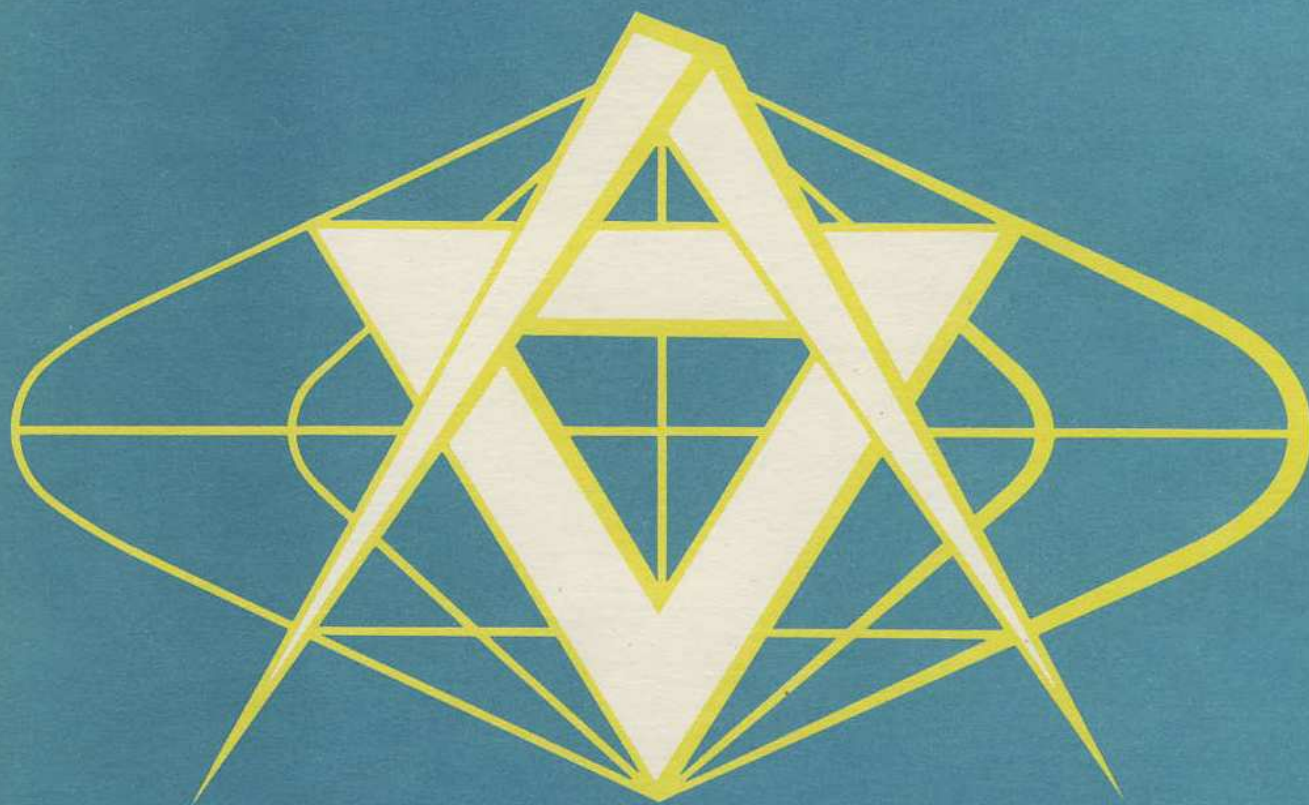


**SBORNÍK
TOPOGRAFICKÉ
SLUŽBY
MNO**



**VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

OBSAH

	Strana
Prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc.: Geodetické zabezpečení stavby silničního týlového mostu	1
<i>Recenzent: Ing. Vladimír Martinák, CSc.</i>	
Mjr. Ing. Karel Raděj, CSc.: K vyrovnání jednotné astronomicko-geodetické sítě socialistických států	22
<i>Recenzent: pplk. Doc. Ing. Věnek Pavlica, CSc.</i>	
Kpt. Ing. Karel Sukup, CSc.: Možnosti využití kosmických snímků pro určování souřadnic bodů	32
<i>Recenzent: plk. Doc. Ing. Josef Franěk, CSc.</i>	
Mjr. Ing. Vladimír Šilhan — Ing. Marta Šimonová: Možnosti zlepšení interpretační využitelnosti kosmických snímků pomocí nekonvenčních fotolaboratorních postupů	37
<i>Recenzent: pplk. Miloš Nejmán</i>	
Mjr. Ing. Vladimír Šilhan: Možnosti analýzy plošného rozložení denzit digitalizovaných obrazů kosmických snímků	42
<i>Recenzent: mjr. Ing. Vladimír Kotlář</i>	

Prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc.

Geodetické zabezpečení stavby silničního týlového mostu

Úvod

Pro vojenské účely byla vyvinuta moderní ocelová konstrukce rychlomontovatelného dvouproudového silničního mostu k překonávání vodních a suchých překážek v operačním týlu. Most umožňuje přesun i těch nejtěžších vozidel různého druhu. Vývoj metod a technologie měřických prací včetně speciálních geodetických pomůcek zajišťovala katedra geodézie a kartografie na VAAZ v Brně. Ke splnění vysokých požadavků na rychlost, přesnost a spolehlivost geodetických prací musely být vyvinuty pro vytyčení stavby mostu nové metody s využitím moderní přístrojové techniky, zejména laserů a světelných dálkoměrů. Vzhledem k tomu, že zaváděné geodetické metody nebyly ještě v ČSLA použity a nebyly získány ani žádné jiné podklady o obdobných moderních metodách v zahraničních armádách, musely být všechny dílčí návrhy a postupy ověřovány v praxi ve spolupráci s vojenskými výzkumnými složkami, s ženijními útvary a s železárnami a strojírnami ve Vítkovicích. Po několika letech se podařilo vývoj měřických metod, technologií a speciálních geodetických pomůcek dokončit. Protože se předpokládá zařazení nového týlového mostu do ČSLA a do některých armád Varšavské smlouvy, je v tomto článku stručně popsán a vysvětlen postup a organizace geodetických prací zabezpečujících rychlou stavbu mostu.

1. Úkoly měřické skupiny

Měřická skupina, která je součástí průzkumné čety, se skládá z velitele měřické skupiny a dvou měřičů. Pro některé měřické a vytyčovací práce se měřická skupina rozšiřuje o dva pomocníky.

Hlavní úkoly měřické skupiny jsou:

- příprava geodetických podkladů pro výběr místa stavby mostu;
- geodetický průzkum s vytyčením osy mostu a výsuvné dráhy;
- výšková rektifikace výsuvných válečků;
- vytyčení polohy pilířů;
- zaměření posunů mostu.

a) Geodetické podklady se dělí na topografické mapy, mapy velkého měřítko, mapy vodních toků, geologické a hydrologické mapy, letecké snímky a seznamy souřadnic výškových bodů s místopisy. Všechny podklady mají být dostatečně aktuální a mají poskytovat nezbytné informace o překážce, jejím okolí a o přilehlých komunikacích.

b) Podle charakteru překážky, předpokládané délky mostu, terénních podmínek, vzdálenosti silnic od překážky, geologických a dalších podmínek se rozlišuje úplný a zkrácený geodetický průzkum.

Úplného geodetického průzkumu se používá u mostů delších než 135 m nebo při větší členitosti anebo porostu terénu. Geodetické práce se dělí na:

- průzkumné měřické práce;
- vytyčení osy mostu a vyhotovení plánu pro projekt mostu;
- zaměření bodů předběžného geotechnického a hydrotechnického průzkumu;
- vytyčení základních bodů a odsazené osy mostu;

- vytyčení a zaměření profilu překážky;
- zpracování vytyčovacího plánu;
- vytyčení a zaměření bodů podrobného geodetického a hydrotechnického průzkumu;
- vytyčení výsuvné dráhy;
- vytyčení kotevních čar.

Na území ČSSR s převládajícími menšími vodními toky je častější zkrácený geodetický průzkum, který se člení na:

- vytyčení základního bodového pole a odsazené osy mostu;
- vytyčení a zaměření překážky;
- zpracování vytyčovacího plánu;
- vytyčení a zaměření bodů geotechnického a hydrotechnického průzkumu;
- vytyčení výsuvné dráhy;
- vytyčení kotevních čar.

Při stavbě mostu přes suchou překážku odpadá zaměření bodů hydrotechnického průzkumu a vytyčení kotevních čar.

c) Výsuvné válečky slouží k posunu mostovky montované na výsuvné dráze před počátkem mostu na druhý konec mostu. Válečky jsou umístěny na výsuvné dráze, na dvou výsuvných stolicích postavených na počátku a konci mostu a na pilířích. V této etapě geodetických prací se výškově rektifikují jen válečky výsuvné dráhy a výsuvných stolic v souladu s projektovanými výškami.

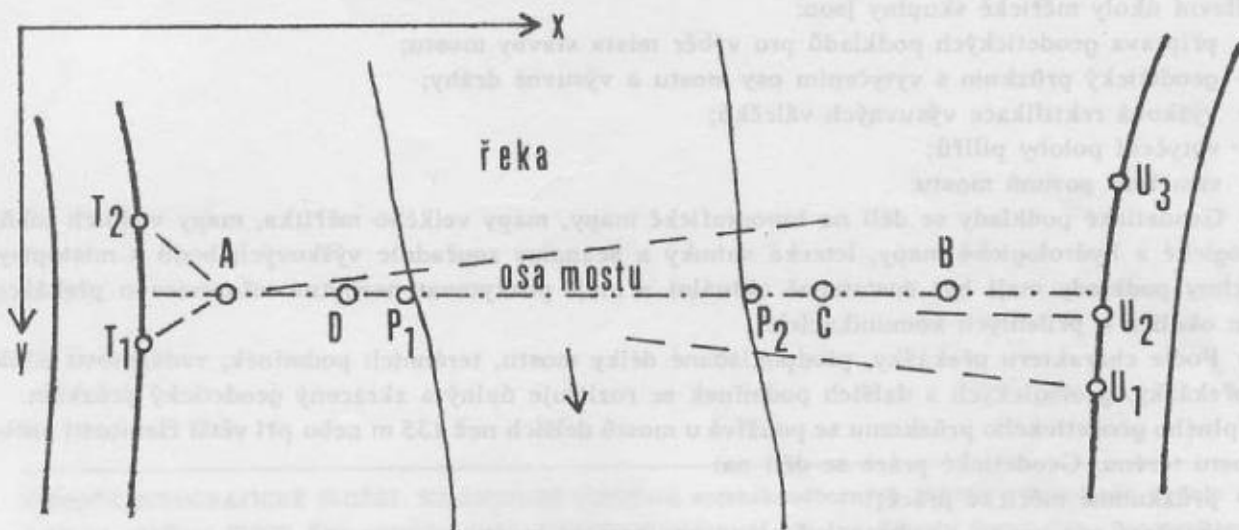
d) Metody vytyčování pilířů jsou dvě podle druhu překážky. Ve vodní překážce měřická skupina navádí plující pontonové soulodí s pilířem do projektované polohy. V suché překážce se body pilířů vytyčují přímo v terénu.

e) Posuny mostu se zaměřují jen na základě rozhodnutí velitele ženijního praporu. Posuny se zjišťují buď po postavení mostu, nebo po zatěžovací zkoušce, případně až po určité době provozu.

2. Měřické a vytyčovací práce v geodetickém průzkumu

Měřické a vytyčovací práce v geodetickém průzkumu jsou součástí průzkumu vybrané lokality stavby mostu. Měřická skupina společně se skupinou geotechnického a hydrotechnického průzkumu má k dispozici speciální vozidlo (obdobného typu jako GEOS nebo TOPOS), ve kterém je mimo jiné uložena mostová měřická souprava, rádiové vysílačky malého dosahu a další materiál.

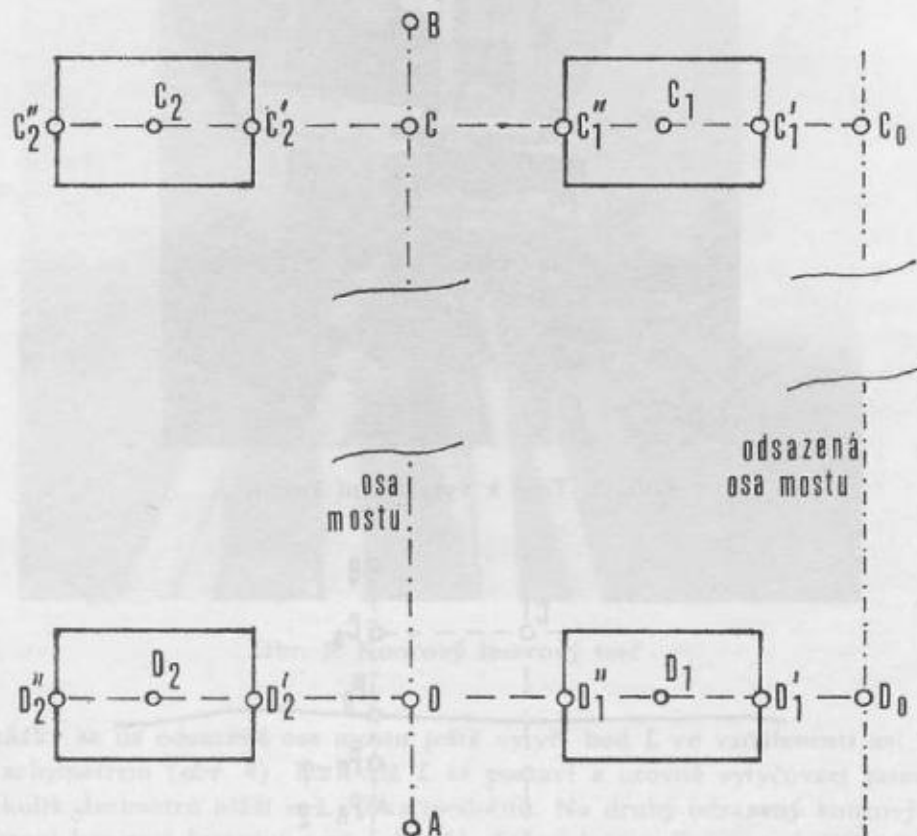
a) K průzkumným měřickým pracím slouží elektronický tachymetr, kterým se získají informace o šířce překážky, výškových poměrech, poloze silnic (cest) z obou stran překážky a u vodní překážky o současné výšce vodní hladiny. Body k zaměřování volí velitel průzkumné čety. Velitel měřické skupiny zhotovuje jednoduchý náčrt situace a zaměřovaných bodů. Měřené veličiny se zapisují do zápisníku.



Obr. 1. Osa mostu AB

b) Na základě průzkumu předběžně určí velitel průzkumné čety osu mostu a na ní body A, B (obr. 1). Z bodu A se elektronickým tachymetrem zaměří několik důležitých bodů, zejména body na silnicích (T_i, U_i), které má most spojit, a body na okrajích překážky, ležící v ose mostu (P_i). U vodní překážky jsou to okrajové body vodní hladiny a u suché překážky její okraje a nejnižší body. Polární souřadnice zaměřovaných bodů se převedou na pravoúhlé, přičemž se osa x místního souřadnicového systému volí rovnoběžně s osou mostu a počátek systému tak, aby všechny souřadnice bodů byly kladné. Všechny zaměřované body se vynesou na milimetrový papír a zhotoví se jednoduchý plán, který slouží veliteli průzkumné čety ke zpracování jednoduchého projektu stavby mostu a příjezdových cest.

c) Skupina geotechnického a hydrotechnického průzkumu zkoumá na zvolených bodech pomocí vrtů a sond geologické a hydrologické vlastnosti překážky, které jsou důležité k rozhodnutí, zda je možno most v daných podmínkách postavit. Tyto body se zaměřují polární metodou z bodu A a vynesou se do plánu. Jestliže body geotechnického průzkumu se snadno zaměřují na jednoduchý dálkoměrný terč, je zaměření bodů hydrotechnického průzkumu obtížnější. Zpravidla se měří na odrazný systém sestávající ze tří odrazných hranolů, který je umístěn na člunu a který obsluhuje měřický pomocník.



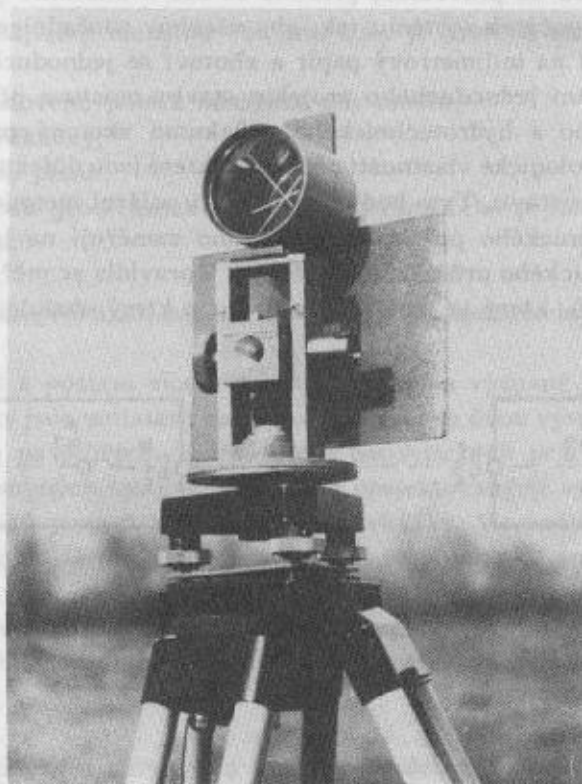
Obr. 2. Odsazená osa mostu a úložné prahy

d) Velitel průzkumné čety určí v terénu na ose mostu jeho počáteční a koncový bod C, D (obr. 1). Po polohovém a výškovém zaměření bodů C, D se vytyčují na kolmicích body C_0, D_0 na odsazené ose mostu a body vyznačující polohu středů hran úložných prahů $C'_1, C''_1, C'_2, C''_2, D'_1, D''_1, D'_2, D''_2$ (obr. 2). Odsazená osa mostu je vzdálena od osy mostu 7,00 m. Zpravidla se body vytyčují pomocí pentagonálního hranolu nebo vytyčovacího laseru.

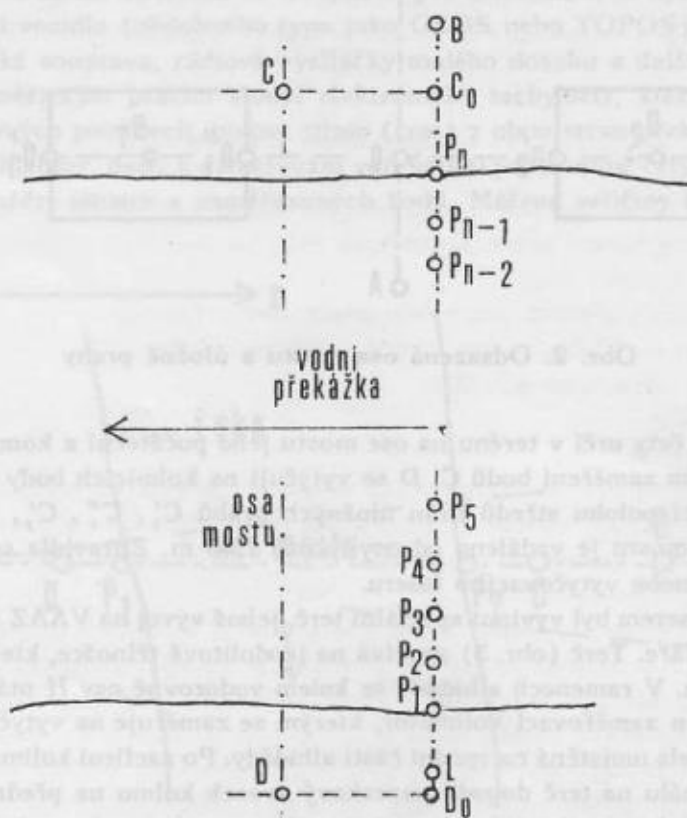
K vytyčování kolmic laserem byl vyvinut speciální terč, jehož vývoj na VAAZ zahájil vědecký kroužek pod vedením Václava Šafáře. Terč (obr. 3) spočívá na teodolitové třínožce, která je připevněna ke stativu příchytným šroubem. V ramenech alhidády se kolem vodorovné osy H otáčí pentagonální hranol. Na jeho krytu je umístěn zaměřovací kolimátor, kterým se zaměřuje na vytyčovací laser. K urovnání terče slouží krabicová libela umístěná na spodní části alhidády. Po zacílení kolimátoru na laser a přesném zamíření laserového signálu na terč dopadá paprskový svazek kolmo na přední stěnu pentagonálního hranolu, v hranolu se lomí do pravého úhlu a vychází z něho ve vodorovném směru. K vytyčení koncového bodu kolmice se používá zadní strany výsuvného terče, která je polepena reflexní fólií (obr. 14).

Na zadní straně terče je také připevněna olovnice, kterou se provažuje stopa laserového signálu na terén.

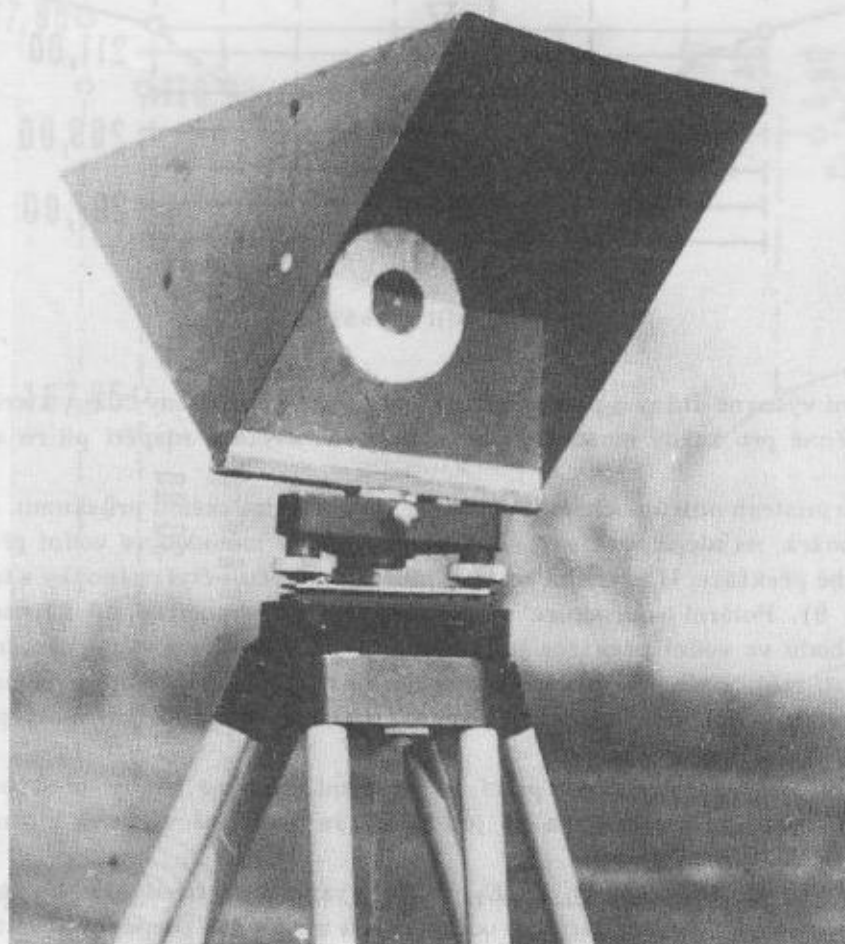
e) Překážka se zaměřuje elektronickým tachymetrem z bodu D_0 , ležícího na odsazené ose mostu (obr. 4). U suché překážky se zaměřují především její charakteristické body ve směru odsazené osy mostu (profil) a několik dalších bodů v předpokládaných místech stavby pilířů.



Obr. 3. Terč k vytyčování kolmic



Obr. 4. Profil překážky na odsazené ose mostu



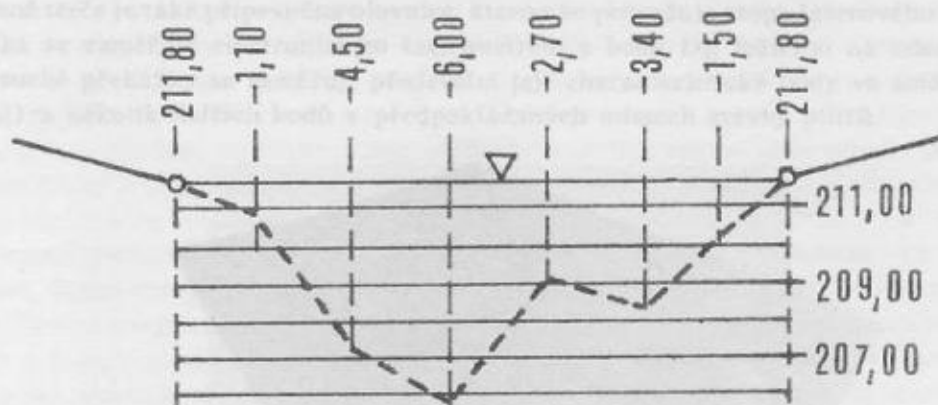
Obr. 5. Koncový laserový terč

U vodní překážky se na odsazené ose mostu ještě vytyčí bod L ve vzdálenosti asi 2 až 3 m před elektronickým tachymetrem (obr. 4). Na bodě L se postaví a urovná vytyčovací laser tak, aby jeho výška byla o několik decimetrů nižší než výška teodolitu. Na druhý odsazený koncový bod mostu C_0 se centricky postaví koncový laserový terč (obr. 5). Stopa laserového paprskového svazku se zacílí na střed tohoto terče. K vytyčení jednotlivých bodů profilu se používá laseru, světelného dálkoměru a ultrazvukového hloubkoměru.

Ultrazvukový hloubkoměr, dálkoměrný terč se třemi odraznými hranoly a jednou rádiovou vysílačkou veze člun s tříčlennou posádkou. Velitel měřické skupiny, 1 měřič a 1 pomocník navádějí pomocí druhé vysílačky hrubý pohyb člunu do odsazené osy mostu. V její blízkosti se velitel člunu již řídí viditelným laserovým signálem a podle pokynů velitele měřické skupiny zapisuje (registruje) hloubky dna měřené ultrazvukovým hloubkoměrem. Pomocník ve člunu neustále udržuje odrazný systém v přibližně kolmé poloze k měřeným délkám. Člun pojíždí přibližně po desetimetrových intervalech podél odsazené osy mostu. Měřené hloubky se hlásí vysílačkou veliteli měřické skupiny, který zajišťuje zapisování čísel bodů, měřených vzdáleností a hloubek do zápisníku. Při měření hloubky dna je třeba zabezpečit, aby nedošlo k omylu v číslování bodů. Pokud řidič člunu vyjede z odsazené osy mostu, takže posádka nevidí laserový signál, navádí jej znovu velitel měřické skupiny do správného směru pomocí rádiového spojení.

Po skončení měření vyhotoví měřická skupina grafický profil dna a předá jej veliteli průzkumné čety. Tento grafický dokument je důležitým podkladem pro rozhodnutí, zda se bude most přes překážku v daném místě stavět (obr. 6).

f) Po rozhodnutí velitele průzkumné čety o stavbě mostu zpracuje měřická skupina schematický vytyčovací plán (obr. 7 a 8). Ve vytyčovacím plánu se vyznačí všechny potřebné údaje k polohovému



Obr. 6. Profil překážky

a výškovému vytyčení výsuvné dráhy a pilířů. Ve schématu jsou předtištěny údaje, které jsou k vytyčení výsuvné dráhy neměnné pro každý most. Do plánu se uvede zvolené rozpětí pilířů a údaje potřebné k vytyčení pilířů.

g) V plánovaných místech pilířů dochází k podrobnému geotechnickému průzkumu. Měřická skupina vytyčuje polohu nánožek, na nichž spočívají nohy pilíře, polární metodou ve vodní překážce a ortogonální metodou v suché překážce. U základní sestavy pilířů se vytyčují čtyři nánožky a u zesílené sestavy osm nánožek (obr. 9). Polární souřadnice středů nánožek se vypočítají na kapesním kalkulátoru. Vytyčování polohy bodů ve vodní překážce je pro měřiče i řízení člunu velmi náročné a předpokládá jak značné zkušenosti měřiče v ovládnutí elektronického tachymetru, tak dobré ovládnutí člunu řidičem. V suché překážce se k podobnému geotechnickému průzkumu vytyčuje jen malý počet bodů podle požadavků velitele průzkumné čety.

h) Důležitou a na přesnost náročnou prací je vytyčení výsuvné dráhy před počátkem mostu. Na výsuvné dráze se montuje mostovka a po její koleji se postupně vysouvá mostovka přes pilíře na druhou stranu překážky.

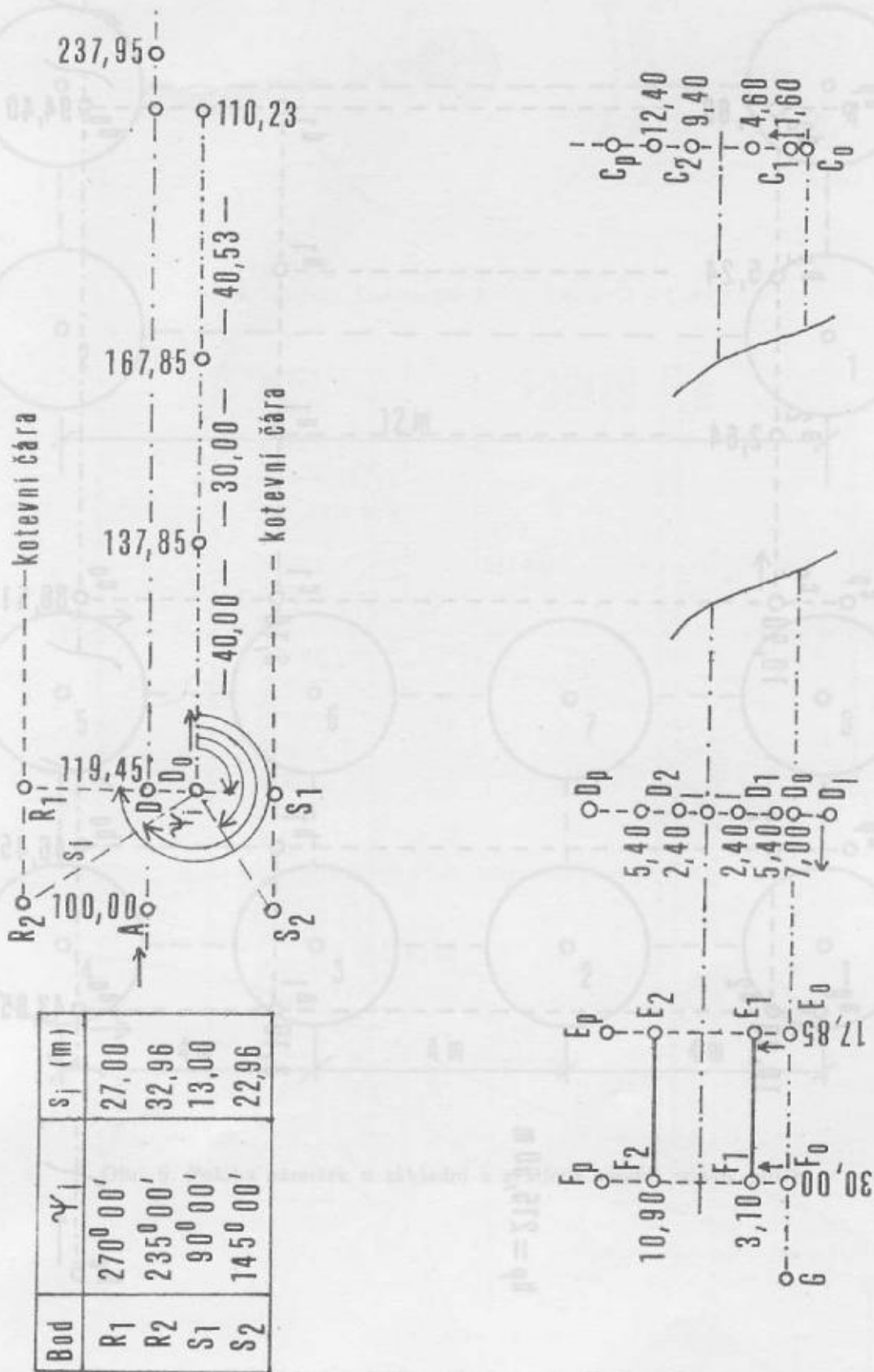
U výsuvné dráhy se vytyčují čtyři body, E_1, E_2, F_1, F_2 , vyznačující středy patek obou částí kolejové dráhy (obr. 7). Body se vytyčují na kolmicích k odsazené ose mostu buď pomocí teodolitu, pentagonálního hranolu a pásma, nebo pomocí vytyčovacího laseru, laserového terče k vytyčování kolmic a pásma. Nejdříve se na odsazené ose mostu vytyčí v určených vzdálenostech paty kolmic a oba koncové body kolmic E_p, F_p . Pásmem napnutým mezi patami kolmic E_0, F_0 a body E_p, F_p se vytyčí požadované body E_1, E_2, F_1, F_2 a signalizují se prozatímními kolíky.

Koncové body vytyčených kolmic v úrovni obou úložných prahů a obou konců výsuvné koleje, tj. C_p, D_p, E_p, F_p , a odpovídající paty kolmic C_0, D_0, E_0, F_0 se stabilizují železnými kolíky (hřeby) nebo se vyznačují na tvrdém podkladu olejovou křídou. Důvodem je úprava terénu pro položení úložných prahů a výsuvné koleje, kdy se dočasná stabilizace bodů zničí. Po polohovém vytyčení se středy hran úložných prahů C_1, C_2, D_1, D_2 (obr. 2) a body výsuvné dráhy E_1, E_2, F_1, F_2 (obr. 7) zaměřují výškově elektronickým tachymetrem z bodu D_0 . Zaměřené výšky se zapisují do schématu a předávají se společně s rozdíly $\delta h_{C_1}, \delta h_{C_2}, \delta h_{D_1}, \delta h_{D_2}, \delta h_{E_1}, \delta h_{E_2}, \delta h_{F_1}, \delta h_{F_2}$ veliteli průzkumné čety. Výškové rozdíly jsou vypočteny z výšek projektovaných a skutečných, takže dosahují malých hodnot. Podle těchto údajů řídí velitel průzkumné čety ve spolupráci s měřickou skupinou úpravu terénu. Teprve po skončení terénní úpravy vytyčuje měřická skupina definitivně středy hran úložných desek k položení úložných prahů a body výsuvné dráhy k jejímu položení. Chyba ve vytyčení bodů v příčném směru (kolmo k ose mostu) nesmí přesáhnout 0,01 m. Body výsuvné dráhy se stabilizují kruhovými terči s obdélníkovými otvory pro jejich upevnění k zemi (obr. 10). Jen u kamenného nebo tvrdého podkladu se body vyznačují olejovými křídami.

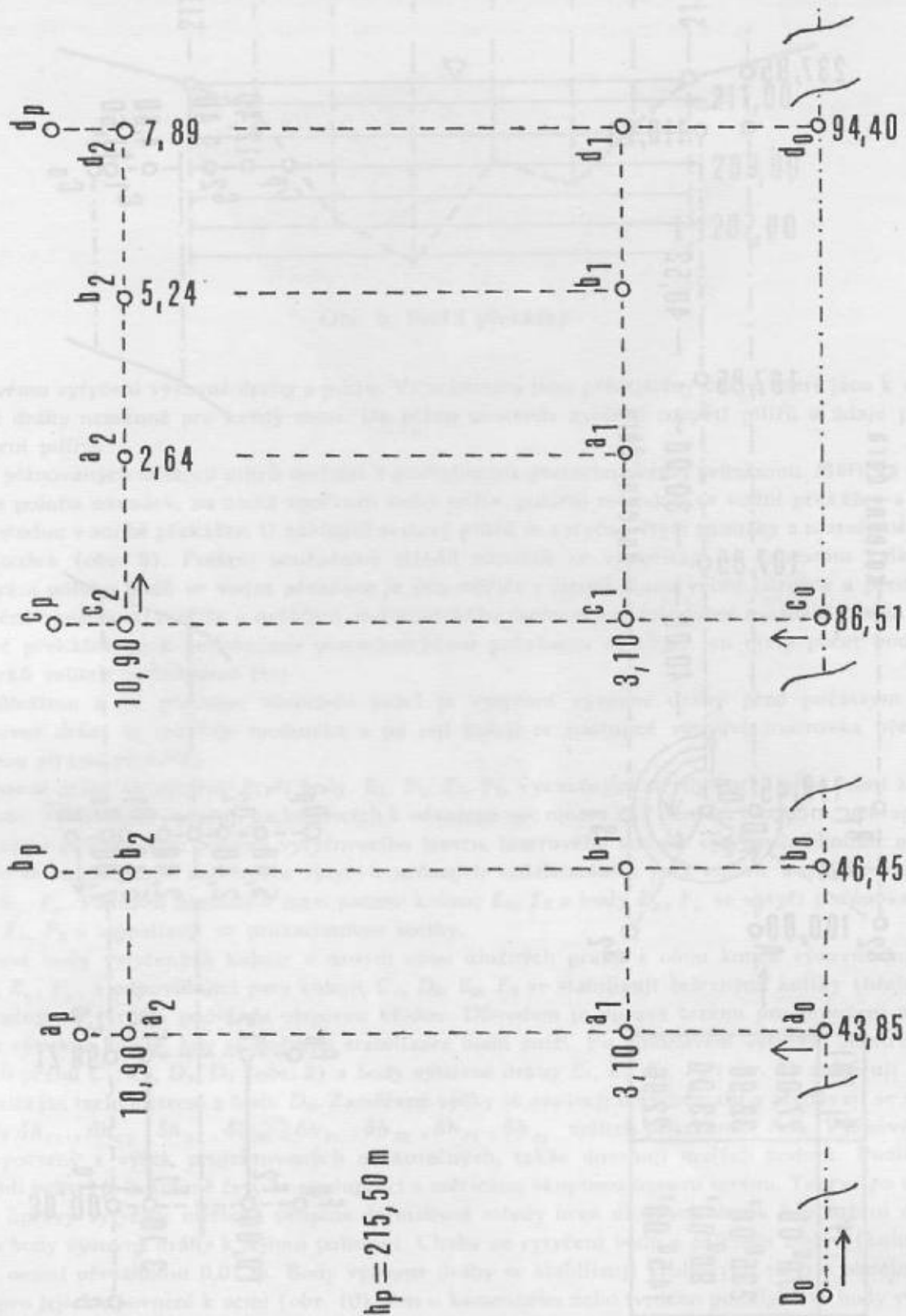
Vzhledem k vysokým požadavkům na směrovou přesnost výsuvné koleje se vytyčené body ještě kontrolují délkami měřenými pásmem.

Vytyčením výsuvné dráhy končí geodetický průzkum pro stavbu mostu přes suchou překážku.

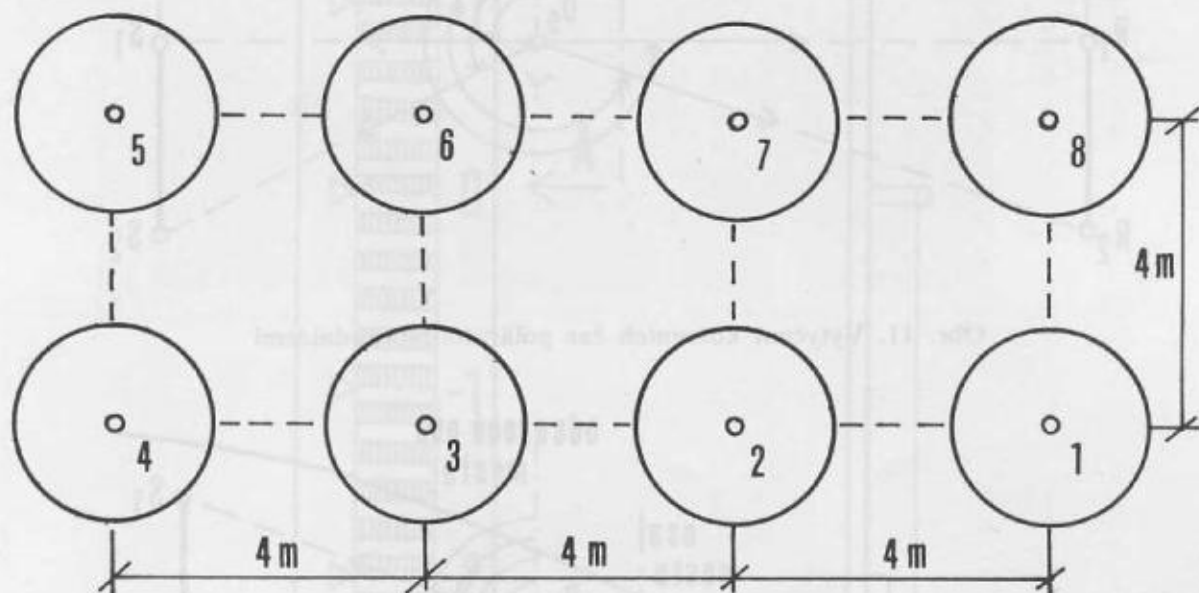
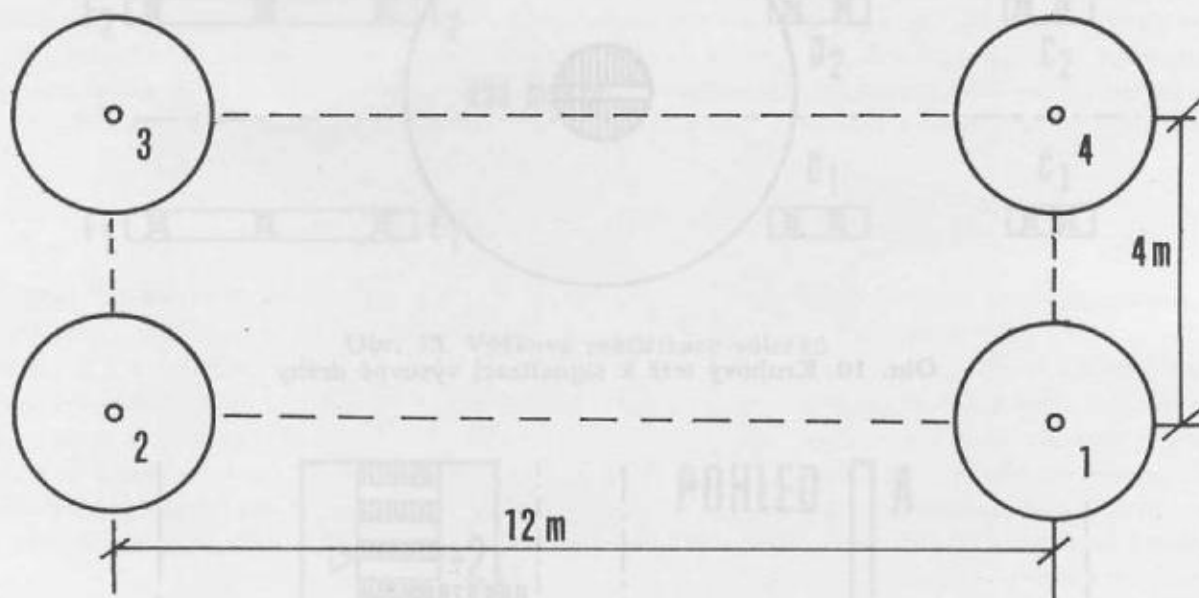
i) Posledním úkolem měřické skupiny v geodetickém průzkumu pro most stavěný přes vodní překážku je vytyčení kotevnic čar určených pro navigaci a zakotvení plujícího soulodí s pilířem. Kotevni



Obr. 7. Vytyčovací plán pro vodní překážku



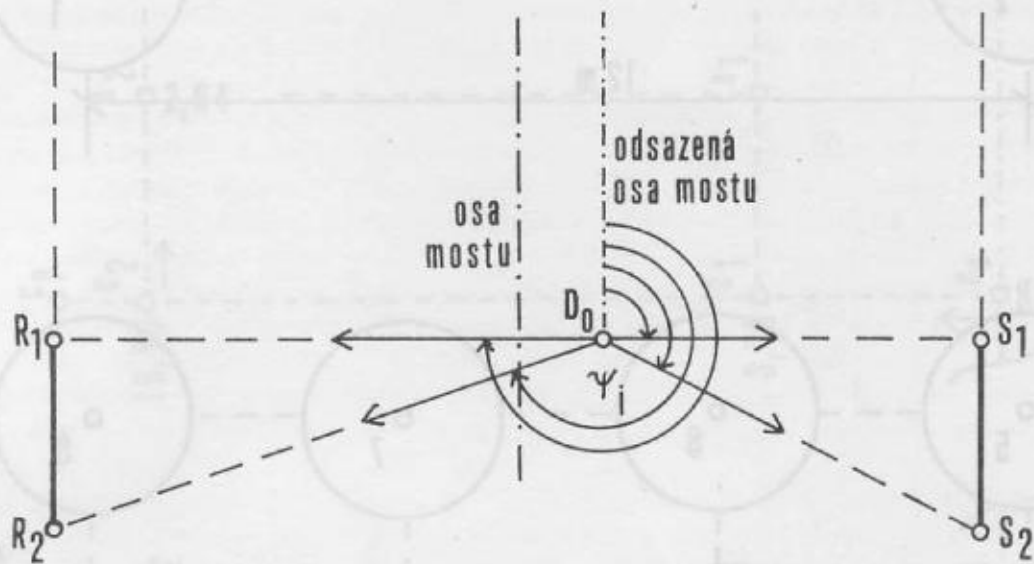
Obr. 8. Vytyčovací plán pilířů v suché překážce



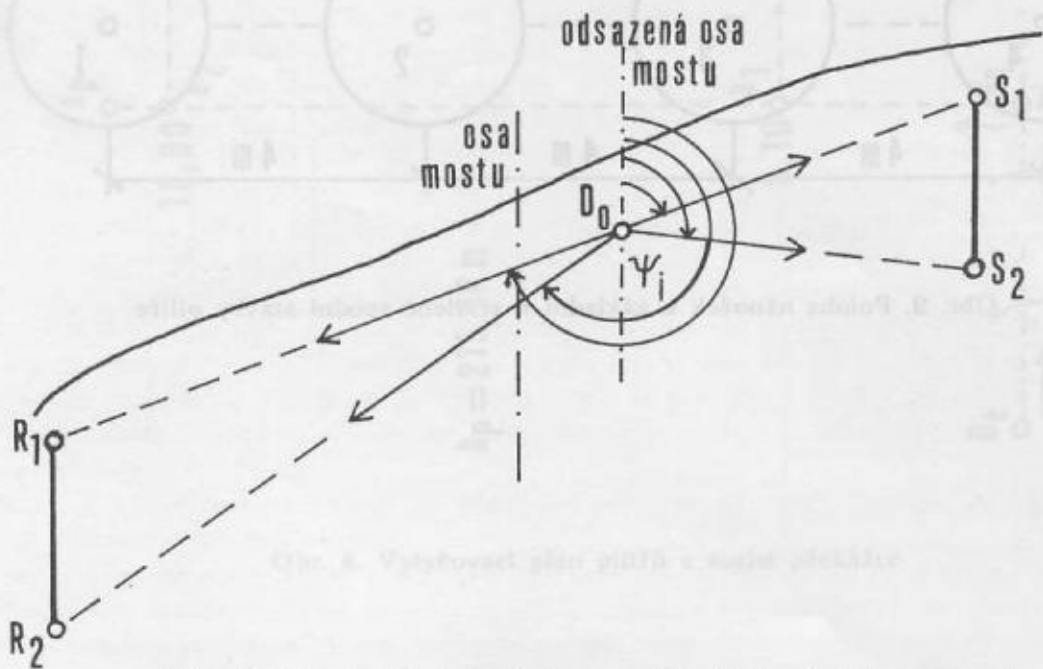
Obr. 9. Poloha nánožek u základní a zesílené spodní stavby pilíře



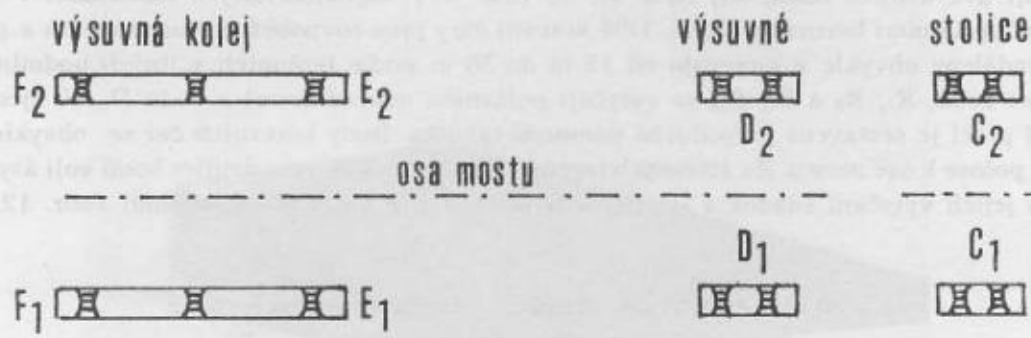
Obr. 10. Kruhový terč k signalizaci výsuvné dráhy



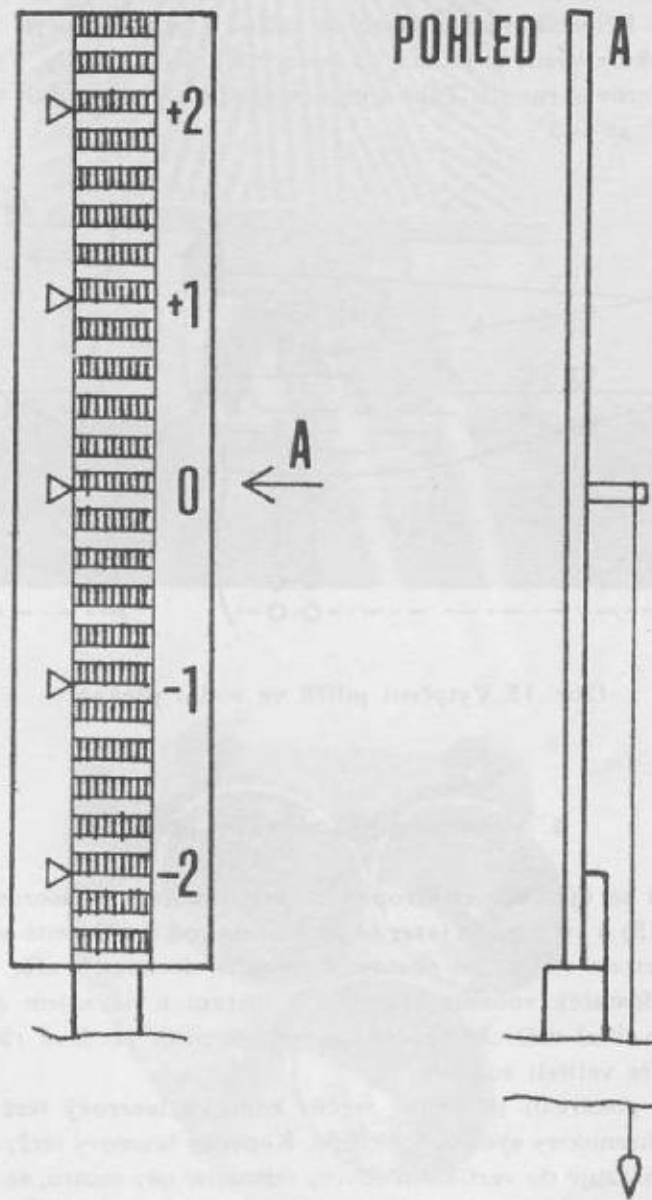
Obr. 11. Vytyčení kotevních čar polárními souřadnicemi



Obr. 12. Vytyčení kotevních čar za ztížených terénních podmínek



Obr. 13. Výšková rektifikace válečků



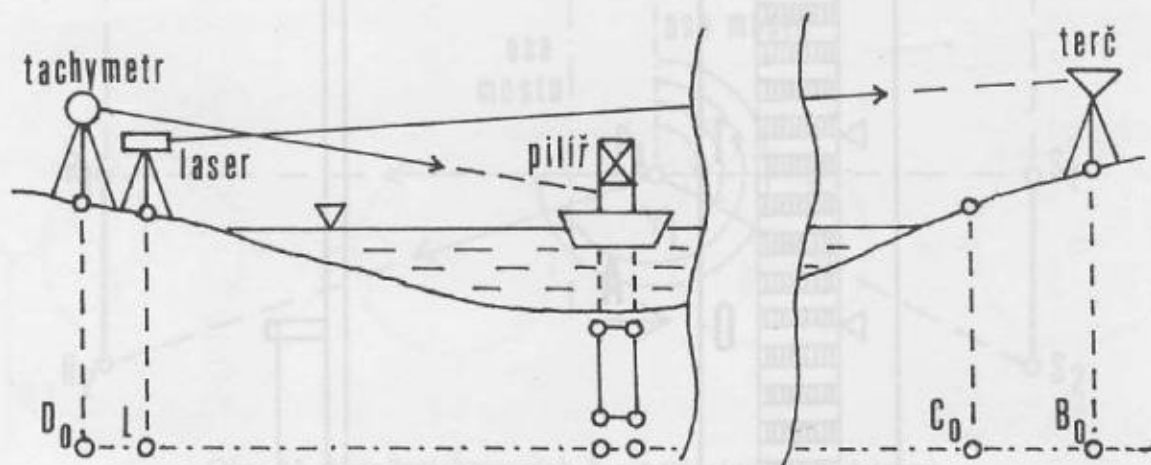
Obr. 14. Výsuvný terč

čáry vyznačují dvě dvojice bodů, R_1, R_2 a S_1, S_2 (obr. 11), signalizovaných trasírkami v železných stojácích se speciálními barevnými terči. Obě kotevní čáry jsou rovnoběžné s osou mostu a jsou od ní symetricky vzdáleny obvykle v intervalu od 15 m do 30 m podle terénních a jiných podmínek.

Obě dvojice bodů, R_1, R_2 a S_1, S_2 , se vytyčují polárními souřadnicemi z bodu D_0 . K zjednodušení a k zrychlení prací je sestavena jednoduchá pomocná tabulka. Body kotevních čar se obvykle vytyčují v symetrické poloze k ose mostu. Za ztížených terénních podmínek se tyto dvojice bodů volí asymetricky, tak aby bylo jejich vytyčení snadné a jejich signalizace dobře viditelná ze soulodí (obr. 12).

3. Výšková rektifikace výsuvné dráhy a výsuvných stolic

K posunu mostovky je na výsuvné koleji a na výsuvných stolicích instalována řada válečků (obr. 13). Válečky je třeba rektifikovat tak, aby ležely v projektované výšce. Výšky se zaměřují geometrickou nivelací pomocí teodolitu nebo laseru. K výškové rektifikaci se používá posuvného terče s centimetrovou stupnicí, umístěného na vertikální kovové tyči (obr. 14). Nulová ryska je uprostřed terče, směrem nahoru je stupnice kladná a směrem dolů záporná. Při nivelaci se čte přímo oprava, o kterou je třeba zvýšit nebo snížit válečky. Při výškové rektifikaci se začíná u nejbližší dvojice válečků na výsuvné dráze. Nakonec se rektifikuje výsuvná stolice na bodech C_1, C_2 a D_1, D_2 . Výšky výsuvných válečků se projektují obvykle ve vodorovné rovině. Také spojnice válečků u výsuvných stolic bývá vodorovná nebo má sklon v rozmezí -3° až $+3^\circ$.

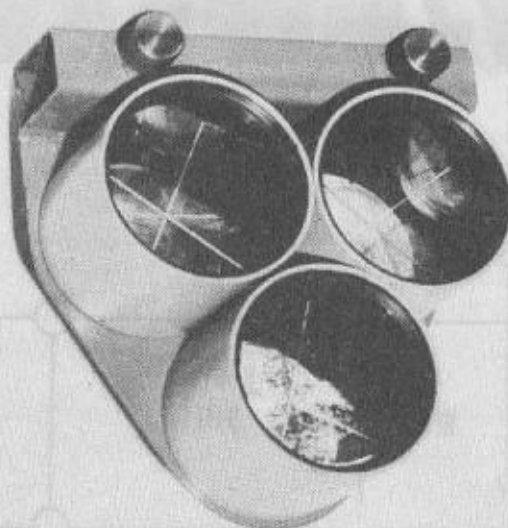
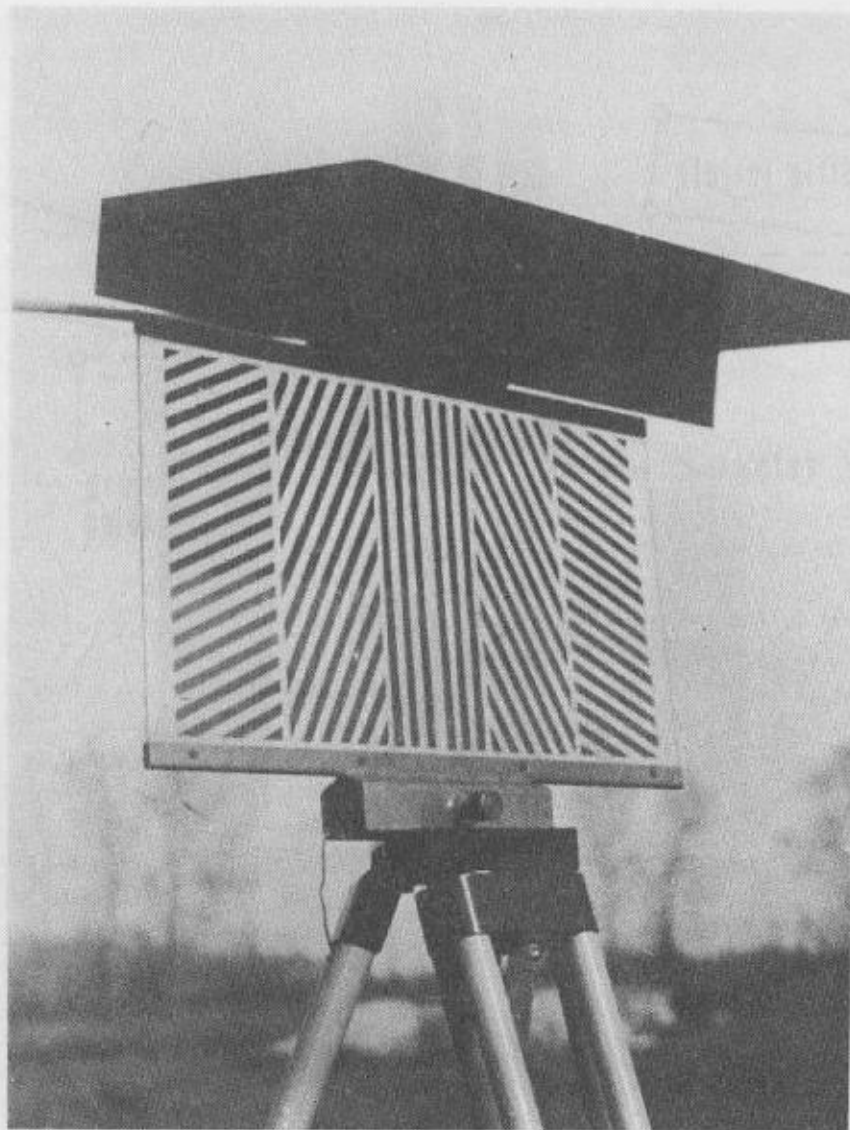


Obr. 15. Vytyčení pilířů ve vodní překážce

4. Vytyčení pilířů ve vodní překážce

Poloha mostních pilířů se vytyčuje elektronickým tachymetrem a laserem. Elektronický tachymetr zůstává na bodě D_0 (obr. 15) a vytyčovací laser se postaví na bod L odsazené osy mostu asi ve vzdálenosti 1,5 až 3 m před tachymetrem. Laser se postaví o několik decimetrů níže než elektrický tachymetr, aby oba přístroje měly dostatek volného prostoru k měření a navzájem si nepřekážely. Tachymetr obsluhuje měřič a laser velitel měřické skupiny, který zároveň předává rádiovou vysílačkou pokyny k navádění plujícího pilíře veliteli soulodí.

K navádění soulodí se používají tři druhy terčů: koncový laserový terč (obr. 5), navigační terč (obr. 16 a 17) a odrazný hranolový systém (obr. 16). Koncový laserový terč, pomocí kterého se vyzařovaný paprskový svazek zařazuje do vertikální roviny odsazené osy mostu, se staví, centruje a urovnává na bodě B_0 nebo C_0 (obr. 15). Navigační terče sestávají ze dvou obdélníkových terčů. Přední terč je polopropustný, zhotovený z plexiskla a polepený proužky odrazné fólie (obr. 16). Zadní terč je plechový a opět polepený odraznou fólií. K zadnímu terči se připojuje nástavec k snadnější kontrole identifikace stopy laserového světla (obr. 17). Odrazný hranolový systém sestavený ze tří dálkoměrných hranolů je připevněn k přednímu navigačnímu terči (obr. 16). Oba navigační terče jsou rovnoběžné s rovinami

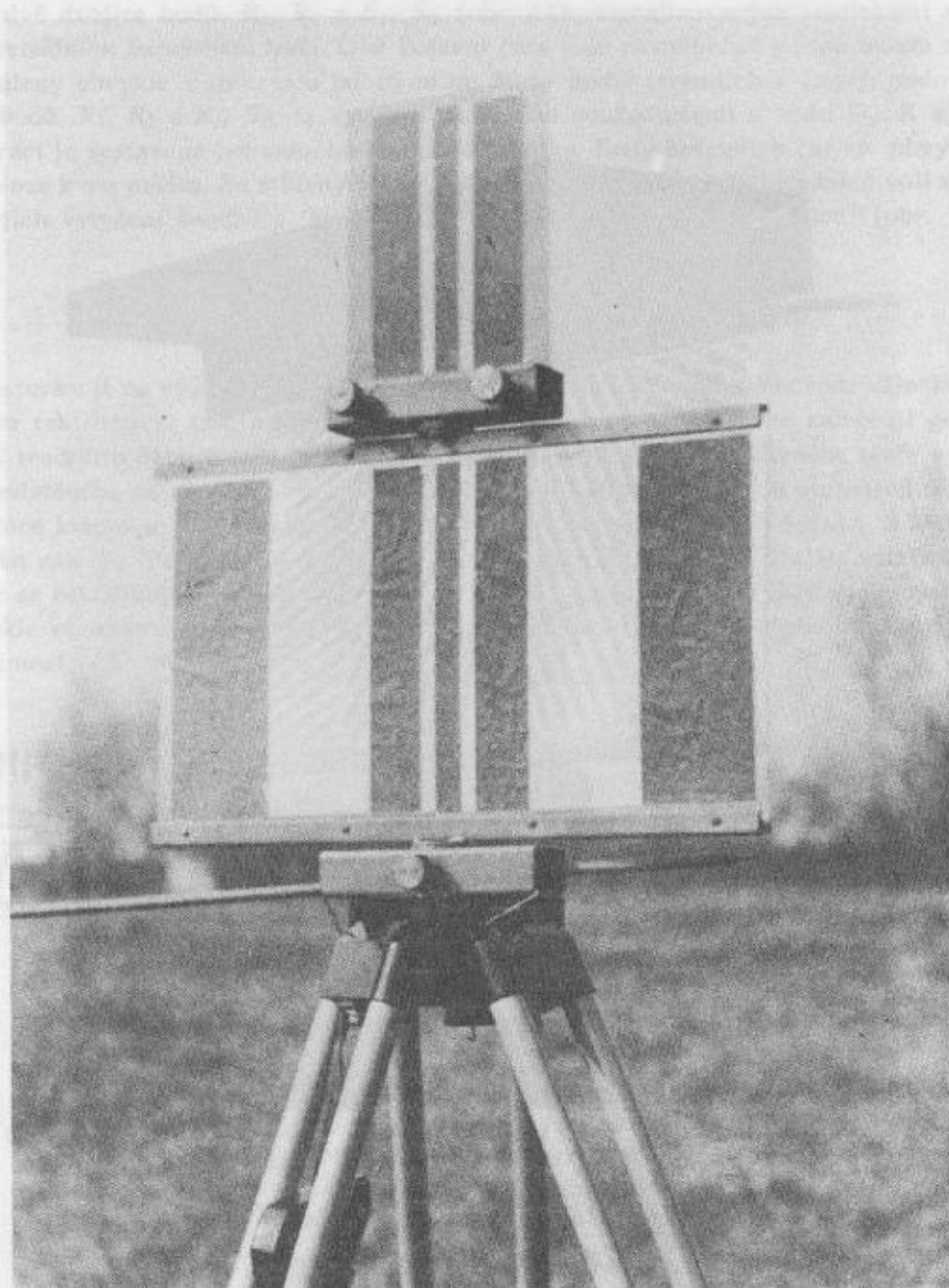


Obr. 16. Přední navigační terč a odrazný systém

čáry symetrické vůči ose mostu. Všechny tyto čáry jsou symetrické vůči ose mostu. Všechny tyto čáry jsou symetrické vůči ose mostu.

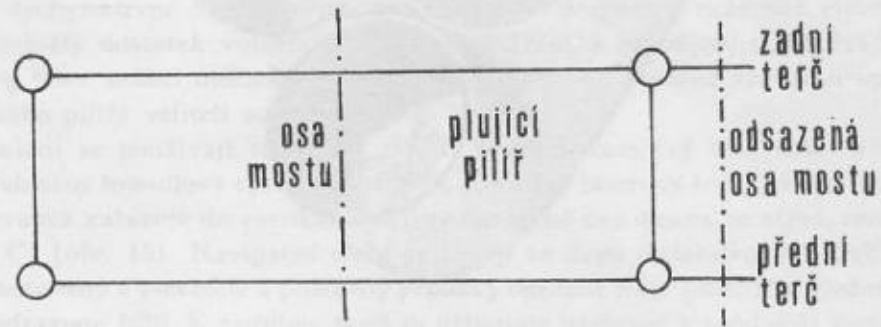
Dotyčnice kružnic K_1 a K_2 jsou rovnoběžné a vzdáleny od sebe o $2r$. Všechny tyto čáry jsou symetrické vůči ose mostu.

K posunu nástroje je třeba Všechny tyto čáry jsou symetrické vůči ose mostu.

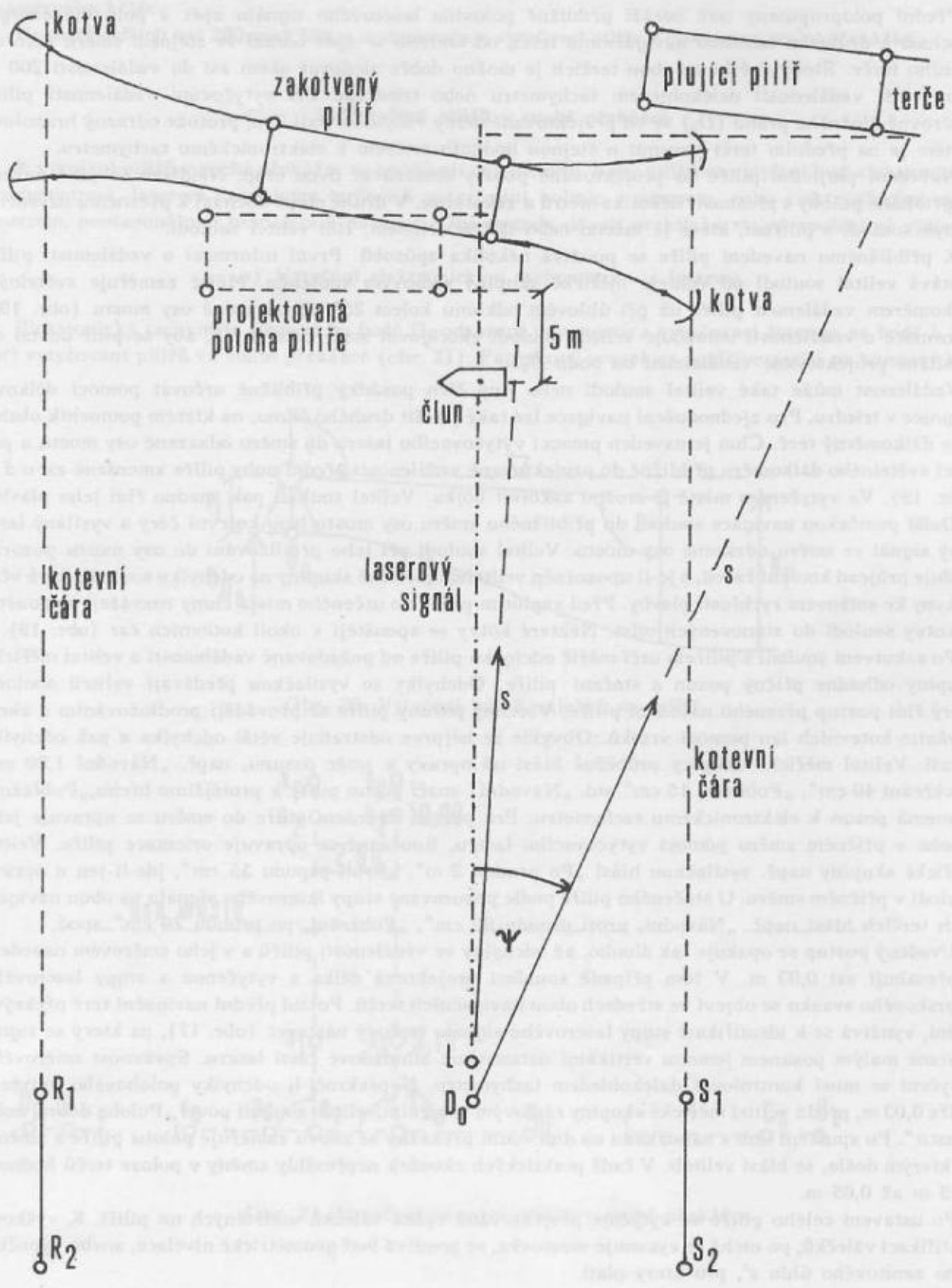


Obr. 17. Zadní navigační terč

Postupem posunutí piliře se osy mostu a piliře posunou do polohy zobrazené na obr. 18. Všechny tyto čáry jsou symetrické vůči ose mostu.



Obr. 18. Navigační terč piliře



Obr. 19. Přibližné navedení pilíře

proloženými osami vzdálenějších noh pilíře (obr. 18). Vertikální osy obou navigačních terčů jsou vzdáleny od vertikální osy pilíře 7,0 m, stejně jako odsazená osa mostu od jeho osy.

Přední polopropustný terč odráží přibližně polovinu laserového signálu zpět a polovina energie prochází k druhému zadnímu navigačnímu terči, od kterého se opět odráží ve stejném směru jako od prvního terče. Stopy světla na obou terčích je možno dobře sledovat okem asi do vzdálenosti 200 m a na větší vzdálenosti dalekohledem tachymetru nebo triedrem. Při vytyčování vzdáleností pilíře od úrovně úložného prahu (D_0) se od projektované délky vždy odečítají 2 m, protože odrazný hranolový systém je na předním terči posunut o stejnou hodnotu směrem k elektronickému tachymetru.

Navedení plujícího pilíře do projektované polohy sestává ze dvou etap. Nejdříve se pilíř navede do přibližné polohy s přesností několika metrů a zakotví se. V druhé etapě dochází k přesnému navedení. Pohyb soulodí s pilířem, které je taženo nebo tlačeno člunem, řídí velitel soulodí.

K přibližnému navedení pilíře se používá několika způsobů. První informaci o vzdálenosti pilíře dostává velitel soulodí od velitele měřické skupiny rádiovým spojením. Měřič zaměřuje světelným dálkoměrem vzdálenost pilíře už při úhlovém odklonu kolem 25° od odsazené osy mostu (obr. 19). Informace o vzdálenosti umožňuje veliteli soulodí zkorigovat směr polohy tak, aby se pilíř dostal do přibližné projektované vzdálenosti od bodu D_0 .

Vzdálenost může také velitel soulodí nebo jiný člen posádky přibližně určovat pomocí délkové stupnice v triedru. Pro zjednodušení navigace lze také použít druhého člunu, na kterém pomocník obsluhuje dálkoměrný terč. Člun je naveden pomocí vytyčovacího laseru do směru odsazené osy mostu a pomocí světelného dálkoměru přibližně do projektované vzdálenosti přední nohy pilíře zmenšené asi o 5 m (obr. 19). Ve vytyčeném místě je možno zakotvit bójku. Velitel soulodí pak snadno řídí jeho plavbu.

Další pomůckou navigace soulodí do přibližného směru osy mostu jsou kotevní čáry a vysílaný laserový signál ve směru odsazené osy mostu. Velitel soulodí při jeho přibližování do osy mostu pozorně sleduje průjezd kotevní čarou, a je-li upozorněn velitelem měřické skupiny na odchylky soulodí, dává včas pokyny ke snižování rychlosti plavby. Před zaplutím pilíře do určeného místa čluny rozvázejí a spouštějí kotvy soulodí do stanovených míst. Některé kotvy se spouštějí v okolí kotevních čar (obr. 19).

Po zakotvení soulodí s pilířem určí měřič odchylku pilíře od požadované vzdálenosti a velitel měřické skupiny odhadne příčný posun a stočení pilíře. Odchylky se vysílačkou předávají veliteli soulodí, který řídí postup přesného navedení pilíře. Všechny posuny pilíře se provádějí prodlužováním a zkracováním kotevních lan pomocí vrátků. Obvykle se nejprve odstraňuje větší odchylka a pak odchylka menší. Velitel měřické skupiny průběžně hlásí už opravy a směr posunu, např. „Návodní 1,20 m“, „Pobřežní 40 cm“, „Pobřežní 15 cm“ atd. „Návodní“ značí posun pilíře k protějšímu břehu, „Pobřežní“ znamená posun k elektronickému tachymetru. Pro přesné navedení pilíře do směru se opravuje jeho poloha v příčném směru pomocí vytyčovacího laseru. Současně se opravuje orientace pilíře. Velitel měřické skupiny např. vysílačkou hlásí „Po proudu 2 m“, „Proti proudu 35 cm“, jde-li jen o opravu soulodí v příčném směru. U stočeného pilíře podle pozorované stopy laserového signálu na obou navigačních terčích hlásí např. „Návodní, proti proudu 60 cm“, „Pobřežní, po proudu 20 cm“ apod.

Uvedený postup se opakuje tak dlouho, až odchylky ve vzdálenosti pilířů a v jeho směrovém navedení nepřesahují asi 0,03 m. V tom případě souhlasí projektová délka s vytyčenou a stopy laserového paprskového svazku se objeví ve středech obou navigačních terčů. Pokud přední navigační terč překrývá zadní, využívá se k identifikaci stopy laserového signálu terčový nástavec (obr. 17), na který se signál dostane malým posunem jemnou vertikální ustanovkou alhidádové části laseru. Správnost směrového vytyčení se musí kontrolovat dalekohledem tachymetru. Nepřekročili-li odchylky polohového vytyčení pilíře 0,03 m, předá velitel měřické skupiny rádiovým spojením veliteli soulodí povel „Poloha dobrá, nohy spustit“. Po spuštění noh s nánožkami na dno vodní překážky se znovu zaměřuje poloha pilíře a změny, ke kterým došlo, se hlásí veliteli. V řadě praktických zkoušek nepřesáhly změny v poloze terčů hodnoty 0,03 m až 0,05 m.

Po ustavení celého pilíře se vytyčuje projektovaná výška válečků umístěných na pilíři. K výškové rektifikaci válečků, po nichž se vysunuje mostovka, se používá buď geometrické nivelace, anebo vypočteného zenitového úhlu z' , pro který platí

$$z' \equiv z + i = \operatorname{arccotg} \frac{h_p - h_{D_0} - v_t}{s_{PD_0}}$$

Ve vztahu značí i indexovou chybu teodolitu, h_p projektovanou výšku válečků pilíře, h_{D_0} výšku stanoviska elektronického tachymetru, s_{PD_0} vodorovnou vzdálenost mezi pilířem a bodem D_0 a v_t výšku

teodolitu (obr. 20). Po nastavení vypočteného zenitového úhlu z' se rádiovou vysílačkou řídí rektifikace válečků tak dlouho, až se obraz válečků v zorném poli dalekohledu dotýká obrazu středních rysek záměrného kříže.

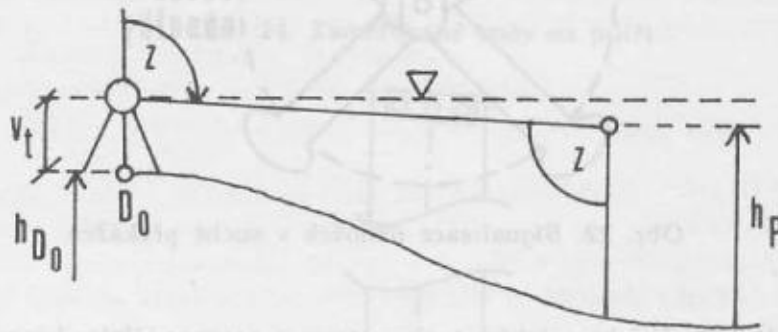
U mostů delších než 200 m až 250 m se doporučuje vytyčovat pilíře z obou stran vodní překážky.

5. Vytyčení pilířů v suché překážce

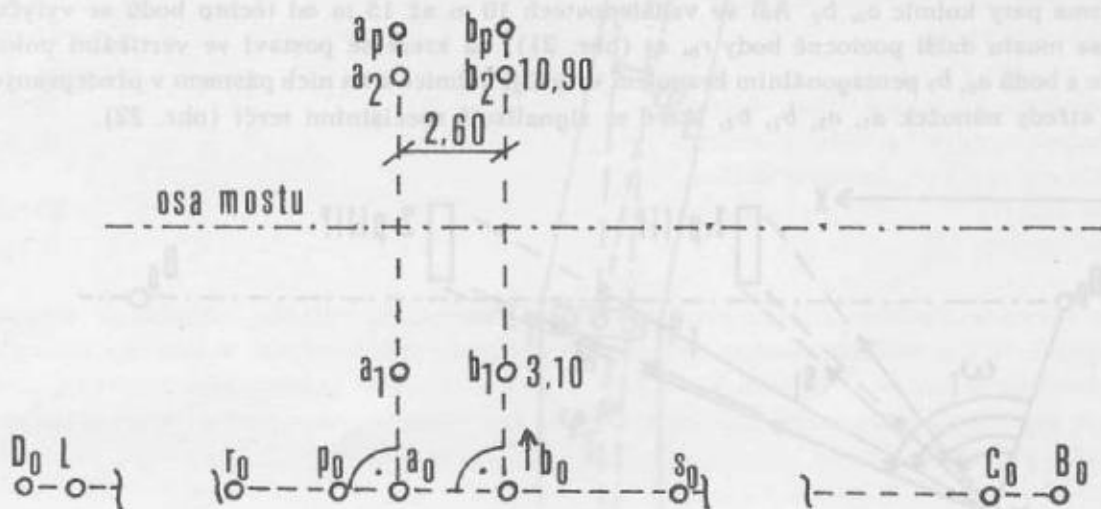
K vytyčení pilířů v suché překážce se používají dvě metody. Body pilířů se vytyčují buď elektronickým tachymetrem, laserem, laserovým terčem k vytyčování kolmic a pásmem, nebo elektronickým tachymetrem, pentagonálním hranolem a pásmem. Obě metody dávají prakticky stejně spolehlivé výsledky.

a) Vytyčení elektronickým tachymetrem a laserem

Elektronický tachymetr zůstává na bodě D_0 odsazené osy mostu a vytyčovací laser je na bodě L jako při vytyčování pilířů ve vodní překážce (obr. 21). Paprskový svazek se nejdříve zacílí na koncový lase-



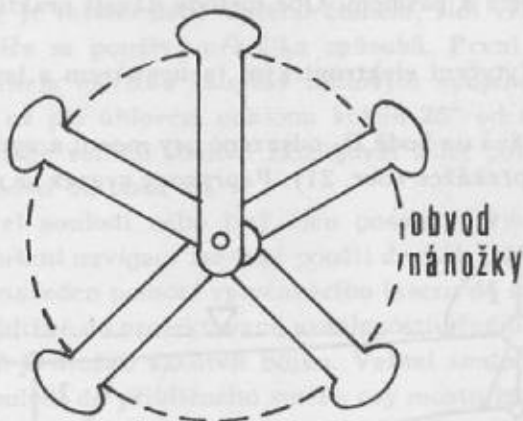
Obr. 20. Vytyčení výšek válečků na pilíři



Obr. 21. Vytyčení nánožek pilíře v suché překážce

rový terč umístěný na bodě B_0 . Pak se světelný signál pohybuje jen ve vertikální rovině odsazené osy mostu pomocí vertikálních ustanovek. V odhadnuté blízkosti pat kolmic a_0, b_0 se na odsazené ose mostu teodolitem vytyčí pomocný bod p_0 a stabilizuje se kolíkem. K bodu p_0 se elektronickým dálkoměrem zaměří vodorovná délka a pomocí teodolitu a pásma se vytyčí zbytky projektovaných délek k bodům a_0, b_0 . Na oba body se postupně postaví a urovná laserový terč k vytyčování kolmic. Pro kontrolu se nejdříve zaměří délky D_0a_0, D_0b_0 světelným dálkoměrem a pak se pomocí laseru vytyčují kolmice a na nich pásmem ve vzdálenosti $a_0a_1 \equiv b_0b_1$ a $a_0a_2 \equiv b_0b_2$ body a_1, a_2, b_1, b_2 vyznačující středy nánožek pro nohy pilíře. Postup vytyčení bodů je stejný jako u výsuvné dráhy.

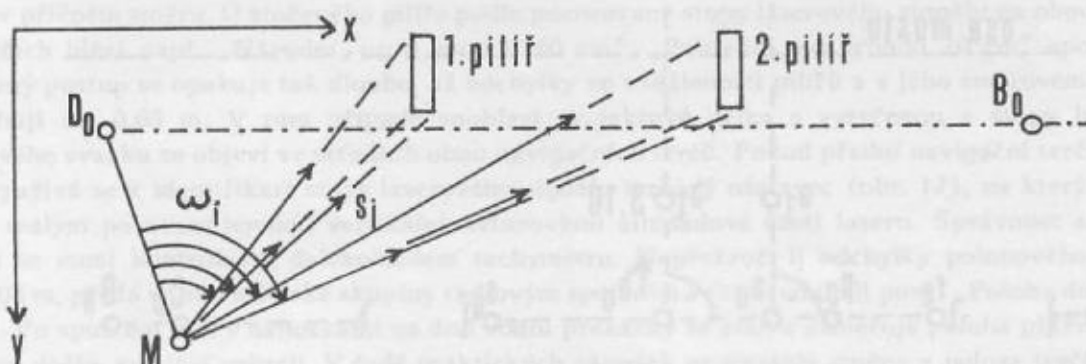
Vytyčené body se signalizují speciálním rozkládacím terčem (obr. 22) k snadnému pokládání nánožek pro nohy pilíře.



Obr. 22. Signalizace nánožek v suché překážce

b) Vytyčení elektronickým tachymetrem a pentagonálním hranolem

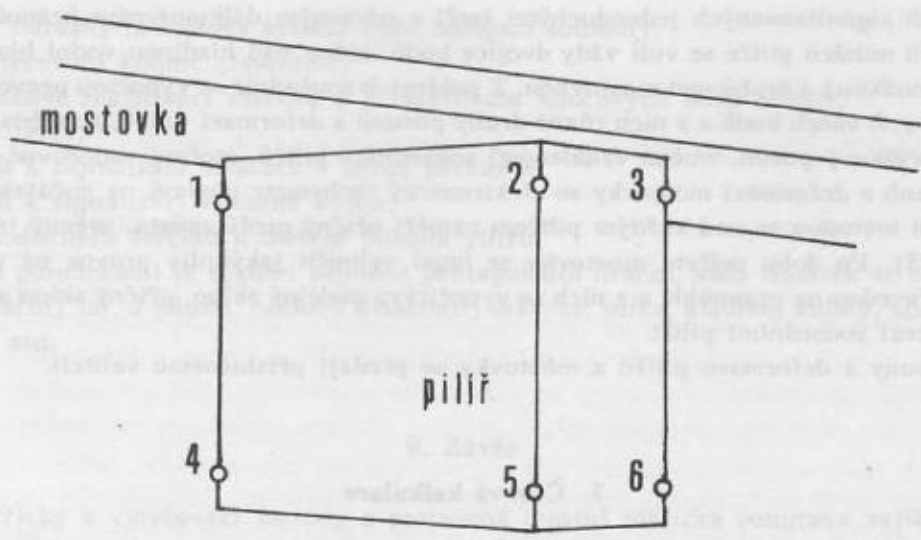
Druhá metoda vytyčení pilířů v suché překážce je podobná předcházející. Elektronickým tachymetrem se vytyčuje opět pomocný bod p_0 na odsazené ose mostu v blízkosti vytyčovaného pilíře a od něho pomocí teodolitu a pásma paty kolmic a_0, b_0 . Asi ve vzdálenostech 10 m až 15 m od těchto bodů se vytyčují na odsazené ose mostu další pomocné body r_0, s_0 (obr. 21), na které se postaví ve vertikální poloze trasírky. Pak se z bodů a_0, b_0 pentagonálním hranolem vytyčují kolmice a na nich pásmem v předepsaných vzdálenostech středy nánožek a_1, a_2, b_1, b_2 , které se signalizují speciálními terči (obr. 22).



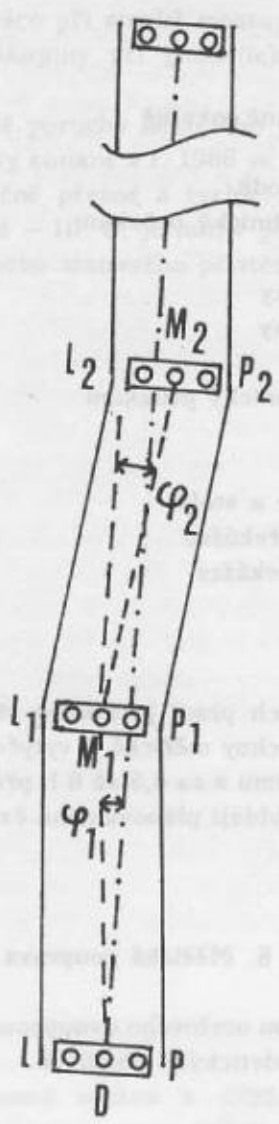
Obr. 23. Určení posunů pilířů

6. Zaměření posunů a deformací mostu

Při určování posunů a deformací mostu se zaměřují jednotlivé pilíře a mostovka. Pilíře se zaměřují polární metodou z vhodně zvoleného pomocného stanoviska M (obr. 23). Na každém pilíři se zaměřuje



Obr. 24. Zaměřované body na pilíři



Obr. 25. Určení posunů na mostovce

celkem šest bodů signalizovaných jednoduchými terči s odrazným dálkoměrným hranolem (obr. 24). Na třech bližších nohách pilíře se volí vždy dvojice bodů, jeden nad hladinou vodní hladiny (v suché překážce nad nánožkou) a druhý pod mostovkou. Z polárních souřadnic se vypočtou pravoúhlé prostorové souřadnice x, y, h všech bodů a z nich různé druhy posunů a deformací pilířů, zejména příčný posun, podélný posun, výškový posun, změna vzdálenosti sousedních pilířů, stočení vodorovné osy pilíře atd.

K určení posunů a deformací mostovky se elektronický tachymetr postaví na počátek mostu v jeho ose (D). Polární metodou se nad každým pilířem zaměří příčný profil mostu, určený trojicí bodů L_i, M_i, P_i (obr. 25). Po dobu měření mostovky se musí vyloučit jakýkoliv provoz na mostě. Polární souřadnice se převedou na pravoúhlé a z nich se vypočítává podélný sklon, příčný sklon a stočení úseků osy mostovky mezi sousedními pilíři.

Vypočtené posuny a deformace pilířů a mostovky se předají příslušnému veliteli.

7. Časová kalkulace

Podle řady dílčích zkoušek organizovaných VS 010 a železárnami a strojírnami ve Vítkovicích byly odhadnuty časové kalkulace všech geodetických prací spojených se stavbou mostu a vykonávaných zacvičenou měřickou skupinou. Pro jednotlivé měřické a vytyčovací práce byly stanoveny následující časové lhůty:

Druh geodetických prací	Čas
1. Průzkumné měřické práce ve vybrané lokalitě	30 min
2. Zaměření jednoduchého plánu	30 min
3. Zákres bodů a seznam souřadnic bodů	30 min
4. Předběžný geotechnický a hydrotechnický průzkum	45 min
5. Vytyčení základních bodů	45 min
6. Vytyčení a zaměření vodní překážky	80 min
7. Vytyčení a zaměření suché překážky	60 min
8. Vytyčovací plán	20 min
9. Podrobný geotechnický a hydrotechnický průzkum	50 min
10. Vytyčení výsuvné dráhy	40 min
11. Vytyčení kotevních čar	20 min
12. Výšková rektifikace výsuvné koleje a stolic	30 min
13. Vytyčení jednoho pilíře ve vodní překážce	25 min
14. Vytyčení jednoho pilíře v suché překážce	
– u základní sestavy	30 min
– u zesílené sestavy	40 min

Z ověřeného časového rozboru dílčích prací je možno stanovit, že měřická skupina je schopna zvládnout za optimálních podmínek všechny měřické a vytyčovací práce spojené se stavbou mostu za 6 až 7 h při úplném geodetickém průzkumu a za 4,5 až 6 h při zkráceném geodetickém průzkumu. Bylo konstatováno, že geodetické práce odpovídají plánovanému časovému harmonogramu jak u dílčích etap prací, tak při celé stavbě mostu.

8. Měřická souprava

Kompletní měřická souprava pro stavbu ocelového dvouproutového silničního týlového mostu se skládá ze základních přístrojů, terčů a geodetických pomůcek.

K základním přístrojům patří:

- elektronický tachymetr s příslušenstvím;
- vytyčovací laser s příslušenstvím.

Speciální terče jsou:

- koncový laserový terč (pro vytyčení směrů);
- 2 navigační laserové terče (pro navigaci soulodí);

- navigační odrazný hranolový systém (pro navigaci soulodí);
- terč k vytyčování kolmic (laserem);
- terč k výškové rektifikaci válečků a k vytyčování koncových bodů kolmic;
- 4 kotevní terče;
- sada terčů k signalizaci nánožek v suché překážce;
- sada terčů k signalizaci výsuvné koleje;
- sada jednoduchých terčů k měření posunů pilířů.

Geodetickými pomůckami se rozumí zejména pentagonální hranol, sada trasírek se stojánky, tachymetrická (nivelační) lať, 2 pásma, ocelový dvoumetr, sekerka, pilka, kladivo, kolíky, slunečník, formuláře, zápisníky atd.

9. Závěr

Vyvinuté měřické a vytyčovací metody a sestavená mostní měřická souprava zajišťují dostatečně přesné a rychlé plnění všech geodetických prací v průzkumu, během stavby mostu a při určování posunů a deformací mostu. Předpoklady kvalitní a spolehlivé práce měřické skupiny jsou:

- dobrá zacvičenost všech členů měřické skupiny a znalost geodetických prací;
- dobrá údržba a skladování měřického materiálu;
- znalost pomůcky pro geodetické práce při stavbě mostu;
- aktivní přístup velitele měřické skupiny při geodetických pracích v konkrétních terénních podmínkách;
- znalost náhradních metod v případě poruchy některého přístroje.

Podnikové, kontrolní a vojenské zkoušky konané v r. 1986 ve Vrbně a na Váhu prokázaly, že zvolené geodetické metody jsou vhodné, dostatečně přesné a rychlé. Pouze za výjimečných povětrnostních podmínek, kdy teplota vzduchu klesá pod -10°C , je nutné používat k zachování provozuschopnosti přístrojů speciálního vytápěného stanu nebo stanového přístěnku.

Literatura:

- [1] NEVOSÁD, Z.: Závěrečná výzkumná zpráva k dílčímu státnímu úkolu NORMA. Brno, VAAZ 1986.

Došlo 2. 3. 1987

K vyrovnání Jednotné astronomicko-geodetické sítě socialistických států

1. Úvod

Společným úsilím geodetických služeb socialistických států bylo v SSSR v roce 1983 dokončeno nové vyrovnání Jednotné astronomicko-geodetické sítě (JAGS) socialistických států.

Vyrovnání JAGS předcházela řada mezinárodních porad, které se postupně zabývaly stavem, realizovanými pracemi v astronomicko-geodetických sítích a zejména přípravou podkladů pro nové mezinárodní vyrovnání.

Důležitým mezníkem v přípravách pro nové vyrovnání JAGS bylo mezinárodní sympozium konané již v říjnu 1964 ve Varšavě, zabývající se stavem a dalšími pracemi v astronomicko-geodetických sítích socialistických států a západní části SSSR.

V usnesení sympozia se konstatovalo, že práce na přípravě a vyrovnání astronomicko-geodetických sítí, které proběhlo v letech 1956 až 1958, byly prováděny v příliš krátké době v důsledku tehdejších mezinárodně politických podmínek.

Krátkost přípravných prací se nepříznivě projevila v dosažené homogenitě sítí, a to jak v jejich konfiguraci, tak i přesnosti úhlových, délkových, astronomických a gravimetrických měření. Do vyrovnání byly pojaty kromě plošných sítí i řetězce I. řádu. Nebylo zajištěno plošné spojení sítí I. řádu podél hranic mezi jednotlivými zeměmi. Přesnost úhlových měření v jednotlivých zemích vyjádřená střední chybou úhlu podle Ferrerova vzorce byla značně rozdílná a pohybovala se od hodnoty $\pm 0,40''$ do $0,78''$, což je patrné z následujících údajů:

SSSR	1 265 trojúhelníků	$\pm 0,58''$
PLR	557 trojúhelníků	$\pm 0,44''$
ČSSR	237 trojúhelníků	$\pm 0,40''$
NDR	173 trojúhelníků	$\pm 0,42''$
MLR	106 trojúhelníků	$\pm 0,46''$
RSR	187 trojúhelníků	$\pm 0,78''$
BLR	157 trojúhelníků	$\pm 0,47''$

Rovněž měřítko jednotlivých sítí bylo rozdílné, a to zejména z důvodu etalonáže drátů na různých komparátorech, tedy v důsledku systematické chyby komparace.

Výzkum přesnosti Laplaceových azimutů ukázal, že nesplňují v plné míře své poslání [1].

Z uvedených zjištění sympozia bylo zřejmé, že již zjištěné nedostatky naší sítě jsou současně nedostatky celého souboru sítí a že závěry výzkumu provedeného v ČSSR [2] jsou ve shodě se závěry výzkumu v dalších geodetických službách. Nelze přitom ale opomenout tu skutečnost, že měření úhlů v naší síti bylo velmi dobré kvality.

Na základě konstatovaných nedostatků sympozium navrhlo, aby se v nejbližších letech přistoupilo k modernizaci celého komplexu mezinárodní sítě, a to tak, že:

— síť bude plošnou sítí trojúhelníků I. řádu bez mezer uvnitř států a na hranicích;

— úhly nebo směry sítě budou určeny zpravidla přímým měřením s minimální vahou 24 a s maximální střední kvadratickou chybou úhlu podle Ferrerova vzorce $m = 0,7''$ a v celé síti i v jednotlivých jejích částech, omezených hranicemi států, bude zachován zákon normálního rozdělení nahodilých chyb úhlových měření;

— jednotné měřítko zúčastněných národních geodetických sítí bude zajištěno vybudováním jednotné, vhodně zvolené společné komparační základny, jejíž délka bude určena s maximální dosažitelnou přesností. Pro kontrolu měřítek národních AGS se doporučilo provést ověřovací měření některých výchozích stran základnových sítí velmi přesnými elektrooptickými dálkoměry;

— doporučilo se všem národním geodetickým službám, aby ve svých sítích provedly pečlivý rozbor dříve určených azimutů na Laplaceových bodech.

Závěry sympozia se tak staly impulsem k modernizaci astronomicko-geodetických sítí jednotlivých států a prvním krokem k novému společnému vyrovnání JAGS.

2. Československé podklady pro společné vyrovnání JAGS

Československé podklady pro společné vyrovnání JAGS byly zabezpečovány koordinovanou prací vojenské a civilní geodetické služby [3]. Práce na přípravě podkladů byly řízeny odbornou koordinační komisí JAGS. Cílem práce bylo zabezpečení podkladů pro nové společné vyrovnání JAGS socialistických států zahrnující též Československou astronomicko-geodetickou síť (ČSAGS).

Přípravy ke společnému vyrovnání JAGS, které bylo třeba uskutečnit, svou rozsáhlostí, důkladností a odbornou náročností odpovídaly mimořádnému významu nového vyrovnání JAGS. Bylo nutno, aby po přijetí koncepce vyrovnání JAGS byly sjednoceny požadavky na kvalitu a formu výchozích podkladů vyrovnání a aby byly důkladně uplatněny. Tyto požadavky byly zakotveny v technických směrnících [4], které byly na návrh mezinárodní koordinační skupiny přijaty geodetickými službami socialistických států v roce 1973. Podle těchto směrnic byly v průběhu let 1973 až 1975 připravovány a uspořádány výsledky geodetických prací provedených na těch bodech ČSAGS, které byly navrženy k zahrnutí do společného vyrovnání JAGS. Koordinovaným úsilím tak byly provedeny rozsáhlé práce na uspořádání výsledků úhlových měření, uspořádání a zpřesnění výsledků astronomických měření, měření délek stran ČSAGS a stran vložených polygonů československé části základny kosmické triangulace (ZKT), nové výpočty tížnicových odchylek a nové určení průběhu kvazigeoidu.

Celkové práce na přípravě podkladů byly koordinovány na základě rozhodnutí IX. a X. konference GSSS geodetickou službou SSSR. Příprava podkladů pro společné vyrovnání JAGS byla významným příkladem rozsáhlé vědeckotechnické spolupráce v postupující socialistické integraci.

Hlavní přínos přípravy podkladů pro společné vyrovnání JAGS spočívá především v analýze kvality ČSAGS, v jejím kritickém zhodnocení a ve zpřesnění podkladů připravovaných pro zahrnutí do společného vyrovnání JAGS. Výsledkem bylo i sjednocení metodiky měření a výpočtu délek stran ZKT a ČSAGS, doporučení k zavedení nového mezinárodního systému astronomických délek, návrh nových vyrovnaných souřadnic výchozího bodu ČSAGS Pecný a návrh řešení důsledků této změny v určení astronomických souřadnic všech bodů ČSAGS, tížnicových odchylek a převýšení kvazigeoidu. Realizací závěrů, které vyplynuly z provedených analýz, a uplatněním návrhů, které jsou v souladu se závěry mezinárodní koordinační skupiny pro vyrovnání JAGS a se závěry IX. konference GSSS, má ČSAGS všechny znaky moderní astronomicko-geodetické sítě.

Kvalitativní skok směrem k vyšší přesnosti vzhledem k dosavadní Základní astronomicko-geodetické síti v systému 1942 není v ČSSR tak veliký jako v některých dalších státech [5]. Rozbory 1. souborného vyrovnání ukázaly, že čs. plošná trigonometrická síť, která při tomto vyrovnání obdržela nejvyšší váhu, zachovala svoji vysokou vnitřní relativní přesnost, takže po této stránce se nedalo od jejího nového vyrovnání očekávat podstatné zlepšení. Ale například v PLR a v evropské části SSSR byla v období od posledního vyrovnání zaměřena plošná síť místo původních řetězců.

V ČSAGS došlo v době od 1. souborného vyrovnání k několika podstatným změnám:

- bylo zaměřeno přesnými metodami 14 stran AGS pro ZKT;
- dále bylo zaměřeno 10 délek výchozích stran JAGS, z nichž 6 znamená přeměření původních výchozích stran přímo odvozených ze základen;
- byly překontrolovány a zčásti nově zaměřeny přesnějšími metodami astronomické azimuty při podstatném snížení jejich počtu;
- moderními metodami s využitím postupů geodetické gravimetrie a zvýšeného počtu Laplaceových bodů byly nově určeny tížnicové odchylky a převýšení kvazigeoidu;
- v místech, kde se při prvním vyrovnání objevily nedostatky, byly zčásti zpřesněny měřené úhly.

Je pochopitelné, že vysoké náklady vynaložené v ČSSR na zpřesnění JAGS je nutné maximálně využít nejen pro základní vědecké úkoly vyšší geodézie, ale hlavně pro převod polohového bodového pole do nového souřadnicového systému a tím i pro jeho zpřesnění [6].

3. Charakteristika JAGS

JAGS evropských socialistických států je v základě plošnou trojúhelníkovou sítí, tvořenou směry a úhly triangulace 1. a zčásti 2. řádu. K měřeným veličinám v JAGS patří: horizontální směry, horizontální úhly, měřené azimuty, délky stran a azimuty triangulačních řetězců (národní síť RSR), přímo měřené délky odvozené ze základen; délky stran a úhly (směry) měřené v základně kosmické triangulace Pulkovo—Sofie—Postupim—Pulkovo. Všechny měřené veličiny vstupovaly do vyrovnání se středními chybami, které byly předány společně s podklady národních sítí.

Tabulka 1

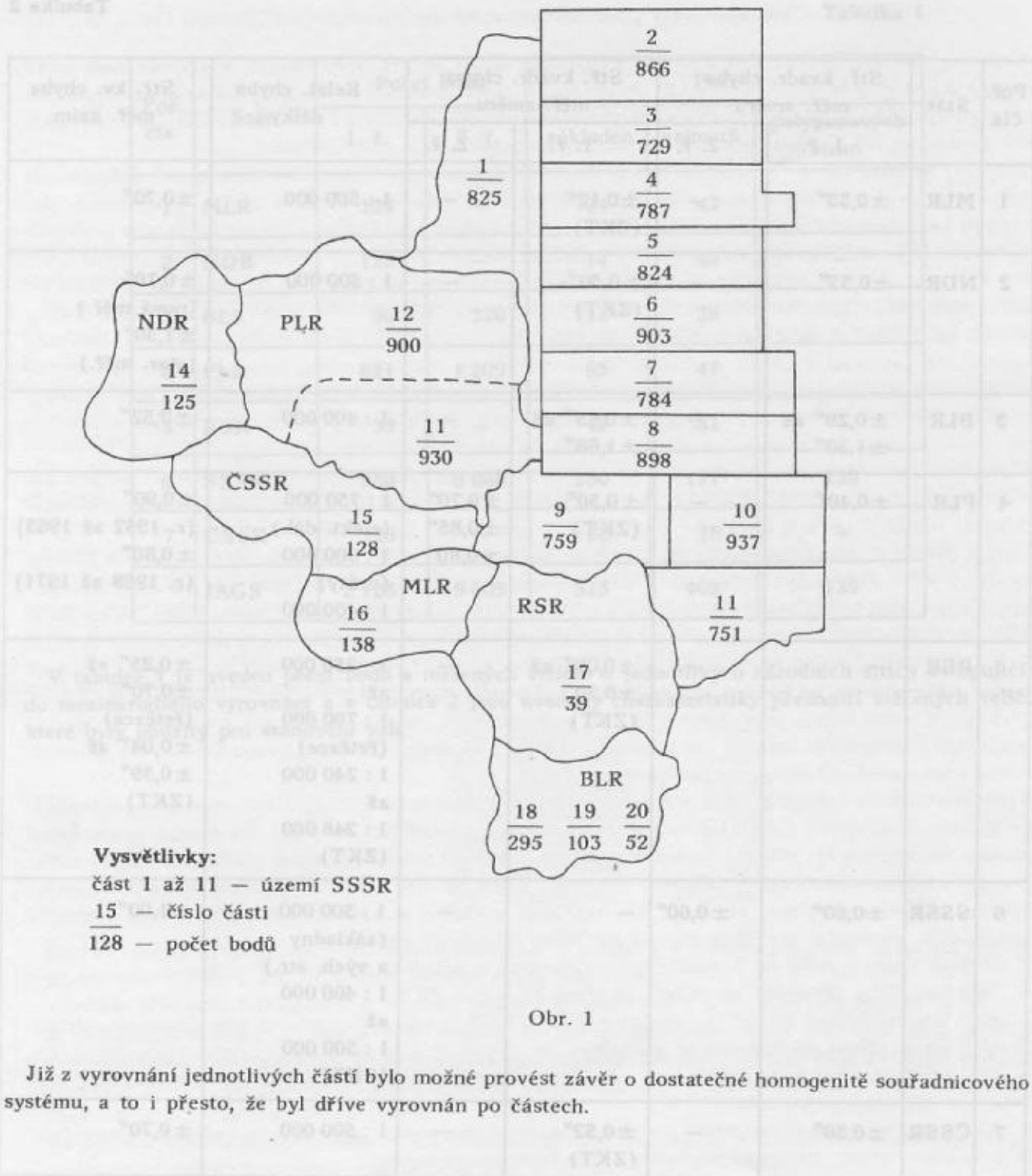
Poř. čís.	Stát	Počet bodů		Počet		
		1. ř.	2. ř.	základen	azimutů	polygonových stran
1	MLR	139	—	24	43	—
2	NDR	125	—	14	43	—
3	BLR	96	320	112	38	—
4	PLR	621	1 209	65	47	—
5	RSR	39	—	45	51	—
6	SSSR	980	8 080	230	171	139
7	ČSSR	128	—	23	16	—
	JAGS	2 128	9 609	513	409	139

V tabulce 1 je uveden počet bodů a měřených veličin v jednotlivých národních sítích vstupujících do mezinárodního vyrovnání a v tabulce 2 jsou uvedeny charakteristiky přesnosti měřených veličin, které byly použity pro stanovení vah.

Tabulka 2

Poř. čís.	Stát	Stř. kvadr. chyba měř. směru		Stř. kvadr. chyba měř. směru		Relat. chyba délky	Stř. kv. chyba měř. azim.
		1. ř.	2. ř.	1. ř.	2. ř.		
1	MLR	$\pm 0,35''$	—	$\pm 0,12''$ (ZKT)	—	1 : 500 000	$\pm 0,70''$
2	NDR	$\pm 0,35''$	—	$\pm 0,50''$ (ZKT)	—	1 : 500 000	$\pm 0,70''$ (nová měř.) $\pm 1,30''$ (star. měř.)
3	BLR	$\pm 0,29''$ až $\pm 1,30''$	—	$\pm 0,65''$ až $\pm 1,66''$	—	1 : 400 000	$\pm 0,52''$
4	PLR	$\pm 0,40''$	—	$\pm 0,50''$ (ZKT)	$\pm 0,70''$ $\pm 0,85''$ $\pm 0,80''$	1 : 750 000 (elekt. dál.) 1 : 600 000 (dráty) 1 : 400 000	$\pm 0,90''$ (r. 1952 až 1963) $\pm 0,80''$ (r. 1968 až 1971)
5	RSR	—	—	$\pm 0,08''$ až $\pm 0,20''$ (ZKT)	—	1 : 250 000 až 1 : 700 000 (řetězce) 1 : 240 000 až 1 : 248 000 (ZKT)	$\pm 0,25''$ až $\pm 0,70''$ (řetězce) $\pm 0,04''$ až $\pm 0,39''$ (ZKT)
6	SSSR	$\pm 0,60''$	$\pm 0,60''$	—	—	1 : 300 000 (základny a vých. str.) 1 : 400 000 až 1 : 500 000 (ZKT)	$\pm 1,00''$
7	ČSSR	$\pm 0,30''$	—	$\pm 0,52''$ (ZKT)	—	1 : 500 000	$\pm 0,70''$

Geodetická služba SSSR provedla analýzu vstupních veličin po jednotlivých národních částech a vcelku. Výsledky analýzy potvrdily vysokou přesnost a homogenitu sítě. Pro důkladné prověření azimutů a délek vstupujících do vyrovnání bylo provedeno vyrovnání JAGS po jednotlivých částech celkem ve 20 blocích jako sítí volných (obr. 1).



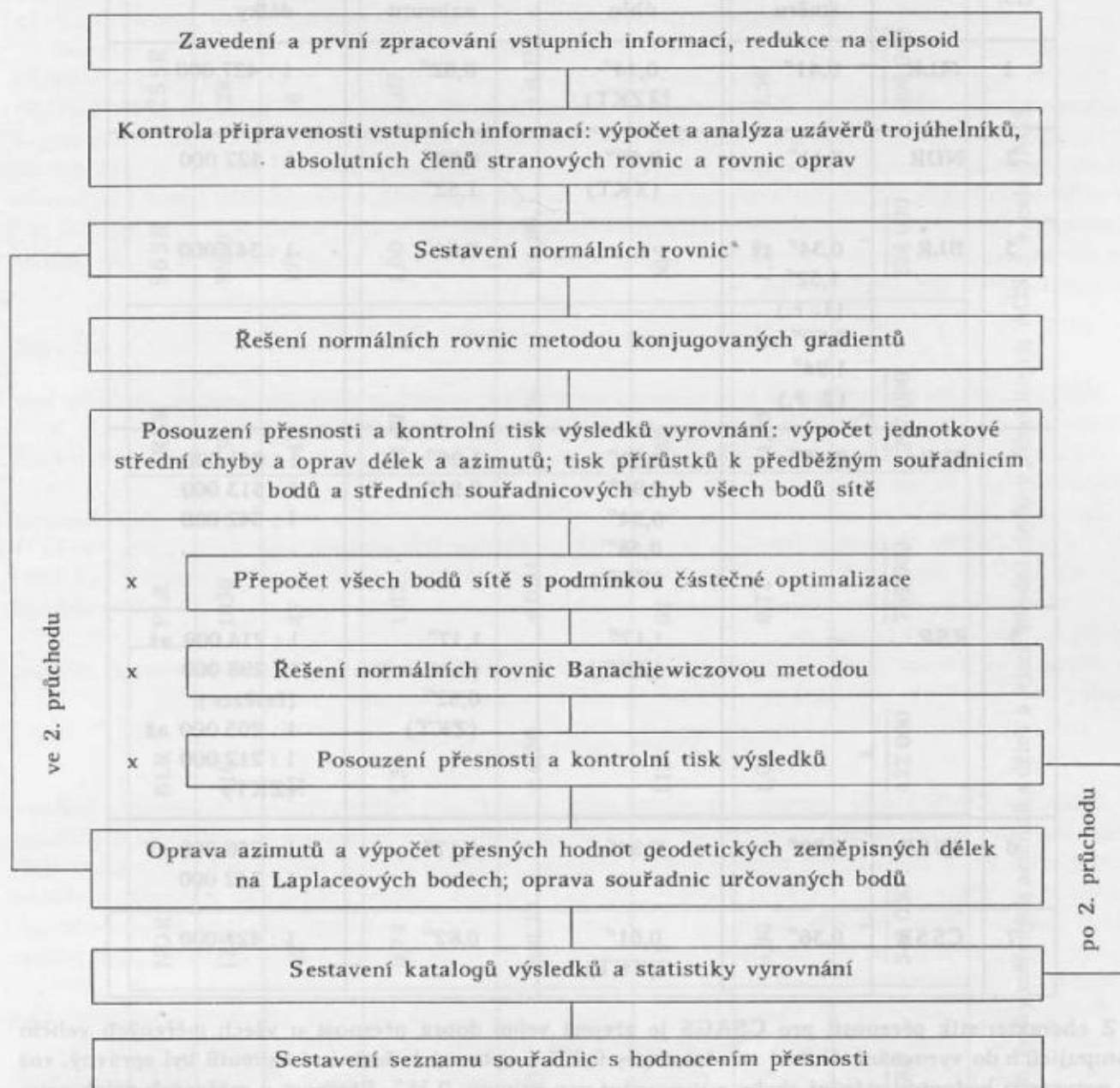
Obr. 1

Již z vyrovnání jednotlivých částí bylo možné provést závěr o dostatečné homogenitě souřadnicového systému, a to i přesto, že byl dříve vyrovnán po částech.

Geodetické služby SSSR provedla analýzu vstupních měření po jednotlivých územních částech a vedle Východní analýzy provedly výslovné měření a homogenitu sítě pro důkladné provedení analýzy a detail vypočítání do vyrovnání bylo provedeno vyrovnání IACS po jednotlivých částech (tabulka 1).

4. Metodika vyrovnání JAGS

Vyrovnání JAGS bylo provedeno na samočinném počítači EC-1033 vyrovnáním zprostředkujících měření. Opravy se určovaly ke všem měřeným veličinám podle stanovených vah. Síť byla vyrovnána na referenčním elipsoidu Krasovského ($a = 6\,378\,245\text{ m}$, $\alpha = 1:298,3$) jako volná se základním bodem Pulkovo. Vyrovnání proběhlo podle následujícího schématu:



x — Provádělo se pouze pro jednotlivé části JAGS. Řešení soustavy normálních rovnic Banachiewiczovou metodou pro celou JAGS se neprovádělo.

5. Výsledky vyrovnání JAGS

V rámci JAGS byla vyrovnána síť o celkovém počtu 11 737 bodů. Spotřeba strojového času na odladění programu, kontrolu vstupních dat, experimenty a zpracování celé sítě ve dvou etapách byla asi 1000 hodin.

Nejvzdálenější bod od Pulkova má střední souřadnicovou chybu

$$m_x = \pm 0,50\text{ m}, m_y = \pm 0,70\text{ m}.$$

Střední kvadratické chyby měřených veličin ze společného vyrovnání JAGS jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3

Poř. čís.	Stát	Střední kvadratické chyby			
		směru	úhlu	azimutu	délky
1	MLR	0,41"	0,14" (ZKT)	0,82"	1 : 427 000
2	NDR	0,41"	0,58" (ZKT)	0,82" 1,52"	1 : 427 000
3	BLR	0,34" až 1,52" (1. ř.) 0,76" až 1,94" (2. ř.)	—	0,61"	1 : 342 000
4	PLR	0,47"	0,82" 0,99" 0,94" 0,58" (ZKT)	1,05" 0,94"	1 : 641 000 1 : 513 000 1 : 342 000
5	RSR	—	1,17" (ZKT)	1,17" (řetězce) 0,82" (ZKT)	1 : 214 000 až 1 : 298 000 (řetězce) 1 : 205 000 až 1 : 212 000 (ZKT)
6	SSSR	0,70"	0,94"	1,17"	1 : 256 000 až 1 : 342 000
7	ČSSR	0,36"	0,61" (ZKT)	0,82"	1 : 427 000

Z charakteristik přesností pro ČSAGS je zřejmá velmi dobrá přesnost u všech měřených veličin vstupujících do vyrovnání. Odhad střední chyby 0,70" u vybraných šestnácti azimutů byl správný, což je potvrzeno hodnotou střední chyby z vyrovnání pro azimuty 0,75". Přesnost u měřených délek vstupujících do vyrovnání byla stanovena GS SSSR 1 : 500 000 místo námi navrhované hodnoty 1 : 1 000 000. Výsledky vyrovnání plně potvrdily správnost našeho návrhu, poněvadž střední chyba délek z vyrovnání (bez vah) má hodnotu 1 : 896 000. Výsledky vyrovnání názorně ukazují vysokou přesnost JAGS.

6. Analýza výsledků vyrovnání JAGS

Topografická služba ČSLA obdržela výsledky vyrovnání JAGS pro všech 128 bodů ČSAGS. Výsledky vyrovnání byly sestaveny do dvou knih s označením „Kartočki okončatel'nogo uravnavanija JeAGS ČSSR“ a „Spisok koordinat punktov uranennoj seti JeAGS ČSSR“.

Pro všechny body ČSAGS jsou tímto dány pravoúhlé rovinné souřadnice x , y v Gauss-Krügerově zobrazení, geodetické zeměpisné souřadnice B , L , azimuty a směrníky na sousedící body, délky stran

Tabulka 4

Pořadové číslo	MLR	NDR	BLR	PLR	RSR	SSSR	ČSSR	JAGS
1. Počet bodů n	139	125	416	1830	39	8960	128	11 737
2. Počet měřených azimutů	42	42	32	47	42	171	16	412
3. Jednotková stř. chyba pro azimuty	0,89	0,74	1,36	1,03	1,02	1,00	1,07	0,99
4. Střední kvadratická chyba azimutu	$\pm 0,63$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$\pm 0,91$	$\pm 0,96$	$\pm 1,00$	$\pm 0,75$	$\pm 0,87$
5. Počet měřených dělek	21	13	112	62	39	364	22	651
6. Jednotková stř. chyba pro délky	0,87	0,90	1,01	0,72	1,00	1,27	0,56	1,11
7. Stř. kvadratická chyba dělek	$\frac{1}{600\ 000}$	$\frac{1}{548\ 000}$	$\frac{1}{422\ 000}$	$\frac{1}{759\ 000}$	$\frac{1}{207\ 000}$	$\frac{1}{224\ 000}$	$\frac{1}{896\ 000}$	$\frac{1}{268\ 000}$

V tabulce 4 jsou uvedeny počty bodů, počty měřených azimutů a dělek a jejich střední chyby v jednotlivých AGS a v celé JAGS.

sítě, hodnoty měřených veličin vstupujících do vyrovnání, jejich opravy, hodnoty konvergence a střední chyby souřadnic. Analýza výsledků vyrovnání JAGS byla provedena srovnáním s údaji ČSAGS v S-1942.

V rámci analýzy byla sledována:

- a) charakteristika změn v souřadnicích bodů;
- b) změna měřítka sítě;
- c) změna orientace sítě.

6.1. Charakteristika změn v souřadnicích bodů

Analýza souřadnicových změn byla sledována jak u souřadnic rovinných, tak i zeměpisných. Vektory změny polohy pro oba druhy souřadnic se mění v rozsahu od 1,00 m do 2,3 m a v azimutu od 40° do 110° . Průměrný posun sítě v souřadnici x je $+0,21$ m a v souřadnici y $+1,58$ m. Z průběhu vektorů je patrný mírný posun sítě ve směru na východ (asi 1,5 m) a mírné prohnutí sítě (asi 1 m/500 km), způsobené pravděpodobně zpřesněním orientace sítě a přesným měřením délek v novém vyrovnání. Homogenní změny sítě jsou na území Čech a Moravy. Co do velikosti vektorů se zřetelně odlišuje zejména část sítě na jihozápadním Slovensku. Homogenní je zbývající část Slovenska, která je mírně natočena směrem k severu oproti síti Čech a Moravy.

6.2. Určení změny měřítka sítě

Měřítka původní sítě vzhledem k novému vyrovnání bylo určováno několika způsoby. Nejprve byly porovnány dlouhé a krátké délky na elipsoidu a podruhé přímé spojnice v prostoru.

Dále byla změna měřítka sítě zjišťována z prostorové podobnostní transformace, a to pro celou AGS a odděleně pro území Čech, Moravy a Slovenska.

Ze všech řešení je možno vyvodit závěr, že změna měřítka sítě jako celku nepřekračuje hodnotu $-1,6 \cdot 10^{-6}$ (relativní změna délek je 1 : 625 000). Stabilnější měřítka sítě je v prostoru Čech ($-1,1 \cdot 10^{-6}$) a Moravy ($-1,2 \cdot 10^{-6}$). Na území Slovenska má měřítka sítě hodnotu $-3,0 \cdot 10^{-6}$ (1 : 300 000). Ze znaménka změny vyplývá, že nově vyrovnaná síť JAGS na území ČSSR je rozměrově poněkud menší než síť původní.

Největší měřítková změna je opět v prostoru jihozápadního a jižního Slovenska. Maximální hodnota změny $-8,3 \cdot 10^{-6}$ (1 : 120 000) je v oblasti bývalé rozvinovací základny Jesenské.

6.3. Určení změny orientace sítě

Orientace ČSAGS byla analyzována porovnáním azimutů sítě původní a nově vyrovnané. Celkový charakter změny orientace byl zjišťován na dlouhých společných spojnících v podélném a příčném směru vzhledem k tvaru sítě. Z celkové změny orientace je zřejmé stočení sítě v průměrné hodnotě $0,5''$ v západním směru (proti směru hodinových ručiček). Největší změna azimutu se projevuje v oblasti jihozápadního Slovenska v hodnotě až $1''$. Oblasti s výraznými změnami orientace se plně shodují s oblastmi výrazné změny měřítka. Extrémní hodnota $-1,9''$ je opět na spojnici bodů 121 a 120 na jižním Slovensku v oblasti bývalé rozvinovací základny Jesenské.

Průběh změn jednotlivých charakteristik ukazuje na poměrně vysokou přesnost souřadnicového systému 1942. Menší nepřesnost a nehomogenita sítě (S-1942) se ukázaly zejména v oblasti jihozápadního a jižního Slovenska na styku s MLR. Tato nepřesnost by ovlivnila při použití S-1942 pouze práce vyšší přesnosti s požadavkem na orientaci do $2''$ a na přesnost délek větší než 1 : 100 000. Tato skutečnost je v plné míře shodná s výsledky předcházejících analýz [6] provedených v období přípravy na převzetí výsledků nového vyrovnání JAGS.

7. Závěr

Nové vyrovnání Jednotné astronomicko-geodetické sítě socialistických států se stalo základem nového koaličního souřadnicového systému označovaného S-1942/83.

Na základě závěrů XII. konference GSSS a porady náčelníků vojenských topografických služeb armád států Varšavské smlouvy (Drážďany 1984) jsou do nového koaličního souřadnicového systému převáděny existující geodetické polohové základy a následně vydávány nové katalogy souřadnic geodetických bodů.

Literatura:

- [1] Otčet ob uravnivanii JeAGS socialističeskich stran Jevropy: NRB, VNR, GDR, PNR, SRR, SSSR, ČSSR. Moskva, 4. komise GSSS 1983.
- [2] CIMBÁLNIK, M.: Vědecké zhodnocení čs. geodetických polohopisných základů. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚGTK 1961.
- [3] KĀNSKÝ, J. a kol.: Nové vyrovnání JAGS. [Výzkumná zpráva.] Praha, VS 090 1975.
- [4] Techničeskije ukazanija po vyčisleniju bazisov kosmičeskoj trianguljácii i po podgotovke geodezičeskich materialov k sovместnomu uravnivaniju JeAGS jevropejskich socialističeskich stran. Moskva 1973.
- [5] PAVLICA, V.: Příprava převodu československých geodetických základů do nového souřadnicového systému. [Habilitationní práce.] Brno 1982. — Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [6] RADĚJ, K.: Převod polohového bodového pole do nového souřadnicového systému socialistických států. [Kandidátská disertace.] Brno 1982. — Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [7] RADĚJ, K. — PAVLICA, V. — DUŠÁTKO, D.: Předběžná analýza výsledků nového vyrovnání JAGS.

Došlo 31. 3. 1987

Výsledky výpočtů souřadnic KATE

KATE	M, [m]	N, [m]	W, [m]
KATE 1983	23	23	23
KATE 1987	23	23	23

Souřadnice KATE 1983

Možnosti využití kosmických snímků pro určování souřadnic bodů

1. Úvod

Na topografickou službu ČSLA jsou kladeny stále větší požadavky na rychlost a přesnost zabezpečení vlastního i zájmového území souřadnicemi bodů nebo cílů. Vedle geodetických metod, které dovolují získávat souřadnice bodů, se v poslední době objevuje možnost využít pro tyto účely kosmické snímky pořízené v rámci dálkového průzkumu Země (DPZ). Protože při tomto snímkování je zobrazena velká část území, poskytují snímky globální informace o sledovaných jevech a jejich význam pro vojenské využití tak vzrůstá.

Metody a materiální a technické vybavení pro dálkový průzkum Země zaznamenaly v posledních letech značný rozvoj. Byly vyvíjeny nové typy nosičů záznamové techniky, přístrojů a záznamových materiálů. Jestliže rozdělíme prostředky DPZ do dvou hlavních skupin, na pasivní a aktivní, pak v současných podmínkách TS ČSLA jsou využívány výhradně záznamy pořízené pasivními prostředky. To znamená, že jsou k dispozici záznamy, které jsou pořízeny fotografickou cestou na světlocitlivý materiál. Uvedené záznamy mohou mít měřický, ale i neměřický charakter.

V souvislosti s používáním termínu dálkový průzkum Země se uživatelům vybavuje prakticky obecně získávání a zpracování sémantických (neměřických) informací. Při fotogrammetrickém zpracování libovolných záznamů získáme měřické informace, které můžeme pořídit z měřických, ale i neměřických snímků fotografického nebo nefotografického charakteru.

Neměřickým, interpretačním využitím snímků DPZ se zabývá řada výzkumných zpráv úkolu VV-DO-20-03, v současné době označované H4-VV-RE-20.2.3. V těchto zprávách je podán podrobný popis a rozbor parametrů kosmických snímků pořízených v rámci DPZ. Vyplývá z nich, že v současné době má TS ČSLA k dispozici kosmické snímky pořízené multispektrálním systémem KATE a snímky pořízené dlouhoohniskovou komorou, v TS označované jako DPZ B.

Předložený článek informuje o současném stavu měřického využití výše uvedených snímků pro určování souřadnic bodů a cílů.

2. Zkušenosti s využitím snímků KATE

Kosmické multispektrální snímky KATE jsou pořízené z výšek od 215 do 280 km ve třech spektrálních pásmech: 510 až 600 nm, 600 až 700 nm a 700 až 840 nm, která jsou označována jako kanály 1283, 1286 a 1287. Panchromatická část elektromagnetického záření je zaznamenána na spektrozónální film. Formát snímku je 180×180 mm, ohnisková vzdálenost $f = 200$ mm. Do obrazu se promítá měřická mřížka o distanci 10 mm. Přibližné měřítko snímků je v závislosti na výšce snímkování 1 : 1 00 000, podélný překryt $p = 60$ % a pro stereoskopické vyhodnocení důležitý základnový poměr $B/H = 1/3$.

Multispektrální snímky mohou být využity pro určování souřadnic bodů jen jako černobílé výtahy pořízené v příslušné oblasti elektromagnetického spektra (měřické využití barevných syntéz z multispektrálních snímků je s dosavadní dostupnou technikou v TS nereálné). Dokazují to experimenty popsané v [1] a [2].

Pro analytické zpracování snímků se používala v té době jediné dostupná metoda analytické aerotriangulace označovaná jako AAT VAAZ. Tabulka 1 uvádí dosažené výsledné střední chyby určených souřadnic bodů v rámci jednoho modelu tvořeného snímkem KATE.

Tabulka 1

Kamera	Měřítko snímků 1 : 1 085 000			
	M_x [m]	M_y [m]	M_z [m]	M_{xy} [m]
KATE				
Kanál 1283	29	35	23	32
1286	26	27	28	27
1287	31	30	30	31

Výsledných středních chyb bylo dosaženo za předpokladu, že geodetické souřadnice bodů transformačního klíče jsou určeny z topografické mapy 1 : 10 000 s polohovou přesností ± 6 m a s výškovou přesností ± 1 m. Vlčivocí body měly přirozenou signalizaci. V prostoru podélného překrytu bylo vybráno přibližně 50 bodů rovnoměrně rozložených. Za etalon rámových značek (RZ) byl vzat průměr z pěti měření průsečíků rysek rámových značek ve středech stran snímků. Nezávisle na těchto experimentech se prováděly zkoušky určování souřadnic bodů metodou AAT VAAZ, které měly prokázat vliv zavádění fyzikálních korekcí na výsledné hodnoty souřadnic. Experiment se prováděl rovněž na snímcích KATE pořízených v zeleném kanálu s 60% podélným překrytem. Vybraných 27 bodů bylo označeno na přístroji typu TRANSMARK a snímky byly proměřeny na přístroji typu STECOMETER. Celkem byly provedeny čtyři výpočty uvedené v tabulce 2.

Tabulka 2

Způsob výpočtu AAT	m_{xy} [m]	m_z [m]	Varianta
AAT bez zavedení fyzikálních korekcí	34	100	A
AAT se zavedením korekcí Země, zaváděné z tabulační tabulky	40	30	A
	25	25	B
AAT se zavedením korekcí z návodu pro AAT	24	304	A
	22	253	B
AAT se zavedením korekcí podle Kuština	25	25	A
	22	14	B

Varianta A - výpočet se všemi body,

varianta B - výpočet, kdy byly body s největšími chybami (z varianty A) vyloučeny.

Experimenty prováděné na VAAZ [2], uvedené v tabulce 3, vykazují obdobné výsledky, jako jsou v tabulce 1 a 2.

Tabulka 3

Způsob výpočtu AAT	Chyby na daných bodech			Chyby na určených bodech		
	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
AAT bez zavedení korekcí	13	28	141	29	27	248
AAT s korekcemi používanými v metodě VAAZ	19	27	253	28	28	278
AAT s korekcemi podle [2]	14	28	14	29	27	28

Střední chyby v tabulce 3 jsou uvedeny v metrech.

Dosažené výsledky v těchto experimentech prokázaly, že snímky KATE mají vysokou geometrickou věrnost, jsou pořízeny komorou o malém zkreslení. Lepších výsledků však při zachování vstupních parametrů letu nelze dosáhnout, neboť podle [5] jsou na hranici rozlišovací schopnosti snímků.

3. Možnosti určování souřadnic bodů ze snímků DPZ B

Snímky označované jako DPZ B jsou TS ČSLA dodávány v jednom spektrálním pásmu a jsou pořízeny z výšek letu kolem 275 km. Formát snímku je 300×300 mm, ohnisková vzdálenost $f = 1010$ mm.

Přibližné měřítko snímků v závislosti na výšce snímkování a jejich sklonu (příčný sklon $\omega = 8,5^\circ$) je rovno $1 : 270\ 000$, podélný překryt $p = 60\ %$ a základnový poměr $B/H = 1/8,5$.

V předcházející kapitole bylo uvedeno, že na výsledné přesnosti určovaných souřadnic se podílejí mj. parametry vlastního snímkování. U snímků DPZ B je to především nepříznivý základnový poměr. Důsledkem je, že analytické postupy dvousnímkové a vícesnímkové fotogrammetrie selhávají a je nezbytné nebo výhodnější použít jednosnímkových postupů zpracování.

Poměrně velký sklon snímků nedovoluje použít při výpočtu korekcí vlivu zakřivení Země standardních postupů a vztahů, ale je nezbytné přihlížet k charakteru nesymetrického vlivu zakřivení na snímkové souřadnice a k velké výšce snímkování podle [3] nebo [4].

Výsledné souřadnice bodů ovlivňuje také přesnost určení snímkových souřadnic, na kterou má vliv nejistota identifikace bodů na snímku a mapě, přesnost vlastního měření, ale rovněž velikost a tvar průběhu distorze objektivu.

Distorze objektivu použitého pro pořízení snímků DPZ B je velká. Experimentální práce popsané v [4] prokazují, že distorze má prakticky symetrický radiální charakter a v okrajích snímků dosahuje hodnot až $0,8\ \text{mm}$.

Z uvedeného je zřejmé, že analýze a korekcím výše popsaných vlivů musíme při analytickém zpracování snímků věnovat náležitou pozornost. Přesto, při důsledné korekci systematických deformací, jsou snímkové souřadnice zatíženy náhodnými chybami.

Z rozborů provedených v [4] vyplývá, že výslednou přesnost snímkových souřadnic je možno charakterizovat střední chybou horizontální paralaxy $m_{px} = 0,07\ \text{mm}$.

Střední chyba horizontální paralaxy významným způsobem ovlivňuje přesnost určení výšky bodu. Její vliv můžeme vyjádřit podle vztahu uvedeného v [4]:

$$m_z = \frac{m_s \cdot H_s}{B} m_{px} \quad (1)$$

kde

- m_s - měřítkové číslo snímku,
- H_s - relativní výška snímkování,
- B - délka fotogrammetrické základny,
- m_{px} - střední chyba horizontální paralaxy.

Pro příklad uveďme, že jsou zadány hodnoty $m_s = 270\ 000$, $H_s = 270\ \text{km}$, $B = 32\ \text{km}$ a $m_{px} = 0,02\ \text{mm}$. Po dosazení do vztahu (1) získáme hodnotu $m_z = 46\ \text{m}$. Z uvedeného příkladu je zřejmé, že za použití snímků DPZ B nemůžeme u vícesnímkového zpracování při dané střední chybě m_{px} a při dalších parametrech letu očekávat přesnější určení výšky bodu Z. Nepřesné určení výšky Z vede k chybnému výpočtu polohových souřadnic bodů X, Y.

S teoretickými závěry korespondují také praktické závěry výpočtů na reálně měřených datech. Dokumentují to výsledky uvedené v tabulce 4.

Tabulka 4

Varianta	N	m_x	m_y	m_z	m_x^+	m_y^+	m_z^+
1	29	186	117	292	75	77	231
2	29	189	125	144	84	10	88

Střední chyby souřadnic jsou uvedeny v metrech.

+ - střední chyby určené po vyloučení 5 identických bodů vykazujících větší odchylky po absolutní orientaci,

N - počet vlíčovacích bodů.

Varianta č. 1 (distorze nebyla korigována) prokazuje, že vliv distorze objektivu působí především na přesnost určení výšky bodů. Jestliže vyloučíme 5 bodů zatížených největší systematickou chybou projeví se to významným zvýšením polohové přesnosti.

Varianta č. 2 znázorňuje případ, kdy byly snímkové souřadnice všech bodů korigovány o vliv distorze.

Výsledky uvedené v tabulce 4 potvrzují, že při nedostatečném nebo nevhodném odstranění systematických chyb, kdy $m_{px} = 0,06$ až $0,08$ mm, nelze vícesnímkovou metodu AAT VAAZ pro určování souřadnic bodů použít.

Z tohoto pohledu se proto jeví jako výhodnější zpracovávat snímky pořízené dlouhofokálními komorami jednosnímkovými metodami. Nedochází zde k nežádoucímu hromadění a přenosu chyb snímkových souřadnic. Lze to dokumentovat výsledky uvedenými v tabulce 5, kde pro určení souřadnic bodů byla použita metoda prostorové kolineární transformace.

Tabulka 5

Číslo snímku	n	Bez korekce distorze			S korekcí distorze		
		m_x [m]	m_y [m]	m_{xy} [m]	m_x [m]	m_y [m]	m_{xy} [m]
19 768	22	35,4	46,3	58,3	14,4	28,0	31,5
19 769	12	40,1	42,8	58,7	16,9	16,2	23,4
19 770	16	30,2	33,7	45,3	12,1	16,0	20,1

n - počet bodů ve snímku

V tabulce 6 jsou uvedeny střední chyby dosažené při výpočtu za použití rovinné kolineární transformace.

Tabulka 6

Číslo snímku	Počet bodů	Střední chyby [m]		
		m_x	m_y	m_{xy}
19 769	20	44,5	51,1	67,7
	26	61,2	72,3	94,7
19 770	65	35,1	33,0	48,2
	73	48,3	48,1	68,2

Výpočet byl realizován bez zavedení korekce distorze objektivu.

Při korekci vlivu distorze autokalibrací bylo dosaženo podstatného snížení středních chyb souřadnic, což dokládá tabulka 7.

Tabulka 7

Číslo snímku	Počet bodů	Střední chyby [m]		
		m_x	m_y	m_z
19 769	26	12,6	10,1	16,2
19 770	73	14,2	14,6	20,4

4. Závěr

Určování souřadnic bodů z kosmických snímků je v podmínkách TS ČSLA zcela nová, ale aktuální problematika. Výsledky provedených experimentů dokazují, že snímky, které má TS k dispozici, mohou být využity nejen pro získání sémantických informací, ale že je lze rovněž využít pro získání souřadnic vybraných bodů, popřípadě cílů taktických nebo operačně taktických raket, jak lze porovnat s některými závěry práce [6]. Je zřejmé, že za předpokladu použití kvalitnějších kosmických snímků s lepšími

geometrickými parametry, které dnes již existují, bude dosažená přesnost určených souřadnic tak vysoká, že nově určených souřadnic bodů bude možno použít např. pro tvorbu mapy geodetických údajů ze zájmového prostoru. Lze se oprávněně domnívat, že postupy analytické fotogrammetrie s využitím kvalitních kosmických snímků budou nezastupitelným zdrojem čerstvých informací o souřadnicích bodů z obtížně dostupného terénu zájmového prostoru.

Číslo	n	Bez korekce	2 korekce	3 korekce
19 709	22	13,4	10,7	10,7
19 710	22	13,4	10,7	10,7
19 711	22	13,4	10,7	10,7
19 712	22	13,4	10,7	10,7
19 713	22	13,4	10,7	10,7
19 714	22	13,4	10,7	10,7
19 715	22	13,4	10,7	10,7
19 716	22	13,4	10,7	10,7
19 717	22	13,4	10,7	10,7
19 718	22	13,4	10,7	10,7
19 719	22	13,4	10,7	10,7
19 720	22	13,4	10,7	10,7

Číslo	Počet bodů	Střední chyba [m]	
		m ₁	m ₂
19 709	20	14,2	11,2
19 710	20	14,2	11,2
19 711	20	14,2	11,2
19 712	20	14,2	11,2
19 713	20	14,2	11,2
19 714	20	14,2	11,2
19 715	20	14,2	11,2
19 716	20	14,2	11,2
19 717	20	14,2	11,2
19 718	20	14,2	11,2
19 719	20	14,2	11,2
19 720	20	14,2	11,2

Literatura:

- [1] BABICKÝ, T.: Aplikace AAT na kosmické snímky KATE ve stereomodelu. [Výzkumná zpráva.] Dobruška, VTOPÚ 1982. 27 s.
- [2] DUONG, N. D.: Příspěvek k optimalizaci algoritmu a výpočetního programu blokové metody analytické aerotriangulace. [Kandidátská disertace.] Brno 1983. 200 s. - Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [3] FRANĚK, J. - SUKUP, K.: Vliv atmosférické refrakce a zakřivení Země na souřadnice aerokosmických snímků. In: Sborník Vojenské akademie Antonína Zápotockého, Ř. B (technická), 1986, č. 2, s. 125-130.
- [4] SUKUP, K.: Určování souřadnic bodů prostředky DPZ pro topograficko-geodetické zabezpečení. [Kandidátská disertace.] Brno 1986. 149 s. - Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [5] ŠILHAN, V.: Rozbor interpretačních možností velkoformátových snímků pro tvorbu, obnovu a aktualizaci vojenských topografických map. [Výzkumná zpráva.] Dobruška, VTOPÚ 1984/31 s.
- [6] ŠIRŮČEK, J.: Analýza současného stavu a perspektiv podmínek a potřeb geodetického zabezpečení automatizovaných systémů zavedených nebo plánovaných k zavedení do ČSLA. [Výzkumná zpráva.] Praha, VS 090 1984. 70 s.

Došlo 23. 3. 1987

Možnosti zlepšení interpretační využitelnosti kosmických snímků pomocí nekonvenčních fotolaboratorních postupů

1. Úvod

Soubory černobílých kosmických snímků, jež jsou technologicky využívány pro účely obnovy topografických map, mají velmi rozdílnou fotografickou kvalitu. Co do úrovně denzit D_{\min} , D_{\max} se mezi sebou výrazně liší, zvláště pak vykazují značné rozdíly osvětlení středu snímku oproti okrajům. Zhotovování odvozených snímkových podkladů, zejména překreslených snímků, je neefektivní a vyžaduje individuální přístup ke každému snímku — značně dlouhé doby expozic s tzv. „nadržováním“ i volbu vhodného fotomateriálu a fotolaboratorního zpracování. Přesto se nepodaří vždy získat potřebné informace, jež jsou zejména v přeexponovaných částech snímků nedešifrovatelné.

Bylo proto aktuální zabývat se možnostmi zvýšení vypovídací schopnosti těchto snímků k získání větší míry potřebných informací i v mikrodetailech přeexponovaných částí.

Po studiu literatury a shromáždění nezbytných chemikálií byla provedena řada experimentů, které prokázaly reálnost a praktickou využitelnost dále popsanych fotolaboratorních postupů pro kosmické a částečně i pro letecké snímky.

Společným znakem všech odzkoušených postupů je úprava rozsahu optických hustot obrazu tak, aby jej bylo možné duplikačním procesem nebo vizuální interpretací přenést v co největší šíři při postačujícím odlišení rozdílů denzit se současným zachováním, případně zvýšením rozlišitelnosti obrazové struktury v detailech.

Byly odzkoušeny tyto nekonvenční fotolaboratorní postupy:

- harmonizace negativu rehalogenací;
- modrožlutý postup;
- zvýraznění detailu metodou fotografické filtrace prostorových frekvencí.

2. Harmonizace negativu rehalogenací

Proces spočívá v chemické přeměně vyredukovaného obrazového stříbra na jeho halogenid (zpravidla AgCl) s jemnější strukturou než původní stříbrná zrna. Ze senzimetrického hlediska se jedná o úpravu průběhu senzimetrické křivky zejména v oblasti přeexpozice, kde dochází k výraznému snížení kontrastu (změkčení) obrazu. Celkově tento proces působí jako nelineární zeslabovač, který místa o velkých denzitách zeslabuje výrazněji než místa s nízkými denzitami.

Pro technologicky využívané kosmické snímky formátu 300×300 mm je tento proces velmi vhodný ze čtyř důvodů:

1) Je to proces dokonale a opakovaně vratný běžným vyvoláním, a tedy použitelný jak pro úpravu odvozených, tak i originálních snímků.

2) U těchto druhů snímků se vyskytují nezvykle velké úbytky osvětlení (denzit) směrem ke krajům a v centrální části dochází v mnohých případech k velké přeexpozici, vyžadující při zvětšování či překreslování až několikahodinové expozice. Lineárním zeslabením obrazu k dosažení reálných expozičních časů by v tomto případě došlo ke ztrátě detailů ve světlých partiích snímku, tedy zejména v okrajových částech.

3) Snížením strmosti charakteristické křivky dojde ke zvýšení interpretačních možností, způsobenému celkovým snížením kontrastu obrazu.

4) Černobílé kosmické snímky vykazují velkou zrnitost, způsobenou kopírováním patrně z barevných spektrozónálních originálů na černobílé materiály a fotolaboratorním procesem. Přitom zrnitost může mít i zvláštní charakter, způsobený přenosem shluků barviv odlišných odstínů do tmavých skvrn stejné denzity. Rehalogenací se černobílý hrubozrný obraz zprůsvitní a zjemní se struktura fotografické vrstvy, což přispěje k lepší interpretovatelnosti detailů.

Technologicky je rehalogenace jednoduchá a nevyžaduje žádná speciální zařízení. Vychází z běžně dostupných chemikálií, tvořících bělicí lázeň ORWO 710:

síran měďnatý krystalický CuSO_4	100 g
chlorid sodný NaCl	100 g
kyselina sírová koncentrovaná (96 %) H_2SO_4	25 ml
vodou doplnit do	1000 ml

Výhodou zpracovatelského postupu je, že může probíhat na světle. Bylo zjištěno, že potřebná doba bělení je velmi odlišná pro různé typy filmů a délku archivace negativů. U archivních negativů byla mnohonásobně vyšší (několik minut) než u zvětšenin na filmu, kde činila podle stupně žádaného efektu jen asi 10 až 50 sekund. Archivní snímek je třeba před rehalogenací asi na dobu pěti minut namočit do vody. Zpracovávaným snímkem se v rehalogenační lázni energicky pohybuje. Po vybělení se vypere v tekoucí vodě a dá se bez ustálení usušit.

Pro porovnání senzitometrických vlastností původního a rehalogenovaného obrazu jsou v grafu 1 uvedeny obě charakteristické křivky, které byly získány proměřením stupňovitého senzitometrického klínu před rehalogenací a po rehalogenaci pomocí denzitometru Gretag D-33. Senzitogramy byly exponovány na senzitometru Joyce typ 2L. Vyvolání bylo uskutečněno ve vyvolávacím automatu PAKOTONE AVI.

3. Modrožlutý postup

Metoda nahrazuje jednodušším postupem a s ekvivalentním účinkem poměrně pracné úpravy kontrastu pomocí ostré a neostré masky, které jsou navíc velmi citlivé na přesnost lícování negativu a masky.

Původní materiál (negativ) se tónuje dvěma barvivy. Napřed modrým, kdy se vyredukované stříbro změní na modrou sloučeninu železa, kterou se utvrdí želatina úměrně zčernání obrazu, nejvíce ve tmavých partiích. Při dalším, žlutém tónování barvivem rozpustným ve vodě pronikne barvivo nejvíce do málo utvrzených světlých míst, která zežloutnou.

Modrožlutý postup je vhodný pro zvýšení interpretačních možností kosmických snímků z těchto důvodů:

1) Postup lze aplikovat přímo na zvětšeniny originálních snímků, používané pro vyhodnocení změn vůči reviznímu originálu mapy, které se provádí průhledem snímku a oranžové kopie mapy. V tomto případě dojde ke snížení kontrastu a současně k barevnému odlišení denzitních rozdílů, což přispěje k žádoucímu zvýraznění některých topografických prvků, především silničních komunikací, v sugestivní žluté barvě, na kterou je lidské oko nejcitlivější. Na originální snímky postup aplikovat nelze, neboť modré tónování je nevratné.

2) Kopírováním nebo zvětšováním modrožlutého duplikátního negativu lze dosáhnout velmi dobrého vyrovnání kontrastu tím, že modrá, tj. původně tmavá místa propouštějí modré světlo, na které je černobílý pozitivní film citlivý, a žluté elementy naopak snižují expoziční účinek bílého světla, neboť působí jako žlutý filtr. Požadovanou strmost kopie lze regulovat předřazením různě sytých žlutých nebo modrých filtrů.

3) V případě modrožlutého postupu se dosahuje určitého zdůraznění detailů o prostorových frekvencích kolem 3 až 7 čar na milimetr, i když ne tak výrazného jako u následující metody filtrace detailů. Pravděpodobnou příčinou je okrajový jev souvisící s tím, že nespotebovaná modrá tónovací lázeň difunduje do okrajových hran a žlutá tónovací lázeň do vrstvy želatiny v závislosti na stupni jejího utvrzení.

Modrá tónovací lázeň se připravuje ze tří zásobních, prakticky neomezeně stálých roztoků (1 díl I + 1 díl II + 1 díl III + 6 dílů vody):

I — kyselina citrónová $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9 g
kyselina šťavelová $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	9 g
vody do	1000 ml
II — hexakynoželezitan draselný (červená krevní sůl) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	14 g
dvojchroman draselný $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0,2 g
vody do	1000 ml
III — síran amonno-železitý $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	40 g
vody do	1000 ml

Po ukončení modrého tónování se film vypere v tekoucí vodě a potom se tónuje ve žluté lázni o složení:

thiosíran sodný $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	25 g
žluté barvivo (tetrazin nebo chrysoin S)	2 g
vody do	1000 ml

4. Zvýraznění detailů metodou fotografické filtrace prostorových frekvencí

Metoda je založena na působení Eberhardova jevu, způsobeného v procesu vyvolávání difúzí vývojky zejména v laminární vrstvě v těsné blízkosti povrchu citlivé vrstvy na rozhraních různě exponovaných míst. Z méně exponovaných (a tedy i vyvolávaných) míst difunduje vývojka do míst více exponovaných a naopak. Přitom se střetávají na rozhraní silně exponované části obrazu, kde vznikne ostrá výrazná hrana mezi zvýšenou a sníženou optickou hustotou. Tím dochází ke zvýšení obrysové ostroty detailů a zvýraznění kontur ploch, tedy míst s vyššími prostorovými frekvencemi za současného snížení kontrastu v místech o nižších prostorových frekvencích. Postup má proto vlastnosti filtru s horní propustí.

Pro interpretaci topografických prvků obsahu kosmických snímků může mít tento postup význam především:

1) ve zvýraznění všech rozhraní plošných a čárových prvků, ovšem v té míře, kdy současně zachovává navíc s žádoucím sníženým kontrastem zobrazení plošných prvků;

2) zvýrazněním struktur sídel, závodů, letišť, vojenských prostorů a dalších obtížně rozlišitelných detailů obrazových mikrostruktur;

3) zvýšení účinku filtrace detailů lze dosáhnout několikerým opakováním technologického postupu, kdy se bude zvyšovat pérový charakter obrazu a od fotografie lze přejít pro speciální aplikace až k fotografice. Tímto způsobem lze vytvořit po 4 až 6násobné filtraci předlohu pro další polygrafické zpracování bezrastrovou tiskovou technikou, např. ofsetem.

Experimentálně byly ověřeny dva technologické postupy filtrace detailů na zvětšeninách kosmických snímků.

První, pracnější způsob spočívá nejprve v částečném vyvolání přeexponovaného filmu ve zředěné pozitivní vývojce; v závislosti na požadovaném kontrastu negativu se ředí v poměru 1 + 2 až 1 + 10 a vyvolání probíhá podle požadovaného kontrastu negativu po dobu 30 až 45 sekund. Potom se položí film citlivou vrstvou na skleněnou desku, na níž se přes filtrační papíry naválcuje tak, aby se odstranila přebytečná vývojka mezi sklem a vrstvou. Po pěti minutách se film sejme, bez oplachování vloží do ustalovače a potom vypere. Tímto postupem se má dosáhnout zvýšení kontrastu v rozsahu prostorových frekvencí 7 až 12 mm^{-1} .

Druhý, jednodušší způsob je založen na vyvolání přeexponovaného materiálu, s expozicí desetkrát větší než při normálním zpracování, ve zředěné nehybné vývojce. Vývojka se ředí stejným způsobem jako u předcházejícího postupu. Nejprve se film krátce (asi 5 s) namočí ve vývojce, kterou se energicky míchá, a poté se přetiskne vrstvou ke dnu vyvolávací misky na dobu asi dvou minut bez pohybu vývojky. Při této variantě metody se Eberhardův jev uplatňuje zvláště výrazně. Dosahuje se zvýšení kontrastu v oblasti prostorových frekvencí 15 až 20 mm^{-1} , tedy u detailů s rozměry 1/15 až 1/20 mm. Po vyvolání se film krátce opláchně a ustálí.

Volba druhu použité metody bude záviset především na žádaném účinku, tj. rozměrech mikrodetailů a tím samozřejmě i na měřítku zpracovávaného snímku, ale také na jeho mikrostrukturní kvalitě - zrnitosti filmu, mechanických poškozeních apod.

5. Závěr

Obnova topografických map 1 : 50 000 s využitím kosmických snímků je metodou efektivní a moderní, umožňující doplňování prvků obsahu map s vysokou produktivitou.

Vzhledem k tomu, že dosavadní fotografická kvalita dodávaných černobílých kosmických snímků je velmi rozdílná a často dosti nízká, byly uskutečněny experimenty ke zvýšení interpretačních schopností snímků a zefektivnění výroby odvozených snímkových podkladů. Jejich obrazové ukázky jsou dokumentovány v [4]. Vzhledem k tomu, že i nadále se předpokládá využití těchto druhů snímkových podkladů, bude vysoce aktuální dále se rozpracovanými možnostmi maximálního využití informačního obsahu

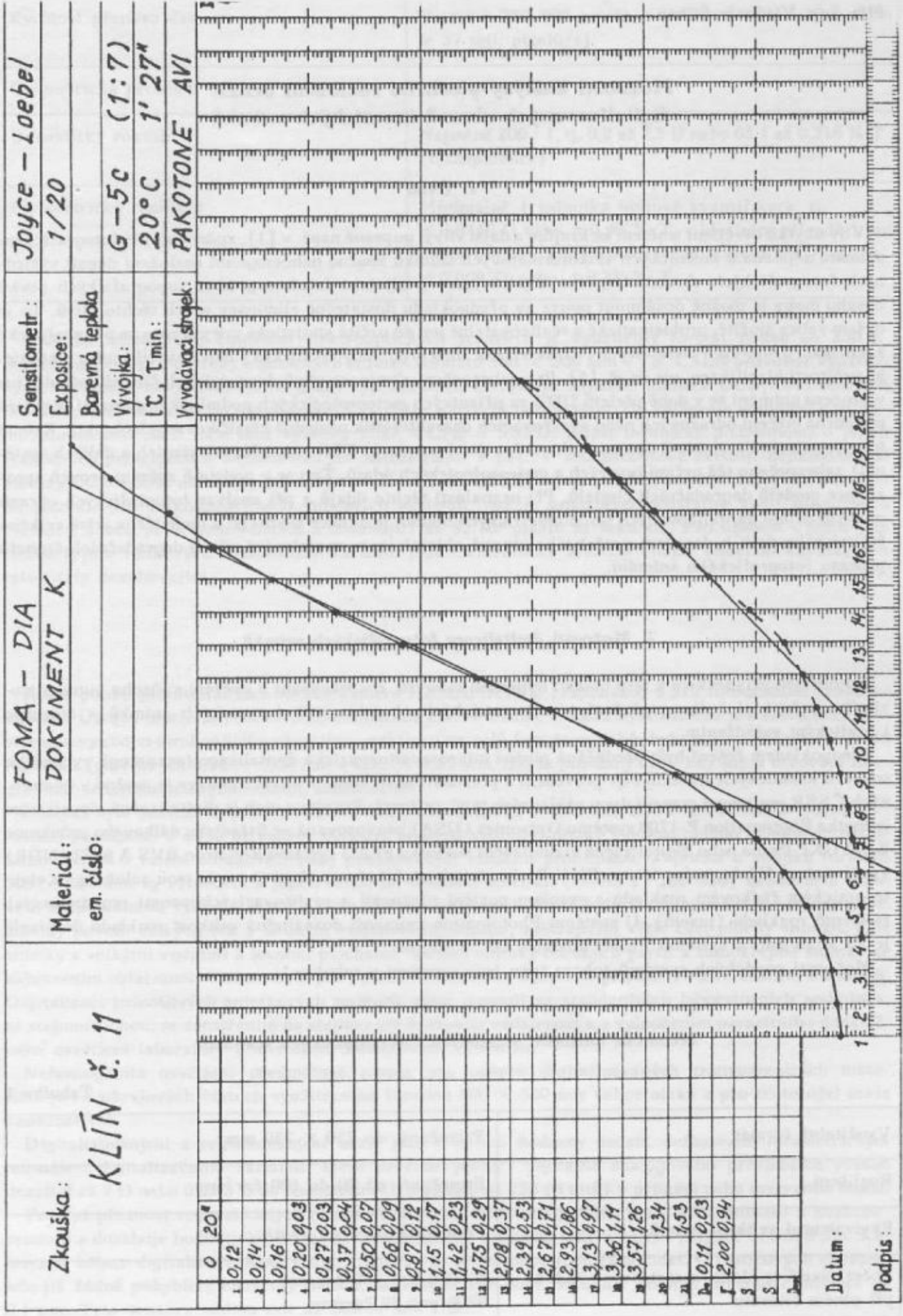
snímků zabývat a metody nekonvenčních fotolaboratorních postupů rozpracovat do větší šíře i pro oblast izodenzometrických metod, které tvoří druhou skupinu těchto speciálních fotolaboratorních postupů.

Metoda harmonizace negativu rehalogenací byla autory článku navržena k technologickému využití a je pro svou jednoduchost a dobré provozní výsledky úspěšně ve VTOPÚ uplatňována.

Literatura:

- [1] BLUMOVÁ, V. — HOFFMAN, F. — KREJČÍ, A. — POLÁŠEK, J.: Fotografické metody k úpravě obsahu snímků dálkového průzkumu Země. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZORT 1979. 60 s.
- [2] POLÁŠEK, J.: Zpracování fotografického obrazu III, VI, VII, VIII, IX. Čs. Fotogr., **32**, 1981, č. 10; **33**, 1982, č. 1, 2, 3, 4.
- [3] POLÁŠEK, J.: Amatérská fotografie a fotografika. Praha, Merkur 1986.
- [4] ŠILHAN, V.: Analýza geometrických vlastností a interpretačních možností kosmických velkoformátových snímků pro potřeby topograficko-geodetického zabezpečení. [Kandidátská disertace.] Brno 1987. — Vojenská akademie A. Zápotockého.

Došlo 5. 2. 1987



Možnosti analýzy plošného rozložení denzit digitalizovaných obrazů kosmických snímků

1. Úvod

Vliv úbytků osvětlení směrem ke krajům a další vlivy, popsané např. v [1], způsobují při fotografickém snímání zejména u kosmických velkoformátových snímků značně nehomogenní rozložení denzit výsledných fotografických obrazů. Úspěšné objektivizace analytické fotointerpretace topografických prvků obsahu mapy je možné dosáhnout pouze za předpokladu dostatečné eliminace všech těchto vlivů. To je ovšem velice složité, problematické a realizovatelné jen do určité statistické míry. Proto se při analytické klasifikaci druhových a stavových charakteristik interpretovaných objektů často uvádějí i míry statistické určitosti klasifikace, viz např. [5]. Pro zabezpečení eliminace vlivů degradačních činitelů působících v procesu snímání se v době přeletů UDZ za příznivých meteorologických podmínek organizují pozemní podpurná měření odrazových nebo vyzářovacích charakteristik následně klasifikovaných objektů. Kromě toho je zejména u systémů operativního sběru dat (scannerů, CTD snímačů, televizních a dalších systémů) zabezpečeno též určení jasových a meteorologických údajů. Tím se v podstatě zpřesní úroveň aproximace modelů degradačních činitelů. Při neznalosti těchto údajů a při analýze fotografických obrazů namísto přímo digitalizovaných senzimetrických hodnot je situace složitější a bude třeba ještě velkého řešitelského úsilí k dosažení potřebného stupně objektivizace modelování všech degradačních činitelů procesu fotografického snímání.

2. Možnosti digitalizace fotografických snímků

Autorovým příspěvkem k této oblasti bylo úsilí o návrh, rozpracování a ověření způsobu automatizovaného určení plošného rozložení senzimetrických charakteristik kosmických snímků s číselným i grafickým vyjádřením.

Předpokladem řešení byla předběžná plošná mikrosenzimetrická digitalizace (scanning) vybraného souboru kosmických snímků. Její provedení s přesností potřebnou pro tyto aplikace je možné v podmínkách ČSSR realizovat pomocí dvou základních typů zařízení. Prvním z nich je digitalizačně vizualizační jednotka Photomation P-1700 systému Optronics (USA) provozovaná ve Středisku dálkového průzkumu Země GKP Praha nebo digitalizačně vizualizační jednotka FEAG systému Robotron BVS A 6472 (NDR) využívaná ve Výzkumném ústavu FMV Praha. Jejich společným znakem je to, že jsou založeny na elektrooptickém řádkovém rozkladu s vysokou poziční přesností a rozlišovací schopností registrovaných elementů rozkladu (pixelů). U systému Photomation nejmenší dosažitelná velikost rozkladu do pixelů je $25 \times 25 \mu\text{m}$, u systému FEAG dokonce $10 \times 10 \mu\text{m}$.

Možnosti soudobých systémů tohoto typu jsou uvedeny v tabulce 1.

Technické možnosti soudobých elektrooptických scannerů

Tabulka 1

Využitelný formát	Proměnný, do $230 \times 230 \text{ mm}$
Rozlišení	Proměnné, od 20 do 100 čar/mm
Ekvivalentní velikost pixelů	Proměnná, od 5 do $25 \mu\text{m}$
Počet pixelů v řádku a rastrových řádků při plném formátu	46 000 pro 100 čar/mm 9200 pro 20 čar/mm

Rychlost přenosu dat	Nejméně 750 000 pixelů/s (mezním technickým cílem je 37 mil. pixelů/s)
Geometrická přesnost	0,001 až 0,002 %
Dynamický rozsah	Nejméně 200 : 1, tj. 0,2 až 2,5 D nebo 63,1 až 0,316 % T (transparence)
Fotometrické rozlišení	Minimálně 1 jednotka 6bitové kvantifikace, tj. $\pm 0,0350$ D nebo $\pm 0,98$ % T, v ideálním případě 1 jednotka 8bitové kvantifikace (256 stupňů šedi), tj. $\pm 0,009$ D nebo $\pm 0,25$ % T

Hlavním omezujícím činitelem elektrooptických scannerů je využitelný formát pouze do 230×230 mm, což pro potřeby kosmických snímků formátu 300×300 mm v TS ČSLA provozně využívaných bez úprav nevyhovuje. Pro druhý typ zařízení, kterým je digitální kamera CCD, toto omezení neplatí, proto bylo zvoleno právě řešení s využitím zařízení tohoto typu. Do kategorie scannerů s pevnými fotodiodami patří dále také systémy CID, CCPD a SSPD. Bližší technické podrobnosti o jejich fyzikálních principech a možnostech lze nalézt např. v [3]. V současné době existují nejdokonalejší kamery CCD s 2048 detektory (na bázi tranzistorů MOSFET) v jedné řádce, které se dále ještě sdružují do jednotlivých velkokapacitních snímacích systémů, což je umožněno podstatně vyšší přenosovou rychlostí danou principem snímání a dosahující až $92 \cdot 10^8$ pixelů za sekundu. Pro úplnost uvedme, že třetím typem řádkových rozkladných zařízení jsou elektronické systémy (např. televizní katoda) pro tyto účely nevyhovující.

3. Zvolený způsob praktického řešení

Autor použil pro digitalizaci obrazu kameru HAMAMATSU (Japonsko) s 512 fotodiodami provozovanou v Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV Praha. Jelikož byla kamera pro tento účel zaostřena s využitím širokoúhlého objektivu prakticky na celý formát snímků, byla tudíž velikost elementů rozkladu (pixelů) asi $0,58 \times 0,58$ mm a $0,35 \times 0,35$ mm, což je pro daný účel, kdy jde o určování integrálních senzimetrických hodnot, dostatečné.

Analýza byla provedena pro kosmické snímky formátů 300×300 mm a 180×180 mm stejným pracovním postupem. V obou případech byly pro analýzu vybrány snímky s pokud možno náhodným rozložením denzit v celém obrazovém poli, posuzovaným vizuální prohlídkou. Zejména u snímků formátu 300×300 mm by vzhledem k jejich relativně velkému měřítku (kolem 1 : 280 000) nedodržení takovéto zásady mohlo výrazně zkreslit požadovanou informaci. Proto byly ze zpracování vyloučeny např. snímky povodí velkých řek s širokým monotónním údolím, zabírajícím větší část plochy snímku, dále snímky s velkými vodními a lesními plochami, některé snímky horských partií a samozřejmě snímky se zobrazením oblačnosti. Celkem bylo pro zpracování použito v jednom případě 13 a ve druhém 9 snímků. Digitalizaci jednotlivých snímkových souborů autor provedl za standardních laboratorních podmínek, se stejnou clonou, se zaostřením na stejnou předmětovou vzdálenost a s vyloučením parazitního dodatečného osvětlení laboratoře z místnosti dialogového terminálu.

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.

Digitalizovanými a registrovanými údaji jsou relativní hodnoty denzit, definované fotometrickým normálem digitalizačního zařízení, které převede pomocí digitálně analogového převodníku rozsah denzit 0 až 2 D nebo 0 až 3 D 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 a dosahuje hodnoty kolem 0,002 % užitečného formátu, tedy v našem případě kolem $6 \mu\text{m}$. Kamera se během digitalizace nepohybuje, v pohybu je pouze vektorová řada čidel. U maticových senzorů, kde již žádné pohyblivé elementy nejsou, se v současné době dosahuje poziční přesnosti snímání až $0,1 \mu\text{m}$. Tyto senzory mohou mít až 380×488 čidel.

Za účelem mikrosenzitometrické analýzy snímků autor zpracoval výpočetní program AFIT, který umožňuje vyčíslení senzitometrických hodnot zvolených řádkových a sloupcových profilů zadáním příslušných parametrů v mezích 1 až 512, jakož i vyčíslení obou úhlopříčných profilů. Pro mikrosenzitometrickou analýzu mají největší praktický význam charakteristické profily jdoucí hlavním bodem. Program vedle číselného vyjádření provádí i kresbu zvolených a úhlopříčných profilů v přibližném měřítku snímku. Ukázka grafického výstupu jednoho z charakteristických profilů je ve dvojnásobném zmenšení uvedena na obrázku 1. Dále byl v programu řešen výpočet histogramu četnosti denzit s grafickým tiskovým výstupem na řádkové tiskárně (obrázek 2), který udává rovněž důležité fotometrické informace, charakterizující každý jednotlivý snímek. Krok relativních denzit v intervalu 0 až 255 je rovněž parametricky volitelný. Hlavním přínosem programu je však výpočet matice průměrných relativních denzit integrací hodnot pixelů do parametricky volitelných rozměrů submatic. Při praktických výpočtech byly voleny rozměry výsledné matice 16×16 prvků, z čehož vyplývá velikost integračních zón jednotlivých submatic v hodnotách 32×32 pixelů. Příklad výstupu matice průměrných denzit náhodně vybraných kosmických snímků je uveden v tabulce 2.

Výpočet požadovaných údajů je dosti rozsáhlý a pro každý snímek představuje spotřebu asi 1,5 až 2,0 hodiny strojového času počítače EC 1033. Je tomu tak proto, že aritmetické operace jsou realizovány nad celým datovým souborem, který pro každý digitalizovaný snímek představuje objem přibližně 0,26 MB. Efektivní počítačové zpracování tak velkých souborů dat je již pro počítače standardní architektury, řady JSEP, SMEP a další, na hranicích nebo za hranicemi jejich možností. Pro efektivní dialogovou komunikaci s obrazovými daty v reálném čase se využívají počítače s paralelními maticovými procesory. V závislosti na zvoleném modu registrace senzitometrických dat, tedy na tom, zda požadujeme hodnoty transparency, nebo opacity, a na druhu transparentního materiálu (negativ, pozitiv) se budou vyskytovat nejvyšší hodnoty průměrných denzit v centrální, nebo okrajových částech snímku. Dále byly průměrné hodnoty jednotlivých submatic v rámci každého snímku upraveny s ohledem na střední hodnoty denzit jednotlivých snímků a odpovídající si submatice všech snímků zprůměrovány do vážených aritmetických průměrů. Poslední výpočetní operace spočívala v normování takto získaných veličin vůči maximální, eventuálně minimální hodnotě z centrální části snímku, které byla přisouzena hodnota 100 (%). Tím byly statisticky určeny průměrné, vážené a normované hodnoty denzit v submaticích asi $18,75 \times 18,75$ mm u kosmických snímků formátu 300×300 mm a $11,25 \times 11,25$ mm u kosmických snímků 180×180 mm. S využitím těchto diskrétních hodnot v pravidelné síti vztažných bodů byl pomocí programu pro interpolaci a kresbu izochar v obecném bodovém poli vypočten a vykreslen se zvoleným krokem průběh izodenz. Jejich grafické vyjádření pro oba druhy kosmických snímků je uvedeno na obrázcích 3 a 4. Získané údaje by bylo možné ještě regularizovat metodou nejmenších čtverců s využitím vhodné modelové funkce. Tento postup by však vyžadoval pro získání objektivních výsledků předběžnou eliminaci všech hlavních degradačních vlivů podle modelových vztahů, uvedených např. v [1], což bude vyžadovat ještě velké řešitelské úsilí.

4. Závěr

Rozpracovaná metoda mikrosenzitometrické analýzy 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.

V případě snímků pořizovaných leteckými měřickými i některými průzkumnými kamerami jsou fotometrické charakteristiky používaných objektivů zpravidla známé. U kosmických snímků tyto údaje k dispozici obvykle nejsou, proto má jejich aposteriorní určení praktický význam také pro potřeby zhotovování odvozených snímkových podkladů, a to i z toho důvodu, že zde dochází, jak je zřejmé z obrázku 3, k podstatně větším úbytkům osvětlení směrem k okrajům než u klasických snímákových kamer.

Z hlediska praktické použitelnosti popsané metody jsou vhodnější snímkové materiály menšího měřítko, s malým množstvím velkých monotónních ploch a tím i se statisticky větší náhodností výskytu různých hodnot denzit. V tomto směru jsou kosmické snímky podstatně vhodnějším zdrojovým materiálem než klasické snímkové podklady.

Literatura:

- [1] FAIMAN, Z.: Analýza degradace radiometrických dat snímaných filmovou kamerou. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZORT 1980. 34 s.
- [2] KREJČÍ, A.: Exponometrie při multispektrálním leteckém snímkování. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZORT 1986. 46 s.
- [3] MONTUORI, J. S.: Image scanner technology. Photogram. Engng rem. Sens., **46**, 1980, I, č. 1, s. 49-61.
- [4] KOLÁŘ, J. - SAIC, S.: Systém obrazové analýzy PERICOLOR 2000. Materiál kursu uživatelů. Praha, ČSVTS ÚTIA ČSAV 1986.
- [5] ARONOFF, S.: The minium accuracy value as an index of classification accuracy. Photogram. Engng rem. Sens., **51**, 1985, I, č. 1, s. 99-111.
- [6] ŠILHAN, V.: Analýza geometrických vlastností a interpretačních možností kosmických fotografických velkoformátových snímků pro potřeby topograficko-geodetického zabezpečení. [Kandidátská disertace.] Brno 1987. - Vojenská akademie A. Zápotockého.
- [7] ŠILHAN, V.: Současný stav rozvoje a možnosti dálkového průzkumu Země. In: Informace pro vedoucí funkcionáře topografické služby ČSLA, zvl. č. Praha, VS 090 1986.

Došlo 5. 2. 1987

ZVOLENÝ RADKOVÝ DENZITNÍ PROFIL (C. 255) SNIMKU C. 19766

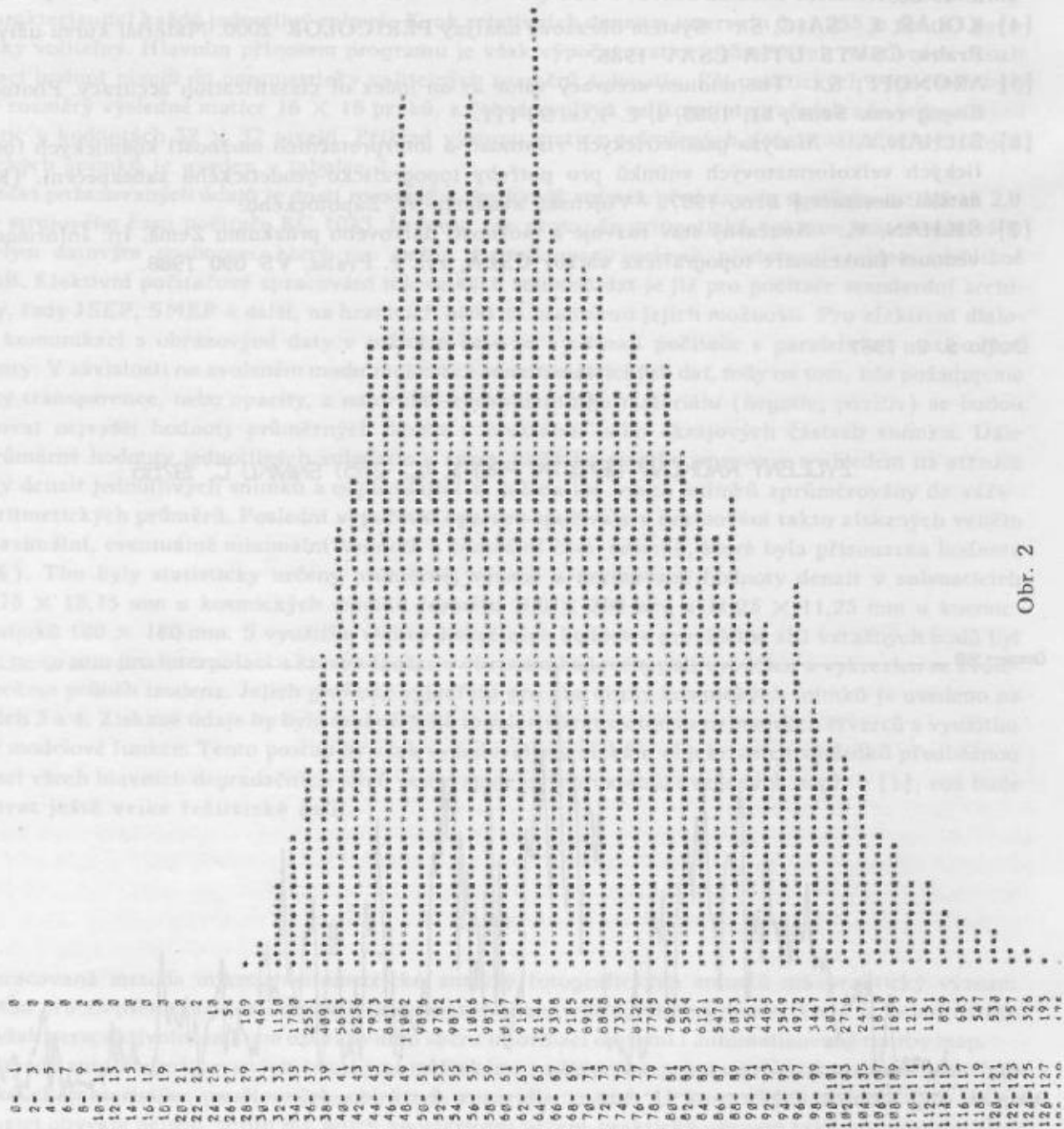
$D_{max} = 148$

$D_{min} = 11$

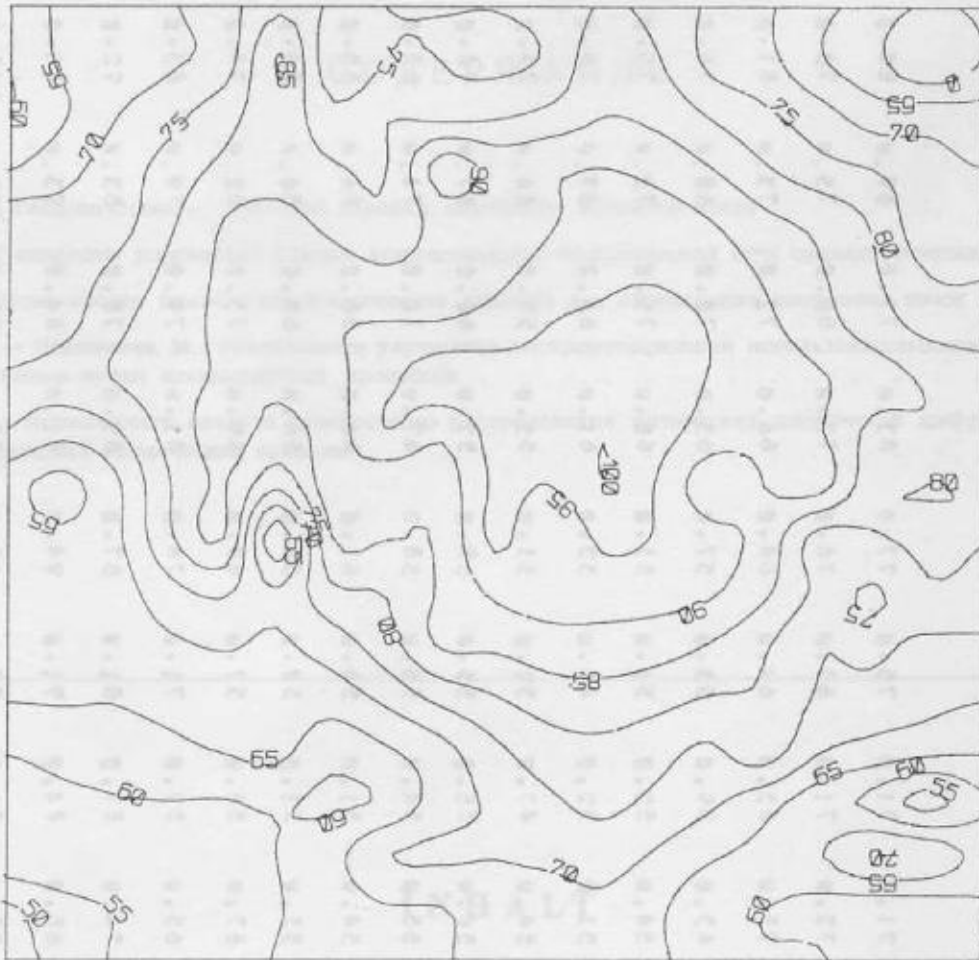
ROZSAH DENZIT • 137 UPOVN

Obr. 1

31 TISK HISTOGRAMU DETNOSTI PENZIT V JEDNETLIVYCH ZVOLENYCH TRIADACH

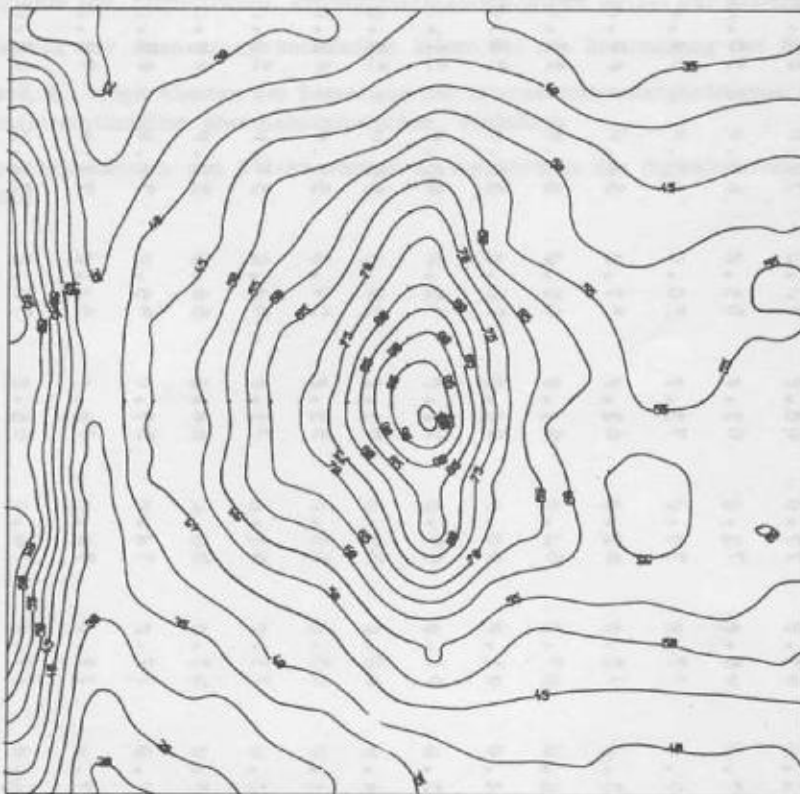


Obr. 2



URCENI VIGNETACE OBJEKTIVU KOSMICKEHO SYSTEMU KATE

Obr. 3



URCENI VIGNETACE OBJEKTIVU KOSMICKEHO SYSTEMU DPZ-6

Obr. 4

4) TISK PAVICE PRUMERNYCH DENZIT:

=====

81.0	03.0	77.0	68.0	70.0	70.0	68.0	70.0	71.0	71.0	75.0	77.0	63.0	77.0	69.0	88.0
67.0	05.0	72.0	62.0	55.0	60.0	58.0	60.0	72.0	71.0	67.0	76.0	73.0	80.0	75.0	70.0
69.0	77.0	79.0	73.0	58.0	63.0	74.0	64.0	75.0	63.0	64.0	64.0	66.0	72.0	73.0	81.0
73.0	72.0	62.0	62.0	57.0	54.0	69.0	61.0	63.0	59.0	53.0	57.0	63.0	78.0	68.0	76.0
76.0	07.0	60.0	61.0	62.0	61.0	57.0	59.0	54.0	52.0	51.0	51.0	68.0	75.0	72.0	75.0
64.0	01.0	60.0	54.0	56.0	55.0	56.0	55.0	51.0	52.0	48.0	53.0	61.0	64.0	67.0	76.0
62.0	54.0	49.0	52.0	55.0	62.0	51.0	55.0	54.0	47.0	52.0	51.0	55.0	57.0	66.0	73.0
56.0	00.0	52.0	61.0	59.0	56.0	55.0	63.0	50.0	55.0	55.0	59.0	57.0	60.0	67.0	70.0
61.0	03.0	55.0	55.0	59.0	55.0	62.0	63.0	55.0	54.0	55.0	58.0	67.0	70.0	74.0	63.0
80.0	73.0	61.0	71.0	60.0	57.0	50.0	49.0	54.0	51.0	58.0	61.0	66.0	58.0	66.0	58.0
63.0	03.0	56.0	64.0	66.0	55.0	60.0	56.0	53.0	51.0	50.0	58.0	58.0	68.0	80.0	74.0
77.0	79.0	74.0	57.0	65.0	70.0	69.0	66.0	67.0	56.0	57.0	69.0	69.0	73.0	82.0	74.0
77.0	73.0	74.0	70.0	64.0	71.0	70.0	76.0	65.0	57.0	71.0	74.0	81.0	79.0	79.0	83.0
70.0	79.0	76.0	66.0	74.0	72.0	64.0	70.0	74.0	87.0	81.0	87.0	89.0	76.0	83.0	92.0
70.0	07.0	78.0	75.0	71.0	69.0	69.0	72.0	68.0	84.0	91.0	94.0	81.0	84.0	93.0	86.0
89.0	09.0	86.0	78.0	76.0	93.0	81.0	83.0	79.0	70.0	77.0	83.0	77.0	92.0	102.0	105.0

СОДЕРЖАНИЕ

Невосад, З.: Геодезическое обеспечение стройки шоссейного тылового моста	1
Радей, К.: К вопросам управления Единой астрономическо-геодезической сети социалистических стран	22
Сукуп, К.: Возможности применения космических снимков для определения координат точек . . .	32
Шилган, В. — Шимонова, М.: Возможности улучшения интерпретационной пользовательности космических снимков путем нестандартных процессов	37
Шильган, В.: Возможности анализа плоскостного распределения оптических плотностей цифрированных изображений космических снимков	42

INHALT

Nevosád, Z.: Geodätische Sicherstellung des Baues einer Strassenbrücke im Rückengebiet	1
Raděj, K.: Zum Ausgleich des Einheitlichen astronomisch-geodätischen Netzes der sozialistischen Staaten	22
Sukup, K.: Möglichkeiten der Ausnutzung kosmischer Bilder für die Bestimmung der Punktkoordinaten	32
Šilhan, V. — Šimonová, M.: Möglichkeiten der Besserung der Interpretationsmöglichkeiten von kosmischen Bildern mittels unkonventioneller photolaboratorischer Verfahren	37
Šilhan, V.: Analysemöglichkeiten von Flächenverteilung der Dichten der digitalisierten Bilder der kosmischen Aufnahmen	42