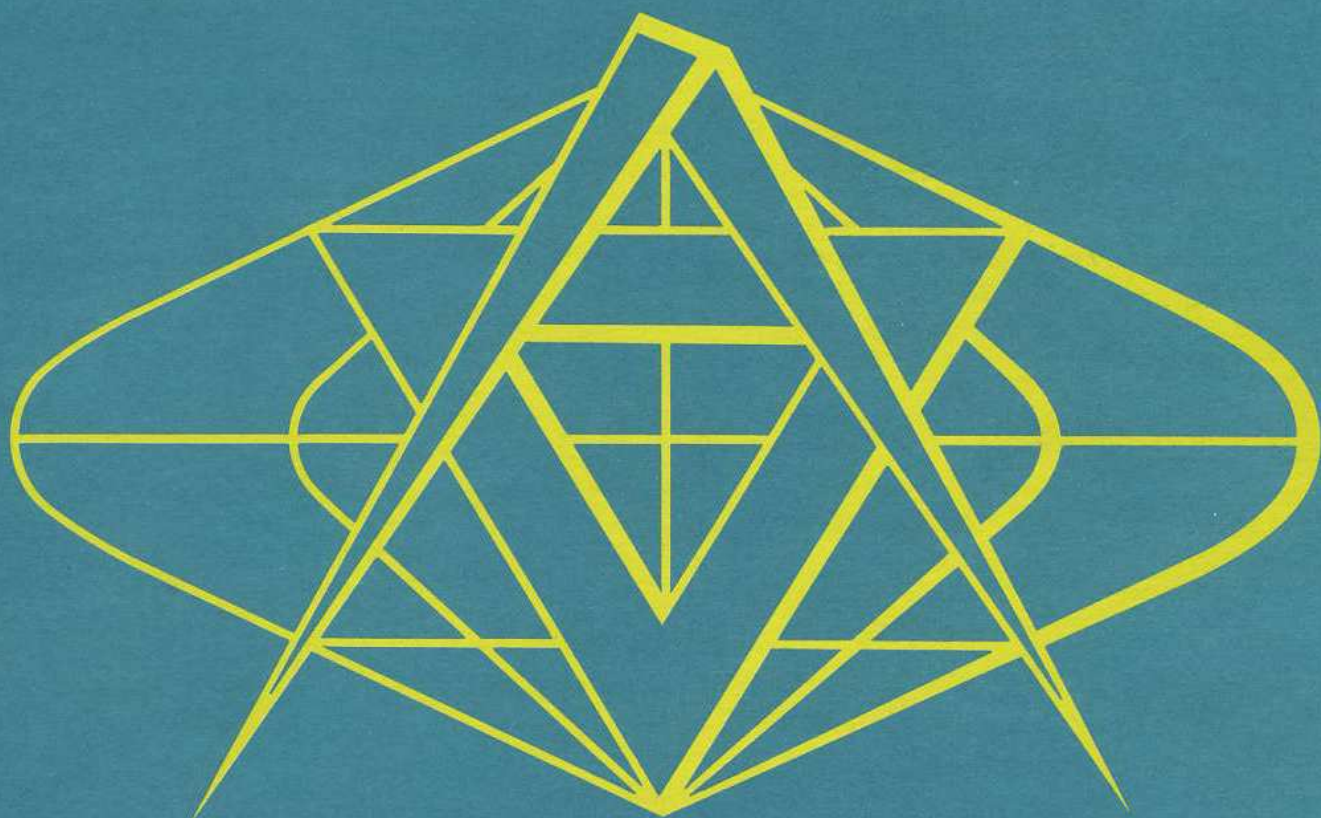


SBORNÍK TOPOGRAFICKÉ SLUŽBY



**VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

3/93

O B S A H

	Strana
Plk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.: Moderní geodezie v Armádě České republiky	1
<i>Recenzent: pplk. Ing. Vladimír Šilhan, CSc.</i>	
Ing. Leoš Mervart — prof. Ing. Miloš Cimbálník, DrSc.: Mezinárodní služba GPS pro geodynamiku	7
<i>Recenzent: pplk. Ing. Vladimír Šilhan, CSc.</i>	
Mgr. David Nesvorný — RNDr. Zdislav Šima, CSc.: Geopotenciální rozměrový faktor	12
<i>Recenzent: plk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	
Ing. Filip Kobrle: Testovací měření aparaturou Wild GPS - SYSTEM 200	19
<i>Recenzent: plk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	
Ing. Ladislav Zajíček: Výhled geodetických polohových základů	24
<i>Recenzent: plk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	
Prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc.: Přesnost převodu bodů V. řádu do S-1942/83	31
<i>Recenzent: prof. Ing. Miloš Cimbálník, DrSc.</i>	
Prof. Ing. František Miklošík, DrSc.: Jak hodnotit význam území při plánování obnovy a modernizace topografických map	47
<i>Recenzent: Ing. Zdeněk Fiala</i>	
Pplk. doc. Ing. Václav Talhofer, CSc.: Stav a perspektivy vývoje a využívání digitálních informací o terénu	53
<i>Recenzent: pplk. Ing. Jaroslav Zemek, CSc.</i>	
Plk. Ing. Anton Kozák: Mezinárodní aktivity TS AČR v roce 1993	58
<i>Recenzent: plk. Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	
Anotace	61
Pokyny pro autory příspěvků do Sborníku topografické služby	67

SBORNÍK TOPOGRAFICKÉ SLUŽBY. Neperiodická publikace vojenskoodborných článků a informací. Vydalo topografické oddělení GŠ. Řídí redakční rada. Předseda redakční rady: plk. Ing. Zdeněk Širůček. Vedoucí redaktor: pplk. Ing. Eduard Vafejka, Výzkumné středisko 090, Rooseveltova 23, Praha 6. Vytiskl Vojenský zeměpisný ústav Praha.

Za obsah článků odpovídají autoři. Neprošlo jazykovou úpravou.

Moderní geodezie v Armádě České republiky

1. Úvod

Topografické zabezpečení soudobých armád využívá dnes plně jak nových technických prostředků, získávaných dat a informací, tak i vhodně aplikovaných výsledků vědy. Prudké změny v teoretické a praktické geodezii, zahájené nástupem počítačů, dálkoměrů a rozvojem družicové geodezie, především pak technologie určování polohy, přispěly ve vojenství ke splývání geodetických a navigačních úloh.

AČR, a tím i TS AČR jako hlavní gestor oblasti vstupují v současné době do etapy, významně ovlivňované novým partnerstvím. Tomu odpovídají i úkoly vyžadující přechod na vyšší technologickou úroveň a také na nový způsob myšlení. Schopnost adekvátní reakce dnes vyžaduje rychlé zvládnutí teoretické podstaty, znalosti nových požadavků a následně pak rychlou realizaci nezbytných opatření.

S předpokládaným postupem profesionalizace AČR, její angažovanosti v mírových akcích OSN a KBSE bude narůstat potřeba „zmezinárodnění“, a tím modernizace AČR. Výchozím požadavkem, zabezpečujícím vojenskou spolupráci, je kompatibilita geodetických, topografických, geografických podkladů, dat a informací se standardy zavedenými v armádách NATO.

Řešení těchto úkolů bude probíhat postupně a ve spolupráci s dalšími topografickými službami armád střední a východní Evropy. Tím bude zároveň průběžně realizována historická idea evropské a nyní i globální geodetické a kartografické integrace.

2. Vnější a vnitřní úkoly TS AČR při modernizaci geodetického zabezpečení

V první fázi je nezbytné zabezpečit geodetické podklady pro vzájemnou komunikaci s členskými armádami NATO. Znalost vlastní odborné problematiky a základních standardů NATO již existuje se značným časovým předstihem z minulého období, kdy byly zpracovány různé informační materiály a určovány převodní vztahy pro mezisystémové transformace s příslušnými pomůckami.

Úkoly, které bezprostředně stojí před AČR:

- geodetické (topografické a kartografické s geodetickým splývající) zabezpečení nových prostředků určování polohy a navigace pozemních a vzdušných prostředků (perspektivně i INS);
- vytvoření postačující kompatibility geodetických, mapových podkladů a informací o území pro přechodné období a postupný přechod na geodetický systém a kartografické zobrazení NATO;
- v rámci mezinárodní spolupráce zabezpečování účasti TS AČR na řešení těch úloh geodezie, ve kterých existuje dlouhodobá domácí tradice.

Splnění těchto úkolů je však podmíněno řešením úkolů vnitřních, často kooperativní povahy, tj.:

- výstavba vojenského geodetického geocentrického systému na bázi souřadnic vybraných bodů určených technologií GPS;
- řešení mezisystémových transformací a tvorba aktualizovaných, zpřesněných průběhů geoidu/kvazigeoidu;
- výstavba a rozvoj datovýchází a modernizace programové výbavy, tvorba technologických linek pro zabezpečení přechodu na standardy NATO v geodezii, kartografii a v informatice;
- pokračování v edici modernizované a již kompatibilní mapy geodetických údajů, zabezpečení přechodu na zpřesněný systém 1942/83 a vydání katalogů souřadnic s příslušnou pomůckou.

Vzhledem k tomu, že gestorem aplikovaného výzkumu ve vojenské geodezii je dnes VTOPÚ, avšak tvůrčí potenciál je také na dalších pracovištích TS AČR i mimo ni, byl přijat dlouhodobý výzkumný program v rámci úkolu 1.11. K tomu byla zpracována příslušná dokumentace [1] a stanoveni odpovědní funkcionáři a řešitelé podúkolů.

Celý úkol 1.11 je rozdělen na šest podúkolů se vzájemnými řešitelskými a uživatelskými vazbami:

Podúkol 1.11.1 – Globální úkoly družicové geodezie (odpovídá plk. Ing. Dušátko, CSc.);

1.11.2 – Definice, výstavba a zavádění geocentrického vojenského geodetického systému AČR (odpovídá plk. Ing. Dušátko, CSc.);

1.11.3 – Přechod na geodetické a kartografické standardy NATO a metodiky mezisystémových transformací a převodů souřadnic (odpovídá pplk. Ing. Falta);

1.11.4 – Tvorba a zpřesňování průběhu geoidu (odpovídá mjr. Ing. Ugorný);

1.11.5 – Výstavba a rozvoj datovýchází a programového zabezpečení geodezie a geofyziky v TS AČR (odpovídá pplk. Ing. Vatr, CSc.);

1.11.6 – Vývoj a zavádění technologie GPS pro určování polohy a navigaci (odpovídá mjr. Ing. Laža).

Za celkový průběh řešení, vzájemnou koordinaci s mimorezortními spoluřešiteli a uživateli v AČR odpovídá koordinační skupina ve složení plk. Ing. Raděj, CSc., pplk. Ing. Šilhan, CSc., Ing. Kvasnička, CSc., a plk. Ing. Dušátko, CSc.

Odpovědným řešitelem úkolů byl stanoven hlavní inženýr VTOPÚ pplk. Ing. Peichl. Na vlastním řešení se podílí široké spektrum řešitelů - příslušníků TS AČR, K 304 VA, VÚGTK, ASÚ a GFÚ AV ČR. Zvolená struktura a obsah se ukázaly jako vhodné jak z hlediska potřeb AČR, tak i z hlediska mezinárodní angažovanosti a spolupráce TS AČR.

Vnější úkoly aplikovaného a základního výzkumu TS AČR vyplývající z mezinárodní spolupráce jsou z hlediska aktuálních potřeb AČR, očekávání nových partnerů a růstu profesionálního potenciálu TS AČR velmi důležité.

3. Mezinárodní seminář o roli moderní geodezie v ozbrojených silách

V rámci velmi plodné a přímočaré spolupráce TS AČR s Defense Mapping Agency (DMA) bylo již v dubnu 1993 vzájemně dohodnuto, že v závěru oslav 75. výročí vzniku TS AČR bude uspořádán dvoudenní mezinárodní seminář na téma „Úloha moderní geodezie v ozbrojených silách“. Programový manažer DMA pro geofyziku p. Kenneth Burke, který je současně předsedou pracovní skupiny geodezie a geofyziky při Geografickém výboru NATO v Bruselu, zabezpečil propagaci semináře a pozvání zahraničních účastníků. TS AČR připravila ve spolupráci s p. Burkem program a obsah semináře, samostatně pak sborník 11 referátů a texty návrhů doporučení [2] ze semináře, které byly předem rozdány účastníkům. Hlavní témata, korespondující s obsahem úkolu 1.11, byla:

1. Globální geodezie, referenční geodetické systémy a vztahy mezi nimi;
2. Evropský geoid;
3. Přejechod na standardy NATO;
4. Zavádění technologie GPS pro určování polohy a navigaci.



Obr. 1. Náčelník TS AČR plk. Ing. Karel Raděj, CSc., a zástupce GŠ AČR genmjr. Ing. Holub zahajují seminář

Seminář proběhl ve dnech 2. až 3. 11. 1993 v Praze za účasti pracovníků, příp. funkcionářů TS AČR, TS ASR, TS Polské armády a mapovací služby Maďarských obranných sil, DMA, vojenské zeměměřičské služby Velké Británie, Francie a Holandska; omluveni byli zástupci geografických služeb bundeswehru a Italské armády. Dále se zúčastnili pozvaní pracovníci českých geodetických institucí. Specifickým příspěvkem byly referáty prof. Burši a Mgr. Nesvorného z ASÚ AV ČR z oblasti družicové geodezie, které byly účastníkům spolu s doporučeními pro tuto oblast připraveny a také předány předem [3].

Průběh semináře byl pracovní, naprosto neformální a přátelský. Jeho organizace byla na příslušné mezinárodní úrovni, vystoupení referujících a diskutujících byla zaznamenána na video i MGP. Výsledky semináře spočívají v přijetí Doporučení - základního se čtyřmi přílohami, které obsahově a organizačně zabezpečují úkoly vyplývající ze semináře spolu s uvedením gestorů a koordinátorů (viz přílohy k tomuto článku). Výměna zkušeností z přechodů na standardy NATO potvrdila správnost technické linie TS AČR a dále pak rozšířila znalosti o další možné přístupy.

4. Závěr

Nové úkoly TS AČR a otevřená konfrontace jejích schopností a výkonnosti s vyspělými geografickými službami NATO vyvolávají potřebu řady konkrétních opatření pro růst kvalitativní úrovně služby. Mezi ně patří solidní řešení úloh výzkumu, zahrnujícího aktuální potřeby AČR ve vojenské geodezii - např. přechod na standardy NATO a výstavba vojenského geodetického geocentrického systému - a tvůrčí plnění přijatých mezinárodních závazků.

V širších souvislostech to bude od TS AČR vyžadovat nový přístup ke koncepci služby, obsahu a rozsahu odborné a jazykové přípravy příslušníků služby. Bude kladen důraz na schopnost adaptace TS AČR na nové podmínky, na těsné spojení s uživateli, na schopnost pohotové reakce na aktuální úkoly složek AČR a nový pohled na nutnost modernizace technického a technologického zabezpečení TS AČR.

Literatura:

- [1] Dokumentace výzkumného úkolu 1.11 „Úlohy moderní geodezie v topografickém zabezpečení AČR“. Praha, TS AČR 1993.
- [2] Role of Modern Geodesy in Armed Forces. Contributions TS AČR to the Common Seminar on November 2nd and 3rd 1993. NATO's Geodesy and Geophysics Working Group. Prague, Topographic Services of East-European Armies 1993.
- [3] Activity Report April - November 1993 of the Working Group - Global Geodesy Topics: Satellite Altimetry Applications (WG-GGT). Prague, Topographic Service of the Czech Army 1993.

Došlo 29. 11. 1993

Přílohy

- Doporučení, základní dokument ze semináře „Úloha moderní geodezie v ozbrojených silách“
- Příloha I. Globální geodezie - závěry a doporučení
- Příloha II. Budování WGS 84 ve střední Evropě - závěry a doporučení
- Příloha III. Přechod na normy (standardy) NATO - závěry a doporučení
- Příloha IV. Vývoj a zavádění technologie GPS - závěry a doporučení.

DOPORUČENÍ

Představitelé geografických služeb zemí NATO, členové Pracovní skupiny pro geodezii a geofyziku (GGWG) a představitelé topografických služeb Armády České republiky, Armády Slovenské republiky, Polské armády a mapovací služby Maďarských obranných sil se na závěr speciálního semináře „Úloha moderní geodezie v ozbrojených silách“ dohodli na těchto doporučeních pro velitelství svých služeb:

1. Vyvinout vojenský geodetický geocentrický systém WGS 84 ve středoevropské oblasti společným úsilím zúčastněných geografických služeb armád zemí NATO a topografických služeb AČR, ASR, Polské armády (PA) a mapovací služby Maďarských obranných sil (MS HDF).

2. V rámci vzájemné spolupráce topografických služeb AČR, ASR, PA a MS HDF zabezpečit časově a obsahově koordinovaný přechod k normám (standardům) NATO v oboru geodezie, geofyziky, mapové tvorby a navigace. Geografické služby zastoupené v GGWG dají k dispozici své zkušenosti s přechodem od národních podkladových materiálů ke standardizovaným materiálům.

3. Ustavit pracovní skupinu pro zabezpečení provedení úkolů 1, 2, 3 tohoto Doporučení a pro výzkum nejmodernější geodetické technologie a pro podporu jejich vojenských aplikací (viz přílohy I - IV).

4. S ohledem na užitečnost vzájemných odborných styků na pracovní úrovni a na potřebu včasného řešení úkolů topograficko-geodetického zabezpečení se představitelé zúčastněných služeb dohodli uspořádat podobný seminář v roce 1994 ve Varšavě.

Zúčastněné služby vyslovují vřelé díky představiteli GGWG panu K. Burkemu za jeho iniciativu a organizační práci, která umožnila uspořádání tohoto semináře, a topografické službě AČR za organizační a obsahovou přípravu.

Praha 3. listopadu 1993

Příloha I

GLOBALNÍ GEODEZIE ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

1. Je třeba ustavit podskupinu pro $R_0(W_0)$ a pro nepřetržité zjemňování (zpřesňování) geoidu. Tato skupina má za úkol úzce spolupracovat s altimetrickými středisky a zpracovávat altimetrická data k získání R_0 s nejvyšší možnou přesností. Programovací soubor pro výpočet R_0 na základě družicové altimetrie je připraven u topografické služby AČR.
2. Metoda testování modelů geopotenciálu (GMT) založeného na $R_0(W_0)$ je efektivní; vyžaduje však GMT síť sestávající z přesných GPS-testovacích geocentrických poloh a nadmořské výšky stanovišť blízké nule. Je nutno ustavit podskupinu pro vybudování GMT sítě.
3. Modely geopotenciálu mají být v GMT síti testovány nepřetržitě a nevhodnější modely doporučeny pro obecné využití v GGWG.
4. Aktuální přesnost dosahovaná pro W_0 a/nebo R_0 umožňuje jejich použití jako primární přijaté konstanty pro řešení globálních geodetických témat.
5. Topografická služba AČR je pověřena sestavit pracovní program pro koordinaci prací a pro zajištění vzájemné informovanosti.

Příloha II

BUDOVÁNÍ WGS 84 VE STŘEDNÍ EVROPĚ ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

1. Byla ustavena pracovní podskupina 2 odborníků vojenských topografických služeb Polské, Maďarské, Slovenské a České republiky a z odborníků GGWG NATO pro vybudování a vývoj geodetického geocentrického systému WGS 84 ve střední Evropě.
2. Programovým cílem této podskupiny je koordinace projektovacích, měřických a zpracovatelských činností zúčastněných stran k dosažení efektivního a rychlého pokroku vývoje WGS 84 a k zajištění nezbytné přesnosti a spolehlivosti s možností jeho použití pro praktickou geodetickou aplikaci technologie GPS a pro navigaci. Zúčastněné strany se mohou podílet na kampaních GPS a na jejich zpracování.
3. Topografická služba Polské armády byla pověřena sestavením pracovního programu pro koordinaci práce a pro zajištění vzájemné informovanosti.

Příloha III

PŘECHOD NA NORMY (STANDARDY) NATO ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

1. Byla ustavena pracovní podskupina z odborníků vojenských topografických služeb Polské, Maďarské, Slovenské a České republiky a z odborníků GGWG NATO pro zavedení norem (standardů) NATO pro obor geodezie a tvorbu map.
2. Programovým cílem této podskupiny je vzájemná výměna informací a zkušeností a podpora v oblasti projekčních a zpracovatelských prací pro přechod na geodetické a kartografické normy (standards) NATO.
3. Topografická služba Armády Slovenské republiky byla pověřena sestavením pracovního programu pro koordinaci práce a pro zajištění vzájemné informovanosti.

Příloha IV

VÝVOJ A ZAVEDENÍ TECHNOLOGIE GPS ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

1. Byla ustavena pracovní podskupina z odborníků vojenských topografických služeb Polské, Maďarské, Slovenské a České republiky a z odborníků GGWG NATO pro vývoj a zavedení technologie GPS.

2. Programovým cílem této podskupiny je vzájemná výměna informací o pokrokových zeměměřických technikách a o zpracovatelských technologiích, používaných zúčastněnými stranami v oboru geodzie a navigace. K tomuto účelu se bude používat různých forem práce - pracovních setkání, vzájemných návštěv a výměny publikací.
3. Mapovací služba Maďarských obranných sil byla pověřena organizací spolupráce, vzájemných styků a informací.

**BUDOVAŇSKÉHO SYSTÉMU EVROPSKÉHO
ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ**

1. Byla ustavena pracovní podskupina z odborných expertů z různých zemí Evropy, Maďarska, Slovenska a České republiky a z odborníků GOWD NATO pro vývoj jednotného evropského systému WGS 84 ve střední Evropě.
2. Programový cíl této podskupiny je vzájemná výměna informací a zkušeností z geodetických a navigačních technologií a z vývoje WGS 84 a z vývoje jednotného evropského systému WGS 84 ve střední Evropě. Zúčastněné strany se budou podílet na vývoji GDS a na jeho implementaci.
3. Topografická služba Polska směřuje k vytvoření jednotného evropského systému pro jednotný přístup a pro jednotný vývoj evropského informovanosti.

Příloha III

**PŘECHOD NA NORMY (STANDBY) NATO
ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ**

1. Byla ustavena pracovní podskupina z odborních expertů z různých zemí Evropy, Maďarska, Slovenska a České republiky a z odborníků GOWD NATO pro vývoj jednotného evropského systému WGS 84 ve střední Evropě.
2. Programový cíl této podskupiny je vzájemná výměna informací a zkušeností z geodetických a navigačních technologií a z vývoje WGS 84 a z vývoje jednotného evropského systému WGS 84 ve střední Evropě. Zúčastněné strany se budou podílet na vývoji GDS a na jeho implementaci.
3. Topografická služba Polska směřuje k vytvoření jednotného evropského systému pro jednotný přístup a pro jednotný vývoj evropského informovanosti.

Příloha IV

**VÝVOJ A ZAVEDENÍ TECHNICKÉHO GDS
ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ**

1. Byla ustavena pracovní podskupina z odborních expertů z různých zemí Evropy, Maďarska, Slovenska a České republiky a z odborníků GOWD NATO pro vývoj a zavedení technického GDS.

Mezinárodní služba GPS pro geodynamiku

1. Úvod

1.1. Účel Mezinárodní služby GPS pro geodynamiku

Základním úkolem Mezinárodní služby GPS pro geodynamiku (IGS) je poskytovat vědecké veřejnosti vysoce kvalitní dráhy družic GPS (a další informace, jako jsou poloha pólu a rozdíl časů UT1 a UTC), aby bylo možno provádět regionální nebo lokální analýzy měření GPS bez dalšího zpřesňování orbitů. Důraz je kladen na skutečnost, že se jedná o službu, dráhy IGS jsou přístupné prostřednictvím tzv. datových center (viz tabulku 2) se zpožděním několika málo dní. Všechna datová centra jsou napojena na síť Internet, výsledky IGS je možno získat pomocí anonymního FTP.

1.2. Vývoj IGS

V březnu 1990 na schůzi výkonného výboru IAG v Paříži byl formálně ustaven plánovací výbor IGS. 1. února 1991 byla zveřejněna výzva ke spoluúčasti. Na tuto výzvu reagovalo více než 100 vědeckých institucí, což umožnilo uvažovat o základní síti asi 30 stanic vybavených dvoufrekvenčními přijímači GPS s P-kódem a napojených na síť Internet a začít organizovat přenos dat a jejich zpracování.

V průběhu XX-th General Assembly of IUGG v srpnu 1991 ve Vídni I. I. Mueller, B. Minster, R. Neilanová a B. Schutz přednesli zprávu o činnosti plánovacího výboru. Plánovací výbor byl poté reorganizován a přejmenován na dohlížecí výbor (IGS Campaign Oversight Committee). Předsedou byl zvolen G. Beutler z Astronomického ústavu z Bernu. Složení tohoto výboru (v březnu 1992) bylo následující:

G. Beutler	Astronomical Institute, Univ. of Berne	Switzerland
Y. Bock	Scripps Institution of Oceanography	USA
L. Boloh	CNES	France
C. Boucher	IGN	France
M. Campos	Univ. Fed. do Parana	Brazil
J. Y. Chen	Nat. Bureau of Surveying	China
D. Delikaraoglou	EMR, Geodetic Survey Division	Canada
J. M. Dow	European Space Agency	Germany
W. Gurtner	Astronomical Institute, Univ. of Berne	Switzerland
D. M. Fubara	Rivers State University	Nigeria
J. Engeln	NASA, Solid Earth Science	USA
B. Engen	Statens Kartverk	Norway
P. J. Fell	NSWC	USA
C. C. Goad	Ohio State University	USA
T. Kato	Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ.	Japan
G. M. Mader	NGS	USA
J. Manning	AUSLIG	Australia
W. G. Melbourne	NASA/JPL	USA
J. B. Minster	Scripps Institution of Oceanography	USA
P. Morgan	Univ. of Canberra	Australia
I. I. Mueller	Ohio State University	USA
R. E. Neilan	NASA/JPL	USA
B. Roth	Defense Mapping Agency	USA
W. Schlüter	IfAG	Germany
B. E. Schutz	University of Texas at Austin	USA
S. Tatevian	Space Geodesy, Academy of Sciences	Russia
H. Tsuji	GSI	Japan
V. Velikov	Inst. of Applied Astronomy	Russia

IUGG přijala rezoluci No 5, která může být považována za chartu IGS:

Mezinárodní geodetická a geofyzikální unie

prohlašuje, že prudce vzrostlo používání globálního polohového systému (GPS) pro geodezii a geofyziku a že tento systém bude hrát v příštích desetiletích hlavní úlohu v globálních a regionálních studiích Země a jejího vývoje, a

poznává, že jeho plný vědecký potenciál může být využit pouze s mezinárodní spoluprací a koordinací, aby mohla být vytvořena a provozována globální sledovací síť s analýzou dat a jejich rozšiřováním, a

Přehled událostí 1992/93

Tabulka 1

Datum	Událost
4. 5. 1992	jednotýdenní test komunikace
21. 5. 1992	instalace IGS pošty
15. 6. 1992	zahájení transferu měřených dat
23. 6. 1992	začátek pokusné kampaně IGS
5. 7. 1992	první výsledky z výpočetních center
27. 7. 1992	začátek kampaně Epoch '92
23. 9. 1992	konec oficiální kampaně
1. 11. 1992	začátek IGS Pilot Service
25. 3. 1993	IGS Workshop v Bernu

doporučuje, aby koncepce International GPS Service for Geodynamics (IGS) byla vyzkoušena v příštích čtyřech letech, aby jako první krok byla provedena jedna nebo více kampaní pro ověření a vývoj této koncepce, aby všechny účastnické země se podílely podle svých nejlepších schopností a jejich aktivity byly koordinovány co možná nejtěsněji s porovnáním globálních výsledků jiných členských asociací, stejně tak jako dalších organizací, a

požaduje, aby existující globální geodetické systémy jako Very Long Baseline Interferometry (VLBI) a Satellite Laser Ranging (SLR) byly využity pro intenzivní kampaně pozorování ve spojení s navrhovanou činností IGS.

1. 3. Pokusná IGS kampaň 1992, kampaň Epoch '92, IGS Pilot Service

Základní události spojené s těmito kampaněmi jsou shrnuty v tabulce 1. Komunikační test v květnu 1992 dokázal, že kapacita sítě Internet je dostatečná pro přenos dat měřených v intervalu 30 s ze stanic základní sítě. Je třeba poznamenat, že IGS využívá až 10 % kapacity této mezinárodní vědecké datové sítě. Problém přenosu dat zůstává tedy otevřenou otázkou.

Komunikace mezi organizacemi podílejícími se na práci IGS se uskutečňuje pomocí elektronické pošty. Tento způsob operativního předávání důležitých informací se ukazuje jako naprosto nezbytný.

Hlavní podíl práce IGS leží na výpočetních a datových centrech (viz tabulku 2). Počátkem června 1992 začala výpočetní centra předávat své výsledky do datových center a navíc parametry rotace Země do IERS.

Kampaň Epoch '92 (27. července až 9. srpna) se zúčastnil i Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický ve Zdíbech a Vojenský topografický ústav v Dobrušce. Zpracování dat z této kampaně je záležitostí mnoha různých regionálních výpočetních center.

Testovací kampaň IGS oficiálně skončila 23. září 1992. Shromažďování, přenos a zpracování měřených dat nicméně pokračovalo dále. Na zasedání výboru IGS v říjnu 1992 bylo rozhodnuto vytvořit tzv. IGS Pilot Service, jakousi prozatímní službu, která má překlenout mezeru do zahájení činnosti oficiální IGS plánovaného na 1. ledna 1994.

Datová a výpočetní centra kampaně IGS

Tabulka 2

Zkratka	Instituce	Typ centra
CDDIS	Crustal Dynamics Data Information System	datové
IGN	Intitut Géographique National	datové
SIO	Scripps Institution of Oceanography	datové
UTX	University of Texas at Austin	výpočetní
CODE	Astronomisches Institut Bern	výpočetní
GFZ	Geodätisches Forschungsinstitut	výpočetní
ESOC	European Space Operations Center	výpočetní
JPL	Jet Propulsion Laboratory	výpočetní
SIO	Scripps Inst. of Oceanography	výpočetní
EMR	Energy, Mines, Resources	výpočetní

1.4. Výsledky IGS '92

Hlavním úkolem IGS v roce 1992 bylo prověřit možnosti všech zúčastněných institucí poskytovat vědecké veřejnosti kvalitní dráhy družic GPS s několikadenním zpožděním. Tato možnost se plně prokázala. Pro odhad kvality určení drah je možno použít několika postupů. Velmi dobrým postupem se zdá být porovnání výsledků jednotlivých výpočetních center pomocí Helmertovy transformace. Tato srovnání ukazují na přesnost v poloze družic asi 50 cm.

Parametry rotace Země jsou pravidelně analyzovány IERS. Výsledkem je odhad přesnosti polohy rotačního pólu asi 0,4 až 1,5 m. Stejně tak povzbuzující jsou analýzy UT1-UTC.

2. Produkty IGS

Hlavním přínosem Mezinárodní služby GPS pro geodynamiku pro uživatele GPS jsou přesné dráhy družic. Zkušenost ukazuje, že relativní přesnost topocentrické polohy družice je přibližně rovna přesnosti vzájemné polohy dvou bodů metodou GPS. Uvážíme-li chybu v poloze družice 0,5 m a její topocentrický průvodič $2 \cdot 10^7$ m, dospějeme k přesnosti relativního určení dvou bodů $2,5 \cdot 10^{-8}$. Při použití vysílaných efemerid musíme v extrémních případech počítat s přesností až o dva řády nižší.

Dráhy družic GPS jsou distribuovány ve formátu SP3:

```
#aP1993 4 8 0 0 0.00000000 96 d ITR91 AIUB
## 691 345600.00000000 900.00000000 49085 0.00000000000000
+ 22 1 2 3 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
+ 25 26 27 28 29 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 6 7 6 7 6 6 6 6 6 6 6 6 7 6 6 9 6 6
++ 7 6 6 7 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
++ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%c cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%c cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc cccc
%z 0.00000000 0.000000000 0.000000000000 0.000000000000000
%z 0.00000000 0.000000000 0.00000000000 0.000000000000000
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
%i 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
/*
/* ASTRONOMICAL INSTITUTE BERNE
/* ORBITS FOR DAY 098, 1993
/*
* 1993 4 8 0 0 0.00000000
P 1 6386.148071 16969.481881 19489.188699 999999.999999
P 2 6532.831593 -20472.190080 15381.172790 999999.999999
P 3 -8313.345974 8072.214510 -24144.847102 999999.999999
P 11 21580.357594 10910.626066 10860.757302 999999.999999
P 12 -12486.469855 5886.159853 22680.076524 999999.999999
P 13 -14142.452137 -18989.365096 12303.606508 999999.999999
P 14 22776.743488 -10609.306243 8875.552871 999999.999999
P 15 15120.825248 -500.659993 21613.908431 999999.999999
P 16 -14441.840245 -7381.865086 -21014.993754 999999.999999
P 17 -8235.119098 20331.292625 -15184.500627 999999.999999
P 18 15269.815610 -9852.649525 -19501.202616 999999.999999
P 19 8954.562526 -18378.013790 -16977.283668 999999.999999
P 20 -20394.686519 16936.776503 1282.802052 999999.999999
P 21 -5238.014684 19874.499938 16403.669876 999999.999999
P 22 9044.003244 12319.398331 -21621.842422 999999.999999
P 23 -16049.798812 19700.194901 7400.250300 999999.999999
P 24 -12118.740080 -20671.392024 -11502.672759 999999.999999
P 25 7639.229119 25371.480730 -3336.863232 999999.999999
P 26 -25518.624739 -7411.191626 1757.385436 999999.999999
P 27 1335.573800 -25050.427488 -8559.165806 999999.999999
P 28 20723.732562 13722.464894 -8999.978271 999999.999999
P 29 24268.392409 -180.097419 -10689.084227 999999.999999
* 1993 4 8 0 15 0.00000000
P 1 4193.068385 16355.467299 20592.004748 999999.999999
P 2 7871.183018 -21443.134084 13220.092763 999999.999999
P 3 -10441.814340 6438.639225 -23843.122993 999999.999999
P 11 22512.261655 11405.532723 7962.627029 999999.999999
```

V tomto jednoduchém formátu jsou udávány pravoúhlé souřadnice družic, v daném případě s krokem 15 minut. Poslední sloupec je vyhrazen pro údaj o družicových hodinách; pokud tento údaj chybí, je nahrazen číslem skládajícím se ze samých devítek. V hlavičkové části souboru je důležitý především údaj o použitém souřadnicovém systému (v daném případě ITRF 91). Řádky začínající jedním „+“ udávají čísla satelitů (PRN). V řádcích začínajících „++“ je odhad přesnosti v určení polohy družice x . Chyba v poloze družice je rovna 2^x v milimetrech. Většina moderních softwarů je schopna používat efemeridy v tomto formátu. Součástí Bernského softwaru jsou programy pro převod tohoto formátu do formátů SP1, SP2 atd.

Dalším produktem IGS jsou parametry rotace Země:

```

CENTER FOR ORBIT DETERM. IN EUROPE (CODE): ERPs GPS WEEK 688      31-MAR-93 12:43
-----
TIME          X-POLE   Y-POLE   T=UT1UTC  RMS-XP  RMS-YP  RMS-T    RMS    COR X-Y
COR X-T     COR Y-T
49059.50000  0.16188  0.19762 -0.125316 0.00008 0.00006 0.000004 0.0166  0.21924
-0.24153   -0.019690
49060.50000  0.16011  0.19586 -0.127847 0.00008 0.00007 0.000004 0.0172  0.11954
-0.15532   -0.040941
49061.50000  0.15752  0.19387 -0.130275 0.00007 0.00006 0.000004 0.0162  0.11082
-0.20428   0.014599
49062.50000  0.15476  0.19270 -0.132731 0.00008 0.00006 0.000004 0.0165  0.33130
-0.22652   -0.038109
49063.50000  0.15165  0.19054 -0.135254 0.00008 0.00006 0.000004 0.0158  0.28125
-0.18621   -0.020073
49064.50000  0.15035  0.18915 -0.137825 0.00008 0.00006 0.000004 0.0155  0.21266
-0.18113   -0.081014
49065.50000  0.14717  0.18729 -0.140495 0.00008 0.00007 0.000005 0.0156  0.13752
-0.20276   -0.042682
49066.50000  0.14581  0.18599 -0.143268 0.00007 0.00006 0.000004 0.0153  0.18096
-0.20203   -0.018377

```

The value for UT1-UTC for epoch 49059.5 is our adopted UT1-UTC starting value for GPS week 688. The other values have been estimated.

V tomto formátu jsou udávány nejen samotné parametry, ale i příslušná kovarianční matice. Čas je udáván modifikovaným juliánským datem. Uživatelům se doporučuje používat dráhy a parametry rotace Země počítané vždy stejným výpočetním centrem.

3. Shrnutí

Vytvoření Mezinárodní služby GPS pro geodynamiku představuje významný mezník ve využívání globálního pohového systému NAVSTAR světovou vědeckou veřejností, která má tak nyní k dispozici zdroj velmi kvalitních efemerid nezávislých na armádních složkách. V rámci dalšího rozvoje IGS se počítá se zveřejňováním dalších geofyzikálních parametrů zejména stavu ionosféry.

Literatura:

- [1] MUELLER, I. I. - BEUTLER, G.: The International GPS Service for Geodynamics - Development and Current Status. In: Proceedings Sixth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, Columbus (Ohio) March 1992, pp. 823 - 835.
- [2] MUELLER, I. I.: Planning an International Service using the Global Positioning System (GPS) for geodynamic Applications. Permanent Satellite Tracking Networks for Geodesy and Geodynamics, IAG Symposium 109, Heidelberg, Springer Verlag 1992.
- [3] BEUTLER, G.: The Impact of the International GPS Geodynamics Service (IGS) on the Surveying and Mapping Community. In: Proceedings XVII ISPRS Congress, Washington 1992.
- [4] BEUTLER, G.: The 1992 Activities of the International GPS Geodynamics Service (IGS). In: Proceedings, Potsdam 1992.
- [5] McCARTHY, D.: Accuracy of high-frequency observations of earth orientation. 7th International Symposium, IAG Symposium No. 112. 1992.

- [6] FEISSEL, M.: IGS '92 Campaign, Comparison of GPS, SLR, and VLBI Earth Orientation Determinations. IERS Central Bureau. Final Report, November 1992.
- [7] MERVART, L.: Mezinárodní služba GPS pro geodynamiku. Geod. a kartogr. Obz., 38, 1992, č. 9.

Došlo 16. 5. 1993

Na úvodě článku je uveden stručný popis systému GPS, který je v současnosti nejvíce rozšířeným systémem pro měření polohy a časů. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS.

Číslo stanice (ID)	ROK
BRNO	1991
PRAG	1991
BRNO	1992
PRAG	1992
BRNO	1993
PRAG	1993
BRNO	1994
PRAG	1994
BRNO	1995
PRAG	1995
BRNO	1996
PRAG	1996

Abstrakt: V článku je uveden stručný popis systému GPS, který je v současnosti nejvíce rozšířeným systémem pro měření polohy a časů. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS.

Průběh byla měřena v observatoři Geodetického ústavu Akademie věd ČR v Brně. Měření byla provedena v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS. V článku jsou uvedeny výsledky měření provedené v rámci projektu IGS '92, který je součástí programu IGS.

1) Tato práce byla podpořena grantem GA 102/93:011, který poskytl Česká akademie věd a umění. Autorka děkuje prof. J. Šteplovi za poskytnutí dat z měření provedených v rámci projektu IGS '92. Autorka děkuje také prof. J. Šteplovi za poskytnutí dat z měření provedených v rámci projektu IGS '92. Autorka děkuje také prof. J. Šteplovi za poskytnutí dat z měření provedených v rámci projektu IGS '92.

Geopotenciální rozměrový faktor

1. Úvod

Geodetický referenční systém (GRS) definuje čtyři primární geodetické parametry (PGP). Jsou to veličiny, které mohou být určeny na základě pozorování bez kladení umělých, apriorních podmínek, a tudíž přesněji než ostatní. Tyto veličiny přirozeně popisují základní fyzikální vlastnosti zemského tělesa a jsou používány pro aplikační výpočty. Jejich vhodná definice a jejich důsledné používání umožňuje sjednocení geofyzikálního výzkumu. Primární geodetické parametry jsou tedy základním pilířem a je nutné věnovat velkou pozornost jejich výběru a určení jejich hodnot.

První a také nejméně diskutovanou veličinou z hlediska jejího zařazení do PGP je geocentrická gravitační konstanta (součin gravitační konstanty a hmotnosti Země). Je určena na základě dynamiky kosmických sond a Měsíce. Geocentrická gravitační konstanta splňuje všechny předpoklady kladené na dobrý primární parametr a její hodnota je podle [3] se zahrnutím hmotnosti atmosféry

$$GM = (398\,600,441 \pm 0,001) \times 10^9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}. \quad (1)$$

Střední úhlová rychlost rotace Země je druhým všeobecně přijímaným primárním parametrem. Hodnoty převzaté z IERS (BIH) Annual Reports jsou v tabulce 1.

Střední úhlová rychlost rotace Země

Tabulka 1

Rok	ω ($10^{-12} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$)
1982	72 921 149.64
1983	49.54
1984	50.19
1985	50.25
1986	50.43
1987	50.32
1988	50.36
1989	50.18
1990	49.83
1991	49.75
1992	49.59

Tyto dvě veličiny, GM a ω , nepopisují tvar zemského tělesa a jeho rozměr. Pro vystižení těchto charakteristik se tradičně používá zploštění a velká poloosa zemského rotačního elipsoidu. Tento koncept je založen na zavedení ekvipotenciálního rotačního elipsoidu ve [4]. Úskalím této definice je však to, že Země jako nepravidelné nebeské těleso nemá žádnou velkou poloosu a žádné zploštění. To jsou parametry definované pouze pro rotační elipsoid. Tyto veličiny mají tedy sice zřejmý geometrický základ, ale nemají přímý vztah k fyzikálnímu popisu zemského tělesa. Proto nejsou velká poloosa a zploštění vhodné primární parametry [5].

V roce 1967 bylo zploštění Země ve výčtu PGP nahrazeno bezrozměrným druhým geopotenciálním parametrem J_2 , určeným na základě dráhové dynamiky družic. Tato veličina má jasně definovaný vztah k hlavním momentům setrvačnosti $C > B > A$ zemského tělesa

$$J_2 = -\frac{1}{Ma^2} \left(C - \frac{A+B}{2} \right) \quad (2)$$

s konvenčně definovaným Ma^2 . Pro $a = 6\,378\,136,5$ m a M odpovídající (1) je¹⁾

$$J_2 = (-1\,082,636\,0 \pm 0,000\,6) \times 10^{-6}. \quad (3)$$

Přes závislost na slapovém poli je tento parametr vhodnou veličinou. Jeho úpravu navrhl Kinoshita v [6].

1) Často se uvádí její normovaná hodnota $\bar{J}_2 = J_2 \sqrt{5}$.

GM , ω a J_2 je nyní nutné doplnit o parametr určující rozměry Země. V roce 1873 zavedl J. B. Listing pojem geoidu jako ekvipotenciální plochy zemského tíhového pole, která nejlépe odpovídá povrchu Země. Současná doba, kdy měřicí aparatury družic umožňují dosahovat přesnosti několika centimetrů, přinesla nutnost přesné specifikace toho, co vlastně geoidický povrch znamená.

Hladina oceánů je formována mnoha vlivy. Podstatnou složku tvoří vliv gravitačního pole Země, její rotace a permanentní člen ve slapovém potenciálu Měsíce a Slunce. V mezích přesnosti a časových intervalech, ve kterých uvažujeme, můžeme považovat odpovídající síly za neproměnlivé a jasně specifikovatelné. Hladina je ovlivněna periodickými slapy, vlastními pohyby oceánů (proudy, meandry a prstence v jejich okolí), atmosférickým tlakem (vysoký tlak stlačuje vodní hladinu dolů), povrchovými vlnami či dalšími lokálními anomálními jevy. Střední mořskou hladinu²⁾ chápeme ve smyslu „mean sea surface“ z [2] jako hladinu oceánu, z níž jsou odseparovány periodické slapy.

Na tomto základě můžeme definovat střední geoid („mean geoid“) jako ekvipotenciální plochu pole, zahrnující gravitační pole Země, zemskou rotaci a permanentní slapy, nejlépe odpovídající střední mořské hladině. Rozdíl mezi středním geoidem a střední mořskou hladinou popisuje Sea Surface Topography³⁾ (SST).

Pro náš globální pohled na tvar Země je však podstatná definice středního geoidu. S hodnotou potenciálu W_0 na něm lze spojit $R_0 = GM/W_0$, což je veličina nazývaná geopotenciální rozměrový faktor, s jednotkou délkové míry. Lze jej interpretovat jako poloměr koule o hmotě Země s povrchovým potenciálem rovným W_0 . Nespomou výhodou R_0 jako faktoru určujícího rozměry Země je jeho fyzikální základ a jeho jasná definice. Navíc je možné - současnými družicovými technikami a vhodným zpracováním dat - velmi přesně určit jeho hodnotu [7]. A tím se budeme v tomto článku zabývat.

Základem nám budou data získaná satelitem GEOSAT z listopadu 1986. Jeho popis a stručnou charakteristiku provedených altimetrických měření podáváme v následující kapitole. Na ni navazuje kapitola věnovaná způsobu zpracování dat a určení rozměrového faktoru. Poté provedeme diskuzi výsledku z hlediska jeho závislosti na vstupních parametrech a ukážeme na možnosti jeho zpřesnění. Závěrem provedeme shrnutí a uvedeme nejpravděpodobnější hodnotu geopotenciálního rozměrového faktoru.

2. Mise satelitu GEOSAT

Altimetrická mise družice GEOSAT (GEOdetic SATellit) začala 12. března 1985 vypuštěním sondy na oběžnou dráhu ve výšce 800 km a v 108stupňovém sklonu dráhy. Zemská stopa družice se opakovala přibližně po třech dnech se středním posuvem 4 km. Během této etapy altimetr nasbíral 270 milionů pozorování oceánské hladiny podél 200 milionů kilometrů. Osmnáctiměsíční primární mise satelitu byla ukončena 30. září 1986.

Po 1. říjnu 1986 byla změněna dráha této kosmické sondy. Byl navržen sedmnáctidenní, přesně se opakující cyklus zemské stopy pro sběr oceánografických dat. Toto období práce sondy nese označení Exact Repeat Mission⁴⁾ (ERM). Data pozorování od 9. listopadu 1986 jsou zpřístupněna prostřednictvím National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Družice byla navržena a zkonstruována v Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory v Laureru (MD). Její speciální konstrukce umožňuje využít gravitačního gradientu pro orientaci altimetru k nadiru a v konstantním sklonu k relativnímu větru.

Základní vybavení tvoří radarový altimetr poskytující profil vodní hladiny podél průmětu dráhy družice na oceánský povrch. Jeho provedení je z hlediska mechanických, elektrických a termických vlastností podobné vlastnostem jeho předchůdce - seasat altimetru. Zlepšení, která byla při konstrukci nového altimetru uplatněna, však umožňují přesnější výškové rozlišení, konkrétně 3,5 cm pro 2 m SWH⁵⁾.

Kromě toho je družice vybavena kontrolním zařízením pro sledování směřování, rychlosti, teplotního a energetického stavu satelitu, dále telemetrií⁶⁾, řídicí jednotkou, pamětí pro altimetrická data a zdrojem lokačního signálu pro zemskou sledovací síť stanic.

²⁾ Podle doporučení [2] je střední mořská hladina („mean sea surface“) definována jako povrch oceánu formovaný gravitačním polem Země, její rotací a permanentními slapy. Nikoliv však periodickými slapy!

³⁾ V [2] jsou zavedeny pojmy „tide free“, „mean value“ a „zero value“. Ty se mohou vztahovat k různým geofyzikálním veličinám. Označením „tide free“ se rozumí veličina, z níž jsou všechny slapové efekty vyloučeny, „zero value“ veličina obsahuje nepřímé deformační efekty spojené s permanentní slapovou deformací, ale ne přímým efektem.

Hodnota označená jako „mean value“ znamená, že pro danou veličinu byly periodické slapy odseparovány, ale permanentní deformace zůstaly zahmuty (přímé i nepřímé). V tomto smyslu zavádíme SST jako vztaženou k veličinám „mean value“. Lze ji však obdobně definovat pro hodnoty „zero“ a „tide free“.

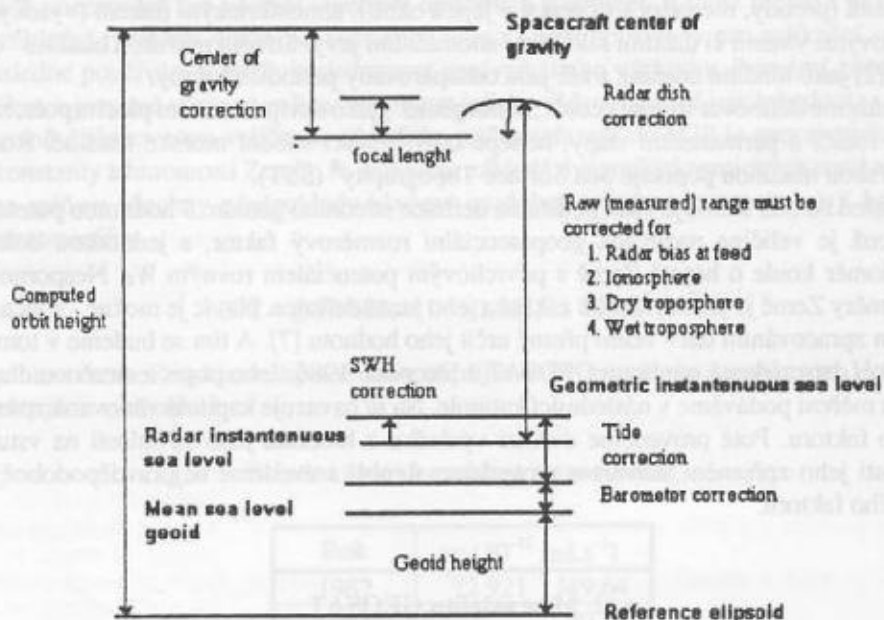
⁴⁾ V době od 30. září 1986 do 8. listopadu 1986 byla dráha družice upravována pro optimální sběr oceánografických dat. Tím začíná druhé období práce družice, tzv. Exact Repeat Mission.

⁵⁾ „Significant Wave Height“ například viz [8].

⁶⁾ Pro přenos altimetrických měření a informací o stavu satelitu na zemské stanice.

Efemeridy družice použité v našem zpracování byly na základě pozorování kombinované TRANET/1502-DS dopplerovské sítě stanic počítány v Goddard Space Flight Center s použitím GEODYN Orbit Program na superpočítači Cyber 205. K výpočtu efemerid byl použit model gravitačního pole GEM-T2 a s ním spojené referenční geodetické parametry. Odhadovaná přesnost dráhy v radiálním směru je 35 až 40 cm [9].

Zpřístupněná data zahrnují nejen altimetrická pozorování, ale i informace nezbytné pro provedení přístrojových a fyzikálních korekcí. Jejich průhledné shrnutí je na obrázku 1.



Obr. 1. Redukce altimetrických dat

Každá hodnota výškového měření musí být nejprve redukována o korekci na hmotný střed satelitu⁷⁾, o ohniskovou délku radarové antény a k výškovému referenčnímu bodu [10]. Dále byla na základě Global Positioning System (GPS) klimatického modelu ionosféry provedena korekce na časovou prodlevu altimetrického signálu v ionosféře. Stejný druh redukce dat je nutné provést pro troposféru. Pomocí Fleet Numerical Oceanographic Center (FNOC) NOGAPS modelu byla provedena „wet tropospheric correction“ o vodní páru v troposféře ([11] a [12]) a podle [11] korekce o suchou troposféru („dry tropospheric correction“). Rozdíl mezi okamžitou geometrickou hladinou a radarem pozorovanou okamžitou hladinou tvoří SWH korekce.

Další kapitolou jsou slapové jevy. Z GDR's⁸⁾ družice GEOSAT jsou odstraněny periodické slapy. Korekce o zemské slapy je založena na [13] a [14], oceánské slapy byly odseparovány na základě [15].

Po provedení této redukce dat a ze znalosti přesné polohy družice je pak možné identifikovat polohu střední mořské hladiny. Ve formátu GDR je její poloha vyjádřena pomocí geocentrických souřadnic subsatelitního bodu na referenčním elipsoidu, definovaném hodnotami

$$a = 6\,378\,137 \text{ m}, f = 1/298,257\,2, \quad (4)$$

a výškou nad tímto bodem.

Z pohledu našeho využití dat je zásadní otázkou velikost chyby lokace mořské hladiny. Ta vzniká v důsledku nepřesných efemerid družice, chyby altimetrického měření a chyb při korekcích. Radiální chyba družice je pro efemeridu (využívající model GEM-T2 zemského gravitačního pole) odhadnuta jako tzv. overlap error v [9]. Pro první polovinu listopadu 1986 je přibližně 30 cm. Chyba radarového měření výšky družice nad oceánem je řádu centimetrů, stejně tak jako přesnost provedených oprav.

Lze se tedy domnívat, že altimetrická měření satelitu GEOSAT přinesla možnost detekce střední mořské hladiny s maximální odchylkou do 40 cm v radiálním směru. A to nám umožní, jak ukáže příští kapitola, velmi přesný výpočet geopotenciálního rozměrového faktoru.

⁷⁾ K němu se totiž vztahuje poloha družice a antény altimetru je umístěna mimo něj.

⁸⁾ Geophysical Data Records je formát záznamu altimetrických dat použitých pro misi družice GEOSAT. Specifikaci formátu lze nalézt v [1].

3. Určení rozměrového faktoru

Ke konkrétnímu zpracování⁹⁾ byla využita data z prvních deseti dnů družice ERM. To zahrnuje přibližně 900 tisíc pozic. Z nich byl vybrán, po odstranění zjevně špatných pozorování a pozorování hladiny oceánu v místech s hloubkou menší než 2000 m, vzorek 2000 bodů, rovnoměrně pokrývajících celý časový interval. Pokrytí hladiny oceánů tímto vzorkem je znázorněno na obrázku 2.



Obr. 2. Pokrytí zemských oceánů daty využitými pro zpracování

Po provedení oprav byla pro tento výběr získána data reprezentující výšku střední mořské hladiny a geocentrickou pozici subsatelitního bodu na referenčním elipsoidu. To nám přímo umožnilo najít střední geoid, a tím identifikovat nejlepší geopotenciální rozměrový faktor. S uvažováním tří složek potenciálního pole (gravitace, rotace a permanentní slap) máme

$$R_0 = \rho (\Delta_{\text{grav}} + \Delta_{\text{rot}} + \Delta_{\text{perm}})^{-1}, \quad (5)$$

kde vyjádření jednotlivých členů je

$$\Delta_{\text{grav}} = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{k=0}^n \left(\frac{a_0}{\rho}\right)^n (J_n^{(k)} \cos k\Lambda + S_n^{(k)} \sin k\Lambda) P_n^{(k)}(\sin \Phi), \quad (6)$$

$$\Delta_{\text{rot}} = \frac{1}{3} q \left(\frac{a_0}{\rho}\right)^3 \{1 - P_2^{(0)}(\sin \Phi)\}, \quad (7)$$

$$\Delta_{\text{perm}} = \frac{1+k}{2} \left(\frac{3}{2} \sin^2 \epsilon_0 - 1\right) \left\{ \frac{GM_m}{GM} \left(\frac{\rho}{r_{zm}}\right)^3 + \frac{GM_s}{GM} \left(\frac{\rho}{r_{zs}}\right)^3 \right\} P_2^{(0)}(\sin \Phi), \quad (8)$$

kde ρ , Φ a Λ jsou geocentrické souřadnice (vzdálenost od počátku, šířka a délka) bodu na geoidu, které získáme jednoduchou transformací z polohy subsatelitního bodu na referenčním elipsoidu a jeho výšky. $J_n^{(k)}$, $S_n^{(k)}$ jsou geopotenciální harmonické koeficienty (Stokesovy parametry) stupně n a řádu k , a_0 je délkový faktor pro daný geopotenciální model. $P_n^{(k)}$ označuje Legendrovy polynomy. Veličina q je spojena s úhlovou rotační rychlostí Země ω vztahem

$$q = \frac{\omega^2 a_0^3}{GM} \quad (9)$$

a ϵ_0 reprezentuje sklon rovníku k ekliptice. Indexy z , m , s se vztahují k Zemi, Měsíci a Slunci, tedy r_{zm} a r_{zs} jsou střední středních průvodičů Země - Měsíc a Země - Slunce. V našem výpočtu je faktor k v permanentním členu roven 0,3.

⁹⁾ Pro zpracování dat byly využity sálový počítač BASF, umístěný v Geofyzikálním ústavu AV ČR, a osobní počítač s mikroprocesorem Intel 80486/50 MHz.

Z těchto vzorců lze tedy pro každou měřenou hodnotu GDR reprezentující bod blízký geoidu spočítat R_0 . Je však nutné si uvědomit, že data odpovídají střední mořské hladině, tedy střednímu geoidu plus SST. Jednotlivé hodnoty R_0 budou tedy v důsledku lokálních jevů SST (a chyb měření) rozprostřeny v určitém intervalu. Statistické zpracování tohoto souboru nám pak umožní získat nejpravděpodobnější hodnotu R_0 a odhad její chyby.

S použitím modelu GEM-T3 a přidružených geoidických parametrů tak získáváme střední hodnotu

$$R_0 = 6\,363\,672,40 \text{ m} \quad (10)$$

s odhadem směrodatné chyby 0,03 m. Rozptyl (chyba jednoho měření), charakterizující míru variability hodnot R_0 , je pro daný vzorek 1,13 m.

4. Diskuze přesnosti R_0

Cílem této kapitoly je provést realistický odhad přesnosti hodnoty geopotenciálního rozměrového faktoru, určeného na základě altimetrických měření družice GEOSAT. Jednotlivé chyby měření zahrnuté do výpočtu podrobíme diskuzi a pokusíme se minimalizovat jejich vliv. Ukážeme, jakým způsobem by bylo možné provést zpřesnění či nezávislé ověření výsledné hodnoty R_0 .

Chyby vstupující do výpočtu je možné rozdělit na ty, které se podílejí na chybě v detekci střední mořské hladiny, a ty, které reprezentují naši nepřesnou znalost pole, tedy chyby koeficientů řad ve vyjádření (5).

Nejprve tedy uvažujme chyby doprovázející detekci střední mořské hladiny. Jejich přehledné shrnutí je provedeno v [16]. Pro nás není důležitá jen velikost absolutní chyby, ale i její charakteristický interval, na kterém se projevuje. Máme totiž k dispozici více než deset dnů měření (to odpovídá asi 143 oběhům a délce zemské stopy - tzn. průmětu dráhy družice na zemský povrch - 6 milionů kilometrů). Chyby měření, které mají charakteristický interval výrazně menší, dokážeme vhodným statistickým zpracováním v hodnotě R_0 prakticky eliminovat.

Na dlouhoperiodické chybě se podílí především nepřesnost v poloze satelitu. Ta se pro začátek listopadu 1986 odhaduje na 30 cm s charakteristickým intervalem „ground track“ delším než 10 000 km. Podíl této chyby na výsledné chybě v R_0 lze jen těžko ocenit. Realistickým odhadem se zdá být hodnota řádu centimetrů.

Dalším předmětem diskuze je SST. Ta způsobuje odchylky jednotlivých hodnot R_0 v intervalu přibližně jednoho metru. Jak však ukazuje statistické zpracování dat, prostorová proměnlivost SST jevů by umožnila konzistentně definovat R_0 s přesností vyšší, než dovoluje podíl ostatních chyb. Stačí jen vzít dostatečné pokrytí zemských oceánů.

S celým souborem dat byly provedeny statistické testy, které ukázaly na existenci chyb s charakteristickým intervalem $\leq 40\,000$ km. Způsob výběru vzorku 2000 dat a jeho zpracování v předchozí kapitole však umožnilo tyto chyby vyloučit. Obrázek 3 ukazuje variabilitu hodnot R_0 počítaných z těchto dat.

Odhad směrodatné chyby, který jsme provedli v předchozí kapitole, je nutné považovat pouze za orientační hodnotu. Odhad klesá s počtem dat jako $1/\sqrt{n}$, vezmeme-li větší počet dat, získáme nižší hodnotu. V důsledku vysokého počtu bodů jsme získali nízký odhad chyby. To však není skutečná chyba hodnoty R_0 . Ta je především určena dlouhoperiodickou chybou v dráze.

Vraťme se nyní k druhému zdroji chyb, tedy k definici ekvipotenciálních ploch. Výraz (5) obsahuje tři členy, které tyto plochy popisují. První dva členy vyjadřují tíhové pole Země. Srovnání několika modelů geopotenciálního pole ukázalo, že R_0 jen slabě závisí na jeho výběru. Změny se v soulasu se [7] pohybují v rozmezí centimetrů. Faktor k , který je obsažen v permanentním slapovém členu v (9), byl vybrán podle doporučení v [2]. To je velice citlivý bod výpočtu, jelikož permanentní slap mění objem uzavřený ekvipotenciální plochou. Mění tedy i hodnotu R_0 ¹⁰⁾.

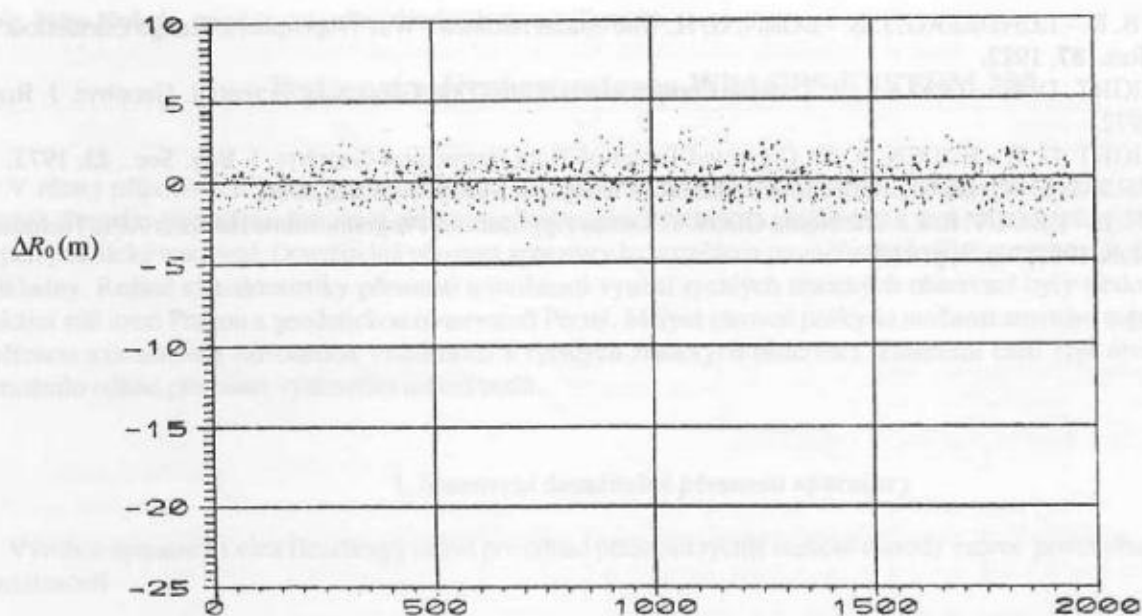
Celkově lze tedy říci, že chyba v určení hodnoty R_0 je dána chybou v dráze družice s charakteristickým intervalem delším než 10 dnů. Lze usuzovat, že se tato chyba pohybuje v okolí 10 cm, s tím, že pro její přesnější určení by bylo cenné zpracovat data pokrývající jiný interval ERM či využít altimetrických měření z nezávislého zdroje, například dat družic ERS-1 nebo Topex/Poseidon¹¹⁾.

5. Závěr

Altimetrická data družice GEOSAT umožňují určit hodnotu geopotenciálního rozměrového faktoru. Konkrétní zpracování dává jako nejpravděpodobnější hodnotu

¹⁰⁾ Síly, které deformují ekvipotenciální plochy, ale nemění objem jimi uzavřený, nemění v dobrém přiblížení podle [5] hodnotu R_0 .

¹¹⁾ To by přispělo i ke zpřesnění výsledků vzhledem k lepším efemeridám těchto družic.



Obr. 3. Rozptyl hodnot R_0 pro vzorek 2000 bodů

$$R_0 = (6\,363\,672,40 \pm 0,10) \text{ m.} \quad (11)$$

Bylo prokázáno, že tato hodnota jen slabě závisí na parametrech výpočtu. Přesnost, konzistentní definice a názorný význam geopotenciálního rozměrového faktoru umožňuje doporučit zahrnutí této veličiny do souboru primárních geodetických parametrů jako konstantu definující rozměry zemského tělesa.

Dosažená přesnost určení R_0 není nijak konečná. Novější altimetrická měření družic spolu se zpracováním delšího intervalu pozorování by mohla přinést další zpřesnění tohoto parametru.

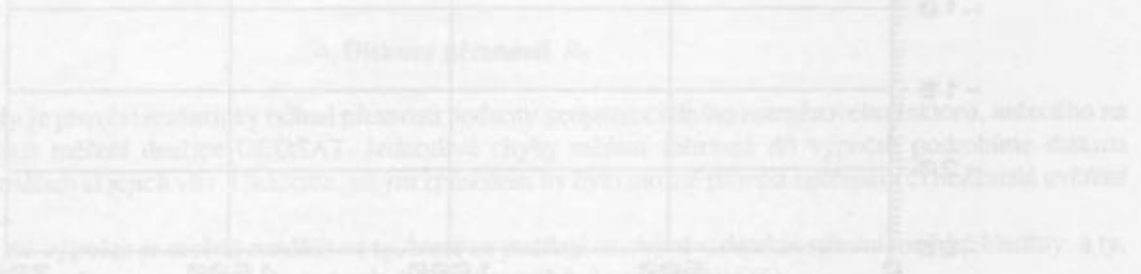
Dodatek: Tato práce byla garantována Vojenským topografickým ústavem v Dobrušce a mohla být uskutečněna jen na základě spolupráce s p. Šilhanem, p. Faltou a p. Dušátkem. Jim patří poděkování autorů.

Literatura:

- [1] CHENEY, R. E. et al.: GEOSAT Altimeter Geophysical Data Record User Handbook. NOAA Technical Memorandum NOS NGS-46. Rockville (MD) 1987.
- [2] RAPP, R. H. et al.: Consideration of Permanent Tidal Deformation in the Orbit Determination and Data Analysis for the Topex/Poseidon Mission. Preprint to be published as a NASA Technical Memorandum. 1990.
- [3] RIES, J. C. et al.: Determination of the Gravitational Coefficient of the Earth from Near-Earth Satellites. *Geophys. Res. Lett.*, **16**, 1989, p. 271.
- [4] PIZZETTI, P.: Sulla espressione della gravita alla superficie del geoide, supposto ellissoidico. *Atti R. Accad. Lincei, Ser. V*, **3**, 1894, p. 166.
- [5] BURŠA, M.: The Four Primary Geodetic Parameters. *Stud. geophys. geod.*, **36**, 1992, s. 199.
- [6] KINOSHITA, H.: Is the Equatorial Radius of the Earth a Primary Constant, a Derived Constant, or a Defining Constant? Preprint. 1991.
- [7] BURŠA, M. - ŠÍMA, Z. - KOSTELECKÝ, J.: Determination of the Geopotential Scale Factor from Satellite Altimetry. *Stud. geophys. geod.*, **36**, 1992, s. 101.
- [8] MacARTHUR, J. L. - MARTIN, P. C. - WALL, J. G.: The Geosat Radar Altimeter. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, Vol. 8, 1987, No. 2, p. 176.
- [9] KOBLINSKY, C. et al.: Geosat Orbit Replacement Software for Altimeter Geophysical Data Records (GEM-T2 Ephemeris for November 1986 to November 1988).
- [10] SMITH III., S. L. - WEST, G. B. - MALYEVAC, C. W.: Determination of Ocean Geodetic Data from Geosat. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, Vol. 8, 1987, No. 2, p. 197.
- [11] SAASTAMOINEN, J.: Atmospheric Correction for the Troposphere and Stratosphere in Radio Ranging of Satellites. *Geophys. Monogr.*, **15**. Washington, D.C., Amer. Geophys. Union 1972.

- [12] TAPLEY, B. D. - LUNDBERG, J. B. - BORN, G. H.: The Seasat Altimeter Wet Tropospheric Range Correction. *J. Geophys. Res.*, **87**, 1982.
- [13] CARTWRIGHT, D. E. - TAYLER, R. J.: New Computations of the Tide Generating Potential. *Geophys. J. Roy. Soc.*, **21**, 1972.
- [14] CARTWRIGHT, D. E. - EDDEN, A. C.: Corrected Tables of Tidal Harmonics. *Geophys. J. Roy. Soc.*, **23**, 1973.
- [15] SCHWIDERSKI, E. W.: On Charting Global Tides. *Rev. Geophys. Space Phys.*, **18**, 1980.
- [16] LYBANON, L. - CROUT, R. L.: The Norda GEOSAT Ocean Applications Program. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, Vol. 8, 1987, No. 2, p. 212.

Došlo 29. 9. 1993



Testovací měření aparaturou Wild GPS-SYSTEM 200

V rámci přípravných prací, předcházejících vlastnímu nasazení GPS přístrojů, bylo geodetickým odborem Vodních staveb Temelín provedeno testovací měření s cílem posoudit přesnost a odhadnout technickou způsobilost přístrojů pro jejich praktické nasazení. Dosažitelná přesnost aparatury byla ověřena proměřením krátké, prostorově přesně definované základny. Reálné charakteristiky přesnosti a možnosti využití rychlých statických observací byly sledovány při měření lokální sítě mezi Prahou a geodetickou observatoří Pecný. Měření zároveň poskytlo možnost srovnání mezi staticky přímo měřenou základnou a odvozenou vzdáleností z rychlých statických observací. Zaměření části čtyř nivelačních pořadů umožnilo odhad přesnosti výškového určení bodů.

1. Stanovení dosažitelné přesnosti aparatury

Výrobce aparatury Leica Heerbrugg udává pro odhad přesnosti rychlé statické metody vzorec pro chybu v měřené šikmé vzdálenosti

$$m_d = 5 \text{ až } 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm},$$

přičemž uvádí, že tato veličina je samozřejmě silně závislá na observačních podmínkách, konfiguraci družic a podobně. Z uvedeného vztahu vyplývá, že dosažitelná přesnost ve velmi krátké měřené délce je 5 až 10 mm. K ověření tohoto faktu byla zaměřena základna na střeše Fakulty stavební ČVUT v Praze v Dejvicích. Na základě informací z katedry vyšší geodezie předpokládáme prostorovou přesnost určení základny

$$m_{xyz} < 1 \text{ mm}.$$

Na čtveřici trojrozměrnými souřadnicemi určených pilířů byly měřeny tři observace:

Tabulka 1.1

Čas observace
A : 9 ³⁶ – 9 ⁴²
B : 9 ⁴⁴ – 9 ⁵⁹
C : 10 ⁰⁰ – 10 ³¹
D : reobservace

přičemž čtvrtou „observací“ rozumíme souhrn observací A až C.

Výsledné naměřené souřadnice po transformaci do lokální sítě:

Tabulka 1.2

Bod	Observace	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	A, B, C, D	0.0000	0.0000	0.000
2	A	6.0000	0.0186	-0.003
	B	6.0030	0.0167	-0.026
	C	6.0040	0.0162	0.001
	D	6.0040	0.0166	0.000
3	A	11.9850	-0.0276	-0.028
	B	11.9850	-0.0278	-0.026
	C	11.9870	-0.0224	-0.029
	D	11.9860	-0.0221	-0.027
4	B	17.9930	-0.0108	-0.018
	C	17.9930	-0.0108	-0.003
	D	17.9930	-0.0108	-0.010

Střední chyby z diferencí mezi zadanými a naměřenými hodnotami na bodech 2 až 4:

Tabulka 1.3

Délka observace (min)	7	15	30	Reob.
m_{xy} (mm)	4.3	2.2	1.8	1.8
m_h (mm)	4.1	5.7	4.9	2.4
m_a (mm)	3.0	1.3	0.4	0.9

kde

$$m_{xy} = (1/2 (m_x^2 + m_y^2))^{1/2}$$

– střední chyba souřadnicová,

m_h – střední chyba v určení výšek v ose z,

m_a – střední chyba v měřené prostorové vzdálenosti.

Střední chyby v měřené prostorové vzdálenosti (0,5 až 3,0 mm v závislosti na délce observace 60 - 7 min) jsou výrazně menší než absolutní člen ve vzorci pro přesnost měřené vzdálenosti udávaném výrobcem. Z našich měření usuzujeme, že dosažitelná střední chyba v každé ose souřadnicového systému je menší než 2 mm a v délce je menší než 1 mm.

2. Zaměření a vyhodnocení lokální polohové sítě mezi Prahou a geodetickou observatoří Pecný

2.1. Zaměření a kvalita prostorové lokální sítě

Celkem bylo na jedenácti trigonometrických bodech v S-JTSK, pěti podrobných bodech a osmi nivelačních bodech zaměřeno 32 nezávislých základů. Rozměr sítě je přibližně 40 x 10 km. K měření byla použita metoda rychlé statické observace s využitím FARA (Fast Ambiguity Resolution Approach) procedury v programu pro zpracování GPS měření SKI. Měřilo se aparaturou Wild GPS-System 200 se čtyřmi přijímači SR 299 a kontrolery CR 233. Měření bylo provedeno koncem listopadu a začátkem prosince 1992 v sedmi observačních dnech. Geocentrické souřadnice přípojovacího bodu 10 (Pecný - věž) byly získány z dílčích výsledků kampaně EUREF-EAST. Z 32 základů FARA procedura selhala ve třech případech při měření na bodě s kovovým signálem. Dále byly zaznamenány problematické výsledky při měření za ztížených atmosférických podmínek (nízká inverzní oblačnost). Následkem toho musela být jedna základna znovu observována.

V síti byla změřena čtyři nadbytečná nezávislá měření (2x opakovaně měřená základna a bod určený ze tří nezávislých kombinací základů). K vyrovnání měření v síti bylo použito vážených průměrů z programu SKI. Z nadbytečných měření (tj. z rozdílů opakovaných observací a výběrových středních chyb aritmetického průměru) byla spočtena střední prostorová souřadnicová chyba k odhadu kvality zaměřené sítě:

$$m_{xyz} = [1/3(m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)]^{1/2}$$

Prostorové souřadnice pilíře č. 1 základny na střeše stavební fakulty byly určeny jednak řešením lokální sítě (řetězec pěti základů), jednak přímou statickou observací z bodu 10 (Pecný - věž). Prostorová odchylka mezi souřadnicemi určenými statickou observací (8. 12. 1992, 8⁰⁰ až 14³⁰ h, proměnlivá kvalita konfigurace družic) a lokální sítí je 63 mm, což odpovídá výše uvedené střední souřadnicové chybě.

2.2. Transformace lokální sítě do JTSK

Zaměřené veličiny na 11 bodech umožnily transformaci celé sítě do JTSK. K transformaci byla použita prostorová podobnostní transformace a interpolační procedura z programu SKI, která nahrazuje zobrazovací rovnice obecnou afinní transformací. Interpolační metoda je tudíž založena na empirickém odhadu zobrazovacího vztahu. K charakterizování přesnosti transformovaných souřadnic vzhledem k S-JTSK jsme použili:

a) souřadnicové rozdíly na identických bodech mezi původními a vyrovnanými hodnotami:

Tabulka 2.1

	m_y (cm)	m_x (cm)	m_{xy} (cm)
prostorová transformace	1.8	2.0	1.9
interpolace	0.6	0.2	0.45

kde

$m_x = ((d_x d_x)/n)^{1/2}$, m_y - střední chyba ze souřadnicových diferencí na identických bodech,
 $m_{y,x}$ - střední souřadnicová chyba;

b) souřadnicové rozdíly na pěti trigonometrických bodech, které jsme v tomto případě nezahrnuli do výpočtu transformačního klíče. Tyto rozdíly mezi souřadnicemi vypočtenými transformací a souřadnicemi získanými z geodetických údajů S-JTSK jsou základem pro následující odhad střední souřadnicové chyby

Tabulka 2.2

RO (km)	m_{xy} (cm)			
	0	5	10	15
prostorová transformace	1.71	1.79	2.69	2.38
interpolace	4.70	-	-	-

RO - poloměr Jungovy transformace;

c) polohové odchylky na bodě 60 (Tempo Lhotka) v závislosti na počtu použitých identických bodů

Tabulka 2.3

počet ident. b.	d (cm)		
	6	4	3
prostorová transformace	0.94	2.10	1.40
interpolace	0.57	2.99	6.26

kde

$$d = [(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2]^{1/2},$$

- polohová odchylka,

x_0, y_0 - souřadnice trigonometrického bodu v JTSK,

x, y - souřadnice získané transformací.

Při výběru identických bodů byla dodržována tato pravidla:

- 1) bod 60 leží vždy uvnitř oblasti vymezené identickými body;
- 2) rozměr této oblasti se pokud možno nemění (maximální vzdálenost mezi identickými body je 35 km).

Prostorová podobnostní transformace vykázala zkreslení Křovákovy sítě S-JTSK vůči lokální GPS síti -3,1 mm/km, zatímco síť S-PRAHA prokázala zkreslení Křovákovy sítě -5,4 mm/km [1].

Při dodržení geometrických podmínek a dostatečně malé lokální deformaci sítě lze prostorovou transformaci provést i z relativně vzdálených bodů (tab. 2.3). Interpolací procedura vyžaduje pečlivější výběr rozmístění identických bodů pro transformaci, přičemž jejich vzdálenosti by neměly přesáhnout 10 km. Interpolace ovšem nevyžaduje zobrazovací rovnice.

3. Odhad přesnosti výškového určení bodů

Problémem při výškovém řešení je neznalost dostatečně přesného lokálního průběhu geoidu, což znemožňuje exaktní transformaci polohových souřadnic a výšek ČSJS na prostorové elipsoidické souřadnice. Musíme tedy předpokládat dostatečně monotónní průběh místního geoidu (kvazigeoidu) tak, aby se v dané lokalitě mohla stočená a posunutá referenční plocha (elipsoid) přiblížit místnímu geoidu. Dalším problémem je pak proměnlivá kvalita trigonometricky určených výšek trigonometrických (identických) bodů.

Pro odhad přesnosti výšek získaných transformací z 11 trigonometrických bodů jsme spočetli střední chyby z rozdílů výšek na 8 nivelačních bodech (4 nivelační pořady rovnoměrně rozmístěné v dané lokalitě).

Tabulka 3.1

	Prostorová transformace	Interpolace
m_h (cm)	2.29	2.98

Transformace prokázala významné chyby ve výškách trigonometrických bodů (až 10 cm). Dosažená přesnost je příznivě ovlivněna velkým počtem a vhodnou konfigurací identických bodů.

Doplněním 11 trigonometrických bodů o 8 polohově určených nivelačních bodů bylo získáno 19 identických bodů, které umožnily následnou transformaci celé sítě. Střední rozdíly ve výškách na identických bodech pak dosáhly následujících hodnot:

Tabulka 3.2

	m_h (cm)
nivelační body	1.73
trigonomet. body	5.32

Dále byla provedena prostorová podobnostní transformace prostřednictvím klíče určeného ze souřadnic 4 identických (nivelačních) bodů a spočteny střední chyby z rozdílů na zbylých nivelačních bodech (1), střední chyby z rozdílů výšek na trigonometrických bodech (2) a střední rozdíl vůči výsledku pro 19 identických bodů spočtenému v předchozím případě (3).

Tabulka 3.3

	m_h (cm)		
	(1)	(2)	(3)
prostorová transformace	2.19	5.19	0.71
interpolace	1.73	5.32	0.92

Uvedené výpočty prokázaly střední chybu ve výškách trigonometrických bodů kolem 50 mm (viz tab. 3.2, 3.3). Rozdíly na nivelačních bodech jsou ovlivněny jednak vlastní přesností GPS měření, jednak aproximačním charakterem transformace. Prostorová transformace a interpolační procedura poskytují srovnatelné výsledky, přičemž samozřejmě platí omezující podmínky pro interpolaci z odstavce 2. Na základě našich měření a výpočtů lze charakterizovat dosažitelnou přesnost pro určený výšek (s tímto typem programového vybavení) střední chybou $m_h = 20$ mm.

4. Shrnutí

Lokální prostorová síť zaměřená aparaturou WILD GPS-SYSTEM 200 prokázala střední prostorovou souřadnicovou chybu 0,92 cm. Pilíř 1 na střeše stavební fakulty byl kontrolně zaměřen statickou observací. Polohová diference mezi bodem určeným z řešení lokální sítě a bodem určeným statickou observací koresponduje s výše uvedenou charakteristikou přesnosti. Střední souřadnicová chyba charakterizující přesnost v podrobné síti S-JTSK je přibližně 1 cm [1]. Mezi lokální sítí a JTSK bylo nalezeno měřítkové zkreslení -3.1 mm.km^{-1} oproti zkreslení -5.4 mm.km^{-1} mezi S-Praha a JTSK [1]. Přesnost lokální sítě je plně srovnatelná s přesností JTSK v lokalitě Praha - observatoř Pecný. Na základě měření na testovací základně usuzujeme na dosažitelnou přesnost v měření krátké vzdálenosti $m_d = 1$ mm.

Transformační procedury umožňují polohové určení podrobného bodu s přesností danou střední souřadnicovou chybou 2 cm. Interpolační metoda z programu SKI (Leica-Wild software) klade vyšší nároky na dostatečnou hustotu a vhodnou konfiguraci identických bodů. Nebylo prokázáno opodstatněné užití Jungovy transformace.

Přestože nebyl do výpočtu zaveden lokální model geoidu a přesnost kontrolních výšek trigonometrických byla poměrně nízká, byla prokázána možnost určení výšek podrobných bodů s přesností lepší než 5 cm.

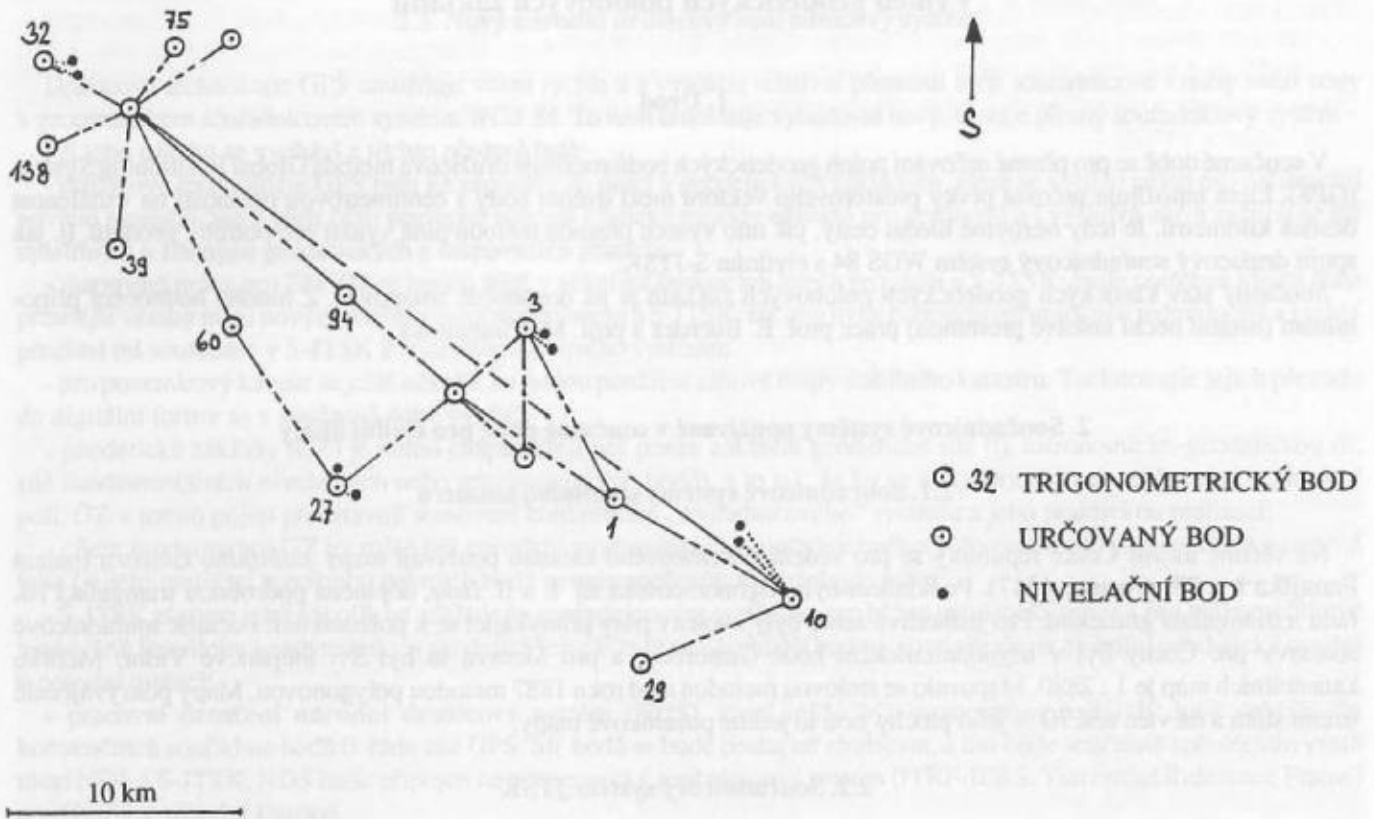
Poděkování: Autor vyjadřuje poděkování za pomoc při realizaci testovacího měření Ing. G. Kárskému, CSc., doc. Ing. F. Krpatovi, CSc., Ing. J. Ratiborskému, CSc., a doc. Ing. J. Kosteckému, CSc.

Literatura:

- [1] BÖHM, J. - HORA, L. - KOLENATÝ E.: Vyšší geodzie. [Skripta.] Praha, ČVUT 1983.
- [2] HESPER, E. T.: Investigation on the use of GPS for geodetic and orbit determination applications. Delft, Delft University Press 1991.
- [3] BÖHM, J. - RADOUCH, V.: Vyrovnávací počet. Praha, Kartografie 1978.

Došlo 17. 2. 1993

Schéma zaměření



Výhled geodetických polohových základů

1. Úvod

V současné době se pro přesné určování poloh geodetických bodů rozšiřuje družicová metoda Global Positioning System (GPS), která umožňuje určovat prvky prostorového vektoru mezi dvěma body s centimetrovou přesností na vzdálenost desítek kilometrů. Je tedy nezbytné hledat cesty, jak tuto vysoce přesnou metodu plně využít pro potřeby geodetů, tj. jak spojit družicový souřadnicový systém WGS 84 s civilním S-JTSK.

Současný stav klasických geodetických polohových základů je již dostatečně zmapován. Z mnoha hodnocení připomínám (ostatní nechť laskavě prominou) práce prof. E. Buchara a prof. M. Cimbálníka.

2. Souřadnicové systémy používané v současné době pro civilní úkoly

2.1. Souřadnicové systémy stabilního katastru

Na většině území České republiky se pro vedení pozemkového katastru používají mapy *stabilního katastru* (patent Františka I. z 23. prosince 1817). Podkladem byla trigonometrická síť I. a II. řádu, doplněná podrobnou triangulací III. řádu a triangulací grafickou. Pro jednotlivé země byly zvoleny pásy přimykající se k poledníkům. Počátek souřadnicové soustavy pro Čechy byl v trigonometrickém bodě Gusterberg a pro Moravu to byl Sv. Štěpán ve Vídni. Měřítko katastrálních map je 1 : 2880. Mapovalo se stolovou metodou a od roku 1887 metodou polygonovou. Mapy pokrývají celé území státu a na více než 70 % jeho plochy jsou to jediné pozemkové mapy.

2.2. Souřadnicový systém JTSK

Po vydání zákona o pozemkovém katastru z 16. 12. 1927 byl pro ČSR přijat nový souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (JTSK). Budování JTSK bylo ukončeno v roce 1957 a bylo v ní dosud zaměřeno méně než 30 % pozemkových map. Hlavní využití nalezl v inženýrské geodezii.

Ve stručnosti několik velmi dobře známých a několik méně známých údajů. Poloha, rozměr a orientace souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) na Besselově elipsoidu byly odvozeny z rakousko-uherské vojenské triangulace z minulého století. Tím síť získala chybný rozměr o asi 6,5 mm/km a průměrné natočení o 10". Tyto hodnoty se s polohou mění. Prostřednictvím AGS a dalších vybraných bodů se získaly změny měřítka v rozptylu asi 20 až 30 mm/km od průměrné hodnoty a natočení od 5" asi do 20" (Podkarpatská Rus). Postupné zhušťování po řádech probíhalo ve velmi malých blocích, v značnějších časových odstupech a identita připojovacích bodů byla zkoumána zcela výjimečně. Po určité období byl zničený bod obnovován z bodů stejného nebo vyššího řádu, a tím tyto obnovené body vyššího řádu ztratily vztah k okolním bodům. Dále pak v průběhu dlouhého období, jež uplynulo od vybudování sítě, došlo k mnohým změnám poloh jednotlivých bodů v důsledku technogenní činnosti nebo geologických vlivů.

Při přípravě dat a novém vyrovnání ČSTS I. až IV. řádu v S-1942/83 byly získány důkazy o chybách při zpracování trigonometrické sítě v S-JTSK. Při testování identity bodů v rámci přípravy dat bylo zjištěno několik desítek bodů, jejichž poloha se prokazatelně změnila, ale jejichž souřadnice nebyly změněny. Převedení nově vyrovnaných souřadnic z S-1942/83 do pracovního souřadnicového systému JTS umožnilo detailnější analýzu S-JTSK a přesné stanovení bodů a lokalit, kde je nutná oprava souřadnic buď přepočtem starých měření, nebo novým zaměřením.

Na základě porovnání jižníků a délek stran IV. řádu ČSTS mezi S-JTS a S-JTSK byly získány údaje o směrových a délkových deformacích pro celé území ČSFR v digitálním a analogovém tvaru. Tyto detailní hodnoty mají od výše uvedených průměrných hodnot rozptyl až 30 mm/km a až 3". Byly sice zjištěny ještě větší rozdíly způsobené hrubými chybami při výpočtech v době zpracování triangulace, ale byly odstraněny.

Pro celé území bývalého československého státu byly vykresleny izočáry lokálního měřítka S-JTSK v kladech ZTL (50 x 50 km) a měřítku 1 : 100 000. Plně se využívají při výběru identických bodů při doplňování a obnově ČSTS jak klasicky, tak i novou technologií GPS. Dále byly určeny oblasti, kam byly při původním zpracování zavlečeny hrubé chyby. V těchto oblastech je ČSTS postupně převyrovňována na podkladě původních a případně i nových měření. Dále byly vypočteny pro celé území státu souřadnicové rozdíly mezi S-JTS a S-JTSK s krokem 1 km.

Lze tedy konstatovat, že provoz triangulace ZÚ má k dispozici velmi důkladné informace o stavu S-JTSK, ale pro jejich celorezortní rozšíření zcela chybí organizační, personální a technické zajištění. Výsledky analýzy se používají a budou používat pro testování identit bodů a při zapojování obnov ČSTS a nových měření GPS do současného S-JTSK.

2.3. Nový národní družicový souřadnicový systém

Družicová technologie GPS umožňuje velmi rychle a s vysokou relativní přesností určit souřadnicové vztahy mezi body v geocentrickém souřadnicovém systému WGS 84. To nám umožňuje vybudovat nový, vysoce přesný souřadnicový systém.

Při jeho návrhu se vychází z těchto předpokladů:

- družicové technologie GPS jsou již zapojeny do prací v geodetických základech, které se využijí nejen pro definování nového systému, ale z větší části postupně nahradí klasické metody užívané pro polohové a i výškové sítě a začnou se též uplatňovat v běžných geodetických a mapovacích pracích;

- mapovací práce pro ZMVM se budou ještě v několika budoucích letech provádět v S-JTSK; bude potřebné hledat stále přesnější vztahy mezi novým souřadnicovým systémem a S-JTSK, tak aby byl v budoucnosti umožněn jednoduchý a rychlý přechod od souřadnic v S-JTSK k souřadnicím nového systému;

- pro pozemkový katastr se ještě několik let budou používat sáhové mapy stabilního katastru. Technologie jejich převodu do digitální formy se v současné době vyvíjí;

- geodetické základy (GZ) je nutno chápat širěji než pouze základní geodetické sítě (tj. astronomicko-geodetickou síť, síť fundamentálních nivelačních nebo gravimetrických bodů), a to tak, že by se měly ztotožnit se základními bodovými poli. GZ v tomto pojetí představují stanovení konkrétního „souřadnicového“ systému a jeho praktickou realizaci;

- cílem modernizace GZ by mělo být zavedení moderního(ích) souřadnicového(ých) systému(ů) do praxe; to znamená jeho (jejich) realizaci množinou pevných bodů se zabezpečením metodologie práce;

- S-JTSK zůstane ještě několik let základním souřadnicovým systémem pro běžné geodetické práce a pro velkoměřítkové mapování. Pro úlohy geodynamiky a geodetických základů se v nejbližší budoucnosti přejde na globální geodetický systém v národní mutaci;

- pracovní označení **národní družicový systém (NDS)**, který může být ustanoven v nejbližší době vyhlášením konvenčních souřadnic bodů 0. řádu sítě GPS. Síť bodů se bude postupně zhušťovat, a tím bude současně zpřesňován vztah mezi NDS a S-JTSK. NDS bude připojen na geocentrický souřadnicový systém (ITRF-IERS, Terrestrial Reference Frame) používaný v západní Evropě.

Technologie GPS umožňuje určení souřadnic nových bodů pro zhuštění NDS s absolutní přesností lepší než 5 cm, tj. budou mít relativní přesnost v poloze a ve výšce lepší než 5 cm vzhledem k definičním bodům. Jejich vzájemná přesnost bude vždy lepší a bude záviset na použité metodě měření a zpracování.

Pro všechny body přímo určené v S-JTSK a v NDS se budou uchovávat souřadnicové vztahy, které vytvoří základ pro převod všech souřadnic z S-JTSK do NDS. Pro převod katastrálních map do NDS se mohou určovat souřadnice identických bodů technologií GPS v NDS, které budou převedeny do S-JTSK. Katastrální mapy budou digitalizovány a souřadnice všech bodů se přetransformují do NDS a S-JTSK.

Tento stručný náhled do nejbližší budoucnosti ukazuje nezbytnost urychleného vytvoření nové koncepce geodetických prací a nové klasifikace geodetických bodů. Převážná většina bodů určených technologií GPS bude mít dostatečně přesné souřadnice polohové a výškové. Tím pozbude opodstatnění zásada budovat body postupným zhušťováním a dělení bodů na řády a na třídy přesnosti. Taktéž využitím prostředků matematické statistiky při zpracování všech měřených dat bude možné opustit mnohá kritéria dopustných odchylek a ponechat pouze souřadnicovou přesnost určení.

Pro oblast polohových sítí navrhuji zásadní změnu v rozdělení bodů. Na základě současných družicových technologií doporučuji body dělit na dvě skupiny stabilizovaných bodů a skupinu dočasných bodů (účelových), tedy:

- 1) **definiční body** - body určené v souřadnicovém systému NDS s vysokou přesností, umožňující jednoduché připojení dalších typů bodů a zaručující dlouhodobou neměnnost své polohy (body kvalitně stabilizované). Převážná většina těchto bodů bude mít též souřadnice v S-JTSK určené s polohovou přesností trigonometrického bodu, čímž se umožní stanovení regionálních transformačních vztahů mezi NDS a S-JTSK;

- 2) **výchozí body** - body umožňující přímé souřadnicové navázání geodetických nebo mapovacích prací v místě zájmu. Pro tyto body se souřadnice v S-JTSK určují s relativní přesností lepší než 5 cm vzhledem k definičním bodům. Budou mezi ně zařazeny současné trigonometrické a zhušťovací body, popřípadě body 2. třídy přesnosti PBPP, a nové body určené metodou GPS, protínáním nebo polygonovými pořady s navázáním na definiční nebo ověřené výchozí body v systému NDS a do S-JTSK transformované. Pro zpřesnění transformace se část výchozích bodů ztotožňuje s body, které mají souřadnice v S-JTSK. Při výpočtu souřadnic a stanovení jejich přesnosti se vždy užijí metody matematicko-statistického modelování;

- 3) **podrobné body** - převážně trvale nestabilizované body nutné pro provádění geodetických nebo mapovacích prací. Relativní přesnost jejich určení bude záviset na účelu jejich využití.

Poznámka: Pro určování normálních výšek technologií GPS bude nutné z rozdílů elipsoidických a normálních výšek na výchozích bodech a dalších metod vytvořit stále se zpřesňující soubor výšek kvazigeoidu pro celé státní území.

Výše uvedené pracovní označení skupin bodů bylo voleno záměrně, aby si čtenář uvědomil jejich zcela jiné členění. Později bude vhodnější vrátit se k označení původnímu, tj.:

- **základní bodové pole**, které bude zahrnovat všechny definiční body;
- **zhušťovací bodové pole**, které bude zahrnovat trigonometrické body nezahrnuté do základního bodového pole, zhušťovací body a některé body 2. třídy přesnosti PBPP a všechny další trvale stabilizované body určené technologií GPS nebo klasicky v NDS;
- **podrobné bodové pole**, které bude zahrnovat všechny ostatní většinou trvale nestabilizované body potřebné pro mapovací a měřické práce.

3. Vztah nového NDS k ostatním civilním souřadnicovým systémům

3.1. Zajištění vztahu mezi NDS a S-JTSK

Pro zajištění vazby mezi přesným NDS a S-JTSK přichází v úvahu použití nelineárních transformací, které relativně sníží velikost zbytkových souřadnicových rozdílů na identických bodech. Tato situace byla modelována na vztahu mezi souřadnicovým systémem S-JTS a S-JTSK, přičemž nejlepší výsledky dala bikvadratická transformace podle prof. Ing. M. Cimbálníka, DrSc., která byla použita pro výpočet transformačních klíčů ze souřadnic na bodech AGS. Střední zbytková polohová odchylka m byla 21 cm a maximální odchylka pak 48 cm. Pro běžné body ČSTS lze zcela jistě očekávat polohové odchylky o několik decimetrů větší.

Z předběžně zpracovaných souřadnic NDS ze sítě 0. řádu byl vypočten transformační klíč sedmiprvkové prostorové transformace do S-JTS. Maximální zbytková polohová odchylka byla 54 cm. Tento maximální a zbytkový rozdíl ukazuje na celkem dobrou shodu mezi předběžným NDS a pracovním S-JTS.

Z provedených zkoušek vyplývá:

1) jakýkoliv typ analytické transformační funkce mezi družicovým souřadnicovým systémem a S-JTSK použitý pro území republiky dává velké zbytkové rozdíly souřadnic (odchylky) na identických bodech, které bude nutno řešit dodatečnou transformací (dotransformací). Proto doporučuji použít co nejjednodušší typ transformace;

2) pro dotransformaci se může použít analytická transformační funkce (kvadratická, kubická...), dvojrozměrná splainová funkce, transformační funkce určená metodou kolokací či modifikovaná Jungova transformace. Výběr metody musí vycházet z velkých možností počítačů a jejich softwaru. Dále by metoda měla umožňovat rychlou reakci na změnu množiny identických (definičních) bodů a na případné změny velikostí odchylek na těchto bodech;

3) z detailní analýzy S-JTSK na základě S-JTS máme k dispozici rozdíly souřadnic obou systémů na bodech I. až IV. řádu na počítačovém médiu. Dále je připraven software pro aktualizaci souborů hodnot souřadnicových rozdílů čtvercové sítě 1 x 1 km a jejich interpolaci pro zadané souřadnice.

V současné době je ve VÚGTK (J. Kostelecký, L. Zajíček) dokončována technologie programového zajištění převodu výsledků GPS do S-JTSK. Bylo zpracováno několik variant a jako vhodné se pro různé účely navrhuje:

a) **pro lokální účelové sítě** - lokální síť GPS se vyrovná jako volná s jedním daným bodem, jehož souřadnice se získají transformací Křovákových souřadnic do WGS 84. Vyrovnaná síť se transformuje do S-JTSK a zbytkové souřadnicové rozdíly na identických bodech se odstraní dotransformací;

b) **pro doplnění ČSTS (prozatímní řešení)** - lokální síť se vyrovná ve WGS 84 jako v bodě a). Vyrovnané souřadnice se nejdříve transformují do S-JTS s dotransformací a pro převod do S-JTSK se připočtou vyinterpolované odchylky (rozdíly souřadnic) mezi S-JTS a S-JTSK;

c) **cílové řešení** - pro všechny práce vyžadující výsledky měření GPS v S-JTSK. Základním předpokladem je ustanovení národního družicového souřadnicového systému (NDS) a připojování sítí GPS na definiční body (viz odst. NDS). Pak jediným celostátním transformačním klíčem se souřadnice z NDS převedou do pomocného S-JTSG a k němu se připočtou opravy do S-JTS a opravy z S-JTS do S-JTSK.

Přesnost výsledných souřadnic bude záviset na hustotě definičních bodů v dané oblasti a lze ji zvýšit případným zavedením dodatečných korekcí ze zbytkových rozdílů na dalších identických bodech ČSTS v S-JTSK. Při využití pouze současných 18 bodů 0. řádu odhaduji maximální rozdíly souřadnic do 50 cm. Po doplnění sítě definičních bodů na asi 100 bodů (mohou být využity všechny body GPS identické s body ČSTS zaměřené v NDS) rozdíly do 20 cm a střední chybu souřadnic v S-JTSK okolo 8 cm. Pokud se síť GPS připojí minimálně na jeden bod ČSTS s ověřenými souřadnicemi v S-JTSK a o zbytkový rozdíl se opraví souřadnice nově určených bodů, čímž bude zajištěn relativní vztah bodů určených GPS a okolních bodů ČSTS se střední polohovou chybou lepší než 5 cm.

Pro přesné práce, kdy je nutné současné připojení na již existující body ČSTS a body určené GPS (doplnění a zhuštění ČSTS), bude nutné zavádět dodatečné opravy ze zbytkových souřadnicových rozdílů na identických bodech. Jejich hustota bude záviset na velikosti lokálních deformací (zjištěné při analýze S-JTSK), přičemž se ve většině případů vystačí s jedním až třemi identickými body v TL (10 x 10 km).

Připomínám, že opakovatelnost určení souřadnic v NDS při dodržení běžné technologie je možná s maximálním absolutním rozdílem souřadnic do 5 cm, tj. střední chybou asi 2 cm.

3.2. Zajištění vztahu NDS ke katastrálním mapám

Pro převod obsahu katastrálních map do digitální formy je nutné určit transformační vztah mezi souřadnicovým systémem stabilního katastru a novým souřadnicovým systémem. K tomu je nutné souřadnicově zaměřit situační body katastrální mapy a provést transformaci mapových souřadnic do nového souřadnicového systému. Jako nový souřadnicový systém se může použít jak NDS, tak S-JTSK.

4. Návrh technologie prací v NDS

Aby byly výsledky určování souřadnic bodů technologií GPS plně využitelné, je nutné všechny lokální sítě GPS připojovat na body NDS a u bodů totožných s body ČSTS určovat vztahy mezi NDS a S-JTSK. Všechny výsledky mající vazbu na S-JTSK je žádoucí centrálně vyhodnocovat a evidovat.

Všechny typy geodetických aparatur GPS jsou schopny při poměrně krátké době observace zajistit absolutní přesnost polohových souřadnic v NDS s chybou menší než 5 cm. Metody GPS je též možno použít pro všechny typy geodetických prací. Nejvhodnější, vybrané technologie určování souřadnic v NDS je třeba upravit podle typu přijímače (aparatury) a softwaru.

Při rozvíjení lokálních sítí jednofrekvenčními aparaturami a při použití firemních softwarů (tj. bez přesných efemerid a SA) je připojení nutné nejméně na jeden definiční bod NDS a nevzdálat se od něj o více než o 15 až 20 km. Při přesných pracích se bude samozřejmě připojovat na více definičních bodů. Pro zajištění této technologie prací by bylo nutné současnou síť bodů 0. řádu zhustit asi o 100 až 200 dalších definičních bodů, tak aby výsledná průměrná vzdálenost mezi nimi byla 20 km a maximální byla 30 km.

Jiné možnosti poskytují dvoufrekvenční aparatury, nasazené pro zhuštění sítě definičních bodů v průběhu zaměření lokálních sítí. K tomu jsou ověřovány dvě technologie:

Prvá předpokládá zaměření připojovací sítě definičních bodů o stranách asi 30 km s navázáním na minimálně 2 až 3 body 0. řádu nebo na definiční body již dříve určené. Přitom observační doba na zaměření připojovací sítě obvykle nepřekročí jeden den.

Druhá technologie, v současné době ověřovaná ve VÚGTK, vychází z možnosti přímého určení souřadnic definičního bodu s navázáním na permanentní stanici GPS Pecný. Pro zpracování současně měřených dat na stanici Pecný a na novém bodě je nutno použít přesných efemerid, tzn. použití Bernského softwaru, který byl VÚGTK zakoupen. Doba observace bude záviset na vzdálenosti od permanentní stanice GPS Pecný, avšak nikdy nepřekročí dva dny. Pro měřickou skupinu tento postup prakticky neznamená časovou ztrátu, neboť současně s navazovacím měřením se mohou určovat okolní podrobné body lokální sítě.

Pro přesné a velmi přesné práce bude vhodné kombinovat obě technologie. Takto určovaná síť definičních bodů bude mít dvojitý užitek. Jednak bude umožňovat připojování lokálních sítí do NDS, a to jak sítě GPS, tak i sítě kombinované s klasickými. Dále pak umožní stále zpřesňovat korekce souřadnic pro přechod z NDS do S-JTSK.

Poznámky: 1) Navrhovaný národní družicový souřadnicový systém je národní realizací (mutací) celosvětového systému ITRF. Tento systém se liší zhruba o 2 m v poloze od WGS 84, ve kterém jsou počítány „broadcast“ efemeridy (ty však mají ještě nižší přesnost - kolem 30 m), ale relativní vztah mezi body lze určit s přesností 10^{-6} , případně i lepší. Proto je nutné konvencí definovat souřadnice nejméně jednoho bodu a ostatní body k němu (k nim) relativně vztahovat. Z tohoto důvodu se buduje síť 0. řádu a zajišťuje její navázání na evropskou síť přes systém ITRF.

Protože v současné a v nejbližší době nebude celá evropská síť včetně naší definitivně zpracována, vezme se první rigoróznější zpracování našeho 0. řádu navázaného na síť EUREF a síť 0. řádu SRN a Rakouska za konvenční základ NDS. Tím bude umožněno okamžité měření v NDS. Další budoucí zpřesnění se může udělat až při přechodu na nový geodetický systém. Případné změny souřadnic budou menší než jeden až dva decimetry. Lze předpokládat, že přesné souřadnice bodů evropské sítě budou v sobě zahrnovat i jejich časové změny, způsobené geodynamickými vlivy.

2) V NDS se budou určovat a uchovávat zeměpisné souřadnice a elipsoidické výšky. Pro převod do S-JTSK se užití existující programy pro prostorovou transformaci zeměpisných souřadnic z elipsoidu WGS 84 na Besselův elipsoid a pro jejich přepočtení do roviny Křovákova zobrazení (S-JTSG) a dále pro připojení korekcí do S-JTSK. Pro přesné práce (ČSTS apod.) se ještě připojí opravy k souřadnicím ze zbytkových rozdílů souřadnic na identických bodech, tj. na bodech ČSTS zahrnutých do sítě GPS.

Pro zpřesňování převodu bude nutné centrálně ukládat a analyzovat zbytkové souřadnicové rozdíly na identických bodech a na jejich podkladě zpřesňovat korekce mezi S-JTSG a S-JTS.

3) Po zavedení NDS pro GPS budou sítit požadavky na jeho využívání pro přesné geodetické práce, kde se budou kombinovat GPS a klasické měřické technologie. Proto je třeba najít takovou formu převodu zeměpisných souřadnic do roviny, která by zajistila minimální směrové a délkové korekce měřených dat (pro menší lokality nejlépe žádné). Možná řešení:

a) zachovat Křovákovo zobrazení, přičemž:

- zahájit používání pracovního mezisystému převodu NDS - S-JTSG, tj. transformovat zeměpisné souřadnice z NDS na Besselův elipsoid a převést je do roviny Křovákova zobrazení na rovinné souřadnice Y, X . Rozdíly souřadnic mezi S-JTSG a S-JTSK budou do 3 metrů. Systém JTSG bude mít některé vlastnosti S-JTS, tj. měřítko asi $-6,6$ mm/km a azimutální natočení pro Českou republiku od $6''$ do $11''$;
- přepočítat zeměpisné souřadnice B, L z elipsoidu GRS 80 na Besselův (ten by byl nasazen na jeden identický bod s nulovou výškou geoidu nad Besselovým elipsoidem) a převést je na rovinné souřadnice Y, X Křovákova zobrazení. Tyto souřadnice se budou od S-JTSK lišit v průměru o 100 a 50 m pro Y a X . Rovinná síť bude pak mít správné měřítko a bude bez azimutálního zkreslení. Převod souřadnic z takto definovaného systému rovinných souřadnic do S-JTSK bude bez problémů;

b) zavedení zcela nového systému, např. v návaznosti na okolní státy.

4) Technologii GPS jsou určovány elipsoidické výšky. Jejich relativní přesnost je 5 až 10 cm. Výšky používané v geodetické praxi se od výšek elipsoidických liší o výšky kvazigeoidu. Pro běžnou potřebu mapování pravděpodobně zcela postačí přidání korekcí elipsoidických výšek z výšek kvazigeoidu, určených z rozdílů na definičních bodech NDS. Otázkou využitelnosti elipsoidických výšek určených GPS pro přesnější práce se zabývá VÚGTK.

5. Využití GPS pro geodetickou praxi

V návaznosti na předchozí text doporučuji na přechodnou dobu zavést pro polohy bodů tři dekadické souřadnicové systémy a dva souřadnicové systémy stabilního katastru. Cílem bude plynule přejít na jediný moderní souřadnicový systém.

5.1. Charakteristiky jednotlivých souřadnicových systémů

A) Národní družicový souřadnicový systém (NDS) - moderní geocentrický vysoce přesný a v reálném čase reprodukovatelný souřadnicový systém, kde elipsoidické souřadnice bodů (B, L, H) jsou vztaženy k elipsoidu GRS 80. Praktická realizace systému bude dána konvencionálními souřadnicemi bodů 0. řádu odvozenými z evropské družicové sítě. Z těchto základních bodů se rozvine družicovými, popřípadě i klasickými metodami sítí stabilizovaných bodů, které budou tvořit základ nového přesného geocentrického souřadnicového systému, do kterého bude možné v budoucnu převést všechny souřadnice bodů vedené v S-JTSK.

Tento moderní geocentrický systém bude využitelný pro spojení sítí s okolními státy a bude též využitelný pro geodynamické cíle - některé body mohou být součástí evropské geodynamické sítě.

B) Zpřesněný souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální S-JTSG, kde koncové G vyjadřuje základní zdroj zpřesnění v technologii GPS. Pro zpřesnění se využije též pracovní souřadnicový systém JTS. Jeho základní charakteristiky jsou: referenční Besselův elipsoid, Křovákovo zobrazení, měřítko $-6,6$ mm/km, azimutální natočení $6''$ až $11''$ a rovinné souřadnice pro odlišení od S-JTSK zvětšené o 1 milion (tzn. Y souřadnice větší než 1 000 000 a X souřadnice větší než 1 900 000).

Základ sítě bude tvořen body určenými GPS, její umístění, orientace a rozměr budou získány prostorovou sedmiprvkovou transformací souřadnic bodů v NDS do pracovního systému JTS. Tím nebude tvar sítě GPS deformován. Prostředky matematického modelování se ze zbytkových souřadnicových rozdílů mezi souřadnicemi transformovanými z NDS a souřadnicemi v S-JTS u identických bodů vypočtou korekce souřadnic bodů pro převod z S-JTS do S-JTSG. K těmto korekcím se připočtou obdobně získané korekce z S-JTSK do S-JTS. Pouhým spojením korekcí se získají datové soubory pro přepočítání souřadnic z S-JTSK do S-JTSG a naopak.

C) Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální, nám velmi dobře známý S-JTSK.

D) Souřadnicové systémy map stabilního katastru (Gusterberg, Sv. Štěpán).

5.2. Účel jednotlivých souřadnicových systémů

A) NDS bude souřadnicovým systémem pro body určené metodou GPS a napojené na body tohoto systému. Bude zahrnovat body 0. řádu GPS a další trvale stabilizované body určené v NDS. Dokumentovat se budou označení bodu, elipsoidické zeměpisné souřadnice a výška vztažené k elipsoidu GRS 80 nebo kartézské geocentrické souřadnice X, Y, Z a dále atributy přesnosti určení souřadnic, způsob určení (v síti, vektorem, software, efemeridy...) a identita s body ČSTS. Mimo tyto základní údaje bude vhodné uchovávat složky měřených prostorových vektorů a jejich atributy.

Nové body se budou vždy připojovat na body NDS s ověřenou polohou. Pro určení polohy se doporučuje:

a) nový bod určit ze simultánního měření na novém bodě a bodě s permanentním provozem (např. Pecný nebo Polom v dohodnutém období). Doba observace bude hlavně záviset na vzdálenosti od permanentní stanice a nepřekročí 1 den. Pro vektory delší než 30 km se vyžaduje zpracování Bernským univerzitním programem (ČVUT nebo VÚGTK);

b) nový bod se připojí k bodu 0. řádu obdobně jako v případě a);

c) pro určení poloh nových (nového) bodů se zřídí síť nebo polygon s připojením na nejméně dva ověřené body NDS. Při délkách stran do 10 až 15 km je možno použít jednofrekvenční přijímače a firemní software.

Pro větší délky stran bude nutné použít dvoufrekvenční přijímače a při délkách stran nad 30 km navíc ještě univerzitní software.

Pro ověření polohy daných bodů se doporučuje porovnat polohové složky prostorového vektoru mezi danými body vypočtené z nového určení a vypočtené z dokumentovaných souřadnic (nebo dokumentovaného vektoru). Rozdíl by neměl překročit hodnotu:

$$2.5 \times (20 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \times \text{vzdálenost v km}).$$

Pro výškovou složku se doporučuje kritická hodnota

$$2.5 \times (50 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \times \text{vzdálenost v km}).$$

B) Zpřesněný S-JTSG bude souřadnicovým systémem pro práce v ZPBP a v PBPP 1. třídy přesnosti (ZhB). Výsledné souřadnice se budou převádět do S-JTSK a dokumentovat se budou v databázi ISZBP.P, kde se pro každý bod ČSTS nebo ZhB povedou souřadnice v S-JTSK, rozdíl souřadnic mezi S-JTSK a S-JTSG, dále kód způsobu jejich získání a střední chyby určení souřadnic v S-JTSG (např. v databázi ISZBP.P je uvažováno).

S-JTSG se bude dále užívat pro přesné práce inženýrské geodzie. Správcem by měl být ZÚ Praha a využívat by jej měly hlavně katastrální úřady I.

C) S-JTSK nadále ponechat jako základní souřadnicový systém pro velkoměřítkové mapování a pro pozemkový katastr. Až bude většina velkoměřítkového mapového díla (metrického samozřejmě) převedena do digitální formy, pak bude možno jednorázově a velmi rychle převést všechny souřadnice z S-JTSK do moderního souřadnicového systému. Jeho základem musí být NDS nebo jeho zpřesněná podoba; zůstává pouze otevřena otázka případné volby nového rovinného souřadnicového systému.

D) Katastrální mapy v souřadnicových systémech stabilního katastru se budou postupně převádět do digitální formy a transformovat do nového souřadnicového systému (S-JTSK nebo S-JTSG). Pro transformaci se doporučuje považovat každé katastrální území za transformační jednotku (mapy byly vyhotovovány po katastrálních územích bez vyrovnání styků na jejich hranicích) a zaměřit dostatečný počet identických bodů na pozemkových hranicích. Při transformaci na souřadnice rohů listů katastrální mapy vypočtené na základě „identických“ trigonometrických bodů triangulace pro stabilní katastr a ČSTS vzniknou několikametrové chyby a nepravidelné deformace.

5.3. Realizace

Realizace předloženého návrhu je z větší části programově zajištěna a modelově odzkoušena. Před rozšířením programu bude vhodné jednotlivé programy spojit do uceleného programového systému a připravit datové soubory pro jednotlivá zájmová území. Pro převod z S-JTSG do S-JTSK a naopak budou dodány rozdíly souřadnic v čtvercové síti 1 x 1 km členěné po ZTL, tj. matice 50 x 50. Vztah mezi souřadnicemi bude dán

$$\begin{aligned} Y_k &= Y_g - 1\,000\,000 + dY, \\ X_k &= X_g - 1\,000\,000 + dX, \end{aligned}$$

kde dX a dY se vypočtou interpolačním programem z matice souřadnicových rozdílů. Pro lepší odlišení se v S-JTSG bude uvádět souřadnice X_g před Y_g .

6. Závěr

Na území ČR jsou pro civilní potřebu nejvíce používány souřadnicové systémy map stabilního katastru. Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (JTSK) měl být základem nového pozemkového katastru. Své uplatnění našel převážně pro práce inženýrské geodzie. Užití dalších lokálních systémů je nepatrné, a proto se o nich nezmiňujeme.

Družicová technologie GPS a rozvoj počítačových grafických softwarů vytvářejí velmi příznivé podmínky pro revoluční přechod do moderního souřadnicového systému, zajišťující vysokou přesnost a snadnou reprodukovatelnost, a to vše v nebyvale krátké době. Pro plné využití vysoké relativní přesnosti technologie GPS je nezbytné v co nejkratší době vybudovat nový národní družicový systém. To znamená určit souřadnice dostatečného počtu stabilizovaných bodů pro připojování GPS sítí a pro určení transformačních vztahů k současnému S-JTSK.

Doufám, že předložený návrh se stane impulzem pro hledání nejjvhodnější cesty přechodu na moderní geodetické základy vycházející z technologií kosmické geodezie.

Literatura:

- [1] CIMBÁLNÍK, M.: Improvement of the accuracy of national coordinate systems using global systems. Stud. geophys. geod., **35**, 1991, s. 133.
- [2] KOSTELECKÝ, J.: Převod výsledků měření aparaturami GPS při použití zpracovatelského software TRIMVEC a TRIMNET do souřadnicového systému JTSK. [Výzkumná zpráva.] Zdičky, VÚGTK 1993.
- [3] ZAJÍČEK, L.: Využití výsledků vyrovnání Československé trigonometrické sítě v souřadnicovém systému S-1942/83 pro zkvalitnění informací o systému S-JTSK. Geod. a kartogr. Obz., **38**, 1992, č. 11.
- [4] ZAJÍČEK, L.: Doplnění ČSTS technologií GPS... In: Sbor. topogr. Služby, 1993. - V tisku.

Došlo 16. 12. 1993

Přesnost převodu bodů V. řádu do S-1942/83

Úvod

Analýza přesnosti bodů základního polohového pole převedeného do S-1942/83 byla rozdělena do dvou částí. První část týkající se testování kvality vyrovnaných bodů I. až IV. řádu byla ukončena v r. 1990 [2] a druhá část věnovaná transformaci souřadnic zbývajících bodů v r. 1992 [3].

Je třeba zdůraznit, že polohové rozbory bodů V. řádu byly zahájeny značně opožděně, když pracovníci VS 090 a VTOPÚ v Dobrušce začali sestavovat programy pro praktický převod souřadnic bodů a kdy již bylo rozhodnuto použít u nás zatím málo známé Jungovy transformace.

Základní transformační rovnice jsou dány obecným aritmetickým průměrem posunů identických bodů

$$x_p = X_p + \frac{\sum p_i \Delta X_i}{\sum p_i}, \quad y_p = Y_p + \frac{\sum p_i \Delta Y_i}{\sum p_i}, \quad (1)$$

x_i, y_i – souřadnice bodů v S-1942/83,

X_i, Y_i – souřadnice bodů JTSK převedené do Gaussova zobrazení,

$\Delta X_i, \Delta Y_i$ – souřadnicové rozdíly identických bodů ($\Delta X_i = x_i - X_i, \Delta Y_i = y_i - Y_i$),

p_i – váhy transformovaných souřadnicových rozdílů,

P – index transformovaného bodu.

Souřadnice X_i, Y_i byly získány postupným převodem bodů JTSK na Besselův elipsoid a do Gaussova zobrazení tak, aby souřadnicové osy odpovídajících šestistupňových pásů byly rovnoběžné.

Váhy p_i jsou podle Junga zvoleny nepřímo úměrné kvadrátům vzdálenosti S_i mezi transformovanými a identickými body

$$p_i = \frac{k}{S_i^2}.$$

Identické body byly zpravidla voleny do vzdálenosti $S_i = 5$ km.

Všechny výpočetní programy byly zpracovány v Dobrušce, stejně jako všechny programy, které jsem požadoval pro kontrolní výpočty a k přibližnému odhadu polohové přesnosti transformovaných bodů. Zejména děkuji za ochotné zpracování a odladění programů a za výpočty pro dodatečnou konformní kvadratickou transformaci bodů IV. řádu a k testování přesnosti pplk. Ing. Viliamu Vátrtovi, CSc., a mjr. Ing. Leonardu Prouzovi.

Výpočty v rozbořech bodů V. řádu podle navrženého postupu s názornými grafickými výstupy zpracoval pplk. Ing. Viliam Vátr, CSc., [4] a rtm. Luděk Šesták a rtm. Otakar Růžička v soutěžní studentské práci [7]. Obě práce prošly obhajobou v r. 1992. Výpočty a grafy průměrných rozdílů souřadnic identických bodů vyhotovili posluchači rtm. Ilja Sušánka a rtm. Martin Pytlík [6].

V předloženém článku jsou stručně uvedeny rozbory transformace obecnými aritmetickými průměry a některé statistické údaje vycházející z kvadratické konformní transformace bodového pole JTSK do S-1942/83. Obraz o kvalitě transformovaných bodů V. řádu poskytuje závěrečná tať.

1. Vlastnosti transformace

Teoretickými rozbory lze prokázat, že jakoukoliv transformací bodů V. řádu se do určité míry poruší vysoká kvalita bodů IV. řádu, vyrovnaných metodou nejmenších čtverců (MŇČ).

Hlavní zásady pro použití transformace obecnými aritmetickými průměry posunů identických bodů lze shrnout do několika bodů:

- transformovat lze jen bodové pole, jehož souřadnicové osy jsou v obou systémech rovnoběžné;
- značnou pozornost je třeba věnovat volbě vah;
- výslednou polohu transformovaného bodu nejvíc ovlivňují nejbližší identické body;
- k odhadu polohové přesnosti transformovaných bodů nelze použít transformačních rovnic.

Skutečné chyby ϵ_{xP} , ϵ_{yP} transformovaného bodu P jsou dány vztahy [3]

$$\epsilon_{xP} = \frac{\sum (p\epsilon x) - \sum (p\epsilon X)}{\sum p} + \frac{\sum p \sum (\Delta X \epsilon p) - \sum (p\Delta X) \sum \epsilon p}{(\sum p)^2}, \quad (2)$$

$$\epsilon_{yP} = \frac{\sum (p\epsilon y) - \sum (p\epsilon Y)}{\sum p} + \frac{\sum p \sum (\Delta Y \epsilon p) - \sum (p\Delta Y) \sum \epsilon p}{(\sum p)^2},$$

kde

$\epsilon_{x_i}, \epsilon_{y_i}$ – relativní skutečné chyby identických bodů v novém souřadnicovém systému x, y ,

$\epsilon_{X_i}, \epsilon_{Y_i}$ – relativní skutečné chyby stejných bodů ve starém systému X, Y ,

ϵ_{p_i} – skutečné chyby relativních vah.

V chybovém rozboru byly zkoumány čtyři hlavní zdroje chyb:

- nerovnoběžnost souřadnicových os,
- váhy souřadnicových rozdílů,
- chyby identických bodů,
- nesterjnorodost transformovaných bodových polí.

1.1. Nerovnoběžnost souřadnicových os

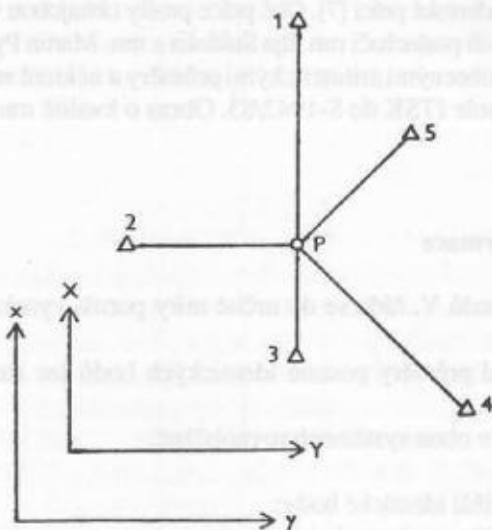
Nerovnoběžnost os obou souřadnicových systémů působí chyby v poloze transformovaných bodů. Jejich velikost je závislá především na rozbíhavosti os, na rozložení identických bodů vzhledem k bodům transformovaným, na volbě vah a na kvalitě identických bodů.

Nerovnoběžnost os se projeví v chybové rovnici (2) jako chyby $\epsilon_{x_i}, \epsilon_{y_i}$ identických bodů v souřadnicovém systému x, y . Velikost chyb $\epsilon_{xP}, \epsilon_{yP}$ transformovaného bodu je závislá na celkovém rozmístění bodů. Např. při rovnoměrně rozložených identických bodech vzhledem k bodu transformovanému jsou chyby $\epsilon_{xP}, \epsilon_{yP}$ nulové. Chyby narůstají při nepravidelném rozložení bodů a mohou dosahovat značné velikosti zejména v případech, kdy identické body leží jen na jedné straně vůči bodu P .

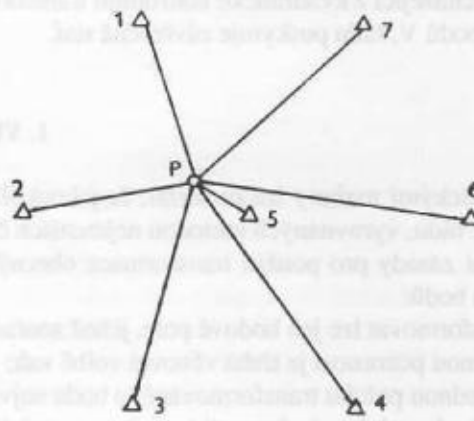
K praktickému ověření jednotlivých chyb bylo zvoleno 17 modelů, kdy bod P je určen ze 3 až 12 identických bodů. Dva modely jsou uvedeny na obr. 1 a 2. U prvního modelu jsou vzdálenosti transformovaného bodu P k identickým bodům

$S_{P1} = 4,00$ km
 $S_{P2} = 3,00$ km
 $S_{P3} = 2,00$ km
 $S_{P4} = 4,24$ km
 $S_{P5} = 2,83$ km

$S_{P1} = S_{P2} = 3,06$ km
 $S_{P3} = S_{P7} = 4,16$ km
 $S_{P4} = S_{P6} = 5,03$ km
 $S_{P5} = 1,15$ km



Obr. 1



Obr. 2

v rozmezí 2,0 km až 4,2 km. V druhém modelu dosahují vzdálenosti 1,2 km až 5,0 km. Přitom byly zvoleny shodné obrazce vytvořené identickými body v obou souřadnicových systémech. Nerovnoběžnost souřadnicových os byla zvolena 10". Souřadnice bodů, souřadnicové rozdíly ΔX_i , ΔY_i a váhy p_i pro první model jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Souřadnice identických bodů 1, 2, 3, 4, 5 (obr. 1) v souřadnicových systémech x, y a X, Y , souřadnicové rozdíly $\Delta X_i (= x_i - X_i)$, $\Delta Y_i (= y_i - Y_i)$ a dvoje relativní váhy p_i . Osy X, Y jsou pootočený od os x, y o úhel $\gamma = 10''$.

Číslo bodu	x_i (m)	y_i (m)	X_i (m)	Y_i (m)
1	54 000,000	20 000,000	53 400,000	20 049,806
2	50 000,000	17 000,000	49 399,855	17 050,000
3	48 000,000	20 000,000	47 400,000	20 050,097
4	47 000,000	23 000,000	46 400,145	23 050,145
5	52 000,000	22 000,000	51 400,097	22 049,903
	251 000,000	102 000,000	248 000,097	102 249,951

Číslo bodu	ΔX_i (m)	ΔY_i (m)	$p_i = \frac{20}{S_i^2}$	$p_i = \frac{10}{S_i^2}$
1	+600,000	-49,806	1,25	2,50
2	+600,145	-50,000	2,22	3,33
3	+600,000	-50,097	5,00	5,00
4	+599,855	-50,145	1,11	2,36
5	+599,903	-49,903	2,50	3,54
	+2999,903	-249,951	12,08	16,73

Transformovaný bod P má souřadnice

$$X_P = 53\,400,00 \text{ m}, Y_P = 20\,050,00 \text{ m}.$$

K transformaci byly zvoleny nejprve váhy $p_i = 20/S_i^2$ (v km^{-2}). Výsledné souřadnice vypočtené podle rovnic (1) jsou

$$x_P = 53\,999,993 \text{ m}, y_P = 19\,999,987 \text{ m}.$$

Ve shodných obrazcích bodů v obou soustavách, z kterých příklad vychází, má však bod P souřadnice

$$\bar{x}_P = 54\,000,000 \text{ m}, \bar{y}_P = 20\,000,000 \text{ m}.$$

Odchylky

$$\epsilon x_P = x_P - \bar{x}_P = -0,007 \text{ m}, \epsilon y_P = y_P - \bar{y}_P = -0,013 \text{ m},$$

$$\epsilon s = (x_P^2 + y_P^2)^{0,5} = 0,015 \text{ m}$$

jsou způsobeny výhradně nerovnoběžností souřadnicových os, která byla zvolena 10". Přitom vzdálenost žádné dvojice identických bodů nepřesahuje hodnotu 6,71 km, což odpovídá příčné odchylce 0,325 m.

Pro druhý typ vah $p_i = 10/S_i$ (km) dostaneme podle rovnice (1) souřadnice

$$x_P = 54\,000,012 \text{ m}, y_P = 20\,000,000 \text{ m}.$$

Odchylky $\epsilon x_P, \epsilon y_P, \epsilon s$ jsou v tomto případě nižší a dosahují hodnot

$$\epsilon x_P = +0,012 \text{ m}, \epsilon y_P = 0,000 \text{ m}, \epsilon s = 0,012 \text{ m}.$$

Ve druhém modelu, kde identické body tvoří pravidelný svazek trojúhelníků s centrálním bodem v těžišti, byl transformovaný bod P zvolen uprostřed těžnice spojující těžiště rovnostranného trojúhelníku 1, 2, 5 s bodem 5. Pro pootočení os X, Y vůči osám x, y o úhel $\gamma = 10''$ vycházejí odchylky souřadnic transformovaného bodu od jeho určené polohy o hodnoty

$$\epsilon x_p = -0,031 \text{ m}, \quad \epsilon y_p = -0,018 \text{ m}, \quad \epsilon s = 0,036 \text{ m}$$

pro váhy $p_i = 20/S_i^2$ a

$$\epsilon x_p = -0,033 \text{ m}, \quad \epsilon y_p = -0,019 \text{ m}, \quad \epsilon s = 0,038 \text{ m}$$

pro váhy $p_i = 10/S_i$.

Nerovnoběžnost souřadnicových os byla sledována v obou šestistupňových pásech (v 33. a 34. pásu). Z rozdílů ΔX_i , ΔY_i identických bodů byly vypočteny pro všechny triangulační listy průměrné hodnoty ΔX , ΔY a z nich sestaveny izočáry stejných souřadnicových rozdílů [5] (příloha 1 a 2). V 33. pásu dosahovaly izočáry ΔX velikosti od 617,8 m do 632,4 m a izočáry ΔY od 38,4 m do 51,8 m. Ve 34. pásu jsou izočáry o něco hustější. Izočáry ΔX jsou v rozmezí 629,4 m až 645,8 m a ΔY od -16,2 m do -8,8 m.

Z grafu je možno zjistit, že průměrný úhel identických os x , X dosahuje přibližně 7,0" ve 33. pásu a 9,3" ve 34. pásu. U os y , Y je rozbíhavost 7,1" ve 33. pásu a 9,2" ve 34. pásu. Porovnáním s modelovým příkladem stočení os $\gamma = 10''$ v tabulce 1 zjišťujeme, že stočení os dosahuje při převodu bodů V. řádu jen o trochu nižších hodnot. Příklad a další modely prokázaly, že je třeba počítat u transformovaných bodů se systematickými polohovými chybami c_{pr} , dosahujícími běžně centimetrové hodnoty anebo hodnot větších, v závislosti na míře nerovnoměrnosti rozložení identických bodů.

1.2. Váhy

I když v odborné literatuře je volba vah dílčím způsobem analyzována, má spíše empirický charakter. Obecně bývá volba vah uváděna ve tvaru [1]

$$p_i = \frac{k}{S_i^u} \quad (3)$$

Nejčastěji se podle Junga doporučuje, aby exponent u ve jmenovateli byl zvolen 2. Někdy se uvažuje $u = 1$. Wolf [1] upozorňuje na možnost nevolit u jako celé číslo. Při analýze praktických modelů je možno konstatovat, že volba vah pozbývá na významu jen za předpokladu dostatečné rovnoběžnosti souřadnicových os a při rovnoměrném (symetrickém) rozložení bodů kolem transformovaného bodu. Čím více transformace bodů nespĺňují uvedené podmínky, tím větší dostáváme odchylky ϵx_p , ϵy_p a v souřadnicích transformovaných bodů vzrůstají systematické chyby. Je dokonce patrné, že doporučovaná váha $p_i = k/S_i^2$ může někdy vést k větší odchylce ϵs než váhy $p_i = k/S_i$.

Systematické polohové chyby c_{pr} způsobené vlivem nepřesně stanovených vah vznikají tehdy, nejsou-li identické body rovnoměrně rozloženy kolem transformovaného bodu a nejsou-li souřadnicové osy x , y a X , Y dostatečně rovnoběžné. Obě podmínky nebyly při transformaci bodů V. řádu většinou plněny.

1.3. Vliv chyb identických bodů

Vliv chyb v poloze identických bodů v obou soustavách je vyjádřen prvními zlomky v rovnicích (2)

$$\epsilon x_p = \frac{\sum (p \epsilon x) - \sum (p \epsilon X)}{\sum p}, \quad \epsilon y_p = \frac{\sum (p \epsilon y) - \sum (p \epsilon Y)}{\sum p} \quad (4)$$

Označme-li

$$p_i \epsilon x_i - p_i \epsilon X_i = p_i \epsilon \Delta X_i, \quad p_i \epsilon y_i - p_i \epsilon Y_i = p_i \epsilon \Delta Y_i,$$

můžeme rovnice napsat ve tvaru

$$\epsilon x_p = \frac{\sum (p \epsilon \Delta X)}{\sum p}, \quad \epsilon y_p = \frac{\sum (p \epsilon \Delta Y)}{\sum p} \quad (5)$$

Z rovnic je patrné, že výsledné souřadnicové chyby ϵ_{xP} , ϵ_{yP} jsou dány obecnými aritmetickými průměry skutečných chyb souřadnicových rozdílů identických bodů $\epsilon\Delta X_i$, $\epsilon\Delta Y_i$. Při náhodném rozdělení skutečných chyb ϵx_i , ϵy_i , ϵX_i , ϵY_i jsou výsledné chyby ϵ_{xP} , ϵ_{yP} zpravidla o něco nižší. Ve vzorcích (4) a (5) je třeba uvažovat jen relativní souřadnicové chyby vztahující se přímo k území s identickými body v obou souřadnicových soustavách.

Při transformaci bodových polí je významným požadavkem testovat stupeň různorodosti identických bodů. Všechny používané typy transformací v ZPBP a v jiných přesných sítích bývají založeny na MNC, která mimo jiné umožňuje výpočet souřadnicových oprav v_{xi} , v_{yi} transformovaných identických bodů. Jejich střední hodnota poskytuje objektivní informaci o relativních rozdílech obou sítí a o použitelnosti transformační metody.

Rovnice pro transformaci obecnými aritmetickými průměry rozdílů souřadnic identických bodů neposkytují souřadnicové odchylky identických bodů po jejich transformaci. K testování různorodosti identických bodů je třeba použít speciálních metod. Jedním přibližným způsobem je zvolení jiné transformační metody, např. podobnostní, kvadratické konformní a dalších, které poskytují opravy v_{xi} , v_{yi} a dovolují vyloučit nevhodné identické body. Jinou cestou je např. porovnání délek S_i mezi transformovanými a identickými body v obou souřadnicových soustavách. Lze také analyzovat rozptyl souřadnicových rozdílů ΔX_i , ΔY_i . Jde však o určité komplikace, které vedou k závěru, že použitá aplikace Jungovy transformace neumožňuje jednoduchý odhad kvality identických bodů.

1.4. Nestejnorodost identických bodů

Při transformaci souřadnic se odhadují relativní chyby identických bodů zpravidla vždy v omezeném prostoru, v kterém se odvozují a pro který platí transformační rovnice. Protože u Jungovy transformace neexistují odchylky identických bodů, navrhl jsem použít ke zjišťování různorodosti bodových polí konformní kvadratickou transformaci. Vzhledem ke krátkosti času a požadavku tehdejšího topografického oddělení Generálního štábu urychleně dokončit převod bodů do S-1942/83 došlo ke kompromisu počítat transformační klíče jen pro ZTL, tedy pro čtverce 50 km x 50 km, místo doporučeného rozměru TL (10 km x 10 km). Je zřejmé, že transformované území je příliš velké, takže v některých částech ZTL zákonitě dochází ke značně velkým rozdílům souřadnic identických bodů daných v S-1942/83 a transformovaných z S-JTSK. Proto všechny souřadnicové opravy v_{xi} , v_{yi} ve všech ZTL byly redukovány zvlášť do každého TL k průměrným opravám v_{x0j} , v_{y0j} danými vztahy

$$v_{x0j} = \frac{\sum v_{xw}}{n_j}, \quad v_{y0j} = \frac{\sum v_{yw}}{n_j}, \quad (6)$$

$$V_{xw} = v_{xw} - v_{x0j}, \quad V_{yw} = v_{yw} - v_{y0j}$$

kde V_{xw} , V_{yw} jsou redukované opravy, index j značí číslo TL ($j = 1, 2, 3, \dots, 25$) a n_j počet identických bodů.

Redukované opravy slouží k odhadu relativní nestejnorodosti identických bodů v každém TL a pak i v ZTL. Střední hodnoty V_{x0j} , V_{y0j} redukovaných oprav v TL se počítají z rovnic

$$V_{x0j}^2 = \frac{\sum V_{xw}^2}{n_j}, \quad V_{y0j}^2 = \frac{\sum V_{yw}^2}{n_j} \quad (7)$$

a střední hodnoty V_{x0k} , V_{y0k} pro celý ZTL z obdobných rovnic

$$V_{x0k}^2 = \frac{(\sum V_{x0j}^2 n_j)_k}{(\sum n_j)_k}, \quad V_{y0k}^2 = \frac{(\sum V_{y0j}^2 n_j)_k}{(\sum n_j)_k} \quad (8)$$

Index k je číslo ZTL ($k = 1, 2, 3, \dots, 80$).

Střední hodnoty obou druhů souřadnicových oprav jsou uvedeny v práci [7]. K posouzení nestejnorodosti identických bodů jsou vhodnější střední polohové odchylky V_{sj} , V_{sk} , které jsou nezávislé na orientaci souřadnicových os a které získáme součtem kvadrátů středních hodnot redukovaných oprav

$$V_{sj}^2 = V_{x0j}^2 + V_{y0j}^2, \quad (9)$$

$$V_{sk}^2 = V_{x0k}^2 + V_{y0k}^2.$$

Střední polohové odchylky V_{sj} jsou sestaveny v [3] a V_{sk} v tabulce 2. V tabulce 3 jsou uvedeny střední polohové odchylky V_{st} vypočtené pro TL stejného čísla j ze všech ZTL. Lepší přehled o odchylkách V_{st} poskytuje obr. 3. I když střední hodnoty V_{st} mají značný rozptyl od 26 mm do 35 mm, je z obrázku zřejmé, že jsou do jisté míry rozloženy symetricky kolem středního sloupce, což svědčí o malém systematickém vlivu, vyplývajícím pravděpodobně ze značné velikosti transformovaného čtverce ZTL. Přesto střední souřadnicové opravy v TL s dostačující přesností podávají informace o kvalitě transformace identických bodů.

Střední hodnota σ , polohových odchylek V , identických bodů je pro všech 80 ZTL

$$\sigma_s = 30,2 \text{ mm.}$$

Číslování TL					Střední polohové odchylky V_{st} (mm)				
21	16	11	6	1	35	31	29	32	34
22	17	12	7	2	27	26	32	29	28
23	18	13	8	3	28	27	32	28	27
24	19	14	9	4	31	31	32	29	32
25	20	15	10	5	33	29	32	27	32

Obr. 3

Tabulka 2. Střední polohové odchylky V_{sk} (mm) v ZTL.

ZTL	V_{sk} (mm)	ZTL	V_{sk} (mm)	ZTL	V_{sk} (mm)	ZTL	V_{sk} (mm)	ZTL	V_{sk} (mm)
01	25	17	34	33	28	49	30	65	28
02	18	18	26	34	27	50	22	66	32
03	0	19	25	35	39	51	37	67	30
04	32	20	23	36	34	52	18	68	43
05	35	21	25	37	31	53	23	69	30
06	32	22	20	38	49	54	22	70	35
07	25	23	24	39	23	55	22	71	28
08	24	24	26	40	25	56	33	72	21
09	24	25	34	41	21	57	39	73	30
10	0	26	31	42	19	58	35	74	17
11	28	27	48	43	20	59	40	75	24
12	25	28	24	44	25	60	32	76	24
13	39	29	20	45	33	61	32	77	41
14	25	30	24	46	40	62	24	78	-
15	28	31	26	47	37	63	25	79	0
16	32	32	23	48	50	64	27	80	-

Tabulka 3. Střední polohové odchylky V_{st} vypočtené ze všech TL stejného čísla.

ZTL	V_{st} (mm)	ZTL	V_{st} (mm)	ZTL	V_{st} (mm)	ZTL	V_{st} (mm)	ZTL	V_{st} (mm)
01	34	06	32	11	29	16	31	21	35
02	28	07	29	12	32	17	26	22	27
03	27	08	28	13	32	18	27	23	28
04	32	09	29	14	32	19	31	24	31
05	32	10	27	15	32	20	29	25	33

Zajímavé je porovnání této střední polohové odchylky σ , se střední hodnotou \overline{m}_P střední polohové chyby odvozené ze souřadnicového vyrovnání 27 070 bodů IV. řádu (včetně bodů překrytových) na celém území České a Slovenské republiky [2]

$$\overline{m}_P = 15,9 \text{ mm.}$$

Polohová odchylka σ , je o 90 % vyšší než střední chyba \overline{m}_P . Prakticky jsme získali důkaz, že obě polohová pole IV. řádu (v S-1942/83 a v S-JTSK) jsou různorodá a při jejich využití k transformaci je třeba počítat s proměnlivou relativní polohovou odchylkou identických bodů vyjádřenou statistickou střední hodnotou 0,03 m. Proto musíme u ZPBP v S-1942/83 vycházet ze skutečnosti, že body IV. řádu mají vyšší polohovou přesnost než transformované body V. řádu.

2. Statistické údaje z kontrolní kvadratické konformní transformace

K získání obrazu o polohové přesnosti transformovaných bodů V. řádu bylo použito 11 náhodně vybraných ZTL č. 11, 16, 20, 27, 35, 40, 43, 47, 61, 63 a 66 (obr. 4). Celkově jde tedy o výběr jedenácti ZTL z 80, z nichž pohraniční a č. 35 jsou neúplné. Přibližně byla analyzována šestina TL. Většinu výpočtů vykonal podle mých pokynů nrtm. Dederá [5].

V rozboru byly sledovány a statisticky zpracovány (mimo jiné)

- transformační klíče kvadratické konformní transformace;
- rozpětí Δx_k průměrných souřadnicových odchylek;
- střední hodnoty redukováných souřadnicových odchylek σx , σy , a polohových odchylek σs ;
- transformované body V. řádu, jejichž souřadnicové odchylky přesáhly zvolenou kritickou hodnotu.

2.1. Transformační klíče

V kvadratické konformní transformaci byly použity transformační rovnice

$$x_P = x_0 + a x_r - b y_r + c (x_r^2 - y_r^2) - 2d x_r y_r, \quad (10)$$

$$y_P = y_0 + b x_r + a y_r + d (x_r^2 - y_r^2) + 2c x_r y_r.$$

Vzhledem k malému stočení souřadnicových os (7,0" a 9,2") jsou koeficienty a u všech rovnic přibližně rovny jedné a koeficienty b velmi malé, blízké nule. Přibližně je možno považovat odchylku koeficientů a od jedné za průměrnou změnu měřítka $\delta\mu$ mezi oběma souřadnicovými systémy (tabulka 4). Změna měřítka se u zkoumaných listů pohybovala od -2,7 mm do +12,8 mm na 1 km. Přitom je třeba podotknout, že převažuje změna měřítka kladná (u 8 analyzovaných listů) a jen u dvou listů je změna záporná. U ZTL č. 11 je prakticky $\delta\mu$ nulové.

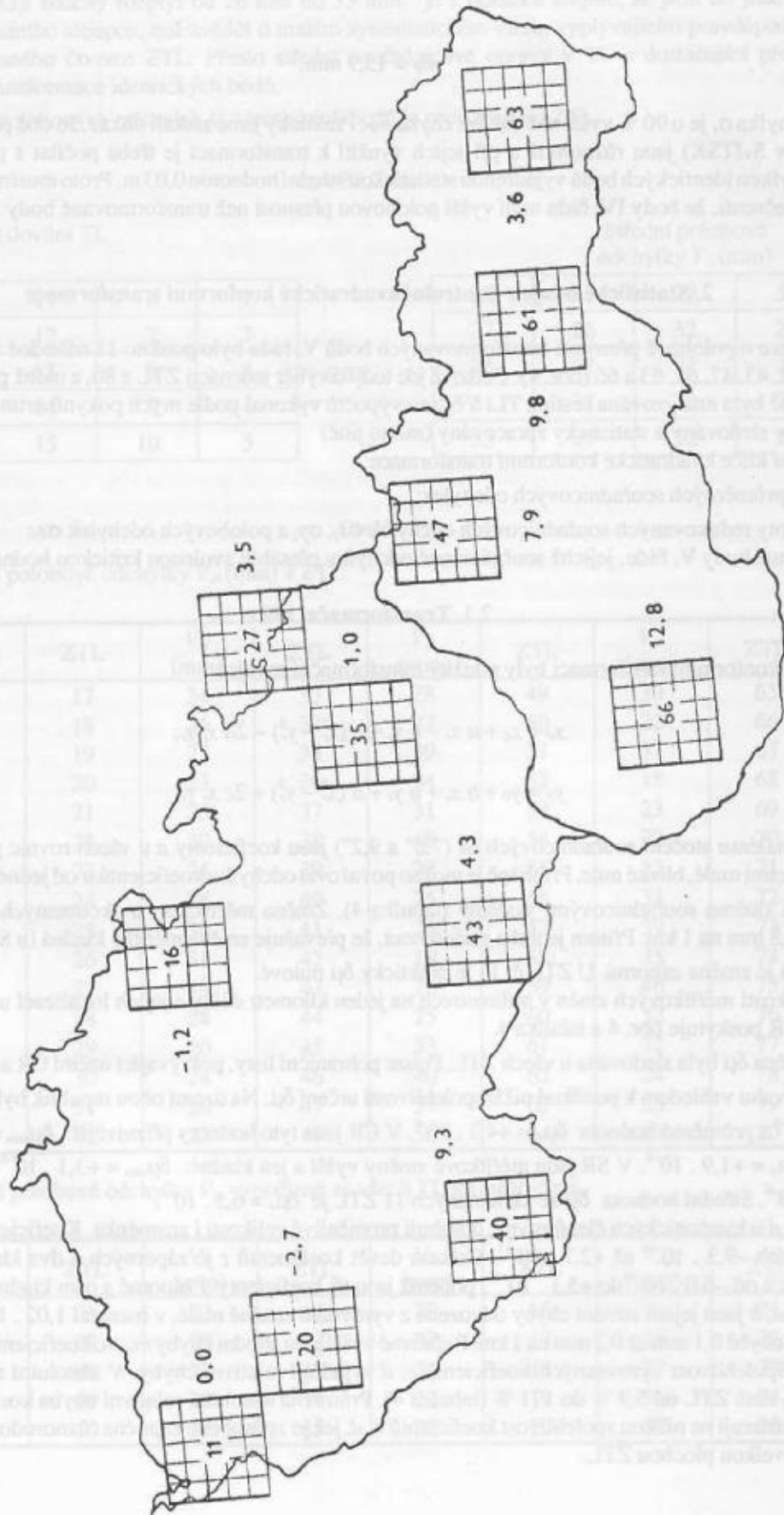
Přehled o velikosti měřítkových změn v milimetrech na jeden kilometr délky a jejich lokalizací u 11 sledovaných listů na území ČR a SR poskytuje obr. 4 a tabulka 4.

Měřítková změna $\delta\mu$ byla sledována u všech ZTL. Pouze pohraniční listy, pokrývající území ČR a SR méně než z 50 %, nebyly brány v úvahu vzhledem k poněkud nižší spolehlivosti určení $\delta\mu$. Na území obou republik byly $\delta\mu_{\min} = -3,3 \cdot 10^{-6}$, $\delta\mu_{\max} = 16,3 \cdot 10^{-6}$ a průměrná hodnota $\delta\mu_x = +4,7 \cdot 10^{-6}$. V ČR jsou tyto hodnoty příznivější: $\delta\mu_{\min} = -3,3 \cdot 10^{-6}$, $\delta\mu_{\max} = +9,3 \cdot 10^{-6}$ a $\delta\mu_x = +1,9 \cdot 10^{-6}$. V SR jsou měřítkové změny vyšší a jen kladné: $\delta\mu_{\min} = +3,1 \cdot 10^{-6}$, $\delta\mu_{\max} = +16,3 \cdot 10^{-6}$ a $\delta\mu_x = +9,3 \cdot 10^{-6}$. Střední hodnota $\delta\mu$ ze zkoumaných 11 ZTL je $\delta\mu_x = 6,5 \cdot 10^{-6}$.

Koeficienty c , d u kvadratických členů rovnic dosahují proměnlivé velikosti i znaménka. Koeficient c je u zkoumaných 11 listů v hranicích $-9,3 \cdot 10^{-11}$ až $+2,7 \cdot 10^{-11}$. Celkem devět koeficientů c je záporných a dva kladné. Koeficient d se pohybuje v mezích od $-6,0 \cdot 10^{-11}$ do $+5,1 \cdot 10^{-11}$, přičemž jsou tři koeficienty d záporné a osm kladných.

U koeficientů a , b jsou jejich střední chyby odvozené z vyrovnání značně malé, v rozmezí $1,02 \cdot 10^{-7}$ až $2,39 \cdot 10^{-7}$, což odpovídá střední chybě 0,1 mm až 0,2 mm na 1 km. Relativně vyšší jsou střední chyby m_c , m_d koeficientů c , d od $0,436 \cdot 10^{-11}$ do $1,53 \cdot 10^{-11}$. Spolehlivost vyrovnaných koeficientů c , d vyjadřují relativní chyby. V absolutní míře dosahují hodnot u analyzovaných listů ZTL od 5,9 % do 171 % (tabulka 4). Průměrná absolutní relativní chyba koeficientů c , d je 41 %. Relativní chyby ukazují na nízkou spolehlivost koeficientů c , d , jež je způsobena zejména různorodostí transformovaných bodových polí a velkou plochou ZTL.

a) Přehled ZTL vybraných k analýze polohové přesnosti transformovaných bodů V. řádu
 b) Přibližné měřítkové změny $\delta\mu \cdot 10^6$



Obr. 4

Ukazatelem nestejnorodosti identických bodů IV. řádu je také střední souřadnicová chyba m_{xy} transformovaných bodů, charakterizující přesnost transformace. V tabulce 4 jsou sestaveny chyby m_{xy} pohybující se v rozmezí 30 mm až 75 mm podle velikosti.

Tabulka 4. Přibližné měřítkové změny $\delta\mu$ v ZTL, relativní střední chyby m_c , m_d koeficientů transformačních rovnic a střední souřadnicové chyby m_{xy} transformovaných bodů IV. řádu. Hodnoty jsou seřazeny podle velikosti ve vybraných 11 ZTL.

ZTL	$\delta\mu$ (10^6)	ZTL	m_c (%)	ZTL	m_d (%)	ZTL	m_{xy} (mm)
20	-2.7	40	5.9	20	7.4	63	30
16	-1.2	47	6.1	40	10	11	32
11	0.0	66	8.0	47	12	20	34
35	+1.0	43	20	61	14	43	36
27	+3.5	35	20	66	19	40	37
63	+3.6	61	23	43	20	27	42
43	+4.3	63	23	63	26	66	45
47	+7.9	16	52	16	28	47	47
40	+9.3	20	60	27	36	61	51
61	+9.8	27	72	11	145	35	66
66	+12.8	11	123	35	171	16	75

2.2. Rozpětí průměrných souřadnicových odchylek v TL

Průměrné opravy v_{x0j} , v_{y0j} , vypočtené podle rovnic (6) z identických bodů IV. řádu [5] pro všechny TL, byly použity k redukci odchylek

$$\delta x_{ij} = x_{ij} - x'_{ij}, \quad \delta y_{ij} = y_{ij} - y'_{ij} \quad (11)$$

transformovaných bodů V. řádu. V rovnicích značí x_{ij} , y_{ij} souřadnice získané Jungovou transformací a x'_{ij} , y'_{ij} souřadnice stejných bodů P , převedených do S-1942/83 kvadratickou konformní transformací v j -tém TL. Redukované odchylky δx_{0j} , δy_{0j} jsou vyjádřeny vztahy

$$\delta x_{0j} = \delta x_{ij} - v_{x0j}, \quad \delta y_{0j} = \delta y_{ij} - v_{y0j}. \quad (12)$$

Tabulka 5. Rozpětí Δx_k , Δy_k , Δxy_k průměrných redukovaných souřadnicových odchylek δx_j , δy_j ve vybraných 11 ZTL.

ZTL	Δx_k (mm)	Δy_k (mm)	Δxy_k (mm)
11	51	84	68
63	103	110	106
27	97	116	106
20	129	95	112
43	106	145	126
40	132	139	136
61	184	190	187
47	130	249	190
66	146	237	192
35	212	237	224
16	248	246	247

Ve vybraných ZTL byly odvozeny pro každý TL průměrné odchylky

$$\delta x_j = \frac{\sum \delta x_{0v}}{l_j}, \quad \delta y_j = \frac{\sum \delta y_{0v}}{l_j}, \quad (13)$$

kde l_j je počet transformovaných bodů V. řádu v j -tém TL. Hodnoty průměrných odchylek jsou tabelovány v [5]. Obraz o kvalitě transformovaných bodů V. řádu je možno získat i z velikosti rozpětí Δx_k středních odchylek Δx_k , Δy_k v jednotlivých ZTL daného rovnici

$$\Delta x_k = \frac{\Delta x_k + \Delta y_k}{2}, \quad (14)$$

kde Δx_k , Δy_k značí rozpětí v souřadnicích x a y ,

$$\Delta x_k = \delta x_{j_{\max}} - \delta x_{j_{\min}}, \quad \Delta y_k = \delta y_{j_{\max}} - \delta y_{j_{\min}}.$$

Rozpětí Δx_k , Δy_k , Δx_{y_k} jsou uvedena v tabulce 5 a na obr. 5. Na stejném obrázku jsou připojeny i střední souřadnicové chyby m_{xy} transformovaných identických bodů IV. řádu. Pořadí hodnot m_{xy} a Δx_{y_k} v tabulkách 4 a 5 je sestaveno podle velikosti. Porovnáním obou parametrů zjišťujeme, že jejich pořadí spolu dobře koresponduje, což svědčí o jejich podobných vlastnostech k posuzování stupně identity bodových polí v S-1942/83 a JTSK.

2.3. Střední hodnoty σ_x , σ_y , σ_s redukovaných souřadnicových a polohových odchylek

Z redukovaných souřadnicových odchylek δx_{0v} , δy_{0v} mezi souřadnicemi získanými Jungovou a kvadratickou konformní transformací se vypočítají v TL jejich střední hodnoty σ_x , σ_y , a střední polohové odchylky σ_s podle vzorců

$$\sigma x_j^2 = \frac{\sum \delta x_{0v}^2}{l_j}, \quad \sigma y_j^2 = \frac{\sum \delta y_{0v}^2}{l_j}, \quad \sigma s_j^2 = \sigma x_j^2 + \sigma y_j^2. \quad (15)$$

Obě střední souřadnicové odchylky σ_x , σ_y redukované k průměrným opravám v_{x0j} , v_{y0j} jsou vypočteny v [4]. Přehled o jejich minimálních a maximálních velikostech poskytuje tabulka 6. Maximální střední polohové odchylky $\sigma_{s_{\max}}$ a rozpětí středních polohových odchylek $\Delta \sigma_s (= \sigma_{s_{\max}} - \sigma_{s_{\min}})$ pro vybraných 11 ZTL jsou sestaveny v tabulce 7 podle velikosti. Pořadí obou odchylek $\sigma_{s_{\max}}$ a $\Delta \sigma_s$ je velmi podobné. V malé míře se však pořadí obou veličin shoduje s pořadím rozpětí průměrných souřadnicových odchylek Δx_k a střední souřadnicové chyby m_{xy} .

2.4. Transformované body V. řádu s velkými odchylkami

Všechny body V. řádu byly vypočteny Jungovou transformací. K přibližné kontrole jejich kvality byly také převedeny konformní kvadratickou transformací pomocí rovnic odvozených pro jednotlivé ZTL. Ze dvojích souřadnic byly vypočteny souřadnicové odchylky δx_i , δy_i , a ty byly redukovány k průměrům v_{x0j} , v_{y0j} v každém TL (6). Redukované odchylky δx_{0v} , δy_{0v} dávají přibližný obraz o kvalitě transformovaných bodů V. řádu. Analýza odchylek na 11 ZTL je dostatečným podkladem k získání informací o množství bodů s velkými souřadnicovými rozdíly u převedených bodů. V diplomové práci [5] byly ve vybraných 11 ZTL sestaveny všechny body s redukovanými souřadnicovými odchylkami většími než 50 mm. V tabulce 8 jsou uvedeny počty bodů s většími odchylkami, minimální a maximální odchylky δx_{0i} , δy_{0i} (min) δx_{0i} , δy_{0i} (max) a rozpětí Δx_{y0i} těchto odchylek. Tabulka prokazuje, že tento přibližný postup umožňuje zjistit nižší spolehlivost většího počtu převedených bodů V. řádu než u identických bodů IV. řádu.

Tabulka 6. Minimální a maximální střední souřadnicové odchylky $\sigma_{x_{jmin}}$, $\sigma_{x_{jmax}}$, $\sigma_{y_{jmin}}$, $\sigma_{y_{jmax}}$ a polohové odchylky $\sigma_{S_{jmin}}$, $\sigma_{S_{jmax}}$ redukované k průměrným souřadnicovým opravám v_{x0j} , v_{y0j} ve vybraných 11 ZTL.

ZTL	$\sigma_{x_{jmin}}$ (m)	$\sigma_{x_{jmax}}$ (m)	$\sigma_{y_{jmin}}$ (m)	$\sigma_{y_{jmax}}$ (m)	$\sigma_{S_{jmin}}$ (m)	$\sigma_{S_{jmax}}$ (m)
11	0,009	0,030	0,010	0,031	0,019	0,040
16	0,012	0,040	0,011	0,040	0,019	0,055
20	0,010	0,031	0,010	0,035	0,014	0,036
27	0,018	0,040	0,010	0,042	0,026	0,057
35	0,017	0,065	0,014	0,051	0,026	0,074
40	0,010	0,027	0,012	0,028	0,017	0,035
43	0,012	0,024	0,012	0,028	0,018	0,035
47	0,013	0,035	0,014	0,056	0,022	0,062
61	0,012	0,044	0,014	0,052	0,019	0,059
63	0,013	0,031	0,014	0,039	0,020	0,047
66	0,013	0,062	0,011	0,067	0,018	0,075

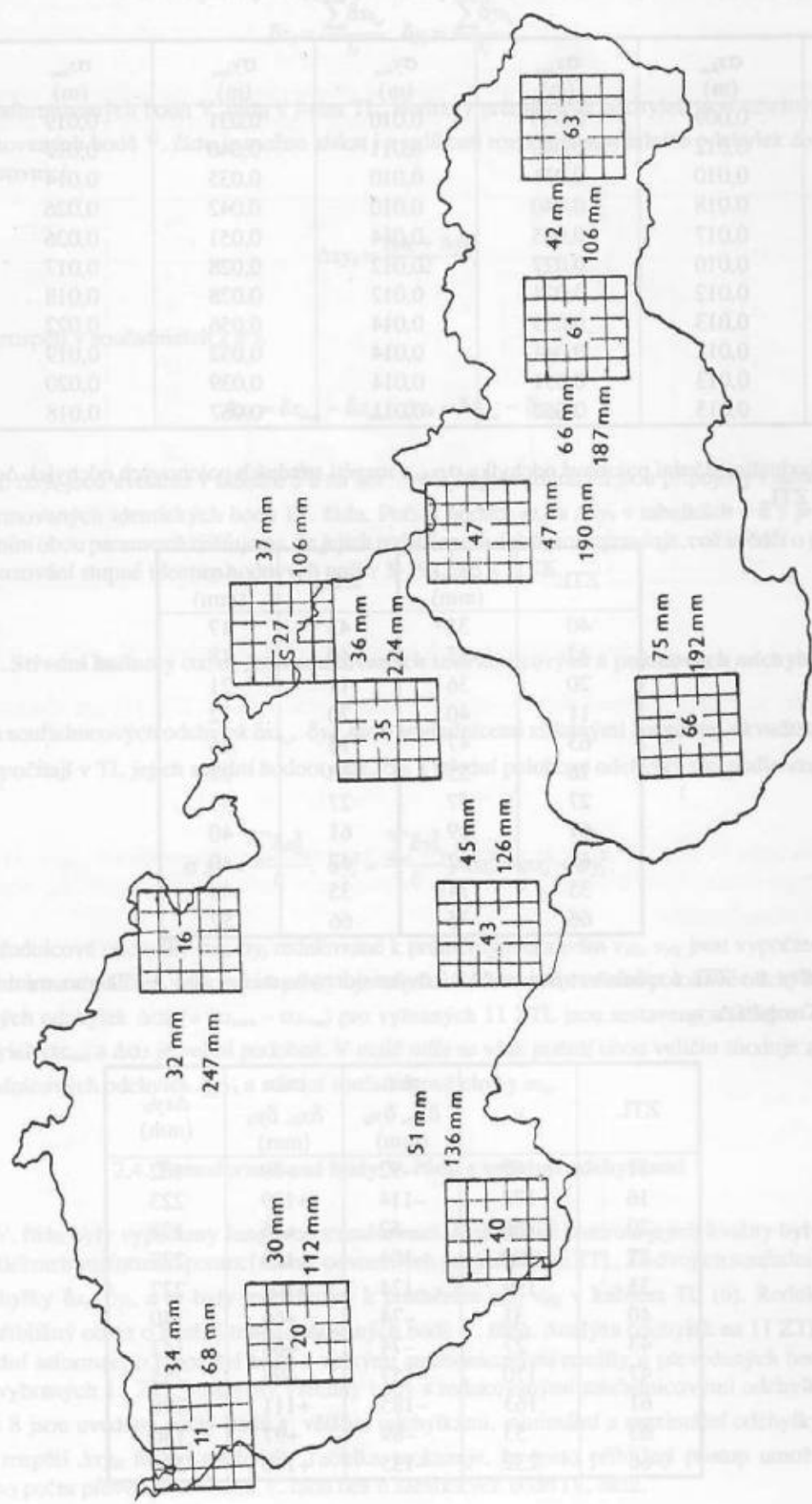
Tabulka 7. Maximální střední polohové odchylky $\sigma_{S_{max}}$ a rozpětí středních polohových odchylek $\Delta\sigma_S (= \sigma_{S_{max}} - \sigma_{S_{min}})$ ve vybraných 11 ZTL.

ZTL	$\sigma_{S_{max}}$ (mm)	ZTL	$\Delta\sigma_S$ (mm)
40	35	43	17
43	35	40	18
20	36	11	21
11	40	20	22
63	47	16	26
16	55	63	27
27	57	27	31
61	59	61	40
47	62	47	40
35	74	35	48
66	75	66	57

Tabulka 8. Počty v v ZTL s redukovanými souřadnicovými odchylkami δx_{0i} , $\delta y_{0i} > 150$ mm, minimální a maximální odchylky a jejich rozpětí $\Delta x y_{0i}$.

ZTL	v	min $\delta x_{0i}, \delta y_{0i}$ (mm)	max $\delta x_{0i}, \delta y_{0i}$ (mm)	$\Delta x y_{0i}$ (mm)
11	60	-92	+70	162
16	172	-114	+109	223
20	56	-62	+76	138
27	200	-104	+123	227
35	159	-124	+103	227
40	31	-74	+66	140
43	27	-74	+68	142
47	170	-157	+98	255
61	163	-185	+111	296
63	53	-89	+97	186
66	232	-135	+176	311

- a) Střední souřadnicové chyby m_{xy} , transformovaných identických bodů IV. řádu
- b) Rozpětí Δxy_k středních souřadnicových odchylek



Obr. 5

3. Odhad polohové přesnosti transformovaných bodů V. řádu

Nejvhodnějším a nejspolehlivějším odhadem polohové přesnosti je porovnání transformovaných souřadnic bodů V. řádu se souřadnicemi získanými vyrovnáním MNČ z měřených veličin. Protože vyrovnané polohy bodů MNČ nebyly v potřebném množství k dispozici, bylo nutné použít některých nepřímých přibližných metod, které poskytují obraz o spolehlivosti použité Jungovy transformace. Různé dílčí rozborů a statistické průzkumy prokázaly přítomnost systematických chyb, na kterých se podílely zejména čtyři hlavní chybové složky

- různorodost bodových polí (body IV. řádu v S-JTSK a v S-1942/83);
- nerovnoběžnost souřadnicových systémů;
- změna měřítka a nepřesnost vah;
- střední polohová chyba původně vyrovnaných bodů V. řádu v S-JTSK.

Odvození rovnic pro odhad střední polohové chyby m_{p5} bodů V. řádu je obtížné a prakticky nereálné. Pro přibližný odhad polohové chyby vyjdeme z předpokladu, že jednotlivé chybové složky jsou na sobě nezávislé, takže je možno psát

$$m_{p5}^2 = m_i^2 + m_r^2 + m_v^2 + m_p^2, \quad (16)$$

kde

- m_i - odhad polohové chyby vypočtené z transformace bodů IV. řádu,
- m_r - střední polohová chyba vyplývající z nerovnoběžnosti os obou souřadnicových systémů,
- m_v - střední polohová chyba způsobená změnou měřítka a chybami ve vahách,
- m_p - střední polohová chyba vypočtená ze souřadnicového vyrovnání bodů V. řádu v JTSK.

Hodnoty uvedených polohových chybových složek byly odhadnuty nebo jsou známy ze souřadnicového vyrovnání. Pro obvyklá dobrá určení bodů v síti V. řádu JTSK je možno dosadit hodnoty stanovené z celého území ČR a SR.

Střední polohovou chybu m_i přibližně určíme ze střední odchylky σ_i pomocí vztahu

$$m_i^2 = \frac{\sigma_i^2}{t}, \quad (17)$$

kde t je průměrný počet identických bodů. Pro $t = 4$ bude $m_i = 15$ mm.

Chyba m_r je závislá nejen na úhlu, který svírají osy x, X (y, Y) a který byl ve stati 1.1 uveden hodnotami 7,0" a 9,2" ve 33. a 34. pásu Gaussova zobrazení, ale i na rozložení identických bodů. V modelovém příkladě při nerovnoběžnosti 10" dosahovala velikost polohové chyby 12 mm a 15 mm. Je možno předpokládat, že odvozená střední hodnota chyby m_r je 12 mm pro dobrá určení bodů. Se zhoršující se konfigurací bodů IV. řádu však chyba m_r vzrůstá.

Střední polohovou chybu m_v je možno zanedbat, pokud identické body jsou přibližně rovnoměrně rozmístěny kolem transformovaného bodu. Její velikost se zvětšuje, pokud leží některý identický bod blízko transformovaného bodu nebo pokud jsou identické body rozloženy nerovnoměrně.

Poslední polohová chyba m_p byla počítána při souřadnicovém vyrovnání bodů V. řádu v síti JTSK, která byla dobudována v padesátých letech. Střední hodnota chyby m_p je udávána velikostí 9 mm.

Výslednou polohovou chybu m_{p5} je tedy možno přibližně odhadnout (jen při dobré konfiguraci bodů) ze vztahu

$$m_{p5} = (15^2 + 12^2 + 9^2)^{0.5} = 21 \text{ mm.} \quad (18)$$

Závěr

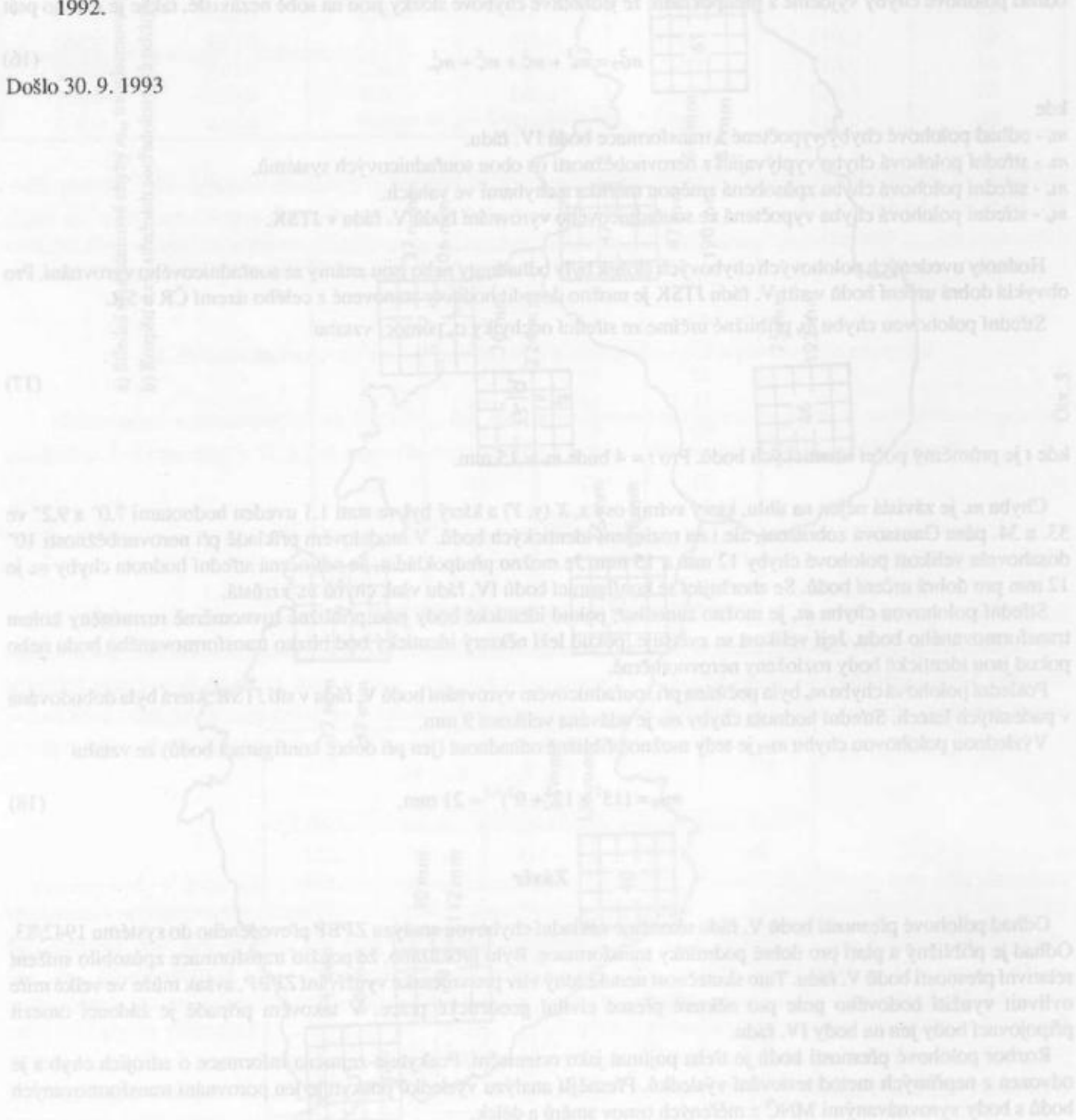
Odhad polohové přesnosti bodů V. řádu ukončuje základní chybovou analýzu ZPBP převedeného do systému 1942/83. Odhad je přibližný a platí pro dobré podmínky transformace. Bylo prokázáno, že použití transformace způsobilo snížení relativní přesnosti bodů V. řádu. Tato skutečnost nemá žádný vliv pro vojenské využívání ZPBP, avšak může ve velké míře ovlivnit využití bodového pole pro některé přesné civilní geodetické práce. V takovém případě je žádoucí omezit připojovací body jen na body IV. řádu.

Rozbor polohové přesnosti bodů je třeba pojímat jako orientační. Poskytuje zejména informace o zdrojích chyb a je odvozen z nepřímých metod testování výsledků. Přesnější analýzu výsledků poskytuje jen porovnání transformovaných bodů s body vyrovnávanými MNČ z měřených osnov směrů a délek.

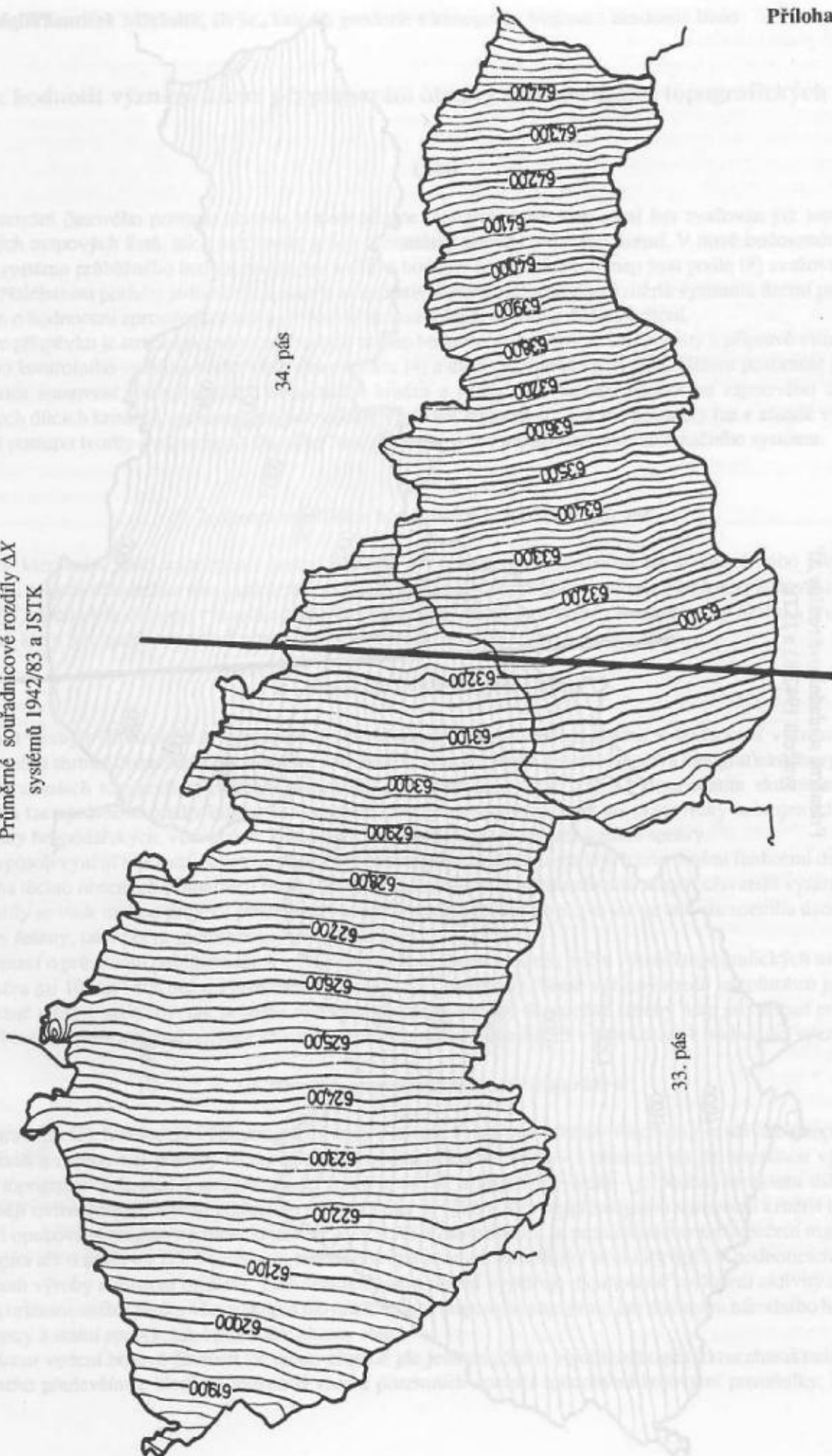
Literatura:

- [1] WOLF, H.: Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Bonn, Dümmlers Verlag 1968.
- [2] NEVOSÁD, Z.: Analýza souřadnicového vyrovnání bodů 1. až 4. řádu v S-1942/83. Brno, Voj. akademie 1991.
- [3] NEVOSÁD, Z.: Analýza převodu bodů 5. řádu do S-1942/83. [Výzkumná zpráva.] Brno, Voj. akademie 1992.
- [4] VATRT, V.: Analyticko-projekční příprava převodu geodetických základů ČSLA do jednotného systému koalice. [Kandidátská dizertace.] Brno 1989. - Voj. akademie.
- [5] DEDERA, V.: Analýza přesnosti trigonometrických sítí 5. řádu na území ČSFR. [Diplomová práce.] Brno 1992. - Voj. akademie.
- [6] SUŠÁNK, I. - PYTLÍK, M.: Analýza přesnosti identických bodů pro transformaci. Brno, Voj. akademie 1992.
- [7] ŠESTÁK, L. - RŮŽIČKA, O.: Odhad přesnosti transformace bodů 5. řádu. Brno, Voj. akademie 1992.
- [8] Geodetický systém 1942/83 na čs. území. Souhrnná informace o vzniku s přehledem prací. Praha, TS Čs. armády 1992.

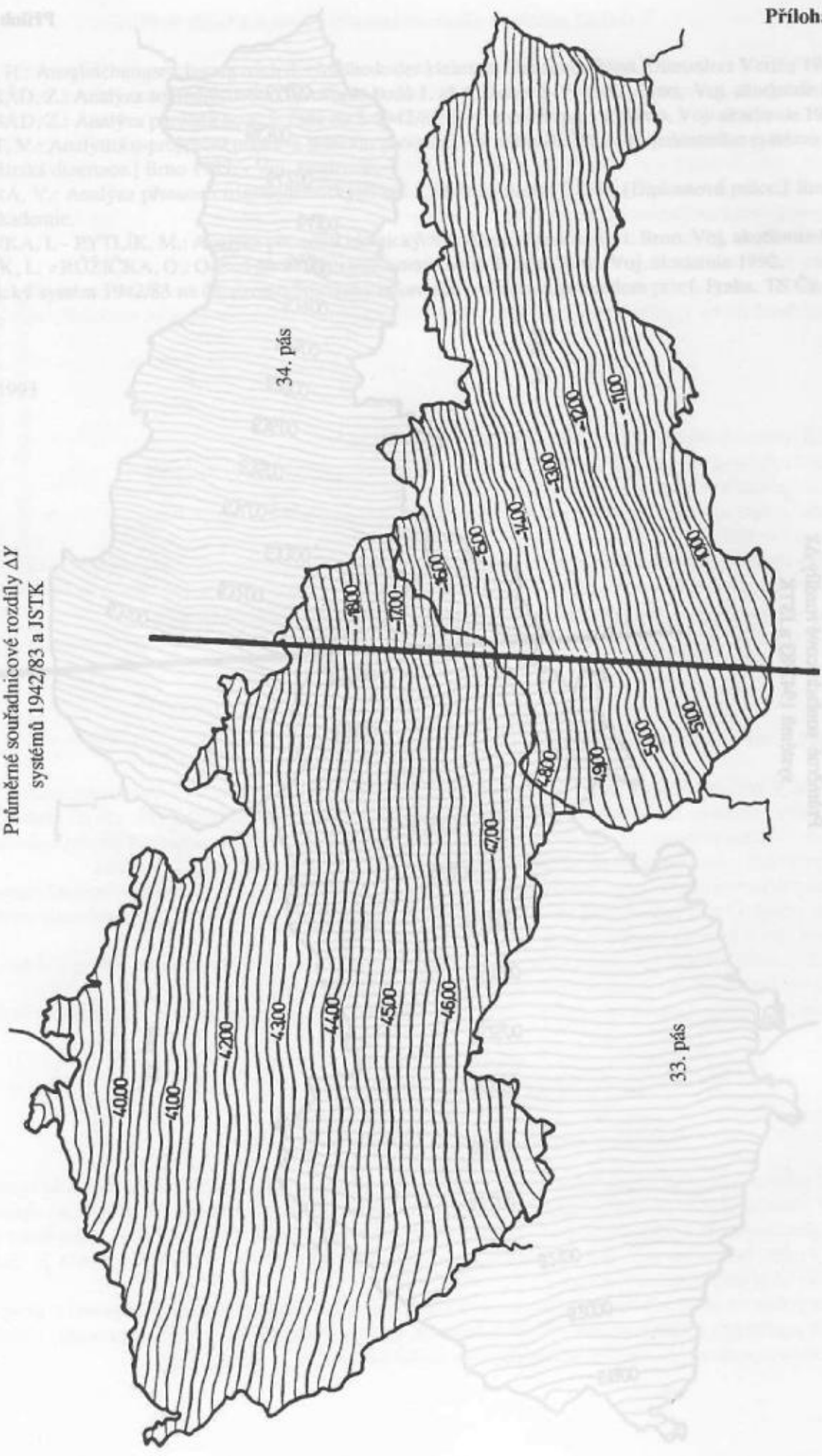
Došlo 30. 9. 1993



Průměrné souřadnicové rozdíly ΔX
systémů 1942/83 a JSTK



Průměrné souřadnicové rozdíly ΔY
systémů 1942/83 a JSTK



Jak hodnotit význam území při plánování obnovy a modernizace topografických map

1. Úvod

Při plánování časového postupu obnovy a modernizace topografických map musí být zvažován jak technický stav jednotlivých mapových listů, tak i naléhavost jejich uživatelské potřeby z daného území. V nově budovaném automatizovaném systému průběžného hodnocení jakosti a užitné hodnoty topografických map jsou podle [8] zvažována obě tato hlediska. Naléhavost potřeby jednotlivých map je kvantitativně hodnocena pomocí kritéria významu území pro uživatele. Jde ovšem o hodnocení zprostředkované a ovlivněné úrovní splnění několika dílčích kritérií.

V tomto příspěvku je stručně popsán a zdůvodněn postup hodnocení významu území použitý k přípravě vstupních údajů citovaného kontrolního systému podle ideového projektu [4] a dílčí výzkumné zprávy [9]. Hlavní pozornost je věnována problematice stanovení souboru dílčích hodnoticích kritérií a jejich vah, postupu hodnocení zájmového území podle stanovených dílčích kritérií i způsobu agregace dílčích výsledků hodnocení. Získané poznatky lze v zásadě využít též při plánování postupu tvorby a aktualizace digitální báze dat vojenského topografického informačního systému.

2. Stanovení dílčích hodnoticích kritérií a jejich vah

Význam kterékoliv části zájmového území je podle [8] posuzován v závislosti na skutečné nebo předpokládané naléhavosti, s jakou uživatelé z této části území vyžadují nebo pravděpodobně v budoucnu budou vyžadovat topografické mapy. Dílčí kritéria k hodnocení významu území by proto měla vyjadřovat takové charakteristiky území a jevy vztahující se k území, které tuto naléhavost buď přímo, nebo zprostředkovaně vyvolávají a podmiňují.

2.1. Průzkum uživatelských potřeb

Prvním a nezbytným krokem k vypracování zdůvodněného návrhu dílčích kritérií k hodnocení významu území je alespoň stručné shnutí dosavadních poznatků o tom, kdo, k čemu a v jakém rozsahu využívá topografické mapy. Vzhledem k charakteru našich topografických map, podrobněji zdůvodněnému např. v [3], a dosavadním zkušenostem s jejich využíváním lze oprávněně předpokládat, že i nadále budou tyto mapy využívány jak pracovníky ozbrojených složek, tak i pracovníky hospodářských, vědeckých, kulturních, sportovních aj. organizací a státní správy.

Účel i způsob využití topografických map lze v obecné rovině charakterizovat jejich primárními funkcemi definovanými v [8]. Váha těchto obecných primárních funkcí pravděpodobně nebude u jednotlivých skupin uživatelů výrazněji odlišná. Větší rozdíly se však mohou projevit především v rozsahu využití těchto map, a to jak ve smyslu rozsahu území, na němž jsou úlohy řešeny, tak i počtu spotřebovaných výtisků map.

Z informací o průzkumu publikovaných v [1] vyplývá, že celková spotřeba počtu výtisků topografických map v armádě je v průměru asi 10krát větší než u všech ostatních uživatelů dohromady. Tento výrazný rozdíl je způsoben jak rozdílnou úrovní běžné mírové spotřeby, tak zejména nutností vytvářet v armádě dostatečné zásoby map pro případ mimořádných událostí. Této struktuře a charakteristice uživatelů je proto nutné přizpůsobit též výběr kritérií k hodnocení významu území.

2.2. Návrh a zdůvodnění hodnoticích kritérií

Struktura kritérií k hodnocení významu území musí v zásadě vyjadřovat potřeby všech skupin uživatelů topografických map. Rozsah a naléhavost potřeby těchto skupin jsou však rozdílné. Proto - s ohledem na již zmíněnou výrazně vyšší spotřebu topografických map v armádě oproti jejich spotřebě u jiných uživatelů - je použitá struktura dílčích kritérií nejvýrazněji ovlivněna především potřebami obrany státu. K výběru a co nejpřesnějšímu vymezení kritérií bylo využito několikrát opakované rozpravy s funkcionáři TS AČR a ASR zabývajícími se problematikou zabezpečení mapami; řešení se však opírá též o závěry v [2]. Výsledkem tohoto postupu je návrh následující struktury dílčích hodnoticích kritérií.

1. Rozsah výroby a hustota osídlení. Tato charakteristika území vyjadřuje dlouhodobé rozložení aktivity a prostorově (územně) orientovaného zájmu všech skupin uživatelů těchto map; vyhovuje proto jak potřebám národního hospodářství, vědy, kultury a státní správy, tak i potřebám obrany státu.

2. Možnost vedení bojové činnosti. V tomto případě jde jednoznačně o vojenskogeografickou charakteristiku území, hodnoceného především z hlediska možnosti vedení pozemních operací soudobými bojovými prostředky. Rozhodující

přítom je hodnocení průchodnosti terénu, možnosti pozorování a vedení palby; vše posuzováno s ohledem na potřeby obrany země podle požadavků obranné doktríny.

3. Vzdálenost od státní hranice. Toto dílčí kritérium má rovněž význam především pro organizování obrany státního území; do určité míry však vyjadřuje též potřeby státních orgánů zabývajících se problematikou řízení dopravního a kontrolního režimu na státních hranicích.

4. Vojensko-politická situace v dané části území. Jde o proměnlivou charakteristiku vyjadřující možné narůstání nebezpečí vzniku ozbrojeného nebo jiného konfliktu na hranici s některým ze sousedních států. Stanovení úrovně splnění tohoto dílčího kritéria může vycházet jedině z komplexního hodnocení situace nejvyššími státními orgány.

2.3. Stanovení vah hodnoticích kritérií

Obecně je nutné předpokládat, že stanovená kritéria mají při kvantitativním hodnocení významu území rozdílnou váhu. Protože k určení těchto vah nejsou k dispozici nějaké objektivní postupy, je nutné vycházet z expertních odhadů ve smyslu doporučení uvedených např. v [5].

V rámci řešení výzkumného úkolu [9] byl připraven a odeslán písemný požadavek skupině expertů, jejichž úkolem bylo ohodnotit váhu jednotlivých dílčích kritérií ve stupnici 1 až 10. Navrátilo se celkem 15 vyplněných formulářů individuálních expertních hodnocení. Výsledky jejich zpracování jsou uvedeny v tab. 1.

Tabulka 1

Návrh vah hodnoticích kritérií

Poř. čís.	Název kritéria	Součet individuálních hodnocení	Váha kritéria
1	Rozsah výroby a hustota osídlení	93	0,268
2	Možnosti vedení bojové činnosti	117	0,337
3	Vzdálenost od státní hranice	82	0,236
4	Vojensko-politická situace	55	0,159
Σ		347	1,000

3. Způsob hodnocení podle jednotlivých kritérií

Zkušenosti získané při řešení výzkumného úkolu [9] ukázaly, že je vhodné při hodnocení významu území podle jednotlivých dílčích kritérií dodržovat některá obecná pravidla. Důležité je zejména použití jednotné posuzovací stupnice s rostoucí hodnotou při rostoucím významu území a použití jednotné plošné jednotky (rozlišovací úrovně) při všech dílčích hodnoceních. V daném případě byla zvolena jednotná stupnice se střední hodnotou 1,00 (pro vlastní území) a plocha území zobrazená na topografických mapách jednotlivých měřítek.

3.1. Hodnocení podle rozsahu výroby a hustoty osídlení

Nejsou-li k dispozici přesnější statistické údaje např. ze sčítání lidí, domů a bytů apod., lze k danému účelu použít i některých přibližných postupů. Vhodné je např. nejdříve vytvořit (pomocí výřezů topografických map) grafické porovnávací etalony s rozdílným stupněm zaplněnosti obsahu polohopisu mapy. Hustotu zaplněnosti těchto etalonů pak kartometricky změřit a kvantitativně vyjádřit buď v absolutních, nebo relativních jednotkách. Porovnáním takto ohodnocených etalonů s obsahem kterékoliv topografické mapy stejného měřítka lze kvantitativně ohodnotit též území zobrazené na této mapě. I když nejsou takto získané údaje zcela totožné s obsahem definovaného dílčího kritéria, lze je k účelu hodnocení významu území s dostatečnou spolehlivostí využít.

Popsaný postup je vhodné použít pouze pro rozlišovací úroveň danou kladem listů topografických map největšího měřítka; pro naše území je to měřítko 1 : 25 000. Při přechodu na nižší rozlišovací úroveň (plochy území zobrazené na mapách menších měřítek) lze u tohoto dílčího kritéria získat kvantitativní hodnocení výpočtem prostého průměru z hodnocení dílčích ploch.

Transformaci získaných výsledků do jednotné posuzovací stupnice se střední hodnotou $v_i^{(j)} = 1,00$ (pro území zobrazené na j -té mapě i -tého měřítka) lze provést vynásobením všech údajů převrácenou průměrnou hodnotou původního hodnocení. Při řešení výzkumného úkolu [9] dosáhla průměrná hodnota původního hodnocení pro celé území ČR a SR velikosti 22,5 bodu.

3.2. Hodnocení podle vhodnosti k vedení bojové činnosti

Vhodnost území k vedení bojové činnosti $v_2^{(j)}$ je v rozhodující míře ovlivněna stupněm jeho průchodnosti pro bojovou techniku. Při určování této charakteristiky je proto nutné brát v úvahu především sklon svahů, charakter půd, hustotu a velikost terénních stupňů, vodních překážek, lesních porostů, komunikační sítě a sídel. K hodnocení lze s dostatečnou spolehlivostí využít mapy průchodnosti terénu 1 : 200 000 a vojenskogeografické mapy 1 : 500 000. Východí hodnotící stupnici je v tomto případě vhodné volit např. v rozmezí 1 až 5 bodů podle následující specifikace jednotlivých stupňů:

- 1 - terén převážně neprůjezdný, půdy jsou nesjízdné i v suchých obdobích, velmi nízká hustota silniční sítě;
- 2 - terén převážně obtížně průjezdný pro pásová vozidla, velmi obtížně průjezdný pro kolová vozidla s vyšší průchodivostí a neprůjezdný pro ostatní kolová vozidla, půdy jsou ve vlhkých obdobích nesjízdné, v suchých obdobích na hranici průchodnosti;
- 3 - terén převážně průjezdný pro všechna pásová vozidla, obtížně průjezdný pro kolová vozidla s vyšší průchodivostí a velmi obtížně průjezdný pro kolová vozidla, půdy jsou v suchých obdobích sjízdné s obtížemi, ve vlhkých obdobích na hranici průchodnosti;
- 4 - terén převážně průjezdný pro veškerou bojovou techniku, půdy jsou v suchých obdobích převážně sjízdné bez obtíží, ve vlhkých obdobích s obtížemi, nadprůměrná hustota silniční sítě;
- 5 - terén převážně průjezdný pro veškerou bojovou techniku, rovněž půdy jsou převážně sjízdné jak v suchých, tak vlhkých obdobích, velká hustota silniční sítě.

Výsledky hodnocení je vhodné v tomto případě převést do jednotné posuzovací stupnice vynásobením všech údajů převrácenou hodnotou středního stupně hodnocení, tj. vynásobením koeficientem 0,333.

3.3. Hodnocení podle vzdálenosti od státní hranice

Úroveň hodnocení významu území $v_3^{(j)}$ v závislosti na vzdálenosti od státní hranice klesá. Průběh tohoto poklesu zřejmě není lineární a může být též odlišný na vlastním a zahraničním území, a navíc ještě rozdílný ve vztahu k potřebě různých měřítek topografických map. Vzhledem k nahodilé povaze příčin, které ovlivňují naléhavost potřeby topografických map jednotlivých měřítek při organizaci a vedení obranného boje i při plánování a řízení jiných opatření vztahujících se ke státní hranici, lze velikost hodnocení významu území $v_3^{(i,j)}$ každé jednotlivé plochy území, obecně části území zobrazené na j -té mapě i -tého měřítka, přibližně vyjádřit distribuční funkcí ve tvaru

$$v_3^{(i,j)} = a + b \frac{n_{ij}}{N_i} + k_i e^{-\frac{t_{ij}}{R_i}}, \quad (1)$$

kde

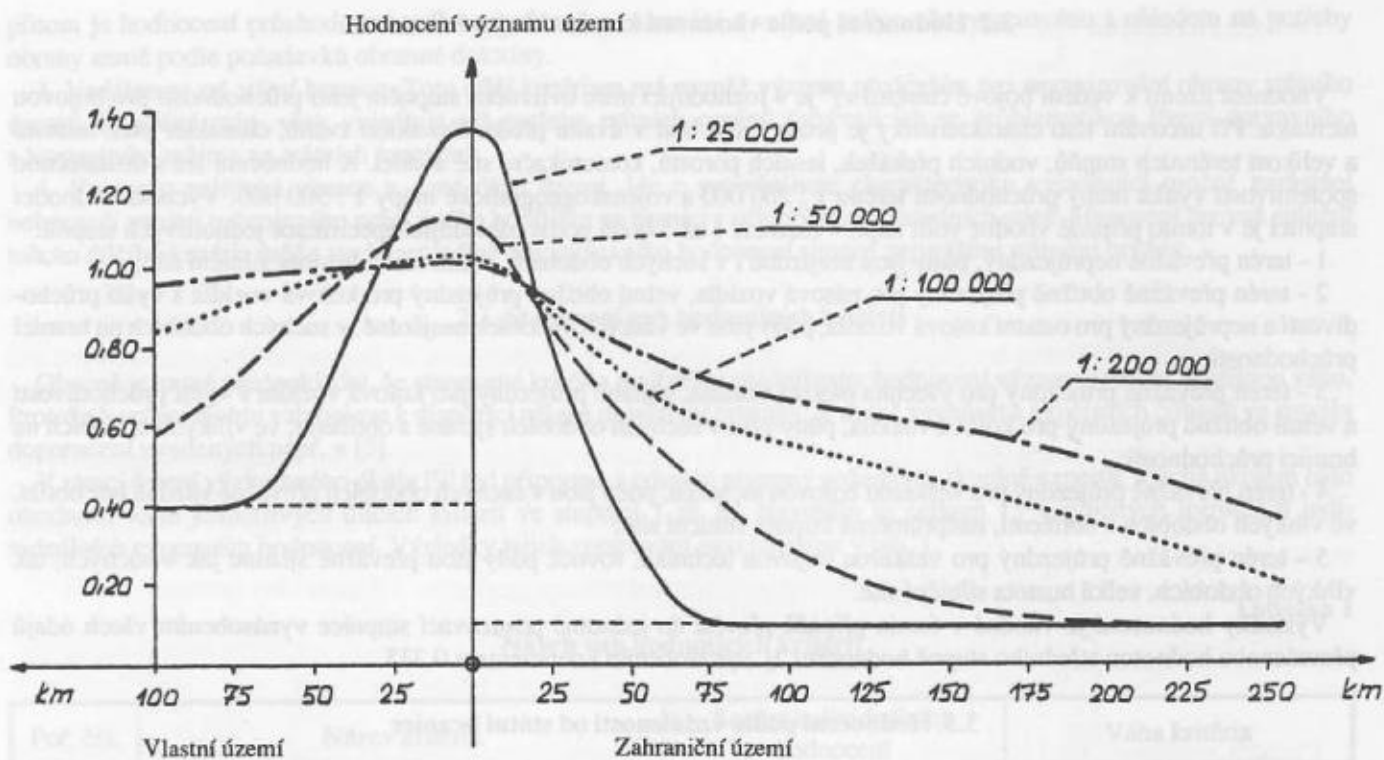
- a – základní (prahová) úroveň hodnocení pro všechny části zájmového území,
- b – koeficient zvýhodnění úrovně hodnocení vlastního území,
- n_{ij} – počet map měřítka 1 : 25 000 zobrazujících alespoň část vlastního území, obsažených v hodnocené jednotkové ploše j -té mapy i -tého měřítka,
- N_i – celkový počet listů mapy 1 : 25 000 v mapě i -tého měřítka,
- k_i – koeficient určený tak, aby pro průměrnou úroveň hodnocení významu vlastního území ve vztahu k jednotlivým měřítkům map platilo $v_3^{(i,i)} \approx 1,00$ m,
- t_{ij} – proměnný parametr daný vztahem

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}}{R_i}, \quad (2)$$

ve kterém r_{ij} značí vzdálenost středu hodnocené plochy území zobrazené na j -té mapě i -tého měřítka od státní hranice a R_i je vzdálenost stanovená expertním odhadem pro jednotlivá měřítka map.

Při řešení výzkumného úkolu [9] byly pomocí expertních odhadů a s využitím závěrů v [6] stanoveny konstanty $a = 0,10$, $b = 0,30$, $R_1 = 30$ km, $R_2 = 60$ km, $R_3 = 120$ km, $R_4 = 240$ km, přičemž použité indexy značí: $i = 1$ mapu 1 : 25 000, $i = 2$ mapu 1 : 50 000, $i = 3$ mapu 1 : 100 000 a $i = 4$ mapu 1 : 200 000. Pro koeficienty k_i byly experimentálně stanoveny hodnoty: $k_1 = 0,925$, $k_2 = 0,725$, $k_3 = 0,627$ a $k_4 = 0,609$.

Průběh změny hodnocení významu území v závislosti na vzdálenosti od státní hranice je pomocí vztahů (1) a (2) a pro uvedené konstanty graficky znázorněn na obr. 1.



Obr. 1. Hodnocení území podle vzdálenosti od státní hranice

3.4. Hodnocení vojensko-politického významu území

Při tomto dílčím hodnocení je nutné vycházet z komplexního hodnocení a prognózy dalšího vývoje vojensko-politické situace v jednotlivých částech zájmového území. Jako výchozí (průměrný) stav tohoto hodnocení pro každou dílčí plochu území lze v dané vojensko-politické situaci u nás předpokládat

$$v_4^{(j)} = 1,00.$$

Další úpravy tohoto výchozího stavu hodnocení vzhledem k předpokládanému nebo skutečnému vývoji vojensko-politické situace je nutné provádět pomocí expertních odhadů. Sledování tohoto vývoje je nutné považovat za funkční povinnost pracovníků TS odpovědných za tvorbu a obnovu topografických map.

4. Agregace dílčích výsledků hodnocení

K stanovení celkového stupně hodnocení významu území $v^{(j)}$ na podkladě provedených dílčích hodnocení je třeba vytvořit a zdůvodnit vhodnou agregující funkci. Lze přitom vyjít ze zkušeností hodnotové analýzy, kde se podobný problém multikriteriálního hodnocení často vyskytuje.

4.1. Možné způsoby řešení

V hodnotové analýze se podle [7] nejčastěji používá jednoduchá součtová agregující funkce, která by měla pro řešenou úlohu tvar

$$v^{(j)} = \sum_{s=1}^s p_s v_s^{(j)}, \quad (3)$$

kde

$v^{(j)}$ – celkové hodnocení významu území zobrazeného na j -té mapě i -tého měřítka,

$v_s^{(j)}$ – dílčí hodnocení významu území podle s -tého dílčího kritéria,

- S – celkový počet použitých dílčích kritérií,
 p_s – váha s -tého dílčího kritéria.

V zásadě by bylo možné tento jednoduchý součtový tvar funkce k řešení dané úlohy použít, protože výsledky dílčích hodnocení $v_s^{(i)}$ ($s = 1, 2, 3, 4$) jsou vyjádřeny ve stejné posuzovací stupnici, a jsou tudíž aditivní. Nevýhodou tohoto řešení však je, že neumožňuje vyjádřit výraznější změny významu území vyvolané pouze změnou jednoho z použitých kritérií, např. při hodnocení významu území na okraji nebo i za okrajem zájmového prostoru. Takovéto výrazné změny úrovně celkového hodnocení může lépe vyjádřit agregující funkce multiplikativního tvaru

$$v^{(i)} = \prod_{s=1}^S p_s v_s^{(i)}, \quad (4)$$

který má tu vlastnost, že každá změna hodnocení podle kteréhokoliv dílčího kritéria se ve stejném poměru přenáší i do celkového výsledku. To je ovšem závislost, která rovněž nemusí vyhovovat povaze všech dílčích kritérií. Proto obecnému případu pravděpodobně nejlépe vyhovuje agregující funkce kombinovaného tvaru

$$v^{(i)} = \prod_{m=1}^M p_m v_m^{(i)} \sum_{n=1}^N p_n v_n^{(i)}, \quad (5)$$

kde

- m – index skupiny dílčích kritérií, která vzhledem ke své povaze mají ke všem ostatním kritériím multiplikativní vztah; jejich celkový počet je M ,
 n – index skupiny aditivních (nezávislých) dílčích kritérií; jejich celkový počet je N .

4.2. Návrh a zdůvodnění tvaru agregující funkce

K vypracování zdůvodněného návrhu agregující funkce je nutné nejdříve analyzovat, která z použitých dílčích kritérií mají (alespoň převážně) nezávislý charakter a která svou povahou se mohou lépe uplatnit v multiplikativním postavení. Vhodné je přitom vyjít ze základního součtového tvaru (3) a u každého dílčího kritéria postupně zjistit, zda lze důsledky extrémní, avšak ještě reálné změny jeho hodnoty na celkové hodnocení významu území v tomto součtovém postavení dostatečně spolehlivě vyjádřit. Tímto postupem lze pro použitá dílčí kritéria dospět k názoru, že:

- změna úrovně hodnocení $v_1^{(i)}$ může při svých extrémních hodnotách ovlivnit celkové hodnocení významu území pouze dílčím způsobem, což lze dostatečně spolehlivě vyjádřit i při aditivním postavení tohoto kritéria;
- změně úrovně hodnocení $v_2^{(i)}$ je sice podle vah uvedených v tab. 1 přisuzován největší význam, její extrémní hodnoty však nemusí nutně znamenat též extrémní hodnocení celkového významu území pro uživatele;
- změna úrovně hodnocení $v_3^{(i)}$ může ve svých extrémních hodnotách, např. na okraji a za okrajem zájmového území, zcela zjevně ve stejném poměru ovlivnit též celkovou úroveň hodnocení významu území;
- rovněž změna úrovně hodnocení $v_4^{(i)}$ může bezprostředně a přibližně ve stejném poměru ovlivnit též celkové hodnocení významu území.

S přihlédnutím k těmto závěrům a s využitím obecného vztahu (5) lze k agregaci dílčích výsledků hodnocení doporučit vztah

$$v^{(i)} = [p_1 v_1^{(i)} + p_2 v_2^{(i)}] \cdot p_3 v_3^{(i)} \cdot p_4 v_4^{(i)}. \quad (6)$$

4.3. Dosavadní výsledky hodnocení zájmového území

V rámci přípravy technického řešení systému průběžného hodnocení jakosti a užitné hodnoty topografických map podle ideového projektu [4] a dílčí výzkumné zprávy [8] bylo na katedře geodzie a kartografie na VA v Brně zpracováno hodnocení pro rozlišovací úroveň měřítek topografických map 1 : 25 000 až 1 : 200 000 v těch částech celého zájmového území ČR a SR, z nichž se podle [6] předpokládá tato měřítka map vydávat.

Celkové hodnocení každé dílčí plochy největšího vydávaného měřítka bylo počítáno podle vztahu (6) a upraveno tak, aby jeho průměrná úroveň pro vlastní území byla

$$\bar{v}^{(i)} = 1,00.$$

Aby výsledky hodnocení, počítané podle vztahu (6), splňovaly uvedenou podmínku, bylo nutné váhy dílčích kritérií uvedené v tab. 1 vynásobit koeficientem C vypočítaným pomocí vztahu

$$C = \left[\prod_{m=1}^M p_m \sum_{n=1}^N p_n \right]^{\frac{1}{M+1}}, \quad (7)$$

kde

m – index skupiny vah u multiplikativních kritérií; jejich celkový počet je M , v daném případě $M = 2$,

n – index skupiny vah u aditivních kritérií; jejich celkový počet je N , v daném případě $N = 2$.

Po dosažení původních vah dílčích kritérií z tab. 1 do vzorce (7) vyšlo $C = 5,091$ a po vynásobení původních vah touto konstantou dosáhly transformované váhy dílčích kritérií hodnot: $p_1 = 0,947$, $p_2 = 1,191$, $p_3 = 0,835$, $p_4 = 0,560$.

Přesnost a spolehlivost provedeného hodnocení byla ovlivněna kvalitou použitých podkladů i reálnými možnostmi řešitele citovaného výzkumného úkolu. Hodnocení vlastního území bylo zpracováno v průměru kvalitněji než zahraniční území.

5. Závěr

Zpracované téma o možných postupech a dosavadních výsledcích hodnocení významu jednotlivých částí zájmového území z hlediska naléhavosti potřeb a předpokládané intenzity využívání topografických map je příspěvkem k prosazení nezbytných systémových změn v řízení obnovy a modernizace topografických map. Týká se to však ve stejné míře též problematiky postupu zpracování a aktualizace digitálníchází dat o topografických objektech. V zásadě jde o prosazení principů marketingové strategie řízení této problematiky, která však musí mít v daných podmínkách řadu specifických zvláštností, protože:

- a) pouze menší část výsledků této činnosti se dostává k uživatelům prostřednictvím běžného trhu;
- b) v naprosté většině případů jsou potřeby uživatelů uspokojovány zvláštním systémem zásobování bez přímé úhrady nákladů;
- c) u velké části zásob map a jiných podkladů vyčleněných pro případ mimořádných událostí nedochází v mírových podmínkách k jejich skutečnému funkčnímu využití;
- d) náklady na obnovu a modernizaci topografických map aj. informačních podkladů o území jsou téměř výhradně kryty prostředky ze státního rozpočtu.

Všechny tyto okolnosti ztěžují bezprostřední uplatnění obvyklých marketingových postupů při řízení této činnosti. Vypracovaný systém hodnocení významu území však umožňuje tyto potřeby alespoň částečně překonat. Nahrazuje dosavadní, převážně individuální a intuitivní hodnocení, které je obecně méně spolehlivé a obtížně kontrolovatelné, hodnocením převážně kolektivním a formalizovaným, které je nejen objektivnější a spolehlivější, ale též snadněji kontrolovatelné. Použití tohoto způsobu může přispět k efektivnějšímu vykládání prostředků vyčleněných na tuto činnost ze státního rozpočtu.

Literatura:

- [1] BRÁZDIL, K.: Informace o průzkumu potřeb modernizace a zkvalitnění vojenských topografických map pro civilní a vojenskou potřebu. In: Sbor. topogr. Služby, 1991, č. 3
- [2] KUČERA, A.: Hodnocení vojenského významu území. [Ročníková práce PGS.], Brno, Voj. akademie 1992. 11 s. + 5 příl.
- [3] MIKLOŠÍK, F.: Charakter a možnosti využití čs. topografických map. In: Sbor. topogr. Služby, 1991, č. 2, s. 7 - 9.
- [4] MIKLOŠÍK, F. a kol.: Ideový projekt automatizovaného systému průběžného hodnocení jakosti topografických map. [Výzkumná zpráva.] Brno, Voj. akademie 1991. 50 s.
- [5] KŘOVÁK, J. - ZAMRAZILOVÁ, E.: Expertní odhady. 1. vyd. Praha, SNTL - Naklad. techn. lit. 1989. 194 s.
- [6] Koncepce rozvoje topografického zabezpečení a topografické služby ČSA. [Výzkumná zpráva.] Praha, VS 090 1991. 139 s. + příl.
- [7] VLČEK, R.: Příručka hodnotové analýzy. 1. vyd. Praha, SNTL 1983. 304 s.
- [8] MIKLOŠÍK, F.: Návrh způsobu hodnocení a kvantitativního vyjádření úrovně jakosti a užitné hodnoty topografických map. [Dílčí výzkumná zpráva.] Brno, Voj. akademie 1992. 45 s.
- [9] MIKLOŠÍK, F.: Hodnocení zájmového území AČR a ASR z hlediska jeho významu pro uživatele topografických map. [Výzkumná zpráva.] Brno, Voj. akademie 1993. 27 s. + 137 listů dílčích hodnocení a 8 přehl.

Došlo 10. 4. 1993

Stav a perspektivy vývoje a využívání digitálních informací o terénu

1. Úvod

V uplynulých dvou letech učinila topografická služba jeden z důležitých kroků v oblasti informačního zabezpečení naší armády - vybudovala informační bázi digitálních dat o terénu z prostoru celé bývalé ČSFR. Vytvoření této datové základny ve vektorovém formátu, kdy prvky krajinné sféry jsou modelovány objekty s přiřazenými tematickými atributy, je historickým krokem vpřed směrem k informačnímu zabezpečení především potřeb armády. To, že topografická služba jako zatím jediná organizace v republice má kompletní data o všech důležitých prvcích terénu z celého území státu, však ještě není plně doceněno na všech úrovních. V této souvislosti je proto třeba si uvědomit, že vytvořením DMÚ 200 stoupla odborná prestiž topografické služby jak v armádě, tak i v civilní sféře, ale současně, že může být tato prestiž lehce ztracena, pokud nebude tato oblast geoinformatiky dále cílevědomě rozvíjena.

V současné době stojí TS před dalším historickým krokem - vybudováním informační základny s rozlišovací úrovní topografické mapy 1 : 25 000, resp. 1 : 50 000. Podívejme se v krátkosti na to, co vlastně vzniklo a co v současnosti vzniká v kontextu celosvětového vývoje v oblasti geoinformačních systémů.

2. Co je to geoinformační systém

Pojem **geografický informační systém** zavedl v roce 1963 Kanaďan R. F. Tomlinsen. Označil jím přechod na novou technologii pro zpracování dat informujících o terénu - využívání výpočetní techniky. V současné době pod zkratkou GIS rozumíme například geografické informační systémy, územní informační systémy apod., tedy systémy, které obsahují informace o krajinné sféře, tyto informace získávají, zpracovávají, uchovávají, aktualizují a prezentují uživatelům. Data v těchto systémech mívají různou rozlišovací úroveň, která může být různá pro geometrické a tematické informace uvnitř vlastního systému. Podle velikosti území, z něhož se data uchovávají, a podle geometrické přesnosti těchto dat lze tyto systémy zhruba dělit na lokální, regionální a globální [1]. Obecně je lze shrnout pod pojem geoinformační systémy a používat pro ně zkratku GIS.

V podstatě geoinformační systém není nic nového. Klasické mapy (katastrální, topografické, geografické, speciální) jsou též geoinformačním systémem a mají i stejné funkce. Dále se však soustředím pouze na geoinformační systémy, které jsou podporované výpočetní technikou.

Podle [1] je **geoinformační systém** počítačově podporovaný systém, který se skládá z technického vybavení (hardware, HW), programového vybavení (software, SW), dat a uživatele. Pomocí něho lze prostorová data v digitální formě pořizovat, redigovat, ukládat a reorganizovat, modelovat a analyzovat, stejně jako alfanumericky či graficky prezentovat.

Každý GIS má tedy 4 základní části:

- technické vybavení;
- programové vybavení;
- data neboli informace;
- uživatele.

Aby měl GIS pro uživatele význam, musí umožňovat víceuživatelský režim práce, kdy mu jednotliví uživatelé zadávají **otázky** a on jim na ně dává **odpovědi**. Současné GIS tedy převážně pracují systémem **otázka ↔ odpověď**.

Dříve než se podíváme na jednotlivé části GIS, všimněme si morálního zastarávání těchto částí. Podle [1] je možno morální zastarání vyjádřit takto:

technické vybavení	3 - 5 let
programové vybavení	7 - 15 let
data	25 - 70 let

Morální zastarávání uživatele není možno takto přesně určit a musí se posuzovat přísně individuálně. Hodnotě zastarávání odpovídá i význam, resp. cena jednotlivých částí. Lze zhruba konstatovat, že význam a cena jsou přímo úměrné hodnotě zastarání. Při navrhování nového systému nebo inovaci současného je nutné tyto hodnoty velice dobře uvažovat. I když nelze podceňovat význam technického nebo programového vybavení, musí vždy na prvním místě stát potřeba

uživatele a tomu odpovídající datová základna. Současný světový trend je výrazná uživatelská orientace GIS spočívající v možnosti pracovat s relativně rozsáhlými datovými bázemi i u koncových uživatelů. Tato práce je navíc podporována příjemnějším uživatelským prostředím.

3. Technické prostředky

Geoinformační systémy se vyvíjely v podstatě od počátku vzniku a vývoje počítačů. Avšak k jejich velkému rozšíření pro široké spektrum uživatelů dochází až v době možnosti masového přístupu uživatelů k výpočetní technice, tedy v posledních 10 až 15 letech, kdy nastal veliký rozvoj osobních počítačů, pracovních stanic a různých přídatných zařízení k těmto prostředkům.

Technické prostředky zabezpečují pořizování dat, jejich zpracování a správu a jejich prezentaci.

V současné době existuje široké spektrum různých **prostředků pro pořizování dat** jak ve vektorovém, tak i v rastrovém formátu, které zabezpečují všechny hlavní způsoby sběru dat. Od geodetických (elektronické tachymetry, resp. totální stanice s možností přímého vstupu do GIS přes vstupně-výstupní rozhraní) přes kartometrické (digitizéry pro vektorový formát dat a skenery pro formát rastrový) po fotogrammetrické (fotogrammetrické univerzály s digitální registrací naměřených hodnot nebo s přímým napojením na GIS, nejmodernější pak analytické ploty).

Nejběžnějšími **prostředky pro zpracování dat** a jejich uchovávání jsou u nás v současnosti osobní počítače třídy PC 386, resp. PC 486. Tyto počítače většinou pracují samostatně, a proto musí obsahovat i odpovídající datovou bázi. Pro kvalitnější zabezpečení funkcí GIS u uživatele (avšak i u tvůrce a správce) je nutné počítat i s dalšími prostředky. Centrální datová báze bývá u velkých systémů většinou uložena minimálně na minipočítačích či sálových (střediskových) počítačích, tzv. mainframe. Technické prostředky tvůrce, správce a uživatelů potom bývají mezi sebou spojeny různými sítěmi - lokálními typu LAN (Local Area Network), použitelnými na kratší vzdálenosti od několika stovek metrů, nebo rozsáhlými typu WAN (Wide Area Network). Cílem těchto sítí je vytvořit uživateli podmínky pro maximálně efektivní přístup k datům a prostředkům GIS. Různou kombinací těchto sítí je možno vytvářet i lokální datové základny, které zrychlují a zefektivňují přístup uživatelů k datům z jejich zájmového území.

Potřebné grafické výstupy zabezpečuje celá řada **výstupních zařízení** od nejjednodušších maticových nebo tryskových tiskáren jednobarevných nebo vícebarevných po vektorové nebo rastrové plotry s běžnými výstupními formáty dokumentů.

4. Uživatelské programové vybavení

Uživatelské programové vybavení jsou všechny programy, které nejsou součástí základního programového vybavení počítače. Zabezpečují základní funkce GIS, ale umožňují i rozšíření těchto funkcí podle požadavků konkrétních uživatelů. Podle M. F. Goodschilda existuje přibližně 75 základních funkcí GIS. Tyto základní funkce lze sloučit do následujících kategorií:

- a) funkce pro pořizování, správu a modelování prostorových dat;
- b) funkce pro analýzu prostorových dat;
- c) funkce pro prezentaci prostorových dat.

Většina špičkových standardních GIS tyto funkce má již vestavěné ve své základní (ARC/INFO) nebo rozšířené (MGE pro MicroStation) nabídce. Kromě toho mají tyto systémy své vývojové prostředí (např. MDL v MicroStation firmy INTERGRAPH, SML v ARC/INFO firmy ESRI apod.), v němž je možno vytvářet vlastní uživatelské nadstavby. Kromě této možnosti je možno tyto uživatelské nadstavby vytvářet i v běžných programovacích jazycích, např. v pascalu nebo C++.

5. Data

Data (myšleno data modelující krajinnou sféru) tvoří základ každého GIS. Tato data mají svoji **geometrickou, topologickou a věcnou stránku**. Geometrie poskytuje informaci o poloze daného objektu, topologie o jeho vztahu k okolí a věcná data o jeho kvalitativních a kvantitativních charakteristikách. Na rozdíl od dřívějších, většinou kartograficky orientovaných systémů (tedy systémů, jejichž hlavním účelem bylo automatizovat tvorbu map), je dnes volen především objektový přístup k modelování krajinné sféry. V této sféře jsou vymezeny její objekty, které mají homogenní vlastnosti (jedna řeka, jedno sídlo, les jednoho typu atd.). Tyto objekty jsou modelovány objekty GIS, které mají svou geometrii, topologii a tematiku a s nimiž se později pracuje jako s celkem. Každý takovýto objekt je unikátní, přesto se však zařazuje do určité objektové třídy. Příslušnost do této třídy se vyjadřuje identifikátorem objektu, tzv. sémantickým typem (v DMÚ

200 je např. sémantický typ řeky dán kódem 2211). Tento přístup byl zvolen nejen při výstavbě DMÚ 200, ale je používán i v zahraničí, např. v systémech ATKIS a TOPIS v SRN, v systému FINGIS ve Finsku apod. Tento objektový přístup podporuje i systém ARC/INFO.

Vzhledem k obecnosti použití dat GIS jsou tato data do jeho datové báze ukládána bez informace o grafické podobě, jakou měla například na výchozím kartografickém podkladu (např. tvar a barva značky, velikost písma v popisu apod.). Grafická podoba se těmto datům přisuzuje až při jejich prezentaci pomocí standardních nástrojů GIS (např. v MicroStation příkazy Line Style, Line Color apod.). Existují však i speciální kartografické publikační systémy, jako například systém MERCATOR belgické firmy BARCO Graphics, který používá Národní zeměměřická služba Švédska pro tvorbu topografických map 1 : 50 000.

6. Perspektivy GIS

Další rozvoj GIS nejen v naší republice, ale i na celém světě, je podmíněn neustále rostoucím zájmem uživatelů, kteří musí být přesvědčeni, že jim GIS ulehčí jejich práci a přinese i nové možnosti. Přitom je však nutné si uvědomit, že největší část současných i budoucích uživatelů nemá a ani nebude mít hlubší teoretické znalosti z problematiky GIS. Tito uživatelé jsou nebo budou schopni většinou slovně specifikovat své požadavky a budou chtít, aby jim je GIS co nejlépe a pro ně co nejjednodušeji splnil. Vlastní GIS budou považovat za „černou skříňku“, kterou není radno otevírat a dívat se, co je uvnitř. Proto celý vývoj GIS směřuje stále více od systémů pracujících na principu **Dotaz - Odpověď** ke znalostním a expertním systémům a v budoucnu snad i k systémům s umělou inteligencí.

I když již v současné době existují systémy, které určité prvky umělé inteligence mají, intenzivně se pracuje na vývoji nové koncepce přístupu ke GIS s ohledem na tyto nové požadavky. Jde především o změnu přístupu k rozhodování podle předem daných pravidel. Tato pravidla jsou v dnešních systémech velice strohá. Například chceme-li informaci o příslušnosti obce X do okresu Y, potom tam obec buďto patří, nebo nepatří. Těmito pravidly však nemůžeme řešit otázky, které mají ve své podstatě neurčitě řešení. Mohou to být otázky například typu „... jaký má les X význam pro životní prostředí?“, kde je možná odpověď, že „... poměrně velký“. Při řešení takového typu otázek se stále více hovoří o tzv. fuzzy datech, fuzzy množinách apod. Použitím těchto principů se lze více přiblížit ve filozofii práce s GIS filozofii lidského myšlení a postupně přejít i k formulaci dotazů uživatele přirozeným jazykem. Bližší informace k této problematice lze najít např. ve [3].

7. Závěr

Cílem článku nebylo podat vyčerpávající informaci o celé současné problematice GIS a o jejich nejbližších perspektivách. Šlo spíše o naznačení současných i budoucích problémů, které jsou a které lze i očekávat při zavádění GIS (DMÚ 200, VISÚ ...) do armády.

Literatura:

- [1] BILL, R. - FRITSCH, D.: Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 1 - Hardware, Software und Daten. Karlsruhe, Wichmann Verlag 1991.
- [2] BARTELME, N.: GIS Technologie - Geoinformationssysteme, Landinformationssysteme und Ihre Grundlagen. Berlin-Heidelberg, Springer Verlag 1989.
- [3] NOVÁK, J.: Koncepce přístupu a získávání dat z geoinformačních systémů. [Referát k odborné zkoušce PGDS.] Brno, Voj. akademie 1993.

Došlo 16. 6. 1993

Mezinárodní aktivity TS AČR v roce 1993

1. Úvod

V roce 1993 topografická služba Armády České republiky (TS AČR) dále rozvíjela spolupráci s Agenturou pro obranné mapování Ministerstva obrany Spojených států amerických (DMA) a vojenskými geografickými službami bundeswehru a Rakouské spolkové armády. Navázala nové kontakty s dalšími geografickými (zeměměřickými) službami západoevropských států - v dubnu s italskou, v květnu a říjnu s britskou a v listopadu s francouzskou. Tato spolupráce byla umožněna současným vývojem v naší zemi a celkovým uvolněním vztahů v Evropě a ve světě. Mezinárodní spolupráce přispívá k všestrannému rozvoji služby a k celkovému zvyšování úrovně a kvality topografického zabezpečení naší armády a rozvíjí její novodobé tradice založené na obranné doktríně a kolektivní bezpečnosti v rámci evropské integrace.

Vedle rozvíjení spolupráce a navazování nových kontaktů s výše uvedenými geografickými službami západoevropských států a USA se hledají i nové formy spolupráce jak s topografickou službou Polské armády a mapovací službou Maďarských obranných sil, s kterými má naše služba dlouhodobé pracovní kontakty, tak i s topografickými službami nově vzniklých států na území bývalého Sovětského svazu, především s topografickými službami Ukrajiny a Ruské federace. S dalšími topografickými službami armád států bývalé Varšavské smlouvy, s kterými naše služba v minulosti tradičně spolupracovala, jako např. s rumunskou a bulharskou, bude spolupráce pokračovat v souladu se všeobecně prosazovaným principem vzájemné výhodnosti a reciprocit.

Transformace bývalé ČSFR na dva samostatné státy postavila před TS AČR úlohu kvalitativně změnit dosavadní organizaci služby a vztahy se slovenskými kolegy, s kterými nás pojí společná historie a tradice. S TS ASR máme společné problémy plynoucí z rozdělení v minulosti jednotně koncipované a budované topografické služby bývalé čs. armády.

2. Akce realizované v roce 1993; sledované cíle a výsledky

V roce 1993 TS AČR připravila a realizovala celkem 34 akcí mezinárodní spolupráce. V souhrnu to bylo 19 zahraničních cest (v průměru 3 osoby na 3 až 4 dny) a 15 zahraničních návštěv (v průměru 4 osoby na 4 dny). Z celkového počtu bylo 14 akcí na úrovni náčelníků služeb, 19 akcí na úrovni specialistů a mezinárodní odborný seminář spojený s oslavou 75. výročí vzniku topografické služby.

Mezinárodní aktivity na úrovni náčelníků jsou organizovány především za účelem získání komplexních poznatků o organizaci topografického zabezpečení ozbrojených sil příslušného státu, zjištění možných oblastí a forem spolupráce a k přípravě právního rámce pro spolupráci s jeho vojenskou geografickou službou. V nemalé míře přispívají tyto akce i k rozvoji mezinárodních vztahů, zejména v Evropě, a k reprezentaci naší nové armády a topografické služby. Snahou vedení TS AČR je orientovat mezinárodní spolupráci do tří oblastí a prohlubovat ji v závislosti na potřebách služby a získaných poznacích o možnostech spolupráce s příslušným zahraničním partnerem.

Sjednané oblasti spolupráce:

1. Vzájemná výměna neutajovaných konvenčních a digitálních podkladů a informací o území, vydávaných nebo sponzorovaných smluvními stranami.

2. Vzájemná odborná a technická spolupráce při řešení otázek kompatibility geodetických a dalších digitálních a konvenčních informací a podkladů pro topografické zabezpečení AČR s obdobnými informacemi a podklady pro zabezpečení armád států NATO, dále pak řešení otázek racionalizace a zvyšování technologické úrovně tvorby zejména map, ale i dalších podkladů formou koprodukčních výrobních programů se zainteresovanými službami.

3. Vzájemné poskytování zpráv a informací o technickém vývoji, nových technických materiálech a technologiích, včetně pomoci při výchově a výcviku odborných sil formou pracovních a studijních stáží ve výrobních a školicích zařízeních druhé strany.

V návaznosti na akce na „nejvyšší“ úrovni jsou připravovány a postupně realizovány akce na úrovni specialistů a výrobních pracovišť, které svými výsledky a koprodukčními programy přispívají ku prospěchu obou smluvních stran.

Od první oblasti spolupráce především očekáváme plynulý přísun informací potřebných pro tvorbu a obnovu konvenčních a digitálních produktů, již vyráběných nebo připravovaných k výrobě pro topografické zabezpečení naší armády. Dále pak získání mapových a geografických produktů z území mimo běžný zájmový prostor TS AČR pro částečné krytí potřeb našich vyčleněných jednotek, působících v rámci mírových sil OSN v krizových oblastech.

V druhé oblasti spolupráce je naše úsilí zaměřeno na pokud možno co nejrychlejší dosažení kompatibility mezi geodetickým systémem používaným v naší armádě a systémy západoevropských států, především s globálním geodetickým systémem WGS 84. V návaznosti na to je naším cílem postupně dosáhnout kompatibility mezi konvenčními a digitálními produkty určenými pro topografické zabezpečení naší armády a obdobnými produkty armád států NATO.

Toho nelze dosáhnout bez standardizace geografického informačního systému (GIS) a dalších digitálních a konvenčních produktů. Této oblasti se věnuje patřičná pozornost a podporuje se iniciativa nejen v průběhu sjednávání dohod o spolupráci, ale i při pracovních jednáních specialistů a projekční a redakční přípravě nových a novelizovaných produktů pro topografické zabezpečení naší armády.

Třetí oblast spolupráce skýtá velké možnosti jak v přístupu k jinak těžko dostupným informacím, výzkumným pracím a publikacím vydávaným nebo sponzorovaným druhou stranou, tak i v možnostech vyslání našich specialistů na pracovní a studijní pobyty do zařízení druhé strany. Zde je nutno si uvědomit, že vedle vlastních potřeb je třeba brát v úvahu i naše možnosti při poskytování obdobných služeb i druhé straně, tak aby i v této oblasti byl alespoň přibližně respektován a dodržován všeobecně proklamovaný princip vzájemné výhodnosti a reciprocity. Záleží především na nás, jak dokážeme v průběhu jednání zajistit a využít nabídnuté možnosti ku prospěchu naší služby a topografického zabezpečení AČR.

Cílem tohoto článku není podat podrobnou a vyčerpávající informaci o aktivitách TS AČR v roce 1993, ale poskytnout čtenáři základní informaci o této dynamicky se rozvíjející oblasti činnosti služby, uvést pouze nejvýznamnější mezinárodní aktivity a stručně informovat o hlavních akcích roku příštího. Detailnější informace budou obsaženy v připravovaném monotematickém vydání Sborníku topografické služby v druhé polovině roku 1994.

Nepochybně nejvýznamnější událostí roku 1993 bylo podepsání prováděcích příloh¹⁾ k Základní dohodě o spolupráci mezi TS AČR a Agenturou pro obranné mapování MO USA (Defense Mapping Agency - DMA). Podepsáním těchto příloh, které se uskutečnilo v den oslav 75. výročí vzniku topografické služby - 4. listopadu 1993 -, se vytvořil právní rámec pro spolupráci mezi nově ustavenou TS AČR a DMA. Stojí za zmínku, že tyto prováděcí přílohy jsou vlastně prvním smluvním dokumentem nové TS AČR, což je z pohledu novodobých tradic symbolické.



Obr. 1. Zástupce ředitele DMA pro mezinárodní operace pan Charles Hall a náčelník TS AČR plk. Ing. Karel Raděj, CSc., podepisují dne 4. 11. 1993 prováděcí přílohy sjednané mezi TS AČR a DMA k realizaci Základní dohody mezi MO bývalé ČSFR a MO USA o spolupráci²⁾

¹⁾ Byly podepsány prováděcí přílohy A, B, C a D, kterými se konkretizuje spolupráce mezi TS AČR a DMA ve čtyřech oblastech:

- příloha A: spolupráce v oblasti topografických map, geodetických a geofyzikálních údajů a souvisejících kartografických a reprodukčních materiálů;
- příloha B: spolupráce v oblasti leteckých map a letových informačních publikací;
- příloha C: spolupráce v oblasti digitálních produktů a souvisejících materiálů;
- příloha D: administrativní zabezpečení spolupráce.

²⁾ Základní dohoda mezi MO ČSFR a MO USA o spolupráci v oblasti topografického mapování, námořního a leteckého mapování, geodzie a geofyziky, digitálních dat a s tím souvisejících materiálů.

Vedle nezbytných jednání, vyvolaných potřebou uvést prováděcí přílohy k Základní dohodě mezi TS čs. armády a DMA z roku 1992 do souladu s novými podmínkami, pokračovala reálná spolupráce s DMA v souladu s těmito prováděcími přílohami a dohodnutými programy spolupráce na rok 1993.

V dubnu 1993 proběhlo za účasti zástupce TS ASR v Praze a Dobrušce jednání specialistů k výsledkům společné měřické kampaně GPS v roce 1992, spojené s předáním výsledků měření a upřesněním spolupráce v geodezii a geofyzice na rok 1993.

Rovněž v dubnu 1993 proběhlo v Praze a Dobrušce za účasti zástupců TS ASR další jednání specialistů k problematice tvorby a rozvoje ISÚ a standardizace GIS.

V srpnu 1993 proběhlo na stanicích Polom a Ondřejov (v návaznosti na měření v SR a Maďarsku) absolutní gravimetrické měření, realizované specialisty DMA.

Společné měřické kampaně GPS se specialisty DMA, do kterých se aktivně zapojuje TS ASR, mapovací služba Maďarských obranných sil a částečně i vojenská geografická služba bundeswehru a vojenská zeměměřická služba Spojeného království, přispívají k přenosu GPS do střední Evropy a k zvládnutí družicových navigačních technologií určování polohy a navigace našimi specialisty.

Vyvrcholením spolupráce s DMA v oblasti geodezie a geofyziky, za kterou odpovídá pan Kenneth Burke, předseda pracovní skupiny pro geodezii a geofyziku při Geografickém výboru NATO, byl mezinárodní seminář na téma „Úloha moderní geodezie v ozbrojených silách“, který za účasti zástupců geografických služeb některých států NATO (USA, Spojeného království, Francie a Nizozemí) a zástupců topografických služeb ASR, Polské armády a mapovací služby Maďarských obranných sil se uskutečnil ve dnech 2. až 3. listopadu 1993 - přede dnem hlavních oslav 75. výročí vzniku topografické služby. Vzhledem k poslání článku a k tomu, že detailnímu hodnocení mezinárodních aktivit služby bude věnováno zvláštní číslo Sborníku, nebudu se tímto seminářem dále zabývat.



Obr. 2. Společná fotografie účastníků mezinárodního semináře o úloze moderní geodezie v ozbrojených silách, konaného ve dnech 2. až 3. listopadu v Praze

Z výše uvedeného je patrné, že kromě vytvoření právního rámce pro spolupráci s DMA v nových podmínkách byla spolupráce s DMA zaměřena převážně na 2. až 3. oblast, což je vzhledem k našemu současnému úsilí zcela pochopitelné.

V rámci spolupráce s DMA v roce 1994 se předpokládá připravit a realizovat pět pracovních setkání specialistů k projednání otázek souvisejících s kooperačními programy pro tvorbu standardizované mapy pro společné operace (JOG) měř. 1 : 250 000. Zároveň se počítá se součinností vojenské zeměměřické služby Spojeného království a topografických/geografických služeb sousedních států, zaměřenou k problematice automatizovaného zpracování map, standardizace konvenční a digitální produkce, k problematice globální geodezie a k realizaci měřické kampaně GPS ke zhuštění bodového pole systému WGS 84. S vlastní kampaní se počítá v září 1994 za účasti měřičů ze Spojeného království a SRN. Další čtyři akce jsou zaměřeny na kontrolní a plánovací činnost, včetně jedné akce na úrovni náčelníků. Zároveň také dojde ke dříve připravované, avšak ještě neuskutečněné návštěvě náměstka ředitele DMA v teritoriálních a vojenských zařízeních TS AČR.

Spolupráce s dalšími geografickými službami západoevropských států zatím ještě nedosáhla úrovně spolupráce s DMA. Jednání s vojenskou geografickou službou bundeswehru (Militärisches Geowesen der Bundeswehr - MilGeo Bw)

v červenci 1993 v SRN přispělo k vytvoření právního rámce pro spolupráci mezi oběma službami v nových podmínkách po rozdělení bývalé ČSFR na dva samostatné státy. Byla připravena konečná verze návrhu Dodatku k Ujednání mezi Ministerstvem obrany České republiky a Spolkovým ministerstvem obrany Spolkové republiky Německo v oblasti vojenské geografie (topografického zabezpečení), který v době psaní tohoto článku byl v připomínkovém řízení. Ještě podle bývalé dohody o spolupráci, sjednané TS bývalé čs. armády, proběhla výměna kartoreprodukčních podkladů topografických map. Rok 1994 přinese dynamický rozvoj spolupráce s touto službou. Obě služby se dohodly na vzájemných pracovních návštěvách specialistů zabývajících se standardizací GIS a dále na výměnných pracovních stážích specialistů k problematice topografického zabezpečení polních vojsk. Konkrétní termíny a podmínky pobytu však bude nutné ještě projednat. V lednu 1994 organizuje MilGeo Bw mezinárodní zasedání k otázkám vojenské geografie pro zahraniční účastníky z členských zemí NATO a bývalé Varšavské smlouvy, kterého se mají účastnit i 3 zástupci naší služby.

Výsledkem květnového (Praha, Dobruška) a říjnového (Feltham - Spojené království) jednání náčelníka TS AČR s generálním ředitelem Obranné agentury vojenské zeměměřické služby MO Spojeného království (Military Survey Defence Agency of the Ministry of Defence - Mil Svy) v roce 1993 je návrh Ujednání („memoranda o porozumění“) mezi Ministerstvem obrany ČR a Ministerstvem obrany Spojeného království Velké Británie a Severního Irsku o spolupráci v oblasti topografického zabezpečení s Prováděcí přílohou k Ujednání mezi TS AČR a Mil Svy. Ačkoliv Ujednání nebylo ještě podepsáno, Mil Svy pohotově poskytla TS AČR požadované mapové podklady z území bývalé Jugoslávie pro zajištění potřeb naší jednotky působící v rámci mezinárodních sil OSN. Slibně se rozvíjí součinnost při přípravě koprodukčních programů tvorby map pro společné operace a v oblasti globální geodezie. V prvním pololetí roku 1994 se počítá s podepsáním navrhovaného Ujednání, které v době zpracování článku bylo připravováno k připomínkovému řízení. V průběhu roku 1994 již dojde k naplňování sjednaného Ujednání v souladu s potřebami smluvních stran.

Výsledkem reciproční návštěvy náčelníka TS AČR v Rakousku (květen 1993) je Protokol z návštěvy, obsahující vzájemné závazky umožňující rozvoj spolupráce s vojenskou geografickou službou Rakouské spolkové armády (Militärisches Geowesen des Österreichischen Bundesheeres - MGW ÖBH). V roce 1994 se počítá s první výměnou mapových podkladů mezi oběma službami a s pracovními kontakty specialistů zabývajících se kartografickými výstupy z GIS.

Spolupráce s vojenskými geografickými službami Itálie a Francie je ve stadiu vzájemného poznávání možností a forem spolupráce. V roce 1993 se uskutečnily dvě zahraniční cesty náčelníka TS AČR - v dubnu do Vojenského ústavu ve Florencii (Istituto Geografico Militare Italiano - IGMI) a v listopadu 1993 do Geografického střediska ozbrojených sil Francie v Paříži (Centre géographique interarmées - CGI). V roce 1994 se počítá s recipročními návštěvami na úrovni náčelníků služeb za účelem přípravy a sjednání kooperačních dohod, se spoluprací v oblasti globální geodezie v souladu se závěry přijatými na mezinárodním semináři v listopadu 1993 v Praze a dále s výměnou ukázek mapové produkce.

Spolupráce s topografickými službami středoevropských a východoevropských zemí se po určité stagnaci a hledání nových forem začíná také rozvíjet. V roce 1993 proběhla jednání s TS Ruské federace, TS Polské armády a obrannou mapovací službou Maďarských obranných sil. Naopak se neuskutečnilo plánované setkání s náčelníkem TS Ozbrojených sil Ukrajiny ani konzultace ukrajinských specialistů v zařízeních TS AČR. Nejlépe je zajištěna spolupráce s TS Polské armády, která nebyla v podstatě přerušena a pokračuje na předchozí úrovni. Na pravidelné přehraniční schůzce specialistů v říjnu 1993 v Dobrušce byl mimo jiné projednáván pracovní návrh smluvního dokumentu, kterým obě strany hodlají vytvořit právní rámec pro svou budoucí spolupráci založenou na principech vzájemné výhodnosti a reciprocity. V průběhu listopadu 1993 došlo k setkání náčelníka TS AČR s představiteli velení TS Polské armády, na kterém byl dohodnut další postup při sjednávání smluvního dokumentu a byla upřesněna spolupráce na rok 1994. Ve stejném měsíci navštívila skupina našich specialistů topografickou správu GŠ Polské armády k seznámení se s výstavbou GIS a s automatizovanou technologií tvorby map, zavedenou v TS Polské armády firmou INTERGRAPH. Vzhledem k bohatým zkušenostem, které TS Polské armády v této oblasti má, budou v roce 1994 pokračovat setkání specialistů této oblasti. V roce 1993 se ještě počítá i s podepsáním dohody o spolupráci v rámci společných koprodukčních programů s pravidelnou výměnou mapových a kartoreprodukčních podkladů.

Z hlediska frekvence styků byla nejcílejší spolupráce v roce 1993 s TS ASR. Bylo to dáno zejména potřebou zabezpečit rozdělení archivního fondu a dalšího majetku bývalé TS čs. armády, koordinovat svou činnost při plnění úkolů topografického zabezpečení a jeho technické podpory, nezbytné vzhledem k disproporcím ve výrobních kapacitách způsobeným rozdělením TS ČSA, a konečně potřebou koordinovat vzájemné vztahy a politiku vůči civilním rezortům geodezie a kartografie. V roce 1994 se předpokládá pokračovat v naplňování přijatých dohod o vzájemné pomoci při řešení výše zmiňovaných disproporcí s důrazem na navázání styků, běžných s jinými službami. Proto se počítá s přípravou a projednáváním smluvního dokumentu, který by vytvořil právní rámec spolupráce TS AČR a TS ASR.

3. Závěr

Dynamický rozvoj mezinárodních aktivit TS AČR, zahájený přibližně od roku 1991, bude pokračovat bezesporu i v roce 1994. Svědčí o tom nejen téměř 20% nárůst požadavků na zahraniční akce v roce 1994 oproti roku 1993, ale i struktura

požadavků, které jsou stále více orientovány na konkrétní jednání a spolupráci specialistů k řešení výzkumných a výrobních úkolů a koprodukčních programů, zaměřených na aktuální potřeby služby a na plnění přijatých mezinárodních závazků. V požadavcích jsou zastoupeny i akce, jejichž realizace by přispěla k odbornému růstu našich specialistů a zdokonalení jejich jazykových znalostí.

Přejme si, aby se podařilo realizovat, pokud možno, co nejvíce, ne-li všechny akce, vyplývající z požadavků útvarů a zařízení služby i vnitřních potřeb jejího velení. Realizovaných akcí pak využít ku prospěchu topografického zabezpečení naší armády a ku prospěchu národního hospodářství České republiky a jejího mezinárodního postavení.

Došlo 1. 12. 1993

Anotace

DUŠÁTKO, D.

Moderní geodezie v Armádě České republiky.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 1 - 6, 1 obr., lit. 3, příl.

Úloha moderní geodezie v soudobých armádách v podmínkách nástupu mezinárodní spolupráce evropských armád. Vliv nových požadavků zbraňových systémů na tradiční chápání geodetického zabezpečení. Důsledky pro AČR, TS AČR pro současnost a perspektivu, vnitřní a vnější opatření a nové úkoly v oblasti.

MERVART, L. - CIMBÁLNÍK, M.

Mezinárodní služba GPS pro geodynamiku.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 7 - 11, 2 tab., lit. 7.

Úkoly Mezinárodní služby GPS pro geodynamiku v oblasti družicové geodezie a dosud proběhnuvší měřické kampaně GPS. Rutinní činnost služby započne 1. 1. 1994; popsány výsledky činnosti služby a jejich význam pro uživatele technologie GPS a pro výstavbu novodobých geocentrických geodetických základů.

NESVORNÝ, D. - ŠÍMA, Z.

Geopotenciální rozměrový faktor.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 12 - 18, 3 obr., 1 tab., lit. 16.

Mezi čtyři primární geodetické parametry patří geopotenciální rozměrový faktor R_0 . Je popsán postup určení této veličiny z výsledků altimetrových měření. Metodický přístup, zahrnující využití modelu tíhového pole Země spolu se započtením vlivů rotace Země a permanentních slapů, umožňuje určení hodnoty geopotenciálu na geoidu a celkově zaručuje dosažení vysoké přesnosti.

KOBRLE, F.

Testovací měření aparaturou Wild GPS-SYSTEM 200.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 19 - 23, 1 schém., 9 tab., lit. 3.

Výsledky testovacích měření aparaturou GPS fy LEICA Heerbrugg a jejich rozbor z hlediska přesnosti a produktivity prací na příkladu lokální sítě mezi Prahou a Ondřejovem. Transformace do lokální technické sítě S-JTSK, porovnání několika způsobů transformací se zřetelem na problematiku výšek.

ZAJÍČEK, L.

Výhled geodetických polohových základů.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 24 - 30, lit. 4.

Spojení družicových dat GPS a klasických geodetických sítí na příkladu modernizace S-JTSK. Přehled vývoje civilních polohových základů, jejich stav a názory autora na řešení problému modernizace základů v ČR se zřetelem na okamžitou potřeby přibývajících uživatelů techniky GPS.

NEVOSÁD, Z.

Přesnost převodu bodů V. řádu do S-1942/83.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 31 - 46, 5 obr., 8 tab., lit. 8, 2 příl.

Výsledky kvalitativního testování vyrovnání souřadnic I. - IV. řádu a transformace souřadnic bodů V. řádu do S-1942/83. Orientační srovnání výsledků se statistickými údaji, získanými kvadratickou konformní transformací souřadnic bodového pole S-JTSK do S-1942/83, důsledky zvolené technologie pro přesnost transformace.

MIKLOŠÍK, F.

Jak hodnotit význam území při plánování obnovy a modernizace topografických map.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 47 - 52, 1 obr., 1 tab., lit. 9.

Metodika hodnocení významu území pro stanovení priorit při plánování aktualizace a obnovy vojenských topografických map. Výběr kritérií k sestavení plánu pořadí obnovy mapových listů s využitím moderních matematických metod v podmínkách TS AČR.

TALHOFER, V.

Stav a perspektivy vývoje a využívání digitálních informací o terénu.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 53 - 55, lit. 3.

Principy a funkce geoinformačních systémů. Popis technických prostředků pro získávání a zpracování dat, software a charakter dat s odkazy na zahraniční zkušenosti.

KOZÁK, A.

Mezinárodní aktivity TS AČR v roce 1993.

Sborník topografické služby, 1993, č. 3, s. 56 - 60, 2 obr.

Souhrnná informace o nově uzavřených dohodách a akcích TS AČR při rozvíjení mezinárodní spolupráce s partnerskými službami evropských armád a Agenturou pro obranné mapování armády USA. Konkrétní výsledky spolupráce. Společný seminář „Úloha moderní geodezie v ozbrojených silách“.

Annotations

DUŠÁTKO, D.

Modern geodesy in the Army of the Czech Republic.

The role of modern geodesy in the contemporary armies in the conditions of starting international cooperation of European armies. The influence of new weapon systems requirements on the traditional understanding of geodetic support. The consequences for the AČR, for the TS AČR, for the present time and for the future; internal and external measures and tasks in this field.

MERVART, L. - CIMBÁLNÍK, M.

The International GPS Service for Geodynamics.

The tasks of the International GPS-Service for Geodynamics in the field of satellite geodesy and the hitherto finished GPS-measurement campaigns. The common Service activity will begin on January, 1st, 1994. The results of the hitherto activity and their importance for the GPS-technology users and for building of modern geocentric geodetic controls.

NESVORNÝ, D. - ŠÍMA, Z.

The geopotential dimensional factor.

The four primary geodetic parameters include the geopotential factor R_0 . The description of determination process of this value from the results of altimetric measurements. The methodological approach including the utilization of Earth's gravity model and accounting the influence of Earth's rotation and of permanent tide enables to determine the geopotential values on the geoid and ensures a high accuracy.

KOBRLE, F.

The measurements using the Wild GPS-System 200 devices.

The results of test measurements using GPS devices of the company LEICA Heerbrugg and their analysis from the standpoint of accuracy and work effectiveness on an example of a local network between Prague and Ondřejov. The transformation into a local technical network S-JTSK, comparison of several transformation methods with regard to the height problems.

ZAJÍČEK, L.

The outlook of the geodetic position bases.

The combination of satellite GPS-data and the classical geodetic networks on an example of S-JTSK modernization. Overview of the development of the civilian planimetric controls, their state and opinions of the author of the problem solution of the modernization of geodetic control in the ČR with regard to present needs of the increasing number of GPS-technique users.

NEVOSÁD, Z.

The accuracy of the 5th order points transformation to the S-1942/83 system.

The results of a qualitative testing of coordinate adjustment of I - IV order and coordinate transformation of V order points into S-1942/83. An orienting comparison of results with statistical data, obtained by a quadratic conform coordinate transformation of control points S-JTSK into S-1942/83. The influence of chosen technology on the transformation accuracy.

MIKLOŠÍK, F.

How to evaluate the importance of territory for planning of updating and modernization of topographic maps.

A methodology for the evaluation of territory importance for the priority determination for planning of military topographic maps updating and revision. Criteria selection to elaborate a plan of revision sequence of map sheets using modern mathematic methods in the conditions of the TS AČR.

TALHOFER, V.

The state and perspectives of development and using of digital terrain information.

The principles and functions of geo-information systems. Description of technical means for data acquisition and processing; software and data character with references to foreign experience.

KOZÁK, A.

The international activities of the TS AČR in 1993.

Summary information on newly concluded agreements and actions of the TS AČR in the development of international cooperation with Services of European armies and with the DMA. Concrete results of the cooperation. Common seminar „The Role of Modern Geodesy in the Armed Forces“.

The role of modern geodesy in the contemporary armies in the world... The influence of new weapon systems equipment on the technical understanding of geodesy... The cooperation for the AČR for the TS AČR for the present time and for the future...

The role of the international GPS-system for Geodesy in the world... The common Geodesy activities will begin on January, 1st 1994... The results of the international Geodesy activities will be published in the journal of Geodesy...

The four primary geodesic parameters include the geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The results of test measurements using GPS devices of the company LEICA Heching and their analysis from the... The analysis of accuracy and work efficiency on an example of a local network between Prague and Quedlinburg...

The combination of satellite GPS-data and the classical geodesic networks on an example of ZVITK modernization... Overview of the development of the civilian geomatics course, their aims and objectives of the subject of the geodesy...

The accuracy of the 4th order points transformation to the Z-1942B system... The results of a detailed testing of coordinate adjustment of 1 - IV order and constant transformation of V order points...

How to evaluate the importance of revising the planimetric and modernization of topographic maps... A methodology for the revision of terrain maps... The importance of terrain maps for planning of military topographic...

The state and perspectives of development and using of digital terrain information... The principles and functions of geo-information systems... Description of technical means for data acquisition and processing...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor... The geopotential factor...

Annotationen

DUŠÁTKO, D.

Moderne Geodäsie in der Armee der Tschechischen Republik.

Die Rolle der modernen Geodäsie in den gegenwärtigen Armeen in den Bedingungen des Beginns der internationalen Zusammenarbeit zwischen europäischen Armeen. Der Einfluß neuer Forderungen der Waffensysteme auf die traditionelle Auffassung der geodätischen Sicherstellung. Folgerungen für die Armee der Tschechischen Republik (AČR), für den Topographischen Dienst der AČR, für die Gegenwart und für die Perspektive, interne und externe Maßnahmen und neue Aufgaben in diesem Bereich.

MERVART, L. - CIMBÁLNÍK, M.

Der Internationale GPS Dienst für die Geodynamik.

Die Aufgaben des Internationalen GPS-Dienstes für die Geodynamik im Bereich der Satellitengeodäsie und die bisher verlaufenen GPS-Meßkampagnen. Die laufende Tätigkeit des Dienstes wird am 1. 1. 1994 beginnen. Beschrieben werden die Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit des Dienstes und derer Bedeutung für die Benutzer der GPS-Technologie und für den Aufbau von neuzeitlichen geozentrischen geodätischen Grundlagen.

NESVORNÝ, D. - ŠÍMA, Z.

Der Dimensionsfaktor des Geopotentials.

Zu den vier primären geodätischen Parametern gehört der Geopotentialfaktor R_0 . Beschrieben wird das Verfahren der Bestimmung dieser Größe aus den Ergebnissen der altimetrischen Messungen. Der methodische Zutritt, einschließlich der Ausnutzung des Modells des Schwerefeldes der Erde und der Einrechnung der Erdrotationseinflüsse und der permanenten Gezeiten, ermöglicht die Bestimmung des Geopotentialwertes auf dem Geoid und gewährleistet im ganzen die Erreichung hoher Genauigkeit.

KOBRLE, F.

Die Testmessung mit der Apparatur Wild GPS-System 200.

Die Ergebnisse der Testmessungen mit der GPS-Apparatur der Firma LEICA Heerbrugg und ihre Analyse vom Standpunkt der Genauigkeit und der Arbeitsproduktivität am Beispiel eines lokalen Netzes zwischen Prag und Ondřejov. Die Transformation in das lokale technische Netz S-JTSK, ein Vergleich einiger Transformationsmethoden mit Rücksicht auf die Höhenproblematik.

ZAJÍČEK, L.

Der Ausblick der geodätischer Lagegrundlagen.

Die Kombination der GPS-Satellitendaten mit den klassischen geodätischen Netzen am Beispiel der Modernisierung von S-JTSK. Die Entwicklungsübersicht der zivilen planimetrischen Grundlagen. Ihr Stand und die Ansichten des Authors an die Problemlösung der Modernisierung der geodätischen Grundlage in der ČR mit Rücksicht auf die augenblicklichen Bedürfnisse der wachsenden Anzahl der Ausnutzer der GPS-Technik.

NEVOSÁD, Z.

Die Genauigkeit der Transformationen von Punkten V. Ordnung in das System S-1942/83.

Die Ergebnisse der qualitativen Testierung der Ausgleichung von Koordinaten I. - IV. Ordnung und der Koordinatentransformation der Punkte V. Ordnung in das System S-1942/83. Ein Orientierungsvergleich der Ergebnisse mit den statistischen Angaben, die durch eine quadratische konforme Transformation des S-JTSK Punktfeldes in das S-1942/83 gewonnen wurden; die Folgerungen der gewählten Technologie für die Genauigkeit der Transformation.

MIKLOŠÍK, F.

Wie soll man die Bedeutung des Gebietes für die Planung der Erneuerung und Modernisierung von topographischen Karten bewerten.

Die Methodik für die Auswertung der Bedeutung des Gebiets für die Prioritätsbestimmung bei der Planung von Laufendhaltung und Erneuerung der militär-topographischen Karten. Die Auswahl der Kriterien für die Zusammenstellung des Plans der Reihenfolge der Kartenblättererneuerung unter Ausnutzung der modernen mathematischen Methoden in den Bedingungen des Topographischen Dienstes der AČR.

TALHOFER, V.

Der Stand und die Perspektiven der Entwicklung und Ausnutzung der digitalen Geländeinformationen.

Die Prinzipien und Funktionen der Geo-Informationssysteme. Die Beschreibung der technischen Mittel für die Datenerfassung und Datenverarbeitung; Software und Datencharakter mit Hinweisen auf die Auslandserfahrungen.

KOZÁK, A.

Die internationalen Aktivitäten des TD AČR in Jahr 1993.

Die Gesamtinformationen über die neu abgeschlossenen Vereinbarungen und Aktionen des Topographischen Dienstes der AČR bei der Entwicklung der internationalen Zusammenarbeit mit den Partnerdiensten der europäischen Armeen und mit der DMA. Konkrete Ergebnisse der Zusammenarbeit. Das gemeinsame Seminar „Die Rolle der modernen Geodäsie in den Streitkräften“.

Der Internationale GPS-Dienst für die Geodäsie. Die Aufgaben des Internationalen GPS-Dienstes für die Geodäsie im Bereich der Satellitengeodäsie sind die Durchführung von GPS-Messungen. Die letzten Tätigkeiten des Dienstes sind im I. I. 1994 begonnen. Beschrieben werden die Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit des Dienstes und deren Bedeutung für die Entwicklung der GPS-Technologie und für den Aufbau von detaillierten geodätischen Netzwerken.

Der Dienstleister des Geodäten. Die Dienstleistungen des Geodäten sind die von anderen geodätischen Diensten geleisteten Funktionen. Die Dienstleistungen des Geodäten sind die von anderen geodätischen Diensten geleisteten Funktionen. Die Dienstleistungen des Geodäten sind die von anderen geodätischen Diensten geleisteten Funktionen.

Die Testierung mit der Apparatur WM GPS-System 200. Die Ergebnisse der Testierungen mit der GPS-Apparatur der Firma LEICA Hierarchie und ihre Analyse von Ergebnissen der Geodäsie und der Arbeitsweise der GPS-Apparatur. Die Ergebnisse der Testierungen mit der GPS-Apparatur der Firma LEICA Hierarchie und ihre Analyse von Ergebnissen der Geodäsie und der Arbeitsweise der GPS-Apparatur.

Die Analyse der geodätischen Lageveränderungen. Die Kombination der GPS-Satellitendaten mit den klassischen geodätischen Netzen am Beispiel der Modernisierung von GPS-Netzen. Die Ergebnisse der Analyse der geodätischen Lageveränderungen. Die Kombination der GPS-Satellitendaten mit den klassischen geodätischen Netzen am Beispiel der Modernisierung von GPS-Netzen.

Die Ergebnisse der Transformation von Punkten Y-Ordnung in das System Z-1945. Die Ergebnisse der Transformation von Punkten Y-Ordnung in das System Z-1945. Die Ergebnisse der Transformation von Punkten Y-Ordnung in das System Z-1945.

Die Bedeutung der Geodäsie für die Planung der Erhaltung und Modernisierung von topographischen Kartenwerken. Die Bedeutung der Geodäsie für die Planung der Erhaltung und Modernisierung von topographischen Kartenwerken. Die Bedeutung der Geodäsie für die Planung der Erhaltung und Modernisierung von topographischen Kartenwerken.

Pokyny pro autory příspěvků do Sborníku topografické služby

Do Sborníku topografické služby se odevzdávají příspěvky psané po jedné straně listu formátu A4 na stroji s běžným typem písma (nikoli na perličce). Slepování rukopisů do páسů delších než formát A4 se nepřipouští. Strany obsahují 30 řádků po 60 úhozech a pořadově se čísly. Xerografické kopie přijímá redakce pouze tehdy, jsou-li dobře čitelné. Jestliže jsou obrázky a tabulky na samostatných listech, musí být v textu vyznačeno místo jejich zařazení.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat psaní matematických symbolů, především zřetelnému rozlišení indexů prvního a druhého stupně, jejich přiměřenému snížení nebo zvýšení vzhledem k základní úrovni řádku. U indexů dopisovaných ručně se doporučuje používat malých psacích a velkých tiskacích písmen (odlišení p od P, z od Z apod.). Pokud není rukopis napsán na stroji, který má zvláštní typy pro číslici jedna a písmeno „l“ (el), zvýrazňuje se u číslice 1 horní špička šikmou čárkou. Nuly se od písmene „O“ odliší přeškrtnutím.

Příspěvek může být předán redakci také na disketě. Při použití diskety (3,5" nebo 5,25") se text ukládá v textovém editoru T602. Pro další zpracování na DTP (Desk Top Publishing) platí tyto zásady: při volbě DOKUMENT FORMÁT se ponechají zapnuté pouze AKTIVNÍ OKRAJE a KOMPRESSE, při volbě DOKUMENT STRÁNKA se levý okraj nastaví na hodnotu 1 a pravý okraj na 70. Používá se řádkování 2. Dále je třeba volit VST/VÝST. KÓD KEYBCS2 a zapnout ČES klávesnici. Začátky odstavců se píšou od levého okraje, včetně těch částí textu, které budou mít ve Sborníku středovou úpravu (nadpisy kapitol, popisy pod obrázky apod.). Odstavce se ukončují pomocí klávesy ENTER. Grafická úprava, např. proložení, podržením, rámečkem, se nepřipouští. Speciální znaky se nahrazují ekvivalenty: uvozovky dvěma čárkami vedle sebe, minus dvěma spojovníky za sebou, plus minus kombinací ALT8 W ALT2.

Při psaní tabulek obsahuje první řádek příkaz začátku tabulky: @Z_TBL_BEG = COLUMNS (n), kde n je počet sloupců. Druhý řádek obsahuje záhlaví: @Z_TBLZBODY = text 1, text 2, text 3... Vlastní text tabulky se píše po řádcích, sloupce se oddělují čárkou a mezerou, na konci řádku bez čárky. Pokud text ve sloupci chybí, nahradí se mezerou a čárkou. Za posledním řádkem tabulky se zapíše příkaz ukončení: @Z_TBL_END =.

Tvorba bibliografických citací se v hlavních zásadách řídí ČSN 01 0197. Citace mají jednotnou strukturu. U časopiseckých článků se uvádí příjmení autora (autorů), počáteční písmeno rodného jména, název článku, název periodika, ročník (svazek), rok vydání, číslo stránky, u knih opět příjmení a první písmeno autorova rodného jména, dále název publikace, místo vydání, nakladatelství (vydavatel), rok vydání a počet stran. Pořadí jednotlivých údajů je závazné.

Příklady:

MATONOHA, J.: Navigační systém VECTOR ADS. In: Sbor. topogr. Služby, 1992, č. 2, s. 40 - 42.

MIKLOŠÍK, F. - LAUERMANN, L.: Hodnocení kvality mapového díla. [Výzkumná zpráva.] Brno, Voj. akademie 1990. 51 s.

HÁBOVČÍK, P.: Lasery a fotodetektory. Bratislava, Alfa 1989. 318 s.

DUBIŠAR, P.: Charakteristiky vnitřní spolehlivosti polohové sítě. Geod. a kartogr. Obz., 39, 1993, č. 6, s. 111 - 114.

Uspořádání jednotlivých částí textu musí být přehledné a logické. Při několikanásobném členění je třeba zřetelně odlišit hlavní nadpisy od podtitulků mezerou jednoho řádku.

Autoři plně odpovídají za obsahovou správnost a terminologickou přesnost svých příspěvků. Odborná terminologie se řídí především ČSN 73 0401 Názvosloví v geodézii a kartografii, popř. NN 06 0101 Názvosloví z oboru topografické služby.

Při psaní matematických značek je nutno dodržovat ustanovení ČSN 01 1001 Matematické značky. Pro používání a označování jednotek fyzikálních veličin platí ČSN 01 1300 Zákonné měřicí jednotky. Pokud se v textu vyskytnou jiné jednotky (např. 1 Gal), musí být v závorce vyznačen vztah k jednotkám SI ($= 10^{-2} \text{m.s}^{-2}$). Všeobecné zásady pro vyjadřování a zápis fyzikálních veličin a jednotek stanoví ČSN 01 1301 Veličiny, jednotky a rovnice.

Ke každému článku je nutno přiložit anotaci, která by rozsahem neměla překročit 10 strojopisných řádků. V anotaci se již neopakují údaje z názvu článku. Stručná obsahová charakteristika se vyjadřuje spíše heslovitě, nevětně. Je třeba se vyvarovat balastních výrazů typu „článek uvádí“, „druhá kapitola pojednává“ apod.

Předlohy určené pro polygrafickou reprodukci musí být čisté, ploché, bez prasklin, lomů a jakéhokoli dalšího poškození. Přijímají se ostré, syté, černé pérové kresby na bílém papíře, kartonu nebo průsvitné nebarevné podložce. Ruční popisy musí být stejné velikosti. Barevné tisky a předlohy je nutno omezit na minimum. Reprodukují se pouze jasné a ostré fotografie. U snímků horší kvality musí autor obtáhnout kontury. Pokud jsou mezi přílohy zařazeny výstupy z počítače, je třeba dodat originál.

Při nedodržení zásad uvedených v těchto pokynech si redakce vyhrazuje právo vrátit článek autorovi k přepracování.

Redakce nerozesílá autorům separátní otisky jejich prací ani autorské výtisky Sborníku topografické služby a nevrací rukopisy bez výslovného vyžádání. Autorské honoráře vyplácí Analyticko-informační středisko topografické služby po předání čísla Sborníku, v němž bude článek uveřejněn, k polygrafickému zpracování.

Redakce

CONTENTS

	Page
D. Dušátko: Modern geodesy in the Army of the Czech Republic	1
L. Mervart — M. Cimbálník: The International GPS-Service for geodynamics	7
D. Nesvorný — Z. Šíma: The geopotential dimensional factor	12
F. Koblre: Test measurements using the Wild GPS-SYSTEM 200 devices	19
L. Zajíček: The outlook of the geodetic position bases	24
Z. Nevošád: The accuracy of the 5th order points transformation to the S-1942/83 system	31
F. Miklošík: How to evaluate the importance of territory for planning of updating and modernization of topographic maps	47
V. Talhofer: The state and perspectives of development and using of digital terrain information	53
A. Kozák: The international activities of the TS AČR in 1993	56
Annotations	61
Instructions for authors of contributions for the Proceedings of the Topographic Service	67

INHALT

	Seite
D. Dušátko: Die moderne Geodäsie in der Armee der Tschechischen Republik	1
L. Mervart — M. Cimbálník: Der Internationale GPS-Dienst für die Geodynamik	7
D. Nesvorný — Z. Šíma: Der Dimensionsfaktor des Geopotentials	12
F. Koblre: Die Testmessung mit der Apparatur Wild GPS-SYSTEM 200	19
L. Zajíček: Der Ausblick der geodätischen Lagegrundlagen	24
Z. Nevošád: Die Genauigkeit der Transformationen von Punkten V. Ordnung in das System S-1942/83	31
F. Miklošík: Wie soll man die Bedeutung des Gebietes für die Planung der Erneuerung und Modernisierung von topographischen Karten bewerten	47
V. Talhofer: Der Stand und die Perspektiven der Entwicklung und Ausnutzung der digitalen Geländeeinformationen	53
A. Kozák: Die internationalen Aktivitäten des TD AČR im Jahr 1993	56
Annotationen	61
Hinweise für die Autoren der Beiträge für das Sammelbuch des Topographischen Dienstes	67