

Geodetické základy polohopisné a jednotný zobrazovací způsob Československé republiky

Ing. Josef KŘOVÁK, ministerský rada a přednosta odd. III/6 b min. financí

Obnovenému československému státu zůstává ze staré monarchie nejednotný mapový materiál, pořízený na podkladě trigonometrických sítí různého původu a různé přesnosti. Pro národohospodářské, technické a ostatní státně nezbytné účely je nutno se postarat o nové, podle moderních metod vyhotovené, podrobné mapy na jednotných geodetických základech.

Pro vybudování jednotných geodetických základů pro Československo bylo hlavní úlohou naléztí nejvhodnější zobrazovací způsob. Kromě předních geodetů a kartografů československých zabývala se touto otázkou také Triangulační kancelář ministerstva financí, zřízená v r. 1919. Pro vyhotovení nových katastrálních map byla ministerstvem financí přijata zásada, aby nový zobrazovací způsob měl tyto vlastnosti:

1. má býti jednotný, t.j. pro celé území státu jediný a společný zeměměřičské práce kteréhokoliv resortu (§ 10, kat. zákona);
2. má býti národní, t. j. má se přimykati poloze a podélnému tvaru Československé republiky;
3. má býti konformní;
4. deformace úhlová při trojúhelnících o stranách menších 5 km nesmí příliš překročiti 1";
5. hodnota délkového zkreslení necht' je asi 1:10.000; větší je přípustné jen tehdy, když z toho plynou praktické výhody;
6. celé území Československé republiky má býti zobrazeno v pravoúhlé soustavě (§ 50 kat. zákona) a v jediném kvadrantu;
7. výpočet směrových oprav má býti co nejjednodušší;
8. pro zobrazení má býti použita Gaussova koule k usnadnění výpočtů, zejména sféroidických.

Volbou zobrazovacího způsobu Československé republiky se zabývalo více autorů, jejichž práce jsou otiskovány od r. 1920 v domácích i zahraničních odborných časopisech.

Z navrhovaných zobrazení Československé republiky přišly v úvahu tyto návrhy:

- a) obecné kuželové zobrazení (Ing. Křováka),
- b) normální kuželové zobrazení (plk. VZÚ. Dr. L. Beneše),
- c) obecné válcové zobrazení (prof. Dr. Fr. Fialy).

Ministerstvo financí podporovalo můj návrh, poněvadž splňuje všech 8 výše uvedených předpokladů. Triangulační kancelář ministerstva financí připravila pro obecné konformní kuželové zobrazení potřebné zobrazovací tabulky a diagramy. Těmito pomůckami bylo umožněno zjednodušiti všechny výpočty ve zvoleném zobrazení. Finanční správa v tomto zobrazení zhotovovala nové katastrální mapy oněch katastrálních území, v nichž se podle ustanovení §§ 28, 64 a 100 katastrálního zákona č. 177/1927 Sb. z. a n. vyhotovoval původní nebo nový měřický operát. V tomto zobrazení se dále vyhotovovaly katastrální mapy i po vyjití vládního nařízení č. 64/1930 Sb. z. a n. podle ustanovení § 1 odst. 2.

Aby mohla býti stanovena jednotná zobrazovací soustava ministerstvem financí podle ustanovení vládního nařízení č. 64/1930 Sb. z. a n., byl požádán *Československý komitét geodetický a geofyzikální*, zřízený při *Národní radě badatelské*, aby vykonal vědeckou přípravu pro volbu zobrazení, a se zúčastněnými ministerstvy bylo o něm jednáno na svolaných meziministerských poradách.

Po úspěšném ukončení všech jednání vydalo ministerstvo financí výnos ze dne 10. prosince, 1937, č. j. 126.197/37-III/6b, jímž se stanoví podle ustanovení § 1, odst. 1, vládní nař. ze dne 23. května 1930, č. 64, Sb. z. a n., po slyšení *Čs. komitétu geodetického a geofyzikálního* a v dohodě s ministerstvy zemědělství, veřejných prací, národní obrany, školství a národní osvěty, aby při vyhotovení původního nebo nového měřického operátu byly pozemky zobrazeny na jediné do roviny rozvinuté kuželové ploše obecného konformního zobrazení kuželového. Přesně za 10 let po vyjití katastrálního zákona skončil se tak jeden velmi důležitý úkol pro položení definitivních geodetických základů polohopisných nutných pro mapování v Československé republice.

Zároveň s pracemi pro stanovení jednotné zobrazovací soustavy vykonala triangulační kancelář ministerstva financí se vším úsilím přípravu pro vybudování jednotné trigonometrické sítě, jejímž druhým účelem bylo unifikovati různé dřívější trigonometrické sítě katastrální, na nichž jsou vyhotoveny převzaté katastrální mapy.

Bylo nutno vybudovati nejprve základní trigonometrickou síť katastrální. Pro tuto síť byla provedena nová triangulace na území Moravy, Slezska, Hlučínska a Slovenska. Pro Čechy a Podkarpatskou Rus bylo použito výsledků tzv. vojenské triangulace z let 1860 až 1898, vykonané pro vojenskou síť I. řádu, vztaženou na základní referenční triangulační bod "*Herrmannskögel*" u Vídně a zpracovanou na *Besselově elipsoidu*. Použití těchto výsledků se stalo teprve po porovnání vojenského a nového měření směrů, jímž byla prokázána dobrá shoda. Nová triangulace, vykonaná Triangulační kanceláří ministerstva financí v letech 1920 až 1926 se vztahovala na 204 trigonometrické body, které uzavíraly 352 trojúhelníky o délkách stran průměrně 23 km proti průměrné délce stran přes 40 km v trojúhelnících vojenské sítě I. řádu v Čechách a na Podkarpatské Rusi.

Již za rok po ukončení polních prací v základní trigonometrické síti katastrální byla tato síť také vyrovnána a stanovena. Byla vyrovnána směrově v zobrazovací rovině obecného kuželového zobrazení konformního metodou nejmenších čtverců. Vyrovnání bylo provedeno ve dvou částech. Hlavní část (země Česká, Moravskoslezská, Slovenská bez jihozápadní části a Podkarpatoruská) nezávisle a druhá malá část (jihozápadní Slovensko) závisle na hlavní části.

Nezávislé vyrovnání směrů hlavní části základní trigonometrické sítě katastrální najednou obsahuje 237 trigonometrických bodů, 1266 směrů, 397 trojúhelníků, 162 stranových rovnic, a pozoruhodný počet 559 normálních rovnic. Normální rovnice byly řešeny postupným sblížováním. Dobrou představu o velikosti úkolu při řešení normálních rovnic poskytuje schéma, řešení normálních rovnic, které je 2 m vysoké a 3 m dlouhé a kde čísla jsou znázorněna čárkami.

Závisle vyrovnaná trigonometrická síť jihozápadní části Slovenska obsahovala 11 připojovacích trigonometrických bodů a 31 nových trigonometrických bodů, 180 oboustranně měřených směrů, 59 trojúhelníků. Při vyrovnání vzniklo 87 normálních

rovníc, z nichž je 59 trojúhelníkových a 28 stranových. Na rozdíl od předchozího byly normální rovnice řešeny spojováním. Oba tyto způsoby byly mnou propracovány a také svého času uveřejněny ve Veřejných zprávách služby technické.

Rozměr, směr a poloha základní trigonometrické sítě katastrální na *Besselově elipsoidu* byly stanoveny na podkladě geodetických údajů 42 totožných trigonometrických bodů vojenské triangulace I. řádu v Čechách.

Vyrovnáním celé základní trigonometrické sítě katastrální najednou byl bezpečně získán podklad pro pozdější jednotnou trigonometrickou síť katastrální I. řádu. Základní trigonometrická síť katastrální obsahuje celkem 268 trigonometrických bodů, které jsou udány pravoúhlými rovinnými souřadnicemi, které mají kladné znaménko, neboť území Československé republiky leží v prvním kvadrantu souřadnicové soustavy.

Na tuto základní trigonometrickou síť katastrální byla navázána jednotná trigonometrická síť katastrální, která podle ustanovení § 10, odst. 1. a 2. vládního nařízení č. 64/1930 Sb. z. a n. je budována s ohledem na budoucí československou základní trigonometrickou síť triangulační kanceláří ministerstva financí za součinnosti příslušných úřadů nebo ústavů ministerstva zemědělství, veřejných prací a národní obrany podle zásad vydaných výnosem ministerstva financí ze dne 19. října 1934, č. j. 102.313/34-III/6, po slyšení Čs. komitétu geodetického a geofyzikálního a v dohodě s ministerstvem zemědělství, veřejných prací, národní obrany a školství a národní osvěty.

Jednotná trigonometrická síť katastrální vyšších řádů je dnes dobudována toliko v síti I. řádu, kde základní trigonometrická síť katastrální z roku 1927 byla doplněna dalšími 100 body, zejména v zemi České a Podkarpatské, takže po celém území Československé republiky se rozprostírá stejnorodá síť I. řádu. Trigonometrické sítě II., III. a IV. řádu jsou dosud ve vývinu. Také z těchto trigonometrických sítí jest každá budována tak, aby sama pro sebe byla vytvořena pokud lze z rovnostranných trojúhelníků a byla stejnorodá. Síť II. řádu má strany trojúhelníků průměrně 12 km dlouhé, síť III. řádu průměrně 7 km a síť IV. řádu průměrně delší než 4 km.

Do jednotné trigonometrické sítě katastrální vyšších řádů se včleňuje podrobná trigonometrická síť se stranami dlouhými průměrně 2 km. Tato podrobná trigonometrická síť, pro jejíž vybudování se konají podrobné a místní triangulace, je východiskem pro podrobná měření a podkladem pro vyhotovení všech map. Předpisy pro vybudování této sítě jsou mírnější a tvar a hustota její je patrná z vystavovaného vzoru triangulačního listu.

Jednotná trigonometrická síť katastrální vyšších řádů včetně podrobné trigonometrické sítě je budována postupně v oblastech, kde je toho právě třeba.

Triangulace konané pro budování jednotné trigonometrické sítě katastrální jsou prováděny podle pevně stanoveného programu smluveného se všemi zúčastněnými ministerstvy. Při triangulaci pro jednotnou trigonometrickou síť katastrální jsou pojímány do jednotné sítě veškeré trigonometrické body dřívějších triangulací jakéhokoliv druhu, pokud tyto body nebyly ztraceny a pokud jejich poloha vyhovuje nové jednotné trigonometrické síti. Převzetím totožných trigonometrických bodů je rázem postaráno o podchycení všech dřívějších trigonometrických sítí, vybudovaných pro kterýkoliv účel. Tím je také získán podklad pro bezpečné posouzení hodnoty a přesnosti dřívějších sítí a

posouzení kvality map, zhotovených na jejich podklade. Konečně je tím umožněno bezpečně zjistiti potřebu a postup mapování Československé republiky.

Při triangulaci jsou trigonometrické body signalizovány převážně dřevěnými triangulačními signály tvaru jak je zobrazeno na vyobrazeních, dostupných z úvodní stránky.

Měření vodorovných a výškových úhlů se koná v poslední době převážně švýcarskými přesnými teodolity pro I. a II. řád, vyrobenými firmou Wild v Heerbruggu které mají sexagesimální dělení. Úhly jsou pravidlem měřeny ve skupinách a řadách. Zavedením švýcarských teodolitů bylo umožněno z hospodárnosti měření úhlů, kromě toho dosažené výsledky jsou velmi hodnotné, jak je patrné na příklad z údajů, uvedených v *Rapport de la commission géodesique et géophysique Tchécoslovaque*, 1936.

Souřadnice trigonometrických bodů jsou počítány v obecném konformním kuželovém zobrazení souřadnicovým vyrovnáním metodou nejmenších čtverců zpravidla dvou nebo více bodů najednou, a to zejména v trigonometrických sítích II a III. řádu, kdežto v síti IV. řádu a podrobné trigonometrické šiti zpravidla vyrovnáním souřadnicovým jednotlivých bodů.

Základní trigonometrická síť katastrální nezávisle směrově vyrovnaná v roce 1926 a 1927 vykazuje průměrnou chybu v měřeném směru $m = \pm 0,8105''$, závisle vyrovnaná část má $m = 0,8785''$. Na základní trigonometrickou síť katastrální připojená trigonometrická síť I. řádu dosahuje průměrnou chybu v měřeném směru $0,5''$ až $0,6''$. Tato průměrná chyba dokazuje, že trigonometrické body základní sítě jsou správně určeny. V síti II. řádu je průměrná chyba v měřeném směru v mezích do $0,8''$ a průměrné chyby v pravouhlých souřadnicích nepřesahují 5 cm. V síti III. řádu je průměrná chyba v měřeném směru maximálně $1''$, průměrné chyby v souřadnicích nepřekračují 3 cm. V síti IV. řádu je průměrná chyba v měřeném směru maximálně $14''$ a průměrné chyby v souřadnicích jsou kolem 1 cm. V podrobné trigonometrické síti, jejíž měřický operát polní není již tak sourodý a nelze proto uvést dost spolehlivě průměrnou chybu v měřeném směru, jsou průměrné chyby v souřadnicích maximálně 1 cm.

Vybudováním základní trigonometrické sítě katastrální a na jejím podkladě budované jednotné trigonometrické sítě katastrální je náš stát velmi dobře dotován správně určenými pevnými body, které plně vyhovují pro všechny technické účely. Toto tvrzení podporuje zejména ta okolnost, že všechny 3 základny, které svého času byly změřeny na území našeho státu bývalým vojenským zeměpisným ústavem ve Vídni, sloužily za kontrolu pro rozměr sítě. Základnové triangulace byly znovu vyrovnány po definitivním stanovení základní trigonometrické sítě katastrální. Z výpočtu je patrné, že rozměr sítě je správný a že rozdíl v délce je 2 mm až 10 mm / km. Tak na př. ověřuje nová základna u *Feledinců*, měřená v r. 1936, stranu jednotné trigonometrické sítě I. řádu *Vósdobor-Tubahegy*. Strana ze sítě proti straně odvozené základnovou triangulací ze základny se rozchází o 4,8 mm / km. Lze to přičítati tomu, že základní trigonometrická síť katastrální byla vyrovnávána najednou. Ostatně i každá nová triangulace, provedená v jednotné síti, potvrzuje správnost rozměru sítě a také tu okolnost, že jednotnou trigonometrickou sítí katastrální bylo prakticky postaráno o velmi dobré geodetické základy pro mapování našeho státu.

Jednotná trigonometrická síť katastrální je budována také s ohledem na budoucí základní trigonometrickou síť, jejíž účelem bude:

1. ověřiti práce vykonané v jednotné trigonometrické síti katastrální;
2. vybudovati geodetické základy také pro vědecké účely a pro každou potřebu, která by se v příští době vyskytla;
3. vytvořiti dílo, které svou přesností poslouží i v budoucnosti pro vědecké práce mezinárodní;
4. umožniti výzkumy, studie, badání a jiné vědecké práce, související s měřením a zjišťováním tvaru zemského povrchu.

Základní trigonometrická síť je budována triangulační kanceláří ministerstva financí za součinnosti úřadů a ústavů ministerstev národní obrany a veřejných prací a vědeckých ústavů vysokých škol. S přípravnými pracemi pro budování této sítě bylo započato v r. 1931. Nejprve byly ministerstvem financí sjednány dohody se sousedními státy o spojení základních trigonometrických sítí Československa, Rakouska, Polska, Německa (tato je jen rámcová) a Rumunska. Zbývá ještě sjednat dohodu jedině s Maďarskem. Základní trigonometrické body jsou již většinou stabilizovány, zejména však body poledníkového řetězce mezinárodní Unie geodetické v Podkarpatské Rusi.

Vědeckou přípravou pro tuto síť se zabývá *Čs. komitét geodetický a geofyzikální*. Pro práce v síti, které jsou velmi pracné, byly vydány výnosem ministerstva financí ze dne 27. května 1936, č. j. 45.488/36-III.6 b za souhlasu ministerstva zemědělství, veřejných prací, národní obrany a školství a národní osvěty administrativní zásady, které obsahují celkem 12 bodů. Podle 11. bodu zásad bylo zřízeno celkem 9 subkomisí, jejímiž členy jsou jednak členové *Čs. komitétu geodetického a geofyzikálního* a jednak osoby, pověřené prováděním prací v základní trigonometrické síti. Byly zřízeny tyto subkomise:

- pro srovnávací základnu,
- pro základnové triangulace a měření základen,
- pro ustálení projektu sítě, signalizaci a stabilizaci trigonometrických bodů,
- pro měření vodorovných úhlů a zenitových vzdáleností,
- pro měření astronomicko-geodetická,
- pro měření intenzity tíže,
- pro vyrovnání a výpočty sítě,
- pro projekci
- pro publikační činnost, bibliografii a názvosloví.

Tyto subkomise navrhují v oboru své působnosti, prostřednictvím ministerstva financí pracovní postupy, podávají návrhy na změny předpisů a jiné iniciativní návrhy. Návrhy se zpracovávají na meziministerských poradách.

Tak je postaráno o administrativní stránku prací v základní trigonometrické síti. Věci by bylo prospěšno, kdyby do souboru měření byla pojata také nivelace vysoké přesnosti. Dělbou technických prací je sledován účel, aby každá jejich složka byla prováděna nejvhodnějšími způsoby, které zaručují požadovanou přesnost výsledků měření.

Kromě ustálení projektu sítě a stabilizace asi třetiny trigonometrických bodů železobetonovými pilíři byly v roce 1936 a 1937 postaveny také měřické rozhledny zděné na pěti bodech v zemi České, byla zaměřena základna u *Feledinců*, byla měřena intenzita tíže v několika místech na Moravě a dále byly provedeny studie a zkoušky teodolitů a měřických metod pro měření vodorovných úhlů. Podle mezistátní dohody byly změřeny vodorovné úhly ve styčném řetězci základních trigonometrických sítí Československa a Rakouska na 9 československých a na 9 rakouských trigonometrických bodech, konečně

byla zaměřena I. etapa základnové triangulace u *Feledinců*, již se ověřuje strana jednotné trigonometrické sítě katastrální I. řádu *Vósdobor-Tubahegy*.

Z uvedeného je patrné, že dosud zbývá ještě velmi značný úkol. Práce v jednotné trigonometrické síti katastrální jsou již ve všech složkách plně zavedeny a pokračují svým tempem podle programu. Práce v základní trigonometrické síti, s nimiž se teprve počíná, budou v plném proudu ve všech složkách nejpozději v příštím roce a podle předpokladu budou ukončeny do 14 let.