prameny, studny, zřídla, vodní čerpadla apod.

Porosty na topografických mapách tvoří stromovitý, keřovitý a travinatý rostlinný kryt. Zobrazují se zelenou barvou. Všechny druhy rostlinstva, které je možné vyjádřit v měřítku mapy skutečným obrysem, se znázorňují měřítkovou značkou. Vlastní ohraničení je zelenou tečkovanou čarou, pouze v místech, kde hranici tvoří jiný obsahový prvek (komunikace, vodní tok, terénní stupeň atd.) se již tato čára nepoužívá.

Plochy vzrostlých lesů jsou pokryty zelenou barvou, *plochy nízkých a zakrslých lesů, sadů vinic, polomů a souvislých křovin* jsou pokryty pravidelným zeleným rastrem. Obrysy vykácených nebo vyhořelých lesů nejsou barvou pokryty. Uvnitř uvedených ploch je zpravidla pravidelně rozmístěn zelený symbol charakterizující druh porostu, uvnitř ploch vzrostlých lesů se uvádějí i další číselné a popisné charakteristiky poskytující informace o druhu a výšce stromů. V lesních celcích jsou podrobně vyznačeny i průseky, mýtiny a lesní cesty.

Na topografických mapách jsou zelenými symbolickými značkami vyjádřeny i *jednotlivé orientačně důležité stromy*, stromořadí podél komunikací, úzké pruhy lesů a křovin, malé lesíky a křoviny apod.

Půdy, případně *jejich kryt* jsou v topografických mapách znázorněny pouze v případech, pokud se svým charakterem výrazně liší od okolního terénu a mají význam zejména pro pohyb vojsk mimo komunikace. Zobrazovány jsou *převážně močály a bažiny* s údaji o jejich průchodnosti a hloubce a *charakteristické povrchy půd* (šterkovitý, kamenitý).

Komunikace jsou na topografických mapách zobrazovány společně se všemi hlavními stavbami, které tvoří jejich součást. Zobrazuje se síť *drážních a pozemních komunikací* včetně některých objektů a zařízení sloužících silničnímu a železničnímu provozu, mosty a křižovatky komunikací, *potrubní a energetické trasy*.

Drážní komunikace jsou zobrazovány v černé barvě a graficky se rozlišují podle jejich povahy a účelu, počtu a rozchodu kolejí a způsobu trakce. Podle povahy a účelu jsou odlišeny celostátní železnice, které slouží všeobecným přepravním potřebám a tvoří souvislou železniční síť, dále vlečky napojené na souvislou železniční síť, železnice zvláštního určení, které slouží místním potřebám bez napojení na souvislou železniční síť, městské tramvajové a podzemní dráhy. Podle šířky rozchodu kolejí se graficky rozlišují drážní komunikace s *normálním rozchodem* (1 435 mm; ČR, SRN, Polsko, Slovensko, Rakousko aj.), se *širokým rozchodem* (větším než 1 435 mm) a *úzkorozchodné* (s menším než 1 435 mm; v ČR 600 mm, 700 mm a 1 000 mm). Další rozlišení je podle *počtu kolejí* (jednokolejné, dvoukolejné, tříkolejné a vícekolejné), podle *stavu* (v provozu, mimo provoz, ve stavbě, snesené) a podle *trakce* (neelektrifikované, elektrifikované.). U drážních komunikací se zobrazují i mosty, tunely, nádraží, zastávky a další provozní a technické objekty.

U zobrazení *pozemních komunikací* jsou graficky odlišeny:

- silniční komunikace,
- cesty,
- pěšiny a stezky.

Rozhodujícím *kritériem pro dělení* a způsob zobrazení silničních komunikací na topografických mapách je vnitrostátní označení uvedené v civilní databázi silničních komunikací. Na topografických mapách se rozlišují:

- dálnice a rychlostní silnice,
- hlavní silnice,
- vedlejší silnice,
- ostatní silnice.

Zákres je zpravidla *tříčarou* (dálnice a rychlostní komunikace) nebo *dvoučarou kresbou*, uvnitř které je *barevná oranžová výplň*. Vzdálenost čar je závislá na kategorii komunikace. Zobrazení komunikací je doplněno dalšími zpřesňujícími informacemi (šířka v koruně, šířka jízdního pásu, stavební materiál krytu vozovky), národním, případně i mezinárodním označením komunikace atd. Zvláštní pozornost je věnována zákresu *kritických míst* (zúžená místa, podjezdy, zatáčky s malým poloměrem...). Kromě klasifikace silničních komunikací na hlavní, vedlejší a ostatní se na topografických mapách se uvádí rovněž *vojenská klasifikace*. Spočívá v posouzení a stanovení stupně jejich *sjízdnosti vzhledem k míře ovlivnitelnosti různými povětrnostními podmínkami*. Vychází se z dělení silnic na tři typy podle STANAG 2174 Military Routes and Route/Road Network a STANAG 2454 AMovP-1 :

- *typ X*, které jsou *sjízdné za každého počasí*. Jsou zobrazeny značkou silnice odpovídajícího druhu, s oranžovou souvislou výplní v kontuře značky. Podle stavu a kvality silniční sítě v České republice lze do této skupiny zařadit dálnice, rychlostní silnice, silnice I., II. a III. třídy a některé účelové silniční komunikace s přiměřenou údržbou sjízdné po celý rok pro

veškerou dopravu. Tyto komunikace mají vodovzdorný povrch pouze nepatrně ovlivnitelný působením účinků deště, mrazu, tání a horka a nikdy nejsou uzavírané z důvodu špatného počasí, s výjimkou záplav a přívalu sněhu;

- *typ Y, sjízdné za každého počasí s omezením*, který se zobrazuje značkou silnice odpovídajícího druhu s přerušovanou výplní oranžové barvy v kontuře značky. Podle stavu a kvality silniční sítě v České republice lze do této skupiny zařadit některé silnice III. třídy, místní komunikace a účelové silniční komunikace. Jsou to silnice s přiměřenou údržbou sjízdné po celý rok, v zimním období neudržované, občas se značně menší kapacitou než maximální, které nemají vodovzdorný povrch a jsou značně ovlivnitelné působením účinků deště, mrazu, tání a horka. Jsou uzavírané na krátká období (až jeden den) po dobu nepříznivého počasí, během kterého by použití silnice mohlo vést při větším provozu k úplnému kolapsu dopravy;
- *typ Z, které jsou sjízdné jen za příznivého počasí*. Tento typ se zobrazuje značkou silnice odpovídajícího druhu bez barevné výplně. Podle stavu a kvality silniční sítě v České republice lze do této skupiny zařadit místní komunikace a účelové silniční komunikace, které jsou ve velmi špatném technickém stavu.

Na topografických mapách se vyjadřují všechny *druhy přemostění*. Podle účelu, kterému *mosty* slouží, se dělí na *dálniční, silniční, železniční, průplavní a vodovodní* (akvadukty). Mosty se zobrazují od délky 3 m, podle jejich skutečné délky buď značkou, nebo v měřítku mapy. Kromě toho se zobrazují mosty přes malé překážky a propustky. Na pozemních a drážních komunikacích se u mostů uvádějí jejich charakteristiky, které kromě technických parametrů obsahují i převažující stavební materiál. Kromě mostů se na topografických mapách se zobrazují i veškerá *úrovňová a mimoúrovňová křížení* silničních komunikací včetně výjezdů, nájezdů a přípojek dálnic, dále mimoúrovňové křížení drážních komunikací a křižovatky komunikací. U všech mostů, kterými v podjezdu prochází dálnice, rychlostní silnice, hlavní silnice, vedlejší silnice a ostatní silnice, se uvádí údaj o výšce podjezdu a jeho šířce v metrech.

Z potrubních a energetických tras se na topografických mapách zobrazuje dálková síť vysokotlakých plynovodů včetně tlakových stanic, ropovodů a produktovodů a jejich přečerpávacích stanic, dále elektrická vedení o přenášeném napětí od 22 kV. Plynovody, ropovody, produktovody a elektrická vedení ve stavbě se zobrazují odpovídajícími značkami hotových objektů.

Sídla se na topografických mapách zobrazují tak, aby jejich obraz poskytoval dobrou informaci o jejich půdorysném uspořádání, způsobu zastavění i poloze důležitých budov a objektů. Z jejich zákresu je možné identifikovat komunikační síť v sídlech, hlavní průjezdy sídly a napojení ulic na vnější příjezdy.

Na mapách měřítko 1 : 25 000 se zobrazuje každý *druh zástavby*, tj. *souvislá, oddělená, moderní rozptýlená, vilová a roztroušená* samostatně. Obytné a neobytné budovy se vyjadřují značkami nebo půdorysy v měřítku mapy v černé barvě. Zvláště se zobrazují *orientační a významné budovy*, průmyslové a jiné topografické objekty, které se vybírají z hlediska významu daného objektu pro potřeby vojsk. Zobrazují se značkami nebo půdorysy v měřítku mapy v souladu se zásadami pro výběr a zpracování prvků. Orientačně významné budovy jsou navíc zvýrazněny dvojitým obrysem.

Sídla se souvislou a oddělenou zástavbou se kromě zákresu vlastní zástavby zvýrazňují bodovým rastrem v černé barvě. Sídla nebo části sídel s moderní rozptýlenou zástavbou, které mají sadovou úpravu, se zvýrazňují bodovým rastrem v zelené barvě, popřípadě se ponechají bez rastrového barevného zvýraznění, jestliže jsou bez sadové úpravy.

Stejným bodovým rastrem v zelené barvě se zvýrazňuje rovněž vilová zástavba. V sídlech s roztroušenou zástavbou se jednotlivé budovy, zemědělské objekty apod. zobrazují tak, aby zůstal zachovaný půdorys sídel a vzájemný poměr zastavěných a nezastavěných ploch.

U všech *sídel* a u městských sídel u jejich místních částí jsou uvedeny jejich *názvy*. Podle velikosti a typu písma lze určit i počet obyvatel a rozlišit, zda se jedná o městský či venkovský typ sídla.

Z *ostatních terénních předmětů* se na topografických mapách zobrazují průmyslové a jiné topografické objekty, které jsou z hospodářského a vojenského hlediska významné a orientačně důležité, zejména pak letiště, průmyslové závody, elektrárny, doly, hrady, zámky, památníky, rozhlasové a televizní věže, větrné elektrárny atd. Do zvláštních kategorií je potom zařazeno zobrazení geodetických bodů a hranic a ohrad.

Průmyslové a jiné topografické objekty se zobrazují značkami a půdorysem budov v měřítku mapy nebo jejich kombinací. Nedovoluje-li měřítko mapy vyjádřit skutečný počet různých objektů a zařízení, zobrazují se především objekty a zařízení významné z vojenského hlediska a také ty, které jsou charakteristické pro dané území svým tvarem nebo rozměry. U továrních komínů, rozhlasových a televizních stožárů, věžovitých staveb a výškových budov o výšce větší než 50 metrů se uvádí relativní výšková kóta. Některé objekty a zařízení se popisují vlastními jmény nebo vysvětlujícími údaji o druhu výroby těženého nerostu apod.

Jako *geodetické body* se na topografických mapách se zobrazují body polohových a výškových bodových polí. Zobrazují se vždy symbolickou bodovou značkou doplněnou u trigonometrických bodů jeho názvem a nadmořskou výškou vztaženou k horní ploše terénní značky. Z trigonometrických bodů určených na polohopisných objektech se zobrazují jen body na kostelech, věžovitých stavbách a budovách včetně výškových kót vztažených na terén. U nivelačních bodů se nadmořské výšky vztahují na hlavu stabilizační značky.

Ze skupiny *hranic a ohrad* se v topografických mapách zobrazují *státní hranice, administrativní hranice územních správních jednotek, hranice parků a rezervací, vojenských újezdů, případně i samostatných výcvikových prostorů, historické hrady a ohrady*. Hranice se zobrazují vždy co nejpřesněji tak, aby bylo *jednoznačně zřejmé, kudy hranice probíhá*. Je-li hranice tvořena jiným polohopisným prvkem (komunikace, vodní tok...) značka hranice se umísťuje uprostřed značky tohoto prvku. Pokud značku hranice nelze umístit uprostřed značky prvku, potom se hranice zobrazuje střídavě po obou stranách hraničního prvku. Ohrady a ploty se zobrazují pouze u velkých ploch průmyslových, důlních, energetických a zemědělských závodů, sportovních areálů, sadů apod.

V přílohách 4, 5 a 6 jsou ukázky topografických map 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000.

2.1.4.d Přesnost polohopisu a výškopisu

Mapy jednotlivých měřítek musí vyhovovat určitým kritériím. Pro toto hodnocení polohové a výškové přesnosti byla použito metodika daná standardizační dohodou STANAG 2215 Standardní systém vyhodnocování pozemních map, leteckých navigačních map a digitálních kartografických dat. V uvedené dohodě jsou stanovené čtyři kategorie přesnosti pro polohovou přesnost (A, B, C, D; E pokud je přesnost nespecifikována) a čtyři kategorie pro výškovou přesnost (1, 2, 3, 4; 5 pokud je opět přesnost nespecifikována). Mapy v systému zásobování by vždy měly odpovídat kategorii A, resp. 1, která jsou uvedena v tabulce (viz Tabulka 2-6).

Tabulka 2-6 Kritéria přesnosti topografických map

Měřítko	Absolutní polohová přesnost (CMAS)	Absolutní výšková přesnost (LMAS)
1 : 25 000	A (12,5 m)	1 (2,5 m)
1 : 50 000	A (25 m)	1 (5 m)
1 : 100 000	A (50 m)	1 (10 m)

Vojenské tematické mapy, topografické náčrty, vojenskogeografické dokumenty a digitální produkty

Kromě topografických map mohou poskytovat důležité údaje o terénu i další podklady a dokumenty. Jsou to především *vojenské tematické mapy*, *topografické náčrty* nebo *schémata* a různé *vojenskogeografické popisy terénu*. S rozvojem výpočetní techniky a počítačové grafiky se stále více využívají i *digitální modely terénu*.

Zcela specifickými topografickými podklady jsou *fotodokumenty terénu*, zpracované z pozemních, leteckých a kosmických snímků (viz kapitolu 3).

2.2 Tematické mapy

Vojenské *tematické mapy* obsahují účelově vybrané a graficky zvýrazněné údaje o terénu, potřebné pro efektivní plnění konkrétního bojového úkolu. Jsou zpracovány převážně na podkladě topografických map a obsahují mnoho prvků převzatých z těchto map. Pro potřeby Armády ČR se vydávají tematické mapy různých druhů a měřítek.

V následujícím textu jsou uvedeny stručné charakteristiky některých významnějších tematických map.

Mapa *Joint Operations Graphic 1 : 250,000 Ground (JOG)* je základní standardizovanou mapou v NATO, které je určena pro jednotné plánování a řízení společných pozemních a vzdušných operací ozbrojených sil NATO, pro plánování a řízení přesunů vojsk a pro potřeby logistického zabezpečení.

Základními prvky obsahu mapy jsou pozemní komunikace, drážní komunikace, potrubní komunikace, hranice, sídla, rostlinný a půdní kryt, reliéf, výšky terénu, vodstvo, ostatní prvky, letiště, výškové překážky a orientační body a popis mapy.

Mapy průchodnosti terénu (MPT) se vyhotovují v měřítku 1 : 100 000 jako mapy obecné průchodnosti nebo se zpracovávají mapy průchodnosti pro konkrétní vojenská vozidla. Obsahují vyhodnocené a graficky zvýrazněné informace o terénu, které mají podstatný vliv na pohyb vojsk. Zpracovávají se zpravidla na podkladě topografických map. V mapách průchodnosti je terén členěn z hlediska středních sklonů svahů, druhů půd a průchodnosti lesních celků. Uvedená hlediska průchodnosti jsou graficky vyjádřena tak, aby ve výsledném mapovém obrazu platila zásada, že čím obtížnější je celková průchodnost terénu, tím temněji je znázorněna. Mapy průchodnosti obsahují i další podrobné informace o terénním reliéfu, vodstvu a silnicích se zaměřením na prvky a objekty, které jsou překážkami pohybu vojsk.

Grafický výstup pro plánování operací (OPG - Operational Planning Graphic) 1 : 250 000 je rychlý grafický výstup využívající jako zdrojová data celosvětovou vektorovou databázi VMAP1. Jeho účelem je rychlé zabezpečení zejména zahraničních misí a humanitárních operací geografickými informacemi z prostorů, kde nejsou k dispozici vhodné mapové nebo jiné podklady.

Mapy geodetických údajů se vyhotovují v měřítku 1 : 50 000 a využívají se pro přesné určení polohových a výškových souřadnic bodů a objektů, pro určení hodnot magnetické deklinace, tížnicových odchylek a dalších geodetických nebo geofyzikálních údajů. Tyto mapy se zpravidla zpracovávají na podkladě topografických map. Údaje o geodetických a gravimetrických bodech jsou obvykle rovněž soustředěné v katalogích souřadnic.

Automapy se zpravidla vydávají v měřítku 1 : 100 000 až 1 : 400 000, pro armádní účely v měřítku 1 : 250 000. Ve *vojenské automapě* jsou zdůrazněny především silniční komunikace a významné objekty při nich. Uvedena jsou i čísla silnic a dvoustupňové vymezení úseků silnic s údaji o vzdálenostech v kilometrech. Obsah mapy doplňují sídla, železnice, vody, lesní porosty, terénní

reliéf a hranice. Automapa se vydává v knižním vydání, které je doplněno schematickými průjezdními plánky vybraných měst, tabulkou silničních vzdáleností mezi městy a dalšími účelovými informacemi včetně abecedního seznamu zeměpisných jmen, která se na mapě vyskytují.

Mapy vojenských újezdů jsou určeny ke studiu a orientaci v terénu, pro plánování a řízení výcviku vojsk v oblasti vojenských újezdů. Mapy se zpracovávají na podkladu topografických map 1 : 25 000 nebo 1 : 50 000 v nestandardním kladu tak, aby celý vojenský újezdy byl zobrazen pokud možno na jednom mapovém listě. Tyto mapy se vydávají i s tematickou nadstavbou, která obsahuje různé speciální prvky, jako druhy střelnic, prostory pro výcvik, pozorovatelný a řídicí věže, umístění cílů, uzávěry na komunikacích, sklady, přistávací plochy pro vrtulníky a další. mapy jsou potom označeny jako *Mapy vojenských újezdů 1 : 25 000 se speciální nadstavbou*.

Přehledné mapy poskytují základní údaje geografické informace o území státu, okolního zahraničního území nebo světa, např. mapa ČR 1 : 250 000, mapa World Serie 1404 1:500,000.

Letecké mapy jsou určeny pro jednotné plánování a řízení společných pozemních a vzdušných operací, k orientaci a radionavigaci, k předletové přípravě osádek a k informačnímu zabezpečení potřeb létajícího personálu vzdušných sil a protivzdušné obrany. Mezi letecké mapy patří např. mapa Joint Operations Graphic 1:250,000 Air, Transit Flying Chart (Low Level) 1:250,000, Low Flying Chart CZE 1:500,000, Letecká orientační mapa ČR 1 : 500 000, Tactical Pilotage Chart 1:500,000, Operational Navigation Chart 1:1,000,000.

2.3 Topografické náčrty a schémata

Vhodným podkladem pro znázornění vybraných objektů a jevů v terénu jsou *topografické náčrty a schémata*. Zpravidla se jedná o velmi jednoduché zobrazení terénu, které je potom používáno pro dokreslení další situace, například rozmístění a bojové nebo nebojové úkoly vojenské jednotky, stav zničených nebo poškozených terénních předmětů, plán součinnosti zasahujících prvků integrovaného záchranného systému apod. Uvedené podklady se zhotovují i v případech, kdy není k dispozici mapa dostatečně podrobného měřítka nebo používaná mapa je zastaralá.

Topografický náčrt nebo schéma se zhotovuje buďto *podle podkladové mapy* nebo *na základě přímého pozorování terénu*. V obou případech se zakreslí nejdříve zjednodušeně topografické objekty jako podklad a poté nadstavbová situace (taktická situace, plán součinnosti apod.).

Topografické náčrty a schémata si vyhotovují jednotky vlastními silami podle okamžité potřeby. Rozdíl mezi pojmy náčrt a schéma není jednoznačně vymezen a oba názvy se využívají souběžně.

Vyjádření terénu ve schématech a náčrtech je obdobné jako v topografických mapách. Značky terénních tvarů a předmětů jsou však značně zjednodušené, zvětšené a některé z nich i výrazněji upravené. Mohou být barevné, při nedostatku času se však mohou kreslit i v jedné barvě.

Terénní reliéf se znázorňuje pouze v orientačně významných místech pomocí jedné nebo několika *horizontál* kreslených hnědou barvou, tedy čar podobných vrstevnicím bez udání nadmořské výšky. Charakteristické terénní tvary, jako např. terénní stupně, násypy, výkopy, haldy apod. se vyjadřují černou barvou pomocí krátkých šraf vykreslených ve směru největšího spádu.

Vodstvo se kreslí modrou barvou. Řeky se značí jednoduchou nebo dvojitou čarou se zjednodušeným průběhem. Výrazně zjednodušenými čarami se zakreslují i obrysy vodních nádrží, jezer a rybníků a jejich plochy se šrafují.

Porosty se vyjadřují zelenou barvou. Okraje lesů se kreslí plynulou čarou ve tvaru vzájemně spojovaných částí elips. Pokud jsou náčrt nebo schéma zhotovovány přímo v terénu, je možné vykreslovat pouze části obvodu lesa, které jsou viditelné z místa pozorování. Křoviny se zobrazují v podobě zelených elips různé velikosti.

Komunikace se vyznačují obdobně jako na topografických mapách červeně. U silnic se zpravidla nerozlišují jejich kategorie a dvojité linky se nevyplňují červenou barvou.

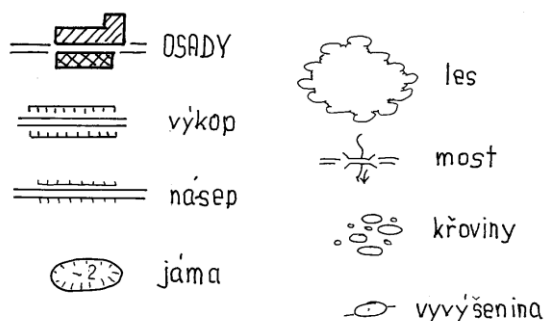
Sídla se vykreslují černě a pouze schematicky svými obrysy, které jsou šikmo šrafované. V sídlech se vykreslují hlavní průjezdy. Ostatní komunikace se vykreslují pouze ke hranici sídla. Stejně jako u lesních ploch je možné zobrazovat pouze viditelnou část obrysu sídla.

Ostatní objekty v terénu se znázorňují zjednodušenými mapovými značkami nebo jejich skutečnými obrysovými tvary.

Zeměpisná jména a popisy se umísťují rovnoběžně s horním a spodním okrajem dokumentu. Výjimku tvoří jména řek a terénních tvarů, které se popisují ve směru toku, hřbetnice, údolnice apod.

V případě, že náčrt není tvořen podle mapy, je nutné vždy na vhodné místo doplnit i *označení světových stran* nebo alespoň zeměpisného severu.

Na následujícím obrázku jsou uvedeny základní používané značky topografických náčrtů a schémat (Obr. 2-23).



Obr. 2-23 Značky pro kresbu topografického podkladu náčrtů a schémat

Vnější úprava topografických náčrtů a schémat spočívá v jejich orámování a doplnění základních údajů, kterými vždy jsou:

- označení a měřítko dokumentu (i přibližné),
- jméno zpracovatele,
- datum a čas zhotovení.

Pokud zpracovatel použil jiné než běžné symboly, je nutné tyto symboly též uvést s jejich vysvětlením.

Vlastní kresbu topografického podkladu lze zvolit ve třech následujících variantách, které se odlišují rychlostí zpracování, přesností zákresu a použitým podkladem:

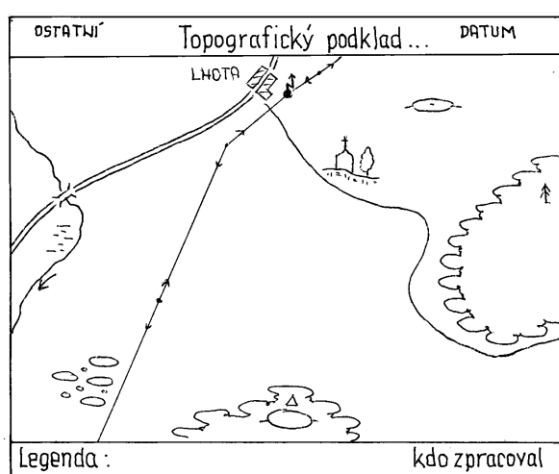
- náčrt,
- schéma,
- panoramatický náčrt.

Náčrt lze zpracovávat jako situační nebo topografický.

Situační náčrt je kreslen na volný list papíru přímo v terénu na základě skutečné situace, kterou v zájmovém prostoru zpracovatel vidí a ve velmi přibližném měřítku. Ke zpracování není zapotřebí mapa. Stačí tužka, papír na tvrdé podložce formátu A4 nebo A5 a znalost postupu zpracování náčrtu. Zpracování situačního náčrtu je u malých jednotek časté.

Kresbě *situačního náčrtu* (Obr. 2-24) je i přes svoji relativní jednoduchost nutné věnovat vysokou pozornost. Nejobtížnější je nakreslit celou situaci v přibližně stejném měřítku. Pro jeho zhotovení se osvědčil následující postup:

- orientace kreslicího papíru na stanovišti podle tvaru zájmového prostoru na výšku nebo na šířku,
- lehká kresba celého náčrtu, aby bylo možné provádět opravy zákresu,
- oddělení na kreslicím papíru místa pro formální úpravu, nahoře a dole asi 2 cm, kam nesmí zasáhnout kresba,
- kresba vlastního stanoviště, nejlépe na spodní okraj dokumentu,
- kresba objektu, který je nejvzdálenější přibližně v ose zájmového prostoru, pod horní okraj dokumentu,
- kresba objektů, které jsou na levém a pravém okraji zájmovém prostoru, čímž je vytvořeno vlastní měřítko pro celý zájmový prostor,
- doplnění do této kostry hlavních liniových prvků jako jsou silnice, zpevněné a nezpevněné cesty, elektrická vedení, vodní toky,
- zákres hlavních plošných objektů jako jsou lesy vodní plochy a osady,
- vhodné grafické zvýraznění topografického podkladu.



Obr. 2-24 Zpracování topografického podkladu situačního náčrtu přímo v terénu

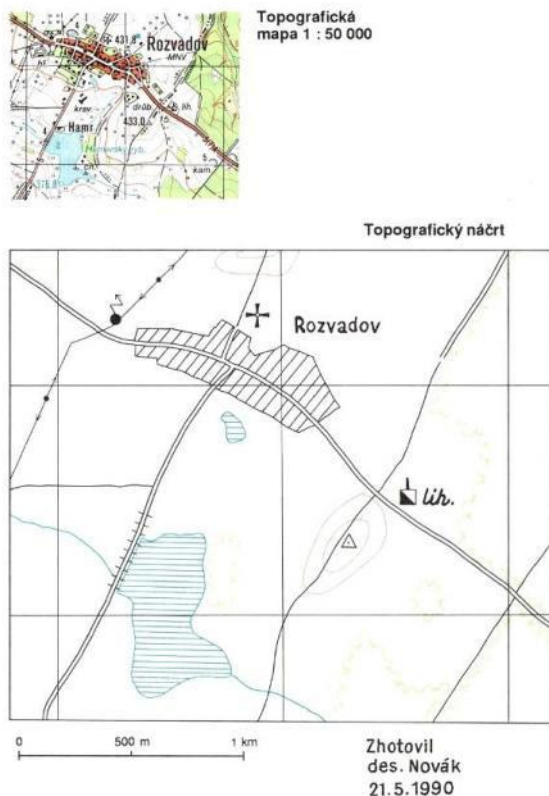
Složitější je vyhotovení *přesného topografického náčrtu*, který je kreslen v měřítku na základě mapování v zájmovém prostoru (výsledky průzkumu mostu, minového pole a pod.). Postup jeho zpracování není v této příručce vysvětlen.

Schéma je na rozdíl od náčrtu kresleno podle mapy a v přesném měřítku. Jde o zvětšení zájmového prostoru zakresleného na mapě nevyhovujícího měřítka a nahrazení mapy tímto schématem. Ke zpracování je zapotřebí stůl, mapa, papír formátu A4, pravítko, tužka. Zpracování je časově náročné, výsledkem je grafický podklad do nepřehledné taktické situace. Na mapě se nejprve určí prostor, ze kterého bude zakreslena zvětšenina topografické situace na volný list papíru a dále se postupuje následovně (pro podkladovou mapu 1 : 50 000 a měřítko schématu 1 : 10 000):

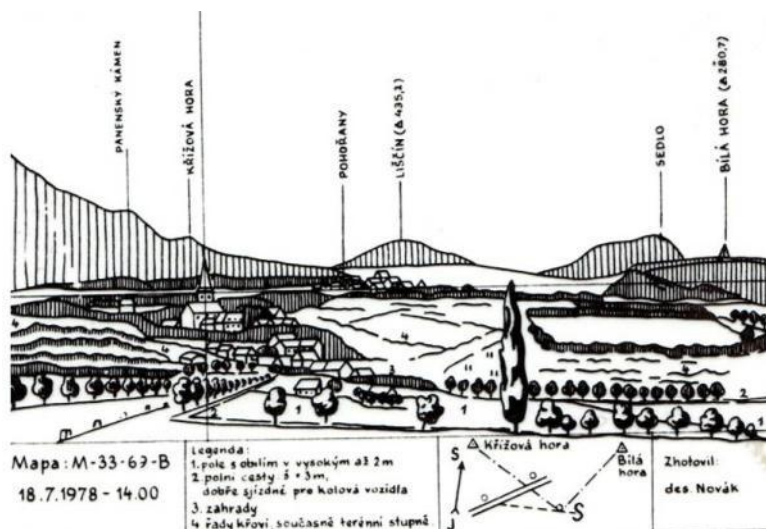
- doplnění kilometrové sítě ve vybraném prostoru na mapě čtvercovou sítí o straně čtverce 1 cm;
- vykreslení na volný list čtvercové sítě o straně čtverce 5 cm, která odpovídá síti narýsované na mapě (stejný počet čtverců). Tímto postupem je získána čtvercová síť v měřítku 1 : 10 000, do které budou postupně přenášeny vybrané prvky z mapy;
- označení čtvercové sítě na kreslicím papíru hodnotami kilometrových čar z mapy;
- vlastní kresba spočívající v přenášení prvků z mapy pomocí odpovídajících čtvercových sítí na tvořený dokument. Nejdříve přímé liniové prvky (elektrická vedení), komunikace a vodní toky, plošné objekty (lesy, vodní plochy, osady), samostatné objekty (kaple, kostely, památníky, o samotě stojící stromy),

Příklad schématu je uveden na následujícím obrázku (viz Obr. 2-25).

Nejsložitější je kresba *panoramatického náčrtu*. Obtížný je zejména zákres terénu podle zásad perspektivní kresby tak, jak je terén viděn z pozorovatelnosti. Používá se u průzkumných specializací při pozorování v členitém terénu nebo ve městech. Výsledkem je podklad pro přesnou lokalizaci cílů. Ke kvalitnímu zhotovení panoramatického náčrtu je nutné mít dostatečné zkušenosti. Panoramatický náčrt lze nahradit i panoramatickým snímkem pořízeným i amatérským fotoaparát, který je však nutné po vytištění doplnit příslušnými popisy (viz odstavec 3.5). Příklad panoramatického náčrtu je na následujícím obrázku (Obr. 2-26).



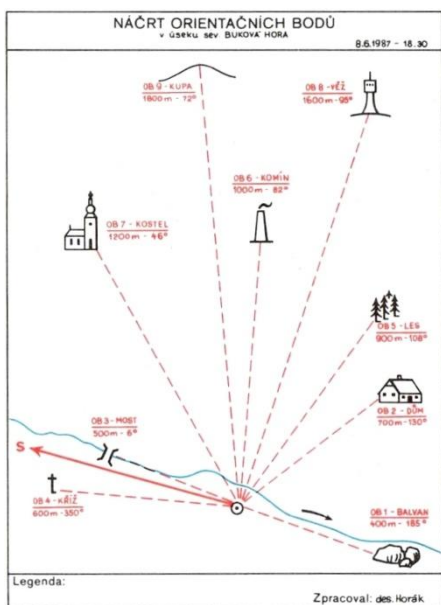
Obr. 2-25 Příklad zhotoveného topografického podkladu schématu (pozn. vzhledem k formátu obrázku měřítka výřezu mapy a schématu na obrázku neodpovídají původním hodnotám)



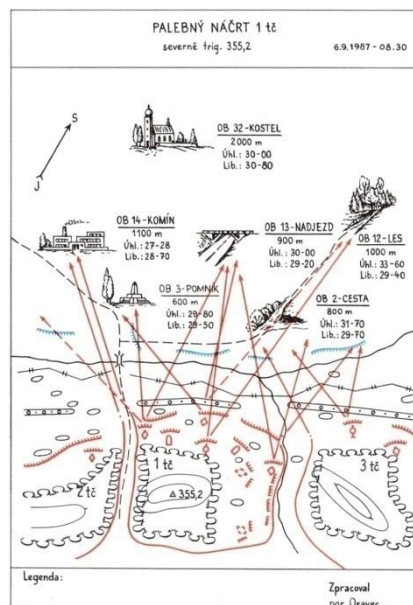
Obr. 2-26 Příklad panoramatického náčrtu

S využitím podkladu topografického náčrtu nebo schématu se při bojové činnosti nebo před ní se zpravidla zhotovují:

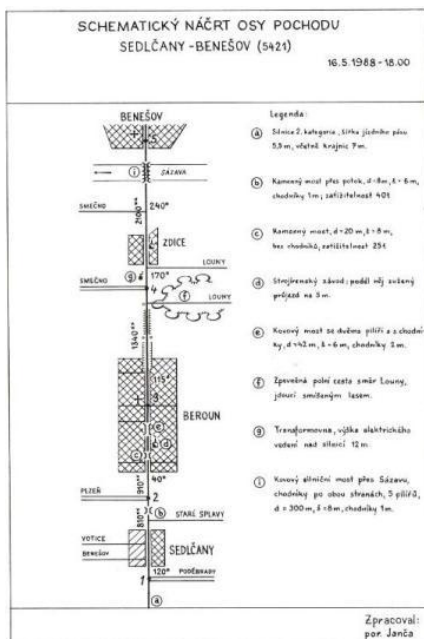
- *náčrt orientačních bodů*, který obsahuje nezbytnou topografickou situaci v okolí stanoviště pozorovatele s rozmístěním a charakteristikami výrazných orientačních bodů (Obr. 2-27);
- *palebný náčrt* (situační nebo panoramatický), na němž je znázorněn jednoduchý topografický podklad, dále prostor rozmístění jednotky a palebné sektory a palebná pásma jednotlivých palebných prostředků jednotky (Obr. 2-28);
- *grafické bojové hlášení*, kde jsou kromě základní topografické situace uvedeny výsledky plnění zadaného bojového úkolu (průzkum terénu, činnosti protivníka, průzkum násilného přechodu vodního toku apod.);
- *schematický náčrt pochodové osy*, v němž jsou vyznačeny pouze hlavní objekty a místa křižovatek, případně s azimutem odboček (Obr. 2-29).



Obr. 2-27 Náčrt orientačních bodů



Obr. 2-28 Palebný náčrt



Obr. 2-29 Schematický náčrt osy pochodu

2.4 Vojenskogeografické dokumenty a informace o terénu

Pro zjištění přehledných celkových charakteristik vybraných území nebo regionů jsou zpracovávány *vojenskogeografické dokumenty a informace*. Uvedené dokumenty jsou určeny převážně pro velitelství a štáby. Základními dokumenty jsou:

- Vojenskogeografické vyhodnocení České republiky,
- Rychlá geografická informace.

Vojenskogeografické vyhodnocení České republiky poskytuje všeobecné poznatky a informace o území ČR z hlediska vlivu jednotlivých geografických faktorů na plánování, řízení a vedení vojenských operací. Textová část vyhodnocení obsahuje celkovou charakteristiku území ČR, vojenskogeografické vyhodnocení území ČR, vyhodnocení životního prostředí ČR, vyhodnocení reliéfu příhraničního prostoru ČR a je doplněna řadou kartogramů, tabulek a grafů. V přílohách pomůcky jsou zařazeny i některé mapy.

Rychlá geografická informace poskytuje ucelenou vojenskogeografickou informaci o zemi, dané oblasti, regionu apod. Obsahem rychlé geografické informace jsou základní údaje o oblasti, informace o poloze, přírodních podmínkách, historickém vývoji, obyvatelstvu, státním zřízení, hospodářství, dopravě, zahraničním obchodě, stycích s ČR, ozbrojených silách a podmínkách pro činnost zahraničních misí.

2.5 Digitální produkty

Štáby, jednotky a speciální pracoviště AČR mohou pro svou činnost využít kromě topografických a tematických map popř. dalších pomůcek i celou řadu informací v digitální podobě.

Digitální produkty tvoří celý blok podkladů využitelný s pomocí různých nástrojů informačních technologií, jako jsou různé softwarové produkty určené pouze pro speciální pracoviště nebo široce dostupné aplikace zabudované do operačních systémů jak stolních, tak i mobilních zařízení.

Pod pojmem digitální produkty se skrývají především tři základní typy informací:

- informace v tzv. *vektorové formě*, které jsou uloženy v geografické databázi označované jako *digitální model území (DMÚ)*. Tato databáze ukládá jednak geometrické informace jako jsou body, linie či areály znázorňující objekty reálného světa, jednak popisné informace nesoucí vlastnosti uložených objektů;
- informace ve *vektorové, rastrové* nebo *maticové formě*, které jsou uloženy jako relativně samostatné bloky dat a nesou údaje o *výškových poměrech reliéfu*. Říká se jim *digitální modely reliéfu (DMR)*;
- informace v *rastrové formě* nahrazující původní papírovou podobu dokumentů. Lze je označit jako *digitální mapy* nebo *rastrové ekvivalenty map (RExx)*, protože jsou vlastně věrným obrazem svých papírových vzorů.

2.5.1 Digitální modely území

Klasické papírové mapy jsou statickým modelem terénu a jevů, které se k němu váží. To znamená, že jsou obsahově i výrazově omezené použitými metodami kartografického modelování a kartografickou vizualizací, stejně jako pouze částečně umožňují pracovat s dynamikou informací. Analýza jejich obsahu je potom poměrně silně vázána na použití kartometrických metod pro zjištění základních informací o modelovaných objektech a jevech a teprve poté je možné aplikovat matematické metody na zjišťování statistických či jiných vazeb mezi uvedenými objekty. Výsledky těchto analýz je poté zpravidla nutné opět nějakým způsobem vizualizovat, tedy vyjádřit ve formálním kartografickém jazyce.

Digitální modely přinášejí novou kvalitu. Digitální modely se většinou vytvářejí jako *geografické informační systémy* (také *geoinformační systémy*, *GIS*). GIS lze definovat z infromatického hlediska jako systém tvořený technickým a programovým vybavením, uloženými daty a uživatelem (člověkem, řídicím nebo navigačním systémem, programovým systémem apod.), který se systémem pracuje. Z *datového hlediska* a z hlediska provozovaných úloh má *GIS* následující části:

- vstup dat,
- správa dat,
- analýza dat,
- prezentace dat.

Vstupem rozumíme postup a způsob pořizování dat, které zprostředkovávají uchovávanou informaci o modelovaných objektech a jevech.

Správa dat zabezpečuje jejich uložení, údržbu, pohotovost a přístupnost oprávněným uživatelům a bezpečnost proti zničení, poškození a zneužití. Základem správy dat jsou databanky, v současné době s nejrozšířenější relační datovou bází a se systémem jejího řízení. Správa dat dále obsahuje i nezbytné vývojové prostředky pro rozvoj příslušné databáze.

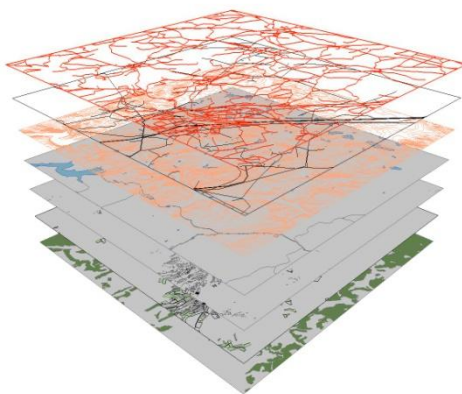
Typickou vlastností GIS je existence možnosti *analýzy dat*. Pomocí analýz je možno získávat nové informace. Základy analýzy jsou v geometrických, logických a relačních vztazích a v používaných postupech ze statistické (či jiné) analýzy.

Prezentace dat je určena pro zobrazení výsledků činnosti s daty GIS. Prezentace může být virtuální vizuální, tedy dočasná na obrazovce nebo trvalá vizuální ve formě mapy, plánu, kartogramu apod. Jde v podstatě o vizualizaci uložené nebo přetvořené informace. Prezentace dat však nemusí být pouze vizuální, ale může být virtuální nevizuální, což je například typické pro použití technologií GIS implementovaných přímo v určitých řídicích systémech, navigačních prostředcích apod., kdy s výsledky analýz operuje opět pouze uživatelský segment – řídicí program systému.

K uloženým datům v GIS je možné *připojit i časové informace*. Poté je možno analyzovat nejen geometrii, topologii a tematiku, ale je možné analyzovat či modelovat časová hlediska modelovaných objektů a jevů. Tímto způsobem se současné GIS poměrně často používají i jako nástroje pro modelování dynamických jevů.

Základem všech GIS je odpovídající digitální model území, který je reprezentován v systému především datovým modelem, tedy jednotlivými uloženými daty v zadaných databázových strukturách a vytvořenými vazbami mezi nimi. *Základní informační jednotkou je objekt*, který je *polohově určen* svou definiční bodovou množinou a sémanticky vymezen *pojmovými, kvalitativními, kvantitativními a popisnými atributy*.

Objekty jsou sdružovány dle své geometrické podstaty obvykle do *tematických vrstev*.



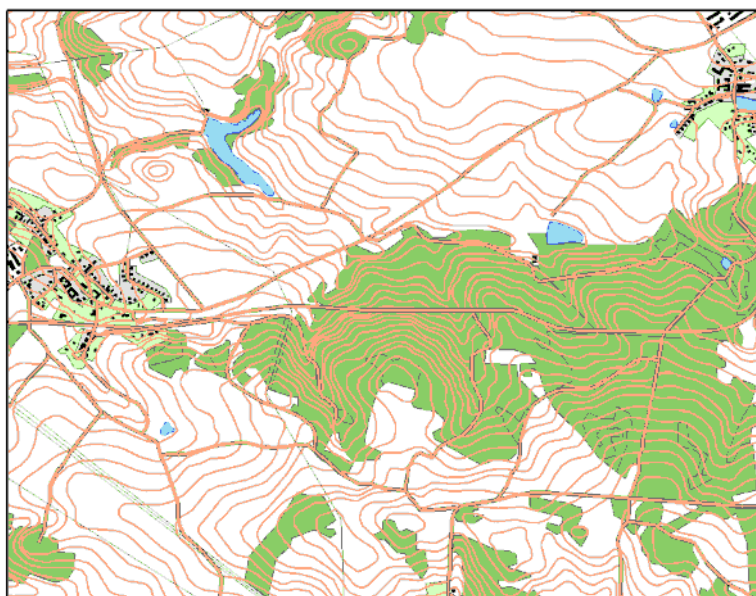
Obr. 2-30 Tematické vrstvy digitálních modelů

V databázi jsou ukládány vrstvy *bodové, liniové a polygonové (plošné)*.

Obsah databáze může být např. členěn do následujících vrstev:

- vodstvo,
- komunikace,
- potrubní a energetické trasy,
- rostlinný kryt,
- zástavba,
- hranice,
- výškopis.

Data jsou ukládána ve zvoleném geodetickém systému, u vojenských modelů se používá systém WGS84, eventuálně mohou mít přiřazeno i zobrazení, v tomto případě obvykle UTM. Jako většina polohových dat mají i svůj výškový systém, např. systém Baltský po vyrovnání.



Obr. 2-31 Zobrazená data digitálního modelu

Tvůrci databází udávají i přesnost dat prostřednictvím střední polohové chyby.

Obdobně jako u klasických papírových map mají i digitální modely své uživatelské funkce, kterými jsou:

- *poskytují informace* o poloze a základních charakteristikách v databázi uložených topografických objektů a jevů ze zájmového území;
- slouží jako *model pro odvozování* vzájemných geometrických a jiných *vztahů* mezi topografickými a jinými objekty a jevy a jejich charakteristikami;
- jsou *podkladem pro matematické modelování*, projektování a plánování v různých oblastech vojensko odborné činnosti;
- slouží k polohové a topografické *ilustraci* taktické situace, k formulování a předávání situačních zpráv po technických pojítkách apod.;
- jsou *prostředkem k automatizaci řízení* a kontroly realizačního procesu projektovaných a plánovaných záměrů;
- jsou *podkladem pro odvozování dalších druhů GIS* a pro kartografickou tvorbu map.

Existuje celá řada modelů terénu lišících se zejména rozlišením prvků a obsahovou podrobností. Je možné vytvořit speciální model pro dané zájmové území (vojenský újezd) nebo model státního celku (databáze ČR) či celé zeměkoule.

Většina členů vojenského uskupení NATO buduje své národní geografické databáze. Kromě toho se řada z nich podílí i na budování světových databází. Jak národní tak mezinárodní databáze jsou zpravidla *standardizovány* z hlediska jednotné *definice modelovaných objektů* (např. aby pod pojmem *les* všichni uživatelé věděli, že to znamená „*Část území porostlého formací dřevin s převahou neovocných stromů*“), tak z hlediska jejich *formálního zápisu* (kódů vyjadřujících kvalitativní a kvantitativní charakteristiky objektu).

Standardizované databáze jsou vytvářeny podle jednotné specifikace, např. VMap Level 1 Military Specification. Základním zdrojem dat pro tuto databázi byly mapy JOG měřítka 1 : 250 000 a národní geografické databáze devatenácti států, které se na tvorbě a aktualizaci VMAP1 podílejí. Databáze je vytvářena pro účely plánování, řízení a provádění obranných operací členských států NATO.

2.5.2 Digitální modely reliéfu

Digitální modely reliéfu jsou uspořádané číselné soubory informací o údajích terénu. Jsou reprezentovány množinou výšek terénu vztažených k definovanému polohovému a výškovému systému ve stanovených ekvidistantních vzdálenostech nebo v síti nepravidelně rozmístěných bodů. Údaje o výškách jsou vztaženy k reliéfu terénu, tedy bez výšek porostů, budov a jiných geografických objektů.

Digitální modely reliéfu mají následující *základní funkce*:

- doplnit územně lokalizované báze dat o třetí rozměr, čili poskytují *informace o výškách reliéfu*;
- umožňují všeobecnou *analýzu výškových poměrů* na daném území;
- jsou podkladem pro základní *topografické analýzy*, jako je určení sklonu svahu, příčného i podélného profilu terénu, zjišťování přímé viditelnosti mezi body terénu a určování skrytých prostorů z jedné nebo více pozorovatelů, výpočet kubatur;
- jsou podkladem pro provádění *pokročilých analýz* na daném území jako jsou dopravní úlohy (hledání optimální trasy pro přesun), hydrologické analýzy území (zjišťování odtokových poměrů,...) atd.;
- umožňují perspektivní nebo panoramatickou *prostorovou vizualizaci území*.

Podobně jako u modelů území lze vytvořit model reliéfu na větším či menším území, obvyklé jsou modely znázorňující reliéf v oblasti např. vodního toku. Existují národní, ale i standardizované modely reliéfu v rámci aliance NATO vytvářené dle příslušných norem.

Výškové modely terénu mohou být vytvářeny z široké škály různorodých dat, získaných rozličnými cestami. Patří sem v první řadě geodetické metody přímého měření v terénu dávající většinou základ pro zpracování modelu terénu formou nepravidelné trojúhelníkové sítě. Druhým základním zdrojem jsou data fotogrammetrická a data dálkového průzkumu Země, jež jsou v současnosti nejefektivnějším druhem údajů pro tyto účely. Výškové modely je možné vytvořit i z dat již předzpracovaných, jako jsou např. vrstevnice topografické mapy doplněné o významné výškové body terénu.

Z hlediska geometrického se pro tvorbu modelů terénu používají data bodová, liniová i polygonová.

Základním typem dat bývají *soubory bodů* určitého, pro zvolenou aplikaci charakteristického formátu.

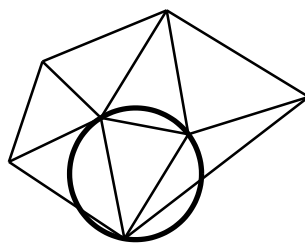
Jako *liniová data* se používají nejen vrstevnice, které jsou základem pro vytvoření modelu, ale i jiné liniové objekty sloužící pro dotvoření nebo zpřesnění terénních tvarů.

Polygonová data jsou vhodná jednak pro ohraničení prostoru v němž má být model vytvořen (mohou být pravidelného i zcela nepravidelného tvaru), jednak pro vymezení určité oblasti o konstantní výšce, např. velké vodní plochy.

Existují dva *základní typy výškových modelů*, které se od sebe liší několika zásadními vlastnostmi, kterými jsou vlastní princip vytvoření modelu a dále forma jeho uložení a oblast použití modelu. Základní typy výškových modelů jsou:

- nepravidelná trojúhelníková síť,
- rastrový model.

Prvním typem je *nepravidelná trojúhelníková síť (Triangulated Irregular Network - TIN)*. Tento typ je modelem založeným na množině bodů s hodnotami rovinných souřadnic a výšky (x,y,z) a sérii hran spojujících tyto body do trojúhelníků. Takto vytvořené trojúhelníky musí vyhovovat tzv. *Delaunay – kritériu*, které požaduje, aby kružnice opsaná třem vrcholům (uzlům) neobsahovala jiný bod. To znamená, že každý bod je spojen se svým nejbližším sousedem (viz Obr. 2-32).



Obr. 2-32 Princip vytváření TIN

TIN je složen z uzlů, hran, trojúhelníků, obalových polygonů a topologie. *Uzly (nody)* jsou základní stavební bloky TIN. Každý uzel musí mít výšku a je spojen s nejbližším sousedem hranou. Protože na koncích hrany je uzel s výškou, je možné počítat např. *sklon podél hrany*.

Série hran vytvářejí *trojúhelníky*. Každý trojúhelník popisuje chování části povrchu a může být použit pro určení sklonu, pohledu, plochy a délky. S uvážením trojúhelníků jako celku lze odvodit profily, viditelnosti či terénní pohledy.

Obálka je formována jedním nebo více polygony obsahujícími data pro konstrukci modelu. Takový polygon definuje zónu, kde probíhá interpolační proces. Vně polygonu k interpolaci nedochází.

Topologie TIN zapisuje informace o struktuře modelu. Pro každý trojúhelník se v TIN zaznamenává:

- jeho číslo,
- počet sousedních trojúhelníků,
- tři uzly definující trojúhelník,
- souřadnice každého uzlu,
- výška každého uzlu,
- typ hrany každého trojúhelníku.

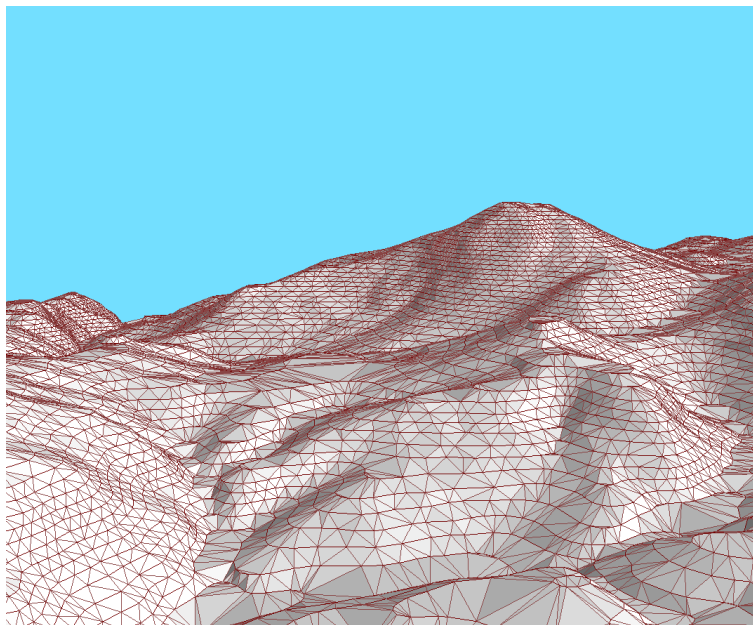
Vedle toho TIN udržuje seznam všech hran, které formují obalový polygon, informace definující projekci modelu a jednotky měření.

TIN lze vytvořit i z nepravidelně i pravidelně rozmístěných bodů. K vytvoření vlastního výškového modelu jsou zpravidla používány speciální programy.

Výhodou modelu reliéfu *TIN* je jeho variabilita z hlediska rozlišení. V místech, kde je malá změna hodnot výšek, stačí menší počet bodů, zatímco tam, kde se hodnoty mění pronikavěji, se volí větší

počet bodů a tím lze popsat i dosti složité terénní tvary. Proto je použití TIN účelné zejména v inženýrských aplikacích, jako je projektování staveb apod.

Na druhé straně může být získání zdrojových dat dosti finančně náročné a ve srovnání s rastrovým modelem se tak stává méně efektivním i s ohledem na komplexnost datové struktury modelu. Na obrázku (viz Obr. 2-33) je ukázka vizualizovaného modelu TIN.



Obr. 2-33 Vizualizovaný TIN

Druhým typem výškového modelu je *rastrový model*. Rastrová data jsou obecně členěna do dvou kategorií - tematická a obrazová. *Hodnoty tematické datové vrstvy* reprezentují některé měřené veličiny nebo klasifikované údaje určitého fenoménu, jako je například převýšení, doprava, koncentrace znečištění, lidnatost nebo půdní kryt. Např. hodnota 1 reprezentuje les, hodnota 3 reprezentuje vodu. Naopak u obrazových dat (digitálních fotografií, scén dálkového průzkumu Země atd.) jsou *hodnoty buněk v obrazovém rastru* např. úroveň odražené nebo emitované energie.

Rastrová data popisují podobně jako mapy objekty a charakteristiky území a jejich polohu v prostoru. K úplnému popisu je třeba vytvořit sadu rastrových dat, protože jednotlivé rastrové vrstvy popisují jeden typ objektů, např. lesy.

Rastrová vrstva se skládá z buněk stejné velikosti, závislé na podrobnosti, s jakou chceme pracovat nebo je potřebná k detailnímu popisu a analýze dat. Buňky jsou uloženy do *řádků a sloupců*, přičemž řádky jsou rovnoběžné s osou X a sloupce s osou Y kartézského systému souřadnic. Každá buňka má jedinečnou řádkovou a sloupcovou adresu.

Hodnoty buněk závisí na objektech, které mají popisovat. Zvláštním údajem je tzv. NoData, která znamená, že buňka nemá hodnotu (ani nulovou), takže při výpočtech není tato buňka brána v úvahu.

Každý *rastr* je *vztahen* k některému *systému souřadnic*. Mohou to být souřadnice zobrazovacího zařízení nebo je rastr umístěn přímo do polohového systému. Transformaci souřadnic z obrazových do polohových souřadnic se říká *georeference*.

Rastrová data se používají, stejně jako vektorová, k popisu zemského povrchu, který je zakřiven a do roviny je zobrazen pomocí kartografického zobrazení. Pokud je prováděna analýza území, je nutné, aby data byla ve stejném zobrazení, v opačném případě dochází k chybám.

Rozlišení rastru nebo také *velikost buněk* závisí na velikosti detailu, který je rastrem zobrazen, požadavcích kladených úlohou, která bude pomocí rastru řešena a na možnostech zpracování

(paměť, požadavky na efektivitu zpracování apod.). Před stanovením velikosti buňky je třeba uvážit několik faktorů:

- rozlišení vstupních dat,
- velikost výsledné databáze ve srovnání s kapacitou úložného prostoru,
- požadovaný čas pro zpracování,
- aplikace a analýza v níž bude rastr použit.

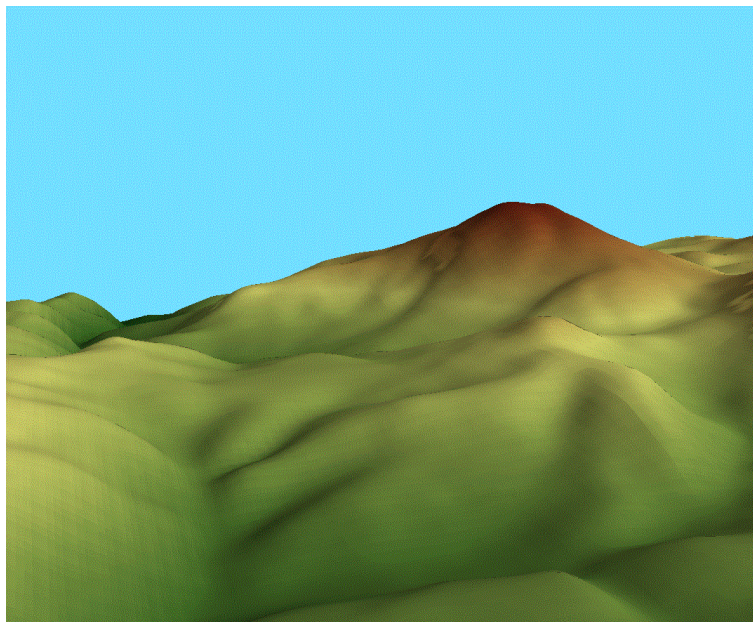
Rastrová data mohou být *diskrétní* popř. *kategorizovaná* a *kontinuální*.

Diskrétní objekty mají známé a definovatelné hranice, jsou jimi např. vodní plochy, budovy nebo komunikace. *Kontinuální data* představují většinou měřené údaje vztažené k určitému místu, jako např. míra znečištění, hustota obyvatelstva nebo nadmořská výška.

Řada typů objektů nemá takto striktní charakter a může se pohybovat někde mezi diskrétními a kontinuálními hodnotami, je však důležité vědět, jaká data a k jakým účelům jsou potřeba.

Pokud *buňky nesou informaci o výšce*, pak je možné vytvořit *rastrový model reliéfu*. Protože zemský povrch obsahuje nekonečný počet bodů, je nemožné měřit a zaznamenat hodnotu výšky v každém bodě. Model proto nahrazuje povrch vzorkem hodnot v různých bodech a interpolací hodnot mezi těmito body. Na rozdíl od trojúhelníkového modelu, který vzniká triangulací, *rastrový model je vytvářen interpolací* prostřednictvím některé z obecných nebo speciálních interpolačních metod. Volba metody závisí na účelu a typu dat, z nichž je povrch generován. Pro modelování zejména hydrologicky správného reliéfu jsou používány speciální interpolační metody vzhledem k jeho rozmanitosti a složitosti.

V rastrovém modelu má *každá buňka přiřazenu výšku*, která je stejná pro celou plochu buňky. Záleží tedy zejména na velikosti buňky jak bude rastrový terénní model aproximovat terén skutečný. Ukázka vizualizovaného rastrového výškového modelu je na následujícím obrázku (Obr. 2-34). Vizualizovaný prostor je tentýž jako na obrázku vizualizace TIN (Obr. 2-33). Je tedy možné porovnat výsledky obou modelů.



Obr. 2-34 Vizualizovaný rastrový výškový model

Popis modelu je tak ve srovnání s trojúhelníkovým povrchem jednodušší a tím i vhodnější pro použití v různých typech analýz. Data jsou opět ukládána ve zvoleném geodetickém systému, v současné době se používá systém WGS84, eventuálně mohou mít přiřazeno i zobrazení, v tomto

případě obvykle UTM. Jako většina polohových dat mají i svůj výškový systém, např. systém Baltský po vyrovnání.

Přesnost modelů ovlivňuje řada faktorů. Kromě vlastní přesnosti výškových údajů je to především hustota bodů použitých pro tvorbu modelu, ať je to pravidelná nebo nepravidelná síť. Velký význam má zvolená interpolační metoda, která ovlivňuje správnost generovaných terénních tvarů a celkový charakter modelu. Nezanedbatelný je i druh aplikace, který je pro modelování použit. Konkrétní hodnoty se pohybují od desítek metrů po desítky centimetrů.

2.5.3 Digitální mapy

Digitální mapy nebo *rastrové ekvivalenty (RE)* jsou digitální rastrové databáze vytvářené digitalizací map nebo leteckých popř. kosmických ortofotosnímků. Rastrové ekvivalenty se zpracovávají a vydávají v měřítku shodném s měřítkem zdrojového podkladu. Jejich rozhodující vlastností je *bezešvost* mapového obrazu v rámci vymezeného území, pokrývaného zdrojovými mapovými podklady a *georeference dat* v rámci stanoveného souřadnicového systému.

Data jsou ukládána ve zvoleném geodetickém systému (např. WGS84), eventuálně mohou mít přiřazeno i zobrazení (např. UTM). Jako většina polohových dat mají i svůj výškový systém, např. systém Baltský po vyrovnání.

Kartografická přesnost polohy jednotlivých prvků polohopisu je dána charakteristikami přesnosti zdrojových podkladů.

Rastrové ekvivalenty mají tyto *hlavní funkce*:

- *poskytují informace* o poloze a základních topografických a geografických charakteristikách uložených topografických objektů a jevů ze zájmového území;
- jsou určeny k použití jako *rastrové geografické pozadí* a jednotný rastrový geografický lokalizační podklad používaný v AČR při výstavbě a využívání automatizovaných systémů řízení a velení, výcvikových a zbraňových systémů a k terénním analýzám;
- slouží k *ilustraci bojové situace*, předávání zpráv po technických pojítkách apod.;
- umožňují *tvorbu vlastních nadstavbových vrstev* (např. situačně taktických), které jsou zpravidla ve vektorových formátech a jejich kombinaci s RE.

Stejně jako u předchozích typů digitálních produktů existují *národní databáze digitálních map*, leteckých popř. kosmických snímků a *standardizované databáze* budované na podobných základech jako modely území a modely reliéfu. V rámci NATO se využívají dvě základní standardizované databáze:

- Controlled Image Base (CIB),
- Compressed Arc Digitized Raster Graphics (CADRG).

Controlled Image Base (CIB) je bezešvá digitální rastrová databáze vytvořená na podkladě družicových nebo leteckých ortofotosnímků. Základním prvkem databáze je segment o velikosti 1536 x 1536 pixelů. Velikost pixelu může být 1,5 nebo 10 m. CIB je databází snímků mající široké využití např. při plánování, řízení a provádění vojenských operací, při plánování misí, analýzách a určování souřadnic.

Compressed Arc Digitized Raster Graphics (CADRG) je bezešvá digitální rastrová databáze vytvořená na podkladě digitalizovaných map různých mapových sérií. Základním prvkem databáze je segment o velikosti 1536 x 1536 pixelů. Velikost pixelu se mění v závislosti na zdrojové mapě. CADRG je databází map v digitální podobě mající široké využití např. při plánování, řízení a provádění vojenských operací, při plánování misí, podporuje rovněž různé zbraňové systémy.

3. Snímky terénu

Snímky terénu a z nich zpracované fotodokumenty jsou významným zdrojem informací o terénu. Snímky terénu se pořizují pomocí různých snímacích zařízení, jako jsou běžné fotografické přístroje, speciální fotografické komory nebo snímací rozkladová zařízení – skenery, které mohou být umístěny na pozemních stanovištích, leteckých nebo kosmických nosičích. Velitelé a štáby snímky a fotodokumenty terénu využívají k ověřování a aktualizaci informací o terénu získaných zejména studiem map.

3.1 Druhy snímků terénu

Snímky terénu lze rozdělit podle celé řady možných hledisek. Z pohledu vojenského využití patří k nejdůležitějším jejich rozdělení podle:

- fyzikální podstaty snímkování,
- druhu nosiče,
- polohy osy záběru snímacího zařízení,
- barvy,
- zaznamenané části elektromagnetického spektra.

Z hlediska fyzikální podstaty snímkování se snímky dělí na:

- fotografické,
- digitální.

Fotografické snímky, označované i jako analogové, vznikají pomocí objektivu fotografického přístroje tzv. centrální projekcí na citlivé fotografické vrstvě. Obraz vznikne na celé ploše v okamžiku expozice. Technologie fotografie, počínaje snímkováním na negativní materiál až po výsledný produkt, nejčastěji na fotografickém papíru, je velmi propracovaná. Fotografické snímky terénu mají ve vojenství stále svůj význam i v současnosti, kdy se stále více uplatňují digitální technologie.

Digitální snímky, nebo také digitální obrazy, jsou v současnosti vedle fotografických snímků stále významnějším zdrojem informací o terénu. Digitální obraz může vzniknout primárně - přímo v digitální podobě, nebo sekundárně – digitalizací analogového obrazu (tzv. skenováním). Primární obraz lze pořídit běžnými digitálními fotoaparáty, speciálními digitálními komorami (například určenými pro letecké měřické snímkování) nebo leteckými a družicovými skenery. Sekundární obraz se pořizuje pomocí pevných (laboratorních) skenerů. Digitalizovaný analogový snímek může být ve formě negativu nebo diapozitivu nebo pozitivu – kopie na fotografickém papíru. Pro pořízení digitálního obrazu se jako detektorů používá zejména prvků CCD (Charge Coupled Device – nábojově vázané prvky) ve formě řádkového pole nebo matice.

Podle *druhu nosiče* (místa pořízení snímku) se snímky dělí na:

- pozemní,
- letecké,
- kosmické.

Pozemní snímky terénu se pořizují na pozemních stanovištích a mohou sloužit jako podklad ke studiu pozorovaného úseku terénu a k udávání polohy cílů při organizaci paleb.

Letecké snímky se pořizují z letadel, případně dalších vzdušných nosičů, například bezpilotních prostředků. Letecké snímky pořizované pomocí speciálních fotokomor (tzv. letecké měřické komory) se označují jako letecké měřické snímky a ve značném rozsahu používají při tvorbě a obnově topografických map a ortofotomap. Vyznačují se vysokou geometrickou přesností a

rozlišovací schopností. Ve vojenství mají velký význam letecké průzkumné snímky, které slouží především k vyhodnocování bojové situace a k získávání aktuálních informací o změnách v terénu.

Kosmické snímky označované též jako snímky dálkového průzkumu Země se pořizují speciálními fotokomorami nebo snímacími rozkladovými zařízeními – skenery, umístěnými na různých kosmických nosičích. Díky rychlému technologickému rozvoji se kosmické snímkování stává stále významnějším zdrojem informací o terénu. Vzhledem ke stále se zvyšující rozlišovací schopnosti lze kosmické snímky využít i pro tvorbu a aktualizaci topografických map.

Podle *polohy osy* záběru snímacího zařízení se snímky dělí na

- svislé,
- šikmé,
- vodorovné.

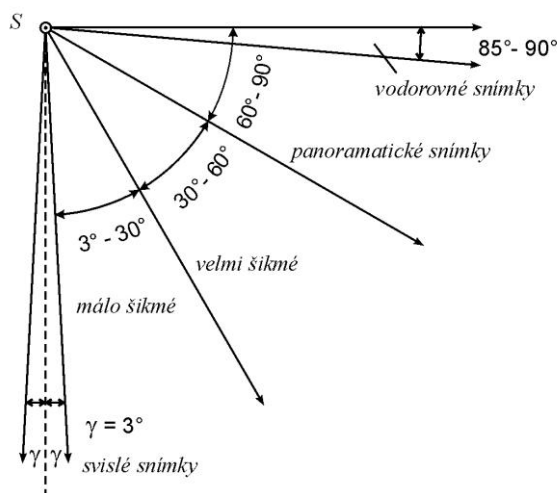
Osu záběru představuje paprsek procházející středem objektivu kolmo k rovině snímku (Obr. 3-1).

Svislé snímky jsou snímky pořízené snímacím zařízením, jehož osa záběru je při snímkování udržována co nejbližší ke svislici. Poskytují obraz terénu podobný jeho znázornění na mapě. Za vertikální snímky se považují snímky s odchylkou od svislice do 3° .

Šikmé snímky se využívají především při leteckém průzkumu protivníka. Šikmé snímky se člení na:

- málo šikmé, s odklonem osy záběru od svislice asi 30° (není na nich zobrazen horizont);
- velmi šikmé, s odklonem osy záběru od svislice asi 60° (je na nich zobrazen horizont);
- panoramatické snímky, s odklonem osy záběru od svislice v rozmezí 60° až 90° .

Vodorovné snímky jsou snímky pořízené snímacím zařízením, jehož osa záběru je při snímkování odkloněna od svislice v rozmezí od 85° do 90° . Uplatňují se především při pozemním snímkování.



Obr. 3-1 Rozdělení snímků podle polohy osy záběru snímacího zařízení

Podle *barvy* se snímky dělí na:

- černobílé,
- barevné.

Černobílé snímky poskytují obraz terénu v jednotlivých stupních šedi s velmi vysokou rozlišovací schopností. V závislosti na měřítku tak černobílé snímky dovolují rozlišit a vyhodnotit všechny podrobnosti terénu důležité z hlediska vojenského využití. Technologie zpracování černobílých snímků je jednoduchá a umožňuje získat snímky ve velmi krátké době.

Barevné snímky poskytují obraz terénu v barvách blízkých přírodním. Ve srovnání s černobílými snímky dovolují snazší rozlišení jednotlivých objektů, jejich informační hodnota je tak několikanásobně větší.

Podle *zaznamenané části elektromagnetického spektra* se snímky dělí na:

- panchromatické,
- infračervené,
- spektrozónální,
- multispektrální.

Panchromatické snímky jsou nejrozšířenější, mohou být černobílé nebo barevné. Zachycují všechny barvy viditelné části spektra (tj. vlnové délky 370 – 720 nm).

Infračervené snímky jsou černobílé, mají rozšířenou citlivost k infračervenému záření a v oblasti viditelné části spektra jsou citlivé zejména k červené barvě. Záření v této oblasti spektra je méně pohlcováno atmosférou a v důsledku toho jsou snímky velmi ostré a kontrastní. Jsou vhodné ke speciálním účelům, zejména ke studiu vegetace, vodních toků a podmáčených částí terénu (voda odráží infračervené záření jen nepatrně, na snímcích jeví velmi tmavě a dá se proto velmi dobře rozlišit).

Spektrozónální snímky se zhotovují pomocí dvou až třívrstevných filmových materiálů. Jedna až dvě vrstvy jsou citlivé na oblast viditelného záření a další vrstva je citlivá na oblast infračerveného záření. Aby se obraz zachycený jednotlivými vrstvami lépe odlišil, jsou vrstvy různě zbarveny. Po zpracování filmu vzniká obraz terénu v *nepřirozených* (tzv. *nepravých*) barvách. Například jednotlivé druhy vegetace jsou vyjádřeny pomocí odstínů červené barvy. Vedle vegetace umožňuje obraz v nepravých barvách lépe rozpoznávat i další prvky terénu a rovněž odhalovat zamaskované objekty.

Multispektrální snímky se uplatňují zejména v oblasti kosmického snímkování. Území se buď fotografuje speciálními multispektrálními komorami na černobílý film nebo se snímá rozkladovými zařízeními – skenery současně v několika přesně vymezených spektrálních pásmech. Multispektrální komora se skládá z několika komor, které současně snímají území v rozdílných vlnových délkách, takže na každém snímku jsou zvýrazněny jiné prvky terénu. Různou kombinací snímků ze stejného území a jejich barevnou úpravou lze velmi podrobně vyhodnocovat jednotlivé zvláštnosti terénu.

Poznámka: Kromě uvedených druhů snímků lze pořídit i další druhy obrazových záznamů, například v tepelné nebo mikrovlnné (radarové) části elektromagnetického spektra, které však již jsou mimo rámec zaměření pomůcky.

Ukázka leteckého snímku je v příloze 7.

3.2 Porovnání snímků s mapou

Aktuální snímky terénu zobrazují na rozdíl od mapy současný stav terénu. Mapa může být zastaralá vzhledem k času potřebnému pro její tvorbu, ale obsahuje řadu důležitých informací, které na snímcích nejsou. Z tohoto důvodu se mapy a snímky terénu navzájem doplňují.

Výhody snímků terénu jsou v porovnání s mapou následující:

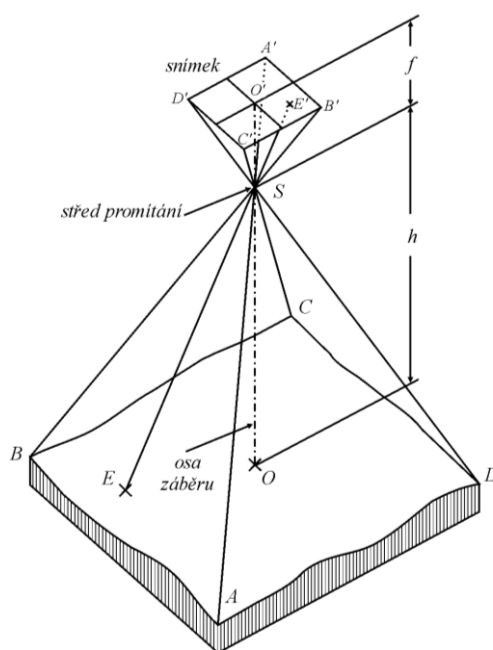
- snímky poskytují aktuální obraz zemského povrchu;
- snímky lze získat v krátké době;
- snímky zachycují i takové podrobnosti zemského povrchu, které jsou na mapě generalizovány;
- snímky jsou objektivním obrazem terénu, je vyloučen subjektivní vliv tvůrců mapy;
- snímky mohou být pořízeny i z prostorů nepřístupných pro pozemní síly;

- snímky kromě terénu zobrazují vojenské aktivity vlastních vojsk a vojsk protivníka, které lze nepřetržitě vyhodnocovat;

Nevýhody snímků terénu jsou v porovnání s mapou následující:

- polohové umístění a měřítko snímků jsou pouze přibližné;
- měřítko snímků není vlivem perspektivního zkreslení (způsobené odklonem osy záběru od svislice) a převýšením terénu na celé ploše jednotné;
- na snímcích, na rozdíl od mapy, nejsou zdůrazněny objekty zvláště důležité;
- na snímcích je obtížná identifikace některých terénních předmětů (na mapě jsou použity smluvené symboly – mapové značky) a některé předměty, jako například budovy v lese, nelze převážně identifikovat.
- ze snímků nelze zjistit některé charakteristiky terénních předmětů, jako je například zatížitelnost mostů;
- na snímcích není zobrazen výškopis, souřadnicová síť, názvy sídel a ostatních terénních předmětů a rovněž chybí mimorámové údaje;
- použití snímků při nedostatečném osvětlení je velmi obtížné, protože se projevuje nedostatek kontrastu v barvách a tónech;
- snímky vyžadují více výcviku v interpretaci než mapa.

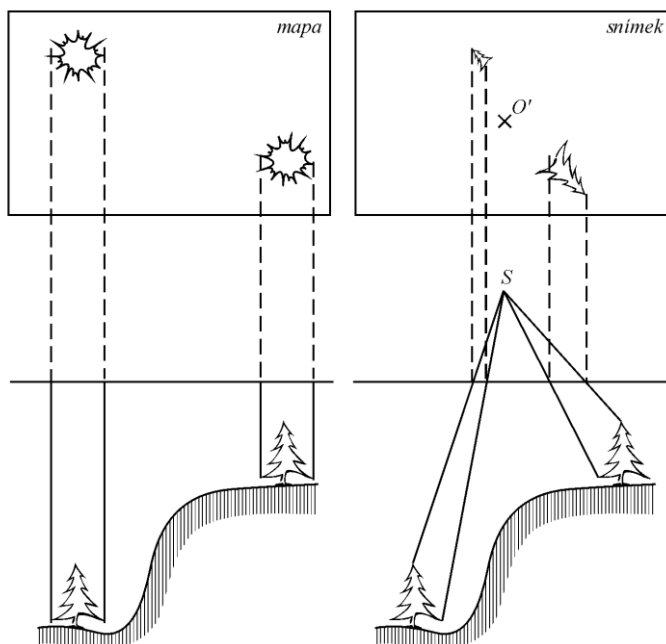
Hlavní rozdíl mezi mapou a snímky terénu jsou v jejich geometrickém základě. Mapa je ortogonálním průmětem zemského povrchu na zobrazovací plochu. Geometrický princip leteckého snímkování odpovídá centrální projekci (Obr. 3-2).



Obr. 3-2 Geometrický princip leteckého snímkování

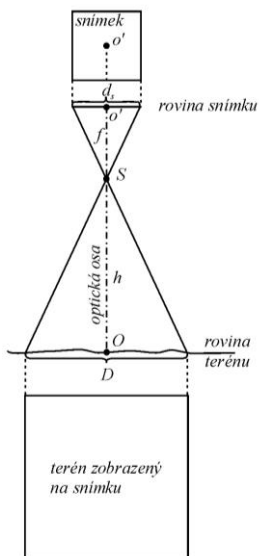
V objektivu komory leží střed projekce S , projekční rovinou je rovina snímku. Každému bodu snímaného předmětu odpovídá bod ve snímkové rovině. Paprsky, vedené mezi odpovídajícími si body (bod na terénu a jeho obraz ve snímkové rovině) se protínají ve *středu projekce*. Osa záběru prochází objektivem kolmo na rovinu snímku a v jejím průsečíku se snímkovou rovinou leží střed snímku O . Vzdálenost mezi středem objektivu a středem snímku je *ohnisková vzdálenost* f letecké komory. Svislá vzdálenost středu objektivu od roviny terénu se označuje jako *výška letu* h při snímkování.

Rozdílné zobrazení předmětů pomocí ortogonální projekce na mapě a pomocí centrální projekce na snímku je schematicky vyjádřeno na obrázku (Obr. 3-3).



Obr. 3-3 Zobrazení předmětů pomocí ortogonální a centrální projekce

Při *svislém snímkování* je rovina snímku rovnoběžná s rovinou zobrazovaného území (Obr. 3-4). V ideálním případě, kdy je terén rovinatý, je měřítko svislého snímku konstantní v celé ploše snímku.



Obr. 3-4 Princip svislého snímkování

Ohnisková vzdálenost f a výška letu při snímkování h jsou hlavními veličinami při definování číselného měřítka snímku $1 : M_s$. Měřítkové číslo snímku M_s je dáno poměrem

$$M_s = \frac{D}{d_s} \quad (3-1)$$

Z podobnosti trojúhelníků na obrázku (viz Obr. 3-4) vyplývá

$$\frac{D}{h} = \frac{d_s}{f} \quad (3-2)$$

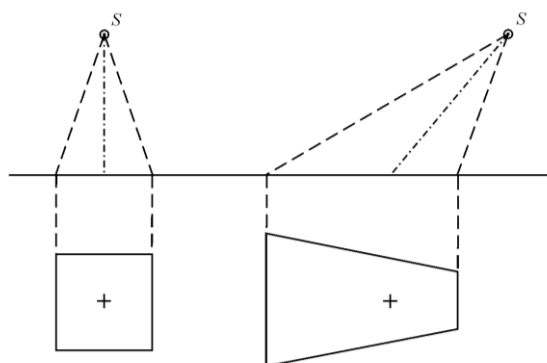
a též platí

$$M_s = \frac{h}{f} \quad (3-3)$$

Svislý snímek terénu má zanedbatelné *perspektivní zkreslení* a představuje tak plán snímaného území, na kterém lze provádět měření téměř jako na mapě. Z jednotlivých snímků, které na sebe navazují a plošně tak pokrývají snímané území lze jednoduchou montáží vytvořit souvislý obraz území, tzv. *fotoschéma*. Nevýhodou svislých snímků je naopak to, že jejich čtení (tzv. interpretace) působí určité obtíže nezvyklým zobrazením terénních předmětů. Svislý pohled dolů poskytuje neobvyklý obraz území a rovněž terénní reliéf je rozpoznatelný jen velmi obtížně.

Svislé snímky pořízené speciálními leteckými měřickými komorami, tzv. *letecké měřické snímky*, obsahují na okrajích některé údaje pro další využití snímků. V závislosti na typu komory to mohou být kromě ohniskové vzdálenosti komory například přibližné měřítko snímku, datum a přesný čas pořízení snímku, výška letu a další údaje. V rozích a uprostřed všech stran rámu snímku jsou umístěny speciální značky (tzv. *rámové značky*), jejichž propojením lze přesně určit střed snímku.

Při *šikmém snímkování*, kdy je optická osa záběru odkloněna od svislice vzniká perspektivní obraz terénu. Na šikmém snímku je zobrazena mnohem větší plocha než na svislém snímku a terén se pozorovateli jeví jako při pohledu z vyvýšeného stanoviště, například vysokého kopce nebo budovy. Vyhodnocování jeho obsahu je tak snadnější než na svislém snímku. Naproti tomu však při šikmém snímkování dochází k velkému perspektivnímu zkreslení obrazu (Obr. 3-5). Šikmé snímky tedy nelze přímo použít pro měřické účely a montáže fotodokumentů, tak jak to umožňují svislé snímky.



Obr. 3-5 Porovnání ploch zobrazených na svislém a šikmém snímku

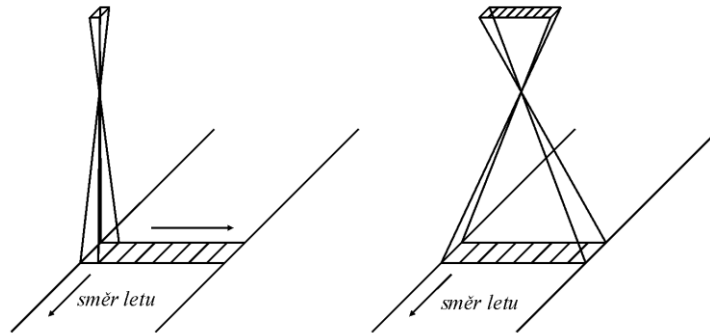
Družicové snímky jsou v současnosti vytvářené především pomocí *snímacích rozkladových zařízení - skenerů*. To znamená, že obraz nevzniká najednou, jako u klasické fotografie, ale postupně a to po jednotlivých obrazových bodech – pixelech. Podle principu pořízení obrazového záznamu rozlišujeme dva základní druhy skenerů (Obr. 3-6):

- mechanooptický skener;
- elektrooptický skener.

Mechanooptický skener skenuje povrch Země po jednotlivých pixelech (Obr. 3-6a). K posunu zorného pole ve směru napříč pohybu nosiče používá naklánějící se zrcadlo. Přes systém zrcadel je

dopadající záření přeneseno do systému detektorů, který dopadající analogový signál převádí do číslicové podoby.

Elektrooptický skener vytváří obraz území tzv. podélným skenováním (Obr. 3-6b). Místo mechanického zařízení, které umožňovalo pořízení celé řádky je zde použito řádkového pole detektorů označovaných jako CCD. Jednotlivé detektory jsou velice malých rozměrů a v jedné řádce jich mohou být tisíce. Každý detektor registruje záření z jednoho pixelu.



Obr. 3-6 Základní druhy skenerů a) mechanooptický, b) elektrooptický

Vzhledem k rozdílnému principu vzniku družicových záznamů a leteckých snímků jsou některé jejich geometrické vlastnosti odlišné. Geometrická zkreslení u družicových záznamů jsou minimální podél linie letu a k okrajům se zvětšují. Některé nepřesnosti a zkreslení se na nich neprojeví díky značné vzdálenosti nosiče od zemského povrchu. Největším rozdílem je zobrazování vertikálních objektů. U družicových záznamů nedochází díky skenování po pixelech (řadách) ke zdánlivému „naklání“ vertikálních objektů od středu snímku k jeho okrajům, ale pouze ve směru kolmém na směr pohybu družice.

Zobrazení terénu na leteckých i družicových snímcích je vždy provázeno *deformacemi snímkového obrazu*, které jsou *způsobeny členitostí terénu*.

Na mapě, která je ortogonálním průmětem zemského povrchu na zobrazovací plochu, nezávisí na velikosti relativního převýšení terénu. Tak jak je vyjádřeno na obrázku (viz Obr. 3-7) poloha vyvýšeného nebo vhloubeného terénního tvaru je na mapě jednoznačná při jakémkoliv relativním převýšení.

Na snímcích terénu, které vznikají centrální projekcí, je však nutno vzít relativní převýšení terénu do úvahy. Tak jak je vyjádřeno na obrázku (Obr. 3-7), *vliv výšky* vyvýšeného tvaru (například kopce) na jeho polohu na snímku je tím větší, čím je vyšší a vzdálenější od středu snímku. Obdobně to platí pro vhloubené terénní tvary. Podle obrázku (Obr. 3-8) vyplývá z podobnosti trojúhelníků $\Delta SA_0'A' \sim \Delta SA_0A_1$ a $\Delta SA'O' \sim \Delta SA_1O$

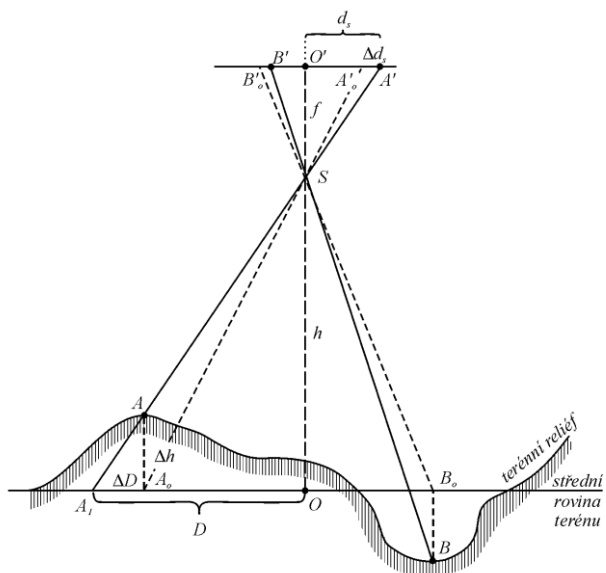
$$\frac{\Delta d_s}{d_s} = \frac{\Delta D}{D} \quad (3-4)$$

a z podobnosti trojúhelníků $\Delta SO'A' \sim \Delta AA_0A_1$

$$\frac{\Delta D}{\Delta h} = \frac{D}{h} \quad (3-5)$$

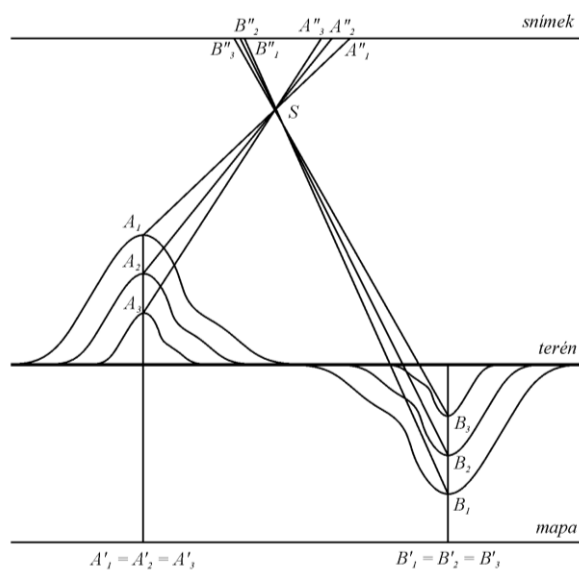
Dosažením za ΔD z výrazu (3-4) do výrazu (3-3) lze vyjádřit polohovou deformaci v obraze bodu A vztahem

$$\Delta d_s = \frac{d_s \Delta h}{h} \quad (3-6)$$



Obr. 3-7 Deformace snímkového obrazu vlivem členitosti terénu

Vzorec (3-6) ukazuje, že deformace roste s radiální vzdáleností d_s od středu snímku a s převýšením Δh , naopak se s rostoucí výškou snímání h zmenšuje. Vzhledem k uvedenému charakteru se tato deformace často nazývá *radiálním posunem* zobrazovaného bodu vlivem relativního převýšení terénu.



Obr. 3-8 Vliv členitosti terénu na radiální posuny bodů na snímku

V následující tabulce (Tabulka 3-1) jsou pro názornost vyčísleny konkrétní hodnoty radiálních posunů bodů vlivem relativního převýšení vyplývající z tohoto vztahu pro družicové snímky

LANDSAT a SPOT a jeden případ leteckého měřického snímku. Hodnoty platí pro oblasti na okrajích snímků, kde jsou radiální vzdálenosti od středu největší.

Tabulka 3-1 Vliv relativního převýšení na radiální posun bodů

Typ snímku	Družicové snímky				Letecké snímky			
	LANDSAT (rozměr scény 180x180 km)		SPOT (rozměr scény 60x60 km)		(ohnisková vzdálenost 150 mm)			
Relativní převýšení (m)	116	232	278	553	13	26	65	130
Radiální posun (m)	15	30	10	20	10	20	50	100

Vzhledem k tomu, že výška kosmických nosičů nad zemským povrchem je mnohem větší než je tomu u leteckých nosičů, je vliv relativního převýšení terénu na radiální posuny bodů mnohem větší na leteckých snímcích. V případě, že by nepřesnosti na snímcích překročily únosnou mez je potřeba pro odstranění deformace snímkového obrazu, které jsou způsobeny členitostí terénu použít metodu tzv. *ortorektifikace* (blíže viz odstavec 3.5).

3.3 Měření na snímcích

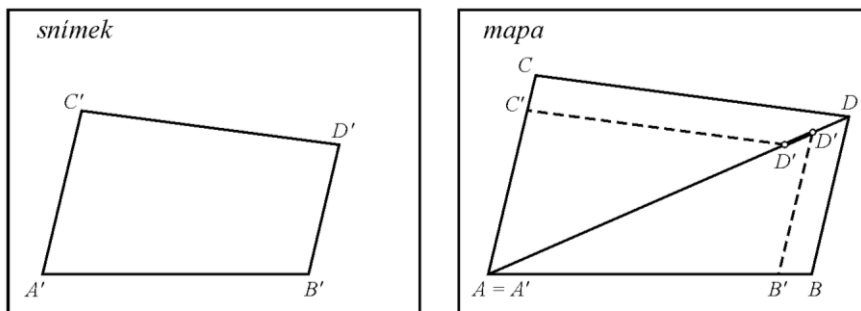
Se snímky terénu lze pracovat obdobně jako s mapou, tj. provádět orientaci v terénu, měřit úhly, vzdálenosti apod. Nejprve však musí být se snímky provedeny jednoduché práce zahrnující:

- identifikaci prostoru zobrazeného na snímku,
- vyhodnocení svislosti snímku,
- určení měřítka snímku,
- přenesení nové situace ze snímku do mapy,
- popřípadě zakreslení pravoúhlé souřadnicové sítě do snímku.

Území znázorněné na snímku se nejlépe *identifikuje porovnáním s mapou*. K tomu je potřeba znát alespoň přibližně, na kterém mapovém listu je dané území zachyceno. Při identifikaci se na snímku a mapě porovnávají zřetelné objekty, jako jsou například sídla, komunikace a jejich křižovatky, vodní toky a jejich soutoky, vodní plochy a lesní celky. Na závěr lze do mapy zakreslit hranice území zobrazeného na snímku. Porovnáním obsahu snímku a mapy se pomocí odpovídajících si (identických) objektů na mapě vyhledají a určí rohy snímků. Při nedostatku vhodných identických objektů poblíž rohů snímků je možné využít jednu z metod přenášení obsahu snímku do mapy (viz další text).

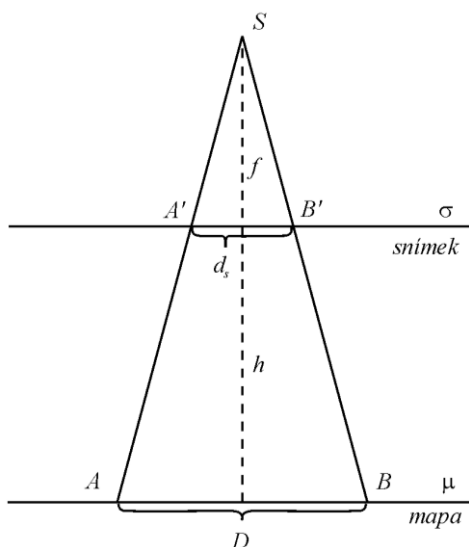
Zda je snímek *svislý* nebo *šikmý*, lze zjistit jeho porovnáním s odpovídající mapou pomocí identických objektů. Na snímku a na mapě se vyhledají čtyři vzájemně si odpovídající objekty pokud možno tak, aby tvořily pravidelnější čtyřúhelník (Obr. 3-9).

Do mapy se přenesou snímkové vzdálenosti $\overline{A'B'}$ a $\overline{A'C'}$. Bodem B' se vede rovnoběžka se stranou \overline{BD} a bodem C' rovnoběžka se stranou \overline{CD} . Obě rovnoběžky se protnou v jednom bodě D' na úhlopříčce čtyřúhelníků jen u svislých snímků a při velmi pečlivé práci. V případě snímků šikmých vznikají dva body D' . Vzdálenost těchto bodů se zvětšuje se sklonem snímků.



Obr. 3-9 Vyhodnocení svislosti snímku pomocí identických bodů

Určení měřítka snímku $1 : M_s$ je v případě svislého snímku jednoduchou úlohou. Je-li na okraji snímku uveden údaj o ohniskové vzdálenosti komory a výšce snímkování, lze určit jeho měřítkové číslo podle již známého vztahu (3-3). Měřítko svislého snímku lze rovněž rychle zjistit porovnáním vzdálenosti d_s dvou dobře identifikovatelných bodů na snímku s jejich vzdáleností D na topografické mapě měřítka $1 : M$ (Obr. 3-10).



Obr. 3-10 Určení měřítka svislého snímku

Protože platí nepřímá úměra

$$\frac{M_s}{M} = \frac{D}{d_s} \quad (3-7)$$

vypočítá se měřítkové číslo snímku ze vztahu

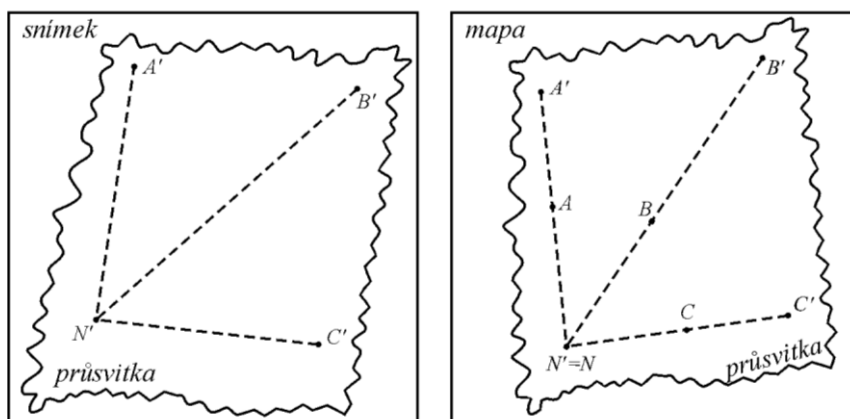
$$M_s = \frac{D}{d_s} M \quad (3-8)$$

Porovnávanou vzdálenost je vhodné volit tak, aby její koncové body měly přibližně stejnou nadmořskou výšku, která přibližně odpovídá střední výšce terénního reliéfu v celém zobrazeném prostoru. Tím se potlačí vliv členitosti reliéfu na jejich polohu na snímku. Přesnost určení měřítka je možno dále zvýšit porovnáním několika délek na snímku a mapě. Výsledné měřítko je aritmetickým průměrem všech zjištěných měřítek.

U šikmého snímku je možné zjišťovat jeho proměnlivé měřítko v různých místech postupným porovnáváním vzájemně si odpovídajících vzdáleností na snímku a mapě.

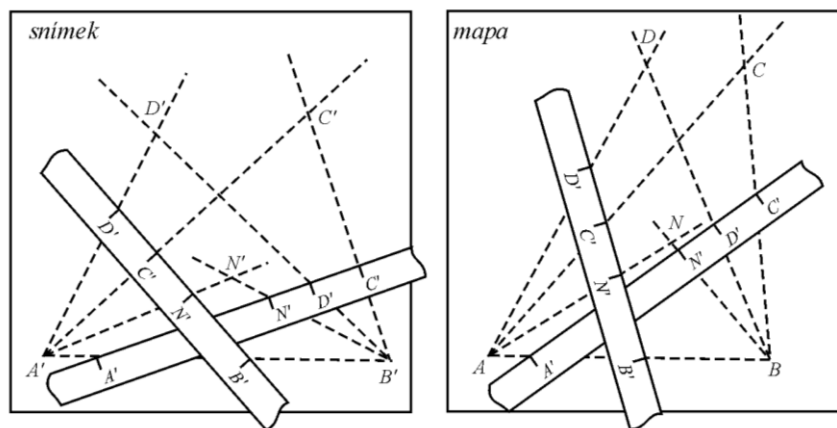
V praxi se někdy vyskytuje nutnost *přenosu obsahu snímku do mapy*, tedy doplnit do mapy novou situaci zjištěnou na snímku terénu, přičemž je požadována pouze grafická přesnost. Nejrychleji se tato úloha řeší pomocí průsvitky nebo s využitím tzv. *proužkové metody*.

Využití průsvitky při přenášení bodů ze snímku do mapy je velmi výhodné v případě snímků svislých (Obr. 3-11). Na snímku a na mapě se vyhledají minimálně tři identické body ve vhodném rozmístění. Průsvitka se pak přiloží na snímek a vynese se na ni přenášený bod N' , směry na identické body A', B', C' i polohy těchto bodů. Průsvitkou se po přiložení na mapu posune a pootáčí, až všechny tři směry na identické body procházejí jejich polohami A, B, C na mapě. Polohu přenášeného bodu N na mapě potom určuje bod N' na průsvitce.



Obr. 3-11 Přenesení bodu ze snímku na mapu pomocí průsvitky

Proužkovou metodu je vhodné použít při *přenášení bodů do mapy ze snímků šikmých*. K jejímu využití je nutno vyhledat na snímku a na mapě čtyři identické body (viz Obr. 3-12).



Obr. 3-12 Přenesení bodu ze snímku na mapu proužkovou metodou

Na snímku se vykreslí paprsky vycházející z jednoho identického bodu (např. A') na ostatní identické body B', C', D' i na přenášený bod N' . Na mapě se obdobně vyznačí směry vycházející z bodu A na body B, C, D . Potom se na snímek přiloží křížem přes paprsky proužek papíru a vyznačí se něm směry paprsků včetně paprsku spojujícího bod A' s přenášeným bodem N' . Takto označený proužek se přemístí na mapu a posune se s ním, až se snímkové paprsky na identické body ztotožní se směry vykreslenými na mapě. Na mapě lze potom vykreslit i vyznačený směr na přenášený bod N' . Celý postup se opakuje s využitím jiného identického bodu (např. B'). Poloha přenášeného bodu N na mapě leží v průsečíku paprsků $\overline{AN'}$ a $\overline{BN'}$.

V praxi se rovněž může výjimečně objevit úloha, kdy bude zapotřebí *zakreslit do snímku* pravoúhlo souřadnicovou síť (*kilometrovou síť*) s využitím příslušné topografické mapy. V tomto případě je nejjednodušší metodou přenesení sítě jednotlivých svislých a vodorovných kilometrových čar z mapy do snímku pomocí vhodných identických bodů, kterými kilometrové čáry procházejí. Vzhledem k určité nesvislosti snímků a deformacím snímkového obrazu, které jsou způsobeny členitostí terénu nemají jednotlivé čtyřúhelníky kilometrové sítě na snímcích až na výjimky čtvercový tvar ani zaokrouhlené měřítko. Nelze tedy použít metod obvyklých pro určování souřadnic bodů na topografických mapách.

3.4 Vyhodnocování snímků

Vyhodnocování neboli *interpretace snímků* terénu spočívá ve správném rozpoznání a určení druhu a charakteristiky zobrazených objektů a vztahů mezi nimi. V porovnání s mapou může letecký nebo kosmický snímek poskytnout aktuální a často i podrobnější informace o zobrazeném území a navíc obraz terénu není na snímku generalizován.

Podle charakteru vyhodnocovaných předmětů a účelu interpretace se rozeznává vyhodnocování *topografické* a *taktické*.

Topografickým vyhodnocováním se označuje studium terénních předmětů a v případě stereoskopického pozorování snímkových dvojic i terénních tvarů zobrazených na snímcích. Toto studium je obdobné jako na topografických mapách, je však obtížnější a vyžaduje určitý zácvik.

Taktické vyhodnocování spočívá v průzkumu bojových prvků. Vyhodnocovány mohou být sestavy vojsk, prostory soustředění, letiště, dopravní a bojové prostředky apod. Taktické vyhodnocování snímků je zaměřeno převážně na činnost a prostředky protivníka, může však být využito i ke studiu vlastních vojsk, například ke kontrole účinnosti maskování.

Nejvhodnější metoda zácviku ve vyhodnocování snímků je porovnávání předmětů na snímcích s jejich skutečným obrazem v terénu. K tomu jsou vhodnou pomůckou tzv. *interpretační klíče*, ve kterých jsou systematicky uspořádány různé předměty za odlišných podmínek snímání a obvykle v několika měřících. Na přesnost vyhodnocování snímků má vliv celá řada faktorů, z nichž nejdůležitější jsou: měřítko snímků, druh snímků (svislý nebo šikmý), typ snímacího zařízení, klimatické a světelné podmínky v době snímání. Snímky terénu lze vyhodnocovat pouhým okem, pomocí zvětšovacích pomůcek nebo stereoskopicky.

Nejméně přesným způsobem je pozorování snímků pouhým okem. Rozpoznávání malých předmětů na snímku je omezeno rozlišovací schopností oka, tj. schopností oka rozlišit různé podrobnosti. Zkušenosti ukazují, že je to v průměru 5 – 6 čar na 1 mm. Rozlišovací schopnost snímků však může být mnohonásobně vyšší.

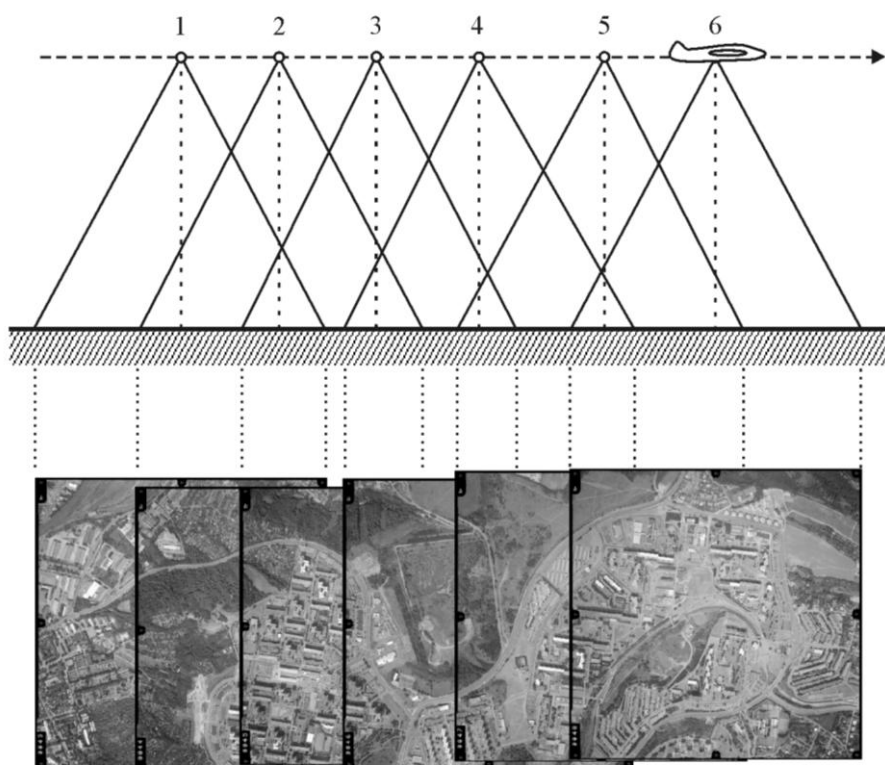
K využití vysoké rozlišovací schopnosti snímků se používají různé typy zvětšovacích pomůcek. Nejjednodušší je lupa (Obr. 3-13). Měřická lupa je vybavena stupnicí, která umožňuje určit rozměr zobrazených objektů s přesností na 0,1 mm.

Nejvýhodnější pro interpretaci obsahu snímků je možnost jejich stereoskopického pozorování. Základem stereoskopického prohlížení snímků je fyziologická schopnost člověka vidět prostorově. Vedle mnohem vyšší schopnosti rozpoznávat jednotlivé objekty, než je tomu u monoskopického vyhodnocování, lze pomocí stereoskopických přístrojů na leteckých nebo kosmických snímcích vyhodnocovat terénní reliéf.



Obr. 3-13 Měřická lupa

Snímky terénu určené pro *stereoskopické pozorování* se pořizují v *souvislých řadách s podélným překrytem* ve směru letu (Obr. 3-14). Časový interval expozice snímků se volí tak, aby zabezpečoval plynulou návaznost snímků. Aby každá část terénu byla nasnímana na dvou po sobě jdoucích snímcích a mohla být stereoskopicky pozorována, musí být podélný překryt minimálně 50%. V praxi se však obecně používá 60% podélný překryt, aby byla zaručena návaznost snímků v různě členitém terénu a rovněž při nevyhnutelných výkyvech osy záběru při letu.



Obr. 3-14 Řadové letecké snímkování

K základním přístrojům pro stereoskopické vyhodnocování patří *stereoskop* (Obr. 3-15). Tento jednoduchý přístroj umožňuje zachovat rovnoběžnost očních os, takže každé oko pozoruje pouze jeden ze dvou po sobě jdoucích snímků. Tím vzniká umělý prostorový vjem podobný přirozenému pozorování terénu, avšak s mnohem větším prostorovým efektem.

Předměty zobrazené na snímcích se vyhodnocují podle *demaskujících znaků*. Hlavními demaskujícími znaky u topografického vyhodnocování jsou:

- rozměr předmětu,
- tvar předmětu,
- tón obrazu předmětu,

- stín předmětu,
- poloha předmětu.



Obr. 3-15 Stereoskop

Při *taktickém vyhodnocování* jsou kromě výše uvedených i významnými demaskujícími znaky *stopy po činnosti*.

Rozměr předmětu souvisí s měřítkem snímku. Je-li známo měřítko snímku a je změřená velikost obrazu předmětu, lze určit jeho skutečnou velikost podle vztahu

$$D = d_s M_s \quad (3-9)$$

kde D je skutečný rozměr předmětu, d_s rozměr předmětu na snímku a M_s měřítkové číslo snímku. Rozměr předmětu je důležitým demaskujícím znakem zejména v případech, kdy z něho lze odvozovat druh předmětu nebo jestliže tvar předmětu není dostatečně zřetelný.

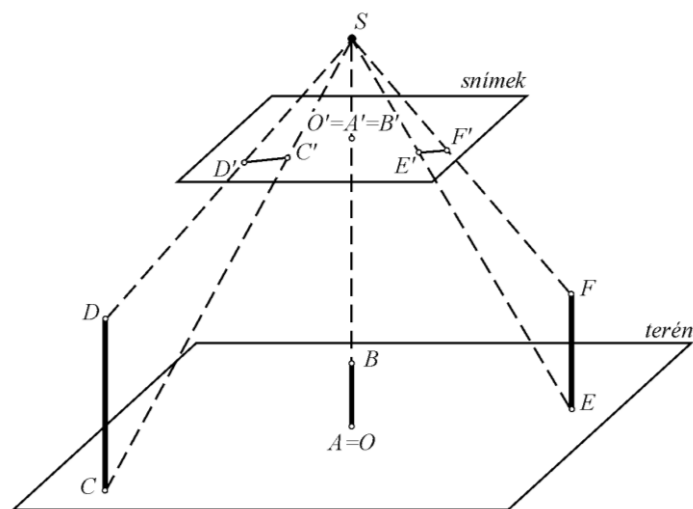
Tvar předmětu je významným demaskujícím znakem. Tvar předmětu zůstává nezměněn i při změně měřítka snímku. Podle tvaru lze rozlišit většinu terénních předmětů i bojové techniky. Ploché vodorovné předměty v terénu se na svislém snímku zobrazí jako geometricky podobné obrazce. Na leteckých snímcích se svislé předměty, např. komíny, sloupy apod., zobrazí v okolí středu snímku jako body, v ostatních částech snímku jako úsečky směřující do středu snímku (na rozdíl od kosmických snímků). Délka této úsečky bude tím větší, čím bude předmět vyšší a čím bude dále od středu snímku (Obr. 3-16).

Tón předmětu vyjadřuje stupeň zčernání zobrazených předmětů na černobílých snímcích. Je to způsobeno tím, že různé předměty mají různou schopnost pohlcovat, rozptylovat a odrážet dopadající světelné paprsky. *Tón předmětu závisí* na řadě faktorů, především:

- na osvětlení povrchu předmětu. Čím více kolmo a intenzivněji dopadají světelné paprsky na povrch předmětu, tím jasnější bude jeho tón;
- na struktuře a barvě povrchu předmětu. Čím bude povrch předmětu hladší a bude mít světlejší barvu, tím jasnější bude jeho tón.

Stín předmětu umožňuje na snímcích demaskovat mnoho důležitých údajů. Každý předmět, pokud je osvětlen slunečním světlem, má dva stíny – *stín vlastní* a *stín vržený*. Vlastní stín se vytváří na neosvětlených stranách předmětu a zdůrazňuje tak plastičnost předmětu. Vržený stín je stín, který předmět vrhá na zemský povrch a lze podle něho odhadovat výšku a tvar zobrazeného předmětu. Vržený stín tak umožňuje rozpoznávat na snímku celou řadu předmětů, jejichž půdorysy jsou velmi malé (např. sloupy) nebo takové předměty, které svým tvarem a tónem splývají se svým okolím. Při

vyhodnocování předmětů podle vrženého stínu se však musí brát do úvahy, že délka stínu se mění s denní dobou a členitostí terénního reliéfu v okolí předmětů.



Obr. 3-16 Zobrazení svislých terénních předmětů na svislém leteckém snímku

Poloha předmětu může být rovněž důležitým demaskujícím znakem. Terénní *předměty* a *tvary* jsou ve *vzájemné souvislosti*. Např. vodní tok protéká údolím, přehrada je postavena na vodním toku, přes mosty vedou komunikace apod. *Vzájemné souvislosti* poloh existují rovněž u objektů vojenského charakteru. Jsou-li známy *vzájemné spojitosti* mezi různou vojenskou činností, rozmístěním vojsk a vojenskou technikou, lze pomocí jednoho zjištěného předmětu najít i předměty další.

Stopy po činnosti jsou demaskujícím znakem zejména při taktickém vyhodnocování snímků. Mohou to být např. stopy po pohybu tanků, obrněných transportérů a dalších vozidel, stopy po ženijních pracích a po dalších různých činnostech vojsk. Lze rovněž vyhodnocovat např. obsazená a neobsazená obranná postavení, palebná postavení dělostřelectva, raket apod.

3.5 Fotodokumenty terénu

Ze snímků terénu je možno poměrně rychle vyhotovit obraz území v různých formách, které jsou názorným topografickým nebo průzkumným podkladem. K ucelenému zobrazení rozsáhlejších území je zpravidla zapotřebí vyhotovit větší počet snímků.

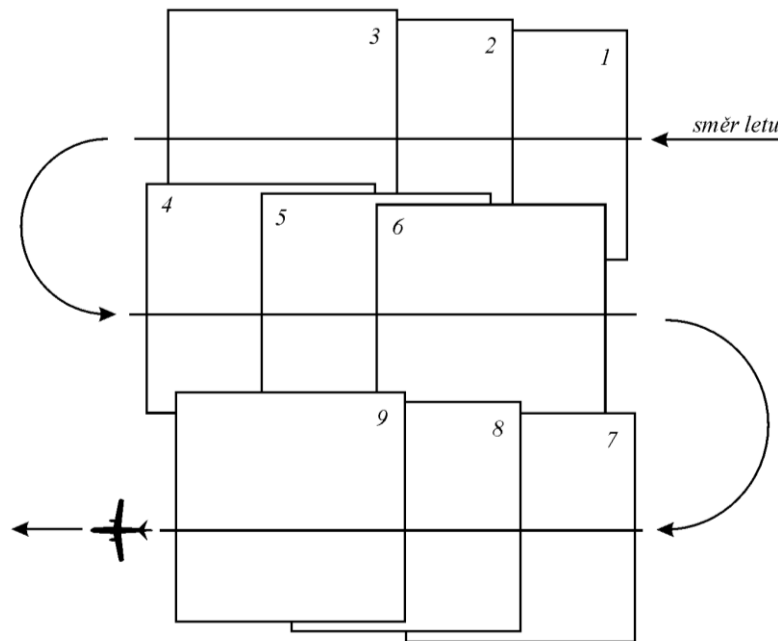
U vodorovných snímků pořizovaných z pozemního stanoviště se vytvářejí mezi sousedními snímky malé boční překryty, které zaručují, že žádná část terénu nezůstane bez záznamu.

Letecké nebo kosmické snímky se svislou nebo šikmou osou záběru se vyhotovují většinou v souvislých řadách. V případě snímkování velkých území jsou snímkové řady spojeny do souvislé plochy, tzv. bloku. Mezi jednotlivými řadami musí být během snímkování udržen tzv. příčný překryt, který zabezpečuje návaznost snímků. Princip *plošného leteckého snímkování* je vyjádřen na následujícím obrázku (Obr. 3-17).

Plošné letecké snímkování se používá k následnému zpracování různých *fotodokumentů terénu*, ke kterým patří:

- panoramatický snímek,
- volná sestava svislých nebo šikmých snímků,
- fotoschéma,
- fotoplán,
- ortofotomapa.

Panoramatický snímek terénu je fotodokument vytvořený ze snímků, které byly pořízeny při odklonu osy záběru od svislice v rozmezí 60° až 90°. Snímky se pořizují z *pozemního stanoviště* nebo z *nízko letícího vzdušného prostředí*. Panoramatické snímky mohou být zhotoveny i běžným fotografickým přístrojem, kterým se při snímání jednotlivých úseků terénu postupně pootáčí. Sousední snímky se přitom zhotovují s malými bočními překryty, které se při montáži jednotlivých snímků do panoramatického snímku terénu odřezávají. Podle účelu panoramatického snímku mohou do něho být dokreslovány popisy orientačních bodů a cílů, názvy vyvýšených terénních tvarů, sídel apod.



Obr. 3-17 Plošné (blokové) letecké snímkování

Volná sestava snímků vzniká jednoduchým sestavením souboru svislých nebo šikmých snímků do celkového obrazu terénu, ve kterém nejsou spáry ani překryty. Nejdříve se sestavují snímky v podélném překrytu do první řady a potom se s využitím příčného překrytu přiřazují další řady. Sestavené snímky se upevňují k podložce. I při velmi pečlivé práci však na sebe jednotlivé snímky zcela přesně nenavazují. Je to způsobeno skutečností, že při leteckém snímkování není možné udržovat stálou výšku letu ani sklon osy záběru (tzv. perspektivní zkreslení) a rovněž deformací snímkového obrazu vlivem členitosti terénního reliéfu.

Fotoschéma vzniká ze sestavených svislých snímků, u kterých jsou odříznuty překrytové části jednotlivých snímků. Snímky jsou k sobě velmi pečlivě přiřazeny počínaje střední řadou nasnímaného území a přilepeny na podložku. Fotoschéma má zpravidla čtyřúhelníkový tvar, který může být totožný s vymezením topografické mapy. K tomu, aby bylo možné fotoschéma používat obdobně jako mapu, je na ně nutné vynést kilometrovou síť, vyznačit směr na sever a doplnit popisné údaje (názvy sídel, vodních toků a ploch apod.). Fotoschéma je zatíženo stejnými zkresleními jako volná sestava snímků.

Fotoplán je sestaven z tzv. překreslených snímků, které byly vytvořeny z původních fotografických snímků pomocí speciálních opticko-mechanických přístrojů, tzv. překreslovačů na základě dostatečného množství identických bodů. Překreslením se u jednotlivých snímků eliminuje jejich perspektivní zkreslení. Překreslené snímky jsou potom přesně svislé a mají konstantní měřítko. Poskytují tak poměrně přesný obraz terénu, který je však nadále zkreslen vlivem členitosti terénního reliéfu. Postup sestavení fotoplánu je obdobný jako v případě sestavení fotoschématu. Překreslení snímků lze rovněž provést v případě digitálních snímků pomocí vhodného programového vybavení

a dostatečného množství identických bodů. Postup tvorby fotoplánu z digitálních snímků je obdobný jako v případě fotografických snímků. Po oříznutí překrytových částí jednotlivých snímků vznikne celkový obraz území. Pro vytvoření výsledného fotoplánu se fotografický nebo digitální obraz území opatří obdobnou vnější úpravou jakou má topografická mapa (zejména se vykreslí rám, kilometrová síť, některé popisné údaje apod.).

Ortofotomapa je fotodokument vytvořený ze snímků, u kterých byla tzv. *ortorektifikací* kromě perspektivního zkreslení a nejednotného měřítka odstraněna také deformace snímkového obrazu způsobená členitostí terénního reliéfu. V současnosti se ortorektifikace provádí pouze s digitálními snímky pomocí speciálního programového vybavení. Podstatou této metody je *převod centrální projekce snímku do ortogonální roviny* (např. střední nadmořské výšky terénního reliéfu). Děje se tak výpočtem nových poloh jednotlivých bodů snímků na základě jejich známých převýšení nad srovnávací rovinou. Tato převýšení jsou buď určena v průběhu výpočtu nebo jsou předem známa např. z digitálních modelů reliéfu (DMR). Po ortorektifikaci snímků se vytvoří mozaika celého bloku oříznutím překrytových částí a provede se barevné vyrovnání. Na závěr lze mozaiku snímků upravit do formátu mapových listů, doplnit rámové a mimorámové údaje, vrstevnice, popisy a zvýraznit vybrané terénní předměty. Výsledná ortofotomapa poskytuje prakticky stejné možnosti využití jako topografická mapa. Navíc poskytuje značně větší bohatost informací vyplývající z objektivního zobrazení terénu bez následné generalizace.

Ukázka ortofotomapy měřítka 1 : 10 000 je uvedena v příloze 8.

4. Měření na mapách

Studium metod měření a nácvik praktických dovedností měření na mapách patří k nezbytným součástem topografické přípravy. Koncepce i kvalitní grafické provedení soudobých topografických map dovolují zjišťovat mnohé charakteristiky terénu, které jsou nutné k řešení úloh vojenské praxe. Metody měření na mapách jsou též nazývány *kartometrickými metodami* a patří mezi ně úlohy:

- určování polohy bodů v souřadnicích,
- měření vzdáleností,
- měření orientačních směrů nebo úhlů,
- určování výšek,
- určování sklonu svahů,
- zjišťování viditelnosti mezi body apod.

K spolehlivému měření údajů na mapě je třeba znát, kromě obsahu mapy a geodeticko-kartografických základů, popsaných v odstavci 2.1.1.a také základní kartometrické metody a kritéria hodnocení kvality získaných výsledků. Geometricky zmenšený a kartograficky zpracovaný obraz terénu na mapě klade jistá omezení na tuto práci. Vyžaduje, aby byla při měření dodržována i stanovená pravidla, která jsou základním obsahem této hlavy. K měření nejdůležitějších charakteristik je v některých případech uvedeno více možných postupů. Jejich použití může být ovlivněno jak požadavky na rychlost měření a přesnost výsledků, tak měřickými pomůckami, které jsou k dispozici.

4.1 Určování polohy bodů

Poloha terénních předmětů, orientačních bodů, cílů, palebných stanovišť a jiných prvků bojové sestavy a terénu *se udává na mapách zpravidla souřadnicemi. Během orientace v terénu podle mapy někdy postačí určit na mapě relativní polohu bodu vzhledem k dříve určenému objektu.*

Topografické mapy umožňují *určení* přesné nebo přibližné *polohy* bodů *zeměpisnými, polárními a pravoúhlými souřadnicemi.*

4.1.1 Určování polohy bodů v zeměpisných souřadnicích

Poloha libovolného bodu vyznačeného na topografické mapě je v soustavě zeměpisných souřadnic φ, λ jednoznačně dána obrazy poledníků a rovnoběžek. Definice zeměpisných souřadnic je uvedena v odstavci 2.1.1.a. Způsob jejich vyjádření na mapě znázorňuje na obrázku (Obr. 4-1).

Vnitřní rám topografické mapy je tvořen poledníky a rovnoběžkami. V rozích topografické mapy jsou poledníky a rovnoběžky ohraničující mapu označeny příslušnou zeměpisnou šířkou a délkou. Například na mapě měřítko 1 : 50 000 (Obr. 4-1) je vnitřní rám tvořen rovnoběžkami a poledníky, které mají hodnoty

$$\varphi_1 = 49^\circ 50' \text{ a } \varphi_2 = 50^\circ 00'$$

$$\lambda_1 = 12^\circ 30' \text{ a } \lambda_2 = 12^\circ 45'$$

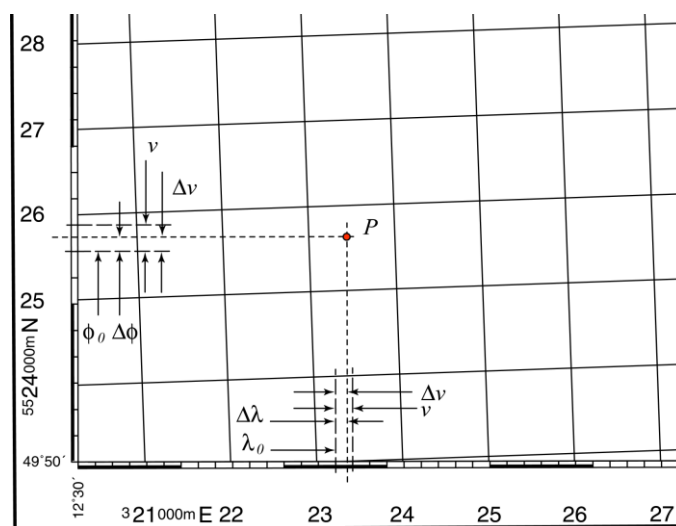
Zeměpisná šířka i délka je v rámu listu mapy dále dělena na dílky, které udávají celé minuty zeměpisné šířky a délky, přičemž každý lichý dílek je vyplněn. Minutové dělení je vyznačeno ryskami v ploše mapy (při vnitřním rámu). Dílek jedné minuty je dále rozdělen slabými příčnými ryskami na dílky po 10".

Poloha bodu vyjádřená zeměpisnými souřadnicemi je určována pomocí rovnoběžek vedených neznámým bodem se severním (jižním) a východním (západním) okrajem mapy. Rovnoběžky jsou vedeny tak, aby prošly nejbližší dělení zeměpisné šířky a zeměpisné délky v rámu listu mapy. Pro určení polohy bodu zeměpisnými souřadnicemi platí:

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi, \quad \lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda \quad (4-1)$$

Hodnoty φ_0 a λ_0 jsou údaje zeměpisné šířky a délky u příslušného rohu listu mapy, k nimž se připočítá příslušný počet celých minut a desítek vteřin. Hodnota $\Delta\varphi, \Delta\lambda$, se určuje odhadem nebo výpočtem ze vztahů:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta v}{v} \cdot 10'' , \quad \Delta\lambda = \frac{\Delta d}{d} \cdot 10'' \quad (4-2)$$



Obr. 4-1 Určování polohy bodů v zeměpisných souřadnicích

Význam proměnných je uveden na obrázku (Obr. 4-1). Pro bod P platí:

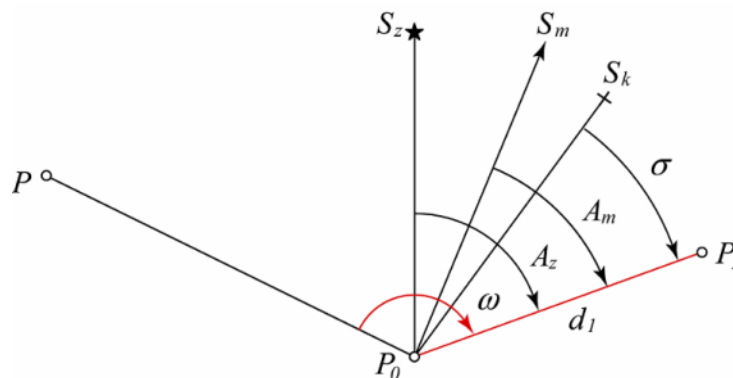
$$\varphi = 49^{\circ}11'10'' + 05'' = 49^{\circ}11'15''$$

$$\lambda = 17^{\circ}48'20'' + 04'' = 17^{\circ}48'24''$$

4.1.2 Určení polohy bodů polárními souřadnicemi

Podstata určení polohy bodu P_j polárními souřadnicemi spočívá v určení orientovaného úhlu a vzdálenosti d_i z počátečního bodu P_0 na bod určovaný (Obr. 4-2). Jako orientovaný úhel se používá zeměpisný azimut, směrník, magnetický azimut nebo orientovaný úhel, jehož základní orientační směr tvoří spojnice počátečního bodu s význačným bodem v terénu. *Orientované úhly se měří ve směru otáčení hodinových ručiček.*

Polární souřadnice se používají při určování cílů, orientačních bodů, při vyhotovování bojových grafických dokumentů apod. Obvykle se postupuje tak, že vlastní stanoviště se volí za počáteční bod a směr na dobře viditelný vzdálený bod za počáteční směr. V této polární souřadnicové soustavě potom jsou udávány polohy všech dalších bodů. Nejdříve se určí orientovaný úhel a pomocí úhloměrného přístroje, buzoly, ciferníku hodin, popřípadě odhadem, potom vzdálenost d dálkoměrem, krokováním, odhadem apod. Pomocí daného úhlu a vzdálenosti lze zakreslit určovaný bod do mapy nebo náčrtu.

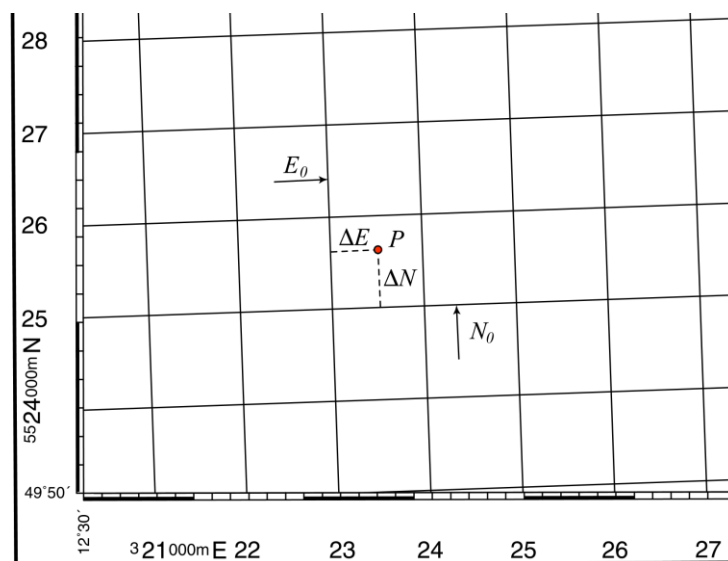


Obr. 4-2 Určení polohy bodu polárními souřadnicemi prvků bojové sestavy

4.1.3 Určování polohy bodů v rovinných pravoúhlých souřadnicích

Poloha libovolného bodu vyznačeného na mapě je v soustavě pravoúhlých rovinných souřadnic jednoznačně definována kilometrovou sítí. Princip číslování kilometrových čar je popsán v odstavci 2.1.2. Každá čára kilometrové sítě je popsána jednotkami a desítkami kilometrů; stovky (u N i tisíce) kilometrů jsou vyznačeny menšími číslicemi, a to jenom u některých čar na okraji mapového listu.

Rovinné pravoúhlé souřadnice bodu P se odvozují interpolací mezi zakreslenými a popsányými čarami pravoúhlých rovinných souřadnic. Postup je vyznačen na následujícím obrázku (Obr. 4-3)



Obr. 4-3 Určení polohy bodu pravoúhlými rovinnými souřadnicemi

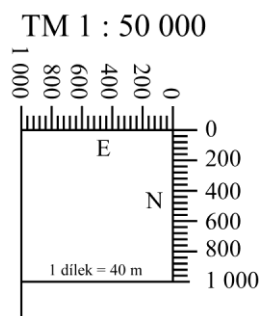
Souřadnice zakresleného trigonometrického bodu jsou dány vztahy:

$$E = E_0 + \Delta E, \quad N = N_0 + \Delta N \quad (4-3)$$

Hodnoty E_0 , N_0 jsou hodnoty celých kilometrů, udávajících polohu jihozápadního rohu čtverce kilometrové sítě, ve kterém se nachází bod P a jsou vyznačeny u vnitřního rámu mapy.

Hodnota ΔE se měří na mapě jako kolmá vzdálenost určovaného bodu od nejbližší svislé čáry vlevo, tj. čáry, která má rovnici $E = E_0$. Hodnota ΔN se měří na mapě jako kolmá vzdálenost určovaného bodu od nejbližší nižší vodorovné kilometrové čáry, tj. čáry, která má rovnici $N = N_0$. K měření je možné použít některou z metod měření přímých vzdáleností, které jsou popsány v odstavci 4.3.2.

K rychlému určování souřadnic bodů vyznačených na mapě je vhodné použít souřadnicové měřítko, jehož jedna varianta (jde o výřez z velitelské šablony) je znázorněna na obrázku (viz Obr. 4-4). Představuje měřítko s dvojicí na sebe kolmých stupnic s dělením, které odpovídá grafickému měřítku příslušné topografické mapy. Je obvykle vyhotoveno z průsvitného materiálu a umožňuje jedním přiložením na mapě odečíst oba souřadnicové rozdíly ΔE , ΔN .



Obr. 4-4 Souřadnicové měřítko

Způsob použití souřadnicového měřítko je schematicky znázorněn na obrázku (Obr. 4-5) pro určení souřadnic bodu P vyznačeného též na předcházejícím obrázku (viz Obr. 4-3). V tomto případě je použita k měření dvojice stupnic v měřítku 1 : 50 000. Způsob přiložení ukazatele k měřenému bodu P a k čarám souřadnicové sítě je z obrázku zřejmý. V tomto případě jsou *hodnoty souřadnicových rozdílů* následující:

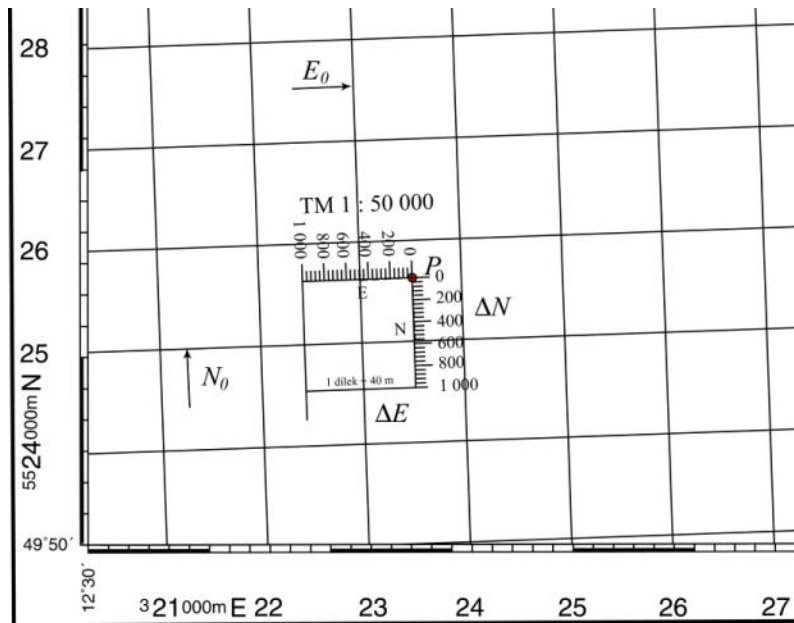
$$\Delta E = 480 \text{ m}, \Delta N = 570 \text{ m}.$$

Úplné souřadnice bodu P jsou:

$$E = E_0 + \Delta E = 323\,480 \text{ m}, N = N_0 + \Delta N = 5\,525\,570 \text{ m}.$$

Při řešení souřadnicových úloh v rozsahu jednoho mapového listu není vždy nutné používat úplné souřadnice. Zpravidla postačí převzít pouze jednotky a desítky kilometrů. Tyto tzv. *zkrácené souřadnice* mají v tomto příkladě tvar:

$$E = 23\,480 \text{ m}, N = 25\,570 \text{ m}.$$

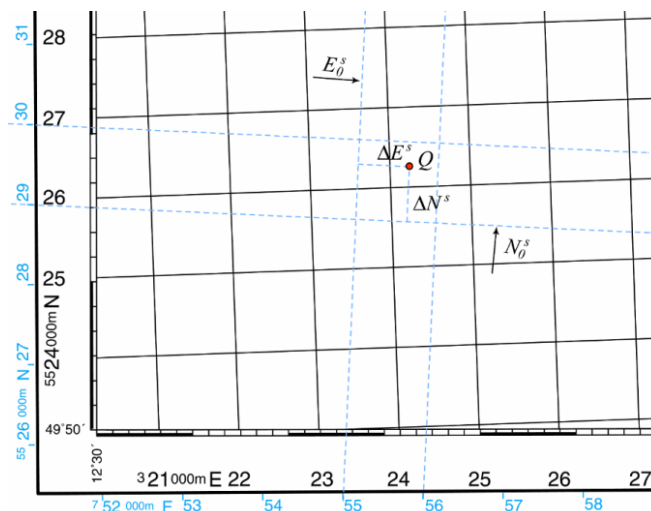


Obr. 4-5 Určení polohy bodu souřadnicovým měřítkem

K rychlé orientaci v mapě při udávání cílů, předávání zpráv apod. postačí někdy uvést polohu bodu v mapě pouze přibližně údajem *čtverce kilometrové sítě*. Pro popisovaný příklad je:

$$E_0 = 23 \text{ km}, N_0 = 25 \text{ km}, \text{ někdy též čtverec } (2325).$$

Jsou to vlastně zkrácené souřadnice jihozápadního rohu čtverce kilometrové sítě, ve kterém se nachází hledaný bod. Souřadnice se udávají v bojových rozkazech a nařízeních jako čtveřice číselných údajů - nejdříve se uvádí E_0 potom N_0 („...*nepřátelský kulomet na kótě 320,1 (2325)...*“).



Obr. 4-6 Určení souřadnic bodu sousedního souřadnicového pásu

Někdy je potřebné znát *rovinné pravoúhlé souřadnice* E_s, N_s *sousedního souřadnicového pásu* bodu vyznačeného na mapě. Pak je nutné nejdříve nakreslit na mapu kilometrové čáry o rovnicích $E^s = E_0^s; N^s = N_0^s$. Tyto čáry vzniknou spojením odpovídajících rysek čar *překrytové kilometrové sítě* vyznačených na vnějším rámu mapy. Na následujícím obrázku (Obr. 4-6) je schematicky znázorněn jihozápadní roh mapy měřítka 1 : 50 000 a způsob určení souřadnic daného bodu Q . Další postup měření je stejný jako v předešlém případě.

4.2 Přesnost metod určování souřadnic

Přesnost určení polohy bodu v zeměpisných souřadnicích je závislá především na měřítku použité mapy. S vyšší přesností je možno zeměpisné souřadnice určit jen na topografických mapách větších měřítek, u kterých se ještě výrazněji neprojeví chyby v poloze zobrazených objektů a nepřesnosti při odečítání souřadnic v rámu mapy. U topografických map menších měřítek je třeba navíc již uvažovat i znatelné zakřivení obrazu zeměpisných rovnoběžek. Při pečlivé práci je možno na topografické mapě 1 : 25 000 určit zeměpisné souřadnice se střední chybou u geodetických bodů $\pm 1''$, u ostatních bodů asi $\pm 2''$. Na ostatních topografických mapách menších měřítek se tyto chyby zvětšují úměrně s měřítkem.

Přesnost určení polohy bodů v rovinných pravoúhlých souřadnicích závisí na přesnosti zákresu čar kilometrové sítě v mapě, na přesnosti zobrazení určovaného bodu v mapě a na přesnosti vlastního měření úseček $\Delta E, \Delta N$.

Čáry kilometrové sítě jsou v mapě zakresleny velmi přesně a lze je při běžných měřeních souřadnic považovat za bezchybné. Při vykreslování čar sítě *sousedního souřadnicového pásu* podle rysek vynesných na vnějším rámu mapy je třeba počítat se střední chybou zákresu čar asi $\pm 0,2$ mm. Přesnost zobrazení jednotlivých druhů předmětů terénu v mapě je uvedena v odstavci 2.1.4.d ; přesnost vlastního měření přímých vzdáleností je uvedena v odstavci 4.5 .

Měřené přímé vzdálenosti $\Delta E, \Delta N$ dosahují v měřítku mapy nejvýše několika centimetrů. Proto se při jejich měření výrazněji neuplatní ani změna rozměru podložky mapy, ani nesprávnost použitého měřítka. Při měření souřadnic podrobných bodů terénu na mapě se více uplatňuje chyba v zákresu určovaných bodů v mapě. Do celkové chyby určení souřadnic musí být zahrnuta. Orientační představu o celkové přesnosti měření rovinných pravoúhlých souřadnic dává následující tabulka (Tabulka 4-1).

Tabulka 4-1 Pravděpodobná střední chyba měřených pravoúhlých souřadnic

Měřítko mapy	Vzdálenost čar kilometrové sítě		Pravděpodobná chyba měřených souřadnic	
	V terénu	Na mapě	Vlastní měření	Celkový výsledek
1 : 25 000	1 km	4 cm	5 - 10 m	13 - 16 m
1 : 50 000	1 km	2 cm	10 - 20 m	28 - 33 m
1 : 100 000	2 km	2 cm	20 - 40 m	51 - 62 m

Uvedená tabulka se dá interpretovat i jako podklad pro rozhodnutí, jaká mapa se má použít pro určení polohy bodu se zadanou přesností. Z tabulky vyplývá, že nemá-li střední chyba souřadnic přesáhnout:

- 16 m, musí být použita mapa měřítka 1 : 25 000 nebo většího;
- 33 m, musí být použita mapa měřítka 1 : 50 000 nebo většího;
- 62 m, musí být použita mapa měřítka 1 : 100 000 nebo většího.

4.3 Měření vzdáleností a ploch

Konstrukce topografických map dovoluje velmi snadné a rychlé určování jak přímých vzdáleností, tak i vzdáleností po dané ose. K přesnému měření těchto údajů je však nutné důsledně dodržovat stanovený postup. Výsledky měření vzdáleností nepříznivě ovlivňuje zejména změna skutečného měřítka mapy způsobená změnou rozměru podložky, na které je mapa vytištěna. Dále je ovlivňují systematické chyby použitého délkového měřítka a v neposlední řadě i zkušenosti a praxe uživatelů.

4.3.1 Číselná a grafická měřítka map

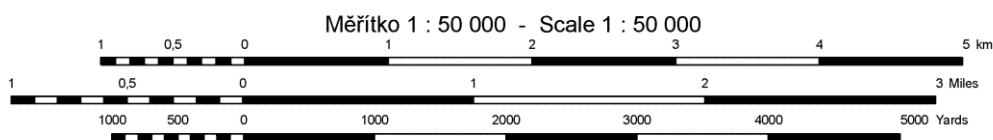
Měřítka mapy vyjadřuje vztah mezi délkami na mapě a odpovídajícími vodorovnými vzdálenostmi ve skutečnosti a udává se nejčastěji formou podílu ve tvaru:

$$m = \frac{1}{M} = \frac{d}{D} \quad (4-4)$$

kde značí:

- $m...$ měřítko mapy,
- $M...$ měřítkové číslo mapy,
- $d...$ vzdálenost měřenou nebo určenou na mapě
- $D...$ tutéž vzdálenost měřenou v terénu

Měřítka mapy slouží k převodu vzdáleností měřených na mapě na jejich skutečné délky v přírodě a naopak, k převodu délek měřených v terénu na odpovídající délky v mapě. *Měřítka na topografických mapách* je uvedeno v *číselné* i *grafické* formě a je umístěno na spodním okraji mapy. Například u mapy měřítka 1 : 50 000 má úpravu podle následujícího obrázku (Obr. 4-7)



Obr. 4-7 Číselné a grafické měřítko

Z hlediska přesnosti a rychlosti měření na mapách má číselná i grafická forma měřítka mapy poněkud rozdílné vlastnosti. *Číselné měřítko* ve tvaru 1 : M umožňuje snadný výpočet skutečných vzdáleností D v terénu z odpovídajících délek d změřených nebo určených na mapě a naopak. Je-li známo *měřítkové číslo mapy* M , pak lze počítat vzdálenosti D a d pomocí vztahů:

$$D = Md$$
$$d = \frac{D}{M} \quad (4-5)$$

Měřítkové číslo mapy M je u zavedených topografických map zaokrouhlenou hodnotou 25 000, 50 000, 100 000. Proto je výpočet velmi jednoduchý a rychlý.

Nevýhodou číselného měřítka je, že:

- *nevyjadřuje změnu měřítka mapy vyvolanou změnou rozměru papíru* nebo jiné podložky, na které je mapa vytištěna. Tato změna měřítka je závislá na změně vlhkosti a teploty vzduchu. Přibližně platí, že při změně relativní vlhkosti vzduchu o 10 % se změní rozměr papíru asi o 0,1 %. V obvyklých pracovních podmínkách je proto možné očekávat chybu v měřítku mapy

vyvolanou těmito vlivy v hodnotě asi 0,15 %. Přitom tato hodnota je často proměnlivá v závislosti na směru měřené úsečky na mapě;

- *chyby měření délky d* na mapě způsobené nesprávností délkového pravítka se přenášejí do výsledku. Běžná školní pravítka s milimetrovým dělením mohou mít chybu asi $\pm 0,25\%$. Při přesnějších měřeních délek na mapě musíme tuto chybu početně vyloučit nebo používat přesnější pomůcky.

V praxi se vyskytuje též úloha *určit přibližné měřítkové číslo cizí (kořistní) mapy*. Pokud lze v terénu identifikovat dva body, které jsou zobrazeny také na mapě, změří se obě vzdálenosti (v terénu i na mapě) a vypočte se přibližné měřítkové číslo mapy podle vztahu:

$$M = D \text{ (cm)} : d \text{ (cm)}.$$

Je-li na kořistní mapě kilometrová síť, změří se na mapě délka jednoho kilometru a měřítkové číslo se vypočte podle vztahu:

$$M = 100\,000 : d \text{ (cm)}.$$

Není-li na mapě kilometrová síť, je možné pro výpočet měřítkového čísla využít *délky jedné minuty zeměpisné šířky* ($1'z.š. = 1850 \text{ m}$). Délku jedné minuty zeměpisné šířky změříme na mapě a vypočteme přibližné měřítkové číslo

$$M = 185\,000 : d \text{ (cm)}.$$

Grafické měřítko umožňuje určení skutečných vzdáleností D v terénu z odpovídajících délek d změřených na mapě a naopak, pomocí jednoduchých pomůcek přímo na mapě.

Grafické měřítko má své *výhody*, mezi které lze zařadit:

- *vyjadřuje správné měřítko mapy i při změnách podložky*, na které je mapa vytištěna. Proto změny teploty a vlhkosti vzduchu nemají při použití grafického měřítka vliv na přesnost měření délky;
- *umožňuje přesné a rychlé měření vzdáleností* odpichovátkem, milimetrovým měřítkem, velitelskou šablonou, případně pomocí proužku papíru.

4.3.2 Měření přímých vzdáleností

Měření přímých vzdáleností na mapách nahrazuje měření vzdáleností v terénu nebo jejich odhad, zejména při určování vzdáleností k orientačním bodům, zjištěným cílům nebo při topografické přípravě podle mapy.

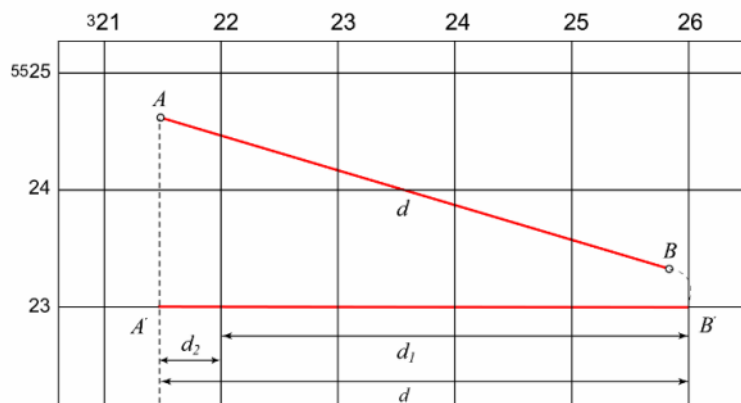
Vzdálenosti na topografických mapách se určují těmito *metodami*:

- milimetrovým měřítkem s použitím číselného měřítka;
- pomocí grafického měřítka;
- pravítkem se stupnicí grafického měřítka;
- výpočtem ze rovinných pravoúhlých souřadnic koncových bodů.

Pomocí měřítka mapy se určí skutečná vodorovná vzdálenost D , která je podle potřeby převáděna na šikmou vzdálenost D_s výpočtem, pomocí tabulek nebo odhadem.

Jednotlivé metody určení vzdálenosti vysvětlují následující postupy:

Cílem je určit délku přímé spojnice D_s bodů A , B v terénu, zobrazených na mapě 1 : 50 000 (Obr. 4-8):



Obr. 4-8 Určení přímé vzdálenosti na mapě

Postup s použitím číselného měřítka mapy:

- Měřením na mapě pomocí délkového pravítka s milimetrovým dělením je změřena délka $d = 90,8 \text{ mm}$
- Převod délky d z měřítka mapy do skutečného rozměru v přírodě je dán vztahem (4-5). Potom je délka:
 $D = 50\,000 \cdot 90,8 \text{ mm} = 4\,540\,000 \text{ mm} = 4\,540 \text{ m}$
- Převod vodorovné vzdálenosti D na šikmou spojnici D_s bodů A, B v terénu pomocí vztahů (4-6):

$$D_s = \frac{D}{\cos \omega}$$

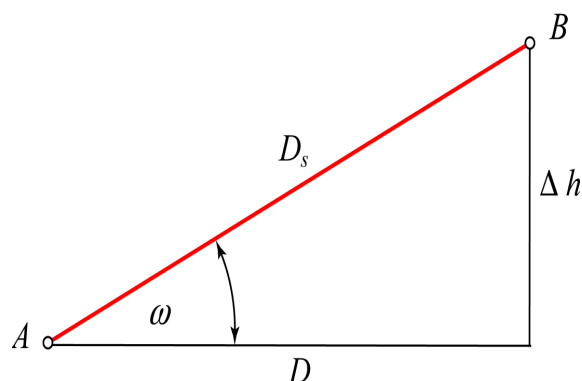
nebo

(4-6)

$$D_s = D + \frac{(\Delta h)^2}{2D}$$

Význam symbolů je vyznačen na obrázku (Obr. 4-9). Hodnota Δh značí převýšení koncových bodů A, B , úhel ω označuje sklon přímé spojnice. Šikmá spojnice D_s potom bude:

$$D_s = 4\,540 + \frac{281^2}{9\,080} = 4\,549 \text{ (m)}$$



Obr. 4-9 Převedení vodorovné vzdálenosti na šikmou

Vypočtená oprava je poměrně malá a lze ji zpravidla zanedbat. Vzhledem k přesnosti měření délky d na mapě, která je asi $\pm 0,2 \text{ mm}$, což odpovídá hodnotě $\pm 10 \text{ m}$ ve skutečnosti, je možné pro běžná měření délek na mapách měřítka $1 : 25\,000$ a menších psát:

$$D_s = D$$

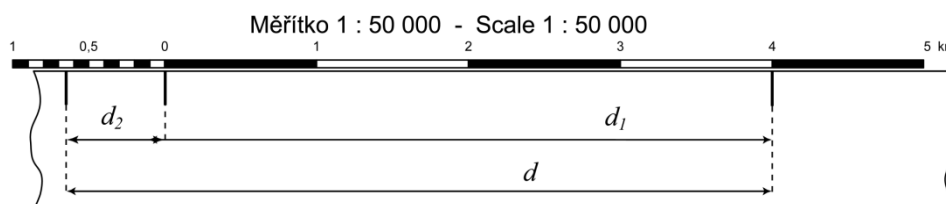
Toto zjednodušení znamená, že je vypuštěn pracovní úkon uvedený v bodě c). Je to oprávněné také z toho důvodu, že při použití číselného měřítka mapy zůstávají ve výsledku měření délky chyby z nesprávného milimetrového dělení pravítka i změny rozměru mapy, viz odstavec 4.3.1. Tyto chyby zpravidla převyšují opravu uvedenou v bodě c).

Postup určení vzdálenosti *s použitím grafického měřítka* mapy probíhá podle následujících bodů:

- vyznačení úsečky *d* zobrazené v mapě (Obr. 4-8), tužkou na proužek přiloženého papíru nebo nastavením rozevření odpichovátka zabodnutého v koncových bodech *A*, *B* této úsečky.
- převod délky *d* úsečky na skutečný rozměr v přírodě jejím porovnáním s grafickým měřítkem mapy.

Přesáhne-li délka úsečky délku grafického měřítka mapy, rozdělí se na dvě části pomocí čar kilometrové sítě (Obr. 4-8). Úsek *d*₁ obsahuje celý počet dílků kilometrové sítě a v tomto případě mu odpovídá skutečná délka v terénu *D*₁ = 4000 m.

Úsek *d*₂ pak značí zbytek měřené úsečky. Jeho skutečnou hodnotu v terénu je možné určit pomocí jemného dělení stupnice grafického měřítka mapy (Obr. 4-10).



Obr. 4-10 Určení vzdálenosti pomocí grafického měřítka

Porovnáním úseku *d*₂ s grafickým měřítkem mapy se zjistí, že *D*₂ = 525 m.

Výsledná délka je dána součtem obou úseků

$$D = D_1 + D_2 = 4000 \text{ m} + 525 \text{ m} = 4525 \text{ m}$$

Podle potřeby se tento výsledek převádí na šikmou spojnicí bodu *A*, *B* v terénu. Postup by byl stejný jako při použití číselného měřítka.

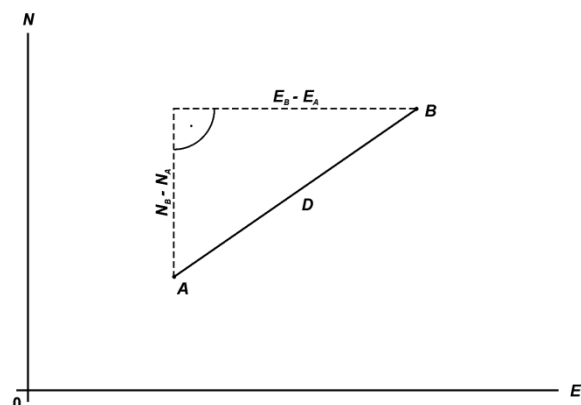
Pro měření vzdáleností se s výhodou používá i *pravítko opatřené stupnicí grafického měřítka* mapy. Vhodnou pomůckou je prizmatické pravítko, obvykle trojúhelníkového profilu, s dělením stupnic pro různá měřítka mapy. Další vhodnou pomůckou mohou být ty velitelské šablony, na kterých jsou vyryta grafická měřítka pro nejobvyklejší měřítka topografických map.

Postup je velmi jednoduchý. Přiložením počátku grafické stupnice odpovídající měřítku použité mapy (v tomto případě 1 : 50 000) k bodu *A* úsečky *d* je hodnota u bodu *B* přímo skutečnou vzdáleností *D* v přírodě.

Při tomto postupu se řeší pracovní úkony a) a b) najednou. Proto je to nejrychlejší způsob měření přímých vzdáleností pomocí mapy. Přesnost výsledku bude ovlivněna chybami vlastního měření, chybami dělení pravítka a změnou rozměru podložky mapy. Narůstání chyb měřeného výsledku má tedy podobný charakter jako při použití číselného měřítka mapy.

Pokud jsou známé rovinné pravoúhlé souřadnice koncových bodů, lze jejich přímou vzdálenost vypočítat podle vztahu (Obr. 4-11):

$$D = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2} \quad (4-7)$$

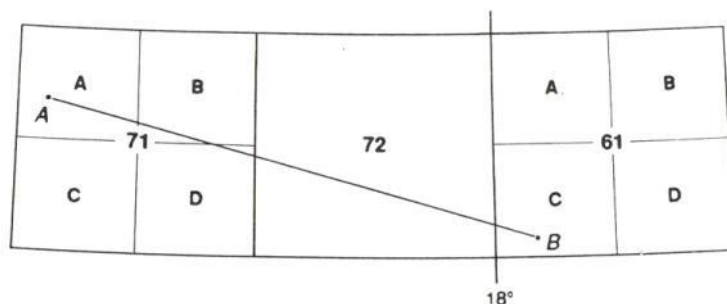


Obr. 4-11 Určení vzdáleností bodů výpočtem ze souřadnic

Příklad: Na mapě 1 : 50 000 M-33-80-C byly u bodu A odečteny souřadnice $E_A = 539\,810$ m a $N_A = 5\,509\,150$ m. Na mapě M-33-91-D byly u bodu B odečteny souřadnice $E_B = 531\,820$ m a $N_B = 5\,471\,770$ m. Jejich vzdálenost D bude podle (4-7)

$$D = \sqrt{(531\,820 - 539\,810)^2 + (5\,471\,770 - 5\,509\,150)^2} = 38\,224 \text{ m}$$

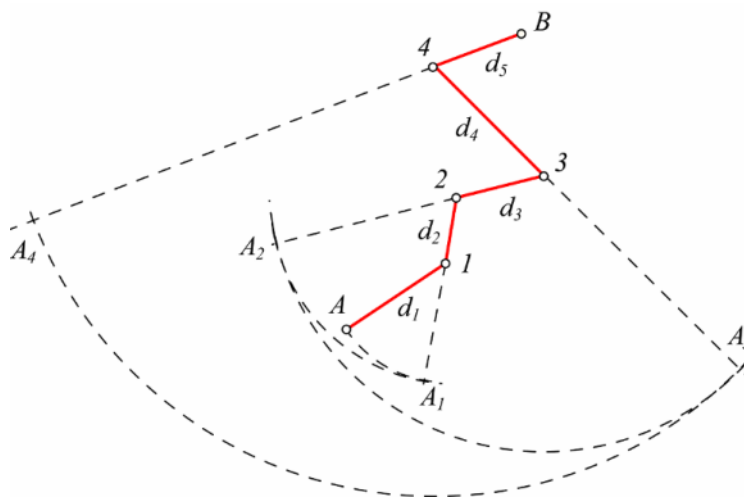
Použití rovinných pravoúhlých souřadnic pro výpočet přímé vzdálenosti je vhodné, pokud koncové body leží v různých mapových listech. Jestliže však koncové body leží v různých poledníkových pásech, je nutné zabezpečit, aby souřadnice obou bodů byly odečteny v jednom poledníkovém páse. K tomu je třeba využít překrytové sítě (Obr. 4-12).



Obr. 4-12 Výpočet vzdálenosti dvou bodů ležících v různých poledníkových pásech

Velmi častou úlohou na mapě je *měření vzdáleností podél lomených čar* (komunikací, vodních toků apod.). Na obrázku (Obr. 4-13) je celková vzdálenost bodů A , B rozdělena na dílčí přímé úseky, jejichž měřené délky jsou d , d_1 , ..., d_5 . Celková délka d zalomené čáry v měřítku mapy je pak dána jejich součtem. Tuto délku lze převést do skutečného rozměru v přírodě pomocí grafického nebo číselného měřítka mapy, jak bylo popsáno v předešlých odstavcích.

Dílčí úseky d , d_1 , ..., d_5 je možné sečíst též graficky pomocí kružidla. Postup je naznačen též na následujícím obrázku (Obr. 4-13).



Obr. 4-13 Měření vzdáleností podél lomených čar

Grafické sčítání přímých úseků:

- z bodu 1 je opsán oblouk AA_1 ;
- z bodu 2 je opsán oblouk A_1A_2 ;
- z bodu 3 je opsán oblouk A_2A_3 ;
- z bodu 4 je opsán oblouk A_3A_4 .

Úsečka A_4B je celkovou délkou měřené lomené čáry v měřítku mapy. Její skutečná délka v přírodě se určuje stejným způsobem jako v předešlém případě.

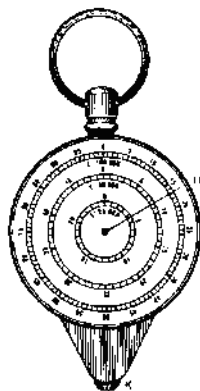
4.3.3 Měření křivých vzdáleností

Potřeba *změřit křivou vzdálenost* souvisí s řešením mnoha úkolů vojenské praxe. Nejčastěji se vyskytuje *při plánování přesunů*, kdy je nutné pro časovou kalkulaci nejdříve stanovit délku pochodové osy. Z technického hlediska jde vesměs o měření vzdáleností mezi dvěma body po dané ose.

Postup měření křivých vzdáleností je analogický postupu měření vzdáleností přímých. Prvním krokem je určení délky příslušné křivé čáry v mapě, druhým pak převod na skutečný rozměr v terénu. K *měření* se používá některý z těchto *způsobů*:

- přímé měření délky křivkoměrem;
- stochastická metoda;
- měření pomocí odpichovátka;
- odhad délky z přímé spojnice koncových bodů.

Přímé měření délky křivkoměrem. Pro měření se používá speciální pomůcka - *křivkoměr*, který je schematicky znázorněn na obrázku (Obr. 4-14). Při měření se objíždí čára zobrazená v mapě. Celkovou délku projetou kolečkem křivkoměru K ukazuje ukazatel U na kruhové stupnici. Tyto stupnice jsou obvykle vyhotoveny v měřítkách nejčastěji používaných map, takže čtená hodnota je přímo skutečnou délkou v přírodě.



Obr. 4-14 Křivkoměr

Stochastická metoda měření délky křivé čáry spočívá v určení počtu průsečíků měřené čáry s čarami čtvercové souřadnicové sítě (viz Obr. 4-15). Celková délka D měřené trasy je pak dána vztahem:

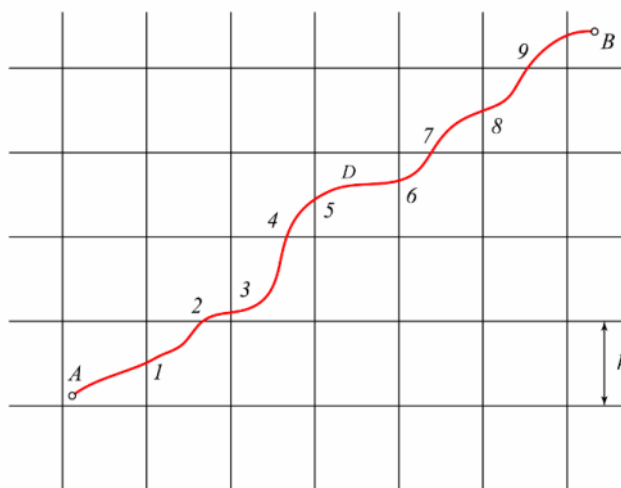
$$D = 0,7935nk \cong 0,8nk \quad (4-8)$$

kde značí:

- n ... počet průsečíků měřené čáry s čarami souřadnicové sítě,
- k ... vzdálenost mezi čarami čtvercové souřadnicové sítě.

Příklad: Bude-li spojnice bodů A, B (Obr. 4-15) představovat křivou čáru na mapě 1 : 50 000, kde $k = 1$ km, bude $D = 0,8 \cdot 9 = 7,2$ km.

Metoda je vhodná zejména k měření delších křivých vzdáleností v rozsahu větším než jeden mapový list. Její výhodou je zejména to, že měření je možné provést poměrně přesně bez jakýchkoliv pomůcek.



Obr. 4-15 Stochastická metoda měření délky křivé čáry

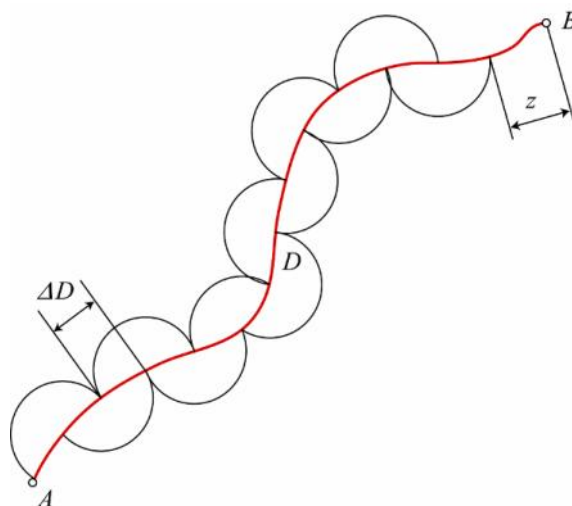
Měření délky pomocí odpichovátka je znázorněno na obrázku (viz Obr. 4-16). Délka křivé čáry je určována nepřímo z délky lomené čáry složené z úseků o konstantní délce ΔD . Tyto úseky jsou tětivami k původní měřené čáře a jsou dány rozevřením odpichovátka. Čím jsou úseky ΔD kratší, tím lze dosáhnout přesnější výsledky, ovšem při správném stanovení jejich délky. Délka ΔD rozevření odpichovátka se určí z pomocné přímky délky D' na čarách souřadnicové sítě. Přitom se postupuje takto:

- na zvolené čáře souřadnicové sítě mapy se určí délka D' pomocné úsečky tvořená celým zaokrouhleným počtem n dílků ΔD (kroků odpichovátka). Jeden krok odpichovátka má potom délku

$$D = \frac{D'}{n} \quad (4-9)$$

Číslo n se volí buď 10, 20, 50 nebo 100. Při známé délce rozevření odpichovátka je pak délka libovolné křivé vzdálenosti násobkem počtu úseků a jejich délky D .

- délka zbytku změřené křivé čáry z se doměří pomocí grafického měřítka mapy.



Obr. 4-16 Měření délky pomocí odpichovátka

Odhad délky z přímé spojnice koncových bodů. Vzdálenost se dá poměrně spolehlivě získat násobením délky přímé spojnice koncových bodů křivé čáry vhodnou konstantou. Délku D_0 přímé spojnice bodů A, B (viz Obr. 4-17) se určí některým z popsaných způsobů. Odhad délky D se pak počítá ze vztahu:

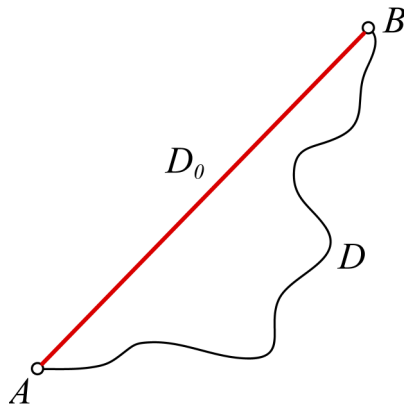
$$D = CD_0 \quad (4-10)$$

kde C značí koeficient, který je statisticky závislý na charakteristikách území, jako je hustota sledovaného čárového prvku, charakteristika reliéfu apod.

Pro silniční síť v ČR přibližně platí

$$C = 1,25$$

Porovnáním našich známých oblastí s charakteristikami jiných území můžeme tento postup aplikovat i jinde. Čím je silniční síť hustější a rovnoměrnější, tím je koeficient C menší. Pravděpodobná střední chyba odhadu zakřivené délky v tomto případě je ± 5 až 10% celkové délky.



Obr. 4-17 Odhad délky z přímé spojnice koncových bodů

4.4 Měření ploch

Měření ploch na topografických mapách se ve vojenské praxi nevyskytuje příliš často, a proto budou uvedeny jen nejjednodušší metody:

- nejrychleji se výsledek obdrží sečtením čtverců kilometrové sítě, které danou plochu pokrývají, k nimž se připojí odhadnutá část neúplných čtverců na okrajích ploch. Pro přesnější měření plochy neúplných čtverců je nutno vyhotovit na průsvitnou fólii čtvercovou mřížku o menších vzdálenostech čar;
- má-li plocha jednoduchý geometrický tvar (čtverec, obdélník, kruh), lze ji určit změřením nezbytných údajů a výpočtem podle příslušných vzorců.

4.5 Přesnost metod měření vzdáleností a ploch

Pokud se získávají informace o terénu z měření na mapách, je vždy nutné vědět, s jakou přesností jsou tato měření uskutečněna a tedy, jak spolehlivé jsou zjištěné výsledné informace. Spolehlivost zjištěných informací by měla být vždy součástí dalších rozhodování.

4.5.1 Přesnost měření přímých vzdáleností

Odvozují-li se z výsledků měření přímých vzdáleností na mapě jejich skutečné hodnoty v přírodě, bude přesnost výsledku ovlivněna jak *přesností obrazu mapy*, tak i *přesností vlastního měření*. Přesnost obrazu topografických map vydávaných v AČR je velmi dobrá a z hlediska uživatele mapy závisí především na měřítku mapy a druhu zobrazených prvků.

Pravděpodobné střední chyby v zobrazení jednotlivých druhů prvků na mapě jsou uvedeny v odstavci 2.1.4.d. Při výpočtu pravděpodobné střední chyby délky odvozené z měření na mapě se tyto hodnoty kvadraticky sčítají s pravděpodobnými chybami vlastního měření podle vztahu

$$m_D = \sqrt{m'_D{}^2 + m'_K{}^2} \quad (4-11)$$

kde značí

- m'_D střední chybu měřené vzdálenosti
- m'_K střední chybu v zobrazení bodů na mapě.

Střední chyba vlastního měření vzdálenosti bude jiná při použití číselného měřítka a grafického měřítka. Při použití číselného měřítka musí tato střední chyba obsahovat složku chyby způsobenou změnou rozměru papíru a složku chyby vyplývající z dělení pravítka. Střední chyby vlastního měření vzdáleností m'_D pro oba případy měření vzdáleností jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 4-2) a vyjádřeny v grafu na obrázku (viz Obr. 4-18).

Tabulka 4-2 Střední chyby měřené vzdálenosti na mapě

Měřítka	m'_D (pro číselné měřítka) v metrech							m'_D metrech (pro grafické měřítka)
	1 km	2 km	5 km	10 km	20 km	40 km	60 km	
1 : 25 000	5,8	7,8	15,7	30,0				5,0
1 : 50 000	10,4	11,6	17,9	31,3	60,2			10,0
1 : 100 000	20,2	20,9	24,9	35,8	62,6	120,0		20,0

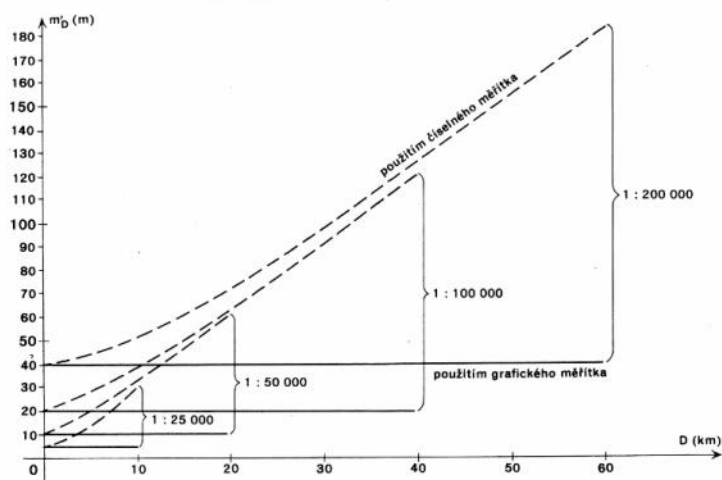
Příklad:

Na mapě 1 : 50000 byla změřena délka D mezi dvěma trigonometrickými body (viz příklad odstavci 4.3.2). Při použití číselného měřítka mapy byla určena délka $D = 4540$ m, při použití grafického měřítka byla určena délka $D = 4525$ m. Jaká je pravděpodobná střední chyba v jednotlivých případech?

Postup určení *pravděpodobné střední chyby* skutečné délky D :

a) Střední chybu vlastního měření při použití číselného měřítka lze interpolovat v tabulce (Tabulka 4-2) nebo odečíst z grafu na obrázku (Obr. 4-18):

$$m'_D = 17 \text{ m}$$



Obr. 4-18 Graf pro určení střední chyby vlastního měření vzdálenosti

b) Střední chybu měření při použití grafického měřítka je opět možné najít v tabulce (Tabulka 4-2) nebo odečíst z grafu na obrázku (Obr. 4-18):

$$m'_D = 10 \text{ (m)}$$

Střední chyba v zobrazení geodetických bodů v mapě 1 : 50 000 je

$$m'_D = 10 \text{ (m)}$$

Sečtením střední chyby v zobrazení koncových bodů měřené úsečky s chybou vlastního měření přímé vzdálenosti bude:

v případě a)

$$m_D = \sqrt{17^2 + 6^2} = 18 \text{ (m)}$$

v případě b)

$$m_D = \sqrt{10^2 + 6^2} \cong 12 \text{ (m)}$$

Přesnost měření křivých vzdáleností na mapě je rovněž závislá jak na přesnosti obrazu těchto čar v mapě, tak na přesnosti vlastního měření. Přesnost vlastního měření je ovlivněna použitou metodou, přesností měřických pomůcek a pečlivostí práce. V tabulce (Tabulka 4-3) jsou uvedeny orientační hodnoty pravděpodobných středních chyb vlastního měření křivých vzdáleností metodami popsanými odstavci 4.3.3 .

Tabulka 4-3 Orientační hodnoty pravděpodobných středních chyb měření křivých vzdáleností

Metoda měření	Pravděpodobná chyba měření	Poznámka
Přímé měření křivkoměrem	1 až 2 %	
Stochastická metoda	1 až 3 %	Vhodná pro větší vzdálenosti s počtem průsečíků $n > 30$
Pomocí odpichovátka a grafického měřítka mapy	0,3 až 1 %	Délku rozevření odpichovátka musíme určit podle vztahu (4-9)
Odhad podle přímé vzdálenosti koncových bodů	5 až 10 %	

Při výpočtu pravděpodobné střední chyby délky odvozené z měření na mapě se tyto hodnoty sčítají s pravděpodobnými chybami v zobrazení liniových prvků v mapě (viz Tabulka 4-4).

Tabulka 4-4 Pravděpodobné chyby v zobrazení liniových prvků v mapě

Měřítko mapy	Z celkové délky se zobrazí v procentech			
	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000	1 : 200 000
Železnice	100	99	98	96
Silnice	100	98,5	96	95
Vodní toky	100	98	95	92

Charakteristickou zvláštností chyb v zobrazení křivých liniových prvků je, že mají do značné míry systematický charakter a proto mohou být do určité míry z měření vyloučeny.

Příklad: Měřením pomocí křivkoměru na mapě 1 : 100 000 byla určena délka silnice $D = 126$ km. Jaká je pravděpodobná střední chyba tohoto výsledku? Pravděpodobná chyba vlastního měření je podle tabulky (viz Tabulka 4-4):

$$m'_D = 1,5 \% \text{ měřené délky, což je } m'_D = 1,9 \text{ km.}$$

Při zobrazování silnic na mapách měřítka 1 : 100 000 však dochází v důsledku grafického zjednodušení tvarů k jejich systematickému zkracování asi o 3,5%. Zanedbáním tohoto vlivu je nutné předpokládat chybu ve výsledku, která je dána součtem obou vlivů. Přibližně platí:

$$m_D = \sqrt{1,5^2 + 3,5^2} = 3,8\% \text{ , což v tomto případě znamená } m_D = 4,8 \text{ km.}$$

Přičtením pravděpodobné hodnoty zkreslení délky silnice v mapě k naměřené hodnotě lze přesnost výsledku zlepšit.

Přesnost určení ploch na topografických mapách je značně závislá na způsobu měření a přesnosti zákresu měřené plochy. Nemá-li plocha jednoduchý geometrický tvar, je možno očekávat ve výsledku střední chybu v hodnotě asi $\pm 2\%$ naměřené plochy.

Při určování ploch je třeba věnovat pozornost správnému převedení naměřených údajů na odpovídající rozměry v terénu. Pro vzájemné vztahy mezi plochou p na mapě, měřítkovým číslem M a skutečnou plochou P platí

$$P = pM^2, \quad p = \frac{P}{M^2} \quad (4-12)$$

Příklad: Na mapě 1 : 200 000 byla naměřena plocha $p = 95 \text{ cm}^2$. Skutečná plocha v terénu bude $P = 95 \text{ cm}^2 \cdot 200000^2 = 3,8 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 = 380 \text{ km}^2$

4.6 Měření úhlů

Měření úhlů na topografických mapách se ve vojenské praxi nejčastěji uplatňuje při určování polohy orientačních bodů, při určování polohy cílů, při topografické přípravě palby a přípravě podkladů pro pochod terénem podle azimutu. V praxi velitelů má význam jak měření *obecných vodorovných úhlů*, tak zejména *měření orientovaných úhlů*.

Úhly se na topografických mapách měří při topografické přípravě podkladů pro pohyb terénem s využitím buzoly a při řešení mnohých dalších úloh.

Hodnoty úhlů se vyjadřují v *šedesátinné stupňové míře* (plný kruh = 360° , $1^\circ = 60'$, $1' = 60''$) nebo v *míře dílcové* (plný kruh = 6000dc) nebo v tzv. *mils*, což jsou jednotky používané ve většině armád NATO (plný kruh = 6400 mils), kdy úhel 1 mil představuje na vzdálenost 1000 m asi 1 metr. Převod mezi úhlovými jednotkami lze zabezpečit výpočtem nebo použít následující tabulku (Tabulka 4-5).

Tabulka 4-5 Převodní hodnoty mezi stupňovou a dílcovými mírami

Stupňová míra	Dílcová míra	Mils
360°	60-00 dc	64-00 mils
90°	15-00 dc	16-00 mils
1°	0-17 dc	0-18 mils
$3,6'$	0-01 dc	0-01 mil (1,067 mil)
$3,4'$	0-01 dc (0,937 dc)	0-01 mil

Poznámka: Vzhledem k tomu, že v současnosti je Armáda České republiky vybavena přístroji a pomůckami pracujícími s dílcovou mírou (360° je 6000 dc), bude v dalším textu používána pouze tato jednotka. Pro převod na mils je nutná malá úprava všech použitých vztahů. V řadě případů jsou obě jednotky zaměnitelné, zejména při použití k různým topografickým úlohám (viz odstavec 5.1).

V dílcové míře odpadají obtížné převody mezi stupni, minutami a vteřinami. Při zapisování dílcových hodnot se vždy oddělují spojovníkem tisíce a stovky od desítek a jednotek dílců, např. 0-02 (2 dc), 1-28 (128 dc), 34-17 (3417 dc) atd. mezi stupňovou a dílcovou mírou platí jednoduché vztahy

$$1dc = \frac{360^\circ}{6000dc} = 0,06^\circ = 3'36'' \quad (4-13)$$

$$1^\circ = \frac{6000dc}{360^\circ} \cong 17dc(0-17)$$

Pro vzájemné převody úhlů ω vyjádřených stupňovou a dílcovou úhlovou mírou lze tedy využít vzorců (4-13)

$$\omega (dc) = \frac{\omega (^{\circ})}{0,06^{\circ}} \quad (4-14)$$

$$\omega (^{\circ}) = 0,06^{\circ} \omega (dc)$$

nebo použít tabulku (Tabulka 4-5)

Příklad: Hodnotě $\omega = 3^{\circ}$ odpovídá úhel:

$$\omega = \frac{3^{\circ}}{0,06^{\circ}} = 50 (dc) \quad (0-50)$$

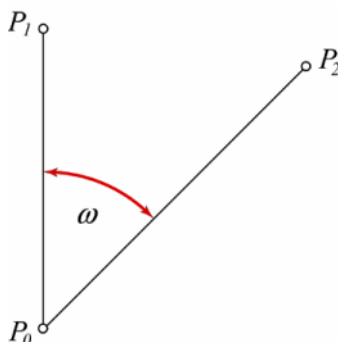
4.6.1 Měření orientovaných úhlů, zeměpisný a magnetický azimut, směrník

Vojenské topografické mapy jsou k řešení uvedených úloh přizpůsobeny jak volbou kartografického (konformního) zobrazení, tak i zákresem nejdůležitějších orientačních směrů. Z charakteru zobrazení UTM (viz odstavec 2.1.1.a) vyplývá, že na topografických mapách lze měřit obecné úhly i orientované úhly (v jednom listu mapy) prakticky bez zkreslení.

Při měření úhlů a řešení geometrických úloh na mapách pomocí úhlů zpravidla není třeba uvažovat měřítko ani změnu měřítko způsobenou změnou podložky, na které je mapa vytištěna.

4.6.2 Měření obecných úhlů na topografických mapách

Obecný úhel je definován dvěma paprsky (rameny) vycházejícími z jednoho bodu. Na topografické mapě se měří obecný úhel mezi dvěma směry (Obr. 4-19), které jsou tvořeny zpravidla vlastním stanovištěm a dvěma dalšími body (např. orientačním bodem a cílem).



Obr. 4-19 Úhel mezi dvěma směry

K měření úhlů se nejčastěji používají běžné úhломěry. Dělení úhломěrů bývá zpravidla po jednom stupni s číslováním pravotočivým i levotočivým. Jednoduchým úhломěrem je též opatřena i topografická a většina velitelských šablon. Pro speciální práce je možno použít i úhломěr s dílcovým dělením.

Při měření obecných úhlů na topografických mapách je postup následující:

- ztotožnění středu úhломěru s vrcholem měřeného úhlu (stanovištěm),
- otočení úhломěru tak, aby ryska spojující střed úhломěru a nulu stupnice procházela např. levým orientačním bodem,
- přiložení pravítka přes úhломěr tak, aby spojovalo střed úhломěru s druhým orientačním bodem,
- odečtení úhlu na dělené stupnici úhломěru.

Úhel se odečítá zpravidla na půl stupně. Pro přesnější určení úhlu (na $0,1^\circ$, tj. $6'$), je nutné si směry, mezi kterými se měří úhel, ostře na mapu narýsovat, úhloměr pečlivě nastavit a pečlivě odečítat.

4.6.3 Azimut, směrník, magnetický azimut

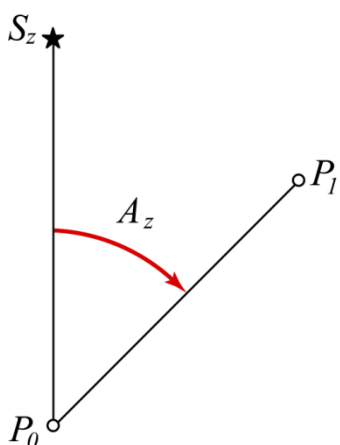
Orientovaný úhel je vodorovný úhel měřený od *základního orientačního směru* ve směru pohybu hodinových ručiček po daný směr. Dosahuje hodnot od 0° do 360° . V praxi se používají tyto orientované úhly:

- azimut zeměpisný A_z ,
- směrník σ ,
- magnetický azimut A_m .

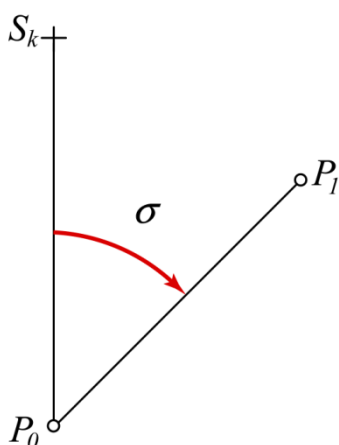
Těmto orientovaným úhlům odpovídají *základní orientační směry*:

- sever zeměpisný S_z ,
- sever kilometrových čar S_k ,
- sever magnetický S_m .

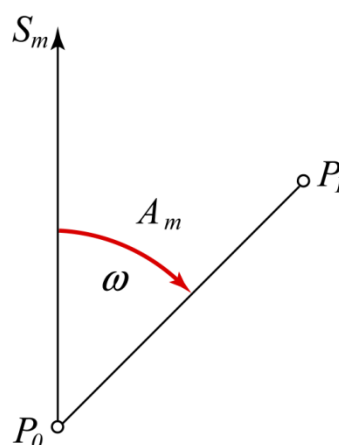
Zeměpisný azimut A_z je vodorovný úhel měřený od severu zeměpisného (S_z) po daný směr ve směru otáčení hodinových ručiček (Obr. 4-20). Může dosáhnout hodnot od 0° do 360° . Směr zeměpisného severu je na mapě vyjádřen obrazy poledníků. Je totožný se směrem východní a západní strany vnitřního rámu mapy. V přírodě je dán směrem osy rotace Země. Proto se z něho vychází při měření orientačních směrů na nebeská tělesa.



Obr. 4-20 Zeměpisný azimut



Obr. 4-21 Směrník



Obr. 4-22 Magnetický azimut

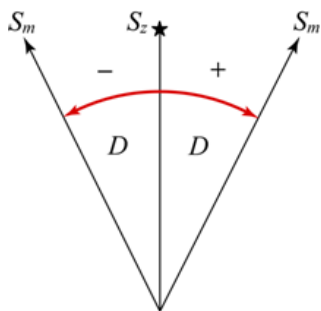
Směrník je vodorovný úhel měřený od severu kilometrových čar (S_k) po daný směr ve smyslu otáčení hodinových ručiček (Obr. 4-21). Může dosáhnout hodnot od 0° do 360° a označuje se řeckým písmenem σ . Sever kilometrových čar je na topografických mapách realizován svislými kilometrovými čarami. Směrníky se používají zejména při výpočtech v systému rovinných pravouhlých souřadnic a při měření orientovaných úhlů na mapě.

Magnetický azimut A_m je vodorovný úhel měřený od severu magnetického (S_m) po daný směr ve smyslu otáčení hodinových ručiček (Obr. 4-22). Může dosáhnout hodnot od 0° do 360° . S těmito úhly se pracuje při měření orientačních směrů busolou. Magnetický sever se mění s časem a místem. V mapě je vyjádřen pouze tzv. *magnetickou deklinací*, což je úhlová oprava zeměpisného severu.

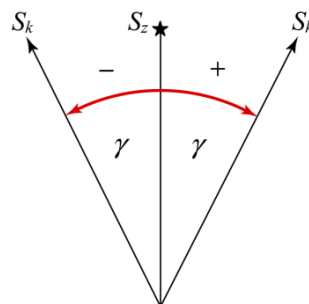
4.6.4 Vztahy mezi orientovanými úhly, meridiánová konvergence, magnetická deklinace, grivace

Při řešení některých konkrétních úloh se používají převody mezi azimuty, směrníky a magnetickými azimuty. Vztahy mezi azimuty a směrníkem vyplývají z netotožnosti základních orientačních směrů. Při znalosti úhlů mezi základními orientačními směry lze definovat vztahy mezi azimuty a směrníkem.

Magnetická deklinace je úhel, který svírá sever zeměpisný se severem magnetickým (Obr. 4-23). Magnetická deklinace se mění s místem a časem v závislosti na pohybu zemského magnetického pole a výskytu magnetických anomálií. Označuje se písmenem D .



Obr. 4-23 Magnetická deklinace



Obr. 4-24 Poledníková konvergence

Je-li sever magnetický odkloněn na východ od severu zeměpisného, je magnetická deklinace východní a má znaménko (+). Je-li sever magnetický odkloněn na západ, je magnetická deklinace západní se znaménkem (-).

Poledníková (meridiánová) konvergence je úhel, který svírá sever zeměpisný se severem kilometrových čar (Obr. 4-24). Označuje se písmenem γ . Podle toho, na kterou stranu je sever kilometrových čar odkloněn od severu zeměpisného, je poledníková konvergence východní (+) a západní (-). Poledníková konvergence se mění s místem.

Údaje pro stanovení magnetické deklinace a poledníkové konvergence jsou uvedeny v mimorámových údajích každé topografické mapy graficky i slovně.

Vztahy mezi azimuty a směrníkem vyplývají ze schématu (Obr. 4-25):

$$\begin{aligned} A_z &= A_m + \delta \\ A_z &= \sigma + \gamma \end{aligned} \quad (4-15)$$

V praxi se zpravidla měří na mapách azimut zeměpisný nebo směrník a převádí se na azimut magnetický. Vztahy pro azimut magnetický následující:

$$\begin{aligned} A_m &= A_z + \delta \\ A_z &= \sigma - (\delta - \gamma) \end{aligned} \quad (4-16)$$

kde $(\delta - \gamma)$ je *magnetická odchylka*, uváděná také v mimorámových údajích topografických map jako *grivace*.

Grivace se také mění s časem, proto je třeba její hodnotu aktualizovat dle následujícího vztahu:

$$\delta_2 = (T_2 - T_1)V + \delta_1 \quad (4-17)$$

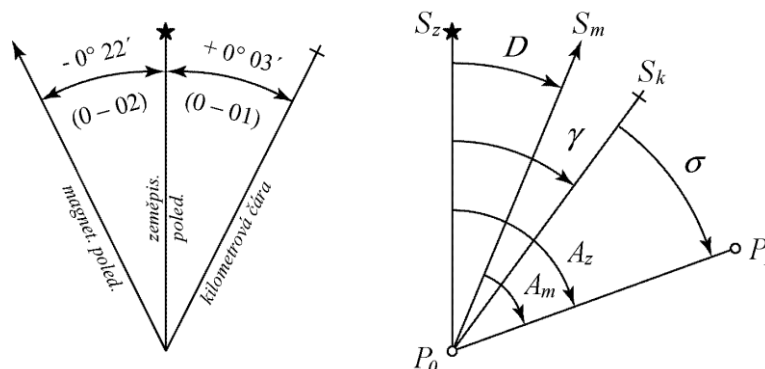
kde

- T_1 je epocha vydání mapy

- T_2 je epocha aktualizace grivace
- δ_1 je grivace pro epochu T_1
- V je roční změna grivace
- δ_2 je aktualizovaná grivace

Například pro epochu 2006,0 je u mapy vydané v polovině roku 2004,5 hodnota grivace:

$$\delta_2 = (2006,5 - 2004,5) \cdot 6,3' + 2^\circ 46' = 2^\circ 55'$$



Obr. 4-25 Vztahy mezi azimuty a směrníkem

Příklad: Určete magnetický azimut směru daného dvěma body pro období červenec 1979.

směrník zadaného směru odměřený z mapy	28°00'
magnetická deklinace k 1. 7. 1976	- 4°54'
změna magnetické deklinace k červenci 1979	+ 0°21' (= 3,7')
magnetická deklinace k červenci 1979	- 4°33'
poledníková konvergence	+ 1° 04'

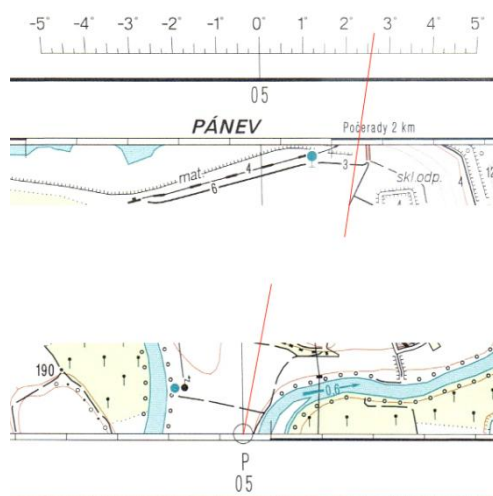
Výsledný magnetický azimut se vypočte podle vztahu (4-17):

$$A_m = 28^\circ 00' - [(-4^\circ 33') - (+1^\circ 04')] = 33^\circ 37'$$

Grivace δ je v tomto případě $-5^\circ 37'$.

Pro grafické určení grivace je na mapách na severním úhломěrná stupnice a na jižním okraji mapy je bod P . Zjištěná hodnota grivace se vykreslí spojením bodu P a její odpovídající hodnoty na úhломěrné stupnici (viz Obr. 4-26). Tato přímka je současně obrazem *magnetického poledníku*, který se použije při orientaci mapy podle buzoly (viz odstavec 5.3).

Po orientaci mapy podle místního magnetického poledníku se buzolou na mapě měří přímo magnetické azimuty.



Obr. 4-26 Stupnice grivace

4.6.5 Přesnost metod měření úhlů

Přesnost úhlů určených z topografických map závisí na přesnosti mapového obrazu a na způsobu zjištění hodnoty úhlu. Vzhledem k chybám v poloze zobrazených bodů vytyčujících měřené směry obecně platí, že výsledky se zkracují s rostoucí vzdáleností bodů.

Při měření kvalitním úhloměrem na ploše jednoho mapového listu libovolného měřítko a vzdálenosti bodů 50 cm lze očekávat střední chybu v naměřeném směru asi $\pm 10'$. Je-li vzdálenost bodu menší, střední chyba se zvětšuje, např. při vzdálenosti 5 cm činí již asi $\pm 50'$.

Výpočtem směrníku ze souřadnic bodů vytyčujících dané směry se získávají většinou podstatně přesnější výsledky než při měření směrníku úhloměrem. Ve vypočteném směrníku lze očekávat střední chybu danou vztahem $200/d$, přičemž za d se dosazuje vzdálenost bodu v centimetrech (v měřítku mapy) a střední chyba vychází v minutách.

Příklad: V předcházejícím příkladu byl vypočten směrník spojnice bodů A a B v hodnotě $\sigma = 222^\circ 16'$. Z daných souřadnic obou bodů lze rovněž určit podle (4) jejich vzdálenost $D = 6697$ m (26,8 cm v měřítku 1 : 25 000). Střední chyba ve vypočteném směrníku bude $m_\sigma = 200/26,8 = 7,5'$.

4.7 Využití výškopisu

Výškopis doplňuje obsah topografické mapy o údaje třetího rozměru. Způsob jeho vyjádření pomocí výškových bodů a vrstevnic dovoluje řešit při studiu terénu pomocí mapy všechny potřebné prostorové úlohy. Ve vojenské praxi je to zejména určování sklonu svahů, zjišťování viditelnosti mezi danými body, vymezení skrytých prostorů vzhledem k danému místu pozorování apod. Základem všech těchto úloh je spolehlivé a přesné určení výšky libovolného bodu vyznačeného v mapě.

4.7.1 Určování nadmořských výšek bodů

Nadmořskou výšku libovolného bodu terénního reliéfu určíme z mapy např. odhadem pomocí číselných výškových kót vrstevnic, geodetických bodů, výškových bodů a jiných terénních předmětů o známé nadmořské výšce, které se nacházejí v blízkosti zkoumaného bodu nebo častěji interpolací mezi nejbližšími základními vrstevnicemi.

K určení nadmořské výšky bodu P pomocí vrstevnic je třeba nejdříve zjistit výšky nejbližších vrstevnic, mezi kterými bod P leží, (viz Obr. 4-27). Tyto výšky se odvozují z popisu vrstevnic, výškových bodů, spádovek na vrstevnicích a známého základního vrstevnicového intervalu, který je uveden vždy pod grafickým měřítkem mapy. Je-li nižší hodnota výšek obou sousedních vrstevnic bodu P označena jako H_0 , bude výška bodu P dána vztahem

$$H_P = H_0 + \Delta H \quad (4-18)$$

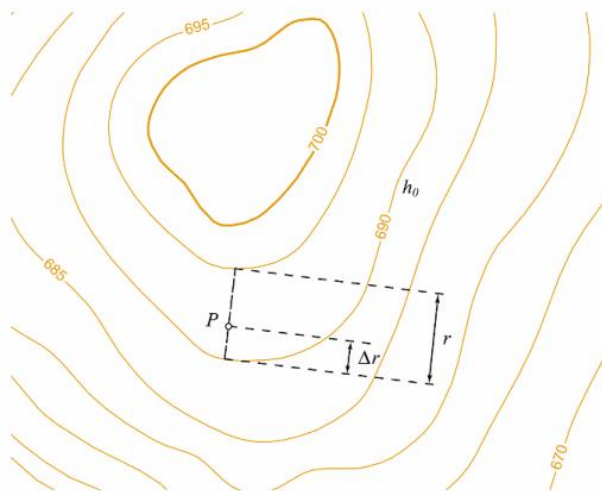
Hodnota H_0 je dána polohou bodu P mezi sousedními vrstevnicemi. Může být určena výpočtem ze vztahu:

$$\Delta H = \frac{\Delta r}{r} i \quad (4-19)$$

ve kterém značí:

- i ... základní vrstevnicový interval;
- r ... rozestup sousedních základních vrstevnic v mapě;
- Δr ... vzdálenost bodu P od vrstevnice H_0 .

Po kratším zácvičku je možné hodnoty ΔH stanovit s dostatečnou přesností interpolací nebo odhadem. Protože jde zpravidla o nelineární interpolaci mezi vrstevnicemi, je nutné též přihlížet ke změně rozestupu vrstevnic v nejbližším okolí určovaného bodu.



Obr. 4-27 Určení nadmořské výšky bodu

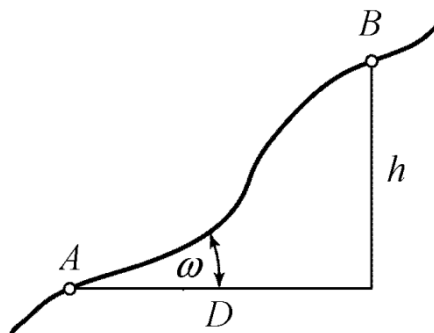
4.7.2 Určování sklonů svahů

Způsob vyjádření výškopisu topografické mapy dovoluje určit sklon svahu mezi libovolnými body terénu A, B . Jestliže leží body A, B dostatečně blízko u sebe, takže povrch terénu se příliš neodchyluje od jejich spojnice, sklon svahu je dán úhlem svahu ω . Sklon svahu se určuje následujícími metodami:

- výpočtem podle přibližného vzorce,
- graficky pomocí svahového (sklonového) měřítka,
- odhadem.

Určení sklonu svahu výpočtem. K výpočtu sklonu svahu se používá (Obr. 4-28) výška svahu h (převýšení mezi body A, B) a základna svahu D (vodorovná vzdálenost mezi body A, B). Přesně lze sklon svahu vyjádřit vztahem

$$\tan \omega = \frac{h}{D} \quad (4-20)$$



Obr. 4-28 Určení sklonu svahu výpočtem

Tento způsob výpočtu sklonu svahu se v praxi používá velmi zřídka, protože k výpočtu jsou potřeba tabulky goniometrických funkcí nebo elektronický kalkulátor. Pro menší sklony svahu, asi do 20° ,

je možné vztah (4-20) zjednodušit na přibližný vzorec bez nutnosti použít trigonometrických funkcí. Platí:

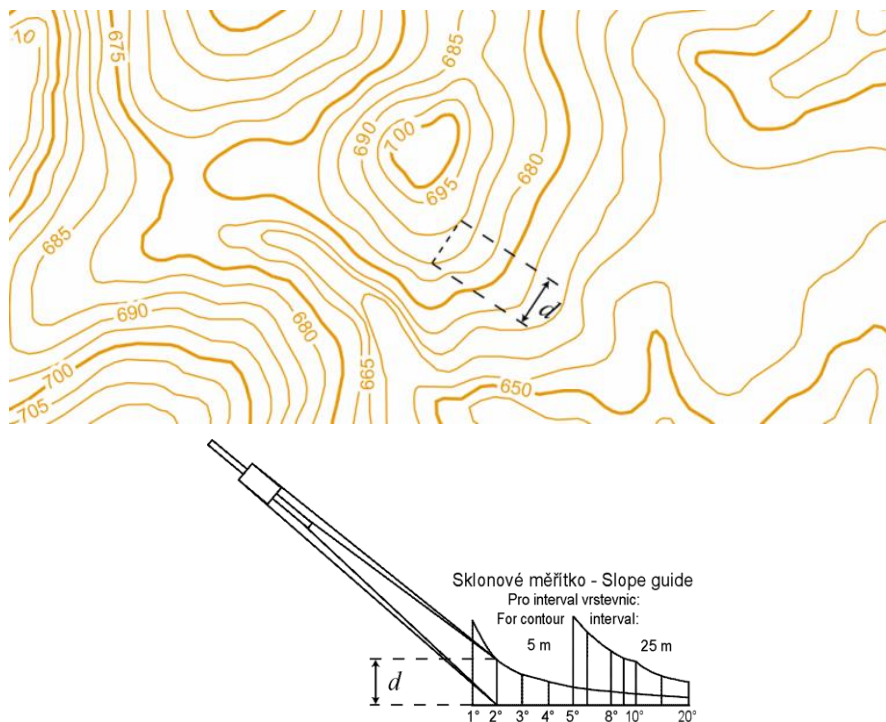
$$\alpha^\circ = \frac{h}{D} \rho^\circ = \frac{h}{D} 57.3^\circ \cong \frac{h}{D} 60^\circ \quad (4-21)$$

ve kterém ρ° značí převodový koeficient obloukové míry na míru stupňovou. Hodnoty pro výpočet úhlu svahu se zjišťují z mapy. Hodnota h jako převýšení mezi body (odstavec 4.7.1), D jako vodorovná vzdálenost mezi body (odstavec 4.3.2).

Na každé topografické mapě je v mimorámových údajích na spodní straně listu vždy vykresleno *svahové (sklonové) měřítko*, které slouží k rychlému zjištění úhlu svahu pro libovolný směr v nejbližším okolí daného bodu P (viz Obr. 4-29). Princip jeho konstrukce je odvozen ze vztahu (4-20) za předpokladu, že:

- koncové body úsečky A, B leží na sousedních základních, popř. zdůrazněných vrstevnicích;
- převýšení h se rovná intervalu základních, popř. zdůrazněných vrstevnic.

Při určování hodnoty sklonu reliéfu v blízkém okolí bodu P a ve směru spojnice bodů A, B (Obr. 4-29) se porovnává vzdálenost d mezi vrstevnicemi a grafem sklonového měřítka. V příkladě na obrázku je odečítán přímo sklon svahu $\omega = 2^\circ$. Největší sklon svahu je ve směru spádnice, čili ve směru nejkratší spojnice sousedních vrstevnic.



Obr. 4-29 Určení sklonu svahu pomocí svahového měřítka

Určení sklonu svahu odhadem. U všech topografických map, u nichž je základní vrstevnicový interval i dán vztahem

$$i = \frac{M}{5000}$$

tj. u map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000, je pro rozestup základních vrstevnic 1 cm sklon svahu $1,2^\circ$. Pro rozestup základních vrstevnic 1 mm je potom sklon svahu 12° . Pro ověření této zásady se dosazují příslušné hodnoty pro jednotlivá měřítka topografických map do zjednodušeného vzorce pro výpočet sklonu svahu. Pro praktické určení sklonu svahu odhadem platí

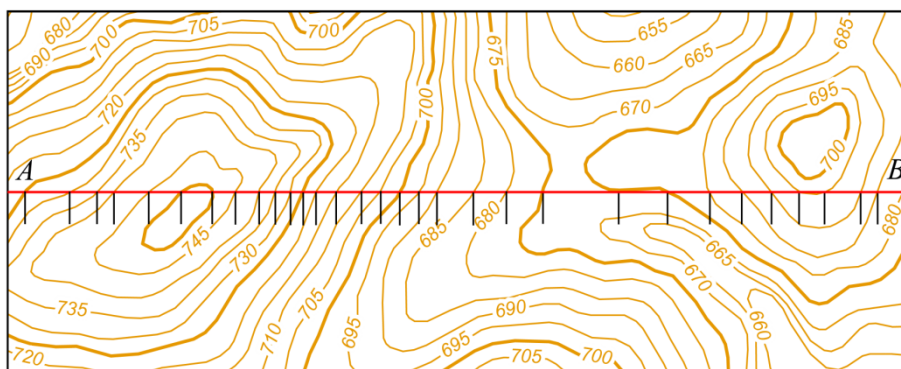
pravidlo: Sklon svahu je tolikrát větší (menší) než $1,2^\circ$, kolikrát je rozestup vrstevnic menší (větší) než 1 cm. Prakticky tedy spočívá určení úhlu svahu touto metodou v dobrém odhadu rozestupu vrstevnic.

4.8 Sestrojení profilu terénu

Profil terénu je graf znázorňující *svislý průřez terénem*. Směr na mapě, podle něhož se zhotovuje profil, se nazývá *směr profilu*. Profily konstruované podél přímky (směr profilu je přímka) se používají ke *zjišťování přímé viditelnosti mezi body na terénu*, k vymezení skrytých prostorů apod. Profily podél křivých čar se nejčastěji sestavují ke studiu výškových poměrů pochodové osy nebo při projektování liniových staveb.

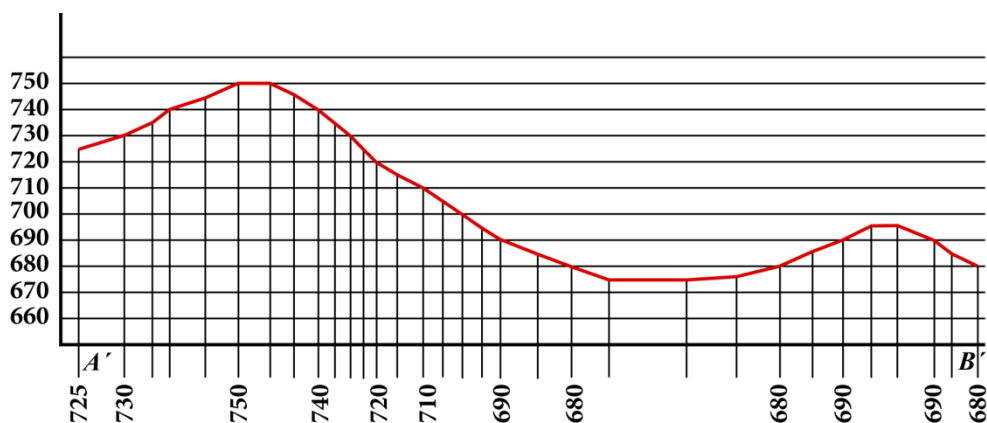
Postup sestavení profilu je následující:

- *zakreslení směru profilu do mapy*, tj. spojení daných bodů *A, B* přímkou (viz Obr. 4-30). Na této přímce jsou přesně vyznačeny průsečíky se všemi vrstevnicemi a čarami terénní kostry. Podle potřeby se buď všechny nebo jenom některé průsečíky popisují příslušnou nadmořskou výškou.



Obr. 4-30 Zakreslení směru profilu

- *přenesení směru profilu s okótovanými průsečíky s vrstevnicemi pomocí proužku papíru* na zvláštní list nejlépe milimetrového papíru. Tím je získána *základna profilu*, viz úsečka *A', B'* na obrázku (Obr. 4-31).



Obr. 4-31 Zakreslení směru profilu

- k této základně se narýsuje osnova rovnoběžek konstantní odlehlosti s označením výškových hladin základních vrstevnic. Odlehlost rovnoběžek se volí zpravidla 10-krát větší než je měřítko použité mapy (měřítko mapy 1 : 50 000 by odpovídala odlehlost rovnoběžek 2 mm). V těchto okótovaných bodech základny profilu se vztyčí kolmice a určí průsečíky s čarami

odpovídajících výškových hladin. Tyto průřezy jsou body profilu; jejich spojnice se nazývá *úplný profil terénu* (Obr. 4-31).

Výšku skrytu popř. jiné výškové údaje profilu je třeba odvozovat s přihlédnutím ke zvolenému vertikálnímu měřítku.

4.8.1 Určení viditelnosti mezi dvěma body

Řešení úlohy *vzájemné viditelnosti mezi body* terénu souvisí zejména s těmito úkoly vojenské praxe:

- výběr místa pro pozorovatelnu,
- umístění směrového spojovacího prostředku,
- výběr palebného postavení,
- vyhledání skrytých prostorů před pozorováním. apod.

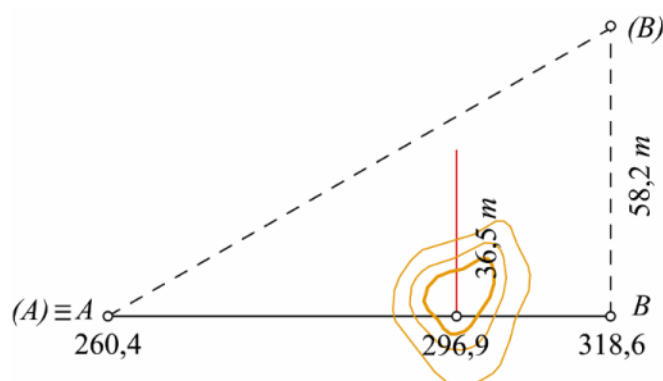
K spolehlivému určování vzájemné viditelnosti bodů pomocí mapy je důležitá znalost čtení výškopisu.

Pro určení viditelnosti mezi body A, B vyznačenými na mapě je třeba zjistit, zda se na spojnici těchto bodů nevyskytuje *výšková překážka*. Výškovými překážkami mohou být vyvýšené tvary reliéfu jako jsou kupy, hřbety apod., některé terénní předměty s vertikálním rozměrem, jako jsou lesy, budovy a jiné stavby.

Viditelnost mezi dvěma body se zjišťuje těmito *metodami*:

- profilovým trojúhelníkem graficky,
- profilovým trojúhelníkem početně,
- na základě profilu terénu,
- pomocí grafu ke stupňování přímek.

Určení viditelnosti profilovým trojúhelníkem graficky. Na obrázku (Obr. 4-32) je znázorněn příklad řešení přímé viditelnosti mezi body A, B zobrazenými v mapě. Postupuje se tak, že se nejdříve spojí koncové body A, B přímkou, zjistí jejich nadmořské výšky a výšky všech možných překážek na jejich spojnici. Nadmořské výšky jsou uvažovány bez terénních předmětů. V dalším se provede redukce všech nadmořských výšek o hodnotu nižší výšky obou koncových bodů. V uvedeném příkladě to bude $H_0 = 260,4$ m. Redukované výšky se pak vynesou ve zvoleném měřítku na kolmici vztyčené v jednotlivých bodech spojnice A, B .

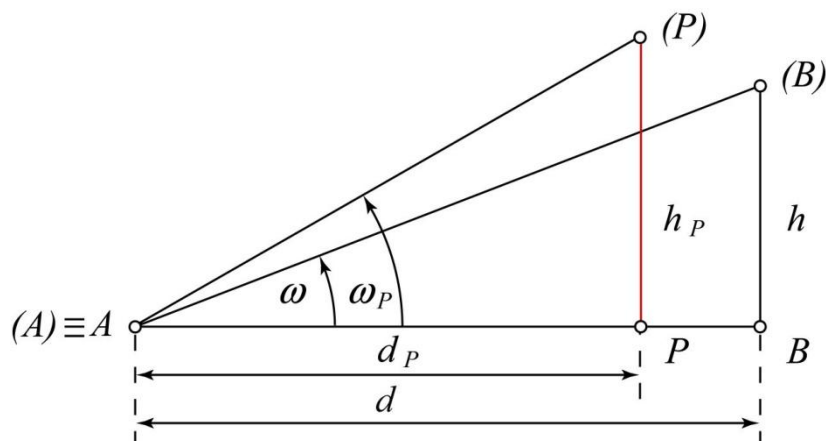


Obr. 4-32 Určení viditelnosti profilovým trojúhelníkem graficky

Spojením obrazů (A) , (B) lze snadno zjistit, zda uvažované překážky budou bránit přímému pozorování. V popisovaném příkladě přímá viditelnost mezi body A, B existuje.

Pokud rozhodnutí o viditelnosti není zcela jednoznačné, je nutné pečlivě zvažovat ještě výšku terénních předmětů na případných překážkách. Celá úloha může být řešena graficky přímo na mapě.

Určení viditelnosti profilovým trojúhelníkem počtetně. Podmínky viditelnosti mezi danými body lze vyjádřit též ve formě matematických vztahů.



Obr. 4-33 Určení viditelnosti profilovým trojúhelníkem počtetně

Pro existenci přímé viditelnosti mezi body A, B musí platit (viz Obr. 4-33):

$$\omega_p < \omega$$

pro každý bod P terénu na spojnici uvažovaných bodů. Tuto podmínku lze přepsat:

$$\tan \omega_p < \tan \omega,$$

což je také

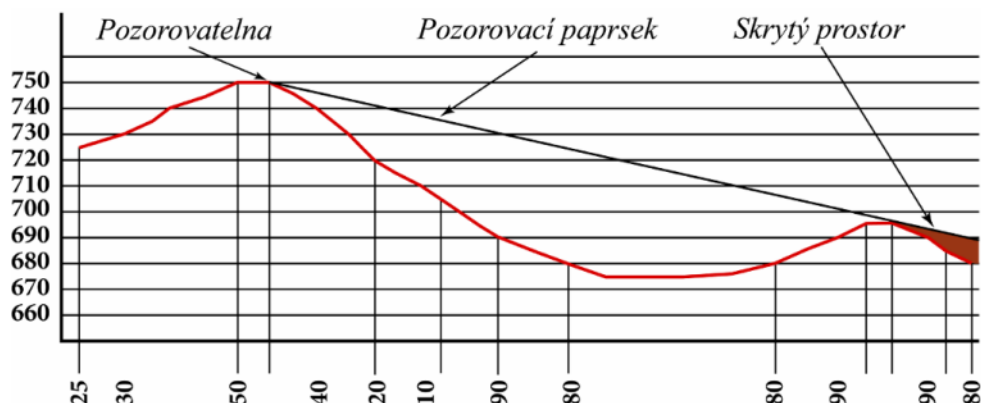
$$\frac{h_p}{d_p} < \frac{h}{d}$$

Hodnoty d, d_p jsou vzdálenosti měřené na mapě, hodnoty h, h_p jsou převýšení. Při zjišťování viditelnosti se prakticky porovnávají uvedené poměry. Je-li poměr převýšení ke vzdálenosti pro překážku menší než poměr převýšení ke vzdálenosti pro dané body, přímá viditelnost mezi body existuje a naopak.

Určení viditelnosti podle profilu terénu. V tomto případě není nutné konstruovat vždy úplný profil terénu. K řešení některých úloh postačí *sestrojení zjednodušeného profilu*. Postup jeho konstrukce je stejný jako v předešlém případě, avšak z profilu se vypouštějí méně významné body terénu na svazích, čímž se vyhotovení profilu urychlí. Příklad zjednodušeného profilu terénu je uveden na obrázku (Obr. 4-34).

Na zjednodušeném profilu je vyznačen též postup jeho možného využití k určování viditelných a skrytých prostorů vzhledem k danému místu pozorování. Protože vertikální měřítko profilu je zpravidla větší než horizontální, nedá se z profilu usuzovat na skutečnou velikost sklonu svahů. Je možné z něj získat představu pouze o vzájemném poměru svahů v daném profilovém směru.

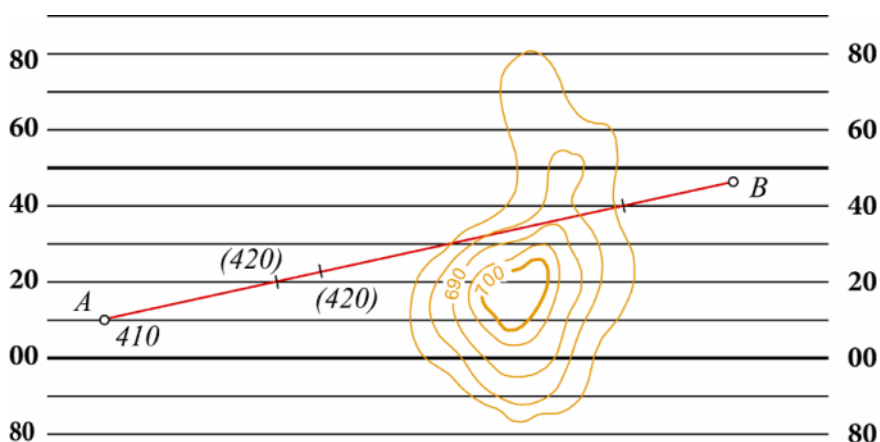
Tato metoda je nejnázornější a nejspolehlivější za předpokladu, že je profil terénu zpracován bezchybně. Viditelnost mezi body pomocí profilu se zjišťuje jednoduše tak, že se na úplném nebo zjednodušeném profilu spojí body, mezi kterými je testována viditelnost, přímkou (pozorovacím paprskem – viz Obr. 4-34). Když přímka neprotíná terén, znázorněný na profilu, viditelnost mezi uvedenými body existuje. Pokud prochází přímka v některých místech nízko nad terénem, je třeba na kritickém místě ověřit, zda se tam nenachází nějaký výškový terénní předmět.



Obr. 4-34 Zákres skrytých prostorů do mapy

Určení viditelnosti pomocí grafu ke stupňování přímek. Pro zjišťování viditelnosti mezi větším počtem bodů, je vhodné si připravit na průsvitném materiálu jednoduchý graf ke stupňování přímek. Graf je tvořen osnovou rovnoběžek konstantní odlehlosti. Číslování čar grafu představuje hladiny nadmořských výšek. Stovky metrů jsou vynechány a mohou být libovolně doplňovány. Použití grafu je velmi jednoduché (viz Obr. 4-35):

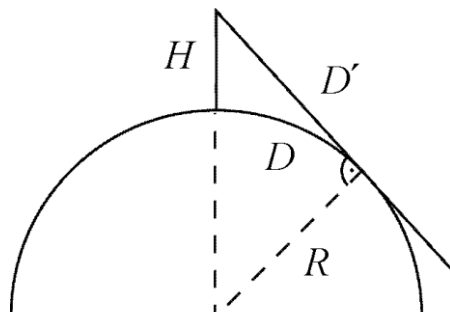
- graf se přiloží na mapu tak, aby dané body A, B ležely ve správných výškových hladinách grafu;
- pomocí grafu se určí výšky H bodů spojnice A, B (zorného paprsku) v místech překážek; na obrázku (Obr. 4-35) jsou tyto výšky uvedeny v závorce;
- z mapy se určí nadmořské výšky překážek H_p , kterými paprsek pozorování prochází;
- porovnáním nadmořských výšek s výškou zorného paprsku v daném místě se určí viditelnost mezi body A, B . V daném případě je výška hřbetu terénní plochy $H_p = 690$ m, výška zorného paprsku v tomto místě je $H = 433$ m. Z toho vyplývá, že přímá viditelnost mezi body A, B neexistuje.



Obr. 4-35 Určení viditelnosti pomocí grafu (výška bodu $A = 410$ m, bodu $B = 447$ m)

Vše, co bylo dosud uvedeno o určování viditelnosti mezi body terénu, platí pouze pro krátké vzdálenosti v mezích několika kilometrů. Při větších vzdálenostech je nutné uvažovat ještě vliv zakřivení zemského tělesa a vliv ohybu zorného paprsku v důsledku nestejně hustoty vzduchu v různých výškách neboli *refrakce*.

Vliv zakřivení zemského tělesa lze odvodit z následujícího obrázku (viz Obr. 4-36).



Obr. 4-36 Vliv Zakřivení zemského tělesa na 'viditelnost

Při nulovém převýšení terénu bude závislost výšky pozorování H , vzdálenosti přímé viditelnosti D a poloměru Země R dána vztahem

$$D' = \sqrt{(H + R)^2 - R^2} \cong \sqrt{2HR} \cong 114\sqrt{R}$$

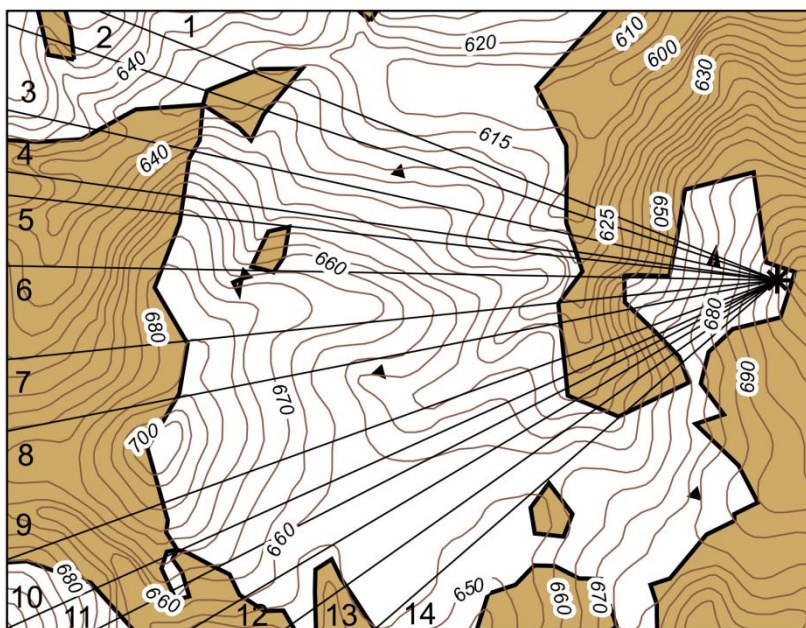
Protože přibližně platí $D' = D$, můžeme psát

$$D = 114\sqrt{H}$$

Vliv refrakce je mnohem menší než vliv zakřivení Země a není třeba jej zde zvlášť popisovat. Protože oba vlivy mají podobný průběh, i když opačného znaménka, jsou opravy obou vlivů často slučovány. V grafu na obrázku (Obr. 4-35) mohou být vyjádřeny tak, že osnova přímek se změní na odpovídající oblouky. Tyto oblouky musí být ovšem vyjádřeny v příslušném měřítku mapy.

4.8.2 Určování vzájemné viditelnosti a skrytých prostorů

Předchozí metody řešily pouze viditelnost mezi dvěma body. V praxi je však častější úloha zjistit viditelnost z místa pozorování do okolní krajiny a skryté její prostory. Rozložení skrytých prostorů závisí na charakteru terénu a na místě pozorování. Závislost skrytých prostorů na místě pozorování brání tomu, aby mohly být vyznačeny předem v každé mapě.



Obr. 4-37 Zákres skrytých prostorů do mapy

Skryté prostory jsou proto sestrojovány a zakreslovány do mapy vždy pro daný konkrétní případ. Postup *zákresu skrytých prostorů do mapy* je pro dané místo pozorování znázorněn na obrázku (viz Obr. 4-37).

Z místa pozorování je vedeno do prostoru pozorování několik zorných paprsků. Paprsky jsou očíslovány a jsou k nim sestrojeny profily terénu. Jeden z takových profilů, je uveden na předcházejícím obrázku (Obr. 4-34). Pomocí těchto profilů se zjistí na každém zorném paprsku skryté úseky, které se přenesou na mapu. Při dostatečné hustotě zorných paprsků je možné spojit plynulou čarou rozhraní viditelných a neviditelných úseků a tím získat ohraničení skrytých prostorů. Přitom je nutné sledovat průběh terénu a všech dalších překážek. Čím je terén členitější, tím větší hustotu zorných paprsků je nutné volit. K rychlé konstrukci a zákresu skrytých prostorů se osvědčil graf, který je znázorněn na obrázku (viz Obr. 4-35).

Poznámka: Uvedené postupy se používají zejména pro práce malého rozsahu, případně přímo v terénu. Pokud je nutné řešit úlohy viditelnosti a skrytých prostorů pro rozsáhlejší prostory, je zpravidla výhodnější požit digitální modely a odpovídající programové vybavení.

4.8.3 Přesnost metod určování výšek

Přesnost určení nadmořské výšky je závislá na měřítku použité mapy, členitosti terénního reliéfu a pečlivosti při interpolaci výšky mezi vrstevnicemi.

Nejpřesnější výsledky se získávají v rovinném terénu a s využitím map větších měřítek. Např. z mapy 1 : 25 000 lze určit nadmořskou výšku obecného bodu v rovinném terénu se střední chybou asi 1m, v horském terénu s chybou přibližně 3 m. Na topografických mapách menších měřítek se uvedené chyby zvětšují úměrně s měřítkovým číslem mapy.

5. Orientace v terénu

Jedním z rozhodujících předpokladů splnění úkolu (bojového i nebojového) je rychlá a správná *topografická orientace* v terénu. Zahrnuje zejména následující body:

- určení světových stran,
- určení vlastního stanoviště,
- identifikace okolních terénních tvarů a předmětů.

Na topografickou orientaci navazuje *taktická orientace*, která je zaměřená na upřesnění postavení vlastní jednotky, upřesnění jejího bojového nebo nebojového úkolu a upřesnění polohy objektů zájmu (například nepřátelské cíle nebo objekty, které je nutné chránit).

Z *hlediska místa a času* lze orientaci v terénu dělit na:

- orientaci na místě,
- orientaci za pochodu.

K orientaci se nejčastěji využívá topografická mapa, jejíž pozorování s terénem poskytuje ucelenou představu o prostoru bojové činnosti. Základní orientační prvky je však možné zjišťovat i bez mapy pomocí buzoly nebo s využitím různých přírodních úkazů a jevů. K orientaci v terénu se využívají i přístroje využívající rotaci Země (navigační topografické nebo inerciální přístroje) nebo přijímající signály z umělých družic Země (GPS).

Poznámka: V dalším textu jsou pro pohyb v terénu používány dva výrazy - *přesun* a *pochod*. Termín *pochod* je používán zpravidla ve vojenské terminologii jako jedna z bojových nebo nebojových činností. Termín *přesun* je používán pro provádění vlastní činnosti. Z hlediska topografie v řadě případů oba termíny splývají a jsou používány podle toho, zda se jedná o všeobecnou (*přesun*) nebo specificky vojenskou činnost (*pochod*).

5.1 Určování vzdáleností, úhlů a výšek v terénu

K celé topografické (ale i taktické) orientaci neodmyslitelně patří i *určování vzdáleností, úhlů a výšek přímo v terénu*. Velice často jsou výsledky tohoto určení první a nezbytnou podmínkou celé topografické orientace.

5.1.1 Určování a odhad vzdáleností

V bojových podmínkách při průzkumu, pozorování, orientaci nebo střelbě je třeba často rychle, jednoduše a přesně určit vzdálenost. Vzdálenosti je možné i změřit jednoduchými nebo složitějšími přístroji (optickými nebo laserovými dálkoměry), ty však bývají ve výzbroji většinou speciálních měřických nebo průzkumných skupin. Existují však *jednoduché metody* založené na odhadech a porovnávání, které po zácvičku umožní dosáhnout poměrně kvalitní výsledky:

- odhad porovnáním se známou délkou pro rozlišení detailů,
- odhad podle známého objektu,
- odhad krokováním.

5.1.1.a Odhadem

Metoda odhadu spočívá v porovnání určované vzdálenosti se známou vzdáleností, na kterou oči rozpoznají např. nos v obličejích, podrobnosti výstroje nebo pohyb končetin člověka, resp. na jakou jsou zpravidla slyšitelné určité charakteristické zvuky (viz Tabulka 5-1).

Tabulka 5-1 Pozorované rozlišení předmětů na určité vzdálenosti

Vzdálenost (metry)	Rozlišitelnost předmětů
100	detaily obličejů a zbraní
200	tašky na střechách
500	příčky oken
700	pohyby rukou a nohou
1500	postavy, menší sloupy vedení
2500	komíny na střechách
3000	jedoucí nákladní auta
5000	jednotlivé domy
Vzdálenost (metry)	Zvukové zdroje
do 100	hovor, kašel, nabíjení zbraně
do 200	povely
500 až 1000	křik, zvuk motoru automobilu
1000 až 2000	zvuk pásů tanku a obrněného transportéru
2000 až 4000	střelba z pěchotních zbraní

Chyba v tomto odhadu může být až 15 % z odhadované vzdálenosti. Přesnost ovlivňují tzv. *optické a jiné klamy*, například:

- větší, světlejší nebo ostřejší předměty se zdají být bližší než stejně vzdálené předměty malé, tmavé nebo v mlze;
- čím méně je objektů před pozorovaným předmětem, tím bližší se zdá a opačně;
- členitost terénu zkracuje odhadovanou vzdálenost;

- při pozorování vleže se zdají objekty bližší než ve skutečnosti;
- při pozorování zdola nahoru se zdají předměty bližší než ve skutečnosti, při pozorování shora dolů se zdají vzdálenější;
- v noci se zdají zvuky jasnější a zřetelnější, jejich zdroje se zdají být blíže.

5.1.1.b Podle známého rozměru objektu.

Je-li znám *skutečný rozměr* předmětu V (např. stojící postava má výšku zpravidla kolem 175 cm) k němuž je vzdálenost D počítána, je možné tuto vzdálenost odhadnout poměrně přesně. K dispozici musí být milimetrové pravítko (nebo jeho část) držené v napnuté paži, pomocí kterého je měřen známý rozměr určovaného předmětu. Lze použít *dva možné postupy*:

- pomocí milimetrového pravítka,
- pomocí dílcového pravítka.

Pomocí milimetrového pravítka (Obr. 5-1) je možné vzdálenost k objektu vypočítat podle vzorce:

$$D = \frac{dV}{v} \quad (5-1)$$

kde všechny *hodnoty jsou* uváděná zpravidla v *centimetrech*.

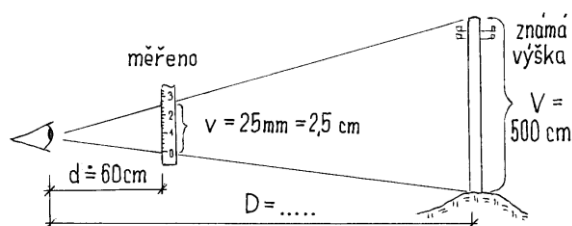
Vlastní odhad vzdálenosti se provádí následovně:

- pravítko je drženo v napnuté paži ve vzdálenosti d (zpravidla asi 60 cm před okem; pro přesnější měření lze tuto vzdálenost přeměřit nebo mít předem připravenou pomůcku, například provázek přesné délky držený na jedné straně v ústech a na druhé straně rukou s pravítkem);
- pravítkem, pomocí milimetrové stupnice, je změřen známý rozměr objektu v , k němuž je počítána vzdálenost D ;
- zjištěné údaje se dosadí do vzorce (5-1) ve stejných délkových jednotkách a vypočítá skutečná vzdálenost k měřenému objektu D .

Za délku d lze dosadit obvyklou hodnotu 60 cm. Při dosazení skutečné délky natažené paže např. 68 cm, je změřená vzdálenost poměrně přesná.

Příklad: Ve vzdálenosti D je telegrafní sloup o známé výšce 5 metrů. Na pravítku byla změřena jeho výška $v = 2,5$ cm. Po dosazení do vzorce (5-1) s uvážením vzdálenosti pravítka od očí $d = 60$ cm, bude:

$$D = dV/v = 60 \cdot 500 / 2,5 \text{ cm} = 12000 \text{ cm} = 120 \text{ m}$$



Obr. 5-1 Určení vzdálenosti milimetrovým pravítkem

Pomocí tzv. dílcového pravítka je možné délku odhadovat bez nutnosti složitějšího počítání. Princip odhadu je podobný jako v předešlém popisu, pouze se mění vzdálenost měřidla od očí a používané jednotky pro měření rozměru objektu – *dílce* (viz Obr. 5-2). Pokud by byla ruka dlouhá 1 m, pak 1 mm na pravítku odpovídá 1 dílci zorného úhlu. Při tomto postupu měření se však uvažuje vzdálenost pravítka 50 cm a potom na něm odpovídá 1mm hodnotě 0-02 dc zorného úhlu. Vlastní odhad vzdálenosti se určí podle vzorce:

$$D \text{ (m)} = 1000 \text{ (dc)} \cdot V \text{ (m)} / v \text{ (dc)} \quad (5-2)$$

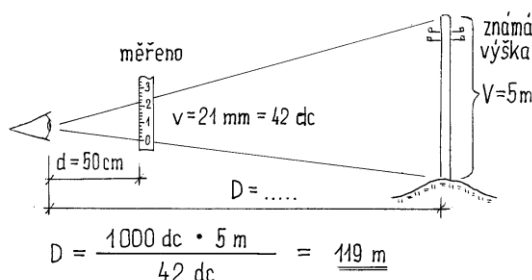
Ke zjištění (změření) hodnoty v lze použít:

- polní dalekohled, kde je však dílcová stupnice poměrně hrubá (dělená po 0-05 dc),
- milimetrové pravítko (s připevněným motouzem o délce 50 cm umožňujícím napnout paži na přesně požadovanou vzdálenost), kterým je změřen známý rozměr objektu v v milimetrech, k němuž je určována vzdálenost D (m).

Pokud není motouz připevněn k milimetrovému pravítku, je třeba odhadnout vzdálenost 50 cm, ve které je drženo pravítko před okem.

Příklad: Objektu o známé výšce 5 metrů byl změřen na milimetrovém pravítku jeho obraz s hodnotou $v = 21$ mm. Protože na pravítku 1 mm odpovídá úhel 0-02 dc, potom tato hodnota je $v = 42$ dc (0-42 dc). Vzdálenost k objektu tedy bude:

$$D = 1000 \text{ (dc)} \cdot V \text{ (m)} / v \text{ (dc)} = 1000 \text{ dc} \cdot 5 \text{ m} / 42 \text{ dc} = 119 \text{ m}$$



Obr. 5-2 Určení vzdálenosti pomocí dílcového pravítka

5.1.1.c Odhad vzdálenosti krokováním

Odhad vzdálenosti krokováním je jednoduché, stačí pečlivě počítat *dvojkroky*. Používá se při přesunu terénem za ztížených podmínek, v lese a při činnosti v terénu bez mapy. Délka dvojkroku je přibližně 1,5 m a výpočet vzdálenosti v metrech je jednoduchý:

$$D \text{ (m)} = \text{počet dvojkroků} + \text{polovina dvojkroků}$$

Příklad: Při chůzi bylo napočítáno 70 dvojkroků. Výsledná vzdálenost je $D = 70 + 35 = 105$ (m).

5.1.2 Určování výšek v terénu

Častou úlohou ve terénu je *určit výšky v terénu*, zejména *relativní*, jako jsou výšky předmětů, vzájemné převýšení terénních tvarů apod. Zpravidla se jedná o nepřístupné objekty a proto je nutné využít opět zprostředkovaná měření a odhady. Při určení výšky stromů, komínů, a jiných staveb, pozorovatelných protivníka nebo jeho antén a radarů či *vzájemného převýšení terénních tvarů* lze použít následující metody:

Pro jakýkoliv nepřístupný objekt (Obr. 5-3) je možné použít dílcové pravidlo uvedené ve vzorci (5-2). V tomto případě bude:

$$V \text{ (m)} = D \text{ (m)} \cdot v \text{ (dc)} / 1000 \text{ dc} \quad (5-3)$$

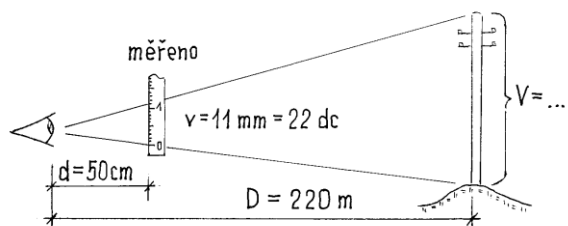
kde:

- D (m) je vzdálenost z vlastního stanoviště k určovanému objektu zjištěná například z mapy nebo změřená či odhadnutá přímo v terénu
- v je výšku objektu v milimetrech změřená milimetrovým měřítkem ve vzdálenosti 50 cm od oka. Tato hodnota je opět převedena na dílce $1 \text{ mm} = 0-02 \text{ dc}$.

Dosazením do vzorce (5-3) se přímo vypočítá výška objektu V (m).

Příklad: Ve vzdálenosti $D = 220$ m je objekt, jemuž byla na pravítku změřena výška $v = 11$ mm, která byla přepočítána na dílce - v (dc) = 0-22dc. Výsledná výška objektu je

$$V = 220 \cdot 22 / 1000 = 4,84 \text{ m}$$



Obr. 5-3 Určení výšky objektu pomocí dílcového pravítka

Výšku předmětu je možné též určit pomocí Slunce a stínu. K použití této metody je nutné mít k dispozici předmět o známé délce, například tyč. Výšku neznámého objektu lze potom určit z podobnosti trojúhelníků, z nichž jedna strana je vlastní objekt a druhá strana jeho vržený stín. Podle obrázku (Obr. 5-4) lze psát:

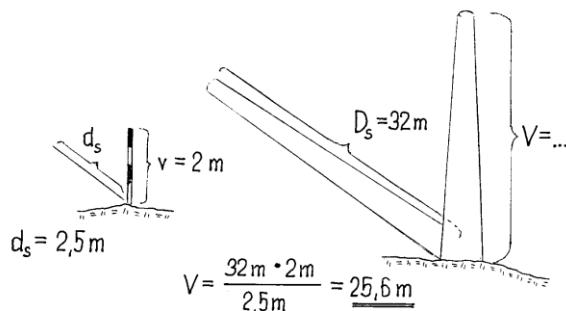
$$V = \frac{D_s v}{d_s} \quad (5-4)$$

kde:

- D_s je délku stínu měřeného objektu v rovném terénu,
- d_s je délka stínu pomocného objektu o známé výšce v např. 2m tyče postaveného kolmo k zemi,
- v je délka pomocného objektu.

Příklad: Jaká je výška komínu, pokud byla použita pomocná tyč o délce 2 metry a byly změřené hodnoty $d_s = 2,5$ m a $D_s = 32$ m? Po dosazení do (5-4) se vypočítá:

$$V = 32 \cdot 2 / 2,5 = 25,6 \text{ m}$$



Obr. 5-4 Určení výšky objektu pomocí stínů

5.1.3 Určování úhlů

Směr ze stanoviště na daný bod v terénu se určuje *vodorovným úhlem* od *smluveného počátečního směru*. Tím může být směr na orientační bod, světové strany nebo směr na magnetický sever.

Vodorovné úhly od počátečního směru lze *měřit pomocí* otočné kruhové stupnice a mířidel *buzoly*, *úhloměrem* vyrytém na velitelské šabloně nebo *pomocnými předměty*, například prsty.

Při použití *buzoly* se měří úhly ve směru pohybu hodinových ručiček, při použití *pomocných předmětů* je možno udávat míry vlevo, vpravo.

Směry určované od směru na magnetický sever se nazývají magnetické azimuty; udávají se v míře stupňové (kruh 360°), nebo dílcové (kruh 6000 nebo 6400 mils). V tabulce (Tabulka 4-5) jsou uvedeny základní převodní vztahy mezi stupňovou a dílcovými mírami.

Úhly je též možno měřit stupnicí zobrazovanou v zorném poli velitelského dalekohledu, kde je vyznačena část dílcové stupnice. Nitkový kříž dalekohledu má dělení po 0-05 dc, každých 0-10 dc je vyznačeno delší ryskou. Zorný úhel dalekohledu je však malý, celkem 1-00 dc, proto je nutno volit počáteční směry blízké k směru na určovaný bod.

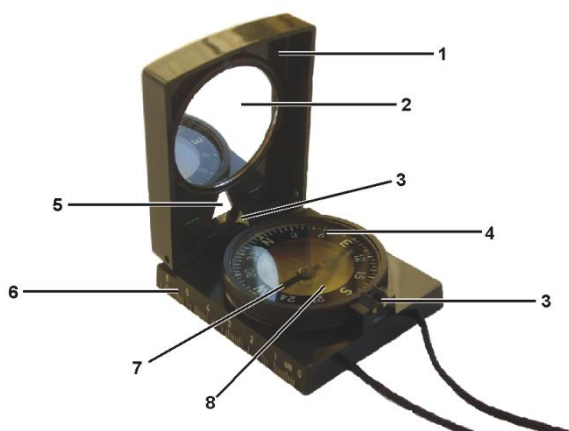
Příklad:

- Určení úhlu pomocným předmětem: „OB 1 - KOMÍN -dva prsty vlevo – pozorovatelná“.
- Určení úhlu v dílcích: „OB 2 - STROM, vpravo 0-20, níže 0-15 v křoví minomet“.

5.2 Určování světových stran

Přesné určení světových stran lze provést jen pomocí *buzoly* či jiného přístroje (například gyrokompasu). Méně přesné je ve dne určení *jihu pomocí polohy Slunce* a přesného času. V noci pak lze přesně určit směr k severu pomocí Polárky.

Jednoduché je a přesné je určení světových stran pomocí *buzoly*. Základní součástí každé buzoly je kruhové pouzdro, v jehož středu je volně otočná magnetka. Kruhová stupnice buzoly má stupňovité nebo dílcové dělení a jsou na ní vyznačeny všechny čtyři světové strany. Víčko buzoly je vždy otočné a má mířidla (mušku a hledí), které umožňují měřit nebo vytyčovat magnetické azimuty. Konstrukcí buzol je řada a jsou a liší se podle jejich základního určení (vojenské pro topografické účely, vojenské pro přesná měření, např. u dělostřelectva, pro orientační běh apod. Příklad viz Obr. 5-5).



Obr. 5-5 Kapesní buzola F 73: 1 – sklápěcí víčko, 2- zrcátko, 3 – mířidla, 4 – otočná kruhová stupnice, 5 – průzor, 6 – milimetrové měřítko, 7 – magnetka, 8 – průhledné dno s rovnoběžnými linkami a částí úhломěrné stupnice

K určení světových stran se využívá magnetky, která se ve vodorovné poloze natočí přesně do směru magnetický sever. Buzola se natočí tak, aby magnetka ukazovala svojí severní částí na označení severu (S - sever nebo N – North, Nord, či na 0; podle výrobce). Poloha ostatních světových stran je potom dána jejich označením na stupnici (Obr. 5-6).

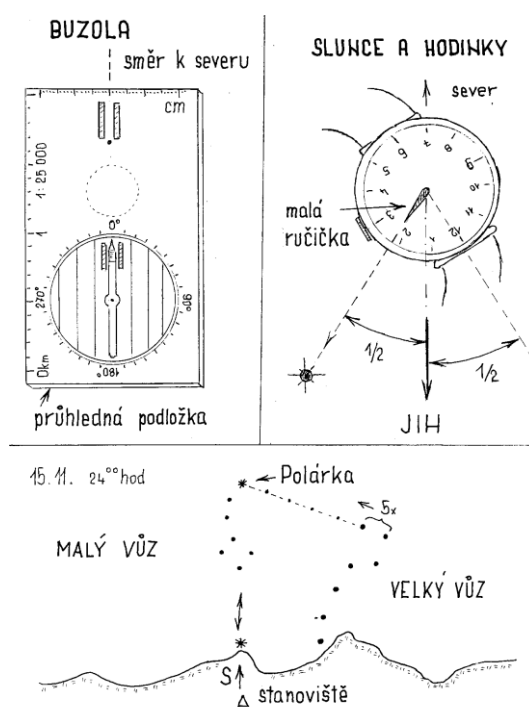
Světové strany lze určovat *pomocí Slunce a přesného času* v daném časovém pásmu. V každém časovém pásmu na severní polokouli je Slunce v pravé poledne přesně nad jihem (při zanedbání skutečné šířky časového pásma). Je však nutné uvážit, že v řadě států je přibližně od konce března do konce října používán tzv. *letní čas*, při kterém je skutečné pravé poledne až ve 13 hodin tohoto času. a že ve 12 hodin letního času je Slunce v poloze odpovídající 11 hodinám normálního času. V České republice jsou časy označovány jako Středoevropský čas (SEČ) a Středoevropský letní čas (SELČ).

Poznámka: Pro určení času nezávislého na daném časovém pásmu (například při zabezpečení společné akce, kdy různé operující součásti se nacházejí v různých časových pásmech) byl zaveden tzv. koordinovaný světový čas (*UTC – Universal Coordinated Time*), který je někdy nazýván také *Zulu time*, označován písmenem Z za časovým údajem. UTC je základem systému občanského času, jednotlivá časová pásma jsou definována svými odchylkami od UTC (např. SEČ je UTC+1). UTC je jako základ systému měření času nástupcem *GMT (Greenwich Mean Time – greenwichský střední čas)* a v neformálním vyjadřování je s ním někdy zaměňován. Na rozdíl od GMT, který udává čas platný v časovém pásmu základního poledníku, který je založen na rotaci Země, je UTC založen na atomových hodinách, tzn. je na rotaci Země nezávislý.

Za jednu hodinu se Slunce na obloze posune o 15° na západ. Stupnice na hodinkách s ručičkami (nebo nakreslená na papír) s polohou malé ručičky potom umožní přesně určit jih. Hodinky musí být ve vodorovné poloze. Pokud platí *normální čas*, hodinky se natočí se tak, aby malá ručička mířila na Slunce (je přitom možné využít stín, který představuje směr na Slunce). Osa úhlu, který svírá malá ručička s číslicí 12 na ciferníku hodinek, určuje směr k jihu (Obr. 5-6). Při platnosti *letního času* je nutné při vytyčování jižního směru půlit úhel mezi malou ručičkou a třináctou hodinou. Téhož výsledku se dosáhne, pokud se nastaví na Slunce číslo ciferníku o hodinu menší, než ukazuje malá ručička, a rozpůlí se úhel mezi tímto číslem a dvanáctou hodinou.

Velmi přesně lze určit světové strany pomocí *Polárky*. Polárka je jasná krajní hvězda v oji souhvězdí Malého vozu (Obr. 5-6), které má jako jediná hvězda na noční obloze *stálou polohu* téměř přesně na *zeměpisném* (přesněji astronomickém) severu. Její vyhledání je na jasné noční obloze jednoduché. Stálou polohu Polárky lze výhodně používat i v situaci, kdy je k dispozici mapa nebo navigační přístroj.

Polohu světových stran lze určovat i podle jiných objektů a jevů. Například v sídlech je možné určit světové strany pomocí orientace křesťanských kostelů stavěných v ose východ - západ, přičemž oltář je vždy na východní straně. Paraboly satelitních antén na budovách jsou orientovány na jih.



Obr. 5-6 Určení světových stran pomocí buzoly, Slunce a Polárky

5.3 Orientace v terénu bez mapy

Orientace v terénu se uskutečňuje především s využitím map, jiných topografických dokumentů nebo navigačních přístrojů. Není-li využití těchto dokumentů na daném velitelském stupni z

různých důvodů možné nebo účelné, může být k základní orientaci v terénu použita busola. Orientace v terénu bez mapy se vyskytuje zejména při přesunech menších jednotek mimo komunikace, ale může být výhodná i při pohybu v hustém lese, v noci, v oblastech s řídkou zástavbou a řídkými porosty. Je-li trasa přesunu předem vymezena délkami a směry dílčích přímých úseků, označuje se přesun jako *pochod podle azimutu*. Pochod podle azimutu s využitím busoly zahrnuje:

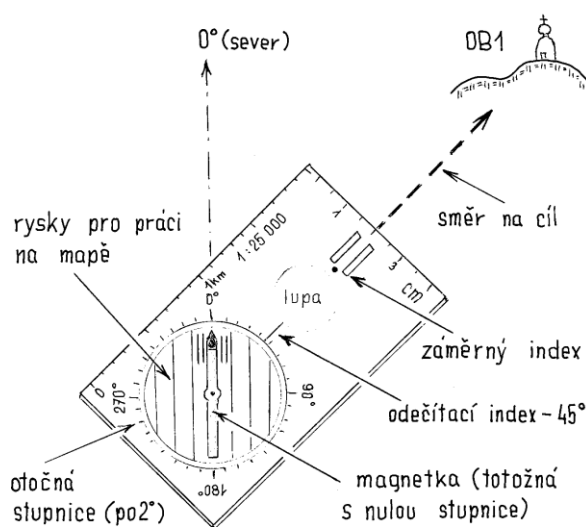
- studium osy pochodu,
- určení pochodových prvků,
- orientaci v průběhu pochodu.

Výchozím úkolem je vždy určení světových stran a vytýčení magnetického azimutu prvního úseku.

5.3.1 Určení a vytýčení magnetického azimutu

K určení nebo vytýčení magnetického azimutu se nejčastěji používá buzola. Při práci s buzolou je nutné postupovat následovně (Obr. 5-7):

- buzola se drží ve vodorovné poloze mimo dosah elektrického vedení a kovových předmětů,
- při měření magnetického azimutu:
 - záměrným ukazatelem buzoly se zamíří na určovaný orientační bod,
 - magnetická střílka se natočí do polohy sever - jih,
 - nula otočné dělené stupnice se ztotožní se žlutě označeným koncem magnetické střílky mezi dvěma žlutými ryskami na průhledném středu buzoly (pozor na chybu o 180°), záměrný ukazatel stále míří na určovaný orientační bod,
 - znovu celý postup se kontrolně opakuje,
 - pomocí indexu u záměrného ukazatele se odečte magnetický azimut ve stupních.
- při vytýčení magnetického azimutu v terénu:
 - záměrné zařízení se nastaví na příslušnou hodnotu azimutu na dělené stupnici,
 - celou buzolou se otáčí tak, až se severní hrot magnetky ustálí proti nule dělené stupnice,
 - v této poloze udává záměrné zařízení příslušný magnetický azimut, zaměřením se vyhledá v terénu v tomto směru vhodný orientační bod, kterým se vytýčuje daný azimut v terénu.

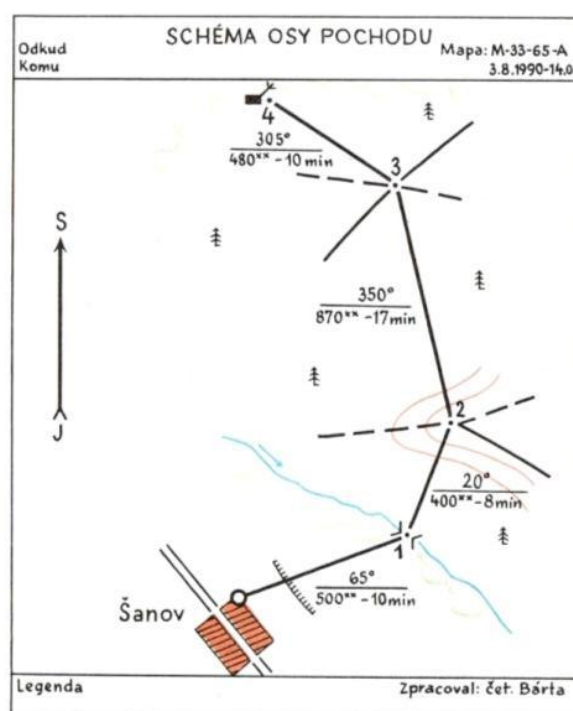


Obr. 5-7 Praktický postup činnosti s buzolou (pro orientační běh)

5.3.2 Studium osy pochodu a určení pochodových prvků

Při přípravě pochodu podle azimutu je třeba použít mapu zájmového prostoru, na které se celá trasa připraví a zpracuje vhodnou grafickou formou do schématu (Obr. 5-8). Přitom se zpravidla použije následující postup:

- zvolená osa pochodu se rozdělí na úseky podle výrazných orientačních bodů, jako jsou sídla, křižovatky, vyvýšeniny, okraje lesů, elektrická vedení apod., které jsou i za ztížených podmínek viditelné,
- na mapě se změří azimuty jednotlivých úseků (viz odstavec 4.6), délky jednotlivých úseků (viz odstavec 4.3.2), které se přepočítají na dvojkroky a určí čas pro překonání úseku podle druhu pochodu,
- azimuty a délky úseků (*pochodové prvky*) se zapíší do schématu úseků zpravidla ve formě tabulky (viz Tabulka 5-3).



Obr. 5-8 Schéma pochodu podle azimutu

Tabulka 5-2 Pochodové prvky pro pochod podle azimutu vztahované k náčrtu (Obr. 5-8)

Úsek	Koncové body úseku	A_m	Dvojkroky	Čas
Šanov	Šanov – potok	65°	500	10'
1 – 2	potok – vidlice cest	20°	400	8'
2 – 3	vidlice cest – křižovatka cest	350°	870	17'
3 – 4	křižovatka cest – hájovna	305°	480	10'
Celkem			2 250	45'

5.3.2.a Organizace pochodu podle azimutu

Vlastní pochod podle azimutu začíná po příchodu na výchozí stanoviště. Dále se dodržuje následující postup:

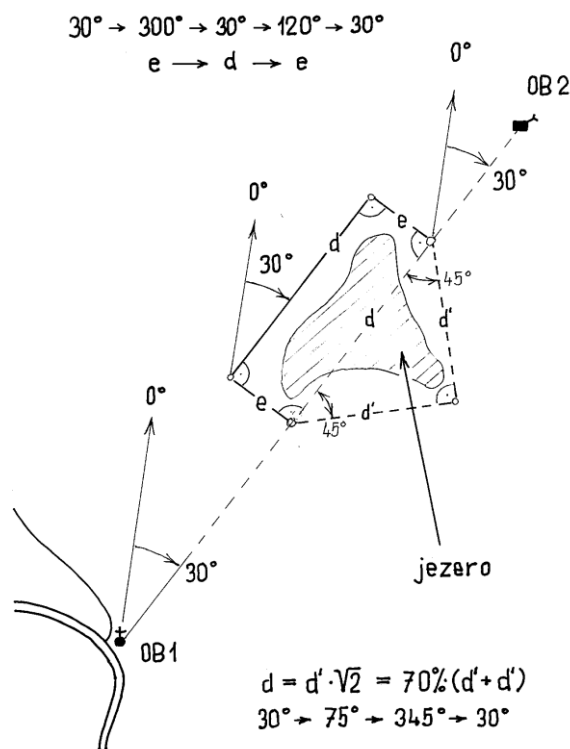
- na výchozím bodě se buzolou vytýčí magnetický azimut prvního úseku a určí se výrazné body ve směru postupu,
- po zahájení pochodu se počítají dvojkroky (zejména v nepřehledném terénu) a sleduje se čas,
- na konci úseku se dohledá koncový bod a dále se postupuje obdobně až do konce pochodu.

Podle azimutu se dá nejenom chodit, ale tento druh pochodu je možné použít i při jízdě vozidlem, zpravidla v rovinném terénu bez výrazných orientačních bodů (viz odstavec 5.6 a zejména 5.6.3). při jízdě na vozidle kontrolovat projetou vzdálenost na tachometru, azimuty kontrolovat mimo vozidlo.

5.3.2.b Obejití neprůchodných překážek

Při pochodu je možné narazit na překážky, které nelze překonat. Tento případ nastává, leží-li v ose pochodu například neprůchodná překážka, např. bažina, nádrž, zamořený prostor, minové pole. Neprůchodné překážky se obcházejí.

Na obrázku (Obr. 5-9) je obejití řešeno pomocí obdélníku a pravoúhlého trojúhelníku. V obou variantách je třeba nakreslit náčrt a vypočítat nové magnetické azimuty. Při vlastním obcházení je nutno přesně změřit krokováním vzdálenosti e , d nebo d' .



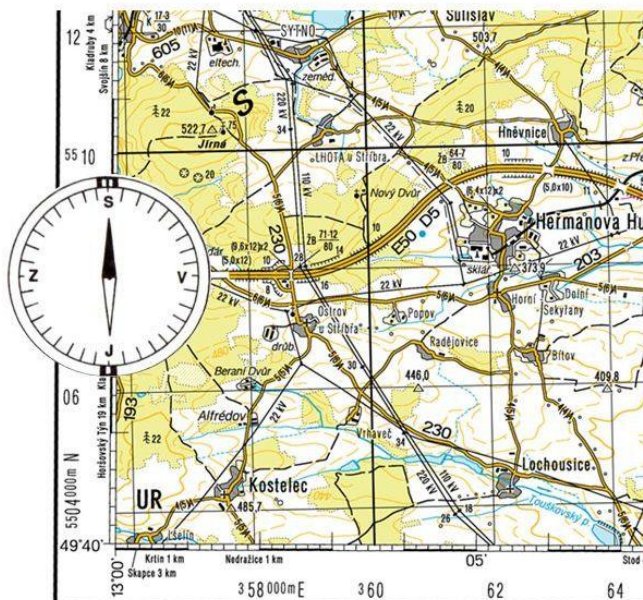
Obr. 5-9 Postup při obejití překážky v terénu s využitím buzoly

5.4 Orientace v terénu podle mapy

Topografické mapy jsou základním podkladem pro orientaci v terénu při plnění většiny bojových nebo nebojových úkolů. Po příchodu na dané výchozí místo nebo pozorovatelnu je vždy nutné mapu nejprve *usměrnit ke světovým stranám* a určit na ní *vlastní stanoviště*. Podle potřeby se dále identifikují různé objekty v terénu a na mapě. *Během pohybu v terénu* se usměrňování mapy, určování vlastního (okamžitého) postavení a identifikace okolních terénních tvarů a předmětů provádí nepřetržitě tak, aby bylo naprosto *jednoznačné, kde se právě nacházíme*. Podle okamžité situace je možné pro plnění uvedených úloh využívat různých postupů.

5.4.1 Orientace na místě

Usměrnění mapy ke světovým stranám (orientace mapy) je velmi rychlé při současném použití buzoly. Buzola v základní poloze (muška otočného víčka je na rysce severu) se přiloží na mapu tak, aby se ztotožňovala spojnice obou mířidel se západním nebo východním okrajem mapy. Mapa s přiloženou busolou se potom otáčí, až severní konec magnetky ukazuje na rysku severu (viz Obr. 5-10).



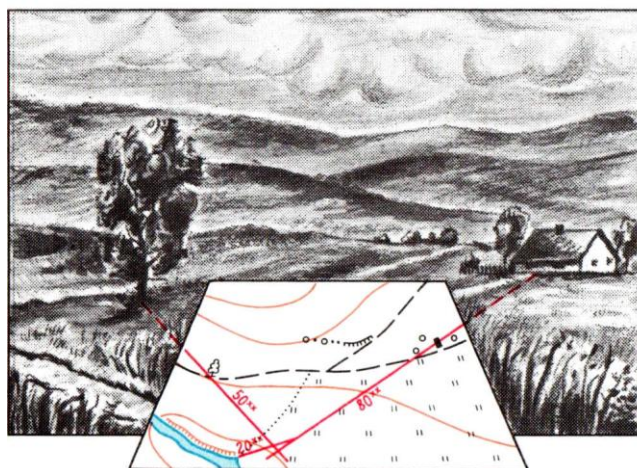
Obr. 5-10 Usměrnění mapy ke světovým stranám pomocí buzoly

Uvedený postup je zatížen *chybou odpovídající hodnotě magnetické deklinace*, protože magnetka busoly vytyčuje směr magnetického poledníku. Tato chyba je zpravidla zcela zanedbatelná. Při velmi přesném usměrňování mapy by bylo třeba vyhledat velikost magnetické deklinace v mimorámových údajích mapy a podle údaje o roční změně stanovit její současnou hodnotu (viz odstavec 4.6.4). Muška otočného víčka busoly se pak nejdříve nastaví na hodnotu magnetické deklinace (s uvážením znaménka) a teprve potom se ztotožní spojnice mířidel s rámem mapy.

Bez busoly je možno mapu usměrňovat zpravidla jen přibližně na podkladě předcházejícího určení světových stran podle Polárky nebo hodinek a Slunce či Měsíce. Pokud je alespoň přibližně známá poloha vlastního stanoviště na mapě, je možno mapu usměrňovat pozorováním identifikovatelných terénních předmětů nebo tvarů s jejich vyznačením na mapě. Mapa se přitom ve vodorovné poloze natáčí tak, aby směry na vyhledané předměty nebo tvary procházely přes příslušné značky na mapě.

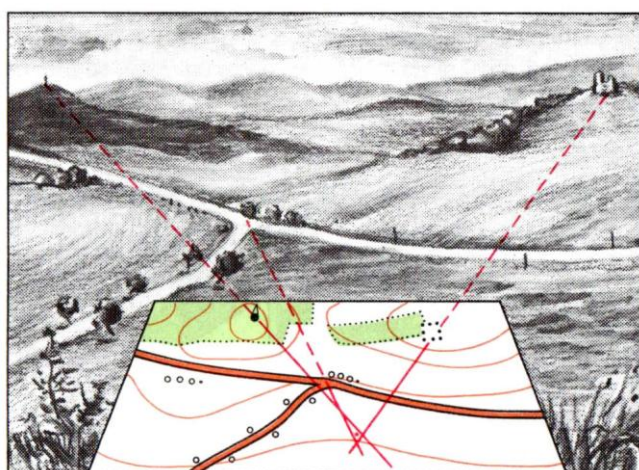
Určení polohy vlastního stanoviště je další základní úlohou orientace v terénu podle mapy. Volba vhodné metody závisí na předcházející činnosti v terénu (průběžné orientaci), na množství identifikovatelných objektů v okolním prostoru a na podmínkách viditelnosti. Značný význam má i zkušenost pozorovatele. Vlastní stanoviště lze na mapě zjistit rajónem, protínáním zpět a protínáním stranou.

K *určení vlastního stanoviště rajónem* postačí vyhledat v okolním terénu objekt, který je na mapě zobrazen příslušnou značkou. Na usměrňovanou mapu se ke značce přiloží pravítko směřující k objektu v terénu. Potom se odhadne vzdálenost k objektu, převede do měřítka mapy a vynese na pozorovací paprsek (Obr. 5-11).



Obr. 5-11 Určení vlastního stanoviště rajónem

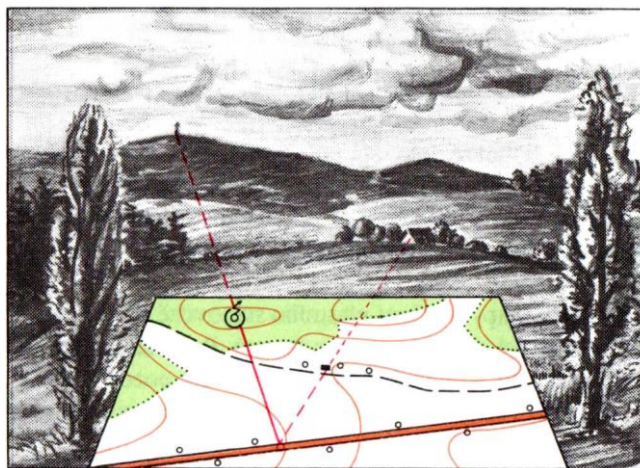
Určení vlastního stanoviště protínáním zpět předpokládá rovněž usměrněnou mapu a vyhledání dvou, nejlépe však tří identifikovatelných objektů v širším úhlovém rozestupu. Přiložením pravítka k mapové značce ve směru k objektu v terénu lze do mapy zakreslit příslušnou záměru. Totéž se opakuje u druhého a popřípadě i třetího objektu. V průsečíku záměr leží vlastní stanoviště. Záměrné přímky při použití třech směrů se zpravidla neprotnou v jednom bodě, ale vytvoří malý, tzv. *chybový trojúhelník*. Stanoviště leží zpravidla v těžišti chybového trojúhelníku a je třeba zpřesnit jeho polohu detailním porovnáním mapy s terénem (Obr. 5-12).



Obr. 5-12 Určení vlastního stanoviště protínáním zpět

Nalézají-li se vlastní stanoviště na výrazné a na mapě zobrazené terénní čáře (silnice, vodní tok, elektrické vedení apod.), je možno rychle určit jeho polohu prolínáním stranou. Ve směru přibližně kolmém k terénní čáře se na usměrněné mapě v terénu vyhledá vhodný objekt a vede se k němu záměra. V jejím průsečíku s terénní čarou pak leží vlastní stanoviště (Obr. 5-13).

U všech uvedených metod určování polohy vlastního stanoviště se předpokládala viditelnost do okolního terénu. Při určování stanovišť v lese, v noci apod. je nutno průběžně sledovat terén a mapu již při přesunu. Poloha stanoviště se pak již pouze zpřesňuje detailním porovnáním nejbližšího okolí s mapou.



Obr. 5-13 Určení vlastního stanoviště protínáním stranou

Po usměrnění mapy a určení vlastního stanoviště na mapě se při orientaci většinou ještě *porovnáva skutečný terén s mapou*. Porovnání spočívá v postupné identifikaci jednotlivých terénních předmětů a tvaru pozorovaných v terénu a zobrazených na mapě. Terén s mapou se může porovnávat na místě nebo průběžně za pochodu.

Topografická orientace na místě je jednou z důležitých součástí *rekognoskace* v terénu, prováděné příslušným velitelem. Postupuje se při ní podle následujících bodů:

- určení světových stran nebo jen zájmové světové strany (směr útoku, směr postupu apod.);
- určení vlastního stanoviště;
- určení orientačních bodů (zpravidla ve třech horizontech - bližší, střední, vzdálený - a v každém horizontu zprava doleva);
- stanovení hlavního orientačního bodu (většinou výrazný bod uprostřed pozorovaného sektoru);
- identifikace terénních předmětů a tvaru;
- vyhodnocení rozdílů mezi terénem a mapou.

Topografická orientace pro účastníky rekognoskace musí být přesná, jasná a stručná.

Příklad: Topografická orientace při rekognoskaci může mít toto znění:

- Osada vpředu - věž kostela - dvě dlaně vlevo - topol - SEVER.
- Osada LHOTA - čtverec 58-92, jihozápadně 300 m na nepojmenované kupě - NAŠE STANOVIŠTĚ.
- ORIENTAČNÍ BODY - Bližší horizont vpravo zalesněný hřbet - západní okraj - dlaň vpravo SLOUP ELEKTRICKÉHO VEDENÍ - OB PRVNÍ (OB 1); osada LHOTA - KAPLIČKA - OB DRUHÝ (OB 2); OB 2 - dlaň vpravo - POMNÍK - OB TŘETÍ (OB 3); OB 3 - dlaň vlevo svahová kupa s lesíkem - LESÍK - OB ČTVRTÝ (OB 4).
- Osada před námi - KOSTEL – HLAVNÍ ORIENTAČNÍ BOD.
- Zalesněný hřbet vpravo od nás - pahorkatina CHRĪBY; osada vpravo před námi - LHOTA; vrchol vlevo od nás - kóta 492,8; komunikace před námi se stromořadím - silnice třetí kategorie LHOTA - POŘÍČÍ.
- Změny v terénu: vpravo nové elektrické vedení vysokého napětí přes pahorkatinu CHRĪBY, OB 3 - POMNÍK - 100 m severozápadně - nový rybník.

Účastníci rekognoskace si identifikují údaje topografické orientace ve své mapě, zvýrazňují si orientační body a zakreslují další potřebné informace. Pokud mapu nemají, kreslí si situační náčrt orientačních bodů.

5.4.2 Orientace za přesunu terénem

Topografická orientace podle mapy za pochodu zahrnuje:

- přípravu přesunu na mapě,

- provedení vlastního přesunu.

Přesun se uskutečňuje pěšky nebo na vozidlech. Z hlediska plánování a provedení vlastního přesunu je však do jisté míry jedno, jakým způsobem přesun probíhá, avšak je nutné vždy dodržet určité *ověřené zásady*.

5.4.2.a Příprava přesunu na mapě

Jestliže je před zahájením přesunu známo místo zahájení pochodu a jeho cíl, je k dispozici mapa a čas na přípravu, lze zpracovat *plán pochodu*. Při zpracování plánu se pečlivě studuje terén, v němž se bude jednotka pohybovat, trasa se volí zpravidla jako nejkratší, ale přitom taková, aby umožňovala i skrytý pohyb, byla dobře schůdná a bylo na ní minimum překážek a kritických míst (velká stoupání, ostré zatáčky, zúžená místa, dlouhé úseky bez možnosti skrytu a rozptýlení apod.).

Ve zpracovaném plánu se objeví:

- délka pochodu,
- časové kalkulace,
- výrazné orientační body na trase,
- možné překážky.

Vlastní přesun je tímto usnadněn a ušetřený čas lze využít k plnění ostatních úkolů za přesunu.

V řadě případů je zahájena *činnost v neznámém prostoru bez této přípravy* ale s požadavkem na dodržení časových limitů. Pokud je hned na začátku podceněna příprava trasy, je pravděpodobné, že časový limit nebo celý úkol nebude splněn. Na mapě je proto nutné:

- určit přesně aktuální stanoviště,
- prostudovat zájmový prostor,
- zvolit trasu a zakreslit ji do mapy,
- v obtížných úsecích trasy změřit prvky pro pochod podle azimutu (orientovaný úhel a vzdálenost).

V dalších odstavcích pokud to nebude nutné se již nebude rozlišovat, zda příprava je prováděna před zahájením přesunu mimo zájmový prostor nebo až v terénu. Výsledek přípravy musí být vždy stejný.

5.4.2.b Příprava přesunu terénem pěšky

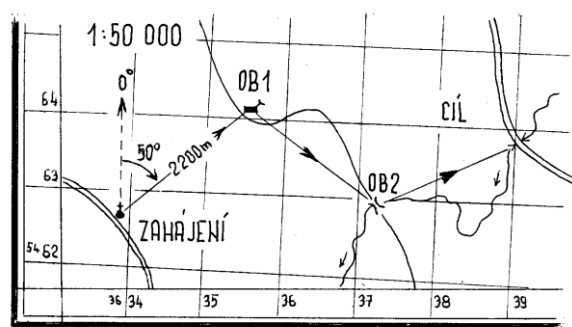
Obsah *přípravy přesunu terénem pěšky* je shodný pro terén otevřený a rovinný nebo zalesněný a kopcovitý. Nic nesmí být podceněno, ani v relativně známé krajině. Pro přípravu je nejvýhodnější použít mapu měřítko 1 : 50 000, případně podrobnější.

Do mapy se výrazně zakresluje *místo zahájení pochodu a cíl pochodu*. Na mapě se potom podrobně prostuduje celý zájmový prostor mezi oběma body s cílem vyhledat:

- *jednoznačné objekty*, které pomohou při orientaci za přesunu (vodní toky a plochy, mosty a propustky, elektrická vedení a komunikace, osady a samoty, výškové objekty a kostely, výrazné terénní tvary, lesy a tvary jejich hranic). Pokud je zájmový prostor zalesněný, je situace horší a výrazný orientační objekt se na mapě nemusí vyskytovat. Zde pomůže výškopis mapy, ze kterého jsou zvoleny jako orientační body dominantní výšiny nebo sedla. Výraznou pomůckou je směr vodních toků a nadmořské výšky orientačních bodů;
- *komunikace*, které lze využít pro přesun, pokud to charakter úkolu umožňuje;
- *překážky*, které nelze překonat, např. velké vodní plochy a toky, bažiny, terén s velkým sklonem svahů (pokud je rozstup základních vrstevnic na mapě je menší než 0,5 mm, potom je sklon svahu větší než 24°)

Zvolená *optimální trasa* by měla být taková, aby jednotlivé úseky přesunu končily na výrazných orientačních bodech (např. vstup elektrického vedení do lesa, hájovna u komunikace, vedení napříč zájmovým prostorem). Orientačním bodem však není trigonometrický bod v lese, který lze jen velmi těžce nalézt nebo křížení lesních průseků, protože na malém prostoru jich může být více, a mohou se vyskytovat i některé nové. Zvolená trasa se zakresluje vhodným a přehledným způsobem do mapy.

Na mapě je vhodné dále změřit *směrník σ z daného stanoviště na cíl pochodu* a doporučuje se změřit *přímou vzdálenost mezi stanovištěm a cílem*. Tyto hodnoty lze nazvat *základními navigačními údaji* (Obr. 5-14).



Obr. 5-14 Měření základních navigačních údajů pochodu podle azimutu na mapě

Pokud je dostatek času a terén, kterým povede trasa přesunu je obtížný pro orientaci (členitý, zalesněný) nebo je noc či mlha, lze rozdělit celou trasu na úseky a jim změřit stejné prvky jako pro pochod podle azimutu. Tyto prvky (orientované úhly, vzdálenosti, nadmořské výšky) lze sestavit do tabulky nebo překreslit zjednodušeně situaci z mapy na papír (viz Obr. 5-14 a Tabulka 5-3).

Tabulka 5-3 Tabulka a schéma pro pochod podle mapy v málo přehledném terénu

Úsek	A_m	Vzdálenost v metrech	Výška
kaple - hájovna	50°	2200	725 - 600
hájovna - most	125°	2050	600 - 510
most - propustek	65°	2000	510 - 590
Celkem		6250	

Dále lze provést *časové kalkulace* podle skutečné délky úseků (úsek hájovna - most vede po zpevněné komunikaci, rychlost chůze 5 km/hod, 2 050 m = 24 min.). Pokud je na úseku více mostů musí být navigační informace z mapy přesnější a podrobnější, aby nedošlo k záměně.

Z jednotlivých variant je nejjednodušší plánovat přesun v *mírových podmínkách a bez zátěže* pouze pro jednotlivce. Za *bojových podmínek* je nutno obcházet osady, vyhýbat se otevřenému terénu, komunikacím a samozřejmě protivníkovi. Trasa musí být volena pečlivěji i s ohledem na členitost a maskovací vlastnosti terénu.

Nesená zátěž způsobí, že *rychlost přesunu bude podstatně nižší* a více svažitý terén bude velkou překážkou. Je třeba podrobně vyhodnotit výškopis na trase přesunu. Pokud budou sklony svahu napříč směru postupu nad 20° (rozestup vrstevnic 0,5 mm), musí být výbava doplněna o lana, případně o horolezeckou výstroj.

Činnost skupiny vyžaduje velitele, který je zodpovědný za volbu trasy, časové kalkulace se provádí podle výkonosti nejslabších jedinců.

5.4.2.c Příprava přesunu terénem na vozidlech

Příprava na přesun s použitím vozidel je obdobná jako u přípravy na přesun pěšky. *Podle délky přesunu* je voleno používané měřítko mapy. Na přípravu přesunu o délce 100 km a více je vhodné použít mapy měřítka 1 : 100 000 (na jednom mapovém listu se zobrazí území o ploše 36 x 36 km, na soulep se zákresem celé trasy je použito 3 až 9 mapových listů), podrobnost mapy k plánování přesunu vyhovuje. Při použití map měřítka 1 : 50 000 pro přesun po stejné trase by bylo v soulepu celkem 6 až 36 mapových listů.

Při přesunu na kratší vzdálenost, je možné použít vojenské topografické mapy měřítka 1 : 50 000 (18 x 18 km), nebo „turistické mapy“, kde jeden mapový list pokrývá větší území se zobrazením celé geomorfologické jednotky (např. mapa Novohradské hory 28 x 28 km).

Výhodné je používat pomůcky na měření nepřímých vzdáleností, např. křivkoměr, nebo umět určit délku zakřivené čáry například podle vzorce (4-8).

Do mapy se výrazně *zakreslují místa zahájení a ukončení přesunu*. Na mapě se poté podrobně studuje celý zájmový prostor mezi oběma body s cílem identifikace:

- *komunikací*, které jsou vhodné pro přesun dané techniky s ohledem na šířku a povrch vozovky, zvolit nejkratší nebo nejvýhodnější spojnicí výchozího místa a cíle za trasu přesunu;
- *kritických míst na zvolené trase přesunu* (zúžená místa, ostré zatáčky, výrazná stoupání a klesání, mosty a propustky, podjezdy a přejezdy elektrifikovaných železničních tratí), je-li kritických míst mnoho a průjezd větší techniky nejistý, je třeba vybrat jinou trasu;
- *měst i menších osad*, u nichž je nutné podrobně prostudovat jejich průjezd a pokud je obtížný, volí se trasa obcházející tato místa;
- *křižovatek*, kde je třeba ujasnit si jejich průjezd. Na křižovatkách jsou místa časté ztráty orientace;
- zda zvolená trasa nevede přes *národní park* (na území ČR jsou 4) nebo *chráněnou krajinnou oblast* (na území ČR 24), v době míru tuto trasu nelze pro vojenskou techniku použít, je nutno zvolit jinou.

Zvolená trasa přesunu se zakresluje přímo do mapy. Kresba nesmí překrýt důležité objekty zakreslené mapovými značkami podél trasy. Průjezd osadou není vhodné zakreslovat v plném rozsahu, stačí označit vjezd do města a výjezd.

Podél trasy je vhodné na mapě vyhledat *výrazné objekty*, které usnadní orientaci při vlastním přesunu (kostely, kaple, památníky, tovární komíny, křížení silnic s elektrickým vedením, železniční přejezdy, lesíky, mosty). Tyto objekty se barevně výrazně označují jako *orientační body*. Tento postup je zvláště důležitý v řídce osídlených terénech.

Pro zvolenou trasu se provádí *časová kalkulace přesunu* a pro celý pochod se zpracuje *časový harmonogram*.

Z hlediska obtížnosti je nejjednodušší najít trasu přesunu pro vozidla v horském zalesněném terénu, kde je pouze jedna komunikace. O to detailnější a podrobnější musí být snaha o vyhledání orientačních bodů, které pomohou přesně určit polohu při přesunu (okraje lesa, elektrické vedení, samoty, osady, velké paseky, mosty). Pokud na mapě takové body nejsou nebo jsou nejednoznačné (lesní průseky, nezpevněné lesní cesty), využívají se dominantní terénní tvary na mapě zobrazené vrstevnicemi (sedla, vyvýšeniny, údolí). Ke zvoleným orientačním bodům (mosty, křižovatky, samoty...) se změří vzdálenosti od okraje lesa nebo z výchozího stanoviště, jehož poloha se dá i v terénu lehce určit. Změřené vzdálenosti s vypočítanými časovými kalkulacemi se zpracují do přehledné tabulky nebo zapíší přímo do mapy. V horském terénu se určí nadmořské výšky orientačních bodů.

Nachází-li se cíl přesunu na nezpevněné lesní cestě uprostřed rozsáhlého lesního areálu, je jeho vyhledání bez použití podrobné mapy měřítka 1 : 50 000 a přesného měření vzdáleností velmi obtížné.

Bojové podmínky vyžadují zahrnout do volby trasy přesunu rozmístění protivníka, vyhledání prostorů podél trasy, kde se jednotka může rychle rozmístit, maskovat a očekávat další úkoly, mít přehled o větších vodních plochách proti proudu toku, které mohou rychle změnit krajinu průchodnou v neprůchodnou. V bojových podmínkách zpracovatel plánu přesunu studuje větší okolí trasy přesunu, ujasní si možné objížďky a má přehled o neprůchodném a těžko průchodném terénu v zájmovém prostoru.

5.4.2.d Vlastní přesun terénem podle mapy

Vlastnímu zahájení přesunu předchází práce s mapou. Ta zahrnuje usměrnění mapy do světových stran a určení vlastního stanoviště. Následuje *ověření hlavních objektů v terénu*, které jsou ze stanoviště přímo viditelné, s jejich zákresem na usměrněné mapě.

Při přesunu je třeba průběžně *kontrolovat aktuální polohu na mapě* a mít jasno o směru dalšího postupu. Při problémech s orientací ihned zastavit a pokud to situace umožňuje určit vlastní polohu vzhledem k okolním objektům. Tu vynést do mapy a zkontrolovat pomocí usměrněné mapy nejbližší okolí. Po zorientování se a určení směru správného postupu nebo jízdy pokračovat v další činnosti.

Při přesunu podle mapy zalesněným a členitým terénem se nelze obejít bez buzoly a křivkoměru. Z hlediska způsobu práce s mapou není v zásadě rozdíl mezi přesunem pěšky nebo na vozidlech. Nicméně je vhodné uvědomit si některé aspekty obou druhů přesunu.

Přesun terénem pěšky se volí zejména v málo přehledných místech s minimem průjezdných komunikací apod. Proto je nutné věnovat zvýšenou pozornost celému průběhu přesunu tak, aby nedošlo ke ztrátě orientace. Při této činnosti se osvědčily následující zásady:

- udržet směr pochodu za přesunu zaměřený pomocí buzoly nebo nebeských těles,
- odhadovat vzdálenost a na výrazných bodech průběžně kontrolovat skutečnou polohu s plánovanou trasou zakreslenou na mapě,
- používat buzolu a zpracovanou tabulku pochodu podle azimutu v členitém zalesněném terénu,
- určovat výrazné orientační body, které jsou kontrolovány s využitím mapy,
- v obtížných místech pro orientaci porovnávat dominantní terénní tvary (sedla, vyvýšeniny, hlavní hřbety, údolí) s jejich vrstevnicovým obrazem v mapě.

Při postupu terénem se může vyskytnout nepřekonatelná překážka (vodní plocha, bažina, mýtina...). Při jejím obejití lze pokračovat ve správném směru k cíli pomocí náčrtu obejití překážky s výpočtem změn směru pochodového úhlu.

O dalším směru pohybu rozhoduje velitel skupiny, skupina se nesmí rozdělit. Na orientačních bodech je vhodné zakreslovat absolvovanou trasu do mapy.

Nejčastější formou *přesunu terénem je na vozidlech*. Pokud nejede řidič sám, je za orientaci podle mapy zodpovědný velitel vozu. Po počáteční topografické orientaci je nutné určit směr jízdy a mapu usměrnit podle komunikace ve směru jízdy (při jízdě na jih je mapa otočena „vzhůru nohama“). Provádění orientace při vlastním přesunu je ztíženo plněním dalších úkolů. Aby nedošlo ke ztrátě orientace, která může způsobit nesplnění hlavního úkol, je nutné dodržet následující postup orientace za přesunu:

- udržovat mapu usměrněnou ve směru jízdy tak, aby to, co je v terénu vpravo bylo i na mapě vpravo, což je důležité pro správný průjezd křižovatkami,

- porovnávat dominantní a na mapě zvýrazněné orientační body se skutečností v terénu,
- informovat včas řidiče vozidla o kritických místech na trase, o křižovatkách na kterých je třeba zpomalit nebo zastavit, o změnách směru jízdy,
- zapsat stav tachometru před vjezdem do větších lesních celků nebo měst, projetá vzdálenost odečtená z tachometru umožní přesně určit aktuální polohu vozidla na mapě,
- provést průzkum trasy při průjezdu městem pouze jedním vozidlem, čímž se zabrání např. uvíznutí kolony ve slepé ulici.

Bojová technika se často přesouvá mimo komunikace volným terénem, kde je obtížné udržet orientaci. Z tohoto důvodu jsou některá vozidla vybavena navigačními prostředky, které tento složitý úkol řeší přesně a nepřetržitě (viz následující odstavec).

5.5 Orientace v terénu s využitím navigačních prostředků

Orientaci v terénu výrazně zjednodušují *navigační prostředky*. Navigační přístroje situaci ulehčí tím, že poskytnou informaci o přesné poloze a navigační údaje do cílového místa. Hlavním důvodem širokého zavádění systémů navigačních prostředků jsou ztížené podmínky pro orientaci v terénu uvnitř bojových vozidel, kde je omezený prostor pro práci s mapou, slabší osvětlení i omezený výhled do okolního terénu. Vojensky využívané navigační prostředky je možné rozdělit do dvou kategorií podle používané technologie:

- prostředky pracující nezávisle na jiných systémech (*topografické navigační systémy*),
- prostředky používající družice (*družicové navigační systémy*).

Obě skupiny prostředků zpravidla vedle *okamžité aktuální polohy* poskytují při přesunech *úplnou navigační informaci*, kterou je:

- vzdálenost do cílového bodu,
- směr na cílový bod,
- rychlost pohybu,
- čas k překonání vzdálenosti do cíle za dané rychlosti,
- překážky na trase a jejich obcházení.

Pokud je činnost prováděna v místech dobře známých je navigace jednoduchá i bez mapy, ale za ztížených podmínek může dojít ke ztrátě orientace. V terénu neznámém, členitém a zalesněném je navigace obtížná i s mapou.

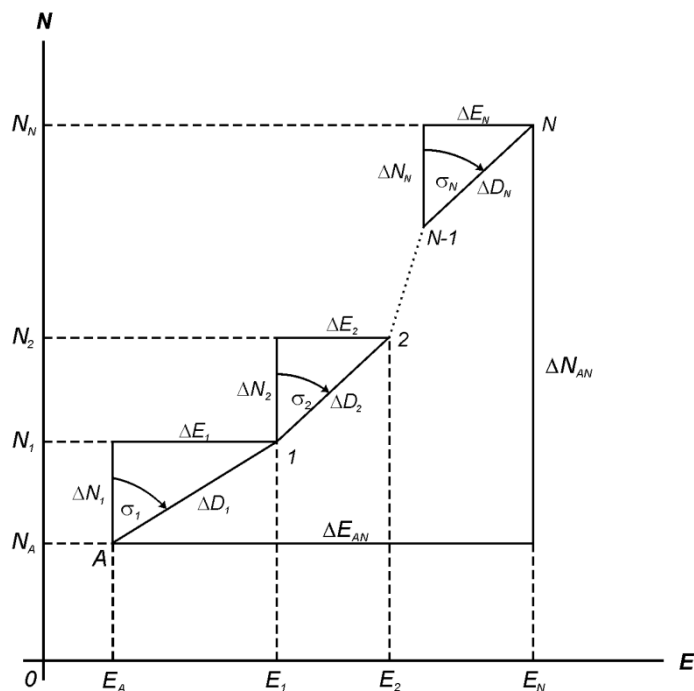
Topografické navigační systémy ke své činnosti nepotřebují žádný vnější systém, na rozdíl od družicových, které vyžadují kvalitní příjem družicového signálu. Protože není možné tento příjem vždy zabezpečit (viz odstavec 5.5.2 *oba systémy se někdy kombinují* tak, že v místech s kvalitním a dosažitelným družicovým signálem je navigace zabezpečena družicovým systémem, v místech s nepřístupností signálu se navigace automaticky přepne do topografického navigačního systému. Ke zpětnému přepnutí dojde opět automaticky po získání kvalitního družicového signálu.

Moderní navigační zařízení využívají více zdrojů měřických informací. Kromě údajů o směru a projeté dráze vozidla, Dopplerova posunu nebo měření na navigační družice, mohou být doplněny snímači zrychlení – akcelerometry. Dvojnásobnou integrací okamžitého zrychlení lze získat přírůstky dráhy ve směru citlivých os akcelerometrů a z nich odvodit okamžitou polohu. Zařízení vybavená akcelerometry a gyroskopy se označují jako *inerciální navigační systémy – INS*. Vzhledem k principu jejich činnosti mohou být využívány i v uzavřených prostorách (v podzemí nebo pod vodou) i v kosmickém prostoru. Přesné INS, po hodině provozu, určí prostorovou polohu s nejistotou asi 0,1 % uražené dráhy a přenesení směru s přesností 1' nebo lepší. Nevýhodou INS je výrazné snižování přesnosti s dobou měření a proto takový navigační systém obvykle využívá další

zdroje měřických dat – například přijímač GPS nebo snímače projeté dráhy, výškoměr atp. Běžné INS dosahují přesnosti obdobné jako kvalitní topografické připojovače.

5.5.1 Topografické navigační systémy

Topografické navigační systémy umožňují nepřetržitě automatizované určování polohy a směru pohybujícího se vozidla. Je-li stanovena poloha cílového bodu jízdy, poskytuje navigační zařízení též nepřetržitě informace o směrníku na cílový bod a rozdílech souřadnic mezi okamžitou polohou vozidla a cílovým bodem.



Obr. 5-15 Výpočet souřadnic polohy vozidla v topografickém navigačním systému

Princip výpočtu pravouhlých rovinných souřadnic okamžité polohy vozidla znázorňuje obrázek (Obr. 5-15). Pohyb vozidla začíná v bodě A, jehož souřadnice E_A , N_A se určí z topografické mapy nebo se zadají z přijímače GPS a nastavují v navigačního zařízení. Přemístí-li se vozidlo do bodu 1, budou souřadnice jeho polohy:

$$\begin{aligned} E_1 &= E_A + \Delta E_1 = E_A + \Delta D_1 \sin \sigma_1 \\ N_1 &= N_A + \Delta N_1 = N_A + \Delta D_1 \cos \sigma_1 \end{aligned} \quad (5-5)$$

Po příjezdu do bodu 2 budou souřadnice bodu:

$$\begin{aligned} E_2 &= E_1 + \Delta E_2 = E_A + \Delta D_1 \sin \sigma_1 + \Delta D_2 \sin \sigma_2 \\ N_2 &= N_1 + \Delta N_2 = N_A + \Delta D_1 \cos \sigma_1 + \Delta D_2 \cos \sigma_2 \end{aligned} \quad (5-6)$$

V obecném bodě N budou potom souřadnice:

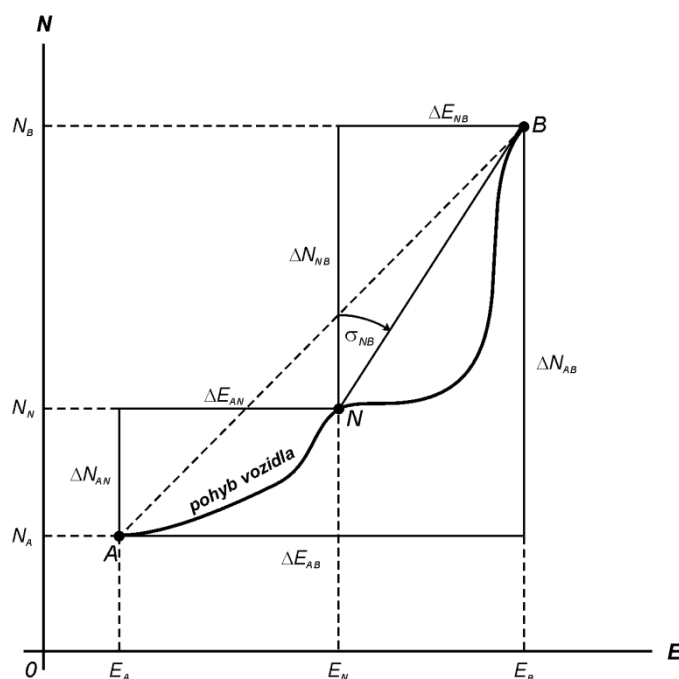
$$\begin{aligned} E_N &= E_A + \sum \Delta D \sin \sigma \\ N_N &= N_A + \sum \Delta D \cos \sigma \end{aligned} \quad (5-7)$$

Jsou-li známy souřadnice E_N , N_N je možno vypočítat i souřadnicové rozdíly mezi výchozím bodem A a obecným bodem N :

$$\begin{aligned}\Delta E_{NA} &= E_N - E_A \\ \Delta N_{NA} &= N_N - N_A\end{aligned}\quad (5-8)$$

Při přesunu z výchozího bodu A do předem určeného cílového bodu B , jehož souřadnice jsou E_B , N_B (určené například z topografické mapy již před zahájením pochodu), lze vypočítat jak okamžité souřadnicové rozdíly mezi koncovým bodem a obecným bodem N , stejně jako směrnik na cílový bod zbývající přímou vzdálenost cílového bodu D_{NB} (viz (5-9) a Obr. 5-16).

$$\begin{aligned}\Delta E_{NB} &= E_N - E_B \\ \Delta N_{NB} &= N_N - N_B \\ \tan \sigma_{NB} &= \frac{\Delta E_{NB}}{\Delta N_{NB}} \\ D_{NB} &= \sqrt{\Delta E_{NB}^2 + \Delta N_{NB}^2}\end{aligned}\quad (5-9)$$



Obr. 5-16 Výpočet souřadnicových rozdílů, směrniku a přímé vzdálenosti k cílovému bodu

Topografické navigační systémy mají následující základní součásti:

- snímač vzdálenosti,
- snímač směru,
- výpočetní soustava.

Snímač vzdálenosti nepřetržitě určuje přírůstky ujeté vzdálenosti. Vzdálenost je počítána ze snímaných otáček kol hnané nápravy nebo nezávislým systémem založeným na Dopplerově jevu. Ve vozidle je umístěn zdroj vysokofrekvenčních signálů, které se při jízdě vysílají k zemi a zpět se přijímá jejich odraz. Z rozdílů vlnových délek vyslaného a přijatého signálu lze vypočítat rychlost

pohybu a po doplnění času mezi vyslaným a přijatým paprskem i ujetá dráha. Oba systémy se v praxi i kombinují tak, že při nižších rychlostech se používá snímač otáček kol, při dosažení vyšší rychlosti se systém automaticky přepne na dopplerovský snímač.

Snímač směru nepřetržitě určuje směrník podélné osy vozidla. Skládá se ze směrového indikátoru (gyroskopického nebo laserového kompasu) a odečítacího zařízení. Po uvedení setrvačnicku do chodu zaujme osa setrvačnicku stálou polohu vůči sluneční soustavě. V důsledku rotace Země se i u stojícího vozidla mění poloha osy setrvačnicku s časem vůči místnímu zeměpisnému poledníku (tzv. chod osy setrvačnicku) a zároveň mění i svoji polohu vzhledem k vodorovné rovině. K vyloučení obou pohybů je snímač směru opatřen korekčními zařízeními, jimiž lze udržovat osu setrvačnicku ve vodorovné rovině a v rovině místního poledníku. Odečítací zařízení snímače směru je pevně spojeno s vozidlem a umožňuje odečítat úhlové změny mezi osou rotace setrvačnicku a podélnou osou pohybujícího se vozidla. Tyto úhlové změny se zobrazují na stupnicích navigačního zařízení a zároveň se předávají ke zpracování výpočetnímu zařízení.

Výpočetní soustava přijímá a zpracovává vstupní data od snímačů vzdálenosti a směru. Z těchto hodnot určuje nepřetržitě $\sin\sigma$ a $\cos\sigma$ a násobí je hodnotami ΔD . Tím jsou stále určovány souřadnice okamžité polohy vozidla, které se mohou zobrazovat výstupním zařízením. Jsou-li do navigačního zařízení vloženy rozdíly souřadnic mezi výchozím a cílovým bodem jízdy, počítají se ve výpočetním zařízení též okamžité souřadnicové rozdíly k cílovému bodu, okamžitý směrník na cílový bod a vzdálenost k němu.

Celé navigační zařízení může být doplněno i mapovým výstupem, na němž se zobrazuje okamžitá poloha vozidla a případně i další informace, jako je například vzdálenost k cílovému bodu.

Teoretická přesnost topografických navigačních prostředků je dána především jejich konstrukcí. Teoretická přesnost určení souřadnic je 0,5 až 1% ujeté vzdálenosti od výchozího bodu, přesnost přenesení směru je 3 a méně dílců. topografické navigační prostředky neumožňují měřit nadmořské výšky.

Praktická přesnost je dána:

- úrovní výcviku a zkušenosti obsluhy navigačního systému a osádky vozidla,
- kvalitou podloží, po němž se vozidlo pohybuje,
- spolehlivým určením korekce projeté dráhy dané relativním převýšením na trase pohybu,
- chodem gyroskopu daným konstrukcí a rotací Země.

5.5.2 Družicové navigační systémy

Základní údaje důležité pro správnou navigaci dodává *navigační systém tvořený satelity*, pokrývající celou Zemi, označovaný *družicový polohový systém (GPS - Global Positioning System)*. Provoz sítě GPS je udržován v činnosti vládou USA a systém byl vyvinut k vojenským účelům. Obdobou je ruský systém GLONASS, vybudovaný na obdobných principech, který je v ČR užíván jen okrajově. V současné době, kdy je GPS zpřístupněn civilní veřejnosti, našel uplatnění v řadě oborů lidské činnosti.

Vlastní systém je tvořen *třemi částmi*:

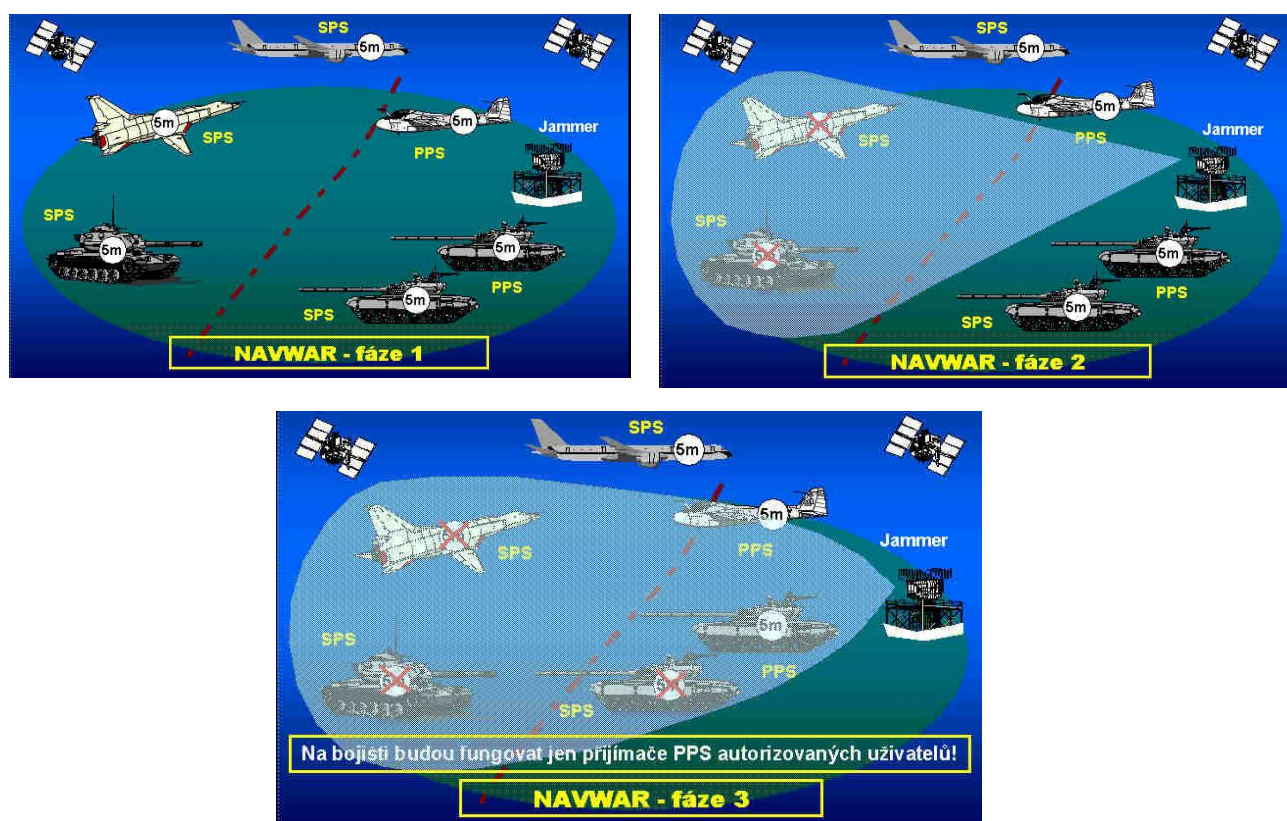
- *družicové*, která se skládá z 24 družic obíhajících Zemi ve výšce zhruba 20 200 km po kruhových drahách. Jejich konfigurace je zvolena tak, aby v každém okamžiku bylo na kterémkoliv místě Země a nejméně 5° nad obzorem možno současně pozorovat alespoň čtyři vhodně rozmístěné družice;
- *řídící a kontrolní*, která je tvořena deseti stanicemi, jejímž úkolem je neustálé sledování a programování všech družic, stejně jako zpřesňování jejich poloh. Stanice jsou rozmístěny na různých místech ve světě;

- *uživatelské*, která je tvořena v podstatě z neomezeného počtu přijímačů.

Při *autonomním režimu*, který je nejčastěji využíván, lze v současné době *dosáhnout přesnosti 10 metrů* (horizontálně), lepší než 15 metrů ve výšce a 40 nanosekund v synchronizaci času. Současná bezpečnostní politika vlastníka systému GPS, tedy vlády USA je však taková, aby systém nemohl být využíván v případě válečného konfliktu nepřítelem při zachování funkčnosti systému pro nevojenské účely a pro státy, které se konfliktu neúčastní.

Autorizovaní uživatelé (v podstatě všechny armády NATO) mohou používat *přesnou polohovou službu (PPS)*, neautorizovaní potom pouze *standardní polohovou službu (SPS)*. Autorizovaní uživatelé mají právo nakoupit přístroje či jejich komponenty, které i v případě rušení nebo degradace signálu družic stále mohou přijímat signál PPS. Proti zneužití jsou přijímače chráněny i přístupovými kódy, bez jejichž znalosti příjem signálu PPS není možný. Funkci přijímačů autorizovaných a neautorizovaných uživatelů v případě válečného konfliktu dokumentují následující obrázky (Obr. 5-17).

Určení polohy a možnost navigace je však závislá na příjmu signálu dostatečného počtu družic systému GPS. Tam kde tento příjem není možný (zalesněný terén, uzavřené prostory, například tunely, ulice mezi vysokými domy apod.) není přijímán signál dostatečného počtu družic nebo přijímané družice mají nevhodnou vzájemnou polohu, má technologie GPS výpadky.



Obr. 5-17 Uplatňování bezpečnostní politiky USA v přístupu k GPS v době krizi na bojišti

Všechny přístroje určují ihned *souřadnice polohy přijímače* (rovinné pravoúhlé – v různých geodetických systémech, zeměpisné nebo v kódu MGRS), dále mnohé přijímače umožňují i určovat *nadmořskou výšku* a provádějí *navigaci* do jakéhokoli místa na Zemi. *Ruční navigační přístroje* jsou velikosti menšího mobilního telefonu, některé jsou již i jeho součástí. Ve vybavení vojenských vozidle jsou i *zabudované* nebo *přenositelné přijímače*. Manipulace s přijímači GPS je poměrně

jednoduchá. Po prostudování jeho navigačních možností je k dispozici neocenitelný pomocníka při orientaci v terénu. Přístroje lze rozdělit na tři skupiny:

- *standardizované vojenské navigační přijímače* pro jednotlivce používané v armádách států NATO, odolné náročným podmínkám. Umožňují připojení na PC nebo vysílací stanice;
- *komerční přístroje pro jednotlivce*, sloužící k určení polohy a navigaci, umožňující propojení s PC a zobrazení polohy na digitální mapě. Při propojení notebooku s GPS v automobilu lze například získat navigační systém při minimálních investicích. Nevýhodou je „křehkost“ přijímačů nevhodná pro vojenské využívání;
- *mapovací GPS*, slouží k zaměření bodů, linií nebo ploch v terénu a jejich přenesení do PC na digitální mapu. Rychlejší a přesnější přenesení údajů z terénu do mapy a naopak v takto dostupné podobě neexistuje. Přístroj lze použít k přesnému zaměření např. minového pole, poškozené komunikace, zamořené plochy, nepovolené skládky nebo spáleného lesa.

Většina přijímačů (vojenských i komerčních) zobrazují polohu a další informace na grafickém podkladě – *adaptované elektronické mapě* zpravidla s velice zjednodušenou symbolikou. Přístroje mají vlastní programy, které obsahují zpravidla následující funkce:

- navigace z výchozího do cílového bodu (i s hlasovými pokyny);
- vyhledání nejkratší nebo nejrychlejší trasy;
- výpočet základní i alternativní trasy;
- volba zakázaných úseků v mapě;
- záznam projeté trasy;
- hledání bodů zájmu (*Point Of Interest - POI*) podél trasy;
- volba cíle z vestavěné databáze pomocí části názvu, adresy, čísla domu či křižovatky ulic;
- možnost zadávání složitých tras pomocí průjezdních bodů;
- přidávání vlastních cílů, oblíbené a nedávné cíle;
- automatické přepočtení trasy po jejím chtěném či nechtěném opuštění;
- zobrazení kvality signálu GPS;
- zobrazení okamžité rychlosti, aktuální polohy a ujeté, resp. zbývající vzdálenosti k cíli;
- otáčení mapy ve směru jízdy nebo stále na sever;
- dvojrozměrné nebo trojrozměrné zobrazení mapy s názvy ulic.

Na následujícím obrázku jsou příklady elektronické mapy v přijímači GPS.



a) dvojrozměrná celková mapa



b) navigace v jízdních pruzích



c) navigace před odbočením na křižovatce

Obr. 5-18 Zobrazení elektronické mapy v navigačním přijímači GPS (s použitím materiálů firmy Dynavix)

Na následujícím obrázku (Obr. 5-19) je příklad vojenského přijímače GPS.



Obr. 5-19 Vojenský přijímač GPS typu DAGR firmy Rockwell Collins

5.5.3 Postup orientace podle navigačních systémů

Vlastní příprava a provedení pochodu s použitím navigačních přístrojů je jednodušší než v případě pochodu podle azimutu nebo podle mapy. Přesto je jí nutné věnovat odpovídající pozornost. Hlavními body v přípravě pochodu jsou:

- výběr a studium osy pochodu,
- určení souřadnic výchozího a cílového bodu,
- určení souřadnic kontrolních bodů nebo bodů oblasti zájmu.

Na výchozím bodě je nutné provést *základní nastavení přístroje*:

- v případě *topografického navigačního přístroje* se uvede do činnosti snímač vzdálenosti a nastaví se výchozí směr pochodu (podle vybraného výrazného orientačního bodu v okolí, jehož souřadnice jsou známé). Pokud je přístroj vybaven funkcí sledování cílového bodu, nastaví se jeho souřadnice;
- v případě *přijímače GPS* je nutné počkat na přihlášení přijímače do systému (tzv. *čas prvního určení polohy – Time To First Fix – TTFF*), což může trvat i několik minut. Dále se nastaví souřadnice cílového bodu a případně se nastaví nebo vyberou z vestavěné databáze průjezdní body a body zájmu.

Po základním nastavení a kontrole funkčnosti přístroje je možné zahájit přesun. Během přesunu se sleduje trasa na grafickém výstupu a je vhodné občas provést kontrolu činnosti systému s využitím mapy příslušného měřítka a to zejména u topografických navigačních přístrojů.

5.6 Orientace za ztížených podmínek

Na zemském povrchu existuje řada oblastí, ve kterých jsou *ztížené podmínky pro orientaci*. Jsou to především *zalesněné oblasti, horský terén, pouštní oblasti a oblasti pokryté sněhem a ledem*. Ztížené podmínky pro orientaci jsou rovněž ve *velkých městech a v noci*.

Před zahájením činnosti v uvedených zvláštních podmínkách je nutné detailně prostudovat poslední vydání co nejpodrobnější mapy, trasu pochodu stanovit s ohledem na charakter prostředí a vybavit se kvalitními orientačními prostředky. Vedle již zmíněné mapy vhodného měřítka by to měl být v případě možnosti přijímač GPS (zejména pro pouštní a polární oblasti), kvalitní buzola, případně výškoměr (pro vysokohorské oblasti). V případě, že není k dispozici dostatečně kvalitní mapu dané oblasti, je vhodné doplnit si potřebné informace studiem leteckých nebo družicových snímků.

Vozidla pro pohyb ve ztížených podmínkách by měla být vždy vybavena navigačním systémem – družicovým, topografickým nebo i kombinovaným.

5.6.1 Orientace v zalesněném terénu

Zalesněný terén se vyznačuje menším počtem orientačních bodů a omezenou viditelností. To ztěžuje porovnání terénu s mapou. Z obvyklých terénních předmětů lze v lesích jako orientačních bodů využít zejména křižovatek cest a průseků, řek, potoků (směr toku, charakter ohybů a brody), mýtin, hranic řídkého lesa a lesních školek, jednotlivých staveb, bažin a močálů. Zásadního orientačního významu nabývají výrazné terénní tvary (vrcholy, údolí, strže, rokle, úžlabiny, jámy a apod.) a také směry největšího sklonu svahů a jejich charakter.

Pohyb v lese se obvykle uskutečňuje po *zpevněných a lesních cestách a průsecích*. Při orientaci je nutné brát v úvahu, že řada lesních cest již na topografických mapách měřítka 1 : 100 000 (a menších) nemusí být uvedena. Orientaci mohou rovněž znesnadňovat dočasné cesty pro odvoz dřeva, které nejsou vyznačeny ani na mapách větších měřítek.

Při přípravě mapy je třeba s co největší pečlivostí vybrat a vyznačit všechny vhodné terénní předměty a tvary, které budeme využívat jako orientační body, určit a zaznamenat jednotlivé délky úseků a jejich azimuty.

Správnost dodržení trasy pochodu se v lesích kontroluje *především podle zdolané vzdálenosti*. Cestou se pečlivě sledují všechny zatáčky, rozcestí, křižovatky cesty s průseky, charakter terénního reliéfu apod. V případě, že po překonání stanovené vzdálenosti nebyl nalezen předpokládaný orientační bod, je vždy nutná průběžná kontrola dodržení směru pochodu podle azimutu. Tato kontrola je nutná rovněž v případech, kdy se v terénu vyskytly terénní předměty, které nejsou vyznačeny na mapě.

5.6.2 Orientace v horském terénu

Pohyb v horském terénu je nejlépe uskutečňovat po existujících cestách a stezkách, přes průsmyky, podél potoků a řek. Pro horskou trasu jsou charakteristická *strmá stoupání a klesání*, časté změny směru pohybu a podmínek výhledu do terénu. *Vysoká nadmořská výška* horského terénu umožňuje vynikající podmínky pro pozorování na velké vzdálenosti. Ale velmi proměnlivé počasí s častým výskytem větrů, deště, sněhu a mlhy omezuje viditelnost. Velká výšková členitost terénu rovněž vytváří mnoho skrytých prostorů. V důsledku vysoké čistoty vzduchu a značného výskytu velkých terénních tvarů se zdají odhadované vzdálenosti menší, než ve skutečnosti jsou, známé obrysy horských vrcholů je v některých případech obtížné rozeznat při pohledu z druhé strany. To vše ztěžuje orientaci.

V horském terénu se často vyskytují *místní magnetické anomálie*, které při orientaci omezují použití buzoly. Vzrůstá tedy význam *průběžné orientace pomocí orientačních bodů*. Jako orientační body se využívají zejména charakteristické tvary terénního reliéfu (vrcholy hor, soutěsky, ostré skalní výstupky apod.). Zvláště důležité jsou vzdálené vrcholy hor, které jsou viditelné z mnoha míst trasy. Z terénních předmětů přirozeného původu se jako orientační body využívají především jednotlivé skupiny stromů i charakteristické obrysy lesních masívů, potoky, řeky, případně i ledovce. Terénní předměty, které vznikly lidskou činností se v horském terénu vyskytují velmi málo. Jako orientační body lze využít zejména cesty a stezky, mosty, jednotlivé stavby, památníky, mohyly nebo ruiny středověkých pevností apod.

Snížená možnost pohybu, členitý terén a vliv rychle se střídajícího počasí zvyšují význam *průběžného srovnávání terénu s mapou*. Zejména pro pochod mimo komunikace je nutné provést detailní rekognoskaci, nejlépe i s využitím leteckých snímků a informací od místního obyvatelstva,

abychom si ověřili, že je trasa schůdná. Protože mapy zobrazující horský terén mají většinou velký základní vrstevnicový interval, je důležité věnovat patřičnou pozornost podrobnému studiu terénu, především jeho mikroreliefním tvarům. V případě nízké viditelnosti je možné k dodržení stanovené trasy využít průběžného sledování sklonu svahů a jejich porovnávání s mapou. V případě, že není k dispozici přijímač GPS, lze za snížené viditelnosti ve vysokohorském terénu využít barometrický výškoměr pro snazší určení vlastního stanoviště.

5.6.3 Orientace v pouštních oblastech

Orientace v pouštních oblastech je vzhledem k jejich jednotvárnosti a malému počtu terénních předmětů velmi obtížná. Pro člověka, který v takovém prostředí nikdy nebyl, je orientace bez vybavení přijímačem GPS velmi problematická. Místní kočovní obyvatelé se neustále pohybují v karavanách a orientace v poušti se pro ně stala přirozeností díky zkušenosti generací. V tropických pouštích dosahuje denní teplota ve stínu hodnoty až 60° C, a proto svůj pohyb uskutečňují ve večerních hodinách a v noci a orientaci provádějí pomocí hvězd. Svoji orientaci upřesňují i pozorováním pouštních zvířat při jejich cestě k oáze a na cestě od ní. V pouštních oblastech spolu velmi úzce souvisejí atributy, jako voda, orientace a přežití.

Jako *orientační body* v poušti slouží zejména *oázy, studny, koryta vyschlých řek, mohyly, rozvaliny a různé stavby spojené s náboženskými kulturami*. Za dobré viditelnosti je možné pozorovat orientační body na velmi velké vzdálenosti.

Důležitým faktorem, který ovlivňuje přesnost orientace je právě viditelnost. *Absence stromů* nebo jiných terénních předmětů *znemožňuje srovnávání*. Terén je většinou široce otevřený a výjimečně čistá atmosféra nabízí dokonalou viditelnost na velké vzdálenosti. V kombinaci s intenzivním slunečním zářením a téměř neexistencí oblačnosti tak často dochází k *hrubému podcenění odhadu vzdálenosti*, kdy se nám zdají pozorované objekty bližší, než ve skutečnosti jsou (chyby v rozsahu 200% až 300% nejsou výjimkou). Doporučovaná metoda, kdy se odhadovaná vzdálenost vynásobí třemi, je však velmi nepřesná. Podmínky viditelnosti jsou často ovlivněny i *písečnými bouřemi a fata morganou*.

V pouštním terénu je *velmi málo komunikací*. Jsou to většinou cesty odpovídající svou kvalitou našim polním cestám a stezkám. Vzhledem ke svému dopravnímu významu jsou však zakresleny i na mapách menších měřítek. Trasy pochodu se většinou volí po těchto cestách. Je však nutné si uvědomit, že řada map zobrazujících pouštní oblasti je nepřesných, a proto je nezbytností studium leteckých nebo družicových snímků.

V případě, že není k dispozici *přijímač GPS*, ani vozidlo není vybaveno jiným *navigačním zařízením*, je základním způsobem *orientace pochod podle azimutu* nebo *orientace podle nebeských těles a co nejpečlivější určování překonané vzdálenosti*. Ke kontrole dodržování stanoveného směru lze využít místní příznaky, jako jsou směr větru, směr rýh v půdě a „vlnky“ na písku (ve směru převládajících větrů), které jsou prakticky neměnné na rozsáhlých územích pouště, dále směr dun a písečných přesypů (kolmo na směr větru) a sklon svahů dun a písečných přesypů (návětrný svah – do 15°, závětrný svah – do 40°).

5.6.4 Orientace v zimních podmínkách a polárních oblastech

Charakter terénu se v zimních podmínkách značně liší od charakteru v podmínkách ostatních ročních období. Navíc je terén na mapách zobrazen podle stavu bez sněhové pokrývky, proto jsou podmínky pro pochod a orientaci během pochodu značně ztíženy.

Řada polních a zpevněných cest, ale i silnic se v zimě nepoužívá a při silnější sněhové pokrývce se vyhledávají velice obtížně. Orientaci může negativně ovlivnit i to, že se v zimě někdy *zřizují*

dočasné cesty (různé zkratky přes oblasti, které jsou v jiných ročních obdobích neprůchodné), které samozřejmě nejsou v mapách zakresleny.

Za sněhové pokrývky je terén jednotvárnější a počet využitelných orientačních bodů se tak snižuje. Terénní tvary jsou vyhlazenější, řada z nich je méně výrazná a menší vhloubené tvary, jako jsou například rokle, strže, jámy mohou být sněhem zcela zakryté. Sněhem bývají zakryté i zamrzlé potoky, řeky, menší vodní plochy, bažiny a některé další terénní předměty. Jsou tedy málo zřetelné, a proto se zpravidla v zimě jako orientační body nepoužívají.

Uvedené skutečnosti určují základní zvláštnosti orientace v zimních podmínkách. Jako kontrolní orientační body se nemohou používat terénní předměty ani menší terénní tvary, které jsou zakryty sněhovou pokrývkou. Zejména v málo členitém a otevřeném terénu bez sídel je nutno věnovat orientaci v průběhu pochodu zvýšenou pozornost. Není-li k dispozici *přijímač GPS* ani jiný *navigační prostředek*, užívá se ke kontrole dodržování trasy pochodu *buzoly* a co nejpečlivěji se *určuje překoná vzdálenost*.

Polární oblasti se vyznačují po značnou část roku (nebo i nepřetržitě) teplotami pod bodem mrazu a pokrytým terénem sněhem a ledem. Do těchto klimaticky velmi nepříznivých podmínek je proto nutné mít speciální osobní vybavení a upravená vozidla. Pro pohyb v těchto oblastech se předpokládá i využití lyží a sněžnic.

Charakter terénu může být různorodý – mohou se zde vyskytovat roviny, kopcovitý terén, ale i terén horský. Počasí se může místo od místa lišit a ovlivňovat tak podmínky pro orientaci. Většina území je pokryta sněhem, ale například v oblastech výskytu velkých jezer jsou jiné klimatické podmínky. Obdobně jako pouštní oblasti, se polární oblasti vyznačují vysokou čistotou vzduchu, který znesnadňuje správný odhad vzdáleností – objekty se zdají být blíže, než ve skutečnosti jsou. Pozorování lze tedy za příhodných klimatických podmínek uskutečňovat na velké vzdálenosti. V rovinných oblastech pokrytých sněhem, zejména za jasného slunečního svitu, je orientace znesnadněna malým kontrastem pozorovaného terénu.

V polárních oblastech *se používají stejné orientační techniky jako v ostatních typech terénu*. S výhodou lze využít orientaci na hvězdy. V této souvislosti je nutné poznamenat, že svit Měsíce a hvězd a sníh často vytvářejí podmínky pro to, že i v noci můžeme využívat orientační techniky, které v jiných oblastech lze využívat pouze ve dne.

5.6.5 Orientace v noci

Orientace v terénu v noci má řadu zvláštností. Mnohé terénní předměty snadno rozlišitelné ve dne se v noci stávají těžko rozlišitelnými, mění se jejich vzhled. Vzdálenosti se v noci jeví vždy větší než ve dne. Ve tmě se více namáhá zrak, rychleji se dostavuje únava, zhoršuje se vnímání terénu. To vše přirozeně ztěžuje orientaci.

Při přípravě pochodu v noci je důležitým úkolem pečlivé studium mapy s cílem *zapamatovat si průběh trasy, charakter komunikací na jednotlivých úsecích a orientační body*, zejména *na místech podstatných změn směru trasy* a určíme délky jednotlivých úseků mezi orientačními body. *Trasu pochodu je vhodné plánovat pokud možno po silnicích, zpevněných cestách nebo polních cestách se stromořadím, případně podél dalších liniových prvků* (například podél elektrického vedení), které lze spolehlivě identifikovat i v noci. Orientační body je třeba vybírat s mnohem menšími rozestupy než při pohybu ve dne a dávat přednost předmětům, které se nacházejí přímo na trase pochodu (například křižovatky, mosty apod.) nebo v její bezprostřední blízkosti. Vlastní trasa pochodu se zakreslí do mapy výraznější barvou, viditelnou i při slabém osvětlení, při kterém je možno pracovat s mapou a zároveň pozorovat okolní terén.

Činnost při pochodu v noci je obdobná jako při pochodu ve dne, ale s přihlédnutím ke zhoršeným podmínkám pozorování. Mimořádnou pozornost je nutné věnovat *neustálému pozorování terénu v blízkosti trasy pochodu*. Přitom je vhodné mapu používat co nejméně, protože souběžné sledování mapy a pozorování terénu vyžaduje neustálé přizpůsobování zraku na různé podmínky a rychle vede k únavě. Samozřejmě v případech, kdy je úsek cesty složitý a není možné si zapamatovat všechny jeho podrobnosti, je průběžné používání mapy nevyhnutelné.

Správný směr pohybu *kontrolujeme pomocí orientačních bodů a azimutů*, za jasných nocí lze s výhodou využít *orientaci na nebeská tělesa*. Vlastní stanoviště se nejčastěji určuje podle překonané vzdálenosti od posledního orientačního bodu.

5.6.6 Orientace ve velkých městech

Svět je stále více urbanizován, a proto se dá předpokládat, že se trasy pochodu budou v řadě případů uskutečňovat přes *velké městské aglomerace*. Přestože budou k dispozici topografické mapy velkého měřítka (1 : 25 000) nebo plány měst ještě větších měřítek, může být orientace ve velkých městech velice obtížná. *Polohopisné prvky na mapách* a plánech měst *velmi rychle zastarávají* vzhledem k časté modernizaci komunikační sítě a rychlé výstavbě obytných i průmyslových a dalších nebytových objektů zejména na okrajích měst. Z tohoto důvodu je důležité využití nejen poslední vydání plánů měst, ale i co nejaktuálnějších *leteckých snímků* velkého měřítka, případně další *fotodokumentů*.

Při plánování trasy pochodu ve velkých městech je účelné využít hlavních průjezdních komunikací s pokud možno malými změnami směru, případně *změny směru volit v blízkosti významných orientačních bodů*. *Základními orientačními body* ve městech jsou hlavní ulice a náměstí, výškové budovy, kostely, pomníky, průmyslové objekty, skladištní a obchodní oblasti, parky, hřbitovy, nádraží, řeky, kanály, mosty, mimoúrovňová křižení komunikací a vedle železnice i městské kolejové dopravní systémy a trolejbusové linky.

Mapu je nutno pečlivě orientovat již při příjezdu k městu a co nejpřesněji určit místo vstupu. V samotném městě orientace probíhá podle směru liniových prvků, zejména ulic a významných orientačních prvků. Značný význam při průjezdu velkým městem má i včasné upozornění řidiče na změny směru trasy na křižovatkách, protože pokračování v průjezdu městem mimo předem prostudovanou trasu může vést ke ztrátě orientace a komplikace mohou nastat zejména v případě, že se přesunuje kolona více vozidel. Stejný význam, jako má správné určení místa vstupu do města, má i *zabezpečení výjezdu z města po stanovené komunikaci*.

V této souvislosti je nutné zvýraznit pečlivost přípravy pochodu přes velká města a detailní studium všech dostupných dokumentů. Při dostatku času je vhodné věnovat pozornost nejen studiu vytyčené trasy, ale i širšímu okolí a vytipovat i případné vedlejší trasy v případě objížděk apod. Jde o to vytvořit si tzv. „mentální mapu“ celé oblasti, která umožní rychle reagovat na vzniklé situace a správně se orientovat v případě odklonění se z plánované trasy.

6. Vliv terénu a klimatu na činnost vojsk

Bojová i nebojová činnost vojsk je výrazným způsobem ovlivněna jak vlastnostmi terénu, ve kterém tato činnost probíhá nebo bude probíhat, tak dlouhodobým a okamžitým stavem počasí. Pro přijetí správného rozhodnutí pro činnost vojsk je nezbytné všechny uvedené faktory zhodnotit a uvážit je tak, aby nebyly překážkou činnosti nebo aby naopak byly využity jako výhody pro zamýšlenou činnost.

6.1 Taktické vlastnosti terénu

Charakteristiky terénu, které mají rozhodující vliv na bojovou činnost, se nazývají *taktické vlastnosti terénu*. Mezi taktické vlastnosti terénu řadíme zejména:

- průchodnost,
- podmínky pro maskování,
- ochranné vlastnosti,
- podmínky pro orientaci a pozorování.

6.1.1 Podmínky průchodnosti

Průchodnost terénu je základní taktická vlastnost terénu, která má největší vliv na vojenské operace. Pro stanovení vlivu terénu na průchodnost je nezbytné stanovit:

- jednotlivé stupně průchodnosti,
- typizaci průchodnosti terénu podle druhu vojenských vozidel,
- geografické objekty a jevy, které mají hlavní vliv na průchodnost.

Ve vojenství se rozlišují 3 základní stupně průchodnosti terénu:

- průchodný terén,
- obtížně průchodný terén,
- neprůchodný terén.

Z hlediska používaných přepravních prostředků pro přesuny se vzhledem k průchodnosti rozlišují tyto základní typy terénu:

- terén průchodný pro pásová vozidla,
- terén průchodný pro nákladní a osobní kolová vozidla,
- terén průchodný pro ostatní druhy transportní techniky,
- terén průchodný pro pěší vojska.

Mezi základní geografické faktory (objekty a jevy), které podmiňují průchodnost terénu a výběr přístupových cest patří zejména:

- sklon reliéfu terénu a mikroreliefní tvary,
- porosty,
- půdní podmínky,
- vodní plochy, vodní toky,
- sídla,
- komunikace,
- klimatické podmínky,
- další přírodní, umělé a technické faktory.

Uvedené faktory vzájemně úzce souvisejí a mají společný vliv na průchodnost, který se projevuje snížením rychlosti nebo znemožněním pohybu určité vojsk.

Sklon reliéfu a mikroreliefní tvary patří mezi hlavní faktory podmiňující průchodnost území. Průměrná schopnost jednotlivých typů vojenských vozidel pohybovat se v terénu, překonávat limitní sklony svahů a mikroreliefní překážky je patrná z tabulky (Tabulka 6-1).

Tabulka 6-1 Parametry průchodnosti svahů a terénních stupňů vojenskými vozidly

Parametr	Tanky	BVP	Nákladní kolová vozidla	Osobní kolová vozidla
Maximální stoupání (°)	30	30	20	20
Maximální klesání (°)	30	30	30	30
Maximální příčný náklon (°)	42	46	35	36
přípustný příčný náklon (°)	22	24	18	18
Maximální výstupnost na tuhý stupeň (m)	1,0	0,8	0,6	0,2
Maximální sestupnost z tuhého stupně (m)	1,0	0,8	0,6	0,2
Maximální šířka zákopu (m)	2,8	2,5	1,2	0,4

Uvedené hodnoty jsou pouze orientační a mění se v závislosti na nerovnosti terénu, únosnosti povrchu, klimatických podmínkách a konkrétních technických parametrech vozidel. Uvedená tabulka je sestavena pro suchý a tvrdý podklad. Na rozmoklém povrchu půd se např. stoupavost snižuje až na 50%.

Porosty tvoří významnou překážku pohybu vozidel a to zejména *lesy*. Průchodnost terénu ovlivňují především tyto geografické podmínky:

- pokrytost terénu porosty, kterou lze vyjádřit poměrným číslem všech porostů k celkové ploše daného území (uvádí se v %),
- struktura dílčích lesních celků (jejich relativní poloha, velikost, tvar, orientace).

U porostů rozlišujeme z hlediska jízdy mezi stromy nebo při překonávání porostů průjezdem (kácením) zejména tyto *další parametry průchodnosti*:

- výška porostů, která ovlivňuje průjezdnost při horizontální poloze stromů u násilných přejezdů a po vývratech a polomech;
- tloušťka kmenů měřená ve výšce 1,3 m nad terénem;
- rozestupy mezi kmeny stromů;
- tvrdost, pružnost, charakter zakořenění a rozsah větvení stromů.

V tabulce (Tabulka 6-2) jsou uvedeny průměrné hodnoty parametrů průchodnosti porostů vojenskou technikou.

Tabulka 6-2 Průměrné parametry průchodnosti lesních porostů

Parametr	Průchodný les	Obtížně průchodný les	Neprůchodný les
Tloušťka kmenů stromů (cm)	do 5	5 - 15	nad 15
Rozestupy mezi kmeny (m)	nad 5	3 - 5	do 3

Uvedené hodnoty průjezdnosti se *mění* především v závislosti na *sklonu reliéfu*, drsnosti povrchu terénu a dalších geografických faktorech a technických parametrech vozidel (délka, šířka, hmotnost, okamžitá rychlost, adhezní charakteristiky apod.).

Půdní podmínky jsou jedním z nejdůležitějších faktorů průchodnosti terénu. Průchodnost půd ovlivňují především tyto *charakteristiky*:

- půdní druh (závisí na zrnitosti půdy);
- půdní typ v konkrétních klimatických podmínkách, který má vliv především na adhezi a valivé tření kol (pásů) vozidel;
- pokrytost půd rostlinstvem;
- drsnost povrchu terénu.

Je velmi důležité znát především jednotlivé druhy půd a brát je v úvahu při celkovém hodnocení jednotlivých typů terénu z hlediska průchodnosti. Při hodnocení jednotlivých druhů půd je nutné si všimnout fyzikálních vlastností (tvrdosti, soudržnosti), mechanických vlastností (trvanlivosti, stability na svazích, prašnosti) a vztahu k vodě (propustnosti, rozmokání, soudržnosti).

Podle fyzikálních vlastností se dělí půdy na tvrdé a měkké (kypré). Tvrdé půdy se dále dělí na skalnaté a poloskalnaté.

Skalnatý povrch (půda) je charakterizován souvislými kamennými masívy, které mohou být krystalického nebo jiného původu. Tento povrch, pokud nemá puklin, nepropouští vodu. Svahy mají velmi velké stoupání. Tento povrch se nevyskytuje v rovinnatých nebo zvlněných typech terénu a je charakteristický pro velmi členitý, horský otevřený terén. Pohyb vozidel a techniky v tomto terénu není možný.

Poloskalnatý povrch (půda) má podobný charakter jako skalnatý povrch s tím rozdílem, že kamenné masívy jsou z měkčích hornin, např. sádovce, tufu, břidlice, vápence, slinu, křídly atd.

Měkké (kypré) půdy lze charakterizovat jako mechanické směsi úlomků a částic zvětralých hornin různých rozměrů. K nim patří také bažinaté a rašelinové půdy skládající se hlavně z nerozložených zbytků rostlinného původu. Podle mechanického složení a velikosti částic měkké (kypré) půdy se dále dělí na kamenité, písčité, hlinitopísčité, písčitolhinité, hlinité a spraš. Klasifikace těchto půd podle mechanického složení, velikosti částic, vztahu k vodě a jejich rozlišovací znaky jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tabulka 6-3, Tabulka 6-4).

Tabulka 6-3 Klasifikace měkkých (kyprých) půd

Název půdy		Základní složení	Rozměry částic v mm	Mechanické složení půdy
Kamenitá	těžká	valoun, kámen	více než 100	50 % a více úlomky a kameny větší než 100 mm, zbytek směs štěrku, písku a hlíny
	střední	štěrk, oblázky	10 - 100	50 % a více úlomky a kameny větší než 10 mm, v základě štěrk nebo oblázky
	lehká	drobný štěrk	2 - 10	Převládají úlomky a kamínky větší než 2 mm, v základě drobný štěrk
Písčitá		písek	0,25 - 1,0	Skládá se v základě z písečných zrn uvedených rozměrů se zanedbatelnou příměsí hlíny (méně než 3 %)
Hlinitopísčitá		písek	0,1 - 0,25	Skládá se v základě z písku, ale s větší příměsí hlíny od 3 do 10 %
Sprašovitá		spraš	0,01 - 0,1	Skládá se ze 70 až 75 % sprašových částic, zbytek směs jemného písku
Písčitolhinitá		hlína	méně než 0,01	Skládá se ze směsi 10 až 30 % hlíny, zbytek písek a spraš
Hlinitá		hlína	méně než 0,01	Skládá se ze směsi 30 % a více hlíny, zbytek jemný písek

Tabulka 6-4 Rozlišovací znaky měkkých (kyprých) půd

Název půdy	Vnější znak	Stav půdy		Pocit při rozetření suché půdy mezi prsty	Schopnost hnětení vlhké půdy ve dlani
		suché	mokré		
Kamenitá	Druh kamenité půdy lehko rozeznáme podle vnějších znaků částic, ze kterých se skládá				
Písčitá	Zrnitá struktura, je vidět pouze zrnka písku	Sype se	Neplastická	Pocit písečné hmoty, hlinité částice není cítit	Nehněte se
Hlinitopísčitá	Je vidět zrnka písku a prachovou příměs	Hrudka půdy se lehko rozsypává	Neplastická	Je cítit převládání písku	Nehněte se
Hlinitá	Ve směsi jsou pouze jednotlivá zrna písku	Hrudka půdy se těžko rozmačkává	Neplastická	Je cítit jednotlivá zrna písku	Nelze uhníst váleček tenčí než 3 mm. Uhnětená kulička po rozmáčknutí na krajích rozpraská
Písčitohlinitá	Stejnorodá hmota	Hrudka půdy se velmi těžko rozmačkává	Plastická, mazlavá, lepkavá	Není cítit zrnka písku	Lze uhníst dlouhé válečky do průměru 1 mm. Uhnětená kulička po rozmáčknutí se na krajích nerozpraská
Sprašovitá	Hnědožlutá až žlutá, nebo žlutá až tmavohnědá s dobře viditelnými póry	Vyznačuje se značnou pevností	Plastická, lepkavá	Je cítit prachovou hmotu	Hněte se ve velmi tenké válečky

Hlinitopísčité půdy ve srovnání s ostatními jemnozrnnými i hliitými půdami mají *nejlepší vlastnosti z hlediska průchodnosti*. Jsou sjízdné za každého počasí a podobně jako u písčitých půd se průchodnost za vlhkého počasí zlepšuje. Dále jsou výhodné v tom, že vytvářejí pevný, poměrně tvrdý základ pro pohyb vozidel, který při dešti slabě rozmoká, ale po dešti velmi brzy vysychá.

Písčitohlinité půdy v suchých obdobích velmi práší, což ztěžuje orientaci řidičů vozidel a techniky za pohybu. Při vlhkém počasí a dešti velmi rychle rozmokají a rozbahňují se, po dešti vysychají ale poměrně dobře. V jarním a podzimním období se stávají tyto půdy poměrně těžko sjízdné.

Hlinité půdy se vyznačují plastičností a špatně propouštějí vodu. V suchém období jsou velmi tvrdé. Hlinité půdy jsou charakteristické poměrně špatnou průchodností. V suchém období provoz na těchto půdách způsobuje velmi velkou prašnost, v deštivých obdobích silně rozmokají a rozbahňují se, na povrchu se vytváří velmi kluzká vrstva, průjezd vozidel vytváří hluboké koleje a velké louže. V jarním a podzimním období se tyto půdy stávají často nesjízdné pro bojovou techniku.

Sprašové půdy mají nepříznivé vlastnosti z hlediska průchodnosti. V suchém období je půda tvrdá a dobře sjízdná, ale velmi silně práší, což velmi zneprůjemňuje pohyb. V deštivých obdobích jsou tyto půdy téměř nesjízdné.

Průchodnost terénu ve speciálních podmínkách, tj. na zasněžené půdě a v bažinách, se podstatně snižuje pro veškerou bojovou techniku. V tabulce (Tabulka 6-5) je uvedena průchodnost zasněžené půdy.

Tabulka 6-5 Průchodnost zasněžené půdy (rychlost v km/h)

Druh techniky		Výška sněhové vrstvy			Maximální průjezdná vrstva sněhu v m
		20 cm	50 cm	80 cm	
Kolová vozidla		6- 10	nepřekonají		0,30 - 0,35
Kolové obrněné transportéry		12	8	nepřekonají	0,35 - 0,40
Pásová vozidla	20 - 40 tun	20-25	10- 12	4-5	0,80
	50 – 60 tun	25-30	12- 15	5-6	1,00

Jednou z významných překážek jsou *vodní toky a vodní plochy*. U vodních ploch a vodních toků patří mezi hlavní faktory průchodnosti zejména:

- celková pokrytost terénu vodstvem,
- struktura vodstva,
- charakteristiky břehů vodních ploch a toků,
- šířka vodních toků,
- hloubka vodních toků a vodních ploch,
- charakter dna,
- průtok vody a rychlost proudění,
- klimatické vlivy (srážky, teploty...),
- vzájemná poloha vodstva a dalších geografických objektů.

V níže uvedené tabulce (Tabulka 6-6) jsou uvedeny průměrné hodnoty hlavních parametrů průchodnosti jednotlivých vodních toků.

Tabulka 6-6 Průměrné parametry průchodnosti vodních toků

Parametr	Průchodný vodní tok	Obtížně průchodný vodní tok	Neprůchodný vodní tok
šířka toku (m)	do 1,5	1,5 - 18	nad 18
hloubka toku (m)	do 0,6	0,6 – 1,2	nad 1,2
rychlost toku (m/s)	do 1,5	1,5 – 2,5	nad 2,5

Je nutné si uvědomit, že uvedené parametry je nutné vyhodnocovat komplexně.

U *sídel* patří mezi hlavní faktory průchodnosti zejména:

- zastavěnost daného území sídly, tj. stupeň urbanizace, která se vyjadřuje v %;
- poloha, struktura, tvar a orientace sídel vzhledem ke směru pohybu vojsk;
- hloubka (šířka) sídel, tj. průměr kruhové signatury nahrazující skutečný tvar sídla;
- šířka průjezdů sídly, tj. šířka vlastních komunikací nebo maximální šířka možných průjezdů včetně zelených pásů a chodníků (příčné vzdálenosti mezi bloky budov v blokové zástavbě nebo mezi oploceními v zástavbě vilového typu);
- konstrukční materiál (beton, kov, cihla, dřevo,...) a odolnost budov a objektů;
- výška budov, které mohou ovlivnit průchodnost po destrukci staveb);

- ohnivzdornost budov (budovy spalné, budovy nespalné).

K překonání území se zpravidla používají *komunikace*. Komunikace mají vliv na průchodnost jako:

- dopravní trasy, když vedou ve směru přesunů;
- objekty překážek, když vedou napříč směru přesunů a nachází se na náspech nebo ve výkopech (zejména dálnice a železnice).

Největší význam z obecného hlediska průchodnosti (přepravy) má silniční síť (dálnice, silnice a cesty všeho druhu).

Silniční komunikace lze z hlediska průchodnosti klasifikovat podle:

- šířky vozovky,
- kvality krytu vozovky,
- dalších technických parametrů, zejména sklonů (stoupání, klesání), poloměrů a počtů zatáček, charakter krajnic, atd.),
- dopravního významu silnic,
- hustoty silniční sítě včetně zpevněných, polních a lesních cest.

Hustá síť silničních komunikací usnadňuje rychlý manévr vojsky a bojovou technikou, dovoluje rychlé soustředění sil a prostředků a umožňuje rychlé a včasné týlové zabezpečení bojujících jednotek.

Velký význam při využití sítě silničních komunikací pro bojovou činnost vojsk má *propustnost silničních komunikací*. Je charakterizována počtem dopravních pruhů v obou směrech komunikace a průměrnou rychlostí dopravních prostředků. Rychlost bojových vozidel pro různé druhy bojové činnosti je stanovena rámcově vojenskými předpisy. Propustnost komunikace z hlediska bojové činnosti je tedy dána pouze počtem dopravních pruhů komunikace v obou směrech. Šířka jednoho dopravního pruhu je stanovena průměrně na 3 m.

Propustnost silničních komunikací z hlediska bojové činnosti je dále ovlivňována počtem *kritických míst na komunikaci*, tj. míst, která lze jen velmi obtížně obejít při jejich zničení. Jde především o mosty přes velké vodní překážky, zúžená místa a soutěsky bez možnosti objížďky apod.

Rychlost pochodu ovlivňuje charakter a stav komunikace (zejména v zimním období), jízda v kolonách, bojové zajištění kolon, velikost zatížení dopravních prostředků a technické možnosti bojové techniky vůbec.

Z *klimatických podmínek*, které ovlivňují průchodnost terénu jsou nejdůležitější:

- *srážky*, které mají výrazný vliv na půdní poměry a tím i sjízdnost svahů, sjízdnost komunikací a terénu zejména v zimním období (při náledí a hlubokém sněhu), průchodnost vodstva a to zejména hloubku a rychlost vodních toků;
- *mlhy*, vlhkost vzduchu a inverzní stavy, které ovlivňují viditelnost při přesunech;
- *teploty*, které ovlivňují vlastnosti půd a hornin, odtokové charakteristiky vod a tím i hloubku a rychlost vodních toků, charakter srážek (déšť, sníh...), tvorbu náledí, průchodnost vodních ploch a toků zejména v zimním období (vlivem krytu ledu), mechanické vlastnosti přepravních prostředků;
- *rychlost větru*, ovlivňujícího zejména stupeň vysoušení půd. Měří se v m/s nebo km/h;
- *světelné podmínky* (doba východu a západu slunce a měsíce) ovlivňující nepřímo průchodnost svým vlivem viditelnost a na rozhodovací procesy za přesunů.

Z uvedených faktorů mají na průchodnost terénu největší vliv srážky, které ovlivňují zejména průchodnost půd a vodních toků. O vlivu klimatu na činnost vojsk blíže pojednává odstavec 6.5

Mezi *další přírodní, umělé a technické faktory*, které ovlivňují *průchodnost terénu* patří:

- prostředí (známé, neznámé, ovlivněné bojovou činností, např. minováním, záplavami, požáry, destrukcí komunikací a dalších objektů...);

- denní doba (den, noc);
- technické a osobní faktory, charakter operací, atd.

6.1.2 Podmínky pro maskování

Podmínky maskování v terénu mají význam z hlediska utajení skutečného rozmístění vlastních vojsk před všemi druhy a prostředky průzkumu protivníka. Maskování lze sice realizovat technickými prostředky (maskovacími sítěmi, pomocí dýmotvorných látek atd.), ale je vhodné především využít přirozených vlastností terénu.

Terén poskytuje možnosti přirozeného úkrytu živé síly, bojové techniky, ochranných staveb i ostatních bojových sestav. *Maskovací vlastnosti* terénu jsou podmíněny především jeho *pokrytostí*. V otevřeném terénu, ve kterém se vyskytuje minimum terénních předmětů, jsou zpravidla velmi nepříznivé podmínky pro utajenou činnost vojsk. I ve velmi členitých, ale otevřených terénech nejsou většinou vhodné podmínky pro maskování. Polozakryté typy terénu umožňují vcelku dobré maskování proti pozemnímu i vzdušnému průzkumu. Maskování umožňují především lesy a z dalších porostů rozsáhlé sady. Maskovací schopnosti ostatních porostů jsou již většinou značně omezeny.

Pro maskování jsou významná i sídla a velké průmyslové objekty. Velmi příznivé podmínky pro maskování skýtá zakrytý terén, pokrytý převážně jehličnatými lesy. Listnaté lesy poskytují úkryt jen mimo zimní období. Maskovací schopnosti lesů jsou značně závislé na hustotě stromů a šířce jejich korun. V podmínkách moderních technických prostředků průzkumu (radioelektronických, spektrozónálních, magnetometrických apod.) se maskovací vlastnosti lesů i ostatních terénních předmětů podstatně snižují.

6.1.3 Ochranné vlastnosti terénu

Podmínky ochrany vojsk vystupují do popředí především při *použití zbraní hromadného ničení*. Z hlediska ochranných vlastností je nejvýznamnější členitost terénního reliéfu. Největší možnost ochrany skýtají terény značně členité a zakryté, samozřejmě ve značné závislosti na poloze epicentra výbuchu. Při příznivém rozložení terénních tvarů mohou být vojska velmi účinně ochráněna zejména před tlakovou vlnou a světelným zářením. Členitý horský terén může snížit účinky tlakové vlny 2 až 4krát. Naopak terény otevřené a rovinaté nebo méně členité poskytují jen velmi malou ochranu.

Před účinky zbraní hromadného ničení *částečně chrání i sídla a rozsáhlé lesní celky*. Zděné budovy v sídlech, zejména kamenné a betonové sklepy, značně zmírňují účinky tlakové vlny i světelného neutronového záření.

V boji, za pochodu a při rozmístování mimo boj je předpokladem přirozené ochrany jednotek dovedné využívání vhloubených tvarů terénu, odvrácených svahů, podzemních prostorů a dalších přirozených i umělých úkrytů.

6.1.4 Podmínky pro orientaci a pozorování

Podmínky orientace a pozorování mají výrazný vliv na organizaci vedení boje zvláště při ztížených podmínkách viditelnosti. Z hlediska orientace mají největší význam terénní předměty, které se svými rozměry nebo tvary odlišují od ostatního okolí. Důležité jsou však i výrazné terénní tvary, zejména tvary vyvýšené (kupy, hřbety apod.). Pro orientaci jsou nejvýhodnější polozakryté terény s optimálním množstvím orientačních objektů. Velké množství terénních předmětů, stejně jako jejich nedostatek, ztěžuje orientaci. Členitost terénu nemá většinou rozhodující význam pro možnosti orientace. V horském terénu s četnými vrcholy a hřbety však může být orientace často velmi složitá.

Pro pozorování skýtá příznivé podmínky otevřený nebo i polozakrytý terén, který je mírně členitý, s vyvýšeninami vhodnými pro umístění velitelských stanovišť, pozorovatelů, prostředků průzkumu, spojení atd. Terény zakryté nebo značně členité jsou z hlediska pozorování nevýhodné.

Kromě charakteru terénu mají na možnosti orientace a pozorování významný vliv roční a denní doba i okamžitá povětrnostní situace.

6.2 Studium a průzkum terénu

Poznatky o vlivu terénu na plnění bojového úkolu získávají velitelé a štáby především studiem topografických map dalších topografických dokumentů. Kromě toho se zpravidla organizuje i *přímý průzkum terénu* pozorováním nebo prohlídkou. Využívají se i jiné příležitostné zdroje informací o prostoru bojové činnosti získané od nadřízeného velitele, podřízených jednotek, místního obyvatelstva apod.

Studium terénu podle topografických dokumentů poskytuje rychlé a ucelené informace o zájmovém prostoru a vytváří základní předpoklady pro pohotovou orientaci v terénu a hodnocení jeho taktických vlastností.

Velitelé jednotek a náčelníci druhů vojsk i týlu studují terén především podle topografických map, upravených do podoby vlastních *pracovních map*. K dotvoření ucelené představy o prostoru bojové činnosti lze účelně využívat i různé tematické mapy nebo jiné topografické dokumenty. V tabulce (Tabulka 6-7) je uveden souhrnný přehled hlavních zdrojů informací velitelů a štábů o prostoru bojové činnosti.

Tabulka 6-7 Přehled hlavních zdrojů informací velitelů a štábů o prostoru bojové činnosti

Zdroj informace	Charakteristika zdroje	Obsah informace
pracovní topografické mapy	soulepy listů topografických map stejného měřítka (1 : 50 000, 1 : 100 000) v rozsahu území plnění bojového úkolu	ucelené, přehledné a současně i dostatečně podrobné údaje o prostoru bojové činnosti
topografická mapa 1 : 25 000	jednotlivé listy topografické mapy 1 : 25 000	podrobné a přesné údaje o menších úsecích terénu
plány měst	jednotlivé plány měst 1 : 10 000 nebo 1 : 25 000	podrobné údaje o charakteru města
vojenské tematické mapy	jednotlivé listy nebo soulepy mapy průchodnosti 1 : 100 000 aj.	speciální údaje o terénu jednoúčelového a zvláštního využití
fotodokumenty	jednotlivé průzkumné nebo letecké měřické snímky, fotoschémata fotoplány, fotomapy	aktuální údaje o území, o změnách v terénu i o bojové činnosti protivníka (technice, objektech, ženijních úpravách apod.)
reliéfni mapy a stoly	reliéfni jednoúčelové mapy, montáže reliéfních map a stolů, improvizované modely terénu	názorná a prostorová představa o členitosti a pokrytosti terénu a jeho taktických vlastnostech
Vojenskogeografická vyhodnocení (geografické popisy)	knižní pomůcky s mapovými přílohami	fyzickogeografický a socioekonomický popis území

Postup studia terénu s využitím topografických dokumentů je zpravidla následující:

- vymezení zájmového prostoru na pracovní mapě, ujasnění potřebného rozsahu i podrobnosti studia terénu a času, který je ke studiu vymezen;

- posouzení všeobecného charakteru terénu z hlediska jeho taktických vlastností, v závislosti na druhu vševojskového boje a na roční i denní době;
- podrobné studium charakteristik jednotlivých objektů v prostoru činnosti vojsk (polohy, názvy, vlastnosti, vojenský význam apod.).

Výsledky studia se zakreslují do pracovní mapy smluvenými značkami a poznámkami na okraji mapového listu.

Průzkumem terénu se ověřují nebo doplňují poznatky získané studiem topografických dokumentů. Průzkum terénu je nedílnou součástí celkového průzkumu vedeného nepřetržitě všemi druhy vojsk, speciálními vojsky a letectvem. Při průzkumu terénu se podle druhu předpokládané bojové činnosti sledují zvláštnosti terénního reliéfu, vodstva, porostů, půd, komunikací a sídel. Současně se zjišťují i prostory závalů, požárů, zátop a oblasti radioaktivního, chemického a bakteriologického zamoření.


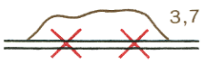
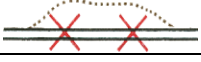



U jednotlivých prvků terénu se ověřují nebo nově zjišťují zejména tyto *charakteristiky*:

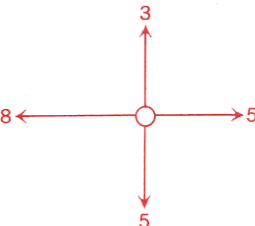
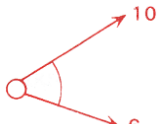
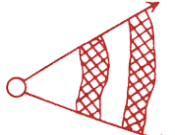

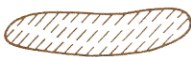

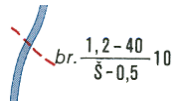
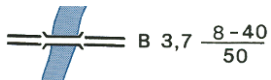


- stav vozovek dálnic a silnic, zúžená a kritická místa,
- překážky na komunikacích, možné objíždky,
- možnosti využití zpevněných polních cest pro přesuny,
- přístupy k sídlům, průjezdnost sídly,
- okamžitá průchodnost terénu mimo komunikace,
- stav mostů, přepravišť a dalších zařízení při komunikacích a vodních tocích,
- vodní stav řek, přístupy k vodním tokům,
- zaplavená, bažinatá a zamokřená území,
- maskovací schopnosti a průchodnost lesů i ostatních porostů;
- místa vhodná pro orientaci, pozorování a vedení paleb, orientační body;
- skryté a nepřístupné prostory terénu.

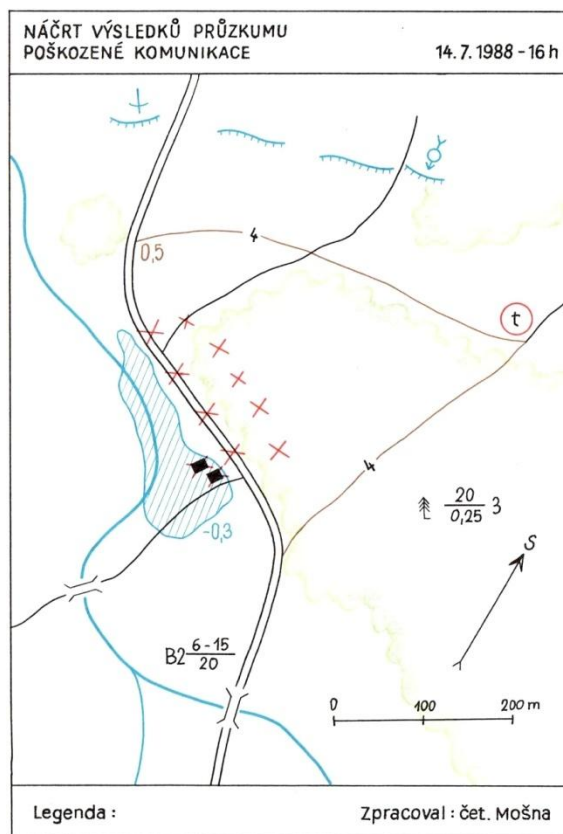
Výsledky průzkumu terénu se zakreslují společně s výsledky průzkumu protivníka do topografické mapy většího měřítka nebo se vyhotovují samostatné topografické náčrty (Obr. 6-1).

K vyjádření zjištěných změn v terénu se používá kromě běžných mapových značek též některých *speciálních symbolů*, jejichž výběr obsahují znaky v následující tabulce (viz Tabulka 6-8).

Tabulka 6-8 Znaky pro vyjádření změn v terénu

Mapová značka	Význam značky
	Pobořené a značně poškozené objekty
	Objíždka poškozené části komunikace (3,7 - prodloužená komunikace v kilometrech)
	Objíždka, kterou je nutno vybudovat
	Zničený les
	Nová plocha lesa
	Významné orientační body

Mapová značka	Význam značky
	Dominantní výšina s kruhovým výhledem (dohlednost v kilometrech)
	Dominantní výšina s omezeným výhledem
	Skryté prostory při pozorování
	Neprůjezdný terén
	Těžko průjezdný terén
	Zaplavené území (0,5 hloubka)
	Údaje o charakteru brodu v metrech (1,2 - hloubka, 40 - délka, 10 - Šířka schůdné části, 0,5 - rychlost toku za sekundu, š - Štěrkovité dno)
	Údaje o charakteru mostu v metrech (3,7 - výška nad hladinou, 8 - šířka, 40 - délka, B - betonový, 50 - únosnost v tunách)
	Skryté přístupy vlastních vojsk
	Skryté přístupy vojsk protivníka



Obr. 6-1 Náčrt výsledků průzkumu

6.3 Hodnocení vlivu terénu na vedení boje

Výsledky studia a průzkumu terénu vytvářejí předpoklady pro reálné *vyhodnocení terénu v prostoru bojové činnosti*. Analýza výsledků studia a průzkumu spočívá v utřídění a zhodnocení všech získaných poznatků o taktických vlastnostech terénu ve vzájemných souvislostech s druhem bojové činnosti, denní a roční dobou i okamžitým počasím.

Hodnocení terénu je cílevědomý, aktivní a tvůrčí myšlenkový proces zaměřený k přijetí závěrů o nejpravděpodobnějším vlivu terénu a ostatních vojenskogeografických podmínek na plnění stanovených bojových úkolů. Výsledkem jsou závěry nezbytné pro přijetí zámyslu a rozhodnutí o způsobu plnění bojového úkolu.

Obsah a rozsah hodnocení terénu se omezuje na rozhodující oblast vlivu podmínek geografického prostředí na vedení boje podle druhu (obrana, útok, pochod, rozmístění mimo boj, bojové zabezpečení), času a stupně velení.

V obraně se především hodnotí:

- prostory vhodné pro obranu a umístění velitelských stanovišť;
- podmínky pozorování, viditelnost, dohlednost z vlastní strany i ze strany protivníka,
- skryté prostory na přístupech k obraně,
- nejpravděpodobnější směry útoku protivníka;
- průchodnost terénu na přístupech k obraně, nejvýznamnější terénní překážky;
- průchodnost terénu v prostorech opěrných bodů, obranných rajónů, rozmístění jednotek a druhého sledu (záloh);
- průchodnost a charakter terénu na čarách rozvinování k protizteči;
- podmínky pro vedení vlastních paleb i paleb protivníka;
- charakter terénu v prostoru rozmístění hlavních týlových útvarů a míst speciální očisty;

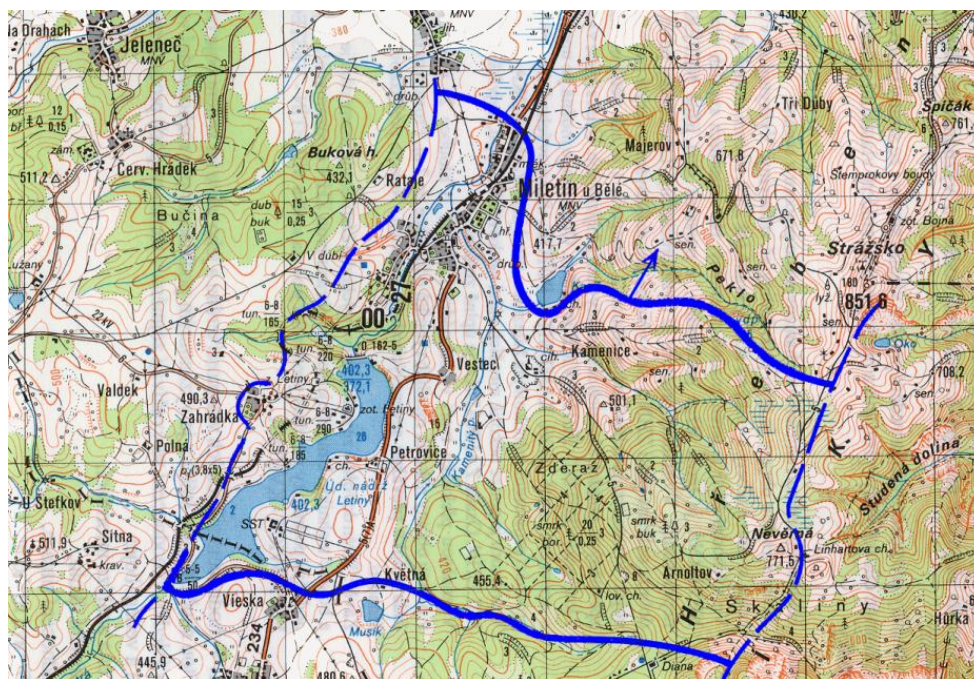
- možnosti ženižních úprav terénu a zásobování vodou.

Při *organizaci pochodu a za pochodu* se zejména hodnotí:

- druh, kvalita a stav komunikací na osách pochodu;
- významné objekty při komunikacích;
- průchodnost terénu mimo komunikace;
- podmínky orientace, viditelnosti a možnosti pozorování;
- maskování a ochranné vlastnosti terénu;
- nebezpečí požárů, závalů a záplav na směr pochodu;
- podmínky pro boj s rozsáhlými lesními požáry;
- možnosti zásobování vodou;
- vhodná místa zastávek a odpočinků;
- možné prostory úkrytů protivníka.

Za *útočné činnosti a ve střetném boji* se zvláště hodnotí:

- možnosti rozvinování vojsk a manévru;
- nejvhodnější směry činnosti vlastních vojsk a protivníka;
- charakter a průchodnost terénu na čáře rozvinování, přechodu ke zteči a střetu;
- charakter a průchodnost terénu na směr hlavního úderu;
- průchodnost terénu v hloubce obrany protivníka;
- významné terénní překážky v prostoru bojové činnosti a možnosti jejich překonání;
- maskovací a ochranné vlastnosti terénu;
- prostory vhodné pro obranu protivníka a pro vedení útoku;
- podmínky nepřetržité orientace v terénu;
- možnosti skrytých přístupů k opěrným bodům a významným objektům protivníka;
- podmínky pro pozorování a vedení paleb z vlastní strany i ze strany protivníka;
- významné cíle (objekty) protivníka předurčené ke zničení vlastními palnými prostředky.



Obr. 6-2 Obranný rajón mechanizovaného praporu

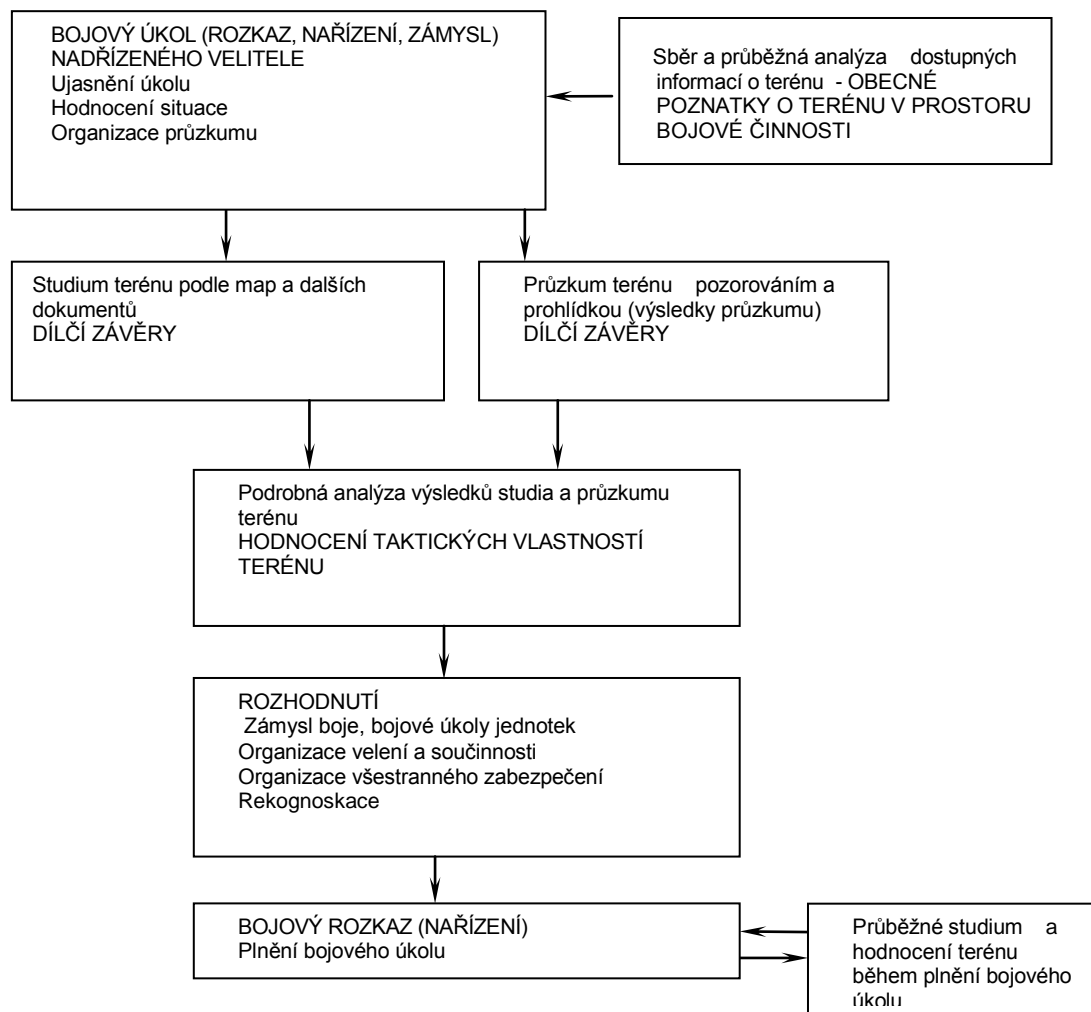
Příklad hodnocení terénu velitelem mechanizovaného praporu v obraně (viz Obr. 6-2): „Terén v prostoru obrany je typu pahorkatiny až vrchoviny. Vyskytují se v něm četné svahové hřbety s velkými sklony svahů (až 25°), terénní stupně až strže. Ve východní části je terén značně zalesněný. Na západních svazích vrcholu NEVĚRNÁ je terén těžce průchodný, v prostoru skal jižně NEVĚRNÁ neprůchodný. V ostatním prostoru je terén průchodný. Lesní celky poskytují dobrou

ochranu proti ZHN a jsou vhodné pro maskování a skryté rozmístění vojsk. Prostorem prochází jedna silnice 2. kategorie a je zde větší množství zpevněných, polních a lesních cest, místy obtížně sjízdných. Usek silnice v délce 1 km mezi VESTEC - PETROVICE je zničen. Objížďka je možná po upravené a zpevněné cestě podél potoka KAMENITÝ POTOK. Severovýchodním směrem prochází prostorem jednokolejná železnice, tunel jižně ZAHRÁDKA je zničen. V prostoru je pouze několik menších sídel venkovského typu, největší je osada MILETÍN. Osada ZAHRÁDKA je úplně zničena. Význačnou překážku tvoří vodní nádrž LETINY o hloubce 26 m. Dále je v pásmu obrany několik menších rybníků o hloubce do 2 m. Prostorem protéká řada potoků převážně severovýchodním směrem. Nejsou překážkou bojové činnosti. Závěr: Terén dovoluje zejména ve své východní části skryté rozmístění jednotek a bojové techniky. Umožňuje dobrou obranu proti ZHN a pozorování. Nejvýhodnější podmínky pro útok protivníka jsou na směru MILETÍN - VESTEC -PETROVICE – KVĚTNÁ“.

Vyhodnocení taktických vlastností terénu a jeho vlivu na vedení boje tvoří důležitou součást práce štábů a je významným podkladem pro rozhodování velitele. Výsledky vyhodnocení se využívají zejména v těchto etapách procesu organizace a vedení boje:

- sběr a analýza informací,
- ujasnění úkolu,
- hodnocení situace,
- příprava rozhodnutí,
- organizace boje,
- rekognoskace,
- organizace součinnosti,
- všestranné zabezpečení boje.

Uvedený proces je graficky znázorněn na následujícím schématu (Obr. 6-3):



Obr. 6-3 Využití poznatků o terénu v rozhodovací činnosti velitele

6.4 Klima a vytváření klimatu

Jak bylo uvedeno v předcházejících odstavcích, podstatnou roli na bojovou i nebojovou činnost vojsk má jednak klima a klimatické podmínky, jednak okamžitý stav počasí.

6.4.1 Definice klimatu

Klima neboli *podnebí* je obvykle definováno jako *průměrné počasí*, přičemž počasí lze chápat jako okamžitý stav atmosféry nad daným místem a vývoj individuálních synoptických systémů ze dne na den. Vývoj těchto systémů je dán nelineární „chaotickou“ dynamikou a není tedy předpověditelný na libovolně dlouhou dobu dopředu. *Teoretická hranice předpověditelnosti počasí* je kladena do 3 až 4 týdnů, její praktická mez leží v současnosti někde mezi 6 až 10 dny.

Průběh počasí, ačkoliv se ze dne na den může značně lišit, vytváří z pohledu několika desítek let režim, který je *charakteristický pro dané území* a může se ve srovnání s jinými oblastmi významně lišit. Tento průběh lze charakterizovat jako *klima*. Klima lze definovat jako průměrný stav atmosféry a obvyklý průběh počasí na daném místě v závislosti na jeho geografické poloze.

Klima je popisováno průměrnými hodnotami základních klimatických prvků a charakteristik (trvání slunečního svitu, teplota vzduchu při zemském povrchu, atmosférické srážky, sněhová pokrývka, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru). *Klima dané oblasti se vyznačuje určitou stálostí*, která spočívá v tom, že statistické charakteristiky souboru klimatických prvků vypočítané za různá delší časová období (desítky let) se poměrně málo liší. *Klima je významnou složkou krajiny*, určuje její ráz i využitelnost a pro svou geografickou podmíněnost je jevem na Zemi neopakovatelným. Odtud pramení rozdělení na *jednotlivé typy klimatu*, které obvykle bývají na Zemi pásmově uspořádány (viz Obr. 6-4).

6.4.2 Vytváření klimatu

Klima se na planetě tvoří podle mechanismu tzv. *úplného klimatického systému*, který se skládá z pěti hlavních složek:

- atmosféry,
- světového oceánu,
- kryosféry,
- litosféry,
- biosféry.

Všechny složky úplného klimatického systému i jeho subsystémů, jsou heterogenní termohydrodynamické otevřené systémy, které lze popsat jejich chemickým složením, termodynamickými a mechanickými stavy. *Termodynamický stav* je charakterizován např. teplotou, tlakem, hustotou, salinitou a mechanickou např. rychlostí. *Úplný klimatický systém si se svým okolím vyměňuje energii*. V celém systému probíhá obrovské množství procesů různých prostorových, energetických a časových měřítek. Hlavní složky úplného klimatického systému jsou tedy neustále vystaveny výměnám hmoty a energie.

Atmosféra se vyznačuje rychlými změnami, rychlou reakcí na působící vnější síly (např. sluneční záření) i na přenosy energie a hmoty mezi svými subsystémy, a tedy odezva na působící vnější síly nebo interakce mezi subsystémy je velmi krátká. V *mezní vrstvě atmosféry* (nejbližší k zemskému povrchu) se může *jednat o minuty až hodiny*, ve *volné atmosféře o týdny až měsíce*. *Procesy odehrávající se v oceánech mají již větší setrvačnost*.

Celý *klimatický systém* je možno pomyslně *rozdělit na proměnlivou tzv. vnitřní část*, vnitřní systém, a *pomalou se měnící vnější systém*. Do vnitřního systému budou patřit ty subsystémy, jež jsou charakterizovány rychlejšími změnami vůči ostatním subsystémům. Budou-li při výkyvech

sledovány časové horizonty několika měsíců, pak se vnitřní systém bude skládat z atmosféry a vnější systém budou tvořit např. oceány, ledovce, zemský povrch a biosféra. U časových horizontů od měsíců po několik desetiletí až století je nezbytně nutné do vnitřního systému zahrnout i oceány, mořský led, biosféru. Na základě rozdělení klimatického systému na vnější a vnitřní část pak lze *klima definovat jako průměrný stav vnitřního klimatického systému nebo jako skupinu statistik souborů stavů vnitřního klimatického systému, který je v rovnováze s vnějším systémem*. Hranice mezi vnějším a vnitřním systémem závisí na časovém měřítku změn.

6.4.3 Klimatotvorné faktory

Vlivy, které se významně podílejí na utváření klimatických poměrů na Zemi jako celku nebo v jednotlivých částech Země, se nazývají *klimatotvorné faktory*. Lze rozlišovat tyto *základní klimatotvorné faktory*:

- *astronomické*, které vyplývají z *postavení Země vůči Slunci*, z jejího pohybu a tvaru, její rotace, oběhu okolo Slunce a sklonu zemské osy k rovině ekliptiky. Astronomické klimatotvorné faktory určují tok zářivé energie Slunce dopadající na zemský povrch a podmiňující její šířkové rozdělení na Zemi;
- *radiační*, mezi něž patří radiační toky v atmosféře, na aktivním povrchu a v hydrosféře. Základním radiačním klimatotvorným faktorem je pouze *sluneční záření*, dopadající na horní hranici atmosféry. Ostatní toky zářivé energie, podmíněné transformací slunečního záření v atmosféře a na zemském povrchu, jako je přímé sluneční záření, záření rozptýlené, odražené, vyzařování zemského povrchu a atmosféry, jsou ovlivněny *geografickými faktory klimatu* (viz níže), především *zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou*, utvářením zemského povrchu a jeho fyzickými vlastnostmi;
- *cirkulační*, jež charakterizují *vlivy cirkulačních procesů* v atmosféře, uplatňujících se při utváření podnebí v určité oblasti. Působí různě v rozdílných kategoriích podnebí. *Planetární cirkulace* ovlivňuje podnebí velkých územních celků (např. kontinentů, oceánů), zatímco v klimatických poměrech menších oblastí se odrážejí mezocirkulační a mikrocirkulační faktory projevující se buď ve všech, nebo jen v některých meteorologických prvcích nebo jen v některé roční době, popř. jen v některé denní době, např. větrné poměry určité lokality, výskyt mlh, inverzí teploty vzduchu, výskyt srážek a jejich intenzita, minimální a maximální teploty, sluneční svit aj.;
- *geografické*, zahrnující činitele vyvolávající *fyzickogeografickou podmíněnost* a specifickou klimato-genetických procesů, a tím i podnebí, chodu klimatických prvků a prostorové diference podnebí. Patří sem zeměpisná šířka, nadmořská výška, rozložení pevnin a oceánů (moří), na souši vzdálenost od moře, na moři vzdálenost od pevniny, tvary reliéfu zemského povrchu, mořské proudy, výskyt vod na pevnině a dále půdní, rostlinný, sněhový a lesní kryt. *Geografické prostředí ovlivňuje* koloběh vody, výměnu tepla i cirkulaci atmosféry, tedy děje určující podnebí. Geografické podmínky ovlivňují periodické i neperiodické změny a prostorové rozložení např. režimu záření, teploty, vlhkosti a větru;
- *antropogenní*, které představují *lidské zásahy do utváření klimatu*. Globální klimatické poměry mohou být lidskou činností ovlivňovány obzvláště v důsledku zvyšování výroby energie, růstu koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu a růstu koncentrace atmosférického aerosolu, které způsobují změny radiačního a termického režimu atmosféry. Působení člověka na klimatický systém lze po formální stránce rozdělit do dvou skupin:
 - na změny v charakteru zemského povrchu,
 - na změny ve složení atmosféry.

6.4.4 Klasifikace klimatu

Prostorová proměnlivost klimatického systému podmiňuje *různorodost klimatických podmínek na Zemi*. Tyto podmínky lze klasifikovat, tedy určit *typy klimatu*, podle nichž je možné popsat *shodné a rozdílné rysy klimatických podmínek v různých oblastech*. Klasifikace podnebí lze v podstatě rozdělit do dvou základních skupin:

- efektivní neboli konvenční klasifikace podnebí,
- genetická klasifikace podnebí.

6.4.4.a Konvenční klasifikace podnebí

Efektivní neboli konvenční klasifikace podnebí vychází z projevů určitých klimatických poměrů (charakteristický vegetační kryt, odtokové poměry...), které jsou popisovány pomocí konvenčně zvolených kritérií, tzn. třídění podnebí podle výrazných geomorfologických a vegetačních jevů či příznaků a jejich změn během roku v krajině, podmíněných trváním určitých klimatických podmínek. Hranice mezi jednotlivými *klimatickými oblastmi* bývají voleny konvenčně velikostí klimatických a jiných prvků nebo kombinací prvků, aniž se přihlíží k podmínkám utváření podnebí.

Konvenční klasifikace klimatu je založena na rozložení teplot a atmosférických srážek ve vztahu k vegetaci. Rozlišuje *pět hlavních klimatických pásem (A až E)*, která se dále dělí podle rozložení srážek a teploty v průběhu roku *na klimatické oblasti (typy)* označované písmeny s významem:

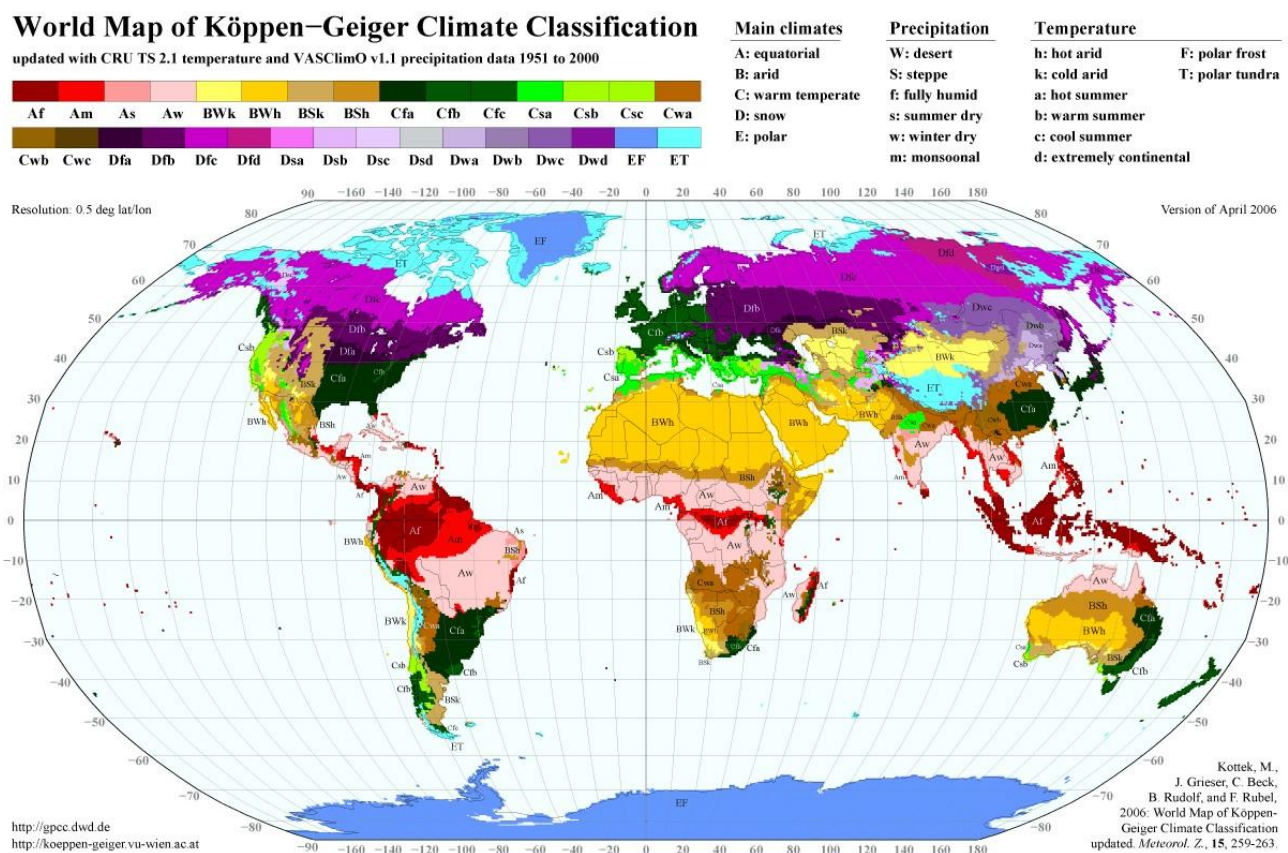
- *w* – suchá zima,
- *s* – suché léto,
- *f* – rovnoměrné rozložení srážek během roku,
- *m* – periodické srážky (tj. monzunové deště),
- *S* – step,
- *W* – poušť,
- *T* – tundra,
- *F* – věčný mráz,
- *H* – horské klima.

Vymezení pásů a oblastí je následující:

- *Pás A – vlhké tropické klima* (zabírá cca 36% povrchu Země). Průměrné měsíční teploty vzduchu neklesají pod 18°C, nevyskytují se chladná období. Srážky převažují nad výparem. Cirkulace atmosféry se vyznačuje velkou pravidelností (pasáty, monzuny). Území je zpravidla bez vegetačního klidu v důsledku absence chladnějšího období. Tento pás se rozkládá kolem rovníku a vymezuje oblasti *Af – klima vlhkých tropických pralesů* (klima liánové), *Aw – klima savan* (klima baobabové) a *Am – klima monzunové*.
- *Pás B – suché a horké klima* (11% povrchu Země), který je charakterizován malými srážkami a vysokou výparností, v extrémních případech může déšť chybět i několik let. Silné ohřívání povrchu půdy a přilehlé vrstvy atmosféry způsobují velké rozdíly teplot mezi dnem a nocí, v několika měsících přesahuje průměrná teplota vzduchu 18°C. Častý výskyt silného větru. Zahrnuje oblasti *BS – klima stepí* a *BW – klima pouští*.
- *Pás C – klima mírně teplé* (27% povrchu Země), který se vyznačuje značnou proměnlivostí počasí a silně vyvinutou cyklonální činností. Během roku se dostávají *čtyři roční období*, teplotní rozdíly mezi létem a zimou jsou výrazné. Srážky jsou natolik vysoké, že toto klima může být většinou označeno za *humidní*. Na hranici s teplejšími pásy se sníh většinou vyskytuje velmi zřídka, na polárních stranách poměrně často, sněhová pokrývka se však nemusí udržet každou zimu po delší časové období. Pás lze rozčlenit na *tři oblasti*, *Cw – mírně teplé klima se suchou zimou* (čínské klima), *Cs – mírně teplé klima se suchým létem* (středomořské klima) a *Cf – mírně teplé klima s rovnoměrným rozložením srážek během roku*, kam je obvykle přiřazováno i klima České republiky.

- *Pás D – mírně studené klima*, jež se nazývá též chladné nebo boreální klima (7% povrchu severní polokoule, na jižní se nevyskytuje). Jižní hranicí bývá izoterma -3°C nejméně chladného měsíce, severní hranice je izoterma $+10^{\circ}\text{C}$ nejteplejšího měsíce (což je severní hranice lesa). Teplotní rozdíly mezi létem a zimou jsou velké a přechodná roční období jsou krátká a nevýrazná, velké jsou i teplotní rozdíly mezi různými místy tohoto pásu. Člení se na *Dw – mírně studené klima se suchou zimou* (zabajkalský typ) a *Df – mírně studené klima s rovnoměrným rozložením srážek* během roku.
- *Pás E – klima polární* nazývané rovněž studené nebo sněhové klima (19% povrchu Země). Má mírnou až velmi studenou zimu, srážky jsou malé, většinou sněhové. Teplota nejteplejšího měsíce je nižší než 10°C a lze ho rozdělit na *oblasti ET – klima tunder*, *EF – klima věčného mrazu* a *EH – klima vysokohorských oblastí* mírných a nízkých zeměpisných šířek.

Rozložení klimatických pásů na Zemi je na následujícím obrázku (Obr. 6-4).



Obr. 6-4 Rozložení klimatických pásů na Zemi (podle Köpenovy-Geigerovy klasifikace)

6.4.4.b Genetická klasifikace podnebí

Genetická klasifikace podnebí, vychází ze všeobecné cirkulace atmosféry na Zemi. Základem pro klasifikaci je *převládající výskyt geografických typů vzduchových hmot v určité oblasti*. Za hlavní klimatická pásma jsou pokládána území, v nichž se vyskytuje stejný geografický typ vzduchové hmoty během celého roku. Přechodnými pásmy jsou území, v nichž dochází k sezónnímu střídání dvou různých vzduchových hmot. Hranice mezi jednotlivými klimatickými pásmy (zónami) jsou určovány zimní a letní polohou klimatologických front. Vymezuje se *sedm hlavních klimatických pásů*:

- rovníkový,
- dva tropické,
- dva polární,
- dva arktické, resp. arktický pro severní polokouli a antarktický pro polokouli jižní;

a šest přechodných pásů:

- dva rovníkových monzunů,
- dva subtropické,
- pásy subarktický a subantarktický.

Každé z uvedených šířkových pásem se dále dělí na čtyři základní typy podnebí, a to kontinentální, oceánský, západních pobřeží a východních pobřeží (viz níže). *Rozdíly mezi kontinentálním a oceánským typem klimatu* vyplývají z rozdílných vlastností kontinentů a oceánů, především jejich vlivu na teplotu a vlhkost vzduchu. *Rozdíly mezi klimatem západních a východních pobřeží* souvisí hlavně s rozdílnými podmínkami všeobecné cirkulace atmosféry a s rozložením mořských proudů.

Hranice mezi oběma klasifikačními hledisky nebývají vždy ostré, neboť většina klasifikací přihlíží jak k charakteristickým rysům podnebí, tak k jejich příčinám.

Za základní klasifikační jednotku členění klimatu je považován *klimatický pás*, který si je možno představit jako oblasti na zemském povrchu se stejným charakterem makroklimatu. Hlavní rysy každého klimatického pásu jsou natolik typické, že se jimi podstatně liší od ostatních pásů. V důsledku nerovnoměrného rozložení pevnin a oceánů a s ohledem na všeobecnou cirkulaci atmosféry nemají všechna pásma souvislé zonální rozložení, ale mohou se vyskytovat jen v některých částech Země. V každém ze základních pásů se vytváří typ podnebí oceánského, pevninského a horského a z hlediska vlhkostních charakteristik typ podnebí suchý, polosuchý a vlhký.

Oceánské (maritimní) klima je podnebí oceánů, moří a přilehlých částí pevnin (přímořské podnebí). *Vyznačuje se* malými denními a ročními změnami teploty vzduchu, léta jsou zde relativně chladná a zimy poměrně teplé. Vysoká absolutní i poměrná vlhkost vzduchu podmiňuje zvětšenou oblačnost a zpravidla i značnou srážkovou činnost, které jsou obvykle rovnoměrně rozloženy během roku. Rychlost proudění vzduchu je větší, znečištění ovzduší je menší než na kontinentech. Maximum srážek připadá na zimu a minimum na léto. Na severní polokouli připadá teplotní maximum na srpen a minimum na únor.

Pevninské (kontinentální) klima je charakteristické podnebí pro vnitrozemí rozlehlých pevnin nebo celých kontinentů, které jsou pod převládajícím vlivem pevninského vzduchu. *Typickými znaky* jsou velké roční a denní rozdíly teploty vzduchu, snížená poměrná vlhkost vzduchu, menší oblačnost především v teplé části roku, nevelké roční úhrny srážek a menší rychlost vzduchu. Nejteplejším měsícem je červenec, nejchladnějším leden.

Horské klima je podnebí v horských oblastech, které je určováno především nadmořskou výškou. *Vyznačuje se* nižším tlakem vzduchu, intenzivnějším slunečním zářením, velkou čistotou vzduchu, nižší teplotou, menší denní a roční změnou teploty vzduchu a větší rychlostí větru ve srovnání s přilehlými nížinami. Atmosférické srážky s výškou obvykle vzrůstají až po hladinu inverze srážek, jejich úhrn však výrazně závisí na expozici svahů. Období trvání sněhové pokrývky se s výškou prodlužuje.

Suchý (aridní) typ je podnebí s průměrným ročním úhrnem atmosférických srážek menším nebo rovným ročnímu potenciálnímu výparu. Nízké srážky jsou pro vegetaci nedostačující a neumožňují vytváření pravidelných vodních toků, protože se většina srážkové vody vypaří. Avšak i v těchto oblastech může někdy docházet k přivalovým srážkám a následným záplavám, které i přes to, že nemají dlouhého trvání, mohou způsobit velké škody.

Polosuchý (semiaridní) typ je podnebí v oblastech s přirozeným rostlinstvem stepního nebo lesostepního charakteru s travními porosty odolnými proti suchu, v nichž jsou v některých letech srážky nedostatečné pro normální rozvoj zemědělských kultur.

Vlhký (humidní) typ je podnebí oblastí s nadbytečným množstvím vody pro vegetaci, v nichž voda odtéká ve vodních tocích, které tvoří *pravidelnou říční síť*.

6.5 Hodnocení vlivu klimatu na bojovou činnost

Spolu s terénem *klimatické podmínky ovlivňují soudobou bojovou činnost* významněji než kterýkoli jiný fyzikální faktor. Terén a vzdušný prostor nad ním mají velký vliv na způsob vedení boje, poskytují příležitosti a způsobují omezení, jejichž využitím může velitel vyhrát nebo prohrát rozhodující střet s protivníkem. Účinky hydrometeorologických podmínek na pozemní mobilnost a vliv mobilnosti na možnosti zbraňových systémů budou ovlivňovat operační umění, taktiku, časové rozvržení a průběh bojové činnosti.

Velitelé musí pochopit a ve svých rozhodnutích zohlednit operační a taktické *důsledky klimatických podmínek a stavu počasí* a jejich vliv na živou sílu, bojovou techniku a možnosti jejich použití. Hydrometeorologické podmínky vytvářejí výhody i nevýhody jak pro protivníka, tak i pro vlastní vojska. Aby mohla být bojová činnost vedena účinně a efektivně, musí velitelé a štáby všech stupňů organizovat získávání informací o hydrometeorologických podmínkách v celém prostoru své činnosti. Velitelé a štáby musí vědět jak využít výhody stávajících hydrometeorologických podmínek při současném minimalizování jejich nepříznivých vlivů na vlastní bojovou činnost.

Počasí a jeho druhotné projevy mají výrazný vliv na živou sílu, bojovou techniku, vedenou bojovou činnost a terén. Oblačnost, vítr, snížená dohlednost, charakter srážek, prach, extrémní teploty, světelné podmínky působí kombinovaně a různými způsoby ovlivňují činnost člověka a omezují použití zbraní a techniky. Řízení činnosti vojsk je v nepříznivých hydrometeorologických podmínkách značně obtížné. Složitě je udržení zaujatých postavení a bojových sestav. *Všeobecně je nepříznivé počasí výhodnější pro protivníka*, protože maskuje jeho činnost i když omezuje jeho leteckou podporu a snižuje jeho mobilnost. U bránících se jednotek se za nepříznivých podmínek projevuje tendence k menší ostražitosti.

Rozvoj bojové techniky a výcviku vojsk umožňuje vést bojovou činnost za všech klimatických podmínek. Znalost těchto podmínek a jejich dovedné využití umožňují šetření silami a materiálem a plné využití možností této techniky při provádění jednotlivých bojových operací.

6.5.1 Vliv podnebí na živou sílu

Podnebí ovlivňuje tělesnou i duševní kondici živé síly pozemních vojsk i letectva a ovlivňuje tak *bojeschopnost vojsk*. Proti nepříznivým vlivům počasí musí být včas prováděna opatření, která spočívají v náležitém vystrojení, úpravě ubytování, stravování, úpravě chodu strážné služby, bojové činnosti apod. Cílem těchto opatření je udržení bojeschopnosti vojsk. *Hlavní vliv* na lidský organizmus *má teplota vzduchu*.

Vysoká i nízká teplota vzduchu zvyšuje únavu organismu a může vést i k poškození zdraví. Jen podle teploty vzduchu však není správné provádět opatření proti nepříznivým vlivům počasí. Je nutné vycházet z tzv. *pocitové teploty*, která závisí na teplotě vzduchu a na rychlosti větru. Teplota lidského těla je dána rovnovážným stavem mezi množstvím přijatého tepla a jeho ztrátou. Celková ztráta tepla lidského organismu je určena ztrátou tepla vedením, ztrátou vyzařováním a ztrátou tepla v důsledku výparu z povrchu těla. Lidské tělo má schopnost regulovat výpar vylučováním potu za předpokladu, že organizmus má dostatek tekutin. Vlastní výpar však závisí na teplotě vzduchu, vlhkosti vzduchu a větru. Čím vyšší je teplota vzduchu, tím vyšší je výpar. Naproti tomu vyšší poměrná vlhkost vzduchu snižuje výpar. Při větších rychlostech větru jsou páry odnášeny pohybujícím se vzduchem a výpar se zvětšuje.

Za normální pocitovou teplotu se považuje pocit teploty vzduchu při bezvětří a relativní vlhkosti 100%, kdy je pocitová teplota určena jen teplotou vzduchu. Za těchto podmínek je optimální teplota 17,8°C. Při různých kombinacích poměrné vlhkosti a rychlosti větru se optimální teplota mění. Lidský organismus při větších rychlostech větru a nižší poměrné vlhkosti snáší dobře i vyšší teploty a naopak, při nižších teplotách vzniká pocit chladu. Tato závislost na poměrné vlhkosti platí jen do určité teploty, při teplotách pod 8°C zvyšující se poměrná vlhkost zvyšuje pocit chladu. Jako

příklad slouží uvedené teploty vzduchu za bezvětří a jim odpovídající hodnoty pocitové teploty při různé rychlosti větru (Tabulka 6-9).

Tabulka 6-9 Vztah skutečné a pocitové teploty dané rychlostí větru

Teplota vzduchu za bezvětří	Pocitová teplota ve °C při rychlosti větru			
	2 – 4 m.s ⁻¹	6 – 7 m.s ⁻¹	10 – 11 m.s ⁻¹	15 – 16 m.s ⁻¹
1°C	-1	-9	-17	-20
-3°C	-6	-17	-20	-23
-9°C	-12	-23	-28	-34
-15°C	-17	-31	-37	-40
-20°C	-23	-49	-45	-51
-26°C	-28	-45	-53	-59

Vysoké teploty nad 30°C mohou vést k *úpalu*. Zde je potřebné vojákům zvýšit příjem tekutin, upravit strážní službu, provádět přestávky, případně namáhavou činnost a dlouhé přesuny přeložit do nočních hodin.

Při *nízkých teplotách* pod -10°C si voják musí mazat obličej a ruce ochranným krémem. Je nutné provádět častější střídání hlídek a stráží. Velitelé musí zabezpečit zvýšený přísun teplých tekutin a připravovat teplou stravu. Při teplotách pod 0°C a zvýšené rychlosti větru a vlhkosti musí velitelé provádět *opatření proti omrzlinám*. Vydatné srážky při teplotách nad 0°C rozbahňují půdu a ztěžují nebo i znemožňují pohyb mimo cest i po polních cestách. Při teplotách pod 0°C ve spojení se srážkami se vytváří sněhová pokrývka nebo náledí.

Nepříznivě na pohyb vojsk působí též *silný vítr (zejména protivítr)*, hlavně ve spojení se srážkami a nízkou dohledností. Srážkové poměry ve spojení s teplotou mají vliv na budování ochranných staveb, okopů apod.

Při hodnocení vlivu počasí na živou sílu je nutné vždy uvažovat *možnou náhlou změnu počasí*, a to především v oblastech s variabilním typem klimatu, tedy i v případě České republiky. Proto požadavek udržení bojeschopnosti vojsk nelze splnit bez soustavného studia a hodnocení hydrometeorologických podmínek a jejich vlivu na živou sílu a bojovou činnost vojsk.

6.5.2 Vliv podnebí na bojovou a nebojovou techniku

Bojová technika musí splňovat takové *technické parametry*, aby její *činnost* byla možná *při všech hydrometeorologických podmínkách*. Skutečné hydrometeorologické podmínky však přesto vždy ovlivňují použití této techniky; zejména při extrémních podmínkách může docházet k omezení použití bojové i nebojové techniky.

Zásadní vliv na bojeschopnost techniky mají *nízké teploty*, které ztěžují její používání. Mrazy pod -10°C nepříznivě ovlivňují práci všech mechanismů, zvláště činnost spalovacích motorů. Mazadlo houstne, ztrácí mazací schopnost a vznikají velké odpory. Výrazně jsou ovlivněny i vlastnosti jednotlivých materiálů. Dochází ke snížení kapacity akumulátorů. Při špatné chladicí kapalině dochází k jejímu zamrznutí a v důsledku toho k poruchám motoru (prasklé bloky). Nízké teploty mají výrazný vliv na opravu bojové techniky v polních podmínkách. Přístroje a zařízení založené na elektronických součástkách často nepracují spolehlivě nebo nepracují vůbec, displeje z tekutých krystalů nezobrazují apod.

Velký význam mají *srážky*. Silné deště, sněžení a vánice často znemožňují práci na volném prostranství, zhoršují cesty a rozšiřují vodní překážky.

Hydrometeorologické podmínky mají výrazný *vliv i na spojení*. Nízké teploty spolu s námrazou a silnými větry mohou způsobit pády anténních systémů, trhání vedení a polomy sloupů. V létě *ruší činnost spojení bouřky*. Zejména je ovlivněno rádiové spojení.

Při *silných větrech* se u určitých druhů radiolokátorů musí sklápět antény a tím jsou nebojeschopné, což platí i u složitých anténních systémů radiových prostředků. V *pouštních oblastech* silné větry způsobují i *písečné bouře*, během nichž a krátce po nich není možné vést bojovou činnost.

Srážky, vysoká vlhkost a kolísání teploty způsobují *korózi materiálu*, snižují jeho životnost a zvyšují nároky na ukládání a skladování materiálu a techniky.

Moderní technika může a musí být používána za všech hydrometeorologických podmínek, avšak znalost těchto podmínek a jejich vlivu na tuto techniku je předpokladem pro její správné využívání.

7. Literatura

ALISOV, B.P., (1954): Kurs klimatologii, část III. Gidrometeorologičeskoje izdatelstvo, Leningrad, 320 s.

Encyklopedie Geografického Zabezpečení (2008), Vojenské mapy, Část 1 a 2, Mapové značky topografických map zpracovaných podle Topo 4-4, Ministerstvo obrany České republiky, Geografická služba AČR, Praha 2008

Geotrans, Geographics Translator V 2.4.2 9 (2008). Version for End Users – Win. Volně šiřitelný software včetně dokumentace a návodu k použití. Dostupný na adrese <http://earth-info.nga.mil/GandG/> (listopad 2008).

Katalog geografických produktů (2009), Ministerstvo obrany České republiky, geografická služba AČR, Praha 2009, 144 s. (v tisku)

KRATOCHVÍL, V. (2000): Polohové geodetické sítě – aplikace metody nejmenších čtverců a transformace souřadnic. Vojenská akademie v Brně, 2000, skripta, pořadové číslo tisku S-464, 214 s.

TM 8358.1, Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems. Elektronická publikace, Internet, http://earth-info.nga.mil/GandG/coordsys/csatsat_pubs.html (listopad 2008)

TM 8358.2, The Universal Grids: Universal Transverse Mercator (UTM) and Universal Polar Stereographic (UPS) (2008), Elektronická publikace, Internet, http://earth-info.nga.mil/GandG/coordsys/csatsat_pubs.html, (listopad 2008).

TR 8350.2, DoD World Geodetic System 1984 - Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems (2008), Elektronická publikace, Internet, <http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/index.html>, (listopad 2008).

<http://www.dynavix.com> (2008)

Topo-4-4 – Značkový klíč pro tvorbu topografických map měřítek 1 : 25000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000 (2006), MO, PRAHA 2006

Topo-57-6 (1995):, Vojenská topografie, pomůcka, Ministerstvo obrany ČR, Praha 1995

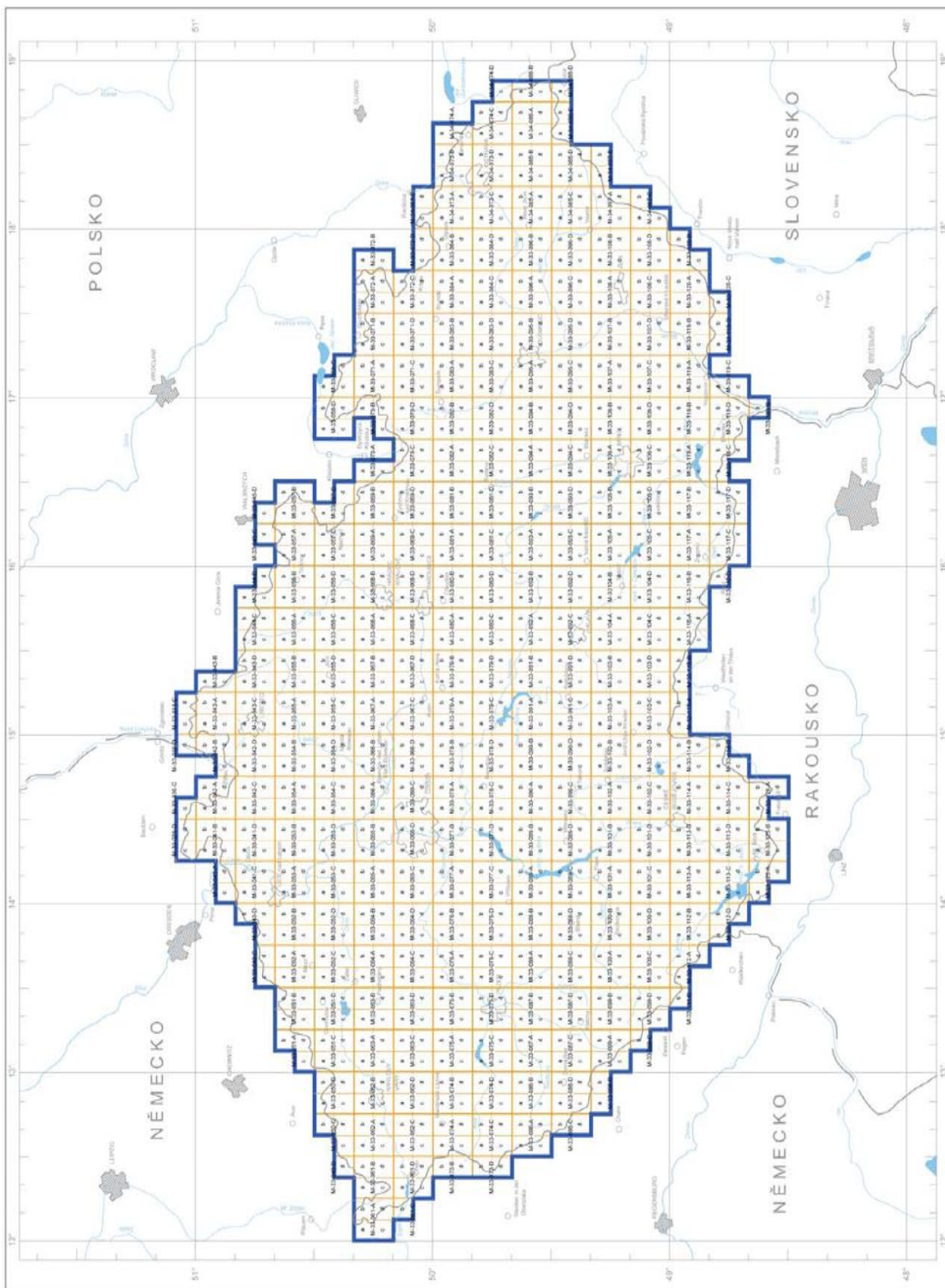
TREFNÁ, E., (1970): Klimatografie Světa. Hydrometeorologický ústav, Praha, 85 s.

Wikipedia, the Free Encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/>

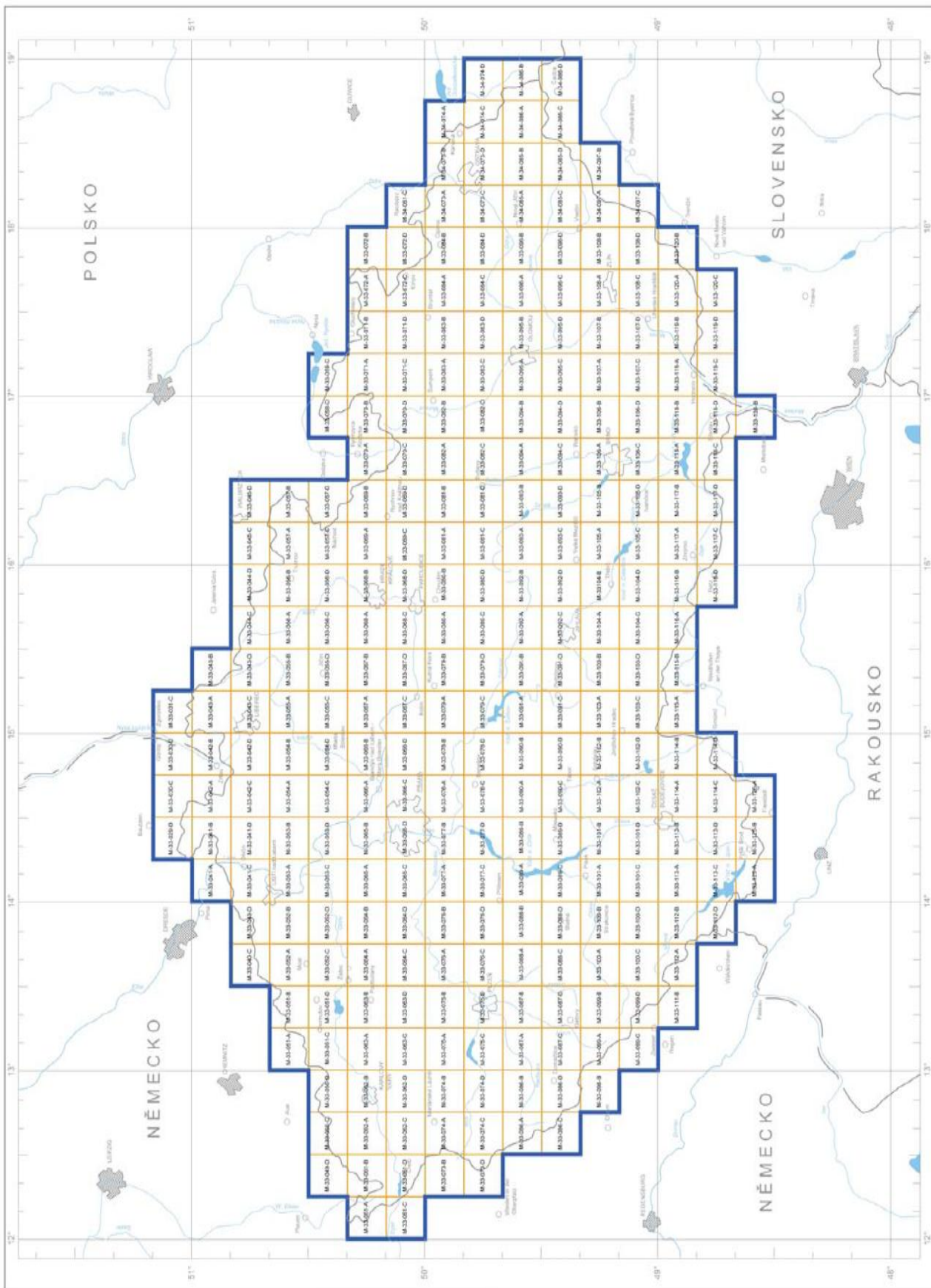
Přílohy:

1. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 25 000
2. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 50 000
3. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 100 000
4. Topografická mapa 1 : 25 000
5. Topografická mapa 1 : 50 000
6. Topografická mapa 1 : 100 000
7. Letecký měřický snímek
8. Ortofotomapa 1 : 10 000
9. Mapa vojenského újezdu 1 : 25 000 se speciální nadstavbou
10. Mapa JOG pozemní verze 1 : 250 000
11. Grafický výstup pro plánování operací OPG) 1 : 250 000
12. Mapa geodetických údajů 1 : 50 000
13. Transit Flying Chart (Low Level) 1 : 250,000

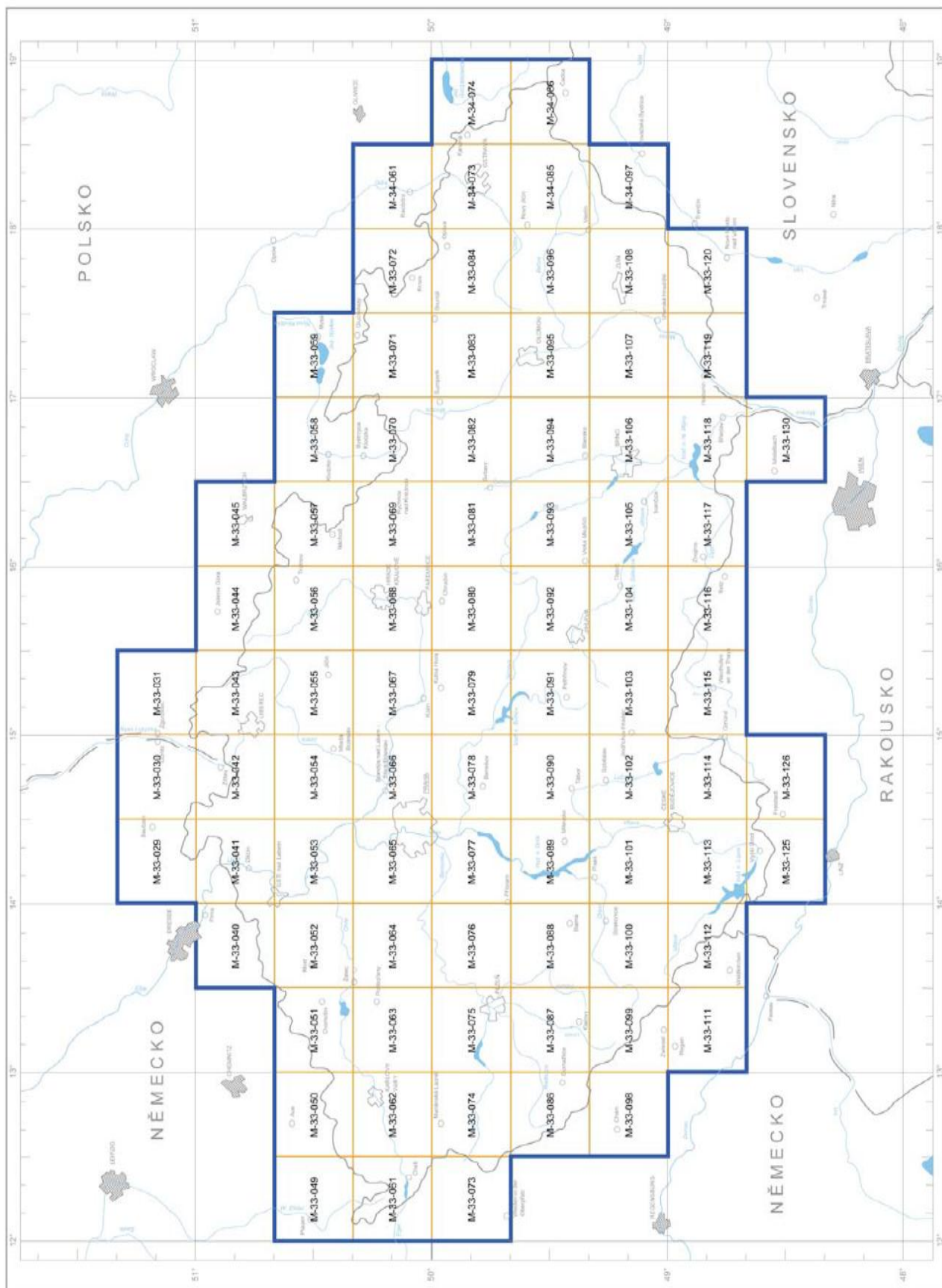
1. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 25 000



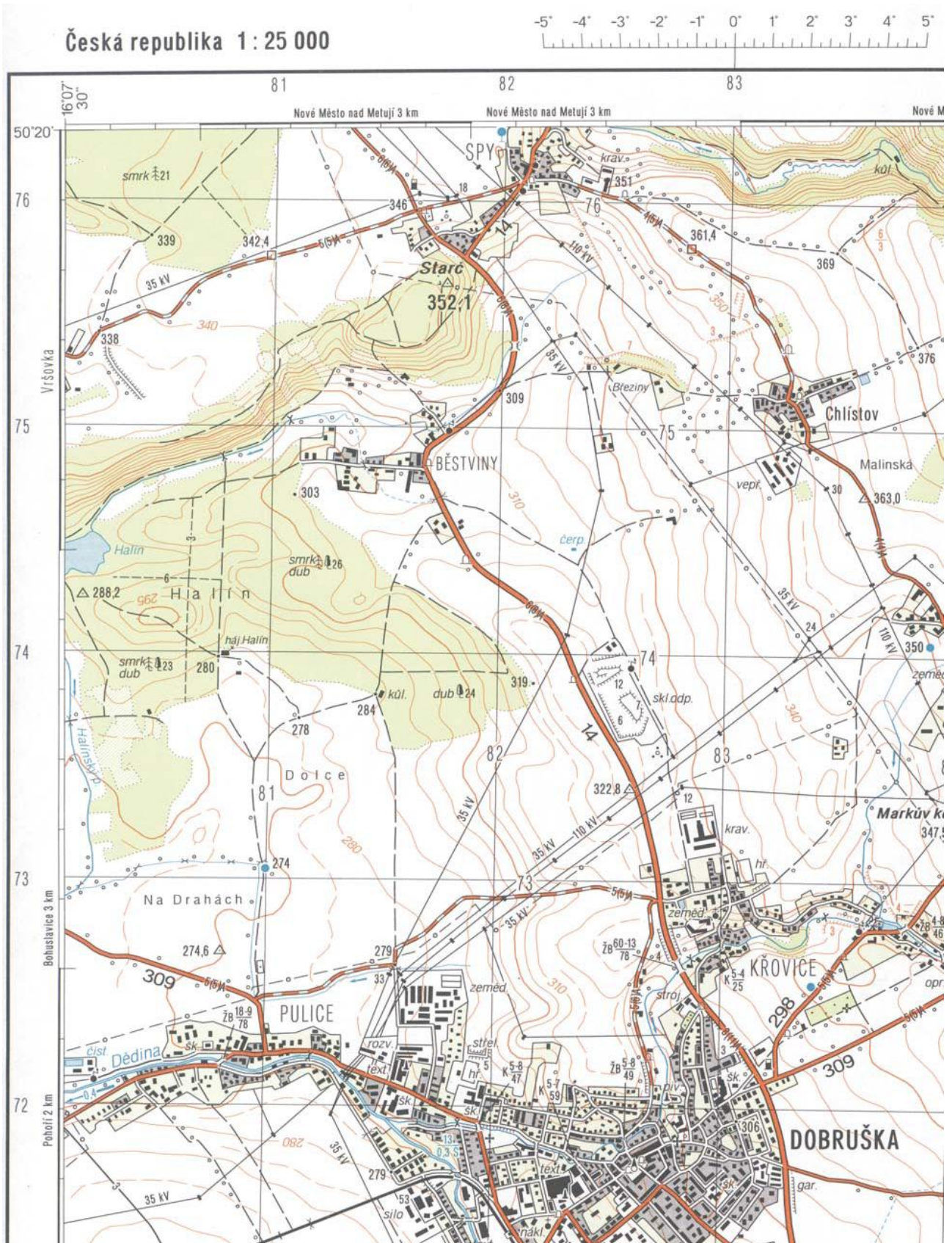
2. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 50 000



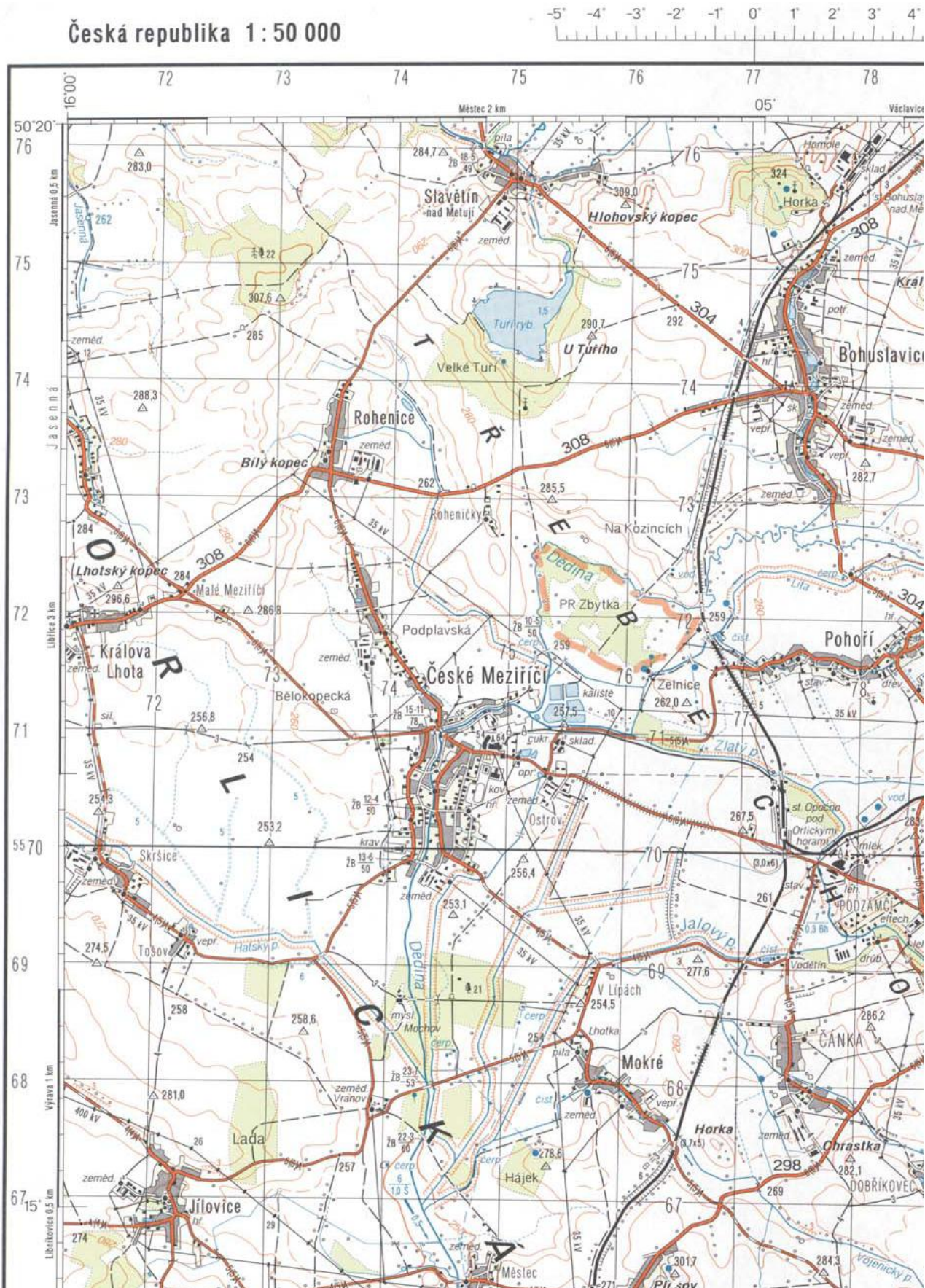
3. Přehled kladů mapových listů topografické mapy 1 : 100 000



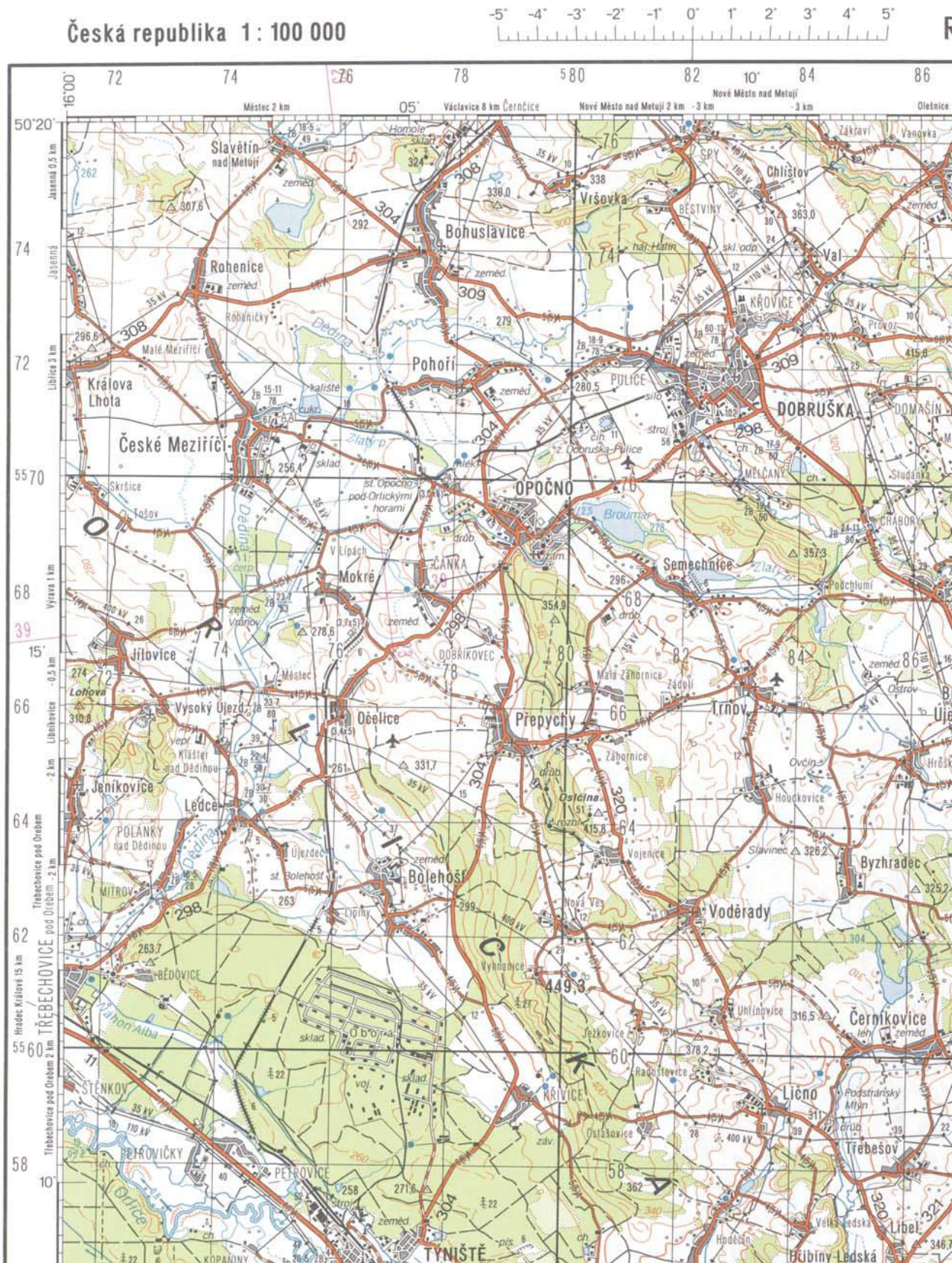
4. Topografická mapa 1 : 25 000



5. Topografická mapa 1 : 50 000



6. Topografická mapa 1 : 100 000

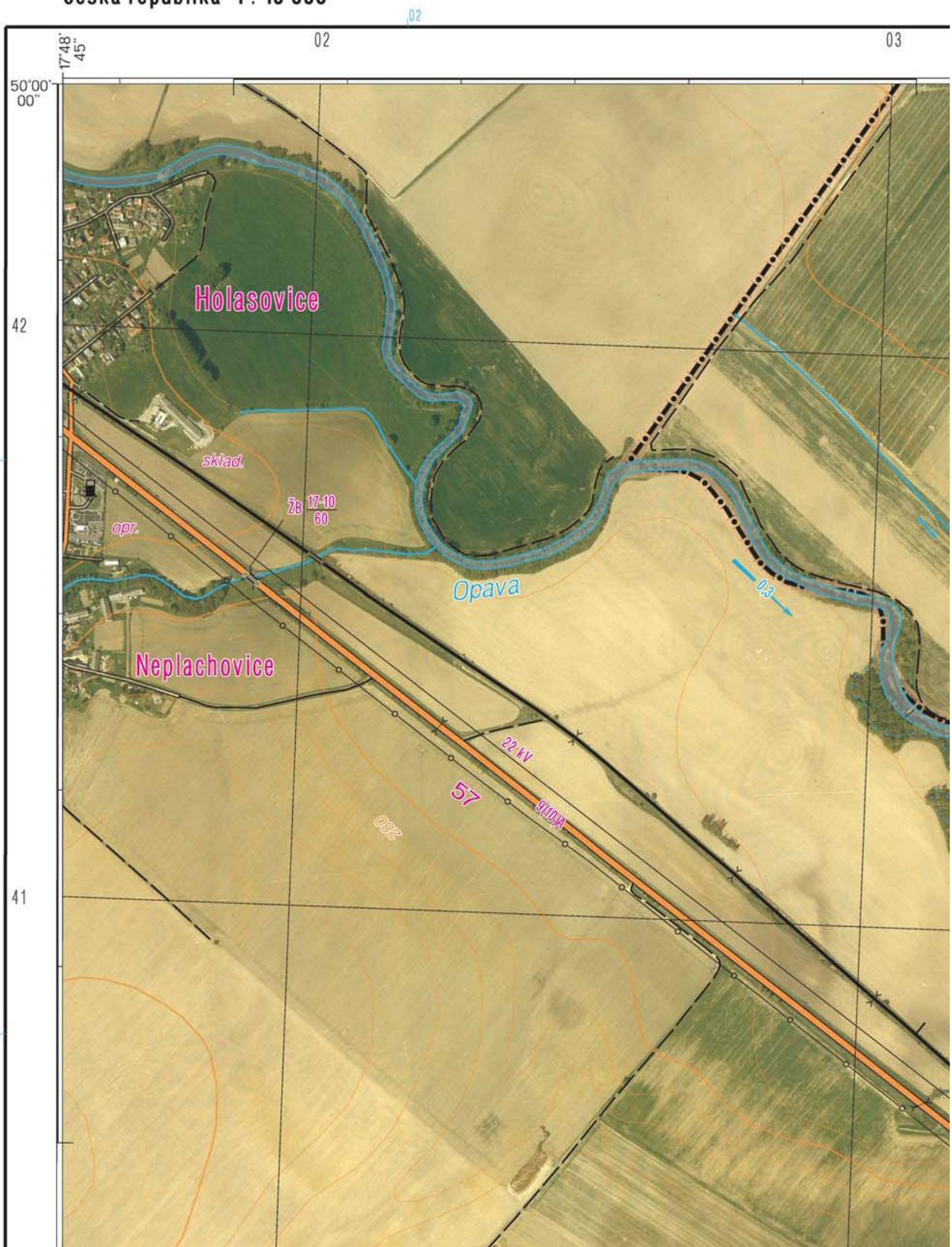


7. Letecký měřický snímek

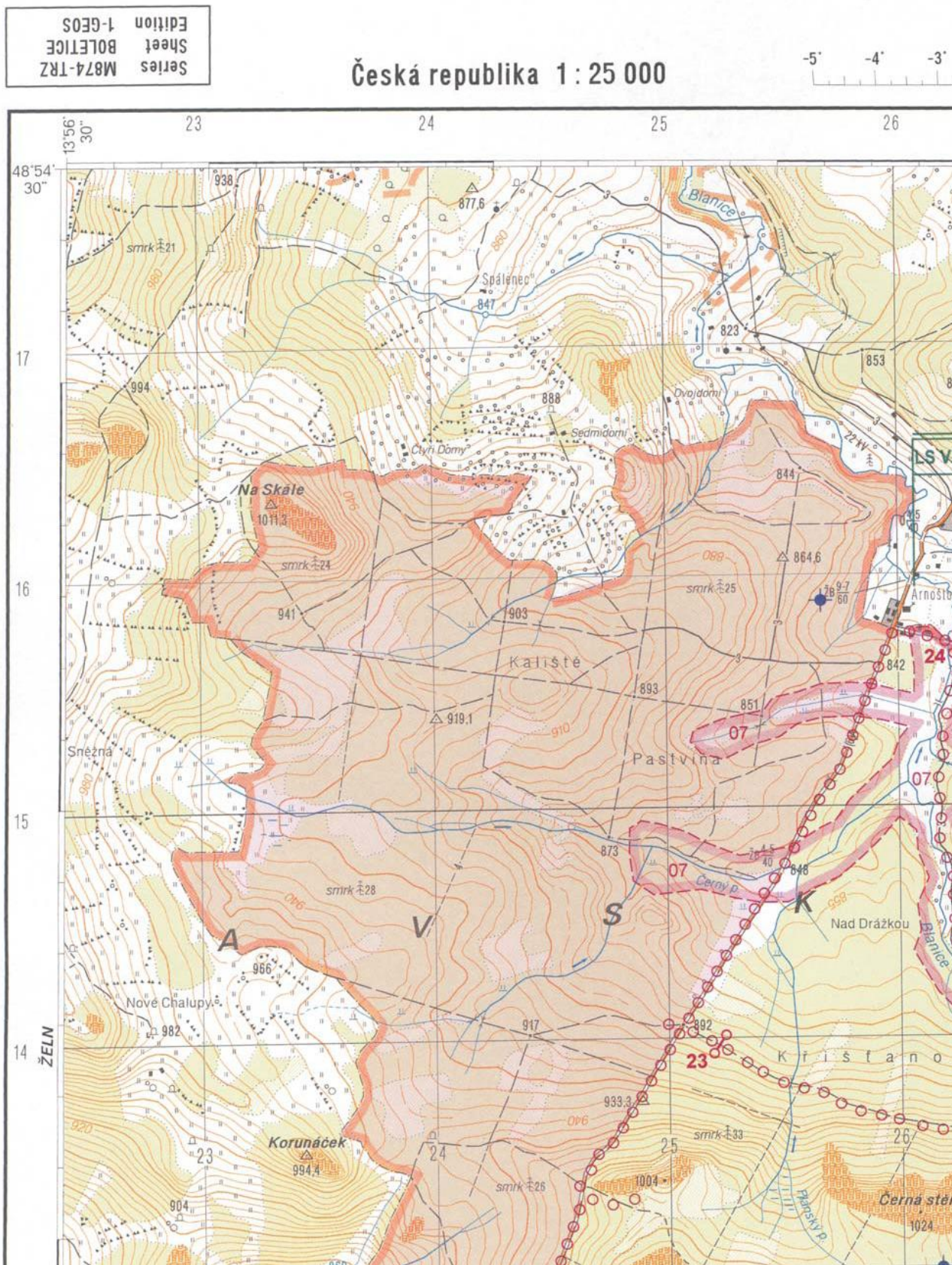


8. Ortofotomapa 1 : 10 000

Česká republika 1 : 10 000



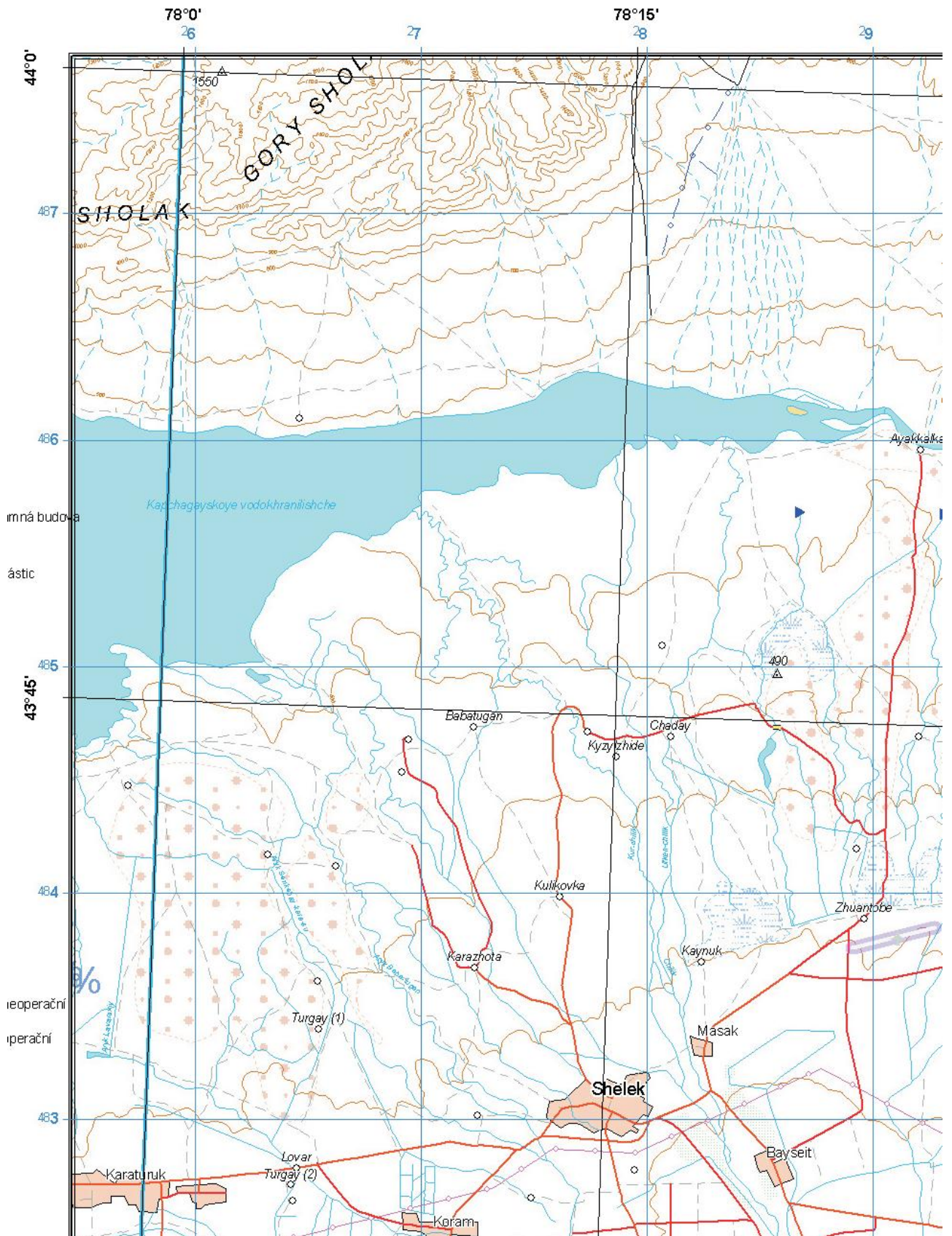
9. Mapa vojenského újezdu 1 : 25 000 se speciální nadstavbou



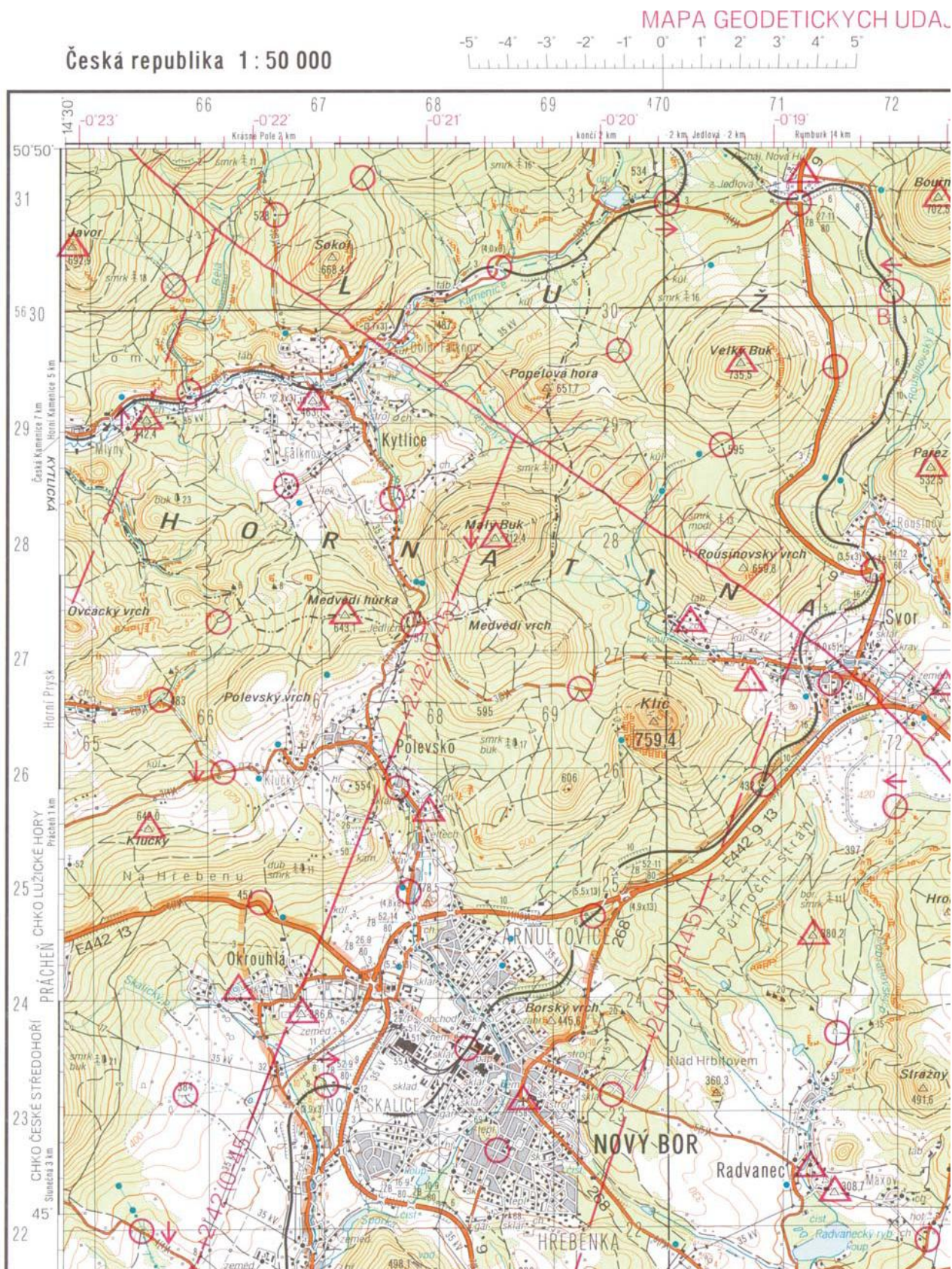
10. Mapa JOG pozemní verze 1 : 250 000



11. Grafický výstup pro plánování operací OPG) 1 : 250 000



12. Mapa geodetických údajů 1 : 50 000



13. Transit Flying Chart (Low Level) 1 : 250,000



Název: Vojenská topografie
Autoři: plk. doc. Ing. Václav TALHOFER, CSc.
 doc. Ing. Marin RYBANSKÝ, CSc.
 doc. Ing. Vlastimil KRATOCHVÍL, CSc.
 Ing. Alois HOFMANN, CSc.
 Ing. Pavel ZERZÁN
 Ing. Jan LIDMILA
 pplk. Ing. Vladimír RÉPAL, Ph.D.
Vedoucí katedry: plk. doc. Ing. Václav TALHOFER, CSc.
Rok vydání: 2008
Náklad: 50
Počet stran: 176, počet příloh: 13, počet obrázků: 122
Vydavatel: Univerzita obrany
Tiskne: Vydavatelská skupina UO
Číslo zakázky:
Číslo EP: 126/2008
Cena pro vnitřní potřebu:

Publikace neprošla jazykovou úpravou.