

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Hornicko – geologická fakulta
Institut geodézie a důlního měřictví**

Dějiny zeměměřictví

učební texty

Autor : Ing. Hana Štěpánková

Ostrava 2002

Obsah :

| | str. |
|--|------|
| 1. Časné civilizace (3000 př.Kr.- 650 př.Kr.) | 4 |
| 1.1 Civilizace na řece Indus | 4 |
| 1.2 Čína | 4 |
| 1.3 Babylónie | 4 |
| 1.4 Egypt | 4 |
| 2. Od r. 650 př. Kr. do 400 po Kr. – starověk | 4 |
| 2.1 Řecko | 4 |
| 2.2 Římská říše | 4 |
| 2.3 Přístroje používané ve starověku | 5 |
| 2.4 Vývoj vědomostí o tvaru a velikosti Země..... | 6 |
| 2.5 Nejstarší mapy světa | 8 |
| 2.5.1 Řecká kartografie | 8 |
| 2.5.2 Římská kartografie | 9 |
| 3. Středověk (400 - 1400) | 10 |
| 3.1 Středověké úhloměrné přístroje | 10 |
| 3.2 Kartografie a její úpadek ve středověku | 13 |
| 3.3 Počátky zeměměřičtví v Čechách a postavení a úkoly zeměměřičů..... | 13 |
| 4. Zeměměřičtví v období 1400 – 1620 | 14 |
| 4.1 Konec středověku (15. stol.) | 14 |
| 4.1.1 Vývoj evropského zeměměřičtví v 15. století | 14 |
| 4.1.2 Kartografická renesance (14.-16.stol.) | 15 |
| 4.2 Období novověku | 15 |
| 4.2.1 Zeměměřičké přístroje koncem 16. století | 16 |
| 4.2.2 Určování velikosti Země - Snelliova triangulace 1610-1615 | 17 |
| 4.2.3 Vývoj měř v českých zemích | 18 |
| 4.2.4 České zeměměřičtví do konce 16. století | 19 |
| 4.2.5 Jemná mechanika v době Rudolfa II. v Čechách | 21 |
| 4.2.6 Nejstarší mapy území Čech, Moravy a Slezska | 22 |
| 5. Vznik moderní geodézie v období 1600-1750 | 23 |
| 5.1 České zeměměřičtví 17. a 18. století | 24 |
| 5.1.1 Zeměměřičtví v díle J.A. Komenského | 24 |
| 5.1.2 První topografické mapy našich zemí | 24 |
| 5.1.3 Majetkoprávní poměry v našich zemích – berní ruly | 24 |
| 5.1.3.1 První berní rula | 25 |
| 5.1.3.2 Druhá berní rula | 25 |
| 5.1.3.3 Panské vyrovnání | 25 |
| 5.1.3.4 Třetí berní rula | 25 |
| 5.1.3.5 Čtvrtá berní rula | 25 |
| 6. Novověk 1750-1890 | 25 |
| 6.1 Nová metrická soustava a metrické konvence | 25 |
| 6.2 Vojenská mapování zemí habsburské monarchie | 27 |
| 6.2.1 První vojenské mapování | 27 |
| 6.2.2 Druhé vojenské mapování | 27 |
| 6.2.3 Třetí vojenské mapování | 27 |
| 6.3 Měření pro katastrální účely | 28 |
| 6.3.1 Josefský pozemkový katastr | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 6.3.2 Tereziánsko-josefský pozemkový katastr | 28 |
| 6.3.3 Stabilní katastr | 28 |
| 6.4 Stupňová měření | 29 |
| 6.4.1 Besselův elipsoid | 29 |
| 6.4.2 Krasovského elipsoid | 29 |
| 6.5 Nové měřické metody v 19. století | 29 |
| 6.5.1 Fotogrammetrie | 29 |
| 6.5.2 Tachymetrie | 30 |
| 6.6 Stupňové měření na území Rakousko-Uherska (1862-1898) | 31 |
| 6.6.1 Triangulace | 31 |
| 6.6.2 Úhlová měření | 31 |
| 6.6.3 Výšková měření | 31 |
| 7. Období 1890 – dosud | 32 |
| 7.1 Astronomie | 32 |
| 7.2 Stereofotogrammetrie | 33 |
| 7.3 Rozvoj v oblasti přístrojové techniky | 33 |
| 7.3.1 Přístroje pro měření délek a vzdáleností | 33 |
| 7.3.2 Přístroje pro měření výšek - nivelační přístroje | 34 |
| 7.3.3 Přístroje pro měření úhlů | 35 |
| 7.3.4 Fotogrammetrické přístroje | 35 |
| 7.4 České jemnomechanické firmy | 35 |
| 7.4.1 Firma Josef a Jan Frič Praha | 35 |
| 7.4.2 Firma Srb a Štys Praha | 37 |
| 7.4.3 Meopta Praha-Košíře | 37 |
| 7.5 Mapování po r. 1918 | 38 |
| 7.5.1 Katastrální mapování | 38 |
| 7.5.2 Fotografické mapování | 38 |
| 7.6 Mapy po r. 1918 | 38 |
| 7.6.1 Dělení map podle měřítek | 38 |
| 7.6.2 Tematické mapy | 38 |
| 7.6.3 Vojenské mapy | 38 |
| 7.6.4 Mapy pro služební potřebu | 39 |
| 7.6.4.1 Mapy velkých měřítek | 39 |
| 7.6.4.2 Mapy středních měřítek | 39 |
| 7.6.4.3 Mapy malých měřítek | 41 |
| 7.6.4.4 Mapy pro veřejnost | 41 |
| 8. Kosmická geodézie | 41 |
| 8.1 Umělé družice Země | 41 |
| 8.2 Celosvětové družicové systémy | 41 |
| 8.3 Družicová geodézie a tvar zemského tělesa | 43 |

Dějiny zeměměřičtví

1. Časné civilizace (3000 př.Kr.- 650 př.Kr.)

1.1 Civilizace na řece Indus (dnes Indie a Pákistán)

- kolem r. 1100 př. Kr. tvorba prvních jednoduchých map. Byly kresleny na papír vyrobený z palmové dřevě.

1.2 Čína

- cca 1160 př. Kr. zkonstruován první kompas (přístroj se 3 volně uloženými magnetickými jehlami).
- cca 1125 př. Kr. vznik prvních map velkých územních celků sestavovaných z lokálních katastrálních plánků.

1.3 Babylónie (okolí Eufratu)

- kresby na stěnách jeskyní, v kameni, na hliněných destičkách - stáří cca 20 000 let.
- mapa ze 4000 př. Kr. znázorňující severní část Mezopotámie.

1.4 Egypt

- zeměměřičtví na vyspělé úrovni – vyměřování a vytyčovací práce v záplavových oblastech Nilu, stavby mostů, kanálů, pyramid.
- cca od 5000 př. Kr. rozměřování pozemků pro daňové účely, evidence pozemků.
- svědectví o úrovni praktické geometrie – kolem r. 1750 př. Kr. sepsal písař Ahmes „Papyrus Rhind“ (příklady z aritmetiky, geometrie, výpočet ploch a kubatur, počítání se zlomky). Nalezen v Thébách (Luxor) v pol. 19. stol. Uložen v Britském muzeu v Londýně.
- vytyčovací práce znázorňovány na stěnách chrámů – měření provazcem.
- pomůcky : hůlky pro kreslení do písku, měřický prut a měřický provazec s hůlkou (přímé měření délek), olovnice.

2. Od r. 650 př. Kr. do 400 po Kr. – starověk

2.1 Řecko

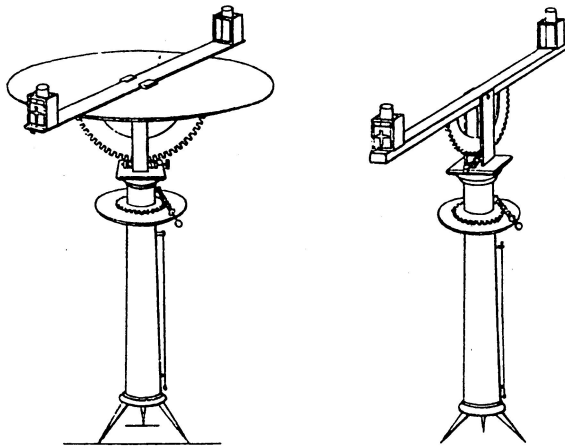
- rozvoj teoretické části přírodních věd (Aristoteles, Archimédes, Platón, Euklides atd.). Věděli, že je Země kulatá, že se otáčí kolem své osy a že je Slunce stálice.
- pokrok v zeměpise a astronomii (stavba Archimédova planetária v Syrakusách).
- měřické pomůcky : jako v Egyptě, později použití dioptry a gnómonu.
- praktická část se projevila ve stavebnictví : maják na ostrově Faru, Kolos Rhodský, stavba přístavu v Athénách r. 446-445 př. Kr.

2.2 Římská říše

- použití vědeckých objevů v praxi (kladkostroj, ozubená kola, čerpadla, vodní kolo ...)
- uplatňovali praktické využití zeměměřičtví – vojenství (mapovací a vytyčovací práce), stavby chrámů, výstavba dálkových silnic (milníky), mostů, vodovodů, vytyčování hranic pozemků (mezníky).
- pravoúhlý souřadnicový systém (S-J, V-Z) ve stavebnictví.
- propracovaný systém římských měř. Základem římská stopa (296 mm).
- název zeměměřičů :
 - podle druhu práce (agrimensores- vyměřování pozemků, finitores – určování hranic)
 - podle použitých přístrojů (např. gromatici)

2.3 Přístroje používané ve starověku

Dioptra (obr. 2.1) - nivelační přístroj. Postup měření – nivelace ze středu. Vodorovná záměra určená vodní hladinou v ramenech.



Záměrná pomůcka průzor.

Nivelační lať o délce 10 loktů (cca 4,5 m).

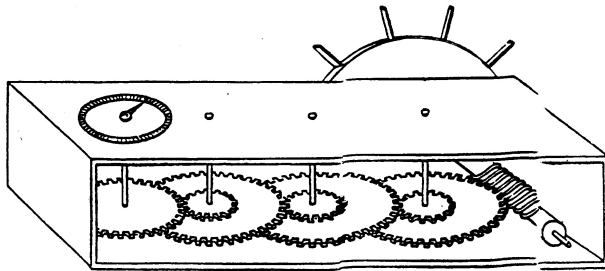
Pohyblivý terč na lati, který pomocník nastavil dle pokynů měřiče do výšky záměry a přečetl čtení na lati.

Později byla dioptra doplněna o úhломěrnou stupnici.

Dvě rekonstrukce Héronovy dioptry

- **Hodometr** (obr. 2.2) – přístroj pro automatické měření dráhy. Určoval se počet otáček kola (u kočáru nebo u lodního kola).

Z tohoto počtu a z obvodu kola se vypočetla ujetá dráha.



Námořní hodometr

- **Groma** (obr. 2.3) – přístroj pro vtyčování pravých úhlů. Svislá tyč 2 m dlouhá s rovnoramenným křížem na vrcholu.

Na konci ramen olovnice, které vytvářely dvě na sebe kolmé roviny.

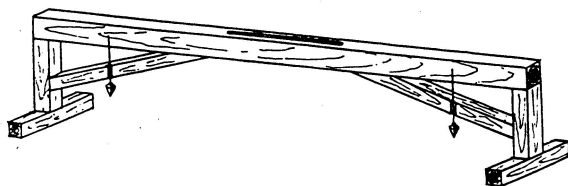
Nevýhoda : kývání olovnice ve větru, nutnost přesného nastavení ramen kříže.



Práce s gromou

- **Chorobates** (obr. 2.4) – nivelační přístroj. Trámeček dlouhý 6 m.

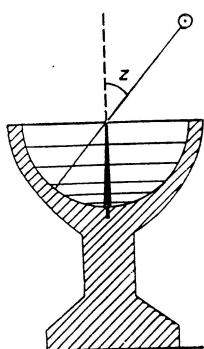
Do vodorovné polohy se urovnával buď podle hladiny vody žlábků v horní ploše trámečku, nebo olovníci.



Chorobates

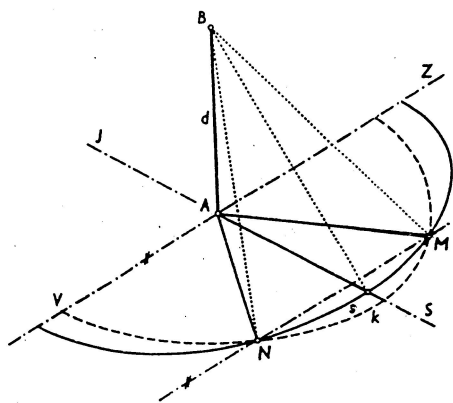
Používal se při vytyčování liniových staveb (akvaduktů).

- **Skafé** (obr. 2.5) – přístroj pro měření úhlů. Dutá polokoule s tyčinkou připevněnou ve středu vydaté části. Uvnitř polokoule opatřena soustřednými kružnicemi, rovnoběžnými s okrajem nádoby – tak se vytvářelo stupňové dělení. Přístroj se při měření stavěl na podložku. Do vodorovné polohy se urovnával tak, že se polokoule naplnila vodou a přístroj se urovnal pomocí podložky. Pak se voda vylila a přístroj se postavil na urovnanou podložku. Tyčinka ve svislé poloze vrhá stín na úhlovou stupnici a podle konce stínu tyčinky na stupnici se přečetl úhel mezi směrem svislým (poloměrem Země) a směrem na Slunce.



Skafé

- **Gnomón** - řecky stínova hůl, lat. solarium (obr. 2.6) – přístroj pro určování světových stran. Prakticky se používal pro vytyčování i mapování, protože souřad. systém byl zpravidla orientován podle světových stran : nejdříve se určil směr V-Z (decumana) pomocí stejně dlouhých stínů tyče gnomónu, a to takto: Uprostřed staveniště se uhladila půda do vodorovné roviny (nebo se umístila měřicí deska). Pak se vztyčila tyč (úsečka AB na obr.) a asi o páté hodině před polednem se zachytil konec jejího stínu a vyznačil se bodem M. Pak se opsala tímto bodem kružnice kolem paty gnomónu. Odpoledne se tak dlouho sledoval stín až jeho koncový bod splynul s kružnicí v bodě N. Spojnice bodů M-N určovala směr V-Z a **kolmice** v těchto místech **vztyčená grómou** pak určovala směr S-J.

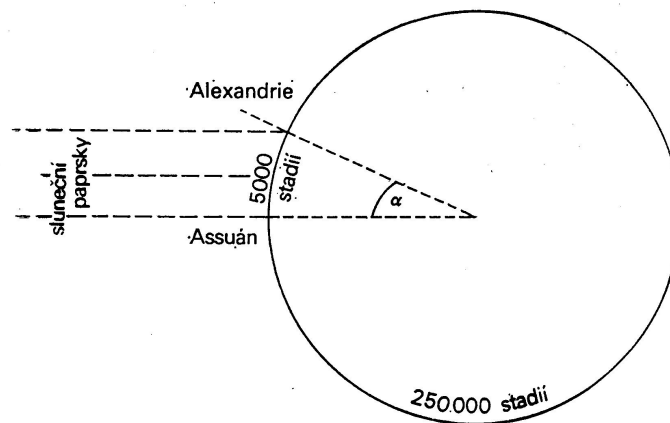


Určování světových stran gnomonem

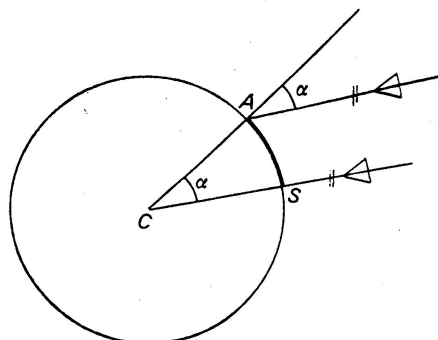
2.4 Vývoj vědomostí o tvaru a velikosti Země

- Řekové – posunuli znalosti o vesmíru
- **Pythagoras** (asi 582-509 př. Kr.) popsal Zemi jako kouli, která se s Měsícem otáčí kolem „středního ohně“ – epochální význam pro nazírání lidstva
- **Aristoteles** (384-322 př.Kr) dokázal, že Země je koule umístěna ve vesmírném prostoru (postupné mizení lodi za obzorem, kruhový stín při zatmění Měsíce)

- zachoval zmínku o velikosti zemské koule (patrně převzal od dřívějších učenců) – zemský obvod = 400 000 stadií – převod komplikován – stadio v různých zemích různé (164-210 m). Informace je však počátkem řady pokusů o zjištění velikosti země
- nejvíce posunul otázku velikosti Země alexandrijský polyhistor **Eratosthenes alexandrijský** - též z Kyrény (276-195 př.Kr.)
- koncem r. 220 př.Kr. zavedl stupně pro měření úhlů
- pro geografii vytvořil systém stupňů zeměpisné délky a šířky
- asi kolem r. 250 př.Kr. vypočetl zemský obvod (obr. 2.7)
- vybral dvě města na tomtéž poledníku Alexandrii a Syénu (=Assuán)
- změřil středový úhel poledníkového oblouku přístrojem zvaným „skafé“.
- na základě pochodu legií byla známá vzdálenost těchto dvou měst, která činila 5 000 stadií (1 stadio cca 185 m).
- z délky poledníkového oblouku a z velikosti středového úhlu vypočetl potom zemský poloměr $R = 7\,361$ km a
- délku zemského kvadrantu $Q = 11\,562$ km (620 500 stadií).



Výpočet obvodu Země
Eratosthenem alexandrijským – 250 př. Kr.



Výpočet středového úhlu přístrojem skafé

2.5 Nejstarší mapy světa

2.5.1 Řecká kartografie

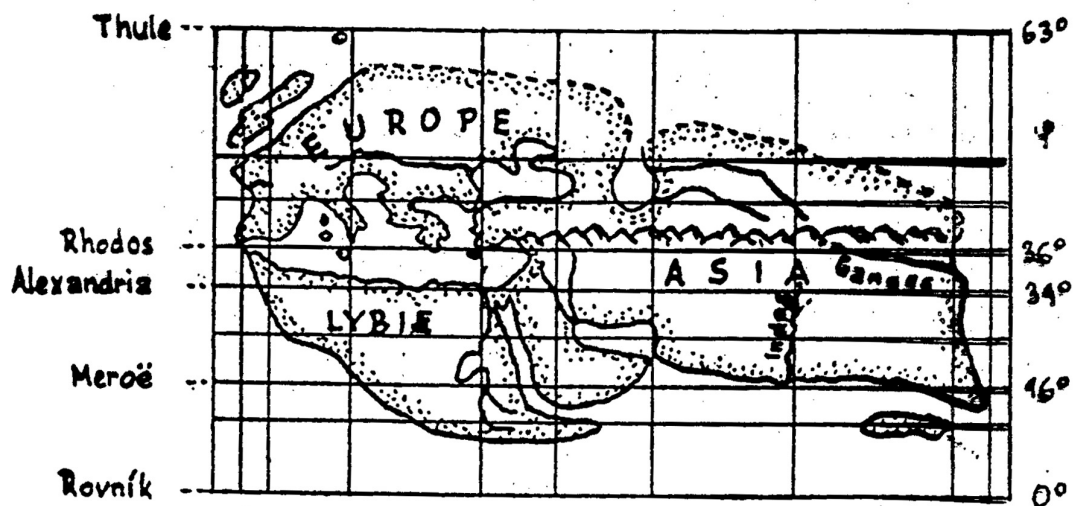
- ve starověku na dobré úrovni. Znali kulový tvar Země, používali jednoduché souřadnice a zobrazovací metody



Anaximandrova mapa světa – 560 př. Kr.

- za nejstarší řeckou mapu světa (obr. 2.8) je pokládána kresba, kterou vyhotovil někdy kolem r. 560 př.Kr. **Anaximandros milétský**. (610-546 př.Kr)
- je to kruhový kotouč, na němž je „svět“ obklopen oceánem, a jehož středem je věštírna v Delfách.
- oblast Středozemního moře je vystižena obdivuhodně přesně
- stala se na dlouhou dobu vzorem řecké kartografie

- **Eratosthenes alexandrijský** (276-196 př.Kr.) na základě svých výpočtů velikosti Země zkonstruoval mapu světa (obr.2.9), na které je vidět síť rovnoběžek a poledníků (i když velmi nepravidelná). Mapa pochází asi z r. 220 př.Kr. a představuje vrchol řecké kartografie



Mapa s rovnoběžkami a poledníky podle Eratosthena - 220 př. Kr.

- kolem r. 150 př.Kr. **Krates z Malu** nakreslil Eratosthenovu mapu na kouli - **první globus** (obr. 2.10)



Krateův glóbus – 150 př. Kr.

- největším astronomem a zeměpiscem z počátku našeho letopočtu byl Řek **Klaudios Ptolemaios** (90-168 po Kr.),
- vytvořil nejslavnější kartografické dílo starověku - nebylo překonáno více než 1 000 let - osmivazkový soubor knih „**Geographiké hyfégésis**“ (Úvod do zeměpisu - uvádí 8000 názvů míst od pramenů Nilu až po Skandinávii i s jejich zeměpisnými souřadnicemi)
- zmiňuje zde konstrukci mapy
- je zde **první zobrazení českého území** – na mapě Velké Germanie - území s označením **Prag**
- návody k sestrojování kartografických sítí
- součástí tohoto díla je i mapa světa a dalších 26 dílčích map

2.5.2 Římská kartografie

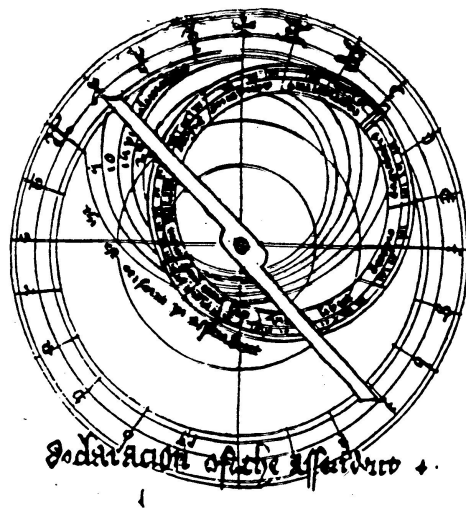
- na nižším stupni než řecká - mapy měly ráz popisný – sloužily vojenským a administrativním potřebám
- **nejvýznamnější římské dílo** - mapa od M.V.Agrippy – nedochovala se
- byla vyhotovena na základě rozhodnutí císaře Augusta (30 př.Kr-14 po Kr.) o zaměření Římské říše v celém jejím rozsahu
- z počátku 3. stol. se dochovaly fragmenty velkého **plánu Říma** (plán vyryt do mramoru)
 - plán je v kolísajícím měřítku 1:200 až 1:300
 - ve své původní poloze zaujímal plochu 13x20 m
 - byl umístěn v průčelí jedné budovy na foru Pacis v Římě
 - od r. 1903 jsou některé úlomky zasazeny do stěny nádvoří muzea na Kapitolu v Římě
- mapy světa z té doby jsou kruhové s Itálií ve středu.

3. Středověk (400 - 1400)

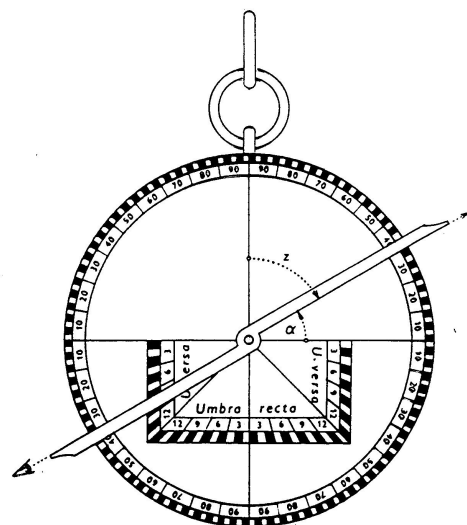
- vývoj praktické geometrie se zpomalil
- **vliv arabské kultury** (osídlení Pyrenejského poloostrova) na evropskou vzdělanost
- arabští měřiči-architekti-stavitelé : Stavba mešit (orientace na Mekku) - nejznámější Alhambra v Granadě a mešita v Cordobě.
- vznik odborné měřické terminologie (např. alhidáda) a používání desítkové početní soustavy.
- zdokonalení přístrojů pro měř. práce (astroláb, camera obscura).
- vývoj vzdělanosti v Evropě - zakládání škol a universit (1200 Paříž , Oxford 1249)
- fyzikální poznatky uplatňované při konstrukci měřických přístrojů.

3.1 Středověké úhломěrné přístroje

- **Astroláb** (obr.3.1) - je to kotouč, na jehož kruhové stupnici jsou vyznačeny stupně. Má



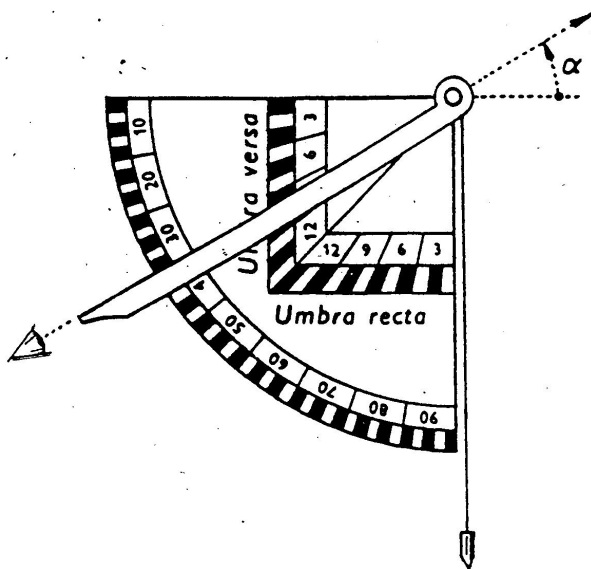
Vyobrazení přední strany astrolábu
Kružnice opsané ze středu astrolábu zobrazují ve stereografickém průmětu rovník a obratníky



Zadní strana astrolábu
(rekonstrukce z r. 1585)

- otáčející se ručičku – alhidádu se záměrným zařízením. Sestává z pevného segmentu a otočné alhidády s průhledítky
- přední strana astrolábu slouží jako pomůcka k měření času z postavení hvězd. Zobrazuje ve stereografické projekci zemský rovník, obratníky a souřad. síť. Oproti souřadnicové síti lze otáčet prolamovanou deskou se stereografickým průmětem pásu ekliptiky a některých dosud známých stálic. Nastavením těchto hvězd na příslušnou polohu sítě a ze známé polohy Slunce v ekliptice je možno na vnější hodinové stupnici určit čas pozorování. Navíc má přední strana rameno s průzory (zvané alhidáda) sloužící k měření svislých úhlů

- zadní strana astrolábu má otáčivou alhidádu opatřenou hroty nebo průhledítky. K měření vertikálních úhlů slouží úhlová stupnice začínající u vodorovného průměru a pokračující do všech čtyř kvadrantů od 0° do 90° , takže lze na ní podle hrany alhidády přečíst výškový úhel α . Některé astroláby mají mimoto i opačně probíhající stupnice, na které lze číst i zenitový úhel z . Zadní strana astrolábu bývá také opatřena stupnicí tangente a kotangente ve tvaru čtverce, zvaného též stínový čtverec. Tangenta se označovala jako umbra versa a kotangenta jako umbra recta (umbra=stín)
- velkou zásluhu na uvedení astrolábu do praxe a jeho zdokonalení (pravděpodobně doplnění o stínový čtverec) připisujeme Arabům
- nejstarší zachovaný astroláb je z doby kolem r. 950 a je dílem arabského astronoma Ahmada ibn Chaláfa (906-987)
 - vývojem se odlišil měřický astroláb (často opatřený jen půkruhovou alhidádou, navíc s buzolou nebo libelou). Používal se ještě v 19. stol.
- **Kvadrant** (obr. 3.2) - byl nejrozšířenějším středověkým úhломěrným přístrojem (používaným v astronomii, zeměměřičtví a nautice). Děлил se na hlavní dva typy :



- Kvadrant prvního typu má alhidádu, podle které se na urovnaném kvadrantu čte svislý úhel. Je-li přístroj vybaven tangentskou stupnicí ve formě stínového čtverce i tangenta tohoto úhlu.

- Kvadrant druhého typu je bez alhidády, zaměřuje se hranou přístroje a úhel (popř. jeho tangenta) se zjišťuje podle závěsu olovnice.

Kvadrant popsal ve 13. století matematik Leonardo z Pisy. U nás je doložen koncem 14. století.

Kvadrant s alhidádou

čtení : $\alpha = 30^\circ$, $\text{tg } \alpha = 6,9/12 = 0,58$

- **Jakubova hůl** (obr. 3.3) – sloužila k určení zeměpisné šířky. Ve středověku velmi běžná měřická pomůcka k měření úhlů v libovolné rovině používána v astronomii, zeměměřičtví i při námořních plavbách. Přístroj se skládá z podélné tyče AB - opatřené délkovým měřítkem (udávajícím vzdálenost běhounu od konce tyče), nebo přímo měřítkem úhlu α a ze souměrného běhounu CC' délky b (příčky pro 90° , 60° , 30° a 10°), posuvného po podélné tyči. Dala se také použít k určení výšky libovolného předmětu.

- při měření úhlu α například mezi hvězdami drží pozorovatel jednou rukou tyč AB a druhou posunuje běhounem až hvězdy splynou s konci běhounu. O úhlu pak platí $\text{tg } \alpha/2 = CD/AD = b/2:AD$, po úpravě $\alpha = 2 \cdot \text{arctg } b/2:AD$.

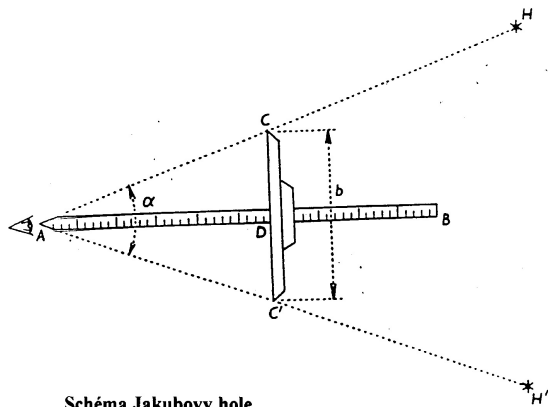
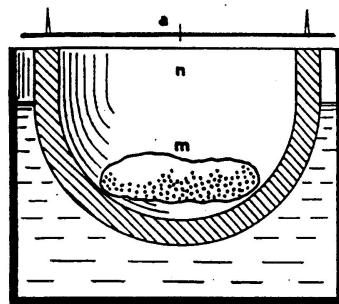
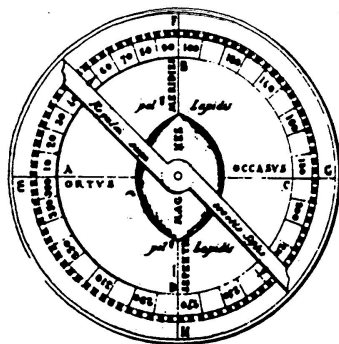


Schéma Jakobovy hole

- **Kompas** - využívá magnetické pole Země (chování volně otočné tyče z magnetové rudy v zemském magnetickém poli).



Rekonstrukce vodního kompasu z r. 1269

Na dno kulaté dřevěné nádoby, plovoucí na vodě, je položen kus magnetitu tak, aby se průměr 0-180° úhlové stupnice, vynesené na okraji nádoby, trvale udržoval v magnetickém meridiánu. Alhidádou, opatřenou dvěma hroty, se daly na této stupnici číst azimuty cílů ležících v horizontu přístroje

- První písemnou zprávu nacházíme v r. 121 po Kr. v čínském slovníku. Této vlastnosti bylo později využito k sestrojení vodního kompasu (což byl úlomek magnetitu na plovoucím kusu dřeva-člunku v nádobě s klidnou vodou) - obr. 3.4.
- Na dno kulaté dřevěné nádoby (plovoucí na vodě) je položen kus magnetitu m tak, aby se průměr 0°-180° úhlové stupnice vynesené na okraji nádoby trvale udržoval v magnetickém meridiánu.
- Alhidádou a opatřenou dvěma hroty, se daly na této stupnici číst azimuty cílů ležících v horizontu přístroje např. nebeských těles při jejich východu či západu.
- teprve r. 1119 byla v Evropě popsána magnetická stříelka a ve 13.stol.větrná růžice
- nasazením magnetické jehly na čep a připojením stupnice se stal z kompasu úhломěrný přístroj (kolem r. 1300)

3.2 Kartografie a její úpadek ve středověku

- jediným pramenem geografických znalostí ve středověku byla uznána bible. Proto byly konstruovány bezprojekční mapy ponejvíce kruhové s Jeruzalémem ve středu. Středozevní moře, řeka Don (Tanais) a Nil (někde Rudé moře) oddělovaly od sebe Evropu, Afriku a Asii. Jejich zakres vytvářel písmeno T – odtud název **T-mapy**.
- koncem 13. stol. - vznikl nový typ kompasových map tzv. **portulánové mapy** (portulán=psaný návod pro pobřežní plavbu). Jejich vzniku dalo podnět zavedení kompasu do námořní plavby. Byly to mapy bezprojekční, obdélníkového tvaru většinou s kompasovou růžicí. Přímký znázorňovaly směr plavby. Byl k nim připojován přehled údajů o vzdálenostech k jiným místům na pobřeží. Využívaly se při objevitelských cestách.
 - později, za doby velkých objevů, se počaly konstruovat tzv. **námořní mapy stupňové**, které kromě směrových čar obsahovaly údaje o zeměpisných šířkách

3.3 Počátky zeměměřičství v Čechách a postavení a úkoly zeměměřičů

- prostá měření byla prováděna v nepatrné míře: Půdy byl dostatek a ke složitějším stavbám vyžadujících zeměměřičské práce docházelo jen velmi málo (stavba hradů).
- teprve ve 13. stol. se začalo zvyšovat úsilí o využití neosazené půdy. Snahou vrchnosti bylo zvyšování příjmů tzn. získat další úrodnou půdu a zavést peněžní renty místo vybírání naturálních dávek. Byly zakládány nové osady přistěhovalců hlavně z Německa. Vhodný terén vybírali a vyměřovali měřiči-„**lokátoři**“. Lokátor musel práci organizovat, investovat i získat osadníky. Musel být i zručným zeměměřičem.
- **zeměměřičskou praxi** obstarávali (stejně jako lokátoři) také lidé, kteří toto konali vedle svého jiného zaměstnání (vrchnostenský písař, osoby provádějící stavby, vodní díla atd.).
- ve 13. stol. jsou **měřiči** ustaveni **jako instituce** – úředníci, mající zvláštní povolení na práci a jsou zavázáni přísahou.
- toto rozhodnutí nejspíše souvisí se **zřízením zemských desek** za vlády Přemysla Otakara II., kde byly zápisy z jednání před zemským soudem o :
- skutečnostech týkajících se svobodných statků (prodeje, koupě, převody, spojení a rozdělení, odhady)
- usnesení zemského soudu (spory o šlechtické statky vč. map)
- první záznamy jsou z r. 1278
- u úřadu desek zemských byla zřízena funkce zemského měřiče
- nejstarší dokumenty byly zničeny při požáru Pražského hradu r. 1541
- samostatnost Úřadu skončila r. 1783, kdy byl převeden do nového zemského soudu
- uzavřeny byly r. 1851
- za časů panování Karla IV. vznikly dva speciální obory, v nichž se zeměměřičství dobře uplatnilo
- r. 1340 byla zřízena **instituce přísežných mlynářů** (měli funkci znalců). Jejich úkolem bylo dohlížet na předepsané výšky jezů. Časem z tohoto základu vznikla **instituce pro vodocestné otázky**. Tato funkce zanikla až v 19. stol.
- druhým oborem byla **funkce zeměměřičů při úřadu hor viničních** zřízeném r. 1358 (daň z vinic byla placena z jejich výměry).

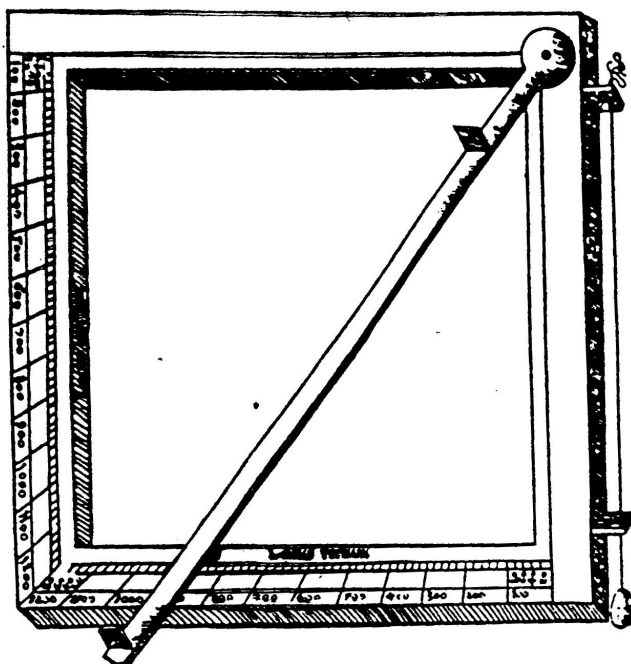
4. Zeměměřictví v období 1400 – 1620

4.1 Konec středověku (15. stol.)

- snaha o rozšíření znalostí techniky sílila. V raném období tomu sloužily pouze rukopisy. To se změnilo, když r. 1444 Johann Gutenberg vynalezl **knihtisk**. Počátkem 16. stol. začala vycházet technická díla, a to i v jednotlivých zemských jazycích.
- 1492 – norimberský geograf Martin Behaim (1459-1507) - nakreslil svou vizi tvaru Země a vytvořil tak **prototyp glóbu**. Použil k tomu lepenku pomazanou sádrou, na níž nalepil pergamen s nakreslenými obrysy tehdy známého světa. Glóbus má průměr 51 cm.
- 1530 – vyslovil myšlenku, že Země má magnetický pól Ital Girolamo Fracastoro
- že má dva póly objevil až v r. 1588 jeho krajan Livio Sanuto .
- 1530 – v Nizozemí byl prvně užit měřický řetězec (předchůdce pásma)
- od r. 1550 je datování užití měřických stativů
- 1569 - holandský geograf Gerhard Kremer zvaný Gerhardus Mercator vytvořil zásady tvorby přesných map, již se později dostalo názvu **Mercartova projekce**. Spočívala v modelové představě zemského glóbu umístěného v dutém válci, přičemž oba póly leží v ose válce a rovník se přimyká k jeho stěnám. Vzniklý obraz je pak rozvinut na plochu. Tento způsob znázornění má s přibývajícím vzdáleností od rovníku stále větší zkreslení. Je však úhlově přesný.
- 1590 – Johann Praetorius, profesor v Altdorfu u Norimberku znovu objevil (již ve 3. stol př. Kr.) a mezitím zapomenuté dioptrické pravítko a zkonstruoval měřický stůl.

4.1.1 Vývoj evropského zeměměřictví v 15. století

- vynikajícím představitelem exaktních věd se stal kardinál **Mikuláš Kusánský** – Nicolaus Cusanus (1401-1464).



Purbachův geometrický čtverec

Napsal řadu

astronomických spisů. Už před Koperníkem vyslovil domněnku, že se Země pohybuje

- Kusánského žákem byl i absolvent vídeňské univerzity **Jiří Purbach** (1423-1461). Jako profesor astronomie ve Vídni uplatňoval použití trigonometrie tabelováním trigonometrických funkcí a uváděním jejich hodnot na nových astronomických a zeměměřických přístrojích.
- Nejznámější z nich je geometrický čtverec (obr. 4.1). Měřily se místo úhlů jejich tangenty a teprve ty se pomocí tabelovaných hodnot funkce \arctg převáděly na stupňovou míru. Velké rozměry tangentové stupnice a dokonale propočtené

tabulky přispěly k vysoké přesnosti při určování svislých úhlů. Tento geometrický čtverec vznikl osamostatněním stínového čtverce z astrolábu.

- K převádění tangent na stupňovou míru sestavil Purbach tabulky $\arctg n/1200$. Purbachův přístroj byl sestaven ze dřeva a měl vzhledem k rozsahu stupnice značné rozměry (strana čtverce měla zhruba 1 m).
- další významnou osobností byl žák prof. Purbacha **Jan Müller –Regiomontanus** (1436-1476). Napsal první středověkou příručku trigonometrie „De triangulis omnimodis libri V“. Pro astronomii a zeměměřičtví jsou významné jeho tabulky tangent a sinů. Jeho zásluhou byla znovu věnována pozornost Jakubově holi.
- šíří středověkých přírodovědeckých znalostí představuje první encyklopedie přírodních věd „Margarita Philosophica“ (autor **Gregor Reisch**). Byla poprvé vydána r. 1504 ve Freiburgu. Obsahuje 12 knih. Šestá kniha je o geometrii a vystihuje její praktické použití. O oblíbě této knihy svědčí i to, že vyšla v průběhu století v 16 vydáních

4.1.2 Kartografická renesance (14.-16.stol.)

- Pokrok v kartografii je dán **vynálezem knihtisku** a hlavně pak množstvím informací z objevitelských cest pro širokou veřejnost. Na rozhraní středověku a novověku se rozvíjí geodézie v souvislosti s potřebou map.
- největší význam pro rozvoj kartografie měly **velké zeměpisné objevy** na přelomu 15. a 16. stol. : K. Kolumbus – 1492 - objevení Ameriky, Vasco de Gama 1498 – obeplutí Mysu dobré naděje, F. Magalhaese (1519-1522) – obeplutí celého světa.
- v té době se ve větším počtu začaly **vyhotovovat glóby**
- na glóbu Martina Behaima (z r. 1492) jsou jak starověké znalosti světa, tak i portugálské objevné cesty
- na pozdějších glóbech již byla Severní i Jižní Amerika
- v první čtvrtině 16. stol. byl vykreslen i světadíl kolem jižního pólu
- na sklonku 16. stol. byla známa celá zeměkoule až na Austrálii a polární krajiny.
- **v 16. stol.** začíná rozvoj matematické kartografie - zejména v Německu. Ožívuje se z antiky stereografická projekce, nepravé válcové zobrazení. Jsou konstruována tzv. ekvivalentní (stejnoplochá) zobrazení.
- mezi německými kartografy vyniká vlámský kartograf Gerhard **Mercator** (1512-1597), vl. jménem Gerhard Kremer
- nejznámější je jeho **mapa světa z r. 1587 ve válcovém zobrazení**. Na této mapě se zobrazovaly tzv. loxodromy jako přímky, což bylo důležité především pro navigaci lodí podle kompasu (loxodromy = křivky stejných azimutů - na kouli je to spirála). Byly zde také poprvé nahrazeny čáry větrných růžic sítě geografických souřadnic. Jeho zobrazovací způsob je dodnes používán pro námořní mapy.
- V 15. a 16. stol. byly zdokonalovány **měřické pomůcky** :
- kartograf M. Behaim rozšířil mezi mořeplavci použití Jakubovy hole (podle výšky Slunce a polohy hvězd bylo zjišťována zemská šířka, délka a čas)
- stejným přínosem byl vynález J. Praetoria z Aلدorfu (1537-1616) měřický stolek – pomůcka pro grafické vyměřování krajiny – buzola, záměrné pravítko, pravítko s olovníci, vynášecí souprava se stojem atd.

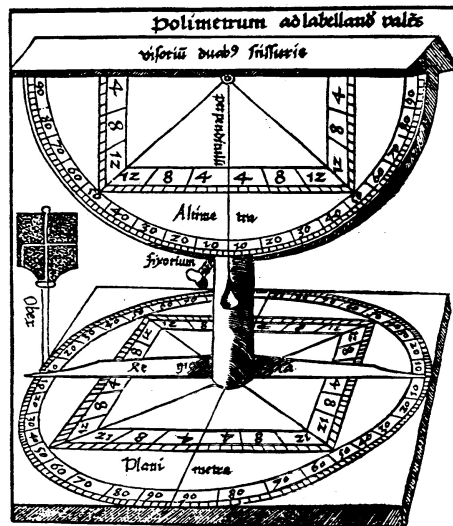
4.2 Období novověku

- bylo významné pro rozvoj zeměměřičtví – pokroky vědy posunuly tuto disciplínu od středověkých metod a přístrojů až k začátku moderní geodézie
- **Novověké poledníkové sítě – určení rozměrů Země**
- první dochované výsledky jsou z r. 1527, kdy francouzský matematik a astronom Jean Fernel změřil **délku jednoho stupně poledníkového oblouku** mezi Paříží a Amiense. Nejprve byla astronomicky určena zeměpisná šířka Paříže ($\varphi = 48^{\circ}38'$). Pak vyhledáno místo o 1° větší (Amiense $\varphi = 49^{\circ}38'$). Zeměpisnou šířku změřil úhloměrným astronomickým přístrojem zvaným kvadrant. Délku oblouku mezi oběma místy pomocí

otáček kola vozu. Podle Fernela byla délka kvadrantu = 10 011 000 m a poloměr zemské koule $R = 6\,373\text{ km}$ – dosud nejpřesnější měření

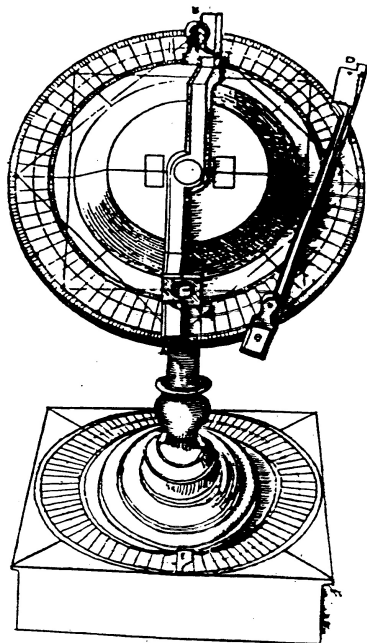
4.2.1 Zeměměřické přístroje koncem 16. století

- od začátku 16. stol. počaly vznikat **náznaky teodolitu**
- prvním z nich byl přístroj zvaný „**Polimetrum**“ z r. 1512 (obr. 4.2)



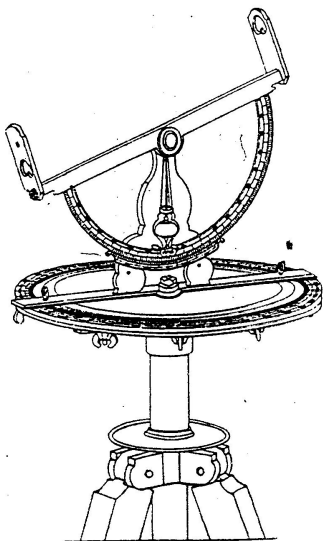
Polimetrum
Náznak teodolitu ve spise Gregora Reische, Strasburg 1512

- dalším byl **Riviův přístroj** - ze spisu „Perspektiva“ z r. 1547 (obr. 4.3)



Náznak teodolitu ve spise Riviově
Obrázek ze spisu Waltera Rivia „Perspectiva“
Norimberk 1547

- a konečně **Instrument topographical** (obr. 4.4) , který ve svém spise r. 1570 uvádí anglický vědec, absolvent Oxfordu Leonard Digges. Byl to úhlově dělený vodorovný kruh s alhidádou, upevněný šroubem k tyčovému stojanu.



**Měřický přístroj L. Diggese z r. 1570
pro měření vodorovných i svislých úhlů
(první konstrukce teodolitu)**

- Byl doplněn půlkruhovou stupnicí svislých úhlů spojenou s alhidádou a otočnou kolem vodorovné osy.
- Horizontální kruh nazývá Digges **theodolitus** (v literatuře patrně poprvé se vyskytující název, který se později přenesl na celý přístroj).
- Měření vodorovných úhlů prováděl Digges při určování polohy bodů grafickým protínáním.
- Číselné triangulaci (kde již byla zavedena algebra) se dosud vyhýbal

- úhломěrné přístroje používané v zeměměřictví však měly stupnice ještě stále velmi hrubé a poloměry děleného kruhu daleko menší než úhломěrné přístroje astronomické. Snaha o zpřesňování úhlového čtení na zeměměřických přístrojích a zmenšování jejich rozměrů vedla ke změně konstrukcí z dřevěných na kovové. Astronomické i geodetické přístroje vycházely ze stejných dílen.
- zásluhu o rozvoj astronomie a geodézie získalo Nizozemí **vynálezem dalekohledu**.
- Otázka autorství tohoto objevu není jednoznačně vyřešena. Je však jisté, že to byl Holanďan, a to nejpravděpodobněji Jan Lipperhey (zemř. 1619), výrobce brýlí v Middelburgu na ostrově Walcheren, který požádal r. 1608 o patentování vynálezu dvoučočkového dalekohledu. Vynalezený dalekohled (zvaný též holandský) se tedy skládá z čočky spojné (objektiv) a rozptylné (okulár)
- r. 1609 v Padově **Galileo Galilei**, sestrojil rovněž dalekohled tohoto typu a použil jej poprvé k astronomickým účelům. Z Galileových objevů bylo pro geodézii nejdůležitější objevení 4 Jupiterových měsíců, neboť sledováním jejich zatmění se počaly měřit rozdíly zeměpisných délek. Dalekohled tohoto typu, vzhledem ke Galileovu podílu na jeho sestrojení, se též nazývá **Galileovým dalekohledem**

4.2.2 Určování velikosti Země - Snelliova triangulace 1610-1615

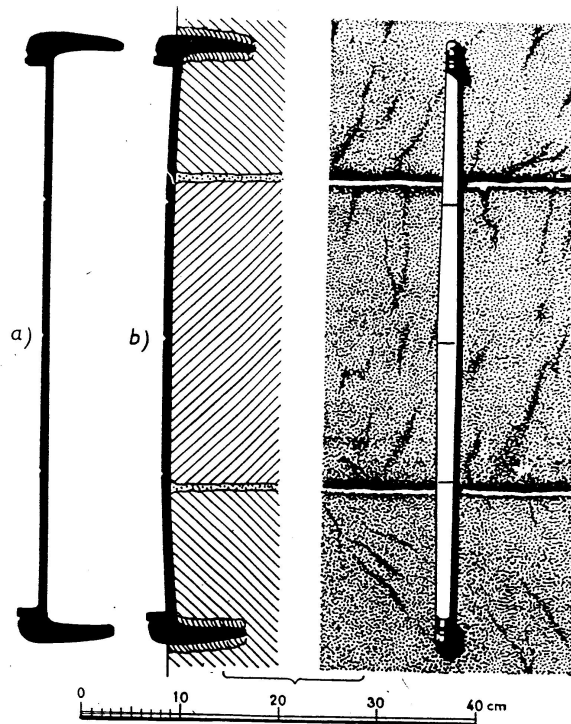
- všechna dosud konaná měření byla ovlivněna malou přesností měřených vzdáleností. Holandský profesor Willebrord Snell van Roijen, zvaný **Snellius** (1591-1626) při svém stupňovém měření upustil od přímého délkového měření meridiánového oblouku a určil jeho délku výpočtem z trigonometrické sítě. K změření délky části poledníkového oblouku použil metodu **triangulace** (v každém trojúhelníku se měří délka a všechny úhly). Síť byla založená a změřená v letech 1610-1615. Měla 13 vrcholů (většinou kostelních věží), z nichž dvě (v Rotterdamu a Bommelu) byly nepřístupné. Vrcholové úhly byly měřeny měděným kvadrantem. Síť obsahovala 3 základny měřené dřevěnými latěmi. Byl

zaměřen řetězec 33 trojúhelníků s pěti přesně měřenými základnami, které byly vypočteny neobyčejně pracným numerickým výpočtem bez pomoci logaritmických tabulek (ty vyšly teprve v době ukončení práce r. 1614) jen s použitím tabulek trigonometrických funkcí vlastnoručně zpracovaných. Astronomickou orientaci sítě provedl z hvězdárny poblíž Lejdy. Podle pozdější revize, a to jak měřických výsledků, tak i výpočtů, činí chyba v délce meridiánového oblouku pouze 0,4%. Současně vyřešil i úlohu dnes známou jako protínání zpět.

- Tuto úlohu řešil později i Laurent Pothenot a uveřejnil ji r. 1692. Následkem toho se úloha (ač neprávem) nazývá úlohou Pothenotovou.
- Význam Snelliovy triangulace nespočívá v jejím číselném výsledku ovlivněném nedokonalostí pomůcek, pracností výpočtů i tím, že základny byly poměrně krátké. Její hodnota je v prvenství myšlenky, která se stala základem všech trigonometrických sítí až dodnes.

4.2.3 Vývoj měř v českých zemích

- o prvních mírách používaných na našem území pouze víme, že **už ve středověku** byl počet různých měř dostačující. V Kosmově kronice je zmíněno sedm běžně používaných měř - nejsou však nikde napsány jejich hodnoty. Jsou to např. : popluží (obvykle používána pro výměru orné půdy), loket, dlaň, prst, kroč = míry délkové, krocej, hony, stadia = míry vzdálenostní.
- hodnota měř byla v různých částech Čech různá. Ve snaze odstranit tuto nejednotnost provedl r. 1268 Přemysl Otakar II. soustavnou úpravu měř a vah (v tehdejší Evropě velkolepý normalizační zásah) - úprava však byla neúspěšná. K dalšímu pokusu o sjednocení měř došlo patrně až počátkem 15. stol.
- středověký obchod se soustředil do měst, která proto byla rozhodujícími instancemi při tvorbě vlastních místních měř. Tím se vysvětluje nejednotnost délkových jednotek byť i stejně nazývaných (například jen u nás bylo loktů kolem 30). Města si zřizovala svůj vlastní prototyp lokte z různých materiálů. R. 1541 při velkém požáru Prahy shořel pražský loket, který byl jako papírové měřítko založen v zemských deskách. Byl proto vytvořen železný délkový prototyp, který byl umístěn zpravidla ve zdivu radnice a byl závazný pro veškerý obchod. Dodnes se zachoval loket na radnici Nového Města pražského, Mělníka, Litomyšle aj.
- významnou zeměměřickou památkou je **prototyp pražského lokte** zazděný do zdiva pražské novoměstské radnice (obr. 4.5). Byl osazen počátkem 15. stol. Tento prototyp byl proměřen r. 1915 prof. geodézie pražské techniky Fr. Novotným a jeho délka činí 591,40mm ± 0,08mm. Roku 1978 byl za účelem konzervace vyňat ze zdi a znovu proměřen. Bylo zjištěno, že je ryskami rozdělen na čtvrtiny. Byl vykován z jednoho kusu železa v podobě přímé tyče, zakončené ohnutými konci. Podle nového měření, které vedl v r. 1978 Ing. Fr. Rott jeho délka činí 590,48mm ± 0,07 mm.



Pražský loket
 Prototyp zazděný do zdiva na východní straně věže
 bývalé radnice Nového Města pražského

- předpokládá se, že loket pražský byl zaveden po celých Čechách teprve r. 1708 a nazýval se loktem českým. V 18. stol. byl zřízen poslední pražský loketní prototyp na hradčanské radnici (Loretánská č. 1 – zapuštěn do dubových barokních vrat). Ze všech prototypů se zachovaly pouze novoměstský a hradčanský. Užívání pražského lokte skončilo teprve vydáním císařského patentu 30. července **1764**, kterým se **pro všechny rakouské země s platností od 1.1.1765 zavedly míry dolnorakouské čili vídeňské.**

4.2.4 České zeměměřičtví do konce 16. století

- **hornictví a hutnictví** nabyly v této době (zejména po objevení bohatých stříbrných rud v Jáchymově r. 1516) nebývalého rozsahu. To zvýšilo význam některých věd – hlavně měřičtví důlního i povrchového, mechaniky a z části i chemie. Právě proto v Jáchymově vzniklo nejstarší evropské odborné a soustavně pojaté dílo o hornictví Agricolovo „De re metallica (1556).

- **Georgius Agricola** (vl. jm. Georg Bauer – obr. 4.6) německý přírodní badatel (*24.3.1494 Glachau, +21.11.1555 Saská Kamenice). Studoval filosofii, latinu, řečtinu, lékařství a jazyky. V té době medicína využívala k léčení alchymistických substancí (minerály) a tak se v r. 1527 odstěhoval do Jáchymova a zkoumal, zda lze nerosty využít k léčbě lidí. Nejprve se zaměřoval na nerosty, které již byly vytěženy. Později chtěl minerály vidět v jejich přírodním prostředí např. jak vypadá žíla, její uložení, průvodní horniny, nadloží, podloží. V Jáchymově působil 4 roky (tj. do r. 1531).



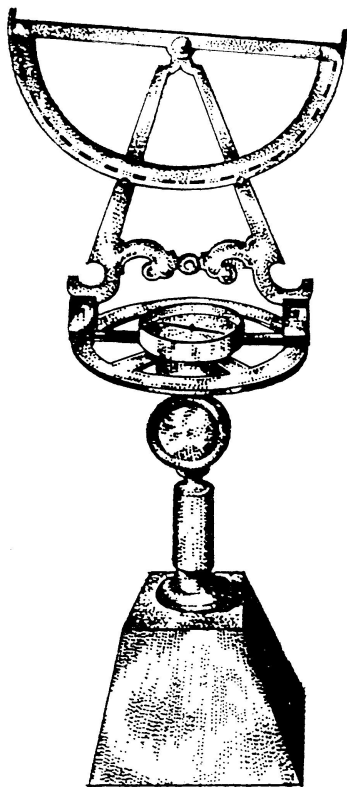
Georgius Agricola (Georg Bauer)
 (1494 – 1555)

- Zde napsal a r. 1530 v Basileji vydal knihu, kde uvádí proces získávání kovů od prospekce až po zhutnění „**Bermannus sive de re metallica**“.
 - R. 1546 vychází kniha, jež se zabývá působením vody, zemětřesením, sopečnou činností a vlivem atmosférických změn „**De ortu et causis subterraneorum libri V.**“.
 - V tomtéž roce vychází kniha „**De natura fossilium**“ o povaze kopaných hornin (zeminy, směsi, kameny, kovy, rudy)
 - ve stejném roce vychází ještě třetí kniha „**De veteribus et novis metallis**“, která popisuje vznik rudných ložisek a stanovení vlastností rud.
 - jeho **stěžejní celoživotní práci** se stalo **Kompendium „De re metallica libri XII“** (12 knih o hornictví a hutnictví). Bylo po 20 letech usilovné práce dokončeno již r. 1550 - pouze však velmi obsáhlá textová část. Zabýval se zde organizací těžby, otvirkou dolů, hloubením, důlními mechanismy, odvodňováním, větráním, úpravnictvím i dalšími provozními odbornostmi. Teprve r. 1553 se mu podařilo získat vhodného grafika, který nejen zobrazil uvedené stroje a postupy, ale také tomu dal takovou formu, z níž se daly zhotovit dřevoryty potřebné pro tisk. Kniha vyšla 4 měsíce po Agricolově smrti. Je zde zpracováno 273 dřevorytů, z nichž většinu provedl jáchymovský rodák Basilius Weffringer. Ilustrace značně přispěly k tomu, že se **dílo stalo po 200 let učebnicí montanistiky ve všech hornických oblastech na světě**. Dnes existuje v 11 jazycích a 33 vydáních.
 - Zemřel 21.11.1555 v Saské Kamenici. Je uložen v hrobu v zámecké kapli v Zeitzu.
- od 16. stol. můžeme sledovat vývoj českého zeměměřičtví po jeho organizační stránce těsně spojené s **institucí přísežných zemských měřičů**. Počátky této instituce spadají do dob Přemysla Otakara II v souvislosti se **založením desek zemských**. Úkolem přísežných zemských měřičů byly vklady do zemských desek. Z prvních 300 let existence zemských desek máme jen málo zpráv, neboť při velkém požáru Malé strany, Hradčan i Pražského hradu 2.července 1541 zemské desky shořely. Byly založeny **nové zemské desky**.
 - na základě vyměřování terénu pořizovali zemští měřiči **mapy**. Hlavními znaky tehdejších map bylo poměrně velké měřítko a provedení kresby způsobem napůl půdorysným, napůl nárysným s výraznými malířskými prostředky. Mapy bývaly někdy jednobarevné i kolorované. Podle potřeby byla k mapě vypracována podrobnější zpráva.
- **Vodní díla v Čechách**. Velkou měrou k rozvoji našeho zeměměřičtví přispělo zakládání a udržování rybníků – jako **nového druhu hospodaření**.
 - Největší z nich byl tzv. Velký rybník (dnešní **Máchovo jezero**), který byl vybudován v r. 1366 a měl 350 ha rozlohy.
 - první etapu výstavby jihočeské rybníční sítě zahájil Josef Štěpánek z Netolic vytvořením vodního náhonu sloužícího k napájení a vypouštění rybníků. Koryto náhonu je široké 8 m, hluboké průměrně 1 m a dlouhé 45,2 km. Bylo vybudováno v letech 1508-1518 a pojmenováno v 1. pol. 17. stol. **Zlatá stoka**.
 - představitelem druhé etapy výstavby se stal Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan, který byl v rožmberských službách. Jeho nejvýznamnějším dílem je **rybník Rožmberk** (1585-1590), největší svou plochou (721 ha) i výškou hráze 10 m. Krčín vybudoval v letech 1584-1587 odlehčovací náhon zvaný **Nová řeka** o délce 13,48 km a spádu 0,2-0,25‰, místy dokonce jen 0,15‰.
 - dalším vodním dílem u nás do té doby neobvyklým s ukázkou přesné technické práce se stala **Rudolfova štola** pod Letnou (1582-1593). R. 1581 rozhodl císař Rudolf II. o úpravách Královské obory (dnešní Stromovky). V rámci úprav byl vybudován rybník, který byl napájen vodou z Vltavy tunelem raženým hornickým způsobem pod Letnou, délky zhruba 1,1 km. Funkci důlního měřiče (maršejdníka) vykonával Jiří Oeder z Ústí, který r. 1582 vytýčil směr štoly. Bylo vytyčeno 5 svislých těžních šachet, jež pak sloužily k ražbě, jako větrací šachty a k dopravě. Byly hluboké 33-39 m a štola z nich byla ražena se spádem místy 1‰. Císař nechal ještě před dokončením r. 1593 nakreslit

mapu štoly doplněnou popisem postupu výstavby, vybavením a geologickými podmínkami. Mapa je na pergamenu šíře 198 mm, délky 2 420 mm. Na levém okraji je upevněn dřevěný váleček průměru 25 mm, na kterém je pergamen navinut. Kresba je kolorována. Nad zobrazením jsou 2 černobílé délkové stupnice - jedna je průběžná a stanoví celkovou délku díla, druhá udává vzdálenosti mezi šachtami podle kterých je kreslena hloubková stupnice. Měřítka délek i výšek je shodné a v celém zákresu lineární (1:547). Šachta I byla objevena v rámci průzkumu v září 1986. Přesnost prací svědčí o tehdejší vysoké úrovni našeho důlního měřictví

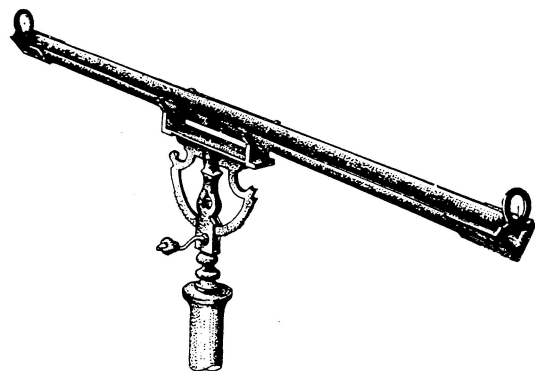
4.2.5 Jemná mechanika v době Rudolfa II. v Čechách

- r. 1583 po příjezdu Rudolfa II. začali do Prahy proudit diplomaté, vědci, umělci, zruční řemeslníci. Snaha po zdokonalování měřických pomůcek vedla ke vzniku jemné mechaniky. Zručnost tehdejších mechaniků dokladují složité sextanty, kvadranty, glóby a armirální sféry, které byly zvláště v rudolfínské době vyhledávanými přístroji (zejména po příchodu Tycha Brahe do Prahy r. 1599). První nejznámější mechanické dílny vznikly v Norimberku a Augsburgu, kde nakupoval přístroje i císař Rudolf II.



Habermelův teodolit
Bohatě zdobený model z pozlacené mědi vyrobený v pražské Habermelově dílně. Uprostřed limbu o průměru 11 cm je umístěna malá busola

- do trvalé císařské služby byl přijat jako mechanik **Erasmus Habermel** (zemřel 1606), jež do Prahy přišel r. 1593 z Norimberka. R. 1594 byl ustaven císařským astronomickým a geometrickým mechanikem. Jeho teodolit (obr. 4.7) a nivelační přístroj (obr. 4.8) dokumentují vyspělost zeměměřických metod v našich zemích. Charakteristickým znakem té doby je ozdobnost (měřických přístrojů i map).



Habermelův nivelační přístroj
Zlábek, který se plní vodou a měří 553 mm, se dorovnáva ozubeným segmentem. Poloha vodní hladiny se sleduje na stupnicích umístěných na obou čelních destičkách zlábků. Je zhotoven z pozlacené mědi.

- v našich zemích je pak doba spojená se jmény :
- **Tadeáš Hájek z Hájku** (1.10.1525-1.9.1600) . Pražský rodák, český lékař, přírodovědec, astronom, matematik a botanik. Vynikal vědeckou mnohostranností a písemným stykem s nejpřednějšími evropskými učiteli a astronomy (Tycho Brahe a Jan Kepler). Před r. 1563 měřil Prahu, práci nedokončil a nic se z ní nezachovalo. Snažil se také zpracovat novou mapu Čech, vypracoval její ukázkou, ale pro nedostatek financí nemohl práci dokončit. R. 1555 začal přednášet na pražské univerzitě měřictví.

- Tycho Brahe (14.12.1546 - 24.10.1601 Praha), dánský astronom. Studoval filozofii, medicínu, alchymii a právo. Stal se r. 1599 dvorním astronomem císaře Rudolfa II v Praze. Brahe hned v r. 1600 přikročil k prvnímu známému měření zeměpisné šířky v Praze. Mezi Brahovy přístroje náležel i zachovaný železný sextant s pozlaceným limbem o poloměru 132cm (tč. ve sbírkách NTM Praha), který sestrojil r. 1600 Erasmus Habermel . Je pohřben v Týnském chrámě.
- **Johannes Kepler** (1571-1630), německý astronom. Počátkem r. 1610 použil (současně s Galileiem) k astronomickému pozorování holandský dalekohled a už r. 1611 vynalezl svůj astronomický dalekohled s rovinou skutečného obrazu, který poskytoval zřetelnější a ostřejší obraz. Okulár je tvořen jednoduchou lupou. Také se teoreticky zabýval několika dalšími typy dalekohledů. Jeho výrok „že to co vidíme dvěma spojnými čočkami je větší, jasné, ale obrácené“ charakterizuje dalekohled dnes známý pod jménem Keplerův.
- Vědecký rozkvět rudolfinské doby zanikl s koncem vlády císaře Rudolfa II.

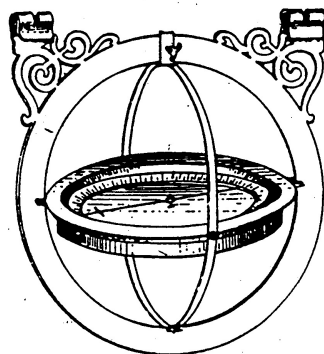
4.2.6 Nejstarší mapy území Čech, Moravy a Slezska

- teprve na počátku novověku byly vydány mapy zobrazující části našeho dnešního státu.
- Za **1. nejstarší samostatnou mapu Čech** se považuje mapa vytištěná 1518 Českobratrské tiskárně Mikuláše Klaudyána tzv. **Klaudyánova mapa** (tzv. 1. mapový obraz Čech). Celá mapa má rozměr 126x64 cm. Vlastní mapa však zabírá jen spodní třetinu (46x55 cm). Zbytek tvoří tzv. nekartografické prvky tzv. „výzdoba“ (kresby, texty). Texty jsou české, dnes smyslově nesrozumitelné. Obsahuje obraz krále a znaky zemí, ve kterých vládl, jména členů územních soudů, pět řad erbů se jmény jejich majitelů, kteří tvořili orgány tehdejší státní moci. Mapa obsahuje 280 sídel rozdělených podle vlastnictví vrchností a vyznání obyvatelstva. Vody, cesty, pohoří, lesy (znázorněné stromečkovými značkami). Mapový obraz vznikl pravděpodobně vytyčováním směrů a vzdáleností z Prahy. Nápadným znakem je její **opačná orientace** k jihu (jih nahoře, západ vpravo). Přibližné měřítko mapy je 1:535 000 (odzkoušeno). Této mapy se zachoval pravděpodobně pouze jeden otisk z r. 1518, který je uložen v archivu v Litoměřicích.
- **Druhá nejstarší mapa Čech** je od kantora **Jana Crigingera** (tzv. 2. mapový obraz Čech), vytištěná r. 1568. Je podrobnější než mapa Klaudyánova a je orientována k severu. Má měřítko asi 1:680 000. Znárodnuje i místa dolování nerostných bohatství.
- **Třetí nejstarší mapu Čech** vydal r. 1619 písař Starého města pražského **Pavel Aretin z Ehrenfeldu** (tzv. 3. mapový obraz Čech). Je to mapa království českého v měřítku přibližně 1:504 000. Je provedena v češtině i němčině – hovoříme proto o německé a české o větvi 3. mapového obrazu Čech. K mapě byl vydán registr obsahující 1157 měst, které bylo možno vyhledat pomocí souřadnic v českých mílích. Jsou zde poprvé vyznačené hranice Čech. Hory jsou vyjádřené pahorkovou metodou (vykresleny). Mapa je v měřítku asi 1:504 000.
- **První samostatnou mapu Moravy** vypracoval císařský matematik a lékař **Pavel Fabricius** r. 1569. Mapa je vytištěna v měřítku 1:288 000 a má rám a zeměpisnou síť. Horopisná i vodopisná část je velmi podrobná, hlavně pak povodí horní Moravy. Kresba terénu je provedena pahorkovou metodou, kresba lesů stromečkovým způsobem.
- **Dokonalejší druhou nejstarší mapou Moravy** je mapa **Jána Amose Komenského** z r. 1627. Terén je opět vyznačen pahorkovou metodou, lesy stromečkovou. Pro druhý pozemků použil Komenský značky a rozlišuje některé zemědělské plodiny (značka vinice se používá dodnes). Mapa je vyzdobena obrazy Olomouce, Polné, Brna a Znojma. Měřítko je asi 1:470 000. Komenského mapa byla vytištěna v Amsterdamu. Originál se nezachoval.

- **Nejstarší mapa území Slezska** je od vratislavského učitele **Martina Helwiga** z r. 1561. Mapa je orientována na jih. Působí velmi detailním dojmem, protože autor používal velké značky. Obrázky měst, klášterů a zámků jsou stylizované, nemají dokumentační hodnotu. Měřítko je asi 1:559 999 (někdy se udává 1:530 333).
- V 16. stol. se už začalo spolu s rozvojem rudného hornictví důsledně uplatňovat i důlní měřičství a zároveň tedy i **důlní kartografie**. Důkazem toho jsou **kutnohorské důlní mapy**, z nichž **nejstarší**, která má českou legendu, je patrně z r. 1535. Mapy byly orientovány podle světových stran. Nejdokonalejší z map Kutnohorského revíru je mapa zářezky Panské jámy.

5. Vznik moderní geodézie v období 1600-1750

- Rozvíjející se astronomie zdokonalovala i měření zeměpisných délek. S tím souvisela i definice nultého poledníku. Do té doby se tento poledník volil zcela libovolně. Ve Francii byl r. 1634 uzákoněn pro francouzské kartografy jako **nultý poledník** ten, který procházel západním okrajem ostrova Ferro v Kanárském souostroví.
- R. 1661 francouzský matematik a fyzik Melchisédec **Thévenot** (1620-1692) vynalezl **trubicovou libelu**. Byla naplněna lihem, chránil ji před zmrznutím. Proti dnešním libelám byla dosti nepřesná - používaly trubice bez pravidelného zakřivení
- Horní mistr v Altenbergu **Balthasar Rössler** sestrojil a r. 1636 popsal **závěsnou důlní busolu** - obr. 5.1



*Kreuzhängeneug
nach Rössler 1636.*

Důlní busola podle konstrukce Rösslera z r. 1636
Rössler zkonstruoval závěsné důlní busoly

- v čele vědeckého vývoje geodézie 17. stol. stál anglický astronom a matematik Isaac Newton (1642-1727) a holandský vědec Christian Huygens (1629-1695) – objevitel odstředivé síly. Oba zjistili na základě různých pozorování, že **Země je na pólech zploštělá**. Zemské zploštění (a-b):a, kde a je hlavní poloosa elipsy, b je vedlejší poloosa meridiánové elipsy, činí 1:230 (podle Newtona) a 1:572 (podle Huygense). Tyto teorie byly ověřeny stupňovým měřením v Peru (1736-1744), v Laponsku (1736-1737) a ve Francii. Měření potvrdila teorii podle níž má Země tvar zploštělého elipsoidu, tedy tělesa vznikajícího rotací elipsy kolem kratší osy. Bylo stanoveno, že zploštění $i = 1:310$ a delší poloosa $a = 6\,376$ km, kratší $b = 6\,356$ km.

5.1 České zeměměřičtví 17. a 18. století

5.1.1 Zeměměřičtví v díle J.A. Komenského

- **Jan Amos Komenský** se zeměměřičtím zabýval ve dvou větších statích
 - První z větších statí byla **Labyrint světa a ráj srdce** (r. 1623). Zde představuje zeměměřiče, které nalézá v sále, kde píše „čáry, kříže, kola, kvadráty a puňky (=body)“. Byly zde zmíněny i různé míry „jimiž každý ze zúčastněných jinak měřil“.
 - Ve druhé stati **Geometrie** - v encyklopedickém zpracování všech oborů lidské činnosti - definuje vědu o správném měření a dělí ji na geometrii teoretickou a praktickou neboli geodézii. Dále jsou zde uvedeny přístroje sloužící ke geodetickým měřením, přehled geometrických měř, kapitoly o měření délek, výšek a hloubek. Komenský velmi vysoce cenil význam geometrie i geodézie pro život.

5.1.2 První topografické mapy našich zemí

- Měřické mapovací práce byly v té době ojedinělé. Používaly se starší kartografické podklady, které se doplňovaly. Naše země byly z politicko-mocenského hlediska velmi důležité. Právě z tohoto důvodu došlo zde k prvním pokusům o rozsáhlejší topografické měření.
- Tento úkol byl dán vojenskému inženýrovi-kartografovi **Janovi Kryštofovi Müllerovi**. Müller spolupracoval při tvorbě map Uherska a získal možnost pracovat i na dalších mapách rakouských.
 - Zpracoval **mapu Moravy** 1:166 000 (1716), kterou vyryl Jan Kryštof Leidig v Brně. Při měření vycházel ze základní trojúhelníkové kostry. Terén byl zobrazen pahorkovou metodou. Vzájemnou polohu míst zaměřoval busolou a vzdálenost mezi nimi podle otáček kola zaznamenávaných přístrojem upevněným na cestovním povoze (cestovní dálkoměr).
 - Posléze začal pracovat na svém životním díle – 1. oficiální státní mapě Čech „**Mappa geographica Regni Bohemiae**“ (1720), kterou rozvrhl do 25 mapových listů. Mapu zpracovával od r. 1712 až do r. 1721, kdy zemřel. Měřítko mapy 1:132 000. Směry měřeny busolou, délky diatoriem připevněným k cestovnímu vozu. Rytiny map byly vyzdobeny českým malířem Václavem Vavřincem Reinerem. Mapy se staly podkladem pozdějšího tzv. 1. vojenského mapování. Zároveň byla zhotovena odvozená zmenšená jednodílná mapa království českého v měřítku 1:673 000 s plným zachováním jejího obsahu. Znázornění terénu pahorkovou manýrou bylo zdokonaleno přesnějším odstupňováním výšek.
- K provedení topografických prací ve Slezsku byl povolán vojenský inženýr **Jan Wolfgang Wieland**. Od r. 1722 postupně mapoval jednotlivá slezská knížectví a vytvořil tak **Mapy Slezska** (1:100 000) a slezských knížectví (1:150 000).

5.1.3 Majetkoprávní poměry v našich zemích – berní ruly

- První zmínky pocházejí z r. 1388 tzv. urbáře (údaje držebnostní, naturální, peněžní, osobní) vůči vrchnostem. Již od začátku 16. století se projevovaly snahy o přesnější soupis půdy pro spravedlivější rozpis daní.

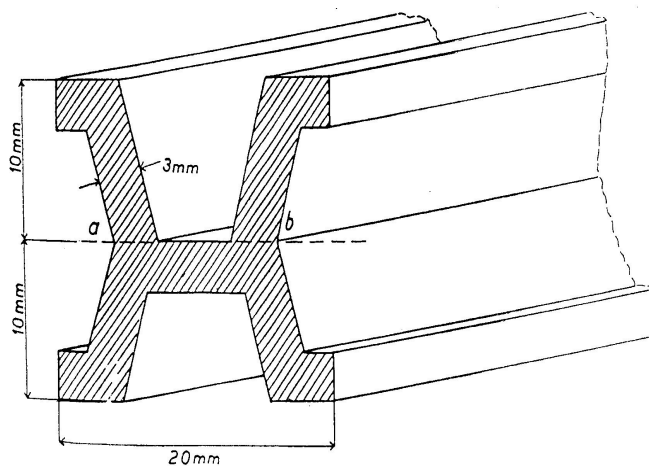
- **5.1.3.1 První berní rula** (první rustikální katastr) – 1654
 - data zjišťována v terénu podle skutečnosti
 - zaměření pozemků se neuskutečnilo - pouze soupis rustikální půdy
 - byly zde vedeny pozemky poddaných, měšťanů, svobodníků a mlynářů (tzv. rustikál)
 - uskutečněno bez účasti zeměměřičů
 - fiktivní jednotka pro počet obyvatel byla „osedlík“ (sčítal se hospodář, členové jeho rodiny a čeleď, 4 chalupníci a 8 domkařů, kteří měli domek a malou zahrádku)
 - údaje o plošné výměře byly uváděny jen pro ornou půdu.
 - **Na Moravě** v letech 1656-57 vznikaly obdobné soupisy - tzv. „lánové rejstříky“. Jejich základem byl tzv. berní lán (fiktivní jednotka analogická „osedlému“).
- **5.1.3.2 Druhá berní rula** (druhý rustikální katastr) -1684
 - částečná revize 1. berní ruly
 - půda rozdělena podle úrodnosti na dobrou, střední a neúrodnou
 - takto upravená první rula se uvádí jako rula druhá
- **5.1.3.3 Panské vyrovnání** (první český katastr dominikální půdy) - r. 1713
 - vytvořeno na podkladě majetkových příznání (fassí)
 - pro odlišení od rustikálního katastru byl nazýván „exaequatorium dominicale“ – panské vyrovnání
 - zdanění bylo výhodnější oproti zdanění poddanské půdy
 - pouze zde evidované pozemky mohly být zapsány do zemských desek
- **5.1.3.4 Třetí berní rula** - r. 1748 (první tereziánský rustikální katastr - součást reformy Marie Terezie).
 - ukázalo se, že ani údaje ve druhé berní rule nejsou zcela správné
 - r. 1711 rektifikační komise započaly s prací na 3. berní rule
 - měřiči vyhotovovali dílčí mapy metodou měřického stolu
 - každý zájemce mohl do katastru nahlédnout a do tří let podat námítky
 - Marie Terezie vydala příkaz vyhotovit obdobný katastr pro Moravu.
- **5.1.3.5 Čtvrtá berní rula** – r. 1757 (2. tereziánský rustikální katastr)
 - revizitace opět jenom rustikální části předchozího katastru
 - důkladný soupis dominikální půdy opět neproběhl
 - dominikální půda se podle příznání plně zdanila až v r. 1757, ale nižšími daněmi jako půda rustikální
 - vznikl tzv. **Tereziánský katastr**, který tvořil : 2. tereziánský rustikální katastr + panské vyrovnání.

6. Novověk 1750-1890

6.1 Nová metrická soustava a metrické konvence

- Po Velkém francouzském stupňovém měření byla 29.11.1800 zavedena úřední definice jednotky délkové míry – metr. Název jednotky byl odvozen z řeckého metron=míra. Jeden metr byl stanovený jako čtyřicetimiliontý díl Paříží procházejícího poledníku (desetimiliontá část zemského kvadrantu).
- R. 1806 byl zpracován vědecký základ **pro novou soustavu měř a vah**. Vyšel z prototypu délkové jednotky (metru) uloženého v Paříži. Prototyp byl zhotoven z platiniridia, měl tvar tyče 1 m dlouhé o průřezu 4x25,3 mm a byl uložen při teplotě 0°C. Pro násobky a menší části metru byla zvolena desetinná soustava s předponami kilo-, deci-, centi- mili-metr.

- Z metru byla odvozena objemová jednotka krychlový decimetr, kterou nazvali litr.
- Z této míry odvodili dále jednotku hmotnosti kilogram, odpovídající hmotnosti 1 dm^3 vody při teplotě $4\text{ }^\circ\text{C}$.
- Za jednotku času vybrali veličinu, která je zcela nezávislá na uvedených mírách. Zvolili sekundu jako 86 400 díl středního slunečního dne.
- Všechny tyto prototypy byly uloženy ve Státním archivu v Sévres u Paříže (odsud „archivní“ metr).
- Od 1.1.1840 se muselo ve Francii používat pouze měř a vah metrické soustavy.
- V první polovině 19. stol. pak zavedly i další evropské země jako zákonné délkové měřítko metr (Itálie 1803, Holandsko a Belgie 1821, Řecko 1836, Španělsko 1859).



Průřez etalonu délkové jednotky METR

- V r. 1872 se sešli zástupci 20 států, kteří se shodli na tom, že za zhmotnění jednotky délky bude pokládán archivní metr, bez ohledu na skutečný rozměr Země. Nové **etalony** pro zúčastněné státy měly být vyhotoveny ze slitiny platiny a iridia v poměru 9:1 a měly mít profil připomínající kombinaci písmen X a H (obr. 6.1). Profil kombinace písmen X a H zamezuje prohnutí měřítka. Etalony měly být delší než 1 m (102 cm) a délka 1 m na nich měla být vyznačena ryskami. Všechny musely mít stejné složení, tj. musely být vyrobeny z jediného ingotu pocházejícího z jedné tavby.

V r. 1874 bylo vytaveno 250 kg slitiny a vyhotoveno 30 tyčí stanoveného profilu.

- **V r. 1875 bylo tedy toto měřítko oficiálně přijato za základ měř v 18 státech světa** (Argentina, Belgie, Brazílie, Dánsko, Francie, Itálie, Německo, Norsko, Peru, Portugalsko, Rakousko-Uhersko, Rusko, USA, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Turecko, Venezuela). Rakousko k metrické konvenci přistoupilo až 20.5.1875. Státy, které zavedly metr, podepsaly tzv. Metrickou konvenci, již se zřizoval Mezinárodní úřad pro míry a váhy v Sévres u Paříže, který měl za úkol pečovat o uložení etalonu, zkontrolovat přesné prototypy pro smluvní státy atd. Za mezinárodní prototyp bylo prohlášeno měřítko č. 6, které nejlépe souhlasilo s archivním metrem (rozdíl pouze 0,03 mm). Ostatní měřítka byla rozdělena losem mezi členské státy Metrické konvence v r. **1889.** Byla schválena definice metru = **metr je vzdálenost koncových rysek na prototypu č. 6 uloženém (v Mezinárodním úřadu pro váhy a míry v Sévres) při teplotě 0°C , tlaku 1 atmosféry, v horizontální poloze a podepřeném ve dvou bodech nejmenšího průhybu.**
- Pozdější přesnější astronomicko-geodetická měření prokázala, že metr není přesně desetimiliontou částí zemského kvadrantu. Proto se začal metr od r. 1906 definovat pomocí fyzikálních veličin, které jsou považovány za konstantní, a to pomocí vlnové délky záření širšího se ve vakuu. **Metr se tedy definoval jako délka trasy proběhnutá ve vakuu světlem za dobu $1/299\,792\,458$ sekundy.**
- 24.11.1922 přistoupila **Česká republika** jako samostatný stát k metrické konvenci. R. 1924 byly do Prahy dovezeny dva normální invarové metry, vyrobené v Mezinárodním ústavu pro míry a váhy v Sévres u Paříže. Metr č. 346 (1 m - $1\mu\text{m}$ při 0°C) byl zvolen jako hlavní, metr č. 345 byl manipulační.

- V r. 1928 získala naše republika za 1/4 mil. Kč platinoiridiové měřítko č. 7 jako národní prototyp, který je uložen v Cejchovním a puncovním úřadu v Praze.

6.2 Vojská mapování zemí habsburské monarchie

6.2.1 První vojenské mapování habsburských zemí – josefské (1763-1772).

- základem Müllerova mapa Moravy z r. 1712 a Čech z r. 1720 1:28 800 a Wielandova mapa Slezska
- obsah se doplňoval obyčejným pozorováním
- délky se měřily krokováním nebo šňůrou
- reliéf znázorněn šrafováním
- výšky ještě nebyly měřeny
- vznikla osmibarevná mapa v měřítku 1:28 800, které vycházelo z podmínky, že 1 palec na mapě má představovat ve skutečnosti 400 sáhů = $400 \times 6 \times 12 = 28\,800$ palců
- mapový elaborát doplněn vojenským popisem území (šířka a hloubka vod. toků, stav silnic, vhodnost objektů pro obranu, ubytovací možnosti ...)
- mapa nebyla nikdy reprodukována - výsledky měření neměly potřebnou přesnost
- První vojenské mapování bylo ukončeno za vlády Josefa II. (odtud nese název josefské).

6.2.2 Druhé vojenské mapování habsburských zemí – Františkovo (1807-1869)

- využívalo výsledků předtím provedeného katastrálního mapování - bylo využito katastrální trigonometrické síť
- mapování se provádělo metodou měřického stolu a doplňovalo se odhadem nebo krokováním
- **pro polohopis** bylo použito zmenšeného katastrálního měřítka 1:28 800 a tato kresba poskytla dokonalý polohopisný podklad. Z něj byly odvozeny tzv. :
 - speciální mapy 1:144 000
 - generální mapy 1:288 000
- Souřadnice trigonometrických bodů byly vztaženy k jedinému souřadnicovému systému s počátkem ve věži chrámu sv. Štěpána ve Vídni.
- **výškové měření** bylo provedeno jen u trigonometrických bodů a u některých význačnějších bodů – nejčastěji vrcholů kopců.
- terénní tvary vyznačovány rovnoběžnými šrafami ve směru největšího spádu, vyjadřujícími svou hustotou strmost svahů.
- byly zmapovány Čechy (1842-52) a Morava se Slezskem (1836-40)
- mapování trvalo až do r. 1869 a zůstalo nedokončeno.
- **Výsledné dílo však nevyhovovalo**, a to proto, že:
 - Pro celé území mělo být použito Cassini-Soldnerovo zobrazení s hlavním poledníkem procházejícím věží kostela sv. Štěpána ve Vídni - nedodržením tohoto předpokladu nemohla být vytvořena jednotná mapa celé monarchie.
 - Rovněž se vyskytly chybné výškové údaje.
 - Doba do konečné tisku map byla příliš dlouhá, a proto již byly mapy zastaralé.
 - Originály mapových sekcí 1:28 800 se nerozmnožovaly a jsou uloženy v mapové sbírce rakouského státního archívu.

6.2.3 Třetí vojenské mapování habsburských zemí – (1875-1884)

- protože stále přetrvávají nedostatky na mapách i z 2. vojenského mapování přistoupilo Rakousko-Uhersko k 3. vojenskému mapování.
- podkladem byla trigonometrická síť (vyhotovená z katastrální triangulace) a mapy překreslené ze Stablního katastru. Měřítko 1:25 000.
- nadmořské výšky bodů určeny trigonometricky
- terén zobrazen vrstevnicemi v intervaliu 10-20 m, ale též šrafováním a kótováním.

- Mapy byly později (ve 30. letech 20. stol.) obnoveny vojenskou topografickou službou. Základem mapy byly tzv. **topografické sekce** (1:20 000 tj. originály map vyhotovených z měření). List se dělil na 4. části. Vertikální složka je zachycena kótami, vrstevnicemi, šrafami. Byly reprodukovány černě, reambulované mapy (znovu změřené) dvojbarevně (hnědé vrstevnice a černě).
 - odvozené z topograf. sekce **byly speciální mapy** 1:75 000 – reprodukovány dvoj i vícebarevně.
 - odvozené ze speciálních map byly **generální mapy** 1:200 000, reprodukovány čtyřbarevně.
 - Všechny mapy jsou nepřehledné, obsahově přeplněné, avšak dodnes používané, protože šrafy dobře vykreslují terén. Všechny mapy byly vyhotoveny Vídeňským zeměpisným ústavem a v r. **1919 při vzniku ČSR byly jejich originály i kopie našeho státního území předány** nově vzniklému Vojenskému zeměpisnému ústavu (VZÚ) v Praze.

6.3 Měření pro katastrální účely

6.3.1 Josefský pozemkový katastr - 1789.

- měření pro josefský katastr (jednotné zdanění dominikální i rustikální půdy) se uskutečnilo až za Josefa II. patentem ze dne 20.4.1785.
- představuje první měřickou instrukci pozemkového katastru v českém i německé jazyce
- nastiňuje postup práce a podává odborné názvosloví
- obsahuje i dvě obrazové přílohy a vzorové formuláře s ukázkou zápisu.
- menší pozemky měřili sedláci sami za pomoci řetězce nebo provazce (délky)
- práce inženýrů se omezovaly pouze na nepravidelné pozemky, lesy a kopcovitá území. Prováděly se především měřickým stolem
- zaměřovaly se jen plodné pozemky, které se dělily na 4 druhy – role, louky, vinice, lesy a určil se jejich hrubý výnos.
- hlavními částmi písemného operátu josefského katastru byly :
 - knihy fasí (vyhotovovaly se pro každou obec a zapisovaly se do nich pozemky s uvedením kultury, výměra, výnos a jméno držitele)
 - fasné hárky (obsahovaly všechny pozemky stejného majitele roztríděné podle kultur).

Práce byly dobře organizované a celá akce byla ukončena po 4 letech a **v r. 1789 nabyli platnosti.**

6.3.2 Tereziánsko-josefský pozemkový katastr - 1792

- na nátlak šlechty byla v r. 1790 berní soustava Josefova odvolána,
- byl obnoven robotní patent tereziánský z r. 1775
- výměry přejeté z josefského katastru, ale výhody ocenění byly z panského vyrovnán
- byl založený r. 1792 a platil až do platnosti nového stabilního katastru v r. 1860

6.3.3 Stabilní katastr - od r. 1860.

- habsburská monarchie se počala zabývat katastrem. Pozemková daň byla důležitým přínosem do státní pokladny
- bylo nutno založit **novou trigonometrickou síť**, protože vojenská síť, zakládaná pro měřítka vojenských map 1:28 800, nevyhovovala pro katastrální měřítka 1:2 880. První českou změřenou zemí byla Morava (1821-1826 – síť 1. řádu). Následovaly Čechy (1824-1825, 1827, 1836). Strany trojúhelníků české sítě měly průměrnou délku 40 km. Písemná zpráva o měření nás seznamuje s : používanými přístroji, měřickými metodami, triangulačními výpočty, topografickým popisem bodů, použitým výškovým systémem . a dokládá, že celá síť byla vyrovnána. Vodorovné úhly v síti 1. řádu se měřily až dvanáctinásobnou repeticí, zenitové vzdálenosti se měřily třikrát. Měření jednoho vrcholového úhlu trvalo zhruba 1-1,5 hod. Výpočty byly prováděny sedmimístnými

logaritmickými tabulkami. Síť byla vyrovnána v menších celcích (muselo by se řešit 120 normálních rovnic). Bod Gusterberg byl počátkem pro Čechy, věž sv. Štěpána ve Vídni pro Moravu a Slezsko. Výšky bodů byly určovány trigonometricky.

- popsaná katastrální trigonometrická síť tvořila základ podrobného **mapování pro účely stabilního katastru**. Stabilní katastr se tak nazýval proto, že jeho mapy a operáty se pokládaly za trvale platné. Mapování se provádělo měřickým stolem v měřítku 1:2880 a síť vyžadovala dostatečné zahuštění. Na každém mapovém listě musely být nejméně 3 trigonometrické body. Podrobné katastrální měření v Čechách probíhalo v letech 1826-1830, 1837-1843, na Moravě a ve Slezsku v letech 1824-1830 a 1833-1836). Součástí stabilního katastru byl i písemný operát. Písemný operát obsahuje :
 - parcelní protokol (soupis pozemkových a stavebních parcel s uvedenými druhy kultur, plošnou výměru, čistý peněžitý výnos)
 - rejstřík držitelů
- **Stabilní katastr lze počítat k předním geodetickým pracím 19. století**, a to jak svou příkladnou organizací, tak i pro jeho technické výsledky. Dodnes jsou tzv. pozemkové mapy pro své velké měřítko vyhledávány.

6.4 Stupňová měření

6.4.1 Besselův elipsoid

- Německý astronom a matematik **Friedrich Wilhelm Bessel** se věnoval výpočtu elipsoidu. Použil k tomu 10 poledníkových oblouků (stupňových měření provedených v Evropě, Indii a Americe) obsahujících 38 bodů se zaměřenou zeměpisnou šířkou. Sám se zúčastnil pruského stupňového měření v letech 1831-1838. Z nich vyšly r. 1841 následující hodnoty :
 - poloosy elipsy : $a = 6\,377\,397,16\text{ m}$
 $b = 6\,356\,078,96\text{ m}$
 - kvadrant : $Q = 10\,000\,855,46\text{ m}$
 - zploštění : $i = 1 - b/a = 1 : 299,1528$

6.4.2 Krasovského elipsoid

- ruský vědec **Feodosij Nikolajevič Krasovskij** zahájil r. 1937 na základě různých stupňových a tíhových měření výpočet parametrů nového elipsoidu. Výpočty byly dokončeny v r. 1940. Má parametry poloos elipsy : $a = 6\,378\,245\text{ m}$, $b = 6\,356\,863\text{ m}$. Byl používán pro vojenský systém S-42.
- pro naše území používán jako referenční těleso Besselův elipsoid pro civilní mapy a **elipsoid Krasovského** pro mapy vojenské.
- Besselův elipsoid se nejvíce přibližuje ke geoidu v oblasti střední Evropy, Krasovského elipsoid vystihuje tvar geoidu v rozsahu Evropy a Ukrajiny.

6.5 Nové měřické metody v 19. století

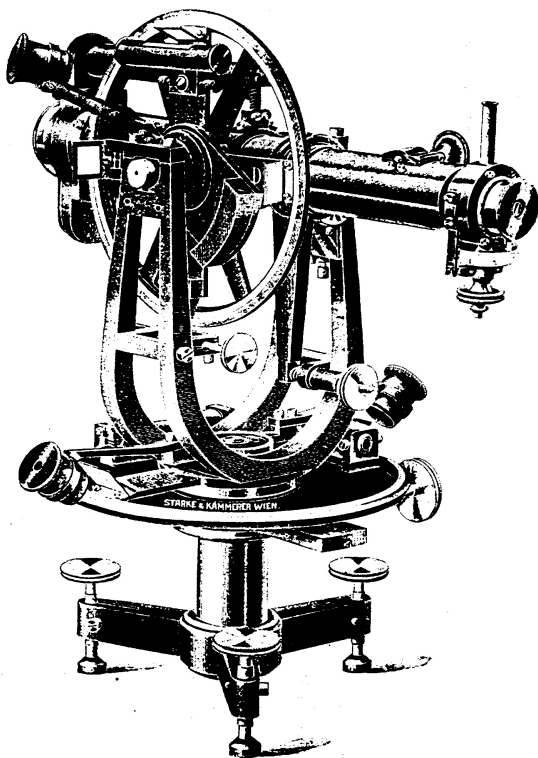
6.5.1 Fotogrammetrie

- Podstata tohoto postupu byla již známa před vynalezením fotografie.
- Tvůrcem fotogrammetrie se stal francouzský inženýr Charles Francois Beautemps-Beaupré (1766-1854), který zhotovil polohopisné mapy ostrovů ze dvou kreseb pořizených na koncových bodech základny metodou světlé komory. Použitou vyhodnocovací metodu nazval ikonometrií.
 - 9.5.1816 se Francouzi J. Niepcemu podařila **první reprodukce obrázku** na asfalt citlivý na světlo a vynalezl tak metodu leptaného tisku tzv. heliografii. Niepce získal pomocí kamery negativní snímky. Nedařilo se mu však až do r. 1826 obrázky ustálit. Teprve v tomto roce vyrobil **první zachovanou fotografii v historii**. Exponoval tehdy 8 hodin zinkovou desku, která byla pokryta vrstvou asfaltu, jenž byl citlivý na světlo. Smola na osvětlených místech zbělela a vytvrdla. Na neexponovaných plochách ji pak smyl terpentýnem.

- R. 1838 – Francouz L. J. M. **Daguerre** vytvořil fotografii na stříbrných deskách, kterou vyvinul s Niepcem. Jeho jediný přínos spočívá v objevení metody ustálení obrazu na desce (1837) – daguerotypie (byly vyrobeny **jednotlivé pozitivy**).
- Ve stejné době jako Daguerre experimentoval i anglický vědec a amatérský kreslíř Henry Fox **Talbot**. Talbotovi se podařilo ustálit obrázky solným roztokem či thirosanem sodným. Namísto jednorázových pozitivů **získal negativy**, ze kterých bylo možné kontaktním postupem při osvětlení slunečním světlem vyrobit libovolné množství obtahů. Snímky byly stranově správné a ne zrcadlově otočené jako u daguerotypie. Talbotypie vytlačila daguerotypii.
- Měřickou metodou, která byla používána po vynálezu fotografie v 19. stol., je tzv. **pozemní fotogrammetrie**. Práce spočívala ve zhotovení fotografií zájmového předmětu. S výhodou se této metody používalo ve strmých terénech. Na území Rakousko-Uherska bylo r. 1895 rozhodnuto, že bude tato metoda zavedena jako doplňková metoda při mapování horských oblastí.

6.5.2 Tachymetrie

- r. 1823 vznikla v Itálii myšlenka na novou měřickou metodu – rychloměřictví (tachymetrie) pro trasování drah.
- její vývoj ovlivnil Francouz Moinot, který použil dalekohledu, kde v rovině nitkového kříže napnul ve stejných vzdálenostech dvě nitě vodorovné (tj. teodolit doplnil nitkových dálkoměrem) – vznikl **tachymetr**.
- na tuto myšlenku navázal r. 1894 **Ernst Hermann Heinrich Hammer** (1858-1925), profesor geodézie ve Stuttgartu a rozšířil ji ještě o diagram pro určování převýšení, takže úplně odpadlo čtení svislého úhlu.
- R. 1899 se spojil s firmou Otto Fennel v Kasselu a vytvořil první autoredukční diagramový dálkoměr zvaný Hammer-Fennelův.



Redukční tachymetr Tichého
Konstrukčně zdokonalený patent Tichý-Starke
z r. 1878

- r. 1874 navrhl český inženýr **Antonín Tichý** (1843-1923) univerzální přístroj a r. 1876 logaritmickou lať pro optické měření délek.
- z let 1877-78 pochází Tichého myšlenka autoredukčního tachymetru (patent Tichý-Starke) – obr. 6.2. a r. 1881 vynalezl Tichý svůj další logaritmický tachymetr.
- všechny jeho patenty byly realizovány vídeňským mechanikem Gustavem Starke.
- Od r. 1865 byla tachymetrie používána v Čechách.

6.6 Stupňové měření na území Rakousko-Uherska (1862-1898)

6.6.1 Triangulace

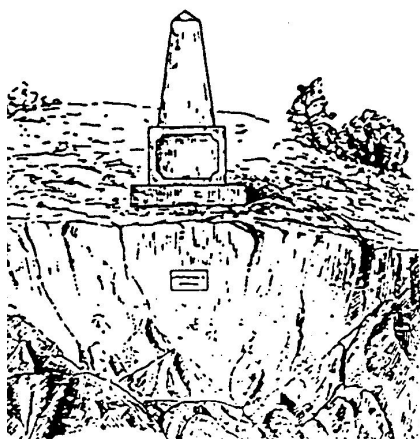
- Projekt sítě rakouského stupňového měření obsahoval 6 poledníkových oblouků a 3 rovnoběžkové.
- Z poledníkových byl nejdůležitější vídeňský řetězec. Směřoval od trigonometrického bodu Sněžka přes Vídeň, Zábřeh, Split a přes Jaderské moře do Itálie. Měření vídeňského řetězce bylo započato r. 1862 budováním sítě v severovýchodních Čechách.
- Triangulace v Čechách se prováděla od r. 1862 do r. 1873. Měření na Moravě skončilo r. 1883 a zaměření celé sítě na území celé rakouské monarchie trvalo plných 36 let do r. 1898.

6.6.2 Úhlová měření

- R. 1862 se už úhlové měření neprovádělo metodou repetiční, nýbrž jednoduchým úhlovým měřením na různých místech limbu. K měření vodorovných úhlů se používaly nové přístroje se šroubovými mikrometry a přesazovacími kruhy.
- Stabilizace bodů se prováděla kamenným hranolem délky 1m a průřezu 30x30cm. Hranol byl ukončen jehlanem a nápisem. Od r. 1896 se body stabilizovaly nízkým kamenem označeným písmeny MT (Militär.Triangulierung) a letopočtem.

6.6.3 Výšková měření

- V 18. stol. a začátkem 19. stol. se dávala přednost trigonometrickému a barometrickému měření výšek před nivelací. Teprve od r. 1864 byla měření prováděna i přesnou geometrickou nivelací, která byla připojena na nejbližší mořskou hladinu a při níž se založila řada pevných výškových bodů. Od r. 1867 byl požadavek zpřesněn tím, že byla požadována geometrická nivelace ze středu se stejně dlouhými záměry a s měřením v obou směrech. Pravděpodobná chyba měření neměla překročit 3mm/1 km.
- Nivelace v Rakousku-Uhersku byla zahájena r. 1873. Výchozím bodem byla výšková značka v budově finanční stráže v Terstu (Molo Sartorio). Zde během r. 1875 bylo provedeno 1 223 měření a byla určena výška nuly vodočtu nad střední hladinou Jaderského moře. Nadmořská výška výchozího bodu měla hodnotu 3,352.
- Během vlastní nivelace, prováděné v letech 1873 –1896, byly zřizovány tři druhy výškových značek : základní nivelační bod a nivelační body 1. a 2. řádu.



Roubíková značka pod
základním bodem Lišov

- **Základní nivelační body.** Na celém území Rakousko-Uherska jich vzniklo 7, aby později měření výšek nemuselo být zahajováno opět z Terstu. Na našem území tak vznikl základní nivelační bod u Lišova (obr. 6.3), jež byl zaměřen r. 1878. Nachází se západně od městečka Lišova při jižní straně silnice České Budějovice-Třeboň. Bod je chráněn třídílným žulovým pomníkem, jež byl postaven r. 1890 s datem 1889. Spodní část má rozměr 120x120x20 cm, střední část 80x80x60 cm a vrchní část je ve tvaru jehlanu o výšce 120 cm, takže celková výška pyramidy je 2m. Oba spodní díly mají ve svém středu otvor 30x30 cm, kterým lze po odsunutí vrchního jehlanu postavit Ni lať přímo na plošku základní nivelační značky 15x15 cm. Na střední části pomníčku je latinský nápis „Stále místo velmi pečlivého nivelačního

měření, které bylo uskutečněno v Rakousích a Uhrách s určováním délek poledníkových a rovnoběžkových stupňů, které se nazývá evropským. Zřízeno 1889“. V dutině střední

části je měděné pouzdro, do něhož se dávají různé archiválie. Je zde i kopie zakládací listiny bodu. Zaměření bodu je prováděno metodou zvlášť přesné nivelace (ZPN). Lať se staví 5krát (na všechny rohy a na střed) a spočítá se aritmetický průměr. Vlastní zajišťovací značku chrání na ni přiklopená sklenička (ochrana před zničením) a proti vlhkosti je zalita parafínem, který je nutno sloupnout a značku řádně očistit.

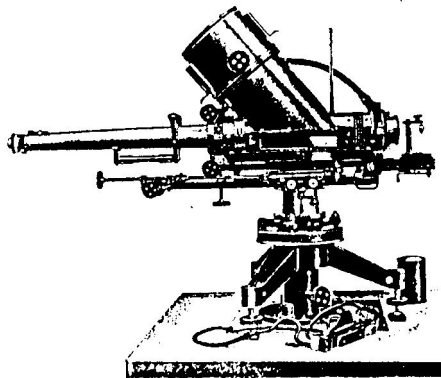
- **Nivelační body 1. řádu.** Byly umístěny 3-4 km od sebe a stabilizovány komolým mosazným kuželem délky 10cm s dutinou a zapuštěný do zdiva. Bod byl chráněn deskou.
- **Nivelační body 2. řádu.** Body se označovaly pouze barvou na kilometrových kamenech, opatřenou otvorem umístěným před dutinou kužele. mostech atd.

7. Období 1890 – dosud

Pokroky, které geodézie dosáhla v první polovině 20. století, se týkaly především rozvoji přístrojové techniky, a to v těchto oborech :

7.1 Astronomie

- R. 1900 byly vynalezeny téměř současně dva **přístroje k měření zeměpisné šířky a délky metodou stejných výšek**. Byl to jednak hranolový astroláb francouzské



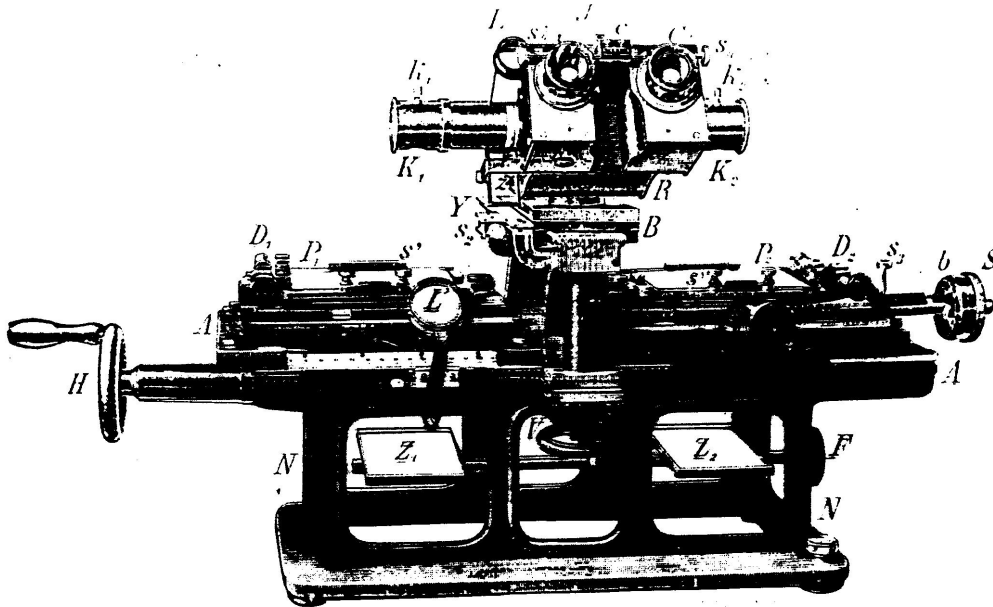
Model cirkumzenitálu z r. 1905.

konstrukce a přístroj, který vytvořil r. 1901 astronom **František Nušl** ve spolupráci s **Josefem Fričem** a který nazvali ho cirkumzenitál (obr. 6.4). Tento byl vypracován ve třech variantách (r. 1903, 1906 a 1922). Vývoj byl ukončen r. 1950.

- Velkým přínosem pro astronomickou metodu měření zeměpisných délek se stal **vynález bezdrátové telegrafie a pravidelné vysílání časových signálů**. Již v r. 1908 bylo užito bezdrátové telegrafie při určování rozdílu zeměpisných délek mezi Paříží a Aténami. Časové radiotelegrafické signály pak velice usnadnily a zpřesnily dosavadní telegrafické měření zeměpisných délek

7.2 Stereofotogrammetrie

- Je další vývojový stupeň fotogrammetrie (po pozemní a letecké). Zavedl ji Carl Pulfrich (1858-1927). Využil k vyhodnocování snímkových dvojic stereoskopické schopnosti lidského zraku (tj. ze dvou snímků téhož místa vytvořit prostorový obraz). R.1901 zkonstruoval přístroj zvaný **stereokomparátor** (obr. 6.5).
- Základ dalšímu fotogrammetrickému přístroji dal r. 1908 nadporučík Eduard **Orel**. Zkonstruoval přístroj – **stereoautograf**, který zobrazoval polohopis i výškopis.



Stereokomparátor fy Zeiss Jena

7.3 Rozvoj v oblasti přístrojové techniky

7.3.1 Přístroje pro měření délek a vzdáleností

Teprve na přelomu 19. a 20. století usnadnily práci geodetům optické dálkoměry a v druhé polovině 20. stol. elektronické dálkoměry.

- K největšímu rozvoji optických dálkoměrů došlo počátkem 20. stol. ve Švýcarsku (firma Kern v Aarau). Dosah uvedených dálkoměrů s ohledem na velikost přípustných chyb, činil pouhých 140 m.
- Pro zvětšení dosahu zavedla fa Zeiss v polovině 50. let dálkoměrný nástavec, jež měl dosah až 600 m. Optické dálkoměry tím dosáhly hranic svých možností.

Dalším řešením byl vznik elektronických dálkoměrů ve druhé polovině 20. stol., kdy již znalosti o elektromagnetickém vlnění byly na vysoké úrovni.

- Elektronické dálkoměry a tachymetry jsou přístroje používající *buď* **radiového vlnění** (dálkoměry radiové), *nebo* **světelného vlnění** (dálkoměry elektrooptické či světelné).

- Před I. svět. válkou používaly elektronické dálkoměry radiové vlny a teprve během II. svět. války se ve Švédsku začali zabývat pokusy spojenými s použitím rychlosti světla
- Tak r. 1947 mohl vzniknout první prototyp Bergstrandova elektronického dálkoměru, jehož zhotovila firma AGA v Lidingö. Sériová výroba geodimetru byla zahájena r. 1949. V šedesátých letech došlo ke zdokonalení geodimetru.
- Model 6 z r. 1965 byl opatřen ložiskovou vidlicí a dodával se s trojnožkou pro Kernovy, Wildovy i Zeissovy teodolity. Použití trojnožky umožnilo, že se geodimetr stal zaměnitelným za teodolit.
- Model 4D, vyrobený před r. 1967, byla jako první elektrooptický dálkoměrem opatřen laserem.

V polovině 60. let počala vznikat snaha o urychlení měřických prací v terénu. Práce se měla omezit na pouhé zacílení dalekohledem. Ostatní práce měly probíhat automaticky.

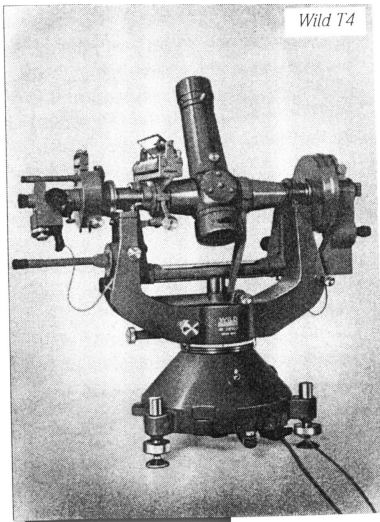
- Plné integrace úhломěrného a dálkoměrného přístroje se dosáhlo teprve v 60. letech, a to konstrukcí elektronického teodlitu. Během 70. a 80. let vzniklo pak několik systémů těchto přístrojů (geodimetr 700 fy AGA, přístroj Reg Elta fy Zeiss-Oberkochen, Tachymat TC1 fy Wild atd.).
- Samostatným vývojem prošel v 70. a 80. letech elektrooptický dálkoměr mekometr. Firma Kern pak vyrobila r. 1973 ve spolupráci s Angličany mekometr ME300. Je to dálkoměr určený k měření vzdáleností do 3 km a relativní chybou 1 mm/km, takže se jeho přesnost vyrovná přesnosti měření s invarovými dráty. R. 1986 byl firmou Kern vyvinut mekometr ME500.
- K určování vzdáleností, jejího průmětu do vodorovné roviny a k zjišťování výškového rozdílu stačí dálkoměrný elektronický nástavec s kývavým čidlem. První zkonstruovala počátkem 80. let fa AGA pod názvem geodimetr 116. Nástavec lze umístit na horní část kteréhokoliv teodlitu. R. 1985 vyrobila podobný přístroj fa Kern pod označením DM 104, později DM 150. Nástavec digitálně určuje šikmou a vodorovnou vzdálenost, převýšení a zenitový úhel. Dosah dálkoměru je 2000 m.
- R. 1986 vyrobila fa Wild dva dálkoměrné nástavce impulsního typu (podstatou je měření času, který potřebuje světelný impuls, aby urazil dráhu od přístroje k cíli a zpět),
 - nástavec Distomat Wild DI 3000 (dosah při střední viditelnosti 9 km, přesnost 5-10 mm)
 - Wild DIOR 3002 (dosah 250 m a přesnost 5-10 mm-záleží na jakosti odrazné plochy).

7.3.2 Přístroje pro měření výšek - nivelační přístroje.

V té době vynikal jako konstruktér Švýcar Heinrich Wild (1877-1951), který se stal r. 1908 vedoucím oddělení geodetických přístrojů, jež tehdy vzniklo u firmy Carl Zeiss v Jeně. Wild vyrobil u Zeisse 3 typy Ni-přístrojů vyznačujících se novými originálními konstrukčními myšlenkami (konstrukce vnitřní zaostřovací čočky, hranolový systém ke koincidenčnímu pozorování libely a ochranné typy stavěcích šroubů). Wildovy nivelační přístroje pak vyráběla firma Zeiss i Wildův vlastní závod založený r. 1921 v Heerbrugu ve Švýcarsku, od r. 1935 spolupracující s firmou Kern (dnes firmy spojeny pod názvem Leica). K poslednímu významnému zdokonalení Ni-přístrojů došlo zavedením nivelačního kompenzátoru r. 1950 - vznikly tak přístroje bez libely na dalekohledu. Počátkem 50. let byly tyto přístroje ještě zpřesněny tím, že byly doplněny optickým mikrometrem.

7.3.3 Přístroje pro měření úhlů.

Přesnost byla v mnoha případech už dosažena v 19. stol. (vteřinové teodolity se šroubovými mikroskopy.



- Wild zasáhl velmi úspěšně i do vývoje teodolitů. Návrh svého nového teodolitu připravoval již od r. 1905 a dokončil jej a dal do výroby až r. 1921 v Heerbrugu. Byl to vteřinový univerzální **teodolit** miniaturních rozměrů (výška 24 cm, váha 4,5 kg, dělené kruhy měly průměr 9,5 cm a 5 cm). Teodolit byl opatřen optickým dostředovačem. Wildova neumdlévající činnost se projevila novou konstrukcí tzv. dvojkruhových teodolitů. Úpravy se týkaly především úhlového čtení, kterému sloužily dvě soustředné úhlové stupnice (proto dvojkruhové). K teodolitům se začaly vyrábět i vlastní doplňky, nejčastěji formou nástavců na objektiv.
- Astronomické orientace s vysokou přesností bylo dosaženo využitím objevu, že rotující setrvačnick s vodorovnou osou rotace uložený v Cardanově závěsu umožňující otáčením kolem svislé osy,

přejde do kývavého pohybu v rovině poledníku. K použití této myšlenky pro geodetické účely došlo až v letech 1949-50, kdy byl realizován přístroj pro astronomickou orientaci zvaný **gyroteodolit** (z řec. gyros=kruh).

7.3.4 Fotogrammetrické přístroje.

Opět Wildem byl zkonstruován nový vyhodnocovací přístroj zvaný autograf. Současně se ve Wildových závodech pracovalo na nové konstrukci fototeodolitů i leteckých komor.

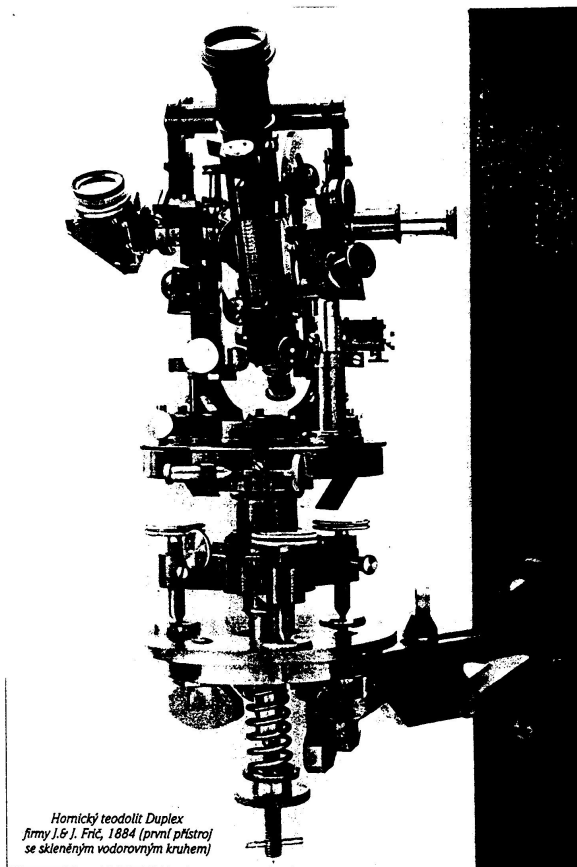
7.4 České jemnomechanické firmy

- V Čechách započal s výrobou měř. přístrojů v r. 1820 mechanik Polytechny Praha **František Spitra**. Firma produkovala věci po technické stránce srovnatelné s produkcí evropskou. Vyráběla měřické a později fyzikální přístroje po celé 19. stol, kdy ji pak vedli syn Václav Michal a vnuk Otakar. Existovala až do konce 19. století.
 - Od r. 1840 v Praze podnikala také dílna **Mathiase Richarda Brandeise (Brandeyse)** (1818-1868). Dílna byla známá výrobou analytických vah, rýsovadel a nivelačních přístrojů. V r. 1871 ji převzala firma Haase a Wilhelm.

7.4.1 Firma Josef a Jan Frič Praha

V r. 1883 založili **nejstarší a nejznámější českou jemnomechanickou firmu** bratři **Josef** (1861-1945) a **Jan** (1863-1897) **Fričové**.

Mladší bratr Jan se věnoval jemné mechanice. Byl geniálním konstruktérem, na jehož nápadech byla založena většina originálních konstrukcí firmy. Zemřel ve stáří necelých 34 let.



*Hornický teodolit Duplex
firmy J. & J. Frič, 1884 (první přístroj
se skleněným vodorovným kruhem)*

- Starší bratr Josef Frič byl úspěšný paleontolog a astronom. Po smrti mladšího bratra se staral o chod celého závodu. Podnik bratří Fričů zanikl po znárodnění počátkem 50. let, kdy byl v rámci n.p. Metra převeden na jinou výrobu.
- Sortiment měla firma široký : triangulační teodolity (náš nejpřesnější teodolit té doby dvousekundový Frič 6R), tachymetry (malý 30" tachymetr Frič 13 a minutový tachymetr Frič 9RN), buzolní teodolity, sklonoměry a důlní busoly, dvojobrazové dálkoměry, nivelační přístroje, nitkové planimetry atd. Firma vyráběla přístroje nejen pro geodézii, ale i pro fyziku, astronomii, hornictví i cukrovarnictví.
- K výrazným úspěchům patřila v r. 1903 konstrukce cirkumzenitálu (přístroje pro určování zeměpisných souřadnic metodou stejných výšek) podle návrhu astronoma prof. F. Nušla .

Novým typem důlně měřického přístroje byl hornický teodolit **Duplex** (obr. 6.7) - buzolní stroj z r. 1884 s nově řešenou odčítací soustavou, u něhož bylo poprvé na světě použito skleněného limbu (děleného kruhu) – obr. Tento světový primát je v odborných kruzích velmi málo známý. Teodolit Duplex je repetiční minutový teodolit s 2 dalekohledy a s mikroskopy pro odčítání na skleněném vodorovném kruhu. Horizontální kruh měl průměr 130 mm a byl vyroben z 8 mm silného zrcadlového skla. U okraje horní plochy byl dělen po 1°. Rytina ve skle byla vyplněna grafitovým práškem. Zakrytý kruh byl zesponu prosvětlován kovovými zrcátky okénky z matného skla. Vertikální kruh je kovový a odčítá se na vernierech. Na krytu alhidády jsou dvě křížové alhidádové libely. Horizontální osa je dutá a nese 2 dalekohledy, podle kterých dostal teodolit název. Normální dalekohled je ve středu horizontální osy a je určený pro běžné záměry. Druhý dalekohled excentricky umístěný je pro strmé a svislé záměry, a proto má lomenou optickou osu a objektiv na jednom konci a okulár na druhém konci horizontální osy. Dutá horizontální osa vlastně plní funkci tubusu. Přístroj byl vyroben v malé sérii 10-15 ks.

- Dalším významným přístrojem byl **důlní kompas** kasselského typu (tj. se 2 točnými osami zavěšení kompasové krabice) z r. 1886. Zde je chráněn patentem slídový třecí kotouč sloužící k rychlému ustálení a utlumení kmitů magnetky.

7.4.2 Firma Srb a Štys Praha

Druhou nejznámější mechanickou dílnou v Čechách byla firma **Srb a Štys**. Závod založili v r. 1919 Jaroslav **Srb** (1892-1967) a Josef **Štys** (1889-1950). Z podniku bratří Fričů získala řadu výborných mechaniků. Firma se dobře rozvíjela díky moderním metodám



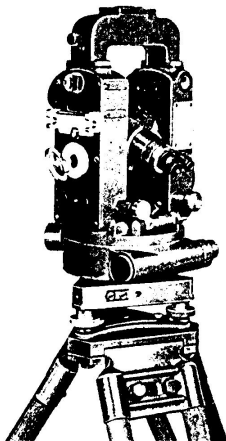
organizace práce i vojenským zakázkám. Měla velmi dobrý zvuk nejen v Evropě, ale i v jiných zemích po celém světě. Po II. světové válce (1945) byla firma znárodněna a z geodetického oddělení vznikl **n.p. Meopta Košíře**. Politické poměry 70. let zapříčinily postupnou likvidaci i tohoto národního podniku. Meopta byla nakonec v r. 1963 naráz direktivně zrušena.

- Od r. 1923 byl firmou Srb a Štys vyráběn úplný sortiment geodetických přístrojů a pomůcek : vteřinové teodolity (ThN25x se šroubovými mikroskopy – obr. 6.8)), technické teodolity (velmi rozšířený 20" verniérový teodolit TN25), školní teodolity (ThŠ), nivelační přístroje (přístroj pro technickou nivelaci NN25), tachymetry, dvojobrazové dálkoměry, kompas, planimetry, pantografy, logaritmická pravítka, rýsovadla atd. Číslo ve značce udávalo přímo zvětšení dalekohledu. Přístroje měly charakteristický tvar, který pak převzala Meopta.

7.4.3 Meopta Praha-Košíře

Podnik vznikl ze znárodněné firmy Srb a Štys Praha (po II. světové válce) a zcela přejal její výrobní program vč. zajištěného trhu.

- Velmi zdařilým výrobkem byl moderní teodolit se skleněným kruhem vyráběný pod označením Meopta T1^c.
- v r. 1961 vznikla nová řada teodolitů různé přesnosti a typu s označením MT0, MT10, MT11, MT20 a MT30, ale přístroje nebyly již uvedeny do praxe.
- posledním vyráběným přístrojem podniku byl přístroj pro technickou nivelaci s automatickou horizontací MNK20.
- v r. 1963 byla výroba geodetických přístrojů direktivně zrušena.



Theodolit T 1^c

7.5 Mapování po r. 1918

7.5.1 Katastrální mapování

- Katastrální mapy spolu s pozemkovou knihou patří mezi tzv. veřejné knihy.
- Tento soubor představuje úplnou evidenci nemovitostí (výměra, bonita, majitel, sídlo, hypotéky a závazky, způsob užívání).
- R. 1918 převzala ČR dokonalý katastr Čech, Moravy a Slezska.
- Nejhorší situace byla na územích dříve spadajících pod Uherskou vládu.
- Rozhodujícím mezníkem se stal katastrální zákon 177/1927 Sb., kterým bylo zavedeno Křovákovo zobrazení.
- Od r. 1931 byly katastrální mapy reprodukovány reflexním fotozpůsobem a tištěny ofsetem dvoubarevně.

7.5.2 Fotografické mapování

- Čs. Vojenský zeměpisný ústav převzal v r. 1919 originály a negativy map pocházejících většinou z 3. vojenského mapování (1872-1883).
- Nedostatkem byly nejednotné základy, různá přesnost polohopisu, výškopis vyjádřený šrafováními, cizojazyčný popis
- R. 1920-1934 byly reambulovány mapy zejména v oblasti jižní části státu, Prahy, Brna.
- V r. 1932 přejala vojenská správa Křovákovo zobrazení.
- Od r. 1950 se většinou mapuje fotogrammetrickými nebo kombinovanými metodami s vysokou přesností.

7.6 Mapy po r. 1918

7.6.1 Dělení map podle měřítek

Mapy se dělí podle měřítka na 3 skupiny, z nichž každá má jiné využití:

- mapy velkých měřítek (1:200-1:5000) . tj. mapy katastrální a plány pro projekční činnost a dokumentaci staveb.
- mapy středních měřítek (1:10 000-1:200 000) tj. mapy topografické (vojenské) a tematické (turistické, geologické atd.)
- mapy malého měřítka – mapy velkých územních celků i tematicky založené mapy.

7.6.2 Tematické mapy

Vznikly z potřeby poskytnout dostatek informací o novém státním uspořádání. VZÚ vydal:

- r. 1920 mapu politického rozdělení Slovenska a Podkarpatské Rusi,
 - r. 1921 první školní mapu ČSR 1:400 000 Horáka a Macháta
 - r. 1928 Mezinárodní mapu světa 1:1 000 000.
 - r. 1924 výškopisný plán Prahy (84 dvoubarevných listů) 1:5 000
 - r. 1927 mapu střední Evropy 1:500 000
- Vrcholem grafické tvorby 1. republiky bylo vydání **Atlasu republiky československé** s textovou částí, která obsahovala oddíly věnované dějinám, zemědělství, průmyslu, dopravě, demografii ... Atlas byl vydán Českou akademií věd a umění 1930-1935 v 18 sešitech a má 55 listů. Na mezinárodní výstavě v Paříži r. 1937 získal Velkou cenu.

7.6.3 Vojenské mapy

V letech 1952-1958 bylo započato s novým vojenským mapováním Československé republiky.

- Vznikla nová topografická mapa 1:25 000 (jako mapa původní) + soustava odborných map menšího měřítka (1:50 000, 100 000, 200 000, 500 000).
- Zobrazovací systém Gaussovo stejnoúhlé válcové zobrazení v příčné poloze.
- Krasovského elipsoid zobrazován 6° pásy.

U vojenských topografických map rozeznáváme souřadnicové systémy :

- **Souřadnicový systém 1952**
 - Vlastní mapování bylo zahájeno už v r.1952, dokončeno r. 1958.
 - Astronomicko-geodetická síť navázala na okolní socialist. státy a byla společně vyrovnána.
 - Byl vytvořen „prozatímní souřad. systém 1952“.
 - Základní trigonometrická síť (cca 40 bodů) navázala na sovětskou síť v Gauss-Krügerově zobrazení.
 - Ostatní body v Křovákově kuželovém zobrazení byly matematickou transformací převedeny do S-1952 (zákl. mapa 1:25 000, odvozené 1:50 000, 100 000, 200 000).
- **Souřadnicový systém 1942**
 - Základní trigonometrická síť SSSR byla propočtena v Gauss-Krügerově zobrazení na Krasovského elipsoidu (zákl. bod Pulkovo).
 - Na tuto síť navázala naše nová trigonom. síť.
 - Tento souřadnicový systém v ČSSR dostal nejprve název „Systém 1952 po vyrovnání“ (myšleno s ostatními státy).
 - Později byl pozměněn na S-1942 (podle sovětského značení).
 - Základní mapa 1:10 000 vznikla v letech 1960-1970 na podkladě topografického mapování.
 - Do vojenských map byla zařazena až r. 1969.
 - Výškový systém baltský -0,46 m.
 - Mapa 1:25 000 – aktualizována (doplněna). Taktéž mapa 1:50 000, 100 000.
 - Mapa 1:200 000 byla po r. 1966 odvozena z mapy 1:100 000. S-1942, baltský.

7.6.4 Mapy pro služební potřebu

Jsou tak označovány mapy pořizené civilní měřickou službou, určené pro služební potřebu, velkého a středního měřítka.

7.6.4.1 Mapy velkých měřítek (1:200, 1:500, 1:1 000, 1:5 000)

- Katastrální mapy – polohopis, zobrazení parcel.
 - Nemají výškopis.
 - Jednobarevné. M 1:2 880.
 - Zobrazené území příslušného katastrálního celku.
 - Vyhotoveny na podkladě katastrální triangulace 1807-1860.
 - Po zavedení metrické soustavy r. 1898 konstruovány v M 1:2 500.
 - Nové (jednotné) katastrální mapy po r. 1927 v M 1:2 000, 1:1 000.
- Státní mapa 1:5 000 – hospodářská (po r. 1952 pro projekční práce)
 - Vyhotovovala se v důležitých hospodářských střediscích a místech pro výstavbu.
 - Polohopis i výškopis.
 - Vyhotovena v Křovákově zobrazení.
- Státní mapa 1:5 000 – odvozená (SMO-5).
 - Mapové provizorium.
 - Byla vydána, protože postup prací Státní mapy 1:5 000 (viz výše) nestíhal a bylo třeba zmapovat celé území.
 - Obsah je odvozený.
 - Polohopis z katastrálních map (generalizován, vypuštěna parcelní čísla).
 - Výškopis z topografických map 1:25 000 třetího vojenského mapování.
 - Mapa je méně přesná, ale vyhovující.
 - R. 1971 bylo opakované vydání.
 - Použití přesnějších podkladů, systém JTSK a Bpv.

- Má polohopis, výškopis i popisnou složku.
- Jako zobrazovacího systému bylo použito kuželového zobrazení na Besselově elipsoidu (S-JTSK).
- Mapové dílo pokrývá území celé naší republiky, avšak musíme ho pokládat za provizorní.
- R. 1962 se začala vyhotovovat tzv. Technickohospodářská mapa 1:1 000 (THM), jež měla sloužit jako podklad pro projektování a plánování v nejexponovanějších oblastech naší republiky (hospodářsky významných oblastech).
 - Odvozené mapy se prováděly v měřítkách 1:200, 1:250, 1:500, 1:1000, 1:2 000 a 1:5 000 v polohopisném systému JTSK a výškopisném systému Bpv s použitím Besselova elipsoidu.

Úlohu těchto map převzaly na konci šedesátých let tzv. **mapy velkých měřítek**.

- Mapy byly po r. 1970 vyhotovovány v S-JTSK a Bpv (jak velkého, tak i středního měřítko).
- Současné mapy velkého měřítko se vyskytují v měřítkové řadě 1:5 000, 2 000, 1 000, 500, 250, 200 a podle obsahu se člení :
 - základní mapu ČSSR velkého měřítko (2 verze)
 - tematické mapy
- Základní mapa ČSSR velkého měřítko – pořizuje se od r. 1981 pro evidenci nemovitostí.
 - Obsahuje polohopis a popis.
 - Ve druhé verzi i výškopis.
- Tematické mapy. Podkladem je Základní mapa ČSSR velkého měřítko.
 - Do ní se zaznamenávají další údaje (železniční mapa, technická mapa města, závodu atd.)

7.6.4.2 Mapy středních měřítek (1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000)

- Naším prvním celostátním mapovým dílem se stala Topografická mapa generálního štábu Čs. armády (GŠ ČSA).
 - Mapování proběhlo v letech 1952-1958. Referenční plochou je Krasovského elipsoid, Gaussovo zobrazení v šestistupňových poledníkových pásech a výšky byly vztaženy k Baltskému moři.
 - Mapování bylo z velké části prováděno metodou letecké fotogrammetrie v měřítku 1:25 000.
 - Mapy ostatních měřítek byly získány kartografickým odvozením.
 - Rozličným dělením Mezinárodní mapy světa 1:1 000 000 vznikly mapy 1:500 000, 1:200 000 a 1:1 000 000.
 - Z poslední uvedené mapy postupným čtvrcením vznikly mapy 1:50 000, 1:25000 (interval vrstevnic 5 m) a 1:10 000 (interval vrstevnic 2 m).
 - Tisk je sedmibarevný. *Mapa byla určena výhradně pro vojenské účely.*
- Pro vnitřní potřebu státních orgánů je určena tzv. Základní mapa ČSSR (r. 1966) – vlastně soubor map.
 - Je to mapa odvozená z mapy topografické GŠ ČSA.
 - Měřítková řada v rozsahu 1:200 000 až 1:10 000 je stejná jako u topografické mapy.
 - Klad listů vychází ze základního měřítko 1:200 000, mapové rámce v podobě shodných lichoběžníků o výšce 38 cm jsou vytvořeny umělou rovinnou konstrukcí v zobrazovací rovině.
 - Souřadnicová síť se však do mapy nezakresluje.
 - Výšky udávané v Bpv se vyjadřují v celých metrech.
 - Mapa je pětibarevná.

- Obsahuje polohopis, výškopis i popisnou část. S-JTSK, Bpv.
- Z této mapy jsou odvozovány např. mapy okresů, krajů atd.
- Z tematických map je to např. Základní geologická mapa 1:25 000, Silniční mapa 1:50 000.
- Byly určeny pro potřebu socialistických organizací a státních orgánů (tzv. nomenklaturní mapy)

7.6.4.3 Mapy malých měřítek (měřítko menší než 1:200 000)

- Jsou jimi zobrazovány větší územní celky např. státy.
- Jsou vhodná pro atlasy a přehledné mapy kontinentů.

7.6.4.4 Mapy pro veřejnost

- Soustava školních kartografických pomůcek (atlasy, glóby, nástěnné a plastické mapy).
- Z řady atlasů je možno uvést : Atlas podnebí ČSR (1958), Vojenský zeměpisný atlas (1975), Atlas ČSSR (1966).
- Dále je to např. Soubor turistických map 1:100 000, plány měst 1:15 000, automapy 1: 200 000 atd.

8. Kosmická geodézie

Kosmická geodézie řeší na základě geometrických úvah úkoly týkající se :

- tvaru a velikosti Země,
- polohy stanoviště v celosvětové prostorové souřadnicové soustavě,
- určuje průběh základních hladinových ploch (geoidu, elipsoidu).

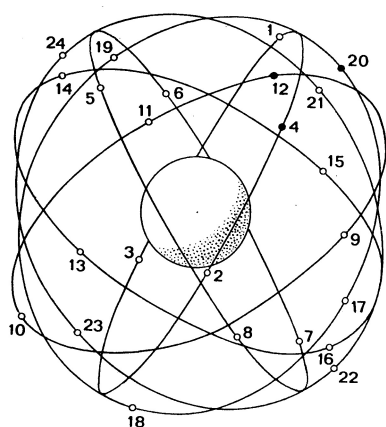
8.1 Umělé družice Země

- Družicovou éru zahájila sovětská družice Sputnik I vypuštěná 4.10.1957.
- K speciálním družicím k řešení geodetických úkolů patří jak družice tzv. pasivní (zářící odraženým slunečním světlem), tak i družice aktivní, vybavené nejen zábleskovým zařízením (obvykle 5-7 záblesků po 2-4 sekundách), ale i opatřené speciálními měřicími přístroji jako jsou přijímací a vysílací zařízení, chronometr, výškoměr a mnohdy i laserové odražeče.
- První geodetickou umělou družicí Země byla ANNA I B (USA) vypuštěná v r. 1962 organizací NASA.

8.2 Celosvětové družicové systémy

- Od r. 1958 byl v USA vyvíjen námořní navigační systém NNSS.
 - Poprvé byl realizován r. 1964 pod názvem **TRANSIT DOPPLER** (první družice vyslané na oběžnou dráhu v prosinci 1963).
 - Systém se stal r. 1967 použitelným pro civilní potřebu a r. 1981 byl vybaven 6 družicemi na zemském orbitu a 12 dalšími náhradními.
 - Družice o hmotnosti 61 kg obíhají Zemi v polárních kruhových drahách ve výšce přibližně 1000 km s oběžnou dobou 107 min.
 - Poloha bodu se vyhodnocuje v geografických souřadnicích, nebo po nastavení transformace v jakémkoliv místním systému.

- R. 1973 se začal v USA budovat nový navigační systém **NAVSTAR-GPS** (Navigation System Eith Time and Renging – Global Positioning Systém- v češtině globální polohový systém), který měl být dokončen r. 1990, ale jehož zahájení v novém uspořádání bylo uskutečněno až r. 1993.



Projekt systému GPS

- Je to systém družic vysílajících neustále radiové signály a systém pozemních přijímacích a kontrolních stanic.
- Slouží k určování polohy, rychlosti a času pevných i pohyblivých objektů.

Celý systém je možno **rozdělit do 3 podsystémů** :

- **Kosmický segment** - skládá se z 24 družic (k zabezpečení provozu stačí 18).
 - Z původního záměru byl zachován systém 6 oběžných rovin, sdružených do 3 svazků.
 - Osy těchto svazků leží v rovině rovníku a svírají mezi sebou úhly 120° .
 - Roviny každého svazku svírají s rovinou rovníku úhel 55° .
 - Z původního projektu zůstal zachován i poloměr oběžné dráhy (daný výškou družice 20 200 km nad povrchem, jemuž odpovídá rychlost 3 km/s).
 - Oběžná doba družice činí v tomto případě 11hod. 58min.
 - Změnil se pouze počet obíhajících družic v šesti oběžných rovinách z 18 na 24 (obr. 8.1). V každé sudé oběžné rovině obíhají 4 aktivní družice, v každé liché oběžné rovině obíhají 3 aktivní družice v rozestupu 120° a jedna rezervní mimo provoz. V tomto uspořádání bude možno v kterémkoliv místě zemského povrchu pozorovat současně alespoň 4 družice.
 - Družice jsou vybaveny vysílačem, atomovými hodinami a jinými pomocnými přístroji.
 - Každá družice vysílá signál na dvou nosných frekvencích se zakódovanými údaji.
 - Po přijetí signálu pozemním přijímačem je možno určit vzdálenost mezi přijímačem a jednotlivými družicemi.
 - Poloha bodů se vyhodnocuje v třírozměrném geocentrickém pravoúhlém systému, který může být libovolně transformován.
- **Řídicí segment** – se skládá z pěti pozemních monitorovacích stanic, z nichž stanice v Colorado Springs je hlavní řídicí stanice.
 - Poloha těchto stanic byla určena na základě předchozích astronomicko-geodetických měření s vysokou přesností.
 - Hlavní řídicí stanice shromažďuje data z monitorovacích stanic a zpracovává je za účelem určení efemerid (=souřadnice předpovídaných oběžných drah jednotlivých družic), určení korekcí hodin na družicích atd.
 - Pozemní stanice jednou denně vysílají ústředně zpracované informace o celém systému ke družicím, od nich pak jdou zpět na pozemní stanice jednotlivých uživatelů.

- **Uživatelský segment** - tvoří nesčetné přijímače GPS jednotlivých uživatelů.
 - Aby mohl systém fungovat, je zapotřebí, aby v okamžiku měření byly dostupné nejméně 4 družice a jejich signál byl bez rušivých vlivů.
 - Od r. 1993 je tento systém odtajněn a dán k dispozici širokému okruhu civilních uživatelů.

8.3 Družicová geodézie a tvar zemského tělesa

- Na základě výsledků z družicové geodézie se zpřesňovaly hodnoty parametrů zemského referenčního elipsoidu.
- Historickým mezníkem ve vývoji názorů se stalo usnesení XVII. valného shromáždění MUGG z r. 1979 v Canberra.
- Podle této rezoluce byl jako referenční elipsoid přijat rotační elipsoid s rovníkovým poloměrem
 - hlavní poloosa rovníkové elipsy Země $a = 6\,378\,137$ m
 - vedlejší poloosa rovníkové elipsy $b = 6\,378\,066$ m,
 - poloosa ve směru zemské osy $c = 6\,356\,752$ m
 - a zploštěním 1:298,257

Ve vývoji celosvětového polohového systému rozeznáváme tři fáze :

- fáze zkoušek (1974 – 1979)
- intenzivní rozvoj techniky (1979 – 1985)
- dobudování systému pro celosvětové použití (1985 – 1992).