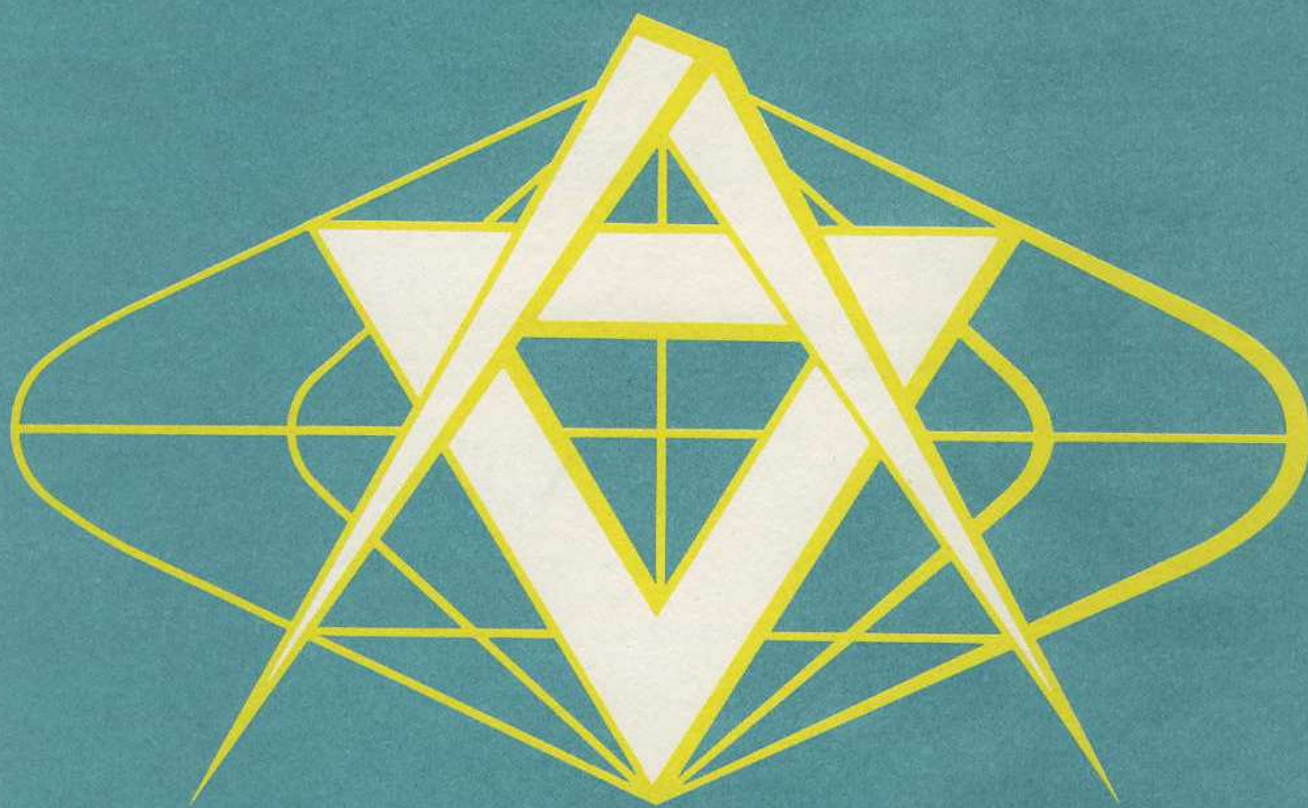


SBORNÍK TOPOGRAFICKÉ SLUŽBY



**VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

3/88

OBSAH

	Strana
Ing. Jaroslav Prachař, CSc.: Použitelnost astronomického univerzálu pro přesnou orientaci krátkých stran <i>Recenzent: prof. Ing. Jan Fixel, CSc.</i>	1
Pplk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.: Možné přístupy k prostorovému modelování charakteristik geomagnetického pole v různých měřítkách <i>Recenzent: prof. Ing. Jan Fixel, CSc.</i>	11
Pplk. Ing. Vladimír Silhan, CSc.: Možnosti zkvalitnění fotointerpretace vybranými metodami digitálního zpracování obrazů <i>Recenzent: plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc.</i>	17
Pplk. Ing. Vladimír Silhan, CSc.: Analýza plošného rozložení denzit kosmických snímků pro objektivizaci digitálního zpracování <i>Recenzent: plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc.</i>	24
Mjr. Ing. Karel Veselý: Objektivizace procesu ofsetového tisku využitím kontrolních proužků při tisku map <i>Recenzent: Ing. Alois Hofmann, CSc.</i>	30
Ing. Marta Simonová: Nové trendy ve fotochemickém průmyslu <i>Recenzent: pplk. Ing. Ervín Vrábek</i>	36
Miloš Malý: Elektronický psací stroj ROBOTRON S 6130 <i>Recenzent: pplk. Ing. Bohumil Vavřina, CSc.</i>	42

Ing. Jaroslav Prachař, CSc.

Použitelnost astronomického univerzálu pro přesnou orientaci krátkých stran

1. Úvod

Pro plnění některých odborných úkolů (např. pro zřizování směrových komparačních základů) neztrácí klasické měření azimutů astronomickým univerzálem ani dnes svůj význam. V dosud běžné praxi se astronomicky orientovaly vhodně volené směry, které se v terénu stabilizovaly dvěma měřickými značkami, osazenými zpravidla ve vzdálenosti větší než 5 km. Hlavním důvodem pro volbu poměrně dlouhých stran byla snaha dosáhnout toho, aby nedokonalá centrace přístroje a světelného terče (v mezích několika málo milimetrů) nezneškodila dosažitelnou přesnost v určení astronomického azimutu univerzálem. Kromě toho byla orientace dostatečně dlouhé strany výhodná i proto, že konstantní zaostření dalekohledu na nekonečno umožňuje přesnou pointaci jak hvězdy, tak i zaměřovaného cíle, a proto je možné měřit bez přeastřování dalekohledu.

Nicméně zaměřování těchto poměrně dlouhých stran má i některé nevýhody. K nim patří nutnost signalizovat cílovou značku v poměrně velké vzdálenosti od měřiče. Kromě toho je často obtížné dosáhnout optimální jas a takovou kvalitu obrazu světelného terče v zorném poli dalekohledu, aby pointace na cíl byla plně spolehlivá. Zvláště při měnícím se stavu ovzduší, a tím i viditelnosti, není obvykle snadné udržovat co nejlepší podmínky pro pointaci cíle po celou dobu měření. Z tohoto hlediska by bylo pro observátora nesporně výhodnější měřit na světelný terč ve vzdálenosti značně kratší, pokud možno pouze několik stovek metrů.

Do jaké míry by však byl použitelný pro přesnou orientaci krátkých stran astronomický univerzál, nebylo možné donedávna kvalifikovaně posoudit. Odpověď na tuto otázku dala teprve astronomická měření, uskutečněná na Báňské měřické základně (BMZ) Ostrava v roce 1985, která navíc umožnila získat představu o reálně dosažitelné přesnosti na základě výsledků měření dvěma astronomickými univerzály Wild T4 v průběhu sedmi pozorovacích nocí.

2. Poznatky a zkušenosti z přesné astronomické orientace krátké strany na BMZ Ostrava

Dřívější převažující názor, že astronomickým univerzálem je možné přesně orientovat pouze strany o délce srovnatelné se stranami trigonometrické sítě 1. až 3. řádu, měl své opodstatnění. Vycházel ze skutečnosti, že univerzály typu Wild T4 jsou konstrukčně vyřešeny pouze pro určování zeměpisných souřadnic a astronomických azimutů v základních astronomicko-geodetických sítích a jejich použití pro orientaci krátkých stran se nepředpokládá. Proto také tyto přístroje neumožňují:

1. přesnou centraci univerzálu nad stabilizovanou značkou;
2. snadné a rychlé přeastřování dalekohledu na krátké vzdálenosti.

Avšak v některých ojedinělých případech (jak tomu bylo i na BMZ Ostrava) se můžeme setkat s úkolem, který požaduje určit astronomický azimut značně krátké strany s přesností dosahovanou v základní astronomicko-geodetické síti. Na BMZ Ostrava to konkrétně znamenalo použít při měření takový postup, který by zaručil přesnost 0,5" v astronomické orientaci směru, stabilizovaného dvěma měřickými značkami, osazenými ve vzdálenosti 250 metrů.

Za této situace nebylo jiného východiska než použít i pro tuto zcela netypickou úlohu astronomický univerzál. Jeho zásadní předností před přesným triangulačním teodolitem je nejen vyšší přesnost v měření horizontálního úhlu, nýbrž hlavně možnost registrace okamžité polohy horizontální osy přesnou závěsnou libelou.

Za tohoto stavu se jako prvořadá ukázala nutnost vyřešit některé nové prvky v postupu měření, které by odstranily uvedené dva základní nedostatky univerzálu Wild T4 při orientaci krátkých stran.

První odlišností od běžné měřické praxe byla stabilizace obou koncových bodů orientované strany speciálně upravenými kovovými kónusy v betonových pilířích. Centrum těchto kónusů nebylo definováno běžně užívaným průsečíkem dvou vzájemně kolmých úseček, nýbrž svisle vyvrtným otvorem o průměru asi 0,5 mm, do něhož bylo možno zasunout jehlu v přesně svislé poloze.

Asi 8 cm nad takto upravené kónusy byly na oba pilíře osazeny a naprosto stabilně upevněny kovové kruhové kotouče o průměru asi 60 cm (shodném s průměrem betonových pilířů). Do horních ploch těchto kovových kotoučů byly vyfrézovány asi 6 mm hluboké drážky profilu V (vycházející ze středu směrem k okrajům pod úhly 120°) pro možnost nucené centrace jak univerzálu, tak i světelného terče (viz obr. 1).

Postavení všech tří obnažených kulových čepů stavěcích šroubů univerzálu i terče do vyfrézovaných drážek v kovové desce by mělo vymezit jejich teoreticky neměnnou polohu vzhledem k centru kónusu při každém zastaničení. Avšak praktické ověření ukázalo, že ani tato nucená centrace nezaručí při každém postavení univerzálu i světelného terče jejich naprosto shodnou polohu. Proto bylo nezbytné vždy před zahájením měření změřit teodolitem Theo 010 B zbytkové odchylky v kolmé složce jejich excentricity. Pro tento účel byly ve směru zaměřované spojnice vytyčeny ve vzdálenosti asi 3 metry od obou stabilizovaných koncových bodů dva pomocné body, nad nimiž byl provažovací teodolit Theo 010 B centrován, a tím i správně zařazen do určovaného směru. Tato značně krátká vzdálenost a třicetinásobné zvětšení dalekohledu provažovacího teodolitu umožnily spolehlivě odhadovat desetiny milimetru na pravítku kolmo postaveném ke směru záměry.

Vždy před zahájením měření (po horizontaci a upevnění terče i univerzálu) byly na milimetrové stupnici kolmo postaveného pravítka pomocí provažovacího teodolitu přečteny údaje odpovídající jednak poloze jehly zasunuté do otvoru kónusu, jednak středu světelného terče (popřípadě poloze svislé osy univerzálu). Rozdíl obou čtení (určený s přesností desetiny milimetru) představoval hodnotu kolmé složky excentricity (univerzálu i terče) a o ní byl výsledný azimut z jedné pozorovací noci početně korigován.

Použitím tohoto postupu pro velmi přesné určování a početní korigování tzv. „mikrocentrací“ se v zásadě podařilo vykompenzovat první nedostatek astronomického univerzálu, tj. nemožnost jeho přesného centrování nad stabilizovanou značkou. Pro eliminaci druhého nedostatku (spojeného s obtížností a pracností přeostřování) by teoreticky bylo možné nad kónusem pilíře č. 2 místo světelného terče zastaničit kolimátor.

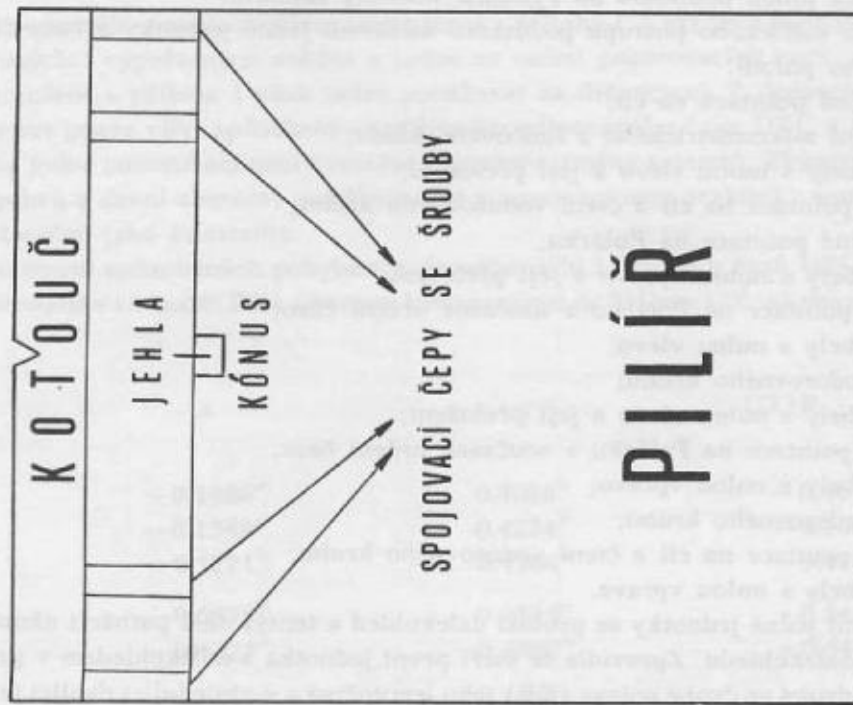
Pro dosažení požadované přesnosti bylo konečně třeba zajistit naprosto stabilní postavení univerzálu. To bylo díky velice solidnímu vybudování měřického pilíře č. 1 i upevnění kovového kotouče pro nucenou centraci univerzálu beze zbytku splněno.

Pokud jde o volbu měřické metody pro přesnou orientaci, pak při použití univerzálu přicházely v úvahu dvě. V případě, že by požadavek přesnosti v určení orientovaného směru $0,5''$ nebyl limitován značně krátkou vzdáleností, bylo by možné zvolit buď metodu průchodů hvězd vertikálem signálu, nebo metodu měření na Polárku (α UMi).

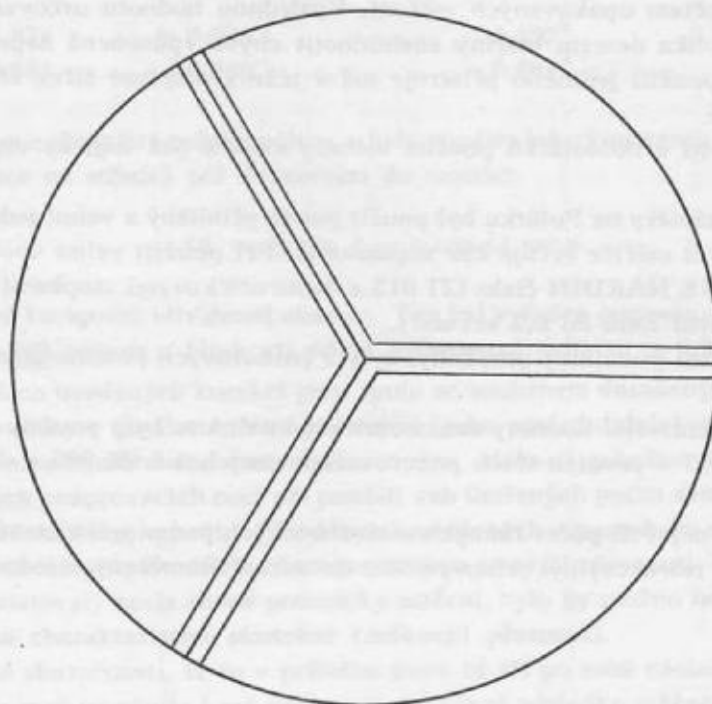
Jak již však bylo uvedeno, vynutila si značně krátká vzdálenost orientované strany určovat při každém postavení univerzálu i světelného signálu kolmou složku jejich excentricity. Z tohoto důvodu bylo také třeba upustit od původně předpokládané signalizace cíle kolimátorem, poněvadž by nebylo možné vzájemnou polohu cílové značky vzhledem k optické ose kolimátoru s přesností 0,1 mm snadno a rychle určit.

Z hlediska potřeby měřit kolmou složku excentricity se značně vysokou přesností se jako nejvýhodnější prostředek signalizace ukázal bodový světelný terč. Na druhé straně však značnou nevýhodou jeho použití na vzdálenost 250 m byla nutnost pracného a poměrně zdouhavého přeostřování posunem celého tělesa okuláru použitého univerzálu Wild T4. A právě skutečnost, že nebylo možné měřit na kolimátor, tedy bez přeostřování, definitivně ovlivnila i volbu měřické metody. Za tohoto stavu se jako nejvhodnější ukázala metoda měření na Polárku.

Podstata zvolené metody, jak známo, spočívá v přesném měření horizontálních úhlů, sevřených určeným směrem a směrem k okamžité poloze Polárky, u níž se určuje i čas pointace. Poslední měřenou veličinou je čtení obou okrajů bubliny na stupnici závěsné libely, umožňující početně korigovat sklon



POHLED ZE STRANY



POHLED SHORA

Obr. 1

horizontální osy univerzálu. Ten se zvláště u strmé záměry na Polárku přenesse v zeměpisných šířkách ČSSR více než plnou hodnotou do výsledné hodnoty azimutu.

U zvoleného měřického postupu pozůstává zaměření jedné jednotky z řady dílčích úkonů, vykonávaných v tomto pořadí:

1. předběžná pointace na cíl;
2. nastavení mikrometrického a limbového kladu;
3. čtení libely s nulou vlevo a její přeložení;
4. přesná pointace na cíl a čtení vodorovného kruhu;
5. předběžná pointace na Polárku;
6. čtení libely s nulou vpravo a její přeložení;
7. přesná pointace na Polárku a současné určení času;
8. čtení libely s nulou vlevo;
9. čtení vodorovného kruhu;
10. čtení libely s nulou vlevo a její přeložení;
11. přesná pointace na Polárku a současné určení času;
12. čtení libely s nulou vpravo;
13. čtení vodorovného kruhu;
14. přesná pointace na cíl a čtení vodorovného kruhu;
15. čtení libely s nulou vpravo.

Po dokončení jedné jednotky se proloží dalekohled a tentýž sled patnácti úkonů se vykoná znovu ve druhé poloze dalekohledu. Zpravidla se měří první jednotka s dalekohledem v první poloze (KL) jako pravotočivá a druhá ve druhé poloze (KP) jako levotočivá a v následující dvojici jednotek se jejich pořadí zamění. Tak získáme řadu dvojic azimutů, v nichž každý je změřen v jiné poloze dalekohledu. Teprve průměr hodnot z každé dvojice je zbaven všech přístrojových chyb včetně vlivu chyby kolimační.

Hlavní předností použité metody měření na Polárku je skutečnost, že chyby v určení času i zeměpisných souřadnic stanoviště se projeví v azimutech pouze nepatrným vlivem. V zeměpisných šířkách ČSSR způsobí nepřesnost v určení času 0,25 sekundy v nejnepříznivějším případě (tj. v blízkosti kulminace Polárky) chybu v azimutu $0,1''$. Stejnou maximální chybou v azimutu $0,1''$ se projeví chyba v zeměpisné délce $4''$ (rovněž v kulminaci α UMi) a chyba v zeměpisné šířce $3''$ (v maximální digresi α UMi).

Naopak hlavní nevýhodou použité metody měření je značná strmost záměry na Polárku, která svírá v zeměpisných šířkách ČSSR s rovinou horizontu úhel v mezích asi od $47^{\circ} 30'$ do $53^{\circ} 30'$. V důsledku této skutečnosti se chyba v určení sklonu horizontální osy při záměře na hvězdu přenesse do azimutu úměrně tangente vertikálního úhlu, tedy více než plnou hodnotou. Její nahodilá složka (tj. nepřesnost ve čtení údajů závěsné libely řádově v desetinách dílku) není při citlivosti asi $1''$ nebezpečná a lze ji výrazně potlačit větším počtem opakovaných měření. Výslednou hodnotu určovaného azimutu by však mohla v mezích až několika desetin vteřiny znehodnotit chyba způsobená nepravidelností čepů horizontální osy, která při použití jediného přístroje má v téže zeměpisné šířce charakter nepostižitelné systematické chyby stálé.

Z této analýzy předností a nedostatků použité metody měření pak logicky vyplynula tato praktická opatření:

1. Pro určování času záměry na Polárku byl použit pouze přibližný a velmi jednoduchý opticko-akustický postup, kdy na povel měřiče určuje čas zapisovatel. Při použití velmi spolehlivého chronometru švýcarské výroby ULYSSE NARDIN číslo 121 013 s dvouručičkovými stopkami typu Rattrapante byla zaručena přesnost v určení času do 0,2 sekundy.

2. Pokud to povětrnostní podmínky umožnily, byly v jednotlivých pozorovacích nocích měřeny série o větším počtu jednotek.

3. K určení co nejspolehlivější hodnoty astronomického azimutu byly použity dva astronomické univerzály Wild T4, č. 80 957 v prvních třech pozorovacích nocích a č. 86 989 v dalších čtyřech pozorovacích nocích.

Ve snaze vystřídat co největší počet různých atmosférických podmínek a stavů ovzduší (a tím maximálně potlačit vliv boční refrakce) byl celkový počet devadesáti zaměřených jednotek rozložen do sedmi pozorovacích nocí.

3. Dosažené výsledky

Konkrétní výsledky popsaného postupu měření jsou patrné z přílohy 1, v níž jsou na výstupu z počítače shrnuty hodnoty měřených i vypočtených veličin z jedné ze sedmi pozorovacích nocí.

Výsledné hodnoty uvedené v příloze 1 však nelze považovat za definitivní. Z dodatečně zaváděných korekcí je v nich zahrnut pouze vliv, způsobený rozdílem koordinovaného času UTC a času rotačního UT1R, který v průběhu jedné pozorovací noci vyvolává proměnné změny azimutů. Zbývající dvě korekce (z polohy světového pólu a z denní aberace) se během celé pozorovací noci prakticky nemění, a proto je účelné je zavádět dodatečně jako konstanty.

Pro výpočet změn azimutů způsobených pohybem světového pólu i rozdílem časů UTC a UT1R byly použity hodnoty publikované v cirkuláři BIH (Bureau International de l'Heure). Z tabelovaných údajů

Date (0 ^h UTC) 1985	x	y	UT1R - UTC
MAY 24.	-0.1466"	0.4086"	-0.40163 s
MAY 29.	-0.1348"	0.4234"	-0.40885 s
JUN 3.	-0.1221"	0.4364"	-0.41607 s
JUL 3.	-0.0375"	0.4845"	+0.54839 s
JUL 8.	-0.0222"	0.4886"	+0.54492 s
AUG 12.	+0.0928"	0.4906"	+0.52250 s
AUG 17.	+0.1088"	0.4867"	+0.51900 s

bylo třeba nejprve lineární interpolací vypočíst hodnoty vztahené ke střednímu času pozorovací noci, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Datum 1985	x	y	UT1R - UTC
V. 28,940	-0,135"	0,423"	-0,41 s
V. 29,855	-0,133"	0,426"	-0,41 s
VII. 4,916	-0,032"	0,486"	+0,55 s
VII. 5,901	-0,029"	0,487"	+0,55 s
VII. 6,838	-0,026"	0,488"	+0,55 s
VIII. 12,871	+0,096"	0,490"	+0,52 s
VIII. 13,851	+0,099"	0,489"	+0,52 s

Takto určené souřadnice okamžité polohy pólu x, y byly použity jako konstanty pro příslušnou pozorovací noc k výpočtu redukce na střední pól dosažením do rovnice

$$dA = (x \sin \lambda - y \cos \lambda) \sec \varphi.$$

Jako poslední zbývá korigovat vliv denní aberace. Ten byl vyřešen opravou, která dosahuje pro hvězdu α UMi (vzhledem k její poloze v blízkosti pólu) konstantní velikost $+0,32''$.

Číselné hodnoty všech uvedených korekcí jsou spolu se souhrnem dosažených výsledků z jednotlivých pozorovacích nocí uvedeny v tabulce 1. V ní je rovněž (jako poslední dole) zapsána vyrovnaná hodnota astronomického azimutu zaměřeného pozemního směru, získaná jakožto obecný aritmetický průměr z výsledků jednotlivých pozorovacích nocí při použití vah úměrných počtu zaměřených jednotek. Střední chyba takto vyrovnané veličiny, vypočtená z odchylek uvedených v posledním sloupci tabulky 1, postihuje vliv různých podmínek měření, a tudíž je charakteristikou i vnější přesnosti. Pokud by v každé ze sedmi pozorovacích nocí existovaly zcela různé podmínky měření, bylo by možno hodnotu střední chyby $0,29''$ považovat za blízkou charakteristice skutečné (celkové) přesnosti.

Avšak vzhledem ke skutečnosti, že se v průběhu dvou až tří po sobě následujících pozorovacích nocí podmínky měření výrazně neměnily (což prokazují dosažené výsledky měření shrnuté v tabulce 1), ne-

Tabulka 1

Datum měření	Astronomický univerzální číslo	Počet jednotek	Vyrovnaná hodnota měřených azimutů	Korekce z exc. postavení	Korekce z denní aberace	Korekce z polohy pólu	Výsledek pozorovací noci	Oprava z vyrovnání
28. 5. 1985	80957	14	6° 53' 16,34" ± 0,34"	0,00	+ 0,32	- 0,69	6° 53' 15,97" ± 0,34"	+ 1,03
29. 5. 1985	80957	4	6° 53' 16,10" ± 0,31"	+ 0,25	+ 0,32	- 0,69	6° 53' 15,98" ± 0,31"	+ 1,02
4. 7. 1985	80957	14	6° 53' 18,61" ± 0,31"	- 0,50	+ 0,32	- 0,73	6° 53' 17,70" ± 0,31"	- 0,70
5. 7. 1985	86989	18	6° 53' 18,14" ± 0,24"	+ 0,08	+ 0,32	- 0,73	6° 53' 17,81" ± 0,24"	- 0,81
6. 7. 1985	86989	10	6° 53' 17,78" ± 0,26"	0,00	+ 0,32	- 0,73	6° 53' 17,37" ± 0,26"	- 0,37
12. 8. 1985	86989	18	6° 53' 16,62" ± 0,26"	+ 0,17	+ 0,32	- 0,68	6° 53' 16,43" ± 0,26"	+ 0,57
13. 8. 1985	86989	12	6° 53' 17,37" ± 0,34"	0,00	+ 0,32	- 0,67	6° 53' 17,02" ± 0,34"	- 0,02

Výsledná hodnota azimutu ze sedmi nocí 6° 53' 17,00" ± 0,29"

musí být pro odhad skutečné přesnosti dosažená střední chyba 0,29" zcela výstižným a spolehlivým ukazatelem.

Skutečnost, že z devadesáti zaměřených jednotek dvěma astronomickými univerzálami v sedmi pozorovacích nocích byla určena hodnota astronomického azimutu východního směru BMZ v Ostravě se střední chybou 0,29", lze považovat za výsledek nad očekávání příznivý. Dosažení vyšší přesnosti v astronomické orientaci značně krátké strany, než jaká se dosahuje u nesrovnatelně delších stran v astronomicko-geodetických sítích, lze vysvětlit souhrnným působením vesměs příznivých vlivů, mezi něž nesporně patří:

- vysoká stabilita velmi dobře vybudovaných pilířů i osazení přesně signalizovatelných měřických značek na bodě číslo 1 i 2;
- velmi dobrý technický stav obou použitých astronomických univerzálů Wild T4;
- velmi pečlivé určování mikrocentrací s přesností na desetinu milimetru jak svislé osy univerzálu, tak světelného terče před každým měřením;
- praktické měřické zkušenosti observátora z přesných úhlových i astronomických měření;
- bezchybné určování časů i zapisování měřených veličin oběma zapisovateli.

Spolehlivost použitých astronomických univerzálů i dosažených výsledků měření lze prokázat i na některých dalších skutečnostech.

1. Pokud bychom vzájemně srovnávali celkově dosažené výsledky oběma univerzálami, dostaneme tyto velmi blízké hodnoty:

80 957: $A = 6^{\circ} 53' 16,73'' \pm 0,61''$ (z 32 jednotek ve 3 nocích);

86 989: $A = 6^{\circ} 53' 17,14'' \pm 0,32''$ (z 58 jednotek ve 4 nocích).

2. Ještě výraznější je shoda ve výsledcích pozorovacích nocí ze 4. a 5. července 1985, v nichž byly použity různé univerzály:

80 957: $A = 6^{\circ} 53' 17,70'' \pm 0,31''$ (ze 14 jednotek 4. VII. 1985);

86 989: $A = 6^{\circ} 53' 17,81'' \pm 0,24''$ (z 18 jednotek 5. VII. 1985).

3. Z údajů shrnutých v tabulce I je dále patrné, že výsledky dosahované ve dvou až třech po sobě následujících nocích jsou vzájemně velmi blízké. K jejich nesrovnatelně větším změnám však dochází po delším, asi šestidenním časovém odstupu.

Tuto skutečnost lze vysvětlit převážně změnami podmínek atmosférických, které se zřejmě v lesním průseku, jímž záměra na cíl prochází, v průběhu několikadenního ustáleného stavu počasí prakticky nemění. Z řady pravděpodobných příčin dosti výrazných rozdílů ve výsledcích měření z konce května a začátku července nelze zcela vyloučit ani možnost nepravidelných časových změn ve vzájemné poloze obou pilířů, dosahujících ve směru kolmém k jejich spojnici řádově milimetrových hodnot.

4. Závěr

Jedním z nejcennějších poznatků z vykonaných měření na BMZ v Ostravě je zcela jednoznačně prokázaná použitelnost astronomického univerzálu Wild T4 pro přesnou orientaci i značně krátkých stran. Tím se nabízí možnost další využitelnosti tohoto nesporně vysoce přesného přístroje v sítích o značně krátkých stranách, a to nejen pro měření orientovaných směrů, nýbrž i pro velmi přesná měření úhlová. Nutnost doplnit běžnou měřickou praxi o některé nové prvky (tj. přesné určování mikrocentrací a poněkud méně pohotovostně přeostřování) je na druhé straně vyvážena vysokou dosažitelnou přesností.

Za zajímavé a přínosné lze rovněž považovat zjištění, že výsledky měření dvěma různými univerzálami jsou prakticky shodné. Z něho je možné učinit závěr, že chyby způsobené nepravidelností čepů horizontální osy se u univerzálů Wild T4 neprojeví výrazným systematickým vlivem, který by znatelně zhoršil přesnost zaměřených astronomických azimutů.

Literatura:

- [1] BLAŽKO, S. N.: Praktická astronomie. Praha 1956.
- [2] BUCAR, E.: Geodetická astronomie 1. Praha 1963.
- [3] FIXEL, J.: Geodetická astronomie 2. Brno 1977.
- [4] LUKES, J.: Základy geodetické astronomie. Praha 1954.
- [5] NIETHAMMER, T.: Die genauen Methoden der astronomisch-geodätischen Ortsbestimmung. Překlad do ruš. Moskva 1958.
- [6] PRACHAŘ, J.: Astronomický univerzál Wild T4 a možnosti jeho použití. In: Voj. topogr. Obz., 1964, č. 2.
- [7] Universal-Instrument Wild T4. [Firemní publikace.] Heerbrugg 1947.

Došlo 11. 9. 1988

VYSLEDKY MĚŘENÍ AZIMUTU ASTRONOMICKÝM UNIVERZÁLEM

W I L D - T 4 ČÍSLO 86989

SOUBAŘNICE STANOVISTE B = 49 50 17 L = 18 8 46

DATUM ZACÁTKU MĚŘENÍ 5. 7. 1985

POLOHA	T (SEC)	UHEL	A Z I M U T
KL	20 71 38.4	185 26 58.7	6 53 15.4
KP	27 45 57.7	186 22 42.0	6 53 18.1
PRŮMĚR Z MĚŘENÍ V OBOU POLOHÁCH			6 53 16.8
KL	21 15 45.1	185 14 11.2	6 53 18.6
KP	21 1 42.3	186 18 8.1	6 53 18.7
PRŮMĚR Z MĚŘENÍ V OBOU POLOHÁCH			6 53 18.6
KL	21 28 52.5	185 17 37.2	6 53 18.2
KP	21 47 11.3	186 5 54.9	6 53 20.3
PRŮMĚR Z MĚŘENÍ V OBOU POLOHÁCH			6 53 19.2
KL	22 18 43.5	185 58 24.4	6 53 17.4
KP	22 3 4.6	185 2 1.5	6 53 19.4
PRŮMĚR Z MĚŘENÍ V OBOU POLOHÁCH			6 53 18.4
KL	22 30 18.5	185 55 54.1	6 53 16.7
KP	22 45 15.0	185 52 54.9	6 53 17.8
PRŮMĚR Z MĚŘENÍ V OBOU POLOHÁCH			6 53 17.2

VYSLEDKY MERENI AZIMUTU ASTRONOMICKYM UNIVERZALEM

K I L D T 4 GISLO 86989

SOURADNICE STANOVISTE B = 49 50 17 L = 18 8 46

DATUM ZACATKU MERENI 5. 7. 1985

POLOHA	T [SEC]	UHEL	A Z I M U T
KL	23 15 33.7	185 47 34.0	6 53 15.7
KP	23 2 2.9	185 49 51.8	6 53 19.4
PRUMER Z MERENI V OBOU POLOHACH			6 53 17.5
KL	23 31 43.1	185 45 14.1	6 53 18.5
KP	23 46 21.5	185 43 22.7	6 53 19.1
PRUMER Z MERENI V OBOU POLOHACH			6 53 18.8
KL	0 15 7.3	185 40 30.9	6 53 17.8
KP	0 1 38.2	185 41 44.7	6 53 20.0
PRUMER Z MERENI V OBOU POLOHACH			6 53 18.9
KL	0 31 9.6	185 39 24.6	6 53 17.0
KP	0 44 8.1	185 38 49.2	6 53 18.6
PRUMER Z MERENI V OBOU POLOHACH			6 53 17.8

VYROVNANA HODNOTA AZIMUTU Z MERENI 18 JEDNOTEK

A = 6 53 18.14 STREDNI CHYBA MCAJ = 0.24

KOREKCE Z EXCENTRICKEHO POSTAVENI DA = 0.08

Možné přístupy k prostorovému modelování charakteristik geomagnetického pole v různých měřítkách

Úvod

S rozšiřováním technických možností pro využití geofyzikálních polí k navigaci prostředků různého určení [1] jsou nově řešeny otázky informačního a datového zabezpečení, adekvátního modelování charakteristik geomagnetického pole (GMP) vzhledem k různým uživatelským požadavkům.

Zpracování a vyjádření povrchových charakteristik GMP je spjato s tradičními postupy magnetické kartografie [2] a metodami geofyzikální interpretace geologické reality [3].

Možnosti prostorového modelování GMP uvedené v článku vycházejí z analogie mezi potenciálem pole gravimetrického a geomagnetického.

1. Globální model GMP

Vektor intenzity GMP \vec{T} (totální vektor) lze považovat za gradient skalární potenciálové funkce U za podmínky, že Poissonova rovnice této funkce

$$\Delta U = 4\pi\kappa\vec{T} \quad (1)$$

bude studována ve vzduchoprázdném prostředí, kde pro magnetickou susceptibilitu platí, že $\kappa = 0$. Tím (1) přechází v Laplaceovu rovnici:

$$\Delta U = 0, \quad (2)$$

což znamená, že U je pak harmonickou funkcí se všemi důsledky pro tuto vlastnost, plynoucími z teorie potenciálu [4], [5].

Na základě výsledků povrchových a družicových měření charakteristik GMP lze určit koeficienty rozvoje GMP do sférických funkcí a prostřednictvím této řady popsat prostorové rozložení potenciálu GMP:

$$U = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n r^n (c_n^m \cos m\lambda + d_n^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta), \quad (3)$$

kde

- r — průvodič ze středu náhradní koule k studovanému bodu P ,
- c_n^m, d_n^m — koeficienty rozvoje stupně n , řádu m ,
- $P_n^m(\cos \theta)$ — přidružený Legendreův polynom stupně n , řádu m ,
- θ, λ — polární vzdálenost k průvodiči r a zeměpisná délka bodu P .

Protože platí

$$\vec{T} = -\text{grad } U \quad (4)$$

a dále, že parciální derivace funkce $\text{grad } U$ ve směru souřadnicových os x, y, z jsou složkami X, Y, Z totálního vektoru \vec{T} ,

$$\vec{T} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2},$$

lze prostřednictvím příslušného datového a programového aparátu určit hledané navigační charakteristiky GMP.

Ze vztahu (4) plyne možnost výpočtu povrchových charakteristik GMP za podmínky

$$r = R$$

nebo výpočtu hodnot v okolozemském prostoru při

$$r = R + h,$$

kde

- R — poloměr náhradní koule (tělesa Země),
 h — výška nad náhradním tělesem.

Dále lze pro využití dalších modelů GMP vypočítat gradienty veličin, vyjadřující změnu veličiny např. se změnou výšky h vzhledem k veličinám vztaheným k referenční ploše.

Při údržbě aktuálnosti datové báze je třeba uvažovat proměnnost koeficientů c_n^m , d_n^m s časem, která se vyjadřuje derivacemi těchto koeficientů podle času.

Soubor těchto koeficientů je součástí charakteristik referenčních modelů GMP, např. IGRF-80 (International Geomagnetic Reference Field pro epochu 1980,0).

2. Lokální a regionální modely GMP

Pro lokální nebo regionální GMP v rozsahu stovek či tisíců km^2 lze prostorové modelování pole uskutečnit prostřednictvím prvního hraničního, tzv. Dirichletova problému teorie potenciálu, a to řešením pomocí Poissonova integrálu buď pro kouli nebo rovinu, nahrazující těleso Země.

Vzhledem k tomu, že veličiny GMP v jednotkách SI představují velká čísla, která by ztěžovala výpočet, dále s ohledem na interpretační praxi i analogii s tíhovým polem je vhodné rozdělení charakteristik GMP na část normální a anomální:

$$\Delta \vec{T} = \vec{T} - \vec{T}_n, \quad (5)$$

- kde
 \vec{T} — měřený totální vektor GMP,
 \vec{T}_n — jeho normální (teoretická) hodnota,
 $\Delta \vec{T}$ — anomálie vektoru \vec{T} .

Analogicky se označí potenciály GMP jako

- U — skutečný,
 U_n — normální potenciál.

Úloha spočívá v určení charakteristik GMP v bodě P nad Zemí za dvou podmínek:

- jsou dány povrchové hodnoty GMP (výška $h = 0$), určené klasickým mapováním;
- jsou dány hodnoty GMP na referenční ploše, ve velké výšce h , určené družicovým snímáním GMP.

Pro oba případy lze řešení uskutečnit několika způsoby:

- prostřednictvím normálního vzorce vektoru GMP a s použitím aktuálního normálního gradientu určit \vec{T}_n v bodu P ;
- analytickým pokračováním harmonické funkce $\Delta \vec{T}$ vzhůru (dolů) určit anomální hodnoty v bodu P z veličin, daných podmínkami a) nebo b);
- podle vztahu (5) určit hodnoty totálního vektoru v bodu P , tj. veličiny \vec{T}_p .

Poissonův integrál lze použít za předpokladu, že $\Delta \vec{T}$ je harmonickou funkcí.

Platí:

$$\begin{aligned} \vec{T} &= -\text{grad } U, \\ \vec{T}_n &= -\text{grad } U_n. \end{aligned} \quad (6)$$

Za předpokladu, že je $\kappa = 0$, platí pro takové GMP Laplaceova rovnice

$$\Delta U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0 \quad (7)$$

a obdobně platí také pro $\Delta U_n = 0$.

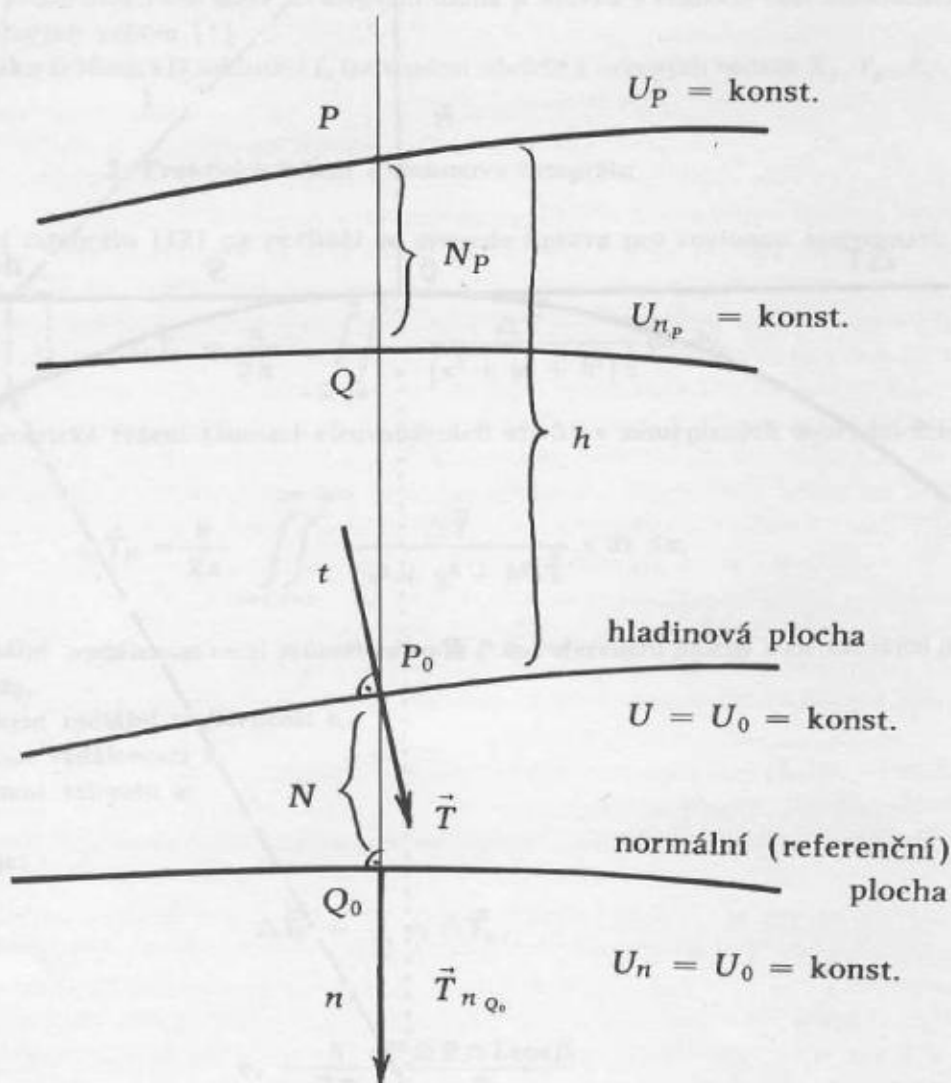
Tato skutečnost umožňuje samozřejmě také další aplikační vývody, jako např. použití Brunsova vzorce pro stanovení metriky vzájemného průběhu dvou ekvipotenciálních ploch GMP (jedna z nich může být normální).

Platí:

$$P = U - U_n, \quad (8)$$

kde

P — poruchový potenciál GMP.



Obr. 1. Ekvipotenciální plochy GMP; t — silokřivka GMP — normála k reálné ploše U ; n — normála k normální ploše U_n

Vzdálenost N dvou ekvipotenciálních ploch GMP je potom dána

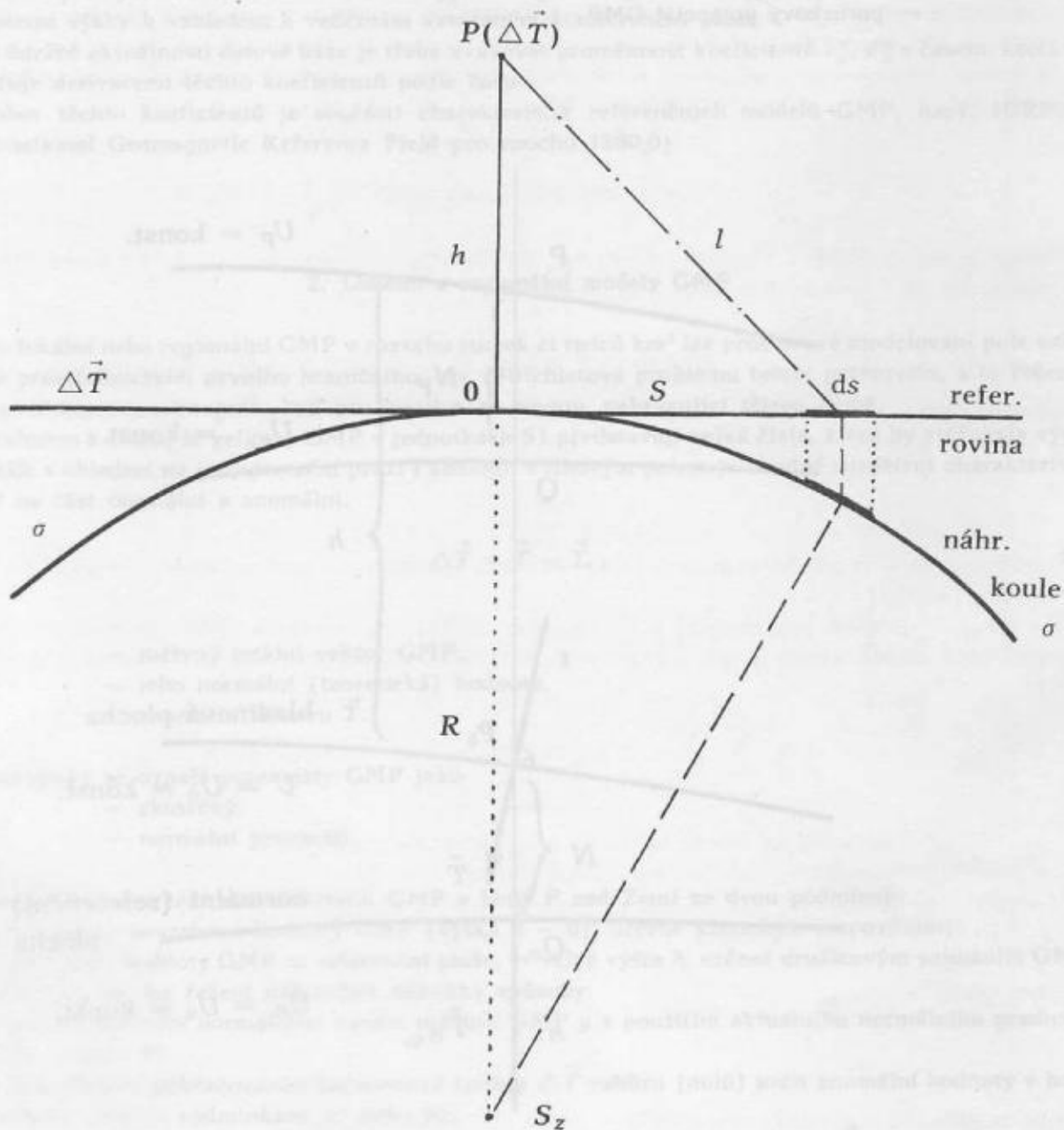
$$N = \frac{P}{T_n} \quad (9)$$

a dále platí analogicky k poruchovému potenciálu tíhového pole:

$$\Delta T = \frac{\partial P}{\partial h} + \frac{1}{T} \cdot \frac{\partial T_n}{\partial h} \cdot P, \quad (10)$$

což je ekvivalentní vztahu pro výpočet ΔT_p ve výšce h :

$$\Delta T_p = \frac{\partial P}{\partial h} + \frac{\partial T_n}{\partial h} \cdot N_p. \quad (11)$$



Obr. 2. Rovinná aproximace Poissonova integrálu

Vztahy (10, 11) představují základní rovnice pro popis GMP ve vnějším prostoru při $\kappa = 0$.

Řešení prostřednictvím Poissonova integrálu je výhodné vzhledem ke skladbě současných datových bází a existující programové výbavě pro numerickou integraci elementárních vlivů anomálního tíhového pole.

Základní vztah pro analytické pokračování harmonické funkce $\Delta \vec{T}$ vzhůru (dolů) pro náhradní kouli:

$$\Delta \vec{T}_p = \frac{R(r^2 - R^2)}{4\pi} \iint_0 \frac{\Delta \vec{T}}{l^3} d\sigma, \quad (12)$$

kde podle obr. 2

- R — poloměr náhradní koule,
- $r = R + h$ — průvodič,
- σ — povrch náhradního tělesa, $d\sigma$ jeho elementární část,
- l — vzdálenost od plošného elementu $d\sigma$ k bodu P ,
- $\Delta \vec{T}$ — anomálie totálního vektoru GMP na referenční ploše (jedna z možností a/, b/).

Vztah (12) lze aplikovat na složky ΔX , ΔY , ΔZ anomálie totálního vektoru $\Delta \vec{T}$. Výpočetní řešení je shodné; programové řešení je univerzální. Uvedené složky jsou základními veličinami při navigaci prostředků v prostoru prostřednictvím GMP. Navigační úloha je řešena v reálném čase korelační analýzou měřených a modelových veličin [1].

Další veličiny pole, jako deklinaci D , inklinaci I , lze snadno odvodit z určených hodnot X_p, Y_p, Z_p .

3. Praktické řešení Poissonova integrálu

Pro praktické řešení integrálu (12) na počítači se provede úprava pro rovinnou aproximaci:

$$\Delta \vec{T}_p = \frac{h}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta \vec{T}}{(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} dx dy. \quad (13)$$

Převod (13) na numerické řešení (sumaci elementárních vlivů) v zeměpisných souřadnicích B, L :

$$\Delta \vec{T}_p = \frac{h}{2\pi} \iint_{\alpha=0}^{2\pi} \int_{s=0}^{\infty} \frac{\Delta \vec{T}}{(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot s ds d\alpha, \quad (14)$$

kde

- s — radiální vzdálenost mezi průmětem bodu P do referenční plochy a elementární plochou $dx dy$,
- ds — element radiální vzdálenosti s ,
- α — azimut vzdálenosti s ,
- $d\alpha$ — element azimutu α .

Vlastní sumace pak je:

$$\Delta \vec{T}_p = \sum_k c_k \Delta \vec{T}_k, \quad (15)$$

kde

$$c_k = \frac{h}{2\pi} \frac{R^2 \Delta B \Delta L \cos B_k}{l^3},$$

přičemž

$$R^2 \Delta B \Delta L \cos B_k = \text{plošný element } dx dy \text{ s hodnotou } \Delta \vec{T},$$

$$l = \sqrt{x^2 + y^2 + h^2}.$$

Sumace probíhá do optimální vzdálenosti s od bodu 0 s ohledem na požadovanou přesnost v určení $\Delta \vec{T}_p$. Její řád lze předem určit podle [5] a zadat ji v algoritmu výpočetního programu.

Výchozími údaji rozšířeného registru geomagnetických údajů REMAGNE jsou:

- střední hodnoty charakteristik GMP pro standardní plochy ($\Delta B \times \Delta L$), o velikosti např. $10' \times 15'$, ukládaných po listech map 1 : 1 000 000;
- zadání výšek h_i pro výpočet ΔT_{p_i} (např. pro 1, 2, 5, 10, 20 km);
- zadání rozsahu zpracovávané plochy.

Výpočet úplných veličin GMP, tj. určení normálních hodnot \vec{T}_n pro body P_i a jejich součet s anomálními hodnotami $\Delta \vec{T}_{p_i}$, lze řešit současně.

Současně lze také určovat lokální vertikální gradienty veličin GMP, např. $\partial T / \partial h$ ($\partial X / \partial h$ atd.). Výsledkem jsou sítě odvozených údajů GMP pro zvolené výšky h_i v prostoru nad Zemí. U družicových dat GMP se postupuje obdobně, ale s opačným znaménkem u h_i , až na charakteristickou srovnávací rovinu, proloženou střední nadmořskou výškou h_0 .

Určená data \vec{T}_i , resp. (X_i, Y_i, Z_i) , lze uložit do registru nebo analytickou kresbou vyhotovit v zadaném měřítku mapy izochar veličin GMP.

Závěr

Uvedený způsob extrapolace veličin GMP byl prakticky odzkoušen a popsán na případě tíhového pole [6]. Současný technický rozvoj navigačních prostředků vychází apriorně z předpokladu existence digitálních modelů geofyzikálních polí a jejich datovýchází. Dosažený stav připravenosti umožňuje zabezpečení perspektivních požadavků uživatelských oblastí.

Literatura:

- [1] BELOGLAZOV, I. N. — DŽANŽGAVA, G. J. — ČIGIN, G. P.: Osnovy navigacii po geofizičeskim poljam. Moskva, Nauka 1985.
- [2] KOLESOVA, V. I.: Analitičeskije metody magnitnoj kartografii. Moskva, Nauka 1985.
- [3] GRUNTORAD, J.: Principy metod užité geofyziky. Praha, SNTL, ALFA 1985.
- [4] JANOVSKIJ, B. M.: Zemnoj magnetizm. Leningrad, Izdatel'stvo Leningradskogo Universiteta 1978.
- [5] HEISKANEN, W. A. — MORITZ, H.: Physical geodesy. S. Francisco — London, Freeman 1967.
- [6] DUŠATKO, D.: Analytické pokračování charakteristik tíhového pole vzhůru. [Kandidátská disertace. Část 2.] Praha 1975. — Geofyzikální ústav ČSAV.

Došlo 9. 2. 1988

Možnosti zkvalitnění fotointerpretace vybranými metodami digitálního zpracování obrazů

1. Úvod

Metody a prostředky digitálního zpracování obrazových informací jsou z hlediska topograficko-geodetického zabezpečení velice perspektivní. Jejich význam a možnosti využití porostou se zdokonalováním systémů výpočetní, záznamové a obrazové techniky. Již v současné době v ČSSR takovéto prostředky existují, proto je účelné se alespoň experimentálně jejich využitelností zabývat. Umožňují totiž zdokonalit fotointerpretaci snímků, např. snížením zrnitosti obrazu, změnou kontrastu, změnou strmosti i celého průběhu charakteristické křivky, falešně barevným tónováním černobílých obrazů atd. Kromě toho je s použitím těchto metod možné provádět zvýraznění rozhraní plošných a čárových prvků a excerpce vybraných prvků obsahu mapy. Těmito i dalšími možnostmi analytické klasifikace se prostředky digitálního zpracování obrazů postupně stávají účinným nástrojem automatizovaného zpracování topografických a speciálních map, založeného na digitalizaci prvotních snímkových podkladů. Jako výchozích zdrojových obrazů bylo použito černobílých kosmických snímků. Pro zabezpečení potřebné objektivizace a standardizace interpretace obrazů kosmických nebo leteckých snímků je nutné předem eliminovat fotometrické degradace působící v procesu pořizování snímků, viz např. [8].

Ověření jednotlivých zvolených postupů digitálního zpracování obrazů bylo provedeno na zařízení PERICOLOR 2000 E v Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV. Vstupní geometricky homogenní datový soubor pořizovaný pomocí digitální kamery HAMAMATSU je omezený rozsahem 512×512 prvků a formátem 300×300 mm. Výpočetní systém má k dispozici 8 obrazových pamětí zobrazitelných na barevném monitoru, 2 nezobrazitelné a grafickou paměť pro ukládání doprovodných grafických informací složenou ze 4 nezávislých jednotlivých řezů 512×512 . Obraz může být doplněn z generátoru znaků alfanumerickými a semigrafickými informacemi, což bylo využito pro titulování registrovaných obrazů. Komunikace se systémem se provádí s využitím několikaúrovňového uživatelského menu pomocí klávesnice a tzv. track-ballu, který zrychluje možnosti dialogové komunikace. Pro uchování dat se používají dvojice dvoustranných 8" disket s dvojitou hustotou záznamu a s kapacitou 1 Mbyte a pevný disk s kapacitou 120 Mbyte. Systém je napojen na počítač IM 16 D, ze kterého lze přenášet data mezi operační pamětí a obrazovými pamětmi. Operační paměť počítače je 1 Mbyte, operační systém RSX-11 M verze 1.4.

Hlavní nevýhodou systému z hlediska topografických aplikací je možnost fixace výstupů z monitoru pouze pomocí vestavěného fotoaparátu nebo mozaikové tiskárny. Připojení dalších periferních zařízení, jako jsou elektronické kopírky a prostředky počítačové grafiky, by však nemělo být u systémů tohoto typu nepřekonatelným a dlouhodobým omezením.

Autor článku ověřil většinu uvedených postupů zkvalitnění fotointerpretace. Získané výsledky byly snímány na barevný kinofilm a jsou přílohou k [7], kde lze nalézt podrobnější rozbor aplikačních možností pro černobílé velkoformátové kosmické snímky s konkrétními odkazy na příslušné obrazové ukázky.

2. Změna přenosové charakteristiky a další metody úpravy kontrastu

Změna přenosové charakteristiky umožňuje zlepšit interpretační kvalitu obrazů expanzí nebo kompresí požadovaných oblastí optických hustot na úkor druhých podle předem definovaného záměru. Lidské oko je totiž schopné rozlišit pouze asi 64 stupňů šedi, kdežto film je podle své kvality schopen zachytit asi 3krát až 4krát více reprodukovatelných a měřitelných odstínů. Oko je citlivější v oblasti nižších optických hustot a je schopné rozlišit objekty dostatečně kontrastní vůči pozadí.

Změnou přenosové charakteristiky lze například zvýšit kontrast v jedné nebo několika vybraných oblastech denzit, zatímco v jiných oblastech ho snížíme. Chceme-li výrazně vydělit pouze úzké oblasti denzit vytvářením izohélií, lze takovouto generalizaci obrazu provést též tímto způsobem. Zbytek obrazu přeneseme například s optickou hustotou 0 nebo 255.

Pro excerpce vybraného topografického prvku je vhodný i jiný způsob. Napřed zjistíme jeho průměrnou denzitu. K tomu lze v případě jednotlivého plošného prvku s výhodou například předem zobrazit histogram četnosti denzit v celé ploše prvku, kterou ovšem napřed musíme pomocí kurzoru ohraničit. Vydělení šířky pásma denzit, použitých pro excerpce, je velmi důležité. Na jedné straně může totiž dojít při volbě zbytečně širokého pásma k zobrazení stejným barevným tónem i jiných prvků, než je prvek požadovaný. Na druhé straně naopak nemusí být zvolený prvek při použití úzkého pásma denzit vyjádřen jedinou barvou, což znesnadní následnou interpretaci. Volba pásma denzit je obtížná zejména proto, že nelze vyloučit degradační vlivy, které mohou způsobit rozdílné barevné podání stejných topografických prvků, a dále proto, že řada topografických prvků může mít velmi blízké a vlivem degradačních činitelů často i překrývající se vyzařovací charakteristiky, a tedy i denzity. Typickým a pro topografické aplikace nepříjemným příkladem je vzájemné překrývání vyzařovacích charakteristik vodstva a některých druhů lesních porostů i další vegetace. Po stanovení nejvhodnější šířky pásma denzit se tato oblast obarví nějakou zvolenou barvou.

Kromě histogramu četnosti denzit uvnitř ohraničené plochy topografického prvku lze denzity zkoumaných prvků proměřovat i bodově pomocí kurzoru, ovládaného klávesnicí nebo track-ballem. Tímto způsobem můžeme statisticky vyšetřovat nejvhodnější použitelné pásmo denzit pro stejný druh zkoumaného topografického prvku v rozsahu celého snímku.

K metodám úpravy kontrastu s účinkem podobným filtracím obrazu patří způsoby obrazových transformací, založených na znalosti a úpravách histogramu četnosti denzit, kdy můžeme pomocí informací získaných z histogramu, znalostí o druhu zobrazených objektů a typu požadovaných informací například rovnoměrně nebo nerovnoměrně redukovat škálu úrovní optických hustot. Extrémní redukcí úrovní šedi je možné získat binární (černobílý, pérový) obraz, představující pouze dvojúrovňové rozlišení mezi zvoleným rozhraním optických hustot.

Výhodnou úpravou obrazu tohoto typu je též ekvivalizace histogramu, tedy rovnoměrné rozložení úrovní šedi v celém měřitelném rozsahu. Tím dojde ke zvětšení rozsahu úrovní šedi v oblasti hodnot maxim a ke snížení rozsahu minim původního histogramu. Jelikož dochází ke zvýšení kontrastu pro většinu obrazových elementů (pixelů), zlepšuje tato transformace obvykle rozlišitelnost většiny prvků.

Histogram četnosti denzit je možné získat několika různými způsoby. Kromě již zmíněného histogramu uzavřené oblasti vyznačené na obrazu kurzorem jsou to histogramy vertikálních a horizontálních profilů a histogram celé plochy obrazu.

3. Zobrazení černobílého snímku v nepravých barvách

Barva je jedním z nejdůležitějších přímých interpretačních znaků, a je-li využita, může podstatně zvýšit výtěžnost interpretace, neboť na barevných materiálech lze odlišit podle jejich kvality asi 5 až 10 tisíc barevných odstínů.

Barva je veličina, stejně jako tón a jas, související se světelným, obecněji elektromagnetickým zářením. Přitom světlo lze definovat jako zářivou energii, projevující se zřetelnými vjemy, způsobenými podrážděním sítnice. Charakteristiky světla jsou s ohledem na tuto definici, výraznější objektivní charakter záření a tomu odpovídající subjektivní vjemy, trojí. První z nich je světelný tok, který je mírou účinnosti světla při vyvolání vjemu jasu, a další dvě jsou vlnová délka a čistota. Vlnová délka odpovídá vjemu barvy zvanému tón a čistota barvy vjemu zvanému sytost. Převod subjektivních barevných hodnot na objektivizované číselné a měřitelné hodnoty se děje pro barvy spektra podle normy Mezinárodní osvětlovací komise (CIE), která vychází z fyziologické představy oka jako tristimulativního orgánu s citlivostí k barvám, vyjádřeným křivkami diagramu CIE.

Definice barevného podání na tomto technickém základu je dána i systému obrazového zpracování Pericolor pomocí tzv. look-up table (Lut), který se při inicializaci systému nastavuje a kalibruje vzhledem k přesně fyzikálně definovaným hodnotám barev a na uživatelské změny jednotlivých barevných složek (RGB) reaguje přesně stanoveným způsobem ve smyslu definice barev CIE.

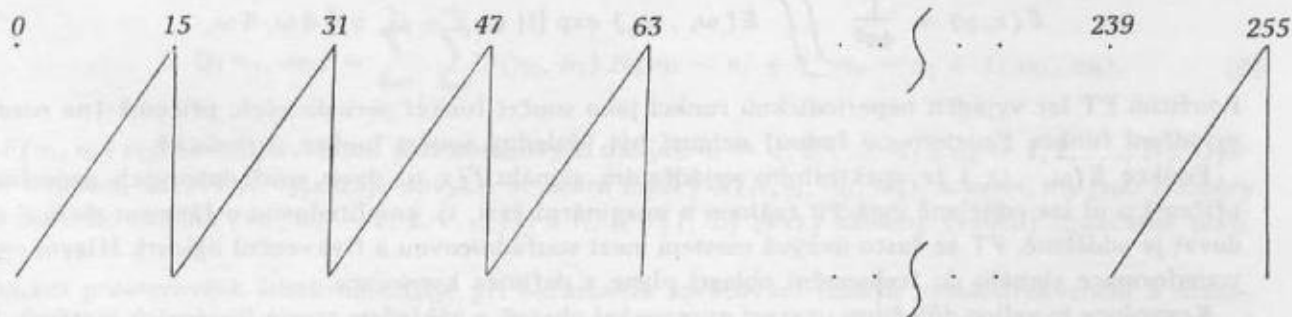
Je možné volit až 255 barev (pro 255 stupňů optické hustoty) pro každou barevnou složku, což představuje celkem více než 16 580 000 kombinací barev a barevných odstínů.

Změnu barevného podání lze provádět pomocí klávesnice nebo track-ballu ve stránce COLOR TABLE hlavního MENU nebo již zmíněnou změnou přenosové charakteristiky ve stránce PSEUDO-COLOR, kde je možné využít nejrozličnějších možností osmi typů předdefinovaných převodních charakteristik nebo

modelovat převodní charakteristiku bod po bodu či skládáním z lineárních segmentů zcela podle přání uživatele. Navíc je možné falešně barevné tónování změnou převodní charakteristiky provést ve třech různých konfiguracích s využitím jedné až osmi obrazových pamětí s celkovým počtem až 24 různých připojení.

Denzitní poměry, a tedy i barevné vyjádření, můžeme měnit i algebraickými a logickými operacemi mezi dvěma obrazy nebo mezi obrazem a konstantou. Jedním z mnoha způsobů aritmetických a logických operací mezi obrazy je například součet dvou stejných obrazů.

Mezi způsoby barevných transformací patří také modulace barev a intermodulace. Modulací barev převádíme původní rozsah 256 barev do redukované škály 16 barev, mezi nimiž jsou barvy definovány tak, jak je zřejmé z obrázku 1:



Obr. 1. Barevná transformace při modulaci barev

Při intermodulaci dochází k modulaci jasu snímku uloženého v jedné obrazové paměti v závislostech na hodnotách barev snímku uloženého ve sdružené obrazové paměti.

4. Fourierova transformace a filtrace obrazových dat

Některé programy ze souboru zpracování obrazových dat tohoto typu jsou součástí uživatelského software, dodaného se systémem PERICOLOR 2000 E, ale řada z nich byla dopracována dodatečně formou souborů programů pro Fourierovu transformaci, filtraci a vizualizaci dvojrozměrných dat FOURFIVE 83 a FOURFIVE 85 ve spolupráci MÚ ČSAV, ÚTIA ČSAV a PF UK. Systém FOURFIVE 85 byl vybudován jako otevřený a je neustále doplňován o další uživatelské požadavky založené na manipulaci se spektrem a zaměřené zejména na zpracování dat DPZ, kterému má celý systém přednostně sloužit.

Dosavadní soubor umožňuje tyto manipulace s obrazem:

- výpočet spekter — přímá dvoudimenzionální Fourierova transformace (2-D FT);
- generaci pásmových, směrových a kombinovaných filtrů pro frekvenční oblast;
- filtraci ve frekvenční oblasti;
- inverzní 2-D FT (2-D IFT);
- ohlazení matice dat;
- trigonometrickou interpolaci dat;
- výpočet vzájemné korelace dat a „vzoru“ (korelační filtrace);
- výpočet autokorelace;
- výpočet odvozených polí — derivace v daném směru, Laplaceův operátor;
- inverzní filtraci (dekonvoluci);
- mocninnou transformaci Fourierových koeficientů;
- vizualizaci dat i všech výsledků a mezivýsledků.

Z uvedeného výčtu a s přihlédnutím k tomu, že řada dalších procedur tohoto typu je součástí jiných stránek hlavního menu, je zřejmé, že se jedná o velice rozsáhlou problematiku, z níž bude dále vybráno pouze několik autorem většinou ověřených procedur.

Zpracování optických informací je možné pomocí teorie lineárních systémů ve dvojrozměrném prostoru. Jednou z velmi významných matematických metod analýzy lineárních systémů je Fourierova transformace ve dvojrozměrném prostoru, kterou vzhledem k jejímu významu v nezbytném rozsahu popíšeme.

Fourierovy funkce totiž patří k těm množinám ortogonálních funkcí, do nichž lze obraz rozložit za účelem analýzy změn prostorových frekvencí neboli spektrálního vyjádření signálu (frekvenční analýza).

Přímou Fourierovou transformací (FT) rozumíme přiřazení obrazu $E(\omega_x, \omega_y)$ k originálu $F(x, y)$, přičemž ω_x, ω_y jsou prostorové frekvence, které jsou komplexními proměnnými.

$$E(\omega_x, \omega_y) = \iint_{-\infty}^{\infty} F(x, y) \exp\{-i(\omega_x x + \omega_y y)\} dx dy. \quad (1)$$

Pomocí zpětné Fourierovy transformace (IFT) můžeme naopak získat vstupní funkci $F(x, y)$ reálných proměnných.

$$F(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \iint_{-\infty}^{\infty} E(\omega_x, \omega_y) \exp\{i(\omega_x x + \omega_y y)\} d\omega_x d\omega_y. \quad (2)$$

Použitím FT lze vyjádřit neperiodickou funkci jako součet funkcí periodických, přičemž (na rozdíl od vyjádření funkce Fourierovou řadou) nemusí být výsledný součet funkce periodická.

Funkce $E(\omega_x, \omega_y)$ je spektrálním vyjádřením signálu $F(x, y)$ dvou souřadnicových proměnných, přičemž u ní lze odděleně vyjádřit reálnou a imaginární část, tj. amplitudovou a fázovou složku, a sledovat je odděleně. FT se často nazývá mostem mezi souřadnicovou a frekvenční oblastí. Hlavní výhoda transformace signálu do frekvenční oblasti plyne z definice konvoluce.

Konvoluce je velice důležitou operací zpracování obrazů a základem teorie lineárních systémů. Konvolucí dvou funkcí f a g bude funkce h definovaná podle [4] jako:

$$h(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} f(\xi, \eta) \cdot g(x - \xi, y - \eta) d\xi d\eta, \quad (3)$$

přičemž (x, y) a (ξ, η) jsou souřadnice ve vzájemně rovnoběžných rovinách.

Zkráceně se konvoluční integrál označuje

$$h(x, y) = f(x, y) \star g(x, y). \quad (4)$$

Bude-li funkce $f(x, y)$ reprezentovat vstupní signál ve výchozí (nulové) poloze a $g(x, y)$ impulsní odezvu, lze výstupní signál $h(x, y)$ získat pomocí konvoluce vstupního signálu a impulsní odezvy.

Pro zpracování Fourierovy transformace na počítači je nutné přejít ke konečnému diskrétnímu vyjádření transformačních rovnic řadami, viz [3]:

$$\text{2-D FT: } E(u, v) = \frac{1}{JK} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} F(j, k) \exp\left\{-2\pi i \left(\frac{uj}{J} + \frac{vk}{K}\right)\right\}, \quad (5)$$

$$\text{2-D IFT: } F(j, k) = \frac{1}{JK} \sum_{u=0}^{J-1} \sum_{v=0}^{K-1} E(u, v) \exp\left\{2\pi i \left(\frac{uj}{J} + \frac{vk}{K}\right)\right\}. \quad (6)$$

V těchto rovnicích značí J, K rozměry matice dat, respektive spektra, $F(j, k)$ data a $F(u, v)$ spektrum.

Pro výpočet spekter se využívá rychlý algoritmus jednorozměrné Fourierovy transformace (1-D FT), který vyžaduje, aby rozměry matice byly přirozenou mocninou dvou. Proto je nutné před zahájením výpočtu přebytečné řádky a sloupce ohladit do nuly pomocí funkce kosinus. Při 2-D FT se nejprve počítá 1-D FT řádků a potom sloupců, při 2-D IFT je tomu naopak. Vzhledem k symetrii spektra postačuje

počítat prvních $K/2 + 1$ sloupců. Přesto je výpočet Fourierovy transformace i pro velmi výkonný výpočetní systém PC 2000 značně rozsáhlý a jen pro přímou 2-D FT nad celou maticí 512×512 prvků vyžaduje asi 26 minut strojového času.

Definujme ještě v uvedených souvislostech pojem diskrétní konvoluce, kterou se označuje numerická (diskrétní) reprezentace superpozičního (konvolučního) integrálu. Výstupní signál lze vyjádřit konvolučním integrálem tehdy, je-li optický systém prostorově invariantní, tj. závisí-li impulsní odezva pouze na faktorech $x - \xi$, $y - \eta$. Superpoziční integrál můžeme obecně definovat pomocí vstupního signálu $F(x, y)$ a impulsní odezvy systému, reprezentované konvoluční maskou $H(x, y, \xi, \eta)$. Potom můžeme vyjádřit výstupní signál $Q(x, y)$ takto:

$$Q(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} F(\xi, \eta) H(x, y; \xi, \eta) d\xi d\eta \quad (7)$$

a v konečné diskrétní formě řadou

$$Q(m_1, m_2) = \sum_{n_1=1}^{m_1} \sum_{n_2=1}^{m_2} F(n_1, n_2) \cdot H(m_1 - n_1 + 1, m_2 - n_2 + 1; m_1, m_2), \quad (8)$$

kde $F(n_1, n_2)$ reprezentuje vstupní pole obrazových dat pro $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ a $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$. Operátor impulsní odezvy se vyjadřuje obvykle ve tvaru masky $H(l_1, l_2, m_1, m_2)$, kde m_1, m_2 jsou rozměry konvolučního okénka ($m_1, m_2 = 1, 2, \dots, M$) a $l_1, l_2 \in [1; L]$ prvky šablony (vzoru). Současně platí, že $M = N + L - 1$.

Použití prostorových filtrů umožňuje při obrazovém zpracování oddělit vysokofrekvenční a nízkofrekvenční složky. V praxi jsou vhodné zejména k odstranění šumu z obrazu. Vzhledem k tomu, že šum má obecně vysokofrekvenční charakter, používají se k jeho odstranění nízkofrekvenční filtry. Doprovodným účinkem nízkofrekvenční filtrace je ovšem ztráta některých detailů vysokofrekvenčního charakteru, a tím i určité zploštění obrazu, které lze v další fázi eliminovat následným použitím vhodného vysokofrekvenčního filtru k vyzdvižení hran, a tím i detailů.

Nejjednodušším způsobem odstranění šumu je zprůměrování obrazu, které lze realizovat nejvhodněji konvolučním okénkem 3×3 tím způsobem, že centrální pixel je vždy nahrazen aritmetickým průměrem z osmi ostatních. Všechny konvoluční operace se pochopitelně realizují až s určitým zpožděním tak, aby nově definované hodnoty optických hustot nedeformovaly zdrojový obraz.

Autorem byla odzkoušena eliminace šumu (zejména zrnitosti obrazu) segmentu kosmického snímku pomocí mediánové filtrace kombinované s použitím pásmového filtru.

K zvýraznění rozhraní mezi odlišnými situačními prvky obrazu se používají tzv. lineární a nelineární hranové operátory. Mezi lineární metody patří například vyzdvižení hran pomocí vysokofrekvenčního filtru. Tento druh filtrace lze realizovat buď prostým odečtením nízkofrekvenčně filtrovaného obrazu od zdrojového obrazu, nebo použitím diskrétní konvoluce s vhodným vysokofrekvenčním filtrem. Typickým příkladem je maska

$$H = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \text{ s váhou 1.}$$

Podle typu masky lze vyzvednout např. horizontální nebo vertikální hrany nebo hrany některého převažujícího směru textury. Vyzdvižení hran bez ohledu na směr provedeme např. maskou

$$H = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \text{ s váhou 0}$$

(váha masky je dána součtem všech prvků masky).

Mezi představitele nelineárních metod vyzdvižení hran bez ohledu na směr patří například Robertsův gradient, který je historicky nejstarším hranovým operátorem (1965) a je založen na výpočtu derivací pomocí diferencí stejně jako laplasián, kde se počítají druhé diference, a je řešen matematický laplasián

$$G(i, j) = \partial^2 F / \partial x^2 + \partial^2 F / \partial y^2, \quad (9)$$

což lze v diskrétní formě vyjádřit rovnicí

$$G(i, j) = 4F(i, j) - (F(i-1, j) + F(i+1, j) + F(i, j-1) + F(i, j+1)). \quad (10)$$

Tomu odpovídá i příslušná konvoluční maska. Filtrace se provádí pomocí vztahu

$$G = \left(\sum_{K=A}^I \cdot \frac{K \cdot N}{P} \right) + T, \quad (11)$$

kde A až I jsou váhové koeficienty v konvolučním okénku 3×3 , P je dělicí konstanta a T je aditivní konstanta. Jednotlivé váhové koeficienty mají hodnoty zřejmé z tabulky 1. Použití Laplaceova operátoru pro zvýraznění hran má dvě praktické nevýhody. Jednak není schopen udát směrovou informaci, a jelikož je aproximací druhé derivace, značně zvyšuje jakýkoliv šum v obrazu.

Tyto nevýhody odstraňují Sobelovy operátory, definované rovněž vztahem (8). Jejich parametry jsou uvedeny v tabulce 1, z níž lze pro daný účel a konkrétní záměr vybrat nejvhodnější.

Parametry Laplaceova a Sobelových operátorů

Tabulka 1

Operátor	Parametry								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Laplaceův $P = 1, T = 128$	-1	0	-1	0	4	0	-1	0	-1
Sobelův $P = 4, T = 128$ č. 1	0	1	2	-1	0	1	-2	-1	0
č. 2	1	2	1	0	0	0	-1	-2	-1
č. 3	2	1	0	1	0	-1	0	-1	-2
č. 4	-1	0	1	-2	0	2	-1	0	1
č. 6	1	0	-1	2	0	-2	1	0	-1
č. 7	-2	-1	0	-1	0	1	0	1	2
č. 8	-1	-2	-1	0	0	0	1	2	1
č. 9	0	-1	-2	1	0	-1	2	1	0

Další podrobnosti o hranových operátorech lze nalézt například v [1], kde jsou uvedeny i další typy operátorů, jako jsou Kirschovy operátory, třírozměrné hranové operátory a další, včetně jejich vzájemného srovnání.

5. Závěr

Charakter prostorových filtrací prováděných konvolučním způsobem mají i další operace přístupné u systému PC 2000 ve stránce vyhrazené filtracím. Jsou to operace „expanze“, což je přepsání středového pixelu maximální hodnotou okolí, „eroze“, tj. nahrazení středového pixelu minimální hodnotou okénka, „otevření“, což je expanze následovaná erozí, a „uzavření“ neboli eroze následovaná expanzí. Tyto i další možnosti systému pro zlepšení interpretační kvality snímků i pro automatizovanou klasifikaci, což je samostatná velmi rozsáhlá problematika, vyžadují další intenzivní výzkum v této perspektivní oblasti.

Literatura:

- [1] BALLARD, D. H.: Computer vision. New Jersey, Prentice-Hall 1982, s. 17—89.
- [2] BEZVODA, V. — JEŽEK, J. — SAIC, S. — SEGETH, K.: Soubor programů pro Fourierovu transformaci, filtraci a vizualizaci dvojrozměrných dat. Praha, PF UK 1985. 24 s.
- [3] Matematický aparát pro zpracování optických informací. Praha, ČSVTS FEL ČVUT, s. 21—61.
- [4] KOLÁŘ, J. — SAIC, S.: Systém obrazové analýzy PERICOLOR 2000. Materiál kursu uživatelů. Praha, ČSVTS ÚTIA ČSAV 1986.
- [5] MONTUORI, J. S.: Image scanner technology. Photogram. Engng rem. Sens., **46**, 1980, č. 1, s. 49—61.
- [6] RŮŽIČKA, Z.: Zkreslení barev na materiálu FOMACHROM při barevných syntézách. [Diplomová práce.] Praha 1981, s. 3—16. — Vysoká škola chemicko-technologická.
- [7] ŠILHAN, V.: Analýza geometrických vlastností a informačního obsahu kosmických velkoformátových snímků pro potřeby topograficko-geodetického zabezpečení. [Kandidátská disertace.] Brno 1987. — Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [8] ŠILHAN, V.: Analýza plošného rozložení denzit kosmických snímků pro objektivizaci digitálního zpracování. In.: Sbor. topogr. Služby, 1988, č. 3.

Došlo 20. 5. 1988

Analýza plošného rozložení denzit kosmických snímků pro objektivizaci digitálního zpracování

1. Úvod

Pro zlepšení interpretační kvality fotografických snímků a excerpci vybraných prvků jejich obsahu jsou možné dva základní přístupy. Buď využití takzvaných nekonvenčních (speciálních) fotolaboratorních postupů, nebo metod digitálního zpracování obrazových dat. První přístup je použitelný v podmínkách běžných fotolaboratorních provozů a umožňuje zdokonalení interpretační využitelnosti snímků, např. pomocí harmonizace negativu rehalogenací, modrozlutého postupu a různých postupů filtrace detailů. Pro excerpci vybraných prvků obsahu snímků lze z těchto metod využít tzv. izodenzometrických postupů. Mezi ně patří technologické postupy dvoutónové izohélie, Sabatierových izodenz, velkoploché fotometrie a pseudoreliéfu. Přitom první dva postupy se vyznačují výraznějším účinkem, což má za následek vyšší měřickou přesnost výsledků, danou výraznou definicí rozhraní, ovšem za cenu ztráty obrazových souvislostí. Bližší podrobnosti o těchto postupech lze nalézt zejména v [2], [9] a [10].

Účinnost nekonvenčních fotolaboratorních postupů je z hlediska zabezpečení objektivizace procesů v provozních podmínkách výrazně limitována fyzikálně chemickými vlastnostmi fotografických materiálů i fotolaboratorních procesů. Zlepšení objektivizace lze při fotointerpretaci dosáhnout metodami digitálního zpracování obrazových dat. Při použití těchto metod je možné řadu degradačních činitelů, působících v procesu dálkového snímání, modelovat a eliminovat matematicky. Objekty zemského povrchu jsou na fotografickém materiálu zobrazeny různými optickými hustotami v závislosti na jasových podmínkách v procesu snímání a na dalším fotolaboratorním zpracování. Jas objektu v obrazové rovině snímací kamery závisí především na jeho osvětlení v předmětovém prostoru (terénu), na jeho odraznosti, na pohlcení a rozptýlení záření prostředím zemské atmosféry, na objektivu snímací kamery a použitím filmového materiálu. V případě leteckých měřických snímků jsou zpravidla úbytky osvětlení snímacích kamer laboratorně určené a uživateli známé. U kosmických snímků a některých systémů leteckého dálkového průzkumu však nemusí být fotometrické charakteristiky kamer a priori známé. Vzhledem k tomu, že u kosmických snímků mohou úbytky denzit směrem ke krajům nabývat dosti značných hodnot, má jejich analýza a eliminace při digitálním zpracování pro objektivizaci výsledků velký význam. Zvláště při zpracování velkých segmentů snímků může dojít k značným lokálním degradacím. Vzhledem k tomu, že se v posledním období začíná v celé řadě institucí zvýšenou měrou využívat zejména tzv. kosmických snímků vysokého rozlišení a prostředky digitálního zpracování obrazových dat jsou v ČSSR dostupné a v budoucnu se bude jejich podíl a přínos výrazně zvyšovat, je účelné se otázkami fotometrických charakteristik kosmických snímků zabývat.

2. Analytický model dálkového snímání

Vyjádření odezvy negativu na podmínky snímání lze za předpokladu, že pozemní objekt má charakter Lambertova zářiče, formulovat s částečnou modifikací vztahu uvedeného v [3] výrazem:

$$\tau_n = 0,79 \tau_z (H_m)^{\bar{q}_n} \left[\frac{1}{\pi} \cos^4 \alpha \frac{P}{f^2} V(\alpha) t \right]^{-\bar{q}_n} \left\{ \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_s(\lambda) (\cos \varepsilon \cos z + \right. \\ + \sin \varepsilon \sin z \cos A) \tau_f(\alpha, \lambda) \tau_o(\lambda) \tau_a(\alpha, \lambda) [\cos z \cos(90 - \varepsilon) + \\ + \sin z \sin(90 - \varepsilon) \cos A]^{k(\lambda)-1} \cos^{k(\lambda)-1}(90 - \varepsilon) d\lambda + \\ \left. + \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_s(\lambda) \tau_f(\alpha, \lambda) \tau_o(\lambda) \rho'(z, \lambda) d\lambda \right\}^{-\bar{q}_n}, \quad (1)$$

kde

- τ_z — činitel prostupu závoje fotografického materiálu,
- H_m — expozice určující citlivost materiálu,

α	– zorný úhel mezi středem projekce a zobrazenou elementární ploškou,
P	– plocha vstupní pupily objektivu,
f	– ohnisková vzdálenost snímacího objektivu,
$V(\alpha)$	– funkce fotometrických ztrát způsobených vignetací objektivu,
t	– expoziční doba,
\bar{g}_n	– střední gradient negativu,
λ_1, λ_2	– mezní hodnoty vlnových délek definujících obor záření,
$E_s(\lambda)$	– intenzita ozáření plochy na povrchu Země, kolmo pod Sluncem,
z	– zenitový úhel Slunce,
ε	– úhel sklonu terénu,
A	– rozdíl mezi azimutem Slunce a normály k zobrazené ploše terénu,
$\tau_f(\alpha, \lambda)$	– činitel prostupu filtru optické soustavy,
$\tau_o(\alpha)$	– činitel propustnosti objektivu,
$\tau_a(\alpha, \lambda)$	– činitel prostupu atmosféry na dráze objektiv–snímač,
$k(\lambda)$	– Minneartova konstanta, popisující typ rozptylných charakteristik v závislosti na struktuře a textuře povrchu ($k \leq 1 \dots k = 1$ charakterizuje idealizovaný ortotropní povrch, nízké k charakterizuje pórovitý povrch),
$\rho'(z, \lambda)$	– činitel odrazu atmosféry.

Vztah (1) byl uveden zejména pro naznačení složitosti analytického modelování jednotlivých vlivů, působících v řetězci dálkového průzkumu Země. Oddělit jednotlivé vlivy a zkoumat je izolovaně můžeme jen s vědomím, že se dopouštíme určitého zjednodušení.

Cílem tohoto článku je přispět k určení vlivu úbytků osvětlení kosmického snímacího systému směrem ke krajům.

Vliv palubního snímacího systému je ve vztahu (1) zahrnut

$$\tau_n = [\cos^4 \alpha \frac{P}{f^2} V(\alpha) t] \left[\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau_f(\alpha, \lambda) \tau_o(\lambda) d\lambda \right]. \quad (2)$$

V tomto vztahu značí poměr P/f^2 konstantu, vyjadřující optickou účinnost systému. Úbytky osvětlení směrem ke krajům jsou vyjádřeny činiteli $\cos^4 \alpha$, $V(\alpha)$, $\tau_f(\alpha, \lambda)$, přičemž úbytek s funkcí $\cos^4 \alpha$ daný fyzikálním působením fotometrických zákonů má platnost pouze pro objekty s vyzařovací charakteristikou odpovídající Lambertovu zářiči. V ostatních případech může mít stupeň mocniny u funkce kosinus i jinou hodnotu.

3. Zvolený postup řešení a dosažené výsledky

Analyzovány byly fotometrické vlastnosti kosmických snímků KATE formátu 180×180 mm a tzv. kosmických snímků vysokého rozlišení formátu 300×300 mm. Digitalizace obrazu snímků byla provedena do obrazové matice o rozměrech 512×512 prvků pomocí kamery HAMAMATSU, Japonsko, provozované v Ústavu teorie informace a automatizace (ÚTIA) ČSAV. Digitalizace každého druhu snímků proběhla za standardních laboratorních podmínek, se stejnou clonou, se zaostřením na stejnou předmětovou vzdálenost a s vyloučením parazitního dodatečného osvětlení.

Nehomogenita osvětlení předmětové roviny pro průsvit digitalizovaných transparentních materiálů je i v okrajových částech využitelného formátu 300×300 mm velice nízká a pro tento účel zcela zanedbatelná.

Registrovanými údaji jsou relativní hodnoty denzit, definované fotometrickým normálem digitalizačního zařízení, které převede rozsah denzit 0 až 2 D nebo 0 až 3 D pomocí digitálně analogového převodníku do rozlišitelných stupňů 0 až 255 (8 bitů) v přímém nebo inverzním modu.

Poziční přesnost registrovaných denzit obrazových elementů je dána principem snímání a kvalitou senzorů. Dosahuje hodnoty kolem 0,002 % užitečného formátu, tedy v našem případě kolem $6 \mu\text{m}$.

Za účelem mikrodenzitometrické analýzy snímků byl autorem článku zpracován výpočetní program, umožňující:

- výpočet histogramu četnosti denzit s grafickým tiskovým výstupem na řádkové tiskárně, který

udává důležité fotometrické informace, charakterizující každý jednotlivý snímek; krok relativních denzit je parametricky viditelný;

– vyčíslení denzitometrických hodnot ve zvolených řádkových a sloupcových profilech a v obou úhlopříčkových profilech digitalizovaného obrazu;

– vykreslení denzitometrických profilů. Ukázka grafického výstupu jednoho z charakteristických profilů, procházejících hlavním bodem snímku, je uvedena v [11];

– výpočet matice průměrných relativních denzit integrací hodnot v jednotlivých obrazových elementech (pixelech) do parametricky volitelných rozměrů submatic.

Při praktickém výpočetním zpracování digitalizovaných dat byly voleny rozměry výsledné matice 16×16 prvků, neboli integrace byly prováděny v submaticích velikosti 32×32 pixelů. Dále byly průměrné hodnoty denzit v jednotlivých submaticích v rámci každého snímku upraveny s ohledem na střední hodnoty denzit jednotlivých snímků a odpovídající si submatice všech zpracovávaných snímků stejného druhu zprůměrovány do vážených aritmetických průměrů. Poslední výpočetní operace spočívala v procentuálním porovnání takto získaných veličin vůči maximální, eventuálně minimální hodnotě z centrální části snímku, které byla přisouzena hodnota 100 (%). Nejvyšší hodnoty průměrných denzit se mohou vyskytovat v centrální nebo okrajových částech digitalizovaného obrazu v závislosti na zvoleném modu registrace, tj. na tom, zda požadujeme hodnoty transparency nebo opacity, a na druhu transparentního materiálu (negativ, pozitiv).

Uvedeným způsobem byly statisticky určeny průměrné, vážené a normované hodnoty denzit v submaticích rozměrů asi $18,75 \times 18,75$ mm u kosmických snímků vysokého rozlišení a $11,25 \times 11,25$ mm u kosmických snímků KATE. Získané číselné výsledky jsou patrné z obr. 1 a 2.

S využitím těchto diskretních hodnot v pravidelné čtvercové síti byl pro lepší názornost vykreslen pomocí programu pro interpolaci a kresbu izochar v obecném bodovém poli průběh izolinií, nepřímo charakterizujících úbytky osvětlení kosmických snímacích systémů v rovině filmu. Grafické výstupy pro oba druhy kosmických snímků jsou uvedeny v [11].

4. Závěr

Mikrodenzitometrická analýza kosmických fotografických snímků má praktický význam především pro zlepšení možností objektivizace metod analytické fotointerpretace, která je velmi náročným, avšak perspektivním směrem operativního sběru informací o území i automatizované tvorby map.

Získané údaje plošných denzitometrických charakteristik snímků by bylo možné ještě dále matematicky modelovat vhodnou funkcí, vyjadřující závislost na zorném úhlu nebo radiální vzdálenosti elementární plošky. Získání objektivních výsledků by však vyžadovalo předběžnou eliminaci všech hlavních degradačních vlivů podle modelového vztahu (1), což není nikterak jednoduchý problém. Jeho uspokojivé řešení vyžaduje organizovat v době přeletů družic dálkového průzkumu Země na předem vybraných lokalitách pozemní podpůrná měření odrazných charakteristik snímaných objektů. Kromě toho je třeba znát nebo určit a na základě toho eliminovat i další degradační vlivy, podílející se na stavbě obrazu.

24	25	27	27	29	30	31	35	36	36	35	34	34	32	33	33
42	27	27	31	34	36	38	42	46	44	41	35	35	38	38	39
46	28	31	36	41	45	45	48	55	51	48	45	42	41	42	43
54	31	34	38	45	51	52	60	65	58	55	48	45	44	46	47
55	33	39	44	45	53	58	69	74	57	52	49	47	48	51	50
58	35	41	44	50	59	64	75	80	66	60	55	51	52	54	56
62	35	44	46	53	66	70	82	89	75	65	59	53	52	55	55
61	39	43	48	57	68	73	91	96	77	67	62	54	51	56	58
60	38	41	46	56	67	76	90	100	81	64	58	56	57	58	60
60	36	40	47	58	65	69	78	87	74	66	58	54	54	59	58
63	34	38	42	52	59	62	72	86	72	68	60	52	53	60	60
58	33	38	40	46	50	54	65	75	63	59	60	57	58	60	56
55	30	32	35	38	43	45	55	58	55	49	51	52	52	54	52
50	26	29	31	34	40	41	46	52	49	48	46	46	46	47	48
45	24	26	29	26	33	34	40	42	43	43	43	42	42	42	42
38	20	21	24	26	28	30	32	37	39	39	40	36	39	39	39

Obr. 1. Plošné číselné vyjádření relativních hodnot denzit kosmických snímků vysokého rozlišení v %

60	66	68	69	80	75	75	75	75	78	83	76	72	67	61	55
60	65	73	78	82	76	80	81	81	83	84	83	79	75	69	69
64	70	76	80	83	82	81	90	89	92	91	88	83	78	76	71
72	72	73	86	88	86	83	87	86	90	96	94	89	87	80	72
70	72	81	84	89	90	88	88	90	96	94	96	92	86	81	76
76	80	84	83	85	88	91	94	96	94	99	95	96	91	85	81
75	73	78	88	85	85	94	93	98	96	100	97	91	92	85	84
67	66	75	82	85	85	86	87	96	96	98	90	87	91	82	80
67	67	75	85	73	79	85	86	94	92	96	94	90	82	80	81
65	70	68	73	75	78	80	86	91	94	90	93	88	81	75	78
69	68	67	69	69	70	76	83	85	87	88	84	81	74	75	74
61	62	63	65	67	63	64	68	75	78	78	75	77	72	68	67
56	60	61	60	62	59	62	68	73	76	80	77	70	65	65	59
59	60	60	59	59	60	64	68	71	73	74	70	67	64	62	58
49	55	55	58	59	61	66	66	67	67	70	62	61	58	60	60
48	51	56	59	60	61	60	64	69	68	68	63	61	61	57	55

Obr. 2. Plošné číselné vyjádření relativních hodnot denzit kosmických snímků KATE v %

Literatura:

- [1] BALLARD, D. H.: Computer vision. New Jersey, Prentice-Hall 1982, s. 17–89.
- [2] BLUMOVÁ, V. — HOFMAN, F. — KREJČÍ, A. — POLÁČEK, J.: Fotografické metody k úpravě obsahu snímků dálkového průzkumu Země. [Dílčí zpráva č. 17/1979.] Praha, VÚZORT 1979. 60 s.
- [3] FAIMAN, Z.: Analýza degradace radiometrických dat snímaných filmovou kamerou. [Závěrečná zpráva č. 11/1980.] Praha, VÚZORT 1980. 34 s.
- [4] FĚDOROV, B. F.: Apparatura kosmičeskogo fotografirovanija. Moskva, Nedra 1985. 219 s.
- [5] HOLBEN, B. N. — JUSTICE, CH. O.: The topographic effect on spectral response from nadir-pointing sensors. Photogram. Engng rem. Sens., **46**, 1980, č. 9, s. 1191–1200.
- [6] HUGLI, H. — FREI, W.: Understanding anisotropic reflectance in mountainous terrain. Photogram. Engng rem. Sens., **49**, 1983, č. 5, s. 671–683.
- [7] KOLÁŘ, J. — SAIC, S.: Systém obrazové analýzy PERICOLOR 2000. Materiál kursu uživatelů. Praha, ČSVTS ÚTIA ČSAV 1986.
- [8] KREJČÍ, A.: Exponometrie při multispektrálním leteckém snímkování. [Dílčí zpráva č. 8/1985.] Praha, VÚZORT 1985. 46 s.
- [9] POLÁŠEK, J.: Zpracování fotografického obrazu. 3, 6, 7, 8, 9. Čs. Fotogr., 1981, č. 10; 1982, č. 1, 2, 3, 4.
- [10] ŠILHAN, V. — SIMONOVÁ, M.: Možnosti zlepšení interpretační využitelnosti kosmických snímků pomocí nekonvenčních fotolaboratorních postupů. In: Sbor. topogr. Služby MNO, 1987, č. 1, s. 37–41.
- [11] ŠILHAN, V.: Možnosti analýzy plošného rozložení denzit digitalizovaných obrazů kosmických snímků. In: Sbor. topogr. Služby MNO, 1987, č. 1, s. 42–48.

Došlo 20. 5. 1988

Objektivizace procesu ofsetového tisku využitím kontrolních proužků při tisku map

1. Neustálé zvyšování požadavků na kvalitu v polygrafickém průmyslu zasáhlo i tak specifickou část tiskové produkce, jako je kartografická tvorba. Zvyšování výkonů tiskových strojů, zpevňování výkonných norem a rostoucí objemy výroby vůbec vyžadují technologické nasazení takových prostředků, které zabezpečí stabilní vysokou kvalitu výroby, objektivní měřitelnost a v případě poruch ve výrobě umožní exaktně odhalit příčiny nedostatků. Dosud se tyto problémy řešily převážně využitím dlouholetých praktických zkušeností starších pracovníků a nasazováním novější, výkonnější a zpravidla také energeticky náročnější techniky, což však bylo řešením spíše extenzivním. Ke skutečné objektivizaci celého procesu ofsetového tisku mohou přispět pouze metody, umožňující tento proces průběžně a objektivně kontrolovat a výsledky srovnávat s určitými etalony či požadavky podnikových nebo jiných norem. Na základě vyhodnocení výsledků těchto kontrol je pak nutno na různých stupních řízení operativně zasahovat do výrobního procesu.

Stupeň objektivizace procesu ofsetového tisku je závislý na technickém vybavení organizace. Pomineme-li vysoce výkonná elektronická zařízení moderních ofsetových strojů pro kontrolu soutisku, vybarvení, nastavení barevníků, jakými jsou kupříkladu Varicontrol, Varimat a jiné, přicházejí v úvahu ještě další, poměrně levné pomůcky, tzv. kontrolní proužky. Jsou to měrné pomůcky pro kontrolu reprodukčního procesu zhotovené na průsvitné fólii, které se při montáži umísťují na vhodném místě kopírovací předlohy a spolu s ní se kopírují na tiskovou formu. Tyto proužky obsahují měrná pole pro vizuální vyhodnocení a denzitometrické měření (ON 88 0118).

Je pochopitelné, že tyto drobné pomůcky plně nenahradí kontrolní elektroniku tiskových strojů, mohou však výrazně přispět ke zvýšení a stabilizaci kvality a jejich používání pomůže připravit pracovníky na kvalitativně vyšší úroveň odborné práce. Pracovníkům, kteří si zvyknou při práci používat objektivní metody samokontroly, nehrozí postihy v případě zjišťování příčin případných nekvalitních výrobků nebo mezivýrobků. Tento aspekt má z hlediska psychologie práce ve výrobním procesu velký význam.

2. Kontrolní proužky jsou podle svého složení určeny pro kontrolu jednotlivých fází reprodukčního zpracování polygrafického výrobku, reprodukcí originálu počínaje, přes kontaktní kopie na film, zhotovení tiskových forem až po seřízení tiskového stroje a vlastní tisk. Některé jednodušší proužky jsou určeny pouze pro jednu výrobní operaci, jiné se dají použít například pro kontrolu zhotovení tiskové formy a zároveň pro kontrolu tisku.

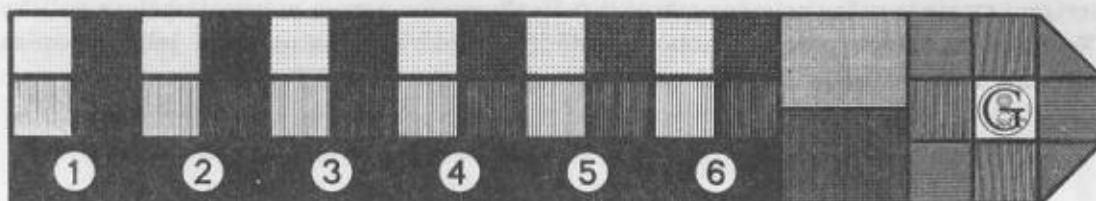
Různí výrobci používají rozmanité sestavy měrných polí, jejichž denzitometrické proměření nebo vizuální vyhodnocení umožňuje průběžně kontrolovat kvalitu reprodukčního procesu. Článek se bude zabývat využitím kontrolních proužků tuzemské výroby, neboť jsou pro praktické používání nejdostupnější a pro tisk map plně vyhovují.

2.1. Pro kontrolu pozitivní ofsetové kopie je přímo určen měrný test OK 1 (obr. 1). Umožňuje přímou vizuální kontrolu procesu zhotovení tiskové formy. Test obsahuje následující sestavu měrných polí:

- šest autotypických bodů 0,5 %, 1 %, 2 %, 3 %, 5 % a 7 %;
- šest autotypických polí ve vysokých tónech 99,5 %, 99 %, 98 %, 97 %, 95 % a 93 %;
- kombinovaný linkový prvek;
- autotypická pole o síťových hodnotách 35 % a 65 %;
- šest polí jemných linek v negativním a pozitivním provedení o síle čar 5, 9, 12, 17, 22 a 32 mikrometrů.

Princip použití testu je založen na stanovení rozlišovací schopnosti série tiskových desek jednoho emulzního čísla a na volbě optimální expozice pro požadovaný přenos síťových tónových hodnot. Přesný návod k použití včetně příkladů výpočtu přikládá výrobce ke všem dodaným měrným testům.

Při zhotovování ofsetových forem pro tisk map se měrný test OK 1 s výhodou využije zejména pro kontrolu stabilizace zpracování presenzibilovaných tiskových desek PP 1, jejichž kvalita je citlivá na stupeň vyčerpanosti lázní. Po stanovení optimální expozice kopista průběžně kontroluje nejjemnější



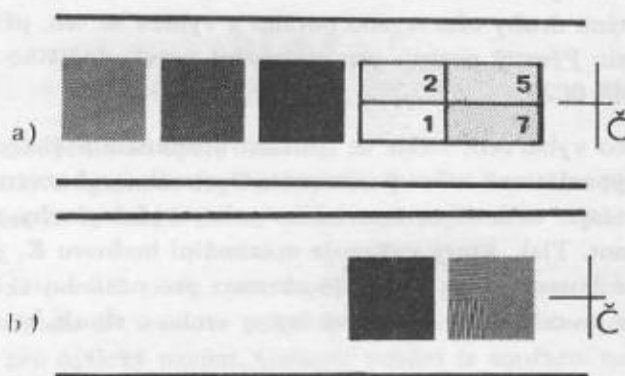
Obr. 1. Zvětšený měrný test OK 1

zobrazenou negativní a pozitivní linku, aby nedošlo vlivem klimatických nebo jiných změn při procesu zpracování tiskové formy k nežádoucímu zúžení nebo nasílení kresby.

2.2. Pro kontrolu přenosu síťových tónových hodnot na ofsetovou desku lze použít také měrný proužek PT 2 (obr. 2). Slouží k tomu autotypická pole s nízkými tónovými hodnotami 1 %, 2 %, 5 % a 7 %. Nejnižší zobrazená tónová hodnota pole vyjadřuje stupeň redukce středních síťových tónových hodnot. Kromě uvedených polí má měrný proužek PT 2 ještě další políčka pro kontrolu procesu tisku. Při kontrole reprodukce tónových hodnot je v podstatě možno řídit se praktickými zkušenostmi, z nichž vyplývá, že:

- při přenesení 1% bodu nenastává redukce středních síťových tónových hodnot a obraz má na tiskové formě měkkou gradaci;
- při přenesení již 2% bodu nastane redukce středních síťových tónových hodnot přibližně o 5 % a kopie je správná;
- při přenesení 5% bodu nastane redukce středních síťových tónových hodnot o 8 až 12 % a kopie je ostrá;
- při přenesení až 7% bodu nastává technologicky nepřípustná deformace středních síťových tónových hodnot.

Tyto vazby se budou pochopitelně částečně lišit v závislosti na použitých světlocitlivých vrstvách a přípravcích. Pole s nízkými tónovými hodnotami lze použít také k vizuální kontrole reprodukce jemných bodů tiskem.



Obr. 2. Části zvětšeného měrného proužku PT 2 pro kontrolu přenosu síťových tónových hodnot (a) a pro kontrolu chodu stroje (b)

3. Pro seřízení stroje je určen zejména měrný test Výzkumného ústavu polygrafického s políčky 10 %, 50 %, 75 % a 100 % (plnou plochou) tónové hodnoty a linkovým rastrem, tak jak jej popisuje ON 88 0611 (obr. 3). Jako náhradu lze však použít i měrných proužků PT 2.



Obr. 3. Měrný test VÚP ke kontrole tisku stanovený ON 88 0611

3.1. Pro stanovení smyku se podle ON 88 0611 používají kombinovaná políčka linkové sítě, kde se sleduje změna denzity u políček s různou orientací linek. Měření se provádí v průběhu celého tisku nákladu a odchylka by neměla přesáhnout 0,1 D. Tato políčka obsahuje jak měrný test OK 1, tak měrný proužek PT 2.

3.2. Pro stanovení vhodnosti a složení ofsetového potahu je určen měrný test nebo měrný proužek PT 2 pro výpočet relativního kontrastu (K) daného vztahem:

$$K = \frac{D_{100} - D_{75}}{D_{100}},$$

kde

D_{100} — optická hustota plné plochy,

D_{75} — optická hustota síťové plochy o tónové hodnotě 75 % (65 % u testu OK 1).

Testy (proužky) se umísťují na výběhové straně archu. Při optimálním vybarvení tisku (ČSN 88 0621) se provedou zkoušky s různými druhy ofsetového potahu a vybere se ten, při němž bylo dosaženo nejvyššího relativního kontrastu. Přesný postup pro stanovení nejvhodnějšího ofsetového potahu předepisuje ON 88 0622 a ON 88 0623.

3.3. Stanovení optimálního vybarvení tisku se provádí porovnáním škály tisků s různým stupněm vybarvení, v nichž se zjišťuje relativní tiskový kontrast. Optimální vybarvení je charakterizováno nejmenším množstvím barvy, kterým se dosáhne souvislého pokrytí plné plochy, aniž by nastal skokový nárůst síťových tónových hodnot. Tisk, který vykazuje maximální hodnotu K , je považován za optimálně vybarvený a hodnota optické hustoty plné plochy je závazná pro následující tisk. Políčka plných ploch jsou rovnoměrně rozmístěna po celé délce výběhové hrany archu a slouží ke zjištění rovnoměrnosti vybarvení.

3.4. Stejného vztahu pro výpočet K se použije pro stanovení správného tiskového tlaku mezi válci. Testy se však na předlohu umísťují v řadě ve směru obvodu válce. O přesném postupu hovoří ON 88 0624.

3.5. Z testů umístěných na výběhové straně archu lze na seřízeném stroji určit tiskovou vhodnost papíru. Podle ON 88 0625 použijeme opět vyhodnocení maximální hodnoty K ze všech vytištěných vzorků.

3.6. Stanovení přijímatosti tiskových barev se v kartografii využije zejména v případech tisku hypso-metrických map nebo při zjišťování příčin některých nedostatků vzniklých v průběhu tisku. Jde zejména o obtahování barvy, vytrhování a podobně. V souladu s ON 88 0626 polygrafického průmyslu se použije denzitometrických měření plných políček jednotlivých barev a jejich soutisku. Přijímatost vyjadřuje vztah

$$P = \frac{D_s - D_1}{D_2} \cdot 100,$$

kde

- D_s — optická hustota soutisku dvou barev,
- D_1 — optická hustota barvy tištěné jako první,
- D_2 — optická hustota barvy, která byla tištěna jako druhá,
- P — přijímatost vyjádřená v %.

Snahou tiskaře pochopitelně je mít seřízený stroj a upravenou barvu tak, aby byla hodnota P co nejvyšší.

3.7. Při tisku fotomap nebo map s bohatou stupnicí barevných tónů a s vysokými nároky na kvalitu je nezbytné sledovat rozšíření autotypického bodu. Pracovníci s dlouholetými praktickými zkušenostmi v oblasti kopírování a tisku dokáží správnou expozici tiskové desky a správné seřízení tiskového stroje celkem spolehlivě odhadnout. Nastupující mladá generace tiskařů však pochopitelně tyto zkušenosti nemá a je třeba ji vést k používání exaktních metod. Pak by měla být schopna v co nejkratší době dosáhnout odborných kvalit svých starších soudruhů.

Rozšiřování autotypického bodu je vyjadřováno pomocí nárůstu síťových tónových hodnot mezi tiskovou formou a vlastním tiskem. Při kopírování tiskové formy dochází k určitému vyostřování tiskového bodu ve středních tónech. Tato nelineárnost zobrazení tónové stupnice tiskového podkladu na tiskovou formu je částečně kompenzována nárůstem tiskového bodu ve středních tónech při vlastním tisku.

Síťová tónová hodnota (F) na testovém autotypickém poli se zjistí ze vztahu:

$$F = \frac{1 - 10^{-D_r}}{1 - 10^{-D_v}} \cdot 100,$$

kde

- F — síťová tónová hodnota na tisku v %,
- D_r — optická hustota autotypické plochy o známé tónové hodnotě,
- D_v — optická hustota plné plochy.

Nárůst síťového bodu mezi předlohou a tiskem je dán vztahem:

$$\Delta F = F - F',$$

kde

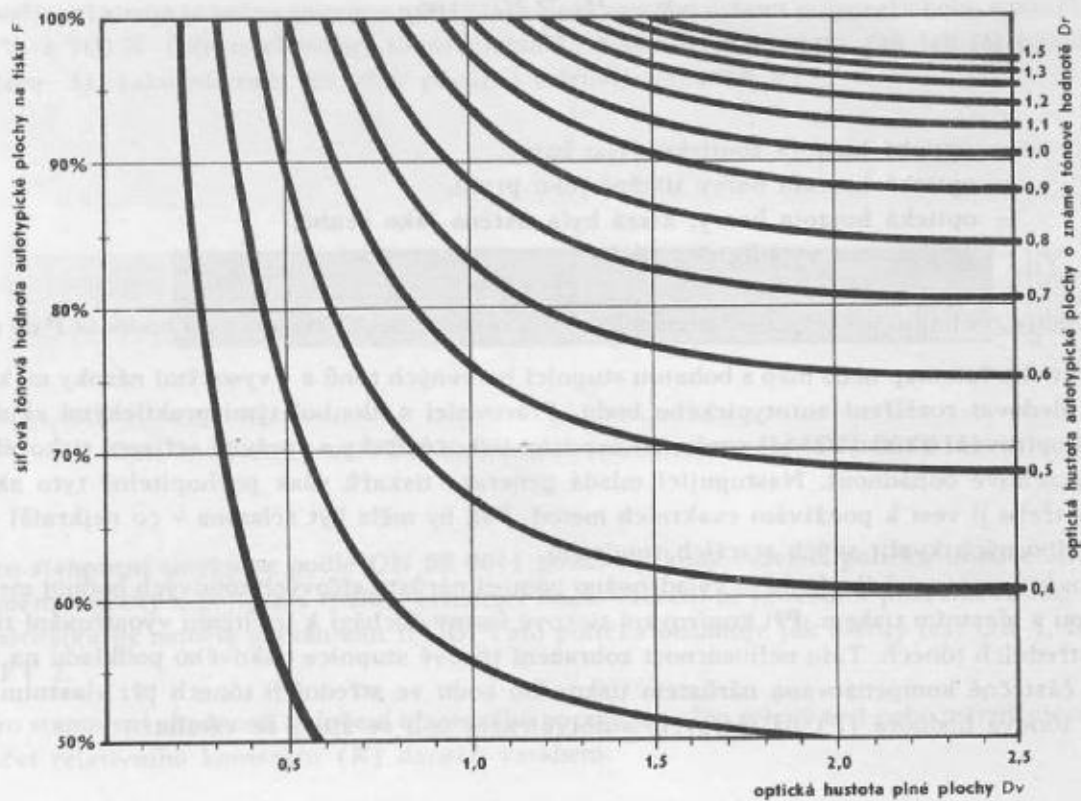
- ΔF — nárůst síťových tónových hodnot,
- F — síťová tónová hodnota rastru vypočtená z hodnot naměřených na tisku,
- F' — síťová tónová hodnota rastru kontrolního proužku deklamovaná výrobcem.

Místo složitých výpočtů lze použít grafu, jehož příklad je uveden na obr. 4.

Rozšíření autotypického bodu při tisku se pohybuje u středních hodnot od 0 do 20 % pro mechanický nárůst a od 5 % do 20 % pro optický nárůst. Celkový nárůst je součtem mechanického a optického nárůstu. Za nepříznivých okolností se tedy může střední tónová hustota 50 % na tiskové formě reprodukovat jako hodnota 90 % na tisku. Pro archový ofset se u natíraných papírů doporučuje nárůst 15 až 18 %.

Barevné výkyvy se u vícebarevných tisků projevují mnohem více při změně velikosti autotypického bodu (mechanický nárůst) než při změně krytí plošky autotypického bodu (optický nárůst). Vyplývá z toho, že při tak náročných procesech, jako je kupříkladu tvorba čtyřdílné politické mapy světa, prakticky nelze pro dosažení jednotného barevného tónu všech čtyř dílů kompenzovat nedostatky přenosu tónových hodnot z tiskového podkladu na tiskovou formu změnou seřízení ofsetového stroje při tisku. Úpravou vydatnosti barvy, tlaků a vlhčení lze celkové barevné podání pouze zhoršit. Jestliže se podaří vyrovnat barevný tón kupříkladu ve středních tónových hodnotách, projeví se několikanásobně větší nárůst ve vysokých tónových hodnotách.

Veškerá denzitometrická měření se provádějí přes filtr s doplňkovou barvou vzhledem k barvě, již



Obr. 4. Graf pro zjištění nárůstu sířového bodu v tisku

Příklad výpočtu:

- optická hustota plné plochy je 1,50 (osa D_v),
- optická hustota rastru o hodnotě 60 % je 0,45 (osa D_r)
- průsečík křivky denzity 0,45 a svislé osy reprezentující denzitu 1,50 vytne na ose F hodnotu 67 %
- nárůst sířového bodu je tedy 7 % (67 % – 60 %)

měříme. Protože se při tisku map používají i jiné barvy než základní pro čtyřbarvotisk, je třeba k volbě filtru přistupovat citlivě s ohledem na tón a jas barvy. Přibližně je možno se přidržovat těchto zásad (viz tabulku 1):

Tabulka 1

Denzitometr	TRD 04			Gretag						
	Barva	Filtr	Č	Z	M	Nastavení	N	A	P	Ž
žlutá					x					x
oranžová					x					x
hnědá				x					x	
červená				x					x	
purpurová				x					x	
tmavomodrá		x						x		
azurová		x						x		
světle zelená					x					x
tmavozelená		x						x		
šedá				x			x			
černá				x			x			

3.8. Přestože jsou jednotlivé kontrolní proužky určeny zejména pro určitou etapu polygrafického zpracování tiskoviny, je skladba jejich obsahu natolik univerzální, že lze použít jeden proužek jak pro kontrolu tiskové formy, seřízení stroje, tak i pro sledování standardní kvality tisku. Jejich operativnost spočívá v možnosti vizuálního vyhodnocování některých kontrolovaných hodnot, jako je smyk, určení přenosu jemných autotypických bodů apod.

4. Používání kontrolních proužků není pochopitelně samospasitelné a nevyřeší všechny problémy tisku map. Je to pouze první krok k zajištění stabilizace tiskového procesu a je zřejmé, že pokud budeme chtít dosáhnout programového řízení výroby, potom bude nutno usilovat nejen o stabilitu a vysokou úroveň jednotlivých výrobních fází, ale i o sladění všech výrobních operací do optimálního výrobního cyklu. A právě tento cíl by měl být dosažen u těch ústavů a zařízení, které si činí nárok na kvalitní tisk map.

Literatura:

- ČSN 88 0620. Hodnocení tisku. Stanovení smyku tisku. 1974. 2 s.
ON 88 0611. Měrný test pro stanovení smyku a vybarvení tisku. 1974. 2 s. — Zrušena.
ON 88 0622. Stanovení vhodnosti složení potahu ofsetového válce. 1981. 3 s.
ON 88 0623. Stanovení vhodnosti ofsetového potahu. 1981. 3 s.
ON 88 0624. Stanovení správného tiskového tlaku. 1981. 3 s.
ON 88 0625. Stanovení tiskové vhodnosti papíru. 1981. 3 s.
ŠICH, Z. — VONÁSEK, Z.: Měrný proužek PT 1 pro kontrolu ofsetového tisku. Typografia, 1984, č. 6, s. 110—112.
VONÁSEK, Z.: Vizuální metody stanovení síťových tónových hodnot. Typografia, 1983, č. 12, s. 414—415.

Došlo 20. 7. 1988

Nové trendy ve fotochemickém průmyslu

1. Úvod

Československý fotochemický průmysl, reprezentovaný národním podnikem FOTOHEMA Hradec Králové, připravuje postupně k sériové výrobě několik černobílých i barevných halogenidostříbrných fotomateriálů. Připojuje se k výrobcům barevných fotomateriálů, kteří využívají celosvětově unifikované postupy při fotolaboratorním zpracování. Dochází současně k výraznému zvýšení kvality barevných fotomateriálů. Pro oblast fotogrammetrie i kartografie se naskýtají možnosti ověřit tyto nové výrobky pro účely jejich zařazení do současných technologií, využívajících fotografický obraz.

U černobílých fotomateriálů dochází zejména k obnovení výroby fototechnických filmů potřebných pro oblast kartoreprodukce.

2. Celosvětově unifikované zpracovatelské procesy

Cílevědomý výzkum u většiny výrobců halogenidostříbrných barevných fotomateriálů vyúsťuje v současné době v produkci stále dokonalejších fotografických emulzí, u nichž je dosahováno:

- zvýšení citlivosti při vysoké jemnozrnnosti;
- zlepšení barevného podání a brilance barev, tj. dokonalejší reprodukce barev;
- podstatné snížení tloušťky vrstev, zvýšení rozlišovací schopnosti mikrodetailu fotografického obrazu;
- zlepšení barevné stálosti barviv.

Všechny tyto přednosti jsou umožněny aplikací nových typů krystalů halogenidů stříbra, zejména tabulárních, dále pak zavedením nedifundujících disperzních (chráněných) barvotvorných složek a řady dalších látek (DIR složky atd.) do fotografických vrstev. Mnohonásobně tenkovrstvé polevy se využívají u barevných materiálů negativních, inverzních i pozitivních, a to jak u filmů, tak u fotopapírů.

Ke sjednocení technologie zpracování barevných fotografických materiálů na bázi chráněných barvotvorných složek v olejové disperzi došlo po zavedení progresivních (horkých) procesů firmou KODAK v sedmdesátých letech. Přednosti horkých procesů spočívají ve zjednodušení a zkrácení zpracování, je vypouštěno vypírání ve vodě mezi jednotlivými lázněmi, nejsou nutné přerušovací lázně. Výsledný efekt tkví ve snižování přímých nákladů na zpracování m² filmu nebo fotopapíru i přesto, že se zvyšují náklady na ohřev vyvolávacích roztoků na vyšší teploty. Tomuto trendu se již podřídili téměř všichni výrobci fotomateriálů mimo RVHP.

Celosvětově unifikované zpracovatelské postupy a označení jejich ekvivalentů ostatními výrobci fotografických materiálů udává tabulka 1.

Tabulka 1

Výrobce \ Typ fotomateriálu	Barevný negativ	Barevný pozitiv (papír)	Barevná inverze	Barevný inverzní papír
KODAK	C-41	EP-2	E-6	R-3
FUJI	CN-16	CP-21	CR-56	RP-303
KONISHIROKU	CNK-4	CPK-12	CRK-6	—
AGFA	AP-70	AP-92	AP-44	—
3 M	CNP-4	CPP-2	E-6	—

Další výrobci uvádějí na svých barevných fotomateriálech označení zpracovatelského procesu podle firmy KODAK. Jedná se o výrobce: ILFORD, FOTOKEMIKA, FORTE, MITSUBISCHI. Pod ozna-

čením kodakovským vyrábějí konfekční chemikálie v koncentrátech pro jednotlivé horké procesy např. firmy TETENAL, OLIN HUNT atd.

Základní schémata horkých zpracovatelských procesů jsou dále uvedena v tabulkách; v tabulce 2 — proces C-41, v tabulce 3 — EP-2, v tabulce 4 — E-6 a v tabulce 5 — proces R-3.

Proces C-41

Tabulka 2

Vyvolávací roztok	Vyvolávací doba (min : sec)	Teplota (°C)	Míchání roztoku
Barvotvorná vývojka	3 : 15	37,8 ± 0,25	cirkulace čerpadlem + dusík
Bělicí lázeň	4 : 20	38 ± 3	cirkulace čerpadlem + stlačený vzduch
1. praní	1 : 05	38 ± 5	přisávání vzduchu
Ustalovací lázeň	4 : 20	38 ± 3	cirkulace čerpadlem + stlačený vzduch
2. praní	3 : 15	38 ± 5	přisávání vzduchu
Stabilizátor	1 : 05	24 až 41	žádné míchání
Sušení		40 až 60	

Proces EP-2

Tabulka 3

Vyvolávací roztok	Vyvolávací doba (min : sec)	Teplota (°C)	Regener. dávka přítok vody
Barvotvorná vývojka	3 : 30	33 ± 0,3	325 ml/m ²
Bělicí ustalovač	1 : 30	30 až 34	325 ml/m ²
Praní	3 : 30	30 až 34	6 až 10 l/min
Sušení		do 96	

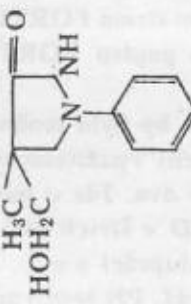
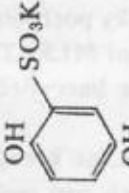
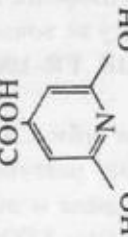
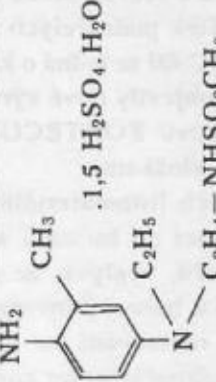
Procesy C-41 a EP-2 jsou v určité modifikaci využívány ve stále více se rozvíjejících expresních fotografických službách obyvatelstvu v MINILABECH, kde jsou postupně navíc zaváděny tzv. bezodpadové technologie bez praní, kdy místo prací vody je použit stabilizátor.

Roztok	Čas (min)	Teplota (°C)	Regenerace (ml/m ²) n. průtok vody (l/min)	Probucl.	Cirkulace a filtrace
Čb. vývojka	5 až 7	36,5 až 39,5	2150,0	dušík	ano
1. praní	2	33 až 39	7,5	vzduch	—
Inverzní lázeň	2	24 až 39	1100,0	žádné	ne
Barevná vývojka	5 až 7	36,5 až 39,5	2150,0	dušík	ano
Kondicionér	2	24 až 39	1100,0	žádné	ne
Bělič	6	33 až 39	270,0	vzduch	ano
Ustalovač	4	33 až 39	1100,0	vzduch	ano
2. praní	2	33 až 39	7,5	vzduch	—
3. praní	2	33 až 39	7,5	vzduch	—
Stabilizátor	0,5	teplota místnosti	1100,0	žádné	není potřeba
Sušení	—	max. 63	—	—	—

Vyvolávací roztok	Vyvolávací doba (min : sec)	Teplota (°C)	Regenerační dávka
První vývojka	1 : 15	38 ± 0,5	330 ml/m ²
Praní	0 : 45	35 až 41	5 l/min
Druhý osvit	min. 100 luxů		
Barevná vývojka	2 : 15	38 ± 1	500 ml/m ²
Bělicí ustalovač	2 : 10	38 ± 1	220 ml/m ²
Praní	2 : 15	25 až 41	5 l/min
Sušení		do 85	

Všechny horké procesy umožňují vysokou produktivitu zpracování fotomateriálů. Např. proces E-6 pro zpracování barevných inverzních filmů trvá 33 min. Starý proces FOMACHROM D-22 na bázi vodorozpustných difundujících barvotvorných složek trvá při teplotě 22 °C 95 min bez sušení.

Zpracovatelské lázně horkých procesů mají zcela jiné chemické složení. Výrobci filmů a další specializované firmy vyrábějící fotografické chemikálie dodávají pro jednotlivé procesy konfekční sady lázní ve formě tekutých koncentrátů. Receptury jednotlivých lázní jsou tajeny, nezveřejňují se. V lázních pro horké procesy je využita řada nezvyklých a ve fotografii dosud nepoužívaných látek. Zcela nové chemikálie v procesu E-6 jsou uvedeny v tabulce 6.

Název	Chemický vzorec	Funkce v roztoku
Dimezon S 4-hydroxymethyl-4-methyl-1-fenyl-3-pyrazolidinon		čb. vyvolávací látka
Hydrochinonmonosulfonan draselný		čb. vyvolávací látka
Kyselina citrazinová (2,6-dihydroxypyridin-4-karbonová)		kopulátor v barevné vývojce
CD-3 N ⁴ -etyl-N ⁴ -(2-metansulfonamidoetyl)-2-methyl-1,4-fenylendiamin (sesquisulfát, monohydrát)		barvotvorná vyvolávací látka
HS-104 1,8-dihydroxy-3,6-dithiaoktan	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	rozpouštědlo halogenidu Ag v barevné vývojce
1-thioglycerin	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	rozpouštědlo halogenidu Ag — urychlovač bělení

3. Výrobky na bázi chráněných barvotvorných složek v ČSSR

Na trh ČSSR byl zaveden barevný negativní film EQUICOLOR HR 100, adjustovaný n. p. FOTO-CHEMA s japonskou spoluprací. Od roku 1988 se na trhu objeví FOMACOLOR CN 100, barevný negativní film, vyrobený ve spolupráci s firmou AGFA. Parametry filmů udává tabulka 7.

Tabulka 7

Označení filmu	Citlivost	Zpracovatelský proces	Podniková norma
EQUICOLOR HR 100	21 DIN, 100 ASA	CN-16/C-41	PND 6-050
FOMACOLOR CN 100	21 DIN, 100 ASA	AP-70/C-41	PND 6-051

V obou případech se jedná o barevné negativní filmy pro denní světlo. Tím došlo k vyplnění dlouholeté mezery, kdy od roku 1972 po zrušení výroby tuzemského barevného negativu FOMACOLOR 17 byly na trhu pouze barevné negativní filmy ORWO, také na bázi vodorozpustných difundujících barvotvorných složek. Od výroby filmů i fotopapírů s těmito typy barvotvorných složek, vykazujících nižší kvalitu fotografického obrazu, se již mimo RVHP upustilo, a to i z důvodů výskytu zdraví škodlivých fotolučebnin při jejich zpracování.

Vyvolávací látky TSS, T-32 a AC-60 se od roku 1982 přestávají ve světě vyrábět, protože jsou zařazeny do indexu chemických látek podezřelých z karcinogenity, vydávaného Světovou zdravotnickou organizací v Lyonu. V případě AC-60 se jedná o karcinogenní látky potřebné pro syntézu při její výrobě.

Na trhu ČSSR se dosud neobjevily nové výrobky ze sousední MLR. Tam firma FORTE zavedla v roce 1987 výrobu barevného negativu FORTECOLOR FR-100 a barevného papíru FORTECOLOR P-II s chráněnými barvotvornými složkami.

Z uvedeného výčtu barevných fotomateriálů na trhu ČSSR, ze kterých by bylo možno předpokládat v n. p. FOTO-CHEMA adjustaci do formátů a šířek potřebných pro ověření využitelnosti ve fotogrametrii, kartografii a mikrografii, vyplývá, že se jedná o materiály pouze dva. Jde o barevný negativní film FOMACOLOR CN-100 a barevný inverzní film FOMACHROM RD v šířkách 240 mm a v mikrografických formátech. Jejich otestování lze plánovat v roce 1989 ve spolupráci s n. p. FOTO-CHEMA a VD FOTOGRAFIA při fotolaboratorním zpracování v procesu E-6 a C-41. Při testování bude zejména účelné prověřit využití barevných filmů zlepšených fotochemických vlastností pro letecké měřické snímání, pro plnění úkolů vojenskoodborné činnosti, pro fotogrammetrické vyhodnocování a interpretaci.

4. Filmy pro oblast kartoreprodukce výroby ČSSR

Jako náhradu za dosud tradičně používané fototechnické filmy ORWO FU5 a ORWO FO6, jejichž dovoz z NDR se od roku 1987 nedaří zajišťovat, vyvinul n. p. FOTO-CHEMA Hradec Králové jejich ekvivalenty.

Film FOMA REPRO N-5 je černobílý halogenidostříbrný, opticky nesenzibilovaný film, určený k reprodukci čárových i textových předloh převážně kontaktním způsobem. Rozměrově stálá PETP podložka síly 0,1 mm zaručuje dodržení kartografické přesnosti. Film je dodáván v potřebných formátech a šířkách rolí pro kartografické využití.

Film FOMA REPRO O-5 je černobílý halogenidostříbrný, ortochromaticky senzibilovaný film. Je určen pro pérové snímky a jednoduché síťové práce, pro reprodukci čárových a textových černobílých i barevných předloh a ke zhotovování síťových snímků z polotónových předloh. Předložka i adjustace tohoto filmu je shodná jako u REPRO N-5.

Oba tyto filmy se zavádějí do kartoreprodukčních provozů ČSLA na základě uskutečněných kontrolních zkoušek, které prokázaly jejich vhodnost jako náhradu za filmy ORWO stejné kategorie.

5. Závěr

Dynamický rozvoj fotochemického průmyslu v ČSSR umožňuje vyslovit předpoklad, že nová generace

tuzemských barevných materiálů umožní zefektivnit technologie využívající fotografický obraz, zejména ve fotogrametrii, kartografii a mikrografii. Jejich zavedení však budou muset předcházet kladné výsledky kontrolních zkoušek, včetně ekonomického rozboru a plánu technicko-organizačního a materiálního zabezpečení.



3. Příklady vyvíjených barevných materiálů pro fotogrametrii a kartografii.

Literatura:

- [1] PÍSECKÝ, A.: Zpracovatelský proces E-6. In: 9. mezinárodní sympozium fototechniky, Karlovy Vary 1987. Sborník referátů. Ostrava, DT ČSVTS 1987, s. 101–114.
- [2] KRATOCHVÍL, P.: Celosvětově unifikované procesy C-41, EP-2, E-6 a R-3. In: 9. mezinárodní sympozium fototechniky, Karlovy Vary 1987. Sborník referátů. Ostrava, DT ČSVTS 1987, s. 38–68.
- [3] KRATOCHVÍL, P.: Barevné fotografické materiály z hlediska kvality. In: 8. mezinárodní sympozium fototechniky, Znojmo 1986. Sborník referátů. Ostrava, DT ČSVTS 1986, s. 2–19.
- [4] PND 6-040-88. Fotografické materiály. Fototechnické filmy REPRO N-5 a REPRO O-5. Hradec Králové, Fotochema 1988.

Došlo 4. 9. 1988

Elektronický psací stroj ROBOTRON S 6130

Úvod

Článek podává stručnou informaci o novém elektronickém psacím stroji s pamětí ROBOTRON S 6130, jeho technických parametrech s popisem funkcí a možnostmi při jeho praktickém využití.



Obr. 1. Elektronický psací stroj ROBOTRON S 6130 s příslušenstvím

1. Popis a technické údaje

Stroj ROBOTRON S 6130 se skládá z vlastního psacího stroje a příslušenství, které tvoří kazetový magnetofon. Klávesy stroje plní stejné funkce jako klávesy klasických mechanických strojů, tj.: vlastní psaní a ovládání funkcí — zpětný pohyb vozu s řádkováním mezerníku, vracení, nastavení půl řádku nahoru nebo dolů. Trvalá funkce vyžaduje delší, ale ne silnější stisk příslušné klávesy.

Elektronika Robotronu zabezpečuje mnoho rutinních operací při úpravách textů automaticky: zasunutí a vyjmutí papíru různých formátů, tabulace, centrování textů, automatické podtrhávání, tisk tučným písmem, proložený nebo úsporný zápis, zarovnávání pravého okraje apod. Hlavní předností psacího stroje je výbava textovou pamětí. Lze do ní ukládat všechny znaky i funkce tak, že lze bez problému korigovat chybný zápis. Dále umožňuje automatické psaní opakujících se textů. Stroj je vybaven třemi vedlejšími paměťmi, deseti konstantami a čtyřmi pamětmi formátu.

Funkce „opakovaný tisk strany“ umožňuje opakovaný výpis poslední evidované stránky. Lze měnit šířku řádků s automatickou úpravou řádků po korekci chyby (lámání řádků) a tak dosahovat požadovaných formátů textu.

Překlepy na originále lze beze zbytku opravit při použití barvicí karbonové plastové pásky (lift-off), s textilní páskou ve smyčce je opravený text pouze na opakovaných výtiscích.

Texty, funkce a další pomocné informace se zobrazují průběžně na dvanáctimístném displeji, umístěném nad klávesnicí. Tato optická kontrola přispívá k bezchybnému psaní.

Ukládání informací do externí paměti se uskutečňuje prostřednictvím třípolohového přehrávacího vodiče, kterým se psací stroj napojí na magnetofon.

2. Hlavní technické parametry Robotronu S 6130

Princip tisku	— typovým výměnným kotoučem uloženým v kazetě
Rychlost psaní	— max. 17 znaků/s
Počet výtisků	— 1 + 4
Max. šířka psaní	— 355 mm = 13,2"
Max. šířka papíru	— 420 mm = 16,5"
Šířka písma	— 1/10", 1/12", 1/15", propor. písmo
Hustota řádkování	— 1; 1,5; 2; 2,5; násobky základního řádkování 1/6"

Varianty tisku	— proložené, úsporné, tučné, aut. podtrhávání
Barvicí páska	— uložená v kazetě, karbonová, plastová, schopná korektury „lift-off“ — uložená v kazetě, z tkaniny, nekonečná smyčka, není schopná korektury
Korekční páska	— typ „lift-off“ na samostatné cívce
Zobrazovací panel	— řádkový dvanáctiznakový displej LED
Kapacita paměti	— paměť RAM 8 Kbyte, z toho dynamická textová paměť 7 Kbyte
Počet formátových pamětí	— 4
Korekční paměť	— odpovídá psané stránce
Doba uchování dat v paměti	— max. 400 h, tj. 17 dní
Možnosti připojení	— pro kazetový magnetofon a jako tiskárna s interface CCITT V 24, EIA RS 232 C, bitseriálně
Rozměry	— š. 582 mm, h. 555 mm, v. 190 mm
Hmotnost	— 19,2 kg
Napájení	— 220 V $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$
Příkon	— max. 90 W
Výrobce	— VEB ROBOTRON Erfurt, NDR
Dodává	— Kancelářské stroje, k. ú. o., Praha
Cena (bez magnetofonu)	— 14 417,- Kčs

3. Praktické využití elektronického psacího stroje ROBOTRON S 6130

Stroj má široké použití, zvláště ve spojení s vnější pamětí. Jsou to například tyto práce a funkce:

- psaní běžných spisů, hlášení ap. s možností rychlých úprav textů;
- ukládání opakujících se textů do paměti (adresy, celé věty nebo části vět), označování míst, kde má stroj zastavit, aby bylo možné doplňovat z klávesnice měnící se texty. V praxi to znamená, že obsluha po vložení papíru a vyvolání patřičné paměti sleduje, jak psací stroj sám píše naprogramovaný neměnný text a zastavuje se při označených změnách (např. u čísla objednávky, data, jména ap.), které obsluha dopíše na klávesnici, a tím je spis v krátké době napsán;
- vyhotovení tiskových podkladů a důležitých dokumentů (využití bezchybné opravy a automatického zarovnávání pravého okraje);
- uložení částečných nebo celých textů do paměti, jejich archivace, popřípadě zpětné vyvolání a provedení rychlého opisu, nebo pružné změny textu s využitím magnetofonové kazety.

Závěr

Elektronický psací stroj s pamětí ROBOTRON S 6130 splňuje vysoké nároky na psací techniku s velkým komfortem obsluhy. Ergonomická klávesnice a vysoká kvalita tisku činí z tohoto stroje účinný nástroj moderní administrativy.

СОДЕРЖАНИЕ

Й. Прахарж: Применительность астрономического универсального прибора для точной ориентации коротких сторон	1
Д. Душатко: Возможные подходы к пространственному моделированию характеристик геомагнитного поля в различных масштабах	11
В. Шильган: Возможности усовершенствования дешифрирования снимков помощью избранных методов цифровой обработки картин	17
В. Шильган: Анализ плоскостного расположения характеристик непрозрачности (дензиты) космических снимков для объективизации цифровой обработки	24
К. Веселы: Объективизация процессов офсетной печати путем использования контрольных полосок при печатании карт	30
М. Шимонова: Новые направления развития в фотохимической промышленности	36
М. Малы: Электроническая пишущая машинка ROBOTRON S 6130	42

INHALT

J. Prachař: Verwendbarkeit des astronomischen Universalgerätes für genaue Orientierung kurzer Seiten	1
D. Dušátko: Potentielle Zutritte zur räumlichen Modellierung von Charakteristiken des geomagnetischen Feldes in verschiedenen Maßstäben	11
V. Šilhan: Möglichkeiten der Qualitätserhöhung der Photointerpretation mittels ausgewählter Methoden der digitalen Bildverarbeitung	17
V. Šilgan: Analyse der Flächenverteilung von Dichten der kosmischen Aufnahmen für die Objektivierung der digitalen Verarbeitung	24
K. Veselý: Objektivierung des Offsetdruckverfahrens durch die Ausnutzung von Kontrollstreifen bei dem Kartendruck	30
M. Šimonová: Neue Entwicklungstendenzen in photochemischer Industrie	36
M. Malý: Elektronische Schreibmaschine ROBOTRON S 6130	42