

# vojenský topografický obzor



vydává MNO

2

1960

## OBSAH

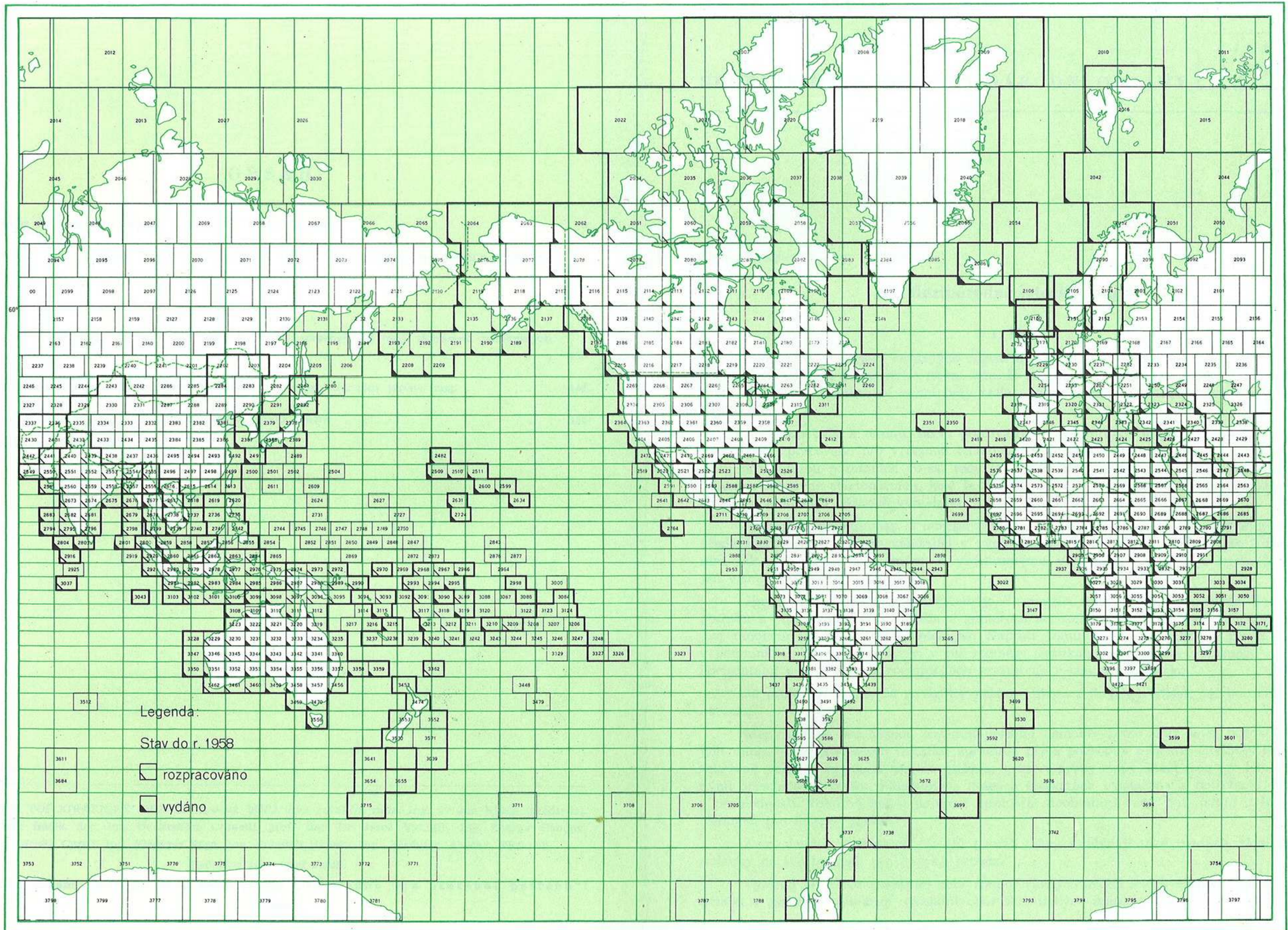
<b>Generálmajor Dr. Ing. Jan Klíma:</b> Mezinárodní letecké mapy . . . . .	73
<b>Inž. plukovník prof. Dr. Josef Vykutíl:</b> Matematická redukce délek měřených rádiovými a světelnými dálkoměry . . . . .	102
<b>Inž. Vladimír Saga:</b> Samočinný reléový počítač Z-11 . . . . .	118
<b>Inž. Lubomír Lauermann:</b> Kartografická generalizace při zpracovávání map všeobecně zeměpisných z map topografických . . . . .	135
<b>Inž. Zdeněk Jelínek:</b> Náhrada francouzských terek pro ruční stínování terénu map . . . . .	148
Stručný obsah výzkumných zpráv vojenské topografické služby . . . . .	154
Zprávy technické knihovny VZÚ	

---

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR. Vydává MNO. Řídí redakční rada: Ing. Dr. Jan Klíma (předseda),  
Ing. Jaromír Bátěk, doc. Ing. Dr. Bedřich Chrastil, prof. Ing. Dr. Josef Vykutíl, Ing. Otakar Skoupý,  
Ing. Zdeněk Cupal, Ing. Vladimír Saga, Ing. Bohumil Hanák, Ing. Vladimír Krátký (členové).  
Redaktor Ing. Josef Jeník.

# PŘEHLED KLADU LISTŮ MEZINÁRODNÍ LETECKÉ MAPY SVĚTA

v měřítku 1:1000000



# VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR

č í s l o  
1 9 6 0 2

SBORNÍK MINISTERSTVA NÁRODNÍ OBRANY

Generálmajor Dr. Ing. J. Klíma

## Mezinárodní letecké mapy

### 1. Úvod

Souběžně s rozvojem vzdušných dopravních prostředků rozvíjí se také problém zajištění bezpečnosti létání a plánovitého řízení letu. K oběma těmito otázkám mohla poskytnout mapa cenné informace, a proto se velmi brzy stala nepostradatelnou součástí výzbroje každého navigátora.

Zpočátku byly k tomuto účelu používány v jednotlivých státech mapy běžně zavedených typů, zpracované pro veřejnou technickou a hospodářskou potřebu a v oboru obrany státu pro potřebu pozemních vojsk, tedy všeobecně pro orgány, které mapy používají v podmínkách relativně stacionárních, kdy je zpravidla dostatek času, aby je uživatel mohl správně polohově i výškově vyhodnotit.

Podmínky použití map v letecké navigaci naproti tomu jsou však podstatně změněné, především dynamikou letu záležející v rychlé změně polohy letounu, a to jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru. K všestrannému vyhodnocení mapy je proto k dispozici jen velmi krátká doba.

Jiným charakteristickým rozdílem je, že použití běžných map určených pro pozemní potřebu v terénu děje se zpravidla v poměrech horizontální perspektivy, při níž se výškopis jeví mnohem výrazněji nežli polohopis. Naproti tomu navigátor používá mapu zpravidla v podmínkách ptačí perspektivy, v níž rozměry vertikální ztrácejí na výraznosti a rozměry horizontální jeví se mu na rozsáhlejších prostorech v centrální projekci.

Je proto přirozené, že navigátor oceňuje mapu z jiných hledisek než uživatel mapy na zemi.

Mapy určené pro běžnou pozemní potřebu nemohly proto brzy letce uspokojovat; jejich náplň je v příslušném měřítku zpravidla příliš podrobná a hustá, čitelnost je proto za relativně velkých rychlostí značně ztížena, některé prvky mapy, které jsou pro letce významnými orientačními prvky, nebývají na mapách pozemních vyznačeny s potřebnou výrazností a přehledností, konečně mapy pozemní zpravidla neobsahují řadu dat, údajů a hodnot potřebných pro letecký provoz.

Z uvedených základních rozdílů použití mapy vyplývají také rozdílná hlediska a požadavky na tvorbu map pro letecký provoz.

Vyvinul se proto postupně celý soubor různých druhů leteckých map, které svou specifikou v podstatě vytvářejí speciální obor tematických map.

## 2. Účel leteckých map

Všeobecně je účelem letecké mapy v leteckém provozu

- usnadňovat topografickou, geografickou a navigační orientaci,
- umožňovat průzkum leteckých dopravních směrů a spojů,
- informovat o rozložení a poloze letišť,
- informovat o technických zajišťovacích zařízeních sloužících k zabezpečení letu,
- obsahovat údaje o státně bezpečnostních opatřeních a omezeních v letecké dopravě,
- sloužit jako podklad pro plánování letecké dopravy i jednotlivých letů,
- umožňovat hladké provedení letů a usnadňovat přistání letounů.

Přitom mají dále také umožňovat jednoduché provedení základních kartometrických úloh potřebných k plánování a provedení letu na určené trase, zejména:

- odměření úhlů z mapy nebo vynesení úhlů na mapu bez jejich podstatného zkreslení,
- odměření nebo vynesení letových kursů na mapu v přímé linii,
- odměření nebo vynesení vzdáleností na mapu bez většího zkreslení.

Z těchto požadavků vyplývají specifické podmínky pro konstruování leteckých map, jak pokud se týče jejich matematických základů, tak i náplně mapy.

Všeobecně lze letecké mapy rozřadit do 3 hlavních typů. Jsou to

- generální letecké mapy,
- speciální mapy pro leteckou navigaci,
- speciální mapy pro pozemní letecký a telekomunikační provoz.

V každém typu existuje dále několik druhů, které mají uspokojovat jmenovité potřeby leteckého provozu. Některé druhy se k sobě více méně blíží, popřípadě mají sloužit i více účelům, a proto často není možné jejich přesné rozřazení.

Leteckých map používají pro svůj provoz vojenské i civilní letecké organizace. Je samozřejmé, že potřeby a požadavky vojenské mají svůj specifický charakter, který nedává dobře možnost, aby se o mapách tohoto druhu volně pojednávalo. Proto se dále pojednává o leteckých mapách používaných zpravidla veřejnými leteckými organizacemi.

## 3. Základy map

Letecká mapa je vytvářena v podstatě třemi základními prvky:

- a) matematicko-kartografickým podkladem,
- b) topografickou a geografickou náplní,
- c) aeronavigační nadstavbou.

Podle specifického účelu mapy budou mít tyto prvky při jejím zpracování různou přesnost, rozsah i hodnotu.

Jedním z rozhodujících činitelů, který je nutno při tvorbě letecké mapy vzít vždy v úvahu, jsou technické parametry dosažené v rozvoji konstrukcí letounů, což jsou především rychlosti a výšky dosahované letouny, a dále také technické vybavení letišť a leteckých tras, zejména telekomunikačními zařízeními. Tyto parametry mají podstatný význam především již pro volbu měřítka mapy a ovlivňují také ostatní základní elementy, vytvářející mapu, i jejich vzájemný poměr.

Půjde-li např. o konstruování map pro letouny vysokých rychlostí a dalekého doletu, bude nezbytně třeba volit malá měřítka, mapy konstruovat na matematicko-kartografických základech s geografickou náplní a aeronavigační nadstavbou přiměřeně generalizovanou úměrně k účelu, k měřítku a k náplni mapy a se zřetelem k tomu, že mapy musí být dobře čitelné v předpokládaných navigačních podmínkách, aby navigátoru umožňovaly jak topograficko-geografickou, tak i navigační orientaci. Naproti tomu mapy, které např. mají zajistit bezpečnost vzletu nebo přistání, musí být zpravidla vyhotoveny ve velkých měřítkách nevyžadujících zvláštní kartografické přesnosti a nepotřebují ani podstatnější topografickou náplň, zato aeronavigační nadstavba musí být velmi bohatá a co možno úplná.

Jak podstatně může rychlost letounu ovlivnit použití mapy určitého měřítka, je patrné z porovnání, kolik času má navigátor k dispozici pro orientaci při průletu dráhy 10 km.

Tabulka 1

Rychlost letounu	Čas při průletu dráhy 10 km	Nutná obměna mapy při průletu po její diagonále za	
		1 : 200 000	1 : 500 000
1	2	3	4
100 km/hod.	360 vteřin	60,7 minut	186 minut
350 km/hod.	103 vteřin	17,4 minut	53 minut
700 km/hod.	51 vteřin	8,7 minut	26,5 minut
1000 km/hod.	36 vteřin	6,1 minut	18,5 minut
1500 km/hod.	27 vteřin	4,6 minut	12,3 minut
2000 km/hod.	18 vteřin	3,0 minut	9,3 minut

Navigátor má tedy, zvláště při vyšších rychlostech, relativně velmi málo času k vyhodnocení mapy a pro orientaci a vzhledem k tomu musí volit i druh a měřítko mapy. Měřítko mapy musí proto také umožňovat její použití po delší dobu, aby ji nebylo třeba příliš často obměňovat během letu a nebylo nutno brát s sebou značný počet mapových listů.

V tabulce 1, odst. 3, 4 jsou pro názornost uvedeny doby, v nichž by bylo nutno obměňovat mapy měřítek 1 : 200 000 a 1 : 500 000 při různých rychlostech v případě průletu letounu po největším rozměru mapy, po její diagonále.

Všeobecně lze dedukovat, že mapa měřítka 1 : 200 000 může postačovat nejvýše pro běžné cestovní rychlosti dosahované vrtulovými letouny; mapa 1 : 500 000 je použitelná, jde-li o kratší tratě, i pro letouny s reaktivním pohonem až do rychlosti zhruba 1000 km/hod., při delších dopravních linkách je účelné použití map 1 : 1 000 000 a měřítek menších; pro letouny létající nadzvukovými rychlostmi je nezbytné použít map měřítek 1 : 2 000 000 a měřítek menších.

Protože jsou ve větší míře používány k různým technickým a hospodářským účelům v nynější době také vrtulníky, jejichž rychlost je malá a nevyžadují zvláštních přistávacích ploch, je třeba uvést, že vrtulníky vedle map menších měřítek pro plánování letu, např. 1 : 200 000, potřebují i podrobné mapy velkého měřítka, např. 1 : 25 000, aby byla zajištěna bezpečnost jejich přistání.

#### 4. Použitá zobrazení

Jak bylo uvedeno, musí letecká mapa dávat navigátorovi možnost provedení jednoduchých měření, která by byla v postačující míře přesná. V podstatě by mapa neměla zkreslovat úhly ani délky; zobrazení, v němž by mapa měla být vykreslena, měla by být tudíž konformní i ekvidistantní.

Známa zobrazení mohou přesně splnit jen jednu nebo druhou podmínku; obě podmínky současně mohou splňovat jen v omezené míře, tedy s částečným zkreslením jak úhlů, tak délek.

Kromě toho pro volbu zobrazení bude rozhodující měřítko mapy, rozsah území, které má zobrazovat, jeho poloha na zeměkouli a konečně také účel přímého využití mapy v letecké navigaci.

Z uvedených důvodů nemůže být pro celou škálu měřítek leteckých map zvoleno jediné zobrazení.

Je možno říci, že nejvýrazněji uplatňují se názory na požadavek konformity letecké mapy a v této linii jde i většina mezinárodně přijatých usnesení. Přitom se vlastní volba druhu použitého konformního zobrazení často ponechává zpracovateli; obvyklým zjevem bývá, že zobrazení při mapách lokálního charakteru v příslušném státě je řešeno shodně s běžně používanými pozemními mapami týchž měřítek.

## I. Období do první světové války

Podobně jako historie letectví je i historie leteckých map relativně hodně mladá. Nezbytnou potřebou prvních vzletů koncem 19. a počátkem 20. století stala se mapa, buďto geografická, častěji však topografická. Později se s vynálezem říditelných aerostatů objevuje myšlenka vyhotovení speciálních map sloužících leteckému provozu. Tak na příklad v brožuře „Letecký koráb N. M. Sokovnina“ vydané v Petrohradě r. 1866 její autor a zároveň konstruktér letounu N. M. Sokovnin vyslovuje požadavek na zpracování zvláštních leteckých map a uvádí jejich základní charakteristiky.

Avšak vyhotovení leteckých map rozlehlých prostorů, jak to vyžadoval rodící se nový obor dopravy, bylo by vyžadovalo mnoho času a značné finanční náklady. Bylo proto pochopitelné, že nejen v Rusku, ale i v ostatních státech užívali k tomuto účelu většinou existující vojenské mapy, které zobrazovaly velká území. Ve zprávě o prvních pokusech o využití balónu pro vojenské účely v r. 1870 v ruské armádě bylo mezi jiným také konstatováno, že ve všech výškách byla pomocí mapy a busoly možná dobrá orientace. Nešlo tedy o pouhé projekty použití mapy v letecké navigaci, nýbrž o reálné zkušenosti v tomto oboru. S objevem letadel těžších vzduchu a vyšších rychlostí, proniká s větší důrazností také otázka zvláštních leteckých map především proto, aby byla zajištěna větší bezpečnost letu.

Jednou z prvních leteckých map vůbec byla mapa letecké trasy Petrohrad–Moskva. Byla vyhotovena v letech 1905–1910 skupinou specialistů, představitelů různých leteckých společností, námořních a vojenských úřadů pod vedením známého ruského vědce – konstruktéra a letce S. A. Uljanina pro první velký přelet mezi Petrohradem a Moskvou, který byl proveden v r. 1911. Mapa představovala dlouhý pás, na němž v průběhu trasy byl vykreslen terén v šířce 15–20 km a byly vyznačeny hlavní charakteristické orientační předměty, místa možných přistání a u každé změny směru trasy byly udány magnetické azimuty.

Přibližně v touž dobu (1911–1912) byl ve vojenské akademii ruského gen. štábu proveden obsáhlý výzkum použití leteckých map pro vojenské účely. Výsledky výzkumu byly publikovány v r. 1913 ve „Zprávách Carské nikolajevské vojenské akademie“ č. 39 v stati S. A. Mezencova „Letecká mapa“. K širší publikaci poznatků nedošlo, tím méně pak k jejich realizaci.

V německé i jiné evropské odborné literatuře se obvykle uvádí, že původní myšlenka vytvoření speciálních leteckých map vznikla v Německu.

V Německu začala se však otázka leteckých map rozvíjet až od r. 1888 pracemi podplukovníka H. Moedebecka, který se od r. 1906 pokoušel o realizaci svých myšlenek. Téměř současně vystoupil s požadavkem zvláštních leteckých map také známý konstruktér říditelných vzducholodí Zeppelin. Jeho podnětu použil Dr. M. Gasser, který předložil na zasedání geografické společnosti v Lübecku v r. 1909 několik zkušebních listů leteckých map. K vyřešení tohoto problému byl založen „Výbor pro letecké mapy“, který posuzoval předložené návrhy. Návrhy se v celkovém pojetí dosti vzájemně odlišovaly. Diskuse k návrhům vedly k hlubšímu ujasnění problémů leteckých map a k jistému sblížení názorů. Nejaktivněji se v Německu zúčastnil práce na vypracování leteckých map M. Moedebeck, Dr. M. Gasser, H. Ravenstein, gen. Heller, K. Papen, Bamler, Brill, Haas, Gabriel, Becker a jiní.

Hlavní zásady doporučené tímto „Výborem pro letecké mapy“ byly:

- měřítko mapy 1 : 200 000; mapa se vytváří přepracováním dosavadních topografických map téhož měřítká,
- barva hypsometrické stupnice hnědá v příslušných odstínech,
- lesy a louky se nevyznačují zvláštní barvou,
- výškové kóty se orámuji a vyjádří se červenou barvou,
- kotviště, balónové hangáry, aerologické observatoře, rádiové stanice, nebezpečná místa pro přistání, vedení vysokých napětí, vysoké pece, plynojemy apod. se nezakreslují, nýbrž zapisují se do zvláštního záznamníku přiloženého k mapě. O jednotných značkách pro tyto objekty mělo být rozhodnuto později.

Podle přijatých zásad bylo vypracováno několik mapových listů. Avšak k dalšímu širšímu rozvinutí prací na leteckých mapách v tomto období ani v Německu nedošlo a pro leteckou dopravu byla používána nejvíce Ravensteinova mapa střední Evropy v měřítku 1 : 300 000.

Ve Francii v r. 1909 vypracoval Blondel pro letecký den v Champagni letecký plán okolí Remeše v perspektivní projekci. Byla to prvá francouzská letecká mapa.

Jiné návrhy pro pařížský aeroklub zpracovali P. Pollacchi, Ch. Lallemand, R. Desmons, M. J. Saunière, A. Berget, J. Bouchot, podle jejichž koncepce byly vyhotoveny letecké mapy pro širší území. Kromě toho byly zpracovávány letecké mapy ve vojenské geografické službě podle návrhů Cl. Talona. Do první světové války měla Francie vyhotoveny letecké mapy téměř z celého svého evropského území. Ze států západní a střední Evropy měla Francie zpracováno relativně nejvíce leteckých map.

V Rakousko-Uhersku zabýval se zpracováním leteckých map vídeňský Vojenský zeměpisný ústav. Úvahy, které byly rozvinuty, byly hlavně teoretického charakteru, přičemž se nejvíce uplatnily názory prof. Dr. K. Peuckera a Scheimpfluga, méně se vyskytovaly snahy o praktické rozvinutí prací ve větším rozsahu.

Podkladem leteckých map byly pozemní mapy 1 : 200 000; práce na mapách byly však většinou utajovány.

V Itálii se na vyjasnění problémů leteckých map podíleli G. Agostini, G. Roncagli, Pavelli aj. Vlastní zpracování leteckých map se rozvíjelo jednak podle systému, který navrhl pro francouzský aeroklub P. Pollacchi, jednak podle systému propagovaného v Rakousku Peuckerem. Do první světové války nedošlo k sjednocení názorů, který z obou systémů je vhodnější, a proto se ani konkrétní zpracování leteckých map nemohlo nijak rozvinout.

Obdobný stav byl také v Belgii, Holandsku a ve Švýcarsku. Všeobecně však je možno říci, že v uvedených státech se názory na celkovou koncepci a zpracování leteckých map poměrně značně zblížovaly.

V Anglii se názory na vyhotovení leteckých map, představované hlavně B. Cooperem a Cliftem, vyvíjely odlišně od koncepce západoevropské. Avšak ani tam provedená analýza nedala dosti podnětů k tomu, aby této otázce byla věnována přiměřená pozornost příslušných státních orgánů, bez jejichž podpory se nutně zůstalo jen při několika počátečních pokusech.

V USA se první časopisecká zmínka o letecké mapě objevila v r. 1902 v „Aeronautical World“ (Glennville, Ohio). V letech 1908–9 bylo začato s pokusným zpracováním leteckých map a první popis letecké mapy, vyhotovené Aeroklubem USA - byla to záp. část Long Islandu - byl uveřejněn v r. 1911 v časopise Aero.

Avšak ani v USA v té době nedošlo k podstatnějšímu rozvoji v oboru leteckých map.

Již v období před první světovou válkou vedle základních úvah o vyhotovení speciální letecké mapy dozrávají myšlenky na vyhotovení mezinárodní letecké mapy, která by nejen sloužila pro mezinárodní leteckou dopravu, jež se v té době začíná mezi státy rozvíjet, ale byla také jednotná v základních prvcích a v zásadní charakteristice koncepce. Do popředí se tyto otázky dostávají zvláště po založení Mezinárodní letecké společnosti (Fédération Aéronautique Internationale - FAI) v r. 1905, v jejímž rámci byla také vytvořena komise pro letecké mapy (v r. 1907).

Na prvním kongresu této komise v březnu 1911 v Bruselu, jehož se zúčastnila Francie, Velká Británie, Německo, Rakousko a Belgie, byly přijaty pro tvorbu leteckých map tyto zásady:

- mezinárodní měřítko 1 : 200 000,
- základní meridián Greenwichovský,
- rámy mapových listů shodné s geografickou sítí v sexagesimální soustavě, každý list by obsahoval území 1 zeměpisného stupně,
- označení listů písmeny, číslicemi a názvem nejdůležitějšího místa na listu mapy,
- geografické názvosloví mapy v jazyku příslušné země,
- v použití značek byla ponechána volnost, kromě znázornění vedení vysokých napětí, které mělo být vyjádřeno jednotně.



Druhá mezinárodní konference kartografické komise konaná v červnu 1912 ve Vídni, na níž vedle již uvedených států bylo zastoupeno také Holandsko a Švýcarsko, rozšířila dříve přijaté zásady o několik dalších, z nichž podstatné bylo, že letecká mapa měřítko 1 : 200 000 má být vytvořena dělením mezinárodní mapy měřítko 1 : 1 000 000 na 25 dílů. Kromě toho byla přijata dohoda o barevném vyjádření některých prvků mapy.

Avšak ani na této konferenci nedošlo k dohodě o konkrétní podrobné koncepci letecké mapy měř. 1 : 200 000, třebaže bylo předloženo několik návrhů.

Tento problém nerozřešila ani další, bruselská konference, v říjnu r. 1913. Ukázalo se, že problém vyhotovit jednotnou mezinárodní leteckou mapu je mnohem obtížnější, nežli se dříve předpokládalo, jednak po odborné stránce vzhledem k značné rozdílnosti názorů, jednak také pro malý zájem vlád a pro nedostatečné hmotné zajištění.

## II. První světová válka a údobí po ní

V období první světové války generální štáby pocitily nedostatek map vhodných pro vojenské letce. Z nedostatku času pro zpracování vlastních původních leteckých map přechází se téměř ve všech státech k provizorním úpravám existujících pozemních map nebo k úpravě dosavadních typů leteckých map, které ovšem nemohly letectvo plně uspokojit. Bylo celkem přirozené, že v průběhu války utichly všechny snahy o mezinárodní řešení otázky leteckých map.

Zkušenosti letců z války však nezůstaly zapomenuty a vedly k tomu, že myšlenka vyhotovení zvláštních mezinárodních leteckých map bezprostředně po válce znovu oživila a to tím spíše, že se také značně rozšířila veřejná civilní letecká doprava a že na větším rozvíjení mají zájem státní správy.

Na podkladě pařížské mírové konference z r. 1919 byla v r. 1922 založena „Commission Internationale de la Navigation Aérienne“ (CINA), v jejímž rámci byla pro letecké mapy utvořena kartografická komise. Bylo v ní zastoupeno 33 států; prací v CINA se nezúčastnily např. SSSR, USA, Čína, Německo, Maďarsko a jiné státy; vedoucí úlohu v této organizaci prakticky měly Francie a Velká Británie.

První usnesení kartografické komise CINA se týkalo vyhotovení „mezinárodních generálních leteckých map“ v měřítku daném vztahem  $1^{\circ}$  zeměp. délky = 3 cm (rovníkové měřítko 1 : 3 708 758), v Mercatorově zobrazení a „normálních leteckých map“ v měř. 1 : 200 000. Obě mapy měly být v zásadě vyhotoveny podle zásad mezinárodní mapy 1 : 1 000 000. Základním poledníkem byl určen poledník Greenwichský. Současně byla schválena zásada používat na mapách metrickou soustavu.

V r. 1930 bylo přijato usnesení, podle něhož tzv. „normální letecká mapa“ v měř. 1 : 200 000 přestává být mezinárodní a může být dále používána jen jako národní mapa málého měřítko.

Později, po několika dalších zasedáních, když již ve značné míře vykrystalizovaly názory na letecké mapy a byly již některé zkušenosti z jejich používání, bylo v r. 1933 usneseno o vyhotovení série mezinárodních leteckých map, přičemž bylo stanoveno, že všechny letecké mapy mají být konstruovány podle zásad přijatých mezinárodními konferencemi konanými v r. 1909 v Londýně a v r. 1913 v Paříži, jejichž tematikou bylo vyhotovení mezinárodní mapy světa v měř. 1 : 1 000 000

V USA se poměrně dlouho neobjevily snahy o mezinárodní regulaci leteckých map; první pokus o to byl učiněn až v r. 1928, kdy 11 států Severní a Jižní Ameriky uzavřelo v Havaně konvenci o obchodním letectvu, a rok nato, v r. 1929, na kartografické konferenci americké geografické společnosti byla uspořádána diskuse o koncepci mezinárodních leteckých map na podkladě ukázkových listů. Širšího rozvíjení nebylo však tehdy dosaženo.

Série map přijatých CINA obsahovala tyto mapy:

a) *Základní leteckou mapu* určenou pro přípravu letů, leteckých dopravních směrů a pro všeobecnou informaci.

Celý povrch zemský měl být znázorněn na 24 mapových listech; 8 listů konstruovaných v Mercatorově zobrazení mělo obsahovat území mezi rovníkem a  $72^{\circ}$  sev. šířky, 4 mapové listy ve stereografickém zobrazení území od  $72^{\circ}$  s. š. až k severnímu pólu. Obdobné řešení bylo na jižní polokouli.

Mapa měla mít na rovníku měřítko 1 : 10 000 000. Totéž měřítko měla mít na  $72^{\circ}$  rovnoběžce, aby mohla být navinuta na válec o obvodu 4 m, jehož základnu by tvořily listy ve stereografickém zobrazení.

Mapa měla být vydána přímo kartografickou komisí CINA, každý list měl být označen francouzským názvem „Carte aeroaviatique de base“.

b) *Mapy leteckých dopravních směrů* byly určeny pro leteckou navigaci, především pro dálkové a zaoceánské lety. Mapy měly vyhotovit jednotlivé státy podle vlastní potřeby.

Měřítko mapy mělo být velmi malé, zpravidla 1 : 10 000 000, počet listů závislý na délce trati. Použitá projekce měla být úhlojevná. Označení mapy mělo být uvedeno v jazyku země, která mapu vydala, s udáním začátku a konce trati.

c) *Normální letecké mapy* určené pro běžné použití pro tratě středních délek. Bylo stanoveno, že k tomuto účelu má sloužit mezinárodní mapa světa v měř. 1 : 1 000 000, upravená pro potřeby létání. Vydání normální letecké mapy měl zajistit stát, pověřený zpracováním příslušného listu mezinárodní milionové mapy světa.

d) *Generální letecké mapy* měly podávat přehled o stavu technických zařízení všeho druhu a obsahovat co nejúplnější informace v oboru letecké navigace.

Měřítko mapy bylo stanoveno zásadou, že jeden stupeň zeměpisné délky zobrazí se úsečkou dlouhou 3 cm v projekci Mercatorově. Mapa měla být zpracována pro území mezi  $68^{\circ}$  jižní šířky a  $68^{\circ}$  severní šířky tak, že od rovníku až k  $60^{\circ}$  sev. nebo jižní šířky obsahuje každý mapový list prostor v rozloze  $18^{\circ}$  délky a  $12^{\circ}$  šířky a že mezi  $60^{\circ}$  až  $68^{\circ}$  šířky mají mapové listy rozměr  $18^{\circ}$  délky a  $8^{\circ}$  šířky.

Přitom v zásadě měl obsahovat každý list plný počet dílčích listů map, vzniklých při dělení listu milionové mapy světa.

Překryt sousedních mapových listů byl v rozsahu 1 stupně šířky a 2 stupňů délky.

Listy mapy jsou očíslovány stejně jako listy mezinárodní milionové mapy světa tak, že číslování počíná od protipoledníku Greenwichského směrem na východ pořadovými čísly 1–60 a od rovníku na sever písmeny N a J, na jih a dále jednotlivé  $4^{\circ}$  pásy počínaje od rovníku písmeny A–V; písmeno Z bylo použito pro pólové vrchlíky o poloměru  $2^{\circ}$ . Kromě toho jsou v nomenklaturním označení listu uvedeny úhlové hodnoty jeho jihozápadního rohu, počítané od jižního pólu do  $180^{\circ}$  na sev. pólu a zeměpisné délky, vztažené k protipoledníku Greenwichskému a počítané od  $0^{\circ}$  do  $360^{\circ}$  východním směrem.

Každý list mapy měl nést označení „Carte générale aeronautique internationale“ a dále překlad názvu v jazyce státu, který mapu vydával.

e) *Národní letecké mapy*: Sem patřily všechny jiné letecké mapy vydávané jednotlivými státy v různých měřítkách a provedeních, které neodpovídaly dříve uvedeným typům. Při jejich zpracování měly však být závazně použity smluvené značky přijaté pro aeronavigační náplň map.

Pokud se týče jednotlivých prvků náplně map, bylo dohodnuto toto:

#### *Topografická a geografická náplň map*

Pro topografickou a geografickou náplň map všech uvedených typů platily rovněž zásady, přijaté pro mezinárodní mapu světa 1 : 1 000 000, s některými menšími změnami, z nichž stojí za povšimnutí:

Je vynechána hypsometrická stupnice v zelené barvě pro oblasti nižší než 200 m. Terén je znázorněn hypsometrickou stupnicí:

od 0	do 500 m	zůstane bílá plocha,
od 500	do 1000 m	
od 1000	do 2000 m	odstupňovaná ořechově hnědá barva,
od 2000	do 3000 m	

nad 3000 m jsou určeny stupnice doplňkových barev. Vyskytují-li se na mapě vyšší místa v malém rozsahu, mohou zůstat bílá.

Černou barvou v mírně potlačeném tónu vyznačují se sídliště, dále názvoslovi a slovní texty všeobecného charakteru; sytá černá je použita k vyznačení smluvených značek a symbolů vztahujících se k aeronavigační nadstavbě.

Plochy moří a oceánů jsou vyplněny jednotnou modrou barvou. Lesy jsou vyznačeny zeleně.

Na „normální letecké mapě“ jsou smluvené značky a názvoslovi shodné s barvami a značkami přijatými původně kartografickou komisí CINA v r. 1923.

#### *Smluvené značky pro letecké údaje*

Zahrnovaly nejen značky letišť normálních, nouzových nebo přístavních, letištních hal, leteckých světelných majáků, signalizačních zařízení apod., ale i některých radioelektrických zařízení, jimiž byla v té době letiště vybavena.

Barva značek je sytá černá. Rozměry značek odpovídají rozměrům používaným v mezinárodní milionové mapě světa; pro ostatní mapová měřítka platí tytéž značky přiměřeně zmenšené vzhledem k měřítku. Bylo stanoveno, že letiště na mapách v měřítku 1 : 1 000 000 a menších nebudou vyznačována půdorysem, nýbrž jen smluvenou značkou. Vybavení letišť a leteckých směrů nebyla v té době tak rozsáhlá a různorodá, přesto je připomenuto, že mapa nesmí být přeplněna a musí být dobře čitelná.

Aby byla místa, v nichž se přelétávají hranice států, zřetelně vyznačena, je ve vyznačení koridoru přerušena barevná výplň, aby státní hranice jasně vynikala. Byla také dána možnost vyznačovat různé specifické zvláštnosti v jednotlivých státech vlastní značkou, bylo však nutno ji uvést na okraji mapy.

#### *Jiné údaje*

Pro vnitřní úpravu vyznačení geografické sítě, magnetické deklinace aj., dále pro míromámové údaje jsou vydány podrobné pokyny s příslušnými ukázkami. Ráz mapy je obdobný jako u mezinárodní milionové mapy světa.

Je přirozené, že období asi 10–12 let, v nichž se po první světové válce upřesňovaly názory na funkci a obsah mezinárodních leteckých map, bylo naplněno rušnou činností řady vědeckých pracovníků, vojenských činitelů a výkonných letců, v jejichž pracích byly řešeny otázky vztahující se ke koncepci těchto map. Názory byly v celé řadě otázek odlišné, často úplně protichůdné, jsou však cenné z teoretického hlediska. Mezinárodní směrnice pro letecké mapy jsou výsledkem diskusí a teoretických úvah. Pro praktickou činnost ve vydávání leteckých map v jednotlivých státech měly shora uvedené zásady podstatný význam.

### **III. Vývoj v Československu**

V řadě států, které zpracovávaly letecké mapy v rámci CINA, byla také ČSR, která byla členem této společnosti. Ve Sbírce zákonů a nařízení v r. 1924 č. 35 vyšly první směrnice pro tvorbu mezinárodních leteckých map, které byly dohodnuty kartografickou komisí CINA. Později bylo uveřejňování změn, doplňků a rezolucí ke směrnicím v leteckých mapách přeneseno do „Leteckých zpráv ministerstva veřejných prací“, kde v roč. 1933 č. 31 je uveřejněn konečný text dohody o leteckých mapách ze zasedání komise v Římě v květnu 1933.

V ČSR byla při ministerstvu veřejných prací vytvořena „Stálá komise pro vypracování leteckých map“, jejímž předsedou byl velitel Vojenského zeměpisného ústavu. VZÚ přikročil ke shromažďování leteckých údajů a informací již v r. 1923, hned po schválení prvního usnesení kartografické komise CINA. V témže roce bylo začato s pokusným zpracováním „normální letecké mapy“ v měřítku 1 : 200 000. Byla to polovina listu 3150 Plzeň, běžného typu generální mapy.

Práce na tomto druhu leteckých map pokračovaly v dalších letech. Tak např. list Praha byl vydán v r. 1928 podle tehdy přijatých mezinárodních směrnic jako zkušební práce s touto úpravou: situace v potlačené černi, terén světle hnědě, vody výraznou modří, silnice 1.

a 2. třídy olivově, železnice kaštanovou hnědou, obrysy větších sídlišť rumělkou, lesy výraznější zelení, letecké a orientační značky sytou černí.

Na rámu mapy byly vyznačeny směry leteckých tratí s kilometrůží k nejbližšímu letišti, dále plánek veřejného letiště obsaženého v mapě a zeměpisné délky od Ferra i od Greenwische.

Tato úprava byla v r. 1929 při definitivním vydání pozměněna v souladu se změněnými mezinárodními směrnici tak, že silnice 1. a 2. tř. byly vytištěny silnější červenou čarou ostatní silnice a cesty slabou červenou, železnice sytou černí různé šířky podle počtu kolejí a druhu dopravy, státní hranice fialovou barvou. V obdobné úpravě byly v r. 1930 a 1931 vydány také listy Plzeň, Cheb, Brno, Bratislava, Košice a Užhorod.

V r. 1926 bylo započato s pokusným zpracováním listu mezinárodní generální letecké mapy B5 – Střední Evropa v Mercatorově zobrazení v měřítku  $1^0$  z. š. = 3 cm (označení podle „Tableau d'assemblage de la carte générale aeronautique internationale“).

Mapa obsahovala 9 listů mezinárodní miliónové mapy světa s dvoustupňovým rozšířením zakreslené plochy na východ a západ a jednostupňovým na sever a jih.

Na mapě jsou důležitější sídliště vyznačena v obrysech, ostatní větší sídliště kroužky, červenou barvou; rovněž železnice jsou vyznačeny červenavě, státní silnice 1. a 2. tř. olivově, k vyznačení terénu je použito hypsometrické stupnice v různých odstínech hnědé barvy; hydrografie je vyznačena sytou modří, letecké údaje jsou vytištěny normální černí.

Kromě uvedených prací bylo rozhodnuto vyhotovit přehlednou leteckou mapu ČSR v měř. 1 : 750 000, která sice nepatřila do řady map mezinárodně dohodnutých, avšak pro vnitřní leteckou potřebu bylo její zpracování naléhavě vyžadováno. Mapa měla sloužit pro potřebu veřejnosti i vojsk k povšechné orientaci o leteckých zařízeních v ČSR.

Byla vytištěna jako dvoudílná. V podstatě byla to původní přehledná mapa ČSR v měř. 1 : 750 000, na níž byly doplněny letecké údaje, jako např. letiště všeho druhu včetně jejich vybavení, rádiové a meteorologické stanice, letecké majáky, letecké orientační nápisy, celní vstupy, letecké trasy domácí i zahraniční apod. Tyto údaje byly vytištěny červeně.

Na okraji mapy bylo uvedeno stupňové dělení od Ferra a Greenwische, dále údaje od protipoledníku Greenwichského a od jižního pólu. Stupně omezující listy generální mapy ČSR 1 : 200 000 byly zakresleny barevně, čímž byl v podstatě vytvořen jakýsi druh hlásné sítě.

Na okraji byly vykresleny v měř. 1 : 100 000 plánky polohy tehdy existujících letišť vzhledem k nejbližším městům.

V r. 1931 bylo zastaveno další vydávání normálních leteckých map 1 : 200 000 ve shodě s usnesením kartografické komise CINA ze 3. prosince 1930, podle něhož tento typ map neměl být nadále vypracováván jako mezinárodní, mohl však být používán jako mapa národní. Ve smyslu usnesení téže komise bylo začato s úpravou listu NM-33 a později NM-34 mezinárodní miliónové mapy světa pro letecké účely, zejména k povšechné orientaci o leteckých zařízeních.

V období let 1935–38 byly zpracovány 2 listy tzv. loxodromických map v Mercatorově projekci v měřítku 1 : 1 207 133 v zem. šířce  $49^{\circ}30'$ . Jsou to spíše schematické náčrty, které obsahují zákresy státních hranic, topografická náplň je omezena na zákres některých větších měst, z horstev jsou zaznamenány kóty nejvyšších vrcholů; vodní síť není vyznačena. Zakresleny jsou čáry stejných deklinací a jejich ročních změn. Z aeronavigační náplně jsou vyznačena letiště vojenská, civilní, sportovní a soukromá, dále letecké majáky různého druhu a radiogoniometrické stanice. Vydání mapy je jednobarevné. Mapa není zpracována ve smyslu mezinárodních směrnic a podle charakteru svého zpracování mohla být používána k plánování letů, nikoli pro ostatní provoz. Za zmínku stojí, že první zahraniční pojednání o československých leteckých mapách je uvedeno v ital. časopise „Rivista aeronautica“ z r. 1929.

#### IV. Mezinárodní letecké mapy po druhé světové válce

Neobyčejný rozsah použití letectva v druhé světové válce a velké rozšíření letecké dopravy v zemích, které válku nevedly, stejně tak i perspektivy jejího rozvoje očekávané po válce vedly západní kapitalistické státy ke konci války k tomu, aby znovu byla zorganizováno

vána mezinárodní letecká doprava. Dřívější mezinárodní leteckou organizací CINA, v níž podstatnou roli hrála Francie a Anglie, v důsledku války bylo nutno považovat za rozpadlou; vedle toho působily zde monopolní snahy mocných leteckých společností USA, aby v době, kdy v Anglii, Německu a Francii byl rozvoj mezinárodní letecké dopravy podvázán nebo zcela ochromen, mohly ji co nejdříve a co nejúplněji vzít do svých rukou. Proto v r. 1944 byla v Chicagu vytvořena nejdříve „Prozatímní mezinárodní civilní letecká organizace“ (PICAO), do níž vstoupilo v r. 1944 celkem 52 států; jejími členy staly se tehdy také Československo a Polsko. V r. 1947 změnil se prozatímní charakter v definitivní „Mezinárodní civilní leteckou organizaci“ International Civil Aviation Organization ICAO, která pak v následujícím roce v podstatě převzala úkoly dřívější pařížské CINA.

ICAO bylo později začleněno do Organizace spojených národů.

V r. 1957 mělo ICAO celkem 66 členských států. Ze států lidově demokratických zůstaly dále členy Československo a Polsko; ostatní státy lidově demokratické včetně SSSR, Číny a NDR členy ICAO nejsou.

Stanovy ICAO zavazují členské smluvní státy k pokud možno úplnému sjednocení předpisů, základních směrnic, prováděcích opatření, k sjednocení organizačních opatření vzhledem k letounům, leteckému personálu, leteckým dopravním spojům a k pomocným leteckým zařízením ve všech oblastech, kde letecký provoz by tím byl usnadněn nebo zlepšen.

Členské státy jsou také zavázány podávat organizaci ICAO potřebné informace týkající se leteckého provozu na území vlastního státu. Tento závazek, vcelku obecného charakteru, dával by možnost získat mnoho údajů zvláště cenných z vojenského hlediska. Přesné plnění tohoto závazku v současných mezinárodně politických podmínkách, kdy ještě není skončováno se studenou válkou a kapitalistické státy vyvíjejí horečnou činnost pro vyzbrojování, přinášelo by prospěch pro agresivní státy. Byla by jim dána do rukou možnost v samém počátku války zničit letecké základny a zařízení napadeného státu, tím jej oslabit a ztížit mu možnost obrany. Proto prakticky všechny státy omezují poskytování údajů jen na míru nezbytnou pro mezinárodní leteckou dopravu.

Důsledkem toho však je, že v současných podmínkách lze těžko očekávat, že by mezinárodní letecké mapy měly plnou hodnotu a to jak z hlediska náplně topografické, tak i aeronavigační nadstavby. Z celkové organizační struktury ICAO vyplývá, že USA má mnoho možností uplatnit v ní svou mocenskou převahu a také toho plně využívá.

Rídícím orgánem ICAO je jednak valné shromáždění, které se má scházet každoročně, jednak stálý orgán — rada — skládající se z 21 členů, volených na 3 roky. Vedle toho je vytvořena pro jednotlivé speciální otázky řada komisí a subkomisí, zpracovávajících návrhy na mezinárodní směrnice a doporučení týkající se leteckého provozu, které jsou předkládány radě k schválení.

Mezi těmito orgány je organizována také subkomise pro mezinárodní letecké mapy (MAP).

Pro řešení mezinárodních úkolů v oboru letectví bylo zájmové území rozděleno na 8 leteckých regionálních oblastí v rámci území členských států nebo v rámci geografických celků. Vynechány jsou prostory SSSR, centrální Asie, Dálný Východ a Čína.

Vzhledem k tomuto teritoriálnímu rozdělení zeměkoule je také zpracován plán vydávání leteckých map. Je však třeba uvést, že málokdy se uvedené regionální rozdělení při vydávání leteckých map dodržuje.

Mapová komise vypracovala postupně návrh směrnic a doporučení pro tvorbu mezinárodních leteckých map; směrnice a doporučení byly postupně sjednocovány, opravovány a doplňovány a upravené byly v r. 1952 poprvé vydány v jazyce anglickém, španělském a francouzském pod názvem „Standards internationaux et pratiques recommandées Cartes aéronautique. Annexe 4 à la Convention relative à l'aviation civile internationale“. Od té doby byly tyto směrnice znovu v dílčích otázkách dále upravovány. Poslední 4. vydání je z r.

1957. Směrnicemi jsou stanoveny základní požadavky, které musí být splněny, má-li mapa nést označení mezinárodní letecké mapy ICAO. Jsou to:

- klad listů (pro světovou leteckou mapu) 1 : 1 000 000,
- zobrazení,
- smluvené značky topografické, hydrografické a zkratky,
- smluvené značky a údaje letecké navigace,
- hypsometrické stupnice.

V rámci těchto požadavků jsou normalizovány obecné typy leteckých map:

#### A. Mapy, které vyhovují všeobecně mezinárodní potřebě

1. letecká mapa světa 1 : 1 000 000,
2. letecká mapa 1 : 500 000,
3. mapy přibližovací a přistávací,
4. mapy radioelektrických zařízení,
5. plány a profily letištních překážek.

#### B. Mapy vyhovující omezeně mezinárodní potřebě

1. letecké generální mapy světa,
2. mapy leteckých směrů,
3. mapy dálkového leteckého provozu.

#### C. Mapy výlučně regionálního charakteru

1. letecké mapy měř. 1 : 250 000.

#### D. Speciální letecké mapy

Lze říci, že vytváření uvedených typů map odpovídalo v době vydání směrnic parametrům dosahovaným při konstrukci letounů, zejména nejvyšším dosahovaným rychlostem a výškám. Bude účelné zabývat se podrobněji jednotlivými typy těchto map.

Kromě uvedených směrnic jsou vydávány katalogy, v nichž jsou uvedeny existující typy leteckých map a zakreslen rozsah zpracování. Poslední vydání katalogu je z r. 1958.

### A. 1. Letecká mapa světa 1 : 1 000 000

Mapa tvoří základní typ leteckých map a její zpracování je plánováno v rozsahu celé zeměkoule. Je určena především pro létání za přímé viditelnosti.

#### a) Zobrazení

Zobrazení bylo nutno přizpůsobit rozsahu a účelu mapy:

- mezi rovníkem a  $80^{\circ}$  zeměpisné šířky je použito konformního kuželového Lambertova zobrazení v jednotlivých pásích širokých  $4^{\circ}$  pro mapovou řadu. Sečné rovnoběžky každého pásu jsou vzdáleny  $40'$  dovnitř od severního a jižního okraje řady;
- mezi  $80^{\circ}$  a pólem je použito polárního stereografického zobrazení. Měřítko odpovídá měřítku mapy na  $80^{\circ}$  šířky v Lambertově zobrazení.

Pro mapy které byly rozpracovány do 15. 3. 1949, mohlo být použito jiného rozdělení zobrazení:

- mezi  $0^{\circ}$  a  $4^{\circ}$  zeměpisné šířky používalo se zobrazení Mercatorovo; měřítko bylo určeno měřítkem mapy Lambertova zobrazení ve  $4^{\circ}$  zeměpisné šířky podle dalšího článku;
- mezi  $4^{\circ}$  a  $72^{\circ}$  zeměpisné šířky konformní kuželové zobrazení Lambertovo na třech pásích. Hranice pásů a jejich sečné rovnoběžky:

1. pás v hranicích  $4^{\circ}$  —  $28^{\circ}$  měl sečné rovnoběžky  $7^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ ,
2. pás v hranicích  $28^{\circ}$  —  $48^{\circ}$  měl sečné rovnoběžky  $33^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ,
3. pás v hranicích  $48^{\circ}$  —  $72^{\circ}$  měl sečné rovnoběžky  $55^{\circ}$  a  $65^{\circ}$ .

Pro některé rozlehlé oblasti na jižní polokouli omezené na východě a západě mořem mohly být hranice pásů i sečné rovnoběžky pozměněny, aby odpovídaly charakteru území;

— mezi 72° a pólem polární stereografické zobrazení, jehož měřítko je dáno měřítkem Lambertova zobrazení na rovnoběžce 72° zem. šířky.

b) *Klad listů, nomenklaturační označení a mimorámové údaje*

Jsou určeny schématem kladu listů, schváleným ICAO (viz přílohu). Překryty jsou plánovány od ohraničujících poledníků a rovnoběžek k severnímu a východnímu okraji mapy.

Každý list mapy je na horním okraji označen „Letecká mapa světa ICAO 1 : 1 000 000“, číslem mapy a názvem největšího sídliště. Na severním okraji je uvedeno zobrazení a sečné rovnoběžky.

Na levém okraji mapy je zobrazena hypsometrická stupnice s uvedením vrstev v metrech a v anglických stopách, a to pouze v rozsahu, v němž je použita na mapovém listu, dále grafické měřítko mapy obsahující hodnoty v kilometrech, námořních a anglických mílích; délka stupnice měřítka 200 km. Nad hypsometrickou stupnicí je uvedena maximální nadmořská výška vyskytující se na mapě, a to v metrech a ve stopách, a její geografické souřadnice s přesností na 5'. Kromě těchto doplňků jsou zaznamenány důležité informační údaje, jako je datum platnosti leteckých navigačních údajů, datum, k němuž se vztahuje stav topografického nebo geografického podkladu, datum, k němuž jsou udány hodnoty magnetické deklinace a jejich ročních změn, a konečně označení vydavatele mapy. Výtah ze smluvených navigačních značek umísťuje se buď na přední straně, není-li to možné, pak na zadní straně mapy; totéž se týká také schématu polohy mapového listu mezi sousedními listy.

c) *Geografická a topografická náplň*

Geografická síť je znázorněna tak, že vzdálenost rovnoběžek je vždy po 30' a jejich vyznačení na stupňových čarách mezi 0°–72° zeměpisné šířky je stanoveno po 1', mezi 72° až 84° zem. šířky po 5'. U poledníků mezi 0°–72° zeměpisné šířky je interval po 30', mezi 72°–84° šířky po 10', přičemž vyznačení na stupňových čarách je vždy po 1'.

Celistvé stupně rovnoběžek a poledníků jsou očíslovány jednak na okraji mapy, jednak uvnitř mapy. Číslování zeměpisných šířek počíná od rovníku, zeměpis. délek od Greenwiche.

Pro topografickou náplň mapy jsou vypracovány smluvené značky. Terén je znázorněn vrstevnicemi sepíové barvy. Odlehlost vrstevnic je po 300 m (1000 stop), vyjímaje rozlehlejší prostory zvlněného území s malým relativním převýšením, kde se pro lepší názornost volí vrstvy po 150 m. Vrstevnice, které upřesňují tvar terénu, ať jsou doplňující nebo příbližné, vyznačují se čárkovaně.

Členitost terénu je znázorněna hypsometrií, jejíž stupnice je uvedena na dvou alternativách až do vrstev 2000 m. Druhá z obou alternativ, na rozdíl proti první, používá pro stupeň 0–300 m světlezelenou barvu; pro terénní útvary ještě nižší sytou zeleně. Protože se zelené barvy používá také pro vyznačení lesů, je při zpracování hypsometrie podle této alternativy na okraji mapového listu vždy uvedeno, co je zelenou barvou skutečně vyznačováno.

Výškovými kótami označují se nejvyšší nebo nejdůležitější vrcholy skupiny terénních tvarů; pro lepší čitelnost je třeba dbát, aby číselné hodnoty kót byly prosté barvy. Kóta nejvyššího vrcholu v mapovém listu je černě orámována. Vedle toho jsou vyznačeny nadmořské výšky údolí, větších vodních ploch a letišť, které letec potřebuje znát k zajištění bezpečnosti letu. Jestliže nadmořské výšky nejsou bezpečně známy, a je důležité přesto je v mapě uvést, vloží se za číselné hodnoty znaménko ±. Je-li na mapovém listu většina nadmořských výšek nejistá, uvádí se to v poznámce na okraji listu.

Vodstvo je všeobecně vyznačováno modrou barvou, pobřeží sytě modrou čarou, podobně také jednočarové vodní toky. Řeky široké 800 m nebo širší vykreslují se dvěma čarami, výplň mezi čarami je světle modrá.

Pro otevřené vodní plochy je volena světlá modř, břehy vyznačují se sytou modrou čarou. Břehy občas vyschlých vodních ploch označují se přerušovanou čarou a modrá výplň je provedena řídkým rastrem.

Pro vyznačení ledovců a ploch věčného sněhu se nepoužívá hypsometrie, pouze krátkými modrými čárkami naznačuje se jeho tvar. Skalní útesy, bradla apod., které při nízké vodě vyčnívají nad hladinu, jsou však pod vodou při vyšším stavu vod, ohraničují se tečkovanou černou čarou jako „nebezpečná místa“. Jednotlivá skaliska, jejichž poloha je známa, mohou být označena malým černým křížem, jsou-li rozlehlejší, pak příslušnou značkou, event. názvem.

Velké komplexní lesní celky jsou vyznačovány zelenou barvou; přibližné hranice lesů se černě tečkují.

Z komunikací vyznačují se železnice bez ohledu na druh provozu černou barvou a odlišují se podle počtu kolejí kolmými čárkami.

Silnice jsou vyznačeny potlačenou černou barvou a jsou rozříděny do 3 typů; dálnice, silnice hlavní a silnice druhořadé. Kromě toho vyznačují se i cesty přerušovanou čarou a to v územích, kde se cesta výrazně jeví a může letci sloužit jako orientační prvek např. v pouštích. V průběhu měst se komunikace přerušují.

Sídliště vyznačují se podle jejich významu pro letecký provoz; u větších měst obrysy zastavěných částí jsou vyznačeny černě, barevná výplň je žlutá; menší města jsou vyznačena kroužky různých poloměrů, podle velikosti a významu města. Různé charakteristické předměty, například mosty, turistické rozhledny, zříceniny, vyznačují se příslušnými smluvenými značkami; nejsou-li pro ně smluvené značky zavedeny, použije se značka nejlépe odpovídající zobrazovanému předmětu.

Státní hranice jsou vyznačeny vždy, a to i tehdy, probíhají-li po řece.

Místní názvy jsou tištěny černě, stejně tak názvy orografické; názvy vod jsou vytištěny modře.

#### d) *Aeronavigační náplň*

Aeronavigační údaje tisknou se buď fialovou nebo tmavomodrou barvou.

Na mapě mají být zakresleny nejméně

- letiště; polohově správně, s uvedením názvu;
- radioelektrická zařízení; vyznačují se smluvenými značkami polohově správně umístěnými, názvem nebo zkratkou zařízení a u některých typů také technickými údaji.

Zakreslují se hlavně: směrové radiomajáky s fonii nebo bez ní, radiomajáky všesměrové s fonii nebo bez ní, radiogoniometrické stanice, komunikační rádiové stanice s fonii nebo bez ní, radiomajáky dávající signály na vyžádání apod.

Pokud je třeba uvést na mapě některé technické údaje, jako např. frekvenci, volací znaky, provozní časové údaje apod., je vydavatel mapy povinen uvést časový termín, k němuž se uvedené hodnoty vztahují, a mapu v tomto směru udržovat ve shodě se skutečností, změny údajů bezprostředně po jejich vyhlášení zakreslovat do mapy a nově ji vydávat;

- světelné majáky označují se podle druhu světla. Půjde-li u nich o signály nebo Morseovy světelné značky, je třeba uvést i tyto charakteristiky;
- překážky letu nebo skupiny překážek dosahují-li výšky 100 m nebo jsou-li vyšší;
- různé objekty mající význam pro bezpečnost letu, jako kotevní sloupy, vedení vysokého napětí, zvláště je-li na vysokých sloupech, nebo jiná zařízení, která mohou být nebezpečná pro létání, dále jsou to pozemní optické znaky, zakázané oblasti, území s leteckým omezením, nebezpečné oblasti, letecká kontrolní a ohlašovací místa apod.

#### f) *Současný stav letecké mapy světa 1:1 000 000 ICAO*

Podle katalogu ICAO vydaného k 1. 3. 1958 je z celkového počtu asi 925 plánovaných nomenklaturních listů této mapy vydáno do použití 315 listů, v práci je asi 169 listů; dosud nebylo začato s pracemi na 440 listech. Je možné říci, že postup při vyhotovení mapy je celkem pomalý. Nejúplněji jsou zpracována území západní Evropy, Kanady, USA, jižní a východní Afriky, Blízkého a Středního Východu a Austrálie. Největší počet nyní rozpracovaných listů je z území Indie, Indonésie, Austrálie, Jižní Ameriky a západní Afriky. Ostatní dosud nezpracované oblasti, mají zřejmě málo vyhlídek na brzké zpracování, protože leží mimo hlavní letecké spoje kapitalistických států.



Největší část území ČSR leží v mapovém listu 2231, menší, východní, část v listu 2232; vydání obou těchto mapových listů je svěřeno ČSR; jižní okraje našeho státního území zasahují do listů 2252 a 2251, které byly vydány v Itálii.

g) *Jiné letecké mapy 1 : 1 000 000*

Mimo mapy ICAO je třeba uvést některá významnější díla v tomto měřítku. Jsou to tyto mapy:

1. *Letecká mapa světa 1 : 1 000 000*, zpracovávaná leteckými silami USA.

Její koncepce je vcelku podobná koncepci letecké mapy světa ICAO 1 : 1 000 000; zobrazení je voleno podle výjimek ve volbě zobrazení platných pro mapy ICAO do 15. 3. 1949, viz stať a).

Dělení listů v jednotlivých pásech je rozdílné, list mapy má rozměry průměrně 55×73 cm; celkový počet plánovaných nomenklaturních listů na zeměkouli je asi 1000. Jednotkou délek použitých v mapě jsou anglické míle.

Terén je znázorněn vrstevnicemi s odlehlostí vrstev 1000 stop (304,8 m) a hypsometrickou stupnicí, jejíž nejnižší hypsometrické stupně jsou v různých tónech zelené barvy, vyšší stupně v tónech hnědé barvy.

2. *Letecká mapa Evropy 1 : 1 000 000*, kterou vydává Francie.

Je zpracována v Lambertově kuželovém konformním zobrazení. Každý list mapy má rozměr 9<sup>0</sup> šířky × 5<sup>0</sup> délky a měří průměrně 76×58 cm, vyjímaje listy poblíž pólu. Území Evropy je tak rozděleno na 46 nomenklaturních listů; na východě je mapa omezena poledníkem 54<sup>0</sup> v. d. probíhajícím přibližně od ústí Pečory k Orenburgu a vých. od Krasnovodska v SSSR, na západě poledníkem 9<sup>0</sup> z. d., který se přibližně dotýká západních částí Irska a Portugalska, na jihu severními částmi Afriky. Dosud je hotovo 24 listů z území západní Evropy a rozpracováno 7 dalších listů.

Listy jsou označeny názvy největších měst. Hypsometrická stupnice je v šedých odstínech, jinak je mapa tištěna v 8 barvách: potlačenou černí jsou vytištěny názvy, podružné železnice, výškové body; sytou černí hlavní železniční tratě, důležité výškové body; tmavou modří jednočaré vodstvo; světlou modří jezera a moře; oranžově silnice; hnědě vrstevnice; zeleně lesy; fialovou barvou aeronavigační údaje, jež jsou zpracovány shodně se smluvenými značkami platnými pro mapu 1 : 1 000 000 ICAO.

3. *Letecká mapa Evropy 1 : 1 000 000*, vydávaná leteckými silami Velké Británie, zahrnuje území Evropy na východ až po 60<sup>0</sup> v. d., procházející přibližně v SSSR městy Perm, Magnitogorsk, Čkalov. Na jihu zaujímá severní okrajová území Afriky.

Mapa obsahuje 52 nomenklaturních listů nepravidelného dělení, které většinou měří 86 cm × 63,5 cm, využívá kombinovaného označení mezinárodní mapy světa. Rovněž zobrazení je mezinárodní, mnohokuželové. I když mapy jsou zpracovávány jako letecké, nemají žádné zvláštní značky pro aeronavigační údaje; v podstatě jsou to vojenské letecké mapy, nejsou však utajovány. Komunikační síť je tištěna sepiovou barvou, vrstevnice fialové, rovněž hypsometrická stupnice je v různých odstínech fialové barvy.

4. *Letecká mapa Afriky 1 : 1 000 000* je vydávána Velkou Británií. Území Afriky je rozděleno na 123 nomenklaturní listy; většina listů mapy má rozměry 6<sup>0</sup> délky na 4<sup>0</sup> šířky, přibližně 84 cm × 63,5 cm, řada listů má nepravidelný rozměr vzniklý zvětšením listu o přilehlé území. Listy jsou označovány shodně s listy geografické mapy světa 1 : 1 000 000 a jsou konstruovány v mezinárodním mnohokuželovém zobrazení. Topograficko-geografická náplň mapy není jednotná; jsou použity různé způsoby vyjádření terénu i různé stupně generalizace. Mapě všeobecně chybí jednotná koncepce. Rovněž aeronavigační náplň je řešena v celku mapy nejednotně. Celá mapa má charakter nahodile vytvářeného díla určeného pro okamžitou potřebu; všechny listy mapy jsou již vydány. Její vydání bylo zřejmě diktoováno koloniálními zájmy Velké Británie.

5. *Letecká mapa Asie 1 : 1 000 000* je vydávána společně jednak Indií (75 nomenklaturních listů), jednak Velkou Británií (26 listů). Zaujímá prostor Blízkého a Středního Východu.

chodu a celý asijský prostor na jih od jižních částí SSSR a Číny až k oceánům. Zobrazení, dělení mapových listů a jejich označení je shodné s dělením mezinárodní geografické mapy světa 1 : 1 000 000.

Podobně jako mapa předchozí nemá také tato mapa jednotnou koncepci, jak pokud se týče topograficko-geografické, tak i aeronavigační náplně. Na jednotlivých listech jsou použity různé způsoby znázornění terénu a ani používané aeronavigační značky nejsou vždy jednotné. Svým pojetím a zpracováním a konečně i důvody vydání blíží se předchozí mapě.

#### 6. *Letecká mapa Austrálie 1 : 1 000 000 je vydávána Australií*

Je použito Mercatorova zobrazení s měřítkem na rovníku 1 : 1 000 000. Každý list má rozsah  $6^{\circ}$  délky a  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  až  $4^{\circ}$  šířky; nomenklaturní označení je dáno písmeny a čísly a názvem největšího města v mapovém listě.

Hypsometrická stupnice je vyjádřena v zelené barvě různých odstínů; aeronavigační údaje jsou zobrazovány podle zvláštního klíče pro tuto mapu; jsou tištěny fialovou barvou. Listy mapy z celého území Austrálie jsou zpracovány.

7. *Jiné letecké mapy měř. 1 : 1 000 000* jsou vydány různými státy; zobrazují státní území Finska, Portugalska, Španělska, Jihoafrické Unie, Argentiny a Chile, Madagaskaru, Thajska, Venezuely a z části také Kanady.

Jednotlivé typy těchto map mají své speciální dělení a většinou také topograficko-geografická a aeronavigační náplň je specifická, vlastní vydavatelskému státu.

Na dosavadním osudu letecké mapy světa 1 : 1 000 000 se promítají podobné tendence jako na miliónové mapě světa; jsou však podstatně ovlivněny mezinárodním rozvojem letecké dopravy a tím i nutností vytvořit k jeho zajištění potřebné mapy. V tom je příznivý klad nynější situace, která se také jasně odráží na vyhotovení tohoto díla. I když sama myšlenka vyhotovení jednotné letecké mapy světa byla přijata kladně všemi členskými státy ICAO, zpracování mapy zdaleka není jednotné. Jednotný vzor mapy je ve skutečnosti příliš často porušován. Jsou značné rozdíly mezi zpracováním map tohoto typu provedenými anglickými, francouzskými, belgickými, německými nebo jinými organizacemi. Kromě toho se i u jedné a téže zpracovatelské organizace vyskytují rozdílné typy map tohoto měřítka, např. v Anglii. Dokazuje to, že se nepodařilo úplně sjednotit názory na tvorbu těchto map, na generalizaci jednotlivých prvků náplně mapy, zejména sídlišť, na význam lesů jako důležitého orientačního prvku, názory na barevné vyjádření komunikací, na způsob znázorňování aeronavigační náplně apod.

Konečně také skutečnost, že řada států vydává vlastní letecké mapy v měř. 1 : 1 000 000, dokazuje, že zdaleka ne všude je koncepce letecké mapy světa ICAO hodnocena jednotně a kladně.

### A. 2. *Letecká mapa 1 : 500 000 ICAO*

Je dalším mapovým měřítkem mezinárodně koordinovaným. Mapa má obsahovat dostatek údajů topografických a aeronavigačních, pokud to měřítko, obsah mapy a její čitelnost dovolují. Určena je k použití pro lety za přímé viditelnosti.

Nepředpokládá se, že by tato mapa byla vyhotovena v rozsahu celých kontinentů, nýbrž jen v omezených ucelených prostorech, podle potřeby jednotlivých států nebo skupiny států. Za základní prvky jednotnosti mapy jsou považovány:

- konformní zobrazení,
- dělení kladu listů,
- odlehlost vrstevnic,
- hypsometrická stupnice,
- znázornění lesů,
- smluvené značky aeronavigační náplně.

Dělení mapových listů má pokud možno vycházet z dělení mezinárodní letecké mapy 1 : 1 000 000 ICAO, zpravidla na 4 díly. Překrytové pásy na severním a východním okraji mapového listu mají obsahovat všechny topografické a aeronavigační údaje.

Nomenklaturní označení listu se skládá z názvu nejdůležitějšího města nebo geografického místa v mapovém listu a ze zeměpisných souřadnic bodu, ležícího nejbližě jihozápadnímu rohu mapy, jehož souřadnice jsou vyjádřeny v celých stupních nebo půlstupních, dále se skládá z písmen vyznačujících anglicky příslušný kvadrant, v němž list leží, např. Bern NE 46/6 $\frac{1}{2}$  znamená list, v němž Bern je největší město, jihozápadní roh mapy leží v rozmezí souřadnic 45<sup>0</sup>30' a 46<sup>0</sup> sev. šířky a 6<sup>0</sup> až 6<sup>0</sup>30' vých. délky.

Úpravy rámové a mimorámové jsou obdobné jako u mapy 1 : 1 000 000. Grafické měřítko vyznačuje délku 100 km a 54 námořních milí a je vztaženo ke střední zeměpisné šířce a délce mapového listu. Přehled kladu mapových listů má udávat polohu listu v letecké mapě světa 1 : 1 000 000. Zeměpisná síť mezi 72<sup>0</sup> s. a 72<sup>0</sup> j. šířky má být vyznačena nejméně po 30'. Celistvé stupně jsou očíslovány v rámu mapy a kromě toho ještě poblíž středu mapy.

Topografická náplň mapy je vyznačována obdobnými značkami, jako jsou použity pro mapu 1 : 1 000 000. Je-li vodní tok širší než 500 m, může být vyjádřen v měřítku mapy, a kreslí se tedy dvoučarě.

Terén je znázorněn vrstevnicemi v sepiové barvě a hypsometrii; jsou-li však pro zpracování mapy k dispozici kartografické materiály, na nichž je použito k vyznačení terénu šraf nebo stínování, může být těchto způsobů použito i v mapě 1 : 500 000.

Vrstevnice oddělující jednotlivé vrstvy se vykreslují. Odlehlost vrstevnic se volí podle charakteru terénu zobrazovaného území. Hypsometrická stupnice je shodná se stupnicí používanou na mapě 1 : 1 000 000. Barevný tón stupnice je třeba volit tak, aby byla přízpůsobena terénu zobrazovaného území. Tato zásada dává poměrně značnou volnost ve vyjádření terénu v mapách tohoto měřítko. Území, jejichž nadmořské výšky nejsou spolehlivě zjištěny, ponechávají se na mapě prázdná s poznámkou „výškové údaje neúplné“.

Znázornění lesů není jednotně usměrněno a je ponecháno k rozhodnutí zpracovatelským státům. Jsou-li lesy vyznačovány, je třeba použít k znázornění zelené barvy nebo v černé barvě symbolů stromů.

Komunikace, železniční i silniční síť vyznačují se stejně jako u map měř. 1 : 1 000 000. Zámkresy dálnic a silnic je možno vyplňovat při tisku červenou barvou. V průběhu sídliště je zámkres komunikací přerušen. Komunikace mohou být také označovány čísly nebo názvy.

Velká, letecky významná sídliště se zakreslují černě, obrysy jejich zastavěných částí a ostatní podrobnosti sídliště kreslí se značkami přijatými pro letecké mapy.

Podobně barevné vyjádření různých prvků náplně mapy a také aeronavigační údaje jsou vypracovány obdobnými značkami jako u leteckých map 1 : 1 000 000 ICAO.

Všechny prvky mapy mají být vyjádřeny v 8 barvách:

*černou:* obrysy sídlišť; zastavěné části sídlišť, nepoužívá-li se pro výplň žluté barvy; železnice, místní názvy, nadmořské výšky; některé terénní prvky, pro něž není zavedena jiná barva, např. skály apod.;

*modrou:* všechna hydrografie včetně hydrografických názvů a kót, isobathy, některé značky předmětů majících vztah k hydrografii;

*sepíí:* vrstevnice, jejich nadmořské výšky, některé prvky terénu, pro něž je tato barva určena, např. písky apod.;

*růžovou:* silnice různých tříd a jejich očíslování;

*zelenou:* komplexy lesů nebo první stupeň hypsometrické vrstvy.

*fialovou, nebo tmavou modří:* všechny aeronavigační prvky mapy.

Pro hypsometrické stupně je možno použít barvy modrozelené, světle šedé, zelené nebo bílé, sepiové, hnědé; je tedy dána poměrně značná volnost v použití barev pro vyjádření hypsometrie.

Státy, které chtějí vyjádřit určité zvláštnosti, pro které nejsou zavedeny jednotné značky, mohou použít svých vlastních značek, jsou však povinny tyto zvláštnosti uvést na význačném místě mapy.

V r. 1950 byla uzavřena zvláštní dohoda mezi Anglií, Francií, Dánskem, Norskem, Švédskem a Islandem o úpravě letecké mapy Evropy 1 : 500 000. Bylo rozhodnuto použít pro letecké mapy uvedených států konformního kuželového zobrazení, pro území mezi 36° a 73° s. š. v šesti pásech, se dvěma vykreslenými rovnoběžkami v každém pásu. Hranice pásů jsou:

36°–43°; 42°–49°; 48°–55°;  
54°–61°; 60°–67° a 66°–73°.

Jim odpovídají nezkreslené rovnoběžky 37° a 41°, 43° a 47°, 49° a 53°, 55° a 59°, 61° a 65°, 67° a 71°.

Mapový list podle této dohody nemá souvislost s dělením mezinárodní mapy světa 1 : 1 000 000 a jeho rozměry jsou 2° šířky na 4° délky.

Dále byly přijaty některé změny jak v topografické, tak i aeronavigační náplni. Na příklad byly přijaty 2 hypsometrické stupnice, jedna pro skandinávské státy, druhá pro území ostatních smluvních států. Tato stupnice má toto odstupňování:

pod hladinou mořskou světle šedá;  
od 0 m do 100 m bílá;  
od 100 m do 200 m světle žlutohnědá, rastr;  
od 200 m do 300 m světle žlutohnědá, plocha;  
od 300 m do 600 m temná žlutohnědá, rastr;  
od 600 m do 1000 m temná žlutohnědá, plocha;  
od 1000 m do 1500 m světle hnědá, rastr;  
od 1500 m do 2000 m světle hnědá, plocha;  
od 2000 m do 3000 m hnědá, rastr;  
přes 3000 m hnědá, plocha.

Přítom vrstevnice oddělující vrstvy se vykreslují.

### Současný stav letecké mapy 1 : 500 000

#### a) *Letecká mapa Evropy 1 : 500 000*

Zaujímá území Evropy a části severní Afriky. Jejimi východními listy procházejí západní hranice SSSR a Polska, obsahuje téměř polovinu území ČSR, západní část Maďarska, větší část Jugoslavie a počínaje Bulharskem celý balkánský poloostrov.

Území obsahuje celkem 90 nomenklaturních listů, z nichž je 55 již vydáno, 11 rozpracováno. Podle dohody podílí se na zpracování mapy Velká Británie, která zpracovává převážnou většinu listů, dále Dánsko, Švédsko, Norsko, Finsko a Irsko. Až dosud vydalo Irsko pouze 1 list mapy, Norsko 2 mapové listy; všechny ostatní mapové listy vydala Velká Británie. Mapy jsou zpracovány podle směrnic ICAO přijatých pro toto mapové měřítko.

Kromě tohoto typu map zpracovala Velká Británie do r. 1956 mapu Evropy a sever. Afriky, jejíž rozsah na východě byl větší; hranice listů procházela zhruba poledníkem 30° v. d. a zaujímal také část Turecka.

Většina mapových listů obsahuje území 4° délky a 2° šířky a má rozměry 89 cm × 63,5 cm.

Použité zobrazení je kuželové konformní. Hypsometrické stupně jsou tištěny různými odstíny fialové barvy, silnice jsou růžové, lesy jsou znázorněny zelenou barvou. Na listech této mapy nejsou uvedeny žádné aeronavigační údaje.

#### b) *Letecká mapa Francie a zemí Beneluxu 1 : 500 000*

Je zpracovávána ve dvou sériích, z nichž první je určena pro potřebu leteckých organizací, druhá pro turistiku.

První série obsahuje celkem 22 nomenklaturních listů, konstruovaných v Bonneově zobrazení. Většina listů zobrazuje území 3° délky na 2° šířky a měří přibližně 50,5 cm × 48 cm. Listy obsahují čtvrtinu listu milionové mapy světa a také nomenklaturní označení se shoduje s jejím označením. Mapa je tištěna v 8 barvách: černá – hlavní železnice a důležité výškové body; sytá modř – moře a jednočarové vodstvo; slabá modř – moře; zelená

— lesy; oranžová — hlavní silnice; sepie — podružné komunikace, místní názvy, méně důležité výškové údaje; fialová — aeronavigační údaje, které odpovídají zásadám ICAO; šedá — stínování. Všechny listy mapy jsou již vydány.

Druhá série obsahuje 7 listů mapy prakticky téhož území, rovněž v Bonneově zobrazení; listy měří 74 cm × 162 cm; označení listů čísly 1–7. Mapa je tištěna v 7 barvách. Aeronavigační údaje jsou povšechně shodné s předchozí mapou. Také všechny listy této mapy jsou již vydány.

#### c) *Letecká mapa Německé spolkové republiky v měřítku 1 : 500 000*

Ústav pro použitou geodesii ve Frankfurtu n. M. začal v r. 1955 zpracovávat letecké mapy NSR v měřítku 1 : 500 000. Základními směrnicemi pro tyto mapy jsou směrnice ICAO s některými změnami. Území NSR je rozděleno na 8 mapových listů, které obsahují i některá sousední území, např. polovinu Čech, Rakouska, Švýcarska apod. Zobrazení je konformní kuželové; v souladu se západoevropským dělením spadá území NSR do dvou pásů, a to mezi 43°–50° a 49°–56° s. š., v nichž sečné rovnoběžky jsou v prvním pásu 44° a 48°, v druhém pásu 50° a 54° s. š.

Rozměry mapových listů jsou 2° šířky × 5° délky, nejsou tedy ve vztahu s mezinárodní mapou světa 1 : 1 000 000, ani s dělením, o kterém se dohodly západní evropské státy. Mimo to proti této dohodě je německé dělení kladu listů posunuto o 1° na jih. Číslování listů, celková úprava, rámové a mimorámové údaje se však v podstatě řídí podle zásad přijatých ICAO.

Vyznačování terénu, nadmořských výšek a vodstva je provedeno shodně se zásadami přijatými pro letecké mapy tohoto měřítka západními evropskými státy pro neskandinávské země.

Sídlisté nad 100 000 obyvatel vyznačují se kromě obrysů jejich zastavěných částí žlutou výplní; sídlisté s 20 000–100 000 obyvateli kroužkem o průměru 2,5 mm, sídlisté s méně než 20 000 obyvateli kroužkem o průměru 1,6 mm, přičemž v hustě osídlených územích se sídlisté do 5000 obyvatel zpravidla vypouštějí a jsou vyznačena jen ta, u nichž jsou vybudována letiště, ať již sportovní nebo pro vrtulníky.

Dálnice a silnice jsou vyznačeny červenou barvou, a to jak jednočaré, tak i dvoučaré; důležitější z nich jsou také číslovány nebo pojmenovány.

Železnice jsou vyznačovány plnou černou čarou bez ohledu na druh provozu; počet kolejí je vyznačen počtem kolmých čárek. Všeobecně se průběh komunikací sídlíšti nepřerušuje.

Aeronavigační údaje jsou tištěny, temně modrou barvou a používá se značek podle směrnic ICAO. Na zadní straně mapy, vedle různých vysvětlujících značek a zkratk, je také uveden klad listů této mapy se vztahem k letecké mapě světa 1 : 1 000 000, letecké mapě 1 : 500 000 ICAO a k letecké mapě Evropy 1 : 500 000.

#### d) *Letecká mapa Itálie 1 : 500 000*

Obsahuje vedle území Itálie značnou část území Jugoslavie, Albánie, část Tuniska a Alžírsko.

Je použito Lambertova konformního kuželového zobrazení. Mapu tvoří 11 nomenklaturních listů; většinou zobrazují prostor 2°45' šířky na 5° délky. Nomenklaturní označení je dáno pořadovým číslem a názvem největšího města v mapovém listu. Terén je znázorněn vrstevnicemi ve stupnici 100, 200, 400, 700, 1000 m, dále po 500 m vrstevnicích. Lesy nejsou vyznačovány; zelená barva je použita pro první hypsometrický stupeň do 100 m.

V ostatní náplni mapa odpovídá směrnicím pro mapy ICAO 1 : 500 000. Všechny mapové listy jsou vydány.

#### e) *Letecká mapa USA 1 : 500 000*

Zobrazuje státní území USA na 88 nomenklaturních listech, které jsou všechny vydány. Zobrazení je stejné jako u mapy předchozí. Jednotlivý list obsahuje prostor 2° šířky na 6° délky a měří přibližně 50 cm × 105 cm.

Terén je znázorněn vrstevnicemi s odlehlostí vrstev po 1000 stopách (304,8 m) a hypsometrií s jednotlivými stupni v různých odstínech zelené barvy. Jinak mapy v podstatě odpovídají směrnicím ICAO.

f) *Letecká mapa Kanady 1 : 506 880*

Celé území Kanady je zobrazeno na 220 listech, které jsou všechny vydány. Použité zobrazení je příčné Mercatorovo. Dělení listů není jednotné; každý list má sice výšku 2<sup>0</sup> šířky, délka však je různá; severně od 64<sup>0</sup> s. š. mají 8<sup>0</sup> délky, na jih od rovnoběžky 64<sup>0</sup> s. š. mají 4<sup>0</sup> délky; většina listů měří přibližně 61 cm × 76 cm, menší počet listů má rozměry 61 cm × 86 cm.

V ostatních prvcích, kromě menších změn, odpovídají mapy směrnicím ICAO pro mapu 1 : 500 000.

g) *Jiné letecké mapy 1 : 500 000*

Kromě dosud uvedených velkých států, které mají zpracovány letecké mapy tohoto měřítka v rozsahu svého území nebo území širšího, má vyhotoveny tyto mapy ještě také Řecko na 15 nomenklaturních listech, Jihoafrická Unie na 21 listech, Japonsko na 17 listech, Nový Zéland na 7 listech, Peru na 17 listech a Venezuela na 25 listech. Jejich zpracování s některými výjimkami více méně odpovídá směrnicím ICAO pro mapy 1 : 500 000.

Závěrem k tomuto mapovému měřítku leteckých map lze říci, že také zde mezinárodní koordinace dosáhla jen částečných výsledků.

Rada států nejen, že využívá větší volnosti dané směrnicemi pro tvorbu map, nýbrž sama vytváří vlastní typy. Separátní dohoda západoevropských států o speciálním typu této mapy ukazuje, že se pocítují nedostatky dosavadního celosvětového usměrnění. Na zpracování map tohoto měřítka má dosud bezprostřední zájem větší počet států, než na mapě 1 : 1 000 000; proto se objevují větší rozdíly v názorech a ve vlastním zpracování. Lze očekávat, že mapa 1 : 500 000 zůstane ještě dlouho základní leteckou mapou, a proto úspěšné dokončení její mezinárodní typizace bylo by velmi prospěšné.

### A. 3. Mapy přibližovací a plány přistávací

Uvedené druhy leteckých map mají kartograficky vyjádřit podmínky a způsob přivedení letounu k letišti a usnadnit jeho přistání. Podle toho, jaké jsou formy provedení tohoto manévru, zpracovávají se buďto mapy pro přiblížení a přistání za přímé viditelnosti, nebo mapy pro manévr přistání za použití přístrojů.

Mapy přibližovací a plány přistávací se vzájemně doplňují, a proto pro stejné letiště jsou vytištěny zpravidla po obou stranách téhož listu papíru. Rozměr mapových listů je 21 cm × 27 cm. Žádný z obou druhů nevyžaduje podrobnou topografickou náplň; postačí, jsou-li zakresleny podrobnosti, které jsou orientačně lehce rozpoznatelné za letu, a v případech, kdy jde o přistání pomocí přístrojů, jsou-li zakreslena zařízení a přístroje, na nichž je přistání závislé, dále překážky pro let s minimální bezpečnostní letové výšky.

Mapy přibližovací jsou vyhotoveny zpravidla v měřítku 1 : 250 000 nebo jemu blízkém a zaujímají širší okolí letišť, zhruba alespoň 18–20 km; není proto podstatné, v jakém zobrazení jsou konstruovány, kromě případů, kdy se z nich odvozují mapy dalších měřítek. Letiště na ploše mapového listu má být umístěno tak, aby mohly být zakresleny polohově správně všechny přístroje umožňující přistání. Je znázorněno v měřítku mapy, aeronavigační zařízení a údaje jsou uvedeny příslušnými konvenčními značkami. Terén je znázorněn nadmořskými výškami důležitých terénních tvarů a v místech, kde je to potřeba, je-li dostatek podkladů, také vrstevnicemi; nejsou-li k dispozici podklady s vrstevnicemi, postačí k vyjádření konfigurace terénu stínování, šrafování, apod. Vodstvo se znázorňuje pokud možno podrobně s ohledem na měřítko mapy; přitom se dbá na to, aby mapa nebyla přeplňována. Názvy se uvádějí jen u hlavních vodních toků nebo největších vodních ploch. U sídlišť se zakresluje jejich zastavěné části: v sousedství velkých měst se malá sídliště nezakresluje, aby letec nemohl být orientačně zmaten a aby mapa nebyla přeplňována. V případě, že se přece zakreslí nebývají názvy podružných sídlišť v mapě uvedeny.

Zeleznice jsou zakreslovány podle jejich orientačního charakteru. Kolejiště nádraží znázorňují se v měřítku mapy; vyznačuje se v nich jen nezbytný počet kolejí. Rovněž silniční síť se znázorní co nejúplněji, aniž však mapa byla přeplňována.

Je-li potřebné vypouštět méně závažné komunikace, je nutno dbát, aby v okolí letišť byly zakresleny všechny komunikace, jež jsou důležité z hlediska leteckého provozu.

Radioelektrická zařízení jsou zakreslena polohově správně, ve vztahu k podrobnostem okolní situace. Překážky nebo místa nebezpečná pro let vyznačují se svými rozměry, není-li pro ně zavedena smluvená značka. Přitom se uvede nadmořská výška nejvyššího bodu překážky. V okolí letišť je třeba vyznačit např. vedení vysokého napětí, jestliže by mohlo tvořit překážku pro let. Letištní plochy zakreslují se polohově správně, přibližně v měřítku mapy. Je-li na mapě více letišť, odlišuje se letiště hlavní, na němž se provádí přistání, od vyznačení letišť vedlejších, která zpravidla slouží k rozdělení cirkulace na hlavním letišti.

Na mapě je třeba vyznačit prostor a oblasti kontrol a obdobně vyznačují se prostory pro let zakázané, nebezpečné nebo doporučené. Kromě toho se na mapě prostor kolem letiště rozdělí na sektory, v nichž platí určitá pravidla létání. Kde nejsou zařízení k přistávání podle přístrojů, je hranice sektoru zpravidla shodná s hlavními magnetickými směry; je-li na letišti instalováno zařízení, které určuje kursy přistání, shodují se hranice sektorů se směry kursů; v případě, že letištní rádiové zařízení pracuje na čtyřech hlavních paprscích, jsou tyto paprsky současně hranicemi sektorů. Ve zvláštních geografických podmínkách mohou být hranice sektorů určeny odlišně od uvedených zásad.

Je-li kolem letiště vybudováno více systémů sloužících pro přistání podle přístrojů, vyznačí se z nich pouze jeden hlavní a zakreslí se všechna radioelektrická zařízení tohoto systému. Kromě toho mohou být uvedena také radioelektrická zařízení, která mohou pomoci k navedení letounu do správného směru, v případě že zbloudí. Vyžaduje-li to situace, uvádějí se také vzdálenosti těchto zařízení od letiště.

Bod, k němuž se vztahují vzdálenosti a směry, musí být v mapě vyznačen. Vyznačují se vždy také údaje o magnetické deklinaci pro střed letiště. Může být rovněž zakreslena kružnice o poloměru 15 km, jejíž střed je v centru radioelektrických zařízení; je třeba dbát však toho, aby nemohl vzniknout omyl s hranicemi kontrolního pásma. Jde-li o přistání za přímé viditelnosti, je střed kružnice umístěn v centru letiště.

Přibližně ve středu každého sektoru uvádějí se minimální nadmořské výšky, což jsou v podstatě bezpečnostní výšky letu platné v daném sektoru až do vzdáleností 45 km od radioelektrického zařízení letiště. Vypočítávají se tak, že se nadmořská výška vrcholu nejvyššího terénního tvaru v sektoru zaokrouhlí na nejbližší vyšší hodnotu, která je násobkem 30 m (100 stop), k této hodnotě se pak připočítává výška nejméně 300 m (1000 stop). Je však třeba vždy zjistit, nevyskytuje-li se mimo příslušný sektor až do vzdálenosti asi 10 km terénní tvary, jejichž nadmořská výška by mohla ohrozit létání; v takovém případě bylo by nutno vypočítávat minimální výšku letu z těchto nadmořských výšek.

Na mapě je vždy udáno, v jakých jednotkách (metrech nebo stopách) jsou nadmořské výšky uvedeny, a také hladina, od níž jsou výšky vypočítány.

Trasa přistání se na mapě zakresluje silnou čarou se šipkami ve směru přistání; pokračování značky přistání, které nebylo uskutečněno, znázorňuje se přerušovanou čarou se šipkou. Je-li znám systém zprostředkující přistání, vytečkuje se příslušná část trasy, jejíž průlet je tímto systémem řízen.

Na dolním okraji mapy je zakreslen profil trasy přistání s profilem terénu v rozsahu celého přistávacího manévru. Profil je doplněn údaji o minimálních nadmořských výškách, vzdálenosti a směry zatáček i jinými údaji nutnými k provedení manévru. V profilu terénu vyznačují se nejvyšší vrcholy přicházející v úvahu při přistání. Radioelektrická zařízení se na profilu terénu rovněž vyznačí a doplní příslušnými zkratkami. Jsou-li v terénu překážky vzdálené až do 1 km mimo prostor přistávacího manévru doporučuje se vyznačit je dvojitou čarou obrysu. Úroveň letištní plochy se prodlouží po celé délce plánu. Na základně vykreslí se délkové měřítko s vyznačením kilometrů.

Dále je uvedena tabulka nejmenší výšky letu nad letištěm a viditelnost, časové údaje dosažení letiště od místa, v němž je letoun řízen přistávacím systémem letiště, v závislosti na přistávací rychlosti.

Plány přistávací podávají podrobný obraz vlastního letiště a jeho blízkého okolí v rozsahu 2–3 km od letiště. Bývají zpracovány v měřítku 1 : 25 000 nebo v měřítku jemu blízkém. Jsou-li natištěny na druhé straně listu mapy přibližovací, musí být navigační údaje obou map uvedeny k stejnému datu. Topografická náplň je jen povšechná; jsou uvedeny výšky nejvyšších vrcholů nad srovnávací hladinou, která musí vždy být na mapě uvedena. Obdobně jako u mapy přibližovací počítají se výšky od hladiny mořské nebo od plochy letiště. Jinak platí stejné zásady, jako je tomu u map přibližovacích, pouze s úpravami, které vyplývají z rozdílných měřítek. Nadmořská výška středu letiště je vždy vyznačena, aeronavigační údaje jsou uvedeny polohově přesně ve vztahu k okolní situaci. Důležité je, aby byly vyznačeny také všechny překážky letu v rozsahu mapy, u význačných z nich uvedena také výška s přesností 1 m.

V bezprostřední blízkosti letišť musí se vždy vyznačit průběh vedení vysokého napětí, je-li vedeno po stožárech nad zemí.

Přistávací plocha a cirkulační letištní okruhy jsou zakresleny v měřítku mapy; jejich rozměry jsou uvedeny uprostřed pásů. Zpravidla bývá také udán materiál, z něhož je pás vybudován. Jsou-li pásy očíslovány, poznamená se číslo pásu pokud možno situačně a orientačně správně. Chybí-li číslování pásů, vyznačí se šipkou magnetický směrník podél zákresu pásu a připojí se jeho číselná hodnota. Jinak používá se také k označení dvouciferného kódu, který záleží v tom, že za číslo pásu bere se celá hodnota nejbližší desítky magnetického směrniku.

Osvětlení letiště, zejména také světelná orientační návěští vybudovaná k usnadnění přistávacího manévru, je třeba vyznačit zřetelně a zachovat přitom jejich polohu vzhledem k ose letištního pásu.

Dále se také vyznačují světelná návěští a radioelektrická zařízení, která jsou instalována v pokračování osy letištního pásu, aby upřesnila směr příletu a odletu.

Radioelektrická zařízení, která jsou zakreslena na mapě přibližovací, dopňují zákres těchto zařízení, které obsahuje mapa přibližovací, a to tak, aby dohromady tvořila celek a byla všechna zakreslena. Někdy je nutné, aby byly uvedeny také vzdálenosti mezi letištěm a radioelektrickými zařízeními umožňujícími přistání; body k nimž se vzdálenosti vztahují, musí být pak na mapě také vyznačeny.

#### A. 4. Mapy radioelektrických zařízení

Série map radioelektrických zařízení zahrnuje oblast letištních zařízení nebo údajů určených pro provedení vzletu nebo přistání a pro řízení vlastního letu. Obsahuje tyto hlavní části:

- schématické mapy zobrazující všechna radioelektrická zařízení a všechny údaje týkající se kontroly letecké cirkulace;
- legendu smluvených značek;
- přehled kladu listů této série map.

Měřítko, v němž by měla být série map vypracována, není doporučeno, avšak značné diference v použitých měřítkách jsou nežádoucí. Listy mapy mají se navzájem překrývat. Formát je určen na 21 cm × 27 cm. Klad listů je zpravidla proveden v rámci území příslušného státu. Uvádí se zpravidla na zadní straně mapového listu. Číslování listů skládá se z běžných pořadových čísel, před nimiž se uvádí písmena RF a zkratka státu, jehož území mapa znázorňuje. Jsou-li vyhotoveny doplňující mapy velkých měřítek, označí se každá taková série velkým písmenem abecedy připojeným ke konci čísla. Pro konstrukci map vyhovuje konformní zobrazení, v němž rovnoběžkám odpovídají přímky. Pro mapy stejné série používá se téhož zobrazení.



Geografická náplň mapy je velmi jednoduchá, prakticky se vyznačují pouze hranice velkých vodních ploch, velké vodní toky a konečně mezistátní hranice. Geografická síť vykresluje se po 1<sup>0</sup> zeměpisné šířky a délky.

Isogony vykreslují se v intervalech po 1<sup>0</sup>, není-li tím mapa příliš přeplněna, jinak mohou být přerušeny. Jsou uvedeny hlavní aeronavigační údaje, především:

- hranice kontrolního pásma,
- minimální bezpečnostní výšky pro let podle přístrojů, mezi místy obligatorního hlášení,
- vzdálenosti mezi místy hlášení a letištěm,
- údaje, zda hlášení v určených místech je povinné nebo ne.

Na mapě jsou uvedena všechna letiště, na nichž jsou radioelektrická zařízení pro řízení letů. Radioelektrická zařízení jsou zaznamenána smluvenými značkami, zkratkami, názvy stanic nebo volacími znaky, z toho zejména:

- směrové a všesměrové radiomajáky všech typů s fonii nebo bez ní;
- majáky světelné,
- goniometrické stanice,
- stanice rádiového spojení.

Dále je také uvedena vlnová frekvence, na niž příslušné stanice pracují, a radiotelegrafické volací znaky. Stanice, které jsou mimo rámeček mapy, jsou však důležité pro spojení se stanicemi uvnitř mapového listu, uvedou se rovněž na okraji mapy.

Mapy musí být zpracovány relativně velmi přesně. Vzájemnou polohou radioelektrických zařízení je třeba přesně dodržet a to i ve vztahu ke stanicím mimo list. Kartografické provedení však není náročné.

Svazek rádiového směru je zakreslen podle vypočtených hodnot, přičemž se bere v úvahu také magnetická deklinace. Dosah svazku rádiového směru může kolísat podle mocnosti stanice, např. při 150 watech a více, je asi 160 km; od 50 do 150 watů je asi 80 km, při méně než 50 watech je kolem 40 km.

Je-li třeba uvést některá upřesnění o stanicích nebo doplňující údaje, uvádějí se pokud možno nejbližší u značky, k níž se vztahují.

Mapy bývají vytištěny ve dvou až třech barvách. Rám mapy, geografická síť a náplň bývají v jedné barvě, např. zelené; údaje vztahující se k radioelektrickým zařízením a data vydání bývají také v jedné kontrastní barvě; údaje o kontrole a vzdušné cirkulaci jsou rovněž ve shodné barvě.

Na zadní straně mapy jsou natištěny smluvené značky týmiž barvami, jakými je vytištěna vlastní mapa.

### A. 5. Plány a profily letištních překážek

Úkolem těchto plánů je podávat představu jak o překážkách, tak o volných prostorech pro leteckou dopravu v blízkém okolí letiště. Jsou vydávány pro všechna letiště sloužící veřejné dopravě, vyjma ty, u nichž neexistují žádné překážky (např. u letišť v poušti). Mají sloužit jako podklady k určení nezbytných podmínek letu a k jednotným startovním podmínkám a podávají informace

- o minimálních výškách pro vzlet a přistání a pro cirkulaci nad letištěm;
- pro aplikaci přijatých zásad na lety v prostorech, kde nejsou překážky, a o vyznačení překážek;
- pro stanovení procedury při leteckých nehodách, které se stanou při vzletu nebo při přistání;
- slouží jako podklad pro zpracování odvozených leteckých map.

Jsou vydávány ve dvou typech, první (typ B) je obsahově úplný, druhý (typ A) je redukován.

Plány typu B zobrazují všechny umělé a přirozené překážky pro let, které vyčnívají nad srovnávací rovinou nad letištěm nebo v jeho okolí. Pro stavbu letišť platí sice stavební předpisy, jimiž jsou stanoveny zásady, kterých je nutno dbát při vyhledávání prostorů pro

letišť a pro jejich výstavku, avšak pro přímý letecký provoz tyto předpisy k zajištění bezpečnosti létání nemohou postačit. Navigátor musí znát přesnou polohu překážek, jejich výšku nad srovnávací rovinou, aby let mohl být proveden nejen bezpečně, ale také hospodárně.

Pro zakreslování překážek ve vymezených prostorech platí tato pravidla:

- V oblasti odletu vyznačují se všechny překážky, které vyčnívají nad plochu, jež u konce startu má nulovou výšku a dále stoupá o 1,2 ‰.

Oblast odletu v prodloužení rozjezdové dráhy je nejméně 6 km dlouhá, její šířka na konci dráhy je 180 m a rovnoměrně se rozšiřuje do vzdálenosti  $D$  podle rovnice  $180 + 0,25 D$ .

V ostatních směrech vzdálenost  $D$  je nejméně 4 km.

- Všechny překážky v přistávací oblasti, které jsou v jednotlivých vymezených plochách a sektorech, jsou pojaty do stavebních směrnic a podmínek. Jejich velikost je stanovena v závislosti na velikosti letiště.

Pohyblivé překážky, jako např. vlaky, automobily apod., považují se za důležité, je však přijata zásada, že netvoří tzv. stín. Stínem překážky rozumí se prostor uzavřený svrchu rovinou procházející horizontálou vrcholu překážky; tato rovina je horizontální do vzdálenosti prvních 300 m a pak stoupá o 1,2 ‰ až k hranicím prodloužené startovací dráhy; jestliže se však vyskytuje vyšší překážka ve větší vzdálenosti od středu letiště, bere se v úvahu uvedená rovina jen k této vyšší překážce; od ní začíná nový horizont stínu překážky.

Požadovaná přesnost v poloze překážky je  $\pm 5$  m. Ve výšce je přesnost rozdílná podle toho, v jakých prostorech překážka je: v oblastech přistávání je přesnost dána hodnotou 0,5 m na vzdálenost prvních 1500 m od konce přistávací plochy a dalších 0,5 m výšky na každých dalších 1500 m.

V prostoru startovacím a v bezpečnostních pásech vyžaduje se přesnost výšek 0,5 m, v prostoru horizontálních ploch je 1 m, v poloměru 1500 m zvětšuje se o 0,5 m na každých dalších 500 m a v prostoru kruhové plochy je 5 m.

Kromě znázornění polohy překážek v plánu zpracovává se výškově také jejich profil, zpravidla schematicky. Zakreslují se do něho také překážky, které stojí mimo sektory nebo oblasti, je to však nutno v profilu jmenovitě uvést. Do profilu se nezakreslují překážky, které jsou v „stínu“ překážek.

Podle možností zakresluje se v profilu poloha i výška překážek přesně.

Každý profil má obsahovat

- vlastní profil rozjezdové dráhy znázorněné její osou,
- profily pomocných drah,
- profily překážek promítnuté na svislou rovinu, která obsahuje také základní schéma pro přistání.

Na profilu znázorňují se také příkopy, prohlubeniny apod., které jsou až do vzdálenosti 100 m po obou stranách rozjezdové dráhy.

Měřítko plánu bývá mezi 10 000 až 1 : 15 000. Profily mají převýšení zpravidla desetinásobné. Jsou-li plány konstruovány v určitém zobrazení, což bývá v případech, kdy plánu má být použito k odvozování dalších mapových měřítek, je to na plánu uvedeno.

Podobně také bývá vyznačena síť zeměpisných souřadnic, obvykle je vykreslena každá minuta.

Topografická náplň na plánu je minimální a je vyznačována jen tam, kde má význam pro letecký provoz. Vodstvo je zakresleno rovněž jen v nezbytné míře.

Budovy na letišti a v zájmových prostorech kolem něho se zakreslují polohově správně, s udáním nadmořské výšky všech významnějších budov, zpravidla do vzdálenosti 600 m od konce rozjezdové dráhy.

Všechny komunikace, silnice i železnice zakreslují se až do vzdálenosti 600 m od konce rozjezdové dráhy.

Plán obsahuje také popisné poznámky, které upřesňují názornost zákresu. Jsou to hlavně

- délka a šířka rozjezdové dráhy s přesností na 0,3 m,
- magnetický směrnik osy rozjezdových drah na celé stupně,
- druh povrchu rozjezdové dráhy,
- nadmořské výšky počátku, konce, křížovatek a míst změny spádu dráhy s přesností 0,3 m,
- hranice oblastí odletu,
- nepříznivé směry pro přílet a odlet,
- délky některých letištních zařízení, které jsou určeny pro pozemní pojiždění letounů,
- bezpečnostní vzdálenosti přistávací a odletové dráhy.

Kromě těchto údajů jsou na plánu uvedeny obvyklé kartografické a vydavatelské údaje. Musí vždy také být uvedena nadmořská výška středu letiště, dále jeho poloha v geografických souřadnicích s přesností na 1'.

### B. 1. Letecké generální mapy světa

Jsou určeny pro použití na zemi, ke studiu a plánování letů, leteckých spojů, oblastí a zón letecké činnosti. Mapy nejsou tedy zpracovávány z hlediska potřeb navigátora.

Jejich měřítko pohybuje se mezi 1 : 5 000 000 až 1 : 10 000 000; rozhodnutí pro určité měřítko závisí na účelu, pro nějž je mapa určena.

Pro volbu zobrazení neplatí žádná bližší ustanovení, jeho volba rovněž závisí na specifickém účelu mapy.

Mapy obsahují zpravidla pouze hlavní prvky topografické a geografické náplně účelně generalizované, se zdůrazněním těch terénních předmětů, které jsou zvlášť významné pro létání, jako jsou horské masivy, velké městské aglomerace apod. Z aeronavigačních údajů vyznačují se rovněž jen ty, které jsou důležité pro přípravu letů.

Vcelku je možno říci, že tento druh leteckých map není v podstatě mezinárodně dostatečně usměrněn.

### B. 2. Mapy leteckých směrů

V mapě je zobrazen letecký spoj, mezi jehož koncovými body existuje relativně hustá letecká doprava. Mapy jsou řazeny zpravidla do svazků. V uvažovaném leteckém směru má mapa obsahovat všechny údaje potřebné pro radionavigaci i pro létání za přímé viditelnosti.

Měřítko kolísá mezi 1 : 1 000 000 až 1 : 3 000 000 podle podmínek příslušného směru. Měřítko malá volí se pro dlouhé tratě a pro tratě, na nichž létají letouny vysokých rychlostí. Maximální dopustná chyba v délce je stanovena 1 ‰. Zobrazení všeobecně má být konformní. Mapa má zobrazovat území nejméně 100 námořních mil (175 km) na obě strany každého směru a 80 mil okolí letiště.

Tyto mapy jsou vydávány téměř vždy státem provozujícím dopravu na uvedeném směru. Je jich vydána celá řada různého druhu. V některých případech, např. v Japonsku, mění se mapy leteckých směrů v běžné letecké mapy, protože to umožňuje celková šířka území. Mapy netvoří nikdy souvislé kartografické dílo a ani základní koncepce není jednotná; rovněž aeronavigační náplň nebývá jednotně vyjádřena.

### B. 3. Mapy dálkového leteckého provozu

Jsou určeny podle

- loxodromy,
- astronomické orientace,
- radioelektrických signálů,
- odhadu.

Měřítko mapy:

1 : 2 000 000 pro lety na kratší vzdálenosti,

1 : 3 000 000 pro lety na střední vzdálenosti,

1 : 5 000 000 pro lety na velké vzdálenosti přes oceány nebo přes pustá území, na nichž je málo topografických charakteristik.

Zpravidla se zpracovávají jen pro letecké trasy nebo oblasti, v nichž je intenzivní letecký provoz.

Pro konstrukci mapy použije se zásadně konform. zobrazení, přitom u měř. 1 : 5 000 000 až 1 : 3 000 000 základní rovnoběžkou má být rovnoběžka procházející středem mapového listu. V případech, kdy se mapy, zobrazující určitou leteckou trasu, překrývají nebo na sebe navazují, volí se pro všechny listy mapy pouze jedna základní rovnoběžka, i když to není střední. Základní rovnoběžka musí být na každém listu mapy jmenovitě uvedena a přirozeně i zakreslena.

Na mapách měřítek 1 : 2 000 000 a 1 : 3 000 000 je vykreslen každý stupeň zeměpisné délky a šířky. U map měřítka 1 : 5 000 000 jsou vykresleny všechny rovnoběžky po 1<sup>0</sup>, z meridiánu je vykreslen každý 5<sup>0</sup>. U všech měřítek jsou zesíleny meridiány a rovnoběžky, které jsou násobkem 5<sup>0</sup> a nikdy se nepřerušují. Na nich jsou čárkami vyznačeny meridiány a rovnoběžky u měřítka 1 : 5 000 000 po 10' a u měřítka 1 : 3 000 000 po 5'.

Izogony vyznačují se ve vhodných, vždy stejných intervalech, u všech uvedených měřítek. Vcelku je přijímáno, že mají být vykresleny na mapách 1 : 5 000 000 ve vzdálenosti 400–500 km; kótovány mají být každých 15 cm v ploše mapy. Geografická náplň mapy má obsahovat minimálně

- obrysy kontinentů, hlavní vodní toky a plochy a největší sídliště;
- hranice států;
- nejvyšší nadmořské výšky v každém čtyřúhelníku po 5<sup>0</sup>, výrazně vyznačené a přesně umístěné;
- nadmořské výšky charakteristických bodů orientačně důležitých nebo nebezpečných pro let;
- charakteristické body, důležité pro lety ve velkých výškách nebo pro dálkové lety.

Velké horské masivy, např. Alpy, vyznačují se všeobecně metodou, která dovede povšechně vyjádřit terén, tudíž buď stínováním, nebo hypsometrií, popř. kombinací obou.

Je třeba zachovat jednotu míry pro všechny výšky v mapovém listě a uvést hladinu, od níž se počítají. Z aeronavigačních údajů uvádí se na mapě minimálně

- poloha všech pravidelných letišť,
- poloha radioelektrických zařízení s dalekým dosahem, připojují se jejich poznávací znamení,
- poloha světelných letištních návěstidel.

Dále se také uvádějí na mapě některé meteorologické charakteristiky týkající se letecké trasy a zakreslují se také polohy některých meteorologických stanic, zejména námořních.

### C. 1. Regionální letecké mapy 1:250 000

Mapy tohoto měřítka mají obsahovat maximum údajů, zpráv a hodnot týkajících se topografické a aeronavigační náplně se zřetelem k měřítku, aby jimi nebyla mapa přeplněna.

Vedle použití při vlastní navigaci mohou být využity spolu s mapami malých měřítek také jako mapy přistávací, z větší části pro lety pomalejších letounů s menším akčním rádiem, za přímé viditelnosti, a konečně i pro využití letišť.

Nepředpokládá se, že by tyto mapy byly vyhotovovány pro rozsáhlá území, nýbrž že budou zpracovány podle potřeb a zájmů jednotlivých států nebo skupiny států. Jsou stanoveny jen některé zásady, které mají sjednocovat vyhotovení map a usnadňovat jejich použití různým domácím i zahraničním organizacím.

Pokud se týče zobrazení, není blíže určeno; je pouze stanoveno, že má být konformní. Také dělení listů a jejich označení je ponecháno k volnému rozhodnutí vydávajícího státu. Má však být připojeno schéma, v němž je znázorněna poloha listu v letecké mapě světa 1 : 1 000 000.

Rovnoběžky a poledníky mezi 72<sup>0</sup> již. a 72<sup>0</sup> sev. šířky vykreslují se nejméně po 30'.

Smluvené značky pro mapy 1 : 250 000 vyjma některé výjimky jsou obdobné se značkami pro mapy 1 : 500 000.

Terén je zobrazen vrstevnicemi a hypsometrií, připouští se i použití šraf a stínování, jestliže se tím lépe vystihne jeho charakter. Vrstevnice i jejich číselné hodnoty se tisknou sepiovou barvou. Přibližné vrstevnice se vyznačují přerušovanou čarou. Odlehlost vrstevnic volí zpracovatel mapy. Hypsometrické stupnice jsou shodné s mapou 1 : 500 000. Území, jejichž výškové poměry nejsou známy, mohou být ponechána prázdná s poznámkou „Terén nedosta- tečně znám“.

Vodní toky vyznačují se dvoučarě, jakmile to měřítko mapy dovoluje. Rozhodnutí o tom, mají-li být lesy vyznačovány nebo ne, ponechává se zpracovateli. Pokud se týče sídlišť, komunikací a ostatních prvků mapy, např. barevného vyjádření, jsou směrnice pro mapu 1 : 250 000 shodné jako pro mapu 1 : 500 000. Rovněž tak i aeronavigační údaje jsou stejné jako u map 1 : 500 000. Letiště se vyznačují svými rozměry, pokud to dovoluje měřítko mapy.

Map tohoto měřítka je vyhotoveno vcelku málo.

Největším mapovým dílem tohoto druhu a měřítka jsou mapy Evropy zpracovávané Velkou Británií. Je to 151 nomenklaturních listů, které zobrazují území Francie, Belgie, Holandska, Německé demokratické republiky i Spolkové republiky, větší část Československa, Rakouska, Švýcarska, Itálie a ostrovy Sicílii, Sardinii, Korsiku a Irsko. Třebaže je tato série map vydávána Velkou Británií, vlastní území Anglie není v ní zpracováno.

Mapa je konstruována v konformním kuželovém zobrazení. Každý nomenklaturní list – vyjímaje listy Irska – obsahuje území 2<sup>0</sup> délky na 1<sup>0</sup> šířky a měří průměrně 86,5 cm × 71 cm. Dělení je uspořádáno tak, že 12 listů této mapy tvoří 1 list mezinárodní mapy světa 1 : 1 000 000. Nomenklaturní označení listů využívá označení miliónové mapy s připojením pořadového čísla polohy listu v této mapě. K vyjádření terénu na mapě je použito hypsometrie v různých odstínech fialové barvy. Lesy se na mapě vyznačují zeleně. Silnice jsou vytištěny oranžově.

Na mapě nejsou uvedeny žádné aeronavigační údaje.

Vlastní území Anglie je zpracováno v jiné sérii, v měřítku 1 : 253 440 v anglických stopách, vyhotovené vojenským letectvem; dosud je vydáno 20 nomenklaturních listů; nejsou zpracovány listy jižního Irska. Tato série je konstruována v příčném Mercatorově zobrazení a je zpracována shodně s vojenskými mapami. Použití barev je obdobné jako u předcházející série. Mapové listy mají různé dělení i rozměry, kolísající mezi 75 × 61 cm až 89 × 69 cm.

Na mapě jsou vyznačeny aeronavigační údaje, tištěné v růžové barvě; značky pro ně nejsou shodné se směrnicemi pro mapy ICAO. Vedle vyznačení normální geografické sítě poledníků a rovnoběžek je mapa opatřena čtvercovou sítí tištěnou fialovou barvou, určenou pro vojenské účely.

Také Holandsko vydalo leteckou mapu 1 : 250 000 svého území ve dvou listech v ne- zvyklých rozměrech 109 × 86 cm. Mapa je vydána v obvyklých barvách, je šestibarevná. Le- tecké údaje jsou tištěny barvou fialovou.

Kromě uvedených mapových děl jsou vydány USA ojedinělé listy z území Severní Ameriky, zpravidla okolí měst, v nichž jsou letiště. Dále je v tomto měřítku zpracováno také území Chile.

Posoudí-li se celkový stav map tohoto měřítka, ukazuje se, že mezinárodní koordinace jejich zpracování se nepodařila. Série map, které dosud byly vydány, jsou navzájem značně odlišné, a neodpovídají přijatým mezinárodním směrnicím v takové míře, že je ve skuteč- nosti nelze označovat za mapy jednotného provedení. Kromě toho započalo se zpracováním map tohoto typu jen velmi málo států, takže by bylo obtížné hodnotit jejich mezinárodní význam. Pokus dát mapám jednotnou koncepci, i když jsou v podstatě regionálního charak- teru, byl pokračováním dřívějších mezinárodních pokusů o sjednocení zásad pro vydání mapy tohoto měřítka nebo měřítka blízkého, například 1 : 200 000, jak to odpovídalo zásadám při- jatým dřívější mezinárodní organizací CINA.

#### D. Speciální letecké mapy

Speciální typy leteckých map vyvíjejí se v souvislosti s konstrukcemi různých radio-radarových zabezpečovacích zařízení, sloužících k přímému řízení letounů. Podle řídicího systému, který je uplatněn v konstrukci těchto zařízení, jsou upraveny také příslušné mapy. Jejich podstatou je určování polohy letounu v průsečíku svazku rádiových paprsků vedených nejméně ze dvou bodů, což vede ke konstrukci map z prvků kuželoseček, převážně hyperbol, různého typu. Nejpoužívanější systémy v kapitalistické cizině jsou Loran, Shoran, Decca Consol a jiné.

Vedle těchto typů rozvíjejí se i speciální radarové mapy ve dvou druzích, jako mapy radiolokační a mapy radionavigační.

Tyto druhy speciálních leteckých map nejsou dosud mezinárodně nikterak koordinovány, i když je zřejmé, že používání turbinových nebo turbovrtulových letounů vysokých rychlostí a dalekého doletu v mezinárodní letecké dopravě si bude stále více vynucovat vyhotovení obdobných speciálních map.

Je také nutno vzít v úvahu to, že se stále ve větší míře rozvíjejí myšlenky po automatizaci řízení nebo vedení letadel a v souvislosti s tím také snahy o automatické určení polohy letadla a automatickou registraci průběhu jeho letu v prostoru i v rovině. V podstatě jde o určení azimutu a vzdálenosti pomocí různých mechanických, častěji však elektronických přístrojů, speciálně pak o automatický přenos dráhy letu do map. Je velmi pravděpodobné, že je to cesta, která se v leteckém provozu projeví pro letadla uvedených typů jako jediné možná, vzhledem k celkovým podmínkám, v nichž pilot letadlo řídí.

To jsou úkoly, na nichž musí úzce spolupracovat odborníci v radiotechnice, v kartografii i navigační.

#### Závěr

Zpracování celosvětového díla leteckých map je problém neobyčejně rozsáhlý a obtížný. Doposud se takové dílo nepodařilo vytvořit ani v oboru geografických map, což je úloha relativně mnohem snazší. Přitom je stále nutno mít na zřeteli okolnost, že mezinárodní geografické mapy světa v měř. 1:1 000 000 a stejně tak i mezinárodních leteckých map snaží se vojenské organizace agresivních kapitalistických států využít pro své cíle. Přirozenou obranou proti tomu je pak utajování mapových děl, dále kamuflování a zkreslování náplně map, které jsou udávány pro veřejnost. V oboru leteckých map bude kladně působit mocný hospodářský činitel, rozvoj mezinárodní letecké dopravy, který myšlenku jednotného světového díla leteckých map staví jako naléhavou. „Standards internationaux...“ z r. 1957 uvádějí, že ze 72 členských států ICAO notifikovalo zásady pro tvorbu leteckých map 24 států s tím, že není žádných rozdílů mezi leteckými mapami těchto států a mapami ICAO; 23 států nesdělilo své stanovisko; 15 států přijalo zásady s výhradami. V této poslední skupině jsou např. USA, Velká Británie, Francie, Itálie, Indie a kromě dalších jiných států také Československo. Jde tedy o jednotu velmi relativní.

Přitom je třeba mít vždy na mysli, že kromě Československa a Polska, které se prakticky činností v ICAO velmi málo zúčastňují, žádný z ostatních států socialistického tábora není členem této konvence, což rozhodně musí nepříznivě ovlivnit celou činnost této organizace.

V různých státech bylo přikročeno k pokusům o vyhotovení nových typů leteckých map. Objevují se v podstatě dvě hlavní linie. První staví na zásadě, že letecká mapa má obsahovat co nejvíce informací topograficko-geografických a aeronavigačních. Tato zásada dává zřejmě široké možnosti využít map pro špionážní účely. Druhá vychází z názoru, že má-li se dosáhnout mezinárodní dohody o leteckých mapách, je třeba vycházet z toho, aby mapa obsahovala jen základní charakteristiky. Zdá se, že druhá linie má větší naději na úspěšné uplatnění především proto, že se více blíží představám navigátorů a možnost dosažení jednoty názorů a dohody všech zúčastněných států je reálnější, dále i proto, že i mezi státy začleněnými v organizaci ICAO je snaha utajovat různé skutečnosti, mající vojenský význam.

Poslední (šestá) konference ICAO, konaná v květnu 1959 v Montrealu, se zúčastnilo jen 22 států; konference byla v podstatě připravena USA, Velkou Británií, Francií a Kanadou; na jejím programu bylo posouzení stavu mezinárodních leteckých map. Je možné říci, že byla konstatována určitá krize v dosavadním vývoji mezinárodních leteckých map. Dosavadní rozdělení a přijaté typy leteckých map již značně neodpovídají navigační potřebě a jeví se nutnost přebudovat celou soustavu mezinárodních leteckých map. Jako jeden z hlavních rysů vývoje ukazuje se potřeba vytvořit nový typ mapy v měř. kolem 1 : 2 000 000 a v perspektivě typ mapy měř. asi 1 : 5 000 000, které by měly uspokojit požadavky mezinárodní dálkové letecké dopravy.

Došlo se také k názoru dělit mezinárodní letecké mapy do těchto skupin:

- A. Mapy pro řízení letadel za přímé viditelnosti (v podstatě topografické a geografické mapy).
- B. Mapy pro technickou navigaci (pro řízení letu pomocí přístrojů a různých zařízení).
- C. Zvláštní nebo speciální letecké mapy (což jsou např. systémy Decca, Loran, Shoran atd.).
- D. Plánovací, přehledné a pracovní mapy.
- E. Tematické letecké dopravní mapy (zejména na podkladě statistiky letecké dopravy).

Je zřejmé, že ani toto rozdělení není jednoznačné a obsahuje v sobě řadu rozporů, které se musí projevit především při styku s organizacemi, které mají technicky vyspělejší nebo na jiných základních principech založenou organizaci řízení letounů jak v technickém, tak v organizačním smyslu.

V podstatě nebyla na uvedené konferenci prosazována linie na automatizaci řízení a registraci letu.

Nedlouho před konferencí, na zasedání ICAO v únoru 1959, byl přijat americký systém VOR/DME, kterým lze určit azimut a vzdálenost, za jednotný princip řízení letadel v organizaci ICAO, platný do r. 1975; jde však spíše o uplatnění firemních zájmů, než o nějaké stabilnější vyřešení problému.

Proto konference sama nemohla nikterak přispět k hlubšímu prozkoumání této otázky.

Ze všeho, co bylo uvedeno, je možno učinit závěr:

- úsilí o vytvoření jednotných mezinárodních typů leteckých map mělo dosud jen částečný úspěch. Přitom cíle sledované v organizaci ICAO mají vedle snahy o ovládnutí světových leteckých spojů v oboru kartografie také charakteristický cíl získat co nejúplnější mapové podklady pro vojenské letectvo kapitalistických států seskupených v různých agresivních paktech, jako je NATO, SEATO apod.
- zpracování leteckých map v současné době plně neodpovídá technickému pokroku dosaženému v konstrukci letadel, ve vybavení letišť a ve vývoji zařízení zajišťujících bezpečnost letu,
- názory na nové vyřešení této otázky v mezinárodním měřítku jsou dosud značně roztržité a nejednotné,
- vedle otázek rozvinutí mezinárodního systému leteckých map je třeba sledovat otázku automatického řízení letadla a automatizace určení jeho polohy v ploše a v prostoru z hlediska uplatnění kartografie v tomto procesu,
- je třeba, aby v součinnosti se specialisty v letecké dopravě, s navigátory, s konstruktéry letadel a leteckých zabezpečovacích zařízení byla otázka nových typů leteckých map studována i u nás.

Hlavní podmínkou úspěšného vytvoření celosvětového díla leteckých map je především odstranění napětí mezi státy, upevnění míru ve světě, zapojení států socialistického tábora do procesu tvorby tohoto mezinárodního díla a v souvislosti s tím rozšíření mezistátních styků i v oboru tvorby leteckých map.

#### Literatura:

1. Sbíрка zákonů a nařízení ČSR 1924 .
2. Letecké zprávy min. věf. prací 1932 a další.
3. Výroční zprávy Vojenského zeměpisného ústavu 1923 až 1932.
4. Sborník čs. společnosti zeměpisné 1921, 1924, 1928 1930, 1932.
5. Instrukcija po sostavleniju, vyčerčivaniju i korrekture maršrutnych poletnych kart, Moskva 1938.
6. Standards internatinaux et pratigues recommandées cartes aéronautigue, Annexe 4 á la Convention relative á l'aviation civile internatinals 1957.
7. Catalogue des cartes aéronautigue 1958.
8. Letecká navigace, učebnice, Naše vojsko 1959.
9. Mjr. Artaria F.: Stand der Landkartenfrage für Zwecke der Luftchiffahrt zu Begin des Weltkrieges. Mitteilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien 1917.
10. Dr. Peucker K.: Die drei Weltkartenprojekte. Petermanns - Mittellungen 1914.
11. Carlberg B.: Die neue Luftfahrtkarte Kartographische Nachrichten 1917.
12. Eckert M.: Die Kartenwissenschaft, II. díl, Berlin 1925.
13. Schamp R.: Luftverkehrsgeographie, 1957.
14. Sorokovin N. S.: Aviaclonnaja kartografija, Moskva, vyd. AVVS.
15. Meine K. H. - Rents E.: Die neuzeitlichen Luftfahrtkarten und ihre Anwendungsbereiche 1957.
16. Knorr H.: Zur Bearbeitung der Luftfahrtkarte - Aeronautical Chart - ICAO - 1:500 000 von Deutschland. Nachrichten aus dem Karten und Vermessungswesen 1956.
17. Meine K. H.: Flugsicherung und Luftfahrtkarte. Nachrichten aus dem Karten und Vermessungswesen 1956.
18. Winkelmann G.: Luftnavigationskarten, ein wichtiges Gebiet der modernen Kartographie Zeitschrift für Vermessungswesen 1955.
19. Meine K. H.: Kartographische Bordunterlangen in der modernen Flugnavigation Allgem. Vermessungs Nachrichten 1959.
20. Meine K. H.: Die ICAO - Kartographie in neuer Sicht. Kartographische Nachrichten 1959.
21. Kubíček Z.: Urbanistické zásady komunikační síte, část 4. Letiště Brno 1933.



Inženýr plukovník prof. dr. Josef Vykutíl, VA AZ

## Matematická redukce délek měřených rádiovými a světelnými dálkoměry

*Obecně o redukcích přímo měřených šikmých délek rádiovými a světelnými dálkoměry na plochu rotačního elipsoidu (koule). Odvození základního vzorce pro redukci. Úpravy a zjednodušení základního vzorce. Redukce šikmých délek, jsou-li měřeny výškové úhly (zenitové vzdálenosti).*

### Úvod

Délky naměřené rádiovými nebo světelnými dálkoměry je třeba před použitím pro geodetické účely nejprve zbavit systematických chyb, které mají původ v nedokonalosti přístrojů a v nestálosti atmosférických podmínek. Část těchto vlivů je zahrnuta v základní konstantě daného přístroje, část se vyloučí opravou, vypočtenou na podkladě měření atmosférických prvků (tlak vzduchu, tlak vodních par, teplota vzduchu), které se měří na počátečním a koncovém bodě měřené délky, a teploty stabilizačního krystalu (u telluometru). Po těchto tzv. fyzikálních redukcích dostaneme délku  $s$ , o níž předpokládáme, že leží v normální rovině, dané normálou v počátečním bodě a koncovým bodem měřené délky (obdoba při měření horizontálních úhlů). O délce  $s$  dále předpokládáme, že ji lze s velkou přesností nahradit obloukem kružnice o poloměru  $r$ , kde

$$r = nR. \quad (1)$$

Ve vzorci (1) znamená

$R$  střední poloměr Země,  
 $n$  empiricky zjištěný koeficient.

Koeficient  $n$  určuje křivost dráhy; jeho hodnota je v první řadě funkcí použité vlnové délky  $\lambda$ . Hodnoty  $n$  pro některé vlnové délky udává tabulka 1 – viz [1], str. 60.

Tabulka 1

Poř. čís.	Délka vlny	Přístroj	Koeficient
1	3 000 m	Decca	1,0
2	1 m	Shoran	3,91
3	10 cm	Telluometr	4,0
4	0,4 – 0,8 $\mu$	Světelné dálkoměry	7,657

*Poznámka:* Refrakční koeficient  $k$ , jak jej používáme v geodézii při výškových měřeních je roven převrácené hodnotě:

$$k = \frac{1}{n} = \frac{1}{7,657} = 0,1306$$

Z tabulky 1 je zřejmé, že u kratších vlnových délek, kterých převážně používáme v geodézii pro měření délek, je křivost dráhy paprsků mnohem menší než je křivost čar na elipsoidu (kouli).

Zkušební měření, vykonaná v poslední době v Sovětském svazu, u nás a v dalších zemích, prokázala vysokou přesnost velkých světelných dálkoměrů, zejména Bergstrandova geodimetru NASM-2A a velkého světelného dálkoměru Ústředního vědeckovýzkumného ústavu geodézie, fotogrammetrie a kartografie v Moskvě (Bolšoj světodálnoměr CNIIGAiK).

P. E. Lazanov [2] uvádí výsledky měření 8 základů Bergstrandovým geodimetrem NASM-2A. Z porovnání výsledků měření geodimetrem a invarovými dráty dochází k závěru, že za 2 až 3 dny je možno geodimetrem změřit délku, jejíž chyba nebude větší než 1 : 800 000. Doporučuje proto měřit přímo trigonometrické strany 15–20 km dlouhé.

V. A. Kolibajev [3] publikoval část výsledků měření 18 trigonometrických stran a 7 kontrolních základů, vykonaných v roce 1959 Bergstrandovým geodimetrem NASM-2A ve střední Asii. Relativní chyba výsledků měření 4 trigonometrických stran o průměrné délce 11,3 km byla 1 : 1 700 000. I když autor to výslovně neuvádí, jde zřejmě o vnitřní přesnost měření. Jedna trigonometrická strana byla zaměřena za 3–4 dny.

Při zkušebních měřeních velkým sovětským dálkoměrem [4] byly přímo měřeny trigonometrické strany o délkách 17,0 km, 22,3 km, 13,5 km, 6,4 km. První z nich (17,0 km) byla dříve měřena invarovými dráty a sloužila jako etalon pro určení konstant světelného dálkoměru. Střední chyby jedné série měření byly u ostatních tří stran po řadě  $\pm 25$  mm,  $\pm 21$  mm a  $\pm 21$  mm. Z těchto hodnot je zřejmé, že střední chyba prakticky nezávisí na velikosti měřené délky. Střední chyby uvedených délek, vypočtených z úhlových měření (triangulace) uvádějí autoři hodnotou 4–6 cm.

Měření, která vykonal Výzkumný geodetický, topografický a kartografický ústav v Praze (C Sc. inž. Delong) v roce 1959 na základnové síti u Jesenského geodimetrem NASM-2A, vykazují řádově stejnou přesnost jako výsledky sovětské.

Vysoká přesnost světelných dálkoměrů a jejich použití pro nejpřesnější délková měření v geodézii vyžadují, aby délka kruhového oblouku  $s$ , jak jsme o ní dříve mluvili, byla správně převedena na odpovídající délku  $s_0$  na referenčním elipsoidu, popřípadě do zobrazovací roviny, tj. aby chyby *matematické redukce* byly dostatečně malé; jsou-li chyby měřených délek řádově několik málo centimetrů, měly by být redukce počítány s milimetrovou přesností.

Matematickou redukcí elektronicky měřených délek se již zabývalo několik geodetů.

J. Th. Verstelle [5] odvodil poměrně jednoduchý vzorec pro převod délky  $s$  z prostoru na kouli o poloměru  $R = \sqrt{M \cdot N}$ ; protože šlo o délky měřené Shoranem, spokojil se s přesností redukce několika metrů pro vzdálenosti do 500 km.

K. Hubeny [6] odvodil vzorce pro převod na referenční elipsoid s takovým počtem členů, že to zaručuje přesnost redukce 1 cm pro délky do 500 km; výpočet se však děje postupným přibližováním (aproximací) a není zrovna pohodlný.

K. Gerke [7] uvádí vzorce pro matematickou redukcí délek do 30 km; vzorce jsou jednoduché, ale jejich přesnost je jen několik centimetrů a tedy nevyhovují pro redukce přesných měření velkými světelnými dálkoměry.

K. Rinner [8] odvodil poměrně jednoduchý vzorec pro převod přímo měřené šikmé délky na délku tětiny na kouli a značně složitý vztah pro převod této tětiny na délku normálního řezu (geodetické křivky).

B. Delong [1], [9] se snažil odstranit malou přesnost vzorců Verstelleho a Gerkeho a zdoluhavost a nepohodlnost výpočtů podle Hubenyho a Rinnera. Volil postup, který zaručuje přesnost redukce 1 cm až do délek 200 km. Řešení rozdělil na 4 etapy:

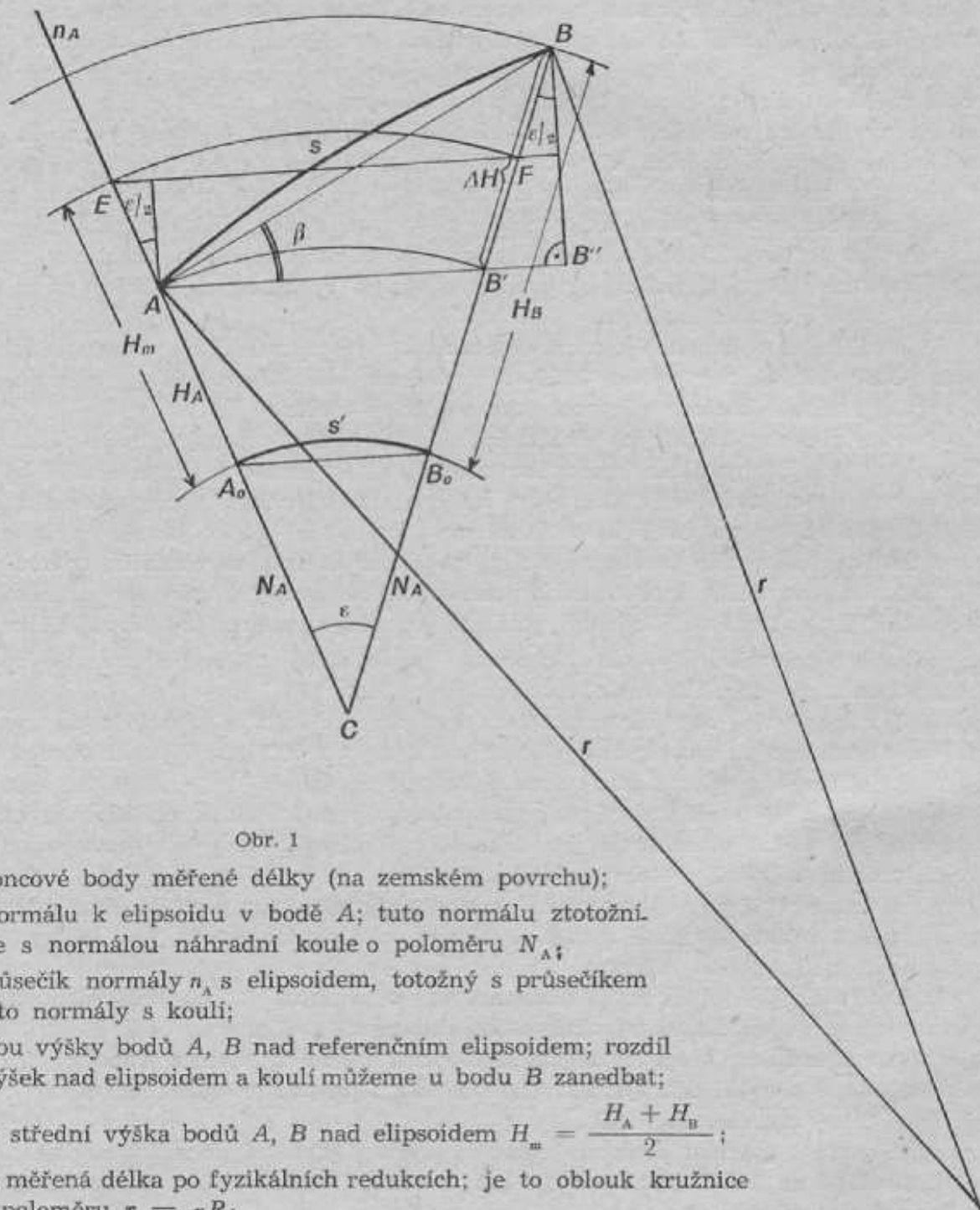
- v první etapě převádí délku kruhového oblouku  $s$  na povrch referenční koule o poloměru  $N_1$  (příčný poloměr křivosti),
- v druhé etapě  $s$  povrch koule na elipsoid, avšak v původní normální rovině,
- ve třetí etapě na délku, která spojuje paty normál, vedených k elipsoidu počátečním a koncovým bodem délky,
- a konečně ve čtvrté etapě převádí délku normálního řezu na délku geodetické křivky.

Počtářsky nejnáročnější je první etapa. V druhé a třetí etapě jsou korekce malé a lze je řešit nomogramy, které inž. Delong sestrojil. Čtvrtá etapa je uvedena jen pro úplnost, neboť rozdíl mezi délkou normálního řezu a geodetické křivky je tak nepatrný (pro  $s < 600$  km je tento rozdíl menší než 0,01 mm), že jej můžeme vždy zanedbat.

V dalším ukážeme, že převod prostorové délky  $s$  na délku na kouli o poloměru  $N^A$  (první etapa matematické redukce podle Delonga) lze řešit zprůsňením postupu J. Th. Verstellera; výpočet je potom podstatně kratší a dává stejné výsledky, jako metoda Delongova.

### I. Odvození základního vzorce pro převod přímo měřených šikmých délek na délku na referenční kouli

V obrázku 1, který je analogický obrázku 2 v práci J. Th. Verstellera značí:



Obr. 1

$A, B$  koncové body měřené délky (na zemském povrchu);

$n_A$  normálu k elipsoidu v bodě  $A$ ; tuto normálu ztotožníme s normálou náhradní koule o poloměru  $N_A$ ;

$A_0$  průsečík normály  $n_A$  s elipsoidem, totožný s průsečíkem této normály s koulí;

$H_A, H_B$  jsou výšky bodů  $A, B$  nad referenčním elipsoidem; rozdíl výšek nad elipsoidem a koulí můžeme u bodu  $B$  zanedbat;

$H_m$  je střední výška bodů  $A, B$  nad elipsoidem  $H_m = \frac{H_A + H_B}{2}$ ;

$s$  je měřená délka po fyzikálních redukcích; je to oblouk kružnice o poloměru  $r = nR$ ;

$s'$  je délka oblouku na náhradní kouli o poloměru  $N_A$ , která odpovídá měřené délce  $s$ .

Vztah mezi délkou oblouku  $s$  na kružnici o poloměru  $R$  a příslušnou tětivou  $t$  je dán obecně výrazem – viz například [1], str. 165:

$$s = t + \frac{t^3}{24R^2} + \frac{3t^5}{640R^4} + \dots \quad (2)$$

Obráceně můžeme vyjádřit délku tětivy

$$t = s - \frac{s^3}{24R^2} + \frac{s^5}{1920R^4} - \dots \quad (3)$$

Třetí a další členy na pravé straně rovnic (2) a (3) lze v praxi zanedbat; ukazuje to tabulka 2, ve které jsou uvedeny hodnoty třetích členů rovnice (2) pro některé délky a  $R = 6381$  km.

Tabulka 2

$t$	$\frac{3t^5}{640R^4}$
100 km	0,03 mm
200 km	0,9 mm
500 km	8,8 cm
1000 km	2,8 m

Délka tětivy  $\overline{AB}$  je tedy rovna:

$$\overline{AB} = s - \frac{s^3}{24r^2} \quad (4)$$

Z obrázku je zřejmé, že tětiva  $\overline{EF}$  na kouli o poloměru  $(N_A + H_m)$  je rovna úsečce  $\overline{AB''}$ ; při tom

$$\overline{AB''} = \overline{AB} \cos \beta.$$

Dosadíme-li z rovnice (4), bude:

$$\overline{EF} = \left( s - \frac{s^3}{24r^2} \right) \cos \beta. \quad (5)$$

Z podobnosti trojúhelníků  $CA_0B_0$  a  $CEF$  vyplývá:

$$\overline{A_0B_0} = \frac{N_A}{N_A + H_m} \left( s - \frac{s^3}{24r^2} \right) \cos \beta \quad (6)$$

Tak jsme našli výraz pro délku tětivy na kouli o poloměru  $N_A$ ; délka oblouku  $s'$ , odpovídající této tětivě bude podle vzorce (2)

$$s' = \overline{A_0B_0} + \frac{\overline{A_0B_0}^3}{24N_A^2}. \quad (7)$$

Druhý člen na pravé straně rovnice (7) bude pro délky do 200 km poměrně malý (číslo o několika málo cifrách); můžeme proto v tomto členu položit

$$\overline{A_0B_0} \doteq s' \doteq s; N_A \doteq R$$

čili

$$\frac{\overline{A_0B_0}^3}{24N_A^2} \doteq \frac{s^3}{24R^2}$$

kde  $R = 6\,381$  km (poloměr Země). Dosadíme-li do vztahu (7) a uvážíme-li rovnici (6), dostaneme

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} \left( s - \frac{s^3}{24r^2} \right) \cos \beta + \frac{s^3}{24R^2} \quad (8)$$

V rovnici (8) je  $r^2 = n^2 R^2$ ; po vynásobení bude

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s \cos \beta + \frac{s^3}{24R^2} - \frac{N_A}{N_A + H_m} \cos \beta \frac{s^3}{24n^2 R^2} \quad (9)$$

V posledním, numericky malém členu na pravé straně rovnice (9) můžeme položit

$$\frac{N_A}{N_A + H_m} \cos \beta \doteq 1;$$

potom dostaneme základní vzorec:

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s \cos \beta + \left( \frac{n^2 - 1}{n^2} \right) \frac{s^3}{24R^2} \quad (10)$$

Rovnice (10) se liší od Verstellovy rovnice (14) jedině v tom, že zde vystupuje příčný poloměr křivosti  $N_A$  v bodě A; Verstelleho rovnici (14) dostaneme z rovnice (10), položíme-li  $N_A = R_m = \sqrt{MN}$  (střední poloměr křivosti pro střední zeměpisnou šířku bodů A, B).

V rovnici (10) je zatím neurčena veličina (úhel)  $\beta$ . Verstelle předpokládá, že úhel  $\beta$  nepřekročí (v obloukové míře) hodnotu  $\frac{1}{20}$  a počítá takto – viz obrázek 1:

$$\beta = \frac{\Delta H}{s};$$

tuto hodnotu pak dosazuje do vztahu

$$\cos \beta = 1 - \frac{\beta^2}{2!} + \frac{\beta^4}{4!}$$

Na konci svého článku však upozorňuje, že faktor  $\frac{\Delta H}{s}$  je nejzávažnější; má být co nejmenší a nemá překročit uvedenou hodnotu  $\frac{1}{20}$ . *Tyto úvahy jsou správné a přesnost odvozených vzorců zcela vyhovuje pro vzdálenosti měřené Shoranem. Při převodu délek měřených přesnými světelnými dálkoměry je však třeba určit úhel  $\beta$  a jeho kosinus mnohem přesněji.*

Dosah velkých světelných dálkoměrů je asi 50 km. Bude-li tedy měřená délka vyjádřena v centimetrech, bude to číslo o 7 cifrách, bude-li vyjádřena v milimetrech bude mít 8 cifer. Předpokládáme-li přímé měření geodetických základů nebo přímé měření trigonometrických stran (či jiných délek), bude žádoucí, aby chyba redukce byla řádově v milimetrech. To znamená, že funkce kosinus musí být správná na 8 desetinných míst.

Z obrázku 1 je zřejmé, že

$$\sin \beta = \frac{\overline{BB'}}{AB} \doteq \frac{\overline{BB'}}{s}; \quad (11)$$

dále můžeme počítat

$$\overline{BB'} = \Delta H \cos \frac{\varepsilon}{2}$$

Protože úhel  $\varepsilon$  bude malý, můžeme položit

$$\cos \frac{\varepsilon}{2} \doteq 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\varepsilon}{2} \right)^2$$

a dosadit

$$\frac{\varepsilon}{2} \doteq \frac{s}{2R}.$$

Potom bude

$$\overline{BB'} \doteq \Delta H - \frac{\Delta H}{8} \frac{s^2}{R^2} \quad (12)$$

a dosadíme-li do rovnice (11), dostaneme:

$$\sin \beta' = \frac{\Delta H}{s} - \frac{\Delta H}{8} \cdot \frac{s}{R^2} \quad (13)$$

Podle vzorce (13) vypočteme hodnotu  $\sin \beta'$ , k ní najdeme v tabulkách trigonometrických funkcí hodnotu  $\cos \beta'$  aniž bychom úhel počítali – viz [10], str. 142. Redukovanou délku  $s'$  potom počítáme podle vzorce (10).

Pro druhý člen na pravé straně rovnice (10), který označme

$$\Delta s = \frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot \frac{s^2}{24R^2}$$

lze sestavit tabulku s argumentem  $s$ , neboť  $n$  je pro určitou délku vlny (určitý druh dálkoměru) konstantní a také  $R$  lze volit konstantní bez újmy na přesnosti výsledku. Pro světelné dálkoměry jsem sestavil tabulku 3, kde jsou udány hodnoty  $\Delta s$  pro  $s$  do 30 km v milimetrech, pro  $s$  od 30 do 50 km v centimetrech. Podobnou tabulku lze snadno sestavit pro jiné hodnoty  $n$ .

Tabulka 3

$n = 7,657$

$s$ km	$\Delta s$ mm	dif. mm	$s$ km	$\Delta s$ cm	dif. cm
5	0,1	+	31	3,0	+
6	0,2	0,1	32	3,3	0,3
7	0,3	0,1	33	3,6	0,3
8	0,5	0,2	34	3,9	0,3
9	0,7	0,2	35	4,3	0,4
10	1,0	0,3	36	4,7	0,4
11	1,3	0,3	37	5,1	0,4
12	1,7	0,4	38	5,5	0,4
13	2,2	0,5	39	6,0	0,5
14	2,8	0,6	40	6,4	0,4
15	3,4	0,6	41	6,9	0,5
16	4,1	0,7	42	7,4	0,5
17	4,9	0,8	43	8,0	0,6
18	5,9	1,0	44	8,6	0,6
19	6,9	1,0	45	9,2	0,6
20	8,0	1,1	46	9,8	0,6
21	9,3	1,3	47	10,4	0,6
22	10,7	1,4	48	11,1	0,7
23	12,2	1,5	49	11,8	0,7
24	13,9	1,7	50	12,6	0,8
25	15,7	1,8			
26	17,7	2,0			
27	19,8	2,1			
28	22,1	2,3			
29	24,5	2,4			
30	27,2	2,7			

V následujícím formuláři jsou vypočteny 3 redukované délky, měřené z téhož bodu  $A$ , jejichž velikost je 10, 30 a 50 km.

Převod přímo měřené šikmé délky na délku na kouli o poloměru  $N_A$

Poř. čís.	Veličina	Jednotky	Numerické hodnoty		
(1)	$s$	m	10 000,00	30 000,00	50 000,00
(2)	$H_B$	m	2 000,0	2 000,00	3 500,00
(3)	$H_A$	m	1 000,00	1 000,00	1 000,00
(4)	$\Delta H = (2) - (3)$	m	1 000,00	1 000,00	2 500,00
(5)	$H_m = \frac{(2) + (3)}{2}$	m	1 500,00	1 500,00	2 250,00
(6)	$\varphi_A$		52°00'	52°00'	52°00'
(7)	$N_A$	km	6 391,5	6 391,5	6 391,54
(8)	$N_A + H_m$	km	6 393,0	6 393,0	6 393,79
(9)	(7) : (8)		0,99976 537	0,99976 537	0,99964 810
(10)	(4) : (1)		0,10000 000	0,03333 333	0,05000 000
(11)	(4) · (1)	km <sup>2</sup>	10,000	30,000	125,000
(12)	$8R^2$	km <sup>2</sup>	$325,7 \cdot 10^6$	$325,7 \cdot 10^6$	$325,7 \cdot 10^6$
(13)	(11) : (12)		$3 \cdot 10^{-8}$	$9 \cdot 10^{-8}$	$38 \cdot 10^{-8}$
(14)	$\sin \beta = (10) - (13)$		0,09999 997	0,03333 324	0,04999 962
(15)	$\cos \beta$		0,99498 744	0,99944 429	0,99874 924
(16)	(1) · (15)	m	9 949,874	29 983,329	49 937,462
(17)	(9) · (16)	m	9 947,539	29 976,294	49 919,889
(18)	$\Delta s$ (z tabulky)	m	0,001	0,027	0,126
(19)	$s' = (17) + (18)$	m	9 947,540	29 976,321	49 920,015

Stejně délky byly redukovány také podle vzorců B. Delonga; kromě toho byla ještě redukována délka  $s = 200$  km,  $\Delta H = 10$  km. Tabulka 4 ukazuje, že výsledky výpočtu podle vzorce (10) a podle vzorců B. Delonga jsou prakticky stejné; náš výpočet je však mnohem jednodušší a tedy hospodárnější.

Tabulka 4

Měřená délka $s$	Převýšení $\Delta H$	Redukovaná délka		Rozdíl
		podle vzorce (10)	podle Delonga	
10 km	1 000 m	9 947,540 m	9 947,541 m	+ 1 mm
30 km	1 000 m	29 976,321 m	29 976,321 m	∅
50 km	2 500 m	49 920,015 m	49 920,013 m	- 2 mm
200 km	10 000 m	199 570,558 m	199 570,557 m	- 1 mm

II. Úprava základního vzorce, jsou-li úhly  $\beta < 3^\circ$

Je-li úhel  $\beta \leq 3^\circ 16'$  můžeme (při zachování přesnosti na 8 desetinných míst) položit

$$\sin \beta = \beta - \frac{\beta^3}{3!}$$

Dosadíme-li do rovnice (13), bude

$$\beta - \frac{\beta^3}{3!} = \frac{\Delta H}{s} - \frac{\Delta H}{8} \frac{s}{R^2}$$

a odtud

$$\beta = \frac{\Delta H}{s} - \frac{\Delta H}{8} \frac{s}{R^2} + \frac{\beta^3}{6} \quad (14)$$

Ve třetím členu na pravé straně rovnice (14) můžeme (bez újmy na přesnosti) položit

$$\beta \doteq \frac{\Delta H}{s}$$

a psát:

$$\beta = \frac{\Delta H}{s} - \frac{\Delta H}{8} \frac{s}{R^2} + \frac{1}{6} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^3 \quad (15)$$

Z rovnice (15) je (po zanedbání malých veličin vyššího řádu):

$$\beta^2 \doteq \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 + \frac{1}{3} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^4$$

$$\beta^3 \doteq \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^3$$

a tedy

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 + \frac{1}{3} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^4 \right] + \frac{1}{24} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^4$$

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 - \frac{1}{8} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^4 \quad (16)$$

Po dosazení vztahu (16) do rovnice (10) dostaneme:

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 - \frac{1}{8} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^4 \right] + \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{s^3}{24R^2} \quad (17)$$

Vynásobíme-li ve vzorci (17), můžeme jej upravit obdobně jako Verstelle:

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s - \frac{N_A}{N_A + H_m} \frac{\Delta H^2}{2s} - \frac{N_A}{N_A + H_m} \frac{\Delta H^4}{8s^3} + \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{s^3}{24R^2} \quad (18)$$

Hodnota třetího členu na pravé straně rovnice (18) je malá (obvykle jen několik centimetrů); můžeme zde proto položit

$$\frac{N_A}{N_A + H_m} \doteq 1$$

Potom dostaneme vzorec v konečné úpravě

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s - \frac{N_A}{N_A + H_m} \frac{\Delta H^2}{2s} - \frac{1}{8} \frac{\Delta H^4}{s^3} + \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{s^3}{24R^2} \quad (19)$$

Pro srovnání uvedeme Verstellův konečný vzorec (15), přepsaný v naší symbolice:

$$s' = \frac{R_m}{R_m + H_m} s - \frac{R_m}{R_m + H_m} \frac{\Delta H^2}{2s} + \frac{1}{24} \frac{\Delta H^4}{s^3} + \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{s^3}{24R^2}$$



Náš vzorec (19) a vzorec Verstellův se liší v tom, že

a) my převádíme přímo měřenou délku z terénu na kouli o poloměru  $N_A$  v počátečním bodě  $A$ , Verstelle na kouli o poloměru  $R_m = \sqrt{MN}$  pro střední zeměpisnou šířku bodů  $A, B$ ;

b) při odvozování jsme počítali úhel  $\beta$  přesněji. V důsledku toho se oba vzorce liší ve třetím členu na pravé straně rovnic; u Verstella je tento člen roven

$$+ \frac{1}{24} \frac{\Delta H^4}{s^3},$$

v našem vzorci

$$- \frac{1}{8} \frac{\Delta H^4}{s^3}$$

Kdybychom počítali v obou případech na kouli o stejném poloměru, budou výsledky podle vzorce (19) menší o hodnotu

$$\frac{\Delta H^4}{s^3} \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{8} \right) = \frac{1}{6} \frac{\Delta H^4}{s^3}$$

než výsledky podle vzorce Verstellova, tj. o čtyřnásobek odpovídajícího členu ve Verstellově vzorci.

Je-li tedy úhel  $\beta < 3^\circ$ , což odpovídá zaokrouhlenému poměru  $\frac{\Delta H}{s} < \frac{1}{20}$ , vypočteme podle vzorců (17) nebo (19) výsledek stejně přesně jako podle základního vzorce (10) nebo podle vzorců inž. Delonga.

#### Příklad výpočtu

Poř. čís.	Veličina	Jednotky	Numerické hodnoty
(1)	$s$	m	30 000,00
(2)	$H_A$	m	1 000,00
(3)	$H_B$	m	2 000,00
(4)	$H_m = \frac{(2) + (3)}{2}$	m	1 500,00
(5)	$\varphi_A$		52°00'
(6)	$N_A$	km	6 391,5
(7)	$N_A + H_m = (4) + (6)$	km	6 393,0
(8)	(6) : (7)		0,99976 537
(9)	(3) : (1)	m	29 992,961
(10)	$\Delta H = (3) - (2)$	km	1,0
(11)	(10) : (1)		0,03333 333
(12)	(11) <sup>2</sup>		0,00111 111
(13)	(11) <sup>4</sup>		0,00000 123
(14)	$\frac{1}{24}$ (12)		0,00055 556
(15)	$\frac{1}{8}$ (13)		0,00000 015
(16)	$\cos \beta = 1,0 - (14) - (15)$		0,99944 429
(17)	(16) · (9)	m	29 976,294
(18)	$\Delta s$ (z tabulky)	mm	27
(19)	$s'$	m	29 976,321

Výsledek je shodný s výpočtem podle vzorce (10). Vypočítali jsme některé další redukované délky podle vzorce (17) a také podle vzorce Verstellova, při čemž i zde jsme počítali na kouli o poloměru  $N_A$ . Rozdíly obou výpočtů vzhledem k výpočtům podle vzorce (10) jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5

Měřená délka $s$	$\Delta H$	Chyba vypočtené délky	
		vzorec (17) nebo (19)	vzorec Verstellého
10 km	1 km	+ 1 mm	+ 169 mm
30 km	1 km	∅	+ 6 mm
50 km	2,5 km	- 2 mm	+ 50 mm
200 km	10 km	- 4 mm	+ 203 mm

Tabulka potvrzuje, že naše vzorce (17) nebo (19) jsou přesnější než vzorce J. Th. Verstella, a tedy vhodnější pro redukci délek, neboť *počítářská práce je úplně stejná*.

### III. Další zjednodušení vzorců pro kratší délky a menší převýšení koncových bodů

Z tabulky 5 je zřejmé, že vzorce (17) nebo (19) dávají prakticky přesné výsledky i pro velké vzdálenosti a značná převýšení koncových bodů. Budou-li převýšení menší, můžeme ve vzorci (17) zanedbat třetí člen v lomené závorce a psát:

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 \right] + \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{s^3}{24R^2} \quad (20)$$

Chyba ze zanedbání členu

$$- \frac{1}{8} \frac{N_A}{N_A + H_m} \cdot \frac{\Delta H^4}{s^3}$$

dosáhne například 1 mm, bude-li  $\Delta H = 300$  m a  $s = 10$  km; pro  $s = 50$  km bude tato chyba 1 mm teprve pro  $\Delta H = 1000$  m.

Poslední člen na pravé straně rovnice (20) má pro  $s = 10$  km hodnotu 1 mm (viz tabulku 3); lze jej tedy, při délkách  $s < 10$  km a redukcích s přesností asi 1 mm, zanedbat a psát

$$s' = \frac{N_A}{N_A + H_m} s \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta H}{s} \right)^2 \right] \quad (21)$$

Položme dále

$$\frac{N_A}{N_A + H_m} = \frac{1}{1 + \frac{H_m}{N_A}} \doteq 1 - \frac{H_m}{N_A}$$

Po vynásobení v rovnici (21) můžeme ještě ve druhém členu na pravé straně položit

$$1 - \frac{H_m}{N_A} = 1;$$

tak dostaneme vzorec

$$s' = s - \frac{\Delta H^2}{2s} - \frac{H_m}{N_A} \cdot s \quad (22)$$

V menších nadmořských výškách a při kratších délkách můžeme počítat na kouli o poloměru  $R = 6\,381$  km, takže vzorec (22) nabude tvaru,

$$s' = s - \frac{H_m}{R} \cdot s - \frac{\Delta H^2}{2s} \quad (23)$$

který ukazuje, že délky pod 10 km, měřené v menších nadmořských výškách, pokud výškový úhel nepřesáhne asi  $2^\circ$  redukuje se právě tak jednoduše, jak jsme v praxi zvyklí, tj. *opravíme je o opravu z převýšení koncových bodů a opravu z nadmořské výšky*.

V tabulce 6 jsou uvedeny výsledky redukce měřené délky  $s = 10\,000$  m,  $\Delta H = 300$  m,  $H_m = 1500$  m,  $\varphi = 52^\circ$ , vypočtené jednak podle přesného vzorce (10), jednak podle vzorců (21), (22) a (23).

Tabulka 6

Redukovaná délka						
Vzorec (10)	Vzorec (21)	Rozdíl 2-1	Vzorec (22)	Rozdíl 4-1	Vzorec (23)	Rozdíl 6-1
1	2	3	4	5	6	7
9 993,155 m	9 993,155 m	∅	9 993,153 m	- 2 mm	9 993,149 m	- 6 mm

Chyba - 6 mm ve výsledku, vypočteném podle vzorce (23) je způsobena tím, že počítáme na kouli o poloměru  $R$ , ačkoliv střední výška je značná (1500 m).

V praxi bude vhodné kontrolovat výsledek vypočtený podle přesnějšího vzorce výpočtem podle jednoduššího vzorce.

#### IV. Redukce šikmých délek, jsou-li měřeny výškové úhly

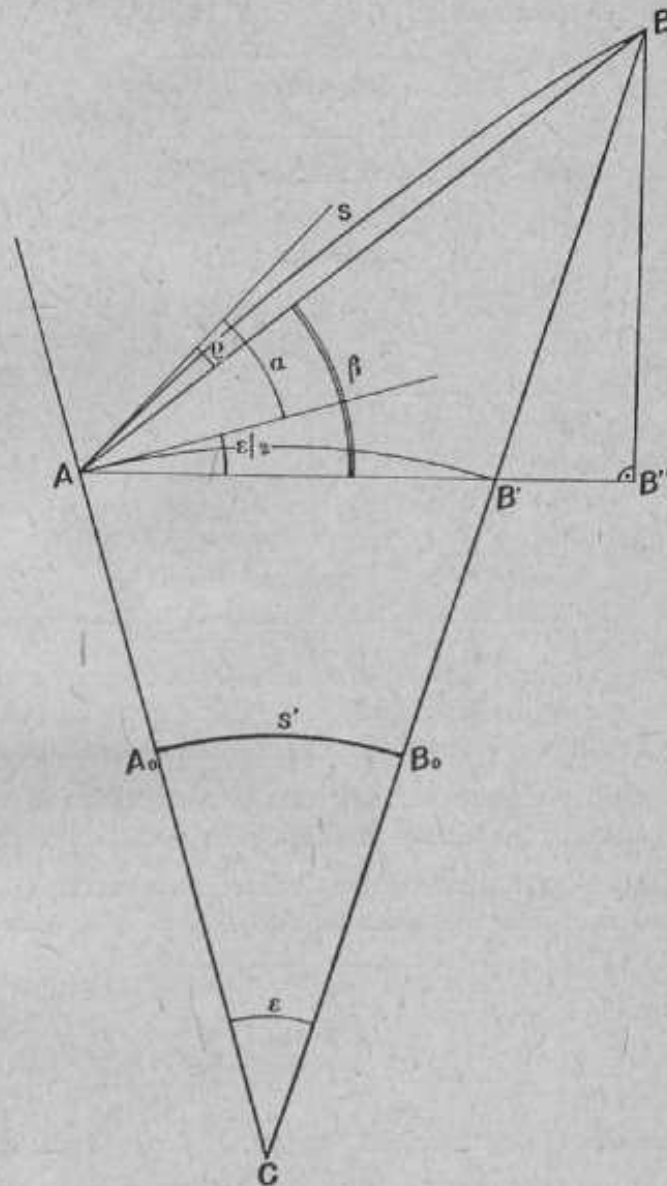
Rádiovými a světelnými dálkoměry se u nás budou jistě měřit déky polygonových stran, dlouhé rajóny apod.

Světelné dálkoměry jsou zvláště vhodné pro přesnou polygonometrii, která nahradí triangulaci. Například geodimetrem NASM-4 je možno měřit délky od 300 m do 5 km s přesností  $\pm (1 \text{ cm} + 5 \cdot 10^{-6} s)$ , tj. strany 3 km dlouhé s chybou asi  $\pm 2,5$  cm. Některé jiné přístroje tohoto druhu dovolují měřit délky do 2 km s přesností  $\pm 2$  cm. Vysoká přesnost měřených délek a vysoké požadavky na přesnost souřadnic bodů, určených přesnou polygonometrií při náhradě triangulace, vyžadují, aby měřené délky byly správně převedeny na elipsoid a do zobrazovací roviny.

V polygonometrii a při určování souřadnic bodů rayony se budou zpravidla určovat také výšky bodů, tj. měřit výškové úhly. Těchto výškových úhlů můžeme použít k redukci

měřených délek; protože půjde o kratší délky, nahradíme elipsoid koulí o poloměru  $R = \sqrt{MN}$ .

V obrázku 2, který je obdobný obrázku 1, je měřený výškový úhel označen  $\alpha$ , refrakční úhel  $\varrho$ .



Obr. 2

Z obrázku je patrné, že úhel  $\beta$  je nyní roven:

$$\beta = \alpha + \frac{\varepsilon}{2} - \varrho,$$

nebo

$$\beta = \alpha + \Delta\alpha,$$

kde oprava

$$\Delta\alpha = \frac{\varepsilon}{2} - \varrho. \quad (24)$$

Pro výpočet opravy  $\Delta\alpha$  lze sestavit jednoduchou tabulku, neboť je – viz [11], str. 18:

$$\frac{\varepsilon}{2} = \frac{s}{2R},$$

$$\varrho = k \frac{s}{2R},$$

kde  $k = 0,1306$ . Je tedy

$$\Delta\alpha'' = \varrho'' (1 - k) \frac{s}{2R}, \quad (25)$$

a po dosazení  $\varrho'' = 206\,265$  dostáváme:

$$\Delta\alpha'' = 14'',05 \frac{s}{\text{km}} \quad (26)$$

V tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty  $\Delta\alpha''$  pro některé délky.

**Tabulka 7**

$R = 6381 \text{ km}$

$s$ km	$\Delta\alpha''$
1	14'',0
2	28,1
3	42,2
4	56,2
5	1'10'',2

*Poznámka:* Měřený výškový úhel by se měl ještě opravit o složku tížnicové odchylky; to však bude třeba jen ve vyjimečných případech, tj. při velké požadované přesnosti redukce, delších stranách a jsou-li v uvažovaném území značnější tížnicové odchylky.

Kdybychom nakreslili obdobný obrázek pro úhly hloubkové, zjistili bychom, že úhel  $\beta$  dostaneme, zvětšíme-li absolutní hodnotu hloubkového úhlu rovněž o  $\Delta\alpha''$ .

Redukovanou délku  $s'$  počítáme opět ze základního vzorce (10) ve kterém však (vzhledem ke kratším délkám) můžeme zanedbat druhý člen na pravé straně:

$$s' = \frac{R}{R + H_m} s \cos \beta \quad (27)$$

Pro menší nadmořské výšky můžeme vzorec (27) dále upravit takto:

$$s' = \left(1 - \frac{H_m}{R}\right) s \cos \beta \quad (28)$$

Označíme-li

$$\left(1 - \frac{H_m}{R}\right) = (A)$$

bude

$$s' = (A) \cdot s \cos \beta \quad (29)$$

Veličinu  $(A)$  můžeme tabulkovat k argumentům  $H_m$  — viz tabulku 8.

Je zřejmé, že k redukci podle vzorce (27), (28), nebo (29) potřebujeme střední výšku  $H_m$  bodů  $A, B$ . Jsou-li strany kratší než 1 km, stačí určit tuto výšku s přesností asi 5 m (chyba je potom menší než 1 mm); požadujeme-li přesnost redukce  $\pm 1 \text{ cm}$ , stačí v tomto případě  $H_m$  s přesností  $\pm 50 \text{ m}$ . Výšky s touto přesností lze určit z mapy nebo přibližným výpočtem z měřených délek a úhlů. Pro redukci délek od 1 do 5 km s milimetrovou přesností je třeba znát výšky nad elipsoidem velmi přesně; v tomto případě je *výhodnější vypočítat nejprve*

výšky všech bodů, při čemž výškové rozdíly počítáme ze šikmých délek a výškových úhlů [12]. Vystačí-li centimetrová přesnost redukce, je třeba znát  $H_m$  asi na  $\pm 5$  m.

Při redukci šikmé délky do nulové hladiny můžeme postupovat také tak, že počítáme s výškovým úhlem  $\alpha$  v jeho původní (naměřené) hodnotě a vypočtenou délku dodatečně opravíme.

Tabulka 8

$R = 6381$  km

$H_m$	$(A) = 1 - \frac{H_m}{R}$	dif.
100 m	0,9999 843	- 156
200	687	157
300	530	157
400	373	157
500	216	156
600	060	157
700	0,9998 903	157
800	746	156
900	590	- 157
1 000 m	0,9998 433	

Ve vzorci (28) je

$$s \cos \beta = s \cos (\alpha + \Delta \alpha) \doteq s \left( \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \frac{\Delta \alpha''}{\rho''} \right)$$

Dosadíme-li do této rovnice za  $\Delta \alpha''$  z rovnice (25), bude

$$s \cos \beta \doteq s \cos \alpha - \frac{1-k}{2R} s^2 \sin \alpha,$$

a vzorec (28) můžeme psát (položíme-li ve druhém členu na pravé straně  $\left(1 - \frac{H_m}{R}\right) \doteq 1$ ):

$$s' = \left(1 - \frac{H_m}{R}\right) s \cos \alpha - \frac{1-k}{2R} s^2 \cdot \sin \alpha,$$

čili

$$s' = \left(1 - \frac{H_m}{R}\right) s \cos \alpha - O \cdot \sin \alpha \quad (30)$$

kde  $O$  je známá oprava ze zakřivení Země a refrakce při trigonometrickém měření výšek. V tabulce 9. jsou uvedeny hodnoty  $O \cdot \sin \alpha$  pro strany do 5 km a výškové úhly do  $10^0$ .

Tabulka 9

Délka	Měřený úhel				
	$2^0$	$4^0$	$6^0$	$8^0$	$10^0$
	Oprava v centimetrech				
1 km	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2
2	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7
3	2,1	4,3	6,4	8,5	10,6
4	3,8	7,6	11,4	15,2	18,9
5 km	5,9	11,9	17,8	23,7	29,6

Z tabulky je vidět, že již při  $s = 2$  km a  $\alpha = 2^0$  dosahuje oprava téměř 1 cm; oprava roste se čtvercem vzdálenosti a pro  $s = 5$  km a úhel  $\alpha = 10^0$  je téměř 30 cm.

Postup výpočtu je tedy tento:

Naměřený výškový úhel  $\alpha$  (absolutně vzatý hloubkový úhel) zvětšíme o hodnotu  $\Delta\alpha$ , vypočtenou podle vzorce (26); tak dostaneme úhel  $\beta$  a z rovnice (28) vypočteme redukovanou délku  $s'$ ,

nebo,

počítáme podle rovnice (30), tj. počítáme s úhlem  $\alpha$  a odečteme korekci  $O \cdot \sin \alpha$ .

Měříme-li zenitové vzdálenosti  $z$ , je zřejmé

$$\alpha = 90^\circ - z;$$

$$\beta = \alpha + \Delta\alpha = 90^\circ - (z - \Delta\alpha),$$

$$\cos \beta = \sin(z - \Delta\alpha),$$

a vzorec (29) má potom tvar

$$s' = \left(1 - \frac{H_m}{R}\right) s \sin(z \mp \Delta\alpha) \quad (31)$$

Tento vzorec můžeme upravit obdobně vzorcí (30):

$$s' = \left(1 - \frac{H_m}{R}\right) s \sin z \mp O \cos z \quad (32)$$

Ve vzorcích (31) a (32) platí horní znaménka pro  $z < 90^0$ , dolní znaménka pro  $z > 90^0$ .

Redukovanou délku  $s'$  můžeme pro strany do 5 km považovat za délku na elipsoidu.

Tuto délku převedeme známým způsobem na délku v Gaussově zobrazovací rovině.

Příklady výpočtu redukovaných dělek podle vzorce (29):

$s$	2482,160 m	3 214,560 m
$\alpha$	+ 11°36'12"	- 4°12'47"
$\Delta\alpha''$	+ 35"	- 45"
$\beta$	+ 11°36'47"	- 4°13'32"
$\cos \beta$	0,979 529	0,997 282
$s \cos \beta$	2 431,348 m	3 205,823 m
$H_m$	1 000,000 m	1 000,000 m
$(A)$ (z tabulky)	0,999 843	0,999 843
$s' = (A) s \cos \beta$	2 430,966 m	3 205,320 m

### Závěr

Rádiové dálkoměry mají obecně menší přesnost, dovolují však měřit větší vzdálenosti; světelné dálkoměry jsou obvykle přesnější, jejich dosah je však menší. Tyto vlastnosti uvedených přístrojů určují také jejich vhodnost pro délková měření v praxi. Tak například geodimetr NASM-2A nebo Bolšoj světodálkoměr CNIIGAiK jsou vhodné pro měření geodetických základů, přímé měření stran trigonometrické sítě a jiná velmi přesná měření délek; geodimetr NASM-4 pro přesnou polygonometrii; geodimetr NASM-3, světelný dálkoměr SVV-1 nebo telluometr pro běžnou polygonometrii o dlouhých stranách a jiná měření, kde se nevyžaduje příliš vysoká přesnost.

Rádiovými nebo světelnými dálkoměry naměříme mezi dvěma body v terénu délku  $s$ , kterou považujeme za oblouk kružnice o poloměru  $nR$ , kde  $n$  je empiricky zjištěný koeficient.

Délku  $s$  je třeba převést na délku na elipsoidu, popřípadě na délku v zobrazovací rovině. Při tomto převodu je nutno zachovat přesnost dosaženou při měření. To ovšem vyžaduje, aby vzorce byly vhodně upraveny (pro různé délky a pro různou přesnost měření a redukci).

V článku jsou odvozeny vzorce pro tzv. I. etapu matematické redukce, tj. pro převod délky  $s$  na délku  $s'$  na vhodné kouli; redukce z této koule na elipsoid jsou již malé a lze je řešit nomogramy, které sestrojil Inž. Delong.

Základní vzorec (10) je odvozen zpřesněním postupu J. Th. Verstella. Tento vzorec je vhodný pro redukce větších vzdáleností, měřených přesnými světelnými dálkoměry a dlouhých vzdáleností, měřených dálkoměry rádiovými. Tabulka 3 usnadňuje výpočet korekčního členu.

V II. části je základní vzorec upraven pro přesnou redukci délek, pokud poměr

$$\frac{\Delta H}{s} < \frac{1}{20}$$

Ve III. části jsou vzorce dále zjednodušeny pro vzdálenosti kratší než 10 km.

Ve IV. části jsou odvozeny vzorce pro redukci kratších délek (v polygonových pořadech, při určování souřadnic bodů rajóny apod.), jsou-li měřeny také výškové úhly.

V praxi je třeba redukovat délky, měřené světelnými nebo rádiovými dálkoměry, podle vhodných vzorců; jen tak dosáhneme potřebné přesnosti při nejmenší počítácké práci.

#### Literatura:

- [1] Delong B.: Základy elektronických metod v geodesii. Praha 1957.
- [2] Lazanov P. E.: Opyt primeneniya geodimetra Bergstranda. Geodezija i kartografija, č. 2, 1959.
- [3] Kolibajev V. A.: Ob izmerenii vychodnyh storon geodimetrom Bergstranda. Geodezija i kartografija, č. 9, 1959.
- [4] Kolektiv autorů: Bolšoj světodalnoměr CNIIGAiK. Geodezija i kartografija, č. 10, 1959.
- [5] Verstelle J. Th.: Some geodetic problems involed in the computation of long distances measured by Shoran or similar electronic or radio equipment. Photogrammetria, č. 1, 1949.
- [6] Hubeny K.: Zur Reduktion der kürzesten Weglänge in die geodätische Bezugsfläche. Oestereichische Zeitschrift für Vermessungswesen, č. 6, 1952.
- [7] Gerke K.: Die Genauigkeit der Stationshöhen für elektromagnetisch gemessene Strecken. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, č. 6, 1954.
- [8] Rinner K.: Über die Reduktion grosser elektronisch gemessener Entfernungen. Zeitschrift für Vermessungswesen, č. 2, 1956.
- [9] Delong, B.: Zur Reduktion elektronisch gemessener Strecken in die geodätische Bezugsfläche. Studia geophysica et geodaetica, č. 1, 1958.
- [10] Vykutíl J.: Technika geodetických výpočtů. Brno 1956.
- [11] Ryšavý J.: Geodesie II. Praha 1955.
- [12] Vykutíl J.: K výpočtu trigonometricky měřených výškových rozdílů. Vojenský topografický obzor, č. 1, 1960.



Ing. Vladimír S a g a

## Samočinný reléový počítač stroj Z-11

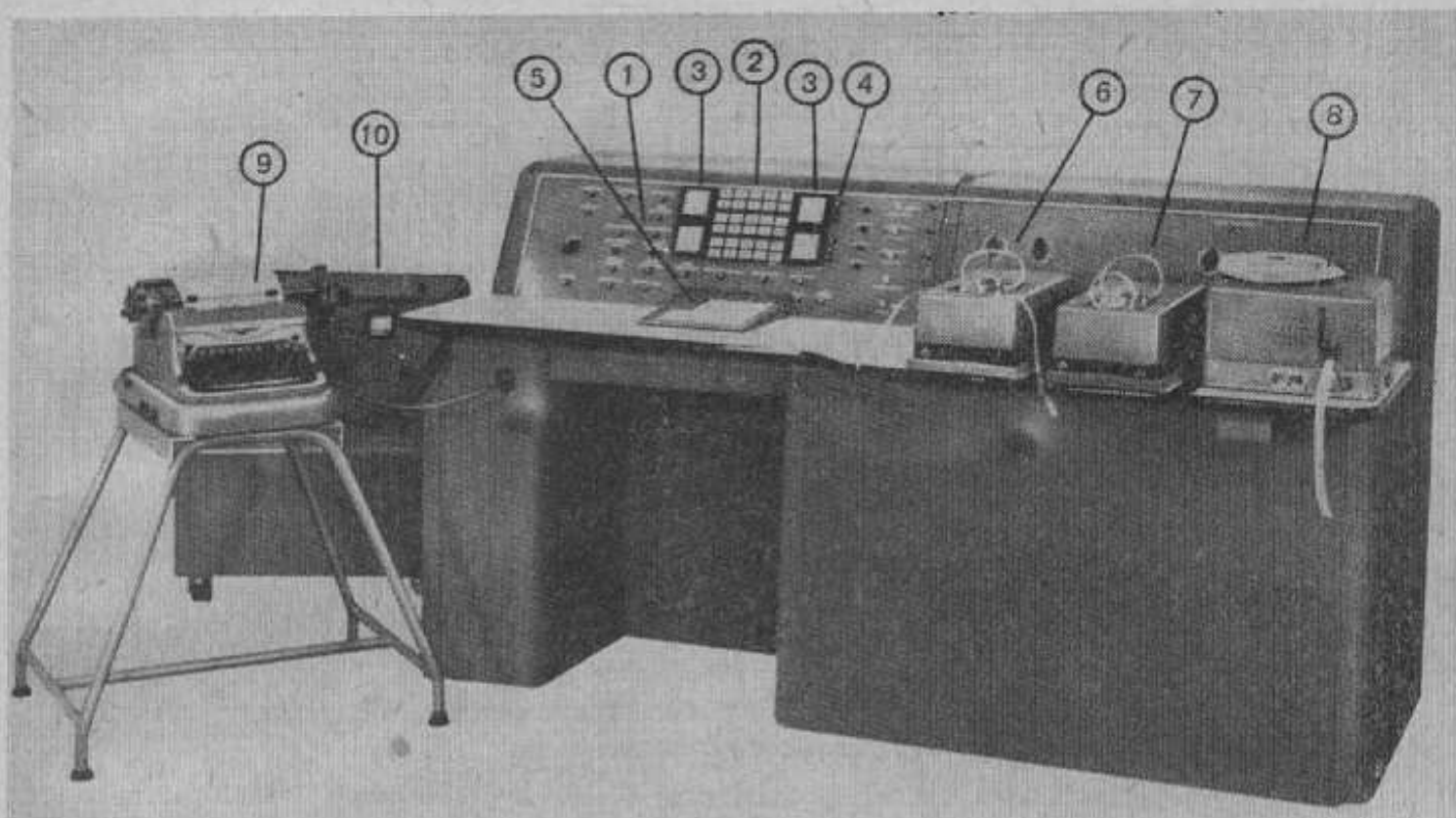
Všestranný rychlý rozvoj mechanizačních a automatizačních prostředků v posledních letech silně ovlivnil nejrůznější obory lidské činnosti. Samočinné počítačové stroje a stroje děrnoštitkové nahradily na mnoha úsecích člověka, pracujícího poměrně pomalu a s chybami. Je jasné, že ani úkoly topografické služby a zeměměřictví vůbec nebude lze trvale řešit současnými pracovními metodami, nemá-li to nutně vést k zaostávání vzhledem k ostatním úsekům našeho života. Je velmi závažným nedostatkem, že výzkum v oboru moderních pracovních metod a mechanizačních zařízení není prováděn v souladu se současnými úkoly. Přestože už podruhé od osvobození bylo přikročeno k mapování celého státního území, tedy k úkolům, které by těžko našly obdobu jinde v Evropě, zůstaly pracovní metody stejné jako před 20 nebo více léty.

Chceme proto podrobněji popsat jeden z prostředků, umožňujících podstatné zvýšení produktivity práce při provádění geodetických výpočtů, reléový samočinný počítač stroj Z-11, výrobek západoněmecké firmy Zuse. Malé rozměry, specializace stroje pro určitý obor, a tím i do jisté míry omezená výkonnost, nevyžadují přílišné soustředění výpočetních prací. Uvedení takového menšího zařízení do provozu má proto tu výhodu, že nepřivodí podstatné změny v organizaci. Stroj byl vyvinut původně přímo pro řešení základních úloh nižší geodzie, jejichž programy byly do stroje pevně vestavěny. Později byl stroj doplněn pro řízení programem jiným než vestavěným i pro přenos výsledků děrnou páskou a byly vyrobeny také stroje určené pro optiku a pojišťovnictví.

Samočinné počítačové stroje se kvalitativně odlišují od všech dosavadních běžně užívaných počítačových strojů, ručních nebo elektrických. Jejich odlišnost záleží, vedle podstatně vyšší rychlosti počítání, jednak v jejich schopnosti provádět celou řadu početních operací za sebou bez zásahu obsluhy, jednak v tom, že mohou do určité míry samočinně řídit postup výpočtu. Dosavadní počítačové stroje mechanizují výpočty, ale vyžadují, aby byly obsluhovány počtáři kvalifikovanými v určitém oboru. Stroj provádí pouze jednotlivé početní úkony, jejichž sled musí řídit počtář, který zároveň do stroje vkládá hodnoty a vypisuje dílčí a konečné výsledky. Samočinné počítače naproti tomu jsou skutečnými prostředky automatizace výpočetních prací. Stroj počítá podle programu a řeší tak celé výpočetní vzorce, do nichž dosazuje vstupní hodnoty. Vkládání vstupních hodnot a výpis výsledků ze stroje jsou zpravidla také automatizovány. Obsluha stroje se tak omezuje na uvedení do chodu, vložení programu a vstupních hodnot. Počtář může provádět výpočty nejrůznějších úloh, aniž jejich řešení vůbec zná.

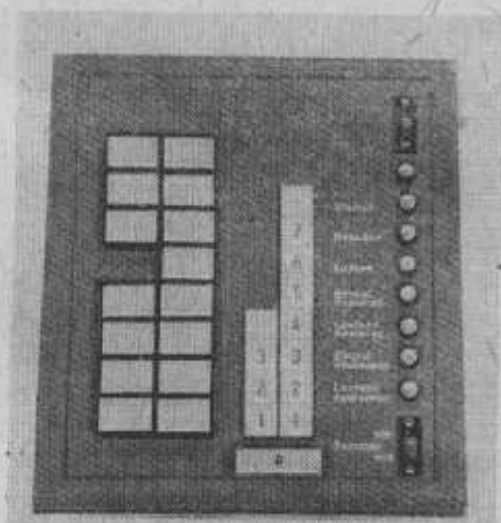
Rozeznáváme dva základní typy samočinných počítačů: *analogové* a *číslicové*. Analogové počítače zobrazují číselné hodnoty spojitě proměnnou fyzikální veličinou - délkou úsečky, napětím proudu atd. Analogie, která je mezi těmito fyzikálními veličinami a odpovídající-

mi číselnými hodnotami, dala tomuto druhu samopočítačů jméno. Jednoduchým analogovým počítačem je např. logaritmické pravítko, kde logaritmy čísel jsou převedeny na úsečky, tj. na hodnoty délkové. Analogové počítače jsou vždy jednoúčelové, tj. jsou postaveny pro jeden druh výpočtu a mají malou přesnost. Číslicové počítače pracují s čísly a ve formě čísel také podávají výsledky. Staví se buď jako jednoúčelové nebo jako univerzální. Přesnost počítačů číslicových je prakticky neomezená. Jednoúčelovým číslicovým počítačem je např. sečítací stroj, víceúčelovým automatický kalkulační stroj.

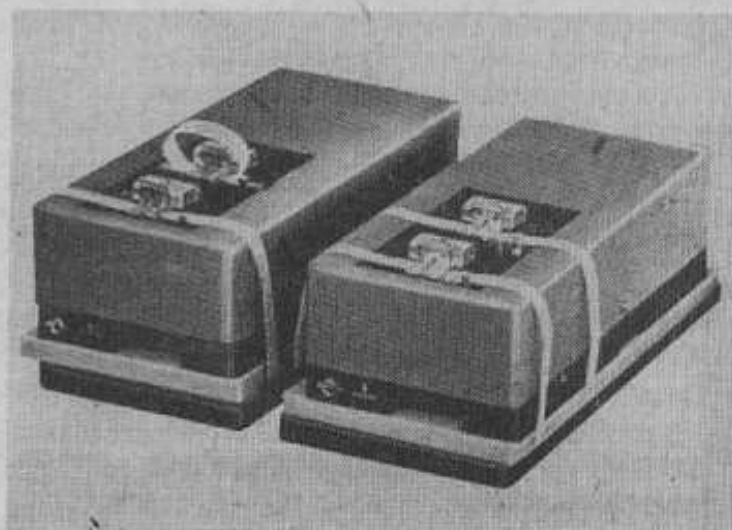


Reléový samočinný počítač Z-11 s elektrickým psacím strojem a proudovým zdrojem.

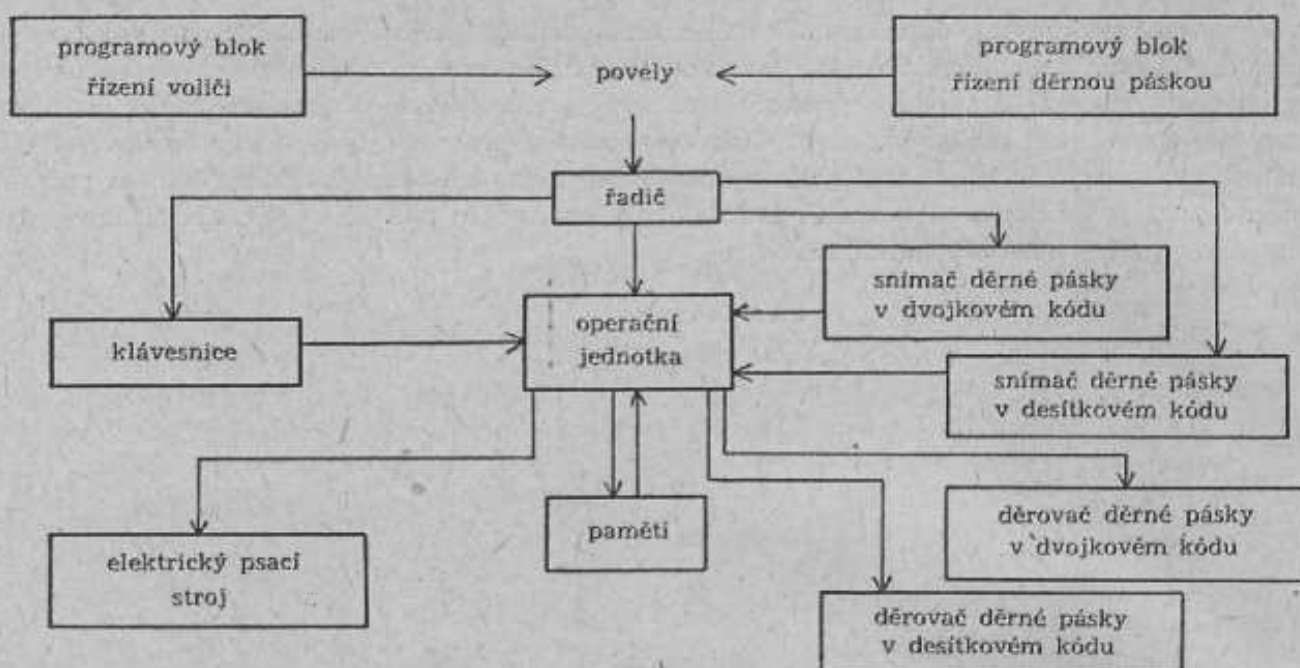
- 1) programová tlačítka 2) transparenty symbolů 3) transparenty oznamovací 4) podněťová tlačítka 5) klávesnice 6) snímač z děrné pásky hodnot v dvojkovém kódu 7) snímač z děrné pásky hodnot v desítkovém kódu 8) děrovač 9) elektrický psací stroj 10) proudový zdroj.



Ovládací deska pro děrování programových děrných pásek. Je umístěna na zvláštním stole.



Dva snímače programových děrných pásek se čtyřmi snímacími hlavicemi.



Obr. 2

## Hlavní části samočinného počítače Z-11 a jejich funkce

### 1. Vstup a výstup

Vstupní zařízení umožňuje vkládat do stroje výchozí hodnoty a pracovní postup výpočtu, program. Výstupní zařízení slouží k vydávání výsledků.

Vstupní zařízení stroje Z-11 tvoří: Klávesnice, 2 snímače z děrné pásky v desítkové soustavě a 2 snímače z děrné pásky v dvojkové soustavě.

Výstupní zařízení tvoří: elektrický psací stroj a děrovač děrné pásky v desítkové nebo dvojkové soustavě.

Klávesnice stroje Z-11

9	9	9	9	9	9	9	9
8	8	8	8	8	8	8	8
7	7	7	7	7	7	7	7
6	6	6	6	6	6	6	6
5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4
L	3	3	3	3	3	3	3
K	2	2	2	2	2	2	2
-	1	1	1	1	1	1	1

Obr. 3

Spojení mezi dvojkovou jednotkou a desítkovými vstupními a výstupními zařízeními, tj. psacím strojem a klávesnicí, tvoří vyrovnávací paměti, kde se desítkové číslo po číslicích dvojkově zakóduje do čtyřmístných skupin, jak bude blíže vysvětleno ve stati o operační jednotce.

Klávesnice slouží k ručnímu vkládání čísel do stroje. Má 7 míst úplných, od 0 do 9, osmé - nejvyšší - místo má neúplné, od 0 do 3. Vlevo od nejvyššího místa jsou ještě další 3 klávesy, jedna pro znaménko a dvě pro charakteristiky „K“ a „L“ (obrázek č. 3).

Děrná páska hodnot v desítkové soustavě se děruje buď strojem Z-11, což je nevýhodné, protože obsazuje stroj, nebo na psacím stroji ve spojení s děrovačem. Zásadně se děrují osmimístná čísla. Snímání se provádí na dvou snímačích, sejmuté hodnoty se buď pro kontrolu vytisknou nebo jsou sejmuty bez kontrolního tisku, podle povelu.

Děrná páska hodnot v dvojkové soustavě se děruje pouze strojem Z-11. Protože děrování obsazuje stroj, bude mít děrování pásky smysl jen potud, pokud se budou děrovat dílčí výsledky v průběhu výpočtu, které budou v dalším sloužit jako vstupní hodnoty. Snímání se provádí dvěma snímači, sejmutá čísla se uloží do vyrovnávacích pamětí snímače S 201, S 202, S 203.

Výstup se děje pomocí psacího stroje. Elektrický psací stroj provádí při vypisování hodnot celkem 14 úderů. Základní tvar vypsaného čísla má devět číslic s mezerou mezi šestou a sedmou číslicí, která představuje desetinnou čárku, a mezerou mezi osmou a devátou číslicí, která odděluje poslední (deváté) místo. Toto místo může být zaokrouhleno nastavením přepínače do polohy „automatické zaokrouhlení“.

Základní tvar čísla: 123456 78 9

Pokud má desetinná čárka ležet jinde než za šestým desítkovým místem, je nutno její polohu programovat. Výjimku tvoří úhly, kde je desetinná čárka umístěna vždy za třetím desítkovým místem. Při programování polohy desetinné čárky se zároveň potlačí všechny nuly, stojící před první platnou číslicí, kromě nuly na prvním místě vlevo od desetinné čárky. Neprogramuje-li se poloha desetinné čárky, k potlačení nul nedojde. Číslo se vypíše v základním tvaru. Pověly pro programování desetinné čárky se dávají vždy před povel ku psaní.

Zpětný chod vozíku zároveň se změnou řádky a umístění vypsané hodnoty na formuláři lze programovat. Je ovšem samozřejmé, že nelze požadovat, aby bylo lze použít formulářů dosavadních.

## 2. Radič

Radič je „mozkem“ samočinného počítače. Řídí a kontroluje průběh výpočtu, řídí početní a logické operace, dává signály ke vstupu hodnot do stroje a pro výstup výsledků, pro ukládání hodnot do paměti a vyjímání hodnot z paměti. Pomocí tlačítek na ovládací desce, která je součástí radiče, umožňuje obsluhu zásahy do průběhu výpočtu, jeho zahájení a ukončení. Radič tedy prakticky přejímá většinu funkcí počítače na dosavadních běžných počítačích strojích.

Na ovládací desce jsou tlačítka pro start programu a jeho ukončení, tlačítka programová, jejichž stiskem se uvede do chodu příslušný program, a tlačítka zkušebních programů. Kromě toho jsou nad klávesnicí umístěny transparenty: 30 transparentů symbolů a 12 transparentů oznamovacích s tlačítky t1 až t6. Na transparentech symbolů jsou běžně užívaná označení veličin ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $X$ ,  $Y$  atd.) a kódová čísla pro řízení děrnou páskou. (V levém rohu nahoře.) Transparenty oznámí obsluhu rozsvícením, kdy a kterou hodnotu vložit. Zároveň se rozsvítí oznamovací transparent „vložit hodnotu“ a tlačítko t1. Stroj potom čeká tak dlouho, dokud není hodnota vložena a dokud není tlačítko t1 stisknuto. Vložená hodnota se pro kontrolu červeně vypíše strojem. Bližší o významu tlačítek t1 až t5 bude ve stati o programovacím zařízení.

## 3. Operační jednotka

V operační jednotce se provádějí všechny logické a početní operace, které probíhají v reléových obvodech. Protože by bylo obtížným technickým problémem, aby prvky obvodů nabývaly deseti různých stavů, odpovídajících desítkové číselné soustavě, pracují samočinné počítače v soustavě dvojkové, mající pouze dvě číslice 0 a 1. Těmito dvěma číslicím

pak odpovídají dva stavy příslušných relé nebo elektronek: „vypnuto“ odpovídá 0, „zapnuto“ odpovídá 1. Dvojková soustava je vhodná i pro úlohy logické, protože její číslice odpovídají výroková „ano“ nebo „ne“. Postavení „vypnuto“ nebo „zapnuto“ se dosáhne proudem elektrických impulsů, ve které se promění vstupní údaje. Způsob vzájemného zapojení v operační jednotce určuje druh početní operace, která se má provést.

pojistky	01 $P$	02 $a$	03 $b$	04 $a'$	05 $b'$	vložit hodnotu	11
nestartovat	06 $d$	07 $s$	10 $v$	11 $t$	12 $z$	přeskočit	12
zkouška	13 $Y_A$	14 $Y_B$	15 $Y_P$	16 $H$		pokračovat	13
	20 $X_A$	21 $Y_B$	22 $X_P$	23 $F$		opakovat	14
imaginární	25 $Y_A'$	26 $Y_B'$	27 $Y_S'$	30 $a$	31 $\beta$	končit	15
nemožné	32 $X_A'$	33 $X_B'$	34 $X_S'$	35 $\gamma$	36 $\varphi$	porucha v síti	16

Obr. 4

**Transparenty oznamovací a transparenty symbolů s podnětovými tlačítky**

(Symboly na transparentech je možno nahradit jinými tak, aby odpovídaly řešené úloze)

Výkony operačních jednotek různých strojů jsou různé. Zatím co např. u stroje Z-11 trvá vynásobení dvou čísel jednu vteřinu, součet 0,3 vteřiny atd., jsou dnes v provozu stroje se stavebními prvky elektronickými, tranzistorovými atd., uskutečňující deset tisíc operací za vteřinu a projektují se stroje, které provedou až 1 000 000 operací za vteřinu.

Abychom pochopili způsob práce operační jednotky, zmíníme se nejprve stručně o dvojkové soustavě.

Dvojková soustava má pouze dvě číslice 0 a 1. Dvojková aritmetická řada má tedy tvar: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111 1000, 1001, 1010 atd. Uvedená dvojková čísla odpovídají desítkovým číslům 1 až 10. Číslo převedeme ze soustavy desítkové do dvojkové celkem snadno. Nejprve si je rozepíšeme jako součet mocnin dvou. Např.  $5768 = 2^{12} + 2^{10} + 2^9 + 2^7 + 2^3$ . Každou mocninu dvou lze napsat tak, že první číslicí je 1 a za ní je tolik nul, kolik jednotek má exponent. Je tedy:

$$\begin{aligned}
 2^{12} &= 1\ 000\ 000\ 000\ 000 \\
 2^{10} &= 10\ 000\ 000\ 000 \\
 2^9 &= 1\ 000\ 000\ 000 \\
 2^7 &= 10\ 000\ 000 \\
 2^3 &= 1\ 000 \\
 \hline
 5768 &\dots\dots 1\ 011\ 010\ 001\ 000
 \end{aligned}$$

S čísly ve dvojkové soustavě je možno samozřejmě provádět všechny početní úkony jako s čísly v soustavě desítkové, i když je to trochu nezvyklé. Základní pravidla pro počítání jsou:

Slučování:  $0 + 0 = 0$     $0 + 1 = 1$     $1 + 0 = 1$     $1 + 1 = 10$

Příklady:  $12 + 6 = 18$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 110 \\ \hline 10010 \end{array}$$

$14 - 5 = 9$

$$\begin{array}{r} 1110 \\ - 101 \\ \hline 1001 \end{array}$$

Násobení:  $0 \times 0 = 0$     $0 \times 1 = 0$     $1 \times 0 = 0$     $1 \times 1 = 1$

Příklady:  $7 \times 8 = 56$

$$\begin{array}{r} 111 \times 1000 \\ \hline 111 \\ 000 \\ 000 \\ 000 \\ \hline 111000 \end{array}$$

$24 : 4 = 6$

$$\begin{array}{r} 11000 : 100 = 110 \\ 100 \\ 0000 \end{array}$$

Počítače zpravidla neprovádějí převod desítkových čísel na čísla dvojková přímo, ale ve dvou „stupních“. Nejprve se desítkové číslo dvojkově zakóduje po (desítkových) číslicích a potom se dvojkově zakódované číslice postupně převedou na dvojkové číslo. Nejjednodušší kód spočívá v tom, že každá číslice desítková se nahradí jednou čtyřmístnou skupinou, obsahující odpovídající dvojkový znak. Každému ze čtyř míst skupiny přiřadíme mocninu dvou a to počínaje z prava do leva. Dostaneme:

Číslo v desítkové soustavě	Dvojkový kód desítkových číslic			
	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

atd.

Vpředu uvedené číslo 5768, které má dvojkový tvar 1011010001000 zakódováno dvojkově po číslicích, má čtyři čtyřmístné skupiny - 0101 - 0111 - 0110 - 1000.

Nyní vložme do počítače desítkové číslo 0,000 5768 a sledujme jeho převod do duální soustavy a zpětný převod do soustavy desítkové.

Číslo se nejprve dvojkově zakóduje do čtyřmístných skupin po desítkových číslicích a skupiny se uloží do vyrovnávací paměti: 0101, 0111, 0110, 1000. Čtyřmístné skupiny se potom postupně přenáší do operační jednotky, počínaje první skupinou. Tam se přičtou k vytvářejícímu se číslu. Součet se vynásobí deseti (dvojkový tvar 1010) a součin se uloží v operační jednotce. Přenese se další skupina a postup se opakuje. Provedení převodu vypadá takto:

5	..... 0101	..... vstoupí do oper. jedn. a obsadí nejnižší místa; vynásobí se deseti a zůstane v oper. jedn.	$\times 1010 =$	0101 110010
7	..... 0111	..... přičte se k hodnotě v operační jednotce; součet se vynásobí deseti a zůstane v oper. jedn.	$+ 0111 =$ $\times 1010 =$	111001 1000111010
6	..... 0110	..... přičte se k hodnotě v oper. jedn., součet se vynásobí deseti a zůstane v oper. jednotce	$+ 0110 =$ $\times 1010 =$	1001000000 1011010000000
8	..... 1000	..... přičte se k hodnotě v oper. jedn.; v operační jednotce je číslo v duálním tvaru	$+ 1000 =$	1011010001000

Číslo bylo převedeno dosavadním postupem tak, jako by jeho desetinná čárka byla na jeho pravém konci. Správné polohy desetinné čárky se dosáhne, vynásobí-li se číslo v operační jednotce hodnotou  $2^{25} : 10^7 = 3,355\ 4432$ , tj. ve dvojkovém tvaru

$$0,00000\ 00000\ 00101\ 10100\ 01000 \times 11,01011\ 01011\ 11111\ 00101\ 00110 =$$

$$= 0,00000\ 00000\ 10010\ 11100 \text{ (dvacetpět dvojkových míst zaokrouhleno)}$$

Teprve toto číslo je konečný dvojkový tvar čísla 0,000 5768.

Zpětný převod z dvojkové do desítkové soustavy má opět dva stupně: nejprve se dvojkové číslo v operační jednotce převede na čtyřmístné skupiny dvojkově zakódovaných číslic. Číslo v operační jednotce se vynásobí deseti a před desetinnou čárku vystoupí jedna čtyřmístná skupina, odpovídající jedné desítkové číslici; skupina se odvede do vyrovnávací paměti. Zbytek v operační jednotce se opět násobí deseti a vyvede se další skupina. Převod pokračuje tak dlouho, dokud se nevyvede skupina osmého desítkového desetinného místa. Max. chyba vydaného čísla je tedy rovna 0,149 jednotek sedmého desetinného místa. Na příkladě ukážeme zpětný převod dvojkového čísla. Vezmeme číslo 3,355 4432, jehož dvojkový tvar je 11,01011 01011 11111 00101 00110. Při zapnutí operace převodu se nejprve vyvede z operační jednotky do vyrovnávací paměti 0011, protože stojí před desetinnou čárkou. Zbytek se vynásobí dvojkovým číslem 1010. Výsledek násobení je 0011, 10001 10111 10111 10011 11100. Skupina před desetinnou čárkou -0011- se vyvede atd. Násobení deseti se provádí zkráceně: povel se přenese číslo v operační jednotce o jedno dvojkové místo vlevo, čímž je vynásobeno dvěma, a o tři dvojková místa vlevo, čímž je vynásobeno osmi. Dvojnásobek a osminásobek čísla se sečtou a výsledkem je desetinásobek původního čísla.

Operační jednotka stroje Zuse Z-11 je vybudována se zřetelem na co nejjednodušší výstavbu stroje a na účel, kterému má stroj sloužit.

U geodetické varianty stroje je operační jednotka s pevnou desetinnou čárkou. U optické varianty např. má operační jednotka desetinnou čárku pohyblivou: čísla v tomto případě vyjadřují jako násobky mocnin deseti, tj. ve tvaru

$$X = m \cdot 10^n$$

kde  $m = \pm 0, x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7$  (symboly  $x_i$  představují číslice od 0 do 9)  
 $n = -7, -6, \dots, +6, +7$

- Platí: 1) pro  $X \neq 0$  musí být  $x_1 \neq 0$   
 2)  $0 = m \cdot 10^{-7}$  pro libovolné  $m$   
 $\infty = m \cdot 10^{+7}$  pro libovolné  $m$

Obraz čísla  $X = m \cdot 10^n$  vytištěného strojem:

číslo:	obraz:
0,001267843	0 1267843 - 2
- 572, 4371	- 0 5724371 3

Programování úloh s pohyblivou desetinnou čárkou pro stroj vybudovaný s desetinnou čárkou pevnou je velmi obtížné a zdlouhavé. Také vlastní výpočet se neúměrně prodlouží (asi 3×). Proto se také pohyblivou desetinnou čárkou dále nebudeme zabývat.

Při stanovení polohy pevné desetinné čárky se vyšlo z velikosti nejčastěji užívaných veličin a jejich nejmenších jednotek a z velikosti funkcí úhlů.

**Souřadnice:** Volíme-li za nejmenší jednotku 1 cm, stačí sedm desítkových míst úplných a jedno – nejvyšší – desítkové místo neúplné pro nerušené vytváření souřadnicových rozdílů větších než 100 km. Pro souřadnice nutno provést vhodnou redukci, tj. zmenšit je natolik, aby odpovídaly výše uvedenému počtu míst.

Např. souřadnici  $X = 5\,567\,789,24$  lze redukovat na  $X' = 167\,789,24$  a k výsledku přičíst  $+5\,400\,000,00$ .

**Délky:** Rozsah osmi desítkových míst, z nichž nejvyšší je neúplné, stačí pro délky přes 100 km, tedy délky, které se vyskytují velmi zřídka.

**Plochy:** Při nejmenší jednotce  $1\text{ m}^2$  postačí uvedený rozsah pro plochy nad 1000 ha.

**Úhly:** Při sedmi úplných a jednom neúplném desítkovém místě stačí rozsah pro úhly udané na desetinu centesimální vteřiny.

**Funkce úhlů:** Pro sinus a kosinus je rozsah stroje postačující pro úlohy, v nichž se lze spokojit sedmimístnou funkcí, protože maximální a minimální hodnoty obou funkcí (+1, -1) jsou v rozsahu stroje. Tangenta a kotangenta mohou ale nabývat hodnot neomezených. Nemohou být proto strojem s pevnou desetinnou čárkou zpracovány. To ale nijak neznemožňuje řešení geodetických úloh, protože obě funkce lze nahradit pomocí sinu a kosinu, případně provést řešení s omezením na interval  $\frac{1}{4}\pi$ .

Ostatní veličiny mají zpravidla menší počet míst než sedm a není proto problém, zapojit je do systému operační jednotky.

Počet desítkových míst je tedy osm: první desítkové místo – na nejvyšším místě – je neúplné od 0 do 3. Za tímto místem – s ohledem na sinus a kosinus – je umístěna desetinná čárka stroje. Při výpočtech je vždy účinná pouze tato strojová čárka! Zbývajících sedm desítkových míst má rozsah od 0 do 9. Maximální rozsah stroje tedy je

$$-3,999\,9999 \text{ až } +3,999\,9999$$

(Pozn.: Starší stroje, ještě asi z r. 1958, měly rozsah od 0 do  $\pm 1,999\,9999$ . Klávesy 2, 3 prvního neúplného místa sloužily pouze pro vkládání úhlů.)

Veškeré výpočty možno tedy provádět pouze v uvedeném rozsahu. Pokud některá hodnota rozsah stroje překročí, stroj se zastaví a rozsvítí transparent „nemožné“. Výpočet lze ovšem pro takové hodnoty upravit posunutím desetinné čárky.

**Tabulka nejužívanějších početních veličin**

Veličina	Nejvyšší hodnota	Strojová jednotka	Užívaná jednotka	Nejmenší jednotka
délky	3,99999 : 99	100 km	1 m	1 cm
plochy	3,999 : 9999	1000 ha	1 ha	1 m <sup>2</sup>
úhly	3,99 : 99999	100 gr.	1 gr.	0,1cc
sinus, cos	1,0000000	—	—	—

K číslu možno připojit znaménko a charakteristiky „K“. „L“. Znaménko je pouze minus. Je-li číslo vloženo bez znaménka, je kladné. Charakteristiky se připojují k číslu tehdy, má-li číslo, opatřené charakteristikou, zaměřit výpočet určitým směrem, ukončit cyklický program atd. Např. při transformaci z JKS do S-52 se užívá plošné interpolace. Pro převod trigonometrických bodů se užije vedle prvních i všech druhých diferencí. Pro převod zhušťovacích bodů 6. řádu se z druhých diferencí užije pouze druhá smíšená diference. Položíme-li při programování podmínku, že všechny body s charakteristikou „L“ budou podrobeny



pouze „zkrácené“ interpolaci, přeskočí se u těchto bodů povely pro počítání s druhými (nesmíšenými) diferencemi. Konečně je možno pomocí charakteristiky „K“ stanovit podmínku, že bod, mající tuto charakteristiku je poslední v právě počítaném triangulačním listě, a že tudíž po jeho převodu bude program ukončen.

Bylo ukázáno, že pro geodetické výpočty stačí osm míst registrů operační jednotky. Tento rozsah by ale nestačil pro provádění početních operací. Proto je stroj uzpůsoben i pro počítání s čísly patnáctimístnými.

Operační jednotka má 5 registrů  $A$ ,  $Ra$ ,  $B$ ,  $M$ ,  $Rm$  a vyrovnávací paměť  $C$ , která tvoří spojení mezi operační jednotkou pracující v dvojkové soustavě a částmi stroje pracujícími v soustavě desítkové (klávesnice, psací stroj).

Každý registr má 27 dvojkových míst pro čísla (od  $2^{+1}$ ,  $2^0$ ,  $2^{-1}$ , ... do  $2^{-25}$ ), jedno další místo pro znaménko minus, registry  $A$  a  $Ra$  kromě toho mají další dvě místa pro charakteristiky „K“, „L“. Registry jsou sady relé, kde číslici „1“ představuje spojené, číslici „0“ rozpojené relé. Minus, „K“, „L“ jsou představována spojenými, plus, „K“, „L“ rozpojenými relé.

Přívod operandů z paměti do operační jednotky a start početní operace se uskutečňuje ve dvou programových krocích. Při prvním kroku se dopraví první operand, tj. sčítanec, menšenec, násobitel, dělenec nebo odmocněnec přes registr  $Ra$  na registr  $A$ . V druhém kroku se volí a vyvolá početní operace a současně řídí druhý operand z paměti na registr  $B$ , kde působí jako sčítatel, menšitel, násobenec nebo dělitel.

Při násobení se převede současně první operand (násobitel) z registru  $A$  přes registr  $Rm$  na registr  $M$ . V registru  $A$  se postupně vytváří součin a rozšiřuje se do registru  $M$ , odkud „vytlačuje“ násobitele. Po ukončení násobení je uložen součin na registrech  $A$ ,  $M$  a násobitel postupně z operační jednotky vymizel.

Při dělení může být dělenec buď na registru  $A$ , nebo na registrech  $A$ ,  $M$ , podle počtu míst. V průběhu operace se dělenec posunuje vždy o jedno místo nahoru; dolní místa v registru  $M$ , která se tím postupně uvolňují se obsazují místy vytvářejícího se podílu. Po ukončení dělení se podíl odvede z registru  $M$  přes registr  $Ra$  na registr  $A$ . Tento způsob platí, jestliže dělenec je číslo sedmimístné, případně patnáctimístné a dělitel je číslo sedmimístné. Někdy je ale nutné, provést dělení číslem patnáctimístným. O řešení podobných případů bude pojednáno dále.

Při odmocňování odpadá přívod druhého operandu, registr  $B$  je tedy prázdný. Odmocněnec je uložen na registru  $A$ , příp.  $A$ ,  $M$ , podle počtu míst. Odmocnina se vytváří – postupně zleva do prava – v registru  $B$ . Výsledek se přenesení přes registr  $Ra$  na registr  $A$ .

Výsledek početní operace se tedy střeďává vždy na registru  $A$ , případně  $A$ ,  $M$ . Nazývají se proto tyto registry *střeďač*.

Sečítání čísel u dvojnásobného řádového rozsahu (patnáctimístná čísla) vyžaduje zvláštního postupu a uskuteční se ve dvou programových krocích:

- 1) dolní polovina 2. operandu se uvede z paměti do registru  $B$  a ve střeďači  $A$ ,  $M$  si obě poloviny patnáctimístného čísla vymění vzájemně své místo (dolní polovina z  $M$  do  $A$ , horní polovina z  $A$  do  $M$ ). Proveďte se součet dolních polovin a uloží se do paměti;
- 2) do registru  $B$  se uvede horní polovina 2. operandu, horní polovina 1. operandu zpět do  $A$ . Proveďte se součet obou horních polovin, spojí se oba dílčí výsledky a konečný součet se uloží do střeďače  $A$ ,  $M$ .

Odečítání patnáctimístných čísel se provádí stejně.

Řešení výrazu  $(a \cdot b) : c$ . Kdyby byl tento výraz počítán ve tvaru  $a \cdot (b : c)$ , mohlo by dojít k překročení rozsahu stroje a proto je nutné počítat ve tvaru  $(a \cdot b) : c$ , i když je tento způsob nevýhodný zvláště při redukci normálních rovnic. Tento způsob řešení dovoluje i jinak neproveditelné výpočty jako např.  $a \cdot \operatorname{tg} \varphi$  převedením na tvar  $a \cdot \sin \varphi : \cos \varphi$ . Z programové technických důvodů může ale nastat případ, že uvažovaný výraz musí být přece jen řešen ve tvaru  $a \cdot (b : c)$ . K tomu může dojít tehdy, je-li podíl  $b : c$  vypočten předprogramem a v hlavním programu má být násoben libovolně často proměnným činitelem „a“. Protože podíl může

nabývat neomezených hodnot, je užito následujícího postupu: Hodnoty „b“ a „c“ se navzájem porovnávají co do velikosti tak, že se určí rozdíl absolutních hodnot  $|c| - |b|$  a podmínkovým relé se zjistí jeho znaménko (dotazem F1N nebo F2N). Je-li  $|c| < |b|$ , tj. výsledek odečtení absolutních hodnot je záporný, způsobí podmínkové relé záměnu hodnot  $b$  a  $c$  jako operandů v registrech  $A$ ,  $B$  a provede se vydělení  $c : b$ . Výsledný postup výpočtu je tedy tento:

$$\begin{array}{l} \text{pro } |c| \geq |b| \dots\dots\dots a \cdot (b : c) \\ \text{pro } |c| < |b| \dots\dots\dots a : (c : b) \end{array}$$

Dělení dvou patnáctimístných čísel nastane při řešení výrazů

$$\frac{ay + bx}{s^2} \quad \text{nebo} \quad \frac{ay - bx}{cy - dx}$$

Protože hodnoty  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $s$ ,  $x$ ,  $y$  jsou udány v délkové míře, nelze žádná místa považovat za zanedbatelná. Je-li u prvního výrazu  $s > a$ ,  $y$ , ... což zpravidla bývá, vyřeší se výraz celkem jednoduše po úpravě

$$\frac{ay + bx}{s^2} = \frac{a}{s} \cdot \frac{y}{s} + \frac{b}{s} \cdot \frac{x}{s}$$

U druhého výrazu se zvolí tento postup: patnáctimístné rozdíly v čitateli a jmenovateli se nejprve odmocní, odmocniny se vydělí a podíl se opět umocní. Ztráta přesnosti, ke které při tomto postupu dojde představuje pouze zlomek nejnižšího desítkového místa. Při takovém přechodném snížení počtu míst pomocí odmocnění musí být ovšem zachováno znaménko a musí být také možnost odmocnit absolutní hodnotu čísel záporných. Byly proto vytvořeny odpovídající povely. Pokud jde o odmocňování absolutních hodnot záporných čísel, stroje, které neodmocní záporné číslo a signalizují „imaginární, nemožné“, jsou stavěny jen na výslovné přání objednatelů. Výpočet uvažovaného podílu se provede tedy následovně:

$$\frac{ay - bx}{cy - dx} = \left( \frac{\sqrt{|ay - bx|}}{\sqrt{|cy - dx|}} \right)^2 \cdot \text{sgn} \left( \frac{ay - bx}{cy - dx} \right)$$

I zde samozřejmě musí dojít k postupu uvedenému u řešení výrazu  $a \cdot b : c$ , jestliže bude  $|cy - dx| < |ay - bx|$

Dosud uvažované početní veličiny mohly být vyjádřeny jako desetinné zlomky. V některých případech ale není možné počítání s celými čísly obejít. Stane se tak např. při výpočtu aritmetického průměru  $[a] : n$  z  $n$  hodnot „a“, kde  $n$  je číslo celé. Výraz lze ale převést na desetinné zlomky zavedením reciproké hodnoty  $1 : n$ . Potom je  $[a] \cdot \frac{1}{n}$ . Má-li se vložit číslo  $n$  do stroje, je jediné možné vložit – se zřetelém na desetinnou čárku stroje – např.  $n \cdot 10^{-2}$ . Potom se upraví na výraz  $0,01 : (n \cdot 10^{-2})$ , při čemž 0,01 je uloženo v paměti konstant.

Číslo  $n$  může být ale zjištěno i strojem, a to tehdy, jsou-li hodnoty „a“ počítány strojem v cyklickém programu a postupně sečítány. Stroj počítá počet průchodů programem, při čemž se při každém průchodu programu přičte v paměti jedno duální číslo např.  $2^{-25}$ . Nakonec se spočítá podíl  $1 : n$  z výrazu  $1 : n = 2^{-25} : (n \cdot 2^{-25})$ ; číslo  $2^{-25}$  musí být ovšem uloženo v pamětech konstant.

Obráceně může být stroji uloženo, aby cyklický program opakoval  $n$ -krát. Vloží se  $n \cdot 10^{-2}$ . Z této hodnoty se při každém průchodu programem odečte 0,01 a zbytek se vždy porovná s nějakým číslem v intervalu 0 až 0,01, tedy např. 0,001. Pokud je zbytek hodnoty větší než 0,001, program se znova opakuje. Je-li zbytek menší, tj.  $\approx 0$ , cyklus se přeruší.

Kromě uvedených operací provádí stroj další operace k ulehčení a zkrácení programování: násobení a dělení dvěma nebo čtyřmi posunem nahoru nebo dolů o jedno, popřípadě o dvě místa duální ( $Va + 1$ ,  $Va - 1$ ,  $Va + 2$ ,  $Va - 2$ ), vytváření výrazu  $1 - |x|$ , vytvoření absolutní hodnoty nebo provedení změny znaménka ve stádači.

Zásadní důležitost pro geodetický počítačový stroj má schopnost stroje jednak převádět úhly na funkce úhlů a naopak, jednak provádět převod mezi oběma soustavami úhlových měr, tj. převod ze soustavy sexagesimální na centesimální a naopak, a konečně úhly sečítat a odčítat. Převod úhlů na funkce a naopak se řeší pomocí podprogramů Dz1 a Dz2, které mohou být vyvolány libovolnými programy hlavními.

Funkce se zásadně odvodí rozvojem v řadu, a to pouze sinus, nebo kosinus. Je-li k řešení úlohy zapotřebí tangenty nebo kotangenty, mohou být odvozeny jako podíl ze sinu a kosinu, přičemž dělenc se předem vynásobí výrazem  $10^{-9}$ , může-li být předem stanoveno, že bude vlevo od desetinné čárky  $q$  míst a nesmí být počítáno s reciprokou hodnotou. Jinak se tangenta omezí jen na interval od 0 do  $\frac{1}{4}\pi$  a kotangenta na interval od  $\frac{1}{4}\pi$  do  $\frac{1}{2}\pi$ . Výpočet úhlů z funkcí se provede analogicky přes řadu arcussinu.

Řady pro sinus a arcussinus nemohou být použity přímo, protože k dosažení požadované přesnosti by bylo nutné propočítat velký počet členů. Aby podprogramy neobsadily každý více než jeden volič a aby doba nutná k propočítání členů řady odpovídala přibližně době, po kterou asi obsluha vysazuje do stroje osmimístné číslo, bylo stanoveno, že podprogram nesmí mít více než čtyři členy řady. Aby mohl být tento požadavek splněn a při tom zachována požadovaná přesnost, byly koeficienty Taylonovy řady změněny podle Čebyševova polynomu a interval pro sinus snižen na  $\langle 0, \frac{1}{4}\pi \rangle$  a pro arcussinus na  $\langle 0, \frac{1}{8}\pi \rangle$ . Maximální chyba u sinu potom při čtyřech členech řady činí  $3,3 \cdot 10^{-9}$  u arcussinové řady o čtyřech členech  $3,8 \cdot 10^{-8}$ . Aby se ušetřily programové kroky a koeficienty, které je nutno ukládat v pamětech, nepočítají se pomocí řady obě funkce, ale pouze menší z nich, a to řadou pro sinus. Druhá se vypočítává ze vztahu  $\sqrt{1 - \sin^2 x}$ . Při vysazování úhlu nepředávají klávesy 1, 2, 3 na nejvyšším místě 100 gr. číslice do operační jednotky, nýbrž určí pomocí relé Zv3 a Zv4 znaménka odvozených hodnot sinu a kosinu. Po provedení podprogramu „sinus-kosinus“ (Dz1) se hodnoty sinu a kosinu i se znaménkem uloží do paměti S3 a S4.

Při výpočtu úhlu z funkcí sinu a kosinu musí být před vyvoláním podprogramu „arcussinus“ (Dz2) uložen sinus v paměti S1, kosinus v paměti S2. Arcussinová řada se opět počítá pro menší z obou funkcí, druhá — větší — se odvodí. 100 gr. číslice se určí z postavení relé Zv1 a Zv2, na která se přenesou znaménka sinu a kosinu.

Vložení i vydání úhlů je možné jak v centesimální, tak v sexagesimální soustavě, podle nastavení přepínače. Výpočet podprogramů Dz1, Dz2 trvá asi 8 až 10 vteřin. Přesnost použitých řad lze považovat pro počítání s 25 duálními místy za absolutní.

*Rychlost počítání.* Rychlost počítání závisí nejen na vlastní rychlosti stroje, ale i na vhodném nebo méně vhodném programování. Čas potřebný pro provedení některých operací se skládá jednak z doby, která je třeba k uskutečnění propojení, nutných k provedení povelu, jednak z doby, potřebné k provedení mechanických pochodů vně stroje (např. zpětný chod vozíku psacího stroje, vypsání a vyděrování výsledků apod.). Druhou složku lze vhodným programováním buď podstatně snížit nebo zcela vyloučit, protože při provádění vnějších pochodů program probíhá nerušeně dál. Pro informaci uvádím některé časy pro provedení operací nebo celých programů:

sčítání, odčítání . . . . .	0,225 vteřiny
násobení . . . . .	0,750 vteřiny
dělení . . . . .	1,275 vteřiny
odmocnění . . . . .	1,200 vteřiny
protínání vpřed, zpět . . . . .	80 vteřin
směrník a délka strany pro $n$ -cílů se směr. koef. $a, b$ a výpočtem délkových a směrových redukci . . . . .	$30 + 40 n$ vteřin, atd.

#### 4. Paměti

Paměti samopočítacího stroje slouží k umů. Paměti se dělí na vnitřní a vnější. často užívaných konstant a pracovních prograkládání výchozích hodnot, dílčích výsledků,

Do vnitřních pamětí, které tvoří u stroje Z-11 sady relé, u jiných strojů sady elektronik, magnetický buben apod. se zachycují data nutná při zpracování programu, počítaje v to i dílčí výsledky nebo data, sejmutá z vnější paměti. U některých samočinných počítačů se do vnitřní paměti ukládá i program. Vybavovací doba, tj. čas potřebný k vyjmutí hodnoty z paměti nebo k uložení do paměti, je velmi krátká. U stroje Z-11 je to pro uložení do paměti 0,235 vteřiny, pro vyvolání z paměti 0,150 vteřiny. To je zase ovšem proti jiným druhům paměti doba velmi dlouhá: vybavovací rychlost u magnetického bubnu je průměrně 0,005 vteřiny při 100 otáčkách bubnu za 1 vteřinu, a u rtuťových pamětí asi sto miliontin vteřiny. Kapacita vnitřní paměti je poměrně malá. Stroj Z-11 má 26 pamětí pro proměnné a libovolný počet pamětí pro konstanty.

Vnější paměť je určena pro velký objem informací, hlavně pro vstupní hodnoty. U stroje Z-11 také pro uložení programu, pokud nejde o úlohy, pro které je program vestavěn. Význam vnějších pamětí se ukáže např. při řešení systému normálních rovnic, kde je tolik dílčích výsledků, že zdaleka přesahují kapacitu vnitřních pamětí. Všechny dílčí výsledky se proto uloží do paměti vnější a použijí pro další výpočet. Jako vnější paměť slouží u stroje Z-11 děrná páska, u jiných strojů např. magnetické bubny, magnetické pásky, magnetické disky apod.

Ve stroji Z-11 jsou tři druhy vnitřních pamětí: paměti pro proměnné, paměti pro konstanty a vyrovnávací paměti pro snímače a děrovač. Paměti pro proměnné má stroj 10 až 26. Každá paměť má 27 dvojkových míst v rozsahu  $2^{+1}$  až  $2^{-25}$  a 1 místo pro znaménko. Paměti S 4 až S 26 mají kromě toho dvě další místa pro charakteristiky, „K“ a „L“. Hodnota v paměti pro proměnné zůstane uložena tak dlouho, dokud není paměť obsazena novým číslem, (vyvolá-li se číslo do operační jednotky, zůstane v paměti zachována) nebo dokud není vypnut proud. Při vypnutí proudu se všechna relé rozpojí.

Paměti pro konstanty může mít stroj Z-11 libovolné množství. Základní počet pamětí pro konstanty je označen čísly 100 až 199. Paměti pro konstanty mohou být operační jednotkou pouze čteny, nemohou být ale obsazeny z operační jednotky. Čísla na nich uložená mohou být tedy použita jen jako první operand. Měla-li by být použita jako druhý operand, musela by být nejprve poslána do paměti pro proměnné.

Jako vnější paměti se používá u stroje Z-11 děrných pásek. Číselné děrné pásky mohou být v dvojkové nebo desítkové soustavě, podle užitého kódu. Na programových děrných páskách jsou povely v kódu oktálovém tj. osmičkovém, se základem 8. Programové děrné pásky se zhotovují na zvláštním pracovním stole, kde je zároveň zařízení pro kontrolu, opravy a kopírování pásek.

#### 5. Zdroj

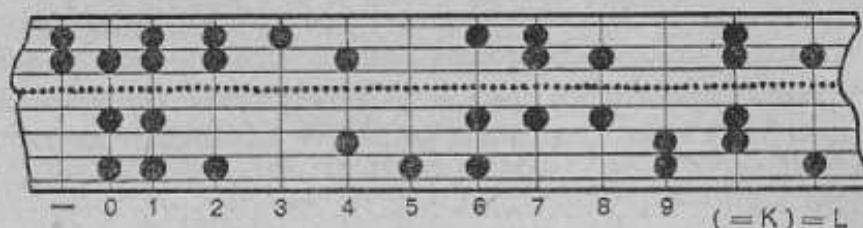
Jako zdroj slouží síťový střídavý třífázový proud o napětí 380 V, případně 220 V a kmitočtu 50 Hz. Příkon je 2 kVA. Proud je transformován na 60 V a usměrněn selénovými usměrňovači. Třífázový proud byl zvolen z důvodu větší provozní jistoty. Zbytkové vlnění je asi  $10\times$  menší než po usměrnění jednofázového střídavého proudu a má asi  $3\times$  větší kmitočet, tj. 300 Hz. Protože frekvence impulsů stroje je 53 Hz, neovlivní nepříznivě provoz stroje.

#### Kódování

Kódování čísel na vstupních nebo výstupních páskách může být buď v dálnopisném (desítkovém) nebo dvojkovém kódu.

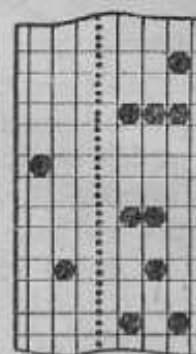
Číslo zakódované desítkově musí mít vždy osm míst, a to i v tom případě, že některé z číslic na začátku nebo na konci čísla jsou nuly. Číslo se tedy skládá z osmi řádek pětimístných kombinací otvorů.

Číslice 0 až 10, znaménko minus a charakteristiky v mezinárodním dálhopisném kódu:



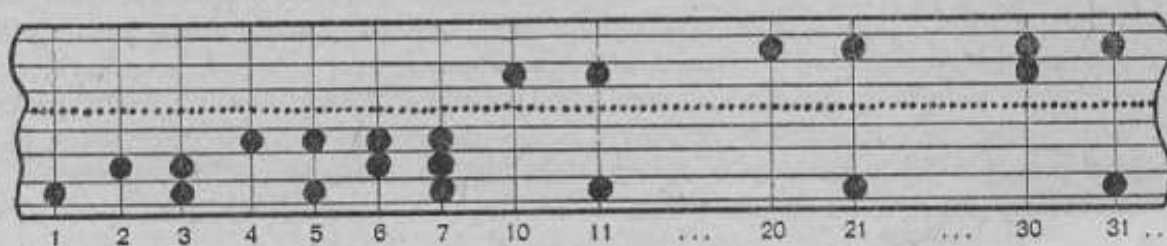
Číslo zakódované dvojkově má šest řádek pětimístných kombinací otvorů. Duální místa jsou do řádek rozdělena takto:

K	L	—	2+1	2 <sup>0</sup>
2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
2-11	2-12	2-13	2-14	2-15
2-16	2-17	2-18	2-19	2-20
2-21	2-22	2-23	2-24	2-25



Číslo 12345678  
v dvojkovém kódu

Kódování povelů se provádí podle kódové tabulky. Každý povel má dvě kódová dvojčíslí. První číslice je v rozsahu 0 až 3, druhá číslice je v rozsahu 0 až 7. Tak je možno vytvořit 32 kódová dvojčíslí: 00 až 07, 10 až 17, 20 až 27, 30 až 37. Pro vytváření povelových kódů je tedy k dispozici  $32^2 = 1024$  kombinací. Jak možno seznat z čísel výše uvedených jedná se o oktálový kód.



### Programovací zařízení

Programovací zařízení umožňuje vytváření početních programů. Početní program je řadou povelů k provedení aritmetických a logických operací. U stroje Z-11 se provádění programů řídí:

1. krokovými voliči,
2. děrnou páskou.

#### 1. Řízení krokovými voliči

Povelové řady jsou pevně propojeny na otočných krokových voličích. Jednotlivé povelové řady se postupně zapojují a stroj je provede. Takovéto pevné vestavění programů (povelových řad) odstraní programování některých předem přesně vymezených úloh buď zcela, nebo zjednoduší programování. Velikost krokových otočných voličů se řídí délkou povelové řady. Voliče mají 12, 18, 26, 36, nebo 52 kroky. Má-li povelová řada více než 52 kroky, spojí se

2 nebo více voličů. Na 1 programový krok může být dáno až 5 povelů, protože volič má 5 řad kontaktů.

K výpočtu určité úlohy nutno tedy provést řadu povelů pro početní a logické operace. Při výpočtu podle vestavěných programů není nutné se o povely starat. Program se vyvolá stiskem programového tlačítka, které uvede v činnost přiřazený volič. Obsluha stroje potom spočívá v tom, že se vkládají do stroje výchozí hodnoty a program se řídí pomocí podnětových tlačítek  $t_1$  až  $t_5$ . Jinak probíhá program zcela automaticky.

Každé podnětové tlačítko odpovídá vyčkávacímu kroku. Vyčkávací krok je doba, kdy se průběh programu zastaví, aby bylo možno provést řízení dalšího výpočtu. Pro informaci obsluhy, které podnětové tlačítko stisknout, jsou tlačítka popsána ve formě světelných transparentů. Transparent a tlačítko se rozvíjí, vyžaduje-li stroj informaci, jakým směrem dál řídit výpočet.

Tlačítko  $t_1$ , „vložit hodnotu“. Druh hodnoty se objeví na transparentech symbolů. Po stisknutí tohoto tlačítka se přenesou vysazená hodnota do vyrovnávací paměti a zapne se operace převodu do dvojkové soustavy. Po ukončení převodu se krokový volič opět rozeběhne a program pokračuje.

Tlačítko  $t_2$  „přeskočit“. Vždy je možno volit mezi tímto tlačítkem a tlačítkem „vložit hodnotu“. Stiskem tlačítka „přeskočit“ se totiž odpojí část programu, v nichž by byla vložena hodnota použita. V tomto vyčkávacím kroku je tedy možno buď vysadit výchozí hodnotu a stisknout tlačítko  $t_1$ , nebo výchozí hodnotu nevložit, stisknout tlačítko  $t_2$  a vynechat tak odpovídající část programu.

Tlačítko  $t_3$  „pokračovat“. Zpravidla se kombinuje s jiným podnětovým tlačítkem a dovoluje po vyčkávacím kroku pokračovat, aniž by byl — stiskem jiného podnětového tlačítka — proveden nějaký zvláštní povel. Použito tedy samo o sobě má získat pro obsluhu na určitém místě programu čas pro nějakou manipulaci. (Např. vyměnit formulář atd.).

Tlačítko  $t_4$  „opakovat“. Je pro více účelů. Bezprostředně způsobí přeskočení následující části povelové řady. Probíhá-li přeskok přes povel k ukončení programu, program se opakuje (cyklický program). Tlačítka „opakovat“ se nikdy nepoužívá samostatně, nýbrž se kombinuje s jinými tlačítky.

Tlačítko  $t_5$  „končit“. Způsobí vždy ukončení programu na libovolném místě. Slouží jednak k ukončení programů cyklických, jednak k přerušení právě probíhajícího programu, např. v důsledku zjištění chyby.

Povelová řada na jednom voliči může obsahovat i povel ke startu pro další volič. První volič potom zůstane stát tak dlouho, až druhý volič oběhne. Tak se spojují voliče tehdy, když program má více jak 52 kroky, nebo, je-li na druhém voliči další uzavřený program pro vedlejší výpočet, jako je tomu např. při odvozování funkcí úhlů. V tomto případě mluvíme o „podprogramu“ na druhém a o „hlavním programu“ na voliči prvním. Uspořádání může být také obrácené: na prvním voliči je uložen vedlejší výpočet, kterým se určí a uloží do paměti hodnoty pro výpočet, uložený na druhém voliči. Povelová řada na prvním voliči je „předprogramem“, povelová řada na druhém voliči je „hlavním programem“. Tak je tomu např. při transformaci bodů. „Předprogram“ vypočte prvky pro transformaci a v „hlavním programu“ se provede transformace jednotlivých bodů. Často ale patří jeden předprogram k více hlavním programům nebo obráceně. Potom se musí předprogramy a hlavní programy vyvolat programovým tlačítkem odděleně. Hlavní programy v tomto případě nepředpokládají, že v pamětech jsou uloženy určité výchozí hodnoty a neobsahují také konečné vymazání těchto hodnot. Řešení některých úloh spočívá v mnohanásobném opakování celkem krátkého programu; např. výpočet ploch ze souřadnic lomových bodů. Takový program se nazývá cyklický.

Na voličích se také programuje ovládání psacího stroje.

Jako příklad na vestavěný program uveďme způsob výpočtu protínání zpětného. Pro řešení je použito vzorců Dr. Kneissla:

$$k_1 = \Delta y_{21} \cdot \cotg \gamma_1 - \Delta x_{21}$$

$$k_2 = \Delta x_{21} \cdot \cotg \gamma_1 + \Delta y_{21}$$

$$k_3 = \Delta y_{31} \cotg \gamma_2 - \Delta x_{31}$$

$$k_4 = \Delta x_{31} \cotg \gamma_2 + \Delta y_{31}$$

Kontangentu stroj nahradí výrazem  $\cotg\gamma_1 = \frac{\cos\gamma_1}{\sin\gamma_1}$ . Potom má tedy např. první vzorec tvar

$$k_1 = \Delta y_{21} \frac{\cos\gamma_1}{\sin\gamma_1} - \Delta x_{21}$$

Ve stroji se nejprve vynásobí  $\Delta y_{21} \cdot \cos\gamma_1$  a součin se dělí  $\sin\gamma_1$ . Po výpočtu pomocných veličin  $k_1$  až  $k_4$  se vypočte tangenta směrníku z bodu 1 na bod určený:

$$\tg\varphi = \frac{k_1 - k_3}{k_2 - k_4}$$

Protože tangentu nelze strojem vypočítat, dosáhne-li hodnoty 4, řeší stroj vzorec takto: odečtením absolutní hodnoty čitatele od absolutní hodnoty jmenovatele zjistí, zda je čítel větší než jmenovatel, to znamená, je-li  $|\tg\varphi| > 1$ . Je-li  $|\tg\varphi| > 1$ , vypočte se recipročná hodnota, tj. kontangenta. Podle toho se pak řídí další výpočet, pro  $|\tg\varphi| > 1$  se použije vzorců

$$\Delta x = \frac{\frac{k_2}{\cotg\varphi} - k_1}{1 + \cotg^2\varphi} \cotg^2\varphi \qquad \Delta y = \frac{\Delta x}{\cotg\varphi}$$

Je-li  $|\tg\varphi| \leq 1$  použije se vzorců s tangentou:

$$\Delta x = \frac{k_2 \tg\varphi - k_1}{1 + \tg^2\varphi} \qquad \Delta y = \Delta x \cdot \tg\varphi$$

Program probíhá zcela automaticky. Do stroje se vloží celkem 8 hodnot —  $x_1$  až  $x_3$ ,  $y_1$  až  $y_3$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ . Souřadnice a úhly se vkládají v pořadí, které stroj obsluze oznámí světelným znamením.

## 2. Řízení děrnou páskou

V předchozím odstavci se mluvilo o pevně vestavěných programech. Aby bylo možno řešit na stroji Z-11 také vzorce libovolné a aby byla dána možnost vytváření vlastních programů, bylo vyvinuto řízení programu děrnou páskou. Programové řízení děrnou páskou je výhodné tehdy, počítá-li se s mnoha proměnlivými vzorci, takže by při pevném programování bylo zapotřebí mít více než 28 voličů. Programy na voličích mají naproti tomu výhodu rychlejšího počítání. Programovat lze všechny úlohy, skládající se ze sečítání, odčítání, násobení, dělení a odmocňování. Při programovém řízení děrnou páskou jsou povelové řady vyděrovány na dálnopisnou pásku. Odtud jsou povely postupně snímány a provedeny strojem. Povel se skládá z čísla operace a adresy, tj. instrukce, kam je operace určena. Povely se zakódují podle kódové tabulky. Programové děrné pásky se vyděrují na pracovním stole pro řízení děrnou páskou. Řešení rozvětvených programů je možno provádět na 4 snímačích, které se mohou vzájemně vyvolávat k pokračování v programu. Vytvoření programu vyžaduje sestavení a především úpravu celého postupu výpočtu tak, jak je to nejehospodárnější pro samo-počítač, protože jde o typ stroje zcela odlišný od strojů dosavadních. Nesmí se zapomínat, že současné výpočetní vzorce z formuláře byly přizpůsobeny právě pro tyto starší typy strojů. Programování proto představuje nejdouhovější a nejobtížnější práci. Sestavení programu vyžaduje provést tyto úkony:

1. Volba a úprava vzorců pro řešený problém. Stanovení rozsahu proměnných a konstant. Určení podmínek pro řízení programu.
2. Volba formuláře.
3. Sestavení strukturálního diagramu výpočtu.
4. Sestavení a zakódování jednotlivých povelů.
5. Přezkoušení programu na stroji.
6. Vypracování pokynů pro obsluhu.

Ukázka části programu transformace bodů z JTS do S-52

Vypracoval: <b>N. N.</b>	Programy pro počítač „Z-11“	Datum: 1. 3. 1960
Kontroloval: <b>X. Y.</b>	Název: <b>TRANSFORMACE</b>	Číslo: <b>T-1</b>
Čís. děr. pásky <b>30. 3. 2</b>		

Podmínky:

Konstanty  $Y_0, \Delta Y_y, \dots, X_0, \Delta X_x, \dots$  se vyjmou z převodových tabulek JKS → S-52.

	Povel	Kód	Poznámka
1		30 00	
2		00 00	
3	Ro	17 17	
4	US	17 00	
5	Ug0	05 27	
6	Tcl Dt1	06 00	$Y_0$
7	Sa Es11	23 11	
8	Tcl Dt1	06 00	$\Delta Y_y$
9	Sa Es12	23 12	
10	Tcl Dt1	06 00	$\Delta Y_x$
11	Sa Es13	23 13	
22	Ro 17	17 17	
13	Ka14	17 30	vynechání sloupce
14	Wr Es1	34 01	
15	Tcl Dt1	06 00	$\Delta Y_{yy}$
16	Sa Es14	23 14	
17	Tcl Dt1	06 00	$\Delta Y_{xx}$
18	Sa Es15	23 15	
19	Tcl Dt1	06 00	$\Delta Y_{xy}$
20	Sa Es16	23 16	
21	Ro	17 17	
22	Tcl Dt1	06 00	$X_0$
23	Sa Es17	23 17	
24	Tcl Dt1	06 00	$\Delta X_y$
25	Sa Es18	23 35	
26	Tcl Dt1	06 00	$\Delta X_x$
27	Sa Es19	23 36	
28	Ro	17 17	
29	Ka14	17 30	vynechání sloupce
30	Wr Es1	34 01	
31	Tcl Dt1	06 00	$\Delta X_{yy}$
32	Sa Es20	23 20	
33	Tcl Dt1	06 00	$\Delta X_{xx}$
34	Sa Es21	23 21	
35	Tcl Dt1	06 00	$\Delta X_{xy}$
36	Sa Es22	23 22	
37		31 01	vyvolání snímače 31 a zahájení výpočtu pásku nelepit!!!

Poznámka: Tato část programu provede vložení konstant do paměti z děrné pásky č. 10.3.2. Po obsazení paměti obsluha pásku vyjme, uloží a připraví pásku pro další triangulační list.



## Závěr

Článek měl podat čtenáři jen stručnou informaci o samočinném počítači Zuse Z-11. Z-11 dnes již není zařízení nejmodernější a co do rychlosti – ve srovnání s jinými samočinnými počítači – vlastně pomalé.

Zaváděním samočinných počítačů a jiných automatických zařízení je jedinou cestou k podstatnému zvýšení produktivity práce v geodézii a fotogrammetrii.

### Literatura:

1. „Geodetische Streckenmessung III“, Mnichov 1958.
  2. Seifers: „Rechengert Z-11 für geodätische Aufgaben“, Mnichov 1959.
  3. Stibic: „Od mechanizace k automatizaci administrativních prací“.
  4. Přednášky dipl. mat. Rubke v Praze, únor 1960
-

Inž. Lubomír Lauer mann

## Kartografická generalizace při zpracovávání map všeobecně zeměpisných z map topografických

### Úvod

Současná domácí i zahraniční kartografická tvorba se stále více zaměřuje na zpracování map všeobecně zeměpisných, a to jak map jednotlivých, tak i zeměpisných atlasů.

Přitom je charakteristické neustálé zvětšování měřítek zeměpisných map. Ve všech významnějších světových atlasech se běžně setkáme se soubory map měřítek 1:1 000 000 a větších, až do měřítka 1:500 000.

V těchto měřítkách se však zpracovávají i úřední mapy, které podle jejich účelu, obsahu, grafického vyjádření i pravidelného kladu listů řadíme ještě k mapám topografickým. Přes souhlasná měřítka jsou oba druhy map tak odlišné svou koncepcí, účelem, úpravou i obsahem, že nelze hovořit o duplicitě obsahu.

Těžiště topografických map je především ve vyjádření situačních i výškopisných podrobností při současném požadavku čitelnosti, přehlednosti a názornosti i za ztížených podmínek. Zeměpisné mapy nám naproti tomu dávají souhrnnou charakteristiku větších územních celků po stránce fyzické, sídelně dopravní, politicko-administrativní, popřípadě ekonomické. Tato geografická charakteristika území je jiná než u map topografických. Z toho vyplývá i různý způsob zpracování obou druhů map, rozdílné výrazové prostředky i odlišné řešení otázek kartografické generalizace jednotlivých prvků obsahu mapy.

Zvláštnost generalizace je i v tom, že při odvozování všeobecně zeměpisných map se využívají jako základní podklady právě topografické mapy měřítek 1:200 000 – 1:1 000 000.

V článku jsou rozebrány některé otázky kartografické generalizace, především význam určení výsledného charakteru generalizace. Dále jsou rozebrány problémy generalizace map všeobecně zeměpisných při jejich kartografickém odvozování z map topografických.

### 1. Dvoji charakter kartografické generalizace

Kartografická generalizace je proces, při kterém vybíráme důležité předměty, objekty a jevy obsahu mapy, zevšeobecňujeme je (některé zvýrazňujeme) a znázorňujeme zvolenými výrazovými prostředky. Generalizace se řídí obecnými zákony vědeckého zevšeobecňování, které jí staví na vědecký základ. Proto se může kartografická generalizace a s ní i celá kartografie rozvíjet teoreticky i v té části, která byla dosud nesprávně nazývaná kartografií užitou nebo praktickou.

Proces generalizace je ovlivňován především účelem mapy, jejím měřítkem, charakterem zpracovaného území a hodnotou podkladového materiálu. Rozhodující vliv mají i zvo-

lené grafické prostředky, tj. značkový klíč, názvosloví a barevnost. Na tom, zda byl zvolen správný stupeň generalizace, nejvhodnější metody a výrazové prostředky, závisí hodnota a náplň zpracované mapy.

Účel a podstata kartografické generalizace jsou často nesprávně zužovány. Smysl generalizace se hledá pouze ve výběru a zevšeobecnování jednotlivých prvků obsahu při odvozování mapy menšího měřítka z podkladových map měřítka většího. Tato zásada však neplatí obecně. Stačí změna značkového klíče, zmenšení rozměru značek nebo rozšíření počtu barev, změna typu písma, nové způsoby vyjádření a mapa stejného měřítka může mít mnohem větší náplň a tím odlišný vzhled. Tendence znázornit stále více podrobností i na mapách menších měřítek se projevuje i na mapách topografických, např. 1 : 100 000 a 1 : 200 000. Nážorný příklad najdeme v článku V. M. Lozinové „O zdokonalení mapy měřítka 1 : 100 000“ (1). Současná orientace kartografie na zpracování geografických map velkých měřítek klade mnohem větší nároky na jejich obsažnost než u map dřívějších. Základní náplň geografických map 1 : 500 000 a 1 : 1 000 000 Čs. voj. atlasu je téměř na úrovni podkladových topografických map 1 : 200 000 a 1 : 500 000.

Hlavním úkolem generalizace je vyjádření uceleného a objektivního obrazu daného území i na mapách menších měřítek tak, aby charakteristické rysy území zůstaly zachovány a nebyly vlastním procesem generalizace setřeny. U topografických map se to bude týkat hlavně jednotlivých objektů a detailů, např. zachování hlavních charakteristik půdorysů sídlišť, podrobné kresby vrstevnic při vyjádření jednotlivých tvarů, kvalitativních údajů o komunikacích, porostech atd.

U map zeměpisných půjde o zachování celkových rozdílů mezi jednotlivými územními celky na větší ploše (např. různá hustota sídlišť, typy vodní sítě, celkové charakteristiky horských pásem, nížin, pobřežní čáry atd.).

Splnění tohoto hlavního úkolu generalizace vyžaduje značné odborné znalosti kartografů a jejich neustálé prohlubování především v těchto třech základních směrech:

- v geografii, jejíž jednotlivé obory umožňují poznat zákonitosti území a zhodnotit jeho charakteristické rysy;
- v otázkách vědeckého zevšeobecnování (teorie poznání), které umožňují stanovit základní charakter generalizace, volbu správných metod, značkový klíč tak, aby typická území, zhodnocená geografickým studiem, vynikla i na mapách malého měřítka.
- v ovládnutí moderních technických a reprodukčních způsobů zpracovávání map, i v grafické zručnosti, které umožňují nejvhodněji vyjádřit jednotlivé charakteristiky a dávají mapě konečný grafický výraz.

V literatuře jsou uváděny nejčastěji tyto metody generalizace: metoda výběru, zevšeobecnování tvarů, generalizace kvalitativních a kvantitativních charakteristik, nahrazení průmětu předmětů jejich typickým označením. Podrobný rozbor jednotlivých metod generalizace je uveden v řadě prací (2), (3), (4), (5), (6), proto nebudou dále rozebírány.

Vedle jednotlivých metod generalizace má značný teoretický i praktický význam určení výsledného charakteru generalizace. Rozborem jednotlivých metod, studiem různých topografických a geografických map a především na základě dosavadních zkušeností z redakční přípravy Čs. voj. atlasu a po zhodnocení prototypových map bylo možno stanovit, že *výsledný charakter generalizace může být buď kvalitativní nebo kvantitativní.*

V obou případech se uplatňují všechny výše uvedené metody generalizace, jejich výsledné působení bude kvalitativní nebo kvantitativní.

## 2. Změna charakteru generalizace u různých druhů a typů map

Nejdříve se uplatní generalizace při topografickém mapování. Náročnost této „topografické generalizace“ vyplývá z toho, že obsah topografických map původních ovlivňuje hodnotu dalších map odvozených.

Charakter topografické generalizace je *kvalitativní*. Je určen především bezprostředním vztahem mezi přírodou (terénními tvary a terénními předměty) a jejím vyjádřením v rovině (mapě) zvolenými výrazovými prostředky. Nemůžeme však hovořit o generalizaci leteckého snímku (i když je to rovinný obraz). Naproti tomu generalizace obsahu mapy vyhotovené z leteckých snímků má vzhledem k jejich obsahu charakter kvalitativní, i když jde v obou případech o obrazy rovinné. Důkazem toho je letecká fotogrammetrie, která umožňuje vyhotovit původní topografické mapy z leteckých snímků.

Výrazem kvalitativního charakteru topografické generalizace je tedy přímý vztah mezi skutečným terénem (popřípadě leteckým snímkem) a mapou, vyjádřený grafickými prostředky — značkovým klíčem a barevností.

Z map původních vznikají odvozené mapy menších měřítek. U map souřadnicového systému 1952 jsou z původní mapy 1 : 25 000 postupně kartograficky odvozovány mapy 1 : 50 000 a 1 : 100 000. Mapy 1 : 25 000 - 1 : 100 000 jsou orientačními mapami velkého měřítka, a podle vojenského třídění jsou označovány jako mapy taktické.

Kartografická generalizace má při zpracovávání těchto map stejný charakter, protože i celková koncepce map, jejich účel, základní obsah i úprava jsou stejné. Všechny mapy mají jednotný značkový klíč, který se liší pouze velikostí značek a jenom v několika případech spojením dvou značek v jedinou nebo vynecháním této značky na mapě 1 : 100 000. Proto při odvozování map 1 : 50 000 a 1 : 100 000 jde v podstatě pouze o generalizaci kresby, tj. o zveřejnění určitého rovinného systému čar a bodů, které tvoří obsah map. Uplatní se zde všechny výše uvedené metody generalizace, její celkový výsledek bude především ve zmenšení počtu a velikosti značek — tedy *kvantitativní*. Dosavadní hodnocení těchto map ukazuje, že mapy byly generalizovány celkem dobře, že základní geografické charakteristiky jsou správně vyjádřeny. Přitom kreslíči, kteří mapy zpracovávali, nemusí mít hlubší zeměpisné znalosti o zpracovaném území.

Při přechodu na menší měřítka map 1 : 200 000 a zvláště na měřítka 1 : 500 000 a 1 000 000, se mění účel map. Z podrobných map (orientačních) se stávají mapy přehledné (informační), operační a strategické. Se změnou účelu mění se postupně i charakter generalizace. Nemůžeme už vystačit s pouhou generalizací kresby jako u předcházejících map. Obsah podkladových map je třeba kvalitativně přehodnotit a to je možné jen „návratem do terénu“, i když tento návrat znamená pouze důkladné studium geografických jevů z širšího hlediska tak, aby vyjádření jednotlivých prvků obsahu odpovídalo změněnému účelu mapy. Zanedbávají se podrobnosti a vyjadřují se větší celky. S přehodnocením náplně jde souběžně i změna značkového klíče i nové způsoby vyjádření jednotlivých jevů. (Zavádí se stínování, barevná hypsometrie atd.). Generalizace dostává zase *kvalitativní* charakter.

Nejzřetelněji se projevuje kvalitativní charakter generalizace při přechodu z map topografických na mapy všeobecně zeměpisné. Přitom se nemusí měnit ani měřítka mapy. Kvalitativní rozdíly jsou především v koncepci obou druhů map, v různém významu a vyjádření jednotlivých prvků, obsahu a v celkovém grafickém a barevném vyjádření. Zvláštnosti při generalizaci jednotlivých prvků budou rozebrány dále.

Při dalším kartografickém zpracovávání geografických map menších měřítek využívají se jako základní podklady geografické mapy a můžeme znovu generalizovat pouze kresbu. Při uplatnění všech metod generalizace má zde hlavní význam metoda výběru. Charakter generalizace bude opět *kvantitativní*.

U některých map nebude možno jednoznačně určit celkový charakter generalizace. Některé prvky obsahu bude možno generalizovat kvantitativně, jiné vyžadují kvalitativního přehodnocení. Typickým příkladem je topografická mapa 1 : 200 000. Kvantitativní charakter generalizace vodstva, komunikací, sídlišť a porostů z mapy 1 : 100 000 plně vyhovuje účelu mapy. Neplatí to však o výškopisu. Vyjádření terénu pouze vrstevnicemi o ekvidistanci 40 m samo o sobě nestačí a členitost reliéfu dost zaniká, což neodpovídá účelu mapy. Význam znázornění te-

rénu na mapách 1 : 200 000 vyžaduje kvalitativní změny v generalizaci i grafickém vyjádření. Proto je nutné doplnit stínování a stále více se využívá i barevné hypsometrie, která dává vyniknout větším celkům.

Správné určení charakteru generalizace má značný praktický význam při plánování výrobních úkolů a zařazování pracovníků v kartografických ústavech. Pro zpracování map, u kterých se uplatní „kvantitativní“ charakter generalizace je možno využít méně zkušených pracovníků (kresličů), kteří se poměrně brzo zacvičí. Výrobní úkoly ústavů mohou být vysoké a přesto splnitelné co do množství i kvality.

Přechází-li kartografický ústav na tvorbu map jiného druhu nebo účelu, např. z topografických map na mapy zeměpisné, je třeba při plánování počítat s tím, že zpracovávání předloh (generalizace) může být svěřeno pouze nejzkušenějším pracovníkům, při čemž redakční příprava musí být mnohem náročnější než u topografických map. To předpokládá studium (zeměpisu), odborné přeškolení pracovníků celého ústavu i řadu experimentálních prací a vyžaduje čas. V porovnání s dřívějšími (topografickými) mapami dojde nutně k zpomalení tempa výroby. Rozplánování nových úkolů a časových termínů jen podle počtu pracovníků, kteří samostatně řešili generalizaci map topografických, bez přihlédnutí ke kvalitativním rozdílům obou map, je nereálné a může mít nepříznivý vliv na hodnotu zpracovaných map.

Z předcházejících úvah je možno udělat dílčí závěr.

Při kartografickém zpracování odvozených map je důležité určení výsledného charakteru generalizace jednotlivých prvků obsahu mapy. Při generalizaci kvalitativního charakteru jde o práci tvůrčí, která vyžaduje značné geografické znalosti o mapovaném území. Uplatní se tehdy, změní-li se účel a druh mapy. Je podmíněna přímým vztahem obsahu mapy ke skutečnému terénu a ovlivňuje i volbu výrazových prostředků – značkový klíč.

V určitých etapách, kdy se nemění účel ani druh mapy, je možno generalizovat pouze kresbu – generalizovat kvantitativně. Je to více méně mechanické zjednodušování určitého rovinného systému čar a bodů.

Správné určení charakteru generalizace má značný význam pro plánování kartografické výroby.

### **3. Generalizace při zpracovávání map všeobecně zeměpisných z map topografických**

Zeměpisné mapy jsou převážně malých měřítek a zobrazují větší území. To je samo o sobě ještě necharakterizuje. Jak již bylo uvedeno v úvodu, máme mapy 1 : 1 000 000, které podle obsahu a účelu řadíme k mapám topografickým. Mezinárodní mapy světa 1 : 1 000 000 při shodném označení i kladu listů jsou mapami všeobecně zeměpisnými, i když dnes už starší koncepce. Ve zpracovaném Československém vojenském atlasu jsou zařazeny jako nejpodrobnější fyzicko-geografické mapy měř. 1 : 500 000.

V měřítkách 1 : 500 000 až 1 : 1 000 000 je zpracovávána řada map topografických i geografických. Vcelku lze říci, že mapy menších měřítek než 1 : 1 000 000 nemůžeme už označovat jako topografické. Geografické mapy začínají zpravidla měřítkem 1 : 500 000.

Úkolem zeměpisných map je podat ucelený obraz celého geografického prostředí a zdůraznit jeho charakter. Obsah zeměpisných map je výsledkem studia a práce geografů, svým pojetím tedy dílem přírodovědním. Topografické mapy jsou výsledkem činnosti geodetů, topografů a fotogrammetrů – tedy dílem technickým. Těžiště obsahu topografických map je ve vyjádření podrobností. Všeobecně lze charakterizovat rozdíly mezi topografickými a zeměpisnými mapami takto:

Na topografických mapách jsou znázorněny všechny prvky obsahu s řadou detailů kvalitativního charakteru (kolejovost železnic, třídy silnic, sídliště městská a venkovská, druhy lesa atd.). Účel topografických map vyžaduje někdy částečnou nadřazenost grafického vyjádření některého prvku nad prvky ostatní (kresba komunikací nad míru). Topografické mapy jsou přímo porovnávány s terénem a musí na nich být proto zakresleny všechny prvky terénu

v takové hustotě, aby umožňovaly v každém území bezpečnou a rychlou orientaci, řešení úkolů odpovídajících danému účelu a měřítku map. Znamená to, že v území s chudší situací, jsou do map zakreslovány i méně významné prvky, které by byly v oblastech s bohatší situací vynechány. Možno říci, že topografické mapy jsou graficky vyvážené.

Se zvyšováním stupně generalizace (výběru) při odvozování topografických map menších měřítek je tato zvláštnost stále zřetelnější. Na topografických mapách 1:500 000 a 1:1 000 000 je už značný stupeň výběru sídlišť a komunikací, což vede ke snaze rovnoměrně rozmístit tyto prvky na mapě. Tím často úplně zaniknou rozdíly v hustotě těchto prvků na různých územích.

Zeměpisné mapy mají podávat nezkreslený přehled o větším území a nemohou být proto vždy graficky vyvážené. Zanedbání této zásady snižuje hodnotu obsahu zeměpisné mapy. Potvrzuje se již dříve uvedený poznatek, že geografické mapy nelze odvozovat z map topografických bez celkového přehodnocení celého území z geografického hlediska s využitím nejen mapových, ale i literárních a statistických pramenů.

Odlišná koncepce obou druhů map ovlivňuje celou další práci při odvozování geografických map z map topografických. Už sama skutečnost, že z podkladových topografických map středních měřítek (1:200 000 a 1:500 000) jednou odvozujeme mapy topografické, podruhé mapy všeobecně zeměpisné, podtrhuje značné kvalitativní rozdíly v generalizaci.

Všimněme si podrobněji některých zvláštností při vyjadřování a generalizaci jednotlivých prvků obsahu na topografických a geografických mapách. Ke srovnání využijeme topografické mapy 1:200 000, 1:500 000 a 1:1 000 000 a dosud zpracované prototypové mapy Čs. vojenského atlasu: Horné Považie 1:500 000, Čechy—Morava 1:1 000 000, Španělsko, Portugalsko 1:3 000 000.

#### *Výškopis*

Na topografických mapách musí výškopis podávat podrobné informace o jednotlivých terénních tvarech i větších celcích a má umožňovat řešení různých kartometrických úkolů na mapách. Základními prostředky pro vyjádření terénu na topografických mapách jsou vrstevnice s konstantní výškovou odlehlostí a výškové body. Ekvidistance vrstevnic 50 m a 100 m na mapách 1:500 000 a 1:1 000 000 ještě umožňuje vyjádřit vrstevnicemi souvislost terénních tvarů a znázornit morfologické podrobnosti území. Jako doplňujících způsobů se využívá stínování (tónování, šrafování) a v poslední době na některých mapách i barevné hypsometrie.

Kvalitativní rozdíly ve vyjádření výškopisu na topografických a zeměpisných mapách jsou především v tom, že samotné vrstevnice nemohou plně zdůraznit geomorfologické charakteristiky větších geografických celků, které na zeměpisných mapách musí zvláště vyniknout. Základem vyjádření výškopisu na geograf. mapách je proto vždy barevná hypsometrie doplněná obvykle stínováním, popřípadě šrafami. Volbu výškových stupňů ovlivňuje hypsografická křivka, sestavená pro dané území. Proti jednoznačně stanovené výšce vrstvy na topografických mapách volí se intervaly výškové stupnice na zeměpisných mapách s ohledem na různé typy reliéfu, aby vynikly morfologické charakteristiky zobrazeného území. V řešení těchto úkolů je základní problematika generalizace výškopisu při odvozování geografických map z map topografických.

S volbou intervalu výškových stupňů hypsometrie souvisí často i nutná interpolace vrstevnice (omezující hypsometrickou vrstvu), která není v podkladovém materiálu znázorněna. Na geografických mapách má každá zvolená vrstevnice svůj význam a značný vliv na zvýraznění nebo setření charakteru území. Proto interpolace vyžaduje velmi pečlivou přípravu i studium morfologie daného území a je jednou ze zvláštností generalizace zeměpisných map. Při zpracovávání map 1:500 000 v Čs. vojenském atlase tvořily základní podklad topografické mapy 1:200 000, na nichž nejsou zakresleny liché stometrové vrstevnice a musely být interpolovány. Zdařilé vyjádření výškopisu na prototypové mapě Horné Považie dokazuje, že pracovníci se s touto složitou problematikou vypořádali velmi dobře.

Při generalizaci terénu na geografických mapách není třeba vždy dodržovat souvislost vrstevnic (někdy to není ani možné, ale pozornost je třeba zaměřit na přesné zakreslení detailů, důležitých pro charakteristiku reliéfu. Kvalitativní rozdíly jsou i ve stínování. Na geografických mapách je třeba věnovat stínování mimořádnou pozornost především proto, že je vlastně jediným grafickým prostředkem jak vyjádřit morfologické charakteristiky, které se nedají vyjádřit hypsometrií. Proto je stínování na těchto mapách doslova modelačním činitelem. Stínování, použité na topografických mapách má zdůrazňovat především překážkovost území a detailní morfologická tvářnost, důležitá pro zeměpisné mapy, ustupuje trochu do pozadí. Podstatnou součástí kvalitativního přehodnocení území při vyjadřování výškopisu na geografických mapách je vyčlenění orografických celků a přesné určení jejich charakterů, aby mohly být správně na mapách znázorněny. S tím velmi úzce souvisí i další úkol – zpracování konceptu orografických názvů.

Plošné barevné vyjádření výškopisu proti ostatním čárovým a bodovým značkám způsobuje, že další prvky jako sídliště, komunikace, vodstvo lze z mapy vyčíst teprve po podrobnějším zkoumání. To činí terén na geografických mapách prvkem převládajícím a nadřazeným. I když tomu ve skutečnosti tak docela není, je výškopis rozhodujícím prvkem obsahu geografických map.

Na všech prototypových mapách Čs. vojenského atlasu je terén znázorněn velmi dobře a jeho generalizace převyšuje u některých map hodnotu generalizace ostatních prvků. Stupeň generalizace i volba jednotlivých výškových vrstev odpovídají všem požadavkům na přesné znázornění morfologických charakteristik. Zkušenosti z protypů ukazují, že pro zeměpisné mapy měř. 1 : 500 000 a 1 : 1 000 000 je vhodné do hypsometrických vrstev vkládat ještě vložené vrstevnice, které podstatně zvyšují plastičnost reliéfu. Zvláště výrazně se to projevilo u mapy Čechy-Morava. Na mapách 1 : 3 000 000 je vhodné vkládat pouze jednotlivé vrstevnice, a to jen tehdy, přispěje-li to podstatnému zvýraznění reliéfu. Stínování je na všech mapách provedeno velmi pečlivě.

Způsob a hodnota vyjádření terénu na prototypových mapách mohou plně sloužit jako vzor pro zpracování dalších map.

#### Vodstvo

Ze všech zeměpisných prvků zobrazených na topografických a zeměpisných mapách jsou nejmenší odlišnosti ve vyjádření vodstva, které je zobrazováno nejen na topografických, ale i na zeměpisných mapách zpravidla s největší možnou úplností a je nejméně generalizováno. Ukazuje to i ta skutečnost, že na mapách všech druhů, typů i měřítek je vodstvo znázorňováno v zásadě shodným grafickým způsobem, tj. čarovou značkou u toku a břehových čar a modrou výplní u ploch.

Porovnání stupně generalizace vodstva na topografických a zeměpisných mapách stejných měřítek ukazuje, že rozdílný účel obou map téměř neovlivňuje generalizaci průběhu (tvarů) vodních toků. Potvrzují to i prototypové mapy Čs. vojenského atlasu při porovnání s topografickými mapami stejných měřítek. Jestli je stupeň generalizace při metodě zevšeobecnování tvarů v podstatě stejný jak na topografických tak na zeměpisných mapách, je stupeň výběru podstatně rozdílný. Zvláště citlivý musí být výběr u map geografických při znázorňování pramenných oblastí řek a při umísťování popisu vodních toků. Jednou z vážných chyb při generalizaci vodstva bývá náhodný výběr jednotlivých zdrojnic v pramenných oblastech řek. Velmi často se vybere pouze jeden tok, obyčejně nejdelší, a ostatní zdrojnice se vypustí. Snadno se potom stane, že do mapy se zakreslí nějaký přítok a vlastní horní tok řeky zmizí. Jako příklad můžeme uvést mapu Čechy-Morava 1 : 1 000 000, kde takovým způsobem byl nesprávně nakreslen pramen Labe. Jiný příklad najdeme v prostoru Horní Bečvy, na které jsou zakresleny přítoky pouze z Javorníků, ačkoliv stejné množství přítoků má řeka z Vsetínských vrchů. Takovéto nesprávné zobrazení zkresluje charakter vodstva v této oblasti a činí dojem jednostranných přítoků.

Jednou z nejdůležitějších charakteristik geografické mapy je přesné vyjádření typů říční sítě. Vodní toky se na zeměpisných mapách pravidelně rozšiřují od pramene až k ústí.

Tento způsob vyjádření sice poněkud potlačuje skutečnost, že tok v přírodě mění svou šířku, avšak velmi značně zvyšuje nejen přehlednost a vyváženost vodní sítě, ale zvýrazňuje i velikost jednotlivých povodí a jejich typy. Na zeměpisných mapách musí být tyto charakteristiky vodstva především zvýrazněny. Při generalizaci musí vyniknout oblasti s různou hustotou vodní sítě. Při řešení tohoto úkolu jsou velmi vhodným podkladem mapy vyjadřující hodnotu vodní sítě. Pro ČSR byla např. takováto mapa uveřejněna v r. 1957 v Kartografickém přehledu (7).

Ze srovnání prototypových map je zřejmé, jak postupné nabývání zkušeností a důsledné uplatňování kvalitativního přehodnocení vodstva ovlivňuje hodnotu generalizace. Zatím co mapa 1 : 1 000 000 Čechy-Morava má ještě všechny rysy kvantitativní generalizace a některé nedostatky ve vyjádření pramenných oblastí, je generalizace vodstva na mapě Španělska již dobrá. Na poslední prototypové mapě 1 : 500 000 Horné Považie má vodstvo již všechny geografické charakteristiky velmi přesně vyjádřeny.

### *Porosty*

Porosty, a zvláště lesy jsou z vojenského hlediska jedním z nejdůležitějších prvků území. Na topografických mapách se proto vždy zobrazují a rozlišuje se i druh lesa. Na těchto mapách, kde je terén vyjádřen bez barevné hypsometrie, je plošné vyjádření lesů poměrně snadné.

Jiná situace je u zeměpisných map. Lesy a porosty vůbec jsou sice nerozlučně spjaty se zeměpisným prostředím a jejich znázornění by patřilo k obsahu všech zeměpisných map. Grafické vyjádření je však obtížné. Jak již bylo uvedeno, jedním ze základních znaků zeměpisné mapy je barevná hypsometrická stupnice. Zelená barva, dnes všeobecně používaná pro nížiny, velmi znesnadňuje zavedení další zelené barvy pro plošné vyjádření porostů. Potíže se vyskytnou i u dalších hypsometrických vrstev. Plošná zeleň lesů buď v hypsometrii zanikne, nebo změní tón barev, popřípadě hypsometrické vrstvy úplně potlačí. V každém případě plošné vyjádření porostů podstatně narušuje geografické charakteristiky reliéfu, které jsou u geografických map prvořadé.

Na mapách Čs. vojenského atlasu byly zkoušeny různé způsoby znázorňování lesů plošně i pomocí ručně kreslených rastrů. Z dosažených výsledků je možno stanovit tyto závěry.

Lesy je možné zobrazit pouze na mapách velkých měřítek (1 : 500 000 a 1 : 1 000 000), pokud to účel mapy vyžaduje. V souladu se znázorňováním lesů je třeba řešit i způsoby vyjádření terénu. Zde mají značný význam volba ekvidistance vrstevnic a použití vložených vrstevnic, které by spolu se stínováním dávaly záruku dostatečné modelace reliéfu i při narušení hypsometrických vrstev tiskem lesů. Současně s tím je třeba pečlivě volit barvy hypsometrických vrstev i barvu pro vyjádření lesů. U menších měřítek se význam zakreslování lesů poměrně rychle zmenšuje a proto je není vhodné na zeměpisných mapách zobrazovat a také většinou zobrazeny nejsou.

### *Sídlíště*

Zvláště výrazně se projevuje rozdíl mezi mapami topografickými a zeměpisnými ve způsobu vyjádření a v generalizaci sídlíšť. Tento rozdíl je výsledkem kvalitativně zcela jiných výrazových prostředků. Z topografických map lze rozpoznat a stanovit půdorysy sídlíšť, a tím i jejich charakter, celkovou strukturu a úpravu. Je příznačné, že na topografických mapách, a to i středních a malých měřítek, jsou sídlíště s výjimkou malých vesnic a osad zakreslena svými půdorysy. Jsou na nich vyznačeny hlavní bloky, ulice a dopravní tepny. Topografické mapy zachycují tedy správnou, skutečnosti odpovídající úpravu sídlíšť, a tím rozlišují jednotlivé typy sídlíšť navzájem. Roztřídění sídlíšť do typů je výsledkem studia kvantitativních a kvalitativních charakteristik u řady sídlíšť. Kvantitativními charakteristikami u sídlíšť jsou např. počet obyvatelstva a počet domů. Kvalitativními charakteristikami mohou být způsoby zastavění (osady podélné, roztroušené), charakter převládajícího druhu staveb (sídlíště městská, venkovská) a administrativní, hospodářský nebo jiný význam.



Každé konkrétní sídliště je charakterizováno najednou několika znaky současně, a proto dává uživateli dobrou představu o typu sídliště. Na zeměpisných mapách jsou půdorysy vyjádřeny pouze u velkých měst, tj. u důležitých hospodářských a administrativních center. Všechna menší sídliště se vyznačují smluvenou značkou (kroužkem), a to i tehdy, když je lze znázornit v daném měřítku mapy půdorysem. Znamená to, že zeměpisná mapa vyjadřuje především existenci sídlišť, tj. prvky sídelní geografie, v celkové souvislosti s ostatními geografickými činiteli. Teprve v druhé řadě podává jejich kvantitativní a kvalitativní charakteristiky, což se děje změnou základního grafického způsobu vyjádření sídlišť (dvojitý kroužek, výplň kroužku atd.). Takováto úprava umožňuje do jisté míry vyjádřit geografický význam sídliště, avšak naprosto setře většinu kvalitativních znaků sídliště.

Z rozdílného způsobu vyjádření sídlišť na mapách topografických i zeměpisných vyplývají rozdíly v generalizaci. Již v samotné metodě výběru je rozdíl mezi mapami topografickými a zeměpisnými velmi patrný. V topografických mapách je výběr omezen především na detaily (jednotlivé domy, bloky, ulice) uvnitř sídliště, přičemž sídliště jako celek se prakticky vždy na mapách 1 : 200 000 a větších měřítek zobrazí. Můžeme říci, že v topografických mapách je metoda výběru při generalizaci sídlišť podřízena metodě zevšeobecnování kvantitativních a kvalitativních charakteristik. To znamená, že se zevšeobecnují půdorysy tak, že charakter sídliště je stále zachován. Na mapě můžeme sledovat stále přímý vztah mezi skutečným sídlištěm a jeho grafickým znázorněním.

Naproti tomu při generalizaci sídlišť na mapách zeměpisných se metoda výběru uplatní jako hlavní a převládající. Metoda zevšeobecnování tvarů se projeví pouze u sídlišť znázorněných půdorysy. Metoda výběru na zeměpisných mapách řeší především otázku, která sídliště z celkového počtu (na podkladových mapách) vůbec na mapě zobrazíme. V řešení převládá zatím způsob censální, který stanoví již předem určitou minimální velikost sídliště pro jeho znázornění na mapě. Census je téměř vždy stanoven na základě kvantitativních charakteristik (nejčastěji je to počet obyvatel nebo počet domů). Zpravidla však nestanoví nejnižší hranici, pod kterou se již žádná sídliště nezakreslují, ale určuje hodnotu vyšší. Připouští zákres menších sídlišť pod stanovenou hranici. V závislosti na stanovených kvantitativních charakteristikách sídlišť volí se kategorie sídlišť a rozsah značkového klíče. Při výběru sídlišť nejnižší kategorie se pak často přechází na způsob normativní, jehož podstata spočívá ve výběru sídlišť podle určitých přijatých ukazatelů. V praxi to znamená, že dosud převládající význam kvantity ustupuje narůstajícímu významu kvality a obě charakteristiky se budou ve výběru sídlišť nejnižší kategorie uplatňovat stejnou vahou. Správné stanovení takových normativů při zpracování map zeměpisných z map topografických je hlavním problémem kartografické generalizace.

Sledujme, jak byla provedena generalizace sídlišť na prototypových mapách Čs. vojenského atlasu.

Generalizace sídlišť na mapě 1 : 500 000 Horné Považie byla ověřována v oblasti Žiliny, v území ohraničeném kilometrovými čarami  $x = 5430$  km a  $5490$  km,  $y = 4320$  km a  $4390$  km. Celková plocha je  $4200$  km<sup>2</sup>. Stupeň generalizace sídlišť z podkladových map 1 : 200 000 je uveden v tabulce I.

V horní části každého čtverce o rozloze  $10 \times 10$  km jsou vždy uvedeny: v čitateli počet sídlišť na mapě 1 : 200 000 a ve jmenovateli počet sídlišť zobrazených na mapě 1 : 500 000. Do tohoto počtu byla zahrnuta sídliště nad 20 domů, nebo se 100–500 obyvateli a sídliště větší. Počet hvězdiček nám udává počet sídlišť kategorie 100–400 domů, nebo 500–2000 obyvatel, která nebyla do mapy zobrazena. Jinak se výběr týká sídlišť do 100 domů, nebo 100 až 500 obyvatel.

Ve spodní části každého čtverce je uveden i počet velmi malých sídlišť pod 20 domů nebo do 100 obyvatel (většinou sídliště roztroušená) a ve jmenovateli počet sídlišť tohoto typu, který se na mapě 1 : 500 000 zobrazil. Tato sídliště jsou typická jenom pro horské oblasti.

Tabulka I

$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	5490 km
$\frac{20}{2}$	$\frac{13}{0}$	$\frac{8}{2}$	$\frac{13}{2}$	$\frac{9}{0}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{0}$	80
$\frac{2}{2}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{7}{7}$	
$\frac{17}{4}$	$\frac{10}{0}$	$\frac{8}{0}$	$\frac{7}{1}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{6}{0}$	70
$\frac{8}{8}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{9}{9}$	60
$\frac{11}{0}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{4}{0}$	$\frac{8}{0}$	$\frac{10}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	
$\frac{18^*}{14}$	$\frac{17^{**}}{14}$	$\frac{13}{11}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{15}{13}$	$\frac{9}{9}$	50
$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	
$\frac{12}{11}$	$\frac{9^*}{7}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{16^*}{12}$	40
$\frac{1}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{0}$	
$\frac{6}{4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{12}{10}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{12}{10}$	5400 km
$\frac{1}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	
4320 km	30	40	50	60	70	80	4390 km

Z tabulky I je zřejmé, že stupeň výběru sídlišť na mapě 1 : 500 000 je velmi malý. Umožňuje to velmi jemný typ písma pro popis sídlišť a znázornění sídlišť kroužky. Obsah této zeměpisné mapy je větší než obsah topografické mapy stejného měřítka.

Hustota sídlišť na 100 km<sup>2</sup> je na mapě Čs. voj. atlasu průměrně 5,7 což odpovídá vzdálenosti sídlišť mezi sebou asi 9,5 mm. Hustota na topografické mapě je pouze 4,2 což odpovídá průměrné vzdálenosti 11 mm. Menší hustota na topografické mapě je ovlivněna větším typem písma a půdorysným znázorněním sídlišť.

Stupeň generalizace sídlišť na prototypové mapě Španělska, Portugalska, zpracované ze sovětské topografické mapy 1 : 1 000 000, byl zjišťován v oblasti jižního Španělska v 9 polích vytvořených poledníky a rovnoběžkami o rozměru 1° × 1° ( $\varphi = 37^\circ - 39^\circ$  s. š.,  $\lambda = 1^\circ - 6^\circ$  z. d.)

Počet sídlišť v jednotlivých polích podkladové mapy a počet sídlišť po generalizaci do mapy 1 : 3 000 000 je znázorněn graficky na obr. 1.

Označme celkový počet sídlišť v jednotlivých polích mapy 1 : 1 000 000 jako 100%. Rozdělme sídliště na tři skupiny podle významu a počtu obyvatel (města, sídliště nad 2 000 obyv. a sídliště pod 2 000 obyv.), což odpovídá klíči smluvených značek.

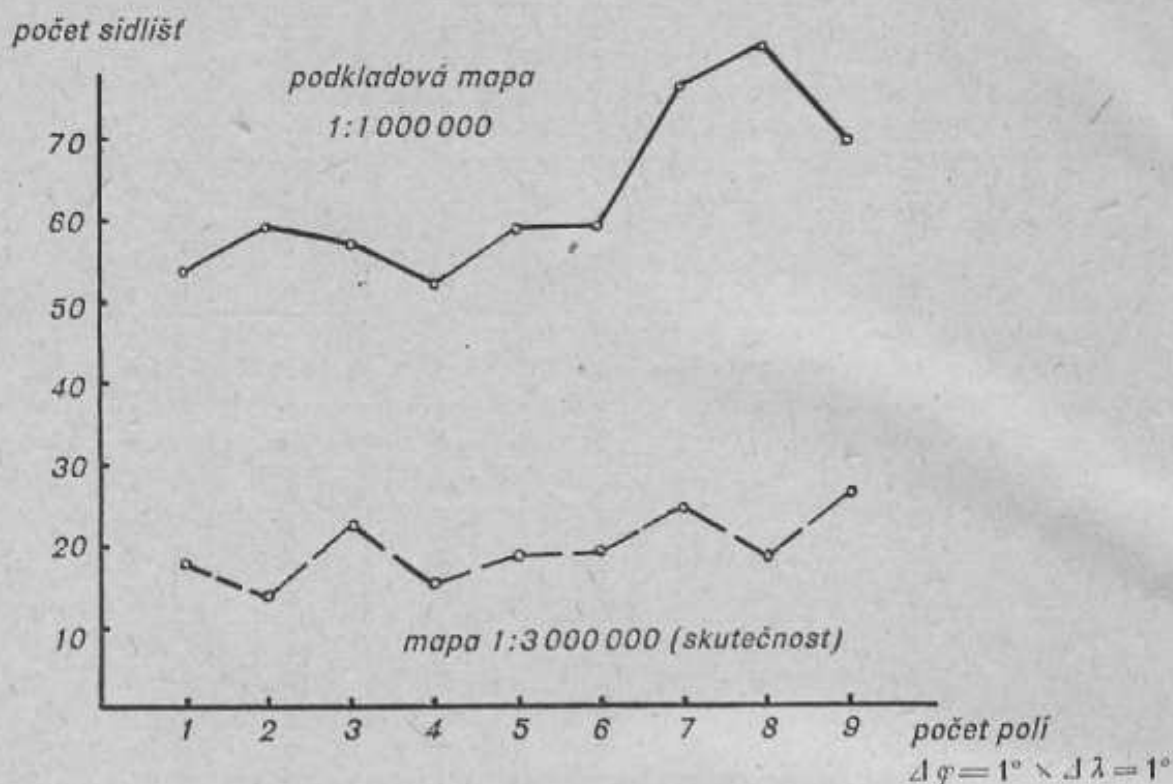
Tabulka II. pak udává, kolik procent sídlišť každé skupiny z celkového počtu sídlišť na mapě 1 : 1 000 000 je znázorněno jednak na této podkladové mapě, jednak v odvozené mapě 1 : 3 000 000. Z tabulky je patrný rozdílný stupeň generalizace jednotlivých skupin sídlišť.

V posledním řádku tabulky je uveden v procentech celkový počet sídlišť zobrazených na mapě 1 : 3 000 000.

Z grafů i tabulky je zřejmé, že stupeň generalizace v jednotlivých polích by měl být velmi podobný. Nápadné rozdíly v 2., 3. a 8. poli ukazují na chybnou generalizaci. Vypočteme-li průměr z těch polí, kde stupeň generalizace je prakticky stejný, dostaneme hodnotu

31%. Můžeme potom zpětně určit nejvhodnější počet sídlišť (normy výběru) i v těch polích, které byly generalizovány chybně. Na obr. 2. je sestrojen graf už z opravených hodnot.

Z opraveného grafu je zřejmé, že je splněna základní podmínka generalizace, tj. vyjádření rozdílné hustoty sídlišť i na odvozených mapách menších měřítek.



Obr. 1

Tabulka II

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sídliště pod 2000 obyvatel	1:1 000 000	36	57	26	40	47	27	23	33	45
	1:3 000 000	2	7	3	2	2	0	0	0	1
Sídliště nad 2000 obyvatel	1:1 000 000	38	31	44	54	31	34	47	50	41
	1:3 000 000	9	5	7	21	8	5	2	6	17
Města	1:1 000 000	26	12	30	6	22	39	30	17	14
	1:3 000 000	22	12	30	6	22	27	29	16	13
Celkem v %	1:10 000 000	100%								
	1:3 000 000	33	24	40	29	32	32	31	22	31

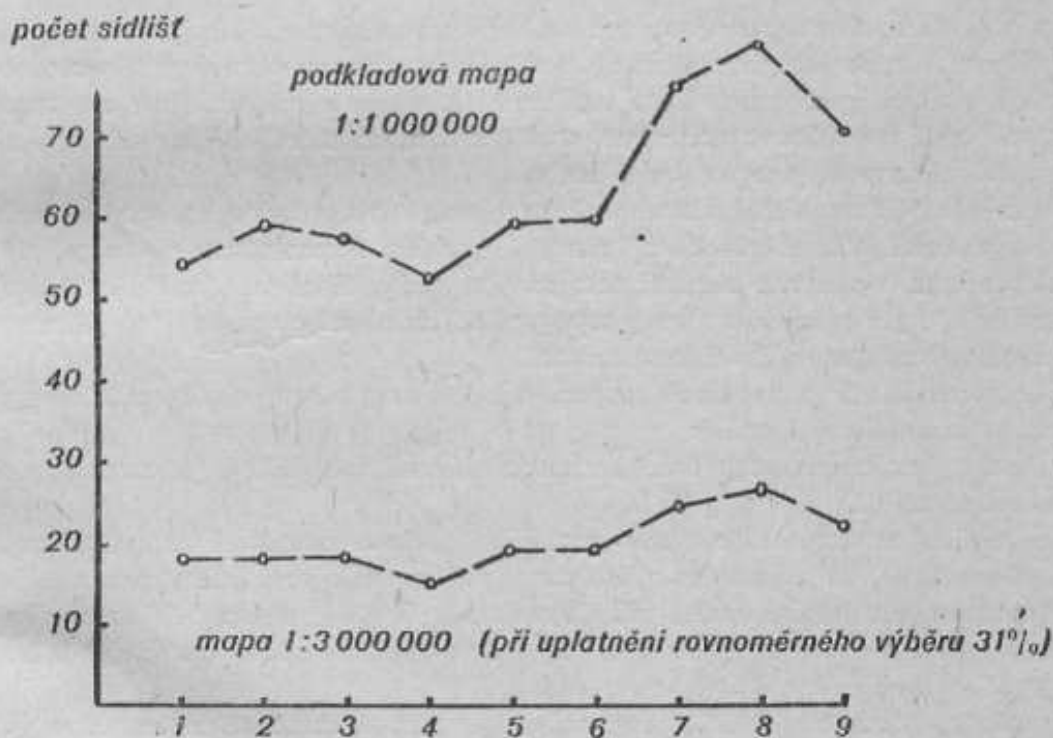
V prvním řádku jsou údaje v % na mapě 1:1 000 000, v druhém řádku na mapě 1:3 000 000.

V tabulce III je vyčíslena průměrná hustota sídlišť na 100 km<sup>2</sup> v jednotlivých polích. Stupeň generalizace podkladové mapy i mapy prototypové byl porovnán s teoretickými závěry v knize Bočarov, Nikolajev: *Matematicko-statističeskije metody v kartografii* §25.

Tabulka III

Průměrná hustota sídlišť na 100 km <sup>2</sup> na mapě 1 : 1 000 000								
0,56	0,61	0,59	0,54	0,61	0,61	0,79	0,84	0,75
Průměrná hustota sídlišť na 100 km <sup>2</sup> na mapě 1 : 3 000 000								
0,19	0,15	0,24	0,16	0,20	0,20	0,25	0,19	0,23

Na podkladové mapě 1 : 1 000 000 byly v polích 1–3 určeny průměrné vzdálenosti sídlišť. Dosažené hodnoty 16 mm, 15,3 mm a 15 mm odpovídají teoretickým závěrům vypočteným v práci: Bočarov, Nikolajev na str. 113. Pokusně byly určeny průměrné vzdálenosti i na prototypové mapě na prvním poli. Pro hustotu sídlišť 0,19 byla určena průměrná vzdálenost sídlišť 7,9 mm což odpovídá teoretické hodnotě 8 mm.



Obr. 2

Z předchozích výsledků vyplývají dva závěry:

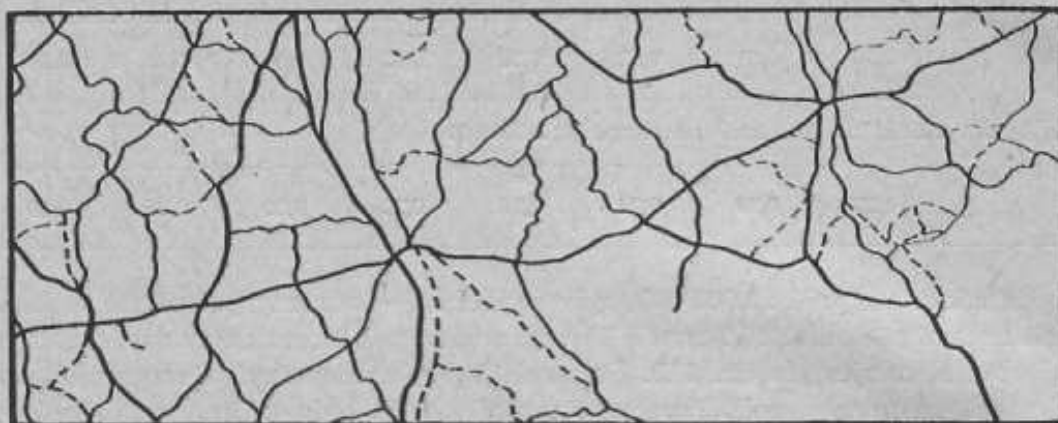
1. Hustota sídlišť na podkladových sovětských topografických mapách odpovídá teoretickým hodnotám. Mapy jsou tedy dobře generalizovány a jsou vhodným podkladem pro zpracování geografických map 1 : 3 000 000.
2. Prototypová mapa Španělska, Portugalska má správný stupeň generalizace sídlišť a může být vzorem pro zpracování dalších map.

#### Komunikace

Na topografických mapách je kladen důraz na přesné a obsažné zakreslení komunikační sítě, na zeměpisných mapách je sledována především přehlednost komunikační sítě.

Z tohoto důvodu nejsou rovněž na zeměpisných mapách zakreslena různá zařízení při komunikacích (žel. stanice, mosty apod.), běžně znázorňovaná na mapách topografických.

Počet tříd (skupin), do kterých jsou komunikace rozděleny, a podle toho různé graficky vyjádřeny, je rovněž u zeměpisných map podstatně menší než u map topografických. Rovněž kritéria hodnocení, podle kterých jsou komunikace zařazovány do tříd, jsou u map obou druhů rozdílné.



Obr. 3

Na topografických mapách jsou jednotlivé komunikace rozlišeny podle kvality komunikačního tělesa. Silnice jsou rozdělovány podle šířky a druhu vozovky, železnice podle počtu a šířky kolejí, elektrifikace apod. Toto rozlišení je samozřejmě důležité na topografických mapách, které mají umožňovat podrobné studium komunikační sítě za účelem zjištění její možné provozní výkonnosti pro vojenské účely.

Na zeměpisných mapách hodnotíme komunikační síť především podle jejího stálého dopravního významu. I když všeobecně platí, že kvalita komunikace je v přímé závislosti na jejím dopravním významu, neplatí tato zásada vždy. Správné rozřídění komunikací na hlavní a vedlejší je při přechodu z map topografických na mapy zeměpisné jedním z hlavních úkolů při kvalitativní generalizaci komunikací.

Výběr komunikací je na všech mapách spojen s výběrem sídlišť a hustotou sídlišť je dána i hustota komunikační sítě.

Na topografických mapách, kde je zakreslena většina sídlišť, je možno podrobně vyjádřit i komunikační síť.

Na zeměpisných mapách je nutno provádět výběr komunikací vzhledem ke geografické souvislosti všech jevů, se zvláštním zřetelem k větším sídlištím, jako komunikačním uzlům.

Na zeměpisných mapách musí vždy vyniknout rozdíly v hustotě komunikační sítě a stupeň výběru musí být stejně jako u sídlišť jednotný pro celou mapu (případně soubor map jednoho typu).

Na prototypových mapách Čs. voj. atlasu je komunikační síť znázorněna velmi různě. Zatím co železnice jsou po přehodnocení na hlavní a vedlejší převzaty z podkladů topografických map v plném rozsahu až do měř. 1 : 3 000 000, jsou v generalizaci silnic značné rozdíly.

Na mapě 1 : 500 000 Horné Považie je komunikační síť zobrazena velmi podrobně. Na obr. 3. je zobrazeno území 20×50 km s poměrně hustým osídlením (Ostravsko). Na výřezu jsou zakresleny všechny silnice z topografické mapy 1 : 200 000, čárkovaně jsou zakresleny ty, které nebyly převzaty do atlasové mapy 1 : 500 000. Z obrázku je patrné, že stupeň výběru silnic z podkladové topografické mapy 1 : 200 000 je velmi malý a týká se pouze vedlejších podřadných spojů.

V horském území jsou zakresleny silnice všechny. Přesto mapa správně vyjadřuje rozdíly v hustotě komunikací jednotlivých oblastí.

Mapa 1 : 1 000 000 Čechy-Morava má silniční síť velmi řídkou. Není zakreslena řada důležitých vedlejších silnic (II. třídy a téměř žádné silnice III. třídy).

Na mapě Španělska, Portugalska se v některých oblastech ztrácejí rozdíly v hustotě silniční sítě, přesto, že na podkladových mapách tyto rozdíly vyjádřeny jsou.

Stupeň generalizace tvarů komunikací je závislý na generalizaci terénu a vodstva. Na mapách je tato závislost dobře zřetelná.

### Závěr

Kartografická generalizace má rozhodující vliv na hodnotu obsahu map všech druhů a typů. Vedle znalosti jednotlivých metod generalizace má mimořádný význam správné určení výsledného charakteru generalizace, který může být kvantitativní nebo kvalitativní. Kvalitativní charakter generalizace se uplatňuje zvláště výrazně při odvozování map všeobecně zeměpisných z map topografických a vyžaduje přehodnocení jednotlivých prvků obsahu podkladových topografických map z geografického hlediska. To vyžaduje podrobné studium geografických jevů a kvalitativně jiných výrazových prostředků. Vyřešení těchto úkolů při zpracovávání Čs. voj. atlasu umožňovaly prototypové mapy. Z jejich zhodnocení je zřejmé, že postupným nabýváním zkušeností v ústavech rychle vzrůstá geografická hodnota map Čs. voj. atlasu.

### Literatura:

1. Lozinova: O soveršenstvovanii karty masštaba 1:1 000 000, Trudy CNIGAIK, vypusk 126.
2. Suchov: Sostavlenie i redaktirovanie obščegeografičeskich kart, Moskva 1957.
3. Sališčev: Redakce a sestavování map.
4. Komkov: O kartografické generalizaci (rozmnožený text).
5. Šimák: Užitá kartografie (Skripta VA AZ).
6. Mareš: Hustota vodní sítě v CSR, Kartografický přehled 1957, č. 2.
7. Bočarov, Nikolaev: Matematicko-statističeskije metody v kartografii, Moskva 1957.
8. Davydov: Zobrazení pramenů říčních toků a jejich umístění na mapách.
9. Příručky k sestavování topografických map (Služební knihy MNO-GS-TO).

Inž. Zdeněk J e l i n e k

## Náhrada francouzských těrek pro ruční stínování terénu map

Vyjádření co nejvyšší plasticity terénu vytištěné mapy bylo vždy snahou kartoreprodukčních pracovníků. Není účelem tohoto článku seznamovat čtenáře s technikami řešícími stínování map, nýbrž s vývojem pomůcky nejstaršího způsobu — ručního stínování terénu.

Touto metodou se pracovalo již před druhou světovou válkou. Mapovaný terén se ručně stínoval pomocí tzv. těrek. Byly to roubíky kožovitého charakteru v průměru asi 0,5–1,0 cm silné a různých délek a tvrdostí. Barva většiny byla světlá, téměř bílá. Jimi byly vytvářeny stíny mapovaných terénních útvarů.

Reprodukce vždy kladla vysoké požadavky na kvalitu dodávaných podkladů a z toho důvodu bylo také nutné k vyjádření stínování použít co nejdokonalejšího materiálu, který by byl schopen nejjemněji převést světlo ve stín. Musel být pružný, měkký a musel mít schopnost udržet na svém povrchu tuhu, aby jím bylo možno kreslit. Tyto vlastnosti měly pouze těrky dodávané z Francie. Po druhé světové válce dovoz těchto těrek ustal, takže po vyčerpání starých zásob vznikl nedostatek tohoto materiálu. Nastala všeobecná snaha po získání hodnotných náhražek. Ty však dlouho nevyhovovaly buď proto, že byly příliš tvrdé a rozdíraly papír, nebo nebyly schopné na svém povrchu udržet tuhu.

Pro zajímavost je třeba např. uvést, že tato situace nevznikla pouze u nás, ale i jinde v zahraničí, a dokonce i v kapitalistickém zahraničí. Je ještě v živé paměti dotaz královského kartografického ústavu v Kodani, učiněný v tomto směru na naši topografickou službu v r. 1953, zda se v naší republice druh těchto jemných těrek vyrábí. Nakonec tento dotaz i požadavky ostatních kartografických pracovišť daly podnět k tomu, že byl náš výzkum pověřen vývojem plnohodnotné náhrady francouzských těrek.

Před zahájením vlastních prací bylo zapotřebí seznámit se dopodrobna s technologií výroby stínovaných map, poněvadž vlastní téma přímo nenaznačovalo, že otázka bude čistě chemickou záležitostí, která jediná by ve výzkumném oddělení, výlučně chemicky orientovaném, mohla najít úspěšného řešitele. Bylo nutné nejen seznámit se s technickými problémy, ale zejména s praktickými zkušenostmi odborníků, kteří tuto práci již dlouhá léta prováděli. Otázka literatury v tomto případě nehrála žádnou roli, poněvadž se výzkumově a tedy ani literárně nikdo výrobou těrek nezabýval.

Nejprve se přikročilo k důkladnému prostudování složení dodaných originálních vzorků francouzských těrek. Byla to vlastně již pouhá torza původních těrek a vzhledem k značnému opotřebení, popřípadě uskladnění, se vnějším vzhledem od sebe značně lišila. Některé těrky byly úplně černé od adsorbované tuhy, jiné byly nahnědlé a jen jediný vzorek byl bílý a dobře zachovalý. Přes tyto rozdíly byly všechny těrky na řezu bílé, přičemž vzhled řezu byl jednoznačný: činil dojem hebké jelenicové kůže. Těrky byly pružné, přitom měkké a jemné. Kromě toho bylo zjištěno, že byly dodávány ve dvou tvrdostech: měkké a poněkud tvrdší.

V původním balení tvořily asi 20 cm dlouhé roubíky tloušťky do 1 cm, spíše však vždy slabší. Polovinu tvořil tvrdší druh, druhou polovinu měkčí druh.

Těrky byly dále podrobeny kvalitativním chemickým zkouškám, při čemž bylo zjištěno toto:

- a) Jsou složeny organického. Uspořádání vláken, z nichž jsou vytvořeny, se značně blíží některým rostlinným tkáním. Uspořádání vláken je nepravidelné.
- b) Vodní výluh drtě byl zkoumán analyticky, aniž bylo dosaženo jakýchkoliv výsledků. Z daného malého množství těrky nebyly ve výluhu dokázány ani kationty ani anionty.
- c) Látka se nedala rozvláknit ani působením alkálií (ve zředěném roztoku) za varu což dokazuje přirozený původ materiálu.
- d) Po zapálení látka doutnala jako hubka, což je způsobeno prostorovým uspořádáním stavebních vláken materiálu těrky. Mikroskopický řez, zvětšený 120× (viz obr. 1.) přímo na tuto vlastnost ukazuje.

Tím byly chemické práce ukončeny a nezbývalo nic jiného, než hledat podobný materiál jednak z řady umělých, ale hlavně z řady přirozených produktů. Dbalo se přitom zkušeností odborníků, kteří se z nedostatku terek sami snažili vypomoci si jinými druhy přirozených materiálů, z nichž používali korku, později, zejména pracovníci na Slovensku, dužniny některých chorošů, jako např. choroše troudového (*Polyporus fomentarius* L.) nebo plochého (*P. applanatus* Pers.), které nacházeli na pařezech nebo stromech buků nebo jiných listnatých stromů. Umělých hmot se nepoužívalo.

Poněvadž měl výzkum větší možnosti i zaměření sledovat umělé hmoty, přikročilo se nejprve k vyzkoušení terek uměle připravených. K tomu účelu byly vybrány plastické penové preparáty z PVC (polyvinylchlorid), umělého kaučuku a polyuretanu.

V celku se tyto plastické hmoty nazývají lehčenými hmotami a poskytovaly svými vlastnostmi první předpoklady k dosažení úspěchů při řešení této otázky. Rovněž vytváření příslušných roubíků (terek) nečinilo žádných potíží. Jinak se těchto hmot běžně používá v mnoha průmyslových oborech (např. letectví, izolace, čalounictví, ortopedie apod.), kde se převážně právě využívá jejich pružnosti a lehkosti, které jsou jejich hlavní vlastností. Kromě toho se u nás všechny vyrábějí.

Při zkouškách stínování však bylo zjištěno, že se sice co do pružnosti vyrovnají požadovanému vzoru, že se však celkově vyznačují základní vadou a to neschopností adsorbovat tuhu na svém povrchu. Tím byly prakticky ihned v začátku z dalších zkoušek vyřazeny, poněvadž právě pro dosažení těch nejjemnějších tónových přechodů je naprosto nutné, aby těrky na sebe tuhu z papíru nabíraly a dalším otěrem ji papíru znovu předávaly. Z dosažených poznatků, které by bylo možno těmto plastickým hmotám přičíst jako klad, je zjištění, že při stínování nepoškozovaly povrch papíru.

Po neúspěších s plastickými hmotami se přistoupilo k zbývajícím možnostem, tj. k umělým těrčím vyráběným z buničitých vláken, hlavně z papíru. V první řadě byly vyzkoušeny těrky komerčně vyráběné. Ty však rovněž nevyhovovaly, neboť kromě toho že nedostatečně nabíraly tuhu na svůj povrch, ještě papír značně při práci poškozovaly rozdíráním. Přikročilo se tedy k vlastní přípravě terek z měkkých a neklížených papírů, které však projevíly tytéž nežádoucí vlastnosti.

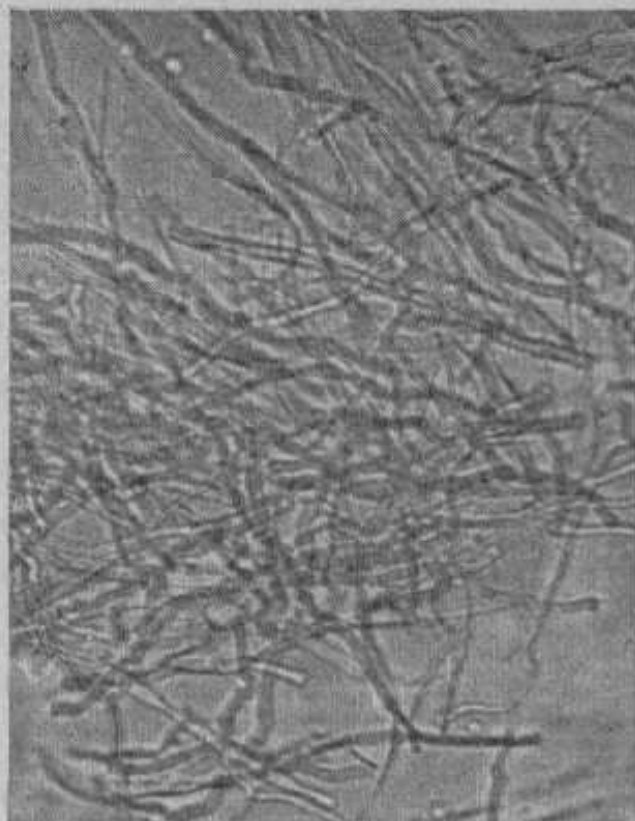
Kromě terek připravených ze stočených listů papíru vyzkoušely se ještě vlastnosti terek připravených z rozmělněné papíroviny. Pro tyto účely byla získána rozvařením papíru v slabě alkalické lázni vláknitá buničina. Po oddělení jednotlivých vláken od sebe a odstranění klíždů byla buničina důkladně promývána vodou až do neutrální reakce. Poté byly z tohoto materiálu připravovány těrky jednak lisováním, jednak hnětením. Jako pojidel bylo použito ve skrovné koncentraci (0,5–2%) dextrinu nebo polyvinylalkoholu. Koncentrace pojidel byly vyzkoušeny se zřetelem na stanovení optimálního množství na použitou buničinu. Výsledky všech zkoušek však ukázaly, že ani tato cesta není vhodná. Vlastnosti takto získaných terek se prakticky jen nepatrně liší od vlastností terek koupených, s výjimkou těrky zhotovené hnětením buničiny v jednoprocenním dextrinu.



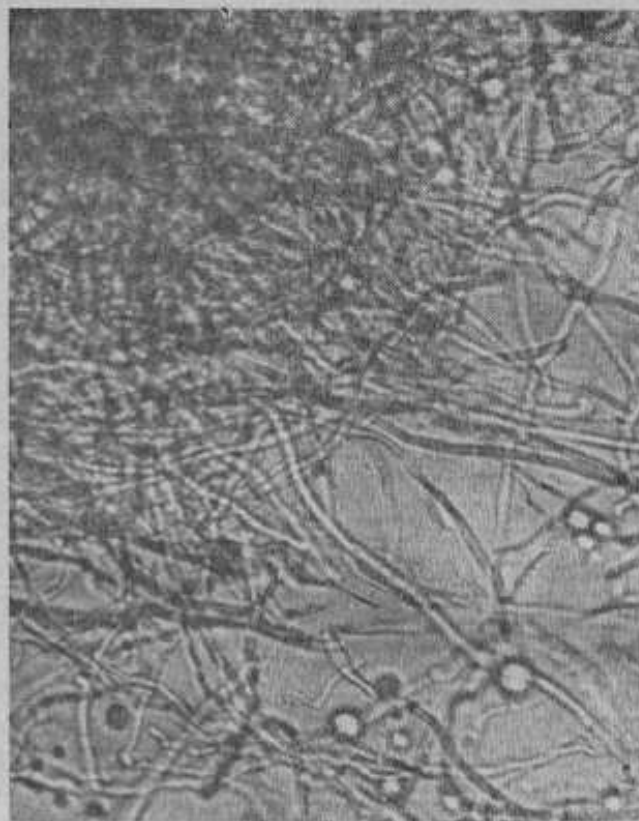
Kromě papírových terek byly ještě z uměle připravených vláknitých materiálů vyzkoušeny těrky zhotovené z jemné plsti. Ani tyto však svými vlastnostmi neodpovídaly požadavkům kartografické techniky.

Protože výsledky laboratorní přípravy terek byly nevyhovující, a že se nepodařilo získat hmotu kvalitativně odpovídající vzorovým terkám, přistoupilo se nakonec k vyzkoušení přirozených materiálů.

Přihlíželo se jednak k podobným vlastnostem jiných přirozených vláknitých produktů v přírodě se nacházejících, jednak ke zkušenostem a výsledkům kartografických pracovníků. Vyzkoušeny byly: korek, kůže (jelenice), dužina černého bezu (*Sambucus nigra* L.) a lůžko choroše troudového (*P. fomentarius* L.).



Obr. 1. Mikrosnímek řezu originálu francouzské těrky.



Obr. 2. Mikrosnímek řezu choroše *Polyporus squamosus*.

Všechny zkoušky prováděli zpracovní odborníci, kteří se dlouhou dobu zabývají stínováním terénu. Vyzkoušené materiály je možno seřadit podle vlastností takto:

1. skupina téměř vyhovujících: choroš troudový, korek (dostatečně změkčený namačkáním),
2. skupina odpovídající kvalitou papírovým komerčním terkám: těrka zhotovená z papíroviny hnětením (1% dextrinu),
3. ostatní méně vhodné materiály: pěnový PVC, umělý kaučuk, polyuretan, plst, kůže a dužina černého bezu.

Z uspořádání dosažených výsledků je dobře patrné, že vlastnostmi se nejvíce blíží originálům těrka připravená z dužiny choroše troudového a z měkčeného korku. Oba druhy byly také v nouzi jedině, které byly provozně používány.

Vzhledem k podobným vlastnostem, které projevily těrky zhotovené z choroše troudového, bylo jeho lůžko podrobeno tmyž chemickým zkouškám jako materiál originálních terek. Přitom bylo zjištěno, že oba druhy materiálů se chovají podobně i při chemických rozborech. Též provedené mikrosnímky řezů obou druhů jsou velmi podobné (viz obr. 1 a 2).

Přesto však nebylo dobře možné zhotovit z tohoto choroše přesně tytéž těrky nejenom proto, že se lišily barvou (jsou okrové), ale i tím, že dužnina této stromové houby je příliš nízká a nedovoluje vyříznout těrky větších velikostí. V kresebných vlastnostech jsou též tyto těrky poněkud tužší než těrky francouzské.

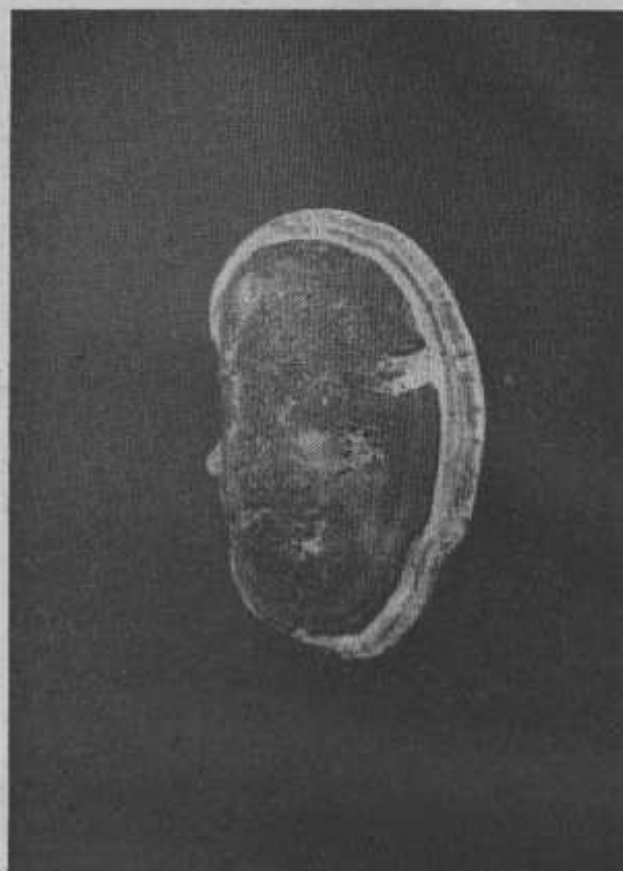
Byly proto prostudovány běžné houby chorošovitě a hledány druhy, které mají dužinu podstatně vyšší a bílou. Nejprve byl vyzkoušen a vyhledán choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*). Těrky vyrobené z exempláře nalezeného v oblasti Křižné (Velká Fatra) na kmeni padlého stromu se úplně vyrovnaly originálním těrčkám. Nalezený choroš nebyl dobře zachovalý; byl zaslán k identifikaci na Karlovu universitu, odkud bylo sděleno, že jde právě o choroš šupinatý. Délka plodnice byla 25 cm, takže roubíky z ní vyhotovené byly ještě delší než původní francouzské originály. Houba byla nalezena koncem července a byla již odumřelá. Obsahovala značné množství vody, která z ní již při slabém smáčknutí vytékala (bylo deštivo). Po vyschnutí byla naopak úplně tvrdá a dala se lehce rozřezat na dlouhé roubíky a opracovat na potřebný válcovitý tvar. Lůžko bylo vysoké asi 8 cm a po vyschnutí úplně bílé. Na klobouku byly zbytky šedých šupin. Při rozříznutí lůžka ostrým nožem vznikl řez charakteristický pro francouzské těrky, tj. připomínající kůži jeleníci. Zhotovené těrky byly důkladně namačkány, později vyklepány, čímž zmizela tvrdost pletiva a nastoupila žádaná trvalá pružnost a měkkost. Při kresebných zkouškách byly tyto těrky shledány naprosto totožnými s dováženými těrčkami francouzskými. Tím bylo dokázáno, že dovozní těrky jsou přirozeného původu a že to jsou rozřezané plodnice chorošů listnatých stromů. Při sběru vznikly však nepředvídané překážky. Nalezený choroš šupinatý nenáleží sice k vzácnostem, ale rovněž nepatří mezi hojné lesní houby. Podle sdělení mykologů z Karlovy university nachází se ve větším množství hlavně na Slovensku v pohoří Vtáčniku. Bylo proto navázáno spojení s Vojenskými lesy a statky, aby byl umožněn sběr uvedeného choroše. Nestalo se tak sice na uvedené lokalitě, nýbrž v pohoří Vihorlatu (Kamenice n. Cirochou). Houby byly nasbírány čerstvé (doba výskytu: konec června - začátek července) a zaslány do Prahy k zpracování. Přes to, že nebyly na cestě dlouho, přišly ve špatném stavu. Většina jich byla zapařená a napadená červy, takže jich nebylo možno vůbec použít. Byly tedy jen vyzkoušeny, aby se zjistil způsob, jak čerstvé plodnice sušit, aby z nich mohly být těrky vyráběny. Bylo však zjištěno, že se houby po vysušení nedají žádným způsobem změkčit. Rovněž na řezu nebyly tak bílé jako původně nalezený choroš na Křižné. (Naskytla se tedy otázka, zda bylo torso choroše spolehlivě určeno a zda nešlo o jiný druh houby).

Z těchto důvodů byl hledán jiný druh choroše, který by spolehlivě poskytl žádoucí výsledky. K tomu účelu byl vybrán choroš březový (*Polyporus betulinus* Bull.) zvaný „březový mor“. Je to houba, která žije výlučně na břízách, jež úplně decimuje. Její výskyt znamená pro místní březový porost naprostou zkázu, neboť podhoubí této houby dokonale proroste kmenem stromu, rozrušuje buňky dřeva, až nakonec se dřevo rozpadne v červeno-hnědý trouch. Podhoubí proniká stromem až do větévek a tu a tam nasadí na povrchu kmenu plodnici. Plodnice bývají polokruhovitěho nebo ledvinovitěho tvaru a přisedají zúženým bokem na kmen či větev. Ve skutečnosti protrhává mladá plodnice kůru a ze silnějšího základu vytváří klobouk až 20 cm široký, okrově šedý, ve stáří až bělavý, hladký, nehrbolatý asi 6 cm tlustý, na obvodu s lemem sehnutým, tenkým a k výtrusným rourkám přisedlým. Pokožka je papírovitá a snadno se promáčkne, jelikož též dužnina je dosti povolná. Ve stáří se snadno sama odlupuje. Spodek klobouku je rovný, plochý jako ukrojený a nese vrstvu rourek asi 8 mm vysokých, bílých, s droboučkými ústími. Na průřezu je dužnina bílá, měkká a suchá. Výtrusy jsou bezbarvé, hladké a válcovité, trochu prohnuté a 4 až 6  $\mu$  dlouhé. Choroš březový je jednoletý, vyrůstá v létě a na podzim, roste jen na břízách a na jaře příštího roku se stromů odpadává. Je rozšířen po severní polokouli v severnějších krajinách Evropy, Asie a Ameriky a všude působí zhoubně a nesmírně decimuje břízu. Boj proti němu je zatím marný, neboť není dostatečně znám skrytý způsob jeho života. Nám může být užitečný alespoň v tom, že v něm lze spatřovat materiál k výrobě jemných těrrek, jež se plně shodují s těrčkami francouzskými.

Proti sběru choroše šupinatého má tato houba ještě tu výhodu, že čerstvé i staré plodnice v přírodě nejsou napadány v takové míře červitostí. Jinak ovšem v suchém stavu v místnostech je třeba chránit plodnice před hmyzem, který by měkké lůžko mohl úplně zničit. Ukázky choroše březového jsou patrný z obr. 3. a 4.



Obr. 3. Choroš březový (*Polyporus betulinus* Bull). Pohled shora.



Obr. 4. Choroš šupinatý (*Polyporus betulinus* Bull. Pohled zdola na výtrusové trubičky.



Obr. 5. Mladá plodnice choroše březového.

Sběr této houby v napadených oblastech je jednoduchý, neboť houba se vždy vyskytuje ve značném množství jak na stojících, tak i na padlých stromech bříz. K přípravě terek se nehodí čerstvé malé plodnice (viz obr. 5), nýbrž teprve plodnice staré a vyzrálé. Jsou-li dosti zachovalé, mohou se použít i plodnice z loňské sezóny. Houby se suší na suchém místě. Nejprve se z nich však odstraní výtrusné rourky, takže se suší samotné lůžko

houby. Další zpracování je již jednoduché. Po usušení se plodnice rozřežou pilkou na hranolky potřebných rozměrů, načež se dále opracují do válečkovitého tvaru. Pak se měkkí naklepáváním nebo mačkáním, přičemž lze řídit stupeň naměkčení, takže lze obdržet těrky měkké i tužší.

Zobrazený materiál byl nalezen v březových hájích v oblasti Karlových Varů. Z jiných lokalit v Čechách je možno jmenovat jižní Čechy (Veselí n. Lužnicí, Krumlovsko, Volarsko apod), na Slovensku Malacky apod.

Otázka výroby jemných těrek pro ruční stínování terénu map je tímto vyřešena. Bylo jasně pokusně i srovnávacími zkouškami dokázáno, že dovážené francouzské těrky jsou též vyráběny z některé stromové houby. Tato skutečnost je velmi zajímavá, poněvadž se výrobky svým vzhledem značně liší od vzhledu samotných hub a nezasvěcený by nikdy v tomto výrobku nehledal přirozený výtvar přírody. V zájmu celé věci bylo by nutně zavést radikální sběr tohoto lesního stromového škůdce, který by alespoň v této formě mohl nahrazovat škody, které působí našemu hospodářství napadáním a ničením březových porostů.

---

## Stručný obsah výzkumných zpráv vojenské topografické služby

Inž. Jelínek – Inž. Kubeček:

### Zlepšení technologie mokrokoloidového procesu

Zpráva se zabývá potížemi při rytí do koloidových negativů a jejich odstraněním. Výsledkem tohoto technologického procesu výroby mapy mají být ostré a jemné čáry. Získané čáry však byly oprýskané. Nadto v mnoha případech byl negativ zastřen závojem, který byl způsoben hustým výskytem koloidového zrna.

Bylo experimentálně zjištěno, že prýskání není způsobeno špatným koloidem nebo jeho vlastnostmi, protože se nevyskytlo na negativech, na nichž bylo totéž koloidum podpreparováno želatinovou podlevou. Podpreparací skel negativů vrstvou želatiny se odstraní příčina prýskání kolodia.

Aby se zlepšila kvalita negativu zmenšením výskytu zrna byla zavedena měrná mikroskopická metoda pro hodnocení kvality mokrokoloidových negativů sčítáním počtu zrn na jednotce plochy. Pomocí této metody byla provedena kontrola kvality řady zkoušek za účelem stanovení vlivu kolodia na kvalitu negativů a bylo zjištěno, že výskyt zrna je sice stálým průvodcem mokrokoloidového procesu, ale že jej lze podstatně snížit úpravou zcitlivovací lázně, zavedením pomalu pracující vývojky a vhodnou expozicí.

Touto zlepšenou technologií spolu se zmíněnou podpreparací kolodia želatinou lze podstatně zlepšit výsledky mokrokoloidového procesu.

Inž. Jelínek – Inž. Kubeček:

### Přenos mapy na polyvinylchlorid

Ve zprávě jsou popsány způsoby přetisku map na umělé hmoty za účelem získání trvanlivých map, nebo k výrobě plastických map. Jde o přenos mapového tisku z papíru na měkkčené nebo neměkkčené polyvinylchloridové fólie způsobem za studena i za tepla. Získané výrobky jsou dokonale odolné vůči vodě i mechanickým vlivům.

Přenos tisku z papíru na polyvinylchlorid je založen na trvalém spojení (fixování) tisku s fólií. Při postupu za studena se přiloží mapový výtisk potlaštěnou stranou na naleptaný povrch polyvinylchloridu a po zaschnutí se zbylá, přebytečná papírovina odmyje. Způsob za tepla záleží v zahřátí polyvinylchloridu na optimální teplotu (130–140°) a ve spojení tisku s fólií tlakem. Obě metody poskytují neuspokojivé výsledky, použije-li se běžných map naší výroby, jejíž červená a hnědá barva nejsou rezistentní vůči rozpouštědlům a vyšší teplotě.

Úspěch obou metod předpokládá použití mapového tisku s barvami, jež jsou v uvedeném smyslu stabilní. Proto byly na základě provedených zkoušek ofsetových tiskařských barev vyrobeny červená a hnědá barva, jež vyhovují uvedeným požadavkům. K zvýšení kontrastu tisku na fólii a zároveň k jeho fixování se použije bílého krycího laku, který se dobře pojí s polyvinylchloridem.

Ve zprávě je uvedena příprava tohoto laku a popsány jsou také vlastnosti polyvinylchloridu a zkoušených rozpustidel.

Inž. Kubeček:

### Náhrada arabské klovatiny

Světlocitlivé vrstvy na tiskových ofsetových deskách a astralonových fóliích pro přípravu rozmnožovacích podkladů kopírováním obsahují různé koloidy, z nichž nejpoužívanější je arabská klovatina. Ta však nevykazuje ani nejvýhodnější vlastnosti, ani není domácím materiálem, a proto se vývoj v polygrafickém průmyslu zaměřil na použití domácích plastických hmot, zejména polyvinylalkoholu, který se vyznačuje lepší kvalitou než arabská klovatina, stálostí roztoků a menší afinitou k vodě.

Zpráva pojednává o náhradě arabské klovatiny polyvinylalkoholem, o jeho vlastnostech a technologickém postupu k získání nejvyšší světlocitlivé vrstvy. Polyvinylalkohol s přísadou chromových solí nebo diazosloučenin se hodí dobře pro přípravu kopírovacích emulzí (roztoků) pro svoji vlastnost osvětlením se vytvrzovat. Toto fotomechanické vytvrzování probíhá mnohem rychleji než u běžných světlocitlivých vrstev.

Polyvinylalkoholové světlocitlivé vrstvy se vyznačují mimořádnou mechanickou odolností a průzračností. Vyvolávání je snadné a dokonalé, takže je zaručen čistý a ostrý tisk. Zpracování polyvinylalkoholových vrstev je podobné jako u vrstev s arabskou klovatinou. Rozdílné je jen vyvolávání; provádí se studenou vodou a teprve dovyvolání se děje normální ofsetovou vývojkou.

Vyvolávání a sušení se provádí v odstředivém bubnu. Polyvinylalkoholovou emulzí lze obarvit modrým, zeleným nebo fialovým barvivem. Jedinou nevýhodou polyvinylalkoholu je, že je zatím dražší než arabská klovatina. Náhrada albuminu polyvinylalkoholem při zhotovování modrých kopií je však již cenově velmi výhodná. Takto zhotovené modré kopie jsou velmi kvalitní.

## Příspěvatelům našeho časopisu

Redakce Vojenského topografického obzoru dostává od méně zkušených autorů práce, z nichž mnohé nevyhovují požadavkům, které má odborný článek splňovat. V takových případech recensent navrhne přepracování článku nebo jej vůbec nedoporučí k uveřejnění. Autoři by si ušetřili mnoho práce, kdyby se řídili obecně platnými zásadami pro psaní odborných článků. Pokusíme se o stručný výpočet těchto zásad, které, jak doufáme, pomohou začínajícím autorům.

1. Nejprve je třeba prostudovat literaturu (knihy, časopisy, výzkumné zprávy apod.), které se zabývají tematikou, o níž chceme psát. Ve vyhledávání pramenů pomáhají autorům odborné knihovny.

2. Po vlastních úvahách, teoretických zdůvodněních, praktických zkouškách a ověřeních přistupujeme k zpracování rukopisu.

3. Při psaní rukopisu si autor musí uvědomit poslání časopisu, pro který článek píše. Časopis pro širší kolektiv čtenářů různě úrovně obvykle nemůže otisknout práce, které mají tak speciální charakter, že zajímají jen jednotlivce.

4. Každý článek má mít v podstatě toto uspořádání (koncepti):

- úvod, ve kterém se objasní, proč je o daném tematu článek psán a co je jeho cílem;
- kritické zhodnocení dosavadního stavu řešení daného problému;
- nové myšlenky, jejich formulace, teoretická zdůvodnění, ověření praktickými zkouškami, příklady, návrhy a využití v praxi, atd.;
- závěr, ve kterém se shrnou výsledky vlastní práce.

Je samozřejmé, že článek nemusí být rozdělen na uvedené čtyři části (kapitoly), ale je třeba je koncipovat tak, aby odpovídal uvedeným zásadám.

5. V rukopise musíme užívat správně odborné terminologie a řídit se platnými normami. Matematické značky a vzorce se obvykle sází kursivou; je proto vhodné psát je čitelně inkoustem nebo tuší; jsou-li psány strojem, vynechávat větší mezery mezi nimi a v textu podtrhnout ta písmena, která označují matematické nebo jiné veličiny.

6. Článek píšeme jasně, stručně a správně česky. Toho se lépe dosáhne v krátkých větách.

7. Důležitým požadavkem je srozumitelnost textu. Autoři si ji ověřují tím, že dají rukopis nejprve přečíst svým spolupracovníkům, vyžádají si jejich připomínky a teprve potom článek upraví a pošlou redakci.

8. Rozsah článku má být uměrný jeho významu pro čtenáře; nepíšeme dlouhé odstavce o běžně známých věcech ani neuvádíme celé dlouhé výpočty, seznamy apod., ale obvykle jen ukázky a výsledky. Článek pro časopis nemá mít charakter výzkumné zprávy, podrobné instrukce, nebo služebního elaborátu. Svým uspořádáním a obsahem se nejvíce blíží přednášce na dané téma.

9. Pro úpravu rukopisu byla vydána čs.státní norma č. 880220, z níž uvádíme: rukopis píšeme strojem, po jedné straně papíru formátu A4. Na stránce má být 30 řádek, v každém řádku 60–70 úhozů psacího stroje včetně mezer mezi slovy. Další informace jsou například v publikacích B. Dobrovolný „Jak psát rukopis a korektury pro tisk“, Praha 1953 nebo R. Bláha „Přehled polygrafie, Praha 1959.

10. Obrázky kreslíme tuší na bílý nebo pausovací papír, nejméně v dvojnásobném zvětšení. Na okraj papíru napíšeme jméno autora, název článku (u delších názvů zkráceně) a číslo obrázku. Barevnou tužkou poznameníme, v jakém poměru má být obrázek pro tisk zmenšen. Fotografie vyhotovujeme na lesklém papíře.

11. Důležitou povinností autora je uvést všechny literární prameny, kterých použil, popřípadě spoluautory a spolupracovníky. V textu označíme použitou literaturu číslem v lomené závorce (například [1], str. 26) a pod stejným označením uvedeme literární pramen na konci článku (autora, název knihy nebo článku, časopis ve kterém byl článek uveřejněn, místo a rok vydání); cizojazyčnou literaturu uvádíme v originále, v překladu jen tehdy, když byl český překlad vydán. Čtenář článku musí snadno poznat, co je převzato z literatury a co je skutečným přínosem autora.

12). Při psaní článku na stroji si pořídíme 1 až 2 průklepy; to usnadní autorovi dorozumívání s recenzentem nebo redakcí po odeslání článku.

V y k u t í l

## Zprávy technické knihovny VZÚ

### Některé význačnější přírůstky knižních publikací v roce 1960

#### Sborník výzkumných prací II.

- Gál P.**  
Základy meračských a mapovacích prác. 2. přepracované a doplněné vydání.
- Válka O.**  
Úprava tachymetrické latě pro přímé čtení nadmořských výšek.
- Válka O.**  
Geodetické pravítko k výpočtům polygonálním a tachymetrickým.
- Válka O.**  
Samočinný koordinatograf.
- Kuska F.**  
Matematická kartografie.
- Modrinski M.**  
Problém znázornění terénního reliéfu na mapách velkých měřítek podle sovětských výzkumů.
- Kuchař K.**  
Mapy českých zemí do poloviny 18. století. (Vývoje mapového zobrazení území ČSSR. Sv. 1.)
- Kodraškov A. V.**  
Elektrooptičeskije dal'nomery. (Elektrooptické dálkoměry).
- Jelisejev S. V.**  
Geodezičeskije instrumenty i pribory. Osnovy rasčeta, konstrukcii i osobennosti izgotovlenija. (Geodetické přístroje. Rozpočty, konstrukce a zvláštností při zhotovování).
- Izmailov P. I.**  
Topografija i aerofototopografija. (Topografie a letecká fotogrammetrie.)
- Skiridov A. S.**  
Stereofotogrammetrija. 2. izd.
- Čusov V. L.**  
Topografičeskije čerčenijsje. 2. dopoln. izd. (Topografické kreslení).
- Miněnkov I. B.**  
Reprodukcionnaja fotosjemka. 2. izd. (Reprodukční fotografie.)
- Kupcova O. B.**  
Technologija poligrafičeskogo proizvodstva. Kniga 4. Broširovočno-perepletnyje processy. (Technologie polygraf. výroby. Kniha 4. Postupy vazby brožur a knih.)
- Münzer G.**  
Ein Vorschlag zur Lösung der ersten geodätischen Hauptaufgabe auf dem Rotationsellipsoid. (Návrh k řešení první geodetické hlavní úlohy na rotačním elipsoidu.)
- Weber O.**  
Die Berechnung langer geodätischer Linien mit Anwendung auf die geodätische Hauptaufgabe für grosse Entfernungen. (Výpočet dlouhých geodetických čar s použitím hlavní geodetické úlohy pro velké vzdálenosti.)
- Löbel P.**  
Vektorielle Ausgleichung. (Vektorové vyrovnání.)
- Kneissel M. — Eichhorn G.**  
Ergebnisse der Interferenzmessungen 1958 mit dem „Väisälä“ — Komparator auf der Münchener Normalstrecke. (Výsledky interferenčních měření 1958 s komparátorem Väisäläho na mnichovské normální základně.)
- Kneissl M. — Sigl R.**  
Basis Ebersberger Forst. Invardrahtmessungen der I. Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts 1958. (Základna Ebersberger Forst. Měření invarovými dráty I. odděl. Německého geodetického výzkumného ústavu 1958.)
- Kneissl M. — Sigl R.**  
Tellurometermessungen 1958 (Der I. Abteilung des D. G. F. I.) im Basisvergrößerungsnetz München. (Měření teluometrem 1958 v základnové zvětšovací síti u Mnichova.)
- Buchholtz A.**  
Photogrammetrie. Verfahren und Geräte. 2. neubearb. u. erweit. Aufl. Fotogrammetrie. Postupy a přístroje. 2. přepracované a rozšířené vydání.)