

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Katedra: Krajinového managementu
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vývoj geodetických přístrojů pro agrární operace
a pozemkové úpravy

Vedoucí práce:
doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.

Autor:
Lenka Lukšíková

2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka LUKŠÍKOVÁ**
Osobní číslo: **Z10228**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Vývoj geodetických přístrojů pro agrární operace a pozemkové úpravy**

Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je na podkladě studia dostupných literárních pramenů přehled konstrukcí a vývoje měřických přístrojů a pomůcek, používaných pro agrární operace a pozemkové úpravy zejména v evropské civilizační oblasti s přihlédnutím k vývoji a potřebám oboru v českých zemích. Při zpracování zmiňte historii v našem prostředí nejznámějších výrobců a vyhledejte, posuďte a porovnejte dobové údaje o přesnosti jednotlivých tříd instrumentária.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 50 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Hánek, P. - Švejda, A.: To the history of the production of geodetic instruments in Bohemia. XXI Congress FIG, Brighton 1998.

a) Papers from the ad hoc commission History of Surveying, s. 59-67.

b) Congress Proceedings, CD No. 1.

Hánek, P.: Tradition geodätischer Instrumente in Tschechien. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik / Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural 99, 2001, č. 4, s. 237-241.

Hánek, P. - Dušátko, D., In: Studie o technice v českých zemích 1945-1992, 3 svazky. (Red. vedení Foltá, J.). Praha, Encyklopedický dům 2003, 2877 s.

Hánek, P. - Maršíková, M.: Geodézie v českých pozemkových úpravách. Sborník Medzinárodná vedecká konferencia 70 rokov SvF STU, sekcia 4:

Geodézia a kartografia. Bratislava, STU 2008, s. 27-35. ISBN 978-80-227-2979-6.

Váchal, J. - Němec, J. - Hladík, J. (ed.): Pozemkové úpravy v České republice. Praha, Consult 2011, 208 s.

Hánek, P.: Data z dějin zeměměřičství (25 tisíciletí oboru). 2. přepracované vydání. Praha, Klaudian 2012. ISBN 978-80-902524-4-4, 160 s

<http://egri.cz>

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel, st. Hánek, CSc.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: 8. března 2012


Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice

L.S.



prof. Ing. Tomáš Kyvilek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 11. dubna 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Vývoj geodetických přístrojů pro agrární operace a pozemkové úpravy“, jsem vypracovala samostatně pouze s užitím zdrojů uvedených v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 10. dubna 2013

.....

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Pavlu Hánkovi, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce, poskytnutí materiálů a cenné připomínky. Také bych chtěla poděkovat mé rodině, která mi dala možnost studovat.

A v neposlední řadě patří velké díky mému příteli Milanu Rohlíčkovi za psychickou podporu a pomoc při kompletaci této práce.

Abstrakt

Náplní bakalářské práce je vývoj geodetických přístrojů pro agrární operace a pozemkové úpravy. Nebylo by totiž přesných pozemkových úprav bez těchto geodetických přístrojů.

Práce je v podstatě literární rešerší chronologického seřazení vývoje přístrojů s vazbou na pozemkové úpravy. Popisují vývoj geodetických přístrojů od nejstarších dob a starověku až po 20. století v Evropě. Dále jsem soustředila na historii výrobců, zejména výrobců ČSR. Následně jsem se zaměřila na základní geodetické přístroje od poloviny 19. století do pol. 20. století, a také na ověřování kvality a parametrů historických přístrojů.

Klíčová slova: geodetický přístroj, výrobce geodetických přístrojů, pozemková úprava

Abstract

The scope of this work is the development surveying instruments for agricultural operations and landscaping. It would not be accurate because landscaping without these geodetic instruments.

The work is essentially a literature review sort of chronological development of instruments with links to landscaping from ancient and medieval times to the 20th century in Europe. Next, I focused on the history of manufacturers, especially manufacturers of Czechoslovakia. Then I focused on basic surveying instruments from the half of the 19th century to the half the 20th century, and the verification of the quality parameters and historical equipment.

Key words: geodetic instrument, manufacturer of surveying instruments, land adjustment

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Data v chronologickém řazení	11
2.1 Nejstarší doby a starověk.....	11
2.1.1 Vazba na pozemkové úpravy	11
2.1.2 Vývoj přístrojů	12
2.2 Středověk	14
2.2.1 Vazba na pozemkové úpravy	14
2.2.2 Vývoj přístrojů	16
2.3 Novověk.....	17
2.3.1 Vazba na pozemkové úpravy	17
2.3.2 Vývoj přístrojů	19
2.4 Historie výrobců	29
2.4.1 Doba Rudolfínská.....	29
2.4.2 Výroba v 18. století	35
2.4.3 Výroba v 19. století až do pol. 20. století.....	36
2.4.3.1 České firmy	36
2.4.3.2 Zahraniční firmy.....	42
2.5 Základní geodetické přístroje od pol. 19. do pol. 20. století.....	43
2.5.1 Nivelační přístroje	44
2.5.1.1 Typy nivelačních strojů.....	45

2.5.2	Tachymetry.....	45
2.5.3	Úhloměrné přístroje.....	46
2.5.4	Dálkoměry	47
2.5.4.1	Nitkové dálkoměry	47
2.5.4.2	Dvojobrazové dálkoměry	48
2.5.4.3	Další typy dálkoměrů	48
2.5.5	Záměrné pravítko	49
2.6	Ověřování kvality a parametrů historických přístrojů	49
2.6.1	Teodolity	50
2.6.2	Přístroje pro měření převýšení	51
2.6.3	Pomůcky pro měření délek.....	52
2.7	20. století.....	52
2.7.1	Vazba na pozemkové úpravy	52
2.7.2	Vývoj přístrojů	53
3.	Závěr	61
4.	Seznam použité literatury.....	63
5.	Seznam tabulek a obrázků.....	66

1. Úvod

V dnešní době, kdy je zaměřen a zakreslen do katastrální mapy každý kousek i třeba neplodné půdy, si vůbec nedokážeme představit dobu, kdy neexistovaly žádné přesné mapy, kdy neexistovali měřiči, kteří se starali o zaměřování a mapování vesnic, měst, krajů a zemí. Samozřejmě, že už dříve lidé znali snadné měřické práce. Uměli určit délku a plochu pozemků. Už dřívější doba si to žádala, a to ze dvou důvodů. Prvním důvodem bylo, že panovníci, vrchnost a i církve chtěli znát výměru svých rozsáhlých panství. A druhým důvodem byla přehlednost o výměře pozemků poddaných, aby mohli rozdělovat daně, dávky a břemena.

Pro měření země jsou nejhlavnější jednotky úhlové a délkové, je to základ celého měření. U úhlové jednotky byla poměrně brzy určena, a to dle obvodu kruhu, který byl rozdělen na tolik dílků, jak je dlouhý babylonský rok (360 částí). Jeden dílek byl následně pojmenován jako stupeň. Složitější však byl vznik jednotky délkové. Potřebujeme je při každé práci a při každém kroku. Možná proto dlouho trvalo, než se povedlo zavést délkovou míru ve prospěch všech. Trvalo dlouho, než se míra sjednotila. Každý stát, každá země, kraj nebo i dokonce město mělo vlastní soustavu délkových měř. Nakonec po dlouhém vývoji byla délková míra navržena jako desetimiliontá část zemského čtvrtkruhu. Tato jednotka byla ve Francii uzákoněna roku 1795 a také pojmenována jako „metr“.

Avšak nesmím opomenout, že zeměměřické práce hrají důležitou roli i při tvorbě pozemkových úprav. Součástí zeměměřictví jsou geodetické přístroje, jsou její nedílnou součástí. Geodetické přístroje pro agrární operace a pozemkové úpravy se vyvíjejí od nejstarších dob, avšak první geodetické přístroje původně sloužily k pozorování hvězd (astronomii a astrologii). Důležitou osobností pro geodézii a pro pozemkové úpravy byl profesor Josef Petřík. Ze svých přednášek geodézie oddělil a osamostatnil problematiku agrárních operací, která zahrnovala i výklad o scelování pozemků. Důvodem byla vzrůstající potřeba rozšíření zemědělství. Také se stal zakladatelem a průkopníkem studijního oboru pozemkové úpravy.

Cílem mé bakalářské práce je nastínit vývoj přístrojů spolu s konstrukcí pro agrární operace a pozemkové úpravy v Evropě. Zaměřím se zejména na vývoj od

nejstarších dob až po 20. století. Přístroje se totiž postupem času bezesporu zdokonalovaly, jak z pohledu manipulace, tak z pohledu technického. Dále se chci zmínit o českých i zahraničních výrobcích přístrojů, ať už více či méně významných a uvést princip a účel užívání základních geodetických přístrojů od poloviny 19. stol do poloviny 20. století. Také bych ráda přiblížila čtenářům přesnost některých přístrojů a pomůcek určených k zeměměřictví vzhledem k době jejich užívání.

Úvodem chci ještě podotknout, že pro mne, jako pro začátečníka teprve se orientujícího v problematice, je obtížné, popsat toto téma svými slovy. Proto se v práci odkazuji na částečně upravenou citaci celých odstavců z použitých pramenů.

2. Data v chronologickém řazení

Když pojmeme pozemkové úpravy z širšího hlediska, tak dojdeme k závěru, že jsou to vlastně vědomé zásahy člověka do krajiny vyvolané nejen existenčními důvody. Jejich cílem je vytvořit podmínky takových vlastnických vztahů k lesním a zemědělským pozemkům samozřejmě s ohledem na krajinu, včetně budování společných zařízení, které uspokojí všechny potřeby společnosti a i ekonomický zisk. Tato forma pozemkových úprav je známá od nejstarších dob. A jak se společnost a doba vyvíjela, tak se zeměměřiči za pomoci geodetických přístrojů staly nedílnou součástí pozemkových úprav [26].

2.1 Nejstarší doby a starověk

2.1.1 Vazba na pozemkové úpravy

Historie pozemkových úprav a zeměměřictví společně vznikla ve starém Egyptě před několika tisíci lety. Tehdejší vládce přiměly časté záplavy v údolí Nilu k tomu, že každý rok nechaly rozměřit a rozdělit úrodnou půdu mezi zemědělce. Abstraktní myšlení bylo v antickém Řecku velice rozvinuté a tak vznikla geometrie z původní praktické činnosti rozdělování pozemků, nejprve jako technická činnost zeměměření, dále jako počátek teorie moderní matematiky [16]. Řekové také definovali tvar a rozměry planety Země a pravá kartografická zobrazení.

Už v historické literatuře o starověkém Babylonu a Egyptě nalezneme první zmínky a údaje o technických a právních opatřeních v oboru pozemkové držby a na ně vázané zeměměřické práce. Již dříve ve starověkém Egyptě byly známé historické právní a technické prameny o rozšířeném a jednotném uspořádání půdy, kde již byly právní a technické normy, metoda vytyčování, tvary pozemků dané způsobem orby, ohledy na kvalitu půdy při přidělování, sítě polních cest, mezníkování a vyhotovení písemných operátů a polohopisných plánů [22].

Z historických pramenů se dá usuzovat, že už ve starověkém Římě v 5. století př. n. l., bylo pozemkové právo a pozemková politika poměrně propracována [16]. Zeměměřictví bylo ovlivněno v době 27. př. n. l. rozhodnutím císaře Augusta, které se týkalo zařazení 5 tříd zeměměřičů (agrimensoresů) do státní správy a rozdělení prováděných prací do několika skupin. Začlenění byli i do

technických sborů (metatores) nově zřízené stálé armády [6]. V 1. století našeho letopočtu už byly sepsány ucelené traktáty o činnosti římských zeměměřičů [16].

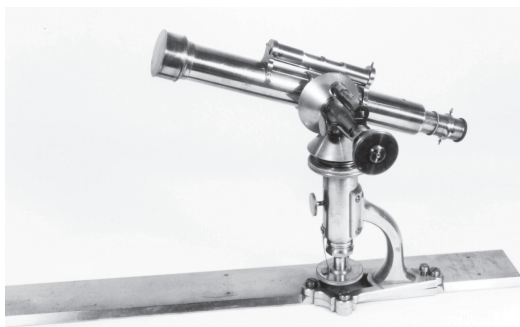
Také byla vypracována zeměměřiči z Říma metodika a technika přidělových prací z hlediska celostátního vyměřování a pozemkových úprav pro kolonizační účely, která dělila půdu na tři hlavní skupiny:

- a) půda nezaměřená, kde hranice byly přirozené (potoky, rokle, kopce) nebo určené několika orientačními body (vrcholy kopců, osamělé stromy);
- b) půda zaměřená jen po vnějších hranicích areálu, ale nerozdělená na jednotlivé přiděly;
- c) půda vyměřená, rozdělená a přidělená osídlencům nebo jiným uchazečům [18].

2.1.2 Vývoj přístrojů

Vývoj v nejstarších dobách a ve starověku začal v 5. - 4. t. př. n. l. Pomocí nejstarších pomůcek, kterými byly olovnice, měřické latě a nivelování pomocí klidné vodní hladiny, se začaly provádět měřické práce na březích Eufratu, Tigridu a Nilu [6]. Jedním z využití nivelace vodní hladinou bylo při stavbě pyramid, a to tak, že kolem pyramid byl vykopán příkop a ten byl naplněn vodou [26].

Pro orientaci světových stran byl severojižní směr určován orientací na hvězdy nebo západovýchodní směr gnomónem (řecky, tj. stínovou holí, lat. solárium) z délky vrženého stínu. Za objevitele gnomónu byl považován Anaximandros z Miletu [6]. Stínovou holí se měřila výška Slunce nebo se prováděla astronomická orientace [26].



Obr. 1 Záměrné pravítko [24]

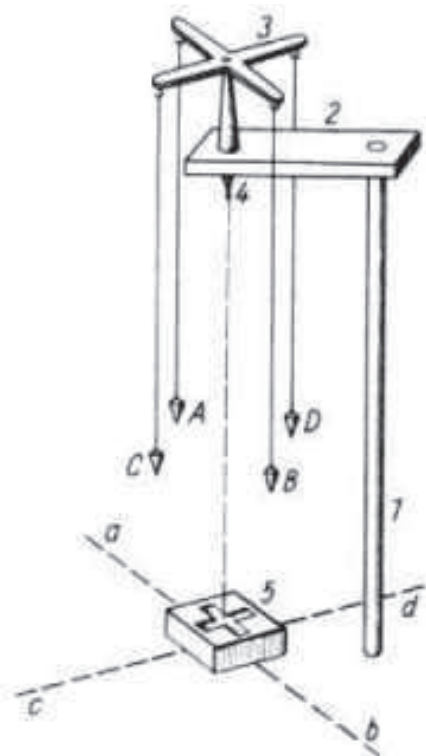
Už kolem 3. t. př. n. l. bylo známé v Babylonii a Egyptě měření pomocí záměrného pravítka (Obr. 1, přístroj z 19. st.), měřící latě a tyče. Vědci totiž už v těchto časech byli nejen významní matematici nebo zeměměřiči, ale také vynikající mechanici a konstruktéři [1].

Vznik dalších měřických pomůcek, jako je například krokvice, provazec a záměrné pravítko, je doložen z Egypta ze 14. st. př. n. l. Filozof Thales z Miletu použil v 7. st. př. n. l. trigonometrické měření s podobností trojúhelníku k určení výšky pyramid z délky vrženého stínu. Konstruoval též dálkoměr z latí na stanovisku pro měření vzdálenosti lodí od břehu. V této době vznikla i plankonvexní broušená čočka, nalezená při vykopávkách v Ninive. Svědčí o značných empirických znalostech optiky.

Apolloniovi z Pergé je v době 200 př. n. l. přisuzován objev astrolábu, přístroje pro měření výšek hvězd, tj. úhlů. Astroláb sestaven z pevného segmentu a z otočné alhidády s průhledítky. Přístroj popsal K. Ptolemaios. O využití astrolábu v astrologii pojednal roku 1448 J. Angeli [6]. Z astrolábu se vyvinuly celokruhové, většinou však půlkruhové měřické horizontální astroláby, později doplněné kompasem nebo libelou, používané v různých úpravách ještě počátkem 20. století. V 15. století se rozšířily zásluhou vídeňského profesora G. Burbacha kvadranty. Vznikly osamostatněním stínových čtverců, které na rub rovinného astrolábu vložili Arabové. Používaly se buď se záměrným zařízením (alhidádou) nebo pro práce ve svislé rovině s olovníci. K měření úhlu používaly často goniometrických funkcí (zejména tangens), jejichž autory byly arabští vědci Al – Battání a Abúl – Wafá v 9. až 10. století [26]. Původně sloužil tento astroláb pro astronomické účely [1].

Kolem 100 př. n. l. Héron Alexandrijský napsal knihu *Peré dioptras* (*O dioptře*), zvané také *Dioptrika*, v níž se ve 35 kapitolách z celkového počtu 37, zabýval postupy a instrumentáři geodézie, zejména v Řecku rozšířenou dioptrou. Nivelování vodorovnými vážnými latěmi, které odpovídá nivelaci vpřed, považuje za starou metodu. Popisuje kapalinový nivelační přístroj ve tvaru U, délky 12'' a výšky asi 5'', umístěny na stativu, pracující na principu spojených nádob metodou nivelace ze středu. Do soupravy patřila lať s posuvným kruhovým terčem. Přístroj sám, tvarově změněný na uzavřené O a nazývaný vodováha, i lať se používaly ještě v 19. století, stejně jako kapalinové sklonoměry, které se z něj vyvinuly. Héron je autorem známých vzorců a postupů např. připojovacího měření pro spojení důlního díla s povrchem.

Autor jediného zachovaného starověkého spisu o architektuře v deseti knihách *De architectura* je římský stavitel P. Vitruvius (1. st. př. n. l.). Zmiňuje se v něm o nivelaci pomocí vodních vah nebo přesnějších římských chorobates, a také o



Obr. 2 Groma [16]

řeckých měřických přístrojích dioptra. Pro vytyčování pravých a přímých úhlů byla v Římě oblíbená groma (Obr. 2). Byl to dřevěný kříž se zavěšeným olovniciemi. Groma byla určitým předchůdcem úhlových hlavic. Ke spádování, např. při stavbě akvaduktů, byl používán dlaždičský kříž. Vitruvius je považován za konstruktéra měřického kola s automatickou registrací.

V knize *Syntaxis megalé* (Velká soustava) z 2. století Ptolemaios shromáždil dobové astronomické znalosti. Práce se dochovala pod názvem *Almagest* v arabském překladu z 8. století pořízeném za účasti kalifa Hárúna – al - Rašída, a stala se základem astronomie až do doby Koperníkovy [6].

2.2 Středověk

2.2.1 Vazba na pozemkové úpravy

Na našem území, jehož vývoj ve středověku byl stejně jako v ostatní Evropě významně ovlivněn antickou kulturou, dochází ve 12. století k tzv. vnitřní kolonizaci [26]. Kolonizací nazýváme osídlení a zúrodnění dosud neobdělávané půdy, ať už jde o rozšíření polností určité existující vesnice, nebo zakládání nových vesnic, později i klášterů a měst na dosud neobydlených místech [16]. Vzhledem k růstu domácí populace dochází k mýcení a vypalování lesů, upravování pastvin atd. Tato vnitřní kolonizace, která byla vynucena růstem populace a zájmem feudálů zakládat nové poddanské vesnice, trvala asi do konce 12. stol., kdy došlo k vyčerpání domácí pracovní síly poddaných. Ve 12. a 13. století dochází u nás k vnější

kolonizaci, kdy panující šlechta přiděluje rozsáhlá území převážně německým kolonistům. Zvláštní skupinu představuje tzv. hornická kolonizace, kde o vzniku nového sídelního útvaru rozhodovaly zájmy těžařů. Ve 14. století byl již dostatek pracovních sil, zájem o ně u feudálů oslabuje a příliv kolonistů končí. Zakládání nových vesnic, schopných samostatné existence, a rozvržení k nim patřícího půdního fondu bylo svěřeno tzv. lokátorovi, který ovládal měřické práce [26].

Lokátoři dostali od místního majitele pozemků (feudála) půdu, kterou museli v určité době splatit. V závislosti na terénních poměrech museli najít dostatečný počet zájemců o tuto půdu a v závislosti na terénních poměrech, vlastnostech půdy a hydrografické síti zvolit umístění zástavby, polí, pastvin a lesních pozemků. Činností lokátorů při zakládání nových vesnic byla prvním velkým přetvářením a budováním krajiny. Lokátoři byli první krajinní inženýři [27].

Lokátor měl dva hlavní úkoly:

- 1) určení místa a způsobu zastavění vsi včetně sociálního vybavení, většinou kostela nebo kaple;
- 2) organizace jejího zázemí – půdního fondu, které znamenalo:
 - a) rozmístění půdy orné, pastvin, zahrad, zpřístupnění pozemků sítí cest, průhonů pro dobytek apod.;
 - b) v zamokřeném území vytyčení sítě příkopů pro odvodnění;
 - c) rozvržení a vyměření půdy obdržené od feudála pro kolonizaci na jednotlivé lány pro jednotlivé přídělky;
 - d) určení hranic mýcení lesa [22].

Zaměřování a vytyčování pozemků bylo snadné. Byl k tomu užíván tzv. provazec zemský, tj. konopný provaz dlouhý 42 loktů, asi 24,8 m [16]. K délce provazce byla ještě připočítávána oprava z vlhkosti provazce, příměřka zvaná Naděl Buoh. Oprava byla 20 cm na každý provazec. Později byly mimo lokátorů měřické práce prováděny vrchnostenští zaměstnanci jako lovčí, rybníkáři, písaři. Což byly osoby, které při výkonu svého povolání přicházely do styku s měřickými pracemi a konaly tyto práce vedle svého hlavního zaměstnání. Až vývojem došlo k uplatnění zeměměřičů – odborníků [19]. Lokátoři měli za svou práci značné

výhody. Například dostali k užívání několik svobodných lánů, stali se doživotními rychtáři založených osad, v nichž si směli zřídit hospodu, mlýn, živnost nebo lázeň a pobírat část důchodu ze soudních pokut. Za to však museli vybírat od osadníků stanovené platy pro vrchnost [14].

V důsledku modernější orby pozemky získaly protáhlý tvar. Druhým stupněm kolonizace bylo zakládání měst. Složitost půdorysů dokládala nutnou účast měřičů. Přemysl Otakar II. zvolil kolonizaci za jeden z výrazných politických nástrojů vztahu k zemské šlechtě (např. založení Českých Budějovic v r. 1265 jako protiváha državám Vítkovců) a zřejmě pro značný rozsah měřických prací se pokusil roku 1268 o soustavnou úpravu a sjednocení zemských měř [26].

Velká kolonizace byla počátkem 15. století v podstatě ukončena [25]. Když zhodnotíme dřívější organizaci půdního fondu, tvar pozemků, řešení cestní sítě, delimitaci kultur, vodohospodářské opatření, vytyčování a následnou realizaci práce, zjistíme, že to byla podstatná etapa vývoje pozemkových úprav od 12. – 19. století [2].

Měření se postupně zdokonalovala, byla stále přesnější, a proto dávaly vrchnosti původní hrubá měření při osidlování přezkoušet. Důvod byl prostý a sobecký. Půda totiž nabývala stále větší ceny, a tak vrchnost chtěla zjistit, zda původním nepřesným vyměřováním neutrpěla ztráty. Bylo-li při přeměření zjištěno, že pozemek osídlenci přidělený má větší výměru, než bylo původně stanoveno, poté musel platit vrchnosti za větší nově zjištěnou výměru pozemku [14].

Avšak i zeměpisné objevy, vojenské výboje, rozšíření lodní dopravy a celosvětové obchodování s ním spojené zvýšily poptávku po mapách a geodetických údajích. Nové fyzikální objevy měly také vliv na rozvoj geodetických přístrojů [1].

2.2.2 Vývoj přístrojů

Období středověku trvalo mezi roky 476 – 1492. V letech 480 – 524 žil křesťanský filosof a politik Anicius Manlius Torquatus Severius Boethius, který se ze záliby (vedle filosofie, matematiky a hudby) věnoval geometrii založené na řeckých znalostech (zejm. Euklidových). Spisem *Demonstratio artis geometricae*

vrcholí římské odborné spisovatelství o měřictví, nedosahuje však úrovně Héronovy. Tento spis je však považován za nepůvodní, vznikl zřejmě přepisováním k původnímu Boethiovu textu. Přesto se stal zdrojem znalostí pro celý středověk.

S rozvojem ekonomické, politické a vzdělanostní úrovně došlo od 13. století také k rozvoji oboru [6]. V evropské nautice se magnetická střílka pro měření magnetických azimutů, jejichž rozdílem vznikají vodorovné úhly, používá od roku 1270 [26].

P. Peregrinus vévoda z Anjou z roku 1269 byl první, který popsal „suché a mokré“ kompasu [1]. V Číně byl znám princip plovoucího kompasu v 1. st. př. n. l.



Obr. 3 Jakubova hůl [12]

Pro měření obecných úhlů (např. pólových výšek) byla používána ve 14.-18. století Jakubova hůl (Obr. 3). Byl to jednoduchý přístroj, skládající se z tyče se stupnicí a s posuvnými kolnými příčkami, z nichž se používala vždy jen jedna. Přístroj ve 14. st. popsal ve Francii Levi ben Gerson. M. Behaim zavedl vedle buzoly do portugalského loďstva Jana II. v 2. polovině 15. století Jakubovu hůl spolu s astrolábem a vyvolal tím rozvoj nautiky, která byla

předpokladem rozvoje dálkové námořní plavby, vedoucí k objevitelským cestám. Ty vyvrcholily objevením Ameriky v roce 1492 Kryštofem Kolumbem, ovšem ve španělských službách.

2.3 Novověk

2.3.1 Vazba na pozemkové úpravy

Zeměměřictví začíná přecházet z období vyměřování pozemků k soustavné práci, při níž se zaměřují celé kraje a země [14].

V roce 1571 podala Česká komora návrh na zaměření země. Dvorská komora ho však zamítla, protože se obávala, aby se nezačala daň vybírat pravidelně na rozdíl od současného stavu, kdy panovníkovi výběr povolovala jen případ od

případu, a navíc se šlechta a klérus obávaly, že by daň postihla i půdu panskou, tj. dominikál, zatímco dosud se odváděla daň jen z půdy poddanské, tj. rustikálu.

Velkým vliv na zeměměřictví, se kterým souvisí užívání geodetických přístrojů, měla i třicetiletá válka (1618 – 1648). Ve svých důsledcích znamenala značné snížení počtu obyvatel, početnou emigraci příslušníků panského stavu a inteligence, obrovské vlastnické změny a hospodářské zničení selského stavu. Pro obnovu říše bylo rozhodnuto, že hlavní daní bude tzv. berně z půdy poddanské - rustikální. Z toho důvodu probíhala na celém území tzv. generální vizitace, která vedla k vytvoření katastru rustikálního, známého jako první berní rula. Před vyměřováním se nejprve určil, označil a popsal popis obecných hranic, které se až na povolené změny dochovaly dodnes. Měření řídily zemské vrchní komise, kterým podléhaly komise krajské. Byla vydána instrukce *Naučení, jak se měření pozemků obcemi prakticky provádět má*. Měření jednoduchých, pravidelných pozemků prováděli sedláci pod vedením vrchnosti, pozemky rozsáhlé a nepravidelné zaměřil většinou měřičským stolem přísazný zeměměřič, který byl členem krajské komise. K dispozici byl též návod pro určení výměr rozkladem na jednoduché obrazce. Za pozornost stojí, že prakticky nezměněné postupy měření a výpočtu byly už ve starověku v Egyptě a Babylonii. Výsledky měření a šetření byly zapsány v tzv. operačních žurnálech, v knihách fasí, fasních tabelách aj. [26].

Také aboliční (vyvazovací) reforma, tzv. raabizace, vypracovaná F. Raabem (1722 – 1783), měla nemalý vliv na vývoj. Tato reforma byla systémem aboličním (z lat. abolito = zrušení). Po jejím vypracování ji předložil roku 1775 Marii Terezii (1718 – 1780). Reforma měla zvýšit rentabilitu půdy. Dle jeho reformy měla vrchnost rozdělit svou půdu do dědičného pachtu a následně jim i prodat na splátky hospodářské budovy a dobytek. Podle velikosti pozemku a kvality půdy měli poddaní povinnost odvádět vrchnosti určitý obnos peněz. Raabizace se oproti předešlým pozemkovým a daňovým velice lišila a to v tom, že výše pozemkové daně řídila dle velikosti a bonity pozemků [11].

Raabizační práce řídily ústřední orgány na základě hospodářských, technických a právních postupů a metodami školeným personálem. Orgány vlastnily měřičské přístroje. V roce 1788 byla raabizace ukončena. Období kapitalismu je spjato s tím, že velká část půdy spadá do majetku velkostatkářů. Lány půdy byly

častěji od roku 1848 rozdělovány za účelem dědictví, prodání celého či jen části pozemku a například svatby (věno). Na rozdělování pozemků měla velký vliv také výstavba technických děl, což je například železnice, silnice, a nebo stavby ovlivňující regulaci toků. Proto bylo vlastnictví pozemků velmi neuspořádané. Pozemky byly špatně přístupné, měly nevyhovující tvar a byly roztržštěné na různých místech. Tohle vše bylo překážkou pro rozvoj zemědělství, zemědělec měl totiž pozemky třeba i ve více katastrálních území. V zahraničí i u nás začaly vznikat kroky pro kvalitnější a zjednodušení užívání a vlastnictví pozemků (pozemková držba). Mezi kroky patří scelování pozemků (komasace), jednodušší tvar hranic (arondace), lepší dostupnost na pozemek pomocí cestní sítě (konsolidace), případné vytvoření dvorců se sjednocenou pozemkovou držbou (separace) a výstavba společných zařízení (např. melioračních a vodohospodářských).

Situace s pozemky byla už tak nepřehledná a nepraktická, že se začalo se scelováním pozemků. První, kdo začal scelování pozemků propagovat, byl František Skopalík (1822 – 1891). Rozdíly byly znatelné. Rozloha pozemků se značně zvětšila a to 5 – 9krát, množství parcel se v průměru na jednoho vlastníka snížil z 28 na 4 a také dopravní vzdálenost klesla o 30 – 40 % [11] [10].

Proto šel v době novověku rozvoj geodetických přístrojů pro agrární a pozemkovou úpravu rychlým tempem, neboť byla potřeba přístrojů urychlující práci a manipulaci.

2.3.2 Vývoj přístrojů

V roce 1505 jako první popsal Evropan Daniels kompas s magnetkou na svislém hrotu [6]. Magnetické přístroje byly používány pro orientaci a měření vrcholových úhlů polygonových pořadů [26]. Jedním z významných výrobců kompasů se stal norimberský kartograf E. Etzlaub, který roku 1500 vytiskl pro poutníky do Věčného města mapu, zobrazující i Čechy a Moravu [6].



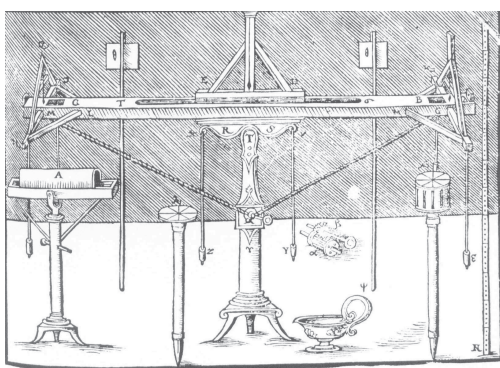
Obr. 4 Geodetický astroláb [12]

V Itálii nakreslil Leonardo daVinci kolem roku 1500 kompas v kruhovém pouzdře. V roce 1650 se kompas stále vyvíjel a v roce 1812 mechanik Ch. A. Schmalcalder vynalezl hranolový kompas, který nese jeho jméno. Kolem roku 1550 se objevily stativy a asi kolem roku 1600 byla vyvinuta z astrolábu zařízení pro měření horizontálních úhlů (Obr. 4). Angličan T. Digges popsal v roce 1552 takové zařízení, pro které se používá termín teodolit. V roce 1576 postavil v Německu J. Habermel zařízení založené na principu teodolitu s kompasem [1].

Měřický řetězec byl prvně užit roku 1530 v Nizozemí, byl to předchůdce pásma. V polovině 16. století vynalezl portugalský matematik Petro Nunéz, latinsky zvaný Petrus Nonius, způsob pro měření malých úhlů a délek. Pomůcku zdokonalil nizozemský hejtman a matematik Petr Werner, jehož jméno ve francouzské podobě zní Pierre Vernier. Příslušné zařízení se nazývá vernier, zvláštním případem je nonius.

Roku 1560 konstruktér příručního kvadrantu hesenského panovníka Wilhelma poprvé umístil zespu kruhu svislé stavěcí šrouby.

T. Digges vydal roku 1571 v Londýně spis zkráceně zvaný *Panteometria*, který koncipoval jeho otec L. Digges. Práce, jejíž 2. vydání vyšlo 1591, má mimořádný význam pro studium vývoje zeměměřictví. V první knize *Longrimetria*, kap. 27, je nadpis *The composition of the instrument called Theodolitus*, v němž je



Obr. 5 Přístroje 16. století [12]

poprvé použit název teodolitu. Přístroj sám byl jen úpravou měřického kvadrantu [6].

Kompas ve spojení s hodografem, mechanickým přístrojem pro určování vzdáleností z registrovaných otáček kola vozu, představoval účinnou pomoc při mapování větších území. Aplikaci geometrického principu je protínání vpřed pomocí měřického stolu, který byl v mapování široce rozšířen ještě ve 20. století. Konstrukce je připisována do roku 1576 jáchymovskému rodákovi J. Richterovi, zvanému Preaetorius, i když princip dříve znal G. Flisius [13]. Řada přístrojů

vycházela stále z antických konstrukcí (Obr. 5., vlevo pod označením A tzv. Riviův nivelační přístroj).

Výstavba prvního dalekohledu v roce 1608 je přičítána holandskému optikovi H. Lipperhey 1560 – 1619) z roku 1608. Italský fyzik a matematik G. Galilei (1564 – 1642) sestavil v roce 1609 vylepšenou verzi téhož dalekohledu, který se nazývá holandský dalekohled Galilei [1].

Údajně jako první, který použil v konstrukci zeměměřických přístrojů dalekohled, byl F. Generini narozen roku 1593. První zrcadlový dalekohled (reflektor) zkonstruoval roku 1639 francouzský fyzik, matematik a hudební teoretik M. Mersenne. Významná zdokonalení navrhl I. Newton roku 1668.

Roku 1600 zemřel český humanista, astronom, botanik, geodet, matematik a přírodovědec T. Hájek z Hájku, lékař císařů Maxmiliána II. a Rudolfa II. Upřesnil určování paralax a zahájil triangulaci pražského okolí. Jeho spisy jsou významnými historickými prameny. Jeho zásluhou přišli do Prahy T. Brahe a J. Kepler. Téhož roku dánský astronom T. Brahe poprvé zaměřil zeměpisnou šířku dvou pražských budov. Ověřená přesnost 38'' byla tehdejší dobu vynikající.

Čočkový dalekohled vynalezl roku 1606 J. Adrianus z Alcaamaru. Roku 1608 popsal brusič H. Lipperhey v Middelburgu dalekohled nevytvářející rovinu skutečného obrazu. Návrhu využil Galileo Galilei, který 1609 vyrobil tzv. holandský (též: pozemský, Galileův) dalekohled. Roku 1611 vypočetl astronom J. Kepler



Obr. 6 Keplerův dalekohled [6]

astronomický (dnes tzv. Keplerův) dalekohled s rovinou skutečného obrazu, který 1613 vyrobil jezuita Ch. Scheiner.

Keplerův okulár je tvořen jednoduchou lupou (Obr. 6). Pozdější Ramsdenův okulár tvoří dvojice čoček obrácených vypuklými stranami k sobě, na rozdíl od okuláru Huygensova, v němž jsou obráceny k objektivu. Údajně prvním, kdo použil v konstrukci zeměměřických přístrojů, byl F. Generini, narozený roku 1593.

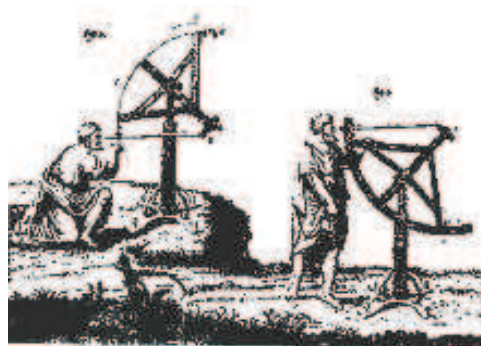
J. Bürgi zhotovil v roce 1609 pro Wilhelma IV., lankraběte Hessenského, triangulační přístroj pro měření výšek a délek s mechanickým vyhodnocením na podkladě podobnosti trojúhelníků. Přístroj dnes patří k nejcennějším předmětům sbírek muzea v Kasselu.

Roku 1614 W. Snell van Roijen, zvaný Snellius, profesor matematiky v Leidenu, objevitel zákonů lomu světla, publikovaných R. Descartem (Cartesiem), poprvé použil principu triangulace pro meridiánové stupňové měření mezi městy Bergen op Zoom a Alkmaar. Délku kvadrantu zemského poledníku stanovil na 10 004 km. Současně vyřešil tzv. problém 4 bodů, tj. protínání zpět. V učebnici o lodní plavbě zavedl pojem loxodroma, tj. křivka stejných azimutů.

V roce 1617 Snellius v Leidenu odvodil v rámci své triangulace protínání zpět. Studium materiálů to roku 1790 doložil A. Gotthelf z Göttingenu. Prokázal tak, že autorem není L. Pothenot, který roku 1692 předložil pařížské Akademii pouze grafické řešení tohoto tzv. problému čtyř bodů. Pro označení úlohy bývá používáno jmen obou vědců. Tímto protínáním se zabývali i další významní učenci, např. Schickhart (1624), D. D. Cassini (1669), J. Collins (1671, řešení s pomocným bodem), J. H. Lambert (1765), van Swiden (1790), Jean-Baptiste Joseph Delambre (1799). A Gotthelf připouští, že řešení znali již starověcí astronomové Hipparchos a Ptolemaios.

G. Branca z Říma (autor návrhu parního vozidla) využil roku 1629 hadicovou vodováhu k nivelaci. K rozšíření však přispěl až roku 1849 Geiger ve Stuttgartu montáží gumových hadic [6].

Anglický astronom W. Gascoigne (1620 – 1644), který v roce 1640 vynalezl šroub mikrometru, vybavený nitkovým křížem do ohniskové roviny dalekohledu jeho výšky kvadrantu. Například v roce 1670 francouzský astronom Picard (1620 – 1682) používal kvadrant pro jeho studijní měření, pro určení cílu měl dalekohled křížek (Obr. 7) [1].



Obr. 7 Picardův kvadrant [6]

Trubicovou libelu (lat. Libra = váha) zkonstruoval pařížský cestovatel a mechanik M. Thevenot roku 1662. Některé prameny připisují autorství pařížskému mechanikovi Chapotovi do roku 1666. Geodeticky použitelnou formu dostala libela až koncem 18. stol [6]. Vývoj úrovně geodetických přístrojů byl významně ovlivněn vynálezem tubulární bubliny v roce 1662 pařížským mechanikem M. Thévenotem (1620 – 1692) [1].

Francouz J. Picard opatřil měřický kvadrant dvěma dalekohledy, vybavenými záměrnými kříži a to roku 1670. Pevný dalekohled sloužil pro orientaci a kontrolu nuly kruhu na počátek, otočný k cílení na měřené body. J. Picard autor spisu *Traité du nivellement* vydaného roku 1689, navrhl závěsný nivelační přístroj ve tvaru obráceného T, který se samočinně urovnával vlivem gravitace. Jako první vybavil přístroj tohoto použití dalekohledem. Konstrukční délka byla asi 1,3 m, přesnost 1: 36 000 délky záměry. K přístroji příslušela lať s posuvným terčem (viz 170 – 100 př. n. l.). Obdobnou konstrukci popsal 1680 Ch. Huygens. O pokračování vývoje se zasloužili další dva členové Akademie – Dán C. Römer a Philippe de la Hire. U nás zaváděl nivelační přístroj tohoto typu s průzory olomoucký biskup J. Dubravius v 16. století [6].

K urovnání dalekohledu používaného pro trigonometrické měření výšek do vodorovné polohy, použil v roce 1674 J. Picard kyvadla dlouhá 1,30 m. Už Římané používali kyvadla pro urovnávání např. chrobates, užívaných k nivelaci [1].

Téhož roku G. Montanari navrhl nitkový dálkoměr se soustavou 12 - 15 vláken. (Další konstrukce - 1771 J. Watt, 1778 Green.) Základ nitkových dálkoměrů položili 1813 bratři Liebherrové, podle návrhu George von Reichenbacha zhotovili v Mnichově pro královskou katastrální komisi 12 nitkových dálkoměrů – předchůdců tachymetrů. Základy tachymetrie položil Ital prof. I. Porro, vývoj završili Francouz J. Moinot a jeho mechanik Richer.

Věhlasný fyzik I. Newton navrhl úhломěrný zrcadelný přístroj oktant (1699). Zabýval se i konstrukcemi zrcadelného dalekohledu a nitkových dálkoměrů. Roku 1700 poslal prof. E. Halleyovi, řediteli hvězdárny v Greenwichi, výkres a popis sextantu se dvěma zrcátky se žádostí o posouzení, odpověď však nikdy nedostal. Roku 1731 předložil prakticky shodnou konstrukci přístroje pro měření obecných

úhlů Royal Society v Londýně mechanik J. Hadley. Sextant se stal přístrojem široce používaným zejména v nautice pro určování zeměpisných šířek [6].

Oživení výroby nastalo v 18. a zejména v 19. století, které je spojeno s průmyslovou revolucí. V habsburské monarchii prožil český národ své obrození, což odpovídalo hospodářskému postavení českých zemí, v nichž ležela většina rakouského průmyslu [5].

Měřickými přístroji 18. století a 1. poloviny 19. století byly především úhломěrné přístroje, přístroje k topografickému mapování a měření délek. Mezi úhломěrnými přístroji dominovaly teodolity a repetiční kruhy k astronomickému



Obr. 8 Schinzeug [24]

měření zeměpisných souřadnic, kvadranty, geodetické astroláby a buzoly k ostatním úhломěrným pracím. Většina použitých přístrojů byla zahraniční výroby, převážně francouzské a německé. Z domácích přístrojů je znám kruhový geodetický astroláb opatřený buzolou z pražské Moserovy dílny. Pro topografické mapování se používaly měřické stoly se

záměrnými pravítky. Podobnou pomůckou pro měřiče stejného principu je Reitzensteinova skládací polní rýsovka. K měření délek se používaly desetisáhové řetězce. V důlním měřictví se užívaly magnetické přístroje, buzoly k orientaci směrů důlních děl a speciální přístroj k měření orientace, sklonu a zprostředkované délky štol tzv. schinzeug (Obr. 8) [23].

N. Bion v 1. vydání své práce *Construction et usnes des instruments de mathématique* z roku 1720 popisuje konstrukce nivelačních přístrojů opatřených trubicovou libelou ve spojení s průzorem nebo dalekohledem a elevačním šroubem [6].

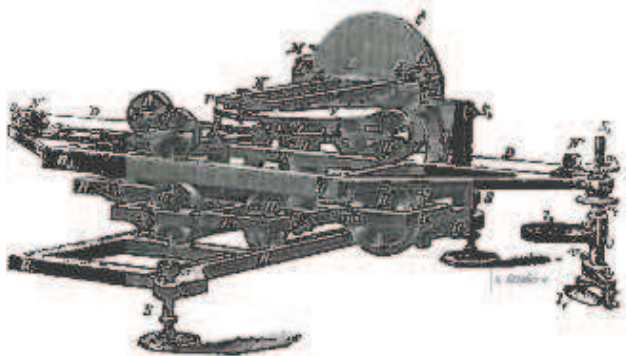
Dalším vývojem vznikly v 18. století úhломěrné přístroje typu Bordova kruhu nebo teodolitu [26]. Bordův kruh, neboli cercle répétiteur, dříve sloužily pro práci vyšší geodézie a během doby se rozšířily i do agrárních operací a pozdějších

pozemkových úprav. Taky byly užívány při trigonometrickém spojení hvězdáren v Paříži a v Greenwichi v letech 1784 – 1787.

Anglický mechanik J. Sisson postavil roku 1730 první teodolit. V 18. století konstrukci zdokonalil J. Short, dále Adams a zejména J. Ramsden, který navrhl mikroskopy se šroubovými mikrometry. 1783 zkonstruoval tzv. Ramsdenův okulár dalekohledu. Některá literatura přisuzuje prioritu až J. Dollondovi do roku 1760. Předchůdcem těchto přístrojů byla konstrukce Angličana L. Diggesse, vzniklá vývojem astrolábů a kvadrantů, pro niž poprvé použil označení teodolit.

V této době vnikla další řada dalších drobných, ale významných pomůcek a zlepšení. Roku 1740 bylo vyrobeno londýnským mechanikem Adamsem úhlové zrcátko pro vytyčování pravých úhlů. Ryskový kříž navrhl profesor J. T. Mayer z Göttingenu roku 1748. Rytinu na skle provedl G. F. Brander v Augsburgu. Také popsal měření vodorovných úhlů roku 1753, při kterém se nad bodem otáčel celý přístroj. Tato repetiční metoda zvyšovala přesnost a dovolila zmenšit průměr děleného kruhu. A poprvé použil pro hrubou horizontaci přístrojů krabicovou libelu (1770).

Roku 1773 optik Magellan sestrojil koincidenční dálkoměr (telemetr). Některé prameny konstrukci připisují J. Ramsdenovi do roku 1790 do roku 1790. K největším aplikacím patří námořní typ F2 A. Baara a W. Stronda, konstruovaný

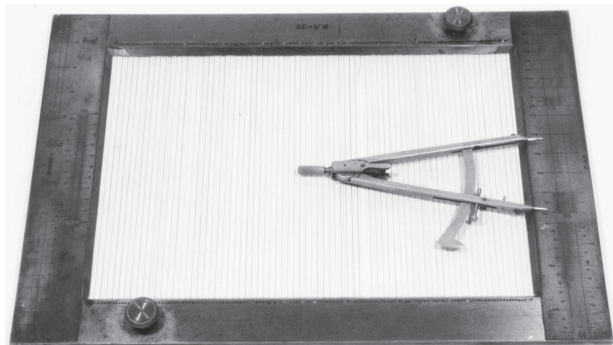


Obr. 9 Weltho planimetr [6]

1882 pro britskou admiraltu, s dosahem 3 km a délkou základny 30,5 m. J. Ramsden zavedl v roce 1780 tzv. anglické uspořádání tří svislých os repetičního teodolitu (tedy osy podložky P, limbu L a alhidády A), vyjádřené schématem $A < L >$

P. Autorem francouzského upořádání $A < P < L$ se stal J. Ch. Borda roku 1784, kdežto dnes nejpoužívanější německou sestavu $A < L < P$ sestrojil počátkem 19. st. G. Reichenbach.

První kovový barometre anéroide, tj tlakoměr bez tekutiny (rtuti), tedy aneroid, sestrojil v roce 1799 N. J. Conté. Roku 1847 ho proměření výšek upravil Angličan Vidi. Další vývoj ovlivnil Naudet. Krabici z kovového vlnovce zavedl roku 1869 Goldschmid v Curychu. Bavorský měřič Hermann navrhl roku 1814 lineární



Obr. 10 Nitkový planimetr [12]

planimetr, určující plochy integrací pravoúhlých souřadnic. Konstrukci zdokonalil švýcarský inženýr Welti (Obr. 9).

Roku 1819 ve švýcarském Aarau byla založena firma Kern. Rok na to v Praze zahájil výrobu měřických přístrojů

F. Spitra [6]. (Více o těchto výrobcích geodetických přístrojů je uvedeno v kapitole 2.4.)

Rakušan Posener zkonstruoval roku 1823 pravítkový plochoměr, mechanický přístroj pro odsunování rozměrů jednoduchých obrazců, na které se rozloží zákres pozemku v mapě. Plocha se určila početně nebo z tabulek. Obdobné konstrukce navrhl Belgičan Dasnoy a rožmitálský nadlesní K. Gangloff.

Princip měření (tj. rozkladem na elementární obrazce) je shodný s planimetrem harfovým i s obdobným planimetrem nitkovým (Obr. 10, rozklad na stejně vysoké lichoběžníky s grafickou integrací středních příček).

Stejného roku v Itálii vznikla a velmi rychle se rozšířila tachymetrie (Cellere mensura) zejména pro potřeby trasování drah zásluhou tehdy ženijního majora I. Porro. Ten vyráběl důmyslné tachymetry, chráněné před „všetečným pozorováním“ (odtud též název clepscykel, cleps) v Miláně a v Paříži, ale proto i komplikované. Další vývoj ovlivnil civilní



Obr. 11 Richterův tachymetr [12]

inženýr J. Moinot a pařížský mechanik Richter, kteří běžný teodolit doplnili nitkovým dálkoměrem a tím ho změnili na dosud dobře známý tachymetr (Obr. 11). Tachymetrické výpočetní pravítko sestrojil profesor Wild (1843) a zdokonalil ho Werner.

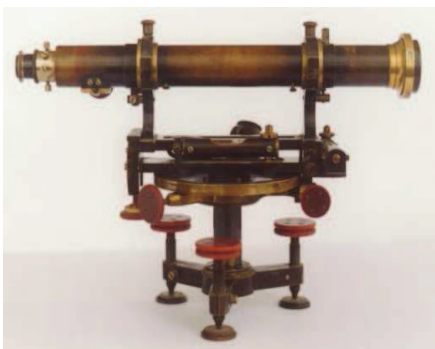
V roce 1841 navrhl Clausen optický mikrometr s planparalelní deskou. Známé je použití z roku 1854 v Porrově teodolitu. Zrcadlový kříž (křížové zrcátko) pro vytyčování pravých a přímých úhlů bylo zkonstruováno Berlinem roku 1844. O pár let později, tedy roku 1846 byla založena C. Zeissem stejnojmenná firma.

První polární planimetr (1855) sestrojil Miller a vyroben byl G. Starkem ve Vídni. O rok později nezávisle publikoval obdobnou konstrukci prof. Amsler ze Švýcarska. Tzv. kompenzační typ je dílem Švýcara Langa z roku 1893. V 80. letech našeho století byl tento typ elektronizován a je užíván i jako digitizér.

Fyzik H. L. Ferdinand von Helmholtz sestrojil zrcadlový stereoskop (1857). Rozšířením pozorovací základny docílil zvýšení stereoskopického vjemu a možnosti pozorování větších předloh (zejména fotografických snímků). Téhož roku profesor Amsler ze švýcarského Schaffhausenu zkonstruoval reverzní libelu nivelačního přístroje. Princip znal už T. Mayer před rokem 1800.

Roku 1865 J. L. Sanguet zkonstruoval dotkový tachymetr, který byl pro délky autoredukční. V témže roce navrhl Kiegel pravítkový tachymetr.

Profesor I. Porr zkonstruoval fotogoniometr (1871), teodolit, který záměrou objektivem fotogrammetrické kamery měří na fotodesce úhly potřebné k vyhodnocení průsekové fotogrammetrie. Nezávisle téměř shodné řešení navrhl



Obr. 12 Nivelační přístroj Frič [12]

roku 1869 Koppe. Eggert tento postup nazval fotogrammetrií měřického stolu.

Z roku 1880 je doloženo použití dálkoměru s dřevěnými základovými latěmi v německých afrických koloniích.

Bratři J. a J. Frič založili roku 1883 v Praze závod pro jemnou mechaniku, z něhož vyšla

řada kvalitních konstrukcí, včetně geodetických přístrojů (Obr. 12) [6]. Přístroje bratří Fričů jsou českými znalci trvale oblíbeny a považovány za „potěchu srdce“. Typickým znakem téměř všech přístrojů jsou hlavy ovládacích šroubů z červené umělé hmoty [5]. (Více o podniku J. & J. Frič je uvedeno v kapitole 2.4.)

Téhož roku byla založena *Service du nivellement général de la France* zásluhou profesora Ch. Lallemanda. Ovlivnila vývoj evropských nivelací. Prof. Lallemand propracoval vyjádření nivelace na sféroidické ploše a konstruoval přístroj pro určení střední mořské hladiny medimaremeter. Rok poté E. Jäderin, profesor geodézie ve Stockholmu sestrojil drátový základový přístroj, který byl velkým pokrokem zejména po vynálezu invaru roku 1897. Dosahoval relativní přesnosti 3×10^{-7} měřené vzdálenosti.

V roce 1886 G. Coradi v Curychu vyrobil přesný válivý planimetr, který je v současnosti digitalizován. Stejněho roku J. L. Sanguet zkonstruoval dvojobrazový dálkoměr s odnímatelným optickým klínem před objektivem; četlo se dvakrát, tj. bez klínu a s klínem. Roku 1894 R. H. Richards postavil dálkoměr s pevně zabudovaným optickým klínem, zakrývajícím polovinu objektivu. (Dosahoval relativní přesnosti $5 \cdot 10^{-4}$.) Na tomto principu pracoval Wildův dvouobrazový nástavec, patentovaný 1921.

L. P. Paganini zveřejnil roku 1889 konstrukci fototeodolitu s excentrickým dalekohledem a alhidádou. Vývoj byl zahájen 1878 pod velením gen. A. Ferrera. Přístrojem byla vyhotovena mapa apeninských Alp v měřítku 1 : 25 000. Centrický dalekohled, v podstatě teodolit umístěný na komoře, a posuvný objektiv zavedl plk. Hübl po roce 1900.

Roncagli a Urbani vyslovili jako první myšlenku (1890) optické autoredukce nitkových tachymetrů. Prvním autoredukčním diagramovým tachymetrem se stala roku 1900 konstrukce prof. E. H. Heinricha von Hammera, vyráběná firmou Fennel. V témže roce Prandtl zavedl do měřictví pětiboký vytyčovací hranol podle návrhu Gouliera z roku 1864.

O dva roky později Henri de Grousillier navrhl stereoskopický dálkoměr se základnou v přístroji, vyrobený pod označením Zeiss Stereotelemeter. Francouzi R. Justin, M. Benoit a Ch. É. Guillaume objevili roku 1897 invar. Od následujícího

roku byly vyráběny invarové dráty. Roku 1920 obdržel Ch. É. Guillaume za objev Nobelovu cenu [6].

2.4 Historie výrobců

Existovala velká řada výrobců, ať českých či zahraničních. Vypovídají o tom seznamy od Füsslera, ve kterém jsou uvedeni všichni výrobci a jejich přístroje. Seznam je průběžně aktualizován. Také Minow je autorem publikací obsahujících soupis výrobců i zachovaných předmětů, přičemž Minowovi publikace v porovnání s Füsslerovými jsou podrobnější.

Avšak v této kapitole se budu věnovat především těm výrobcům, jejichž přístroje se používaly na území ČSR, resp. ČR.

2.4.1 Doba Rudolfská

České země jsou odedávna tradiční křižovatkou kulturních vlivů a politických a hospodářských zájmů. V různých etapách vývoje našeho státu proto nacházíme i vyspělou výrobu měřických přístrojů, odpovídající své době [9].

16. století bylo v Čechách dobou ekonomického a kulturního rozmachu. Došlo k rozvoji hospodářských odvětví, především hornictví a hutnictví. Měřiči se podíleli na vyměřování důlních děl v Jáchymově od dvacátých let 16. století, v Kutné Hoře a dalších místech. S Jáchymovem je spojeno nejstarší evropské souborné dílo *De re metallica libri XII* (Dvanáct knih o hornictví), vydané roku 1556. Autor díla G. Bauer (Agricola) (1494 –1555) pracoval v Jáchymově jako lékař. V knize *V poučující o rubání žil a o umění měřičově* popisuje důlně měřičské instrumentarium, tvořené provazcem k měření délek, úhloměrem, kompasem a krokvicí. Z Jáchymova pochází J. Richter (Praetorius) (1573 - 1616) známý astronom a matematik, který navrhl řadu astronomických a matematických přístrojů, mezi nimi měřičský stůl (tabula Praetoriana), důležitou pomůcku geometrů pro další staletí. Dalším oborem, který se v té době rozvíjel, bylo rybníkářství. Zeměměřiči se podíleli na zakládání a udržování rybníků ve východních Čechách na panství Pernštejnů a v jižních Čechách na rožmberském panství. Olomoucký učenec J. Dubravius (1486–1553) popsal ve svém spise *De piscinis* (O rybnících) z roku 1547 tři typy nivelačních přístrojů, chrobates, vodováhu a průhledítko, které se urovnávají gravitací. Jako nejvhodnější popisuje závěsný průzor, železnou destičku s dioptry

a olovnicí vlastní konstrukce. Vývoj českého zeměměřičtví byl spojen s institucí přísežných zemských měřičů, kteří zapisovali změny vlastnictví svobodných statků do desek zemských (pozemkových knih) a na základě vyměřování zhotovovali mapy. K neznámějším zemským měřičům 16. a 17. století patřil Š. Podolský z Podolí, který ve své *Knížce o měřácích zemských* z r. 1617 popisuje též měření kompasem.

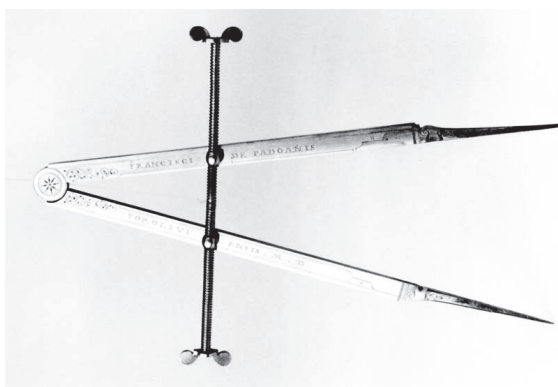
Na přelomu 16. a 17. století se Praha stala vrcholným evropským centrem vědy a výroby vědeckých přístrojů, především k měření času, astronomickému pozorování a geometrickému vyměřování. Na dvoře císaře Rudolfa II., velkého příznivce vědy a umění působili vynikající vědci té doby v čele s T. Hájkem, T. Brahem a J. Keplerem. V Praze pobýval i legendární filozof G. Bruno. Ten navázal na Koperníkovu učení, že Slunce je středem našeho světa a dále rozvinul progresivní myšlenku, že je to pouze jedna malá část nekonečného vesmíru. Ústřední postavou české vědy byl všestranný přírodovědec T. Hájek z Hájku (1525-1600), největší učenec doby pocházející z českého prostředí. Je považován za organizátora vědeckého života v Praze. Je známa jeho práce při vyměřování pražského okolí. Svou publikací *Oratio de laudibus geometrie* (Řeč o oslavě geometrie) popsal historii matematických věd u nás a zahájil jí přednášky o měřičtví na pražské univerzitě. T. Hájka pojilo přátelství s dánským astronomem T. Brahem, oba spolu vedli vědeckou korespondenci. Na jeho popud byl T. Brahe (1546–1601) pozván do Prahy k císaři. Brahe hodlal v Čechách založit observatoř pro astronomické pozorování. K tomu si nechal do Prahy přivést své vynikající přístrojové vybavení, které používal v observatořích na dánském ostrově Hven. Brahemu se nepodařilo naplnit hlavní cíl, neboť již po dvou letech působení v Čechách zemřel. Zapsal se do historie českého zeměměřičtví a provedl první přesná měření zeměpisné šířky v Čechách, v Praze a Benátkách nad Jizerou.

Brahe naštěstí zprostředkoval příchod svého asistenta a nástupce J. Keplera (1571–1630), který v Praze plně rozvinul své schopnosti v astronomii, matematice a optice. Během pražského pobytu (1600-1612) uveřejnil Kepler první dva zákony o pohybu planet v knize *Astronomia nova* (Nová astronomie) z roku 1609. Tím navázal na Koperníkovu heliocentrické učení a položil základy pro nebeskou mechaniku Isaaca Newtona. Roku 1611 vydal spis *Dioptrice* (Dioptrika), v němž podal výklad Galileova čočkového dalekohledu, který dává přímý, ale nereálný obraz

a je použitelný pouze k prostému pozorování jevů, nikoli k zaměřování. Navíc Kepler přidal v knize optický výklad nové konstrukce dalekohledu, který má jako objektiv i okulár spojnou čočkovou soustavu. Výhodou této konstrukce je větší světelnost obrazu a lepší zvětšení, možnost pozorovat současně s předmětem záměrný kříž, nebo stupnici v zorném poli dalekohledu. Dalekohled sice dává převrácený obraz, ale to v astronomii nevádí. V geodetických přístrojích se používá ke „vzpřímení“ obrazu ještě jedna spojka vložená mezi objektiv a okulár. Keplerův astronomický dalekohled zásadně určil vývoj pozorovací techniky v astronomii a geodézii a zcela ji ovládl. Tento typ dalekohledu se používá dodnes výhradně v geodetických přístrojích [23].

Spolu se světoznámými vědci působili v Praze na Rudolfově dvoře i vrcholní mechanici a hodináři té doby, E. Habermel, J. Bürgi a H. Stolle. Tito konstruktéři přispěli vynikající kvalitou svých prací k věhlasu rudolfínského střediska. Další výrobci přístrojů působili v Praze jen krátce a poté dodávali své aparáty pro císaře a další osoby na zakázku.

E. Habermel (? - 1606) byl špičkovým mechanikem a výrobcem vědeckých přístrojů. I on pracoval pro císaře Rudolfa II. Zápisy v císařských ročenkách ho označují jako „tvůrce astronomických a geometrických přístrojů“. Habermelův původ není známý, nezanechal o sobě žádné zprávy, pokud jde datum a místo narození, vzdělání a výuku řemeslu. Jisté je, že vrchol jeho činnosti spadá do Prahy, kde působil pravděpodobně od roku 1580 až do smrti.



Obr. 13 Odpichovací kružítko [12]

Habermel vyrobil velké množství přístrojů astronomických, gnómonických, zeměměřičských a matematických. Mezi jeho astronomické přístroje patří astroláby, torkveta, kvadranty a sextant. K jeho nejčastějším výrobkům patří gnómonické přístroje, především sluneční, hvězdné a měsíční hodiny [13] [23].

Produkoval široký sortiment zeměměřičských přístrojů, jednalo se především o polní přístroje, hlavně teodolity, nivelační dioptry, kompas, triangulační pomůcky a dělostřelecké zaměřovače (Obr. 13). I se zabýval výrobou drobných pomůcek a rýsovacích přístrojů, krokvic, měřítka, úhloměřů a kružítek ke zhotovení plánů. Mezi jeho nejlepší měřičské přístroje patří teodolity, které byly konstruovány tak, aby sloužily praktickým účelům. Při terénním měření byl teodolit uložen na pevném podstavci, nebo na třínožce. Tvoří jej vodorovný kruh s buzolou, výškovým půlkruhem a záměrným pravítkem. Teodolity byly vysoké jako dnešní přístroje 24 až 29 cm a měly stejnou funkci (měření úhlů), tím ovšem jejich podobnost s dnešními elektronickými přístroji končí. Habermel byl jedním z prvních konstruktérů teodolitu, přístroje který pochází z poloviny 16. století. Dalšími pomůckami pro měření v terénu byly zaměřovače na měřičský stůl, topografické kompas a sklonoměry. Vyrobit i jeden triangulační přístroj na principu podobnosti trojúhelníků. Je známý i Habermelův nivelační přístroj, který byl vyroben v Praze. Byl to jednoduchý přístroj a tvořil ho žlábek tvaru písmene „V“ délky 55 cm, který byl na koncích uzavřen a opatřen stupnicemi ke sledování vodní hladiny. K zaměření vodorovné roviny sloužily průzory. Přístroj byl založen na myšlence antické vodováhy a plnil se vodou. Do horizontální roviny se vyrovnával pastorkem s kličkou, který zapadal do ozubeného půlkruhu [23].

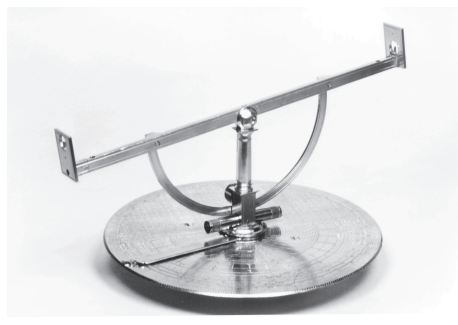
Jím vyrobené přístroje a nástroje jsou většinou v zahraničních sbírkách. Část světoznámé sbírky těchto nástrojů je vystavena v Národním technickém muzeu v Praze (NTM). Vystavená sbírka matematických nástrojů (poměrová kružidla, krokovnice, kružítko a rýsovací potřeby) je vyrobena pro císařova lékaře F. Paduaniuse z Forlí, která pochází také z dílny Habermel [8].

J. Bürgi (1552–1632) vynikal (přestože byl samouk) v mnoha činnostech, jako hodinář, konstruktér, astronom a matematik. Pocházel z Lichtensteigu ve Švýcarech, kde absolvoval základního vzdělání. Vrcholnou éru prožil na dvoře císaře Rudolfa II. v Praze.

Jeho talent objevil ve Štrasburku hesenský lankrabě a milovník astronomie Vilém, který tam studoval. Roku 1579 nastoupil Bürgi do jeho služeb na kasselské observatoři jako dvorní hodinář. Společně s dvorním astronomem Rothmannem a Vilémem IV. prováděli astronomická pozorování a sestavili katalog hvězd.

Pozorovací přístroje upravoval Bürgi podle moderních požadavků, především na zaměřovačích a odečítání úhlů. Sextanty používali k měření úhlových vzdáleností, kvadranty k měření výšek a azimutů hvězd a planet. Bürgi dostal za úkol sestrojít přesnější hodiny. Roku 1585 vyrobil přesné observační hodiny opatřené sekundovým ciferníkem. Později je zdokonalil a vybavil novým druhem nepokoje, tzv. křížovým krokem. Nepřesnost chodu těchto hodin byla necelá jedna minuta za den. Byly to nejpřesnější hodiny až do zavedení kyvadla v časomíře. Roku 1592 odjel Bürgi do Prahy k císaři Rudolfovi a předal mu hvězdný glóbus a kružítko jako dar. Bürgi zůstal i ve službách Viléma nástupce Moritze. Teprve roku 1604 odjel do Prahy a spřátelil s vynikajícím matematikem Keplerem. Opět se potvrdilo, že pro Bürgiho není problém sestrojít jakékoli přesné zařízení. Dále spolupracovali v astronomii a matematice. Bürgi sestrojil třiapůlstopy sextant (poloměr 112 cm) pro přesná astronomická měření. Používal ho také Kepler při měření opozic Marsu v letech 1602 a 1604 a později během svého pobytu v Praze roku 1628.

Bürgi se snažil usnadnit matematické výpočty hodnot goniometrických funkcí důležitých pro astronomii. Pracoval též na výpočtu a tabelování hodnot přirozených logaritmů, s prací byl hotov kolem roku 1611. *Pokrokové aritmetické a geometrické tabulky* vydal (bez návodu k použití) až roku 1620. Roku 1614 vydal skotský matematik J. Napier *Popis podivuhodné tabulky logaritmů* a pojmenoval nový vynález jako logaritmy. Zasáhl také do rozvoje zeměměřičské techniky, mezi jeho původní konstrukce a vynálezy patří i několik přístrojů pro praktickou geometrii. Ke svému triangulačnímu přístroji obdržel patent roku 1602. Přístroj se skládá ze tří pravítek, základnového a dvou bočních. Používal se ve vojenství ke zjištění polohy a vzdálenosti nepřístupného cíle na základě grafického protínání vpřed.



Obr. 14 Přístroj H. Stolleho [12]

Vynalezl proporční kružítko s posuvnou hlavou k nastavení měnitelného poměru dělení úseček. Pomůcka sloužila k dělení obvodu kruhu na stejné díly, dělení úsečky na dvě části dle tzv. zlatého řezu a provedení slavné konstrukční úlohy, tzv. kvadratury kruhu. Kružítko fungovalo i jako

univerzální výpočetní pomůcka. Další Bürgiho instrument sloužil k perspektivnímu kreslení. Byl to přístroj založený na principu teodolitu, kterým bylo možné vynášet zaměřené body na rýsovku měřického stolu a zakreslovat mapu přímo v terénu.

H. Stolle (? - 1613) patří též do okruhu rudolfínských mechaniků. Byl Bürgiho spolupracovníkem a později samostatným hodinářem v Praze. O jeho osobě se nedochovaly téměř žádné zprávy. Zmiňuje ho pouze Kepler ve svých zápisech o astronomickém pozorování Slunce camerou obscurou roku 1609. Prováděl je s M. Bacháčkem, Bürgim a Stollem.

Vše, co je o něm známo pochází z jeho přístrojů (Obr. 14). Jeho nejlepším přístrojem je teodolit, univerzální přístroj, který sloužil k terénnímu vyměřování, používal se jako sluneční hodiny a pomůcka k výpočtu matematických funkcí. Dále konstruoval záměrné dělostřelecké přístroje, úhломěrné přístroje a podle svého učitele Bürgiho proporční kružítko a triangulační přístroj. Stolle se zapsal do historie jako jeden z prvních konstruktérů dalekohledu, přístroje, který završil tuto epochu. Kolem roku 1612 sestrojil dalekohled Galileova typu s malým zvětšením. Dalekohled byl zřejmě určen pro Rudolfa II., nese královskou korunu na obalu.

Zeměměřičství se vyskytuje také v literárním díle vzdělance a „učitele národů“ J. A. Komenského. V publikaci *Labyrinth světa a ráj srdce* z r. 1631 popisuje geometrii a jejich práci. V dalším příznačném díle *Geometrie* definuje tento obor jako vědu o správném měření a dělí ji na geometrii teoretickou a geometrii praktickou (geodézii). Popisuje některé geodetické přístroje jako měřickou desku, Jakubovu hůl, astroláb, kvadrant a práci s nimi. Kromě toho se zabývá geometrickými mírami i měřickými metodami, měření délek, výšek a hloubek. Ilustrace z Komenského díla *Orbis pictus* představuje měření geometrickými přístroji, kvadrantem a Jakubovou holí.

Kvalita přístrojů byla vesměs vynikající, ukazovaly trend vývoje měřicí techniky. Tyto přístroje sloužily k rozvoji vědy a poznání, především astronomie, měření času a zeměměřičství. Je třeba podotknout, že ne všechny funkční přístroje se uplatnily k měření. V mnoha případech byly používány jako dary pro svůj krásný design a staly se sběratelskými artefakty pro císaře nebo významné osobnosti. Vedle

špičkových instrumentů byly vyráběny levné a méně přesné přístroje ze dřeva, někdy s papírovým potiskem pro zeměměřiče a důlní měřiče [23].

Uvedené nástroje byly pro jejich účely rozhodně výjimečné. Mapování praxe dosáhlo vynikajících výsledků, důkazem je vysoká úroveň běžně používaných nástrojů. Vynikajícím příkladem je stavba unikátního vodního tunelu (tzv. Rudolfova nebo Belvedérská štola), vedoucí pod ostrohem Letné vodu z Vltavy proti klášteru sv. Anežky do Obory (Stromovky). Stavba skončila po dvanácti letech roku 1593. Tunel je přibližně o průřezu $(0,7 - 1,5) \times (3 - 4)$ m, je až 43 m pod povrchem ostrohu Letné a postaven z přírodního kamene. Je dlouhý 1,1 km s převýšením portálů 1,04 m. Tunelování bylo provedeno z obou stran současně a má 4 svislé šachty. Na výstavbu tohoto tunelu se sešli vynikající inženýři. Těsně předtím, že byl tunel dokončen, úředník dvorské kanceláře I. Phendler nakreslil pro císařovu informaci mapu v měřítku 1:547 [8].

2.4.2 Výroba v 18. století

Třicetiletá válka přinesla na naše území obrovské ztráty na životech obyvatelstva všech tříd a hospodářský kolaps. Byly zničeny a rozchváčeny cenné stavby knihovny, sbírky a archivy, emigrovalo mnoho vzdělanců, nastal celkový ekonomický a morální pokles. Kolaps postihl i jemné mechaniky. V následujících letech se konaly jen malé průzkumy a mapování, vyrábělo se jen v malých dílnách [8]. Oživení nastalo až v 19. století, spojovaném s průmyslovou revolucí (století páry) a s národním obrozením, které v rámci habsburské monarchie korespondovalo se vzrůstajícím hospodářským vlivem a rozvojem Čech [26].

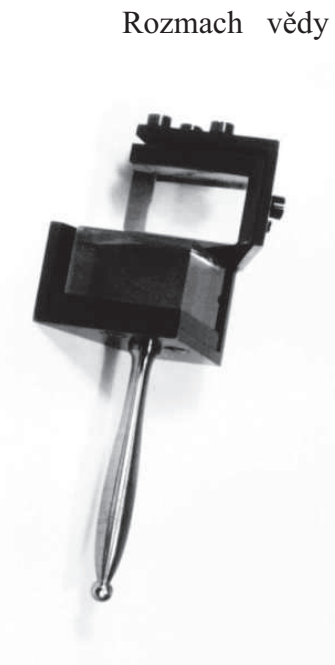
Císařský inženýr Willenberg získal roku 1707 císařský inženýrský patent a roku 1718 zahájil (na základě žádosti z roku 1805) výuku na Stavovském inženýrském ústavu v Praze, který je předchůdcem dnešní pražské techniky (ČVUT). Náplní výuky studia byla aritmetika, geometrie, praktická geometrie (dnešní geodézie) a pevnostní stavitelství. Z tohoto výčtu vyplývá, že převažovala výuka zeměměřičství a matematiky. Absolventi školy se uplatnili jako zemští měřiči a vojenští inženýři, kteří se zabývali trasováním královských silnic, stavbou fortifikací a barokních budov. K těmto pracím byly používány přístroje nivelační (vodováhy, nivelační dioptry, závěsné přístroje) a úhломěrné (dělené kruhy, teodolity, kvadranty), provazce a řetězce k měření délek.

Pro zajímavost uvádím, že v této době bylo zahájeno mapování Kryštofem Müllerem, protože k hlavním úkolům zeměměřictví 18. století patřilo v českých zemích topografické měření. Úkolem byl pověřen vojenský inženýr J. K. Müller, který zahájil své práce dle císařského rozhodnutí měřením Moravy roku 1708. Polohy některých míst byly zaměřeny astronomicky. Vzájemná poloha míst byla zaměřena při mapování, směry byly určeny buzolou, vzdálenost míst viatoriem, pomocí záznamu otáček kola cestovního vozu. Po ukončení prací roku 1712 byl Müller pověřen mapováním Čech, které prováděl do roku 1720. Přestože Müllerova mapa Moravy a zvláště Čech dosáhly pozoruhodných výsledků, přestaly za krátkou dobu stačit. Tak bylo rozhodnuto o vojenském mapování souvisle na celém území [23].

2.4.3 Výroba v 19. století až do pol. 20. století

19. století je spojeno s průmyslovou revolucí, Českým národním obrozením a s navrácením vývoje geodetických přístrojů. V rámci Habsburské monarchie roste hospodářský vliv a rozvoj Čech [8].

2.4.3.1 České firmy



Obr. 15 Dvojitý pětiboký hranol [20]

Rozmach vědy byl spojen s rozvojem přístrojové techniky. Výroba vědeckých přístrojů rostla podle potřeb optiky, fyziky, astronomie, geodézie a ostatních oborů. Měřičské přístroje byly využívány pro potřeby pražské hvězdárny, kabinetů univerzity a zeměměřičské praxe. S přeměnou pražské inženýrské školy na Stavovský polytechnický ústav roku 1805 vzniká na jeho půdě mechanická dílna [23]. Byla založena v roce 1808 J. Božkem (1782 – 1835), který byl od roku 1805 hodinářem a mechanikem polytechniky [8]. Roku 1812 Božek zhotovil pro pražské Klementinum přesné kyvadlové hodiny k astronomickému měření. Jeho zásluhou vznikla roku 1818 první samostatná pražská mechanická dílna. Vedle konstrukce mnoha druhů hodin zasáhl Božek do dalších technických oborů a stal se průkopníkem české techniky

[23]. Nástupcem ve funkci a nástupcem ve vedení dílny se stal jeho syn František (1809 – 1886) a s ním nástroje vyráběl i jeho druhý syn Romuald. Oba pokračovali ve výrobě jednotlivých geodetických přístrojů, často unikátní vědeckých přístrojů [8].

F. Božek (1809-1886) převzal vedení dílny a zabýval se jemnou mechanikou a výrobou hodin. Vyráběl i geodetické přístroje: záměrná pravítka, buzoly a nivelační dioptry. Podle návrhu profesora geodézie F. Müllera sestrojil roku 1866 originální přístroj ke grafickému určování výšek. F. Božek spolu s uměleckým truhlářem a soustružníkem polytechnického ústavu J. Toberem založili mechanickou dílnu Božek & Tober. Od roku 1870 sídlila Božkova dílna v Hurtově (dnešní Resslova) ul. čp. 307/II. Romuald Božek (1814-1899) vynalézal a konstruoval mnoho jiných strojů, mezi nimi hodiny a v roce 1864 se podílel na přestavbě pražského orloje [23].

Zhruba od roku 1840 vyráběl geodetické přístroje další vynikající mistr R. Brandeis (1818 – 1868). Po jeho smrti se na jeho místo dostala firma Haase & Wilhelm. V Národním technickém muzeu jsou tito výrobci zastoupeny rozsáhlou sbírkou hranatých a vyrovnávacích přístrojů (Obr. 15), topografickými soupravami dioptrií a heliotropů (Obr. 16).

V roce 1980 bylo v Praze v centru výroby 24 dílen pro výrobu geodetických přístrojů. Na konci století jich bylo dokonce čtyřicet [8]. Byly to například Hauser, Jaklin, Šebek, později Durst, Dušek, dále Poskočil v Libochovicích, Karl Ganglof v Rožmitále. Tito výrobci nabízeli pantometry, úhlové hlavice,

vytyčovací zrcátka, geodetické astroláby, různé výškoměry a sklonoměry a nivelační dioptry, dendometry, nivelační přístroje, měřické stoly, latě a řetězce, úhломěry, teodolity, tachymetry, heliotropy atd [5]. Pokud jde o kvalitu, tak společnost Strejc & Dušek byla nejlepší mezi výrobci rýsovadel.



Obr. 16 Heliotrop [24]

Z designérů a výrobců mimo Prahu byl jeden z nejvýznamnějších K. Gangloff (1809 – 1879) [8]. Roku 1856 konstruoval planimetr k měření ploch na principu přeměny složitých obrazců na jednoduché. Dalším přístrojem byl svahoměr k redukci šikmé vzdálenosti na vodorovnou. Sestrojil arkograf, hranolový bubínek s možností natáčení zrcátek, který se používal k vytyčování kružnicových oblouků [23].

Podnik pro výrobu nových druhů optických skel založil v Jeně v roce 1884 optik Otto Schott. Významně se zapsaly do historie optiky, a tím i geodézie a fotogrammetrie [6].

Dílna Spitra

Roku 1819 v Praze zahájil výrobu měřických přístrojů F. Spitra. Ve dvacátých letech 19. století založil dílnu F. Spitra (1774–1841) v Dominikánské (dnešní Husova) ulici čp. 275/I v Praze. Vyráběl astroláby, nivelační dioptry, záměrná pravítka, měřické stoly a také fyzikální přístroje (obr. 4). Spitrova dílna existovala po celé 19. století, v její tradici pokračovali Spitrovi nástupci, syn Václav Michal Spitra (1809-?). V dalším vedení rodinné firmy pokračoval vnuk O. Spitra (1842–1901), který byl dvorním mechanikem [23].

Brandeisova dílna

Kolem roku 1840 začal vyrábět měřické přístroje M. R. Brandeis (1818-1868), jeho dílna sídlila ve Šlikově paláci v Praze, Ferdinandova ul. (dnes Národní) čp. 61/II. Brandeisův univerzální nivelační přístroj se používal k trasování železnic. V nabídce z roku 1867 jsou další přístroje: teodolity, buzoly, záměrná pravítka, astroláby a důlní přístroje. Brandeisovu dílnu převzala roku 1871 firma Haase & Wilhelm, která se zabývala výrobou úhломěrných, nivelačních a dalších měřických přístrojů. Dílna A. Haaseho (1838-1898) aj. Wilhelma (1837–1881) vyráběla přístroje až do konce 19. století [23].

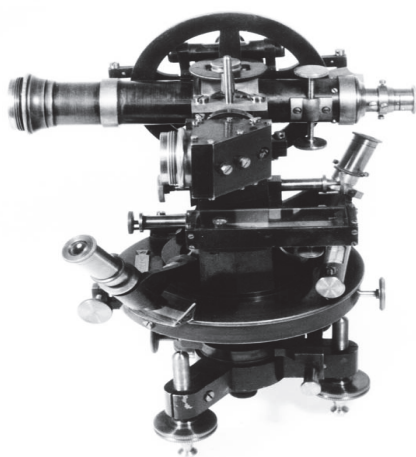
Společnost J. & J. Frič

V roce 1883 nastal zlom ve zvýšení dosavadní výroby zeměměřických nástrojů a to když bratři Josef (1861 – 1945) a Jan (1863 – 1897) Fričovi založili v Praze *Události pro precizní mechaniky*. Oblast zájmu a tvůrčí invence byly u bratrů velmi široké. Kromě navrhování, výroby nástrojů a vybavení vlastních dílen také postavili polarizátor a analyzátor, a také bareoskop pro indikaci hustoty cukru šťávy, který se stal úředním etalonem v USA. Navrhli také přístroje pro dělení kruhů geodetických přístrojů, pro broušení čoček a mnoho dalších. Jejich účast na výstavě v Praze v roce 1891 skončila s velkým úspěchem. Po roce 1906 podnik J. & J. Frič vyráběli polarimetr pro indikaci obsahu cukru, který byl přijat na oficiální úrovni v USA.



Obr. 17 Triangulační teodolit 6R

Podnik bratrů Fričů během své existence vyráběl veškerý sortiment zeměměřických, kartografických nástrojů a nářadí, včetně prestižního triangulačního teodolitu 6R s vyšším pracovním šroubem a čtením odhadem až 2'' a zvláštních nástrojů pro měření deformací u přehrad a tunelových staveb (Obr. 17). Podnik byl zavřen po znárodnění na začátku roku 1950, když se v národním podniku Metra změnila výroba.

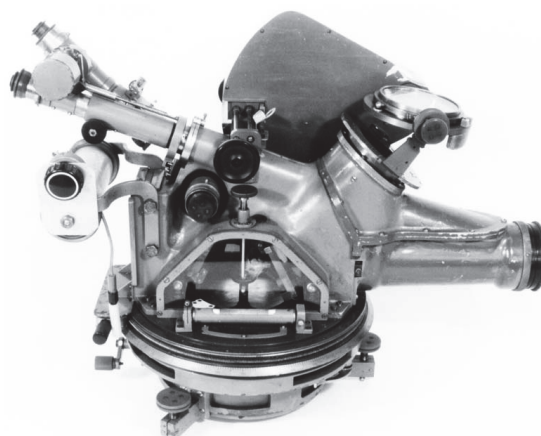


Obr. 18 Teodolit DUPLEX [24]

V letech 1884 – 1885 byla produkována malá série důlních teodolitů DUPLEX (Obr. 18), ve kterém byl poprvé na světě použit dělený kruh ze skla. Horizontální kruh o průměru 130 mm tvořilo 8 milimetrové silné zrcadlové sklo. Na horním okraji bylo rozděleno diamantovým rydlem po 1°, čísla na něm byla vyryta. Kruh byl osvětlen hornickým kahanem s malým okénkem v dolní části krytu alhidády. Úhlové minuty byly čteny prostřednictvím dvou protilehlých mikroskopů s 24x zvětšením se zalomenou optickou osou

s půlminutovou přesností. Bratři Fričové uvádějí 17 podmínek konstrukce, mnohé z nich jsou dnes samozřejmostí (například skládací stativ, pevné a pružné upevnění, nadírová a zenitová centrace, prokladný dalekohled, zakrytí kruhů a dalších částí a možnost rektifikací všech mechanických os). DUPLEX měl výšku 28 cm a šířku 21 cm, což je zhruba polovina obvyklých velikostí v té době. Pro snadné cílení ve svislé rovině byl opatřen lomeným dalekohledem, procházejícím klopnou osou hlavního dalekohledu. Popis konstrukce byl zveřejněn v roce 1886 v prestižním časopisu *Zeitschrift für Instrumentenkunde*.

Teodolity se skleněnými kruhy se staly ve druhé polovině 20. století samozřejmostí i při měření pozemkové úpravy. Firma do historie vstoupila také např. konstrukcí důlní buzoly vyšší přednosti čtení, umožněné tlumením nožové střelky (1884).



Obr. 19 Cirkumzenitál [24]

Na základě vynikající myšlenky profesora F. Nušla, byl postaven pro určení zeměpisných souřadnic metodou stejných výšek astronomicko – geodetický přístroj cirkumzenitál (Obr. 19). V roce 1932 byl zaveden neosobní mikrometr podle návrhu profesora E. Buchara. Další vývoj a výroba probíhaly koncem 20. století ve Výzkumném geodetickém, topografickém a kartografickém ústavu (VÚGTK, nyní se nachází ve Zdíbech) [8].

Podniky Srb & Štys a Meopta

V roce 1919, krátce po vzniku samotného Československa, byl v Praze založen opticko – mechanický podnik Srb & Štys. Společnost měla rychlý tovární výrobní systém a získala řadu vojenských zakázek a vynikajících mechaniků ze společnosti bratří Fričů. Od roku 1923 byla vyráběna celá řada geodetických přístrojů a nástrojů (nivelační lať, planimetr, vodováha, pantograf, sada kreslicích nástrojů).

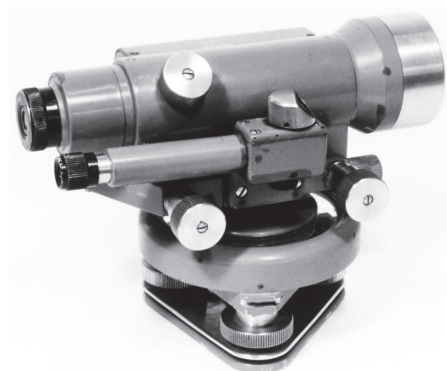


Obr. 20 Teodolit TH 30 [24]

Mezi neúspěšnějšími přístroji můžeme jmenovat teodolit TN 25 a technický nivelační nástroj NN 25. Byly vyrobeny také triangulační teodolit se šroubovými mikroskopy s přesností $1''$, školní teodolit Th Š, nástroje pro speciální účely např. pro měření výšky hladiny [8]. Typickým znakem všech teodolitů Meopta jsou koaxiální ustanovky [5].

Po roce 1945 po znárodnění společnosti Srb & Štys, byl založen národní podnik Meopta Košiče, který přijal její výrobní program. Konstrukteři v nově vzniklém podniku, např. A. Holý, Höger, A. Dvořák, kteří během krátké doby dohnali zpoždění způsobené válkou a dosáhli solidní evropské úrovně. V katalogu z roku 1961 je uvedena modernizovaná verze TH teodolitu 30 s kovovými kruhy a čtením dle verniery z $30''$ (Obr. 20), ale také konstrukce teodolitu Meoptra T1c z roku 1955 se skleněnými kruhy a čtení jednoduchým optickým mikrometrem umožňující odhad 2 mgon (2cc). Pro armádu byl vybaven periskopem.

V katalogu byl také meteorologický teodolit, topografická souprava, stavební nivelační přístroj NK 30x se skleněným děleným kruhem se čtením na $1'$, použitelným pro tachymetrii v rovinném terénu (Obr. 21), starší malý (tzv. kapesní) přístroj KNK 8,8x a nový MN 10x.



Obr. 21 NK 30x [24]

V roce 1961 byla československá odborná veřejnost seznámena s vývojem zcela nové série teodolitů s velmi dobrou funkcí a designem. (Typ MT 0, zvětšení 15x, čtení 5c, MT 10, 28x, 1c, MT 11 s automatickým indexem vertikálního kroužku, MT 20, 28x, 10cc, a MT 30, 34x, 1cc). Žádný z nich nebyl vyráběn, neboť již v roce 1963 byla náhle výroba v rámci Rady vzájemné hospodářské pomoci zrušena. Situace ve výrobě nivelačních přístrojů

byla o něco lepší. Byl vyvinut a vyráběn nový typ MN 20 s kompenzátorem záměrné přímky, určený pro technické nivelace [13] [8].

2.4.3.2 Zahraniční firmy

Rakouská výroba

Mnoho českých odborníků navrhlo jednotlivé přístroje často pro podniky ve Vídni. Byli jimi například: hypsometr, který navrhl významný profesor polytechniky v Praze K. F. E. rytíř Kořistka (1825 – 1906), nástroj pro grafické vyrovnání profesora F. Müllera (1835 – 1900) nebo logaritmický tachymetr vynikajícího lesníka a železničního zeměměřiče Dipl. Ing. A. Tichého (1843 – 1923) (Obr. 22)[8].



Obr. 22 Tachymetr Ing. A. Tichého
[24]

V Rakousku se výroba geodetických přístrojů soustředovala především v hlavním městě. V průběhu 19. století působila řada firem s různou úrovní, zaměřením i rozsahem výroby, např. Prokesch (zal. 1798), Sadtler (1816) nebo Richter (1873). Nejvýznamnější dílny a podniky vyráběly úplný sortiment (teodolity a nivelační přístroje různých tříd přesnosti, buzoly, měřické stoly a záměrná pravítka, další pomůcky) včetně speciálních konstrukcí (pro důlní měřictví, triangulaci, lesnictví, optickou výrobu atd.).

K nim patřily firmy Voigtlander (1807, rakouský základnový přístroj), Kraft (1823, Horského katastrální planimetr, geodetické vybavení pro rakouská měření pro projekt Suezského průplavu roku 1847 pod vedením A. v. Negrelli). Ze známé mechanické dílny K. K. Polytechnisches Institut vznikl koupí roku 1866 podnik Starke & Kammerer [13].

Některé z firem přečkaly ztrátu trhů a zázemí, způsobenou zánikem monarchie. Byl to např. známý podnik Neuhofer (1858-1959, dálkoměry, lesnické přístroje, tachymetrická pravítka, pantografy, dodávky pro císařskou i republikánskou armádu), Miller (Innsbruck, 1871-1965, exportér do Ruska, Itálie a Jižní Ameriky) nebo Fromme (1884-1970, vyráběl též transportéry a kreslicí

stroje). Patří sem i Rost (1888, mikroskopový teodolit Tichý - Rost a další vybavení pro stavbu Tauernského tunelu, dodavatel VZÚ, roku 1913 první fotogrammetrický autostereograf Eduarda von Orel, stereokamera Doležal -Rost), od 40. let 20. století zástupce firmy Wild (Leica) [7].

Německá a švýcarská výroba

Německo zastupovaly například firmy Breithaupt (1762), Fennel nebo Zeiss (1909). Věhlasné závody pro přesnou mechaniku a optiku byly založeny roku 1846 Carlem Zeissem. K významným spolupracovníkům patřili např. E. Abbe, O. Schott a H. Wild [6].

Ve Švýcarsku to byla firma Kern a Wild. Firma Kern byla založena roku 1819 v Aarau ve švýcarském kantonu Argau. Podnik Wild byl založen v roce 1921, když konstruktér H. Wild odešel od Zeissových závodů. V následujícím roce tedy roku 1922 však přešel do firmy Kern v Aarau. Roku 1991 byla firma Kern začleněna do koncernu Leica. S jejím jménem je spojena řada úspěšných konstrukcí geodetických i fotogrammetrických přístrojů a pomůcek [6].

Francouzská a anglická výroba

Ve Francii vyráběly geodetické přístroje, součástky a doplňky firmy Richer a Lenoir. A v Anglii to byly firmy Ramsdem a Dollond.

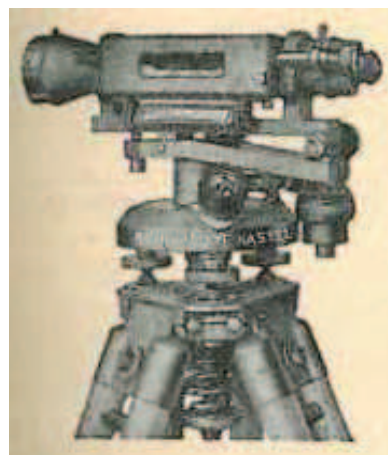
V roce 1990 se spojilo 7 světových výrobců optických přístrojů (Wild Heerbrugg, Cambridge Instruments, Leica, Leitz, Kern Swiss, Reichert, Jung) v nadnárodním koncernu Leica. Leica Geosystems, jedna ze tří divizí se zabývá výrobou geodetických a fotogrammetrických přístrojů v rámci nadnárodního koncernu Hexagon [6].

2.5 Základní geodetické přístroje od pol. 19. do pol. 20. století

Závody jemné mechaniky a optiky, do nichž patřili též výrobci astronomických, matematických a geodetických přístrojů, se rychle vyvíjely a nabízely řadu konstrukcí [7].

2.5.1 Nivelační přístroje

Optické nivelační přístroje se užívají k určení převýšení jednoho bodu vzhledem ke druhému pomocí vodorovných světelných paprskových svazků (Ob. 23). V principu jsou nivelační stroje složeny z dalekohledu a libely, jejichž osy jsou vzájemně rovnoběžné. To znamená, že při urovnání libely je záměrná osa dalekohledu také vodorovná. Nivelační stroje jsou charakterizovány citlivostí libely, pohyblivostí její bubliny a zvětšením dalekohledu. Při tom tyto veličiny jsou spolu vázány určitým vztahem.



Obr. 23 Breithauptův universální nivelační přístroj [21]

V následující tabulce jsou uvedeny některé hodnoty zvětšení dalekohledu a citlivosti libely nivelačních přístrojů, užívaných k určitým pracím.

Druh práce	Zvětšení dalekohledu	Citlivost libely (vteřiny)
Nivelační práce prováděné na krátkých tazích	10x	40 – 50
Technické nivelování, stavitelská měření	15 – 20x	40 - 30
Přesná technická nivelování na dlouhých tazích	24 – 30x	30 – 18
Nivelování prvního řádu	44x	10

Tab. 1 Hodnoty zvětšení dalekohledu a citlivosti libely nivelačních přístrojů [15]

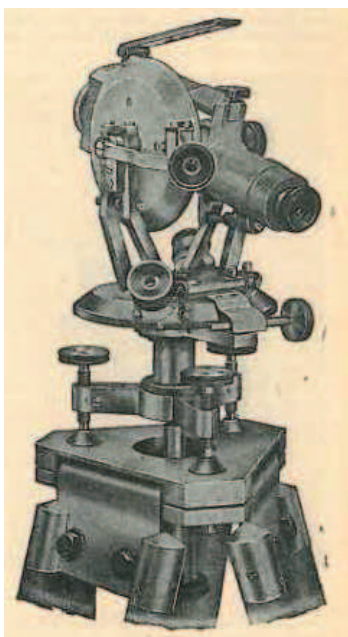
2.5.1.1 Typy nivelačních strojů

Nivelační stroje můžeme rozdělit např. podle způsobu spojení nivelační libely a dalekohledu - dle tohoto kritéria dělíme nivelační stroje na čtyři druhy:

- 1) Dalekohled a libela je spojena v jeden pevný celek s podstavnou částí. Při tom libela může být upevněna buď na alhidádě, nebo na dalekohledu samotném. (Tato konstrukce je dnes jediná používaná, místo libely je však kompenzátor.)
- 2) Nivelační stroj má prokladatelný dalekohled a libely na alhidádě.
- 3) Nivelační stroj má prokladatelný dalekohled s rezervní libelou nebo dvojicí protilehlých libel.
- 4) Nivelační stroj má prokladatelný dalekohled a sazečí libelu.

Vývojem se prosadil typ 1. s pevným dalekohledem a s ním spojenou nivelační libelou. Ta byla sledována zrcátkem, později byl obraz konců libely převeden do dalekohledu. Od 60. let je libela nahrazena kompenzátozem. V současnosti je čtení digitalizováno užitím kódových latí. Ostatní typy zanikly.

2.5.2 Tachymetry



Obr. 24 Malý Fričův
tachymetr [21]

Tachymetry jsou přístroje, které slouží k současnému určování horizontální polohy a výšky bodů (Obr. 24). Jejich princip spočívá v určení polohy bodu v prostoru polárními souřadnicemi (orientovaný úhel, vodorovná délka) a převýšení získané z měřené šikmé délky a zenitového, resp. svislého úhlu.

Podle konstrukce se rozdělují na:

1) Klasické tachymetry – přesností vyhovuje repetiční minutový teodolit vybavený rýskovým dálkoměrem, vyžadujícím kancelářské výpočty z měřených dat. Tuto funkci zastávají i nivelační přístroje s děleným kruhem.

2) Samoredukční tachymetry – teodolit opatřený

dálkoměrem a mechanickým nebo optickým zařízením, které automaticky určuje horizontální vzdálenosti a převýšení, bez jakýchkoliv předchozích výpočtů.

2.5.3 Úhломěrné přístroje

Rozdělení úhломěrných strojů:

1) Podle použití jsou dělena:

- Universální stroje – slouží k určování horizontálních i vertikálních úhlů, délek a nivelaci, příp. měření magnetických azimutů.
- Teodolity – slouží převážně k měření horizontálních úhlů. Tyto stroje buď vůbec vertikální kruh nemají, nebo jen takový, který dovoluje měřit výškové úhly s menší přesností.
- Vertikální kruhy – užívají se obráceně převážně k měření výškových nebo zenitových úhlů. Proto mají horizontální kruh menší než vertikální, který slouží jen k přibližné orientaci stroje. Tyto stroje se užívají hlavně k astronomickým měřením, resp. při mapování stolem.

2) Podle uspořádání dalekohledu je dělíme:

- přístroje s centrickým dalekohledem,
- přístroje s výstředným dalekohledem, umožňujícím silně skloněné záměry např. u tzv. lesnických teodolitových busol.

Nejlépe však lze úhломěrné stroje charakterizovat podle spojení horizontálního kruhu s podstavnou částí stroje. Horizontální kruh může být spojen s podstavnou částí stroje pevně nebo kruh se může kolem osy podstavné části otáčet. Podle toho mluvíme o strojích:

- jednoduchých jednoosých, levných, bez možnosti orientace vodorovného kruhu,
- repetičních dvouosých nebo jednoosých s limbem na postrk.

Repetiční stroje mají kruh spojen s podstavnou částí v jeden celek pouze třením. Natočením kruhu vzhledem k podstavné části lze provést buď přímo rukou,

nebo tím, že kruh se spojí zvláštní spojkou (repetiční svorou) s alhidádou a otočí se současně s ní, načež se opět spojka uvolní.

2.5.4 Dálkoměry

Jsou to přístroje sloužící k měření vzdáleností. V geodetické praxi se používají hlavně dálkoměry optické. Jejich princip je založen na řešení pravoúhlého trojúhelníka, daného ještě měřenou délkou a jedním z dalších dvou prvků - protilehlou latí nebo dálkoměrným úhlem. Jeden z obou prvků má konstantní hodnotu, hodnota druhého prvku se určí při měření vzdálenosti. Podle toho, který z obou prvků má konstantní hodnotu, rozdělujeme dálkoměry na:

- dálkoměry s konstantním úhlem; nejvíce užívané nitkové (ryskové) dálkoměry a dvouobrazové dálkoměry, které mají lat' v cíli a dále dálkoměry s latí v přisroji – tzv. telemetry – užívané hlavně ve vojenské topografické praxi,
- dálkoměry s konstantní latí (paralaktické měření).

2.5.4.1 Nitkové dálkoměry

V principu je tento dálkoměr tvořen dalekohledem, v jehož rovině skutečného obrazu je umístěna planparalelní destička s vyrytým ryskovým křížem, který obsahuje dvě vodorovné dálkoměrné vlákna rysky. Místo rysek ve skle byla původně používána napnutá pavoučí vlákna.

Přesnost měření nitkovým dálkoměrem bez ohledu na vnější vlivy závisí především na přesnosti čtení na lati. Chyba způsobená při čtení vzhledem ke každému vláknu, závisí na schopnostech zraku pozorovatele.

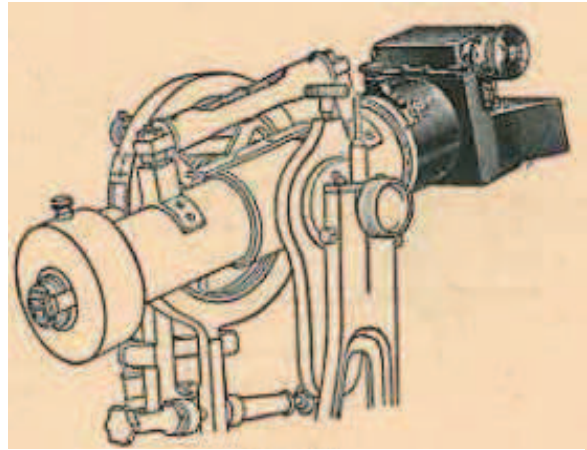
Nitkový dálkoměr je velmi jednoduchý a praktický přístroj pro měření vzdáleností. Má však také celou řadu nedostatků. Některými nedostatky jsou například:

- Při průchodu vnějším prostředím působí na paprsky refrakce, která může způsobit chybu až 1,5 %. Dolní čtení má proto být alespoň 1 m od země, čímž se vyloučí i vliv chvění vzduchu.

- Vlivem proudění vzduchu, způsobeného vyhřátou zemí, bývá obraz spodní části latě neostrý [15].

2.5.4.2 Dvojobrazové dálkoměry

Dvojobrazový dálkoměr vzniká rozštěpením svazku paprsků předřazeným klínem (Obr. 25). Lať je vodorovná a čte se pomocí vernieru. Při zavedení osobní chyby je přesnost 0,02 m na 100 m. Dvojobrazový dálkoměr byl užíván při tzv. novém měření za Protektorátu Čechy a Morava.



Obr. 25 Breithauptův dvojobrazový dálkoměr [20]

2.5.4.3 Další typy dálkoměrů

Dalšími typy dálkoměrů jsou dálkoměry pravítkové, dotykové, logaritmické a diagramové dálkoměry. Tyto typy dálkoměrů byly především francouzského původu, avšak ani jeden z dálkoměrů se u nás (s výjimkou diagramových) výrazně neprosadil.

Pravítkové dálkoměry sloužily k úplnému nebo částečnému výpočtu tachymetrických rovnic, tj. k výpočtu převýšení a vodorovné délky. Dotykové dálkoměry fungovaly na mechanickém principu vytvoření dálkoměrného úhlu. Logaritmické dálkoměry zhotovil Ing. A. Tichý (1843 – 1923) a vyráběla je firma Rost. Přesnost v délkách byla 0.02 m na km. Ve 2. polovině 20. století obdobný typ vyráběl bez většího úspěchu Zeiss Jena (typ LOTA).

Autorem prvního diagramového dálkoměru byl profesor Hammer. Diagramový dálkoměr byl zhotoven ve firmě Fennel v roce 1900. Tachymetrické rovnice jsou řešeny opticky pomocí křivek proměnlivé křivosti nebo křivek, které jsou vidět v zorném poli dálkoměru. Spolu s dotykovým dálkoměrem tvoří skupinu autoredukčních dálkoměrů. V Československé praxi byl velmi oblíbený typ Zeiss DAHLTA. Jeho přesnost v délkách byla 15 – 28 cm na 100 m, musel být

přehledný terén. A přesnost ve výškách byla 5 – 15 m na 100 m. Bezpečně se pozná nejenom dle svislého kruhu na levé straně, ale má ještě kruhy po obou stranách.

2.5.5 Záměrné pravítko

Cílem všech geodetických měření je sestavení situačního plánu nebo profilu v určitém řezu. Při měřeních prováděných teodolitem, tachymetrem nebo nivelačním strojem, obdržíme pouze číselné hodnoty, ze kterých musíme pak vytvořit plán nebo profil.

Situační plán můžeme však tvořit přímo při měření v terénu. K tomu účelu slouží přístroje zvané záměrná pravítka. Jejich princip spočívá v tom, že horizontální úhly se promítají přímo na vodorovnou rovinu, kde se vyznačují přímkami, na které se vynášejí naměřené vzdálenosti v určitém měřítku.

Proto záměrné pravítko musí umět určit kolimační rovinu, horizontální vzdálenost a převýšení. Horizontální úhly se promítají na vodorovnou rovinu stolku. Proto záměrné pravítko tvoří spolu s příslušným stolkem záměrnou soupravu [15].

2.6 Ověřování kvality a parametrů historických přístrojů

V letech 1996 – 2000 bylo obhájeno na katedře Speciální geodézie Stavební fakulty ČVUT v Praze šest diplomových prací, vedených doc. Pavlem Hánkem. Práce se zabývaly ověřením a doplněním parametrů českých měřicích přístrojů zejména z přelomu 19. a 20. století a určením jejich kvality v souladu s tehdy platnými normami (CSN ISO 8322/1996). V současnosti platí obdobná norma ČSN ISO 17123/2003, výsledky jsou vzájemně srovnatelné.

Podmínkou pro ověřování nástrojů podle normy ČSN ISO je testování přístrojů ve dvou různých dnech a to vždy v jedné sérii. Pokud jde o teodolity, tak se řada skládá z měření 4 vodorovných směrů rozložených v různých vzdálenostech v horizontu ve 3 skupinách bez uzávěru, nebo měření 4 svislých úhlů na body s různými výškami. U nivelačních přístrojů se určuje kilometrová odchylka s_{km} dvojitou nivelací na úseku délky 240 m. Jedna série se skládá z 5 dvojic měření. Netypické nástroje např. svahoměr nebo nivelační dioptrie, byly rovněž testovány

podle tohoto postupu. Zvětšení dalekohledu bylo stanoveno v laboratořích Katedry vyšší geodézie. Konstanta nitkového, resp. ryskového dálkoměru, byla stanovena z vyrovnávacích měření na základny známých délek.

V depozitáři Národního technického muzea (NTM) v Praze byla vybrána základní sada teodolitů, nivelačních a takzvaných univerzálních nivelačních přístrojů. Výsledky zkoušek byly prezentovány na poměrně výjimečné výstavě v NTM, pořádané v rámci akce Praha – hlavní město kultury a zasedání stálého komitě Mezinárodní federace zeměměřičů FIG a byly publikovány v tuzemsku i v zahraničí. Zde je uvádím v následujících tabulkách.

2.6.1 Teodolity

Výrobce	Typ	Rok	Určení	Zvětšení	Směrodatná odchylka [“]		Citlivost libel [“]		Násobná konstanta ryskového dálkoměru
					s_{φ}	s_{ζ}	alhid.	nivel.	
J.a J. Frič	9R	1910	polyg.	30,0x	8,5	8,9	30,6/ 50,0 ⁺	15,0	100,2±0,2
J.a J. Frič	13R N	1911	tach.	nezjiš.	31,8	n.m.	22,4/ 4,1 ⁺	-	100,2±0,1
Srb & Štys	THN	1939	polyg.	23,3x	10,3	7,2	34,7/ 37,8 ⁺	22,0	100,4±0,1
Srb & Štys	THN	1947	tach.	20,0x	14,6	8,2	53,3/ 40,6 ⁺	23,6	100,0±0,1

Tab. 2 Teodolity a jejich vlastnosti [8]

Kde: s_{φ} = směrodatná odchylka vodorovného směru,

s_{ζ} = směrodatná odchylka svislého úhlu.

2.6.2 Přístroje pro měření převýšení

Výrobce	Konstrukce	Výroba	Citlivost niv. libely [“]	Pravítko [mm]	Zvětšení	s_{km} [mm]
Spitra	trubic. kapal.	2.pol. 19.st.	-	800	-	44,5
Božek	niv. dioptr	1838	90	860	-	11,9
Spitra	niv. dioptr	1.pol. 19.st.	150	320	-	19,0
Haase	niv. dioptr	1880-98	46	310	-	18,5
Frič	niv. dioptr	1899	34	315	-	10,7
Spitra	niv. p.,volný d.	2. pol. 19. st.	25	-	10x	4,3
Haase	niv. př.,volný d.	2.pol. 19.st.	16	-	8x	6,3
Frič	niv. př., pev. d.	1902	16	-	44x	1,8
Frič	niv. př., pev. d.	1908	21	-	17x	2,9
Frič	niv. př., pev. d.	1918- 1925	20	-	28x	2,6

Tab. 3 Přístroje pro měření převýšení a jejich vlastnosti [8]

Kde: s_{km} = kilometrová odchylna dvojí nivelace.

Hodnoty v tabulkách dokládají dobrou kvalitu výroby i použitelnost v praxi. Zejména přístroje firmy bratří Fričů se dnes staly vyhledávanými sběratelskými předměty [8].

2.6.3 Pomůcky pro měření délek

Pomůcka	Literatura	Délka měřidla	Přesnost na 100m délky [m]
Měřická lať	<i>Jordan, Schoder 1873</i>	3 a 4 m	0,01 - 0,03
Řetězec	<i>Wastler, 1876</i>	20 m	0,03 - 0,10
Pásmo	<i>Schoder, Lorber 1876</i>	20 m	0,02 - 0,04

Tab. 4 Pomůcky pro měření délek a jejich vlastnosti [7]

Dříve měřiči používali při své práci jeden univerzální přístroj pro všechny své úkoly. Později byl pro každou zeměměřickou práci zvláštní přístroj odpovídající druhu, povaze a požadované přesnosti práce, jak je zřejmé z tabulek. V každém zeměměřickém, projekčním nebo stavebním ústavu najdeme i dnes nejrůznější měřické stroje, přístroje a pomůcky. Pro měření si musíme vždy vybrat výzbroj, která nejlépe odpovídá danému úkolu [14].

2.7 20. století

2.7.1 Vazba na pozemkové úpravy

Roku 1849 o problematice tzv. agrárních operací jako podmínce rozvoje zemědělství a hospodářství jednal 1. rakouský hospodářský kongres; roku 1855 vznikl návrh 1. říšského komasačního (scelovacího) zákona, 1866 byl přijat říšský arondační zákon na principu dobrovolnosti, 1883 říšský rámcový zákon o scelování na principu majority, na jehož podkladu vznikl roku 1884 zemský zákon pro Moravu, který teprve od roku 1940 platil též pro Čechy.

Po druhé světové válce (1939 – 1945) se stále více ukazovalo, že předpisy, které v předchozích letech trvaly, jsou nevyhovující. Z toho důvodu se zahájily práce na vznik nového scelovacího zákona. Od nového scelovacího zákona se očekávalo uplatnění veškerých poznatků a nároků pro vytvoření novodobého zemědělství

vzniklého na soukromovlastnických vztazích. V období 1950 – 1989 probíhala zemědělská socializace. V této době procházely pozemkové úpravy třemi hlavními stádii. V prvním stádiu (1950 – 1960) se zakládala JZD, přičemž jejich členská a půdní základna nebyla v rovnováze a mnohdy se měnila. Druhé stádium (1960 – 1972) znamenalo ustálení družstev jak hospodářsky tak i organizačně. Malá družstva se spojují v celky o větší výměře do 1000 ha. Třetí stádium zemědělské socializace (1974 – 1989) znamenalo stagnaci činnosti na projektech pozemkových úprav. Byly zhotoveny jen tzv. Generely pozemkových úprav (GPÚ). Nepříznivým následkem GPÚ byl vznik tzv. pozemkových bloků, což byly neřízené vytvořené půdní komplexy neodbornými zákroky do krajiny. Úplně jiný rozměr dostala pozemková úprava po roce 1989 [10].

Tempo vývoje bylo velice rychlé. Dříve byly přístroje a pomůcky velké a těžké, tudíž nevyhovující pro užití a transport (např. dalekohled byl dlouhý). Proto chtěli výrobci docílit toho, aby přístroje mohly být „při ruce“, menší velikosti a také lehčí. Dalším jejich cílem bylo co největší využití optiky k přesnosti čtení hodnot z přístroje. Hodnoty na kruhu by měly být zřejmé a rychle čitelné, a také v co nejkratší vzdálenosti od očí. Důležitá byla při přenosu přístrojů jejich ochrana před poničením, vlhkostí a také před prachovými částicemi [1].

2.7.2 Vývoj přístrojů

Roku 1905 profesor V. Láska zkonstruoval jednu z variant univerzálního kontaktního tachymetru (patent Láska-Rost) s tangentským šroubem. A v téže roce z podnětu prof. A. Schella zhotovila firma Rost první invarovou nivelační lať.

Rakousko – Uhersko jako jedno z posledních přistoupilo k patentové unii (1908), jejímiž členy byly kromě balkánských zemí a Ruska všechny evropské státy a řada významných zámořských států. Výhodou i pro dynamicky se vyvíjející výrobu geodetických přístrojů a pomůcek byla skutečnost, že jediná přihláška patentu automaticky platila po 12 měsících ve všech členských zemích.

Firma Rudolf und August Rost vyrobila v roce 1908 ve Vídni prototyp stereoautografu (původně autostereografu) npor. Eduarda von Orel (později dr. h. c.). Tento první analogový fotogrammetrický přístroj slouží k vyhodnocení polohopisu i výškopisu ze snímkových stereodvojic. Konstrukce byla zdokonalena firmou Zeiss

v letech 1909 a 1911. O stejné řešení, ale s menším úspěchem, se pokusil také roku 1908 por. Thompson z vojenské školy v Charthamu.

V roce 1909 použil dr. h. c. H. Wild, šéf nově založeného geodetického oddělení firmy Zeiss, vnitřní zaostřovací čočku dalekohledů nivelačních přístrojů, kterými začínala výroba. Další novinkou bylo koencidenční urovnání libely pomocí hranolového systému a kryty stavěcích šroubů. Firma Zeiss podala roku 1912 patent na dálkoměr se základnou v přístroji, z kterého se zřejmě vyvinul pozdější BRT 006. Princip přístroje byl již znám už v antice. Dva roky nato konstruktér H. Wild použil u nivelačního přístroje Zeissových závodů poprvé optický mikrometr a klínový tvar nitkového kříže pro zvýšení přesnosti čtení na lati.

Roku 1919 byla v Praze založena firma Srb & Štys. Od roku 1923 vyráběla kompletní sortiment geodetických přístrojů a pomůcek (např. i vteřinové a školní teodolity). Po roce 1948 byla převedena do státního podniku Meopta [6]. (Více o podnicích Srb & Štys a Meopta je uvedeno v kapitole 2. 4.)

Téhož roku (1919) profesor K. Reinhard Hegershoff sestrojil pro



Obrázek 26 Teodolit Zeiss Theo010B

[12]

drážďanskou firmu Heyde autokartograf, první fotogrammetrický přístroj pro vyhodnocení libovolně skloněných leteckých stereodvojic, založený na principu Rakušana T. Scheimpfluga z roku 1898. Používal i některých prvků stereoatografu.

Nato roku 1920 H. Wild získal patent na fotogrammetrický vyhodnocovací přístroj autograf. Stejného roku byla v Japonsku založena „firma měřících přístrojů“ Sokkisha, od 90. let známá pod jménem Sokkia. Tento přední světový výrobce geodetického instrumentária má v České republice zastoupení od roku 1993.

V následujícím roce byl uveden na trh Zeiss TH I, první teodolit se skleněnými kruhy, který se v praxi prosadil (Obr. 26). Konstrukci přístroje navrhl již roku 1918 H. Wild. Dalšího roku (1923) na základě návrhu W. Bauersfelda vyrobily závody Zeiss první stereoplanigraf, analogový přístroj pro vyhodnocení stereodvojic leteckých snímků s optickou projekcí. V téže roce stejná firma vyrobila první invarovou základovou lať. Dnešní podobu a způsob měření získala roku 1932 v závodech Wild Beerbrugg.

Roku 1924 do Prahy byly dovezeny 2 normální invarové metry, vyrobené v Mezinárodním ústavu pro míry a váhy v pařížském Sèvres. Za hlavní etalon byl zvolen metr č. 346 ($1\text{ m} \pm \text{um}$ při 0°C), metr č. 345 byl manipulační. Firma Coradi v Curychu vyrobila polární koordinatograf (1927) pro přesné práce s rozsahem do 210 mm. Prakticky souběžně nabízela jednodušší přístroj firma Haag-Streit z Bernu. V tomtéž roce jenské závody Zeiss vyrobily podle myšlenky švýcarského zeměměřiče R. Bossharda autoredukční dvojobrazový dálkoměr, známou Redtu.

Některé vyrobené konstrukce v nás mohou vyvolat úsměv, ale při zamyšlení jsou velice praktické. Je jím například samočinné čištění pásma při navíjení na vidlici, za které získal důlní měřič též roku 1927 R. Thomé 3 patenty. Pásma, které vytlačilo měřické řetězce, se v praxi objevilo koncem 19. století, nejprve v tkaninové podobě s drátěnou výztuhou, později s ocelovou stuhou na kruhu nebo na vidlici.

Firma O. Fennel v Kasselu zavedla v roce 1929 sledování koincidujících konců libely přímo v zorném poli dalekohledu. Stejného roku M. Leontovskij a F. Drobyšev publikoval v časopise Zemleustroitel první konstrukci automatického nivelačního přístroje.

V roce 1930 pro zvětšení snímkaného území postavila firma Zeiss leteckou automatickou čtyřkomoru. Stejný problém řešila firma Photogrammetrie z Mnichova stavbou komory s 1 centrálním a 8 okolo symetricky umístěnými objektivy. Ve 30. letech 20. století došlo k rozvoji analogových metod v letecké fotogrammetrii: překreslování snímků rovinatého území, stereofotogrammetrické vyhodnocení, aerotriangulace na analogových přístrojích (multiplex, autograf), byl vyvinut širokoúhlý měřický objektiv s max. úhlem záběru $90 - 100^\circ$.

Ve stejném roce (1930) představil geniální konstruktér H. Wild dnes již legendární teodolit typu T3, určený pro triangulace I. a II. řádu, oblíbený i při měření deformací. Součástí bylo koincidenční čtení kruhů, doplněné optickým mikrometrem. Teodolit se široce uplatnil i v naší praxi. Vznikl na základě modelu z roku 1921.

Roku 1934 zavedla firma Zeiss u svého tzv. katastrálního teodolitu repetiční svoru. O dva roky později (1936) napařil Smakula v závodech Zeiss na optické členy antireflexní vrstvy, které podstatně snížily ztráty světelnosti v důsledku odrazu.

Rekonstrukce tzv. dvoukruhových teodolitů (tj. s podvojnými stupnicemi kruhů) Kern, typ DK, DKM, navržených H. Wildem, byla dokončena roku 1938. U těchto přístrojů byly použity pouze 2 stavěcí šrouby pro dodržení konstantní výšky (horizontu) přístroje. Toto řešení bylo už dříve používáno u nivelačních přístrojů, roku 1977 u elektronického teodolitu Kern E2. Zanedlouho byly zavedeny místo stavěcích šroubů vačky s vodorovnou osou. Pro vyrovnaní malého rozsahu vaček navrhl konstruktér výkyvnou hlavu stativu.

V roce 1941 firma Starke und Kammerer postavila podle patentu H. Bohra a Leandera von Aramzini teodolit s elektronickým přenosem čtení vodorovného kruhu do spřaženého počítačového stroje. Po ručním zadání vodorovné délky byly vypočteny příslušné souřadnicové rozdíly. Je to jeden z prvních pokusů o stavbu automatických přístrojů. Roku 1942 byl firmou Breithaupt vyroben poměrně kuriózní Bettenfeldův teodolit, u nějž kruh pro měření svislých úhlů je umístěn vodorovně těsně nad horizontálním kruhem [6].

Stejněho roku závody Askania Berlin použily fotoregistraci kruhů, která měla za cíl přenesení procesu čtení úhlových údajů z terénu do klidu kanceláře. Tentýž podnik v roce 1956 uvedl na trh automatický index (kompensátor) výškového kruhu, který je dnes bez výjimky používán v celosvětové produkci a stal se předlohou i pro nivelační přístroje. V jejich konstrukci se prosadil typ s pevným dalekohledem s obrazem konců nivelační libely koincidenčně svedenými hranoly do zorného pole. Ještě po roce 1945 působila krátce firma Koula, vyrábějící některé fotoreprodukční a fotogrammetrické přístroje. Výroba zanikla po znárodnění n. p. Meopta Košiče.

Po dlouholetém vývoji postavila Bergakademie v Clausthalu roku 1949, jistě ovlivněném i vojenskými potřebami, první transportovatelný, v praxi použitelný gyroteodolit. Předznamenal následující prudký rozmach elektrotechniky a elektroniky v konstrukci přístrojů, spojený i se širším použitím plastů, např. (zejména v Japonsku) i pro výrobu čoček. Dosažitelná přesnost současných elektronických gyroteodolitů a automatickým sledováním vratných poloh kyvů osy setrvačníku se pohybuje v úhlových vteřinách [4].

První kompenzační nivelační přístroj vyrobily v roce 1951 závody Zeiss (Opton) v Oberkochenu. Byl to typ Ni 2 ($m_0 = 2$ mm), který se dostal do běžné praxe [6], a který je prvním z množství oblíbených kompenzačních (automatických) nivelačních přístrojů, nabízených v různých třídách přesnosti všemi výrobci [4].

Roku 1955 pražský n. p. Meopta, nástupce firmy Srb a Štys, vyrobil v Československu v praxi oblíbený teodolit T1^c se skleněnými kruhy a čtením jednoduchým optickým mikrometrem (Obr. 27). V Československu byl v praxi oblíben. Výroba všech geodetických přístrojů byla direktivně zastavena roku 1963 [6].

O rok později, tedy v roce 1956, konstruoval ve VÚGTK (Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický) Ing. A. Krumphanzl tranzistorový hledač podzemních vedení, jeden z prvních v Evropě. Byl postupně vyráběn různými podniky, např. Inženýrskou geodézií a nástupnickou Geodézií v Pardubicích, Geofyzikou v Brně, Technickou správou spojů Brno, VÚGTK Zdíby [4]. VÚGTK také zkonstruoval úspěšný prototyp elektro-optického dálkoměru. Různé pomůcky a malé přístroje vyráběly i jiné firmy, např. Kinex pásma a rýsovadla, Metra tachymetrická výpočetní pravítka, vynášecí přístroje (koordinátografy) pro polární metodu, pikýrovací desky, vynášecí trojúhelníky a pravítka pro ortogonální metodu, planimetry [5].



Obr. 27 Teodolit T1^c [24]

Některé drobné pomůcky, např. vidlice na pásma, pikýrovací desky, kartografické trojúhelníky vyrábělo Jednotné zemědělské družstvo (JZD) Jílové u Prahy ve spolupráci s VÚGTK, který v 60. letech postavilo též prototyp světelného dálkoměru.

Také počátkem 60. let postavil u nás pplk. Ing. J. Doubek první typ He-Ne laseru na brněnské Vojenské akademii. He-Ne trubice vyráběl Výzkumný ústav vakuové elektrotechniky (VPVET), později Tesla Holešovice, která nabízela lasery typu 205, 206 a nevýbušný 206N. Řadu geodetických aplikací na jejich základě ve formě tzv. laserteodolitů samostatných přístrojů pro vytyčování nebo provažování sestrojil a ověřil na ČVUT v Praze doc. J. Tlustý, který byl za svou činnost odměněn roku 1979 Státní cenou.

Elektrooptický dálkoměr AGA (Geodimeter) 4A byl jako první vybaven laserem a to roku 1967. První kompaktní totální stanicí se stala roku 1968 Reg Elta 14, byl to produkt závodů Zeiss Oberkochen [6]. Totální stanice (též elektronické tachymetry) jsou kompaktním spojením elektronických teodolitů a světelných dálkoměrů, umožňujících sběr a přenos dat, včetně přímého připojení na počítač a jeho periferie. V současnosti představují nejčastější výbavu měřických čtů běžné zeměměřické praxe v oblastech mapování, stavební i inženýrsko-průmyslové geodézie. Základní metodou použití je polární metoda, doplněná trigonometrickým určením převýšení.

Pro dálkoměrné observace tzv. nízkých UDZ byly v Astronomickém ústavu ČSAV v 70. letech zkonstruovány laserové dálkoměry, které byly v daném období úspěšně nasazeny i na několika zahraničních observatořích. Obdobně byl v roce 1983 v topografické službě zkonstruován družicový laserový dálkoměr. Do observační sítě PSKT (Provozní síť technické triangulace) však nebyl nalezen, ale byl nahrazen málo přesným dálkoměrem LD – 3 sovětské výroby. Postupný nástup technologií TRANSIT, GPS Navstar a GLONASS (sovětský, nyní ruský globální navigační družicový systém), přispěly k přerušení družicových fotografických a dálkoměrných laserových observací na čs. území.

Světelné dálkoměry jsou zpravidla určeny pro měření délek maximálně v desítkách kilometrů, v současnosti výrobci jejich dosah omezují na 2 – 5 km, což

odpovídá hustotě trigonometrických bodů v sítích V. a VI. řádu. Původní zhruba centimetrová přesnost světelných dálkoměrů se v současnosti udává charakteristikou $3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm}$ (ppm značí $1 \cdot 10^{-6}$ měřené vzdálenosti). Výjimku tvoří Mekometr Me 5000 (r. 1986) firmy Kern s udávanou přesností $0,2 + 0,2 \text{ mm}$.

Mikrovlnné (radiové) dálkoměry jsou předurčeny pro měření velkých vzdáleností. Představitelem radiových dálkoměrů byl tzv. telluometr MRA – 1 široce využívaný v armádní topografické službě.

Pro kontrolu délek stran trigonometrické sítě, základen nebo pro jejich určení byly používány elektrooptické a laserové dálkoměry (Geodimetr AGA 8) středního rozsahu, které byly asi o jeden řád přesnější než radiové. Elektrooptické dálkoměry Zeiss (1968 – 1972), geodimetry NASM a laserové dálkoměry AGA 6 a 8 (1973 – 75) o středních chybách 3 – 5 mm na desítky kilometrů byly s výhodou použity při měření stran základny kosmické triangulace (ZKT) a stran astronomicko – geodetické sítě (AGS) o délkách desítek kilometrů. Tyto dálkoměry zajistily vysokou měřítkovou homogenitu čs. AGS, která byla spolu s východoněmeckou v rámci vyrovnání JAGS nejkvalitnější.

Výroba fotogrammetrických analytických vyhodnocovacích přístrojů byla zahájena několika světovými firmami roku 1976 [6]. V 80. letech se jako odezva na nabízející se možnosti a rostoucí požadavky inženýrské geodézie objevily na trhu tzv. systémy průmyslových bezdotykových měření (IMS, Industrie – Meßsystem). Prvním výrobcem byla americká firma Keuffel & Esser [4].

Mezi roky 1980 – 2000 se vyvíjela a použila řada měřických komor pro blízkou fotogrammetrii, jejich aplikace v památkové péči a průmyslu, zavedení technologie kompenzace (FMC) leteckých měřických snímků. Roku 1982 firma Fennel & Co ve spolupráci se závody J. Hipp und G. Bröhan vyrobila dálkoměrný laserový nástavec FEN, ve kterém byla použita impulzová metoda modulování místo dosud užívané metody fázových rozdílů. Tento postup umožňuje měření s pasivním odrazem, použité např. roku 1986 firmou Wild v typu DIOR 3002.

Po několika letech pokusů vyvinul H. Kahmen se svými spolupracovníky na TU Hannover první motorizovaný (servo-) teodolit (1984) [6]. Ten umožňuje dálkové řízení a automatický přenos dat např. po telefonní lince s on-line

zpracováním na počítačích, případně po uvedení do provozu samostatnou činností bez lidské obsluhy podle přípravného programu řídicí jednotky [4]. Jsou vyráběny i videoteodolity, které jsou schopné s motorizovanými (servo) teodolity po prvotním nastavení samy vyhledat a zaměřit cíl, např. při měření deformací (objekty, sesuvy půd) nebo v hromadné průmyslové výrobě, zejména letadel a automobilů. Kontrola, řízení a přenos dat mohou být dálkové [26]. Od roku 1987 byl vyráběn Kern E2 - SE, současná nabídka zahrnuje výrobky všech světových výrobců.

První digitální fotogrammetrická pracovní stanice byla postavena roku 1988, umožňovala zpracování digitálních obrazových dat získaných snímáním z pozemních, letadlových nebo družicových nosičů, nebo skenováním fotografických měřických snímků [6].

Po roce 1989 se náš trh otevřel světové špičkové produkci, v níž dnes převažuje nabídka elektronických tzv. totálních stanic, tj. spojení elektronického teodolitu a dálkoměru s možností elektronického sběru, testování, předávání a vyhodnocení dat [26].

3. Závěr

Vývoj geodetických přístrojů započal již v nejstarších dobách a starověku. Už tenkrát byla potřeba jistých přístrojů pro astrologické a astronomické účely, což byly náznaky prvních geodetických přístrojů. Ve středověku bylo použití a vývoj přístrojů ovlivněno vojenskými výboji, lodní dopravou a zvýšenou poptávkou po mapách a geodetických údajích.

Již ve 13. století nastal rozmach hornictví a hutnictví, což zapříčinilo rozvoj důlního měřictví. V 16. století vznikaly rybníční soustavy. V tzv. Rudolfínské době nastal vrcholný rozkvět vědy a výroby vědeckých přístrojů a vzhledem k tématu této práce zejména geodetického vyměřování a geodetických přístrojů. Nástroje vyrobené v této době byly pro jejich účely rozhodně výjimečné.

Třicetiletá válka ovlivnila geodézii spolu s geodetickými přístroji především ztrátou myslitelů a vědců, kteří se zabývali touto oblastí, což vedlo v následujících letech jen k malým geodetickým průzkumům či mapování a výrobě jen v malých dílnách. Oživení vývoje a výroby přístrojů nastalo až v 19. století, které je spojené s průmyslovou revolucí. A ve 20. století docházelo k jejich zdokonalování nebo ke zcela novým konstrukcím, vycházejícím z možností rozvinuté elektroniky a digitalizace. Jednotlivé etapy vývoje geodetických přístrojů vždy odpovídaly stavu a potřebám konkrétní lidské společnosti.

Jak již bylo v úvodu zmíněno, cílem mé bakalářské práce bylo nastínit vývoj přístrojů spolu s konstrukcí pro agrární operace a pozemkové úpravy v Evropě. Doufám, že jsem tento cíl z největší části splnila. Také věřím, že text bude pro čtenáře srozumitelný a dozví se něco nového, případně bude přínosem pro společnost. Velká část lidské společnosti totiž neví, nebo spíše nad tím ani neuvažovala, jakou váhu mají geodetické přístroje, ať už s vazbou či bez ní, na pozemkové úpravy, nebo co kdyby přístroje vůbec neexistovaly. To jsou právě ty důvody, které mě vedly ke zpracování bakalářské práce na toto téma.

Ráda bych zdůraznila, že dle současných pramenů představují v České republice geodetické výkony 52% všech prací při zpracování komplexního projektu pozemkových úprav, což jen potvrzuje důležitost geodetických přístrojů.

Závěrem chci podotknout, že se geodetické přístroje vyvíjely, vyvíjí a dále se určitě vyvíjet budou, protože jen tak se měření může stát jednodušším a geodetům usnadnit práci, včetně využití ve státní správě a v jiných oborech lidské činnosti. Významnou složkou se stává ku příkladu tzv. inženýrsko – průmyslová geodézie.

4. Seznam použité literatury

- [1] DEUMLICH, Fritz. *Surveying Instruments*. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 1980. ISBN 3-11-007765-5.
- [2] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Pozemkové úpravy*. 1. vyd. Brno: CERM, 2004, 263 s. ISBN 80-214-2668-3.
- [3] FÜLSCHER, P. *Konstrukteure und Hersteller von geodätischen Instrumenten*. Zusammenstellung durch die Gesellschaft für Geodäsie in der Schweiz, 2005, 48 s.
- [4] HÁNEK, Pavel a Drahomír DUŠÁTKO. In: *Studie o technice v českých zemích 1945 – 1992*, 3. svazky. (Red. vedení Foltá, J.). Praha: Encyklopedický dům, 2003. 2877 s. ISBN 80–86044–22-X.
- [5] HÁNEK, Pavel. *Zeměměřictví*. In: Hlušíčková, H. aj.: *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. 4 díly. Praha: Libri 2001-2004, I. díl 2001, 291-300 s. ISBN 80-7277-042-X.
- [6] HÁNEK, Pavel. *Data z dějin zeměměřictví: 25 tisíc let oboru*. 2. přepracované vydání. Praha: Klaudian, 2011. 161 s. ISBN 978-80-902524-4-8.
- [7] HÁNEK, Pavel a Antonín ŠVEJDA. *Přístroje stavební geodézie 2. poloviny 19. a počátku 20. století*. Sborník konference 38. geodetické informační dny. Brno: Spolek zeměměřičů Brno 2002, 7 – 12 s.
- [8] HÁNEK, Pavel a Antonín ŠVEJDA. *To the history of the production of geodetic instruments in Bohemia.*, Brighton: XXI Congress FIG, 1998.
- [9] HÁNEK, Pavel. *K historii výroby geodetických přístrojů v Čechách*. *Jemná mechanika a optika* 42, 1997, č. 4, 94 – 98 s.
- [10] HÁNEK, Pavel. In: Váchal, J., Němec, J., Hladík, J. (ed.): *Pozemkové úpravy v České republice*. Praha: Consult 2011, 208 s. ISBN 80-903482-8-9.
- [11] HÁNEK, Pavel a Magdalena MAŘŠÍKOVÁ. *Geodézie v českých pozemkových úpravách*. Sborník Medzinárodná vedecká konferencia 70 rokov SvF STU, sekcia 4: Geodézia a kartografia. Bratislava: STU, 2008, 27 – 35 s. ISBN 978-80-227-2979-6.

- [12] HÁNEK, Pavel. *Vývoj měřické techniky a metod*. In: Váchal, J., Němec, J., Hladík, J. (ed.): *Pozemkové úpravy v České republice*. Praha: Consult, 2011, 128-133 s. ISBN 80-903482-8-9.
- [13] HÁNEK, Pavel. *Tradition geodätischer Instrumente in Tschechien*. *Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik/Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural* 99, 2001, č. 4, s. 237 – 241.
- [14] HONS, Josef a Bohuslav ŠIMÁK. *Pojďte s námi měřit zeměkouli*. Praha: Orbis, 1959, 419 s.
- [15] KEPRT, Engelbert. *Konstrukce geodetických strojů*. Brno: Rektorát Vysoké školy technické Dra E. Beneše, 1951, 346 s.
- [16] MARŠÍK, Zbyněk a Magdalena MARŠÍKOVÁ. *Dějiny zeměměřičství a pozemkových úprav v Čechách a na Moravě v kontextu světového vývoje*. 1. vyd. Praha: Libri, 2007, 192 s. ISBN 978- 80-7277-318-6.
- [17] MINOW, Helmut. *Historische Vermessungsinstrumente: ein Verzeichnis der Sammlungen in Europa = Historical surveying instruments: list of collections in Europe*. Wiesbaden: Verlag Chmielorz, 1990.
- [18] NĚMČENKO, Nikolaj. *Dějiny pozemkových úprav I*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1967, 24 s.
- [19] NĚMČENKO, Nikolaj. *Dějiny pozemkových úprav II*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1970, 41 s.
- [20] RYŠAVÝ, Josef. *Geodesie I*. 4., doplněné vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1955, 402 s.
- [21] RYŠAVÝ, Josef. *Geodesie II*. 4., doplněné vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1955, 386 s.
- [22] ŠVEHLA, František a Miroslav VAŇOUS. *Pozemkové úpravy*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1995, 146 s. ISBN 80-01-01277-8.
- [23] ŠVEJDA, Antonín. *Název (Rukopis)*. Praha: NTM, 2011.

- [24] ŠVEJDA, Antonín a Pavel Hánek. *Scénář výstavy Geodetické přístroje v českých zemích/Surveying instruments in Czech lands*. Konáno 15. 5. – 16. 7. 2002 v rámci Praha – Evropské město kultury 2000 při příležitosti FIG Working Week Prague 2000. Praha, Národní technické muzeum 2000. V současnosti na fotografiích dostupné z: <http://klobouk.fsv.cvut.cz/~hanek/K154/DEJZ/CZ/index.html>.
- [25] TOMAN, František. *Pozemkové úpravy*. 1. vyd. Brno: Mendělova zemědělská a lesnická univerzita, 1995, 144 s. ISBN 80-7157-148-8.
- [26] VÁCHAL, Jan, Jan NĚMEC a Jiří HLADÍK. *Pozemkové úpravy v České republice*. Praha: Consult, 2011. ISBN 80-903482-8-9.
- [27] VLASÁK, Josef a Kateřina BARTOŠKOVÁ. *Pozemkové úpravy*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2007, 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.

5. Seznam tabulek a obrázků

- **Tabulky**

Tab. 1 Hodnoty zvětšení dalekohledu a citlivosti libely nivelačních přístrojů

Tab. 2 Teodolity a jejich vlastnosti

Tab. 3 Přístroje pro měření převýšení a jejich vlastnosti

Tab. 4 Pomůcky pro měření délek a jejich vlastnosti

- **Obrázky**

Obr. 1 Záměrné pravítko

Obr. 2 Groma

Obr. 3 Jakubova hůl

Obr. 4 Geodetický astroláb

Obr. 5 Přístroje 16. století

Obr. 6 Keplerův dalekohled

Obr. 7 Picardův kvadrant

Obr. 8 Schinzeug

Obr. 9 Weltho planimetr

Obr. 10 Nitkový planimetr

Obr. 11 Richterův planimetr

Obr. 12 Nivelační přístroj Frič

Obr. 13 Odpichovací kružítko

Obr. 14 Přístroj H. Stolleho

Obr. 15 Dvojitý pětiboký hranol

Obr. 16 Heliotrop

Obr. 17 Triangulační teodolit 6R

Obr. 18 Teodolit DUPLEX

Obr. 19 Cirkumzenitál

Obr. 20 Teodolit TH 30

Obr. 21 NK 30x

Obr. 22 Tachymetr Ing. A. Tichého

Obr. 23 Breithauptův universální nivelační přístroj

Obr. 24 Malý Fričův tachymetr

Obr. 25 Breithauptův dvojobrazový dálkoměr

Obr. 26 Teodolit Zeiss Theo010B

Obr. 27 Teodolit T1