

vojenský topografický obzor



vydává MNO

2

1961

O B S A H

Generálmajor inž. dr. Jan Klíma: K vydání nových topografic. map ČSSR měř. 1:50 000 a 1:100 000	73
Inž. plukovník prof. dr. Josef Vykutíl: Výpočet velkých vzdáleností a jejich azimutů pro topografickou přípravu střelby	84
Inž. kapitán Jaroslav Prachař: Měření geodetických severníků a astronomických azimutů orientačních směrů na bodech československé státní trigonometrické sítě	92
Inž. Vladimír Krátký: IX. mezinárodní fotogrammetrický kongres v Londýně 1960	100
Inž. podplukovník Boleslav Červinka: Překreslování hornatého území po vrstvách s použitím slupovacích laků a kovových fólií	125
Inž. Jaromír Ježek: Aplikace novodobé teorie síťové reprodukce na suchý reprodukční materiál	134
Technické informace	
Zprávy technické knihovny VZÚ	

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR. Vydává MNO. Řídí redakční rada. Inž. dr. Jan Klíma (předseda), doc. inž. dr. Bedřich Chrastil, prof. inž. dr. Josef Vykutíl, doc. inž. dr. Bohuslav Šimák, inž. Otakar Skoupý, inž. Zdeněk Cupal, inž. Jiří Krátký, inž. Bohumil Hanák, inž. Ludovít Fridrich, inž. Vlad. Krátký (členové).

Redaktor inž. Josef Jeník. — Předplatné 4,— Kčs ročně.

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR

SBORNÍK MINISTERSTVA NÁRODNÍ OBRANY

ČÍSLO
1961 2

Generálmajor inž. dr. Klíma a Jan

K vydání nových topografických map ČSSR měř. 1:50 000 a 1:100 000

Na podzim r. 1960 byly vydány do použití vojsk nové mapy měř. 1:50 000 a 1:100 000, které nahradí dosud používané mapy týchž měřítek prozatímního charakteru. Jejich vydání má značný význam pro upevnění obranyschopnosti státu, i pro vědeckou a technicko-hospodářskou potřebu země.

Jestliže při vydání prozatímních map měřítek 1:50 000 a 1:100 000 v letech 1950-53 šlo o to, přiblížit naše státní kartografické dílo v těchto mapových měřítkách k témuž dílu sovětskému, opravit je tak, aby stav znázorněný v mapách odpovídal v hlavních prvcích náplně mapy skutečnosti v přírodě, pak při zpracování map v letech 1957-60 šlo o to, aby byly vyhotoveny úplně nové mapy, založené na geodetických základech zcela shodných se základy sovětskými a v koncepci odpovídající koncepci sovětských map týchž měřítek.

Nové vydání map měřítek 1:50 000 a 1:100 000, které lze označit za relativně definitivní, má nahradit dřívější mapy prozatímního charakteru.

Jejich vydáním je plněno nařízení MNO z června 1950, které obsahovalo opatření k provedení unifikace čs. geodetických základů a kartografického díla s týmž dílem sovětským.

Podle uvedeného nařízení mělo být v první etapě provedeno maximální přiblížení čs. státního kartografického díla témuž dílu sovětskému.

Realizace první etapy byla uskutečněna zpracováním prozatímních map měř. 1:50 000 a 1:100 000. Zpráva o plnění první etapy je uvedena ve Vojenském topografickém obzoru z roku 1957, v čís. 3-4.

Druhá etapa této unifikace měla zabezpečit přesné navázání geodetických základů na základy sovětské a státní kartografické dílo mělo být unifikováno v celém rozsahu s týmž dílem sovětským.

Druhá etapa v oboru kartografie znamenala provést tyto úkoly:

- vyhotovit základní mapu ČSSR v měř. 1:25 000 původního vymeřování; zpráva o plnění tohoto úkolu je uvedena ve Vojenském topografickém obzoru z roku 1958, v čís. 1;
- zpracovat mapy měřítká 1:50 000 a mapy dalších měřítek odvozené z mapy základní. Tyto mapy označujeme zde jako definitivní vzhledem k celkové koncepci, a k účelu, pro něž byly zpracovány, a se zřetelem k tomu, že lze předpokládat jejich dlouhodobé užívání, bude-li zabezpečen jejich soulad se skutečností v přírodě přiměřenou údržbou, a konečně vzhledem i k rozlišení od map prozatímního vydání, u nichž se předpokládala jen krátkodobá životnost.

Vydání definitivních map měř. 1 : 50 000 a 1 : 100 000 je tedy konkrétní realizací dalšího úkolu druhé etapy uvedeného nařízení.

S použitím raketových zbraní a zbraní hromadného ničení se značně změnil ráz operací, narostlo tempo, hloubka a rozsah operací.

Nové druhy zbraní vyznačující se ohromným ničivým účinkem nutí vojska nejen více přilnout k terénu, využítkovat i malé přirozené úkryty, krýt se proti nepřátelskému pozorování nebo ostřelování, nýbrž nutí je také umělými zásahy aktivně přetvářet terén, zvyšovat jeho ochranné vlastnosti a průchodnost.

To vše ztěžuje řízení vojsk, přitom je nezbytné, aby vojska vyzbrojená novou technikou měla nejdokonalejší poznatky o terénu, o průchodnosti, o ochranných vlastnostech terénu, o možnosti maskování apod. Čas vymezený pro tuto přípravu je však relativně velmi malý.

Proto se změnou operačních zásad o vedení soudobého boje musí být nezbytně provedeno vyhodnocení použitelnosti map jednotlivých měřítek pro potřebu různých druhů vojsk a služeb v možných fázích jejich bojové činnosti.

Bude proto účelné vymezit, jakou funkci mají plnit mapy uvedených měřítek.

Mapy měřítka 1 : 50 000

Lze je hodnotit v podstatě jako vševojskové taktické mapy. Budou využívány všemi druhy vojsk a služeb ke studiu a vyhodnocení terénu, pro orientaci v terénu, pro plánování boje a pro řízení malých jednotek v průběhu boje, zvláště v útočné operaci při průlomu nepřátelské obrany, v taktické hloubce při lámání odporu nepřítele, dále k různým druhům měření a propočtů; v případě, že nejsou k dispozici mapy měřítek větších, slouží také k topografické přípravě paleb dělostřelectva a k řadě jiných úkolů.

Zvláště rozsáhlé bude jejich použití všemi druhy vojsk a služeb v obraně.

Současně však musí tyto mapy uspokojovat požadavky různých oborů technického a hospodářského života ve státě, zvláště při plánování, projektování, prospekci, v administrativě, v evidenci, ve výzkumu a používá se jich také v mnoha oblastech vědy a kultury i jinde.

Celková náplň map a charakter zpracování musí vždy vycházet z účelu, pro nějž jsou mapy vydávány, a vyjadřovat charakter znázorňovaného území.

Generalizace jednotlivých prvků mapy je ve svém celku úměrná měřítku mapy, přičemž v mapě jsou zakresleny všechny předměty, které mohou mít význam pro bojovou činnost vojsk, což vede bezprostředně k tomu, že náplň mapy je převážně taktického charakteru; zakresleny jsou i předměty důležité pro technicko-hospodářskou činnost a plánování a konečně obsahují mapy i potřebné množství technických a hospodářských informačních údajů. Mapy jsou dostatečně přehledné a dobře čitelné, takže umožňují bezpečnou, rychlou a snadnou orientaci v terénu.

Přitom je možno provádět do nich zákresy a mapy i s tímto doplněním jsou schopny dobře plnit svou funkci.

Použití map tohoto měřítka je tedy všestranné z hlediska jejich použití jak v armádě, tak i v civilním sektoru.

Mapy měřítka 1 : 100 000

Mají vcelku obecnější význam; z vojenského hlediska lze je označit jako základní vševojskové, operačně taktické mapy.

Budou jich používat vojskové štáby, všechny druhy vojsk a služeb zejména v manévrových podmínkách, pro plánování a organizaci boje, pro orientaci při rychlých přesunech, pro studium a všeobecné ohodnocení terénu, slouží jako pomůcka k vedení a řízení vojsk a někdy i bojových letadel. V případech, kdy nejsou k dispozici mapy větších měřítek, budou se používat také k určení prvků dělostřeleckých paleb. Nejširší jejich použití bude na stupni jednotek, útvarů a svazků; budou nezbytnou součástí výzbroje každé osádky tanku a bojo-

vého vozidla, osvědčí se při plánování ženijního zabezpečení na stupni svazku a budou jich velmi často používat jednotky a útvary týlu.

Vcelku lze očekávat, že mapa 1 : 100 000 v rámci operačně taktických názorů na vedení boje v současných podmínkách bude zpravidla nejčastěji používanou mapou u vojsk, zejména při přípravě útočné operace a v jejím průběhu. Toto mapové měřítko poskytuje relativně dobrý přehled o celkové situaci jak terénu, tak i ostatních prvků mapy a má i dostatek informačních údajů; v podmínkách, kdy je nutné rychlé použití mapy, není uživatel mapy zatěžován nadměrnými podrobnostmi. Přitom mapa v rozmezí nomenklaturního listu zobrazuje území dostatečně velké pro činnost jednotek a útvarů.

Mapa 1 : 100 000 má vyjádřit různé krajinné typy, zejména

- území hustě osídlená a průmyslová,
- území se střední hustotou sídlišť,
- území řídko obydlená.

Charakter území nezbytně podstatně ovlivní generalizaci jednotlivých prvků mapy. V hustě osídlených a průmyslových územích obsah mapy vyjadřuje převážně prvky operačního charakteru; mapa podává pak přehledný obraz z územního celku, bez zatížení taktickými podrobnostmi.

Generalizace území se střední hustotou je důležitá v tom, aby správně vyjádřila v rámci možnosti měřítka mapy terénní tvary, dovedla zhodnotit a vyjádřit komunikační síť z hlediska potřeb vojsk a hospodářských zájmů.

Naproti tomu u území řídko obydlených, s málo rozvětvenou komunikační sítí, musí být v mapě zakresleny pokud možno všechny terénní a komunikační podrobnosti mající vojenský význam. Jejich generalizace nebo vypuštění podrobností nejen ochuzuje mapu, ale omezuje také její použití.

Při generalizaci musí být vyjádřeny všechny terénní tvary, mající operačně taktický význam, aniž se poruší přehlednost a čitelnost mapy. V podmínkách používání atomových zbraní je velmi důležité, aby uvedené zásady generalizace byly dodrženy, protože terén může být hlavním, někdy i jediným orientačním prvkem pro pohyb jednotek nebo útvarů v prostorech v blízkosti výbuchu atomových zbraní, kde může dojít k rozsáhlému zničení, takže situační náplně mapy nebude možno využít k orientaci v terénu.

I tyto mapy budou účelně využívány u nejrůznějších administrativních, hospodářských a technických organizací a orgánů, např. při zpracování rozsáhlých generálních stavebních projektů komunikací, dopravních tras, ve vodohospodářství, energetice, při zpracování územních celků apod.

Využití mapy 1 : 100 000 v armádě je tedy velmi široké; v civilním sektoru je podstatně menší, než u map měřítka 1 : 50 000.

Bude účelné vyhodnotit kvalitativní rozdíly, které vyplývají ze zpracování map definičních vzhledem k prozatímním.

Hlavní rozdíly jsou patrné z tabulky:

Charakteristika	Prozatímní vydání	Vydání z let 1957–60
referenční elipsoid	Besselův	Krasovského
základní bod trig. sítě	Potsdamm	Pulkovo
zobrazení	Gauss-Krügerovo, šestistupňové pásy	
souřadnicový systém	r. 1946	r. 1952 (sovět. r. 1942)
výškový normál	Jaderský	Baltský (+ 0,68 m)

Potřebné charakteristiky byly uvedeny v dřívějších pojednáních uveřejněných ve Vojenském topografickém obzoru r. 1956 (zvláštní výcvik a v r. 1958 a 1959.

Geodetické a výškové základy jsou stejné jako u map měř. 1 : 25 000, z nichž bylo nové vydání map 1 : 50 000 a 1 : 100 000 odvozováno. Důsledkem toho je, že rámy nomenklaturních listů map prozatímních a map nového vydání nejsou shodné. Mapy obou vydání nemohou být bez úprav vzájemně slepovány.

Posun rohů mapových listů souřadnicového systému 1952 proti rohům mapových listů souř. systému r. 1946 je kladný ve směru osy x a dosahuje průměrné hodnoty +75 m, posun ve směru osy y je asi od poledníku 14° v. d. na východ záporný, na západ kladný a dosahuje hodnoty až +37 m. Posun souřadnicové sítě systému r. 1952 proti systému r. 1946 je u jednotlivých nomenklaturních listů rozdílný a má ve směru osy x průměrnou přibližnou hodnotu -587 m a ve směru osy y průměrnou přibližnou hodnotu -11 m.

Přesný výpočet uvedených hodnot je uveden ve Vojenském topografickém obzoru v ročníku 1954 čís. 1.

Při zpracování nových map byla sledována možnost, aby během jejich vyhotovení bylo možno na části území ČSSR vydat mapy měř. 1 : 50 000 do použití. Za styčný poledník, kde měly na sebe navazovat mapy obou systémů, byl určen poledník $16^\circ 30'$ v. d. Aby bylo umožněno pokud možno přesné napojení map, byly na východních rámech listů map syst. r. 1952, jimiž prochází tento poledník, vyznačeny značkou $\begin{array}{|c|} \hline \square \\ \hline \end{array}$ - rohy mapových listů souř. syst.

r. 1946; kromě toho v mimorámové části v poznámce jsou uvedeny hodnoty posunů čar kilometrové sítě, které vyplývají z rozdílů obou souřadnicových systémů. Ve skutečnosti se tohoto opatření vcelku prakticky používalo jen málo.

Značný rozdíl je v hustotě trigonometrických bodů. V mapách prozatímních byla omezena hustota trig. bodů tím, že vycházela z hustoty trig. bodů na podkladových kartografických materiálech; byla proto značně nesourodá a relativně hodně řídká; byla doplněna asi 30 % dodatečně zakreslovanými trig. body, jejichž poloha v zákresu terénu nebyla však úplně přesná. U nových map je po celém státním území hustota zakreslených trig. bodů téměř dvojnásobná proti mapám prozatímním, je zcela stejnorodá, má vysokou kvalitu přesnosti a velmi značnou hustotu vzhledem k měřítku mapy. Tím je položen základ pro vysokou hodnotu přesnosti map měř. 1 : 50 000 přirozeně také přesnosti odvozených map dalších měřítek.

V některých prostorách území Slovenska nebyly výjimečně u jednotlivých trig. bodů zaměřeny nadmořské výšky; je na to upozorněno v poznámce na okraji příslušných nomenklaturních listů.

Určitým nedostatkem u map měř. 1 : 100 000 je, že redukce výšk. bodů na ploše mapy byla prováděna především se zřetelem k jejich topografické poloze v situační náplni mapy, bez zřetele k hodnotě bodu, např. bez zřetele k řádu trig. bodu; tím se stalo, že byly vypuštěny i některé trig. body vyšších řádů a ponechány body podrobné sítě. To sice na přesnosti geodetického podkladu mapy nic neubírá, ale ukazuje se jako méně vhodné z hlediska úplnosti informací o geodetickém podkladu a z hlediska poznatků vývoje trig. sítě.

Výškový systém je baltský; je však třeba upřesnit, že nadmořské výšky jsou udávány shodně s mapou 1 : 25 000 a mají v obou nově vydaných mapových měřítkách v rozsahu celostátního území hodnotu vypočtenou z nadmořských výšek jadranského normálu připočtením předběžné přibližné hodnoty +0,68 m.

Přesnost mapy je kromě přesnosti geodetického a výškového podkladu dána i hodnotou podkladového kartografického materiálu. I zde jako zásadní rozdíl map definitivních proti mapám prozatímním je třeba uvést jednotnost kartografického podkladu.

Mapy prozatímního vydání měly podkladový materiál kartografický nestejnorodý, který ze 70 % navazoval na třetí vojenské mapování, a jen 30 % bylo z novějších vyměřování. V novém vydání map je tato nestejnorodost úplně odstraněna, protože podkladový kartografický materiál byl jediný: mapy měř. 1 : 25 000 původního (prakticky pátého vojenského) vyměřování ČSSR.

Je proto náplň definitivních map obou měřítek v rozsahu státního území zcela jednotná; je přirozeně vzhledem k původnímu materiálu přiměřeně generalizována. Map prozatímního vydání se při zpracování map definitivního vydání s výhodou využívalo k tomu, aby

bylo dosaženo pokud možno homogenní náplně jednotlivých mapových listů. Tím, že byla redakčně vyhodnocena vždy náplň sousedních listů bylo zhodnoceno, jak má být vzhledem k prozatímnímu vydání téhož listu, provedena generalizace na definitivním vydání.

Definitivní mapy obou uvedených mapových měřítek zobrazují stav z let 1952–57, a jsou tedy relativně dostatečně svěží a ve shodě se skutečností v přírodě, což nebylo možno tvrdit o mapách prozatímních.

Pokud se týče náplně a vyjádření jednotlivých prvků mapy, je na převážné většině z nich patrný značný kvalitativní rozdíl proti mapám prozatímním.

Rozdíly v obou vydáních map vyplývají hlavně

- a) z použití rozdílných předpisů o smluvených značkách,
- b) z různé aplikace smluvených značek v mapách prozatímních a definitivních,
- c) z různého stupně svěžesti map,
- d) z nestejně generalizace u obou vydání.

a) Pro zpracování map prozatímního vydání byl použit předpis Topo-IV-3, kdežto pro mapy definitivního vydání z r. 1957–60 předpis Topo-IV-4. Rozdíly ve smluvených značkách v mapových předpisech nejsou zásadního charakteru, protože novější předpis, Topo-IV-4, vychází z předpisů předchozích. Hlavní rozdíly záleží v širším rozvinutí smluvených značek, v některých jejich úpravách, v jemnějším provedení, ve zvětšení jejich počtu, ve změnách barevnosti u některých typů smluvených značek a dále také ve vhodnějším výběru druhů písma použitého v mapách.

b) Při zpracování prozatímních map měř. 1 : 50 000 nebylo reálně možné aplikovat všechny smluvené značky podle předpisu Topo-IV-3. Pro správné použití některých smluvených značek bylo by bývalo potřebné provést rekognoskaci v terénu, což však z časových důvodů nebylo možno realizovat. V řadě případů nedávaly možnost plného využití všech smluvených značek použité kartografické materiály. Týkalo se to např.: vyznačování přírodních a umělých náspů, vyznačování druhů stavebních materiálů u sídlišť, řady informačních údajů apod.

Naproti tomu v mapách nového vydání je předpis Topo-IV-4 v celém rozsahu plně aplikován. Také tato skutečnost svědčí o mnohem vyšší kvalitě nových map. Rozdíly, které takto vyvstaly, nejsou však zásadního rázu.

Mnohem větší rozdíly existují ve zpracování map měř. 1 : 100 000. V určité míře jsou tyto rozdíly stejného původu jako u map 1 : 50 000, které sloužily za podklad zpracování; z větší části však vznikly jako důsledek technologie použité pro zpracování prozatímních map 1 : 100 000. Zpracování bylo provedeno fotomechanickým překreslením s částečnou generalizací některých prvků mapy, kdežto mapy definitivního vydání z r. 1957–60 jsou úplně nově kartograficky přepracovány.

c) Různá svěžest map obou vydání vyplývá především z kartografických podkladů, které byly použity při jejich zpracování. Jak již bylo uvedeno, při zpracování map prozatímního vydání obou měřítek byly použity různorodé podkladové kartografické materiály; pouze v některých prvcích byla jejich svěžest zlepšena rekognoskací v terénu.

Vzhledem k tomu, že mapy obou měřítek vydání z let 1958–60 mají za základní kartografický podklad mapy měř. 1 : 25 000 původního vyměřování, jsou proto svěžejší než mapy prozatímního vydání.

Přitom je třeba podotknout, že v současné době mapy 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000 zobrazují stav v přírodě vztahující se ke stejnému období, které je u každého listu dáno datem polní revize mapy 1 : 25 000 v terénu.

d) Je přirozené, že již vzhledem k různým podkladovým materiálům má generalizace u obou vydání map částečně rozdílný charakter. U map měř. 1 : 50 000 nového vydání je generalizace příznivě ovlivněna i tím, že bylo možno porovnávat zpracováváný list mapy s tímž listem prozatímního vydání, což umožnilo lépe vyjádřit charakter území, než tomu mohlo být u map prozatímních.

U map měř. 1 : 100 000 nového vydání bylo však třeba přistoupit ke generalizaci úplně nové; i u map tohoto měřítka prozatímní vydání pomohlo upřesnit názor, jak má být generalizace v jednotlivých prvcích v novém vydání provedena. Bylo nezbytné provést generalizaci prakticky u všech prvků náplně mapy; kdežto u prozatímního vydání byly částečně generalizovány jen některé z prvků.

V nových mapách měř. 1 : 50 000 je terén stejně jako v prozatímním vydání map vyjádřen vrstevnicemi po 10 m; tím lze v tomto mapovém měřítku v územích s členitým terénem dosáhnout dokonalejší představy o plasticitě terénu. Jeho znázornění na nových mapách je věrnější, dokonalejší a přesnější; na mnohých místech jsou dosti značné změny proti mapám prozatímním, především tam, kde pro zpracování map byly použity starší kartografické materiály.

I při zpracování nových map byla aplikována zásada provádět redukci vrstevnic tam, kde mezera mezi vrstevnicemi by dosáhla při tisku hodnoty 0,1 m/m.

Výrazné rozdíly jsou ve vyjádření skal; v mapách nového vydání jsou skalní útvary vykresleny v barvě vrstevnic, tedy hnědě, čímž se dosáhlo značného zlepšení čitelnosti a přehlednosti a bylo možno lépe a dokonaleji vyjádřit skalnaté útvary, než je tomu u map prozatímních. To se zvláště jeví na příkladu na mapových listech, na nichž jsou zobrazeny Tatry. Také vrstevnice mezi skalnatými útvary jsou vykreslovány všude, kde to bylo graficky možné, což rovněž přispívá k přesnějšímu znázornění terénu.

Bylo také možno vyjádřit srázy, stupně apod. podle skutečného charakteru jejich vzniku buď jako přirozené nebo umělé, což nebylo možné u map prozatímních. I tím se zlepšuje názornost mapy.

Vodní toky a nádrže jsou v nových mapách přesněji zakresleny ve svém průběhu a tvaru, jsou na nich uvedeny nadmořské výšky, u větších vodních nádrží také hloubky. Jsou zakresleny také nově vybudované přehrady a je rovněž vyznačeno značně více technických zařízení a objektů na vodní síti, než je tomu na mapách prozatímních. Dále je také uvedeno množství informačních údajů o rychlosti tekoucích vod, charakteru dna, o brodech atd.

U komunikací nevznikly podstatnější rozdíly ve stavu železniční sítě. V silniční síti jsou zakresleny všechny novější změny a je uvedeno velké množství informačních údajů týkajících se šířky silnice, vozovky a druhu povrchu silnice.

Také u všech mostů delších než 10 m jsou uvedeny charakteristiky, které jsou velmi důležité pro vojska, zejména šířka a délka mostu, jeho únosnost a počtem krátkých a kolmých čárek na začátku a konci mostu také počet proudů, které mohou přes most současně přecházet.

Význačnější rozdíl tvoří barevná výplň značek silnic; u nových map je to u silnic 1. a 2. třídy barva slabě růžová, u státních silnic okresního významu slabě nažloutlá. Tím je dosaženo větší přehlednosti o stavu silniční sítě v ploše mapového listu a usnadňuje se vyhodnocení map při jejich používání.

Generalizace polních a lesních cest byla upravena tak, že byly ponechány spojovací cesty mezi sídlišti. Nedostatkem tohoto řešení je, že způsob vykreslení může uživatele svádět k domněnce, že jde o kvalitativně lepší komunikaci. Při údržbě map bude třeba dávat přednost především vyjádření stavu polních cest.

V horách, např. v Tatrách, byly ponechány i stezky, vzhledem k jejich spojovacímu významu a vzhledem k menší hustotě komunikační sítě.

U sídlišť je znázorněn nový stav vzniklý výstavbou a je dokonaleji vyjádřen charakter zastavění; shrnutí domů do bloků dává lepší představu o situaci v sídlišti. To se zvláště výrazně jeví u větších měst, např. ve znázornění Prahy. Způsob vykreslení v nových mapách je kvalitativně mnohem dokonalejší, je značně odlehčen, čímž se získalo na čitelnosti v prostorech města; také terén je možno na ploše města odečíst, protože vrstevnice probíhají po celé ploše.

Lépe jsou také vyjádřeny průjezdy sídlišť, což je výhodné zvláště u větších sídlišť; u menších sídlišť jsou účelné informační údaje o počtu domů.

U lesů je význačné množství údajů, které se týkají druhů porostu, výšky a tloušťky stromů, šířky průseků, číslování lesních oddělení atd., jichž je možno využít pro technické a hospodářské účely a ve značné míře také pro potřeby armády.

Také písmo použité v nových mapách je lépe vyváženo než v mapách prozatímních a působí celkově příznivě.

Mapy měřítka 1 : 100 000 nového vydání se výrazně odlišují od map prozatímních.

Tím, že byly úplně nově zpracovány z podkladů nových map měř. 1 : 50 000, byla zabezpečena přesnost a úplnost zpracování, shodná svěžest map, zlepšena generalizace ve všech prvcích náplně mapy, a zdokonaleno také grafické provedení.

Zvlášť výrazně se jeví odstranění minuciózity zpracování, která byla charakteristická pro mapy prozatímní, bylo také lépe sladěno použití barev a podobně i volba písma pro toto mapové měřítko byla zdařilá, takže názvosloví v mapě je vcelku v dobrém souladu s ostatními prvky.

Mapy nového vydání obou měřítek vcelku působí dobrým estetickým vzhledem a přiměřeným vyvážením jednotlivých prvků, jsou přehlednější a čitelnější a poskytují značné množství informací.

V celkové koncepci topografických map jsou uplatněny dva nové principy, které se výrazně projevují ve vyhotovení státního topografického díla a přispívají k prohloubení a obohacení kartografické tvorby nejen v naší republice, nýbrž i v mezinárodním rozsahu; jsou to unifikace a standardizace.

Unifikace státního kartografického díla v rámci států socialistického tábora má velmi značný význam pro zvyšování obranyschopnosti těchto států a usnadní také využití map pro technickou a hospodářskou činnost organizovanou v mezistátním měřítku.

Kromě důležitosti praktického použití unifikovaných děl se projevuje také velmi značný vědecký význam unifikace, protože unifikací se dosahuje nesporně vyššího stupně vědecko-technického rozvoje v oblasti topografické kartografie.

Až do nedávna bylo v jednotlivých státech nebo i zemích vytvářeno státní kartografické dílo podle rozdílných koncepcí, které byly proniknuty různými vlivy a různou motivací. Lze je v hlavních rysech charakterizovat jako koncepce kartografických děl realizovaných v rámci určitých územních nebo státních celků, a jim tedy specifických. V mladých státech nebo v menších územních organizačně politických útvech jsou často tyto koncepce podstatně ovlivňovány vědeckými odbornými zásadami, jež jsou realizovány v mapovém díle větších nebo vyspělejších státních útvarů. V hojně míře se do koncepcí mapových děl promítaly také subjektivní názory navrhovatelů nebo vědeckých pracovníků, které byly motivovány někdy i jednostrannými zájmy vědeckými. Tak vznikala kartografická díla v podstatě státně národního nebo územního charakteru, která vyhovovala tehdejšímu společenskému podmínkám, dosaženému technickému rozvoji a uspokojovala v nezbytné míře celkové státní potřeby a požadavky veřejnosti v rámci příslušného území.

U této, možno říci národní kartografie převládají značné prvky individualismu v tvorbě kartografického díla, v jeho koncepci, kompozici i ve zpracování a provedení. Nezbytným důsledkem je pak také relativně úzký obsah mapových prací a malý rozsah kartografické tvorby vůbec. Tento stav lze velmi jasně pozorovat i v současné době, na příklad na tvorbě topografických map v Německé spolkové republice.

Široce se rozvíjející společenské potřebě, založené na mezinárodní technickohospodářské spolupráci mezi státy a požadavku zabezpečení společné obrany těchto států, jako je tomu mezi státy socialistickými, dosavadní vývojové linie v kartografické tvorbě nemohou již vyhovovat. Unifikací nastupuje se zcela nová vysoce progresivní linie v rozvoji topografické kartografie.

Okolnost, že unifikace v kartografickém díle se provádí ve státech socialistického tábora, není náhodná. Je to důsledek progresivní linie politických a ekonomických poměrů v socialistických státech, neobyčejného rozvoje průmyslu a celého národního hospodářství, který je umožňován širokouází hospodářské a technické spolupráce v mezistátním rámci.

a také důsledek spojenectví v oblasti vojenské. Tento vývoj se projevuje také v oblasti státního kartografického díla úsilím v jeho unifikaci a o koordinaci postupu zpracování.

Vytvářená mapa má uspokojovat potřeby armád a různých odvětví civilního sektoru nikoli pouze v rámci jedné země nebo státu, nýbrž celé skupiny států.

Je přirozené, že na rozlehlém území, které unifikované kartografické dílo má zobrazit, vyskytují se nejrůznější geografické poměry i různé stupně ekonomické vyspělosti, které se promítají do mnoha prvků náplně mapy.

Rovněž není nepodstatná vědecká a technická úroveň kartografické tvorby, dosažená v jednotlivých státech, které unifikují své kartografické dílo.

Unifikované dílo má být schopno vyjádřit uvedené rozdíly jednotnými jednoduchými výtvarnými prvky.

To lze výrazně pozorovat např. u sídlišť jejich charakter na tak obrovském území, jaké je rozloženo mezi lidově demokratickými státy ve střední Evropě a na východním pobřeží Asie je velmi pestrý a různorodý; na této ploše existují nejrůznější typy sídlišť, od nejjednodušších až k nejvyspělejším formám.

Využití taktických prvků sídlišť vyžaduje přesné a detailní vyjádření jejich vnější charakteristiky, způsobu a úplnosti zastavění, vyznačení továren a závodů dále i jednotlivých význačných budov, zvláště těch, které by mohly sloužit k orientaci v městě nebo jako opěrné body; zobrazení uliční sítě, možných průjezdů a objezdů umožňujících pohyb sídlištěm; sadů, parků které umožňují skryt a pronikání vojsk do různých částí sídliště atd.

Rozdílný historický stavební vývoj vytvořil ve všech státech různé charakteristické vývojové typy.

Uvedené prvky stavby sídlišť mají velmi značný význam pro hospodářství, průmysl, dopravu a pro další projektování všeho druhu, která se týkají sídlišť.

Mapa má podat viditelný obraz tvaru, velikosti, vzájemné polohy jednotlivých prvků výstavby sídliště a umožnit získávat i představu o jejich prostorové charakteristice.

Úkol vyjádřit na mapě každé sídliště tak, aby při použití jednoduchých výtvarných prvků bylo dosaženo toho, že mapa bude zprostředkovat každému uživateli správnou a přesnou představu o sídlišti ve skutečnosti, není proto jednoduchou záležitostí.

Má-li se tudíž dosáhnout unifikace ve vyjádření sídlišť, je to nesporně úkol složitý, vyžadující značné pozornosti.

Obdobně tomu bude např. u komunikační sítě, zejména u silnic a cest. I zde jednak historický vývoj v jejich stavbě, jednak různé hospodářské podmínky zemí nebo oblastí, konečně i technický materiál a prostředky používané v různých geografických podmínkách jsou příčinami, že silniční sítě jsou velmi různé hodnoty a kvality. Důležitým faktorem jak z hlediska vojenského, tak i hospodářského je také hustota silniční sítě se zřetelem ke geografickým a ekonomickým podmínkám v daném území.

Unifikované kartografické dílo má nemnoha výtvarnými prvky vyjádřit celou sérii typů komunikací a zprostředkovat uživateli mapy představu o jejich kvalitativní hodnotě a o jejich důležitosti a významu. Není pochyb o tom, že i to bude úloha velmi složitá a obtížná. Podobně tomu bude i u ostatních prvků náplně mapy.

Uvedené příklady názorně ukazují, že vytvořit unifikované kartografické dílo v oboru topografických map je proces, který při značné složitosti realizace obsahuje významné progresivní prvky v dalším rozvoji státních kartografických děl. Proces unifikace je ve skutečnosti teprve na svém počátku; nelze proto očekávat, že v rámci mnoha států dosáhne se ihned absolutní dokonalosti, třebaže se na realizaci zúčastňuje široký okruh odborných pracovníků všech socialistických států. Bude třeba vědecky zkoumat všechny otázky týkající se jednotlivých prvků náplně mapy, na nichž zdařilé provedení unifikace mapy závisí, vyhodnotit stav a navrhnout další opatření k dosažení jednotnosti v kartografických dílech všech států, které se rozhodly unifikace provést.

Další význačný princip realizovaný v celkové koncepci všech mapových měřítek kartografického díla, kterého je třeba si povšimnout, je standardizace.

Rozvinutí kartografické výroby ve všech státech a s tím i značné rozšíření používání map všech druhů a měřítek vyvolalo nutnost sjednotit ty části kartografického díla, které jsou obecné v rámci několika mapových měřítek. Standardizace vychází tedy za hranice běžné kartografické tvorby, je zaváděna jednak v zájmu výroby, jednak v zájmu uživatelů map. Převládající tendence v kartografické výrobě, které směřují k mechanizaci a automatizaci výrobních procesů, nezbytně vyžadují co nejširší zavádění standardizace, neboť je v podstatě jejich nutným předstupněm. Uspadňuje, ulehčuje a zrychluje výrobu, umožňuje zavádění mechanizačních prostředků a přispívá k jednotnosti výtvarného vyjádření v celém díle.

Použivateli mapy standardizace všestranně usnadňuje práci s mapou, její účelné využití a umožňuje snadné čtení map různých měřítek. Standardizace nemůže být však vytvářena samoučelně, nýbrž musí se uskutečňovat v celé souvislosti jednotlivých kartografických disciplín, se zřetelem k výrobě a k uživateli mapy.

V zásadě je třeba standardizovat celou mapu nebo celou sérii map, nikoli jen jednotlivý její prvek.

Standardizace je proto nejen významným prostředkem k zvýšení kvalitativních hodnot kartografického díla, má však kromě toho také značný ekonomický význam, záležející ve zvýšené efektivnosti výroby.

V oboru kartografických map se standardizace hlavně týká

- a) typů map jednotlivých měřítek,
- b) mapových formátů,
- c) smluvených značek,
- d) rámových a mimorámových údajů.

a) Zásady, podle nichž je upraveno dělení mezinárodní mapy světa na jednotlivá měřítka topografických map, jimiž se vytvářejí formáty map, je třeba pokládat za součást standardizace. Totéž se týká také nomenklaturního označení mapových listů, jehož prostřednictvím je list mapy přesně určen a vymezena také jeho geografická poloha.

b) Standardní úpravou rámu mapy, mimorámových údajů a některých jiných vnitřních částí geograficko-matematického charakteru, např. geografické a souřadnicové sítě, jejich vykreslení a popis atd., které jsou aplikovány v přiměřené míře ve všech měřítkách topografických map, dává možnost rychlého přehledu a pohotového využití mapy zejména při pracích, u nichž je třeba vycházet z těchto prvků.

c) Zvláštní význam a důležitost má v topografických mapách standardizace smluvených značek. Podstata je v tom, aby maximální počet smluvených značek byl jednotný pokud možno pro největší počet mapových měřítek. Nelze však očekávat, že by smluvené značky mohly být jednotné pro všechna měřítka topografických map.

Na úspěšné aplikaci standardizace smluvených značek závisí dobrá čitelnost mapy a lehké osvojení vyhodnocení map různých měřítek. Přitom musí být splněny požadavky, aby s minimálními výtvarnými prostředky byly smluvené značky schopny podat maximální obsah, musí zabezpečovat nutnou přesnost kartografického zobrazení, musí být názorné, výrazné a lehce čitelné, mají být u nich vyjádřeny i prvky obsahovosti, což znamená, že jejich tvar má nést charakteristické znaky předmětu v přírodě, a konečně musí být vhodné k vykreslení, k použití mechanizačních prostředků a dobře schopné reprodukce. Nelze také přehlížet i nezbytnost dobrého estetického provedení.

Standardizace se týká nejen tvaru značky, ale i např. tloušťky čar, stejných průměrů kroužků, stejné délky čárek, z nichž se značka skládá, apod. Důležitá je také standardizace písma použitého v mapách.

V nových mapách je princip standardizace smluvených značek výrazně realizován. Týká se to zejména map měř. 1 : 50 000, u nichž až na několik ojedinělých vyjímek jsou smluvené značky shodné se značkami pro mapy měř. 1 : 25 000.

U map měř. 1 : 100 000 je účelné srovnávat s mapami měř. 1 : 50 000, kde se téměř všechny smluvené značky shodují tvarem a liší se u mapy měř. 1 : 100 000 pouze zmenše-

nými rozměry. Srovnáme-li dále se smluvenými značkami pro mapu měř. 1 : 200 000, zjistíme, že i zde převážná většina značek zachovává svůj tvar jako u značek pro mapu 1 : 100 000, změny jsou ve velikosti a jen v malé míře je tvar upraven vzhledem k měřítku mapy.

Je také vhodné upozornit na to, že smluvené značky pro mapu měř. 1 : 10 000 byly vytvářeny tak, že za základ pro ně sloužily smluvené značky pro měř. 1 : 25 000. Tím bylo dosaženo toho, že značná část smluvených značek měř. 1 : 10 000 je tvarově shodná se smluvenými značkami pro mapy 1 : 25 000.

d) Standardizace pouze některých prvků topografických map by mohla řešit jen dílčí otázky; k dosažení kvalitních výsledků je nezbytně třeba standardizovat mapu v rozsahu celého listu s náplní všech prvků. Toho je možné dosáhnout jen zpracováním vzorového listu mapy. Kupř. třebaže smluvené značky hrají ve vydání mapy vážnou úlohu, samy o sobě neurčují její význam, obsah, přesnost, nedávají představu o zaplnění mapy a nevyjadřují ani jiné důležité charakteristiky. Bez vypracování vzorového listu nemohou být smluvené značky posuzovány v celém souhrnu. Totéž se týká také písma, jeho velikosti a vhodnosti volby v jednotlivých druzích volených pro příslušné prvky náplně mapy. Není možno rozhodnout není-li známo, jaká bude hustota nápisů a jak bude písmo zapadat do celkového rázu mapy. Také barevné vyjádření je možné posoudit nejlépe v rámci celého mapového listu. Při praktických zkouškách se nejednou ukázalo, že pro přesné posouzení nemůže postačit např. jen fotokopie mapového listu, i když je v měřítku vydání; po vyhotovení barevné kopie bylo nutno měnit druh i velikost písma.

Vzorový list obsahuje také ukázky generalizace jednotlivých prvků náplně mapy.

Je tedy vzorový list nezbytným prostředkem, jehož pomocí lze dosáhnout standardního zpracování většího počtu mapových listů.

Význam standardizace v kartografii je tedy zcela zřejmý; je však třeba podotknout, že přestože ze všech druhů map je u topografických map standardizace realizována ve velmi výrazné míře, mohou požadavky mechanizace a automatizace vynutit další úpravy. Nelze také očekávat, že v současné době je dosaženo dokonalé standardizace, a že není co dále upravovat. Je proto nezbytné vývoj standardizace neustále sledovat a přispívat k jeho dalšímu prohloubení a rozvinutí.

Závěr

Novým vydáním map měř. 1 : 50 000 o 462 nomenklaturních listech a 1 : 100 000 v počtu 131 nomenklaturních listů, jež byly všechny kartograficky a reprodukčně zpracovány ve Vojenském zeměpisném ústavu v Praze a ve Vojenském kartografickém ústavu v Banské Bystrici, je plněna část druhé etapy nařízení MNO z r. 1950. Hlavní význam je v tom, že současné státní kartografické dílo

- má stejné geodetické a výškové základy v celé stupnici přijatých mapových měřítek, což je důležité zejména z hlediska obrany státu;
- prohlubuje dále linii unifikace a standardizace se sovětským kartografickým dílem;
- vyznačuje se jednotnou koncepcí v rámci stupnice přijatých měřítek;
- odpovídá relativně stavu v přírodě a je jednotné z hlediska svěžesti jednotlivých mapových měřítek;
- z hlediska přesnosti plně vyhovuje mezinárodním kritériím pro přesnost mapy příslušného měřítka;
- má náplň ve všech prvcích velmi bohatou, vzhledem k měřítku mapy relativně dobře vyváženou;
- po stránce výtvarné, jak v kvalitě kartografického provedení, tak i reprodukčního zpracování, je zcela ve shodě s mezinárodně přijatými vzorovými listy.

Čs. lidová armáda dostala tím mapy, které mohou dobře uspokojit její potřeby v oboru kartografie a rovněž tak zabezpečit plně v tomto oboru potřeby civilního hospodářského a technického života v ČSSR.

Nutno zdůraznit také to, že vydáním obou mapových měřítek je splněn závazek ČSSR, vyplývající z rezolucí konferencí geodetických služeb socialistických států konaných v r. 1952 v Sofii, v r. 1954 ve Varšavě a v r. 1956 v Praze, a tím i příslušných vládních opatření, kterými byly uvedené rezoluce schváleny jako závazné pro ČSSR.

Vydání obou mapových měřítek lze tudíž hodnotit také jako příspěvek ČSSR k prohloubení internacionální součinnosti v odvětví geodézie a kartografie.

Kartografické zabezpečení potřeb ČSSR se tím výrazně zlepšilo a přispělo k tomu, že ČSSR lze řadit mezi státy s velmi dobrou celkovou úrovní státního kartografického díla.

Výpočet velkých vzdáleností a jejich aplikací pro topografickou přípravu střeby

Čs. vědecko-technická společnost, sekce pro stavebnictví, odborná skupina geodézie o kartografie v Brně

oznamuje, že z pověření Ústřední rady Čs. VTS pořádá

ve dnech 18., 19. a 20. října 1961

v budově VA AZ, Brno Veveří 95

3. celostátní konferenci geodetů s fotogrammetrickou náplní

Program je zaměřen na tato témata:

1. Dosavadní zkušenosti z fotogrammetrického mapování ve velkých měřítkách
2. Dílčí výsledky celostátního výzkumu přesnosti fotogrammetrického mapování
3. Mechanizace v geodetických a fotogrammetrických pracích
4. Uplatnění fotogrammetrie v technické geodézii

Inženýr plukovník prof. dr. Josef Vykutíl, VA AZ

Výpočet velkých vzdáleností a jejich azimutů pro topografickou přípravu střelby

Dosavadní metody výpočtu velmi dlouhých vzdáleností na zemském elipsoidu ze zeměpisných souřadnic koncových bodů vyžadují sestavení o použití speciálních tabulek. V tomto článku jsou výpočetní vzorce upraveny tak, že není třeba speciálních tabulek; výpočet je přitom stejně ekonomický jako u metod, které tabulky potřebují. Řešení je vhodné i pro samočinné počítače.

Při topografické přípravě dělostřeleckých paleb se dříve vystačilo s výpočtem délky a jejího směrníku z rovinných pravouhlých souřadnic, neboť dostřel klasického dělostřelctva nedosahoval ani 50 km. Aby výpočty byly co nejjednodušší, měly body na styku dvou pásů Gaussova zobrazení souřadnice v obou pásech.

V současné době potřebujeme počítat mnohem větší (někdy velmi dlouhé) spojnice dvou bodů na zemském elipsoidu. Takové vzdálenosti a jejich azimuty se zpravidla počítají ze zeměpisných souřadnic koncových bodů. Protože se zde nevyžaduje tak vysoká přesnost jako ve vyšší geodézii, odvozují se vhodné metody ze známých řešení II. hlavní geodetické úlohy tím, že se zanedbají některé členy. Z celé řady metod je třeba volit ty, které jsou počítárensky jednoduché. V práci [1] jsem uvedl některé metody pro výpočet „větších“ vzdáleností a to jak z rovinných Gaussových souřadnic, tak ze zeměpisných souřadnic koncových bodů. Za nejvhodnější jsem označil výpočet délky a azimutů tětíkovou metodou v úpravě J. Th. Verstelleho; pro tuto metodu vydala Vojenská topografická služba tabulky, které sestavil M. Cimbálník [2].

Výpočet délky a azimutů je třeba kontrolovat jinou, nezávislou metodou. Opakování výpočtu stejným postupem (třeba i jinou osobou) nedává dostatečnou záruku správnosti výsledků. Vhodnou kontrolní metodou je výpočet na kouli o poloměru N , který je rovněž (i s příkladem) uveden v článku [1].

Chceme-li počítat velké vzdálenosti (přes 1000 km) a jejich azimuty, nedávají uvedené metody (tětíková jako základní, kontrolní výpočet na kouli) výsledky s potřebnou přesností. U tětíkové metody počítáme ze zeměpisných souřadnic nejprve prostorové pravouhlé souřadnice X, Y, Z ; tento výpočet můžeme vždy vykonat s potřebnou přesností. Ze souřadnic X, Y, Z vypočteme délku tětivy t podle vzorce

$$t = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}$$

a k ní oblouk s kružnice o poloměru $R = \sqrt{MN}$ (střední poloměr křivosti pro dané území). Mezi uvedenými veličinami platí vztah – viz [3]:

$$s = t + \frac{t^3}{24 R^2} + \frac{3t^5}{640 R^4} + \frac{5t^7}{7168 R^6} + \dots \quad (1)$$

V praxi obvykle zanedbáváme rovnici (1) členy pátého a vyšších řádů a počítáme vzdálenost ze vzorce

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

Tato aproximace a použití poloměru $R = \sqrt{MN}$ místo poloměru křivosti, který odpovídá geodetické křivce spojující oba koncové body, způsobí ve výsledcích chyby, které se vzdávající vzdáleností velmi rychle rostou, jak je zřejmé z tabulky 1.

Tabulka 1

Délka	Chyby ze zanedbání členů v rovnici (1)		Maximální chyba vlivem nesprávné hodnoty R
	$\frac{3t^5}{640 R^4}$	$\frac{5t^7}{7168 R^6}$	
1 000 km	3 m	1 cm	3 m
2 000 km	90 m	1 m	26 m
5 000 km	8 750 m	800 m	400 m

Vzdálenosti větší než 1000 km a jejich azimuty bychom museli těživou metodou počítat podle přesnějších vzorců, než jsme uvedli; to by výpočet komplikovalo a prodlužovalo. Také řešení na kouli o poloměru N pro střední zeměpisnou šířku koncových bodů je aproximační a při velkých vzdálenostech dostáváme výsledky s nepřipustnými chybami. Je proto třeba hledat jiné, vhodnější metody výpočtu velkých vzdáleností a jejich azimutů.

I. Přibližné řešení II. hlavní geodetické úlohy na velké vzdálenosti

Pro řešení II. hlavní geodetické úlohy na velké vzdálenosti jsou zvláště vhodné metody, které jsou modifikací způsobu Besselova. Princip jedné takové úpravy publikoval v roce 1936 sovětský geodet A. M. Virovec [4] na konci svého pojednání o řešení I. hlavní geodetické úlohy Besselovou metodou. V roce 1952 sestavil G. V. Bagratuni [5] tabulky pro výpočty podle Virovcových vzorců. Další vhodnou úpravu Besselovy metody publikoval M. Dupuy; v české literatuře ji popsal a tabulky pro výpočty na Krasovského elipsoidu sestavil M. Cimbálník [6]. V roce 1960 publikoval K. Hubeny [7] vzorce, vycházející opět z principu, kterého první použil Bessel.

V Besselově řešení II. hlavní geodetické úlohy se geodetické křivce na rotačním zemském elipsoidu přiřazuje oblouk hlavní kružnice na kouli o poloměru a (velká poloosa elipsoidu). Zeměpisným šířkám φ odpovídají na této kouli redukované šířky ψ , počítané ze známého vztahu

$$\operatorname{tg} \psi = \sqrt{1 - e^2} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3a)$$

nebo

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3b)$$

kde a , b jsou velká a malá poloosa zvoleného elipsoidu, $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$. Pro Krasovského elipsoid je

$$\operatorname{tg} \psi = 0,996\,6477 \operatorname{tg} \varphi. \quad (4)$$

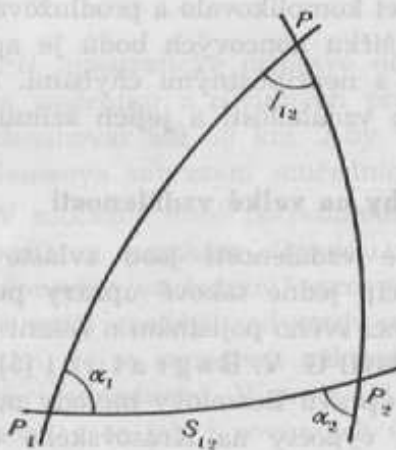
Následující tabulka 2 udává hodnoty $(\varphi - \psi)$ pro φ od 30° do 60° na Krasovského elipsoidu. Podobná tabulka pro φ od 0° do 90° je například v práci [6].

Tabulka 2

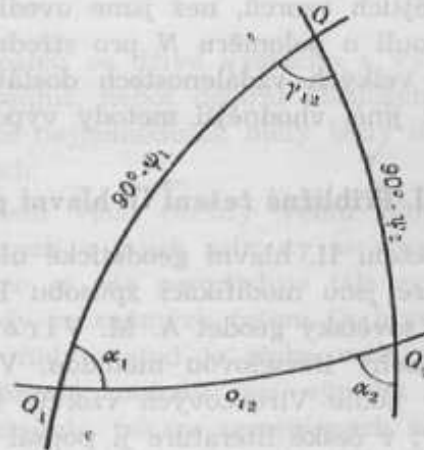
φ	$(\psi - \varphi)$	dif.	φ	$(\psi - \varphi)$	dif.	φ	$(\psi - \varphi)$	dif.
30°	- 4' 59",7	5",8	40°	- 5' 41",0	1",9	50°	- 5' 41",2	2",3
31	- 5' 05",5	5,5	41	42,9	1,5	51	38,9	2,7
32	11,0	5,2	42	44,4	1,0	52	36,2	3,1
33	16,2	4,7	43	45,4	0,7	53	33,1	3,6
34	20,9	4,3	44	46,1	0,2	54	29,5	3,9
35	25,2	4,0	45	46,3	0,2	55	25,6	4,3
36	29,2	3,5	46	46,1	0,6	56	21,3	4,7
37	32,7	3,2	47	45,5	1,0	57	16,6	5,1
38	35,9	2,7	48	44,5	1,5	58	11,5	5,5
39	38,6	2",4	49	43,0	1",8	59	06,0	5",8
40°	- 5' 41",0		50°	- 5' 41",2		60°	- 5' 00",2	

Poznámka: Absolutní hodnota veličiny $(\psi - \varphi)$ se zvětšuje až po $\varphi = 45^\circ$, potom se zmenšuje.

Na obr. 1 jsou P_1 a P_2 body na elipsoidu o zeměpisných šířkách φ_1, φ_2 . Část geodetické křivky, spojující oba body, je označena s_{12} a její azimuty v bodech P_1, P_2 jsou označeny α_1 a α_2 . Rozdíl zeměpisných délek obou bodů je označen l_{12} .



Obr. 1



Obr. 2

Na obr. 2 je znázorněn přiřazený trojúhelník na kouli o poloměru a . Sférické zeměpisné šířky bodů Q_1 a Q_2 jsou rovny redukováným šířkám φ_1 a φ_2 , vypočteným uvedeným způsobem k zeměpisným šířkám φ_1 a φ_2 . Oblouk hlavní kružnice σ_{12} má v bodech Q_1 a Q_2 stejné azimuty α_1 a α_2 jako geodetická křivka v bodech P_1 a P_2 na elipsoidu (obr. 1). Rozdíl zeměpisných délek na kouli je označen λ_{12} ; hodnota λ_{12} se poněkud liší od l_{12} na elipsoidu.

Protože azimuty α_1 a α_2 jsou stejné na elipsoidu jako na Besselově kouli, budeme je počítat na kouli podle Neperových analogií ze vzorců (viz např. [1]):

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2} = \frac{\cos \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}}{\sin \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}} \operatorname{tg} \frac{\lambda_{12}}{2} \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} = \frac{\sin \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}}{\cos \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}} \operatorname{tg} \frac{\lambda_{12}}{2} \quad (6)$$

Ve vzorcích (5) a (6) neznáme přesnou hodnotu veličiny λ_{12} ; počítáme tak, že v prvním přiblížení (I. aproximaci) položíme

$$\lambda_{12} \approx l_{12}$$

a vypočteme I. aproximativní hodnoty azimutů α_1 a α_2 . Potom vypočteme první aproximativní hodnotu azimutu geodetické křivky na rovníku α_0 ze vzorce

$$\sin \alpha_0 = \sin \alpha_1 \cos \varphi_1 \quad (7)$$

Podle sinové věty ve sférickém trojúhelníku na obr. 2 je dále (počítáme-li oblouky σ_2 a σ_1 od rovníku po body Q_2 a Q_1):

$$\sin(\sigma_2 - \sigma_1) = \frac{\cos \varphi_2}{\sin \alpha_1} \sin \lambda_{12} = \frac{\cos \varphi_1}{\sin \alpha_2} \sin \lambda_{12} \quad (8)$$

Z rovnice (8) vypočteme první aproximativní hodnotu délky oblouku na kouli $(\sigma_2 - \sigma_1) = \sigma_{12}$.

Mezi veličinami na elipsoidu a na Besselově kouli platí tyto diferenciální vztahy (viz [8], str. 90):

$$ds = a \sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi} d\sigma \quad (9)$$

$$dl = \sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi} d\lambda \quad (10)$$

K. Huběny [7] rozvinul funkci $(1 - e^2 \cos^2 \varphi)^{1/2}$ v řadu podle binomické věty a vyjádřil veličiny φ a λ jako funkce azimutu geodetické křivky na rovníku α_0 a délky oblouku hlavní kružnice na kouli σ . Po integraci, zanedbání malých veličin a úpravách dostal pro délku geodetické křivky mezi body P_1 a P_2 vzorec:

$$s_{12} = \left[A + \frac{B}{2} \cos^2 \alpha_0 + \frac{3C}{8} \cos^4 \alpha_0 \right] \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)''}{\rho''} - \left[\frac{B}{2} \cos^2 \alpha_0 \right] (\cos \sigma_2 \sin \sigma_2 - \cos \sigma_1 \sin \sigma_1), \quad (11)$$

ve kterém hodnoty A , B , C závisí jen na rozměrech výpočetního elipsoidu:

$$\left. \begin{aligned} A &= a \sqrt{1 - e^2} = b \\ B &= a \left(\frac{e^2}{2} + \frac{e^4}{4} + \frac{3e^6}{16} + \dots \right) \\ C &= a \left(-\frac{e^4}{8} - \frac{3e^6}{16} - \dots \right) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Podobně pro rozdíl zeměpisných délek λ_{12} na kouli dostal:

$$\lambda_{12} = l_{12} - \left[D \sin \alpha_0 + \frac{1}{2} E \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0 \right] (\sigma_2 - \sigma_1)'', \quad (13)$$

kde veličiny

$$\left. \begin{aligned} D &= \sqrt{1 - e^2} - 1 \\ E &= \frac{e^4}{8} + \frac{e^6}{8} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

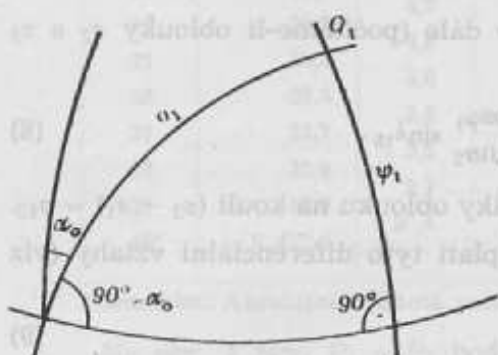
jsou rovněž funkcemi jen rozměrů referenčního elipsoidu.

Dosadíme-li do rovnice (13) numerické hodnoty dříve určených prvních aproximací veličin α_0 a $(\sigma_2 - \sigma_1)$, můžeme vypočítat druhou aproximaci veličiny λ_{12} ; ze vzorců (5) a (6) druhé aproximace veličin α_1 a α_2 ; ze vzorce (7) počítáme druhou aproximaci veličiny α_0 ; ze vzorce (8) druhou aproximaci veličiny $(\sigma_2 - \sigma_1)$. Z druhých aproximací počítáme stejným způsobem třetí aproximace uvedených veličin (nejprve λ_{12} , potom α_1 a α_2 , α_0 , $(\sigma_2 - \sigma_1)$). Výpočet opakujeme tak dlouho, až se následující hodnota veličiny λ_{12} liší od předcházející o roz-

díl, který určíme podle požadované přesnosti výsledků. Přitom v rovnicích (5) a (6) jsou hodnoty zlomků na pravých stranách pro daný případ konstantní:

$$k_1 = \frac{\cos \frac{\psi_2 + \psi_1}{2}}{\sin \frac{\psi_2 - \psi_1}{2}}; \quad k_2 = \frac{\sin \frac{\psi_2 + \psi_1}{2}}{\cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2}}$$

Z pravouhlého sférického trojúhelníka, jehož vrcholy tvoří průsečík hlavní kružnice bodu Q_1 s rovníkem, bod Q_1 a průsečík poledníku bodu Q_1 s rovníkem (obr. 3), můžeme počítat:



Obr. 3

$$\sin \sigma_1 = \frac{\sin \psi_1}{\cos \alpha_0} \quad (15)$$

Podobně pro bod Q_2 bude:

$$\sin \sigma_2 = \frac{\sin \psi_2}{\cos \alpha_0} \quad (16)$$

Nyní již můžeme vypočítat délku s_{12} ze vzorce

(11).

Výrazy v lomených závorkách ve vzorcích (11) a (13) jsou závislé na rozměrech referenčního elipsoidu a , e^2 a na azimutu geodetické křivky na rovníku α_0 ; jejich hodnoty lze pro zvolený elipsoid tabulkovat k argumentu α_0 . Při praktických výpočtech tedy potřebujeme kromě tabulek trigonometrických funkcí ještě speciální tabulky (jinak by byl výpočet zdlouhavý). Také metoda Virovcova a Dupuyho (jak jsme již uvedli) vyžaduje sestavení a použití zvláštních tabulek.

V další stati upravíme vhodnými substitucemi vzorce (11) a (13) tak, že při výpočtu libovolně dlouhých vzdáleností *vystačíme jen s tabulkami trigonometrických funkcí*; výpočet je přitom časově stejně náročný a dokonce o něco jednodušší než se speciálními tabulkami.

II. Úprava vzorců a postup výpočtů

V této stati nejprve upravíme vzorce; potom uvedeme číselný příklad.

a) *Úprava vzorce (11)*:

Po substitucích

$$\cos^2 \alpha_0 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0$$

$$\cos^4 \alpha_0 = \frac{3}{8} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 + \frac{1}{8} \cos 4\alpha_0$$

$$\cos \sigma_2 \sin \sigma_2 - \cos \sigma_1 \sin \sigma_1 = \cos (\sigma_2 + \sigma_1) \sin (\sigma_2 - \sigma_1)$$

bude mít vzorec (11) tvar:

$$s_{12} = \left[A + \frac{B}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 \right) + \frac{3C}{8} \left(\frac{3}{8} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 + \frac{1}{8} \cos 4\alpha_0 \right) \right] \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)''}{\rho''} - \left[\frac{B}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 \right) \right] \cos (\sigma_2 + \sigma_1) \sin (\sigma_2 - \sigma_1) \quad (17)$$

Pro Krasovského elipsoid ($a = 6\,378\,245$ m, $e^2 = 0,006\,693\,421\dots$) mají konstanty (12) tyto číselné hodnoty:

$$A = + 6\,356\,863,019 \text{ m}$$

$$B = + 21\,417,939 \text{ m}$$

$$C = - 36,078 \text{ m}$$

S těmito hodnotami dostaneme konečný vzorec pro výpočet vzdálenosti s_{12} ($\rho'' = 206\,264'',806$):

$$s_{12} = [30,844\,87632 + 0,025\,92648 \cos 2\alpha_0] (\sigma_2 - \sigma_1)'' - [5\,354,485 (1 + \cos 2\alpha_0)] \cos (\sigma_2 + \sigma_1) \sin (\sigma_2 - \sigma_1) . \quad (18)$$

V rovnici (18) jsme zanedbali proti rovnici (11) člen

$$\frac{3C}{8} \cdot \frac{1}{8} \cos 4\alpha_0 \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)''}{\rho''} ,$$

který dosahuje maximální hodnoty 5 m teprve pro $s = 20\,000$ km.

b) *Úprava rovnice (13)*

Dosadíme-li do rovnice (13)

$$\cos^2 \alpha_0 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 ,$$

dostaneme

$$\lambda_{12} = l_{12} - \left[D \sin \alpha_0 + \frac{1}{2} E \sin \alpha_0 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\alpha_0 \right) \right] (\sigma_2 - \sigma_1)'' . \quad (19)$$

Konstanty D a E mají pro Krasovského elipsoid číselné hodnoty:

$$D = - 0,003\,35233$$

$$E = + 0,000\,00564 .$$

Po dosazení bude

$$\lambda_{12} = l_{12} + [0,003\,35092 \sin \alpha_0 - 0,000\,00141 \cos 2\alpha_0] (\sigma_2 - \sigma_1)'' . \quad (20)$$

Hodnota veličiny λ_{12} se počítá (jak jsme dříve uvedli) postupnou aproximací. Člen

$$- 0,000\,00141 \cos 2\alpha_0 (\sigma_2 - \sigma_1)''$$

bude mít velmi malou hodnotu i pro značné vzdálenosti (pro $s < 2\,000$ km méně než $0'',1$); zanedbáme-li jej, můžeme psát

$$\lambda_{12} = l_{12} + 0,003\,35092 \sin \alpha_0 (\sigma_2 - \sigma_1)'' \quad (21)$$

c) *Přesnější výpočet první aproximace veličiny λ_{12}*

Podle H. Schmebla ([9], str. 27) můžeme snadno určit přesnější hodnotu veličiny λ_{12} již pro první výpočet. Z rovnice (10) je

$$d\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi}} dl .$$

Základní geodetická funkce

$$V = \frac{1}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \varphi}} = \sqrt{1 + e^2 \cos^2 \varphi}$$

se jen málo mění se zeměpisnou šířkou. Považujeme-li ji za konstantu, dostaneme po integraci

$$\lambda_{12} = V l_{12} \quad (22)$$

Funkci V najdeme v geodetických tabulkách ke střední zeměpisné šířce obou koncových

bodů. Nemáme-li tabulky, můžeme počítat V z přibližného vztahu (Krasovského elipsoid):

$$V = +1,001\,683 + 0,001\,682 \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \quad (23)$$

Pro jiný elipsoid (Hayfordův, Besselův apod.) se ve vzorcích (18), (20), (21) a (23) změni jen číselné hodnoty konstant.

d) *Instruktivní příklad a přesnost výsledků*

Postup výpočtu ukážeme na příkladě převzatém z [5], který je v práci [6] počítán také metodou Dupuyho.

Dané hodnoty (na elipsoidu):

$$\begin{aligned} P_1 : \varphi_1 &= 45^\circ 00' 00'',0 & l_1 &= 0^\circ 00' 00'',0 \\ P_2 : \varphi_2 &= 54^\circ 59' 55'',5 & l_2 &= 9^\circ 59' 53'',8 \end{aligned}$$

Postup výpočtu:

1. K daným hodnotám φ_1 a φ_2 vypočteme podle rovnice (4) nebo pomocí tabulky 2 redukované šířky:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 44^\circ 54' 13'',7 \\ \varphi_2 &= 54^\circ 54' 29'',9 \end{aligned}$$

2. K rozdílu zeměpisných délek na elipsoidu $l_{12} = 9^\circ 59' 53'',8$ vypočteme podle vzorce (22) první hodnotu veličiny λ_{12} : v tabulkách najdeme základní geodetickou funkci V pro střední zeměpisnou šířku $\varphi_s = 49^\circ 59' 57'',75$; l_{12} převedeme na vteřiny; vypočteme λ_{12} ve vteřinách a převedeme na stupně, minuty a vteřiny. V našem příkladě bude:

$$\lambda_{12} = 1,001\,391 \cdot 35\,993'',8 = 10^\circ 00' 43'',9$$

Poznámka: Nemáme-li tabulky, vypočteme funkci V ze vzorce (23).

3. Z rovnic (5) a (6) vypočteme první aproximativní hodnoty azimutů α_1 a α_2 :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 29^\circ 03' 17'',2 \\ \alpha_2 &= 36^\circ 45' 04'',8 + 180^\circ \end{aligned}$$

4. Vypočteme první aproximaci veličiny α_0 z rovnice (7) a dvakrát první aproximaci veličiny $(\sigma_2 - \sigma_1)$ z rovnice (8):

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 20^\circ 07' 10'',2 \\ \sigma_2 - \sigma_1 &= 11^\circ 52' 35'',9 \end{aligned}$$

5. Vypočteme druhou aproximaci veličiny λ_{12} ze vzorce (20) resp. (21):

$$\lambda_{12} = 10^\circ 00' 43'',1$$

s touto hodnotou opakujeme výpočet azimutů α_1 , α_2 , α_0 a rozdílu $(\sigma_2 - \sigma_1)$:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 29^\circ 03' 15'',4 \\ \alpha_2 &= 36^\circ 45' 02'',4 \\ \alpha_0 &= 20^\circ 07' 09'',0 \\ \sigma_2 - \sigma_1 &= 11^\circ 52' 35'',7 \end{aligned}$$

potom počítáme třetí aproximaci veličiny λ_{12} atd. Výpočet opakujeme tak dlouho, dokud se následující aproximace veličiny λ_{12} liší od předcházející o větší hodnotu, než můžeme při potřebné přesnosti připustit. Potřebná přesnost závisí na účelu, pro který vzdálenost a azimuty počítáme. Zpravidla vystačíme s jediným opakováním uvedených výpočtů.

Určení kvadrantů (pro azimuty) je třeba kontrolovat na vhodné mapě nebo na glóbu (u velmi dlouhých vzdáleností).

6. Vypočteme veličinu σ_1 ze vzorce (15), potom $(\sigma_2 + \sigma_1)$ a z rovnice (18) hledanou vzdálenost:

$$\begin{array}{l} \sigma_1 = 48^\circ 44' 45'',6 \\ (\sigma_2 + \sigma_1) = 109^\circ 22' 06'',9 \\ s_{12} = 1\,320\,284,9 \text{ m} \\ \hline \alpha_1 = 29^\circ 03' 15'',4 \\ \hline \alpha_2 = 216^\circ 45' 02'',4 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \sigma_1 \\ (\sigma_2 + \sigma_1) \\ s_{12} \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{array}} \right\} \text{viz bod 5.)}$$

Porovnáme naše výsledky s přesnějšími hodnotami v příkladě 3, v publikaci [5] (po opravě tiskové chyby: správná délka je 1 320 284,36 m)

Chyba ve vypočtené délce je 0,5 m;
azimuty souhlasí na 0'',1.

Již první výpočet dává výsledky s chybou 7 m ve vzdálenosti a 2'' v azimutech; v řadě případů tato přesnost postačí a nemusíme vůbec výpočet opakovat.

Kromě uvedeného příkladu jsem počítal podle vzorců, odvozených v této práci, vzdálenost 2 515 km: po jednom opakování výpočtů jsem dostal vzdálenost s chybou 9 m, azimuty s chybou 1''; dále vzdálenost 15 000 km, kde po dvou opakováních výpočtů byly tyto chyby: ve vzdálenosti 12 m, v azimutech méně než 1''.

Výpočet můžeme samozřejmě uspořádat ve formuláři. Odvozený postup je velmi výhodný i pro samočinné počítače.

Závěr

Pro topografickou přípravu střelby z raketových zbraní a pro řadu dalších úloh (radiolokace, radionavigace aj.) je třeba počítat velmi dlouhé vzdálenosti na zemském elipsoidu ze zeměpisných souřadnic koncových bodů. V posledních letech bylo pro tyto účely odvozeno několik metod, které jsou založeny na Besselově řešení I. a II. hlavní geodetické úlohy. Mají-li být tyto metody upotřebitelné v praxi, je třeba sestavit pro každou z nich a pro zvolený elipsoid speciální tabulky jistých pomocných hodnot. V tomto článku je vhodnými substitucemi upraveno řešení tak, že nepotřebuje speciální tabulky (vystačíme s tabulkami trigonometrických funkcí); výpočet je přitom ještě o něco hospodárnější než u jiných metod.

Literatura:

- [1] Vykutíl J.: Výpočet délky a směrníku (azimutu) pro topografickou přípravu střelby na větší vzdálenosti. Sborník velitelství dělostřelectva č. 3, 1959.
- [2] Cimbálník M.: Řešení II. hlavní geodetické úlohy pro střední vzdálenosti. Vojenský topografický obzor č. 2, 1959.
- [3] Verstelle J. Th.: Some geodetic problems involved in the computation of long distances measured by Shoran or similar electronic or radio equipment. Photogrammetria č. 1, 1949.
- [4] Virovec A. M.: Die Lösung der direkten geodätischen Aufgabe bei einem bedeutenden Abstände zwischen zwei Punkten. Verhandlungen der baltischen geodätischen Kommission, Helsinki 1936.
- [5] Bagratuni G. V.: Rukovodstvo i tablicy dlja rešenija prjamoj i obratnoj geodezičeskich zadač pri značitelných rasstojonijach po formulam A. M. Virovca. Trudy CNIIGAiK, Moskva 1952, vypusk 93.
- [6] Cimbálník M.: Výpočet délky a počátečního azimutu geodetické křivky pro radiolokaci, navigaci a balistiku. Vojenský topografický obzor č. 1-2, 1957.
- [7] Hubeny K.: Formeln zur genäherten Berechnung langer geodätischer Strecken. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten č. 11, 1960.
- [8] Urmajev N. A.: Sferodičeskaja geodezija, Moskva 1955.
- [9] Cimbálník M.: Řešení hlavních geodetických úloh pro velké vzdálenosti na ploše rotačního elipsoidu. Kandidátská disertační práce, VA AZ Brno 1956.

Měření geodetických severníků a astronomických azimutů orientačních směrů na bodech československé státní trigonometrické sítě

V poslední době se setkáváme s problémem přesného měření úhlů sevřených stranami, jejichž délky jsou značně rozdílné. Nelze proto očekávat, že bude vždy možné měřit tyto osnovy dosud běžným způsobem ve skupinách a řadách, při konstantním zaostření dalekohledu. Při měření astronomickém bude třeba kromě toho uvážit, do jaké míry bude ohrožena požadovaná přesnost vlivem strmých záměrů na pohyblivé nebeské těleso.

Je tedy zřejmé, že pro úspěšné splnění tohoto úkolu bude třeba stanovit takový měřický postup, který by plně vyloučil nebo alespoň maximálně omezil nepříznivé působení těchto vlivů:

1. Při geodetickém i astronomickém měření:
 - vliv nesprávné horizontace stroje,
 - vliv přeastřování dalekohledu.
2. Při astronomickém měření:
 - vliv chyby v určení času,
 - vliv některých osových chyb při záměru na nebeské těleso,
 - vliv nepravidelností čepů točné osy dalekohledu.

1.1 Vliv chyby z nesvislé alhidádové osy

Při měření na krátké vzdálenosti způsobí výškové rozdíly značné sklony záměrů a to hlavně ve svahovitých terénech, jak tomu bude většinou v okolí trigonometrických bodů. Ještě větší strmosti dosáhnou záměry na nebeské těleso při měření astronomickém. Vzhledem k požadované přesnosti bude tedy nezbytné zavádět korekce z nesvislosti alhidádové osy, což předpokládá číst při každém zacílení údaje alhidádové libely. Korekci ze sklonu vertikální osy theodolitu pro uvažovaný směr vypočteme ze vztahu [3] str. 4

$$O_L = \frac{i}{2} [(l_2 + p_2) - (l_1 + p_1)] \cotg z, \quad (1)$$

kde l_1, p_1 je čtení libely v první poloze dalekohledu,

l_2, p_2 čtení libely v druhé poloze dalekohledu,

i citlivost alhidádové libely,

z zenitová vzdálenost měřeného směru.

Tento vzorec platí pro průběžně číslovanou libelu s nulou u vertikálního kruhu.

Pro naši praxi bude však vhodnější vzhledem k častému prokládání dalekohledu použít vztahu [2] str. 30

$$O_L = \frac{i}{2n} [l + p] \cotg z, \quad (2)$$

- kde $[l + p]$ je suma součtů čtení obou konců bubliny na alhidádové libele,
 i citlivost alhidádové libely,
 n počet čtení obou konců bubliny (= počet zacílení),
 z zenitová vzdálenost měřeného směru.

Tento vzorec platí pro libelu číslovanou od středu, kde čteme zásadně od okuláru (bez ohledu na polohu dalekohledu), a to levý okraj vždy se znaménkem plus a pravý okraj se znaménkem minus.

Je zřejmé, že chyba v měřeném vodorovném úhlu bude tím větší, čím strmější budou záměry a čím menší bude citlivost alhidádové libely. Pro představu o velikosti uvažovaného vlivu postačí si uvědomit, že se při astronomickém určování azimutu z měření času záměry na Polárku, chyba ve čtení alhidádové libely rovná jedné desetíně dílku a že se projeví v našich šířkách při použití stroje Wild T3 ($i = 7''$) chybou v azimutu $0''{,}8$.

1.2 Elimanace chyby z přeastřování dalekohledu

Vzhledem k nedokonalosti mechanického vedení tubusů způsobí přeastřování dalekohledu na různě vzdálené cíle změnu polohy záměrné přímky. U starších typů dalekohledů, kde zaostřujeme posunem okulárové trubice, může se tento vliv projevit větší chybou v měřeném úhlu než u dalekohledů s vnitřní zaostřovací čočkou. Avšak ani u novějších typů dalekohledu nemáme jistotu, že při novém zaostření na určitý bod bude poloha záměrné přímky totožná s polohou při prvním zaostření. Proto by rozhodně nebylo správné spoléhat na dokonalost konstrukce přístroje a nesnažit se chybu z přeastřování vyloučit.

Eliminace tohoto vlivu je celkem snadná a záleží v převedení přeastřovací chyby na chybu kolimační s proměnlivou velikostí u každého směru osnovy. Předpokládá pouze použití vhodného měřického postupu, tzv. měření ve dvojřadách, kterého se používá v mikrotriangulaci při měření deformací údolních přehrad. (Viz [2], str. 26, 27). Měření ve dvojřadách má další výhody v tom, že snižuje počet přeastřování téměř na polovinu, a proto ani postavení theodolitu není příliš ohrožováno. Při měření postupujeme tak, že při otáčení doprava zaměříme každý směr v obou polohách dalekohledu, ihned po sobě následujících. Tak vznikne jedna dvojřada. Po jejím zakončení uzávěrem na počátek se změní obdobně směrem doleva druhá dvojřada. Chyba z přeastření se vyloučí měřením v obou polohách dalekohledu, tedy již v jedné dvojřadě. S pravotočivou dvojřadou je zpřažena dvojřada levotočivá proto, aby se vyloučila chyba z kroucení podstavce. Dvě dvojřady mají hodnotu dvou normálních skupin. Proto se při druhé dvojřadě mění nastavení u limbu i mikrometru podle obvyklých pravidel. Při této metodě je (u obou dvojřad) počet prokládání dalekohledu $\frac{2}{3}$ s krát větší a počet zaostřování $\frac{4s-3}{2s-1} \approx 2$ krát menší. Vzhledem k tomu, že zaostřování dalekohledu s větší ohniskovou délkou trvá mnohem déle než proložení, není měření ve dvojřadách nijak pomalejší než měření ve skupinách. Dalekohled se ovšem zbytečně neprokládá, takže začínáme-li směr 1 první polohou, začneme směr 2 druhou polohou.

2.1 Vliv chyby v určení času

Vzhledem k tomu, že se pro náš účel jeví jako zatím nejvhodnější způsob určení azimutu z měření času záměry na nebeské těleso, bude nutno uvážit, jakou chybou v měřeném azimutu způsobí chyba v určení času. Pro posouzení tohoto vlivu vyjdeme ze základního vztahu pro výpočet azimutu nebeského tělesa [1] str. 163

$$\operatorname{tg} A = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta} \quad (3)$$

Vliv změny hodinového úhlu (času) na azimut pak vyjádříme z (3) pomocí parciální derivace $\frac{\delta A}{\delta t}$, kde infinitesimální změny nahradíme konečnými přírůstky a upravíme:

$$\Delta A = \frac{\cos \varphi \cos \delta}{\sin z} \Delta t \quad (4)$$

Ve výrazu (4) znamená: q — paralaktický úhel,
 δ — deklinaci,
 z — zenitovou vzdálenost.

Ze vztahu (4) je zřejmé, že změna času má nejmenší vliv na azimut, když $\cos q = 0$, tj. pro $q = 90^\circ$ nebo 270° , čili když je hvězda v maximální digresi na západě nebo na východě. Avšak pro všechny úhly q je hodnota výrazu (4) tím menší, čím je menší $\cos \delta$, tedy čím je hvězda blíže pólu.

Z tohoto hlediska je tedy nesporně nejvhodnější hvězdou pro určování azimutů Polárka, u níž se v nejpříznivějším případě chyba v určení času¹⁾ 0,5 sec projeví na našem území chybou v azimutu $0'',2$.

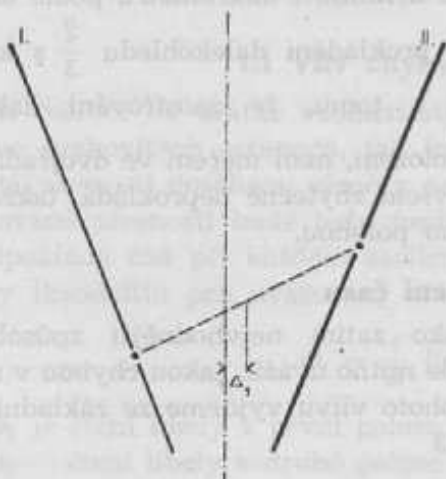
Jako použitelné je možno rovněž označit i některé hvězdy cirkumpolární o větší deklinaci, které budou v době měření v blízkosti maximální digrese. Jak však v dalším vyplývá z rozboru odstavce 2.3, lze očekávat, že patrně jedinou hvězdou pro naše měření azimutů strojem Wild T3 bude Polárka.

Její podstatnou výhodou je skutečnost, že je pro měření azimutů vhodná v libovolné pozici, tedy i v meridiánu. Celkem malé změny ve zdánlivé poloze této hvězdy se příznivě projeví i v řadě dalších vlivů. Tak na příklad změnu azimutu Polárky v časovém intervalu 2–3 minut můžeme pro náš účel pokládat za lineární s časem. Proto nebude třeba počítat azimut Polárky zvlášť pro každou polohu, nýbrž pro průměr dvou až čtyř časů a jim odpovídajících dvou až čtyř směrů, měřených v obou polohách dalekohledu. Chyba ve výpočtu způsobená předpokladem lineární změny azimutu bude pak nejvýše $\pm 0'',2$.

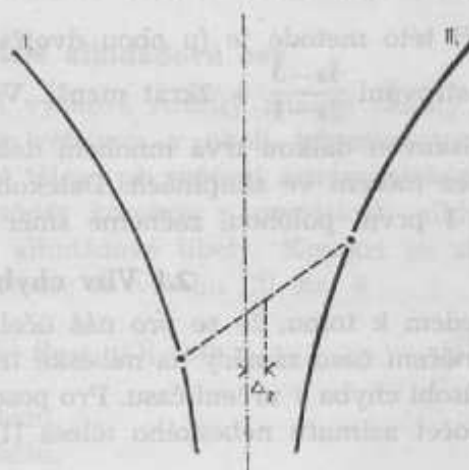
2.2 Vliv některých osových chyb při záměře na nebeské těleso

Chyba ze sklonu točné osy dalekohledu, jakož i chyba kolimační se plně vylučují měřením v obou polohách dalekohledu, pouze při konstantní zenitové vzdálenosti cíle. Tento předpoklad je zcela splněn pouze při měření geodetickém, kdy poloha cílů je během měření vždy stálá. Při astronomickém měření na zdánlivě pohyblivé nebeské těleso bude zenitová vzdálenost cíle proměnná, a proto pro plné vyloučení uvažovaných osových chyb nebude vždy běžný způsob měření v obou polohách postačující.

Na obr. 1 je znázorněna zbytková chyba ve vodorovném úhlu Δ_1 , způsobená sklonem točné osy dalekohledu, při měření v obou polohách na pohyblivý cíl.



Obr. 1



Obr. 2

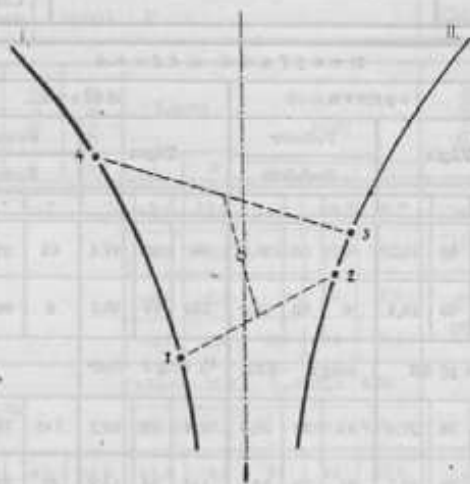
Společný vliv sklonu točné osy dalekohledu a chyby kolimační způsobí pak chybu ve vodorovném úhlu Δ_2 (viz obr. 2).

¹⁾ Chyba v určení času je souhrnem chyb systematických v zeměpisné délce stanoviště, v určení korekce chronometru a v reakci časoměřiče, jakož i chyby náhodilé v čtení času na chronometru, popřípadě na stopkách.

Předpokládáme-li přibližně stejné časové intervaly mezi měřeními v první a druhé poloze dalekohledu a přibližně lineární změny zenitové vzdálenosti nebeského tělesa v krátkém časovém intervalu (2–3 min.), pak zbytkovou chybu Δ_2 lze prakticky plně vyloučit použitím tohoto měřického postupu:

1. Zaměříme nebeské těleso v I. poloze.
2. Proložíme a zaměříme v II. poloze.
3. Opakujeme měření v II. poloze.
4. Proložíme a zaměříme v I. poloze.

Vyloučení uvažovaného vlivu při použití uvedeného postupu je znázorněno na obr. 3.



Obr. 3

Je zřejmé, že hodnotu směrové odchylky Δ_2 lze kromě uvedeného měřického postupu podstatně snížit až na zanedbatelnou mez i splněním těchto podmínek:

1. Dokonalou ratifikací stroje, při níž by chyba kolimační byla snížena na minimum.²⁾
2. Vhodnou volbou hvězdy blízké pólu, jejíž změny v zdánlivé poloze jsou malé.
3. Zkrácením časového intervalu mezi měřeními v první a druhé poloze.

Na základě rozboru vlivu zbytkových osových chyb je možno pro praxi uvést toto pravidlo:

a) Při měření astronomických azimutů z Polárky bude uvažovaný vliv vždy zanedbatelný, pokud měření v obou polohách dalekohledu nepřekročí časový interval 2–3 minut a souhrnný vliv sklonu točné osy dalekohledu a chyby kolimační nepřesáhne při zenitové vzdálenosti 40° hodnotu $1'$.

b) Při měření na hvězdu v okolí maximální digrese bude vždy vhodné použít měřického postupu znázorněného na obr. 3.

2.3 Vliv nepravidelnosti čepů točné osy dalekohledu

Uvažovaný vliv sklonu točné osy dalekohledu v odstavci 2.2 a možnost jeho eliminace předpokládá naprosto stálou a neměnnou polohu točné osy dalekohledu při záměrech na cíle o různých zenitových vzdálenostech. Tento předpoklad by ovšem vyžadoval, aby oba čepy horizontální osy byly ideálně opracovány do tvaru přesného kruhového válce. Vzhledem k výrobním možnostem a s přihlédnutím i k možnosti určitých deformací způsobených běžným používáním strojů musíme nutně předpokládat jisté nepravidelnosti na povrchu čepů, dosahující hodnot několika mikronů. Je zřejmé, že chyby v měřených vodorovných úhlech, způsobené kolísáním horizontální osy budou nabývat zcela různých, nepravidelně proměnných hodnot, nestejných u různých strojů a různých sklonů záměrné přímky. Proto o úplném vyloučení této chyby nelze u strojů bez velmi citlivé sázecí nebo závěsné libely reálně uvažovat. Je však třeba si uvědomit, že pouze působením tohoto vlivu může chyba v astrono-

²⁾ Sklon točné osy dalekohledu u používaných strojů Wild a Zeiss nelze rektifikací omezit.

Zápisník měření vodorovných úhlů

Líst: M-34-123	Stanoviště: centr.	Měřil: P
Bod: 22 Lažok	Okolnosti: jasno, vítr	Theodolit: Wild T3 č.: 108
Datum: 27. IV. 1961		Citlivost: 7,62 $\frac{1}{8} = 0,95$

Poloha	Cil	Libela		Dvojřada měřená												Průměr			Vertikální kruh			
				doprava						doleva						Oprava ze sklonu			Kontrola			
				Zápis			Průměr			Zápis			Průměr			Opravený průměr			z			
				i	p	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'
KL	36	M-34-123	+5,4	-6,1	0	00	15,2	0	00	25,6	60	02	47,4	60	03	37,9	0	00	00,0	49	50	
			+6,1	-5,6																		
			+5,8	-5,7	180	00	10,4	0	00	00,0	240	02	40,5	0	00	00,0	O_L	0,0			90	08
			+5,8	-5,7																		
			+23,1	-23,1	i+p 0,0			cotg z -0,01			$\frac{1}{8}$ cotg z -0,01					0	00	00,0	90	18		
KP	17	M-34-123	+5,9	-5,6	261	26	37,3	81	27	20,0	321	30	09,2	141	30	24,1	81	20	55,3	90	26	
			+6,3	-5,5																		
			+5,3	-6,1	81	26	42,7	81	26	54,4	141	30	14,9	81	26	56,2	O_L	0,0			89	32
			+6,0	-5,5																		
			+23,5	-22,7	i+p +0,8			cotg z +0,02			$\frac{1}{8}$ cotg z +0,02					81	26	55,3	89	06		
KL	OB-1	OB-1	+6,3	-5,3	192	38	26,8	192	38	45,5	252	40	59,3	252	41	49,0	192	38	20,5	85	06	
			+6,3	-5,2																		
			+5,5	-5,8	12	38	18,9	192	38	19,9	72	40	49,7	192	38	21,1	O_L	-0,4			94	52
			+6,1	-5,3																		
			+24,2	-21,4	i+p +2,8			cotg z -0,17			$\frac{1}{8}$ cotg z -0,16					192	38	20,1	99	46		
KP	68	M-34-111	+6,9	-4,7	36	52	46,1	216	53	36,5	96	56	14,9	276	56	35,1	216	53	09,0	89	02	
			+5,6	-6,1																		
			+6,6	-5,0	216	52	50,4	216	53	10,9	276	56	20,2	216	53	07,2	O_L	-0,1			90	56
			+5,4	-6,3																		
			+24,5	-22,0	i+p +2,5			cotg z -0,03			$\frac{1}{8}$ cotg z -0,03					216	53	08,0	91	54		
KL	23	M-34-123	+5,6	-6,1	278	04	34,8	278	05	05,1	338	08	04,1	338	08	03,0	278	04	37,3	91	14	
			+6,4	-5,2																		
			+5,8	-5,9	98	04	30,3	278	04	39,5	158	06	58,9	278	04	35,1	O_L	+0,1			88	44
			+6,5	-5,1																		
			+24,2	-22,3	i+p +1,9			cotg z +0,04			$\frac{1}{8}$ cotg z +0,04					278	04	37,4	97	30		
KP	OB-2	OB-2	+6,8	-4,8	113	14	54,9	293	16	01,5	173	18	25,0	353	19	00,7	293	15	34,4	89	46	
			+5,3	-6,2																		
			+6,2	-5,3	293	16	06,8	293	15	35,9	353	18	35,7	293	15	32,8	O_L	-0,1			91	12
			+5,8	-5,8																		
			+24,1	-22,1	i+p +2,0			cotg z -0,04			$\frac{1}{8}$ cotg z -0,04					293	15	34,3	92	26		
KL	36	M-34-123	+5,2	-6,2	0	00	15,8	0	00	24,9	60	02	46,1	60	03	26,5	359	59	59,0			
			+6,5	-5,1																		
			+5,4	-6,1	180	00	09,1	359	59	59,3	240	02	40,4	359	59	58,8	O_L	0,0				
			+5,8	-5,7																		
			+22,9	-23,2	i+p -0,3			cotg z -0,01			$\frac{1}{8}$ cotg z -0,01					359	59	59,0				

Zápisník astronomického měření azimutu

List: M-34-109	Stanoviště: centr. nad TB	Chronometr: Paul Buhřé č.: 492
Bod: 43 Vysoká	Okolnosti: jasno, vítr	Theodolit: Wild T3 č.: 108
Datum: 7. VII. 1991 Den: pátek	Měřil: P.	Citlivost: 7",85 $\frac{1}{2} = 0,98$

Poloha	Cíl	Čas			Stopky	Průměr	Libela		Vodorovný kruh			Průměr	Průměr			Vertik. kruh				
		h	m	s			l	p	-	-	-		Opravený směr			Kontrola				
													-	-	-	z				
KL	OB-1						+6,1	-7,9	0	00	10,5	00	0	00	17,4	89	52			
KP							+6,9	-6,3	180	00	07,1	17,6	O_L	-		90	06			
KL	OB-1						+6,1	-7,1	0	00	10,8	00				179	58			
KP							+6,7	-6,5	180	00	06,4	17,2	0	00	17,4	90	14			
Dvojřada měřená doprava							+25,8	-26,9	$\frac{1}{2} \cotg z$ 0,00											
							[l + p] -1,1		$\cotg z$ 0,00											
KP	Polárka	22	58	26,5	26,5	26,5	+7,0	-6,2	97	38	57,8	39	277	40	29,9	114	42			
KP			22	57	02,0	03,0	02,5	+6,9	-6,3	97	38	59,5	57,1	O_L	-	4,1	65	10		
KL	Polárka	22	58	05,5	05,5	05,5	+5,4	-7,8	277	40	30,3	41	O_A	+	2,8	179	58			
KL			22	58	40,5	39,5	40,0	+5,3	-7,9	277	40	32,4	03,7	277	40	28,4	40	34		
Čas							22	57	33,8	+24,6	-28,2	$\frac{1}{2} \cotg z$ 1,15			83			19	49,0	Úhel
							[l + p] -3,6		$\cotg z$ 1,17											
KP	OB-1						+6,8	-6,4	135	02	49,2	03	135	03	25,4					
KL								+6,3	-6,9	315	02	44,9	25,1	O_L	-					
KP	OB-1						+3,9	-6,3	135	02	49,7	03								
KL								+6,2	-7,0	315	02	45,0	23,7	135	03	25,4				
Dvojřada měřená doleva							+26,2	-26,6	$\frac{1}{2} \cotg z$ 0,00											
							[l + p] -0,4		$\cotg z$ 0,00											
KL	Polárka	23	06	37,5	37,5	37,5	+5,3	-7,9	232	44	53,9	45	52	45	32,6					
KL			23	07	14,0	14,0	14,0	+5,4	-7,8	232	44	54,1	48,0	O_L	-	5,5				
KP	Polárka	23	08	09,5	10,5	10,0	+6,7	-6,5	52	44	37,7	45	O_A	+	2,8					
KP			23	08	46,5	46,5	46,5	+6,6	-6,6	52	44	38,6	17,3	52	45	29,7				
Čas							23	07	42,0	+24,0	-28,8	$\frac{1}{2} \cotg z$ 1,15			82			17	55,7	Úhel
							[l + p] -4,8		$\cotg z$ 1,17											

Signal	S E C			Údaj hodin			Korekce											
DIZ	22	58	00,0	32	49	42,2	+	17",8										
DIZ	23	20	00,0	23	19	43,0	+	18",0										

mickém azimutu z Polárky měřeném theodolitem Wild T3 dosáhnout na území ČSSR hodnoty 6", předpokládáme-li nepravidelnosti čepů 3–4 mikrony. Vzhledem k požadované přesnosti bude nutné vliv kolísání horizontální osy alespoň podstatně omezit zaváděním předem zjištěných oprav pro každý stroj.

Určení těchto oprav by bylo reálné pro měření astronomických azimutů pouze z Polárky, jejíž zenitová vzdálenost na našem území bude proměnná pouze v intervalu 5°–6°. Vliv nepravidelností čepů by pak bylo možno v tomto poměrně úzkém rozmezí zenitové vzdálenosti považovat za konstantní.

Stanovení oprav měřených azimutů z Polárky pro jednotlivé stroje by se potom omezilo na zaměření tzv. srovnávacího směru, jehož azimut by byl předem určen astronomickým univerzálem s přesností alespoň 0",5. Za základnu srovnávacího směru by bylo vhodné použít libovolnou stranu trigonometrické sítě s dobrou vzájemnou viditelností s kamene na kámen o délce alespoň 4–5 km, jejíž koncové body by byly snadno přístupné. Je však nutno zdůraznit, že astronomický azimut tohoto srovnávacího směru by bylo nezbytné přímo zaměřit (nejlépe strojem Wild T4). Jeho určení ze souřadnic bodů trigonometrické sítě by nebylo rozhodně postačující, poněvadž by se v něm projevil zbytkové chyby z tížnicových odchylek a dále vliv lokálního stočení sítě.

Závěr

Cílem tohoto článku bylo nejen upozornit na některé vlivy, které by mohly ohrozit požadovanou směrovou přesnost při měření orientačních směrů na bodech československé trigonometrické sítě, nýbrž i ukázat cesty k jejich eliminaci nebo alespoň k jejich podstatnému omezení. Na základě tohoto rozboru lze tedy přistoupit k návrhu měřického postupu, který by pro splnění daného úkolu nejlépe vyhovoval.

Při měření geodetickém, kde půjde prakticky o měření osnov s menším počtem délkové rozdílných směrů (maximálně tři směrů navazovacích a dvou směrů určených), jeví se jako nejvhodnější měření ve dvojřadách, které bylo podrobně vysvětleno v odstavci 1.2. Pro požadovanou přesnost plně vyhoví měření všech směrů v jedné osnově, poněvadž při tomto způsobu bude možno dosáhnout zhruba stejné přesnosti u všech měřených směrů, bez ohledu na jejich délky. Vzor formuláře, který by vyhovoval navrženému postupu, je zařazen jako příloha 1. Způsob zápisu zde bude jednoduchý, a to u dvojřady měřené doprava průběžný shora dolů a u dvojřady měřené doleva zdola nahoru. Při této úpravě zápisníku nebude třeba počítat opravy z nesvislé alhidádové osy v každé dvojřadě zvlášť, nýbrž rozhodně vhodnější bude opravit až průměr obou dvojřad, přirozeně na základě všech čtyř čtení alhidádové libely, z nichž první dvě byly čteny v dvojřadě pravotočivé a druhé dvě v dvojřadě levotočivé. Vzhledem k požadované přesnosti lze při použití stroje Wild T3 považovat za postačující měření ve čtyřech dvojřadách. Zvyšování vnitřní přesnosti měřením více dvojřad za stejných podmínek by nebylo účelné.

Nejnebezpečnějším vlivem u geodetického měření nesporně bude chyba v centraci stroje a terčů na blízkých orientačních bodech a případná chyba v určení centračních prvků, zvláště na bližších bodech navazovacích. Proto naprosto přesné dostředění a co nejpečlivější měření centračních prvků jsou zde prvořadým a nezbytným požadavkem. Měření na stole vysokého signálu i při nejpečlivějším provázení centra považují pro tento účel za méně vhodné, neboť je zde možnost větších chyb z nepřesnosti centrace.

Jak vyplývá z dílčích rozborů odstavce 2, bude pro astronomické měření při použití stroje Wild T3 patrně jedinou vhodnou hvězdou Polárka. Vzhledem k strmosti záměry a pohyblivému cíli, nutno považovat směr na hvězdu co do přesnosti za méně hodnotný než směr na pozemský cíl. Z tohoto hlediska by se jevílo jako nejvhodnější trojí oddělené měření úhlů hvězda – OB I, hvězda – OB II a OB I – OB II, kde všechny tři úhly by byly nezávisle změřeny ve čtyřech uzavřených dvojřadách. Po výpočtu přímo měřených azimutů na OB I i OB II by následovalo jednoduché vyrovnání (pozorování přímých), ve kterém by přímo měřenému úhlu OB I – OB II byla přisouzena dvojnásobná váha, vzhledem k úhlu získanému jako rozdíl měřených azimutů.

V příloze 2 je zařazen vzor formuláře upravený pro tento měřický postup:

1. Zaměření OB v I. II. poloze dalekohledu (řádek 1,2).
2. Zaměření Polárky dvakrát po sobě v II. poloze (řádek 5,6).
3. Zaměření Polárky dvakrát po sobě v I. poloze (řádek 7,8).
4. Uzávěr na OB v I. a II. poloze (řádek 3,4).

Uvedený postup předpokládá zanedbatelnost vlivu 2.2 při měření na Polárku a zachovává zásadu měření ve dvojřadách. Pro snížení vlivu nahodilých chyb ze čtení libely, v určení času a zacílení je zdvojen počet záměr na Polárku, které však musí být změřeny v časovém intervalu 2–3minut. Výsledný směr jak na OB, tak na hvězdu je vystředěn ze všech čtyř záměr a teprve potom opraven o korekci z nesvislé alhidádové osy O_L . Kromě toho od směru na hvězdu je odečtena konstantní oprava použitého theodolitu O_A (viz odst. 2.3).

Výsledný čas je vypočten jako aritmetický průměr všech čtyř měřených časů a výsledný úhel jako rozdíl opravených směrů OB minus Polárka. Vystředěním počátečních i konečných záměr na OB je již vyřešeno přibližné vyrovnání závěrové odchylky tzv. napínáním.

Úprava formuláře dále umožňuje osvědčený způsob dvojího nezávislého měření času při každé náměře na hvězdu jednak přímým čtením na chronometru, jednak doměřením časového intervalu od okamžiku záměry k určitému stavu chronometru pomocí stopek. Tento způsob dvojího měření je celkem vhodnou kontrolou eventuální hrubé chyby v určení času.

Je zřejmé, že požadavky pro přesné dostředění stroje i zaměřených terčů jsou zde naprosto rovnocenné s měřením geodetickým. Za předpokladu, že měření bude uskutečněno pouze v jedné pozorovací noci, je třeba rovněž zvýšenou pozornost věnovat správnému datu pozorování.

Závěrem bych chtěl připomenout, že tento stručný rozbor, z něhož vyplynul i návrh na eliminaci nebo omezení některých nebezpečných vlivů, řeší náš nový úkol pouze z hlediska měřického. Z tohoto důvodu zde nejsou zahrnuty problémy další, jako vliv tížnicových odchylek, otázka stabilizace orientačních bodů a jiné.

Literatura:

- [1] Blažko S. N.: Praktická astronomie, Praha 1956, str. 161–162.
- [2] Ing. Dr. Kučera K.: Dvě cesty k zvýšení přesnosti triangulací, Geodetický a kartografický sborník 1955.
- [3] Ing. Šuráň J.: Přibližná astronomická orientace ze Slunce a z Polárky (hvězd), GTÚ Praha.

CSc inž. Vladimír Krátký VA AZ Brno

IX. mezinárodní fotogrammetrický kongres v Londýně 1960

V době od 5. do 17. září 1960 probíhalo v Londýně jednání IX. mezinárodního fotogrammetrického kongresu, které, jak je obvyklé, mělo za úkol podat přehled o vývoji teorie, praxe a konstrukce strojů ve všech oblastech fotogrammetrie za poslední 4 roky, které uplynuly od minulého kongresu ve Stockholmu. Jednání se zúčastnilo přibližně 700 delegátů z téměř 60 zemí; z toho asi 50 účastníků bylo ze zemí socialistických (s výjimkou Albánie a Bulharska byly zastoupeny všechny evropské lidově demokratické státy).

Aby se zabránilo roztříštěnosti jednání, byl na minulém kongresu stanoven užší okruh zvláště důležitých a aktuálních otázek, na které byly předem vyžádány základní referáty od předních pracovníků v příslušných oborech. Ostatní, volně přihlášené příspěvky byly pak zařazeny buďto do skupin blízkých stanovené tematické nebo na konec jednání. Zasedání komisí se překrývala, následovala za sebou v hodinových nebo dvouhodinových celcích, takže bylo možné sledovat (pokud by to bylo fyzicky únosné) všechna jednání v žádoucím výběru bez kolizí. S ohledem na časové omezení byla stanovena pro vystoupení jednotlivých referentů velmi krátká doba: pro vyžádané nebo zvláště důležité příspěvky 10 minut, pro velkou většinu ostatních 5 minut. Příspěvky byly přednášeny v jednom ze 3 oficiálních jazyků (angličtina, francouzština a němčina) a pomocí sluchátkového zařízení souběžně tlumočeny do obou zbývajících jazyků. Tento časově omezený způsob organizace byl umožněn tím, že téměř všechny příspěvky, které byly předneseny jen ve stručném výtahu, byly připraveny v plném znění tiskem a na začátku kongresu všem účastníkům rozdány.

Technická jednání

Pracovní náplň jednotlivých komisí byla tato:

- I. komise — Otázky leteckého fotografování, navigace a snímkového materiálu.
- II. komise — Vyhodnocování, teorie a přístroje.
- III. komise — Aerotriangulace na univerzálních strojích, s pomocnými údaji, analytická; radiální triangulace.
- IV. komise — Mapování v malých, středních a velkých měřítkách, mapování pro zvláštní účely.
- V. komise — Netopografická fotogrammetrie.
- VI. komise — Fotogrammetrická výchova, terminologie a bibliografie.
- VII. komise — Interpretace leteckých snímků.

Jednání I. komise

Komise projednávala otázky spojené s použitím leteckých komor, pomocných zařízení, různé způsoby navigace, výsledky zkoušek různých druhů negativního fotografického materiálu a výsledky zkoušek objektivů.

Velká pozornost byla věnována příspěvku G. H. Brocka [2] o nově navrhovaných postupech zkoušek jakosti objektivů a fotografického materiálu. Princip zkoušek spočívá v porovnání kontrastu fotografovaného objektu s kontrastem odpovídajícího fotografického obrazu. Při zkouškách se používá čárových testů pro určení rozlišovací schopnosti objektivů. Pro drobnější skupiny testů klesá vlivem objektivu neustále přenášený kontrast, zobrazení je stále méně jasné, až v určitém okamžiku je kontrast menší než je možné rozlišit. V diskusi prof. Schwiedefsky [7] popsal návrh zařízení pro zkoušky objektivů i citlivých vrstev na základě přenášení kontrastu a demonstroval výsledky rozsáhlých zkoušek objektivů Topar, Pleogon a citlivých vrstev Kodak XX.

Další hlavní referát F. L. Cortena [3] pojednával o navigačních systémech používaných v současné fotogrammetrii a o některých pomocných zařízeních. Kromě jednoduchých navigačních metod vizuálních byly uvedeny zejména systémy Shoran, Hiran, Decca a Aerodist. Novinkou je poslední systém, který je založen na modifikovaném telurometrickém zařízení pracujícím s přesností 1 : 100 000 a s dosahem zatím asi 250 km. Zajímavé je též využití Dopplerova principu pro konstrukci zařízení, které umožňuje postupnou integrací měřených hodnot plynule určovat polohu letadla. V přehledu byla dále podána charakteristika současných rádiových výškoměrů, statoskopů a gyroskopických zařízení včetně sovětských přístrojů. O gyrostabilizaci bylo konstatováno, že v posledních letech neukázala zvláštní pokrok; za letu se nedaří zatím dosáhnout lepších výsledků, než jsou střední odchylky osy záběru 10' až 20'. Zvláštní pozornosti zaslouží tendence směřující ke komplexní přesné navigaci využívající účelně výhod různých dílčích zařízení. Tyto systémy mohou ve spojení s účelovými počítači vést ke značné automatizaci navigace i k plynulému zaznamenávání přesné vnější orientace fotokomory. — O vývoji přístrojů pro leteckou navigaci a pro určování prvků vnější orientace snímků v SSSR podal stručný přehled M. D. Konšin.

Pokud se týká fotografického materiálu, používá se ve světě pro měřické účely téměř výhradně černobílého materiálu. Materiál barevný a infracitlivý má větší užití jen při interpretaci leteckých snímků. Měřické vlastnosti filmového materiálu nebyly v poslední době výrazně vylepšeny. Velký význam mají zejména pro zvlášť širokouhlé snímky zařízení pro automatické vyrovnávání kontrastu fotografického obrazu při pořizování diapositivů nebo zmenšenin. Tato zařízení se dnes velmi rychle rozšiřují.

P. D. Carman podal podrobné doplňky k dosavadnímu návrhu metod kalibrace fotografických komor, který byl I. komisí doporučován v průběhu posledních kongresů. V diskusi o kalibraci uvedl prof. B. Hallert další výsledky zkoušek prováděných tak, že se z vysokého stožáru (např. rozhlasového vysílače) odfotografuje geodeticky určené bodové pole a proměřením snímků na stereokomparátoru nebo univerzálním stroji se určí prvky vnitřní orientace komory i její zkreslení. Výpočty při této metodě jsou dosti pracné.

Jednání II. komise

Pracovní výbor připravil obsáhlou zprávu, která obsahuje základní informace o přípravě jednání a přehled pracovních podmínek v jednotlivých členských zemích Mezinárodní fotogrammetrické společnosti. Přehled se týká používaných přístrojů, měřických charakteristik používaných snímků, pracovních podmínek a orientačních metod. Podaný statistický materiál je tak různorodý, že z něho nelze činit příliš zjednodušující závěry, snad jen to, že ve světě se zdají mít největší rozšíření stroje Wildovy.

Vlastní jednání komise bylo rozděleno do 5 skupin. Předmětem hlavního zájmu byla jednání o použití matematických metod ve vývoji vyhodnocovacích strojů. Druhou skupinu tvořila témata týkající se automatizace jednotlivých fotogrammetrických postupů a možnosti automatizace plné. Menší význam ve srovnání s předchozími tématy měly speciální otázky, jako vzájemná orientace v kopcovitém terénu, rozbor současného stavu v konstrukci přibližných vyhodnocovacích přístrojů a konečně zprávy o řešení základních otázek standardizace a klasifikace ve fotogrammetrii.

U. V. Helava rozebral ve svém základním příspěvku [1] z obecného hlediska možnosti vývoje fotogrammetrických strojů bez optického a mechanického řešení, s využitím

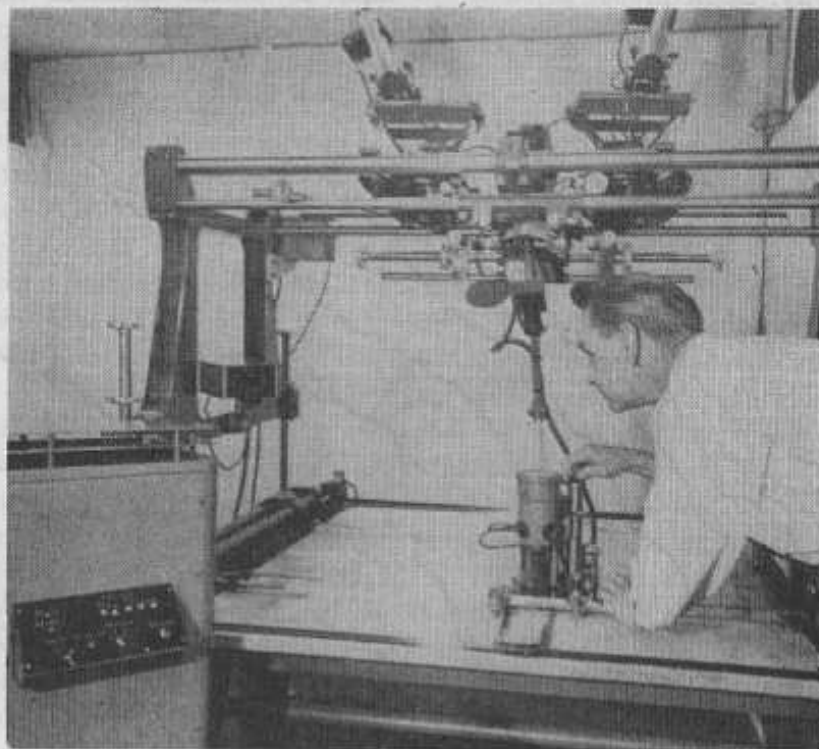
matematických a elektronických metod. Měřené snímkové souřadnice by byly početně zpracovány na souřadnice terénní (modelové), které mohou být výsledně registrovány nebo vynášeny na koordinatografu. Tyto stroje s „matematickou projekcí“ by plnily funkci dnešních optických a mechanických vyhodnocovacích strojů. Helavův rozbor se týkal výpočetních vzorců, početních prostředků přenosu dat a pomocného zařízení. Zvláštní pozornost byla věnována konstrukčním principům jednotlivých prvků a konečně byly popsány dva typy současně vyvíjených strojů. Tyto stroje jsou předběžně označovány jako „super-plotter“ a „automatic mapper“. První z nich má být stroj nejvyšší přesnosti a s určitou přizpůsobivostí programu. Přesné měřicí zařízení typu stereokomparátoru doplněné počítačem bude mít kompenzační možnosti pro všechny známé chyby. Stroj bude určen pro nejpřesnější práce a řešení složitých speciálních úkolů. Podobně bude stavěn i „automatic mapper“, využívající analogového elektronického řešení. Podle potřeby může být u obou strojů početní řešení založeno na metodě nejmenších čtverců. Prototypy obou strojů se již konstruují a budou v nejbližší době podrobeny zkouškám.

Nejzajímavější z příspěvků, které byly předneseny, byl referát a tištěná zpráva [34] G. L. H o b r o u g h a o automatickém stereoskopickém nastavování a vedení měřické značky. Zařízení zkonstruované v Kanadě a nazvané stereomat může být použito u většiny dnešních vyhodnocovacích strojů. Zatím bylo konstruováno pro přímou optickou projekci. Podstatou stereoskopického měření je nastavení dvojice značek nebo záměrných os na dva téměř shodné diferenciální obrazy. Paralaxa takových snímkových obrazů je systémem stereomatu vnímána ve formě elektrických signálů a automaticky redukována na minimum opravou polohy záměrných os. Základem této automatické operace je „ohmatání“ obou obrazů pomocí pohyblivé světelné značky. Měřický stolek optické projekce je nahrazen stínítkem katodové trubice. Světelná bodová značka je tvořena proudem elektronů v katodové trubici na jejím stínítku. Bod se pohybuje vůči centrální poloze nahodile ve všech směrech úměrně napětí dodávanému do vychylovacích cívek trubice. Objektivy projekčních komor promítají zpětně tento bod do obou snímků. Část světelného toku úměrná hustotě obrazu je při průchodu snímkem pohlcena, zbývající množství světla je pomocí kondenzorových čoček soustředěno do fotočlánků, které jsou na místě projekčních žárovek obyčejného vyhodnocovacího stroje. Protože svítící bod se pohybuje, vznikají ve fotočláncích proměnné elektrické signály nepřímě úměrné hustotě fotografického obrazu snímků v místě průchodu světla. Za oběma fotočlánci je zařazen korelační obvod, který vnímá paralaxu jako časový rozdíl mezi signály z odpovídajících částí snímků. Signály jsou předtím modulovány tak, že jsou reprodukovány jen z m ě n y amplitud původního signálu bez ohledu na jejich velikost. Tak se učiní porovnání necitlivým vůči nepříznivým činitelům, jako je rozdílná hustota a kontrast obou snímků. Aby mohla být paralaxa vnímána jako časová difference modulovaných elektrických signálů, musí mít světelný bod ve snímku pohyb ve směru paralaxy, jinak časová difference nemusí vzniknout. Protože směr paralaxy může být různý, musí být směrově proměnný i pohyb světelného bodu. Jako nejvhodnější byl zvolen zcela nahodilý pohyb s proměnnou rychlostí v nespojitě proměnném směru. Těžiště tohoto pohybu je totožné se středem stínítka katodové trubice. Tok modulovaných elektrických signálů z fotočlánků je veden a řízen řadou funkčních jednotek podle potřeby různé kombinovaných. Signály jsou nakonec převáděny do 5 výstupních signálů, které tvoří:

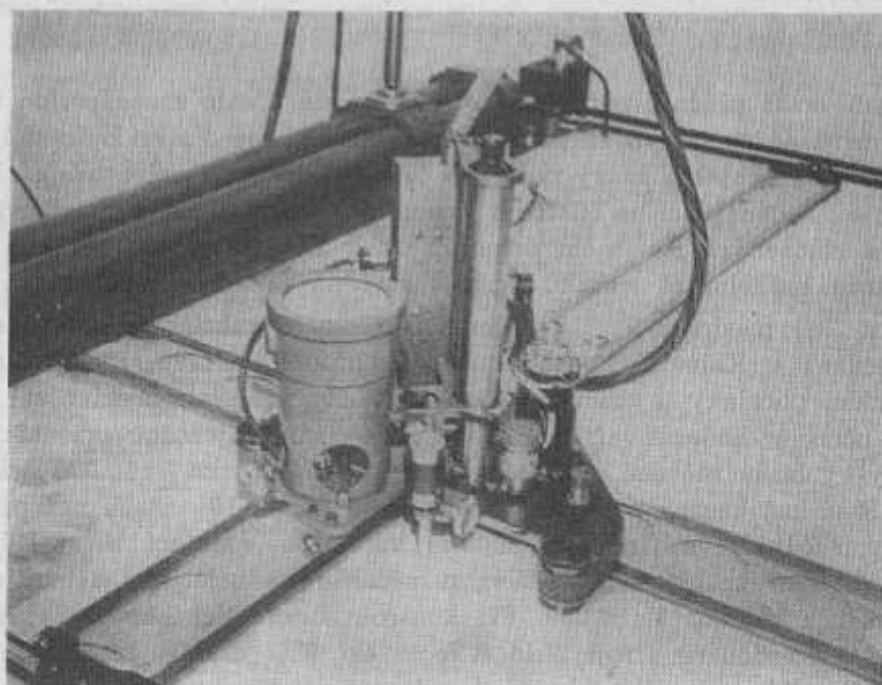
- a) signál pro rychlost kresby (pro další pohyb),
- b) signál horizontální paralaxy,
- c) signál vertikální paralaxy,
- d) signál velikosti terénního sklonu,
- e) signál pro směr terénního sklonu.

Signály b) a c) jsou reciproké k signálu a). Pokud je registrována paralaxa, je vyřazen další pohyb nebo kresba a naopak. Signál e), který je určen zvláštním korelačním obvodem z periodických změn signálu b), dovoluje předem automaticky volit směr pro další pokračování kreslené vrstevnice. Velikost pohybu svítícího bodu je regulována v závislosti na

sklonu terénu signálem d); tento signál má zpětné spojení s generátorem proudu pro vychylovací cívky, zatím co ostatní signály řídí pomocí servomotorů potřebné mechanické pohyby při vzájemné orientaci, kresbě vrstevnic a profilů. Servomotory pro prvky vzájemné



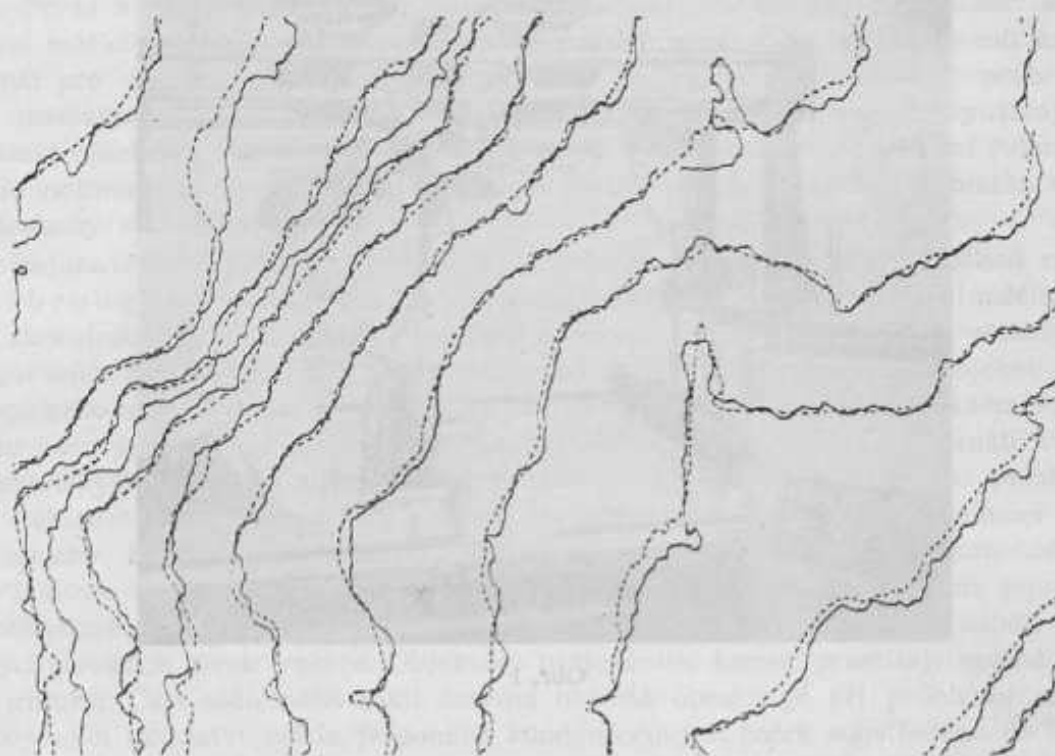
Obr. 1



Obr. 2

orientace u obou projektorů umožňují automatické odstraňování vertikálních paralax u standardně rozložených bodů podle vestavěného programu. Výškové změny, které přitom vznikají, jsou automaticky odstraňovány signálem horizontálních paralax prostřednictvím servomotoru

pro z-ový pohyb stolku. Obdobné systémy dílčích obvodů umožňují kresbu profilů, vrstevnic a dokonce i spádnic. Kresba situace není automatizována, je však usnadněna tím, že operátor vede stolek v potřebném směru bez starosti o výškové nastavení značky. Pro vizuální pozorování anaglyfického modelu jsou k systému fotočlánků napojeny přes polopropustná zrcátka projekční žárovky. Spolehlivost přístroje je silně ovlivněna sklonem terénu; při větším sklonu je rovina stínítka i v malém okruhu pohybu značky vzdálena větší částí od terénu,



Obr. 3. Stereomat — A 7 ---

takže měření není dosti přesné, popřípadě vůbec možné. Tento mezní sklon terénu je 20 až 30°. V takovém případě se pohyb zařízení i kresba zablokuje. Zatím bylo stereomatu použito jen u stroje s optickou projekcí, který není pro tento účel po všech stránkách nejvhodnější. Obr. 1 a 2 ukazují tuto adaptaci na Nistriho vyhodnocovacím stroji fotokartograf VI. U vyhodnocovacích strojů založených na jiném principu může být stereomat upraven tak, že do pozorovacího systému každého ze snímků bude vestavěna samostatná katodová trubice.

V referátu [31] přednesl T. Blachut výsledky praktických zkoušek stereomatu, které byly provedeny v Kanadském národním výzkumném ústavu. Bylo zjištěno, že stereomat měří vertikální paralaxy a odvodí poloautomaticky vzájemnou orientaci snímků s větší přesností než zkušební vyhodnocovatelé. Potřebný čas pro vzájemnou orientaci byl v průměru 13 minut. Výšky bodů měřené na modelu ze snímků měřítka 1 : 50 000 vykazovaly střední chybu = 1,8 m. Rychlost kresby profilů a vrstevnic je 4× až 10× vyšší než při lidské obsluze a věrnost kresby, i když je místně ovlivňována vzrostlou vegetací a umělými objekty, je velmi dobrá. Porovnání profilu s geodetickým měřením ukázalo jeho střední výškovou chybu = 3,8 m pro měřítko snímku 1 : 50 000. Při kontrole automatické kresby vrstevnic bylo zjištěno porovnáním s kresbou na stroji Wild A 7, že do 6% sklonu terénu je přesnost rovnocenná, ve vyšších sklonech však přesnosti automatické kresby ubývá, takže např. pro sklon 20% je 4× nižší. Grafická ukázka tohoto porovnání je na obr. 3. Obdobné výsledky byly zjištěny i pro snímky měřítka 1 : 3000.

V posledních letech představoval značný krok kupředu vývoj překreslovacích zařízení pro kopcovitý terén. Konstruktor přístroje ortofotoskop H. Moore zde podal informace o zlepšení, která má poslední typ této konstrukce [42]. — L. J. Kosofsky pojednal ve

svém příspěvku [35] o metodě současného výškového i situačního vyhodnocení fotogrammetrického modelu soustavou hustých rovnoběžných profilů, v nichž se zakreslují nebo registrují místa přechodu výšek v dané ekvidistanci. Toto měření, které je provázáno současným překreslováním na ortofotoskopu, může být libovolným způsobem zpracováno dodatečně mimo vyhodnocovací stroj. Při registrování měřených údajů může být podle předchozího profilu automaticky vedena značka i v profilu dalším, takže jsou nutné jen malé výškové opravy.

Diskuse ke všem novým vývojovým tendencím i konkrétním zařízením, o nichž bylo referováno, jednoznačně potvrdila, že byly úspěšně učiněny první kroky k automatizaci dílčích mapovacích operací. Za předpokladu, že principy stereomatu, Helavova matematického vyhodnocovacího stroje a ortofotoskopu budou spojeny v společný systém, budou jejich výhody navzájem znásobeny. Daleko reálněji než dříve se nyní jeví i možnosti komplexní mechanizace celého mapování.

Obsah úvodního referátu o vzájemné orientaci snímků kopcovitého území [2] i průběh diskuse k této otázce ukázal, že je to dílčí problém, který v praxi nemá příliš velký význam. Byly rozebírány většinou známé skutečnosti, naznačeny různé metody určení příčného sklonu a jedinou novou stránkou těchto rozborů bylo nadhození problémů, které vyvstávají při použití konvergentních snímků. Zde bylo ukázáno, že řešení zůstává prakticky stejné, jestliže v analytickém vyjádření rovnice pro vertikální paralaxy vhodně přeskupíme její členy. Hlavním referentem byl van der Weele, v diskusi vystoupil A. Wassef se svým teoretickým rozбором vzájemné orientace při větších úhlech sklonu [66] a B. Hallert, který vycházel z řady svých prací založených na měření vertikálních paralax u většího počtu bodů a vyrovnání metodou nejmenších čtverců. Zájem o projednávání těchto otázek byl poměrně malý.

V letech předcházejících kongresu byla uveřejněna řada důležitých prací, které se týkaly přesnosti, praktického použití přibližných vyhodnocovacích přístrojů, popřípadě srovnání těchto přístrojů se stroji univerzálními. V hlavním referátu [2] podal H. C. Zorn přehled a klasifikaci přibližných přístrojů. Za otázky důležité pro budoucnost byly považovány rozborů související s použitím snímků o různém obrazovém úhlu a srovnání přístrojů tohoto druhu s exaktními vyhodnocovacími stroji nejen po stránce přesnosti, ale zejména praktické použitelnosti a hospodárnosti.

V rámci obecných jednání o standardizaci a klasifikaci ve fotogrammetrii referoval B. Hallert o práci, která měla za cíl sjednotit výrazy oceňující přesnost fotogrammetrických metod. Byly definovány základní chybové pojmy, navrženy různé výrazy pro přesnost v závislosti na jejím určení a doporučeny dva způsoby ocenění míry přesnosti. Doplňkem k jednání byl stručný čtyřjazyčný přehled navrhovaných výrazů pro posuzování přesnosti [2]. V diskusi k této otázce se projevíly dosti kritické názory.

Podle doporučení minulého kongresu bylo navrženo používání jednotného souřadnicového systému, a to pravotočivého v prostoru modelovém i snímkovém, s osou x jako primární a osou y sekundární. V dalším rozboru [2] prof. W. Schermerhorna byla demonstrována nevhodnost a rozpornost dosavadní klasifikace vyhodnocovacích strojů na 1., 2., 3. řádu zdánlivě podle přesnosti. Toto dělení dnes zdaleka nevyjadřuje skutečný poměr jednotlivých strojů a jejich použitelnost. Ani americké označování pomocí faktoru C není ideální. Jednání bylo uzavřeno s tím, že schematicky ucelená a přitom zcela korektní klasifikace není dobře možná a nebyla by ani účelná.

Kromě uvedených hlavních tematických skupin byla na pořadu zpráva komise F mezinárodní organizace OEEPE (Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Experimentales) o určení přesnosti měření vertikálních paralax v přesných vyhodnocovacích strojích. Zkoušky, kterých se zúčastnilo 5 evropských států, byly provedeny na různých strojích se snímky pořízenými komorami Wild, Nistri a Zeiss. Zatím bylo zpracováno 37 000 měřených hodnot, ale i když zkoušky nejsou ještě uzavřeny, byla již získána řada nových poznatků. Přesnost jednoho měření činí za optimálních podmínek asi 4 až 6 mikronů v měřítku snímku. Ukázalo se dále, že přesnost nezávisí na kontrastu snímků ani na topografické stavbě terénu, a dokonce ani na měřítku snímku v rozmezí 1 : 6000 až 1 : 50 000.

V řadě různých příspěvků týkajících se konstrukce strojů navrhl A. M. Wassef zvláštní úpravu početních řad vhodných pro mechanické řešení na vyhodnocovacích strojích přibližné konstrukce. — W. Brucklacher popsal doplňky ke stereoplanigrafu Zeiss-Aerograph, které umožňují automatické řešení některých úkolů [49]. Koordimat je název koordinátografu doplněného koincidenčním zařízením a běžným typem děrnoštítkové soustavy IBM (děrovač, řídicí skříň), takže může automaticky vynášet z děrných štítků body s přesností na 5 cifer. Stereoplanigraf má k dispozici i poloautomatické profilovací zařízení. — A. N. Lobanov referoval o vývoji univerzálních strojů v SSSR. Stroje, jako Romanovského stereoprojektor a Drobyševův stereograf, umožňují afinni vyhodnocování snímků s libovolnou konstantou fotografické komory. Příspěvek vzbudil značnou pozornost.

Zbývající příspěvky, které byly zařazeny do programu, zabývaly se teoretickými i praktickými otázkami v souvislosti s různými fotogrammetrickými metodami. P. Damaye se zabýval rozбором možností vyhodnocování s přetvořenými paprskovými trsy na strojích francouzské výroby [60]. — U. Nistri uvažoval o vlivu analytické aerotriangulace na konstrukci a využití fotogrammetrických vyhodnocovacích strojů [45]. — B. Hallert uvedl výsledky experimentálních měření organizovaných OEEPE, dále naznačil odvození a užití diferenciálních vzorců pro obecné projektivní vztahy mezi dvěma rovinami [59] a v třetím příspěvku [57] se zabýval otázkou určování rovinnosti povrchů. — V. Krátký podal rozbor otázek souvisejících s decentrací snímku při překreslování pomocí vřícovacích bodů, které neleží v jedné rovině [61]. — R. Genty navrhl zvláštní metodu pobřežního měření z leteckých snímků a snímků pořízených z lodí [56]. — S. Thorén referoval o užití automatických počítačů k justáži fotogrammetrických strojů; doporučil provádět důkladná mřížková měření a opravy jednotlivých prvků určit komplexním výpočtem [58]. — P. Baetslé se zabýval rozбором výpočtu vzájemné orientace z nadbytečných pozorování.

Jednání III. komise

Jednání bylo rozděleno do 5 tématických částí. Na prvním místě stála jednání o analytické triangulaci, dále byla probírána zpráva komisí A a B OEEPE o aerotriangulaci v malých, středních a velkých měřítkách, v třetí části se diskutovalo o problémech vyrovnání aerotriangulace v bloku, potom o aktuálních otázkách radiální triangulace a konečně byla na pořadu i diskuse o užívání pomocných dat v aerotriangulaci. Kromě toho byla dodána opět řada tištěných prací o dílčích problémech, z nichž některé byly zařazeny v informativní formě na závěr jednání.

V posledních letech byl publikován větší počet různých metod analytické aerotriangulace, vhodných pro použití elektronických počítačů. Na trhu se objevily konstrukce nových stereokomparátorů, počala se zkoušet technologie a přesnost nových metod. V úvodních referátech G. H. Schuta [1] a E. H. Thompsona [2] a v následující diskusi byl podán dobrý obraz o současném stavu těchto prací. Všechny metody, které mají spolehlivý matematický základ, se dají rozdělit do tří základních skupin: a) metody se samostatnou vzájemnou orientací a úpravou měřítka každého modelu, b) metody, v nichž vzájemná orientace a měřítková úprava splývají v jediném pracovním postupu a nelze je oddělit, c) metody v nichž model celé snímkové řady se odvozuje najednou současným vyřešením všech podmínek protnutí. Nejsou-li k dispozici nadbytečná data, musí dávat všechny tři skupiny shodné výsledky. S nadbytečnými daty je nejvýhodnější skupina c) umožňující vyrovnání v jediném komplexu; nevýhodou je zde ovšem velký počet řešených rovnic. První dvě skupiny jsou pak přiblížením ke třetí a liší se jen různým hromaděním chyb. U druhé skupiny metod záleží hodně na poloze východního modelu, případná deformace se přenáší přímo do dalších modelů a chyby se hromadí nepříznivěji než u metod jiné skupiny. Všechny metody musí vycházet z podmínky průseku korespondujících paprsků, vyjadřují ji však různými rovnicemi. Nejúčinnější jsou dnes metoda Schutova (skupina a.), metoda užívaná v British Ordnance Survey (rovněž skupina a.), metoda Hergetova (skupina c.) a metoda Schmidova (skupina c.). Metoda Schutova a Schmidova vyjadřují průsek paprsků podmínkou, aby vektory odpovídajících paprsků

ležely v jedné rovině, metoda BOS podmínkou, aby vertikální paralaxy byly rovny nule, a metoda Hergetova podmínkou, aby nejkratší vzdálenost korespondujících paprsků byla rovna nule. Matematicky nejjednodušší vyjádření představuje podmínka první. Tři potřebné úhlové prvky každého snímku jsou v uvedených metodách vyjádřeny různě jako tři nezávislé parametry v ortogonální transformační matici. Podmínkové rovnice nejsou v orientačních prvcích lineární, takže výpočet je nutné vést po předchozí linearizaci Taylorovou řadou postupným přibližováním. Každá z uvedených metod řeší postupné zpřesňování koeficientů orientace jinak. Diskuse se týkala především otázek praktického výpočtu ve vztahu k použití nadbytečných pozorování, k sestavování modelů v řady nebo bloky, k tvaru podmínkových rovnic a iteračním postupům. Závěr, který z celého komplexu otázek vyplývá, je ten, že přes důkladné teoretické propracování má analytická aerotriangulace stále ještě charakter zkušebních prací a její provozní masové využití je ještě řídké (např. u British Ordnance Survey).

Zprávu o výsledcích komise A při OEEPE podal L. Solaini [3]. Komise se zabývala aerotriangulací v malých a středních měřítkách. Během 4 let bylo proměřeno v 11 centrech celkem 111 aerotriangulačních pořadů skládajících se vždy z 40 až 50 snímků 1 : 30 000 až 1 : 50 000. Každý pořad byl opakován tak, že jednou byl první model vytvořen se základnou uvnitř, podruhé se základnou vně. Bylo užito postupů s $bz = 0$, s údaji statoskopu a solárního periskopu. Výsledky budou ještě uveřejněny v samostatné závěrečné zprávě, na kongresu byly projednávány předběžné zkušenosti. Před vyrovnáním se pohybovaly skutečné odchylky v mezích do 80 m. Metody s pomocnými daty dávají lepší výsledky ve výškách (statoskop i solární periskop) a v souřadnici y (solární periskop). Rozptyl v souřadnici x byl stejný. Důležitou součástí zkoušek bylo porovnání některých metod vyrovnání, studium výsledků nebylo však ještě ukončeno. U aerotriangulace s $bz = 0$ byly výsledky vyrovnání Verdinova a van der Weeleho prakticky stejné (zbytkové chyby v situaci do 20 m, ve výškách výjimečně až do 40 m). Pro aerotriangulaci s údaji statoskopu byly u Verdinova vyrovnání výškové chyby nepřijatelně velké, zatím co situace byla prakticky stejně přesná. Podobné zkušenosti byly i při srovnání výsledků dosažených aerotriangulací s údaji solárního periskopu. Vyrovnání Zeller-Zarzyckého metodou se ukázalo jako nesrovnatelné s předchozími, protože nevychází ze stejných podmínek. Zdá se, že metoda vyrovnání aerotriangulačních výsledků nehraje nejdůležitější roli; hledání složitých efektivnějších metod není účelné. Další pokrok aerotriangulace může být založen jen na zlepšení vlastní měřické metody.

Komise B téže organizace konala zkoušky s aerotriangulací ve velkém měřítku, jak o tom referoval M. Cuniatti [3]. I zde šlo mimo jiné o porovnání různých metod vyrovnání, dosažené výsledky jsou však velmi různorodé a ne vždy dostatečně dobré. Většinou chyba ve výšce převýšila chyby situační. Např. pro měřítko snímků 1 : 10 000 a počet snímků v řadě $n = 15$ dosahují maximální chyby v x , y hodnoty 0,4 m, ve výškách hodnoty 3,0 m, dále pro $n = 8$ jsou situační chyby velikosti 0,3 m a výšková chyba 0,7 m. U mnohých zkoušek se vyskytovaly chyby překvapivě velké. Zkoušky nebyly příliš dobře uspořádány, takže byl získán naprostě nejednotný materiál: měřítko snímků se pohybovalo mezi 1 : 17 000 a 1 : 6 000, počet snímků mezi 7 a 38. Maximální chyby se pak pohybovaly mezi 0,1 a 10 m! Údaje o bodové signalizaci nebyly oznámeny. V dalším údobí budou zkoušky zaměřeny na sledování přesnosti v závislosti na délce řady, na poměr vyrovnání řada — blok, použití konvergentních snímků a pomocných dat.

Vyrovnání triangulací v bloku složeném z několika řad je logickým důsledkem požadavku účelnosti a hospodárnosti fotogrammetrického zhušťování. H. Jerie podal úvodem k jednání o této otázce stručný přehled základních podmínek řešení, tak jak byly stanoveny pracovní komisí v r. 1958 [2]. Vyrovnání bloku je nutné, protože je exaktnější než vyrovnání oddělených řad. Praktické početní provedení je však velmi obtížné a naráží dosud na velké překážky. Je možné použít též metody přibližných. Velký pokrok v tomto směru znamená konstrukce mechanického analogového zařízení ITC (International Training Centre) v Delftu, které postup podstatně usnadní a urychlí. V další části výkladu byl podán systematický přehled současných metod, u nichž vyrovnání v bloku přichází v úvahu. Jsou to metody radiální

triangulace, „stereotemplet“ a aerotriangulace. Metody vyrovnání se dělí v podstatě na tyto skupiny: metody založené na samostatném předběžném vyrovnání řad tvořících blok, metody spojeného vyrovnání řad, metody rozdělující blok na dílčí celky a metody založené na užití automatických počítačích strojů. Každá z uvedených metod byla rozebrána se zřetelem na její výhody a nevýhody. V diskusi byly většinou rozbírány otázky přesnosti a hospodárnosti blokového vyrovnání na základě zkušenosti přítomných. Zkušenosti se způsobem hromadění chyb v řadách a s jejich eliminací podal ve svém příspěvku A. Brandenberger. Bylo poukazováno na rozpor mezi přesností měření a hospodárností zpracování. Vyrovnání bývá nepřesně většinou proto, že měření jsou bez dostatečné kontroly, a tedy chybná. V otázce dílčích sekcí se vyskytly návrhy zmenšit co nejvíce jejich rozměr, nejlépe až na jeden model. Blokové vyrovnání přineslo kladné výsledky i v analytické aerotriangulaci. Závěrem je možné říci, že dnes existuje řada přibližných vhodných metod vyzkoušených v praxi.

Úvodní rozbor současného stavu početní a mechanické radiální triangulace podal R. Roelofs [2]. Grafickou metodu jako zastaralou ve svém výkladě zcela pominul. Jeho práce i zkoušky ukazují, že početní radiální triangulaci lze dosáhnout nejvyšší přesnosti. K zajímavému závěru došel van der Weele, že totiž pro širokouhlé snímky je přesnost měřítkového a azimutálního přenosu pomocí radiální triangulace dokonce vyšší než u aerotriangulace. Teoreticky významné jsou v poslední době práce Dmochowského a Ackermanna. Za metody příbuzné početní radiální triangulaci je možné považovat také T-triangulaci, i když místo měření úhlového používá měření délkového, a sovětskou metodou fotopolygonometrie. Hallert ve své metodě užívá místo měření úhlů měření pravouhlých snímkových souřadnic; jeho výpočet pak představuje protínání z hlavních bodů. Proti klasické metodě je potřebný daleko větší počet měření. V oblasti mechanické radiální triangulace znamená praktický přínos použití astronomicky orientovaných, místních bodových poli (Visser) a použití mechanické radiální triangulace pro konvergentní snímky (Konecny). Skutečnost, že mechanická metoda zcela vytlačila metodu grafickou, není způsobena jen velmi jednoduchou manipulací v této metodě, ale hlavně proto, že dává možnost vyrovnání v bloku. Tato možnost, která zatím chyběla též početní radiální triangulaci, je nyní dána použitím Jerieho ITC zařízení. V dnešní době, kdy fotogrammetrický nálet je usnadněn moderními autopilotními přístroji, je možné téměř výhradně používat radiální triangulace z hlavních bodů, protože sklon snímků málokdy překročí hodnotu 1° . Dnešní gyrostabilizační zařízení dosahují přesnosti, která vyhovuje pro většinu projektů radiální triangulace. Dále se v budoucnu očekávat přesnost několika minut, může se stát radiální triangulace univerzální metodou situačního zhušťování.

V úvodním příspěvku [1] A. Brandenbergera k jednání o aerotriangulaci s pomocnými údaji byl podán přehled systémů používaných v jednotlivých zemích, které jsou zapojeny do práce v Mezinárodní fotogrammetrické společnosti. Patří sem použití statoskopu, solárního periskopu, horizontových komor, pomocných šikmých snímků ve směru a proti směru osy letu, užití RADAR Profil Recorderu (RPR), Airborne Profil Recorderu (APR), systému Shoran a Hiran. Aby data znamenala přínos pro aerotriangulaci, musí být dostatečně přesná, přesnější než data odvozená prostou aeropolygonizací. To bylo diskutujícími zdůrazněno z několika stran. Studia zaslouží otázka, zda mají být tato data zavedena přímo do vyhodnocování, či má-li jich být užito až při vyrovnání aeropolygonů. Z diskuse též vyplynulo, že zařízení pro gyroskopický záznam a zařízení gyrostabilizační jsou stále ještě ve vývoji. Nejsou zatím dostatečně spolehlivá v praktickém použití.

Na závěr jednání III. komise byla předložena řada prací, které se týkaly teoretických otázek aerotriangulace (B. Hallert — výzkum přesnosti různých metod aerotriangulace [76], R. Förstner — nahodilé chyby v dlouhých řadách aerotriangulace [75]), dále metod radiální triangulace (S. Dmochowski — vyrovnání početní radiální triangulace [74]), otázek blokového vyrovnání (R. Förstner — přibližná metoda blokového vyrovnání [77], J. A. Weightman — vyrovnání bloků [80]) i praktických zkušeností v aerotriangulaci s pomocnými přístroji (J. A. Eden — zkouška APR [68]) a konečně zkušeností v analytické aerotriangulaci (IGN — analytická aerotriangulace ve Francii [69]).

Jednání IV. komise

Jednání bylo rozděleno do 4 subkomisí. První jednala o otázkách velkoměřítkového mapování, druhá o mapování měst, další o mapování v malém měřítku a konečně poslední o základních otázkách souvisejících s kontrolními experimenty. Kromě toho bylo jednáno společně o těchto tématech: vývoj měřických metod pro mapování v malých měřítkách, použití konvergentních a svislých snímků, poměr grafického a numerického vyhodnocování, metody doplňování a kontroly vyhodnocování a konečně signalizace bodů pro fotogrammetrii velkého měřítko.

Pro velká měřítko byly provedeny dvě velké mezinárodní zkoušky v terénu horském (Monti di Revöira) a v plochem (Oberriet). Ke zkouškám bylo použito různých vyhodnocovacích strojů a snímků z různých fotografických komor. Snímkové měřítko se pohybovalo od 1:7000 do 1:9000. Vyhodnocení bylo provedeno numericky a většinou s použitím automatické registrace. Výsledné střední chyby v poloze a ve výškách činily pro snímky na skle ± 15 cm a ± 19 cm, pro snímky na filmu asi ± 23 cm a ± 26 cm. Bylo konstatováno, že bude třeba ještě prostudovat vlivy všech rušivých činitelů, které se při vyhodnocování projevovaly. V diskusi referoval P. O. Fagerholm o úspěšných výsledcích mapování ze snímků pořízených z malých výšek za nepříznivého počasí. Zmenšený kontrast těchto snímků ani větší smaz obrazu se neprojevovaly zvláště nepříznivě, zato značné potíže byly při vedení letounu.

V rozboru mapování malého měřítko byla věnována hlavní pozornost použití širokoúhlých a zvláště širokoúhlých snímků, použití automatického zařízení stereomat a použití přibližných přístrojů. Bylo poukazováno na skutečnost, že většina chyb ve vyhodnocování souvisí s fyziologicko-psychologickými vlastnostmi pozorovatelů; podstata této zkušenosti bude podrobena výzkumu.

Při diskusi o použití konvergentních snímků docházelo k výměně protichůdných názorů. Zastánci metody byli zejména američtí a západoněmečtí pracovníci, což souvisí v podstatě s výrobou konvergentních komor v těchto zemích. Zdály se však převažovat kritické hlasy, které ukazovaly, že přednosti, které konvergentní fotogrammetrie z geometrického hlediska má, jsou převáženy nevýhodami nestejného zobrazení odpovídajících bodů na přidružených snímcích. Fotogrammetrie s širokoúhlými snímky svislými je geometricky stejně výhodná jako snímky konvergentní a bez jejich praktických nedostatků. Při použití konvergentních komor jsou navíc mnohem nebezpečnější jejich systematické nepřesnosti. V praxi se uvedené skutečnosti projevují tím, že dvojité konvergentní komory jdou mnohem méně na odbyt než komory širokoúhlé.

Otázka použití grafického nebo numerického způsobu vyhodnocení byla posuzována vcelku jednoznačně. Hlavním kritériem pro volbu způsobu vyhodnocování musí být skutečnost, jak bude využito výsledku vyhodnocení. Rozhodující je tedy měřítko hospodárnosti. Za účelné bylo považováno konstruovat stroje, které umožní zpracovávat snímky obojím způsobem, popřípadě v jejich kombinaci. Poukazovalo se i na to, že zejména v inženýrském stavitelství je výhodné plánovat na mapách (tj. na grafickém výsledku vyhodnocení), avšak další podrobné práce jsou potřebné v numerické formě. Takovému účelu vyhoví přístroj, který potřebné měřené údaje registruje na děrný pásek, takže je možné výsledky libovolně početně nebo i graficky zpracovávat dodatečně.

Pro projektování dopravních cest byla hlavně v USA zkoušena řada poloautomatických elektronických zařízení [93], která mají za cíl zmechanizovat nejen vlastní kresbu vrstevnic a profilů, ale i volbu trasy nové stavby. V této oblasti jde vývoj velmi rychle dopředu.

Jednání V. komise

Komise projednávala možnosti a příklady současného uplatňování fotogrammetrie při měřických problémech v různých vědních oborech. Předložené příspěvky se týkaly architektury, inženýrského stavitelství, hydrologie, mikroskopie, rentgenové techniky, kriminalisti-

ky a balistiky. Podstatné novinky v těchto aplikacích jednání neukázala. Závěrem bylo rozhodnuto, aby komise nesla nadále označení „zvláštní využití fotogrammetrie“.

Jednání VI. komise

Přípravné práce i jednání komise se týkaly bibliografie, vyučování, terminologie a historie ve fotogrammetrii.

V ITC Delft je vydávána rozsáhlá bibliografie ve formě listkových rešerši vycházejících knih a časopiseckých publikací. Ročně má vycházet asi 500 titulů, každý na třech listcích, které umožní uspořádání podle autorů, názvů i tematiky. Formát listků byl zvolen A 6.

Vyučování fotogrammetrii se ve světě spojuje se studiem geodézie, lesnictví, geografie, geologie ap. Vzhledem k rostoucímu používání a významu fotogrammetrie začíná se přecházet i k specializovanému studiu. V některých zemích se zavádějí kurzy a postgraduální studium pro doplnění základních znalostí z fotogrammetrie. Vlastní výuka fotogrammetrie je doplňována výkladem o pomocných elektronických zařízeních. Za velmi účelné bylo na kongresu pokládáno jednotné zveřejnění a porovnání studijních plánů jednotlivých vysokých škol všech členských zemí.

V oblasti odborné literatury se pociťuje nutnost sjednocení základních definic v jednotlivých jazycích. Často stejné nebo podobné označení má v různých zemích různý význam. Komise přikročí k výběru nejdůležitějších výrazů a jednotlivé členské země k nim podají své vžitě definice a zkratky. Komise se pak pokusí o základní koordinaci a vytvoření obecně platných definic.

V komisi bylo též rozhodnuto, že ve spolupráci všech členských zemí bude přikročeno k jednotnému zachycení historického vývoje fotogrammetrie formou přehledů za určitá údobí. První část této práce bude zahrnovat delší časový úsek od počátků fotogrammetrie až do roku 1940, ostatní přehledy budou omezeny na údobí 20 let. Bylo doporučeno připravit přehledy již do příštího kongresu v r. 1964.

Jednání VII. komise

Připravené referáty i diskuse pojednávaly o zvláštích snímků pro interpretaci, přístrojovém vybavení, o interpretaci zemského povrchu, vegetace, osídlení a průmyslového zastavění a o interpretaci ledovců. Převratné nebo podstatně nové názory se neobjevily. Hlavní přínos přípravné činnosti komise je možné vidět ve vydání obsáhlé publikace „Manual of Photographic Interpretation“.

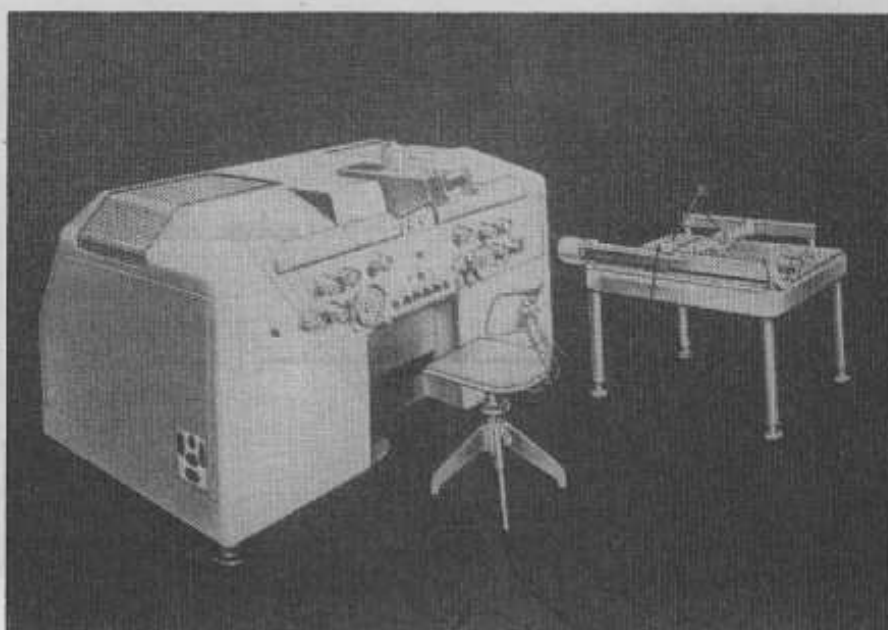
Technické výstavy

Technická jednání kongresu byla doplněna řadou větších i menších výstav. Na národních výstavách byla demonstrována všestrannost fotorammetrických metod v jednotlivých členských státech. Velmi zajímavá historická výstava ukazovala přes 100 originálních exponátů od Laussedatových plánů zhotovených před 100 lety až po přístroje dvacátých let našeho století. Staré plány, mapy, snímky, komory, stereoskopy, překreslovače, vyhodnocovací stroje a ukázky metod vytvořily jedinečnou mezinárodní sbírku. Výstava fotogrammetrické výchovy seznámila účastníky s obsahem i rozsahem výuky na 8 vysokých školách ve světě.

Středem zájmu byly pochopitelně výstavy technické. Na jejich instalaci se podílelo přes 40 firem, které ukazovaly současný stav vývoje fotogrammetrických přístrojů, materiálů a technologií spojených s fotogrammetrií. Kromě toho vystavovaly ukázky svých prací i prováděcí fotogrammetrické firmy. Na výstavě nebyl bohužel předveden přístroj, který vzbudil největší pozornost při jednání komisi – stereomat. Nebyl dokonce vystaven ani ortofotoskop. I tak však výběr vystavovaných exponátů představoval velmi dobrý přehled současné moderní vyhodnocovací techniky v celém světě.

Kromě dalšího zdokonalení současných konstrukcí prostorových vyhodnocovacích strojů a jejich rozmnožení ukázala se v několika případech zcela nová koncepce v jejich vnějším vzhledu a použití dosud neznámých nebo ne zcela běžných základních principů. Výstava

potvrdila názory, které se objevily při technickém jednání, že totiž bývá často značně setřen rozdíl mezi stroji prvního a druhého řádu, které svou přesností bývají téměř rovnocenné. Nejmarkantněji to bylo vidět u výroby fy Wild, kde stroje A 8, které byly původně konstruovány jako stroje druhořadé přesnosti, se v praxi ukázaly rovnocennými nejpřesnějším



Obr. 4

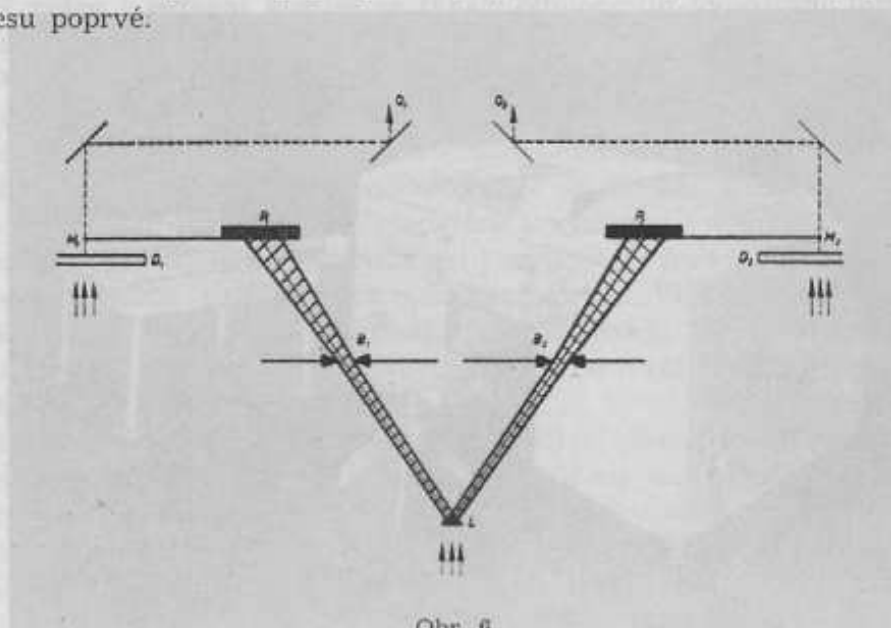


Obr. 5

strojům. Firma musela zkonstruovat novou řadu skutečně méně přesných strojů, označených „aviograf“. U vyhodnocovacích strojů se dále rozšiřuje použití elektromechanického přenosu funkčních pohybů pomocí selsynů. Všechny firmy vyrábějící nejpřesnější univerzální stroje (Zeiss-Jena, Zeiss-Aerotopograph, Wild, OMI, SOM, Hilger and Watts) doplňují je dnes pomocným registračním děrnoštitkovým zařízením, popřípadě i jednoduchým počítačem. Před-

ni firmy považují dále za samozřejmost vyrábět přesné stereokomparátory, většinou velmi stabilní konstrukce, jako základ k nově se vyvíjejícím metodám analytické fotogrammetrie. Elektronické vyrovnání kontrastu snímků se užívá u konstrukcí redukčních a kopírovacích přístrojů a objevují se i náznaky příštího použití u překreslovačů.

Další text se omezí jen na popis přístrojových novinek, které firmy předváděly u příležitosti kongresu poprvé.



Obr. 6



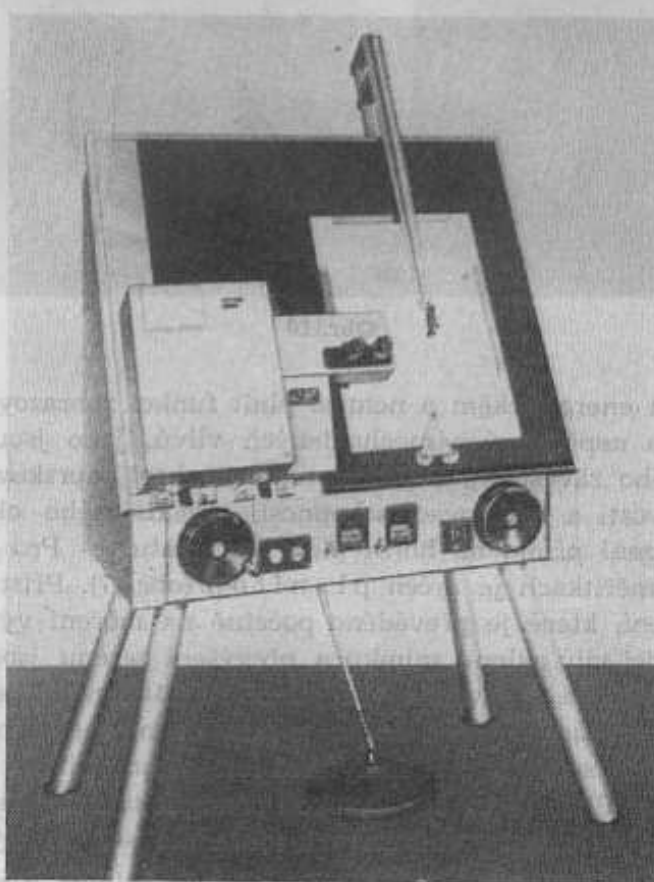
Obr. 7

VEB Carl Zeiss Jena (NDR) vystavoval přesný vyhodnocovací stroj stereometrograf (obr. 4) založený na principu mechanické projekce. Ucelená koncepce zmenšila na minimum zejména jeho výšku. Stroj je zcela zabudován v plechových krytech, které jsou utěsněny jak vůči prachu, tak i světlu. Všechny ovládací elementy a stupnice jsou seřazeny na čelné desce, takže jsou ovladatelné z jednoho místa. Měřická značka je světelná, hlavní funkční pohyby jsou řízeny elektromechanicky. — Jak stereometrograf tak i stereoplanigraf mohou být doplněny registrační a početní jednotkou k o o r d i m e t r. Tato zařízení umožňuje záznam strojových souřadnic, výpočet oprav vzájemné a absolutní orientace, podobnostní

i afinní transformaci souřadnic a výpočet ploch. Pracuje podle výměnných mechanicky programových válců a řídicích desek. Jeho spojení s vyhodnocovacím strojem je elektrické. Zeiss Aerotopograph München (NSR) uvedl jako doplněk k stereoplanigrafu C 8 profi-



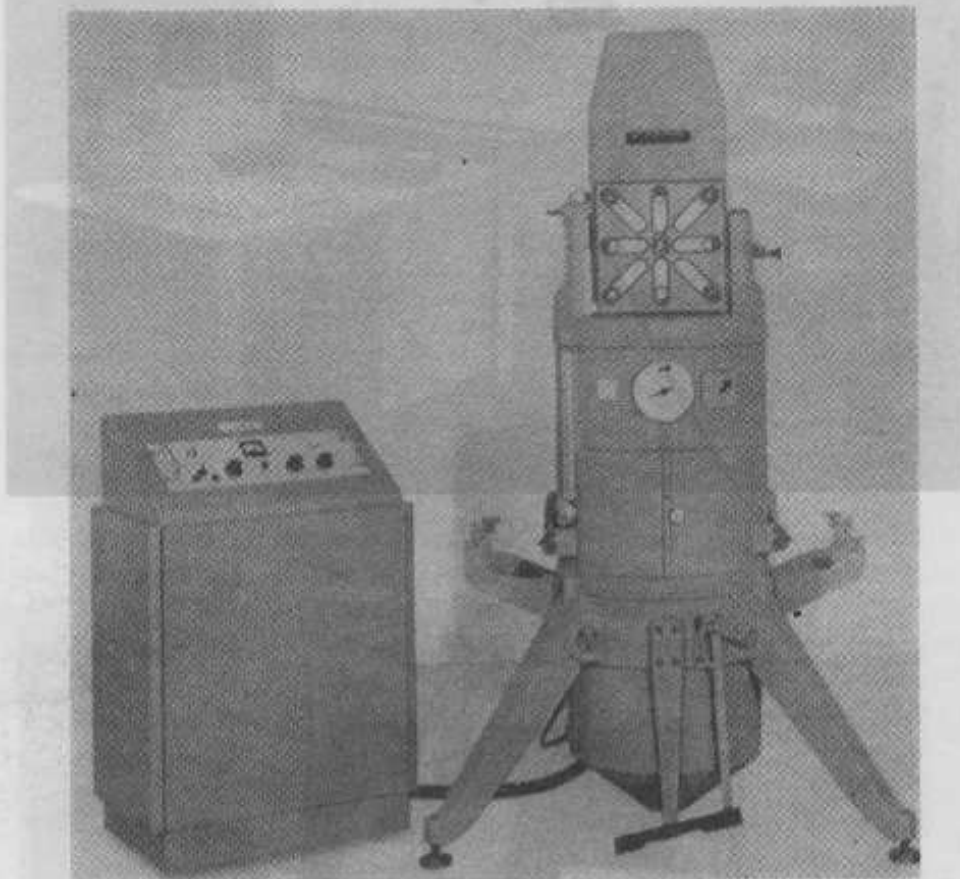
Obr. 8



Obr. 9

lovací zařízení pro početní nebo grafický záznam měřených profilů. — Pro rychlé vynášení velkého počtu bodů slouží koordinát, automatický koordinátograf pracující ve spojení s děrnoštítkovou soustavou IBM 024. — Nový prostorový vyhodnocovací stroj a e r o m a t

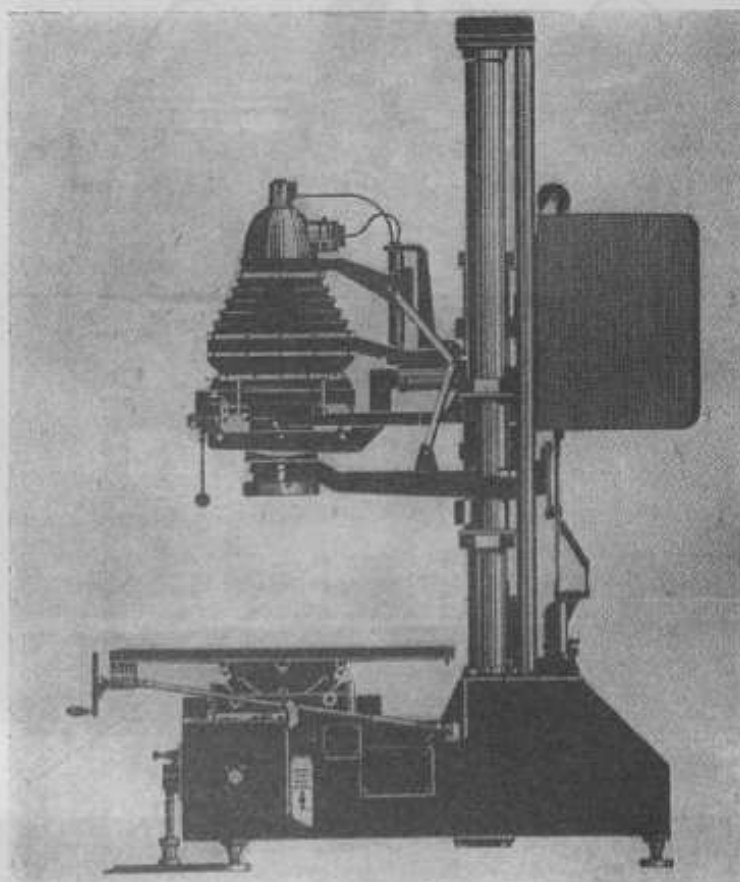
(obr. 5) používá optické projekce nového principu. Prostorový optický paprsek je realizován světelným tokem, který vychází ze zdroje v modelovém prostoru a prochází malým otvorem zastupujícím střed projekce (obr. 6). Paprsek dopadá na fotočlánek, který se automaticky staví středem k maximu světelného toku. S pohybujícím se fotočlánekem je pevně spojen snímek, jehož pozorování je umožněno samostatnou frontální optickou soustavou. Použitý princip přebírá výhody mechanické projekce. Tím, že měřická část optického systému je



Obr. 10

vybudována na principu energetickém a nemusí plnit funkci zobrazovací, je velmi zjednodušená a dokonce zbavena nepříznivých mechanických vlivů, jako jsou mrtvé chody, nesouosost, chyby kardanického závěsu aj. Přesnost rekonstrukce paprskových směrů závisí pak v podstatě jen na citlivosti a rozlišovací schopnosti „elektrického oka“. Zvláštností je též umístění kreslicího zařízení přímo na horní ploše aeromatu. — Pro topografické mapování ve středních a malých měřítkách je určen planitop (obr. 7). Přístroj je založen na principu paralaxového měření, které je převáděno početně na měření výškové. Opravy snímkových souřadnic eliminující vliv sklonu snímku a převýšení terénu jsou plynule řešeny elektrickými analogovými počítači a zaváděny servomotory. Maximálně je využito tištěných spojů. Proti dosavadním přístrojům stejného druhu je pozorovaný model bez vertikálních paralax. — Pro měření snímkových souřadnic v analytické fotogrametrii byl zkonstruován přesný stereokomparátor PSK (obr. 8). Vysokou přesnost tohoto přístroje umožňuje Abbého komparační princip. Hrubé hodnoty snímkových souřadnic jsou určeny poloautomaticky podle přesných proměřovacích mřížek pozorovaných současně se snímky a teprve zbytkové souřadnice jsou měřeny pomocí přesného šroubového vřetene. Optické přeřazování je provedeno zásadně bez pohyblivých hranolů a čoček pouhým přepínáním osvětlení a otáčením clon. Registrace souřadnic je dvojitá, elektrickým psacím strojem a děrným záznamem ve štítcích nebo pásku. — Pro účely blízké fotogrametrie slouží nová dvojitá širokouhlá komora a vyhodnocovací přístroj teragraf (obr. 9).

Wild Heebrugg (Švýcarsko). Známa letecká měřická komora RC 8 může být podle přání doplněna novou horizontovou komorou HC 1, pořizující snímky ve čtyřech horizontálních směrech na kinofilm, a dále novým statoskopem RST, jehož ciferník se zobrazuje přímo do rámových údajů snímků. — Pro pořizování diapozitivů v jiném formátu (užívaném na vyhodnocovacích strojích Wild) slouží redukční zařízení U 4 (obr. 10) s automatickým vyrovnáváním fotografického kontrastu systémem Cintel. Snímek prosvětluje

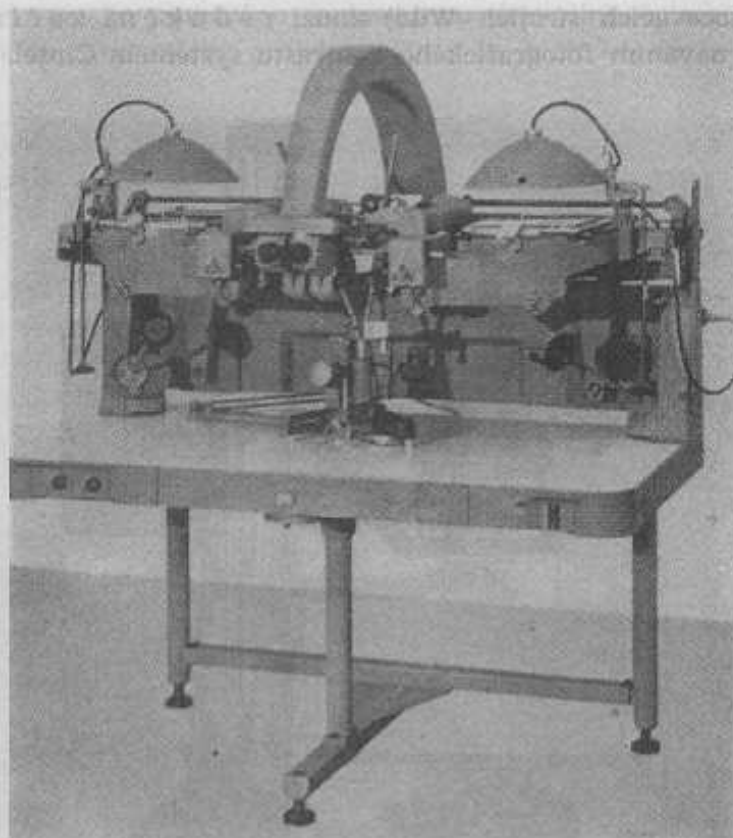


Obr. 11

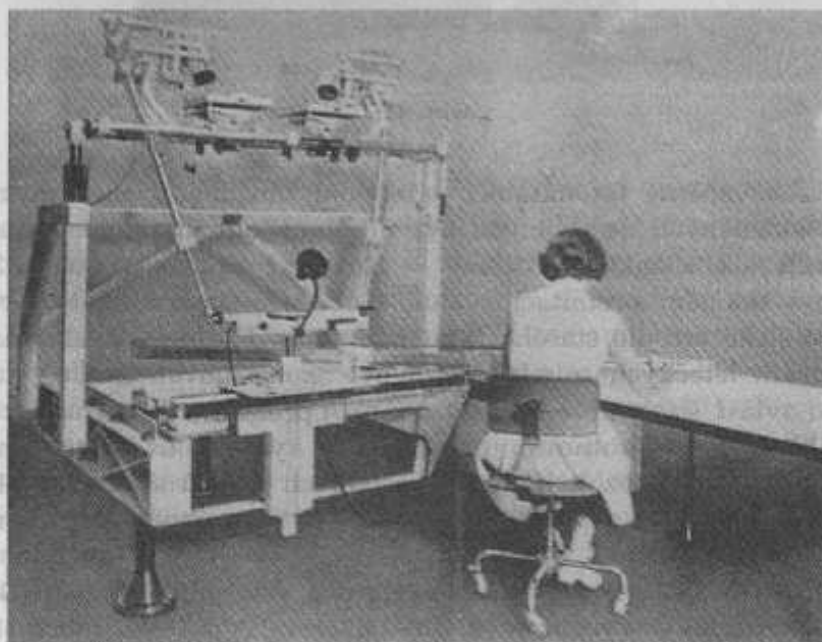
katodová trubice řízená zpětně fotonásobící jednotkou umístěnou za rámem pro diapozitiv. Pomocí korekčních skleněných desek může být eliminováno zbytkové zkreslení a případný vliv atmosférické refrakce a zakřivení Země. — Nový překreslovač E 3 (obr. 11) se liší od předchozího typu sklonem promítacího stolu v obecném směru a větším rozsahem zvětšení ($0,8\times$ až $7\times$). Elipsoidické zrcadlo starého typu nahradila Fresnelova složená čočka. — Pro grafické vyhodnocování leteckých snímků 23/23 byl zkonstruován aviograf B 8 (obr. 12). Je použitelný i pro zvláště širokoúhlé snímky. Přístroj představuje mechanickou projekci snímků se skutečným kloubovým protnutím prostorových tyčí; je užito přímého situačního vedení mechanického průsečíků bez křížově uspořádaných vozíků a bez klik. Podobně je uspořádán i aviograf B 9, který se od předchozího typu liší v podstatě jen menším formátem snímků 11,5/11,5.

Kern Aarau (Švýcarsko). Firma vystavovala dva nové fotogrammetrické vyhodnocovací stroje, kterými vůbec zahájila výrobu v tomto odvětví. Typ PG 1 (obr. 13) je založen na přímě optické projekci snímků originálního rozměru. Pro stereoskopické pozorování je použito rozdělení promítnutých černobílých obrazů pomocí rotující clony v pozorovacím optickém systému synchronně s rychle se střídajícím promítáním obou snímků. Zařízení umožňuje podle potřeby okamžitě změnit ortoskopické pozorování na pseudoskopické, a to i v rychlém sledu po sobě. Tento princip umožňuje přesnější kontrolu výškového nastavení značky. K promítání snímků je užito monochromatického žlutého či zeleného světla, pro které jsou

přesně korigovány promítací objektivy. — Typ PG 2 (obr. 14) představuje přístroj menších rozměrů s mechanickou projekcí. Sklony komor jsou nahrazeny korekčními mechanismy, které plynule mění konstantu projekce samostatně pro směr x a y . Nastavením různých kon-



Obr. 12



Obr. 13

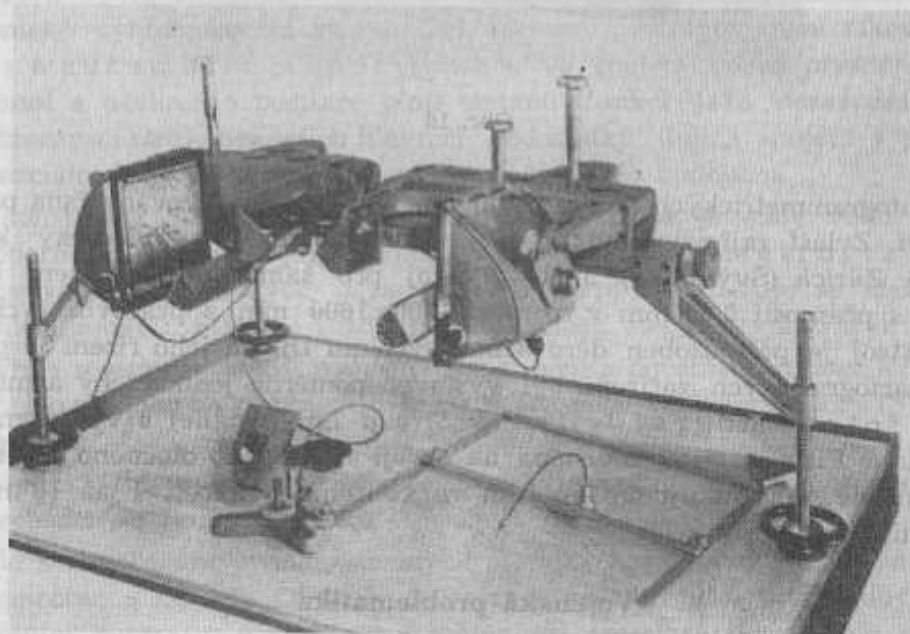
stant v obou směrech může být také kompenzován vliv diferenční srážky měřického filmu. Kreslicí zařízení je stejně jako u typu PG 1 tvořeno polárním koordinátografem.

SOM - Société d'Optique et de Mécanique (Francie) ukazovala jako novinku přístroj třetího řádu stereoflex (obr. 15), založený na Devillově principu.

OMI - *Ottico Meccanica Italiana* (Itálie) uvedla jako novinku telerektoprinter (obr. 16), optické zařízení pro fotografickou transformaci originálních snímků na jinou vnitřní orientaci. Jsou-li známy úhly vnější orientace snímku, např. podle gyrogistračního údaje (s použitím zařízení této firmy) je možné současné překreslení snímku.



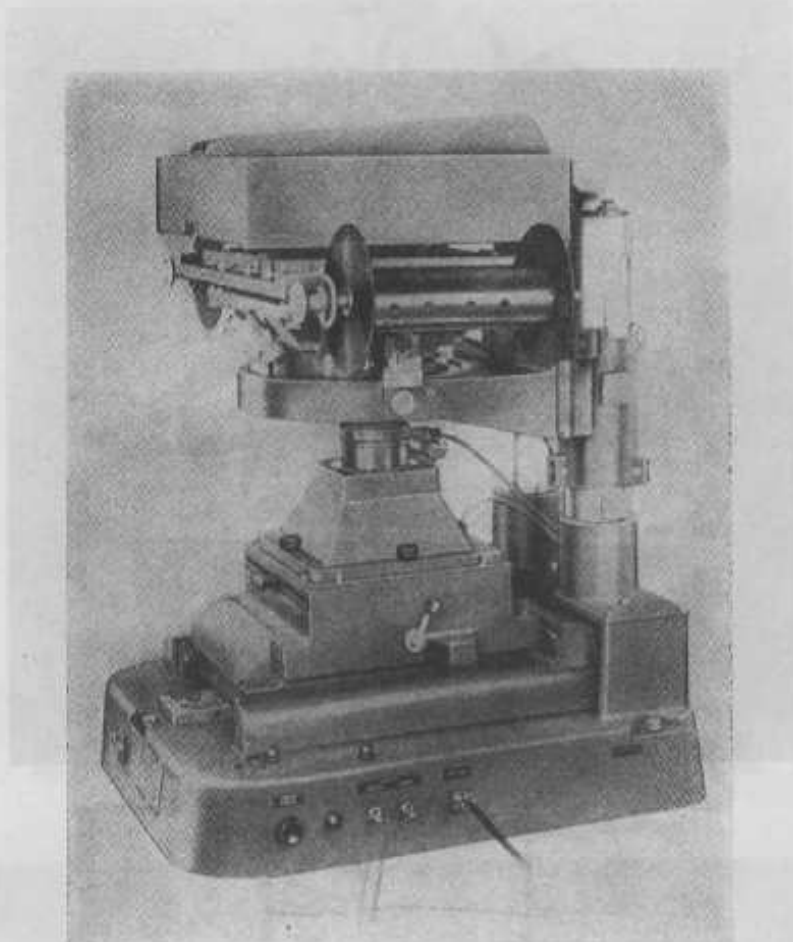
Obr. 14



Obr. 15

Officine Galileo (Itálie). Firma předváděla nový přesný vyhodnocovací stroj stereosimplex III se zvláštním anamorfotickým optickým systémem, který umožňuje pozorovat i konvergentní snímky. — Doplnkem tohoto i dřívějších strojů je profilograf umožňující konstrukci profilů v libovolném směru.

Hilger & Watts (Anglie) jako nové konstrukce vystavoval goniometr pro optickou i fotografickou kalibraci fotografických komor, nový typ přesného vyhodnocovacího stroje *Thompson-Watts plotter II* s registračním zařízením a přesný registrační stereokomparátor. Oba poslední stroje jsou velmi uceleně řešeny a mají poměrně malé rozměry. Jejich principy jsou ve srovnání s předcházejícími typy této firmy v zásadě nezměněny.



Obr. 16

Kromě fotogrammetrických strojů a zařízení byla též vystavována řada přístrojů z příbuzných odvětví. Zvláště zajímavý byl přístroj *Coradomat*, automatický koordinátograf firmy *Coradi A. G. Zürich* (Švýcarsko). Je to přístroj pro samočinné vynášení i odměřování souřadnic bodů s přesností 0,05 mm v rozmezí 1300×1600 mm s pracovní rychlostí 40 mm za vteřinu. Přístroj je přizpůsoben děrovacímu systému IBM a jeho řízení je plně tranzistorováno. — Z kartografických zařízení byl vystaven poměrně jednoduchý a malý fotografický sázecí stroj *fotonymografy Barr & Stroud Ltd* (Anglie) s výkonem 900 až 1200 písmen za hodinu. Písmena jsou umístěna na okraji skleněného otočného kotouče a prosvětlováním se postupně reprodukuje na kinofilm ve volitelné velikosti 1 až 10 mm. Skleněný kotuč je vyměnitelný.

Vojenská problematika

Aplikace fotogrammetrie zasahují výrazně i do oblastí vojenských. Otázky lokace a řízení dálkových raket či umělých družic jsou v mnohém shodné s otázkami letecké navigace. Dále s těmito otázkami úzce souvisí strategické fotografování z družic a dálkový přenos měřicích dat. O všech těchto aplikacích se však na kongresu přímo nejednalo.

Jedinými konkrétnějšími údaji v těchto směrech — a to jen v diskusích — byly zmínky o dálkovém přenosu měřicích dat a jejich automatickém zpracování, s odkazy jen na starší

práce Rosenbergovy (Information Theory and Electronic Photogrammetry — Photogrammetric Engineering 1955, The PRA TSS for Electronic Photogrammetry — Photogrammetric Engineering 1956). Dále se vyskytly zmínky o využití analytické aerotriangulační metody s pomocí elektronických počítačů v balistice.

Z vojenských zařízení byly na kongresu uváděny údaje jen o dlouhofokální letecké komoře F-96 anglické firmy Williamson. Je to komora formátu 23/23 používaná pro výškové denní lety v RAF. Může být použita i ve velmi rychlých letounech, protože má kompenzován smaz obrazu protisměrným pohybem filmu v okamžiku expozice. Má výměnné objektivy ohniskové vzdálenosti 120, 90, 60, 30 a 15 cm a je konstruována pro zásobu 80, 150 a 300 m filmu.

Závěr

Jednání kongresu měla i při velké tematické obsažnosti a značném časovém omezení hladký průběh. Organizace jednání, výstav, vyřizování administrativních záležitostí, rozdělování tištěných materiálů a drobné služby účastníkům byly bez závad. Vysokou úroveň měla zejména jednání technických komisí. Některé práce a konstrukce, o nichž bylo referováno, dnes znamenají bezpochyby začátek nové éry ve vývoji fotogrammetrie. Velký počet účastníků svědčil o rostoucím zájmu světové odborné veřejnosti o aktuální otázky. Rozšířila se také mezinárodní spolupráce na zkušebních pracích. Členství v mezinárodní fotogrammetrické organizaci obnovila řada socialistických zemí (NDR, Maďarsko a ČSSR) a je pravděpodobné, že se zúčastní i přípravy některých materiálů pro budoucí kongres, který se podle rozhodnutí učiněného v Londýně bude konat v r. 1964 v Lisabonu.

Z proběhlých technických jednání a uspořádaných výstav IX. kongresu se dají vytknout tyto nejzávažnější tendence ve vývoji fotogrammetrických metod a přístrojů:

1. Byly učiněny první reálné kroky na cestě k automatizaci dílčích fotogrammetrických postupů; poprvé se podařilo prakticky realizovat stereoskopické měření bez přímé pomoci lidských smyslů. Stereomat konstrukce G. L. Hobrougha umožňuje ve spojení s vyhodnocovacím strojem optické projekce automatickou vzájemnou orientaci, kresbu vrstevnic a profilů.

2. Pokročil vývoj v aplikaci matematických metod ve fotogrammetrii. Konstruují se první elektronické vyhodnocovací stroje. Dokončované prototypy dvou takových strojů (superplotter a automatic mapper) mohou ve spojení velmi přesného jednoduchého měřicího zařízení a účelového počítače plnit stejnou funkci jako dosavadní mechanické a optické vyhodnocovací stroje bez jejich hlavních nedostatků. Jejich spojení s principem stereomatu a diferenciálních překreslovačů je velmi nadějně do budoucna.

3. V konstrukci klasických vyhodnocovacích strojů je stále větší rozmanitost. Je sledována modernější koncepce jejich vnější stavby (stereometrograf, aeromat), používá se nových elektronických prvků (planitop) a rozšiřuje se elektro-mechanický přenos funkčních pohybů. Stírá se rozdíl mezi přesností strojů prvního a druhého řádu.

4. Velkého rozšíření nabyly pomocné registrační a početní soupravy k vyhodnocovacím strojům (např. kordinometr), objevují se další přesné stereokomparátory (STK-1 Wild, PSK Zeiss Aerotopograph, OMI, SOM, Hilger & Watts).

5. Analytická fotogrammetrie se dále upevňuje; začíná překračovat počáteční vývojové stadium a přecházet do provozní praxe.

6. Došlo k zkvalitnění vyhodnocovaných měřických snímků (elektronické vyrovnání kontrastu Logetronic a Cintel). Objevily se významné teoretické práce zabývající se objektivním vyjádřením kontrastu a rozlišovací schopnosti snímku jako přesné měřické charakteristiky.

7. Nastala určitá stagnace v rozvoji aerotriangulace na univerzálních strojích; ne-daří se zvětšit spolehlivost výsledků.

8. Nadějně se uplatňuje způsob vyrovnání triangulací v bloku, zejména způsob mechanický.

9. Gyrostabilizace komor není dosud uspokojivě vyřešena.

10. Radiální triangulace mechanická téměř zcela vytlačila grafickou metodu. Početní metodu očekává další rozvoj se zavedením spolehlivé gyrostabilizace.

11. Konvergentní fotogrammetrie ustupuje, zdá se, opět do pozadí. Její teoretický nástup na minulém kongresu se v soutěži s širokouhlou optikou prakticky neprosadil.

12. Slibně se rozvíjí aplikace fotogrammetrie v inženýrském projektování.

13. Rozšiřuje se účinná mezinárodní spolupráce ve zkušebních a kontrolních měřeních.

Přehled tištěných odborných materiálů z IX. mezinárodního fotogrammetrického kongresu v Londýně 1960, zařazených do knihovny katedry geodézie a kartografie na Vojenské akademii A. Zápotockého v Brně

- [1] Zvláštní kongresové číslo A časopisu PHOTOGRAMMETRIA, XVI-2
- [2] Zvláštní kongresové číslo B časopisu PHOTOGRAMMETRIA, XVI-3
- [3] Zvláštní kongresové číslo C časopisu PHOTOGRAMMETRIA, XVI-4

I. KOMISE – FOTOGRAFIE

Obečné materiály

- [4] Rapport de la commission I.
- [5] IGN: Contribution de l'Institut Géographique National au développement des matériels et méthodes de photographie aérienne (1956–1960).

Letecké fotografování, navigace

- [6] Exploration over featureless terrain with RADAN navigation.
- [7] Schwidofsky K.: Über die bei Luftaufnahmen wirksame Beleuchtung.
- [8] Zarzycki J. M.: Photogrammetry and electronic surveys in the exploration of Canada's North.

Optika, fotografické komory, pomocné přístroje

- [9] Bouwers A.: A new horizon (panorama) camera.
- [10] Löfström K. G.: Horizon controlled air photography.
- [11] Mott P. G.: The use of Radar altimetry in the mapping of a reservoir.
- [12] Trott T.: A precision vertical reference system for photogrammetric applications.
- [13] Yzerman H.: Kernon, the improved projection lens of the Hypergon type.

Zkoušky komor (kalibrace)

- [14] Eden J. A.: Camera calibration constants (resumé).
- [15] Hallert B.: Concerning the geometrical properties of the photograph and the elements of inner orientation of photogrammetric cameras.
- [16] Halert B.: Results of practical investigations into the accuracy of aerial and terrestrial photographs.
- [17] Recommended procedures for calibrating photogrammetric cameras.
- [18] Corten F. L.: Testing in aerial photography.

Fotografický materiál

- [19] Cruset J.: Progrès accomplis dans les techniques photographiques de 1956 à 1960.
- [20] Eden J. A.: The need for an international test house for air films.
- [21] Meier H. K.: Diskussion der Bewegungsunschärfe bei Luftbildern mit Hilfe einer Kontrastübertragungsfunktion.
- [22] Welander E.: Contrast transfer functions in aerial photography.

Barevná a infračervená fotografie

- [23] Ackerl F.: Infrarot-Photogrammetrie.
- [24] Swanson L. W.: Photogrammetric surveys for nautical charting; use of color and infrared photography.

Stereoskopie

- [25] Baetslé P. L.: Sur quelques questions d'optique physiologique en rapport avec la photogrammétrie.
- [26] Blank A. A.: Space perception through stereoptical instruments.
- [27] Fagerholm P. O.: Testing of stereovision quality.
- [28] Hurault M.: L'examen stéréoscopique des photographies aériennes; reconstitution spatiale et déformations.
- [29] Lorenz G. G.: Measurements of the effect of unbalanced illumination upon elevation readings with a moving floating mark in a stereoplotter model.

II. KOMISE – VYHODNOCOVÁNÍ, TEORIE A PŘÍSTROJE

Obecné materiály

- [30] Rapport général de la commission II.

Automatisace

- [31] Blachut T. J. - Helava U. V.: Automatic stereoplotting in small- and large-scale mapping.
- [32] Cude W. C.: Automatic and semi-automatic mapping.
- [33] Ham J. M.: Control system design problems in automatic stereoplotting machines.
- [34] Hobrough G. L.: Automatic stereo.
- [35] Kosovsky L. J. - Sponer C. S.: An integrated mapping system.

Přístroje

- [36] Ahrend M.: Der Aeronaut, ein neues Kartiergerät II. Ordnung mit optischem Prinzip und photoelektrischer Nachsteuerung.
- [37] Ahrend M.: Elektrische Analogierechner in der Photogrammetrie und eine neue Lösung: Das Planitop.
- [38] Hofmann O.: Das Coördimeter, ein programmgesteuertes Registrier- und Rechenggerät für photogrammetrische Auswertegeräte aus Jena.
- [39] Hofmann O.: Der Stereometrograph, ein neues Zweibildkartiergerät aus Jena.
- [40] Kasper H.: Gedanken zur Anwendung der Photogrammetrie in der kleinmasstäblichen Originalkartographie. Zur Weiterentwicklung von Wild-Geräten.
- [41] Mc Millen H. J.: Use of third-order plotting instruments in the United States.
- [42] Moore R. H.: The 1960 Orthophotoscope.
- [43] Meier H. K.: Stereomesskammer, Terrestrische Messkammer und Terragraph, eine neue Gerätekombination für den terrestrischen Normalfall.
- [44] Nistri telescopic photoprinter-rectifier.
- [45] Nistri U.: Influence of analytical aerial triangulation performed with stereocomparators and electronic computers in the construction and use of photogrammetrical plotters.
- [46] Parenti G.: The new „NISTRI“ TA3/A stereocomparator.
- [47] Roelofs R.: The O. D. S. S., a new interpretation stereoscope.
- [48] Santoni E.: Perfectionnements récemment introduits dans les dispositifs optiques du Stereosimplex III/b adapté en vue de la restitution de photogramme convergents.
- [49] Schwidofsky K. - Brucklacher W.: Bauelemente zur automatischen Kartierung.
- [50] Schwidofsky K.: Ein neuer Präzisions-Stereokomparator.
- [51] SOM: Le Stéréoflex SOM.
- [52] Yzerman H.: A device for the compensation of the spherical model formation.
- [53] Yzermann H.: The S. D. I., a new method for stereoscopic measurement and plotting.

Metody

- [54] Baetslé P. L.: Photogrammétrie numérique. L'orientation relative sans données surabondantes.
- [55] Fagerholm P. O. - Thunberg A.: Precision aerial photogrammetry from very low altitude.
- [56] Genty R.: Note sur un procédé de levé topographique par voie photogrammétrique.
- [57] Hallert B.: Determination of the flatness of a surface in comparison with a control plane.
- [58] Thorén S.: Data processing methods in correcting stereoautographs.

Teoretické rozbory

- [59] Hallert B. - Ottoson L.: General differential formulae of the complete projective relations between planes.
- [60] IGN: L'anamorphose des faisceaux perspectifs en photogrammétrie.
- [61] Krátký V.: Affine Entzerrung von Senkrechtaufnahmen in unebenem Gelände.
- [62] Makarovič B.: Model deformations on stereoplotting instruments of the 3rd order with the space solution and their compensational possibilities.
- [63] Reuss J.: Die Einstellgenauigkeit als Funktion der Helligkeitsunterschiede im Messbild.

- [64] Tham P.: Vertical parallaxes, lens distortion and stereoscopic model.
- [65] Yzerman H.: Some remarks on the stereoscopic measurement of γ -parallaxes.
- [66] Wassef A. M. On the problem of relative orientation in mountainous regions.

III. KOMISE – SNIMKOVÉ TRIANGULACE

Aerotriangulace

- [67] Divelec le G. P.: L'emploi de la triangulation aérienne come procédé normal de restitution de cartes topographiques et de plans techniques.
- [68] Eden J. A.: An experiment with the use of the Airborne Profile Recorder for multiplex heighting (resumé).
- [69] IGN: Travaux expérimentaux d'aerotriangulation.
- [70] Solaini L. - Inghilleri G.: The use of auxiliary data in aerotriangulation.

Analytická aerotriangulace

- [71] IGN: L'aerotriangulation analytique à l'Institut Géographique National.
- [72] Ryokichi K.: A short report of a practical method for analytical aerial triangulation.
- [73] Solaini L. - Inghilleri G.: The use of a on analytical aerial triangulation.

Radiální triangulace

- [74] Dmochowski S.: Die analytische Methode der instrumentellen Radialtriangulation.

Teoretické rozbory

- [75] Förstner R.: The accidental error in aerial triangulation of long flight strips.
- [76] Hallert B.: Investigations into the accuracy of various methods of photogrammetric triangulation.

Vyrovnaní

- [77] Förstner R.: Approximation method of block adjustment in aerial triangulation with special regard to the bridging of adjacent strips.
- [78] Karara H. M.: Reduction of the effect of the deflection of the vertical on photogrammetric work in geodetically unexplored regions.
- [79] Nowicki A. L. - Born C. J.: Improved stereotriangulation adjustments with electronic computers.
- [80] Weightman J. A.: Stereoblock adjustment.

IV. KOMISE – MAPOVÁNÍ

Obecné materiály

- [81] Report of comission IV.
- [82] General report of sub-comission IV-1.
- [83] Rapport de la sous-comission IV-2.

Mapování ve velkých měřítkách

- [84] Deutsche Grundkarte 1:5000 (přehled).
- [85] Förstner R.: Errors in elevation in the bridging of stereoscopic models.
- [86] Friedman S. J.: American commercial practices in large scale topographic mapping.
- [87] Photogrammetrische Katastervermessung (přehled).

Městské mapování

- [88] Finsterwalder R. - Mohr E.: Photogrammetrische Stadtkartierung 1: 500 am Beispiel der Innenstadt von Nürnberg.

Mapování v malých měřítkách

- [89] Blachut T. J.: Second international mapping experiment. Results of experimental plotting for 1:50 000 maps.
- [90] Blachut T. J.: Small-scale mapping during the period 1956 to 1960.
- [91] IGN: Le levé photogrammétrique des régions Sahariennes de la carte au 1:200 000 par préparation aéroportée.
- [92] Schermerhorn W.: Planning in modern aerial survey.

Projekční podklady

- [93] Doyle F. J.: The integration of photogrammetry and electronic data processing equipment for highway design.
- [94] Pryor W. T.: The role of aerial surveys in highway engineering.

- [95] Rehnlund E.: Photogrammetry and geodetic surveying in the planning of hydrocentric power stations.
- [96] Ternryd C. O.: Photogrammetry and electronic computation in highway planning.
- [97] Zarzycki J. M.: Numerical photogrammetry in railway design and construction.
- [98] Zarzycki J. M.: Photogrammetry in highways and railways engineering.

Experimentální práce

- [99] Hallert B. - Ottoson L. - Ternryd C. O.: Fundamental questions in relation to controlled experiments; report on work performed during the period 1958-1960.

V. KOMISE – NETOPOGRAFICKÉ VYUŽITÍ FOTOGRAMMETRIE

Přehledy prací

- [100] Royaume de Belgique: Quelques applications non topographiques de la photogrammétrie.
- [101] I G N: Les applications non cartographiques récentes de la photogrammétrie a l'Institut Géographique National.

Krátkodobé jevy

- [102] Aldman B. - Sigmark E.: Photogrammetric method for determination of short-time decelerations.

Architektura

- [103] Borchers P. E.: Choice of station and control for efficient orientation and plotting in architectural photogrammetry.

Hydrologie

- [104] Cameron H. L.: Water current measurement by tidal cycle photography.

Lesnictví

- [105] Ericson H.: Concerning accuracy in measuring tree and stand heights.

Povrchové doły

- [106] Heyll H.: Massenermittlung in Rheinischen Braunkohlentagebau mittels Luftbildmessung und elektronischer Rechentechnik.

Silniční nehody

- [107] Moreland J. D.: Stereophotogrammetric analysis of road accident scenes.

VI. KOMISE – VÝCHOVA, TERMINOLOGIE, BIBLIOGRAFIE

- [108] General report of commission VI.
- [109] Turpin R. D.: Some trends in photogrammetric education in the United States.
- [110] Vold P.: Photogrammetric scribing as applied by Norges Geografiske Oppmåling.
- [111] Zeller M.: The photogrammetric institute of the Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich.

VII. KOMISE – INTERPRETACE LETECKÝCH SNÍMKŮ

Obecné materiály

- [112] General summary report of commission VII.
- [113] Supplementary commission VII. report.
- [114] Report of working group No. 1.
- [115] Report of working group 2.
- [116] Report of working group 3.
- [117] Report of working group No. 5.
- [118] Schneider S.: Die landeskundliche Luftbilddauswertung in Deutschland.

Fotografie

- [119] Bousky S.: Do present standards assure photographic interpretability?
- [120] Ray R. G. - Fischer W. A.: Quantitative photography – a geologic research tool (svázáno spolu se 129).

Přístroje a technika

- [121] Jackson K. B.: Factors affecting the interpretability of air photos.
- [122] Maruyasu - T. Nishio M.: On the study and application of infrared aerial photography.

- [123] Pilimore Ch. L.: Exaggerated profile plotter, new tool in geologic interpretation of aerial photographs.
- [124] Zeidner J. - Sadacca R.: Research of human factors in image interpreter systems.

Zemský povrch

- [125] Belcher D.: Microforms and features (svázáno spolu se 128, 131, 132).
- [126] Bergström E.: Some experiences of mapping surficial deposits in Northern Sweden by means of air photo interpretation.
- [127] Mc Beth F. H.: Aerial photographic investigation of leaching and sapping as an erosion process.
- [128] Thorén R.: Frost problems and photo interpretation of patterned ground (svázáno spolu se 125, 131, 132).

Vegetace

- [129] Boon D. A.: Aerial photography and forestry in Southeast Asia (svázáno spolu se 120).
- [130] Steiner D.: Die frage der günstigsten Jahreszeit bei der Landnutzungsinterpretation auf panchromatischen Luftbildern.

Zastavění

- [131] Green N. E. - Monier R. B.: Aerial photographic interpretation and the human ecology of the city (svázáno spolu se 125, 128, 132).
- [132] Monier R. B. - Vent H. J.: Photo interpretation an aplication to radiation studies of survivors of the hiroshima and nagasaki nuclear explosions (svázáno spolu se 125, 128, 131).

Ledovce

- [133] Thorén R.: Photographic interpretation of ice.

NÁRODNÍ ZPRÁVY

- [134] Austria - Landesbericht.
- [135] Rapport sur l'activité photogrammetrique an Belgique.
- [136] British national report.
- [137] A summary of photogrammetric activities and development in Canada.
- [138] Deutscher Landesbreicht zum IKIP..
- [139] Finland national report 1956-1960.
- [140] France - rapport national.
- [141] Report of the national cartographic centre of Iran.
- [142] National report of Israel.
- [143] La photogrammétrie au Liban.
- [144] Photogrammetry in the Netherlands 1956-1960.
- [145] Summary of photogrammetric activity in Norway 1956-1959.
- [146] The national report of the Union of South Africa.
- [147] Die Photogrammetrie in der Schweiz zwischen 1956 und 1960.
- [148] Sweden - 1956-1960 national report.
- [149] National report on the Unitet States.
- [150] Yugoslav national report.

Inž. pplk. Boleslav Červinka, VTOPŮ

Překreslování hornatého území po vrstvách s použitím slupovacích laků a kovových fólií

Sestavování přesných fotoplánů v kopcovitém území se setkává se značnými potížemi, neboť již malá převýšení terénu působí nepřípustné radiální posuny na překreslovaném snímku. Protože však fotoplány usnadňují řešení mnohých vojenských, mapovacích, měřicích a technicko-hospodářských úkolů, věnuje se v mnoha zemích značné úsilí na vyřešení problému, jak zdokonalit sestavování fotoplánů i v terénu kopcovitém nebo dokonce hornatém.

V současné době jsou pořizovány fotoplány kopcovitého území nejčastěji těmito způsoby:

překreslováním po vrstvách;

překreslováním snímků, jejichž podélné a příčné překryty jsou zvětšeny až na 60 %; pro překreslování je pak možno využívat jen středových částí snímků;

fasetovou metodou, při níž se překreslovaný snímek dělí na několik menších čtyřúhelníků přimykajících se co nejlépe k terénu;

za nejdokonalejší současnou metodu je pokládáno diferenciální překreslování, umožňující převádět na ortogonální průmět i snímek hornatého území; překreslovače tohoto druhu jsou ve stadiu vývoje v SSSR pod názvem „štěrbinové překreslovače“, v západních státech jako „ortofotoskopy“.¹⁾

U nás se nejčastěji používá pro hotovení fotoplánů v kopcovitém území — protože diferenciální překreslovače nejsou dosud k dispozici — metody překreslování po vrstvách, a to způsobem tzv. fotografické montáže. Při ní se postupně odkrývají papírové masky jednotlivých vrstev a expozice všech vrstev se provádí na jediný fotografický papír. I když tento způsob byl v ústavěch ČSSR zdokonalen (viz [9]), jeho podstatnými nevýhodami zůstává:

vyřezávání vrstev z papíru, jejich postupné odkrývání a zpětné vkládání vyžaduje značné zručnosti a trpělivosti; z důvodu technických, časových a malé spolehlivosti metody se všeobecně doporučuje nepřekreslovat snímky na více než na 4 až 5 vrstev; metoda dovozuje tedy překreslovat snímky v přesné fotoplány jen v územích mírně kopcovitých až kopcovitých;

při každém přechodu na vyšší vrstvu je nutno ztotožňovat pod překreslovačem — tj. při tlumeném, nepříznivém osvětlení — vličovací podklad s promítnutým hlavním bodem snímku;

na překresleném snímku jsou místa styku jednotlivých vrstev patrna zpravidla nestejně širokými bílými a černými čarami, které na fotoplánu působí rušivě.

¹⁾ Zdá se, že k sériové výrobě diferenciálních překreslovačů se dosud nepřikročilo; na posledním fotogrammetrickém kongresu v r. 1960 v Londýně nebyl žádný přístroj tohoto druhu vystavován ani dokumentován.

Tyto základní nevýhody překreslování po vrstvách nemá v podstatě postup ověřený provozními zkouškami ve VTOPÚ počátkem r. 1960 (viz [3]). Místo papírové masky byl použit průhledný materiál pokrývaný slupovací vrstvou buď z laku nebo kovových fólií. Ve slupovací vrstvě jsou hranice jednotlivých zón prorývány nebo prořezávány. Před expozicí na fotografický papír se vrstvy postupně slupují. Již exponované sloupnuté vrstvy se pokrývají buď červeným lakem nebo zpětným vložením sloupnuté vrstvy.

Masky se slupovacím lakem. Slupovací vrstva masky je tvořena červeným slupovacím lakem²⁾ sestaveným ve VZÚ pro kartografické účely kartografem B. Koubou. Lak se nanáší v odstředivce na dobře průhledný materiál jako hlazený astralon, transpalon nebo i sklo. V připravené vrstvě jsou vyrývány na prosvětlovacím stole jemnou jehlou vrstevnice tvořící hranice jednotlivých zón. Plochy ohraničené vyrytou čarou je možno z průhledné podložky stáhnout.

Před samotným překreslovacím procesem provedeme obvyklé, všeobecně dobře známé přípravné práce pro překreslení po vrstvách, tj.:

zjištění celkového převýšení na snímku, stanovení výšky a počtu vrstev, překreslení hranic zón z mapy do měřítka fotoplánu, výpočet a vynesení radiálních posunů vřícovacích bodů na podkladu pro nejnižší a nejvyšší překreslovací rovinu.

Z dalšího technologického postupu budou podrobněji popsány jen odlišnosti od dosavadního způsobu překreslování po vrstvách.

Negativ snímku (event. diapozitiv snímku v případě sestavování negativního fotoplánu) zakládáme do překreslovače tak, aby se nadir (v prvním přiblížení hlavní bod) snímku ztotožnil se středem snímkového rámu nebo s konstrukční a optickou osou přístroje. Tato centrace snímku na nadir (či přibližně na hlavní bod) je nutná proto, aby bylo možno při pozdějším přechodu od jedné zóny ke druhé zachovat neměnnou polohu fotografického papíru na stole. Vřícení snímku, které se má zdařit — jak bude později vysvětleno — bez jakékoli decentrace snímku, provedeme nejprve na body podkladu posunuté o vliv převýšení vůči spodní překreslovací rovině. Dostatečně přesného vřícení na posunuté body vůči nejhofejší překreslovací rovině má být dosaženo při nezměněné poloze vřícovacího podkladu pouhým zmenšením měřítka promítnutého obrazu. Při vřícení snímku na posunuté vnější a vnitřní body podkladu zjistíme rozdíl čtení na sloupu Z přístroje. Z rozdílu čtení stanovíme lineární interpolací hodnotu čtení pro každou jednotlivou vrstvu. V případě, že překreslovač nemá stupnici Z, jako např. SEG-IV, pak rozdíl čtení je vyjádřen i velikostí pootočení nožního (měřítkového) kotouče. Z jeho celkového pootočení vypočítáme snadno i dílejší pootočení pro každou vrstvu. Určení velikosti pootočení kotouče usnadňuje jeho husté radiální rýhování. Výška vrstvy bývá volena tak, aby posun vlivem převýšení vůči příslušné překreslovací rovině byl maximálně 0,3 až 0,4 mm.

Při každé expozici vrstvy musí fotografický papír i maska na něm ležící zaujmout přesně stejnou polohu na stole překreslovače. Proto masku s vyrytými hranicemi zón nasazujeme na čepy zasunuté v rozích fotografického papíru, společně pak orientujeme (přibližně) podle promítnutých 2 až 3 orientačních bodů a přečnávající okraje fotografického papíru pevně fixujeme na stole překreslovače pro celou dobu všech expozic pomocí těžitek nebo speciálních svěrek.

Postup při samotné expozici a přípravě masky k expozici další vrstvy je již celkem jednoduchý a mechanický. Po expozici jedné vrstvy sejmemе astralon s maskou z čepů fotografického papíru. V sousední místnosti s prosvětlovacím stolem zabarvíme astralon v prostoru sloupnuté vrstvy červeným lakem nebo acetonovou červenou barvou (použitý lak musí dobře lnout k astralonu, rychle schnout a vzlínavostí nevnikat pod okraje dosud nesloupnuté vrstvy). Pak sloupneme masku další vrstvy, astralon vložíme na čepy pod překreslovačem, upravíme měřítko překreslení a opět exponujeme. Po expozici všech vrstev snímek vyvoláme a ustálíme. Na překresleném snímku objeví se hranice mezi jednotlivými vrstvami ve

²⁾ Složení slupovacího laku: 75 váh. dílů nitrolaku C1010 (vyrábí n. p. Pragolak), 5 váh. dílů in-ferolu (změkčovačlo NSR), 5 váh. dílů oleje ricinového, 20 váh. dílů den. lihu, 10. váh. dílu sudanové hnědi.

tvaru zcela jemných bílých čar tvořících vlastně vrstevnice (třebas jen přibližné, neboť byly převzaty z mapy zpravidla menšího měřítka) o ekvidistanci rovné zvolené výšce vrstvy. Na rozhraních jednotlivých vrstev jsou patrné vzájemné posuny snímkové situace, jež jsou nutným doprovodným zjevem metody překreslování po vrstvách. Největší posuny je možno pozorovat na okrajích snímku, a to ve velikosti rovnající se až dvojnásobku posunu z převýšení vzatého pro stanovení výšky vrstvy, tj. ve velikosti až 0,8 mm. Při montáži překreslených snímků ve fotoplán je nutno zavést do polohy vřícovacích bodů na snímku, které budou použity pro montáž, posuny vlivem převýšení vůči nejbližší překreslovací rovině. Posuny mohou mít velikost až 0,4 mm.³⁾

Masky z kovových fólií. Pro hotovení neprůhledných masek na transparentním podkladu jsou vhodné cínové, hliníkové nebo stříbrné fólie, používané pro balení potravin, k dekoračním aj. účelům. Na fólii, velikosti o málo větší než překreslený snímek, protlačením překopírujeme hranice zón. Fólii přiložíme na navlhčenou skleněnou (i nebroušenou) desku o síle 1 až 2 mm a uhladíme, až přilnavostí lpi dobře na skle po celé své ploše. Okraje fólie přilepíme k desce papírovou lepicí páskou. Nyní ve fólii prořízneme všechny hranice vrstev volnoosým nožem, takže můžeme ze skla sloupnout kteroukoli vrstvu.

Skleněnou desku s připravenou fólií je nutno — obdobně jako u masek ze slupovacího laku — přikládat před expozicí každé vrstvy přesně na stejné místo. Proto polohu skleněné desky na fotografickém papíru zajišťujeme na stole překreslovače po jedné hraně kovovým pravítkem, po sousední hraně kovovým těžítkem.

Postup při expozici a přípravě dalších vrstev k expozici je v podstatě stejný jako u masek se slupovacím lakem. Zde je však poněkud výhodnější místo barvení vkládat sloupnutou fólii opět na původní místo navlhčené skleněné desky; je proto vhodné počínat slupování fólie uprostřed snímku směrem k nenařiznutému okraji. V případě, že se přiložení fólie k sousedním vrstvám zcela nezdařilo, nebo dokonce došlo k poškození vkládané fólie, pak vzniklá prosvítající místa přetřeme hustým červeným lakem. Z barev se osvědčila hnědá krycí barva, do níž bylo přimícháno něco vodního skla. Expozici nejsložitější vrstvy na snímku provádíme zpravidla naposled.

Rozhraní mezi jednotlivými vrstvami na snímku překresleném pomocí kovových fólií je možno zobrazit dvěma způsoby. Při těsném přikládání sloupnuté fólie na původní místo objevuje se rozhraní na vyvolaném snímku ve formě velmi jemných bílých čar. V případě, že připravenou masku s proříznutými zónami nejdříve exponujeme silným světelným zdrojem, pak na překresleném snímku se zobrazí hranice vrstev ve tvaru tmavých vrstevnic, které na fotoplánu bývají vitaným výškopisným doplňkem.

Při použití kovových fólií provádíme expozice přes skleněnou desku, která způsobuje jednak zkreslení obrazu, jednak celkové zmenšení obrazu. Působeně zkreslení — pro jeho nepatrnou hodnotu — zanedbáváme, naproti tomu zmenšení obrazu korigujeme na překreslovači malým zvětšením obrazové vzdálenosti. Hodnotu zvětšení zjišťujeme buď početně nebo — zejména u překreslovače SEG-IV — empiricky; sklon stolu je při tom možno zanedbat.

Oba druhy použité masky — slupovací lak nebo kovové fólie — se ukázaly v dosavadních zkouškách zhruba jako rovnocenné po stránce pracovní i kvality překreslení. Příprava vrstvy k expozici a samotná expozice trvá — podle velikosti a složitosti vrstvy — 3 až 5 minut. Kovové fólie mají vůči slupovacímu laku tu výhodu, že jsou snadno opatřitelné, laciné a že podložku, tj. skleněnou desku, je možno použít vícekrát.

Přesnost prvního zkušebního fotoplánu měř. 1 : 10 000 s celkovým převýšením 175 m, sestaveného ze čtyř snímků měř. 1 : 19 000, $c = 21$ cm, překreslených na 6 až 11 vrstev, byla tato: střední chyba v poloze 52 kontrolních bodů $m_p = 0,40$ mm, maximální chyba $m_{max} = 0,80$ mm (systematické chyby, zaviněné větším dílem nedokonalou montáží fotoplánu, nebyly početně vyloučeny).

³⁾ Použití slupovacího laku po překreslování po vrstvách je obdobně metodě kodalitových masek („Kodalith-Stript-Maske“), vyvinuté nedávno v západních státech (viz [6]). Zatím co u kodalitových masek je rozhraní jednotlivých vrstev vyleptáváno fotografickou cestou, je rozhraní vrstev u slupovacího laku B. Kouby vytvářeno jednoduchým mechanickým prorýváním lakové masky.

Výhodou jednoduchá manipulace se slupovacími maskami dovoluje – v porovnání s papírovými maskami – značné zvýšení počtu vrstev, a to až na dvanáct. Při větším počtu vrstev vyžaduje překreslování nadměrnou pozornost, je však technicky uskutečnitelné.

Při praktickém překreslování na mnoho vrstev bude pracovník vyžadovat, aby metoda byla nejen dostatečně přesná, ale i rychlá a hospodárná. Tohoto cíle dosáhneme tímto pracovním postupem:

při vličení snímku na vličovací podklad spodní překreslovací roviny budeme zanedbávat decentrace snímku;

vličení snímku na vyšší překreslovací roviny budeme uskutečňovat jen změnou měřítka;

při přechodu na vyšší vrstvy budeme ponechávat fotografický papír v téže poloze na stole a nebudeme zavádět žádné dodatečné decentrace negativu v překreslovači či opravy sklonu stolu;

při samotném expozičním procesu v temné komoře omezíme práci u překreslovače v podstatě na slupování a zakrývání jednotlivých vrstev, takže příprava k další expozici je jednoduchá a dostatečně rychlá.

Při takto stanoveném postupu nedodržíme však některá pravidla přesného překreslování a překreslený snímek může být zatížen určitými chybami. Stanovme příčiny a velikosti nejzávažnějších chyb jednak pro překreslovače, jejichž konstrukční osa je totožná s optickou osou – SEG-I, Wild E-2 –, jednak pro překreslovače u nás nejrozšířenější – SEG-IV.

A. Chyby při překreslování na SEG-I (E-2), vznikající při centraci snímku na nadír

Letecký snímek kopcovitého až hornatého území, jehož vličovací body byly posunuty od nadiru o vliv převýšení vůči zvolené srovnávací rovině, můžeme pro samotné vličení pokládat za snímek rovinného, horizontálního území. Poloha posunutých jeho vličovacích bodů je zatížena pouze perspektivním zkreslením, působeným sklonem leteckého snímku. Při překreslování takového snímku je nutno zavádět jen podélnou decentrací snímku, vyplývající ze sklonu snímku, a nikoli decentrací příčnou, kterou je jinak nutno zavádět téměř vždy při překreslování snímku s kopcovitým terénem a s neposunutými vličovacími body. Hodnota podélné decentrace e' je zjišťována podle známého vzorce (viz Burkhardt [2])

$$e' = \frac{f}{2} \left(\frac{c^2}{f^2} - \frac{n^2 - 1}{n^2} \right) \beta \cdot \nu \quad (1)$$

Odvoďme, jaké zkreslení vzniká v překreslovaném snímku, jestliže negativ ve snímkovém rámu centrujeme nadírem do konstrukční a optické osy překreslovače. Při zavedení správné decentrace e' bylo by nutno centrovat snímek (pořízený komorou $c = 210$ mm) na bod ležící na hlavní vertikále v prostoru mezi hlavním bodem a nadírem snímku. Jestliže snímek centrujeme do konstrukční osy nadírem, pak snímku dáváme chybnou decentrací e , jejíž velikost je dána rozdílem nadírové vzdálenosti d

$$d = c \operatorname{tg} \nu = c \nu \quad (2)$$

a správné decentrace e' , tj.

$$e = d - e' \quad (3)$$

Pro výpočet afinního zkreslení ds překresleného obrazu při chybné decentraci použijeme rovnice odvozené Krátkým (viz [7], str. 9)

$$ds = 2n \frac{b}{c} \nu e \quad (4)$$

⁴⁾ Význam použitých symbolů: n - koeficient zvětšení překreslení; c - konstanta fotografické komory; f - ohnisková vzdálenost objektivu překreslovače; ν - sklon leteckého snímku; β - sklon projekčního stolu překreslovače; b - velikost základny na snímku.

Jestliže do rovnice (4) dosadíme hodnoty z rovnic (1) a (2) a použijeme známé substituce $\frac{f}{\beta} = \frac{c}{\nu}$, získáme po úpravě vztah pro přímé zjišťování afinního zkreslení obrazu při centraci snímku na nadír

$$ds = n b \left(\frac{f^2}{c^2} \frac{n^2 - 1}{n^2} + 1 \right) \nu^2 . \quad (5)$$

Při překreslování udržujeme změnou měřítka a posunem vlicovacího podkladu průměty dvou základních bodů na příslušných bodech podkladu. Zkreslení ds se proto projeví jen na zbývajících vlicovacích bodech (viz Krátký [7] str. 9). Protože při praktickém vlicování rozdělujeme v jeho poslední fázi zbytkové chyby posunem vlicovacího podkladu na všechny vlicovací body, zmenšujeme zkreslení na polovinu, takže skutečné hodnoty zkreslení ds_1 na překreslovači SEG-I činí

$$ds_1 = \frac{n b}{2} \left(\frac{f^2}{c^2} \frac{n^2 - 1}{n^2} + 1 \right) \nu^2 . \quad (6)$$

Podle vzorce (6) jsou vypočteny skutečné hodnoty zkreslení ds_1 v mm pro sklony snímku $\nu = 1$ až 5° a koeficienty zvětšení $n = 1$ až 4 v tabulce I, jestliže $c = 210$ mm, $b = 70$ mm, $f = 180$ mm:

Tabulka I

ν	1°	2°	3°	4°	5°
$n = 1$	0,01	0,04	0,10	0,17	0,27
2	0,03	0,13	0,30	0,53	0,83
3	0,05	0,21	0,48	0,85	1,32
4	0,07	0,29	0,65	1,53	1,80

Ze vzorce (6) a tabulky I vyplývá:

Zkreslení ds_1 , působené centrací snímku na nadír je pro snímky $c = 210$ mm se sklonem do 3° celkem malé a pro účely fotoplánu zanedbatelné do zvětšení dvojnásobného. Přísnější požadavky na sklon snímku jsou kladeny až při větších zvětšeních. Tak např. při dovolené konstantní velikosti zkreslení $ds = 0,3$ mm je možno překreslit snímek při $n = 3$ s maximálním sklonem $\nu = 2^\circ 23'$, při $n = 4$ s maximálním sklonem $\nu = 2^\circ 02'$, jak je možno vypočítat z rovnice (6), řešené podle ν :

$$\nu = \sqrt{\frac{2 ds}{n b \left(\frac{f^2}{c^2} \frac{n^2 - 1}{n^2} + 1 \right)}} . \quad (7)$$

Správnou centrací snímku ve snímkovém rámu překreslovače — při nulovém postavení decentračního zařízení — umožňuje značka vyrytá na příložené skleněné desce. V případě, že snímkový rám není centrační značkou vybaven, nalezneme polohu centračního bodu na projekčním stole empiricky: je jím takový bod promítnutého obrazu, který se při změně zvětšení a při otáčení snímku ve vlastní rovině nevychyluje ze své polohy na stole.

B. Chyby při překreslování na SEG-IV

U tohoto překreslovače jsou podmínky pro přesné překreslování po vrstvách poněkud složitější a méně příznivé, protože optická osa přístroje není pevná a protože při každé změně zvětšení je nutno měnit i sklon stolu. Při překreslování po vrstvách nahoře stanoveným postupem nejsou proto dodržovány 3 podmínky přesného překreslení.

a) *Chyby z centrace snímku na nadir*

Při centraci snímku na nadir vypočteme zkreslení obrazu analogicky jako u překreslovače SEG-I s těmito odchylkami: U překreslovače SEG-IV je správná decentrace snímku určována přibližným vzorcem (viz [11] vzorec (27)).

$$e' = \nu \frac{c}{2n^2} \left[\frac{f^2}{c^2} (1+n)^2 - n^2 \right]. \quad (8)$$

přičemž je nutno decentrovat snímek od *HB* směrem opačným, než je nadir snímku. Proto rovnice (3) bude mít pro SEG-IV tvar

$$e = d + e'. \quad (9)$$

Dosadíme-li do rovnice (4) hodnoty rovnic (2), (8) a (9), získáme po úpravě vztah pro určování zkreslení *ds* na překreslovači SEG-IV při centraci snímku na nadir

$$ds_{IV} = \frac{nb}{2} \left[\frac{f^2}{c^2} \frac{(1+n)^2}{n^2} + 1 \right] \nu^2. \quad (10)$$

V tabulce II jsou vypočteny hodnoty zkreslení *ds* v mm pro snímky *c* = 210 mm při různých sklonech snímků a zvětšeních:

Tabulka II

ν	1°	2°	3°	4°	5°
<i>n</i> = 1	0,04	0,16	0,38	0,67	1,05
2	0,06	0,22	0,51	0,90	1,41
2,5	0,07	0,26	0,58	1,04	1,62

Ze vzorce (10) a tabulky II vyplývá:

U překreslovače SEG-IV je možno zanedbat zkreslení způsobené centrací snímku na nadir zhruba u snímků do sklonu 2,5° (přesné hodnoty dovolených sklonů pro *n* = 1, 2, 2,5 činí ν = 2°40', 2°18', 2°09').

Centrační bod na překreslovači SEG-IV nalezneme takto:

Do snímkového rámu vložíme mřížku a při vodorovné poloze stolu měníme zvětšení. Pomocí decentračních pohybů snímkového rámu nalezneme na stole takový obraz některého z průsečíků mřížky, který při změně zvětšení nemění svou polohu. Polohu tohoto průsečíku poznamenejme na stole. Tento centrační bod, nalezený při nulovém sklonu snímku, je — pro účely centrování snímků — dostatečně přesný i pro sklony snímků do 3°.

b) *Chyby vznikající ze zanedbání posunu obrazu při změně koeficientu překreslení.*

Při přechodu na vyšší vrstvy zmenšujeme postupně koeficient překreslování, což způsobuje celkový posun obrazu snímku a tedy i jeho nadiru. Příčinou toho je netotožnost obou hlavních rovin objektivu⁵⁾ a mění se poloha optické osy překreslovače. Jak je však možno se přesvědčit empirickým pokusem na překreslovači, dosahuje tento posun při sklonu snímku ν = 3° a při změně zvětšení z *n* = 1 na *n* = 2 hodnoty asi 0,1 mm. Uvážíme-li, že koeficient zvětšení se mění při přechodu ze spodní na nejhořejší vrstvu maximálně o 10⁰/₀ (to odpovídá u snímků měř. 1 : 18 000 a fotoplánu měř. 1 : 10 000 celkovému převýšení na snímku asi 400 m), pak posun obrazu centračního bodu je bezvýznamné velikosti. To současně znamená, že při přechodu na vyšší vrstvy není nutno vličovací podklad (fotografický papír) vždy znovu ztožňovat s promítnutým obrazem, nýbrž podklad je možno ponechávat pro další expozice v původní poloze.

⁵⁾ Poloha a tedy i odlehlost obou hlavních rovin objektivu, nutná pro výpočet posunu obrazu centračního bodu, není v přístupné firemní literatuře o SEG-IV uvedena. Ze směru a velikosti posunu, zjištěného empirickým způsobem, je možno usuzovat, že odlehlost obou rovin činí několik málo mm a že poloha rovin u objektivu je zaměněna, tj. přední rovina je za středem, zadní před středem objektivu.

c) *Chyby ze zanedbání změny sklonu stolu.* U překreslovače SEG-IV měl by se při každé změně koeficientu zvětšení, tj. při každém přechodu na vyšší vrstvu, měnit — při daném sklonu snímku ν — i sklon stolu β , jak vyplývá ze vzájemného vztahu (viz [8] str. 141)

$$\beta = \nu \frac{f \left(1 + \frac{1}{n}\right)}{c}.$$

Tak např. pro $c = 210$ mm a $\nu = 3^\circ$, sklon stolu při $n = 2$ činí $\beta = 3^\circ 51'$, při $n = 1,9$ činí $\beta = 3^\circ 55'$. Při přechodu ze spodní na nejhorší vrstvu měl by se tedy sklon stolu zvětšit o $d\beta = 4'$. Zanedbáním této změny sklonu vzniká perspektivní zkreslení, jehož velikost pro okraj promítnutého obrazu snímku vypočteme — s dostatečnou přibližností⁶⁾ — ze vzorců odvozených pro SEG-I C. Sc. Krátkým (viz [7] str. 7):

Při změně sklonu stolu o $d\beta$ zkresluje se promítnutý obraz ve směru osy X o dx

$$dx = n \frac{x^2}{f} d\beta,$$

ve směru osy Y o dy

$$dy = n \frac{xy}{f} d\beta.$$

Celkové zkreslení ds je pak rovno

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}. \quad (11)$$

Jestliže do vzorců dosadíme $n = 2$, $x = y = b = 70$ mm, $d\beta = 4'$, pak

$$ds = 0,1 \text{ mm}.$$

Deformace obrazu působená nezavedením změny sklonu stolu dosahuje tedy velikosti maximálně 0,1 mm; pro účely fotoplánu je možno proto doplňkový sklon stolu u překreslovače SEG-IV pro horní překreslovací roviny zanedbávat.

Rozborem geometrických podmínek překreslování na SEG-I, E-2, SEG-IV bylo prokázáno, že vličení a překreslování po vrstvách je možno uskutečnit při stálé poloze negativu ve snímkovém rámu a při stálé poloze fotografického papíru na stole — což má v expozičním procesu velký praktický význam — téměř u všech našich snímků pořízených komorou $c = 210$ mm, neboť větší sklon než $2^\circ 30'$ se vyskytuje výjimečně. Při praktickém překreslování bylo docíleno dostatečně přesného vličení i při sklonech větších, např. 3° , tímto přibližným řešením: Nadir byl vynesena od HB jen v dovolené nadirové vzdálenosti, která pro $\nu = 2^\circ 30'$ a $n = 1$ činí $d = 9$ mm; sklon snímku nad $2^\circ 30'$ (tj. $30'$) byl zanedbáván (obdobně jako jsou zanedbávány nepatrné sklony snímků do 1 až 2° , neboť se předpokládá, že poloha nadiru se prakticky ztotožňuje s polohou hlavního bodu).

Při překreslování snímků po vrstvách nebudeme zpravidla znát předem sklon snímků a budeme jej zjišťovat až v průběhu vličování. Proto v prvním přiblížení zavádíme posuny bodů z převýšení na radiálních směrech od hlavního bodu a negativ centrujeme ve snímkovém rámu taktéž na hlavní bod. Při malých sklonech snímků ztotožňuje se nadir snímku dostatečně přesně s hlavním bodem; proto se podaří správné vličení bez zavádění decentrací⁷⁾

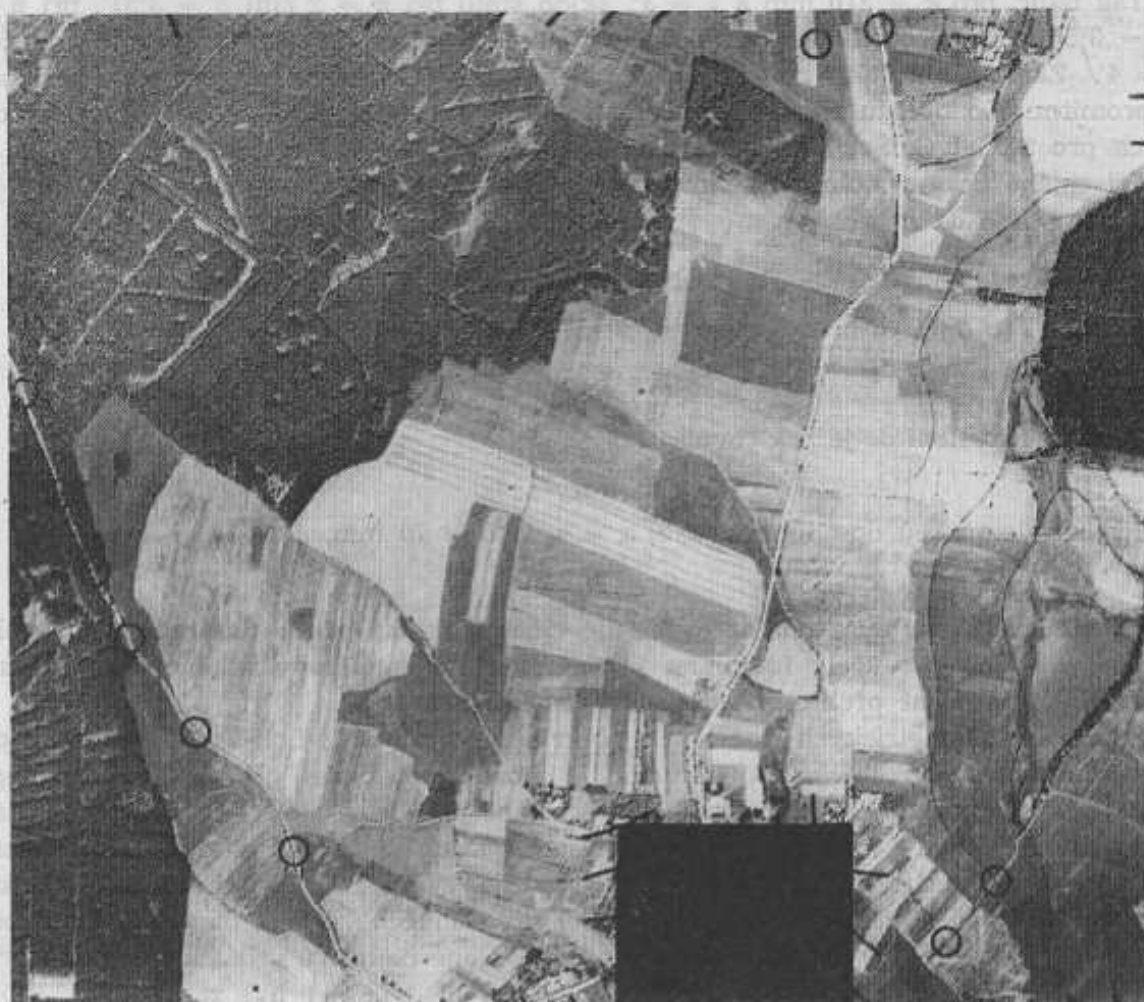
⁶⁾ Správně by měla být pro SEG-IV dosazena do níže uvedených vzorců nikoli změna sklonu stolu, ale jen změna úhlu mezi rovinami stolu a objektivu.

⁷⁾ U snímku rovinného území, kterým je po perspektivní stránce podle hořejšího výkladu i náš snímek hornatého území s posunutými vličovacími body, je možno při centraci na hlavní bod v praktickém překreslování zanedbávat vznikající zkreslení obrazu, jak odvodil pro překreslovač typu SEG-I Krátký (viz [7], vzorec (25)). Analogicky odvozený vzorec pro SEG-IV bude mít tvar

$$ds = n b \left[\frac{f^2}{c^2} \frac{(1+n)^2}{n^2} + 1 \right] \nu^2. \quad (12)$$

Jestliže bychom hodnoty ds pro SEG-I a SEG-IV při centraci snímku na hlavní bod podle vzorců (25) a (12) vyčíslili, zjistíme, že meze zanedbatelné decentrace jsou ještě příznivější — a to zejména u překreslovače SEG-IV — než při centraci snímku na nadir.

nejen na spodní překreslovací rovinu, ale pouhou změnou měřítka a bez nutnosti posunovat vřícovacím podkladem i na nejhořejší překreslovací rovinu. Bude-li však v průběhu vřícování konstatován značný sklon snímku, pak se nesprávný posun vřícovacích bodů, provedený v prvním přiblížení od hlavního bodu, projeví nemožností zcela přesného vřícení na body spodní překreslovací roviny bez použití decentračních pohybů a zejména pak nemožností vřícit snímek na body nejhořejší překreslovací roviny pouhou změnou měřítka. U takového



Obr. 1

snímku je nutno určit na vřícovacím podkladu polohu nadiru, zavést posuny z převýšení vůči nadiru a negativ centrovat ve snímkovém rámu na nadir. Velikost sklonu snímku, při kterém je nutno z centrace na hlavním bodě přecházet na centraci na nadir, není možno jednoznačně stanovit; je závislá nejen na sklonu snímku, ale i na převýšení vřícovacích bodů a na měřítku fotoplánu. Nutnost centrace na nadir se však projevuje jen u malého počtu snímků. Tak např. při hotovení dvou pokusných fotoplánu měř. 1:10 000 ze snímků měř. 1:19 000 na překreslovači SEG-IV s průměrným počtem 8 vrstev bylo nutno provést změnu centrace z hlavního bodu na nadir u snímků, jejichž sklon činil 2 až 3°.

Závěr

Překreslování po vrstvách navrženým způsobem a s použitím slupovacích vrstev má proti dosavadnímu překreslování po vrstvách tyto výhody:

Umožňuje překreslovat území kopcovité až hornaté s využitím dosavadního technického zařízení a vybavení.

Hospodárné a dostatečně spolehlivé překreslení je možné ještě při 12 vrstvách.

Samotná expozice jednotlivých vrstev je rychlá a mechanická, protože fotografický papír je ponecháván v téže poloze na stole a příprava další vrstvy záleží v zabarvení nebo ve zpětném vložení předchozí a ve sloupnutí další vrstvy. Příprava a expozice jedné vrstvy trvá 3 až 5 minut, tzn., že snímek hornatého území o 15 vrstvách je překreslen za 60 minut (překreslení snímku na štěrbinových překreslovačích trvá — viz [6] — asi 40 minut).

Na překresleném snímku jsou zobrazeny hranice vrstev jako jemné, téměř neznatelné bílé čáry nebo jako syté stejnoměrně silné černé čáry, vytvářející na konečném fotoplánu vstevnicový reliéf.

Fotografická kvalita překresleného snímku rovná se v podstatě kvalitě snímku normálně překresleného na překreslovači.

Navržený postup a nový druh masek činí překreslování po vrstvách spolehlivější, rychlejší, dokonalejší a hlavně pohodlnější, bez rizika opakování práce, které dříve od častějšího používání metody překreslování po vrstvách odrazovalo.

Literatura:

- [1] Aleksapolskij: Fotogrammetrija. Moskva 1956.
- [2] Burkhardt: Entzerrung nach Einstellwerten. Bildmessung und Luftbildwesen, č. 3/4 - 1942.
- [3] Červinka: Širší využití jednosníkové fotogrammetrie v kopcovitém území. VTOPÚ - 1960.
- [4] Gál: Fotogrammetria. Bratislava 1950.
- [5] Kislov: Opyt izgotovlenija fotoplana s gorizontalmi na fotokartografe F. V. Drobyševa. Geodezija i kartografija č. 5/1960.
- [6] Kloubouček: Využití fotoplánů pro hospodářskotechnické úpravy pozemků. Geodet. obzor č. 9/1960.
- [7] Krátký: Affine Entzerrung von Senkrechtaufnahmen in unebenem Gelände. Brno 1960.
- [8] Krátký - Kudělásek: Vybraná cvičení z fotogrammetrie. Brno VA AZ 1956.
- [9] Maršík: Vyhotovení fotoplánu v měř. 1:5 000 pro účely JEP z let. snímků v měř. 1:25 000. Geodet. obzor č. 4/1959.
- [10] Traenkler: Die Perspektivbedingung bei Entzerrungsgeräten. Photogrammetria, č. 3/1942.
- [11] Weibrecht: Wirtschaftliche Entzerrungsverfahren. Kompendium der Photogrammetrie. Jena.
- [12] Veselovskij: Aerofototopografija. Moskva 1958.

Inž. Jaromír J e ž e k

Aplikace novodobé teorie síťové reprodukce na suchý reprodukční materiál

1. Úvod

1.1 Nebereme-li v úvahu světlotisk a hlubotisk, nenechají se v ostatních tiskových technikách vytisknout pravé polotóny. Tisk s výšky, litografie a ofsetový tisk znají jen dva tóny: bílý papír a plný barevný tón. Přesto je však třeba těmito technikami polotónový obraz vytisknout. Je k tomu třeba rastrové (síťové) fotografie. Síťová fotografie dělí obraz v jednotlivé puntíky, které jsou ve světlech malé, ve středních tónech větší a ve stínech největší, tzn., že musí reprodukovat tónovou škálu originálu nezkrácenou a tak, aby nejvyšší světla byla shodná s tónem bílého papíru a nejhlubší stíny s tónem plné černé plochy. Při pozorování na určitou vzdálenost vnímá lidské oko tyto různé velké puntíky jako polotóny, které odpovídají polotónům předlohy.

1.2 Rastrová fotografie používá k rozložení polotónů optického zařízení. Je to tzv. síť (rastr) s různou hustotou linek na 1 cm, která určuje její jemnost a hrubost.

Síť se skládá ze dvou planoparalelních skleněných desek. Na jedné straně desek jsou vyryty neprůhledné rovnoběžné čáry. Obě skleněné desky jsou spolu stmeleny tak, aby se čáry protínaly v pravém úhlu. Pro síťovou reprodukci je rozhodující poměr průhledných a neprůhledných čar sítě. Tento poměr určuje objem kontrastu skleněné sítě (rastru). Na něm je závislá reprodukovatelnost jednotlivých hustot.

Poměr průhledných a neprůhledných čar může být 0,8 : 1,2; 0,9 : 1,1; 1 : 1; 1,1 : 0,9; i jiný. Každý tento objem kontrastu sítě (poměr průhledných a neprůhledných linek) reprodukuje jiný rozsah kontrastu, tj. rozdíl hustoty nejvyššího stínu a nejvyššího světla. Síť, které mají poměr průhledných a neprůhledných čar 0,9 : 1,1, mohou bez ztráty kresby reprodukovat rozsah kontrastu v poměru 1 : 50. Poměr vyjadřuje poměr světla a stínů. V logaritmické míře to představuje rozsah hustot od 0,0–1,7. Síť, mající poměr linek průhledných a neprůhledných 1 : 1, mohou bez ztráty kresby reprodukovat rozsah kontrastu až 1 : 40, tj. od 0,0 až 1,6 stupně hustoty vyjádřené v logaritmické míře. Síť s poměrem linek 0,8 : 1,2 mohou reprodukovat rozsah kontrastu od 0,0–1,77 a síť s poměrem linek 1,1 : 0,9 mohou reprodukovat rozsah kontrastu od 0,0–1,5 stupně hustoty, vyjadřujeme-li ji v logaritmické míře.

Objem kontrastu skleněné sítě ovlivňuje také propustnost světla, které touto sítí má projít. Na příklad síť o poměru linek 0,8 : 1,2 propustí 16% z celkového množství světla na ni dopadajícího, síť s poměrem linek 0,9 : 1,1 20,25%, síť s poměrem linek 1 : 1 25% a síť s poměrem linek 1,1 : 0,9 propustí 30,25% světla. Je samozřejmé, že tyto propustnosti ovlivňují také dobu expozice. Bude-li doba expozice u sítě s poměrem linek průhledných a neprůhledných v poměru 1 : 1 označena jako doba $t_{1:1} = 1$, potom relativní doby expozice pro jiný poměr průhledných a neprůhledných linek neboli pro jiný objem kontrastu skleněné sítě jsou sestaveny do tabulky 1.

Tabulka 1. Relativní doby expozice pro různý objem kontrastu skleněné sítě.

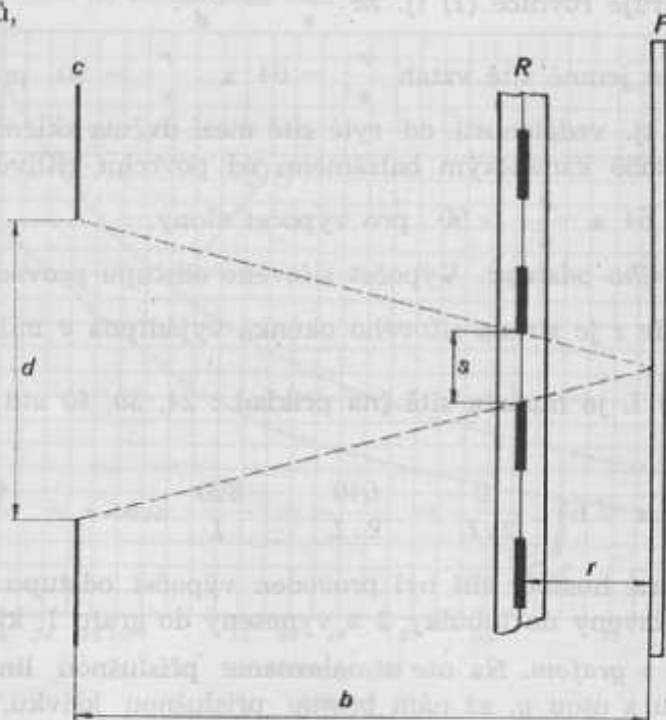
Objem kontrastu skleněné sítě (poměr průhledných a neprůhledných linek)	Propustnost sítě		Relativní doba expozice
	100% propustnost označuje plocha bez sítě	100% propustnost označuje propustnost sítě 1 : 1	
1,1 : 0,9	30,25 %	121 %	0,82
1 : 1	25,0 %	100 %	1,0
0,9 : 1,1	20,25 %	81 %	1,25
0,8 : 1,2	16 %	64 %	1,56

2. Poznámky o stabilizaci síťové reprodukce

2.1 Používáním suchého fotoreprodukčního materiálu vznikly určité potíže proto, že suchý materiál nelze dodatečně dohotovovat jako mokré kolodiové desky. Bylo tedy třeba vypracovat takové metody práce a takový systém a technologii, které by zaručovaly dobré výsledky. Byly voleny nejvhodnější podmínky osvětlení, nejvhodnější expozice, clona, výtah kamery fotoreprodukčního aparátu, odstup sítě pro jakýkoli poměr zmenšení nebo zvětšení, konstantní teplota vyvolávacích prací a ustalovacích lázní a konstantní doba vyvolávání. Tyto podmínky byly voleny tak, aby při minimálním zásahu zeslabovače byl výsledek při reprodukci různých originálů a v různém poměru zmenšení nebo zvětšení a na různých aparátech jednotný, samozřejmě i při dodržení stejnoměrného sušení všech zhotovených negativů.

2.2 K zabezpečení těchto požadavků stabilizace síťové reprodukce byl hledán na podkladě matematických závislostí geometrické optiky takový vztah, který by teoreticky vyřešil problém síťové reprodukce. Aby se došlo k určitým výsledkům, vycházelo se z toho, že

1. každá hustota sítě má svůj neměnitelný odstup, se kterým lze dosáhnout optimálně nejlepších výsledků,



Obr. 1

2. změnou clony lze dosáhnout změnu osvětlení při změně poměru zmenšení nebo zvětšení,

3. pro hrubé sítě se vyžaduje poněkud větší odstup než se v praxi používá.

Základní vztah byl nalezen tak, že se využilo vztahu mezi čtyřmi základními činiteli, kteří síťovou reprodukci ovlivňují, tj. síťovým odstupem, liniaturou sítě, výtahem kamery fotoreprodukčního aparátu a průměrem clony. Vztah je vyjádřen rovnicí (1), která vyplývá z obrázku 1.

Z obrázku 1 platí, že
síťový odstup : straně síťového okénka = výtah kamery : průměru clony. (1)

Napišeme-li rovnici (1) symbolikou vyznačenou v obrázku (1), dostaneme, že

$$\frac{r}{s} = \frac{b}{d}$$

Zůstává nyní otázka, jak velký poměr musí platit mezi těmito základními činiteli, kteří ovlivňují síťovou reprodukci. Je známo několik pracovních technologií, které budou rozebrány podle provedených zkoušek v následující kapitole, které také odpovědí na otázku, jak volit poměr vyjádřený v rovnici (1).

3. Rozbor a zhodnocení jednotlivých expozičních systémů pro síťovou reprodukci

3.1 *Expoziční systém doporučený belgickou firmou Gevaert.* Expoziční systém volí v rovnici (1), tj. že $\frac{r}{s} = \frac{b}{d}$, poměrná čísla 64 a 90. Poměrné číslo 64 platí pro síť jemné.

Naproti tomu pro síť hrubé se volí poměrné číslo 90. Za rozhraní mezi jemnými a hrubými sítěmi je považována síť 44 linek na 1 cm. Spojení poměrného čísla s rovnicí (1) dává pro síťovou reprodukci konstantní odstup a variabilní clonu, kterou se provádí redukce osvětlení při různé gradaci předlohy a změně poměru reprodukce (poměr zmenšení a zvětšení). Pro poměrné číslo 90 volí se dvojnásobná expozice než při poměrném čísle 64. Toto souhrnné opodstatnění expozičního systému bude zdůvodněno v dalších kapitolách.

3.11 *Odvození základních vztahů pro expoziční systém Gevaert.* K odvození vztahů vychází expoziční systém ze vztahu mezi základními činiteli, kteří ovlivňují síťovou reprodukci. Je to vztah, který vyjadřuje rovnice (1) tj. že $\frac{r}{s} = \frac{b}{d}$.

Expoziční systém volí pro jemné síť vztah $\frac{r}{s} = 64$ a $\frac{r}{s} = 90$ pro síť hrubé pro výpočet síťového odstupe, tj. vzdálenosti od ryté síť mezi dvěma skleněnými planparalelními deskami, stmelených k sobě kanadským balzámem, od povrchu citlivého materiálu umístěného v kazetě a $\frac{b}{d} = 64$ a $\frac{b}{d} = 90$ pro výpočet clony.

3.12 *Výpočet síťového odstupe.* Výpočet síťového odstupe provádí se podle vztahu $\frac{r}{s} = 64$ nebo $\frac{r}{s} = 90$, kde s je strana síťového okénka vyjádřená v milimetrech a vypočte se ze vztahu $s = \frac{10}{2 \cdot L}$ kde L je hustota síť (na příklad : 24, 30, 40 atd.). Dosazením za s dostaneme, že

$$r = 64 \cdot s = 64 \cdot \frac{10}{2 \cdot L} = \frac{640}{2 \cdot L} = \frac{320}{L} \text{ nebo } r = \frac{450}{L}$$

Pro běžně používané hustoty síť byl proveden výpočet odstupe síť předběžně a výsledné hodnoty byly sestaveny do tabulky 2 a vyneseny do grafu 1, který znázorňuje obr. 2.

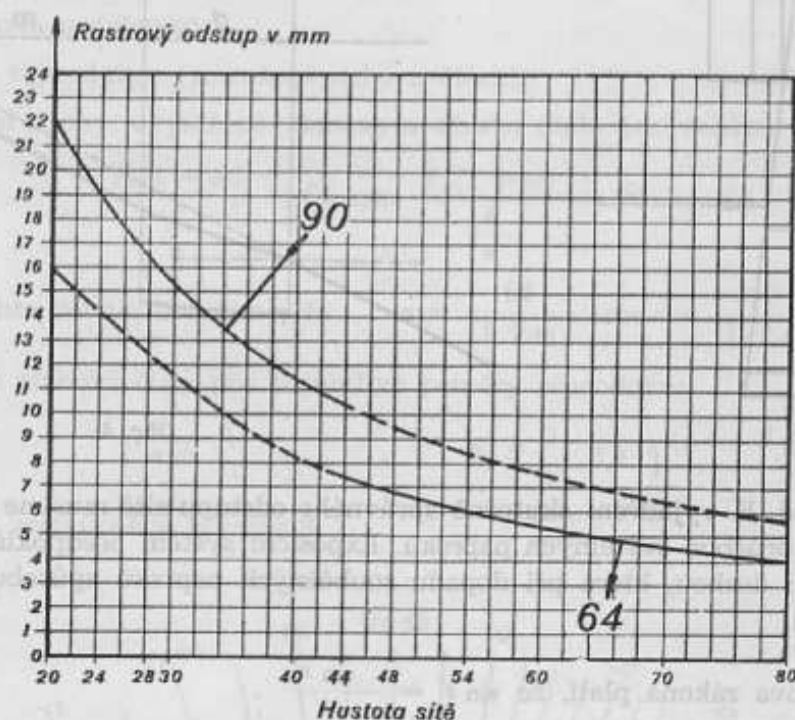
3.13 *Postup práce s grafem.* Na ose x nalezneme příslušnou liniaturu síť. V tomto bodě vedeme rovnoběžku s osou y , až nám protne příslušnou křivku, která dává hodnoty síťového odstupe (pro jemné síť se uvažuje křivka s poměrným číslem 64; pro hrubé síť křivka s poměrným číslem 90). V nalezeném průsečiku vedeme rovnoběžku s osou x . Rovnoběžka protne osu y v bodě, u kterého odečteme hodnotu síťového odstupe teoreticky vypočteného. Takto vypočtený síťový odstup je třeba upravit pro konkrétní hodnoty fotoreprodukčního aparátu a použité autotypické síť. K tomu účelu je třeba pojednat o tzv. absolutní nule síťového odstupe na škále síťového mechanismu a o síle skleněné síť.

3.14 *Stanovení absolutní nuly na škále síťového mechanismu a nulového síťového odstupe.* Před zahájením práce na fotoreprodukčním aparátu při nových metodách síťové reprodukce je třeba provést kontrolu dělení škály síťového mechanismu. K tomu se určí rozdíl

Tabulka 2

Hustota sítě	Poměrné číslo	
	64	90
	síťový odstup v mm	síťový odstup v mm
20	16	22,5
24	13,3	18,75
28	11,4	16,1
30	10,7	15,0
40	8,0	11,25
44	7,3	10,25
48	6,7	9,4
54	6,0	8,3
60	5,3	7,5
70	4,6	6,4
80	4,0	5,6

Diagram pro určení rastrového odstu



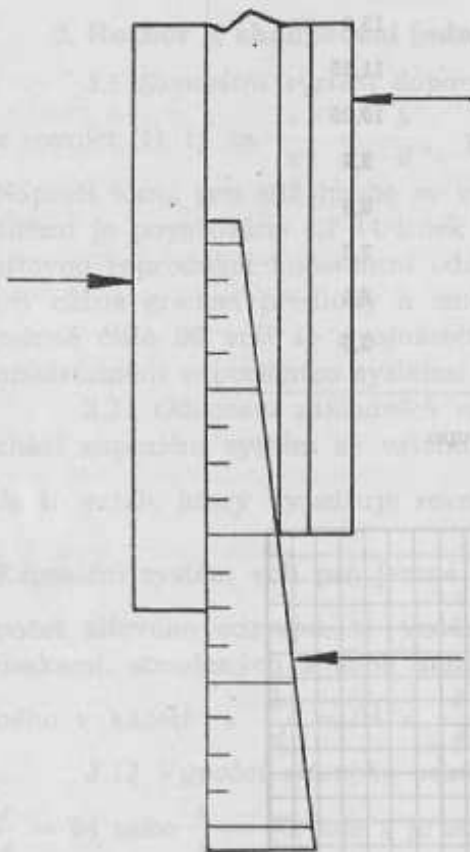
Obr. 2

mezi vzdáleností povrchu skleněné sítě od povrchu citlivého materiálu a nastavením tohoto rozdílu na škále síťového mechanismu. Proto je třeba z kazety odstranit žaluzii a zadní stranu kazety. Do kazety se vloží skleněná deska a do síťového zařízení se umístí síť libovolné liniatury. Pomocí měrného klínu (viz obr. 3) bylo na příklad zjištěno, že dílek 1, 2, 3,, 20 na škále síťového mechanismu odpovídá 1, 2, 3,, 20 mm síťového odstu.

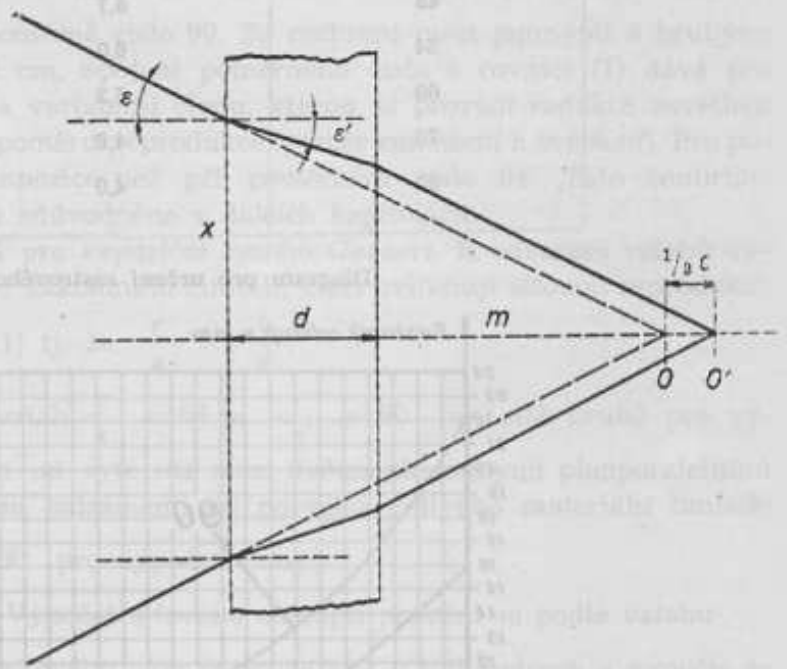
Na škále síťového mechanismu nelze nastavit nulu síťového odstu. Zabraňuje v tom síla kovových záchytek, které slouží k zachycení skleněné sítě v síťovém zařízení a v kazetě k upevnění skleněné desky. Minimální nastavitelná hodnota je na příklad 1,4 škály síťového mechanismu. Podle proměření je to např. 1,4 mm. Při tomto nastavení škály síťového odstu-

pu byl změřen pomocí klinu síťový odstup. Hodnota odpovídala 1,4 mm. Tato hodnota se rovnala tloušťce dotýkajících se kovových záchytek. Tedy rozdíl mezi vzdáleností povrchu citlivého materiálu od povrchu skleněné sítě a nastavením tohoto rozdílu na škále síťového mechanismu se rovná nule, tzn., že nula škály síťového mechanismu se v tomto případě rovná absolutní nule síťového odstupu.

Protože výpočet dává přesně vypočtené síťové odstupy, je v mnohých případech třeba, aby se provedlo jemnější dělení na škále síťového mechanismu, které umožní přesně nastavit vypočtené hodnoty.



Obr. 3



Obr. 4

3.15 Síla sítě. K vyjádření skutečně správného odstupu sítě musíme vzít v úvahu i sílu sítě a její vliv na průchod světelných paprsků. Expoziční systém předpokládá, že autotypická síť je planoparalelní deskou, která při dopadu souběžných paprsků způsobuje pouze posunutí obrazu (viz obr. 4).

Podle Sneliova zákona platí, že $\sin \varepsilon' = \frac{\sin \varepsilon}{n}$,

kde ε je úhel dopadu,

ε' je úhel lomu,

n je index lomu.

Z obrázku 4 platí, že

$$d + m = x \cdot \cotg \varepsilon$$

$$m + 00' = (x - d) \cdot \tg \varepsilon' \cdot \cotg \varepsilon$$

Po odečtení rovnic:

$$d - 00' = x \cdot \cotg \varepsilon - x \cdot \cotg \varepsilon + d \cdot \tg \varepsilon' \cdot \cotg \varepsilon$$

$$d - 00' = d \cdot \frac{\sin \varepsilon}{n \cdot \cos \varepsilon'} \cdot \frac{\cos \varepsilon}{\sin \varepsilon}$$

Pro další úvahy předpokládáme, že $\varepsilon = \varepsilon'$. Jde o úhly, které se vzájemně liší jen o velmi malé hodnoty. Za tohoto předpokladu bude také platit, že $\cos \varepsilon \doteq \cos \varepsilon'$. Provedeme-li úpravu předcházejícího vztahu dostaneme

$$d - 00' = \frac{d}{n}$$

Odtud
$$00' = d \cdot \frac{n-1}{n}$$

Protože autotypické sítě jsou konstruovány ze skla korunového, které má index lomu $\frac{3}{2}$, bude se světelný svazek posunovat o

$$00' = \frac{\frac{3}{2} - 1}{\frac{3}{2}} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot d = \frac{1}{3} \cdot d, \text{ tzn.}$$

o třetinu síly skleněné sítě. Aby se vyloučila síla skla, je třeba od průmětu dráhy světelného paprsku do optické osy optického systému odečíst $\frac{1}{3}$ síly skla, nebo-li teoreticky vypočtený síťový odstup zkrátit o $\frac{1}{3}$ síly skleněné sítě.

3.16 Výpočet clony. Pro výpočet clon pro reprodukci s jemnými sítěmi používá se vztahu $\frac{b}{d} = 64$ nebo $\frac{b}{d} = 90$ pro výpočet clon při reprodukci se sítěmi hrubými. Dosadíme-li do vztahu: $b = f \cdot (1 + m)$ a $d = \frac{f}{n}$, kde

f je ohnisková vzdálenost,

m je poměr reprodukce (zmenšení nebo zvětšení),

n je velikost clony vyjádřené clonovým číslem (dále jen velikost clony), dostaneme

$$\frac{f \cdot (1 + m)}{\frac{f}{n}} = 64 \text{ nebo } \frac{f \cdot (1 + m)}{\frac{f}{n}} = 90,$$

Úpravou těchto rovnic obdržíme, že $n = \frac{64}{1 + m}$ nebo $n = \frac{90}{1 + m}$.

Vypočteme-li clonová čísla pro jednotlivé poměry reprodukce

$$\left(n = \frac{1}{10}, \frac{1}{5}, \dots, 2, 2 \frac{1}{2}, 3, 4 \right)$$

dostaneme hodnoty sestavené v tabulce 3.



Obr. 5

Z hodnot v tabulce 3 se přesvědčíme, že normální dělení irisové clony 9, 11, 16, 22, 32, 45, 64, 90, 128 na reprodukčních objektivěch nestačí, nýbrž se musí zavést dělení jem-

nější. Expoziční systém Gevaert zavedl jemnější dělení tak, že mezi dvě clonová čísla irisové clony vložil ještě tři meziclony (viz obr. 5) a označil je jako čtvrtiny clonového čísla menšího. Na příklad mezi clonou 11 a 16 jsou zavedeny meziclony 11,25; 11,5; 11,75.

Tabulka 3

Poměr reprodukce	$n = \frac{64}{1 + m}$	$n = \frac{90}{1 + m}$
0,1	58,182	81,800
0,2	53,333	75,000
0,25	51,200	72,000
0,33	48,120	67,669
0,5	42,666	60,000
0,67	38,554	54,217
0,75	36,571	51,429
1,0	32,000	45,000
1,25	28,444	40,000
1,5	25,600	36,000
1,75	23,273	32,727
2,0	21,333	30,000
2,25	19,692	27,692
2,5	18,286	25,714
2,75	17,067	24,000
3,0	16,000	22,500
3,5	14,222	20,000
4,0	12,800	18,000

Hodnoty v tabulce 3 vystačí při síťové reprodukci jen pro přenos středních tónů. Tabulka 3 byla proto rozšířena o údaje (v tabulce 4), pomocí níž je možné provést reprodukci předloh s vyšším nebo nižším rozsahem kontrastu, neboli provést reprodukci předloh měkkých a tvrdých. Dostaneme tak hodnoty clon pro expozici na světla a stíny.

Tabulka 4

Světla	Střední tóny	Stíny	Předexpozice	
			64	90
0,7.n	n	1,4.n	2,1.n	2,8.n

Vypočtené clony jsou sestaveny do clonové tabulky (tabulka 5).

3.161 Postup práce s clonovou tabulkou

1. Podle hustoty sítě vyhledáme ve sloupci 1 (pro jemné sítě) nebo ve sloupci 7 (pro hrubé sítě) příslušný poměr zmenšení nebo zvětšení.

2. Na vodorovné přímkce leží příslušné velikosti clonového čísla.

3.17 Postup při expozici

3.171 *Expozice s jednou clonou (+ předexpozice)*. Při tomto způsobu reprodukce se nastavují clony pro hlavní expozici ze sloupce 3 a pro předexpozici rozměry clon ze sloupce 5 pro jemné sítě. Pro hrubé sítě se nastavují clony pro hlavní expozici také ze sloupce 3 a pro předexpozici ze sloupce 6. Doba Expozice s jednou clonou byla s předexpozicí volena tak, aby vykazovala co nejmenší ztrátu v gradaci snímku jak ve světlech, tak i ve stínech. Zkušební síťový negativ je nutno zhotovit pro každý citlivý materiál, protože jinak není možno bezpečně reprodukovat jednotlivé originály.

Tabulka 5. Clonová tabulka

64	Hodnoty clon					90
	Světla	Střední tóny	Stíny	Předexpozice		
				64	90	
1	2	3	4	5	6	7
4,0	9,5	11,5	16,5	22,5	32,5	—
3,5	9,75	11,75	16,75	22,75	32,75	—
3,0	11,0	16,0	22,0	32,0	45,0	—
2,75	11,25	16,25	22,25	32,25	45,25	—
2,5	11,5	16,5	22,5	32,5	45,5	4,0
2,25	11,75	16,75	22,75	32,75	45,75	3,5
2,0	16,0	22,0	32,0	45,0	64,0	3,0
1,75	16,25	22,25	32,25	45,25	64,25	2,75
1,5	16,5	22,5	32,5	45,5	64,5	2,5
1,25	16,75	22,75	32,75	45,75	64,75	2,25
1,0	22,0	32,0	45,0	64,0	90,0	2,0
0,75	22,25	32,25	45,25	64,25	90,25	1,75
0,66	22,5	32,5	45,5	64,5	90,5	1,5
0,50	22,75	32,75	45,75	64,75	90,75	1,25
0,33	32,0	45,0	64,0	90,0	128,0	1,0
0,25	32,25	45,25	64,25	90,25	—	0,75
0,20	32,5	45,5	64,5	90,5	—	0,66
0,10	32,75	45,75	64,75	90,75	—	0,50
—	45,0	64,0	90,0	128,0	—	0,33
—	45,25	64,25	90,25	—	—	0,25
—	45,5	64,5	90,5	—	—	0,20
—	45,75	64,75	90,75	—	—	0,10

3.172 *Expozice se dvěma clonami (+ předexpozice).* V případě dvouclonového expozičního systému provádí se jedna expozice na světla a druhá na stíny. Podle clonové tabulky 5 nastavují se velikosti clon na světla ze sloupce 2 a na stíny ze sloupce 4. Použije-li se předexpozice, pak se pro jemné síť použijí clony ze sloupce 5 clonové tabulky a pro hrubé síť ze sloupce 6. Určení doby expozice bylo provedeno také zkušební reprodukcí šedé tabulky, aby mohla být určena optimální doba expozice pro reprodukci se dvěma clonami.

Po rozboru a zhodnocení jednotlivých zkoušek se ukázalo, že není podstatného rozdílu mezi síťovým negativem zhotoveným jednou clonou (+ předexpozice) a síťovým negativem zhotoveným dvěma clonami. Můžeme tedy konstatovat, že většinu originálů lze reprodukovat jednou clonou a předexpozicí.

3.2 *Expoziční systémy americké* vycházejí pro odvození základních vztahů při síťové reprodukci také z rovnice

$$\frac{r}{s} = \frac{b}{d}$$

Kromě uvedených poměrných čísel 64, 90, rozebranych v odstavci 3.1, používají se poměrná čísla 48 a 96. Tyto hodnoty používají se při dvouclonovém expozičním systému. Poměrné číslo 48 dává ve spojení s rovnicí $\frac{r}{s} = \frac{b}{d}$ velikosti clon pro expozici na světla a poměrné číslo 96 dává velikosti clon pro expozici na stíny. Výsledné hodnoty pro jednotlivá měřítka jsou sestaveny do tabulky 6, když byly předem upraveny na jemnější dělení irisové clony podle tabulky 4.

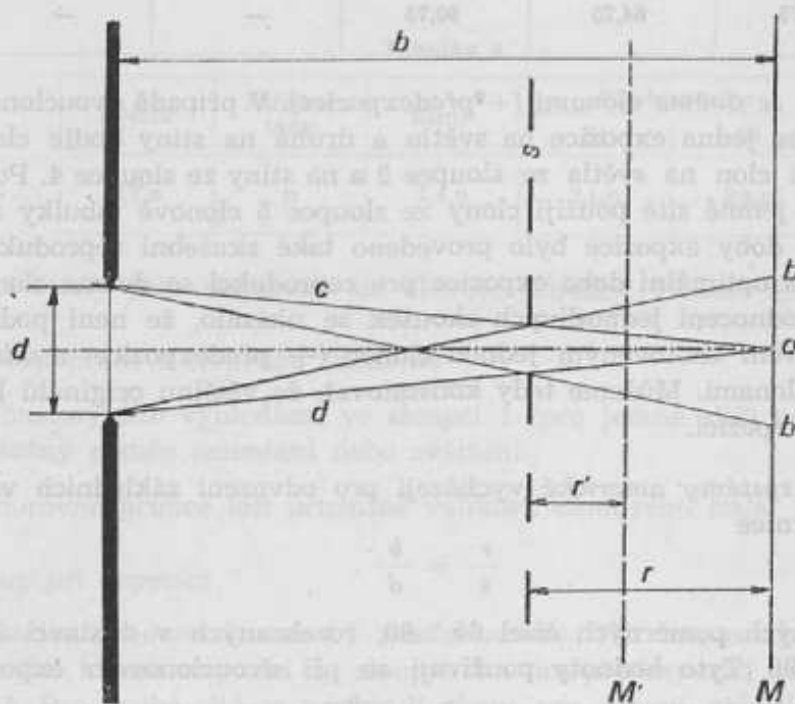
3.3 Expoziční systém Institutu grafických technik v Lipsku

3.31 Základní vztah. Pro odvození a vysvětlení základních vztahů vychází se z obr. 6, kde bude sledován světelný svazek, který prochází jediným síťovým otvorem a jeho rozložení na ploše bb' .

Tabulka 6

Poměr reprodukce	$n = \frac{48}{1+m}$		$n = \frac{96}{1+m}$	
	0,1	45,0	90,0	
0,2	32,75	64,75		
0,25	32,5	64,5		
0,33	32,25	64,25		
0,5	32,0	64,0		
0,67	22,75	45,75		
0,75	22,5	45,5		
1,0	22,25	45,25		
1,25	22,0	45,0		
1,5	16,5	32,5		
1,75	16,25	32,25		
2,0	16,0	32,0		
2,25	11,75	22,75		
2,5	11,5	22,5		
2,75	11,25	22,25		
3,0	11,0	22,0		
3,5	9,75	19,75		
4,0	9,5	19,5		

Do bodu a (viz obr. 6) dopadají světelné paprsky z celé plochy otvoru objektivu. Tudíž musí v bodě a být osvětlení maximální. Na místa b a b' dopadají jen okrajově světelné



Obr. 6

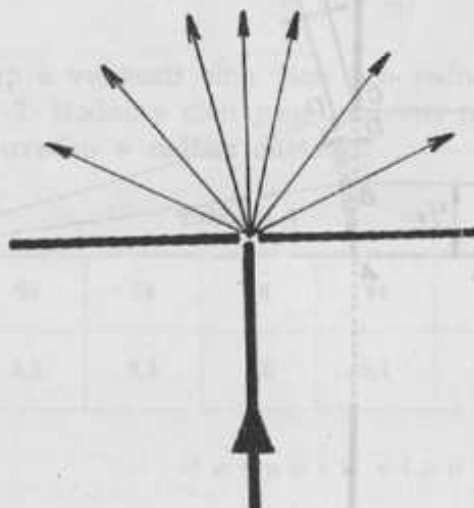
paprsky otvoru objektivu, tzn., že osvětlení v místech b a b' je minimální. Na ploše mezi body a a b nebo a a b' se osvětlení k okrajům zeslabuje. Velikost puntíku bb' je závislá na poloze matnice. V poloze M se objeví větší, v poloze M' menší světelný puntík. V prvním

případě je odstup sítě r , v druhém případě r' . Z toho tedy vyplývá, že velikost světelného puntíku na matnici $bb' = f(r)$ (bb' je funkcí síťového odstupu). Je to důležité zdůraznit proto, že velikost světelných puntíků vytváří měkkou nebo tvrdou gradaci síťového snímku.

Obrázek 6 dokazuje, že velikost světelného puntíku ovlivňuje také velikost clony, velikost síťového okénka a velikost výtahu fotoreprodukčního aparátu. Abychom obdrželi vždy správnou gradaci síťového snímku, musíme tyto čtyři činitele uvést na fotoreprodukčním aparátu do správného poměru. Novodobá síťová reprodukce volí správný poměr takto:

$$\frac{d}{b} = \frac{s}{r}$$

Tyto zásady vytváření světelného puntíku mezi síťovými otvory a síťovými puntíky byly odvozeny na podkladě „polotónové teorie“, která předpokládá přímočaré šíření světla po průchodu sítí. Na okraji síťových linek dochází však k ohybu světla, který ovlivňuje osvětlení uvnitř světelného puntíku a tím zčernání na negativu a gradaci výsledného síťového snímku.



Obr. 7

Ohyb světla (difrakce) způsobí, že světelný paprsek, který prochází úzkou štěrbinou (úzkým otvorem), rozptyluje se podél okrajů štěrbin. (viz obr. 7).

Světlo se v prostoru šíří vlnovitým pohybem. Prochází-li svazek světelných paprsků úzkou štěrbinou a dopadá-li na matnici, musí paprsky na okraji štěrbin proběhnout po delší dráze než paprsky procházející středem síťového okénka a neohýbají se. Další dráha si vyžádá k proběhnutí delšího času, takže dochází k tomu, že paprsky při okrajích dopadají na matnici s určitým zpožděním. Tím se stává, že v určitém bodě se na matnici střetává vrchol jedné vlny s minimem druhé vlny, čímž se účinek světelných vln zeslabuje. V jiném bodě naopak dochází k tomu, že se setkají dva vrcholy světelné vlny, čímž se jejich účinek zesiluje. Vlivem toho dochází k tomu, že se za úzkou štěrbinou objevují na matnici tmavé a světlé pruhy s klesající intenzitou v důsledku popsané interference.

Matematické vyjádření vzniku ohybu světla mezi síťovými okénky provedeme na základě vztahu mezi síťovým odstupem, síťovým okénkem, intenzitou osvětlení na matnici a délkou světelné vlny (viz obr. 8).

Z $\triangle ACD$ v obrázku 8 platí přibližně, že $\sin \alpha = \frac{\delta}{s} = \frac{2\delta}{s}$ a z $\triangle ABP$ platí, že

$$\sin \alpha = \frac{4}{r} = \frac{s}{4 \cdot r}. \text{ Vyjádříme-li z tohoto vztahu } \sin \alpha, \text{ dostaneme, že } \sin \alpha = \frac{s}{4 \cdot r} \cdot \cos \alpha$$

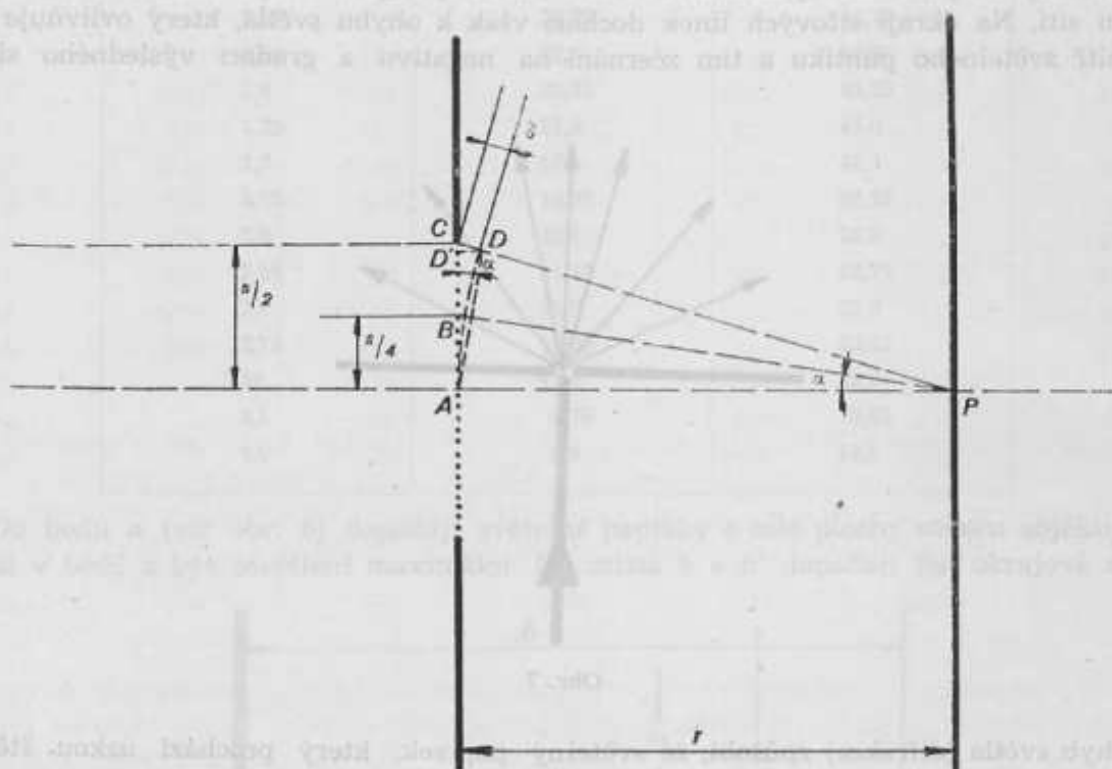
kde $\cos \alpha \doteq 1$. Porovnáním obou vztahů dostaneme, že

$$\frac{2 \cdot \delta}{s} = \frac{s}{4 \cdot r}$$

Odtud snadno nalezneme vztah pro r . Platí, že

$$r = \frac{s^2}{8 \cdot \delta} \quad (2)$$

Vztah (2) vyjadřuje, že odstup sítě je přímo úměrný čtverci síťového okénka a nepřímo úměrný osminásobku rozdílu cesty světelných paprsků za úzkou štěrbinou mezi síťovým okénkem a matnicí v důsledku interference světla.



Obr. 8

Za předpokladu, že rozdíl cesty se rovná délce světelné vlny, tedy $\delta = \lambda$, dostaneme podle Fresnelovy teorie na matnici minimální osvětlení bodu. Dosazením do rovnice (2) dostaneme, že

$$r = \frac{s^2}{8 \cdot \lambda} \quad (3)$$

Za předpokladu, že rozdíl cesty světelných paprsků je $\frac{\lambda}{2}$, tj. $\delta = \frac{\lambda}{2}$, dostaneme ve smyslu Fresnelovy teorie osvětlení bodu na matnici maximální, takže

$$r = \frac{s^2}{4 \cdot \lambda} \quad (4)$$

Ze vztahu (3) a (4) můžeme učinit závěr, že každá síť má svůj odstup, při kterém světlo soustřeďuje a odstup, při kterém světlo rozptyluje.

Z hlediska stavby síťového puntíku musíme využít schopnost sítě světlo soustředit, protože tak dostaneme na citlivém materiálu síťové puntíky, které mají ostré obrysy a černé jádro.

Při síťové reprodukci se používá pro jednu hustotu sítě konstantního odstup sítě pro různý poměr zmenšení nebo zvětšení a variabilní clony, jejíž velikost se vypočte ze vztahu

$$\frac{d}{b} = \frac{s}{r}, \text{ když } b = f \cdot (1 + m), d = \frac{f}{n} \text{ a } s = \frac{10}{2 \cdot L}.$$

Dosazením do rovnice $\frac{d}{b} = \frac{s}{r}$ odvodíme vztah pro výpočet clonového čísla.

$$\begin{aligned} \text{Odvození:} \quad \frac{d}{b} &= \frac{s}{r} \\ \frac{\frac{f}{n}}{f \cdot (1 + m)} &= \frac{\frac{10}{2 \cdot L}}{r} \\ 5n \cdot (1 + m) &= L \cdot r \\ n &= \frac{L \cdot r}{5 \cdot (1 + m)} \end{aligned}$$

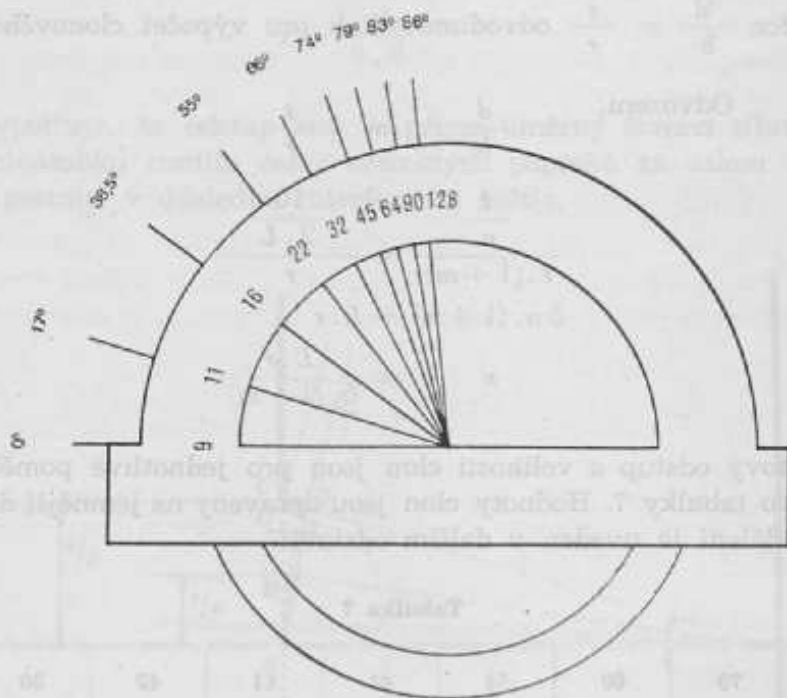
Vypočtený síťový odstup a velikosti clon jsou pro jednotlivé poměry zmenšení nebo zvětšení sestaveny do tabulky 7. Hodnoty clon jsou upraveny na jemnější dělení irisové clony. Způsob jemnějšího dělení je uveden v dalším odstavci.

Tabulka 7

Hustota sítě	80	70	60	54	48	44	40	30	28	24
Síťový odstup	2,4	3,2	4,3	5,4	6,8	8,1	9,8	17,4	20,0	27,0
Poměr reprodukce	Hodnoty clon									
10 %	34	40	45	53	61	64	75	128	—	—
20 %	32	38	42	49	57	61	64	110	128	—
25 %	31	36	40	45	53	57	61	90	110	128
33 %	29	34	38	42	49	53	57	75	90	110
50 %	26	30	34	38	45	49	53	64	75	90
67 %	23	27	31	36	40	42	49	61	64	75
75 %	22	26	30	34	38	40	45	57	61	64
100 %	19	22	26	29	32	36	40	53	57	61
125 %	17	20	23	26	29	32	34	45	49	57
150 %	15	18	21	23	26	28	31	42	45	53
175 %	14	16	19	22	24	26	28	38	40	45
200 %	13	15	17	19	22	24	26	34	38	42
300 %	10	11	13	15	16	18	20	26	28	32

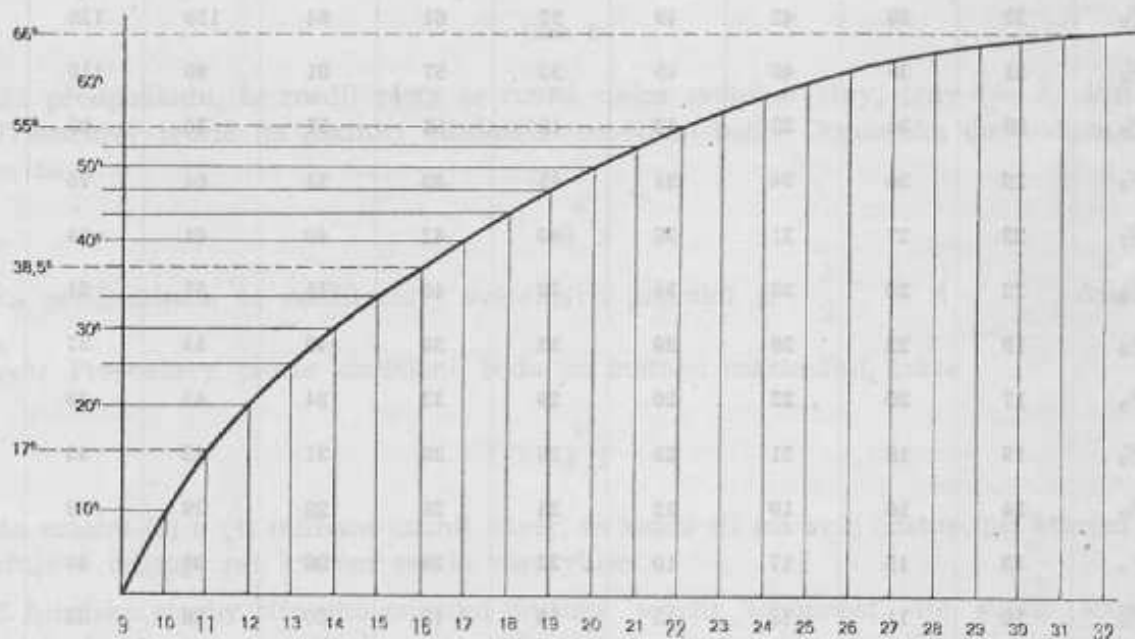
3.32 Úprava clonového pruhu. Pro úpravu jemnějšího dělení irisové clony objektivu se postupuje takto:

Hodnoty hlavních clonových čísel se přenesou z objektivu na papír. Protože tato clonová čísla leží na obvodu kruhu, můžeme pomocí úhlooměru zjistit hodnoty clonových čísel 11, 16, 128 ve stupních, jestliže ztotožníme nulu úhlooměru s clonou 9 (viz obr. 9).



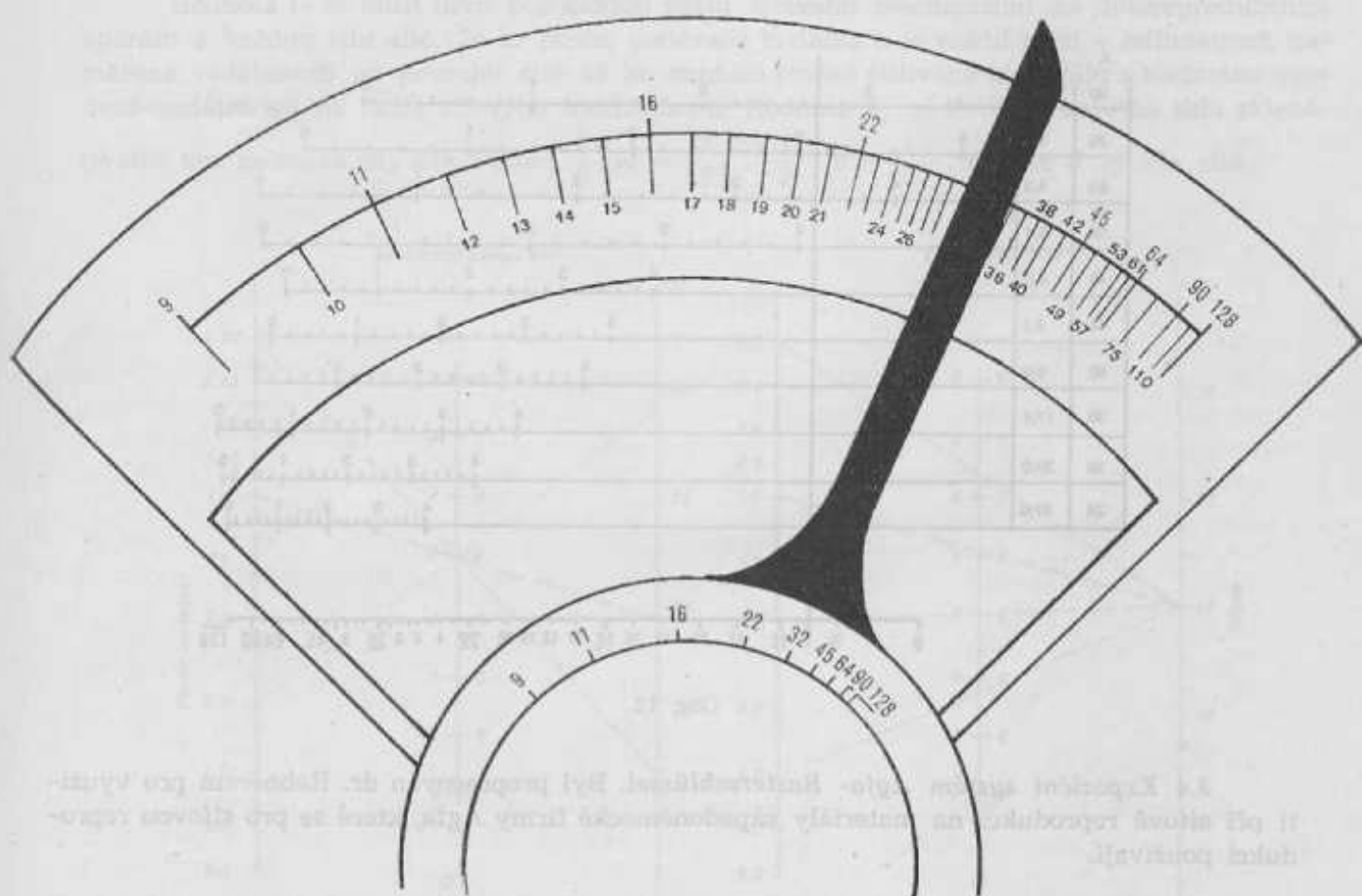
Obr. 9

Z odečtených úhlových hodnot hlavních clonových čísel sestrojíme na milimetrovém papíře křivku $n = f(x^0)$. Na osu x vyneseme hodnoty clonových čísel a na osu y úhlové hodnoty těchto clon odečtených pomocí úhlooměru. Po sestrojení křivky vymežeme na ose x potřebné meziclony (požadované jemnější dělení irisové clony). Pomocí křivky nalezneme k těmto meziclónám na ose y odpovídající úhlové hodnoty (viz obr. 10).



Obr. 10

Úhlové hodnoty se pomocí úhlooměru přenesou na obvod kruhu. K přesnějšímu nastavování clonových čísel se ve zvětšeném měřítku zhotoví clonový pruh, který je znázorněn na obrázku 11.



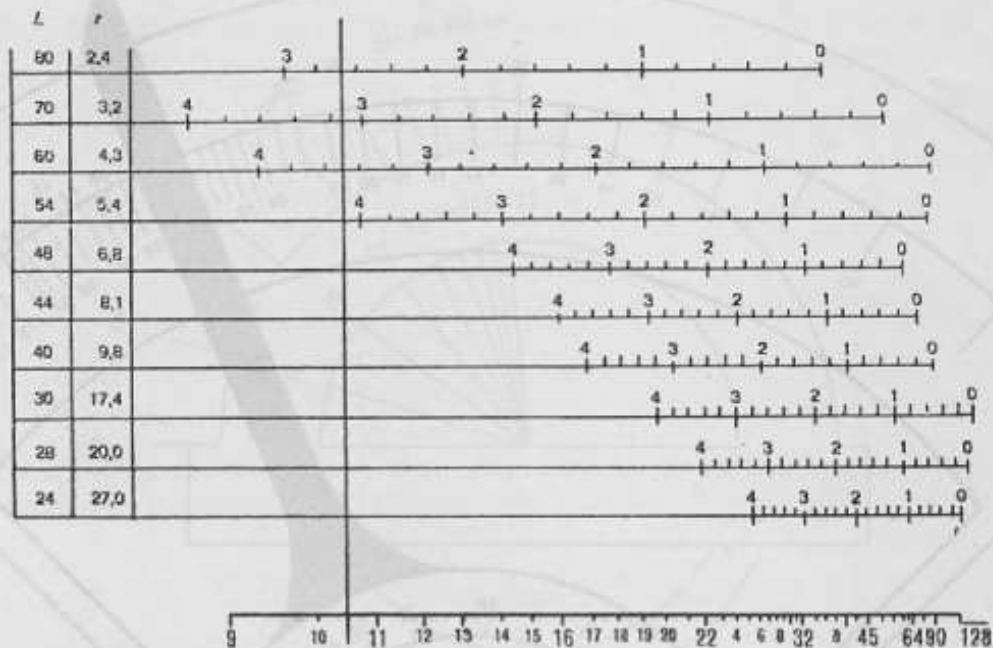
Obr. 11

3.33 Určení doby expozice. Doby expozice je nutno při tomto expozičním systému určovat pro každý druh citlivého materiálu. Pro ověření systému bylo zhotoveno několik síťových negativů. Reprodukce ukázala, že není zaručena při konstantní expozici, konstantním síťovém odstupu, jedné hustoty sítě, změna osvětlení pro jiný poměr redukce variabilní clonou, doporučovanou tímto expozičním systémem. Expoziční systém se nezabývá problémem síly sítě, není propracována teorie předexpozice a expozice na světla.

3.34 Pro urychlení reprodukce bylo sestrojeno pomocné „logaritmické“ pravítko, které slouží reprodukčním fotografům ke snadnému zjišťování síťového odstupu a velikosti clon pro jednotlivá měřítka. Jeho konstrukce je znázorněna na obrázku 12.

3.35 Postup práce s „logaritmickým“ pravítkem. Na „logaritmickém“ pravítku nalezneme příslušnou liniaturu sítě ve sloupci 1. Na vodorovné přímce odečteme odpovídající síťový odstup pro uvedenou hustotu sítě. Na této přímce si také zvolíme požadovaný poměr zmenšení nebo zvětšení. Posunujeme-li upevněným jezdce na logaritmickém pravítku tak, až nám jeho svislá přímka (kolmice k přímkám, na kterých je vyznačen poměr zmenšení nebo zvětšení) prochází požadovaným poměrem zmenšení nebo zvětšení, protíná potom svislice vodorovnou přímku, na které jsou odpovídající hodnoty clonového čísla. Hodnotu clonového čísla odečteme a nastavíme na clonovém pruhu.

Práce s „logaritmickým“ pravítkem je jednoduchá a snadná. V provozu urychluje a usnadňuje práci reprodukcí fotografů a dává předpoklady ke stabilizaci síťové reprodukce, jakmile se odstraní uvedené nedostatky, které souvisí s dobou předexpozice, s expozicí na světla a na stíny, úprava síťového odstupu pro konkrétní aparát a autotypické síť.



Obr. 12

3.4 *Expoziční systém Agfa- Rasterschlüssel*. Byl propracován dr. Rebnerem pro využití při síťové reprodukci na materiály západoněmecké firmy Agfa, které se pro síťovou reprodukci používají.

3.41 Pro odvození základních vztahů vychází ze základní rovnice, která určuje vztah mezi činiteli ovlivňujícími síťovou reprodukci:

$$\frac{\text{Odstup sítě}}{\text{Strana síťového okénka}} = \frac{\text{Výťah kamery fotoreprodukčního aparátu}}{\text{Průměr clony}}$$

Úpravou této rovnice dostaneme, že

$$r = s \cdot (1 + m) \cdot n,$$

kde r je odstup sítě, s je strana síťového okénka, m je poměr zmenšení nebo zvětšení, n je clonové číslo.

Z rovnice vyplývá, že odstup sítě se mění se změnou sítě, se změnou poměru reprodukce a se změnou velikosti clony.

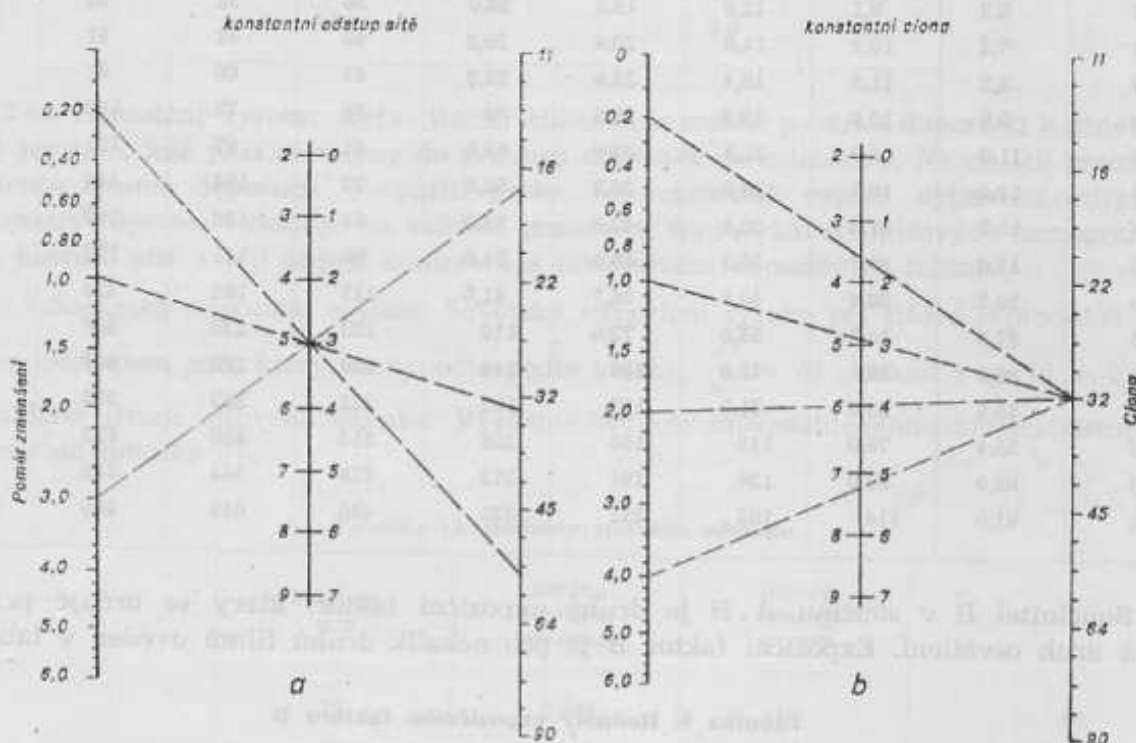
Pro snadné používání uvedené rovnice vypracoval dr. Rebner spojnicové nomogramy pro odečítání síťového odstupu. Nomogramy jsou znázorněny na obr. 13a, b.

3.42 *Postup při používání nomogramu*. Na přímce 1 je rovnoměrná stupnice pro poměr zmenšení nebo zvětšení. Druhá stupnice je pro síťový odstup a třetí pro clonové číslo. Díky mezi jednotlivými clonami jsou rozděleny třemi meziclony na čtyři stejné dílky, čímž je provedeno jemnější dělení irisové clony, které je nezbytné při reprodukci s konstantním odstupem (viz obr. 13a).

Při reprodukci mohou nastat tyto případy:

a) Sítovou reprodukci provedeme s konstantním odstupem r , který je opraven o hodnotu $G = a + \frac{2}{3} b_s$, a variabilní clonu, která se určí podle vztahu $n = \frac{r}{s \cdot (1 + m)}$.

Hodnota G se musí určit pro každou škálu síťového mechanismu na fotoreprodukčním aparátu a každou sílu sítě. Je to proto, poněvadž hodnota a je rozdíl mezi v milimetrech naměřené vzdálenosti od povrchu sítě až ke snímací rovině citlivého materiálu a hodnotou uvedené vzdálenosti na škále síťového mechanismu. Hodnota b_s je tloušťka krycího skla skleněné sítě, tzn. polovina síly sítě. Potom $\frac{2}{3} b_s = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{3} \cdot d$, kde d je síla sítě.



Obr. 13a, b

b) Sítovou reprodukci provedeme s konstantní clonou, ke které pro příslušný poměr zmenšení a zvětšení odečteme v nomogramu b na přímkce 2 variabilní síťový odstup. Síťový odstup je již opraven o hodnotu G , která teoreticky vypočtený síťový odstup aplikuje na použitý fotoreprodukční aparát a použitou autotypickou síť.

Z nomogramu je vidět, že reprodukční fotograf má usnadněnu práci tím, že může pomocí pravítka zjistit odpovídající clonu a síťový odstup pro jednotlivé poměry zmenšení a zvětšení a může provést reprodukci podle toho, co mu nejlépe vyhovuje. Na příklad reprodukční fotograf, který nemá provedenou úpravu clonového pruhu, provede reprodukci s konstantní clonou a variabilním odstupem. Kde není jemnější dělení škály síťového mechanismu, je výhodnější upravit clonový pruh, protože pak je možné provést reprodukci s konstantním odstupem.

3.43 *Určení expozice.* Určení doby expozice je provedeno pro clonu $n = 32$, která optimálně podává nejlepší prokreslení detailů. Vypočte se jako součin

$$A \cdot B = \text{doba expozice ve vteřinách,}$$

kde A je expoziční faktor, který se určuje pro rozsah kontrastu předlohy a poměr zmenšení nebo zvětšení. Hodnoty expozičního faktoru A jsou sestaveny v tabulce 8.

Tabulka 8. Hodnoty expozičního faktoru A

Poměr zmenšení a zvětšení	Rozsah kontrastu předlohy								
	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65
0,2	3,2	4,5	6,5	9,1	13,0	17	26	36	52
0,3	3,8	5,3	7,6	10,3	15,1	21	30	42	61
0,4	4,4	6,2	8,8	12,3	17,7	24	35	40	71
0,5	5,0	7,1	10,1	14,1	20,2	28	40	56	81
0,6	5,8	8,2	11,7	16,4	23,4	32	47	65	93
0,7	6,5	9,1	12,8	18,2	26,0	36	52	72	104
0,8	7,2	10,2	14,6	20,4	29,2	40	58	81	117
0,9	8,2	11,5	16,4	23,0	32,8	45	66	91	131
1,0	9,0	12,6	18,0	25,2	36	50	72	108	144
1,2	11,0	15,8	21,8	32,0	43,6	61	87	121	175
1,4	13,0	18,1	26,0	36,2	52,0	72	104	144	208
1,6	15,2	21,3	30,4	42,6	61,0	84	122	169	243
1,8	17,6	24,7	35,3	49,3	71,0	98	141	196	282
2,0	20,2	28,4	40,5	56,7	81,0	113	162	225	325
2,5	27,5	38,5	55,0	72,0	110	153	220	306	440
3,0	36,0	50,4	72,0	106	144	200	288	400	576
3,5	45,5	63,6	91,0	127	182	252	363	505	727
4,0	55,4	79,0	113	155	226	313	450	625	887
4,5	68,0	95,0	136	191	272	378	545	756	1090
5,0	81,0	114	162	237	325	450	648	900	1300

Součinitel B v součinu $A \cdot B$ je druhý expoziční faktor, který se určuje pro druh filmu a druh osvětlení. Expoziční faktor B je pro několik druhů filmů uveden v tabulce 9.

Tabulka 9. Hodnoty expozičního faktoru B

	Printon K	Printon R	Agfalith	Litholine
Obloukové světlo kolem 20 000 luxů	0,8	0,2	1,0	1,0
Umělé světlo kolem 20 000 luxů	5,0	0,8	3,0	3,0

Hodnoty této tabulky jsou relativní čísla, která se musí korigovat pro použitý reprodukční materiál podle zkušebního snímku.

Při reprodukci se počítá s expozicí na světla (s tzv. „dokončující expozicí“). Doba expozice na světla se určí podle vzorce $A \cdot B \frac{C}{100}$ = době expozice na světla („dotažení“) ve vteřinách při použité cloně 16,11 nebo 9. Expoziční faktor C , který je určen pro rozdíl objemu kontrastu skleněné sítě a předlohy, platí pouze pro určitou síť. Číselné hodnoty jsou sestaveny v tabulce 10 a znamenají procento z doby hlavní expozice s clonou 32.

Při použití předexpozice doporučuje se při expozičním systému Agfa - Rasterschlüssel dodržet tyto zásady. Pro síť jemné používat clonu pro předexpozici o jeden stupeň vyšší a pro síť hrubé stejnou clonu jako pro hlavní expozici. Doba předexpozice se má pohybovat od 2–2,5% doby hlavní expozice.

Tabulka 10. Hodnoty expozičního faktoru C pro síť 48 linek na cm

Rozdíl mezi rozsahem kontrastu sítě a předlohy	Ofset		
	16	11	9
0,0	.	0,5	.
0,15	.	1,0	.
0,30	.	2,0	.
0,45	4	2,0	.
0,60	4	4,0	.
0,75	.	4,0	2,0
0,90	.	4,0	4,0

3.44 Expoziční systém Agfa - Rasterschlüssel je možno použít a doporučit k provoznímu využití jen tam, kde jsou zavedeny do provozu odrazové denzitometry. Na našich pracovištích nelze tento systém doporučit k využití proto, že pracoviště nejsou vybavena odrazovými denzitometry. Systém vyžaduje na každém pracovišti zpracování spojnicových nomogramů pro každou hustotu sítě a její objem kontrastu a tabulkování expozičních faktorů.

3.5 Sovětský expoziční systém. Sovětský expoziční systém při síťové reprodukci s konstantním odstupem sítě, který se vypočte podle vztahu $\frac{r}{s} = 70$; odkud $r = 70 \cdot s$, kde s je zaokrouhlená strana síťového okénka. Výsledné hodnoty zaokrouhleného síťového odstupu jsou sestaveny do tabulky 11.

Tabulka 11. Hodnoty síťového odstupu

Hustota sítě	Strana síťového okénka	Síťový odstup v mm
24	0,208	14
30	0,167	12
34	0,147	10
40	0,125	9
48	0,104	7
54	0,092	6
60	0,083	5,5
70	0,071	5,0
80	0,063	4,0

Hodnota síťového odstupu odečtená v tabulce se opraví o vliv skleněné sítě. Expoziční systém odečítá od této teoreticky vypočtené hodnoty polovinu síly sítě, neboli sílu krycího skla ryté sítě, i když to neodpovídá teoretickým předpokladům.

3.51 Sestavení tabulek rozměrů clon

a) Pro reprodukci se dvěma clonami. Průměr velké clony vypočte se pro každý poměr zmenšení nebo zvětšení podle vzorce

$$d = \frac{s \cdot f(1 + m)}{k \cdot r}$$

kde k je síťový koeficient a rovná se při reprodukci na suchý materiál 0,75. Průměr malé clony musí být dvakrát menší než vypočtený průměr velké clony.

Expoziční systém doporučuje provést výpočet clon pro libovolnou liniaturu sítě. Podle přiložených tabulek bylo zjištěno, že velikost clon byla vypočtena pro síť 40 linek na centimetr. Velikosti clon byly udány jako průměr clon v milimetrech. Provedeným rozбором se dá zjistit, že velikost clon se pro jednotlivé poměry zmenšení nebo zvětšení liší, čímž není zaručena možnost využití konstantní expozice při reprodukci s libovolnými sítěmi. Důkazem toho je tento příklad: Z tabulky která je uveřejněna v Technologické instrukci pro chemigrafické procesy, se uvádí, že při poměru reprodukce 1 : 1 se volí při síťové reprodukci se dvěma clonami pro libovolnou síť velikost velké „zastřkovací clony“, 16,7 mm. Tato tabulka byla vypočtena pro síť 40 linek na centimetr podle vztahu

$$d = \frac{s \cdot f \cdot (1 + m)}{k \cdot r}$$

kde $s = 0,125$ mm, $f = 45$ mm, $k = 0,75$ mm, $r = 9$ mm.

Vypočteme-li však velikost „zastřkovací“ clony pro síť 80 linek na centimetr pro $s = 0,063$ mm a pro $r = 4$ mm, dostaneme, že průměr velké clony $d_v = 18,9$ mm. Rozdíl tedy činí 2,2 mm. K doplnění stačí provést rozbor ploch, kterými prochází světlo při průchodu objektivem. Při průměru clony 16,7 mm, odečtené z uveřejněných tabulek, dostaneme, že světlo prochází plochou objektivu $P_1 = 218,93$ mm², kdežto plocha, kterou prochází světlo při vypočteném průměru „zastřkovací“ clony pro liniaturu 80 linek na centimetr, je $P_2 = 280,41$ mm², což je rozdíl $R = 61,48$ mm².

Předpokládáme-li, že plochou P_1 prochází 100% světla, potom plochou P_2 bude procházet o 28% světla více, čímž také na výsledném negativu vzniká větší zčernání. Tato chyba vzniká proto, že do výpočtu je brán zaokrouhlený síťový odstup i strana síťového okénka.

Proto byl proveden výpočet velikosti clon pro jednotlivé poměry zmenšení nebo zvětšení pro sítě 24, 30, 34, 40, 48, 54, 60, 70, 80 linek na centimetr podle vztahu

$$d = \frac{s \cdot f \cdot (1 + m)}{k \cdot r}$$

Tabulka 12. Hodnoty clon

Poměr zmenšení nebo zvětšení	$d_v = \frac{s \cdot f \cdot (1 + m)}{k \cdot r}$	$n_v = \frac{f}{d_v}$	$d_m = \frac{1}{2} \cdot d_v$	$n_m = \frac{1}{2} \cdot n_v$
0,10	9,8	45,0	4,9	90,0
0,20	10,6	32,75	5,3	64,75
0,25	11,0	32,5	5,5	64,5
0,33	11,8	32,25	5,9	64,25
0,50	13,3	32,0	6,6	64,0
0,66	14,8	22,75	7,4	45,75
0,75	15,5	22,5	7,8	45,5
1,0	17,7	22,25	8,8	45,25
1,25	19,9	22,0	10,0	45,0
1,5	22,1	16,75	11,0	32,75
1,75	24,3	16,5	12,2	32,5
2,0	26,5	16,25	13,2	32,25
2,25	28,7	16,0	14,4	32,0
2,5	30,9	11,75	15,5	22,75
2,75	33,1	11,5	16,6	22,5
3,0	35,4	11,25	17,8	22,25
3,5	39,8	11,0	19,9	22,0
4,0	44,2	9,5	22,1	16,5

kde s a r byly voleny podle tab. 11, $k = 0,75$, $f = 450$ mm. Byly tak získány velikosti „zastřekovacích“ clon, které byly upraveny na hodnoty clonových čísel objektivu, aby tyto hodnoty bylo možno použít pro objektivy s různými ohniskovými vzdálenostmi. Z těchto výsledků byla sestavena konečná tabulka velikostí clon pro jednotlivé poměry zmenšení nebo zvětšení při reprodukci se dvěma clonami jako průměrná velikost vypočtených clon pro jednotlivé hustoty sítě. Velikosti clon z této tabulky je možné použít s mnohem menší chybou pro všechny uvedené sítě. Velikosti clon jsou sestaveny do tabulky 12.

Určení expozice. Správná expozice stanoví se zkušební reprodukcí šedé tabulky.

Aby byly výsledné negativy jednotné i při reprodukci originálů s různou hustotou, upravuje se doba expozice podle hustoty stínů reprodukováných originálů. Doba expozice se upravuje podle relativních čísel v tabulce 13.

Tabulka 13

Hustota stínů originálu	Relativní doba expozice
0,7	1,0
0,8	1,5
0,9	2,0
1,0	2,5
1,1	3,0
1,2	3,5
1,3	5,0
1,4	7,0
1,5	15,0
1,6	30,0

b) *Sestavení tabulek clon pro reprodukci s jednou clonou.* Průměr clony je vypočten také podle vztahu $d = \frac{s \cdot f \cdot (1 + m)}{k \cdot r}$, ovšem s tím rozdílem, že síťový koeficient k je volen podle tabulky 14.

Tabulka 14. Hodnoty síťového koeficientu

Hustota stínu originálu	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Síťový koeficient	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	1,0	1,05	1,15	1,2

Vypočtené clony (jejich průměry v milimetrech) byly upraveny podle vztahu

$d = \frac{f}{n}$ na $n = \frac{f}{d}$
 pro $f = 450$ mm a sestaveny do tabulky 15.

Tabulka 15

Optická hustota stínů originálu	Poměr zmenšení nebo zvětšení										
	0,20	0,25	0,33	0,50	0,67	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
0,7	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0	16,75	16,5	16,5	16,0	11,75
0,8	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0	16,75	16,5	16,25	16,0
0,9	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0	16,75	16,5	16,25
1,0	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0	16,75	16,5
1,1	45,25	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0	16,75
1,2	45,5	45,25	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25	22,0
1,3	45,75	45,5	45,25	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5	22,25
1,4	64,0	45,75	45,5	45,25	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75	22,5
1,5	64,25	64,0	45,75	45,5	45,25	45,0	32,75	32,5	32,25	32,0	22,75
1,6	64,5	64,25	64,0	45,75	45,5	45,25	45,0	32,5	32,5	32,25	32,0

Určení expozice. Provádí se zkušební reprodukcí šedé tabulky. Doba expozice se určí tak velká, aby se hustota 0,8 šedé tabulky reprodukovala ofsetovým „stínovým“ puntíkem. Pro vyšší hustoty stínů originálů se určují doby expozice relativně k této době expozice podle tabulky 16.

Tabulka 16

Hustota stínů originálu	Relativní doba expozice
0,8	1,0
0,9	1,5
1,0	2
1,1	3
1,2	4
1,3	6
1,4	9
1,5	12
1,6	16
1,7	20

U expozičního systému je třeba doplnit úpravu síťového odstupu o vliv síly sítě, protože odečtení poloviny síly skla neodpovídá teoretickým předpokladům, doplnit způsob a možnosti používání předexpoziční, provést přepočty na irisové clony a provést rozbor používání konstantní expozice.

Zavedení expozičního systému do provozu vyžaduje vybavení pracovišť odrazovými denzitometry.

4. Závěr

Z provedeného rozboru jednotlivých expozičních systémů a zkoušek podle nich provedených vyplývají tyto závěry:

a) Při dosavadním vybavení reprodukčních oddělení bude nejlépe vyhovovat pro suchý materiál při černobílé síťové reprodukci expoziční systém doporučený belgickou firmou Gevaert pro materiály Litholine 082, P82, 08, P8.

b) Provedené zkoušky ukázaly, že je možné tento expoziční systém s úpravou expoziční doby použít i pro jiné reprodukční materiály, na příklad filmy Typon-Reproline a Agfa Autolith.

c) Americké systémy jsou obdobné jako popsany způsob firmy Gevaert.

d) Expoziční systém sovětský, expoziční systém Agfa-Rasterschlüssel a expoziční systém Institutu grafických technik v Lipsku vyžadují dokonalou předběžnou přípravu. Systémy vyžadují zpracování tabulek, proměrování originálů odrazovými denzitometry, sestavování pomůcek apod.

Rozbor ukazuje, že není možné k reprodukci na suchý materiál přistupovat bez zájmu a bez teoretických znalostí, ale je třeba pro stabilizaci reprodukčních technologií využít všech nových poznatků o suchém reprodukčním materiálu a přistupovat k jeho zpracování se snahou docílit nejlepších výsledků, s nejmenšími ztrátami dovozního materiálu.

Literatura:

1. Gyga: Moderne chemigraphie in Theorie und Praxis.
2. Gevaert: Graphisches material.
3. Rebner: Die Bildwiedergabe mit dem Kreuzlinienraster, Fachhefte, No 2, 1958, str. 81-85
4. Marthaler: Die Entstehung des Rasterpunktes bei Vermendung eines Kreuzrasters, Fachhefte, No 4, 1958, str. 215-223.
5. Rebner: Die Bildwiedergabe mit dem Kreuzlinienraster, Fachhefte, No 5, 1957, str. 359-367.
6. Rebner: Die Bildwiedergabe mit dem Kreuzlinienraster, Fachhefte, No 1, 1958, str. 38-44.
7. Ist unsere Rasteraufnahmetechnik richtig?, Fachhefte, No 3, 1953, str. 82-88.
8. Stahl: Theoretische und praktische Probleme der Autotypie, Druck und Reproduktion, No, 7, 1955, str. 103-107.
9. Stahl: Theoretische und praktische Probleme der Autotypie, Druck und Reproduktion, No 8, 1955, str. 118-121.
10. Schubert: Wie können die Blendenzwischenwerte auf dem Objektivring übertragen werden?, Druck und Reproduktion, No 12, 1956, str. 188-190
11. Černyšev: Určení rozměrů obrazů a reprodukce originálů, Poligrafičeskoje proizvodstvo, No 8, 1953, str. 19-22.
12. Černyšev: Vliv ohniskové vzdálenosti objektivu na proces reprodukce, Poligrafičeskoje proizvodstvo, No 6, 1955, str. 10-12.
13. Technologické instrukce pro chemigrafické procesy v SSSR, str. 218-245.
14. Madam: The Halftone Screen and Ratio Line, Modern Lithography, 1958, No 1, str. 50-52
15. Bester: Fotoreprodukce, Varšava 1954.
16. Hajda: Optika a optické přístroje, 1956.

Zprávy technické knihovny VZÚ

Některé význačnější přírůstky knižních publikací v roce 1961

- Cimbálník M.
Tabulky pro řešení obou hlavních geodetických úloh. Elipsoid Krásovského.
- Zakatov P. S.
Tížnicové odchylky. (Geodetická gravimetrie).
Překl. 8 a 9. kapitoly knihy „Kurs vyššej geodezii“
(Přeložil Dr. Josef Vykutíl).
- Böhm J.
Vyšší geodesie.
- Vykutíl J.
Výpočet a vyrovnání délkově měřených sítí.
- Sborník výzkumných prací III.
Geodetický a kartografický sborník. Sv. 7. 1961.
- Horička J.
Polta 400#–360°. Tabulky pre výpočet polygóno-
vých ťahov. Stotinné a šesťdesiatinné delenie.
- Kraus V.
Návody pro kartoreprodukci. Část 2. Planografie.
- Klíř J.
Matematické stroje.
- Ashby, Ross W.
Kybernetika.
Školní zeměpisný atlas Československé socialistické republiky.
- Christov V. K.
Obščaja teorija primeněnyh v geodezii koordinat.
(Obecná teorie souřadnic použitých v geodesii).
- Burmistrov G. A.
Zadačnik po sposobu naimenšich kvadratov. (Sbírka
úloh z vyrovnání metodou nejmenších čtverců.)
- Lobanov A. N.
Fototriangulacija s primeněnjem elektronnoj vy-
čislitelnoj mašiny. (Fototriangulace s použitím elek-
tronického počítačového stroje.
Primenjajemyje metody opredělenija v poletě ele-
mentov vněšněgo orientirovanija. (Používané me-
tody určení prvků vnější orientace v letadle.)
- Zaruckaja I. P.
Metody sostavlenija reljefa na gipsometričeskich
kartach. (Metody zpracování reliéfu na hypso-
metrických mapách.)
Voprosy primeněniija kartografičeskich metodov pri
geografičeskich issledovanijach. (Otázky použití
kartografických metod při geografických výzku-
mech.)
- Bosse G.
Techničeskije sposoby sozdaniija kart. Čast 2. Spo-
soby razmnoženija kart. 2. izd. (Technické způsoby
zhotovování map. Díl 2. Způsoby rozmnožování
map.)
- Mil'kov F. N.
Slovar-spravočnik po fizičeskoj geografii. (Přruč-
ní slovník fyzicko-geografický.)
Kratkaja geografičeskaja enciklopedija. Tom 1.
Aare-Džafkovo. (Stručná geografická encyklopedie.
Díl 1.)
- Ščukin I. S.
Obščaja geomorfologija. Tom 1. (Všeobecná geomor-
fologie. Díl 1.)
- Zagarinskaja L. A. aj.
Laboratornyj praktikum po poligrafičeskim mate-
rialam. (Laboratorní praktika s polygrafickými ma-
teriály.)
- Cyganov M. N.
Osnovy fotografii i aerofotografii. (Základy foto-
grafie a letecké fotografie.)
- Dzikiewicz B.
Topografia.
- Bem S.
Rysunek map. (Kreslení map.)
- Ratkajski L. a Winid B.
Kartografia ekonomiczna. Metody opracowania map
gospodarczych. (Hospodářská kartografie. Metody
zpracování hospodářských map.)
Atlas swiata. (Atlas světa.) 2. wyd.
- Gerke K.
Basis München 1958. Anlage und Ausbau. (Základ-
na Mnichov 1958. Její projektování a vybudování.)

Sigl R. a Herzog H.

Europäisches Dreiecksnetz (RETRIG.) Basis München im Ebersberger Forst. Bericht über die endgültige Auswertung. (Evropská trigonometrická síť. Základna v Ebersberger Forst u Mnichova. Zpráva o konečném vyhodnocení.)

Kneissl M. a Kirschmer G.

Bericht über das Symposium für die Neuausgleichung der europäischen Triangulation vom 19. bis 24. April 1960 in Lissabon. (Zpráva o symposiu z dubna 1960 v Lisabonu o novém vyrovnání evropských triangulací.)

Gerke K.

Über Masstabsbestimmungen im westdeutschen Anteil des Hauptdreiecksnetzes. (O určení měřítka západoněmecké části evropské základní trigonometrické sítě.)

Kuntz E.

Über den Zusammenschluss trigonometrischer Netze mit verschiedenen geodetischen Grundlagen. (O spojení trigonometrických sítí s různými geodetickými základy.)

Gerke K.

Zur Berechnung und Ausgleichung von Streckennetzen. (K výpočtu a vyrovnání délkových sítí.)

Kneissl M.

Münchener Beiträge zur XII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik vom 25. Juli bis 6. August 1960 in Helsinki. (Mnichovské příspěvky ke XII. Valnému shromáždění Mezinárodní geodetické a geofyzikální unie z r. 1960 v Helsinkách.)

German S.

Das Postdamer Schweresystem. Seine Geschichte bei den internationalen Organisationen. (Postdamský tíhový systém. Jeho historie u mezinárodních organizací.)

Mühlig F.

Grundlagen und Beobachtungs-Verfahren der Astronomisch-geodätischen Ortsbestimmung. (Základy a měřické postupy astronomicko-geodetického určení místa pozorování.)

Lorentz J. a Brocks K.

Elektrische Messverfahren in der Geodäsie. (Elektrické měřické postupy v geodesii.)

Heindl R.

Vermessungstechnische Instrumente. Gebrauch, Prüfung und Berichtigung. 2. Aufl. (Měřické technické přístroje. Použití, zkoušení a opravy.)

König A. a Köhler H.

Die Fernrohre und Entfernungsmesser. 3. Aufl. (Dalekohledy a dálkoměry.)

Ewert H. L. a j.

Militärtopographie. Lehrbuch für Offiziere. (Vojsenská topografie. Učebnice pro důstojníky.)

Braum F.

Die numerisch-graphische gegenseitige Orientierung von Steilaufnahmen an den Stereogeräten I. Ordnung für beliebige Gelende- und Lückengestaltung. (Numericko-grafická vzájemná orientace strmých snímků na stereopřístrojích I. řádu pro libovolné uspořádání terénu a rozložení vřícovacích bodů.)

Seifers H.

Rechengerät Z 11 für geodetische Aufgaben. (Počítací stroj Z11 pro geodetické úlohy.)

Lautensach H.

Atlas zur Erdkunde. Grosse Ausgabe. 4. Aufl. (Zeměpisný atlas. Velké vydání.)

Wenschow Weltatlas. Kleine Ausgabe. (Wenschowův atlas světa. Malé vydání.)

Die Erde. Taschenatlas. 89. Aufl. (Země. Kapesní atlas.)

Meine K. H. a j.

Keyser's Taschenatlas der Luftfahrt. (Keyserův kapesní letecký atlas.)

Stier H. E. a j.

Westermanns Atlas zur Weltgeschichte. Vorzeit, Altertum, Mittelalter, Neuzeit. (Westermannův atlas k svět. dějinám. Právěk, starověk, středověk, novověk.)

Grosser historischer Weltatlas. Teil 1. Vorgeschichte und Altertum. Teil 3. Neuzeit. 3. Aufl. (Velký historický atlas světa. Díl 1. Právěk a starověk. Díl 3. Novověk.)

Putzger F. W.

Historischer Schulatlas. Von der Altsteinzeit bis zur Gegenwart. 77. Aufl. (Historický školní atlas. Od starší doby kamenné až po přítomnost.)

Eggert K. a j.

Politische und ökonomische Geographie. 3. Aufl. (Politický a hospodářský zeměpis.)

Compte rendu officiel du neuvième Congrès international des géomètres — Scheveningen et Delft, Pays-Bas 28 Aout- 4 Septembre 1958. (Úřední zpráva z 9. mezinárodního kongresu geometrů v Holandsku 1958.)

Barbier M. E.

Topographie. Théorie et pratique. 3 edit. (Topografie. Theorie a praxe.)

Atlas des formes du relief. (Atlas tvarů reliéfu.)