

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



VÝVOJ METOD MĚŘENÍ POLOHOPISU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jiří Loula

Bakalant: Jan Mikšík

2014/2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Mikšík

Vodní hospodářství

Název práce

Vývoj metod měření polohopisu

Název anglicky

Development of methods for planimetric

Cíle práce

Cílem práce je literární rešerše vysvětlující účel měření polohopisu, objasnění jednotlivých základních geodetických metod měření polohopisu, konkrétně od založení Josefského katastru roku 1789 až po současnost. Práce bude také obsahovat popis měřické techniky, která se vyvíjela neodlučitelně s jednotlivými metodami.

Metodika

1. Polohopis a jeho účel
2. Měřické přístroje a pomůcky
3. Josefský katastr, metoda měřického stolu
4. Stabilní katastr, ortogonální metoda
5. Pozemkový katastr, polární metoda
6. Katastr nemovitostí ČR, metody GNSS

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

metoda měřického stolu, ortogonální metoda, polární metoda, metody měření GNSS, Josefský katastr, Stabilní katastr, Pozemkový katastr, Katastr nemovitostí ČR, měřický stůl, pentagon, teodolit, totální stanice, GPS

Doporučené zdroje informací

Císař J., Boguszak F., Janeček J., Mapování 1, Praha: SNTL 1966
Huml M., Buchar P., Mikšovský M., Veverka B., 2001: Mapování a kartografie, Vydavatelství ČVUT
Mašín Z., Císař J., Košťál F., GEODÉZIE I., Kartografie Praha, 1978
Michal j., Benda K., 2009: Katastr nemovitostí, Nakladatelství ČVUT
Rapant P., 2002: Družicové polohové systémy, Vysoká škola báňská Ostrava
Ratiborský J., 1995: Geodézie (Polohopis), Vydavatelství ČVUT Praha
Ratiborský J., 2006: Geodézie 2, České vysoké učení technické Praha
Ratiborský J., 2007: Geodézie 10, Nakladatelství ČVUT Praha

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jiří Loula

Elektronicky schváleno dne 8. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2015

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Louly. Jako autor bakalářské práce prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Ve Vlašimi dne 8. dubna 2015

.....

Jan MIKŠÍK

Poděkování

Velice rád bych poděkoval panu Ing. Jiřímu Loulovi za jeho odborné a metodické vedení při vytváření této bakalářské práce

Ve Vlašimi dne 8. dubna 2015

.....

Jan MIKŠÍK

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je literární rešerše popisující historický vývoj a charakteristiku hlavních geodetických metod měření polohopisu na území rakouské monarchie a českých zemí, počínaje vznikem Josefského katastru roku 1785 až do současné doby. Počátek práce je věnován definici polohopisu, jeho účelu a zobrazovacím základům. Pro lepší pochopení metod se zabývá následující kapitola přístrojovou technikou potřebnou k jednotlivým metodám, popisem jejich součástí a příslušenství. V ostatních navazujících kapitolách jsou po základním seznámení s přístrojovou technikou podrobně popsány jednotlivé metody měření ale také rámcově nastíněny jednotlivé útvary předcházející dnešnímu katastru nemovitostí ČR, ve kterých se tyto metody využívaly.

Klíčová slova

metoda měřického stolu, ortogonální metoda, polární metoda, metody měření GNSS, Josefský katastr, Stabilní katastr, Pozemkový katastr, Katastr nemovitostí ČR, měřický stůl, pentagon, teodolit, totální stanice, GNSS

Abstract

The goal of this work is literary research describing the historical evolution and the characterization of the main geodetic topography measurement methods in the territory of Austrian monarchy and czech countries, starting with the creation of Josephian cadastre in 1785 until now. The beginning of the work is dedicated to the definition of the topography, its purpose and imaging basis. For the better understanding of methods there is the next chapter dealing with the instrumentation necessary for each method, the description of instrumentation parts and with the accessories. In other related chapters prefixed with the basic familiarization with instrumentation there are described individual methods of measurement in detail and generally outlined individual departments preceding today's real estate cadastre of the Czech republic where these methods had been used.

Keywords

plane-table survey, orthogonal method, polar method, GNSS measurement method, Josephian cadastre, stable cadastre, cadastre of lands, cadastre of real estates of the Czech Republic, plane table, pentagonal prism, theodolite, total station, GNSS

Obsah

1. Úvod	11
2. Polohopis	12
2.1. Zobrazení základy.....	12
2.1.1. Tvar a rozměr Země	12
2.1.2. Volba průmětny.....	13
2.2. Polohové základy	15
2.2.1. Triangulace.....	16
2.3. Metody měření polohopisu.....	18
2.3.1. Geodetické metody grafické	18
2.3.2. Geodetické metody číselné	19
2.4. Délkové a úhlové jednotky	19
3. Měřické přístroje a pomůcky	21
3.1. Pomůcky k zajištění svislého směru.....	21
3.1.1. Olovnice	21
3.1.2. Olovnicová vidlice	22
3.2. Pomůcky k zajištění vodorovného směru.....	23
3.2.1. Libela.....	23
3.2.2. Trubicová libela	23
3.2.3. Krabicová libela	25
3.3. Přímé měření délek.....	26
3.3.1. Měřické latě.....	26
3.3.2. Měřické řetězce a provazce.....	26
3.3.3. Měřická pásma	27
3.3.4. Příslušenství k měřidlům.....	28
3.4. Pomůcky pro vytyčení pravého úhlu založené na odrazu a lomu paprsků .	29
3.4.1. Jednoduchý pentagon	29
3.4.2. Dvojitý pentagon.....	29
3.5. Stativy.....	30
3.6. Měřický stůl.....	31
3.7. Teodolity	32
3.8. Autoredukční dálkoměry se základnou mimo přístroj	34
3.8.1. REDTA-002	34

3.9.	Autoredukční dálkoměry se základnou v přístroji	35
3.9.1.	BRT-006.....	35
3.10.	Totální stanice.....	36
3.10.1.	Odrazné hranoly.....	37
3.11.	GNSS přístroje.....	37
4.	Josefský katastr, metoda měřického stolu	38
4.1.	Josefský katastr.....	38
4.2.	Zobrazovací a polohové základy	40
4.3.	Metoda měřického stolu	40
4.3.1.	Výhody měřického stolu	42
4.3.2.	Nevýhody měřického stolu	42
5.	Stabilní katastr, ortogonální metoda	42
5.1.	Stabilní katastr	42
5.2.	Cassini-Soldnerovo zobrazení	44
5.2.1.	Fundamentální listy a mapové listy	47
5.2.2.	Měřítka	48
5.3.	Polohopisné základy stabilního katastru	49
5.3.1.	Nedostatky trigonometrické sítě	50
5.4.	Ortogonální metoda	51
6.	Pozemkový katastr, polární metoda.....	56
6.1.	Pozemkový katastr	56
6.2.	Křovákovo zobrazení	58
6.2.1.	Mapové listy a rozměry.....	60
6.3.	Polohové základy pozemkového katastru	63
6.4.	Polární metoda.....	67
7.	Katastr nemovitostí ČR, metoda GNSS.....	72
7.1.	Katastr nemovitostí ČR	72
7.2.	Zobrazovací základy.....	74
7.2.1.	ETRS-89.....	74
7.2.2.	S-JTSK.....	75
7.3.	Polohové základy	76
7.3.1.	Moderní polohové základy.....	77
7.4.	Princip měření GNSS	82
7.5.	Metody měření GNSS	83

7.5.1.	Statická metoda	83
7.5.2.	Rychlá statická metoda (pseudostatická metoda)	83
7.5.3.	Metoda stop and go (polokinematická metoda).....	83
7.5.4.	Kinematická metoda.....	84
7.5.5.	RTK – real time kinematic	84
8.	Závěr	84
	Seznam literatury a použitých zdrojů	86
	Seznam obrázků	92
	Seznam tabulek	94

1. Úvod

Práce se zabývá vývojem geodetických metod měření polohopisu na území České republiky a Rakouské monarchie, jejíž součástí byly české země. Počátkem tohoto vývoje je vznik Josefského katastru roku 1785, který byl založen jako první na podkladech polohopisného měření. Geodetických způsobů měření polohopisu je mnoho, a proto jsou popsány pouze hlavní metody, kterých se v jednotlivých obdobích využívalo nejvíce. Společně s vývojem měření polohopisu se vyvíjela přístrojová technika, zobrazovací základy, bez kterých by nebylo možné řádně vyhotovit mapy, a také útvary známé jako katastry, které tvoří soupisy majetků především pro daňové účely. Katastrální útvary popsané v práci na sebe nemusí nutně časově navazovat, neboť jsou popsány pouze ty katastry, v kterých vznikla nová metoda měření polohopisu.

Polohopisné měření, je základem pro učení vzájemné polohy bodů na zemském povrchu. Jeho problematikou se zabývá jeden z nejstarších vědních oborů, kterým je geodezie. Současně s geodezií se vyvíjel také obor kartografie, který se zabývá zobrazením povrchu Země do roviny s co nejmenším zkreslením. Již v dobách starověkých civilizací bylo nezbytné znát pro účely výstavby tehdejších monumentálních staveb základy těchto nauk. Díky své nezkrotné touze objevovat vynalezl člověk postupem času mnoho pomůcek, přístrojů a technologických postupů, které mu umožnily určit tvar a rozměry zemského tělesa, vybudovat síť polohově určených bodů, dosáhnout úspory času, přesnějších výsledků a následně tyto znalosti využil při zaměřování větších územních celků. Tak začaly vznikat první polohopisné mapy, které na rozdíl od dřívějších map vyhotovených pouze pohledovou zkouškou od oka, vznikaly na podkladech polohopisného měření. V padesátých letech 20. století byl tento rozvoj ještě umocněn prudkým technickým vzestupem, zejména družicovými systémy, které nám nyní umožňují mapovat a určovat polohu bodů na celé naší planetě.

Cíle bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je popsat a vysvětlit vývoj konkrétních metod měření polohopisu od vzniku Josefského katastru v roce 1785 do dnešní doby katastr nemovitostí ČR (1993 – současnost). Poukázat na vzájemné propojení mezi vývojem měření polohopisu a katastrem nemovitostí. Dále také čtenáři přiblížit různorodou měřicí techniku, její součásti, příslušenství a jejich účel.

Práce je zpracována na základě české i zahraniční literatury a pro snazší orientaci a přehlednost je situována do jednotlivých kapitol.

Bakalářská práce „Vývoj metod měření polohopisu“ by měla poskytnout dostatek informací všem, kdo se o toto téma zajímají po stránce odborné nebo zájmové.

2. Polohopis

Polohopis je základní složkou každé mapy, znázorňuje objekty ve vodorovné rovině, nulovém horizontu a určitém souřadnicovém systému, při čemž se zachovává geometrická podobnost a měřítko zmenšení těchto objektů proti skutečnosti. Tomuto procesu vždy předchází polohopisné měření, při kterém se zaměřují charakteristické body všech objektů spojených pevně se zemským povrchem. Před vlastním měřením je jedním z nejdůležitějších kroků dokonale vyšetřit tvar a ohraničení toho co se má zaměřit a následně geometricky zobrazit v mapě. Na základě tohoto šetření lze pak vybrat nejvhodnější polohopisnou metodu z hlediska potřebné přesnosti s přihlédnutím na ekonomickou stránku věci. Při nesprávně zvolené metodě může dojít nejen ke zvýšení finančních nákladů, ale také ke zkreslení výsledné mapy vzhledem ke skutečnosti (Císař a kol. 1977).

2.1. Zobrazovací základy

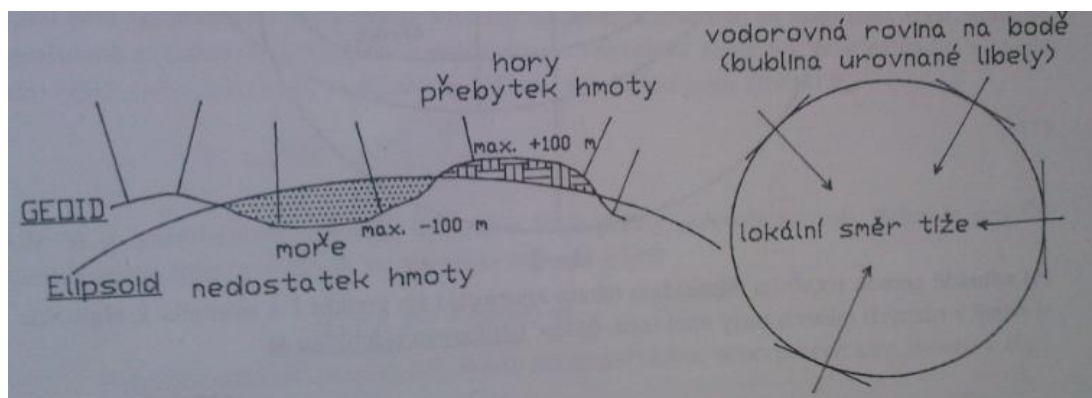
2.1.1. Tvar a rozměr Země

Konečným výsledkem měřických prací bývá zobrazení zaměřených objektů v určitém měřítku do roviny. Země je fyzikální těleso, vytvořené a udržované ve svém tvaru působením tíže, která je výslednicí přitažlivých a odstředivých sil, a proto má velmi nepravidelný členitý povrch, který je matematicky nedefinovatelný (Ratiborský, 1995).

Skutečný povrch Země je možno nahradit hladinovou plochou. O základní hladinové ploše zemského tělesa se na základě fyzikálních zákonů a geodetických měření předpokládalo, že ji nejlépe vystihuje tvar rotačního elipsoidu. Na podkladě pozdějších gravimetrických¹ měření se však bezpečně prokázalo, že vlivem nestejně hustoty hmot v různých místech zemské kůry se vytvořilo nepravidelné těleso zvané geoid (Císař a kol. 1977).

Geoid se posuzuje jako zcela matematicky nedefinovatelná plocha, kterou představuje střední hladina moří, která jsou navzájem propojena a to i pod kontinenty. Nazývá se též nulová hladinová plocha. Tato plocha je všude kolmá na směr tíže, tedy je všude horizontální. Při měření jsou tyto plochy realizovány osou urovnané libely (Ratiborský, 2007).

Obrázek 2.1: Geoid



(Ratiborský, 1995)

2.1.2. Volba průmětny

Geoid není vhodný ani jako průmětna, ani pro geodetické výpočty, a proto se nahrazuje pravidelnější zjednodušenou hladinovou plochou. Tyto referenční plochy se liší od malých nepravidelností geoidů, které se vzhledem k referenční ploše nepřevyšují rozdíl 100m (Císař a kol. 1977). Takovou základní plochou je sféroid. Sféroid je rotační těleso zploštělé na pólech, jehož plochu by Země získala působením gravitačních a odstředivých sil, kdyby byla z homogenní hmoty. Sféroid

¹ Gravimetrie - experimentální část geofyziky, případně geodézie, zabývající se metodami a přístroji pro měření tíhového zrychlení (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK).

je téměř totožný s dvojosým rotačním elipsoidem o vhodně zvolených parametrech, kterými jsou:

hlavní poloosa a

vedlejší poloosa b

zploštění $i = (a - b) / a$

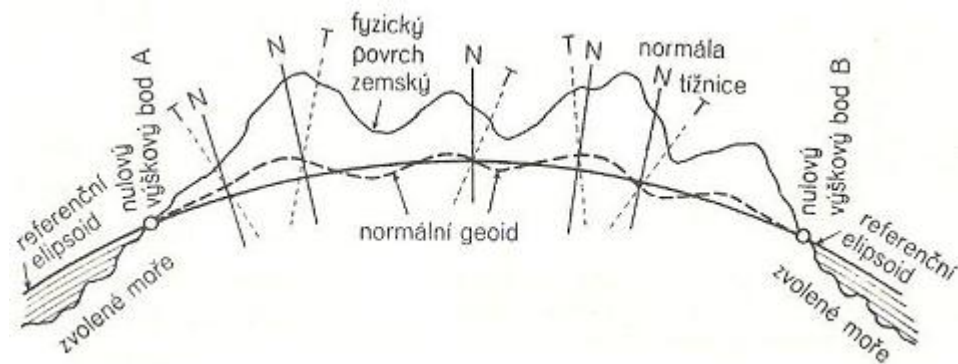
excentricita $e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$

Pokud je střed elipsoidu ztotožněn s těžištěm geoidu a vedlejší osa s osou rotace Země, pak jej nazýváme **zemským elipsoidem**.

Je-li vedlejší osa rovnoběžná s osou rotace Země, pak jej nazýváme **referenčním elipsoidem**. (Ratiborský, 2007)

Geoid je plochou kolmou k tížnicím, ale referenční elipsoid je plochou kolmou k normálám. Rozdíly tížnic a normál mezi polohami různých ploch při zemském povrchu jsou schematicky vyznačeny a pro vyšší názornost silně zvětšeny na (obr. 2) (Císař a kol. 1977).

Obrázek 2.2: řez různými druhy ploch, tížnice a normály



(Císař a kol. 1977)

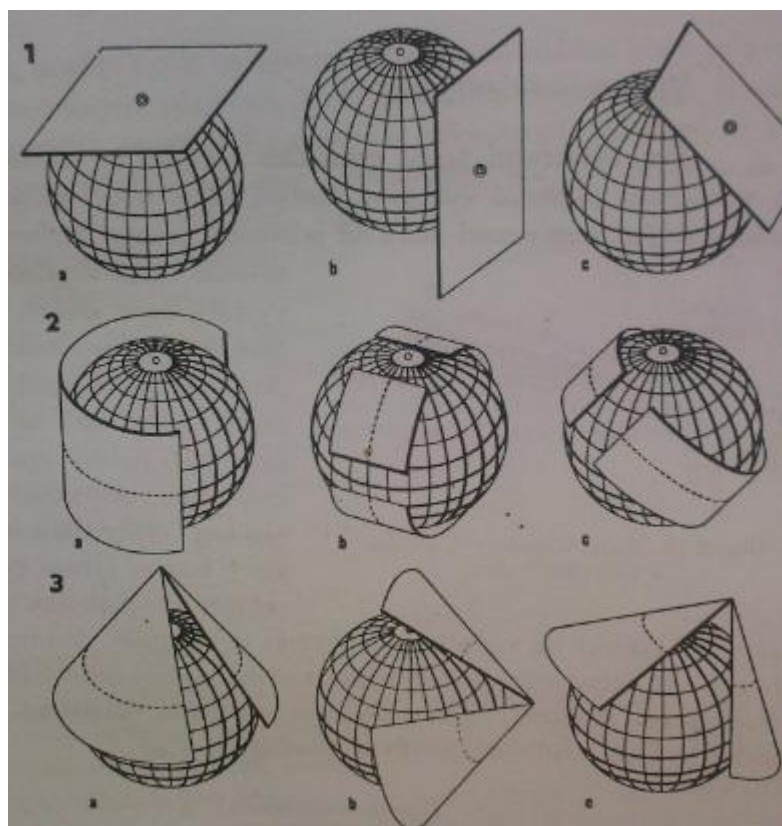
Většinou se geoid převádí na referenční elipsoid. Elipsoid se dále převádí na referenční kouli, která se pak převádí do roviny.

Referenční koule je určena pouze poloměrem R a poměrně složité výpočty na rotačním elipsoidu jsou tedy nahrazeny jednoduššími výpočty na kouli. S ohledem na tvar, velikost a zeměpisnou polohu se volí střed referenční koule tak, aby nahradila elipsoid jako celek nebo jeho část.

Referenční kouli nahrazujeme plochou, která se dá převést do roviny. Nejčastěji se jedná o plášť kužele nebo válce nebo přímo tečnou rovinu. Kužel i válec mohou být buď v poloze **normální** (osa splývá s osou Země), nebo v poloze **transverzální** (osa leží v rovině rovníku) anebo v poloze zcela **obecné**. Tečnou rovinu považujeme za referenční plochu pouze tehdy, jedná-li se o polohová měření území nevelkého rozsahu do 700 km² (Ratiborský, 2007).

Z hlediska zkreslení se mohou použít zobrazení: **Ekvidistantní** (nezkreslují se délky v určitých směrech), **Ekvivalentní** (nezkreslují se plochy), **Konformní** (nezkreslují se úhly), a **Kompenzační** (dochází ke zkreslení úhlů, délek a ploch).

Obrázek 2.3: Různé způsoby převodu průmětu z elipsoidu do roviny: 1. rovinné, 2. válcové, 3. Kuželové zobrazení: a) normální, b) transverzální (příčná), c) obecná poloha zobrazovací plochy na kouli



(Císař a kol. 1977)

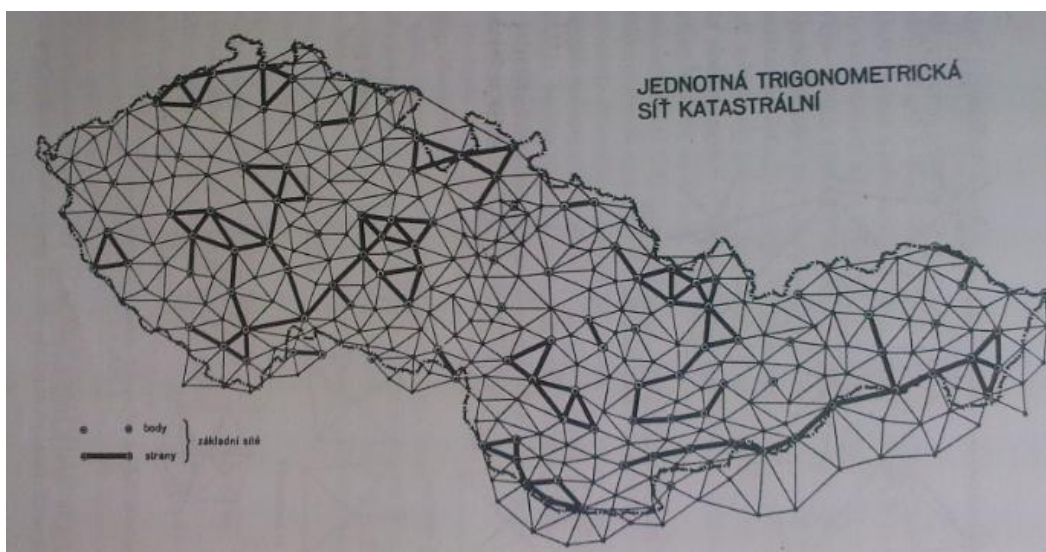
2.2. Polohové základy

Při zaměřování větších územních celků je důležité si uvědomit, že při použití jakékoli polohopisné metody je měření zatíženo nevyhnutelnými chybami. Proto se při měření musí dodržovat takové postupy, které omezují nebo alespoň snižují jejich

vliv. Zásadně se postupuje podle **hlavní geodetické zásady z velkého do malého**, tz. z celku do podrobností. Každé měření se tedy opírá o základní síť předem určených polohových a výškových bodů tvořící geodetické základy (Streibl, 1987).

Polohopisný geodetický základ tvoří **(trojúhelníkové) síť**. Vrcholům těchto trojúhelníků říkáme v současné době **trigonometrické body** a tvoří **základní bodové pole polohové**.

Obrázek 2.4: Jednotná trigonometrická síť katastrální



Zdroj: (Císař a kol. 1977)

Jako základní prvek byl zvolen trojúhelník především proto, že je nejjednodušším obrazcem, nejlépe zajišťuje pevnost sítě a měření i výpočty v něm jsou mnohem jednodušší než u všech ostatních n-úhelníků (Streibl, 1987).

2.2.1. Triangulace

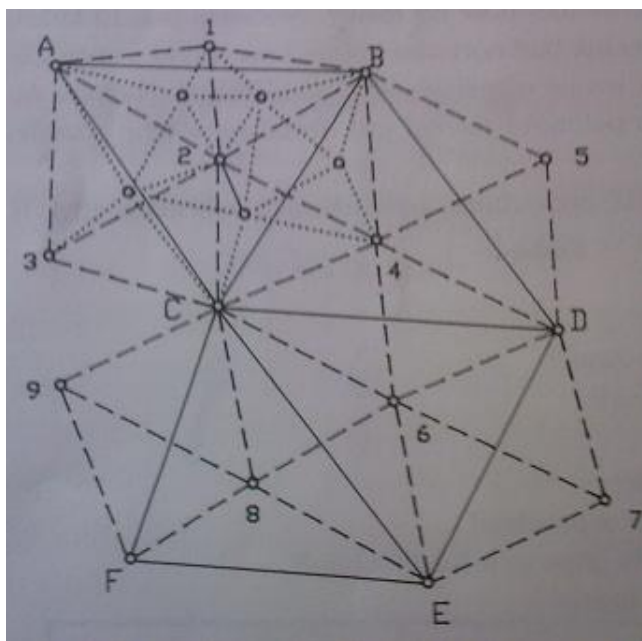
Triangulací nazýváme soubor měřických prací v trigonometrických sítích, při kterých se měří všechny vnitřní úhly trojúhelníka. Jejím účelem je získat síť pevných bodů a určit jejich souřadnice pro mapování celých států, ale i pro speciální měřické práce při výstavbě sídlišť, měst, komunikací, přehrad, průmyslových závodů apod. (Ratiborský, 1995)

Poprvé využil triangulace Holanďan Snellius roku 1615 k určení vzdálenosti dvou bodů na povrchu zemském podél poledníku. Později bylo vykonáno stupňových měření více, na jejichž podkladě byly zpřesňovány údaje o velikosti a

tvaru zemského tělesa. V následujícím období byla triangulace základním způsobem k určování přesné polohy pevných bodů (Streibl, 1987).

Při budování trigonometrických sítí se nejdříve zvolí, stabilizují a polohově určí vrcholy základní trigonometrické sítě. Tyto body dominují nad širokým okolím, a jsou od sebe vzdáleny 20 – 60 km. Jejich poloha se poté určí s vysokou přesností ve vhodně zvoleném souřadnicovém systému. Na (Obr. 5) znázorňují tuto síť trojúhelníky ABC, BCD, CDE, CEF atd. Mezi ně se postupně vkládají další body, jejichž vzájemným spojením vzniká trigonometrická síť nižšího řádu o kratších stranách (např. trojúhelníky A12, 12B, 24B, 45B, 45D, 46D, atd.). Tímto způsobem se vkládají body, až průměrná vzdálenost takto nově vzniklých bodů vyhovuje budování podrobného bodového pole polohového o délce stran 1,5 – 2 km (Streibl, 1987).

Obrázek 2.5: tvorba trigonometrických sítí

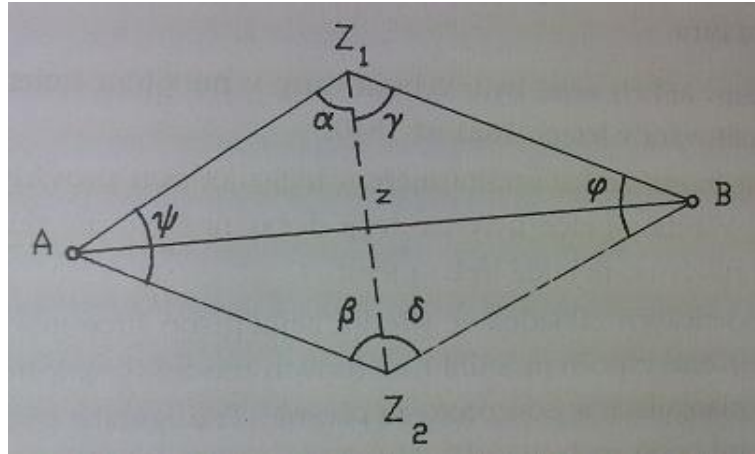


Zdroj: (Ratiborský, 1995)

V trigonometrických sítích se v každém trojúhelníku měří všechny úhly a nejméně jedna strana pro určení rozměru sítě. Dříve se délka strany odvozovala od **geodetické základny**, která se volila v rovinném území. Při měření této základny se používaly různé přístroje, jejichž součástí byly invarové dráty, které více odolávají vlivům délkové roztažnosti. Relativní chyba měření neměla přesáhnout 1 milimetr na

kilometr. Geodetická základna navazovala na trigonometrickou stranu jednoduchou trojúhelníkovou sítí, ve které se změřili všechny úhly (Streibl, 1987).

Obrázek 2.6: geodetická základna



Zdroj: (Ratiborský, 1995)

2.3. Metody měření polohopisu

Vzájemná poloha bodů ve směru vodorovném se určuje vyzkoušenými a osvědčenými měřickými postupy tzv. **měřickými metodami**. Metody se volí s ohledem na požadovanou přesnost výsledků daného měření, měřítko výsledné mapy, typ území a jeho členitost, vždy však s přihlédnutím k nejvyšší hospodárnosti. Členění se podle hlavních úkonů na část geodetickou (metody číselné a grafické) a fotogrammetrické (metody pozemní a letecké) (Císař a kol. 1977). Dále můžeme geodetické metody rozdělit na metody přímé (přímo měříme hledanou veličinu) nebo nepřímé (měříme jiné veličiny, z nichž následně vypočteme veličinu hledanou).

2.3.1. Geodetické metody grafické

Grafické metody jsou charakteristické tím, že se při nich mapa vyhotovuje přímo v terénu na základě přímého pozorování a určování bodů grafickým protínáním vpřed nebo grafickým určováním směrů a optickým měřením vzdáleností k nim příslušejících. Mapy vyhotovené přímo v terénu jsou originální a nedají se podle nich vyhotovit mapy v jiných měřítkách (Císař a kol. 1977).

2.3.2. Geodetické metody číselné

Postupně nahradily metody grafické, v důsledku vývoje měřické techniky, která umožnila dosažení vyšší přesnosti. Číselné metody jsou charakteristické tím, že údaje o bodech se zjišťují přímo v terénu určenými číselnými hodnotami, které se zapisují v polních dokumentech (zápisnicích) nebo se mohou registrovat (elektronicky ukládat) v přístrojích. Tyto údaje se mohou dále zpracovávat početně a graficky tak, že se podle nich může vytvořit mapa v libovolném měřítku (Císař a kol. 1977).

2.4. Délkové a úhlové jednotky

Délkové jednotky níže uvedené jsou omezeny pouze na rozsah této práce, tzn. na míry, které se používaly na území Rakouska-Uherska a Českých zemí.

V Rakousku-Uhersku se do roku 1876 užívalo míry sáhové, odvozené z rozměrů lidského těla. Základní jednotkou byl sáh (1°) a odpovídal vzdálenosti dlaní dospělého člověka při upažení. Děлил se na 6 stop, každá stopa na 12 palců a každý palec na 12 čárek.

DÉLKOVÉ JEDNOTKY:

1° sáh = 6' stop = 72'' palců = 864''' čárek

1' stopa = 12'' palců = 144''' čárek

1'' palec = 12''' čárek

Převody sáhové míry na metrickou:

1° sáh = 1,896 m

1' stopa = 0,316 m

1'' palec = 26,34 mm

1''' čárka = 2,19 mm

Kromě těchto měř se užívala ještě tato délková označení:

1 loket (Vídeňský) = 0,777 m

1 loket (Pražský)	= 0,594 m	= 3 pídě
1 píd'	= 0,198 m	= 10 prstů
1 dlaň	= 79 mm	= 4 prsty
1 pěst	= 105 mm	
1 zemský provazec	= 42 lokte	= 33 m

Po shoření zemských desek² roku 1541 byla změněna délka zemského provazce na 52 loktů = 30,732 m. Zároveň došlo i ke změně 1 lokte, a to na 0,591 m.

Větší délkové míry:

1 poštovní míle	= 4 000 sáhů	= 7 585,936 m
1 rakouská míle	= 1' rovníková	= 1 855,11 m
1 zeměpisná míle	= 4 rakouské míle	= 7 420,44 m
	= 1/15 rovníkového stupně	
1 zemská míle	= 365 provazců (po r. 1541)	= 11 217,2 m

PLOŠNÉ JEDNOTKY:

1 čtvereční sáh (1 □°)	= 3,5966 m ²
------------------------	-------------------------

Větší plošné jednotky:

1 čtvereční jitro (katastrální)	1 600 □°	= 0,575 ha
1 korec (styrch)	800 □°	= 0,288 ha
1 míra (měřice)	533,3 □°	0,192ha

Staré katastrální mapy, dosud u nás používané, byly vyhotoveny v měřítku 1 : 2880. Toto měřítko vzniklo z požadavku, aby se plocha 1 jitra na mapě zobrazila jako čtvereční palec. Protože 40 sáhů ve skutečnosti se má zobrazit na mapě jako jeden

² Zemské desky - první veřejné knihy, které sloužily k zabezpečení vlastnických práv šlechty na nemovitosti; evidovala se v nich pouze panská (dominikální) půda (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

palec, je měřítková číslice rovna číslu 2880 (40 sáhů x 6 stop x 12 palců = 2880) (Streibl, 1987).

ÚHLOVÉ JEDNOTKY

Míra šedesátinná:

1° stupeň 60'' stupňových minut 60'' stupňových vteřin

Míra setinná:

1^g gon (grad) 100^c centigonů 100^{cc} centicentigonů

3. Měřické přístroje a pomůcky

Měřických přístrojů a pomůcek je velmi rozmanité množství, a proto v rámci této práce budou uvedeny a stručně popsány základní a nejpoužívanější přístroje a pomůcky, které se nejvíce používaly při měření jednotlivými metodami.

3.1. Pomůcky k zajištění svislého směru

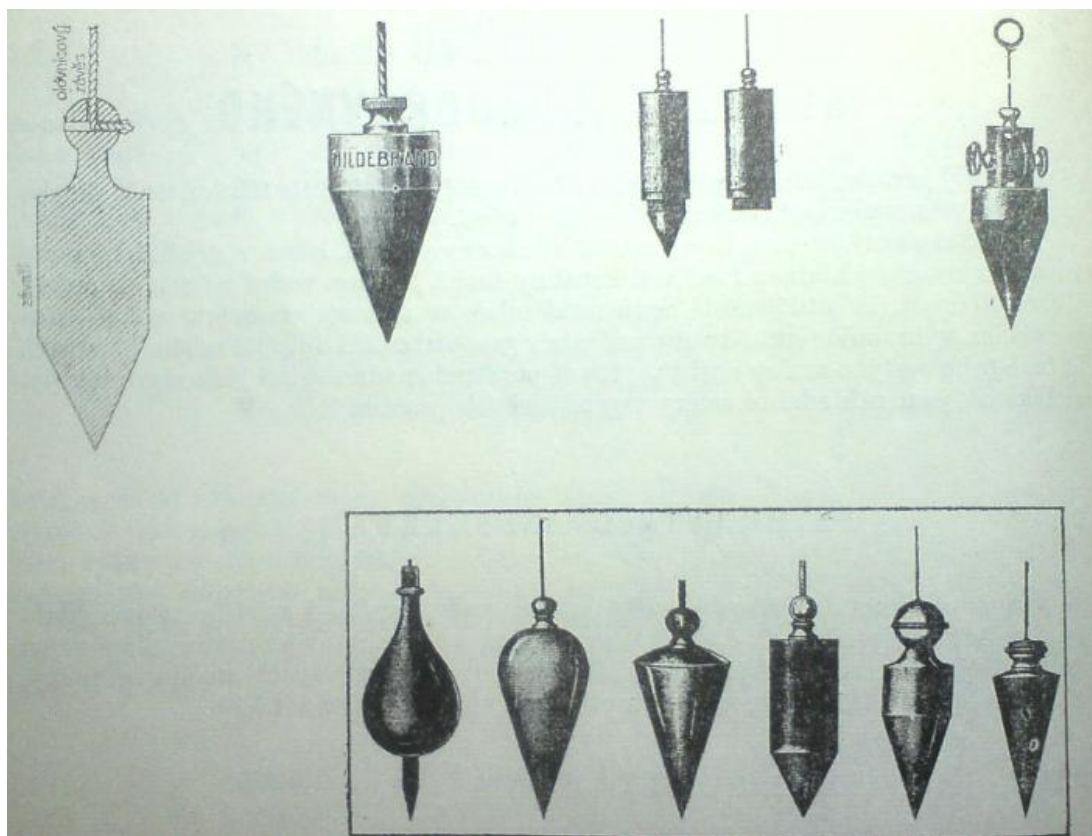
Svislý směr je směr, kterým padá těžké těleso volně k zemi, směr tížnice (Mašín a kol. 1978).

3.1.1. Olovnice

Olovnice je nejjednodušší pomůcka pro zajištění svislého směru, a může ji vytvořit jakékoli závaží nebo těžší předmět upevněný na závěsu, který by měl vážit přibližně 0,250 kg, aby bylo zamezeno kývání vlivem větru. Závaží olovnice jsou rotační tělíska mající většinou vejčitý tvar na spodním konci přecházející v hrot nebo mají tvar válečku na koci zakončený kuzelem. Vyrábějí se ze železa, litiny, mosazi nebo jiných slitin. Jako olovnice se používá pevné nitě, vláken z umělé hmoty, motouzu, ocelového drátu nebo ocelového lanka. Svislý směr nám představuje nit, napjatá tíhou závaží a směřující do těžiště Země. Je nutné, aby byl závěs upevněn

v ose rotačního tělesa, přičemž hmota, z níž je olovnice vyrobena, byla stejnorodá a rovnoměrně rozložená podle její osy (Mašín a kol. 1978; Pokora a kol. 1984).

Obrázek 3.1: Typy olovníc a závěsů, odshora zleva řez olovnicí s provrtanou hlavicí, olovnice s vyjímatelnou vložkou, olovnice s vyšroubovatelnou spodní částí, olovnice s navijákem, různé typy jednoduchých olovníc

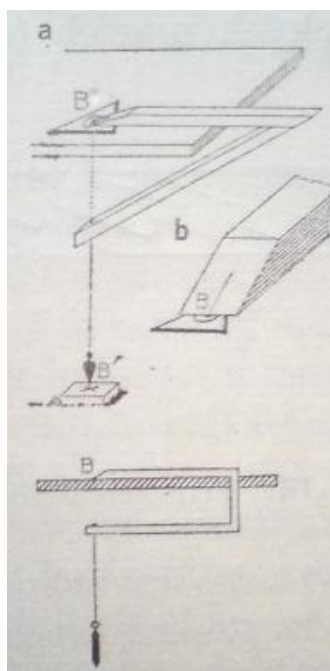


(Mašín a kol. 1978)

3.1.2. Olovnice vidlice

Je-li potřeba zařadit do svislice bod B', ležící na zemském povrchu a jiný bod B, jemuž se do svislého směru dostala překážka, např. deska měřického stolu, využívá se k obejití této překážky olovnice vidlice. Tvoří ji dvě dřevěná ramena, spojená pod úhlem 45°, nebo dalším ramenem, kolmým k dvěma rovnoběžným ramenům. Horní rameno je na konci seříznuto a uprostřed seříznutí označeno rýskou. Dolní rameno má přesně ve svislici pod rýskou horního ramena otvor, do kterého se zavěšuje olovnice (Mašín a kol. 1978).

Obrázek 3.2: Olovnicová vidlice



(Mašín a kol. 1978)

3.2. Pomůcky k zajištění vodorovného směru

Vodorovný směr je směr, který udává kterákoli přímka, ležící v nepříliš rozsáhlé rovině, vytvořené klidnou hladinou kapaliny. Vodorovný směr je kolmý na směr svislý (Mašín a kol. 1978; Pokora a kol. 1984).

3.2.1. Libela

Nejjednodušší pomůcka, která nám udává vodorovný směr s přesností závislou na dokonalosti její konstrukce. Je nezbytnou součástí všech přístrojů, u kterých má být realizován vodorovný směr. Libela je vyrobena ze skleněné trubice nebo nádoby, jejíž výplň tvoří bublina a vhodná kapalina, která má nízký bod mrazu a vysoký bod varu. Podmínky vhodné kapaliny pro výplň splňuje líh, éter. Podle tvaru dělíme libely na trubicové a krabicové (Pokora a kol. 1984; Ratiborský, 2007).

3.2.2. Trubicová libela

Je skleněná nádobka válcovitého tvaru, která je buď mírně ohnutá do kruhového oblouku, anebo uvnitř vybroušená. Poloměr výbrusu má vliv na citlivost libely a ta je citlivější s jeho rostoucím poloměrem. Část prostoru uvnitř trubice vyplňují páry

těkavé náplně, které vytvářejí bublinu o délce rovné čtvrtině až třetině trubice. Uprostřed horní vyduté strany trubice se vyrývá dvoumilimetrová stupnice. Pro lepší ochranu libely se trubice vkládá do kovového nebo dřevěného pouzdra s podlouhlým výřezem pro pozorování bubliny a stupnice. Trubicová libela se využívá v různých geodetických přístrojích a pomůckách, upravuje se a vznikají tak její různé typy.

Libela sklípková umožňuje regulovat délku bubliny, která se při oteplování zkracuje a při ochlazování prodlužuje.

Dvojosá libela má soudkovitě vybroušené obě protilehlé stěny trubice a má proto dvě osy, které jsou rovnoběžné.

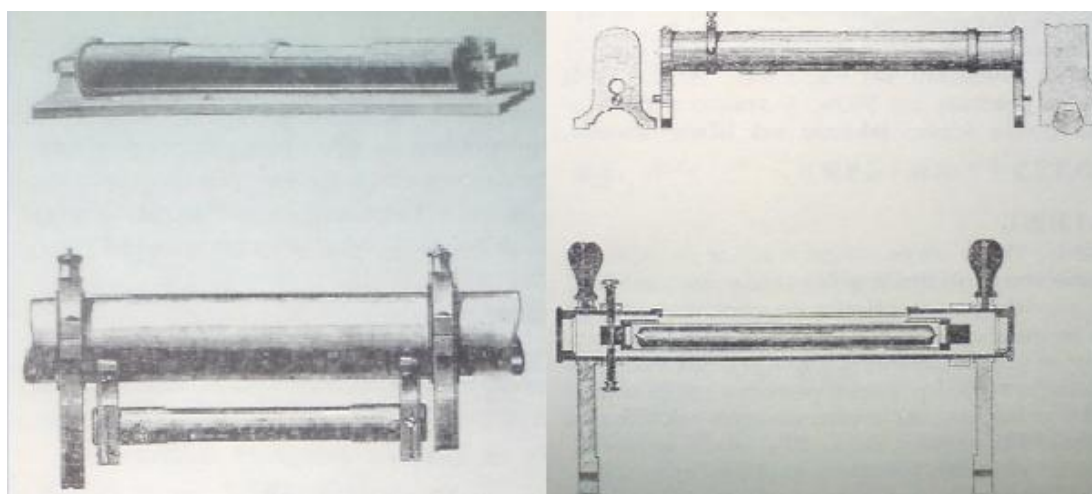
Stolová libela je trubicová libela pevně spojená s kovovou podložkou. Osa libely je rovnoběžná s dolní plochou podložky. Používá se k urovnání roviny do vodorovné polohy např. rýsovka měřického stolu.

Upevněná libela je trubicová libela pevně spojená s některou částí měřického přístroje, kterou urovnává do vodorovné roviny.

Sázecí libela je trubicová libela, která se nasazuje na některé otáčivé části měřických přístrojů, aby je bylo možno urovnat do vodorovné polohy.

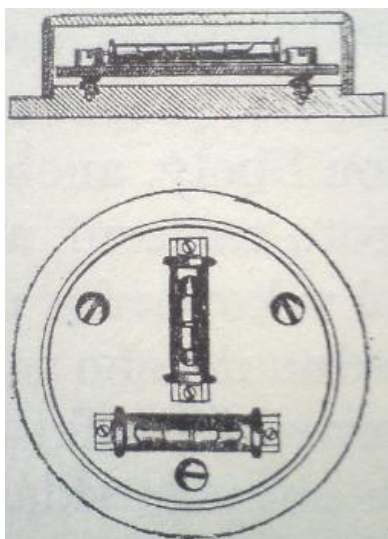
Křížová libela je tvořena dvěma trubicovými libelami, jejichž osy jsou na sebe kolmé. Slouží k rychlejšímu urovnání do vodorovné roviny (Mašín a kol. 1978; Pokora a kol. 1984; Ratiborský, 2007).

Obrázek 3.3: Trubicové libely, odshora zleva stolová libela, sázecí libela, upevněná libela, řez velké sázecí libely



(Mašín a kol. 1978)

Obrázek 3.4: Křížová libela

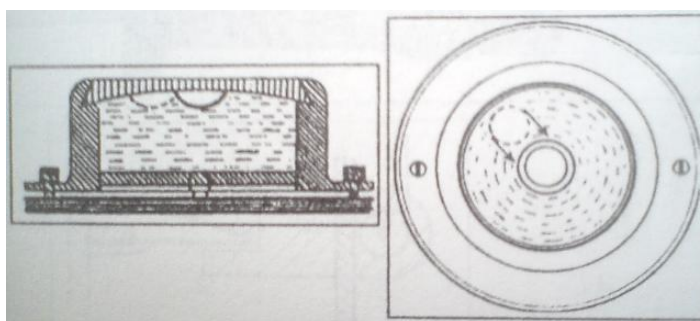


(Mašín a kol. 1978)

3.2.3. Krabicová libela

Slouží k přibližnému určení vodorovného směru. Jedná se o nádobku válcového tvaru, která je na horní vnitřní straně vybroušená do kulové plochy. Na horní ploše nádobky je vyryt kroužek nebo mezikružší, jejichž střed je totožný se středem libely. Nádobka je vložena do válcovité kovové objímky s rovnou základnou, která je nasazena na rovinné podkladové destičce, většinou kruhovitěho tvaru. Na obvodě destiček jsou umístěny rektifikační šroubky. Libela je urovňována do vodorovného směru, jsou-li vyryté kroužky a obvod bubliny soustředné (Mašín a kol. 1978).

Obrázek 3.5: Krabicová libela



(Ratiborský, 2007)

3.3. Přímé měření délek

K měření délek se v době Josefského katastru využívalo měřických latí, měřických provazců a řetězců. Teprve později byly vynalezeny pásma a jejich různé typy.

3.3.1. Měřické latě

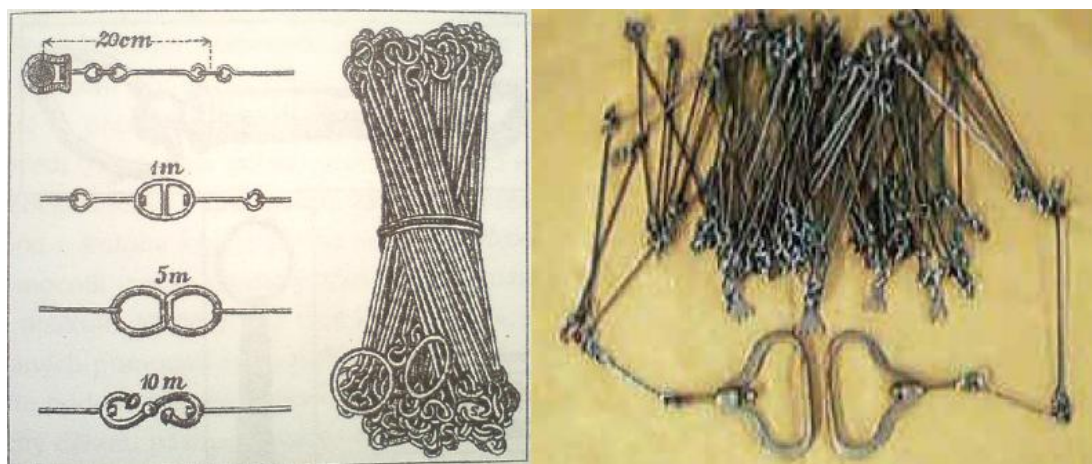
Měřické latě, které se dnes již nevyrábějí, byly dřevěná nebo kovová koncová měřidla čtvercového nebo obdélníkového průřezu, na obou koncích různým způsobem upravená. Dřevěné latě jsou okovány na ochranu proti poškození a tím jsou chráněny i proti změně délky. Dřevěné latě délky 2-5 byly vyhotovovány z dobře vyschlého, nejlépe jedlového dřeva bez suků a byly napouštěny olejem nebo nabarveny proti škodlivému vlivu vlhka. Dělení bylo na latích vypáleno. Do pětimetrových latí byla obvykle zamontována hrubší trubicová libela (Mašín a kol. 1978; Ratiborský 2007).

3.3.2. Měřické řetězce a provazce

Měřické řetězce se používaly k běžnému měření délek a byly přesnější než provazce. Vyráběly se ze železného drátu 3-4 mm silného a jednotlivé články řetězce měly délku 20 cm. Jednotlivé metry byly označeny zvláštními vložkami.

Měřické provazce tvořil provaz napouštěný olejem, aby neměnil délku vlivem vlhka. Na konci byl provazec opatřen oky pro napínací tyče (Honl a Procházka, 1984; Ratiborský, 2007).

Obrázek 3.6: Měřický řetězec



(Dušátko a Marek; Ratiborský 2007)

Obrázek 3.7: Měřický provazec



(Dušátko a Marek)

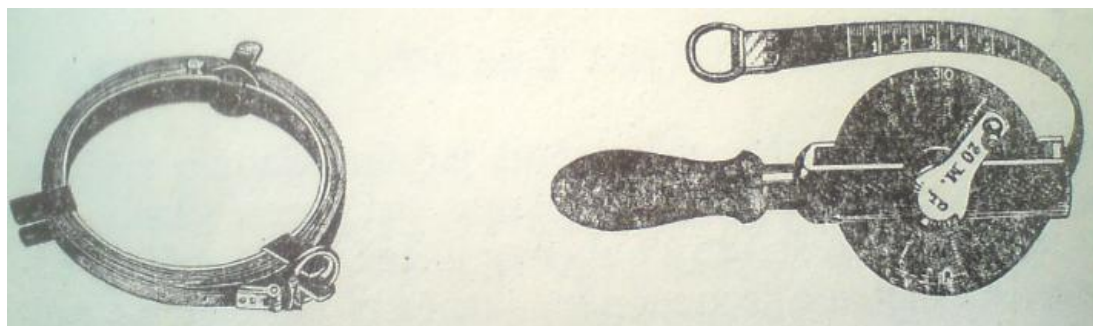
3.3.3. Měřická pásma

Jsou vyrobená z pérové oceli nebo oceli válcované za studena. Šířka pásma je zpravidla 2 cm, tloušťka do 0,5 mm a jejich délka je různá od 20, 30, 50, do 100 m. Pásma se k měření délek používají dodnes a rozdělujeme je na pásma na kruhu a pásma na vidlici.

Pásma na kruhu se používala především v minulosti. Metry na pásmu se označovaly štítky s čísly, půlmetry mosaznými nýtky bez čísla a decimetry dírkou. Centimetry se jen odhadovaly a na milimetry se těmito pásmy neměřilo.

Pásma na vidlici jsou připevněna koženým řemínkem k otáčivé hřídeli, která se otáčí klikkou v kovové vidlici, opatřené dřevěnou rukojetí. U starších pásem bylo dělení pouze centimetrové, dnes je milimetrové v celé délce pásma. Rysky stupnice mohou být ražené nebo leptané (Mašín a kol. 1978; Ratiborský, 2007).

Obrázek 3.8: Vlevo pásmo na kruhu, vpravo starší typ pásma na vidlici



(Mašín a kol. 1978)

Obrázek 3.9: Současná měřická pásma na vidlici



(Firma GP s.r.o., 2015)

3.3.4. Příslušenství k měřidlům

Příslušenství k měřidlům jsou drobné pomůcky, které usnadňují nebo zpřesňují práci.

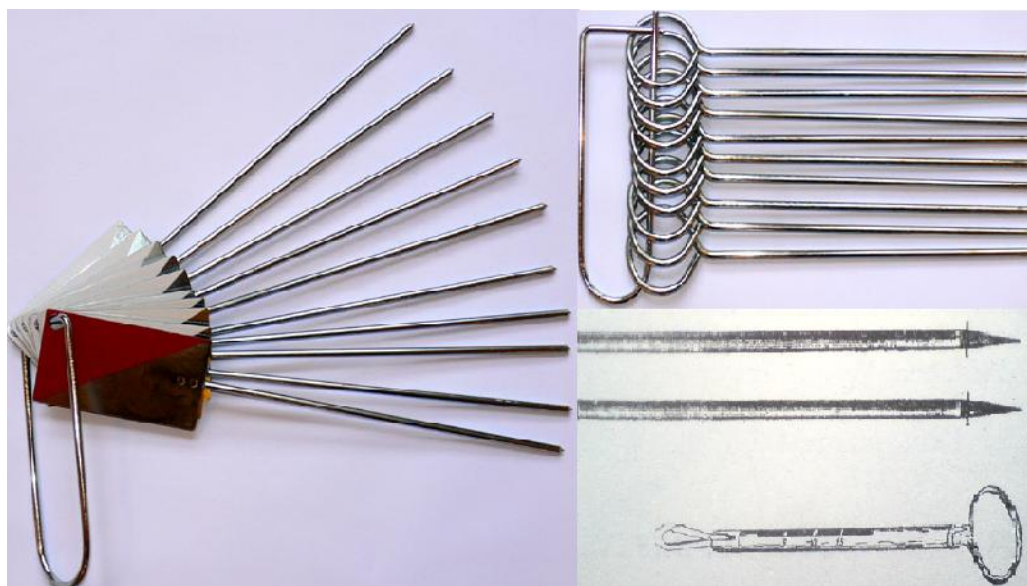
Měřické hřeby slouží k označování průmětů konce měřidel a k zajišťování jejich kladů. Jsou to ocelové dráty mající na jednom konci hrot a na druhém otvor, který se navlékají n spínací drátěný kruh určený k jejich přenosu.

Napínací tyče se používali pro snazší napnutí pásma na kruhu. Soupravu tvořilo pár napínacích tyčí dlouhých 1,5 m vyrobených z tvrdého dřeva, z nich každá měla na konci bodec a nad ním ocelovou příčku k zašlapování tyče a k udržení pásma na ní. K soupravě patřily ještě dvě konopné šňůry, kterými se pásmo připevnilo k tyčím.

Siloměr je pružinová váha, která umožňuje pásmo napínat stále stejnou silou a tím příznivě ovlivňuje přesnost dosažených výsledků.

Výtyčky se používají pro lepší signalizaci bodů.

Obrázek 3.10: Měřické hřeby s barevnými terčí a bez terčů, napínací tyče, siloměr



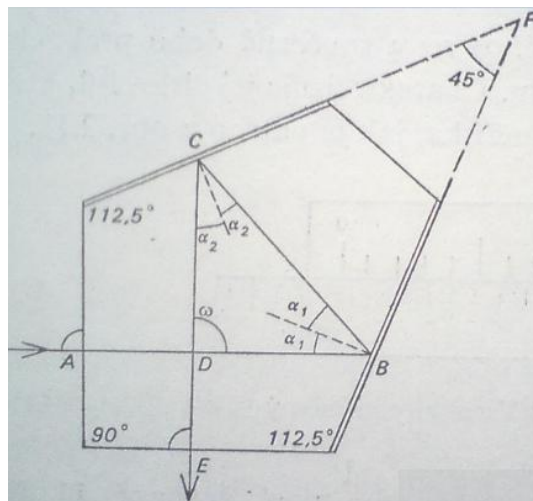
(Mašín a kol. 1978; Firma GP s.r.o., 2015)

3.4. Pomůcky pro vytyčení pravého úhlu založené na odrazu a lomu paprsků

3.4.1. Jednoduchý pentagon

Pentagon byl do praxe zaveden roku 1890 pod názvem Prandtlův pentagonální hranol. Jedná se pětiboký hranol, který vznikne z čtyřbokého hranolu odříznutím části u vrcholu F obr. 3.11. Je upevněný v kovové objímce, která má ve své dolní části držátko s háčkem pro olovnicový závěs. Stěny, na nichž se paprsek světla odráží, jsou amalgamovány a svírají úhel 45° (Mašín a kol. 1978; Pokora a kol. 1984; Krpata, 2005).

Obrázek 3.11: Příčný řez jednoduchým pentagonem, v bodě A paprsek vstupuje do pentagonu a v bodě E vychází po pravém úhlem



(Pokora a kol. 1984)

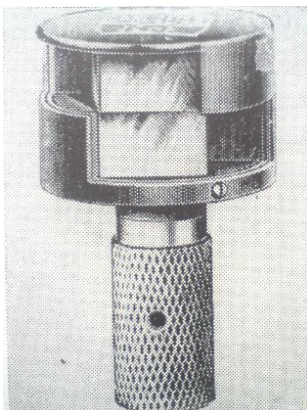
3.4.2. Dvojitý pentagon

Dvojitý pentagon je nejpoužívanější při vytyčování pat kolmic na přímku při ortogonální metodě. Skládá se ze dvou jednoduchých pentagonů, které jsou k sobě stmeleny tak, aby jejich výstupní stěny tvořily rovinu. Je opět uložen v pouzdru s držátkem pro zavěšení olovnice.

Při vytyčení kolmice pentagonem se nejprve signalizují koncové body A, B přímkou výtyčkami. Na tuto přímku se vytyčí pata kolmice procházející bodem C, který je také signalizován výtyčkou. Dvojitý pentagon se zařadí přibližně do přímky AB a pozorují se oba obrazy obou výtyček. Pohybem pentagonu v směru kolmém na

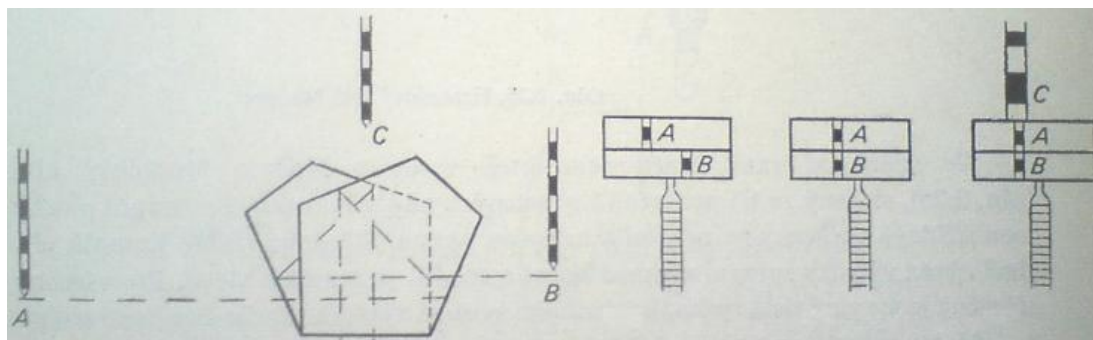
přímku se posouvají obrazy výtyček, dokud není nalezena poloha, kdy obě osy výtyček splynou. Nyní je pentagon zařazen do přímky AB a zbývá jím posunout po přímce tak, aby přes horní okraj splynuly osy výtyček na bodech A a B s výtyčkou na bodě C. Hrot olovnice pak vyznačuje na přímce patu kolmice procházející bodem C (Pokora a kol. 1984).

Obrázek 3.12: Dvojitý pentagon Zeiss



(Pokora a kol. 1984)

Obrázek 3.13: Vytyčení pravého úhlu dvojitým pentagonem



(Pokora a kol. 1984)

3.5. Stativy

Většina geodetických přístrojů se připevňuje před měřením zpravidla na stativ. Stativ se vyrábí ze dřeva, kovu nebo hliníku. Stativ má tři nohy, jejichž délka je v určité míře nastavitelná a jsou opatřené na spodním konci hrotem a zarážkou, umožňující jeho pevné zašlápnutí do země. Přístroj se ke stativu připevňuje pomocí šroubu v hlavě stativu a před pevným spojením je možné přístrojem po hlavě stativu v omezené míře pohybovat (Ratiborský, 2007).

Obrázek 3.14: Stativy



(Firma GP s.r.o., 2015; Firma Geodetické centrum s.r.o., 2015)

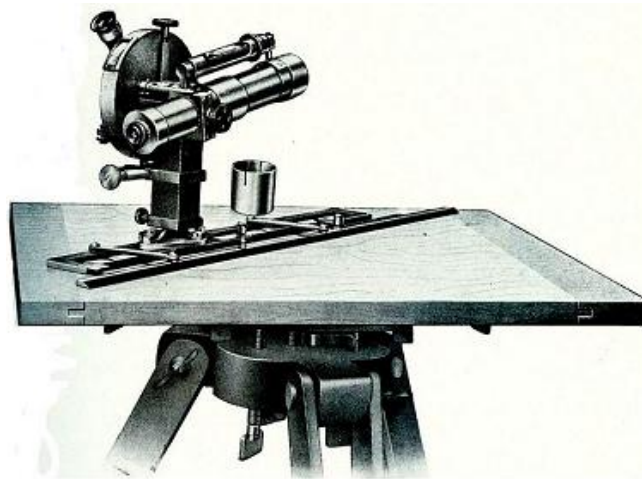
3.6. Měřický stůl

Měřický stůl je jednou z nejstarších měřických pomůcek. Skládá z hlavních součástí, jimiž jsou rýsovací deska, stativ, a spojovací zařízení desky se stativem. Rýsovací deska (rýsovka) je zhotovena z dobře vyschlého většinou lipového dřeva nebo překližky o síle asi 10 až 25 mm, je obdélníkového tvaru o rozměrech až 550 x 650 mm. Stativ pro měřický stůl je podobné konstrukce jako pro teodolit, ale je náležitě zesílen, aby unesl váhu rýsovky. Spojovací část je obvykle upravena jako třínožka teodolitu a rýsovka se upevňuje na otáčivou část třínožky třemi šrouby. Dalšími nezbytnými doplňky jsou olovnicová vidlice, stolová libela, příčné pravítko s odpichovátkem, stolová busola a záměrné pravítko (Magula a kol. 1983; Mašín a kol. 1978).

Stolová busola je kompas uložený v krabici z neferomagnetického kovu, obdélníkového tvaru se skleněným víkem.

Záměrné pravítko bývá dlouhé 40 až 80 cm a je doplněné dalekohledem (Mašín a kol. 1978).

Obrázek 3.15: Fričův měřický stůl se záměrným pravítkem s odsuvnou lamelou



(Národní technické muzeum, 2015)

3.7. Teodolity

Jsou přístroje, které slouží k určení libovolně velkého úhlu ve vodorovné i svislé rovině.

Teodolit se skládá ze tří hlavních součástí, jimiž jsou třínožka, limbus a alhidáda.

Třínožka (T) umožňuje postavení přístroje na stativ nebo jinou podložku a její podstatnou částí jsou tři **stavěcí šrouby (Š)** potřebné k horizontaci přístroje³.

Limbus spodní část teodolitu, která při měření zůstává nehybná. Tvoří ji především **vodorovný kruh (VK)** na jehož obvodě je úhlová stupnice pro měření vodorovných směrů.

Alhidáda je umístěna na limbu a jedná se o otáčivý vodorovný kruh, na jehož obvodu je vyznačena ryska nebo jakýkoli index doplněný odečítací pomůckou.

Dalšími součástmi teodolitu jsou:

Čep (Č) umožňující otáčení přístroje kolem jeho svislé osy (**V**).

Dalekohledová vidlice (VA) pevně spojená s čepem.

Dalekohled (D), který je uložen v dalekohledové vidlici a může se otáčet kolem své **točné osy (H)**. V dalekohledu je umístěn nitkový kříž, který umožňuje snadné a přesné zacílení.

³ Horizontace přístroje - přivedení alhidády přístroje do vodorovné polohy nebo přivedení svislé osy měřicího přístroje do svislé polohy (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

Svislý kruh (SK) se stupnicí pro měření svislých úhlů, upevněný na točné ose dalekohledu.

Alhidádová libela (AL), kterou tvoří trubicová případně krabicová libela umístěná nejčastěji mezi ramena dalekohledové vidlice, která spolu se stavěcími šrouby umožňuje horizontaci teodolitu.

Indexová libela (IL) bývá u starších teodolitů a je pevně spojená s odečítacím zařízením svislého kruhu.

Šroub indexové libely (ŠIL) umožňuje urovnání indexové libely.

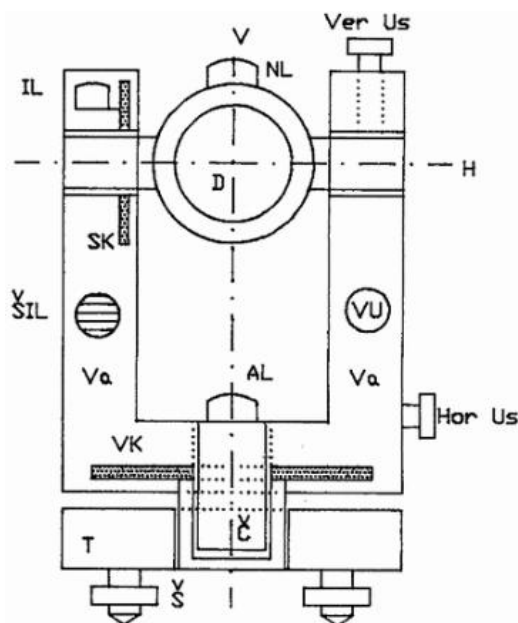
Nivelační libela (NL) bývá u starších teodolitů a usnadňuje uvedení záměrné přímky do vodorovné roviny.

Horizontální ustanovky (Hor Us) ovládají otáčení kolem svislé osy teodolitu

Vertikální ustanovky (Ver Us) ovládají otáčení kolem točné osy dalekohledu

Optický centrovač u novějších teodolitů slouží k centraci⁴ teodolitu. Starší teodolity byly centrovány pomocí olovnice (Mašín a kol. 1978; Ratiborský, 2007).

Obrázek 3.16: Schéma teodolitu



(Ratiborský, 2007)

⁴ Centrace - uvedení přístroje nad centrum měřického stanoviště; provádí se současně s horizontací přístroje (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

Obrázek 3.17: klasický teodolit Theo 010A, elektronický teodolit



(Firma GP s.r.o., 2015)

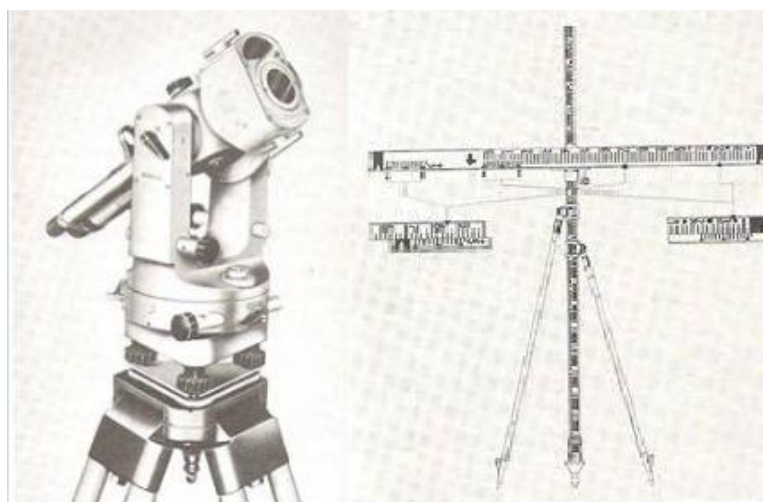
3.8. Autoredukční dálkoměry se základnou mimo přístroj

Jsou optické dálkoměry, které automaticky redukuje měřeno šikmou vzdálenost na vodorovnou autoredukčním zařízením, vkonstruovaným vždy do úhломěrného přístroje. Základna je u těchto přístrojů tvořena vodorovnou latí (Mašín a kol. 1978)

3.8.1. REDTA-002

Je obdobné konstrukce jako teodolity s tím rozdílem, že před spodní částí objektivu je pár dálkoměrných klínů, které vytvářejí posunutý obraz a automaticky redukuje šikmou vzdálenost na vodorovnou. K měření je dále nutná vodorovná lat', na které je stupnice, na níž se odečítá výsledná vodorovná vzdálenost (Mašín a kol. 1978).

Obrázek 3.18: Vlevo přístroj REDTA-002, vpravo vodorovná lať k přístroji



(Deumlich, 1988)

3.9. Autoredukční dálkoměry se základnou v přístroji

Největší nesnází optických dálkoměrů je vodorovná lať, která je těžká při přenosu a nemůže se vůbec postavit na některé body např. rohy budov. Z tohoto důvodu byly postupem času vyvinuty optické dálkoměry s proměnlivou základnou zabudovanou přímo ve stroji (Mašín kol. 1978).

3.9.1. BRT-006

Má také obdobnou konstrukci jako teodolit a je vhodný pro měření vzdáleností od přístroje k rohům budov v zastavěné části území. K úhломěrnému přístroji se zalomeným dalekohledem je připevněna základová tyč se stupnicí, která je 300 mm dlouhá a dělená po 0,5 mm a na níž se zaměřuje vzdálenost. Na ní jsou v různých výškách připevněny dva pětiboké hranoly, z nichž jeden je pevný a druhý posuvný. Při zaměření na cíl jsou vytvářeny dva jeho obrazy, které jsou od sebe posunuté. Výsledná vzdálenost se získá pohybováním posuvného hranolu po základnové tyči, dokud oba dva obrazy nejsou koincidovány (Mašín a kol. 1978).

Obrázek 3.19: BRT-006



(Deumlich, 1988)

3.10. Totální stanice

První totální stanice se začaly využívat zhruba v devadesátých letech 20. Století. Totální stanice je v podstatě elektronický teodolit vybavený elektrooptickým dálkoměrem. Používá se k měření vodorovných a svislých úhlů, délek a umožňuje registraci těchto s možností práce s nimi přímo v přístroji. Délky mohou být měřené pomocí odrazného hranolu nebo odrazem přímo od měřeného objektu.

Obrázek 3.20: Vlevo starší typ totální stanice Sokkia SET 4B, vpravo novější typ totální stanice Leica Nova MS50 Multistation



(Říha, 2014).

3.10.1. Odrazné hranoly

Obecně platí, že čím větší odrazná plocha hranolu tím větší je dosah přístroje. Klasický hranol může mít dosah 1-2 km, hranolová soustava ještě mnohem větší. Monitorovací, všesměrné a přesné vytyčovací hranoly se dají použít do vzdálenosti 0,5-1 km. Odrazné štítky do vzdálenosti 200-300 m (Říha, 2014).

Obrázek 3.21: Odrazné hranoly, zleva hranolová soustava a klasický hranol, všesměrný hranol, hranol s aktivní identifikací, přesný vytyčovací minihranol, monitorovací minihranol a odrazný štítek



(Říha, 2014)

3.11. GNSS přístroje

GNSS přijímač je tvořen anténou, radiofrekvenční jednotkou, mikroprocesorem, komunikační jednotkou, pamětí a zdrojem napětí. Anténa je doplněna předzesilovačem, protože signály GNSS jsou slabé. Anténa může být oddělena, nebo je spojena s přijímačem (Švábenský a kol. 1995).

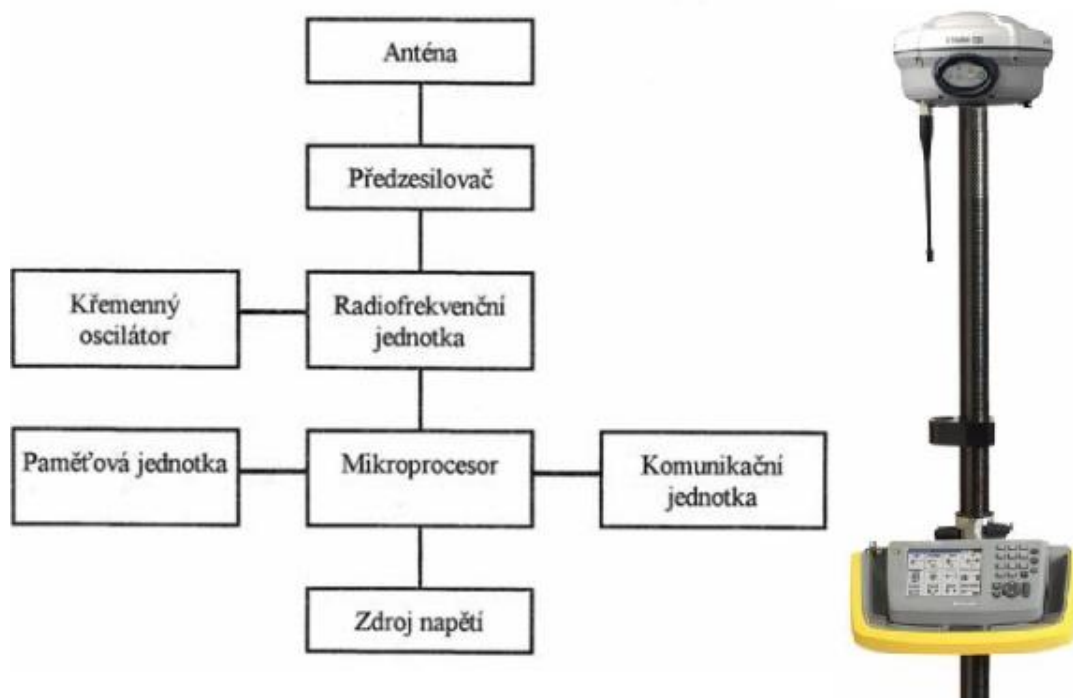
Radiofrekvenční jednotka zpracovává přijaté signály na jedné nebo dvou frekvencích a přijímaný signál se porovnává s referenčním signálem.

Mikroprocesor řídí celý přijímací systém, umožňuje interaktivní komunikaci a programování přijímače.

Křemenný oscilátor vytváří referenční signál.

Komunikační jednotka zajišťuje styk přijímače s uživatelem. Pomocí klávesnice se vkládají do přijímače doplňkové informace (Švábenský a kol. 1995).

Obrázek 3.22: Vlevo technické schéma GNSS přijímače, vpravo GNSS přijímač Trimble



(Švábenský a kol. 1995, Firma Geodetické centrum s.r.o., 2015)

4. Josefský katastr, metoda měřického stolu

4.1. Josefský katastr

Josefský katastr byl prvním katastrem na našem území. Byl zaveden patentem císaře Josefa II., který byl vydán 20. dubna 1785 a výsledky nabyly platnosti již 1. 11. 1789. Součástí patentu byl i měřický návod (i v českém znění) “*Ponaučení, jak v skutečnosti měření gruntů konáno býti má*“, který představuje první měřickou instrukci Josefského katastru obsahující dvě obrazové přílohy a vzorové formuláře s ukázkou zápisu. Jedná se o první katastr založený na základě výsledků skutečného, i když velmi hrubého měření v terénu a nikoli pouze na základě daňových přiznání (Honl a Procházka, 1984; Doušek, 1989; Michal a Benda, 2009).

Zaměřeny byly jen plodné pozemky, které byly topograficky určeny a očíslovány. Z měření byly vyloučeny neplodné pozemky (silnice, cesty, skály řeky, potoky). Byl také sestaven seznam obytných a hospodářských budov, které však nebyly měřeny. Základní jednotkou pro odhad výtěžku již nebyla nepřesně

definovaná usedlost, ale pozemek, jehož výměra byla v terénu zaměřena a pozemek očíslován (Michal a Benda, 2009).

Nejprve byly určeny průběhy hranic katastrálních obcí. Tyto obce byly zvoleny za nejnižší správní jednotky, bez ohledu na hranice panství v letech 1784 až 1785 a měly obsahovat alespoň 40 až 50 usedlostí. Plocha každé obce byla rozdělena na jednotlivé menší celky (tratě, hony) ohraničené cestami nebo potoky. Každá trať byla zaměřena a samostatně zobrazena a jednotlivé pozemky byly označeny jménem držitele a topografickým číslem. Výměra pozemků byla určena z polních délek, které byly zaměřeny co nejjednodušším způsobem, přímo v terénu, rozkladem na jednoduché geometrické obrazce, přičemž byly křivé hranice nahrazovány optimální přímkou spojnicí. Jednodušší pozemky měřili držitelé sami, podle pokynů a rad inženýra krajské komise. Krajskou komisi tvořili krajský komisař, jeden z vrchnostenských úředníků v kraji, a zemský měřič (inženýr), který měl k dispozici další civilní nebo vojenské inženýry či měřiče v počtu deseti až dvaceti osob na jeden kraj. Délková měření se prováděla téměř výhradně provazci neboť řetězců, i když dávaly přesnější výsledky, byl v zemi nedostatek. Provazec byl napouštěn olejem nebo kolomazí, aby neměnil délku vlivem vlhkosti. Jeho rozměr byl 10 sáhů. Při měření byl udržován ve vodorovné poloze a kontrolován přikládáním dřevěného vídeňského sáhu. Provazec byl na koncích opatřen oky, do kterých se vkládaly napínací kůly délky dvou až tří stop a konce jednotlivých kladů se označovaly kolíky o délce jedné stopy. K zařazení do směru přímky sloužilo šest až osm tyčí délky osmi až devíti stop. V případech nepřehledného terénu mohly být použity tyče o délce až tří sáhů. Obtížnější pozemky, lesy a kopcovitá území měřili zeměměřiči většinou **měřickým stolem**. Z důvodu nedostatku zeměměřických inženýrů nebyl dodržen termín pro dokončení měřických prací, který byl patentem stanoven na konec října 1785 (Císař a kol. 1977; Honl a Procházka, 1984; Michal a Podhorský, 1985; Huml a kol. 2001; Michal a Benda, 2009).

Po smrti Josefa II. v roce 1792 byl josefský katastr na nátlak šlechty částečně zrušen. Takto vznikl katastr tereziánsko-josefský, který zdůrazňoval chyby tereziánského katastru a nevyužil výhod josefského katastru a daně šlechty se opět vybíraly podle předchozího tereziánského katastru (Michal a Benda, 2009).

4.2. Zobrazovací a polohové základy

V době Josefského katastru nebyly ještě položeny žádné zobrazovací základy, a proto byly grafické práce zobrazovány téměř od oka. V terénu byly vyhotovovány pouze měřické náčrty zvané “**Brouillon**“, které byly často velmi zkreslené. To bylo způsobeno vlivem měření, která byla provedena jednoduchými prostředky a měřické práce vykonávaly i neprofesionálové v oboru. Dále bylo měření prováděno bez geometrických základů (**neexistovala žádná geodetická polohová síť pro připojení měření**), postupovalo se proti hlavní geodetické zásadě a během čtyř let, kdy vyměřování trvalo, se práce nedala zvládnout. Z těchto důvodů nemohly být zajištěny spolehlivé výsledky, a proto nebylo možné mnohdy sestavit z náčrtků josefského katastru souvislou mapu celé obce. V roce 1792 byl dokonce učiněn pokus o sestavení souvislé mapy celé země, ale tento pokus naprosto ztroskotal (Potužák, 1952; Michal a Podhorský, 1985; Huml a kol. 2001).

Z brouillonů se u nás zachovalo jen velmi málo, neboť mnoho jich bylo pro nedostatek místa v archivech zničeno nebo se nedostaly do vlastnictví státu po vytvoření Československé republiky v roce 1918 (Potužák, 1952).

4.3. Metoda měřického stolu

Metoda měřického stolu se řadí mezi nejstarší geodetické metody grafické a její pomocí vznikaly mapy středních a velkých měřítek. Velkou výhodou této metody je možnost přímé kontroly měření se skutečností, protože mapa se vytváří přímo v terénu. Její vynález se připisuje Praetoriovi (asi r. 1570 n. l.) a Prvně byla použita ve větším rozsahu v době josefského a později stabilního katastru (Mašín a kol. 1978; Magula a kol. 1983).

Měřický stůl se skládá z hlavních součástí, jimiž jsou rýsovací deska, stojan (stativ), spojovací zařízení desky se stativem. Dalšími nezbytnými doplňky jsou vidlice olovnicová stolová libela, příčné pravítko s odpichovátkem, stolová busola a záměrné pravítko (Mašín a kol. 1978).

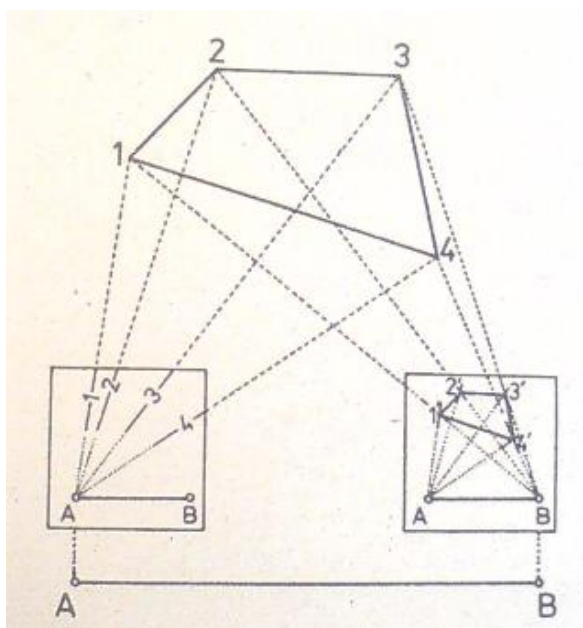
Při zaměření objektu metodou měřického stolu ze stanovisek A a B je následující postup. Nejprve se provede horizontace měřického stolu nad bodem A pomocí stavěcích šroubů stativu a zároveň se kontroluje urovnání stolovou libelou, která se postupně pokládá do dvou na sebe kolmých směrů. Poté je nutno stůl ještě centrovat. Toho se docílí pomocí olovnicové vidlice a promítne se bod A, který je stabilizován

v přírodě, svislicí na rýsovkou. K bodu A, který se na rýsovce označí pikýrovací jehlou, se přiloží zkosená hrana záměrného pravítka a otáčí se pravítkem kolem něj tak dlouho, než bude záměrná rovina procházet výtyčkou svisle postavenou na bodě B. Poté se podle pravítka vyrýsuje směr A – B na rýsovce. Tomuto směru se říká rajón a vykreslí se na něj vzdálenost S_{AB} v měřítku 1 : M, která se v terénu změří. Nyní se tímto způsobem, kdy se pootáčí záměrným pravítkem, zaměří a vykreslí rajóny na lomové body objektu ((Mašín a kol. 1978; Magula a kol. 1983).

Pak se přejde na bod B, kde se stůl opět horizontuje a centruje. Aby poloha obrazce v přírodě odpovídala poloze kresby na rýsovce, je potřeba po centraci a horizontaci na bodě B otočit rýsovku stolu tak, aby záměrná rovina, procházející body A a B v terénu obsahovala též svůj obraz A a B na rýsovce. Toho se docílí pomocí stolové busoly a provede se takzvaná orientace čili usměrnění měřického stolu. Orientací stolu se nepatrně porušila jeho centrace, protože stůl se otáčí kolem svého středu nikoliv kolem bodu B na rýsovce. Z tohoto důvodu se musí orientace a centrace mnohdy i několikrát opakovat. Poté se opět z bodu B změří rajóny na lomové body objektu.

V průsečících rajónů souhlasných lomových bodů dostaneme grafickým protínáním obraz bodu, který je zmenšený v měřítku 1 : M (Císař a kol. 1977; Mašín a kol. 1978; Magula a kol. 1983).

Obrázek 4.1: Princip měřického stolu



(Magula a kol. 1983)

4.3.1. Výhody měřického stolu

Jednou z velkých výhod metody je, že zde téměř odpadá přímé měření délek, protože v terénu stačí zaměřit jen jednu délku a to vzdálenost stanovisek. Při mapování rozsáhlých území dokonce měření délek odpadá zcela úplně, protože za stanoviška měřického stolu se většinou volí body, jejichž poloha je dána souřadnicemi.

Další výhodou metody je její rychlost a skutečnost, že odpadají veškeré výpočetní práce, protože po ukončení polních měření je polohopis již úplně vyrýsován na mapovém listu ((Mašín a kol. 1978).

4.3.2. Nevýhody měřického stolu

První nevýhoda metody je, že výsledkem práce je pouze jediná mapa v jediném zvoleném měřítku a všechny další mapy je možno rozmnožit nebo vyhotovit pouze jako kopie originálu.

Další nevýhodou spočívá v kreslicím papíře, který je nalepený na rýsovice. Ten podléhá značně povětrnostním vlivům, a proto nelze měřické práce konat nejen za deště, ale ani při vysokých vlhkostech vzduchu, nebo při drobných dešťových přeháňkách. Dále je měřická souprava poměrně těžká a manipulace s ní obtížná. Rýsování polohopisu přímo v přírodě vyžaduje také značného kreslířského cviku.

5. Stabilní katastr, ortogonální metoda

5.1. Stabilní katastr

Charakter tereziánsko-josefského katastru nebyl dokonalý a přinášel neustálé problémy při rozvržení daňového břemene na jednotlivé poplatníky. Dopadem Napoleonských válek byla situace v Evropě koncem 18. století a na počátku 19. století velmi neurovnaná a jejím důsledkem byl nedostatečný zájem o nápravu neutěšeného stavu platného katastru (Huml a Michal, 2005).

Potřeba zvýšeného krytí státních výdajů a nedokonalá funkce stávajícího systému výběru pozemkové daně, která se jevila jako důležitý přínos do státní pokladny, vedla roku 1815 císaře Františka I. k myšlence požádat tehdejší dvorskou komisi o návrh způsobu upravení pozemkové daně. Roku 1816 vypracovala dvorská komise návrh, aby pozemková daň byla rozdělena a vyměřena podle plochy a čistého výnosu

pozemků. Dále komise předložila návrh na vyhotovení přesné mapy celé říše, podle které by se dala plocha určit a zároveň by mohla sloužit k vyhotovení vojenských map menšího měřítka. Na podkladě tohoto návrhu byla v květnu 1817 započata zkušební měření v Dolních Rakousích. Výsledky těchto měření byly příznivé, a proto **23. 12. 1817 vydal císař František I. patent, v kterém byl uveden účel nového katastru a daně pozemkové** (Potužák, 1952; Honl a Procházka, 1984; Huml a Michal, 2005).

Provádění měřických prací a metoda tvorby katastrálních map byla pevně stanovena instrukcí z roku 1824, která je výsledkem úprav a doplňků instrukce z roku 1818. Instrukce stanovila předměty měření, mezi něž patří hranice katastrální obce, hranice jednotlivých pozemkových a stavebních parcel, hranice železničních těles, silnice, vodstvo a speciálně vybrané objekty, jako např. boží muka, křížky, mostky apod. Pro každou obec byla zhotovena samostatná mapa, v níž byly zobrazeny hranice pozemků, lišící se od sebe různým vlastníkem, druhem pozemku, způsobem užívání apod. Následně byly pozemky vyznačeny svou topografickou polohou, tvarem, velikostí a označeny parcelními čísly, jako parcely (Huml a Michal, 2005; Michal a Benda 2009).

Katastrální mapování proběhlo v Čechách v letech 1826-1830 a 1837-1843, na Moravě a ve Slezsku v letech 1824-1830 a 1833-1836. V první fázi se zjistil, označil a popsal průběh hranic katastrálních obcí. K tomu byly většinou využity popisy a označení z měření pro josefský katastr (Huml a Michal, 2005).

Před začátkem podrobného měření si geometr rozvrhl zhruba trojúhelníkovou síť, jejíž délka stran neměla překročit 200 sáhů. Následně musel kontrolním zaměřením ověřit, zda poloha bodů trigonometrické sítě v sekčním listu odpovídá skutečnosti v terénu. Teprve poté mohl doplnit síť měřických bodů pro podrobné měření. Podrobné měření probíhalo převážně měřickým stolem, v intravilánu bylo využíváno **metody ortogonální**. (Potužák, 1952; Huml a Michal, 2005; Michal a Benda, 2009).

Po dokončení podrobného měření následovala revize v terénu za účasti zástupců obce a majitelů pozemků a porovnávala se skutečnost s výsledky měření, z hlediska průběhu hranic, jména majitele a druhu pozemku. Porovnání probíhalo podle indikačního náčrtku, což byla vlastně kopie sekčního listu katastrální mapy (Huml a Michal 2005).

Závěrečnou etapou bylo vyhotovení výsledného originálu katastrální mapy, který byl vyhotoven tuší a kolorováním ploch. Vybarvovaly se lemvy obecních hranic,

budovy, železnice, cesty, potoky a rybníky. Ostatní druhy pozemků se označovaly smluvenými značkami a parcely se označily parcelními čísly v souladu s indikačním náčrtkem. Číslování parcel bylo vyznačováno červenou rumělkou a stavební parcely byly očíslovány černou tuší v souladu s instrukcemi z roku 1824. Později na základě instrukce z roku 1865 bylo sjednoceno číslování na černou barvu. Obytné budovy byly vyznačeny v uliční čáře silnou přímkou. Do celkového půdorysu těchto budov byly zahrnuty i přesahy střešních pláštů (okapy), čímž se zejména v podhorských a horských oblastech u budov významně zvětšily rozměry vlastní stavby (Huml a Michal, 2005; Michal a Benda, 2009).

Katastr založený roku 1817 měl tvořit stálý seznam všech pozemků podrobených dani s udáním jejich polohy, velikosti a čistého výnosu. Byl již zcela založen na základech velkoměřítkového mapového díla. Pro výsledná mapová díla bylo zvoleno Cassini-Soldnerovo nekonformní transversální válcové zobrazení a systém pravoúhlých souřadnic. Vzhledem ke své důkladnosti a představě, že bude navždy sloužit svému účelu, byl nazván **stabilním katastrem**. Stabilní katastr ale stárnul podstatně rychleji, než se původně předpokládalo, protože nebylo zajištěno jeho systematické udržování. Z tohoto důvodu bylo v letech 1869 – 1881 nařízeno jeho jednorázové doplnění, tzv. reambulace stabilního katastru. Práce byly prováděny ve velkém spěchu a kvalita původního díla značně utrpěla. **Přesto výsledky rakouského katastrálního mapování je nutno považovat za vynikající práci zeměměřičů té doby, protože těchto výsledků měření využíváme dodnes** (Michal a Podhorský, 1985; Michal a Benda, 2009).

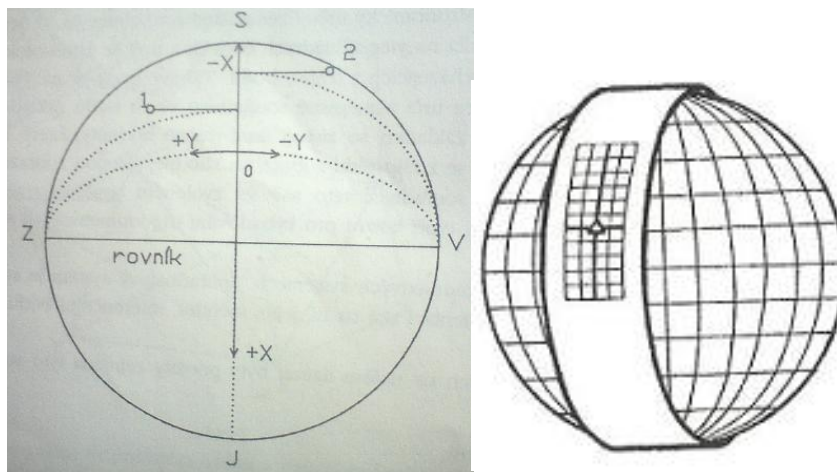
5.2. Cassini-Soldnerovo zobrazení

Za nejjednodušší způsob zobrazení výsledků měření na mapový list bylo zvoleno použití Cassiniho zobrazení, které je charakterizováno jak transversální válcové zobrazení ekvidistantní v kartografických polednicích. Pro rakouskou monarchii upravil toto zobrazení Soldner a tak vznikl jeho úplný název Cassini-Soldnerovo zobrazení (Huml a Michal, 2005).

Válcová plocha se dotýká náhradní koule podél základního poledníku, který prochází přibližně středem mapovaného území a zvoleným trigonometrickým bodem, jakožto počátkem souřadnicové soustavy. Pravoúhlá soustava souřadnic byla zvolena tak, že kladná osa + X směřovala k jihu ve směru poledníku a hlavní

kružnice procházející počátečním bodem soustavy kolmo k ose X byla zvolena za osu Y. Kladná větev osy Y směřuje na západ a záporná větev osy Y směřuje na východ (Císař a kol. 1977; Huml a Michal, 1985; Ratiborský, 1995,).

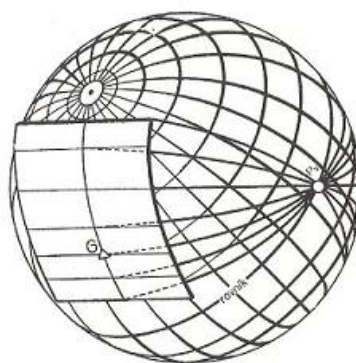
Obrázek 5.1: Vlevo pravouhlná soustava souřadnic, vpravo Poloha zobrazovacího válce při Cassiniově-Soldnerově zobrazení



(Ratiborský, 1995, Císař a kol. 1977)

Povrch zeměkoule byl rozdělen na zeměpisná pole rovnoběžkami se základním poledníkem a průsečnicemi povrchové plochy s rovinami procházejícími středem zeměkoule kolmo k základnímu poledníku. Tyto průsečné křivky se sbíhají v západním a východním pólu, obdobně jako poledníky v severním a jižním (Veverka a Zimová, 2008).

Obrázek 5.2: Poloha pořadnic Y kolmých k X a ve skutečnosti ležících v rovinách procházejících východním pólem

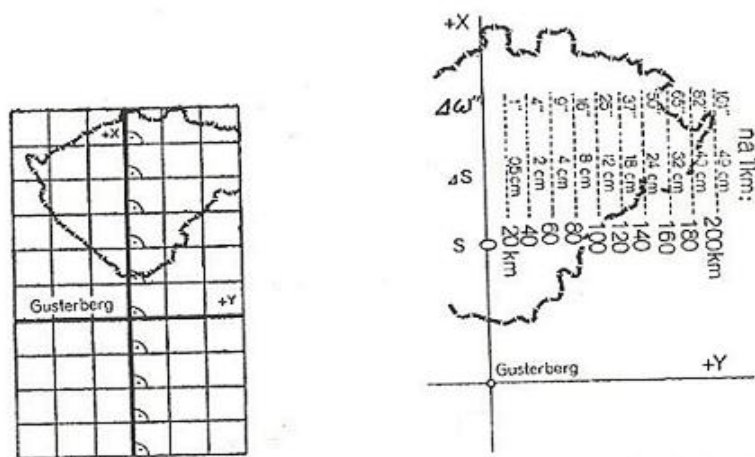


(Císař a kol. 1977)

Takto vytvořená síť byla kartograficky zobrazena na válci jako čtvercová vzájemně stejně od sebe vzdálenými povrchovými přímkami a kružnicemi k nim kolmým, a proto se mapy v ní zobrazené nazývají také jako čtvercové mapy transverzální. V těchto mapách je značné a nesteréorné délkové i úhlové zkreslení ve všech směrech.

Opravy ze zkreslení dosahují ve vzdálenosti 200 km na východ od kladného směru osy X až 49cm na 1 km (Císař a kol. 1977).

Obrázek 5.3: Vlevo transverzální čtvercová mapa v gusterberském zobrazovacím pásu, vpravo grafické znázornění úhlových a délkových oprav v Čechách pro gusterberský pás

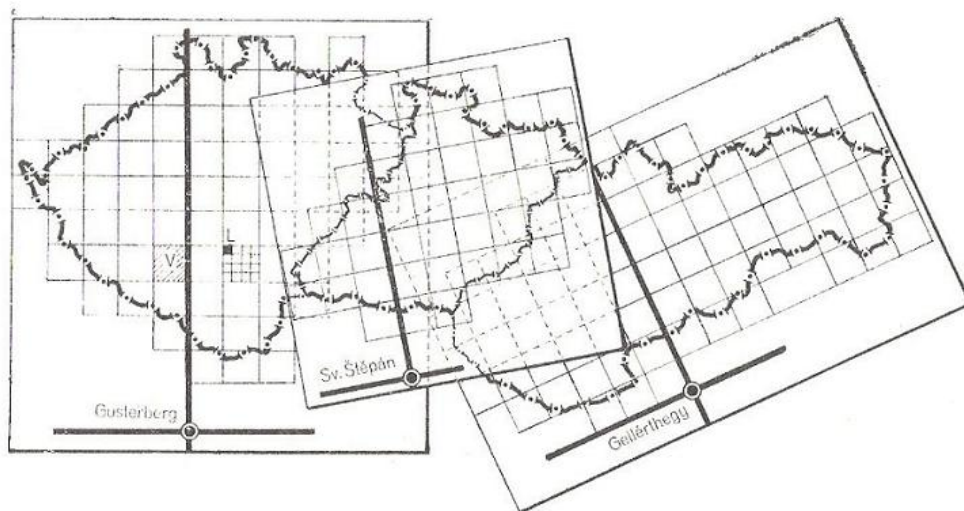


(Císař a kol., 1977)

Pro snížení deformací vlivem zkreslení zvolilo Rakousko 10 zobrazovacích pásů z toho 2 na dnešním území České republiky. Čechy měly zobrazovací pás gusterberský se základním poledníkem procházejícím trigonometrickým bodem Gusterberg v Horních Rakousích, Morava a Slezsko pás svatoštěpánský se základním poledníkem procházejícím věží vídeňského dómu (trigonometrický bod Sv. Štěpán) (Císař a kol. 1977).

Základní poledníky obdélníkových zobrazovacích pásů (tedy osy X) se sbíhají a strany sousedních obdélníkových pásů se nedají přiložit přesně k sobě, ani do polohy vzájemně rovnoběžné. Úhel sbíhavosti je značný, a proto byly zvoleny za stykovou čáru zobrazení v sousedních pásech zemské hranice (Císař a kol. 1977)

Obrázek 5.4: Sklon základních poledníků v sousedních pásech a zemské pásy jako stykové čáry mezi pásy (silně zkresleno)

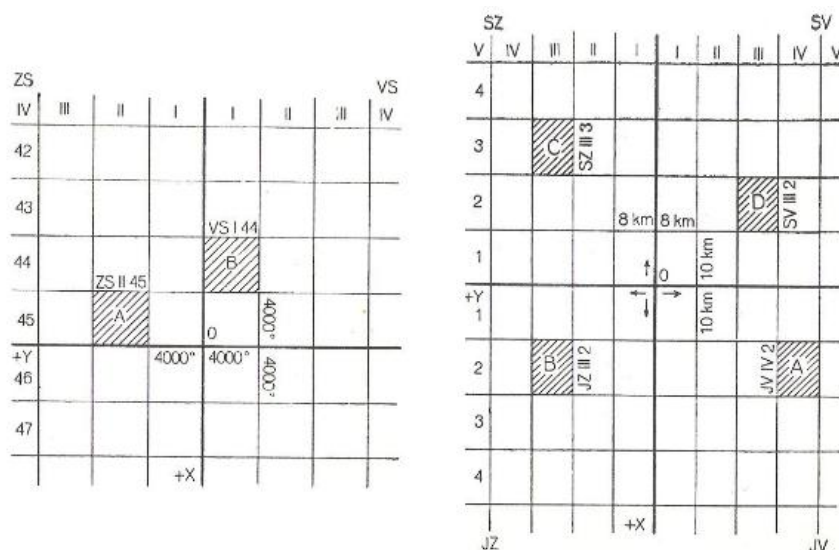


(Císař a kol. 1977)

5.2.1. Fundamentální listy a mapové listy

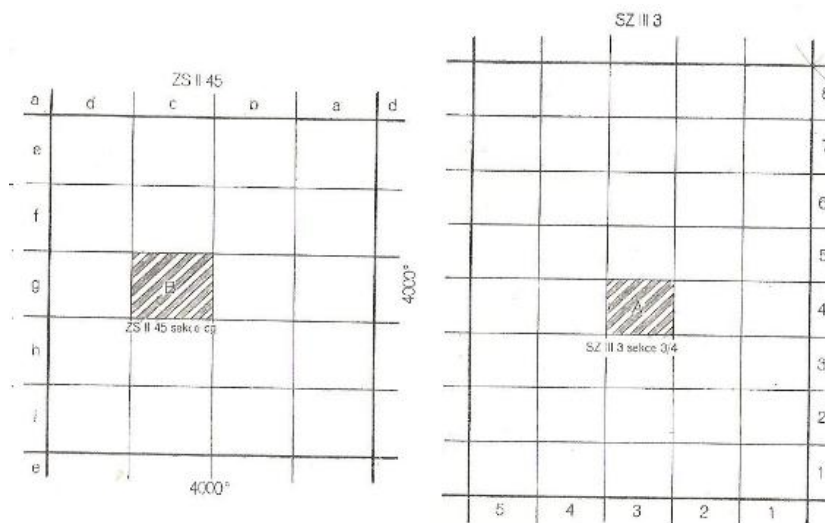
Pro dělení území na mapové listy a pro uspořádání triangulačních údajů byly vytvořeny v síti pravoúhlých souřadnic fundamentální (základní) listy triangulační. Fundamentální listy vznikly pomocí rovnoběžek vedených s osami X a Y ve vzdálenosti 4000° v sáhové soustavě, nebo ve vzdálenosti 10 km s osou Y a 8 km s osou X v soustavě metrické. Fundamentální listy se opět dělily v pravoúhlých souřadnicích na mapové listy obsahující 20 polí, které tvořilo 5 vrstev po 800° a 4 sloupce po 1000° v soustavě sáhové později při přijetí metrické míry na 5 sloupců po 1600 m a 8 vrstev po 1250 m. Vrstvy v sáhové soustavě byly číslovány v každé soustavě samostatně a od severu k jihu arabskými číslicemi. Rozhraní vrstev, mezi kterými leží jednotlivé počátky soustav, jsou různá. Pro Čechy je osa Y mezi vrstvami 45 a 46, pro Moravu jsou to vrstvy 33 a 34. Sloupce byly očíslovány římskými číslicemi od osy X směrem na západ a na východ. Sloupce i vrstvy se označovaly písmeny malé abecedy (a, b, c, d, - e, f, g, h, i) (Císař a kol. 1977; Michal a Podhorský, 1985; Huml a Michal 2005).

Obrázek 5.5: Fundamentální listy, vlevo označování v sáhové soustavě, vpravo označování v metrické soustavě



(Císař a kol.1977)

Obrázek 5.6: Mapové listy, vlevo označení v sáhové soustavě, vpravo označení v metrické soustavě



(Císař a kol. 1977)

5.2.2. Měřítka

Základním měřítkem zobrazení bylo zvoleno měřítko 1:2880 a vycházelo z tehdejšího požadavku, aby se jedno dolnorakouské jitro (tj. čtverec o straně 40 sáhů) na mapě zobrazilo jako jeden čtvereční palec. Po zavedení metrické míry bylo nahrazeno měřítko 1:2880 měřítkem 1:2500. Jako výjimečná měřítka byla volena

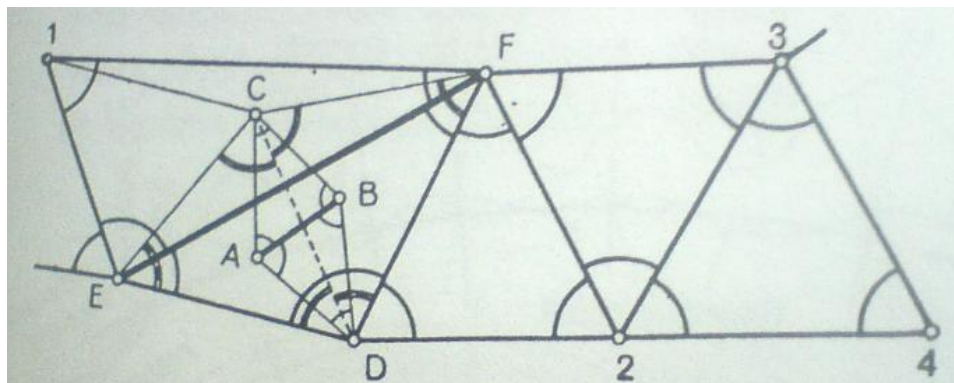
měřítko 1:1440, 1:720, 1:1250, 1:625. Ke konci první světové války byla všechna tato měřítka nahrazena měřítky 1:2000 a 1:1000 (Císař a kol. 1977).

5.3. Polohopisné základy stabilního katastru

Polohopisným základem rakouského stabilního katastru byla trigonometrická síť bodů, která byla vybudována postupně pro celou rakouskou monarchii v letech 1807 až 1860. První trigonometrické sítě na našem území byly vybudovány v letech 1821 až 1840 a na triangulačních pracích se podíleli výhradně vojenští geodeti. Později byla tato činnost svěřena i civilním úředníkům (Císař a kol. 1977; Huml a kol. 2001).

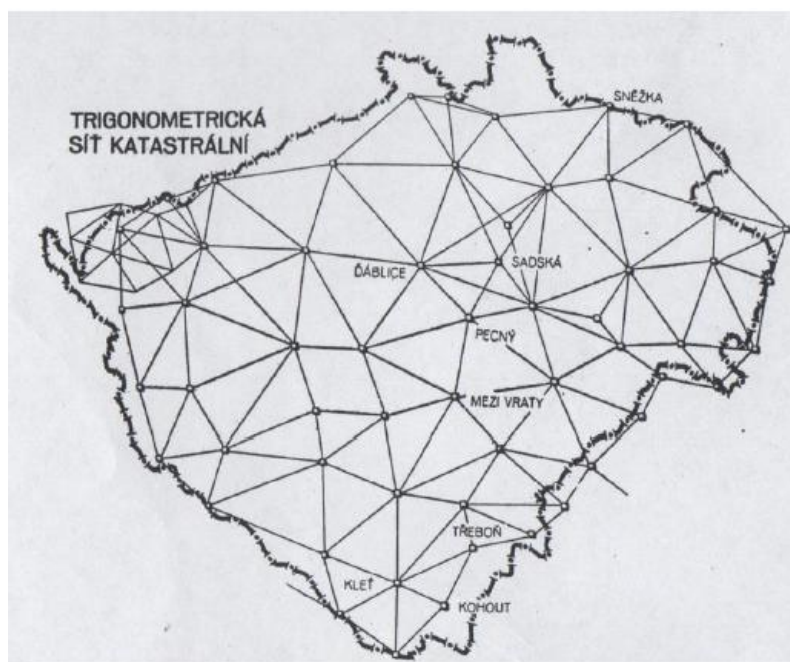
Pro určení správných rozměrů základní trigonometrické sítě byly zvoleny přímo měřené geodetické základny, které zároveň sloužily také k její kontrole. U základen byla provedena také astronomická orientace a určení zeměpisných azimutů. Základny byly měřeny pomocí invarových drátů, lépe odolávajících délkové roztažnosti, pro dosažení maximální přesnosti. Byly zvoleny, a přímo měřeny 4 tyto základny: u Vídeňského Nového města v Dolních Rakousích, u Welsu v Horních Rakousích, u Radovce v Bukovině a u Hallu v Tyrolích. Délka základen byla v rozmezí 5,6 – 15 km. Z těchto základen byly pomocí přesně měřených úhlů odvozeny další základny a na některé trigonometrické body v sousedních státech byla připojena trigonometrická síť I. řádu. Průměrná délka trojúhelníkových stran se pohybovala od 15 km do 30 km (Císař a kol. 1977; Ratiborský, 1995; Huml a Michal 2005).

Obrázek 5.7: Geodetická základna (AB), pomocná (CD), odvozená (EF) základna, DEF1234 vrcholy trojúhelníkového řetězce



(Císař a kol. 1977)

Obrázek 5.8: Trigonometrická síť I. řádu pro stabilní katastr v Čechách



(Císař a kol. 1977)

Z trigonometrické sítě I. řádu byla odvozena dalším úhlovým měřením a číselným výpočtem trigonometrická síť II. řádu o délce stran 9 – 15 km a z obou následně síť III. řádu o délce stran 4 – 9 km.

Tyto sítě měly vyhovovat podmínce, aby na jeden fundamentální list připadli alespoň 3 číselně určené trigonometrické body, z nichž by alespoň jeden mohl být stanoviskem měřického stolu (Císař a kol. 1977).

5.3.1. Nedostatky trigonometrické sítě

Jeden z prvních nedostatků sítě byl ve výpočtu úhlů v rámci trojúhelníkových sítí a to hlavně u sítě I. řádu. Úhly v síti I. řádu byly sice měřené s velikou přesností, ale při výpočtu se však trojúhelníky považovaly za rovinné namísto sférických. Dále se všechny řády počítaly ve skupinách a odchylky mezi skupinami byly rozdělovány primitivním způsobem (Císař a kol. 1977).

Druhým nedostatkem bylo porušení hlavní geodetické zásady. Vzdálenost číselně určených bodů (nad 4 km) byla příliš velká, takže by se do rámce mapového listu 1:2880 nezobrazil ani jeden trigonometrický bod. Proto se číselná síť nerozvázně a ukvapeně zahustila metodou grafické triangulace v síti IV. řádu tak, aby na jeden

mapový list připadli alespoň 3 trigonometrické body, z nichž alespoň jeden měl být stanoviskem (Michal a Podhorský 1985; Huml a kol. 2001)

Grafická triangulace probíhala tak, že na sklo připevněné na měřickém stole byl napnut papír a na něm se přesně zobrazil fundamentální list v měřítku 1:14 400, který se rozdělil čtyřmi sloupci a pěti vrstvami na 20 mapových listů. Grafickým protínáním z více určených směrů vznikaly nové body IV. řádu a jejich rysky se vyryly na list kovovým rydlem. Souřadnice těchto bodů byly odměřeny na desetinu sáhu měřítkem s mikrometrickým šroubem od všech čtyř sekčních čar mapového listu. Součet protilehlých úseků se porovnával s délkou sekční čary s nimi rovnoběžnou a zkontrolované souřadnice se vyrovnaly na délku sekční čary. Takto určené body v měřítku 1:14 440, při dosažení optimální grafické přesnosti 0,1 mm způsobily nejistotu v odměřené souřadnici o 1,44 m. Z těchto bodů se následně vycházelo při podrobném měření v měřítku pětikrát větším (Císař a kol. 1977; Michal a Podhorský 1985; Huml a Michal 2005).

Třetí nedostatek sítě spočíval ve stabilizaci bodů a nedodržování plánů. Trigonometrické body byly trvale stabilizovány někdy i 20 a více let po jejich určení, a proto se dočasná stabilizace u celých stovek bodů ani nenašla. Mnohem horším nedostatkem bylo, že některé body byly stabilizovány na podkladě záznamů, které byly právě po ruce. To uvádělo všechny stabilizace v pochybnost. Z tohoto velkého nedostatku si vzali ponaučení orgány odpovědné za stabilizaci bodů u pozdější československé trigonometrické sítě (Císař a kol. 1977; Michal a Podhorský 1985).

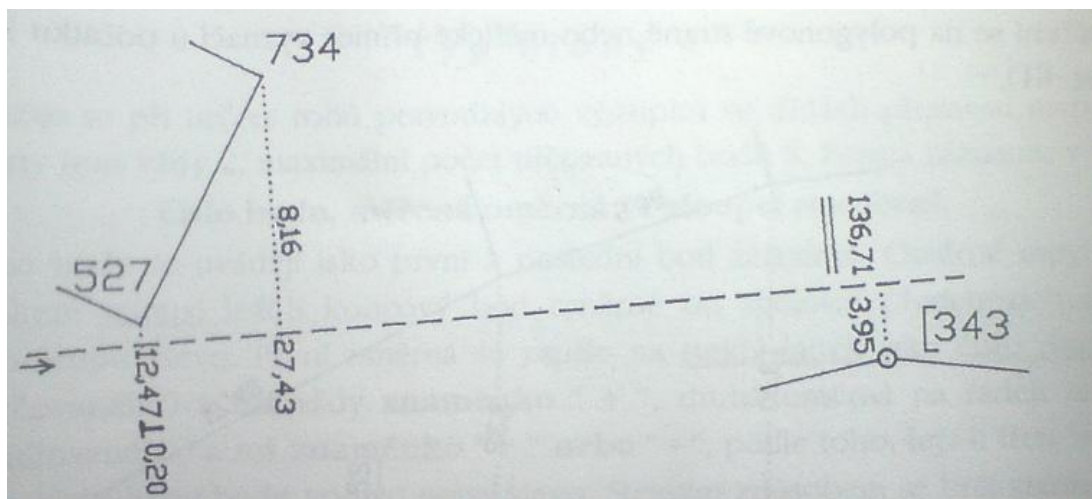
5.4. Ortogonální metoda

Ortogonální metoda nazývajících se též metoda pravoúhlých souřadnic je jednou z nejstarších a nejjednodušších metod měření, která koncem 19. století a počátkem 20. století začala postupně nahrazovat při podrobném měření polohopisnou metodu měřického stolu pro velkoměřítková mapování, především pro katastrální účely (Pokora a kol. 1984).

Tato metoda se uplatňovala především v přehledném a rovinném terénu, při zaměřování sídlišť, historických a průmyslových částí měst. Je také vhodná při měření v úzkých ulicích a ve stísněné zástavbě a v dnešní době slouží jako doplňková metoda k metodě polární.

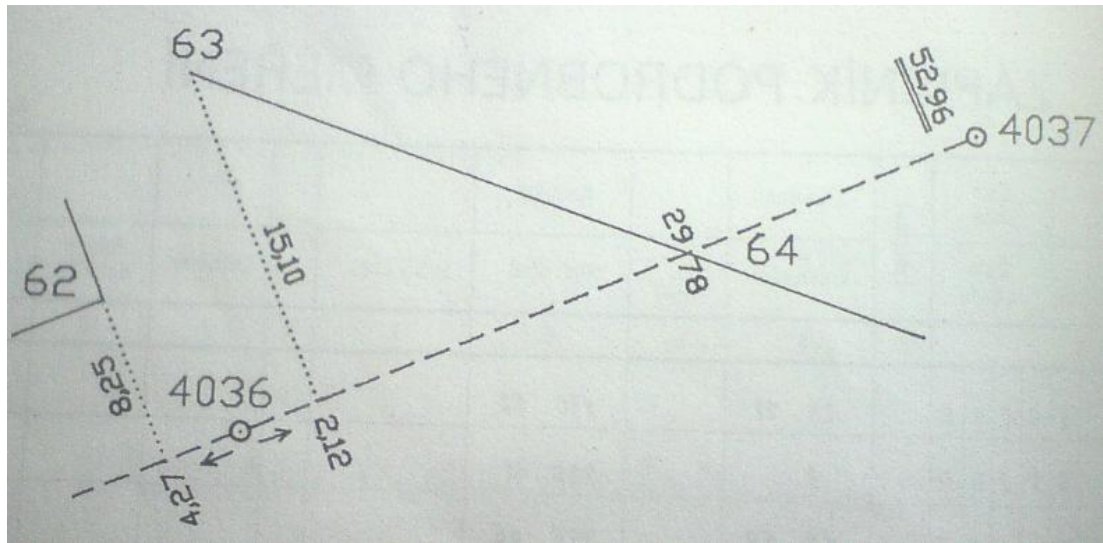
Ortogonalní metoda je založena na postupném určení podrobných bodů vytyčováním pat kolmic vzhledem ke dvěma již určeným bodům tzv. měřické přímce. Po vytčení pat kolmic je nutno zaměřit délky kolmic a vzdálenosti od počátku měřické přímky k jednotlivým patům kolmic. Vzdálenost od počátku měřické přímky k patě kolmice se nazývá staničení. Jedná se prakticky o určení podrobného bodu pomocí pravoúhlých souřadnic lokálního souřadnicového systému, kdy staničením je přisouzena osa X kladná od počátečního bodu měřické přímky směrem k jejímu koncovému bodu. Staničení na prodloužené měřické přímce před počáteční bod je záporné, souřadnice $-X$. Kolmicím jsou přisouzeny souřadnice kladné a záporné. Kladná osa Y leží vpravo od kladného směru osy X, záporná osa $-Y$ leží vlevo. Staničení a kolmice se měřily v době stabilního katastru pomocí řetězců nebo provazců, později pomocí pásma ve vodorovné poloze. Kolmice byly vytyčovány pomocí úhломěrných hranolů, nejčastěji pentagonem. K zaměření je možno použít pevnou měřickou přímku (při přímé viditelnosti mezi danými body) nebo volnou měřickou přímku (není-li přímá viditelnost mezi danými body), (Hauf a kol. 1982; Michal a Podhorský, 1985; Ratiborský, 1995).

Obrázek 5.9: Volná měřická přímka



(Ratiborský, 1995)

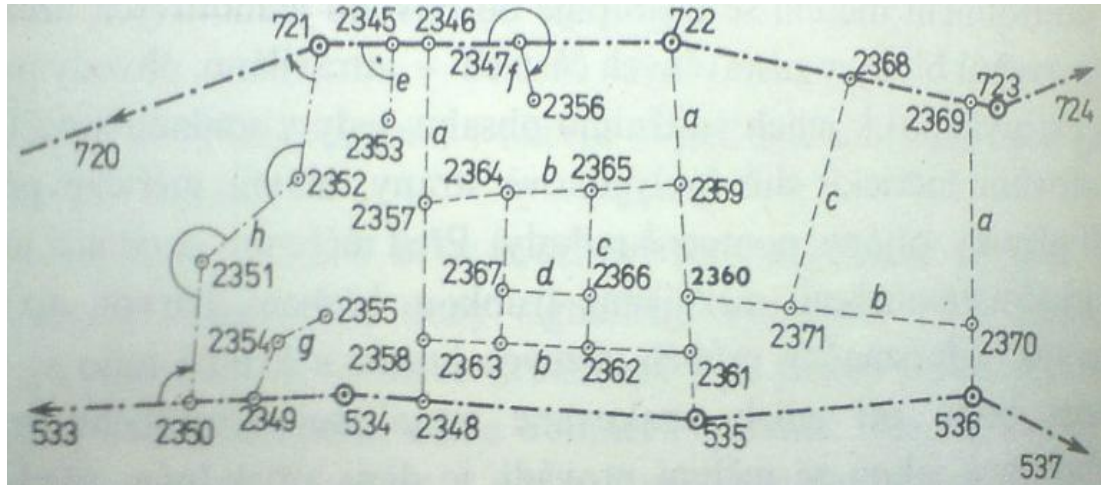
Obrázek 5.10: Pevná měřická přímka



(Ratiborský, 1995)

Dříve než se přikročí k podrobnému měření, je v převážné většině případů potřeba doplnit měřickou síť, která je tvořena polygonovými pořady, rajony a měřickými přímkami, sítí měřických přímek v takové hustotě, aby bylo možno zaměřit maximální počet podrobných polohových bodů. Délka měřických přímek by neměla přesáhnout krajní hodnotu 500 m. Také se klade důraz na to, aby byl počet měřických přímek co nejmenší, byly vedeny mimo dopravní prostory v málo svažitém přehledném terénu, a aby jejich síť byla jednoduchá s nejmenším počtem vedlejších měřických přímek. Délky kolmic na podrobné body by měli být pokud možno krátké. Měřickou přímkou může být polygonová strana, rajón nebo jiná úsečka, která je zapojená do měřické sítě. Měřické přímky, které spojují polygonové nebo měřické body ležící na polygonových stranách různých pořadů, jsou měřické přímky hlavní. Vedlejší měřické přímky spojují měřické body, z nichž alespoň jeden je součástí jiné měřické přímky. (Mašín a kol. 1978; Hauf a kol. 1982; Magula a kol. 1983; Michal a Podhorský 1985).

Obrázek 5.11: Měřická síť a) hlavní přímka I. řádu, b) vedlejší přímka II. řádu, c) vedlejší přímka III. řádu, d) vedlejší přímka IV. řádu, e) kolmý rajón, f) šikmý rajón, g) lomený rajón, h) pomocný rajón



(Hauf a kol. 1982)

Po dostatečném doplnění měřické sítě probíhá podrobné měření, při kterém se postupuje od obvodu jednotlivých územních celků k jejich vnitřnímu obsahu a na každé měřické přímce se provede následující postup.

Krajní body měřické přímky se signalizují výtyčkami ve stojácích, které se urovňají do svislého směru pomocí olovnice. Počátek pásma se ztotožní s počátečním bodem měřické přímky a zařadí se do směru měření. Je nutností, aby pásmo bylo napnuté a ve vodorovné poloze. Nyní se přistoupí k signalizaci podrobného bodu pomocí výtyčky, pokud není přirozeně signalizován jako např. roh budovy, sloup. K takto signalizovanému bodu se zjistí pata kolmice, spuštěná na měřickou přímku úhloměrným hranolem nejčastěji dvojitým pentagonem a změří se vzdálenost staničení a kolmice, které se zapíše do zápisníku a zakreslí do měřického náčrtu. Maximální délka kolmic nesmí být větší než délka měřické přímky. Tímto způsobem se provede zaměření všech kolmic k podrobným bodům zprava i zleva měřické přímky, včetně jejich staničení v úseku 1. kladu pásma. Poté se pásmo posune na 2. klad, zařadí se do směru měření a opět se zaměří všechny podrobné body. Na závěr se zaměří kontrolní oměrné míry⁵ na předmětech měření. Postup se opakuje, dokud nejsou zaměřeny všechny podrobné body, které je možno určit v

⁵ Oměrná míra - měřená vodorovná vzdálenost dvou sousedních polohově určených bodů téhož předmětu měření; využívá se jako kontrolní, popř. konstrukční míra (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

rozsahu měřické přímky, a pak se měřická skupina přesune na další měřickou přímku (Hauf a kol. 1982; Magula a kol. 1983; Michal a Podhorský 1985; Vinkler, 1987; Ratiborský, 1995).

Nedílnou součástí při měření ortogonální metodou je tvorba měřického náčrtu. Náčrt by měl být vyhotovován s takovou přesností, aby umožnil přibližnou grafickou kontrolu zaměřených veličin. Vyhotovuje se v měřítku větším než měřítko mapy. Vpravo nahoře je vyznačena orientace k severu pomocí šipky a číslo mapového listu. Dole uprostřed se napíše měřítko. Vpravo dole se uvádí jméno technika, který náčrt vyhotovil, vlevo dole se pak uvádí datum vyhotovení náčrtu a jeho číslo. Do náčrtu se zaznamenávají všechny měřené informace, ale také další informace jako jsou názvy veřejných prostranství a ulic, názvy vodních toků a ploch, označení druhů komunikací, popisná čísla budov, parcelní čísla, označení druhu pozemku apod. Pro jednotnost měřených záznamů se dodržují určitá základní pravidla (Mašín a kol. 1978; Hauf a kol. 1982; Pokora a kol. 1984).

Všechny číslice se orientují vždy po směru měření. Počátek a směr postupu měření na měřické přímce se vyznačuje krátkou šipkou umístěnou u počátečního bodu měřické přímky a koncová míra se dvakrát podtrhne. Staničení podrobného bodu se zapisuje kolmo k měřické přímce u kolmice vlevo je staničení vpravo a naopak. Pokud je současně kolmice k měřické přímce vpravo i vlevo zapisuje se staničení, tak že celé metry jsou vlevo a decimetry a centimetry vpravo. Údaj kolmice se zapisuje přibližně doprostřed mezi podrobný bod a měřickou přímku a zbytek kolmice se vytečkuje. Je-li kolmice příliš krátká, aby mohla být její hodnota takto zapsána, lze provést zápis tak, že ke staničení se přepíše značka kolmosti \perp . Ke značce se na téže straně jako staničení napíše hodnota kolmice. Leží-li na jedné kolmici více podrobných bodů, zapíše se vzdálenost těchto bodů od měřické přímky kolmo ke kolmici a poslední míra se dvakrát podtrhne. Kontrolní oměrné míry mezi sousedními podrobnými body se zapisují rovnoběžně s kontrolovanou délkou (Hauf a kol. 1982; Pokora a kol. 1984; Michal a Podhorský 1985; Ratiborský, 1995).

Výhoda ortogonální metody spočívala v jednoduchosti měření, zápisu měřených hodnot, jednoduché kontrole měřených bodů a snadném zobrazování bodů. Výhodou také bylo, že z měřených výsledků mohlo být vyrobeno více map v různých měřítkách na rozdíl od metody měřického stolu. Nevýhodami pak byly v omezení délky měřické přímky, vhodnosti měření jen v přehledném a rovinném prostoru (Vinkler, 1987).

6. Pozemkový katastr, polární metoda

6.1. Pozemkový katastr

Do vývoje středoevropských států zasáhla na počátku 20. století I. světová válka, která způsobila všeobecné škody stabilní katastr nevyjímaje. Po vzniku samostatné Československé republiky v roce 1918 byl předchozí reambulovaný stabilní katastr převzat v nezměněné formě což sebou přinášelo řadu problémů. Jedním z hlavních problémů byla rozdílnost právních předpisů v českých zemích a na Slovensku. Důvodem byla nejednotnost právních norem mezi východní a západní části bývalé monarchie, jejímž rozpadem Československo vzniklo. Na západě tedy v českých zemích platilo právo Rakouské a na Slovensku právo Uherské (Michal a podhorský, 1985; Huml a Michal, 2005; Michal a Benda 2009).

Důležitou událostí bylo založení **Triangulační kanceláře** při ministerstvu financí v roce 1919, jejímž přednostou byl zvolen Ing. Křovák, který právě zde učinil první kroky k vybudování Jednotné trigonometrické sítě katastrální, přípravě nového kartografického zobrazení a tvorbě souřadnicového systému S-JTSK, což je zkratka pro souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální. V poválečných letech do roku 1926 byla činnost triangulační kanceláře vyplněna následujícími pracemi:

- příprava jednotného unifikačního zákona o československém pozemkovém katastru
- příprava jednotných polohopisných základů pro Československou republiku
- sjednocení organizace katastrální služby
- zvládnutí úkolů pozemkové reformy
- náprava dezolátního stavu zvláště v katastru Slovenska

Především nestejnost právních předpisů v daňové sféře a špatný stav v evidenci nemovitého majetku na Slovensku vedly vládu k vypracování katastrálního zákona, který by odstranil problémy nejednotnosti právních předpisů a zavedl pro celou republiku jednotný systém katastrální služby a rozšířil účel katastru na další funkce, potřebné pro chod státní správy (Huml a kol. 2001, Huml a Michal, 2005).

Proto byl dne 16. 12. 1927 vydán nový zákon č. 177/1927 Sb. O pozemkovém katastru a jeho vedení, který vstoupil v platnost **1. 1. 1928** a zrušil tak všechny předchozí předpisy týkající se správy a vedení katastru. Pozemkový katastr byl

definován jak geometrické zobrazení, soupis a popis veškerých pozemků Československé republiky a převzal všechna důležitá ustanovení, především ustanovení o souladu katastrálních údajů se skutečným právním vztahem, ohlašovací povinnost a revize katastru v pravidelných intervalech (Huml a Michal, 2005; Michal a Benda, 2009).

Pozemkový katastr se stal katastrem víceúčelovým, protože nesloužil jen jako podklad pro vyměřování daní, pro zakládání, obnovování a doplňování veřejných knih⁶ a jejich map, zajištění držby, a pro převod nemovitostí, ale byl také pomůckou pro kartografické a výškopisné práce, pro technické a hospodářské účely, pro ochranu nemovitých památek i pro badatelské účely (Huml a Michal, 2005; Michal a Benda, 2009).

Ve vztahu ke katastrálnímu zákonu byly publikovány související technické normy, kterých bylo celkem 9, z nichž nejdůležitější jsou **Instrukce A** z roku 1932 pro provádění měřických prací pro mapy velkých měřítek a **Instrukce B** z roku 1933, která předepisovala postup prací při udržování map velkých měřítek ve shodě se skutečností. V době svého vzniku vzbudily pozornost dokonce i v cizině a tyto Československé zeměměřické předpisy se staly vzorem pro řadu technických předpisů v zahraničí (Michal a Podhorský, 1985; Michal a Benda, 2009).

Plné znění Instrukce A „*Návod, jak vykonávati katastrální měřické práce pro založení pozemkového katastru původním katastrálním řízením nebo pro jeho obnovení novým katastrálním řízením.*“ Podle tohoto návodu měl být postupně nahrazen stabilní katastr katastrem pozemkovým. Novým a zároveň nejdůležitějším prvkem měřických a výpočetních prací bylo zavedení konformního zobrazení s novým souřadnicovým systémem přesnější geodetické polohové sítě, nazvané Jednotná trigonometrická síť katastrální. Instrukce dále stanovila, že pokud bude prováděno nové mapování, musí být použity vždy číselné metody měření a výpočty budou prováděny v souřadnicovém systému S-JTSK (Huml a Michal, 2005).

Velice slibný vývoj pozemkového katastru byl však narušen II. světovou válkou, v níž proběhla pozemková reforma roku 1945 a poté ještě následným komunistickým převratem roku 1948. Pozemkový katastr v kombinaci s pozemkovou knihou fungoval do roku 1950. Jako technický podklad byl však používán až do roku 1956.

⁶Veřejné knihy - společný název pro zemské desky, pozemkové, horní, silniční, vodní a železniční knihy, které mají veřejný charakter (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

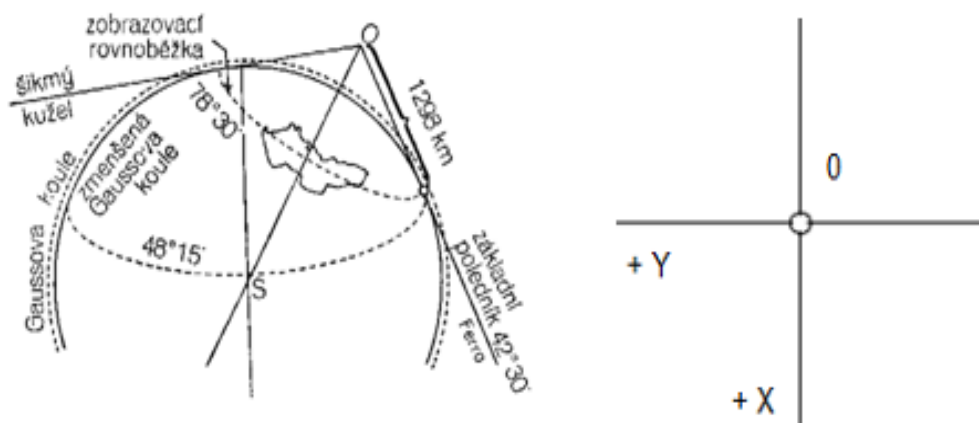
Katastrální zákon z roku 1928 byl definitivně zrušen až vydáním nového zákona č. 46/1971 o geodézii a kartografii (Michal a Benda, 2009).

6.2. Křovákovo zobrazení

Vlivem nevýhody zobrazovacích pásů dosavadních map stabilního katastru, jejich nedostačující přesnosti, neúplné stabilizace trigonometrických bodů a potřeby vyhotovení nových map na velké části Slovenska byla státní správa přinucena po roce 1918 k okamžitému budování nových geodetických základů, s nimiž souviselo také zvolení vhodného zobrazovacího systému (Císař a kol. 1977).

Tímto vhodným zobrazovacím systémem se stalo Křovákovo zobrazení, jež nese jméno autora, který jej navrhl a propracoval. Jedná se o dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Při přechodu ze zeměpisných souřadnic na rovinné pravoúhlé souřadnice se vycházelo z Besselova elipsoidu. Trigonometrické body se tedy nejprve zobrazily na Besselův elipsoid a z něj následně na Gaussovu kouli o místním poloměru $r = 6\,380\,704$ m, který se zmenšil na $0,9999 r$, pro rozdělení zkreslení a zmenšení jeho absolutní hodnoty na minimum. Teprve z Gaussovy koule se zobrazovalo na plášť kužele, který se dotýkal koule v zobrazovací rovnoběžce o sférické šířce $78^{\circ} 30'$, vedené přibližně středem státního území. Vrchol kužele, který je zároveň počátkem zobrazovací soustavy, leží na poledníku o zeměpisné délce $42^{\circ}30'$ východně od Ferra v bodě posunutém o $1\,298\,039$ m na sever od průsečíku rovnoběžky o zeměpisné šířce $48^{\circ}15'$ s uvedeným poledníkem. Poledník $42^{\circ}30'$ východně od Ferra je průmětem osy X kladné směrem na jih. Osa Y je kolmice k ose X sestrojena v počátku soustavy souřadnic a kladná směrem na západ, takže všechny souřadnice jsou kladné.

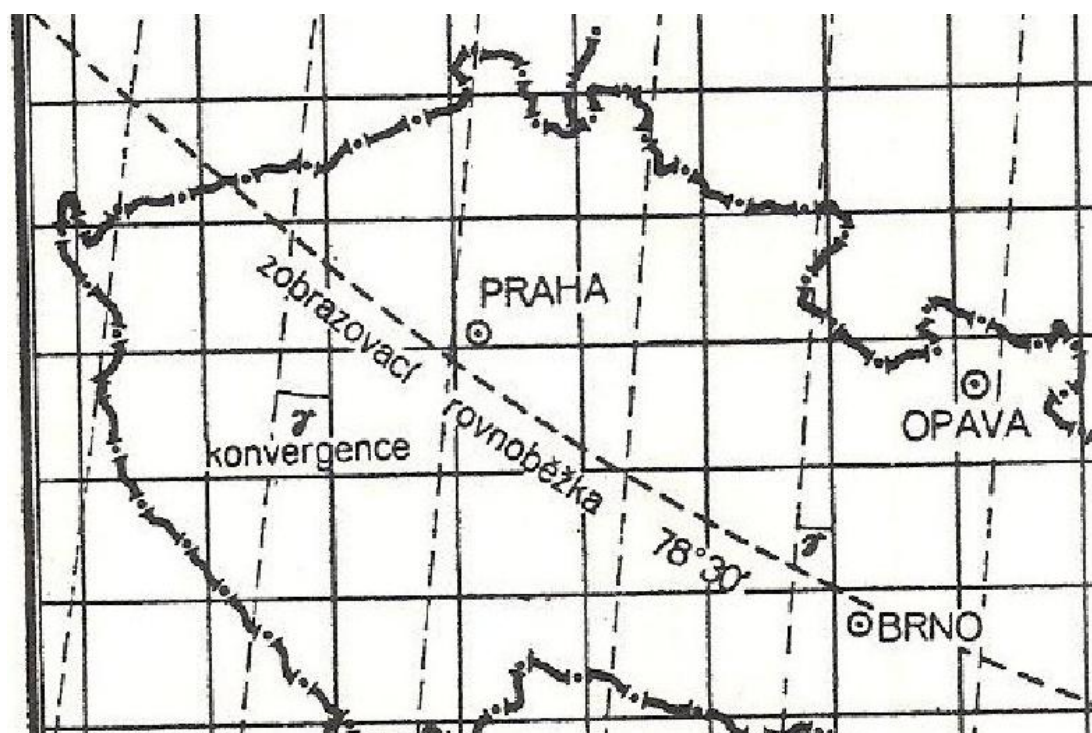
Obrázek 6.1: Vlevo schéma Křovákovy zobrazení, vpravo pravoúhlá soustava souřadnic



(Císař a kol. 1977)

Bohužel vlivem velké vzdálenosti osy X od státního území směrem na východ dochází k značné meridiánové konvergenci γ , která u nás roste směrem na západ. (Císař a kol. 1977; Pokora a kol. 1984; Ratiborský, 1995).

Obrázek 6.2: Meridiánová konvergence

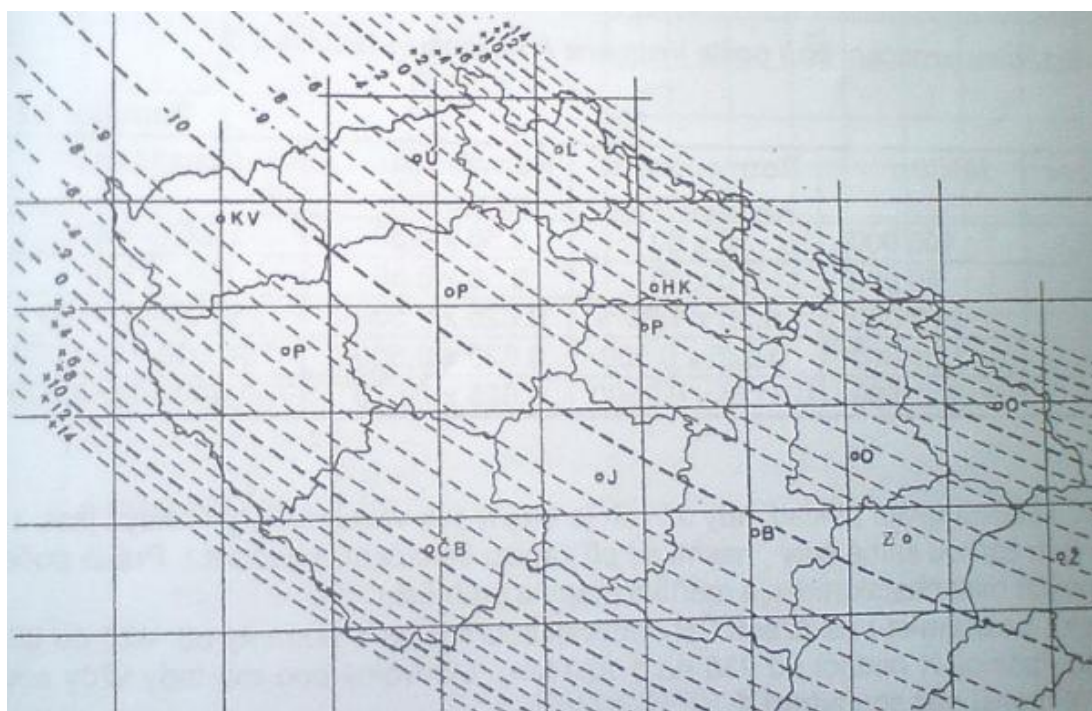


(Císař a Boguszak, 1961)

⁷ Meridiánová konvergence - úhel, který svírá obraz poledníku s rovnoběžkou s osou X (Císař a Boguszak, 1961).

Základní vlastností je konformita zobrazených prvků a tedy možnost odměřovat úhly z mapy bez zavádění jakýchkoli korekcí. Délkové zkreslení je upraveno tak, aby na krajích minimalizovaného pásu, sevřeného okrajovými kartografickými rovnoběžkami nepřesahovalo hodnotu + 14 cm / 1 km. V místech dotykové rovnoběžky procházející přibližně středem uváděného pásu je délkové zkreslení - 10 cm na 1 km (Huml a Michal, 2005).

Obrázek 6.3: Průběh délkového zkreslení



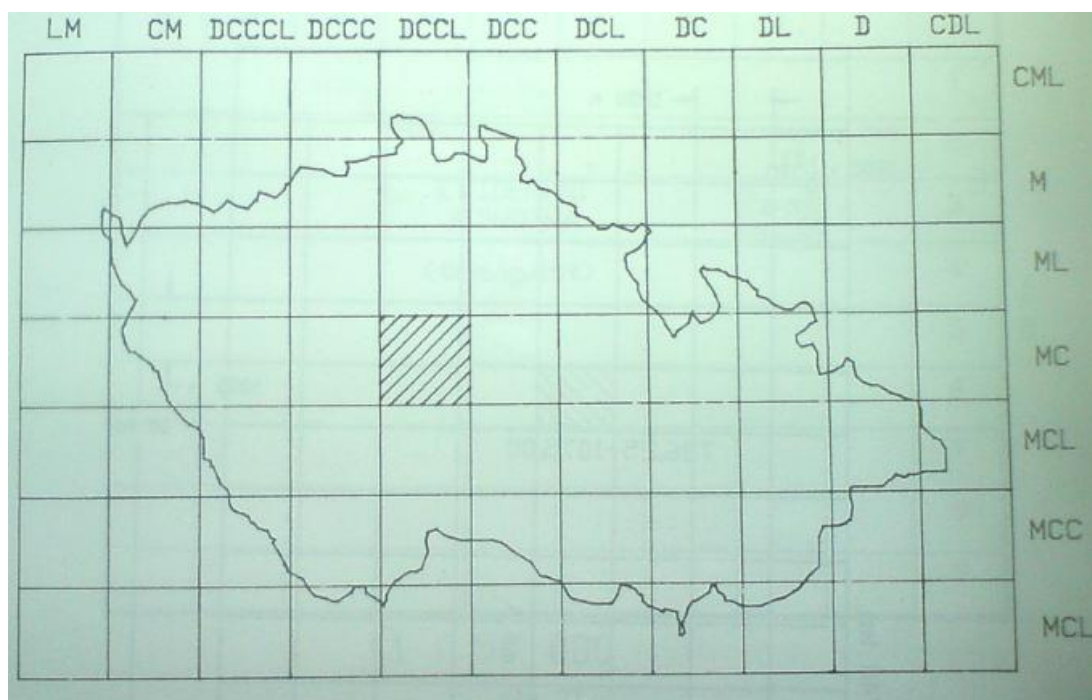
(Huml a Michal, 2005)

6.2.1. Mapové listy a rozměry

Vedením rovnoběžek s osou X a osou Y ve vzdálenosti 50 km v rovině Křováková konformního kuželového zobrazení, vznikly čtverce o stranách 50 x 50 km, které se zobrazily v měřítku 1 : 100 000 a nazvaly se základní triangulační listy, jejichž rozměry jsou 50 x 50 cm. Základní triangulační listy se označovaly římskými číslicemi, které zároveň udávají souřadnice jihozápadního rohu v km. V těchto listech byly zobrazeny nejprve body trigonometrické sítě I. řádu, které se číslovaly průběžně v rámci celého státu. Následně byly zobrazeny body II. – IV. řádu, které se již číslovaly pouze v rámci základního triangulačního listu. Uvnitř listů byly vyznačeny také triangulační listy a další prvky jako průběhy katastrálních hranic,

názvy katastrálních území, dělení zeměpisné sítě po 1', pravoúhlé a zeměpisné souřadnice rohů listů, meridiánová konvergence, průběh zeměpisných poledníků a rovnoběžek a označení sousedních základních triangulačních listů. (Ratiborský, 1995; Huml a kol. 2001).

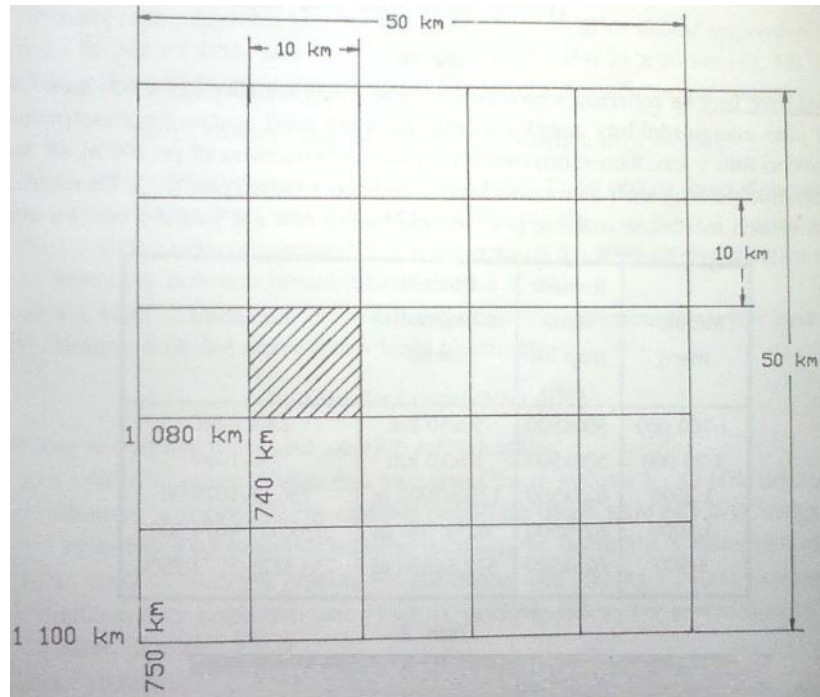
Obrázek 6.4: Základní triangulační list



(Ratiborský, 1995)

Základní triangulační list se dále dělí rovnoběžkami s osami, a to na 5 sloupců a 5 vrstev, čímž vzniká 25 triangulačních listů o rozměrech 10 x 10 km. Triangulační listy se zobrazují v měřítku 1 : 20 000, mají rozměr 50 x 50 cm a označují se arabskými číslicemi, které opět udávají souřadnice jihozápadního rohu v km, např. 740-1080 označuje 74. sloupec a 108. vrstvu.

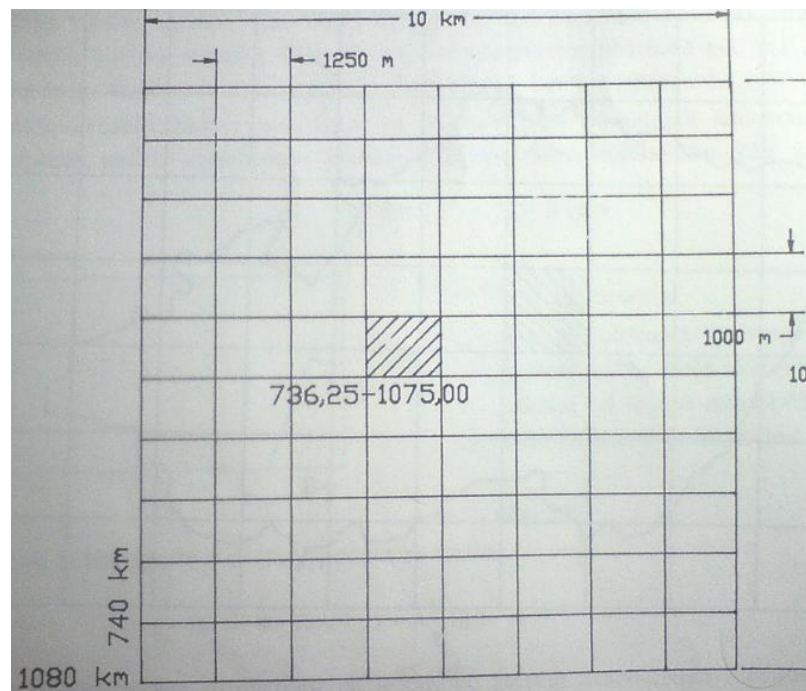
Obrázek 6.5: Triangulační list



(Ratiborský, 1995)

Triangulační listy se dělí rovnoběžkami s osami na 8 sloupců a 10 vrstev a tím vzniká 80 mapových listů o rozměrech 1250 x 1000 m.

Obrázek 6.6: Mapový list



(Ratiborský, 1995)

Mapové listy se zobrazují v měřítku 1 : 2 000 označují se arabskými číslicemi značícími souřadnice jihozápadního rohu v km. Rámec mapového listu má souřadnicovou síť po 100 m a síť zeměpisných souřadnic po 5''. Jejich půlením nebo čtvrcením, vznikají mapové listy větších měřítek 1 : 1 000 nebo 1 : 500, které se od mapových listů 1 : 2 000 rozlišují počtem desetinných míst viz. tab. 6.1 (Císař a kol. 1977; Ratiborský, 1995).

Tabulka 6.1: Označení a rozměry mapových listů

Měřítko mapy	Rozměr rámu mapového listu (mm)	Rozměr zobrazeného území	Označení
1 : 1 000 000	500 x 500	50 x 50 km	DCCL-MC
1 : 20 000	500 x 500	10 x 10 km	740-1080
1 : 2 000	625 x 500	1250 x 1000 m	736,25-1075,00
1 : 1 000	625 x 500	625 x 500 m	735,625-1074,500
1 : 500	625 x 500	312,5 x 250 m	733,3125-1074,2500

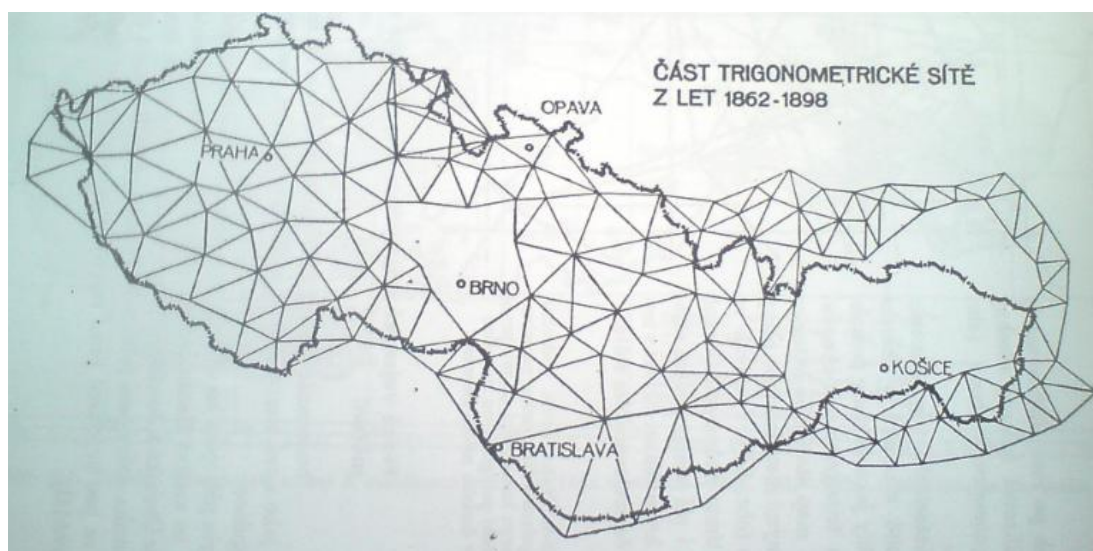
(Ratiborský, 1995)

6.3. Polohové základy pozemkového katastru

Po konci I. světové války v roce 1918 tvořily polohopisné geodetické základy na našem území 4 sítě počítané v 9 souřadnicových soustavách na 2 elipsoidech, při čemž vojenská síť měla jen zeměpisné souřadnice. Vlivem požadavku na rychlé a zároveň ekonomické vybudování nové jednotné sítě nebyl možný klasický postup měření základen pro vybudování Základní trigonometrické sítě katastrální (označení Jednotná trigonometrická síť I. řádu bylo zavedeno později). Vyšlo se tedy z vojenské triangulace z let 1862 – 1898, která znamenala náskok o 36 let nesnadné práce. Z rakouské vojenské triangulace se vybuďovala československá trigonometrická síť I. řádu, která s ní měla 107 identických bodů. Po převzetí bodů a vojenského měření bylo ještě nutné doplnit prázdné prostory v okolí Brna, na východním Slovensku v okolí Košic a celkově zhustit řídkou síť v Čechách. S budováním sítě se začalo v roce 1920, měřické práce byly započaty na Moravě a

postupovalo se směrem na východ. Výsledná trigonometrická síť I. řádu měla 268 bodů a byly převzaty z vojenské triangulace měřené osnovy směrů na 42 bodech v Čechách a na 22 bodech v Podkarpatské Rusi (Císař a kol. 1977; Vykutíl, 1978; Ratiborský, 1995).

Obrázek 6.7: Vojenská trigonometrická síť z let 1862-1896



(Císař a kol. 1977)

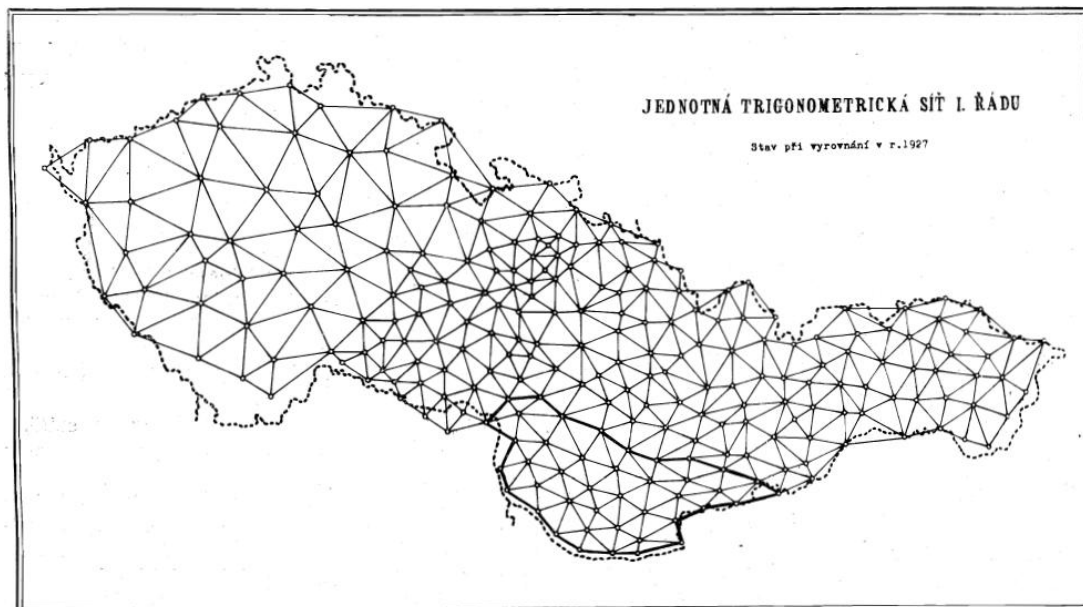
K daným zeměpisným souřadnicím byly vypočteny pravoúhlé souřadnice v rovině Křovákova zobrazení. Poté byly tyto rovinné souřadnice vypočteny ještě podruhé tak, že se převzala délka a azimut strany Chmelová a Velký Choč ležící přibližně uprostřed sítě z vojenské triangulace. Odvodily se délky a směrníky všech ostatních stran sítě a vypočítaly se orientační souřadnice všech 268 bodů. Pro zmíněných 107 bodů tak byly určeny dvojice odlišné souřadnice v rovině křovákova zobrazení a mohla se tedy posoudit kvalita vojenské triangulace pomocí výsledků Helmertovy transformace⁸ v skupinách do kterých, byly body rozděleny (Vykutíl, 1978; Ratiborský 1995).

Z rozborů vyplynulo, že pro rozměr, polohu i orientaci sítě I. řádu bude nejlépe použít k transformaci 42 bodů v Čechách, na nichž byly převzaty osnovy směrů z rakouské vojenské triangulace, protože v jiných částech sítě byly nesouhlasy mnohdy až několik metrů. Na základě těchto bodů a transformačních rovnic byly

⁸ Helmertova transformace - lineární konformní transformace (podobnostní); transformační koeficienty jsou určeny pomocí metody nejmenších čtverců (Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí, VUGTK).

určeny definitivní pravoúhlé souřadnice bodů I. řádu (Vykuřtil, 1978; Ratiborský 1995).

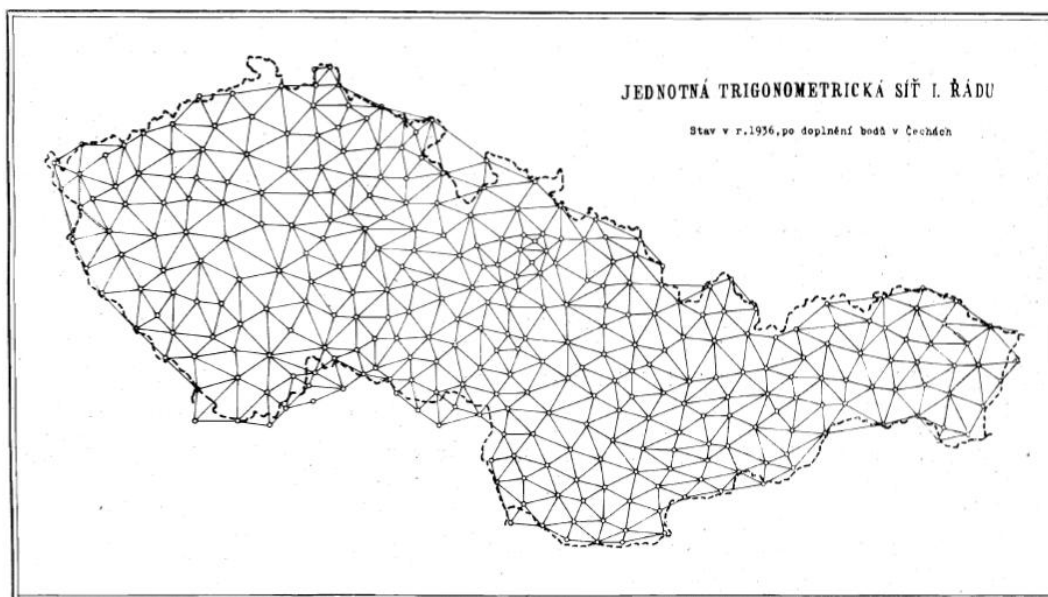
Obrázek 6.8: Jednotná trigonometrická síť při vyrovnání v roce 1927



(Ratiborský, 2006)

V původní Základní trigonometrické síti I. řádu z roku 1927 měly trojúhelníky v Čechách průměrné délky stran 25 až 40 km. Bylo tedy rozhodnuto doplnit síť I. řádu tak, aby byla na celém území republiky stejnoměrná hustota bodů s průměrnou délkou trojúhelníkových stran 25 km. To se uskutečnilo vložem dalších 93 bodů na území Čech, které byly zaměřeny v letech 1928 – 1936 současně s triangulacemi nižších řádů. Tato síť byla po doplnění nazvána Jednotná trigonometrická síť katastrální (Vykuřtil, 1978).

Obrázek 6.9: Jednotná trigonometrická síť I. řádu v roce 1936 po doplnění bodů v Čechách



(Vykuřtil, 1978)

Od roku 1928 se do jednotné trigonometrické sítě I. řádu postupně doplňovaly body II., III., IV. řádu o průměrných délkách trojúhelníkových stran 13 km, 7 km a 4 km. Byl při tom kladen požadavek, aby do sítě přešly všechny body vojenské triangulace, většina bodů katastrální triangulace a body pohraničních sítí a jiných triangulací. Následně byly pro přímé propojení podrobného měření na sítě vyšších řádů doplněny také body V. řádu o průměrných délkách trojúhelníkových stran 2 km, výjimečně až 1 km. Tyto práce již nebyly systematické, ale konaly se podle potřeby jednotlivých resortů státní správy (Vykuřtil, 1978; Císař a kol. 1977; Michal a Podhorský, 1985; Ratiborský 1995).

Vedle budování Jednotné triangulační sítě byla rovněž budována od roku 1931 **astronomicko-geodetická síť**, která vznikla tak, že na některých bodech Základní trigonometrické sítě s většími rozměry trojúhelníků okolo 36 km byly zaměřeny astronomické azimuty. Astronomický azimut je vodorovný úhel, který svírá trigonometrická strana vycházející z trigonometrického bodu, na němž se azimut určuje se severní větví místního poledníku, procházejícího tímto bodem (Mašín a kol. 1978; Schenk, 2004).

Jednotná trigonometrická síť katastrální byla budována v letech 1920 – 1957 a od roku 1927 do roku 1957 bylo celé Československo pokryto sítí I. až V. řádu čítající přes 47 000 trigonometrických bodů. Díky nezměrnému úsilí dvou generací

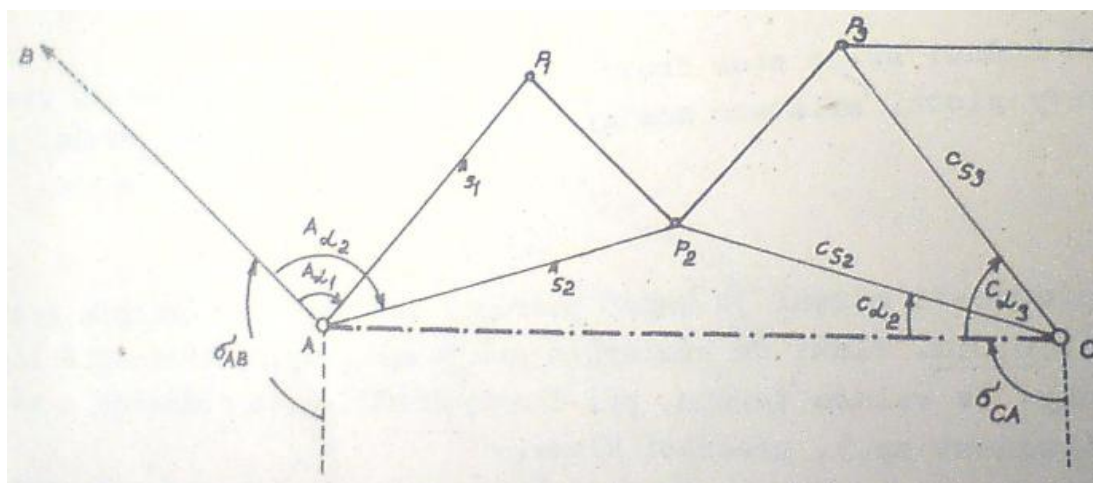
československých geodetů tak byla vytvořena dostatečně hustá síť bodů, kterou využíváme dodnes a která se stala podkladem pro měřické a mapovací práce (Vykuřil, 1978; Ratiborský, 1995).

6.4. Polární metoda

Polární metoda začala postupně nahrazovat metodu ortogonální ve dvacátých letech 20. století, když začaly být vyráběny optické dálkoměry. Při měření touto metodou v terénu nelze vždy zaměřit všechny podrobné body, a proto se kombinuje s dalšími metodami jako např. ortogonální metodou. V současné době je polární metoda nejrozšířenější a nejpoužívanější při určování polohy bodů (Vinkler, 1987).

Jedná se o geodetickou metodu číselnou, při níž je každá poloha bodu určena polárními souřadnicemi. Polární souřadnice jsou dány **úhlem** α_i , který je měřen na stanovisku bodu podrobného bodového pole nebo pomocného bodu od orientačního směru na další bod podrobného bodového pole nebo pomocný bod a **délkou** s_i od stanoviska po zaměřovaný bod, měřenou zpravidla dálkoměrem. Úhel a délka jsou lokální souřadnice, vztažené k stanovisku, z kterého jsou měřené, ale také k určitému směru, který je dán stejně jako stanovisko tzv. směrník (Vinkler 1897; Ratiborský, 1995).

Obrázek 6.10: Princip polární metody, body A, B, C jsou body podrobného bodového pole, body P₁, P₂, P₃ jsou určované podrobné body, σ_{AB} , σ_{CA} jsou směrníky.



(Vinkler, 1987)

Touto metodou je možno poměrně rychle určit velké vzdálenosti a používá se zejména v přehledném členitém terénu, při překonávání obtíží spojených s měřením ve svahu. Při využití principů polární metody a současným měření výšek se získají obě hlavní složky mapy, polohopis a výškopis. V takovém případě hovoříme o metodě tachymetrické (Císař a kol. 1977; Mašín a kol. 1979).

V době Pozemkového katastru se k realizování polární metody využívalo optických dálkoměrů, z nichž nejznámější jsou přístroje Redta 002 a BRT 006. S pozdějším rozvojem techniky se začaly využívat elektronické dálkoměry a totální stanice, které mají mnohem větší dosah a vynikající přesnost, což vedlo k dalšímu rozšíření této metody (Hauf a kol. 1982; Ratiborský, 2007).

Měřickou síť tvoří zpravidla body bodových polí, doplněné sítí pomocných stanovisek, které se určují zároveň s podrobným měřením. Při návrhu měřické sítě se musí přihlížet především k tomu, aby body měřické sítě vyhovovaly dosahu a přesnosti použitého dálkoměru, a aby byla zajištěna přehlednost a dostupnost pro měření co největšího počtu podrobných bodů (Hauf a kol. 1982; Vinkler, 1987).

Měřické práce polohopisného obsahu, podobně jako u ortogonální metody, začínají na obvodě zaměřovaného území a postupují směrem dovnitř. Práce na jednotlivých stanoviscích probíhají tak, že se nejdříve postaví a urovná měřický přístroj a provede se jeho tzv. centrace a horizontce. Nyní se případně vytyčí a stabilizují pomocné body určované ze stanoviska a provede se orientace na dané body. Poté se přistoupí k zaměření pomocných bodů a podrobných bodů. Na závěr se zkontroluje orientace přístroje, jestli se nezměnila během měření jeho poloha. Tento postup se opakuje na všech stanoviscích (Vinkler, 1987; Ratiborský, 1995).

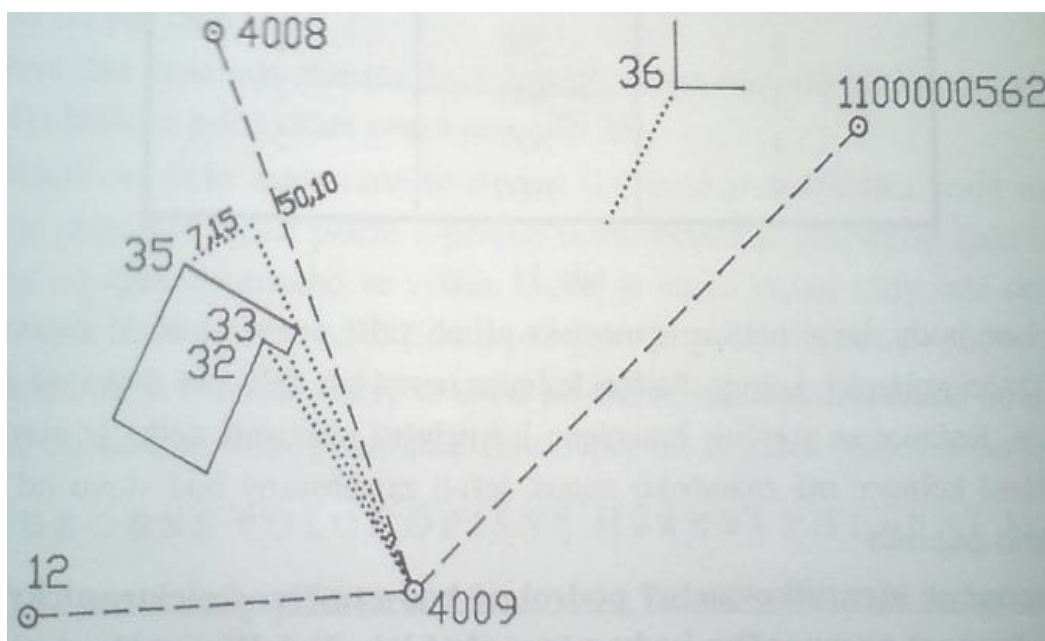
Vodorovné směry na určované pomocné a podrobné body se měří v jedné poloze dalekohledu, délky se měří jednou. Při měření se v převážné většině měří šikmé délky, které se musejí převést na délky vodorovné, a proto pokud se měří s přístrojem, který automaticky neredukuje šikmé délky na vodorovné, je nutné změřit také zenitové úhly v jedné poloze dalekohledu. K zaměření je nutno použít měřické přístroje a pomůcky, které jsou řádně komparovány, a které dovolují zaměřit pomocný nebo podrobný bod s odchylkou stanovenou pro příslušnou třídu přesnosti mapování (Ratiborský, 1995).

Při měření se v době pozemkového katastru všechny výsledky zaznamenávaly do zápisníků, které se s vývojem techniky používají stále méně, neboť moderní přístroje umožňují registraci dat v elektronické podobě. Do zápisníků, které jsou shodné se

zápisníky pro ortogonální metodu, se zapisoval typ úlohy (pro polární metodu číslo 1), číslo bodu, typ vzdálenosti, vzdálenost, výška cíle, vodorovný úhel, zenitový úhel, doměrek a polární kolmice. Doměrek se používá u nepřístupných rohů budov. Hranol nebo lať se postaví co nejbližší k zaměřovanému bodu ve směru záměry a vodorovná vzdálenost se doplní o doměrek, který je záporný má-li být měřená vzdálenost o jeho hodnotu zkrácena a naopak. Polární kolmice se využívají tam, kde podrobné body není vidět ze stanoviska (např. bod 35 obr. 6.11). Délka této kolmice nesmí být delší než délka od stanoviska k patě kolmice a její znaménko je záporné směruje-li kolmice vlevo od polárně určeného směru a naopak (Hauf a kol. 1982; Michal a Podhorský, 1985; Ratiborský, 1995).

U polární metody lze použít dva druhy stanovisek. Metodu s pevným stanoviskem, kdy jsou známy jeho souřadnice a metodu s volným stanoviskem, kdy jeho souřadnice nejsou známy. Tyto dvě metody se liší způsobem záznamu v zápisníku. Pevné stanovisko se uvádí jako první z daných bodů, na rozdíl od přechodného stanoviska, které se uvádí jako první z určovaných bodů za podtržením (Ratiborský, 1995).

Obrázek 6.11: Pevné stanovisko



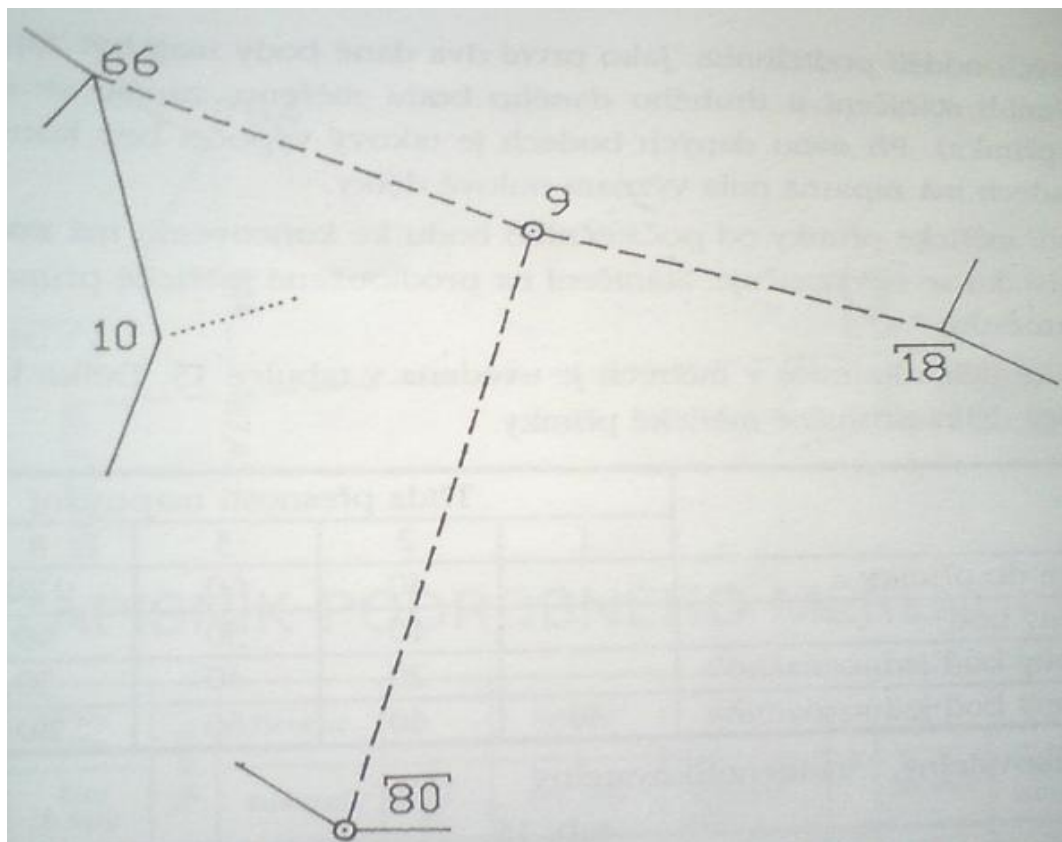
(Ratiborský, 1995)

Obrázek 6.12: Zapis pevného stanoviska v zápisníku

ZÁPISNÍK PODROBNÉHO MĚŘENÍ											Str.									
Typ měř. 1	Číslo k.ú.			Číslo náčrtu			Číslo bodu			Typ vzdál. 3	Staničení		Kolmice		Domérek 8	Polární kolmice 10	Poznámka 11			
	5	Číslo evid. jednotky		Číslo tr. bodu		Vzdálenost 4	Výška cíle (str.) 5	Vod. úhel 6	svislý úhel 7											
1	1	2	0	0	0	0	4	0	0	9	0	.	1.57	.	.	:	.	.	číslo stanoviska	
	1	1	0	0	0	0	0	5	6	2		89.26	.	0.	.	:	.	.		
			9	2	3	1	1	0	0	1	2		78.21	.	224.92	.	:	.	.	
	1	2	0	0	0	0	4	0	0	8		0.	.	327.46	.	:	.	.		
								3	3	3		39.50	1.95	322.16	101.76	:	.	.		
								3	2			44.28	.	317.48	.	:	1.62	.		
								3	5			50.10	.	326.45	.	:	.	-7.15		
								3	6			0.	1.60	396.21	102.18	:	.	.	protínání vpřed	

(Ratiborský, 1995)

Obrázek 6.13: Volné stanovisko



(Ratiborský, 1995)

Obrázek 6.14: Zapis volného stanoviska v zápisníku

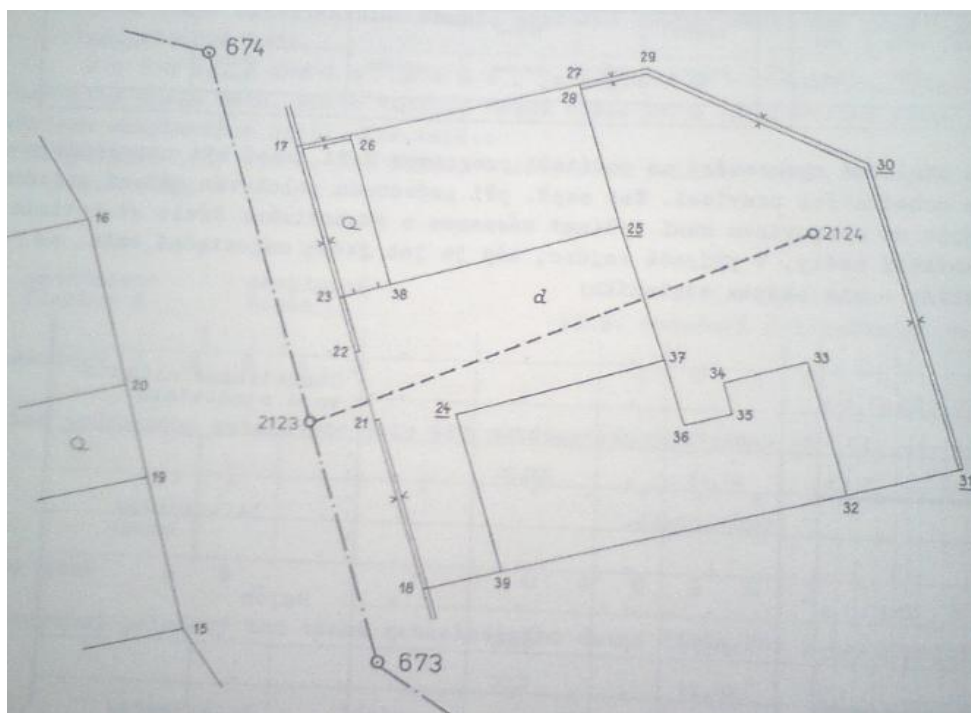
ZÁPISNÍK PODROBNÉHO MĚŘENÍ Str.

Typ sídly	Číslo k.u.	Číslo měřítka	Číslo bodu		Typ vzdál.	Stanění		Kolemce			Poznámka	
			Číslo měř. jednotky	Číslo tr. bodu		Vzdálenost	Výška vln 1872	Vod. úhel	svislý úhel	Doměrek		Polární kolemce
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1			2 0 0 1 8			25. 22		140. 52	.	:	.	
			5 0 0 8 0			0.		238. 15	.	:	.	
				6 6		40. 68		316. 66	.	:	.	
				9 0		.		.	.	:	.	číslo stanoviska
				1 0		32. 94		288. 69	.	:	.	

(Ratiborský, 1995)

Součástí měření je také polní měřický náčrt podobný náčrtu vyhotovovanému u měření ortogonální metodou, s tím rozdílem, že neobsahoval měřené polární prvky na podrobné body ale jen čísla těchto bodů. (Huml a Michal, 2005).

Obrázek 6.15: Polní náčrt polární metody



(Michal a Podhorský, 1985)

Výhoda polární metody spočívá v její rychlosti, dosahu, přesnosti, která je větší než u ortogonální metody, možnosti vyhotovení více map v různých měřících a hospodárnosti vlivem menšího počtu pracovníků. Jako nevýhody lze uvést vysoké

pořizovací náklady přístrojů, poruchovost aparatur, a jejich hmotnost (Vinkler, 1987).

7. Katastr nemovitostí ČR, metoda GNSS

7.1. Katastr nemovitostí ČR

Po obnově demokratických politických poměrů v r. 1989 nebylo již nadále únosné vycházet z neúplného obsahu evidence nemovitostí. Obnova pořádku, práva a především ekonomiky byla hlavním a nejnaléhavějším důvodem k zahájení vládního programu rozsáhlé privatizace a restitucí. Jednou ze základních podmínek byl spolehlivě fungující katastr a pozemková kniha⁹. Téměř všechny instituce, úřady, obce a občané požadovali dokumenty prokazující jejich vlastnictví a střediska geodezie byla zahlcena požadavky. Požadované informace o vlastnictví existovaly, ale jejich vyhledávání vyžadovalo vysoce kvalifikovanou, individuální a časově náročnou práci. Právě vliv tohoto nedostatku ukázal na nutnost přebudování stávající evidence nemovitostí na spolehlivě fungující katastr. První krok k vybudování nového katastru byl učiněn přípravou a vydáním základní legislativy, která nabyla účinnosti ke dni **1. 1. 1993** na základě zákona č. 265/1992 Sb. O zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, a dále byla doplněna dalšími potřebnými zákony a vyhláškami, jimiž jsou:

- zákon č. 264/1992 Sb., kterým se mění občanský zákoník, a některé další zákony,
- zákon č. 265/1992 Sb. o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem,
- zákon č. 344/1992 Sb. o katastru nemovitostí ČR (katastrální zákon),
- zákon č. 359/1992 Sb. o zeměměřických a katastrálních orgánech,
- vyhláška č. 126/1993 Sb., prováděcí vyhláška k zákonům č. 265/1992 Sb. a 344/1992 Sb.,
- zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví (zeměměřický zákon), (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2013)

⁹ Pozemková kniha - veřejná kniha, ve které se vedla vlastnická a jiná věcná práva k nemovitostem (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK).

- Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením (Michal a Benda, 2009)

Katastr nemovitostí ČR je soubor údajů o nemovitostech v Čechách, na Moravě a ve Slezsku zahrnující jejich soupis, popis, jejich geometrické a polohové určení, vlastnická práva a jiná věcná práva vázící se k nemovitostem. Jedná se o ucelený informační systém o pozemcích, vybraných stavbách a o právních vztazích, které s nimi souvisejí. Katastr nemovitostí je dále zdrojem informací, které slouží k ochraně práv k nemovitostem, pro daňové účely, k oceňování nemovitostí, k ochraně zemědělského a lesního fondu a životního prostředí, pro účely statistické a hospodářské a pro tvorbu dalších informačních systémů (Michal a Benda, 2009).

Předmětem evidence katastru nemovitostí jsou katastrální území a pozemky v podobě parcel. U katastrálních území se evidují v souboru popisných informací jejich názvy a údaje umožňující automatizované vedení katastru a vzájemné propojení s územními informačními systémy a dále také v souboru geodetických informací se eviduje průběh jejich hranic, které jsou označeny příslušnou mapovou značkou. Pozemky se člení na zemědělské pozemky, jimiž jsou orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty a dále na lesní pozemky, vodní plochy zastavěné plochy a nádvoří a ostatní plochy (Michal a Benda, 2009).

Katastrální území a nemovitosti jsou základními atributy evidovanými v katastru nemovitostí a jsou geometricky a polohově určeny dvěma možnými způsoby. Jedním z nich je číselné vyjádření hranic pozemků a obvodů budov, rozestavěných budov a vodních děl, které je dáno jejich pravoúhlými souřadnicemi v souřadnicovém systému JTSK. Druhá možnost je grafické zobrazení hranic pozemků a obvodů budov, rozestavěných budov a vodních děl v katastrální mapě¹⁰. Kromě těchto dvou základních atributů jsou v souboru geodetických informací geometricky a polohově určeny ještě další prvky polohopisu:

- hranice katastrálních území, hranice územních správních jednotek, státní hranice, hranice pozemků, obvody budov a vodních děl evidovaných

¹⁰ Katastrální mapa - polohopisná mapa velkého měřítka s popisem, která zobrazuje všechna katastrální území a všechny nemovitosti, které jsou předmětem katastru (s výjimkou bytů a nebytových prostorů). Pozemky se v katastrální mapě zobrazují průmětem svých hranic do zobrazovací roviny, označují se parcelními čísly a značkami druhů pozemků; stavby se zobrazují průmětem svého vnějšího obvodu na terén (Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK).

v katastru, další prvky polohopisu, hranice chráněných území a ochranných pásem a body polohového bodového pole. Polohopis katastrální mapy v digitální formě obsahuje zobrazení hranic rozsahu věcného břemene k části pozemku,

- most,
- propustek a tunel v násypovém tělese pozemní komunikace, pokud jimi prochází vodní tok nebo pozemní komunikace, přičemž pozemek pod tímto vodním tokem nebo pozemní komunikací je evidován jako parcela,
- obvod budovy, která je hlavní stavbou a je součástí pozemku nebo součástí práva stavby,
- obvod budovy, která je vedlejší stavbou a je součástí pozemku nebo součástí práva stavby.
- budovy, které jsou příslušenstvím jiné budovy nebo vodního díla evidované v katastru na stejné parcele s výjimkou drobných staveb (zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální zákon))

U geometrického a polohového určení se rozliší podrobné tvary předmětů polohopisu, pokud délka přímé spojnice lomových bodů dosahuje minimálně 0,10 m a v analogové mapě musí spojnice lomových bodů dosáhnout délky alespoň 0,2 mm, jinak se nezobrazuje (Michal a Benda, 2009).

7.2. Zobrazovací základy

7.2.1. ETRS-89

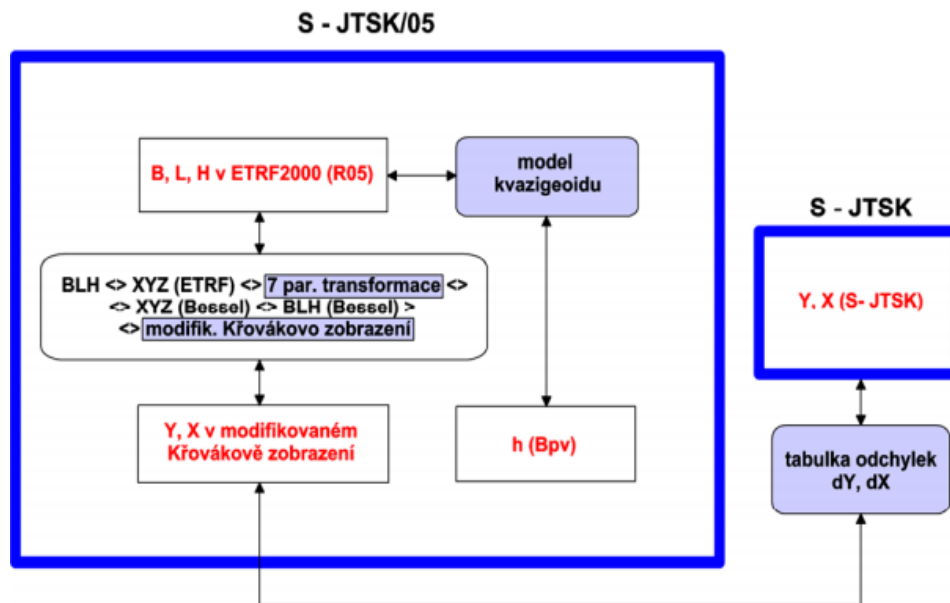
Je to referenční systém, který určuje soubor konstant, algoritmů, technologií a referenční rámec. Referenční rámec je soubor objektů (hvězd, bodů), kterým jsou přiřazeny souřadnice a změny těchto souřadnic v čase. ETRS-89 (European Terrestrial Reference System 1989) je odvozen z mezinárodního terestrického referenčního systému ITRS-YY (International Terrestrial Reference System), kde YY je dvojčíslí roku realizace. Systém ITRS má definován počátek soustavy souřadnic ve hmotném středu Země, osa z je totožná s konvenčním mezinárodním počátkem CIO (conventional International Origin), osa x leží v rovině greenwichského poledníku a osa y doplňuje systém na pravotočivý. Referenční rámec ITRF (International Terrestrial Reference Frame) je realizován pomocí bodů

ležících na povrchu Země. Tyto body mají souřadnice definované jako funkce času. Takto definované souřadnice se vlivem tektonických pohybů, variací geocentra a dalších vlivů mění. Systém ITRS je definován pomocí prostředků kosmické geodézie, kterými jsou interferometrie s velmi dlouho základnou VLBI a laserová lokace družic SLR. Souřadnicový systém ETRS-89 je odvozen od systému ITRS a spojen s euroasijskou kontinentální deskou, takže roční časové změny jsou max. v řádu milimetrů. Referenční rámec ETRF-89 je realizován technologiemi SLR a VLBI. Systém ITRS a tedy i ETRS-89 používá elipsoidu GRS-80 (Geodetic Reference System 1980), jehož parametry jsou velká poloosa a 6378137,0 m, vedlejší osa b 6356752,31414 m a zploštění $f-1 - 1\,298,257222101$ (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

7.2.2. S-JTSK

Závazným souřadnicovým systémem České republiky je stále systém S-JTSK. Pro transformaci souřadnic ze systému ETRS-89 do systému S-JTSK se využívá systému SJTSK/05, který je navázán na Evropský prostorový souřadnicový systém. Jedná se o systém modifikovaného Křovákova zobrazení, který v rovinných souřadnicích zaručuje spojitost se souřadnicovým systémem S-JTSK. Střední kvadratická hodnota polohové odchylky mezi souřadnicemi v S-JTSK a SJTSK/05 je 13.4 cm, a pro práce vyžadující menší přesnost než 0.5 m je možno použít oba systémy. Souřadnicový systém SJTSK/05 vychází z elipsoidických souřadnic B , L , H , vztažené k elipsoidu GRS80 v souřadnicovém systému ETRS89 s použitím konvenčního referenčního rámce ETRF2000. Jak již bylo řečeno souřadnicový systém S-JTSK/05 se využívá při transformaci z ETRS-89 do S-JTSK. Tato transformace je značně složitá a pro její realizaci se využívá sedmiprvkové Helmertovy transformace, při níž dochází k 3 posunům, 3 rotacím a 1 změně měřítka. Dále na transformaci navazují další postupy, které schematicky zobrazuje obrázek 7.1. Odchylky dY a dX mezi systémy S-JTSK a S-JTSK/05 jsou počítány ze sítě vybraných trigonometrických a zhušťovacích bodů, které byly zaměřeny Zeměměřickým úřadem a Katastrálními úřady v letech 1994 až 2008 technologií GNSS (Kostelecký a kol. 2010, Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

Obrázek 7.1: Schéma transformace



7.3. Polohové základy

Současné polohopisné bodové pole se rozlišuje na:

- základní polohové bodové pole (ZPBZ)
- zhušťovací body
- podrobné polohové bodové pole (PBPP).

Základní bodové pole tvoří:

- body referenční sítě nultého řádu
- body Astronomicko-geodetické sítě (závazná zkratka „AGS“)
- body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka „ČSTS“)
- body geodynamické sítě.

Zhušťovací body jsou body stanovené přesnosti, zřízené pro zhuštění základního bodového pole.

Podrobné polohové bodové pole tvoří:

- ostatní body podrobného bodového pole

Referenční síť nultého řádu je síť, která vznikla postupným připojením vybraných geodetických bodů pomocí technik kosmické geodézie k souřadnicovému systému ETRS-89

Astronomicko-geodetická síť má stejné základy jako v době Pozemkového katastru.

Česká státní trigonometrická síť je vybudována a dále udržována již od vzniku Pozemkového katastru.

Základní geodynamická síť České republiky (ZGS) je složena z kvalitních geodynamických bodů, které slouží ke sledování pohybů zemského povrchu. ZGS je opakovaně zaměřována metodou GNSS, velmi přesnou nivelací a gravimetricky. Plní současně úlohu styčné sítě, která umožňuje integrovat prostorové, polohové, výškové a tíhové geodetické základy. Síť tvoří 36 vybraných bodů nivelačních, trigonometrických a tíhových sítí (Schenk, 2004).

Toto členění je možné ještě dále rozčlenit na klasické polohopisné základy a moderní polohopisné základy. Klasickým polohopisným základům, kterými jsou bodová pole složená z geodetických bodů pevně stabilizovanými v terénu se známými souřadnicemi v závazných referenčních systémech, se již nebudeme nadále podrobně věnovat, neboť jsou popsány v předchozích kapitolách.

7.3.1. Moderní polohové základy

Moderní geodetické základy jsou tvořeny sítí referenčních stanic umožňujících příjem signálu globálních navigačních systémů GNSS (Global Navigation Satellite System), které jsou v permanentním provozu, a proto se také nazývají permanentní stanice. Síť permanentních stanic GNSS ČR se nazývá CZEPOS. CZEPOS obsahuje na území České republiky 28 permanentních stanic rovnoměrně rozmístěných ve vzdálenosti přibližně 60 km. Celkový počet zahrnuje 28 stanic na území České republiky a dalších 27 příhraničních stanic státních sítí GNSS sousedních států. Z 28 stanic je jich 23 spravováno Zeměměřickým úřadem a zbylých 5 stanic je spravováno vědeckými a akademickými pracovišti (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

Dalšími sítěmi referenčních stanic na území České republiky je Trimble VRS Now Czech a TopNet.

Trimble VRS Now Czech v ČR provozuje firma Trimble stejně jako v dalších evropských zemích. V České republice je rozmístěno 25 referenčních stanic, do kterých jsou dodávána ještě data z 8 stanic v Německu pro kvalitnější pokrytí západních Čech.

Do sítě TopNet je zapojeno 35 GNSS stanic, z nichž je 32 umístěno po celé České republice v průměrných vzdálenostech 55 km. Do sítě jsou také zapojeny 3 stanice rakouské sítě EPOSA. TopNet provozuje firma Geodis Brno, spol. s.r.o., která provozuje 21 stanic, a dále pak využívá stanice ostatních provozovatelů.

Obrázek 7.2: Síť permanentních stanic GNSS České republiky



(Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015)

Obrázek 7.3: Síť referenčních stanic Trimble VRS Now Czech



(Geotronics s.r.o., 2008)

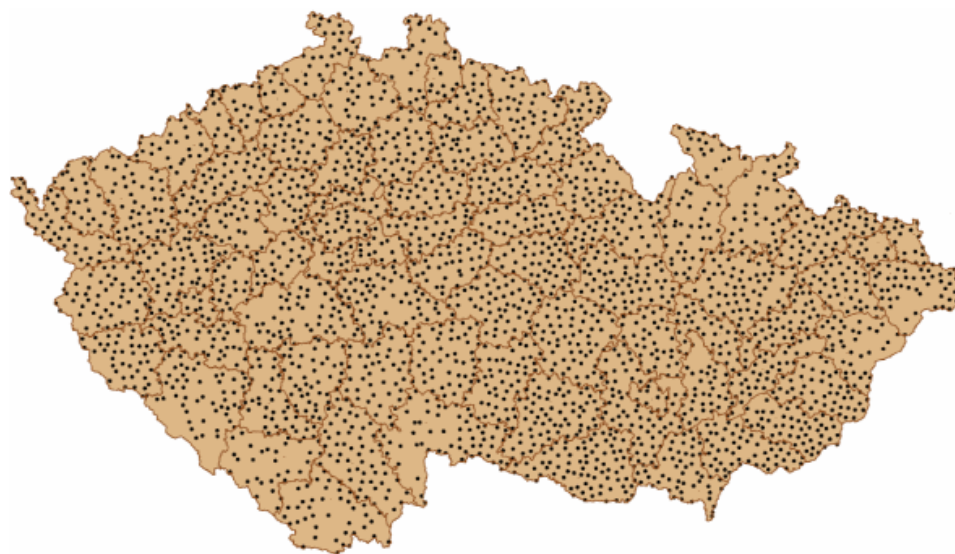
Obrázek 7.4: Síť permanentních stanic TopNeT



(Geodis Brno, spol. s.r.o.,2012)

Počátek realizace systému ETRS-89 na území České republiky byl zahájen 1. 1. 1991 v rámci kampaně EUREF-CS/H 91 (EUropean REference Frame), kdy byly provedeny měřické práce na 3 trigonometrických bodech (6 TB na území tehdejší ČSFR). Během následujících 16 let byly realizovány kampaně CS-NULRAD (1992), CS-DOPNUL (1993-94) a program vybrané údržby (1996-2006). CS-NULRAD (1992) byl projekt, který měl za úkol vybudovat prostorovou referenční síť nultého řádu a navázat ji na nově tvořenou evropskou referenční síť EUREF pomocí výše zmíněných 6 změřených trigonometrických bodů. V rámci tohoto projektu se během šesti dvoudenních etap měřilo 8 přijímači na 19 bodech a většina bodů sítě nultého řádu je identická s body astronomicko-geodetické sítě. Základní síť, byla doplněna následujícími kampaněmi CS-DOPNUL (DOPlnění NULtého řádu). Bylo tak dosaženo počtu 3096 trigonometrických bodů se souřadnicemi v systému ETRS-89 a tím bylo na většině území České republiky umožněno provádět transformaci mezi systémy ETRS89 a S-JTSK v lokálních podmínkách bez nutnosti doměřování identických bodů v terénu (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

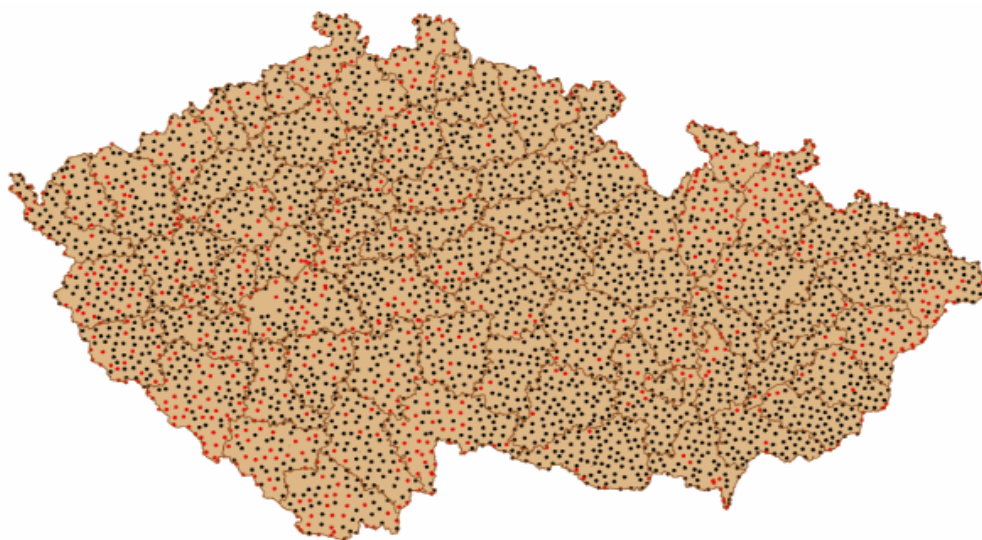
Obrázek 7.5: Konfigurace bodů s ETRS-89 k 1. 1. 2007



(Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014)

Přestože bylo dosaženo v průměru hustoty 4 trigonometrických bodů se souřadnicemi v ETRS-89 na jeden triangulační list, nebylo možno, s ohledem na dosaženou konfiguraci těchto bodů, situaci hodnotit jako zcela uspokojivou, protože se na území ČR stále vyskytoval určitý počet lokalit, ve kterých bylo stále obtížné pro transformaci mezi ETRS-89 a S-JTSK v místních podmínkách sestavit vhodnou konfiguraci identických bodů a provést transformaci bez doměření dalších identických bodů. Na základě této analýzy byl realizován na podzim roku 2007 projekt „**Zhuštění bodů se souřadnicemi v systému ETRS89 na území ČR**“ ve vybraných lokalitách Karlovarského a Plzeňského kraje. V rámci projektu bylo navrženo doplnit souřadnice ETRS-89 u dalších 80 trigonometrických bodů. Vzhledem ke konfiguraci bodů základního polohového bodového pole a vegetačnímu krytu bylo rozhodnuto pro další zhuštění systému ETRS-89. K doplnění souřadnic v systému ETRS-89 bylo vybráno 704 zhušťovacích bodů a pro určení jejich souřadnic byla preferována metoda RTK s využitím síťových služeb sítě CZEPOS (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

Obrázek 7.6: Konfigurace bodů s ETRS-89 k 1. 1. 2009



(Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014)

V březnu 2009 v rámci projektu „**Zhuštění bodů se souřadnicemi v systému ETRS89 v oblasti hl. m. Praha**“ byly určeny souřadnice ETRS-89 na 37 trigonometrických bodech a pro jejich určení byla zvolena metoda měření v reálném čase s využitím sítě CZEPOS. Soubor bodů se souřadnicemi v obou souřadnicových systémech byl dále rozšířen o souřadnice 27 stanic sítě CZEPOS a tak konečný soubor bodů se souřadnicemi v systému ETRS-89 na území České republiky obsahuje celkem 3949 bodů (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

Po doporučení mezinárodní asociace geodézie, známé pod zkratkou IAG vstoupila v ČR Dne 2. 1. 2011 v platnost nová realizace systému ETRS-89, jejímž účelem bylo nahradit referenční rámec ETRF-89 novým referenčním rámcem ETRF2000. Tato nová realizace systému ETRS-89 probíhala v několika postupných krocích. Základem bylo zpracování dlouhodobých pozorování na permanentních stanicích sítě CZEPOS a dalších vybraných permanentních stanicích na území ČR. Zpracovaná data byla vyrovnána s připojením na vybrané permanentní stanice evropské sítě EUREF (EPN). Takto vznikla základní kostra, k níž byla připojena měření provedená zeměměřickým úřadem, v letech 1996 až 2007 v síti DOPNUL a síť byla opět vyrovnána. Tím byla navázána síť geodetických základů ČR na evropské geodetické základy a jejich rámec ETRF2000. Následně byla ještě připojena data z měření, která v letech 1997 – 2008 realizoval zeměměřický úřad a síť byla opět vyrovnána, takže permanentní stanice a body sítě DOPNUL, získaly nové souřadnice. Do této kostry

byly na závěr připojeny ještě data z měření jednotlivých katastrálních úřadů, která probíhala v letech 1996 – 2008. Výsledkem byl vznik sítě, která obsahuje 46 tisíc trigonometrických a zhušťovacích bodů se souřadnicemi v ETRS89 v referenčním rámci ETRF2000.

Pro transformaci mezi novou realizací systému ETRS89 s referenčním rámcem ETRF2000 a S-JTSK byly vyvinuty Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým (VÚGTK) programy, z nichž je nejnovější program `etrf00-jtsk_v1203` (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014).

7.4. Princip měření GNSS

Pro geodetická měření pomocí GNSS se využívá principu fázových měření, které zpracovávají vlastní nosné vlny. Zjednodušeně lze říct, že při fázových měřeních přijímač spočítá počet celých vlnových délek nosné vlny a desetinnou část nacházejících se mezi družicí a přijímačem. Celočíselný násobek nosných vln se určuje dost obtížně na rozdíl od desetinné části, kterou je přijímač schopen určit poměrně velmi přesně. Z důvodu obtížného určení celých vlnových délek vykazují fázová měření určitou nejednoznačnost (tzv. ambiguity) rovnající se jejich celkovému počtu. Pro určování ambiguit byla vypracována celá řada postupů. Jakmile jednou přijímač ambiguity určí, je již schopen průběžně sledovat změny fázového posunu a tím i vlastní polohu nebo její změny v případě mobilních stanic. Pokud dojde k přerušení nosné vlny v důsledku oslabení signálu z nízko letící družice nebo v důsledku zastínění antény dojde k tzv. fázovému skoku a přijímač již není nadále schopen počítat vlnové délky a je nutno celý postup i s novým řešením ambiguit opakovat. Vlnové délky nosných vln jsou velice malé, řádově se jedná o první desítky centimetrů, a proto je možné dosáhnout až milimetrové přesnosti (Rapant, 2002).

Prvním systémem byl GPS NAVSTAR, další systémy např. GLONASS, Galileo a mnoho dalších se objevily vzhledem k obrovským finančním nárokům později a obvykle se jednalo spíše o dosažení strategické nezávislosti nežli o zlepšení kvality měření. Geodetické měření se ovšem díky tomuto vlivu zpřesňuje, protože běžně existují přístroje využívající více systémů najednou (typicky GPS +GLONASS) a zde platí, že čím více družic tím lze dosáhnout přesnějších výsledků (Hrdina a kol. 1995; Rapant, 2002; Čábelka).

7.5. Metody měření GNSS

7.5.1. Statická metoda

Statická metoda spočívá v kontinuální observaci několika aparatur po dobu několika hodin až dnů. Jedná se o metodu časově nejnáročnější, ovšem poskytující nej přesnější výsledky v rozmezí 3 – 5 mm. Statická metoda se používá pro speciální práce s maximální požadovanou přesností, jimiž jsou např. budování polohových základů, regionální geodynamika, sledování posunů a přetvoření. Při opakovaných měřeních v dostatečně vzdálených časových intervalech je možné sledovat i tektonické pohyby bodů. Při delších základnách vykazuje statická metoda mnohem vyšší přesnost než metody klasické geodézie (Čábelka).

7.5.2. Rychlá statická metoda (pseudostatická metoda)

Tato metoda je podobná statické metodě ale doba měření je výrazně kratší na ovšem na úkor přesnosti, která dosahuje 5 mm – 10 mm + 1 ppm. Doba observace při této metodě dosahuje několika minut, což je umožněno technologií rychlého určování ambiguit. Při této metodě je většinou upřednostňován dvoufrekvenční přijímač s P kódem¹¹ před jednofrekvenčním přijímačem z hlediska velké časové úspory. Dále je také nutná výhodnou konfiguraci 5 – 6 družic. Metoda se realizuje dvojicí přijímačů a měření lze uskutečnit v okruhu až 40-ti kilometrů od zvoleného referenčního bodu. Rychlé statické metody se využívá pro zhušťování základních i podrobných bodových polí a budování prostorových sítí nižší přesnosti (Čábelka).

7.5.3. Metoda stop and go (polokinematická metoda)

Metoda Stop and Go patří mezi nejrychlejší způsoby měření, které umožňují určovat souřadnice podrobných bodů s přesností 10 mm – 20 mm + 1 ppm. Je podobná rychlé statické metodě, avšak přijímač nepřestává měřit ani při přesunu mezi jednotlivými podrobnými body. Pouze na prvním bodě je nutné vyčkat tak dlouho, dokud nejsou spolehlivě vyřešené ambiguit. Pro určení ambiguit se využívá buď

¹¹ P kód - přesný navigační kód modulovaný na nosné vlny L1 a L2 systému NAVSTAR GPS
Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, VÚGTK)

měření v kinematickém režimu na koncových bodech známé výchozí základny, na které jsou známé souřadnicové rozdíly s přesností 5 cm, nebo výměny antén mezi dvěma blízkými přijímači (5 – 10 metrů). Přijímač, který se pohybuje, musí být nastaven v kinematickém režimu, přijímač na referenční stanici může pracovat jak v kinematickém tak ve statickém režimu. Na měřených bodech je možno měření zkrátit na několik sekund za předpokladu, že během přesunu nedošlo ke ztrátě signálu (pak metoda přechází v rychlou statickou metodu). Metoda stop and go se využívá pro určování souřadnic podrobných bodů (Čábelka).

7.5.4. Kinematická metoda

Tato metoda dosahuje přesnosti 20 mm – 30 mm + 3 ppm a rozlišuje dvě technologie měření. Kinematická metoda s inicializací (vyřešení ambiguit) je podobná metodě stop and go s tím rozdílem, že po počáteční inicializaci provádí pohybující se přijímač měření v krátkém časovém kroku. Nutnost opakování inicializace po ztrátě signálu během měření se pokouší odstranit kinematická metoda bez inicializace. Tato metoda vychází z předpokladu, že ambiguita je možno určit na základě přesných kódových měření i při pohybu přijímače (Čábelka).

7.5.5. RTK – real time kinematic

Nejnovější metodou měření je kinematická metoda v reálném čase dosahující přesnosti 25 mm – 50 mm, která využívá rádiového přenosu korekcí fázových měření od referenčního systému k pohybujícímu se přijímači. Této metody se využívá hlavně při vytyčování, ale také při určování souřadnic bodů podrobných bodových polí (Čábelka).

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsat a vysvětlit vývoj nejdůležitějších metod měření polohopisu a poukázat na jejich propojení s katastrem nemovitostí, který vzniká na základě získaných polohopisných výsledků. Nedílnou součástí práce je také seznámení s měřickými přístroji a pomůckami a dalšími neméně důležitými součástmi, jimiž jsou polohopisné geodetické základy, nezbytné pro dosažení správných a přesných výsledků, a zobrazovací základy, bez kterých by nebylo možné z výsledků polohopisného měření vyhotovit výslednou mapu.

Nejstarší polohopisnou metodou je v rámci práce metoda měřického stolu, nejnovější metodou je pak GNSS. Z obrovského rozdílu mezi těmito metodami vyplývá, že metody měření polohopisu se od doby vzniku Josefského katastru po současnou dobu značně změnily a to hlavně vlivem technického vývoje měřických přístrojů a pomůcek. Přestože v současné době známe velmi přesné metody měření polohopisu, je nutné znát i metody historické, protože ještě dnes se můžeme v praxi setkat s mapami vyhotovenými v době stabilního katastru a některé polohopisné základy, které dnes také využíváme, byly budovány téměř před 200 lety. V této souvislosti je důležité, uvědomit si kolik toho naši předkové dokázali, a jak moc nám usnadnili dnešní geodetické práce.

Věřím, že vlivem současného rychlého technického pokroku budou i dnešní nejmodernější metody, jimiž jsou nyní GNSS, rychle stárnout, budou se buď nadále zpřesňovat, nebo budou nahrazeny metodami zcela novými. Z tohoto hlediska vidím danou problematiku do budoucna jako otevřenou, a bude jistě zajímavé sledovat, jakým dalším směrem se bude vývoj metod měření polohopisu ubírat.

Seznam literatury a použitých zdrojů

Knihy

CÍSAŘ J., BOGUSZAK F., 1961: Vývoj mapového zobrazení na území Československé socialistické republiky, Mapování a měření českých zemí od pol. 18. století do počátku 20. století, III. díl, Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha 81 s.

CÍSAŘ J., BOGUSZAK F., JANEČEK J., 1977: Mapování pro 3. a 4. ročník SPŠ Zeměměřických. 3. nezměněné vydání, SNTL Praha, 496 s.

ČÁBELKA M., Úvod do GPS, Akademie kosmických věd Praha, 73 s.

DEUMLICH F., 1988: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, Verlag für Bauwesen Berlin, 291 s.

DOUŠEK F., 1989: ZEMĚDĚLSKÁ GEODÉZIE, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 278 s.

DUŠÁTKO D., MAREK J., Historické měřické postupy při tvorbě nejstarších samostatných map Čech, Moravy a Slezska

HAUF M., BÖHM J., HOJOVEC V., INGEDULD M., KABELÁČ J., MALÝ J., NOVÁK Z., PODHORSKÝ I., POLÁK B., RADOUCH V., ŠMIDRKAL J., ŠTEINER F., VOŠKA O., 1982: GEODÉZIE, Nakladatelství technické literatury Praha, 544 s.

HONL I., PROCHÁZKA E., 1984: Úvod do dějin zeměměřictví V. Novověk 3. Část, České vysoké učení technické v Praze, 163 s.

HRDINA Z., PÁNEK P., VEJRAŽKA F., 1995: Rádiové určení polohy, České vysoké učení technické Praha, 267 s.

HUML M., BUCHAR P., MIKŠOVSKÝ M., VEVERKA B., 2001: Mapování a kartografie, Vydavatelství ČVUT, 212 s.

HUML M., MICHAL J., 2005: MAPOVÁNÍ 10, České vysoké učení technické v Praze, 319 s.

- KOSTELECKÝ J., CIMBÁLNÍK M., ČEPEK A., DOUŠA J., FILLER V.,
KOSTELECKÝ J., NÁGL J., PEŠEK J., 2010: Technická zpráva č. 1153/2010,
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, Stavební fakulta ČVUT
v Praze, Zeměměřický úřad.
- KRPATA F., 2005: APLIKOVANÁ OPTIKA, České vysoké učení technické Praha,
114 s.
- MAGULA V., MACEJ I., MICHALČÁK S., SOKOL Š., 1983: GEODÉZIA I.,
Edičné stredisko SVŠT v Bratislave, 369 s.
- MAŠÍN Z., CÍSAŘ J., JUNGMAN V., 1979: GEODÉZIE II., Kartografie Praha, 360
s.
- MAŠÍN Z., CÍSAŘ J., KOŠTÁL F., 1978: GEODÉZIE I., Kartografie Praha, 380 s.
- MICHAL J., 2009: KATASTR NEMOVITOSTÍ. Nakladatelství ČVUT, Praha, 264 s
- MICHAL J., PODHORSKÝ I., 1985: Mapování, České vysoké učení technické
v Praze, 205 s.
- POKORA M., VOŠKA O., VESELÝ M., 1982: Geodézie pro stavební fakulty,
Geodetický a kartografický podnik v Praze, 432 s.
- POTUŽÁK P., 1952: Katastrální mapování I. část, České vysoké učení technické
v Praze, 130 s.
- RAPANT P., 2002: Družicové polohové systémy, Vysoká škola báňská technická
univerzita Ostrava, 200 s.
- RATIBORSKÝ J., 1995: Geodézie (polohopis), Vydavatelství ČVUT, Praha, 136 s.
- RATIBORSKÝ J., 2006: GEODÉZIE 2, České vysoké učení technické Praha, 133 s.
- RATIBORSKÝ J., 2007: Geodézie 10, Nakladatelství ČVUT, Praha, 234 s.
- ŘÍHA J., 2014: Moderní přístrojová technika
- SCHENK J., 2004 Geodetické sítě, Ostrava
- STREIBL J., 1987: Geodézie (polohopis). Ediční středisko ČVUT, Praha, 142 s.

ŠVÁBENSKÝ O., FIXEL J., WEIGEL J., 1995: Základy GPS a jeho praktické aplikace, Vysoké učení technické Brno, 133 s.

VEVERKA B., ZÍMOVÁ R., 2008: Topografická a tématická kartografie, ČVUT, Praha, ISBN: 8001041573, 198 s.

VINKLER F., 1982: GEODÉZIE, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 303 s.

VYKUTIL J., 1978: K 50. výročí vytvoření souřadnicového systému S – JTSK, Geodetický a kartografický obzor, 24, č. 1, s. 1-6.

Internetové zdroje

ČASOPIS ZEMĚMĚŘIČ, rok vydání 1998, číslo 1-2, Online: <http://www.zememeric.cz/1-2-98/knkapky.html> cit. 2. 2. 2015

ČASOPIS ZEMĚMĚŘIČ, rok vydání 1998, číslo 3-4, Online: <http://www.zememeric.cz/3+4-98/knkapky2.html> cit. 9. 2. 2015

ČASOPIS ZEMĚMĚŘIČ, rok vydání 1998, číslo 7-8, Online: <http://www.zememeric.cz/7+8-98/knkapky4.html> cit. 23. 2. 2015

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2014, Online: <http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Zhusteni-bodu-se-souradnicemi-ETRS89.aspx> cit. 17. 3. 2015

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2014, Online: [http://www.cuzk.cz/Urady/Zememericky-urad/Dalsi-informace/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/Informace-o-geodetickyh-zakladech-\(1\)/Informace-o-geodetickyh-zakladech.aspx](http://www.cuzk.cz/Urady/Zememericky-urad/Dalsi-informace/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/Informace-o-geodetickyh-zakladech-(1)/Informace-o-geodetickyh-zakladech.aspx) cit. 17. 3. 2015

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2014, Online: [http://www.cuzk.cz/Urady/Zememericky-urad/Dalsi-informace/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/Informace-o-geodetickyh-zakladech-\(1\)/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR.aspx](http://www.cuzk.cz/Urady/Zememericky-urad/Dalsi-informace/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/Informace-o-geodetickyh-zakladech-(1)/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR.aspx) cit. 17. 3. 2015

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2014, Online: <http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Nova-realizace-systemu-ETRS89-v-CR.aspx> cit. 17. 3. 2015

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2014,
Online:http://czepos.cuzk.cz/_specifikace.aspx cit. 1. 4. 2015

FIRMA GEODETCKÉ CENTRUM s.r.o., 1995 - 2015, Online:
http://www.geoserver.cz/teodolity/digitalni/elektronicky_teodolit_digitalni_et10_3_r_oky_zaruka_-1267 cit 10. 3 2015

FIRMA GEODETCKÉ CENTRUM s.r.o., 1995 - 2015, Online:
http://www.geoserver.cz/gnss-gps-gis-software/geodeticke-gnss/gps_trimble_r8_gnss_multikanalovy_a_multifrekvencni_gnss_prijimac-100 cit.
10. 3. 2015

FIRMA Geodis Brno spol. s.r.o., Online:
<http://www.geodis.cz/cz/index.php?page=topnet> cit. 4. 1. 2015

FIRMA Geotronics Praha s.r.o., Online: <http://www.geotronics.cz/specifikace-site>

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online:
<http://www.gpprague.cz/sk/katalog/12632/stativ-dreveny-sokkia-pfw1b-upinanie-skrutkami.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/teodolit-zeiss-theo-010a-vterinovy-sedy-pouzity-p-1069.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/mericke-pasmo-komelon-vidlice-plast-50m-p-74.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/mericke-pasmo-bmi-nerez-na-vidlici-50m-tistena-stupnice-p-65.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/mericke-pasmo-bmi-ocelove-izolovane-na-vidlici-50m-p-63.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/mericke-jehly-sada-10-ks-na-kruhu-p-372.html> cit. 10. 3. 2015

FIRMA GP s.r.o., 1990 - 2015 Online: <http://gpprague.cz/eshop/mericke-jehly-s-destickou-10ks-na-kruhu-p-373.html> cit. 10. 3. 2015

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM, 2015 Online:
<http://www.ntm.cz/aktivity/archiv-zprav-2007/xxviii-symposium-z-dejin-geodezie-kartografie> cit. 10. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2014, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=5362&l=gravimetrie cit. 20. 11. 2014

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2014, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=2082&l=zemske-desky cit. 22. 11. 2014

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4681&l=horizontace-pristroje cit. 10. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=3448&l=centrace-pristroje--dostredeni-pristroje cit. 10. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4033&l=omernamira cit. 11. 2. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:
https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=3791&l=verejne-knihy cit. 23. 2. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=6816&l=helmertov-a-transformace cit. 26. 2. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=1206&l=pozemkov-a-kniha cit. 10. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=1123&l=katastralni-mapa cit. 10. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=5878&l=p-kod cit.
17. 3. 2015

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU, VÚGTK,
2005 - 2015, Online: <https://www.vugtk.cz/slovník/zkratky.php> cit. 17. 3. 2015

Zákonné normy

zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální zákon), ČÁST DRUHÁ
OBSAH SOUBORU GEODETICKÝCH INFORMACÍ, § 5 Polohopis katastrální
mapy

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Geoid.....	13
Obrázek 2.2: řez různými druhy ploch, tížnice a normály.....	14
Obrázek 2.3: Různé způsoby převodu průmětu z elipsoidu do roviny: 1. rovinné, 2. válcové, 3. Kuželové zobrazení: a) normální, b) transversální (příčná), c) obecná poloha zobrazovací plochy na kouli.....	15
Obrázek 2.4: Jednotná trigonometrická síť katastrální	16
Obrázek 2.5: tvorba trigonometrických sítí	17
Obrázek 2.6: geodetická základna	18
Obrázek 3.1: Typy olovníc a závěsů, odshora zleva řez olovnicí s provrtanou hlavicí, olovnice s vyjímatelnou vložkou, olovnice s vyšroubovatelnou spodní částí, olovnice s navijáčkem, různé typy jednoduchých olovníc	22
Obrázek 3.2: Olovnice vidlice	23
Obrázek 3.3: Trubicové libely, odshora zleva stolová libela, sázecí libela, upevněná libela, řez velké sázecí libely	24
Obrázek 3.4: Křížová libela.....	25
Obrázek 3.5: Krabicová libela	25
Obrázek 3.6: Měřický řetězec.....	26
Obrázek 3.7: Měřický provazec.....	27
Obrázek 3.8: Vlevo pásmo na kruhu, vpravo starší typ pásma na vidlici.....	27
Obrázek 3.9: Současná měřická pásma na vidlici.....	28
Obrázek 3.10: Měřické hřeby s barevnými terčí a bez terčů, napínací tyče, siloměr	28
Obrázek 3.11: Příčný řez jednoduchým pentagonem, v bodě A paprsek vstupuje do pentagonu a v bodě E vychází po pravém úhlem	29
Obrázek 3.12: Dvojitý pentagon Zeiss	30
Obrázek 3.13: Vytyčení pravého úhlu dvojitým pentagonem	30
Obrázek 3.14: Stativy	31
Obrázek 3.15: Fričův měřický stůl se záměrným pravítkem s odsuvnou lamelou	32
Obrázek 3.16: Schéma teodolitu.....	33
Obrázek 3.17: klasický teodolit Theo 010A, elektronický teodolit.....	34
Obrázek 3.18: Vlevo přístroj REDTA-002, vpravo vodorovná lať k přístroji	35
Obrázek 3.19: BRT-006	36
Obrázek 3.20: Vlevo starší typ totální stanice Sokkia SET 4B, vpravo novější typ totální stanice Leica Nova MS50 Multistation.....	36

Obrázek 3.21: Odrazné hranoly, zleva hranolová soustava a klasický hranol, všesměrný hranol, hranol s aktivní identifikací, přesný vytyčovací minihranol, monitorovací minihranol a odrazný štítek	37
Obrázek 3.22: Vlevo technické schéma GNSS přijímače, vpravo GNSS přijímač Trimble	38
Obrázek 4.1: Princip měřického stolu	41
Obrázek 5.1: Vlevo pravoúhlá soustava souřadnic, vpravo Poloha zobrazovacího válce při Cassiniově-Soldnerově zobrazení	45
Obrázek 5.2: Poloha pořadnic Y kolmých k X a ve skutečnosti ležících v rovinách procházejících východním pólem	45
Obrázek 5.3: Vlevo transversální čtvercová mapa v gusterberském zobrazovacím pásu, vpravo grafické znázornění úhlových a délkových oprav v Čechách pro gusterberský pás..	46
Obrázek 5.4: Sklon základních poledníků v sousedních pásech a zemské pásy jako stykové čáry mezi pásy (silně zkresleno)	47
Obrázek 5.5: Fundamentální listy, vlevo označování v sáhové soustavě, vpravo označování v metrické soustavě	48
Obrázek 5.6: Mapové listy, vlevo označení v sáhové soustavě, vpravo označení v metrické soustavě.....	48
Obrázek 5.7: Geodetická základna (AB), pomocná (CD), odvozená (EF) základna, DEF1234 vrcholy trojúhelníkového řetězce	49
Obrázek 5.8: Trigonometrická síť I. řádu pro stabilní katastr v Čechách.....	50
Obrázek 5.9: Volná měřická přímka.....	52
Obrázek 5.10: Pevná měřická přímka.....	53
Obrázek 5.11: Měřická síť a) hlavní přímka I. řádu, b) vedlejší přímka II. řádu, c) vedlejší přímka III. řádu, d) vedlejší přímka IV. řádu, e) kolmý rajón, f) šikmý rajón, g) lomený rajón, h) pomocný rajón	54
Obrázek 6.1: Vlevo schéma Křovákova zobrazení, vpravo pravoúhlá soustava souřadnic .	59
Obrázek 6.2: Meridiánová konvergence	59
Obrázek 6.3: Průběh délkového zkreslení	60
Obrázek 6.4: Základní triangulační list	61
Obrázek 6.5: Triangulační list	62
Obrázek 6.6: Mapový list	62
Obrázek 6.7: Vojenská trigonometrická síť z let 1862-1896.....	64
Obrázek 6.8: Jednotná trigonometrická síť při vyrovnání v roce 1927	65
Obrázek 6.9: Jednotná trigonometrická síť I. řádu v roce 1936 po doplnění bodů v Čechách	66
Obrázek 6.10: Princip polární metody, body A, B, C jsou body podrobného bodového pole, body P_1, P_2, P_3 jsou určované podrobné body, σ_{AB}, σ_{CA} jsou směrníky.	67

Obrázek 6.11: Pevné stanoviško.....	69
Obrázek 6.12: Zapis pevného stanoviska v zápisníku	70
Obrázek 6.13: Volné stanoviško.....	70
Obrázek 6.14: Zapis volného stanoviska v zápisníku.....	71
Obrázek 6.15: Polní náčrt polární metody.....	71
Obrázek 7.1: Schéma transformace	76
Obrázek 7.2: Síť permanentních stanic GNSS České republiky	78
Obrázek 7.3: Síť referenčních stanic Trimble VRS Now Czech.....	78
Obrázek 7.4: Síť permanentních stanic TopNeT	79
Obrázek 7.5: Konfigurace bodů s ETRS-89 k 1. 1. 2007	80
Obrázek 7.6: Konfigurace bodů s ETRS-89 k 1. 1. 2009	81

Seznam tabulek

Tabulka 6.1: Označení a rozměry mapových listů	63
---	----