

Dějiny zeměměřictví

ZÁKLADNÍ GEODETICKÉ VELIČINY A JEJICH MĚŘENÍ

RNDr. Ladislav Plánka, CSc.

Institut geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologická fakulta, VŠB – TU Ostrava

*Podkladové materiály pro přednáškový cyklus předmětu „Dějiny zeměměřictví“
(jazyková ani odborná korektura neprovedena)*

Kvantitativní zkoumání

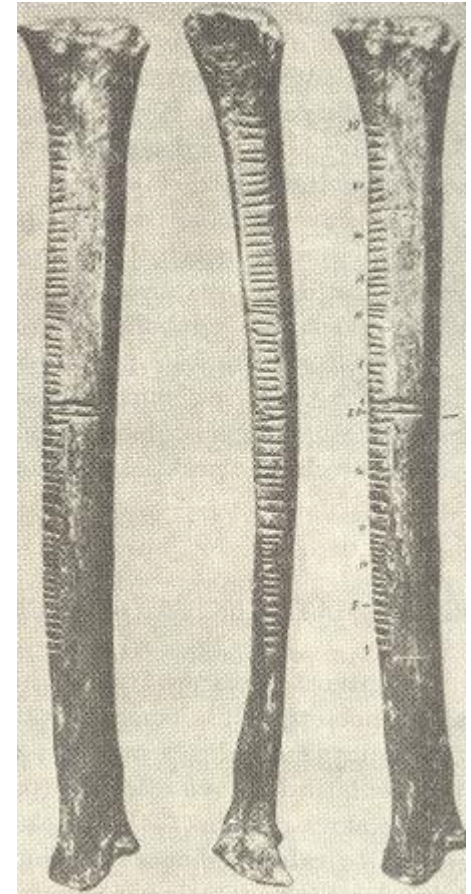
- Nejjednodušší kvantitativní zkoumání je počítání kusů (angl. *counting*), které však obvykle nepovažujeme za měření.
- **Měření určité veličiny, jakožto porovnávání, vyžaduje jednotku této veličiny.**
- Měřit znamená zjistit počet jednotek.
- Používáme měřidla:
 - se stupnicí,
 - digitální (číslicová).

Vyjadřování a zaznamenávání počtu



Věstonická vrubovka

Vlčí kost se zářezy z paleolitu, nalezená roku 1936 prof. Absolonem. Jedná se o první symbolické zaznamenávání počtu.



...máš u mne vroubek ?!!!!!!

Číslo, číslice, číslovka

Číslo je **abstraktní entita** užívaná pro vyjádření množství nebo pořadí. Číslo se dnes obvykle zapisují v desítkové poziční číselné soustavě pomocí arabských číslic a pomocných znaků, zejména desetinné čárky a znamének plus a minus. V informatice se užívají i jiné poziční soustavy, například dvojková nebo šestnáctková soustava.

Číslice je v matematice a výpočetní technice symbol (např. 4), používaný k zapisování čísel (kombinaci číslic) např. 477 k reprezentaci celých nebo reálných čísel.

Číslovka (lat. numerale, plurál *numeralia*) je **slovní druh**, kterým se vyjadřuje počet, pořadí, násobenost, díl celku apod.

Číselná soustava

Číselná soustava je způsob reprezentace čísel. Zápis čísla dané soustavy je posloupností symbolů, které se nazývají číslice.

Podle způsobu určení hodnoty čísla z dané reprezentace rozlišujeme dva hlavní druhy číselných soustav:

- poziční číselné soustavy (hodnota číslice je dána jejím umístěním v dané sekvenci číslic),
- nepoziční číselné soustavy (hodnota číslice není dána jejím umístěním v dané sekvenci číslic).





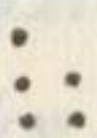
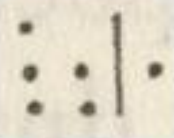
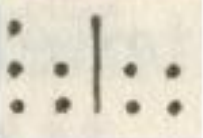

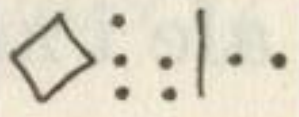
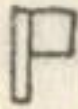
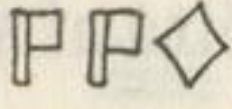







Poziční číselné soustavy:

- jedničková (unární) – 0,1 (je řazena i mezi nepoziční číselné soustavy),
- **dvojková** (binární) – přímá implementace v digitálních elektronických obvodech (použitím logických členů),
- osmičková (oktální),
- **desítková** (decimální, dekadická) – nejpoužívanější v běžném životě,
- dvanáctková – dnes málo používaná, ale dodnes z ní zbyly názvy prvních dvou řádů – **tucet** (12) a **veletucet** (144),
- **šestnáctková** (hexadecimální) – používá se v oblasti informatiky, pro číslice 10 až 15 se používají písmena A až F,
- šedesátková – používá se k měření času pro zlomky hodiny; číslice se obvykle zapisují desítkovou soustavou jako 00 až 59 a řády se oddělují dvojtečkou; staré názvy prvních dvou řádů jsou **kopa** (60) a **velekopa** (3600).









Nepoziční číselné soustavy:

- Římské číslice (např. MCMLXIX, tj. 1969).
- Unární soustava (též uznávaná jako poziční číselná soustava). Číslo se zapisuje jediným znakem ve významu jedna, zpravidla rovná čára, nejběžněji svislá, ve strojním zpracování pak „1“. Nemá jako jediná poziční soustava ani znak „0“ (nula). Další počty a čísla se zapisují opakováním tohoto znaku tolikrát, až je počet naplněn, např. 3 je jedničkově „111“ a 10 je „111111111“.
- Egypťské číslice.
- Řecké číslice.
- Etruské číslice.
- ...

Číselná soustava Aztéků a Inků

1		2		3		4	
5		6		9		10	
17		20		50		100	
200		300		400		500	
1000				8000			

Egypt - číselná soustava

1		Obraz měřicí hole
10		Kravi pouta, val, nohy
100		Provazec k měření poli
1 000		Květ lotosu
10 000		Ukazovák
100 000		Pulec
1 000 000		Bůh Hh, ztotožňoval se s nekonečnem
10 000 000		Slunce, obzor, prsten

Slovanské číslice

1	2	3	4	5	6	7	8	9
᠁	᠂	᠃	᠄	᠅	᠆	᠇	᠈	᠉

10	20	30	40	50	60	70	80	90
᠊	᠋	᠌	᠍	᠎	᠏	᠐	᠐̄	᠐̅, ᠐̆

100	200	300	400	500	600	700	800	900
᠐̇	᠐̈	᠐̉	᠐̊	᠐̋	᠐̌	᠐̍	᠐̎	᠐̏

1000	10000
᠐̐	᠐̑

Vývoj dnešních číslic

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Rukopis z r.976	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Rukopis z počátku 12.st.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Rukopis Sacroboscova díla z r.1442	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Číslice A.Dürrrera z r.1525	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Z tištěného díla J.Widmanna z r.1489	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Měření

Měřit znamená zjistit počet jednotek podle:

- proporcí částí lidského těla,
- rozměrů dohodnutých obecně známých a dostupných předmětů (např. zrno aj.),
- srovnání s obecně užívaným standardem (např. mezinárodní metr),
- srovnání s exaktně definovanou objektivně existující jednotkou (např. vlnovou délkou stanovené části elektromagnetického spektra),
- aj.

NÁŠ PRŮMĚRNÝ KAŽDODENNÍ ZEMĚMĚŘIČ

Kalibrované oční bulvy

Nos, který ucítí magnetický sever, mezník nebo stabilizovaný bod na 50 m

Hlasem ovládá figuranty na vzdálenost 1 km

Paže vytyčující pravý a přímý úhel

Unikátní stvoření s mozkem intelektuála, duchem trampy, tělem kulturisty, vynálezavostí detektiva a srdcem umělce a milovníka

Převzato z Přehledu informací VÚGTK a časopisu Surveying and Land Information Systems, USA. Přeložil Doc. Ing. Svatopluk Mchalec, CSc. a upravil ps.



Mozek automaticky přeměňující stupně na grády

Kůže odolná proti hmyzu, slunci a mrazu

Nohy a klouby se životnosti 100 tisíc km

Boty délky 33,3 cm

Krok přesně 1 m



Zeměměřiči ve starověkém Římě

Rozdělení „zeměměřičů“ podle toho co, resp. s čím měřili.

Jedním z prvních rozhodnutí římského císaře Augusta, byli měřiči (**agrimensores**) zařazeni do státní správy Říma a rozděleni podle prováděných prací do několika skupin, a to:

- **finitores** určovali hranice pozemků,
- **mensores** byli měřiči,
- **agrimensores** se nazývali měřiči polí, kteří také vytyčovali ulice a jiná prostranství zakládaných měst,
- **decempedatores** byli označováni měřiči s 10 stopovou latí.
- **gromatici** měřili s gromou.

Délka

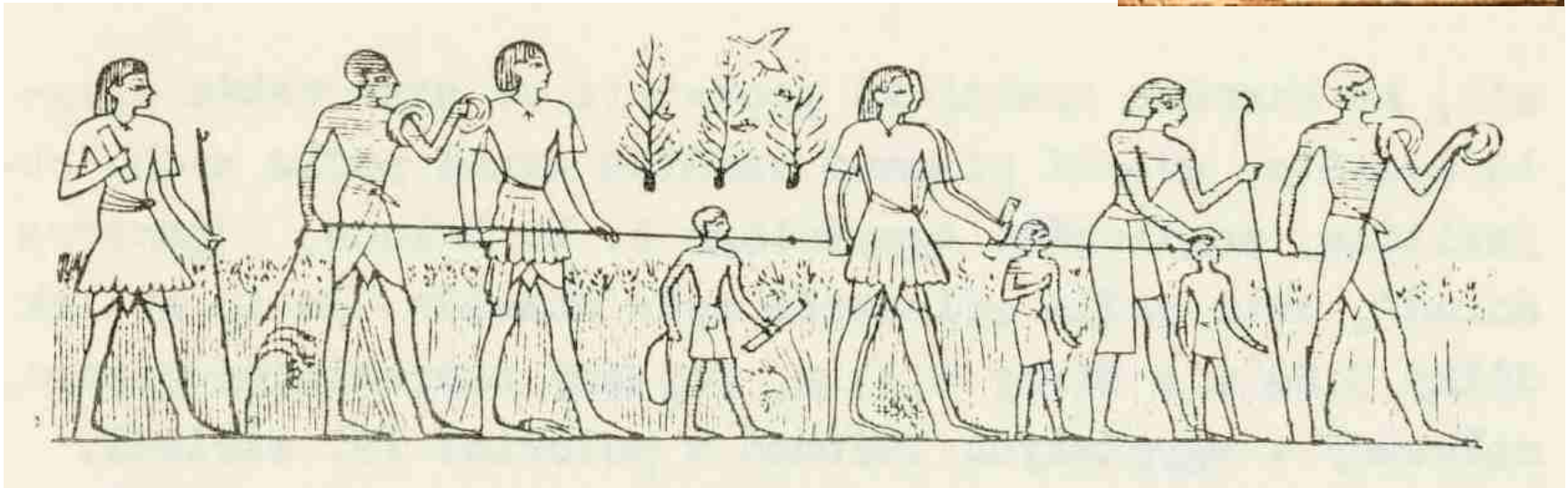
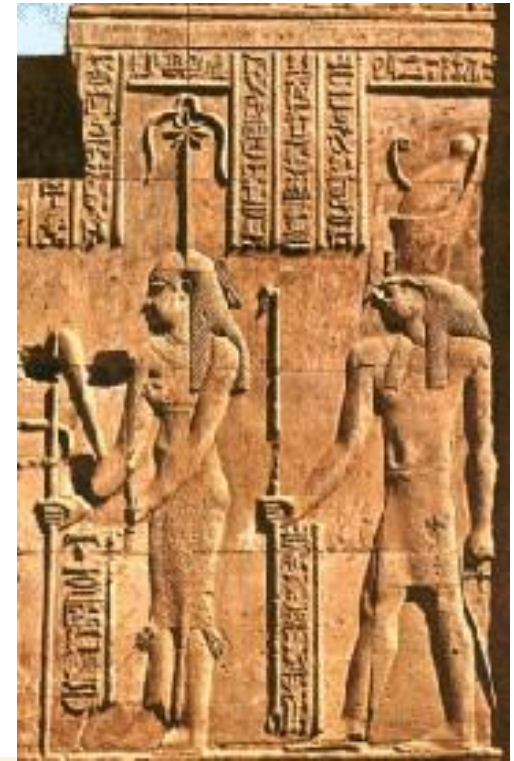
Délka

- Na měření délek (svého času aktivitě příslušné bohům) a na výpočtu ploch z naměřených délek se postupně rozvíjejí složitější zeměměřická práce. Znalost délky nebylo nezbytně nutná podmínka pro zjišťování jiných fyzikálních veličin v krajině.
- **Pozor:** řada lokalit a řada historických období preferuje díky zájmům o astronomii **měření úhlů**, v jiných časových obdobích pak tutéž veličinu pro navigaci.
- **Přímé zjišťování délky** se také ztrácí **ve výpočtech** na sférických útvarech, ale nejen na nich, **kdy je délka nikoliv měřena, ale počítána ze souřadnic.**

Délka

Měřický provazec s hůlkou, rozdělený na pravidelné dílky uzly.

- Bohyně Sefchet (Sešet, Sešat) a faraon (vpravo).
- Rolníci za dozoru herpedonaptů (napínačů provazu) - dole



Délka

- Pro měření délek (délkových rozměrů) se jako jednotky nejprve užívaly **rozměry lidského těla**: palec, stopa, loket, sáh. Délku tak bylo možno vyjádřit **počtem** těchto jednotek, případně i jejich zlomky.
- **Stopa** jako nejčastější historická délková jednotka (*Fuß*, *foot*, *pied* atd.) měla a má podle místa užívání a v důsledku mnoha reforem nepřehledné množství definic její velikosti vůči (metrické) soustavě SI.
- Jako platná jednotka má dnes význam jen **angloamerická (imperiální) stopa (ft)**, která se všeobecně užívá i v letectví pro určení výšky letadla.

Stopa v současnosti

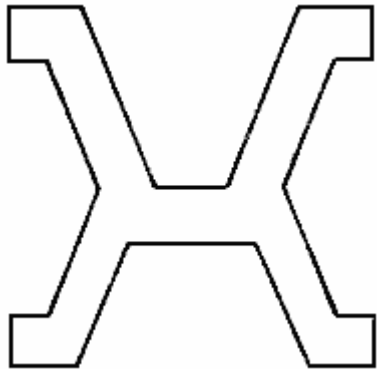
- **Standardní imperiální stopa** (*standard imperial foot*), je tzv. imperiální délková jednotka, používaná ve Velké Británii (zde i po zavedení soustavy SI, je však její užívání na ústupu) a v USA, zde pak pod názvem **americká běžná stopa** (*U.S. customary foot*).
- 1. června 1959 byl definován v USA, Británii a zemích Commonwealthu **mezinárodní yard** jako 0,9144 m. Stopa je 1/3 yardu tj. **1 ft = 0,3048 m** nebo **30,48 cm (přesně)**, palec je 1/12 stopy, tj. 2,54 cm (přesně).
- Téměř bezvýznamná je dnes tzv. **americká zeměměřická stopa**, měřící 0,304800609 m (*U.S. survey foot*), užívaná pouze Národním geodetickým zeměměřickým ústavem (*National Geodetic Survey (NGS)*), do roku 1970 *U.S. Coast and Geodetic Survey*) pro potřeby pouze sedmi federálních států. Interně NGS od roku 1986, stejně jako 42 států Unie a Velká Británie používá v geodézii metrickou soustavu SI.

Délka

- Podle délkových jednotek byla dělena i **lat'ová měřidla**. Pro měření větších vzdáleností v přístupném terénu byly používány **provazce** nebo **řetězce** stanovených délek.
- K zaměřování a vytyčování pozemků byl v Království českém v období první velké kolonizace užíván tzv. **provazec zemský**, tj. konopný provaz dlouhý 42 loktů, tj. asi 24,8 m. *K délce provazce byla ještě připočítávána oprava z vlhkosti provazce, přiměřka zvaná Naděl Buoh. Oprava byla 20 cm na každý provazec.*

Metr

- Předchozí jednotky byly nejednotné - nutnost zavedení jednotné míry.
- Jednotka METR – definice:
 - původně (od roku 1791) odvozena z rozměrů Země (**jedna desetimilióntina zemského kvadrantu**),
 - vzdálenost rysek na platinoiridiové tyči (též archivní metr).



*Mezinárodní úřad pro váhy a míry
v Sévres u Paříže, od roku 1885
„Metrická konvence“*

Metr

- Od roku 1960:

Metr je délka rovnající se 1 650 763,73 násobku vlnové délky záření šířícího se ve vakuu, která přísluší přechodu mezi energetickými hladinami $2p_{10}$ a $5d_5$ atomu kryptonu 86.

- Od roku 1983:

Metr je délka dráhy světla ve vakuu během časového intervalu $1/299\,792\,458$ sekundy.

Délka



*Pomocník zemského měřiče s latí (vlevo),
řetězec a provazec (vpravo).*



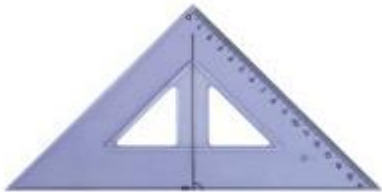
Měření délky

Používáme měřidla:

- se stupnicí,
- digitální (číslicová).

Podle zvolené metody:

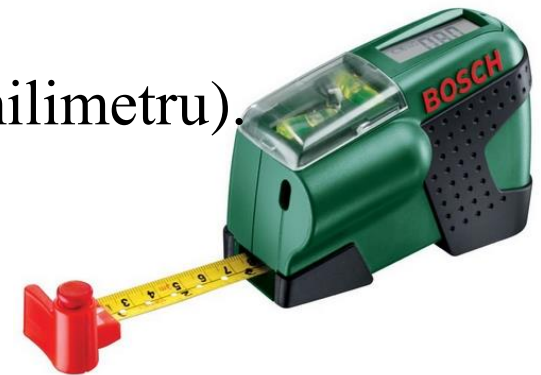
- měření přímé (pásno, invarový drát, měřická lat'),
- měření nepřímé, např. trigonometrie, (optické, fyzikální, elektronické) dálkoměry.



Digitální měřidla

Čtení na stupnici některých měřidel je obtížné (mikrometr, posuvné měřidlo):

- měřidla se vybavují elektronickým obvodem,
- údaje se zobrazí na displeji,
- zvýšení přesnosti měření (setiny i tisícin milimetru).



Dálkoměry

Dálkoměry

- Aktivní (laser, radar, sonar).
- Pasívní (pracují na výpočtu vzdálenosti pomocí trigonometrie).



DeWALT DW03050 laserový dálkoměr,, dosah 50 m

Pasivní dálkoměry:

- ... na základě známých (nebo odhadnutých) rozměrů (výšky, šířky, rozpětí křídel) cíle.
 - Na přesnosti odhadu rozměrů pak závisí přesnost výpočtu vzdálenosti.
- ... na základě paralaxy.
 - Zaměřovač je tvořen trubkou, na jejímž konci se nachází pohyblivá zrcadla. Uprostřed je okulár, do kterého se promítají obrazy z obou krajních zrcadel. Pozorovatel musí nastavit zrcadla tak, aby jejich odrazy v okuláru splynuly v jeden ostrý obraz (**koincidenční dálkoměr**).

Dálkoměry:

- optické (např. ryskové/nitkové – „lat’ové úseky“),
- elektronické (světelné, radiové).

Elektronický dálkoměr

- Po dobu nejméně 3000 let byla všechna délková měření prováděna různými způsoby za použití rozličných pomůcek (krokováním, provazci, latěmi, pásmy, dráty případně dobou putování velbloudí karavany) - vždy však musela být měřená vzdálenost pečlivě volena tak, aby se dala při postupném kladení měřidel snadno projít. **Teprve v roce 1947 se objevil elektronický dálkoměr.**
- Elektronický dálkoměr vznikl jako vedlejší produkt výzkumu v oblasti určování rychlosti světla. **Dr. Erik Bergstrand** se od konce 30. let 20. století snažil zpřesnit do té doby známou hodnotu rychlosti světla ve vakuu pomocí experimentů, kdy je např. invarovým pásmem přesně změřena délka základny a z tranzitního času je určena rychlost světla.
- Dr. Bergstrand ale využil známé rychlosti světla k určování vzdáleností. Jeho nápad převzala společnost AGA (Svenska Aktiebologet Gasaccumulator) a za přispění Geographical Survey of Sweden financovala vývoj aparatury, schopné měřit vzdálenosti na tomto principu.

Elektronický dálkoměr

- Prototyp dálkoměru GEODIMETER[®] (GEOdetic DIstance METER) byl poprvé použit v roce 1947 na základně o délce 11 km. Byl tak zrozen nový elektronický způsob měření délek, kdy na jednom konci měřené vzdálenosti je umístěn přístroj skládající se z elektronických prvků a na druhém odrazný hranol.
- První přístroje sloužily **pouze k měření vzdálenosti**. Vlastní měření trvalo minimálně 30 minut.
- S rozvojem elektroniky došlo k postupnému vývoji elektronických dálkoměrů. V 70. letech byl např. vyvinut GEODIMETER[®] model 10 – **první elektronický dálkoměr nasazovací na teodolit**. Od tohoto okamžiku bylo možné provádět úhlová i délková měření jedním přístrojem. Postupně se upustilo od dálkoměrů s dosahem až 60 km, elektronické dálkoměry se staly běžnými nástroji geodetů, další integrací vznikly **totální stanice**, které jsou vybavovány i automatickým cílením a ovládáním přímo z měřeného bodu, prvky GNSS aj.

Telluometr

První radiový dálkoměr sestrojil v roce 1954 v JAR T. Wadley.

Nazval jej telluometr.

Dalekohledy

*2. října 1608 byla v Nizozemsku podána žádost o patentová práva na „**přístroj přibližující pomocí čoček věci vzdálené**“. Žádost podal **Hans (Johann) Lippershey z Middelburgu (1570 – 1619)**, nizozemský brusič skel a výrobce brýlí.*

Nebyl sice úplně první, co se týče přibližovacích skel, ty už používali staří Peršané a Arabové, ale dalekohled vstoupil do dějin díky jemu.

Dalekohledy čočkové (tzv. refraktory - využívají refrakci, neboli lom světelných paprsků),

Dalekohledy zrcadlové (reflektory - využívají reflexi, tedy odraz paprsků)

Dalekohledy

- **Klasický dalekohled (Galileův, pozemský, holandský)** se skládá ze dvou čoček. První přivádí světlo od pozorovaného objektu do dalekohledu (objektiv) a druhou čočkou pokračuje do oka (okulár). Protože v klasickém Galileově dalekohledu vstupuje do oka jen malá část paprsků, obraz je méně světelný a tím i nevyhovující. Dnes se podobný typ používá jako divadelní kukátko.
- **Keplerův (astronomický) dalekohled** - objektivem i okulárem je spojná čočková soustava. Výhodou Keplerova dalekohledu je nejen větší světelnost obrazu, ale umožňuje poprvé pozorovat současně s předmětem i stupnici na měření, cílovou značku (kříž).
*Kepler taky zavedl název **dalekohled**. Ten pochází ze dvou řeckých slov: tele - daleko a skopein - hleděti. Z toho vychází český název dalekohled, v ostatních jazycích se ujal spíše ekvivalent původního řeckého názvu - anglicky telescope, španělsky telescopio apod.*
- Issac Newton navrhl v roce 1671 využít místo objektivu zrcadla. Princip je takový, že světelné paprsky se v dalekohledu odrazí dutým zrcadlem do jeho ohniskové roviny, která je na stejné straně jako pozorovaný objekt (pro astronomické účely).

Vylepšení dalekohledu



Jean Picard sestrojil v roce 1671 dalekohled se **záměrným křížem**.

Umožnil tak úhlová měření s přesností na 10 vteřin.

Úhly a úhломěrné přístroje

Definice úhlu není úplně jednoduchá záležitost a existují různé verze (rovina, prostor, orientace, velikost).

- Úhel je část roviny ohraničená dvěma polopřímkami, která mají společný počátek.
-
- Směrník - orientovaný vodorovný úhel, určený od zvoleného nulového směru, např. od magnetického nebo zeměpisného severu, od rovnoběžky s kladným směrem osy x polohového souřadnicového systému nebo od strany vytyčovací sítě.
-

Úhly

- **Úhloměrné přístroje** používané v zeměměřictví měly stupnice dlouho velmi hrubé a poloměry děleného kruhu daleko menší než úhloměrné přístroje astronomické.
- Snaha o zpřesňování úhlového čtení na astronomických i zeměměřických přístrojích a zmenšování jejich rozměrů vedla ke změně konstrukcí z dřevěných na kovové.
- Astronomické i geodetické přístroje vycházely obvykle ze stejných dílen.

Úhlové jednotky

Velikost úhlu můžeme vyjádřit v **obloukové** nebo **stupňové** míře.

- Jednotkou rovinného úhlu v **obloukové** míře je **radián** (rad), což je rovinný úhel sevřený dvěma radiálními polopaprsky, které vytínají na kružnici oblouk stejné délky, jako má její poloměr.
- Plný kruh v šedesátinném dělení je 360° , plný kruh v setinném dělení je 400 gon (grad, gradian).

Dříve se používalo dělení gradu (g) na centigrady ($1^c = 1/100^g$) a centicentigrady ($1^{cc} = 1/100^c$).

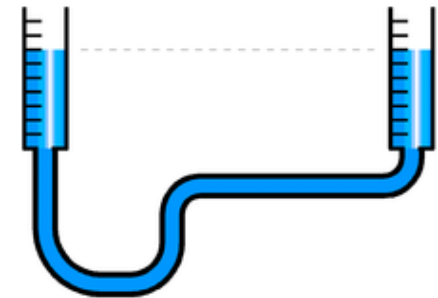
Převodní vztahy mezi vedlejšími jednotkami rovinného úhlu a radiánem:

$$1 \text{ rad} = 57,29578^\circ = 3437,75' = 206264,8'' = 63,66198 \text{ gon}$$

Určení vodorovného směru (viz nivelace)

Trubicovou libelu (lat. libra, tj. váha) zkonstruoval pařížský cestovatel a mechanik **Melchisédec Thevenot** (1620-1692) roku (1661) 1662. Byla, kvůli ochraně před zamrznutím, naplněna lihem. Proti dnešním libelám byla dosti nepřesná. Trubice byly totiž používány v takovém stavu, v jakém vyšly ze sklárny, tedy bez pravidelného zakřivení.

Výbrus zakřivení byl zaveden až koncem 18. století, odkdy již lze tvrdit, že libela má geodeticky použitelnou formu.



Určení svislého směru

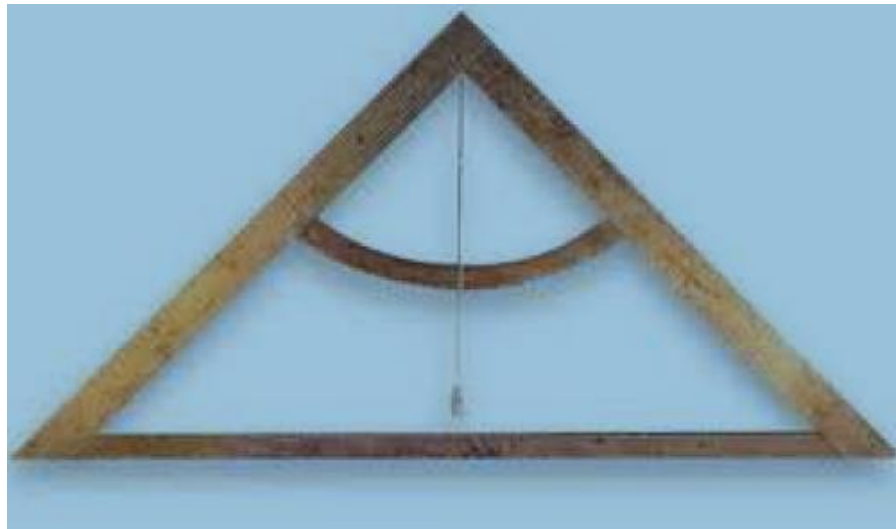
Olovnice - je jednoduchý přístroj, sloužící k určování svislého směru a k měření svislých vzdáleností (výška, hloubka). Skládá se z vlákna (provázku nebo lana; lano musí být pletené, protože levné stáčené se při zatížení točí) a těžkého závaží. Závaží bývá někdy vyrobeno z olova, odtud název. Podle fyzikálních zákonů olovnice směřuje do těžiště zeměkoule.

Používaly se již při realizaci starověkých staveb, např. pyramid v Egyptě.



Krokvice

Dřevěný nebo kovový pravoúhlý trojúhelník s olovnicí zavěšenou v jednom z vrcholů. Používá se i ke stanovení vodorovné polohy.



Geometrický čtverec

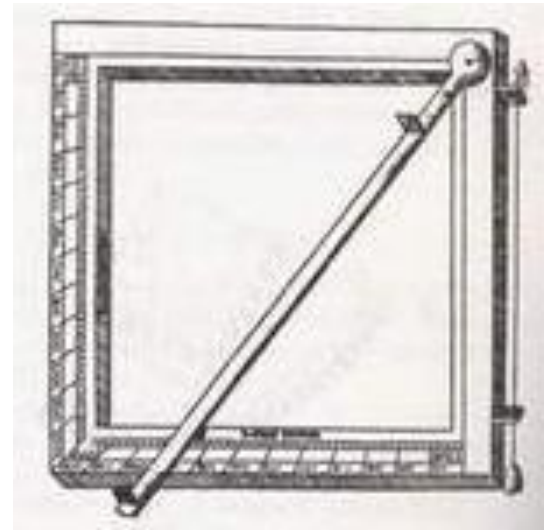
Úhloměrný přístroj (svislé úhly) pochází z Řecka.

Vznikl osamostatněním stínového čtverce z astrolábu a byl nazýván *quadratum geometricum* či *gnomo geometricus*.

Rok jeho vynálezu není znám.

Tvořila jej kotangentová stupnice „*latus rectum*“ a tangentová stupnice „*latus versum*“.

Geometrický čtverec



Přístroje **Jiřího Purbacha** (1423 – 1461) končí hodnotou 1200. Nejmenší dílek stupnice označoval 20 jednotek, „*latus versum*“ udával hodnoty $1200 \cdot \operatorname{tg} \alpha$ a „*latus rectum*“ $1200 \cdot \operatorname{cotg} \alpha = 1200 \cdot \operatorname{tg} z$, kde α je výškový úhel a z je zenitová vzdálenost.

Purbach pomocí své tabulky hodnot funkce arctg převáděl zjištěné tangenty na stupňovou míru. Velké rozměry tangentové stupnice a dokonale propočtené tabulky přispěly k vysoké přesnosti při určování svislých úhlů. Purbachův přístroj byl sestaven ze dřeva a měl vzhledem k rozsahu stupnice značné rozměry (strana čtverce měla zhruba 1 m).

Další úhloměrné přístroje

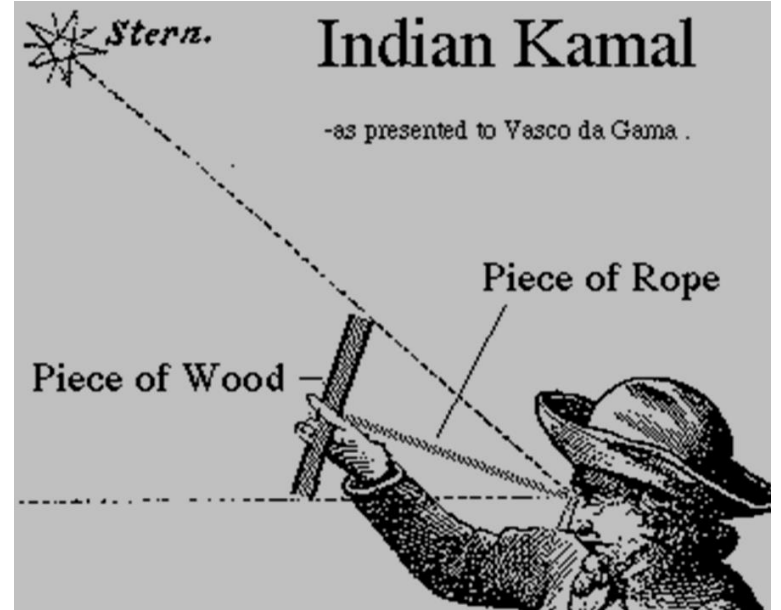
Kamal, Jakubova hůl, astroláb, trikvetr, kvadrant, sextant,
oktant

Kamal

Přístroj používaný až do konce 19. století, předchůdce sextantu.

Spodní hrana kamalu se ztotožnila s horizontem. Pozorovatel při měření měl v ústech provázek, na němž byly uzly. Každý uzel představoval zeměpisnou šířku známého přístavu.

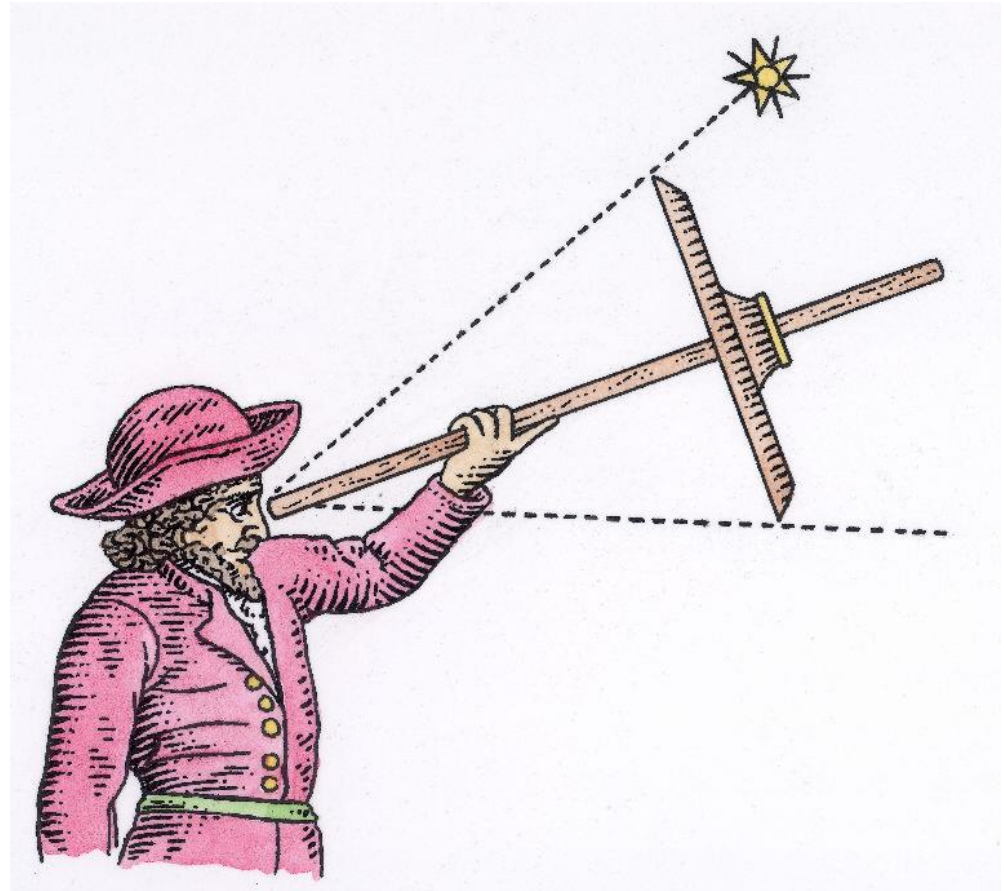
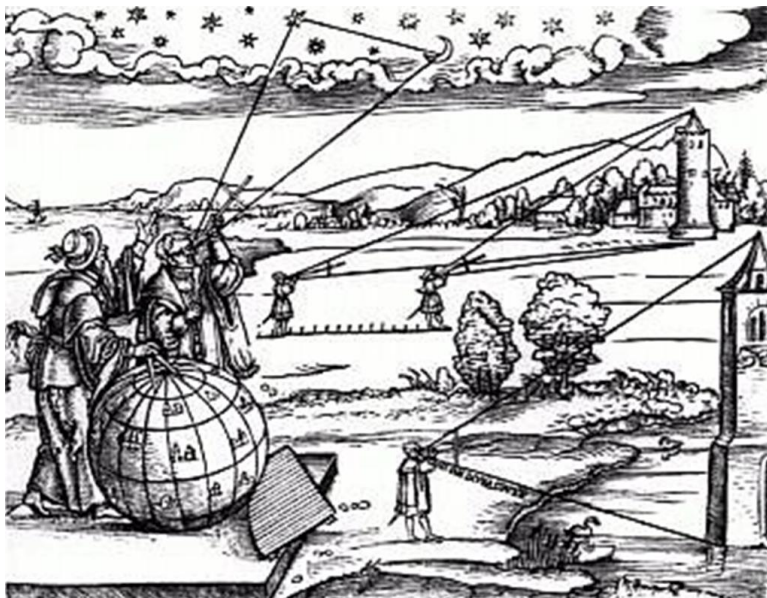
Na konci provázku byla dřevěná destička. Poloha Polárky umožňovala určit kurs lodi. Jestliže se Polárka objevila nad kamalem, přístav byl jižněji, ve čtverci naopak severněji. Splývala-li Polárka s horní hranou kamalu, pak přístav měl stejnou zeměpisnou šířku.



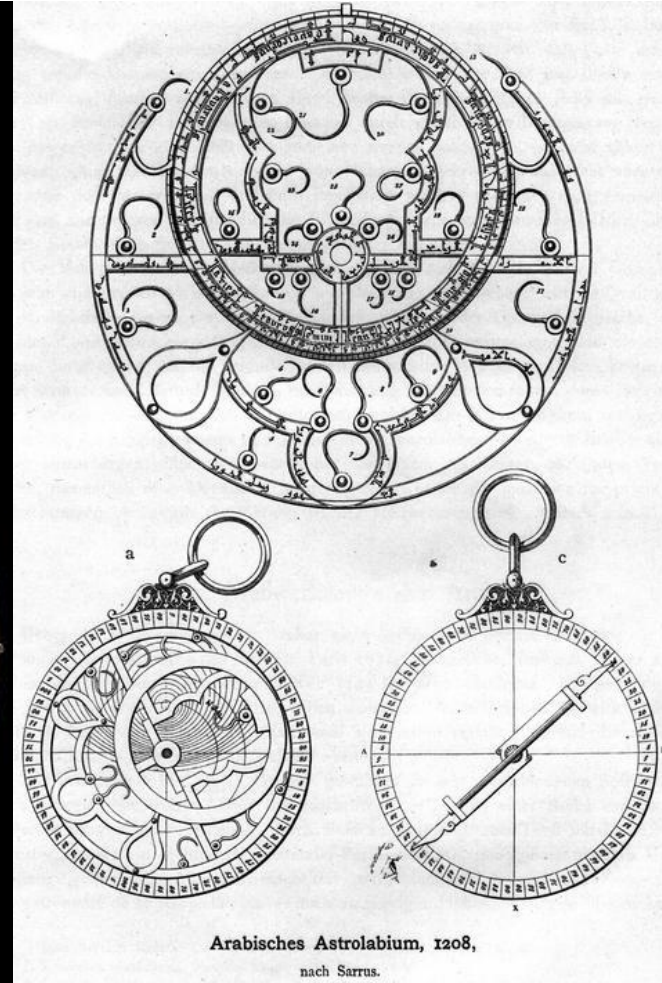
KAMAL



JAKUBOVA HŮL

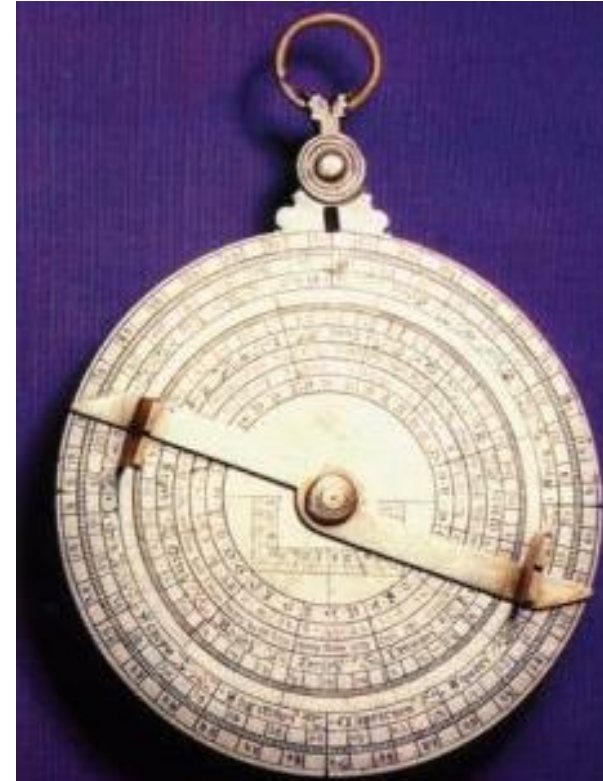
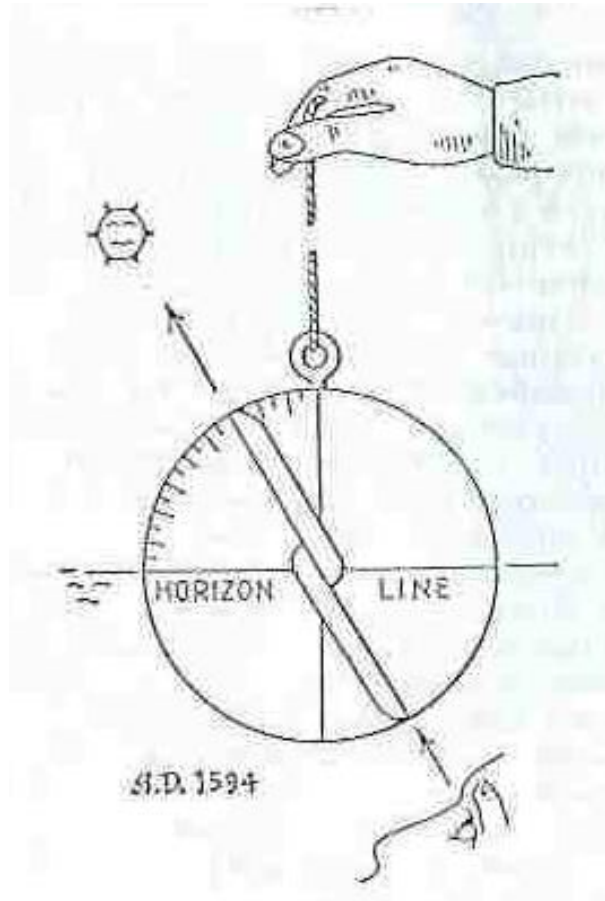


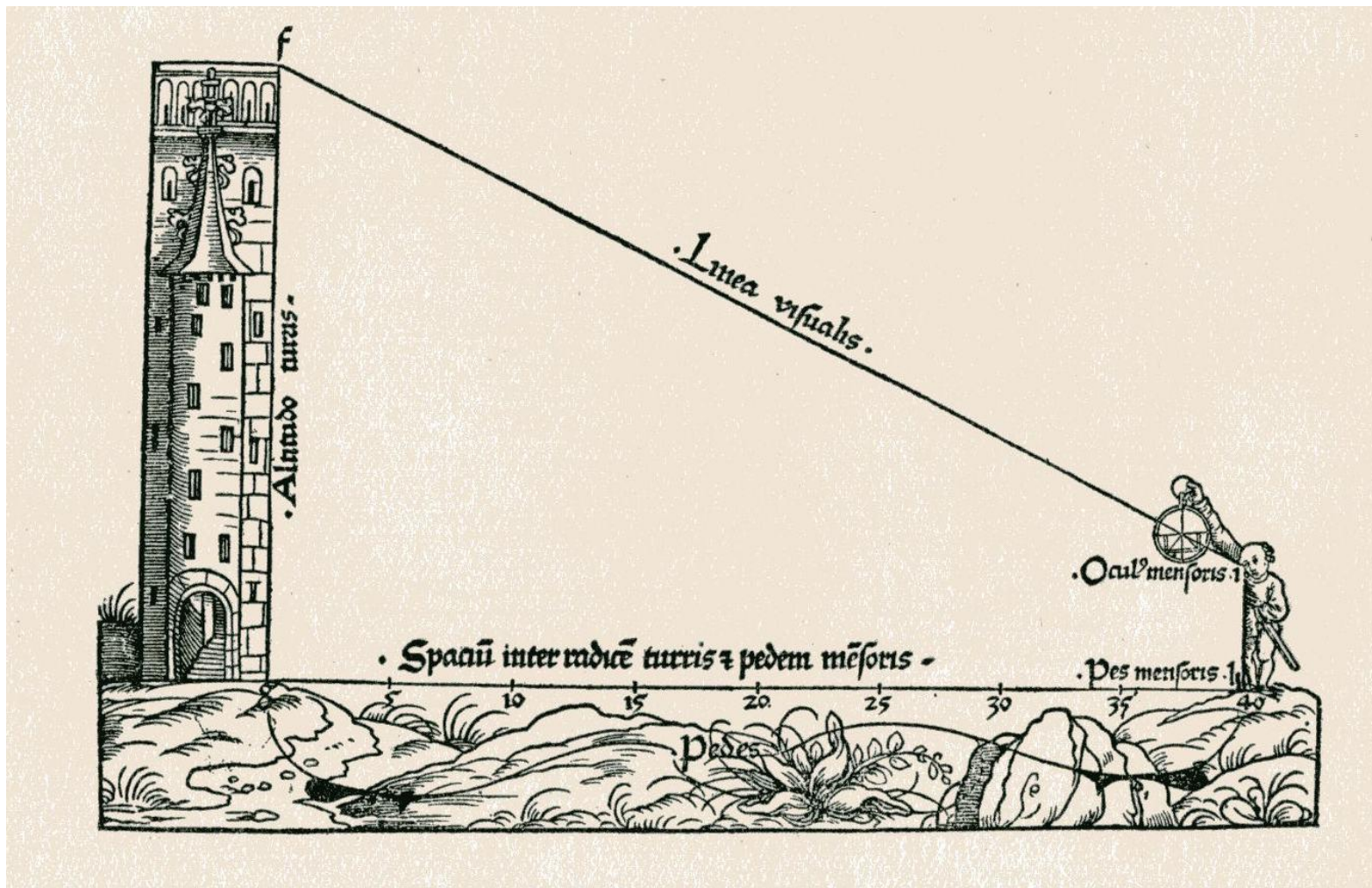
ASTROLÁB



Arabisches Astrolabium, 1208,
nach Sarrus.

ASTROLÁB





Použití astrolábu při zjišťování výšky věže

Trikvetr

Trikvetr (triquetrum) je v podstatě paralaktické pravítko (viz následující snímek).

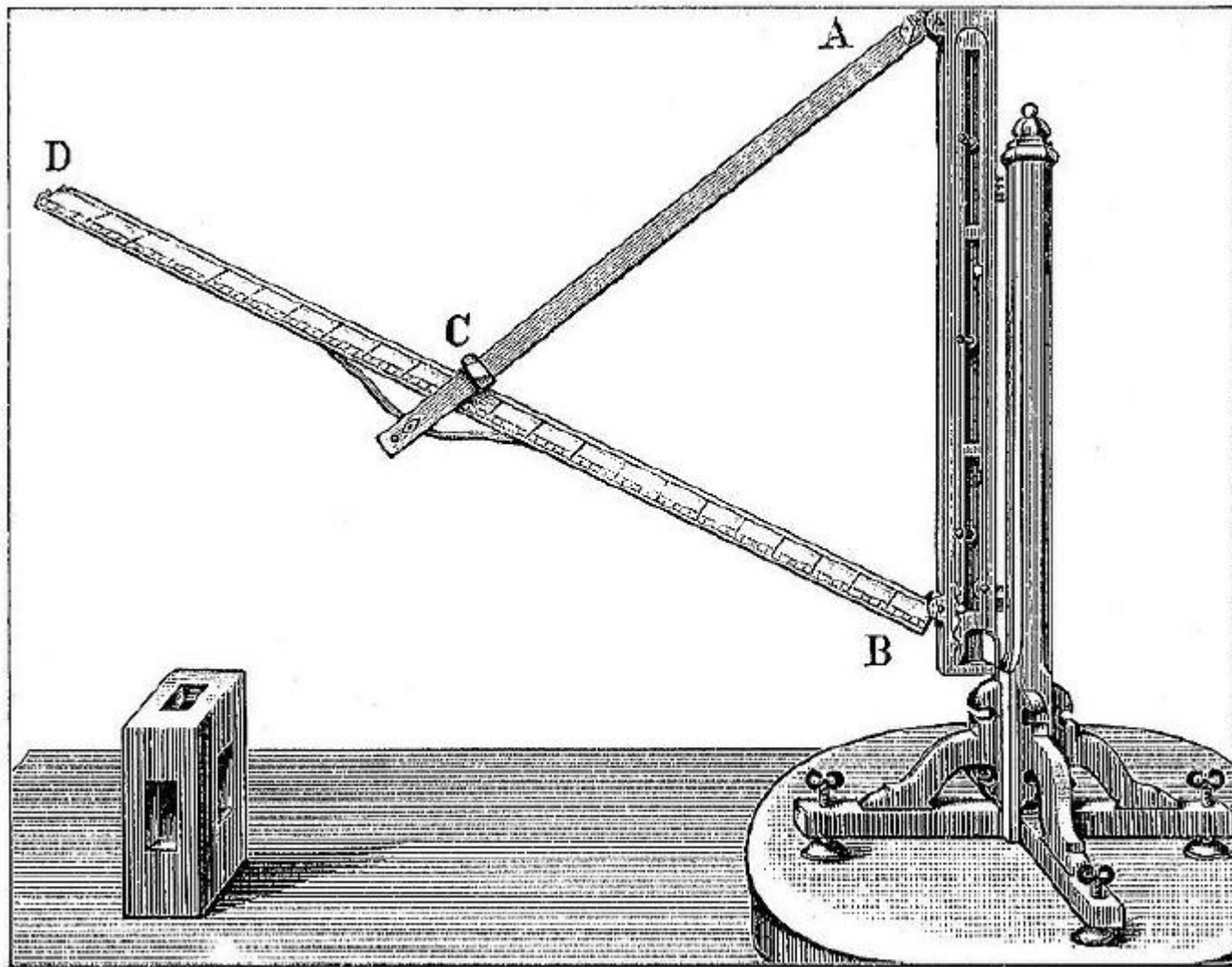
Již jako starověký přístroj byl používán k určování zenitových vzdáleností.

Má dvě pohyblivá ramena připojená ke svislé tyči (vyvinul se tedy vlastně z gnómonu), a to otáčivé rameno AC (alhidáda) s dvěma průzory, jimiž se zaměřuje hvězda, a vodorovné rameno BD se stupnicí, na níž se odečítá zenitová vzdálenost.

Nahrazením vodorovného ramene částí kružnice vznikl kvadrant ($\frac{1}{4}$ kružnice), sextant ($\frac{1}{6}$ kružnice) a oktant ($\frac{1}{8}$ kružnice).

Až do doby Koperníka patřil přístroj k základní výbavě astronomů.

Paralaktické pravítko

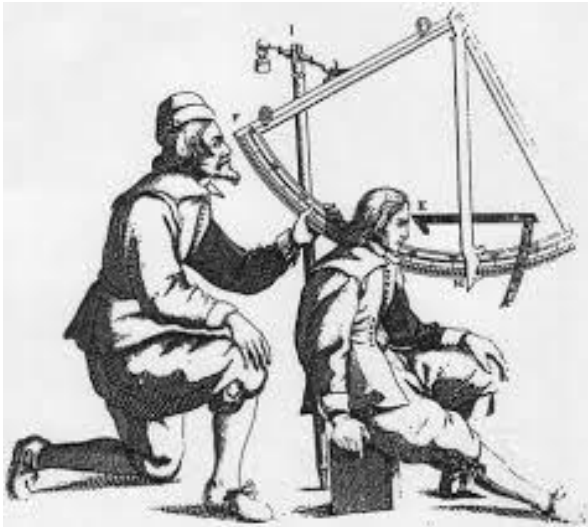


Kvadrant

V 15. století se rozšířily zásluhou vídeňského profesora Georga 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 olovnicí.



Kvadrant

Velké stěnové kvadranty se upevňovaly na stěny, aby se zvýšila jejich stabilita. Tycho Brahe měřil polohy hvězd stěnovým kvadrantem s přesností 1'.

K navigaci, k přesnému určení zeměpisné šířky, byl určen ruční kvadrant. Byl to čtvrtkruh z mosazi, jehož výhoda byla v tom, že jeden směr určovala šňůra olovnice. Druhý směr určoval jeden z rovných krajů, který měl na každém konci záměrné zařízení. Navigátor hleděl na hvězdu přes záměrné zařízení a šňůra ukazovala výšku hvězdy.

Sextant

Roku 1700 poslal I. Newton 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 **John Hadley** (*viz dále*).

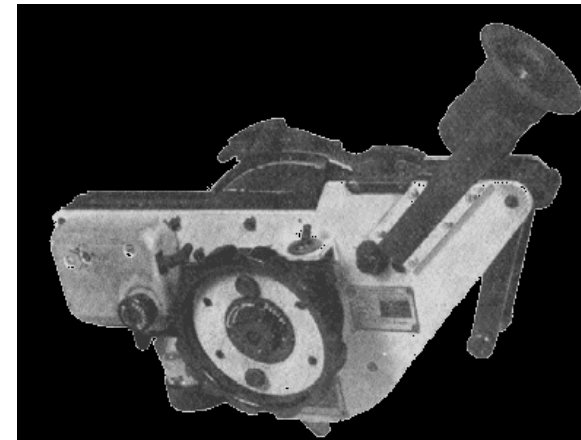
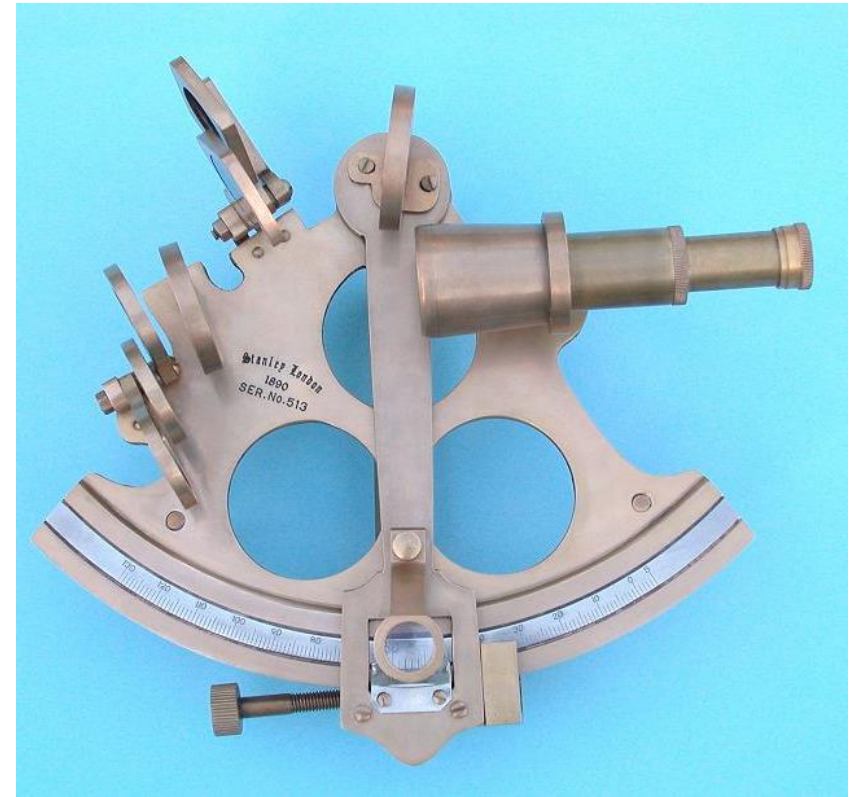
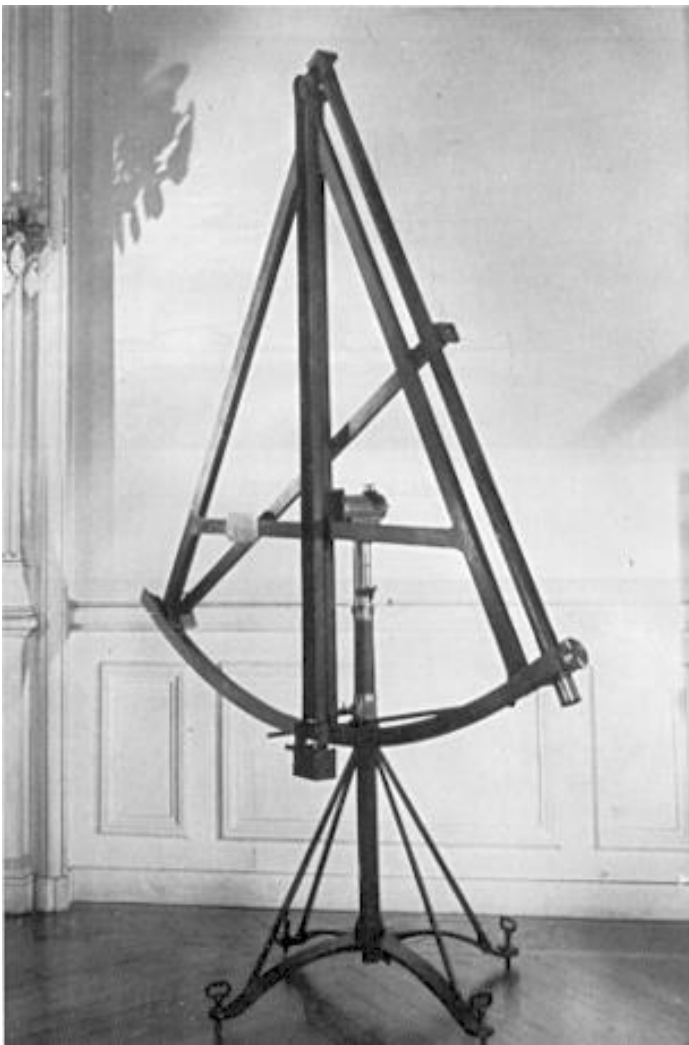
Sextant se stal přístrojem široce používaným zejména v nautice pro určování zeměpisných šířek.

Sextant – princip měření

Sextant využívá překrytí odrazu pozorovaného tělesa (např. hvězdy) v polopropustném zrcadle s obrazem horizontu. Úhel se měří s pomocí otočného zrcátka spojeného s kalibrovanou stupnicí, přičemž úhel otočení zrcátka α odpovídá výšce nad obzorem 2α .

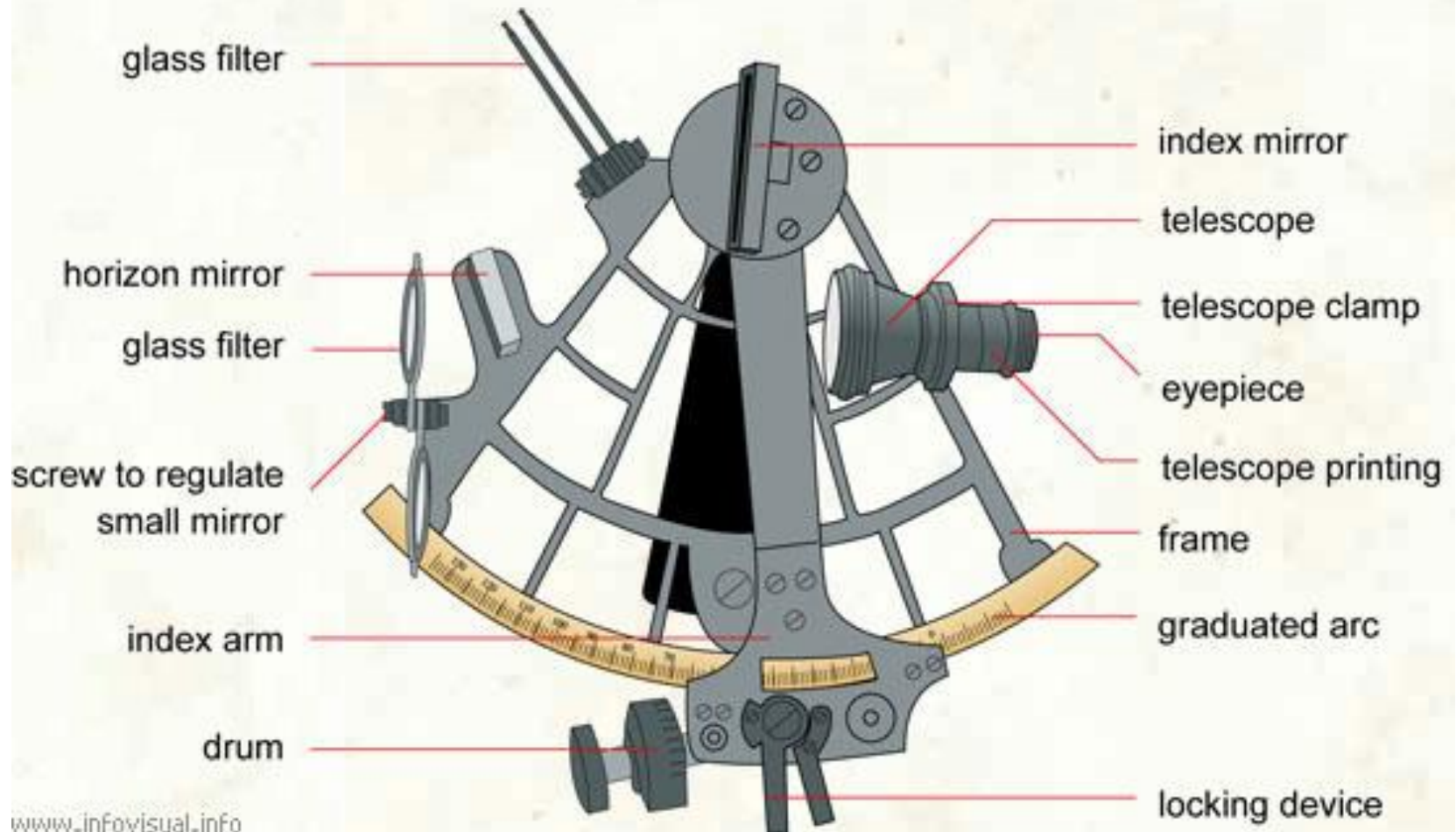
Stupnice mívá maximální označenou hodnotu 120° , takže přístroj má tvar kruhové výseče s úhlem 60° tj. šestiny plného úhlu – odtud název sextant.

(Viz: cs.wikipedia.org/wiki/Sextant)



SEXTANT

SEXTANT



Oktant

John Hadley (1682 – 1744) je považován za vynálezce oktantu (osmiúhelník vepsaný v kruhu s úhlovou stupnicí), tj. přístroje na měření zenitových vzdáleností nebeských těles; předchůdce sextantu (1731). Kvůli větší přesnosti je vybaven dvěma zrcátky s dalekohledem. Pohybem ručičky koincidoval navigátor obraz hvězdy s horizontem.

Oktantem lze měřit úhel do 90° a sextantem do 120° .

Prvenství konstrukce a užití oktantu se přisuzuje občas i německému astronomovi Johannesi Heveliovi (1611 – 1687), který svůj přístroj měl zkonstruovat již v roce 1684, nebo I. Newtonovi, který měl navrhnout zrcadlový oktant v roce 1699.

Oktant



Teodolit

Gregorius Reisch prezentoval přístroj, do kterého spojil měření horizontálních i vertikálních úhlů, v příloze své knihy „*Margarita philosophica*“, kterou vydal ve Štrasburku v roce 1512.

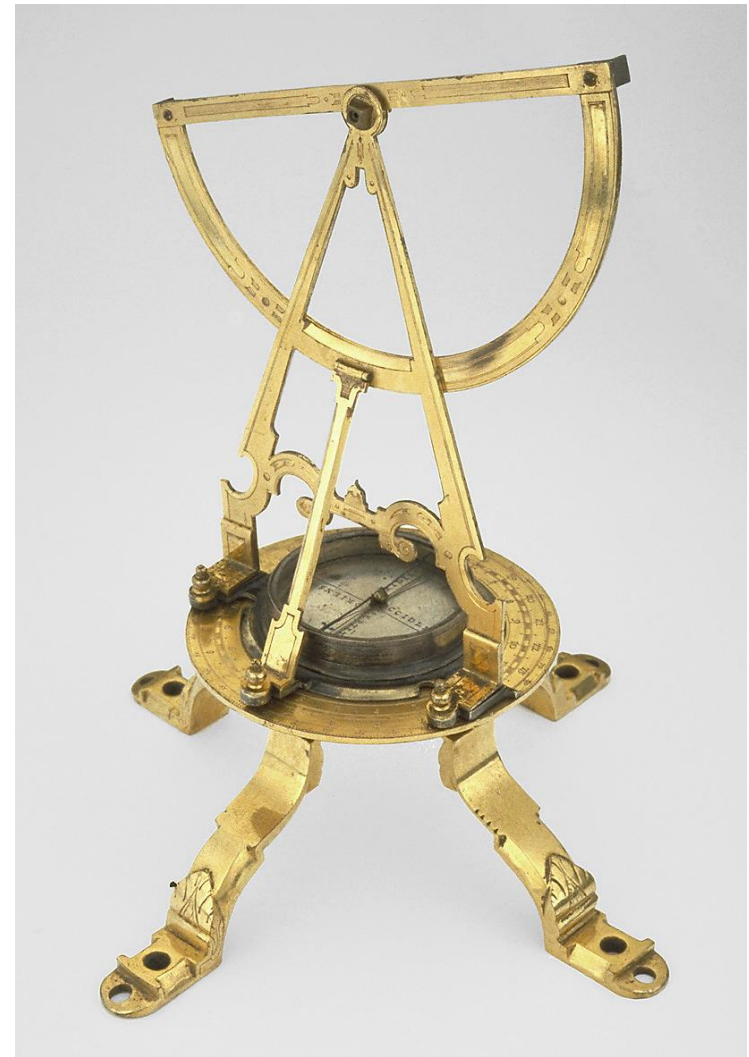
Informace je obsažena v příloze od Martina Waldseemüller, porýnského topografa a kartografa, který přístroj vyrobený ve stejném roce pojmenoval jako „**polimetrum**“.

Anglický matematik **Leonard Digges** (?1515 - ?1559) popisuje ve svém spise „**Pantometria**“ (1591), který byl vydán posmrtně jeho synem Thomasem (?1546 - 1595), **přístroj zvaný „Instrument topographicall“**.

Objevuje se v ní i první výskyt slova „**teodolitus**“, který použil pro označení horizontálního kruhu.



Teodolit



Teodolit Erasma Habermehla asi z roku 1600

Čas

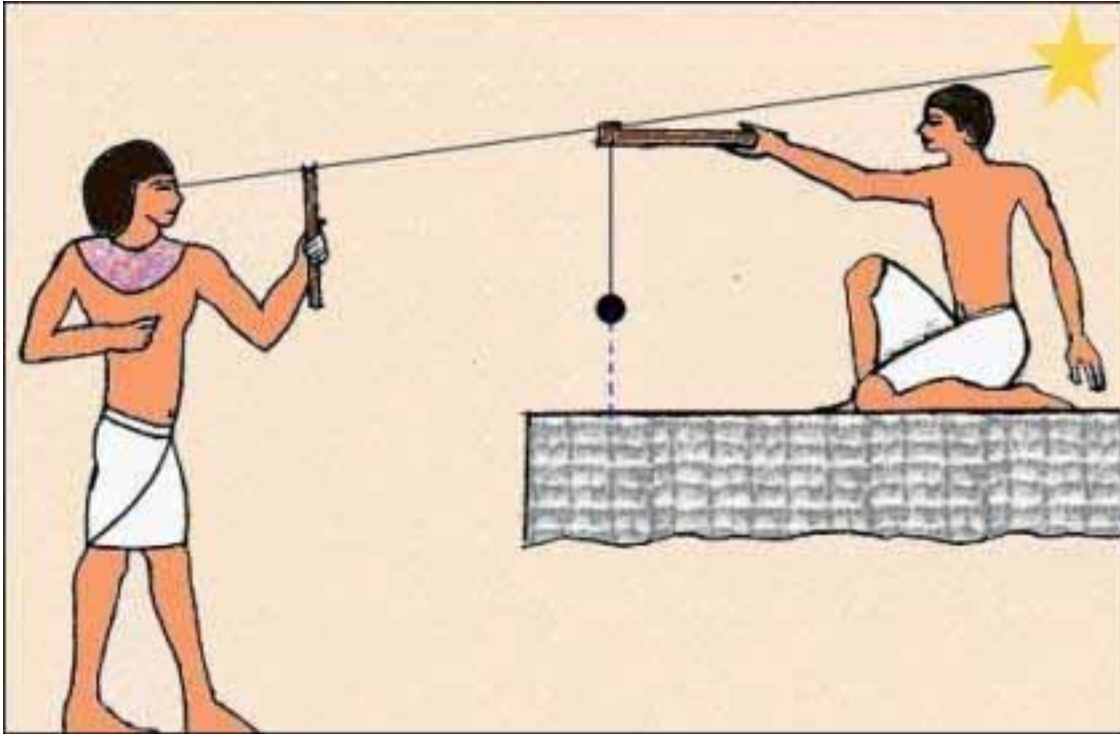
Čas

- Úhломěrné přístroje byly dostatečně přesné na to, aby se s jejich pomocí zjišťovala zeměpisná šířka.
- Určení druhé sférické souřadnice – zeměpisné délky vyžadoval co nejpřesnější chronometry, které by byly schopny odměřit časový rozdíl mezi počátkem (nultým poledníkem) a aktuální polohou.
- Značka: t (time).
- Základní jednotka: 1 s (sekunda).

Čas

- Egypťané stavěli již v polovině čtvrtého tisíciletí vysoké štíhlé obelisky k počtě Ra, boha slunce. Jejich úkolem bylo také odměřovat čas.
- Kolem 15. století př.n.l. je prokázané dílkování, které sloužilo k přesnému odečtu času.
- V té době se objevují i mobilní modely slunečních hodin nazývané **secat** nebo **merchet** (nástroj znalostí), které měly tvar pravítka zalomeného do pravého úhlu. Vodorovné umístění důležité pro správný odečet času měřila olovnice, na delším rameni byla vyrytá stupnice a vržený stín kratšího kolmého ramene na ni určoval čas.
- V prvním tisíciletí př. n.l. došlo k dalšímu vylepšení, kdy rameno se stupnicí nahradila komplikovanější nakloněná rovina s více stupnicemi pro každý měsíc, protože původní koncepce gnómonů čas ukazovala přesně pouze v den jarní a podzimní rovnodennosti.

Mobilní modely slunečních hodin: secat nebo merchet



Sluneční hodiny

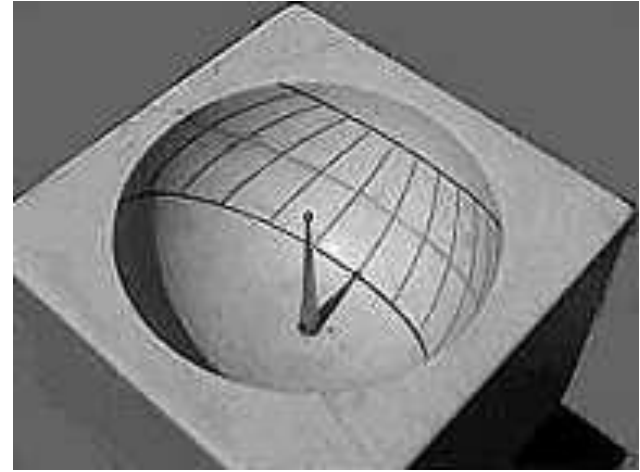
- 3500 př.n.l. - první (?) měřili hodiny Egyptané a Babyloňané – stavěli štíhlé vysoké obelisky (3000 př.n.l. Číňané).
- Areál Stonehenge ve Velké Británii byl pravděpodobně lunárním kalendářem (a také svatyní) již ve 3. tisíciletí př. n.l. Později byl přestavěn tak, aby akceptoval i pohyby Slunce, ještě o **dvě tisíciletí starší** a méně známý je německý Goseck.
- Od Egyptanů se znalost slunečních hodin (gnómonu) dostala do Řecka. Řekové přišli s vylepšeními - ostrý hrot gnómonu nahradili otvorem, který na stupnici ukazoval jasný bod, takzvaným slunečním okem. Anaximandros v roce 547 př.n.l. popisuje gnómon.

Gnómon

Velmi známý je gnómon na náměstí svatého Petra v Římě, kam jej nechal dopravit v roce 38 n.l. císař Caligula. Je 24 m vysoký (s podstavcem 35,5 m).



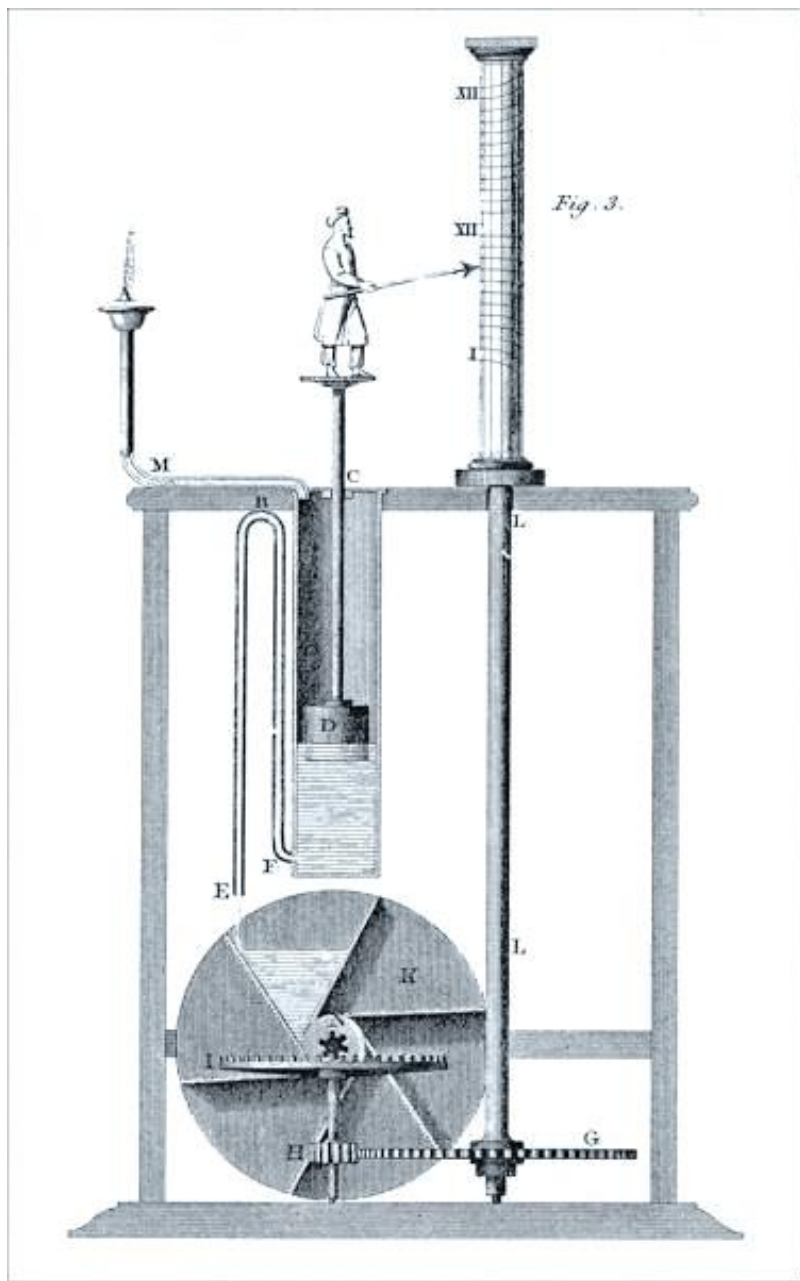
Skafé



- Dalším podstatným vylepšením gnómonu byly řecké horizontální polokulovité hodiny zvané „skafé“.
- Jejich dutá vnitřní plocha představovala průmět nebeské klenby obsahující dále rovníkovou čáru, dvě čáry slunovratů a dvanáctihodinovou stupnici, uprostřed byl hrot ukazatele.

Vodní hodiny

- V Egyptě se od roku cca 1500 př.n.l. objevují vodní hodiny. Od poloviny 2. století př. n. l. se **vodní hodiny, klepsydra** (tj. *zlodějka vody*) šíří Římem. Tento vynález zdokonalil alexandrijský mechanik Ktesibios (285 – 222 př. n. l.).
- Podstatou přístroje byla válcovitá nádoba naplněná vodou, která do ní vtékala v rovnoměrném tempu malým otvorem u jejího horního okraje. V nádobě se pohyboval plovák spojený s ukazovátkem, jež na připojené stupnici určovalo příslušnou hodinu. Vodní hodiny bývaly někdy pomoci jednoduchého soukolí spojovány s dalším zařízením, které pohybovalo figurkami, uvádělo do pohybu rozmanité hříčky či oznamovalo zvukem uplynutí hodiny.
- **Klepsydra přesto nikdy zcela nevytlačila sluneční hodiny. Pro tehdejší civilizaci obecně (Římany nevyjímaje) mělo význam jen rozdělení času od východu do západu slunce, neboť tmavá část dne byla určena ke spánku.**



Rekonstrukce
Ktesibiovy klepsydry
(vlevo) a Věž větrů v
Athénách (vpravo dole)



Přesýpací hodiny

Římané již od 1. stol. n. l. měřili čas přesýpacími hodinami.

Svíčkové hodiny

V 9. století zavedl král Anglie Alfréd Veliký hodiny svíčkové.



Mechanické hodiny

- **Mechanické hodiny jsou pravděpodobně prvním velkým technickým vynálezem středověké západní Evropy.** Zřejmě se tak stalo před rokem 1320, kdy je zmiňuje **Dante Alighieri ve své Božské komedii**, spekuluje se i o **konci 10. století**, kdy je měl zkonstruovat budoucí **papež Silvestr II** (?950 – 1003).
- Zhruba ve 13. století se v Evropě začaly používat mechanické hodiny s tzv. **krokovým ústrojím** (s využitím **lihýře**). Tehdejší mechanické hodiny měly jen hodinovou ručičku, která oběhla dokola za jeden den a šlo o spíše kovářskou a tesařskou práci vyplňující větší místnost, než jemnou mechaniku.
- Až později v Německu vznikla významná inovace, kdy hodinová ručička oběhla ciferník za den dvakrát, díky čemuž byly dílky mezi jednotlivými hodinami větší, a tak bylo možné odhadnout i části hodin.
- Kolem roku 1450 se konstruují první hodiny na péro. Roku 1655 sestrojil **Christian Huygens kyvadlové** hodiny a roku 1754 zavedl Angličan T. Mudge dodnes používaný **kotvový krok**.

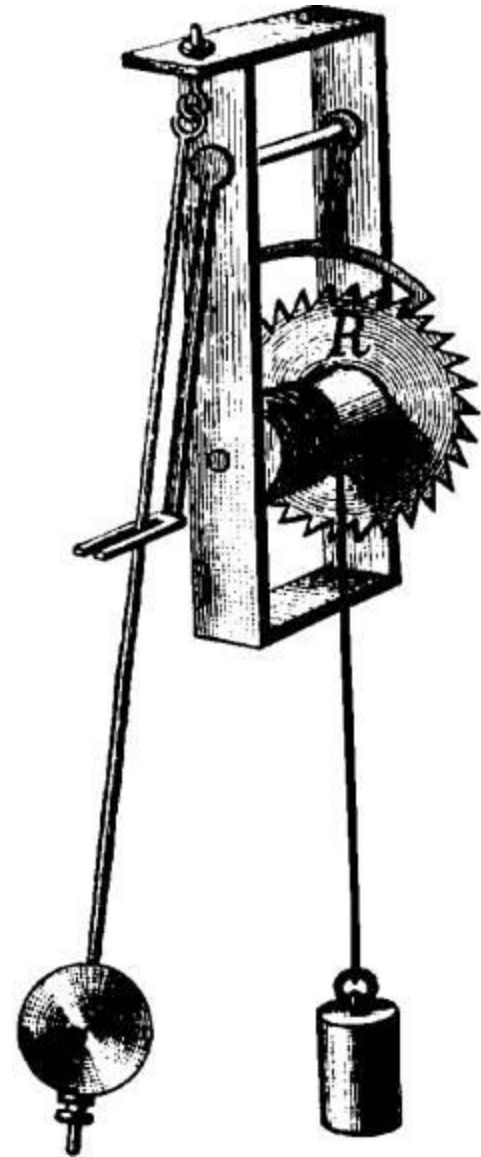
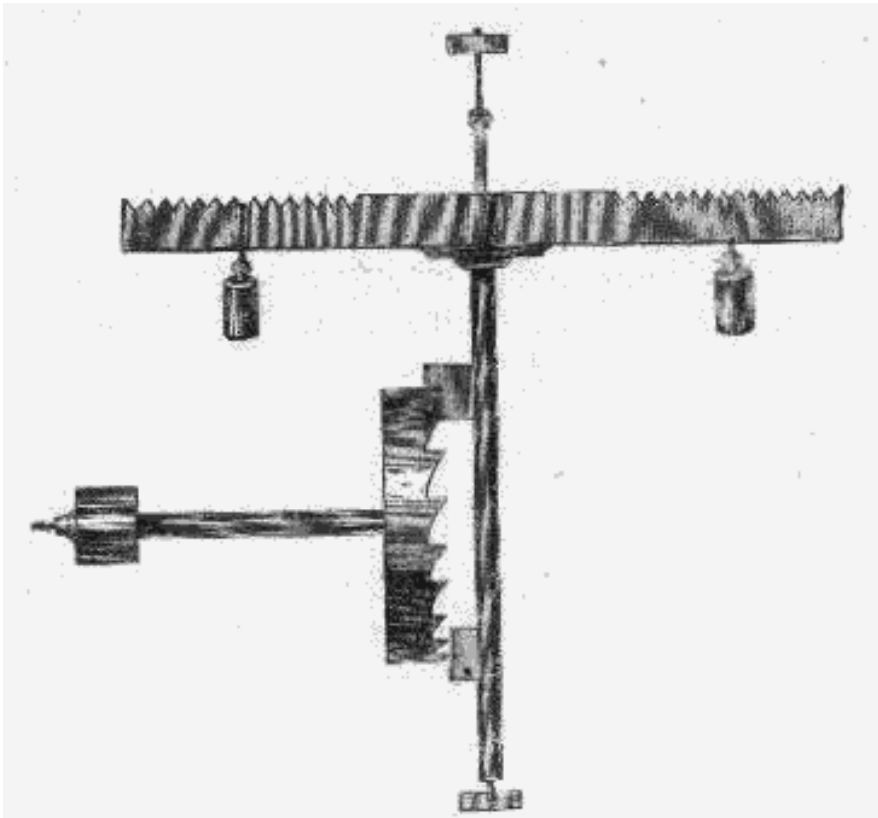
Mechanické hodiny

- Přesnost prvních mechanických hodin nebyla velká, odhaduje se, že denní odchylka přesahovala 15 minut.
- Oscilátorem takových hodin byl **lihýř**, tj. vodorovné břevno, na obou koncích zatížené kamenným či kovovým závažím o celkové váze 250 - 600 kg. Břevno se otáčelo kolem svislé osy tam a zpět, při každé výchylce pootočilo krokové kolo o jeden zub.
- Frekvence výchylek byla v podstatě dána momentem síly působícího na krokové kolo, navíc technické provedení bývalo dosti primitivní a velké tření způsobovalo další nepřesnosti.

Mechanické hodiny

- Podstatným zlepšením mechanických hodin bylo **kyvadlo**.
- S myšlenkou přišel v roce 1582 Galileo Galilei.
- Frekvence kyvadla je jen málo závislá na síle, jakou je stroj poháněn a přesnost hodin spíše závisí na délce kyvadla a amplitudě. S rostoucími nároky na vyšší přesnost se ukázalo, že nejvhodnější amplituda je v rozmezí několika stupňů, což ale zvyšovalo nároky na přesné mechanické provedení, do hry navíc vstupovala již i teplotní roztažnost, kterou bylo nutné kompenzovat.

lihýř x kyvadlo



Mechanické hodiny

- Cca před rokem 1490 vznikl pražský orloj (Mikuláš z Kadaně, profesor astronomie J. Šindel a hodinářský mistr J. Hanuš).
- Astronomická deska na orloji je vlastně astroláb, který je poháněn hodinovým strojem.



Mechanické hodiny

- Hlavním problémem kyvadlových hodin zůstávala jejich nepřenositelnost. Nebylo možné je položit, proto se ještě přes 17. století u mobilních hodin udržel lihýř a teprve objev **vlásku se setrvačkou (nepokojem)** v roce 1675 začal lihýř vytlačovat. Za jeho objevem byl opět **Christian Huygens**.

Setrvačka, lidově také nepokoj (z německého Unruh), je regulátor čili oscilátor přenosných mechanických hodin. Tvoří ji věnec na hřídeli (setrvačná hmota) a plochá spirálová pružinka čili vlásek, který dává setrvačce směrovou sílu.

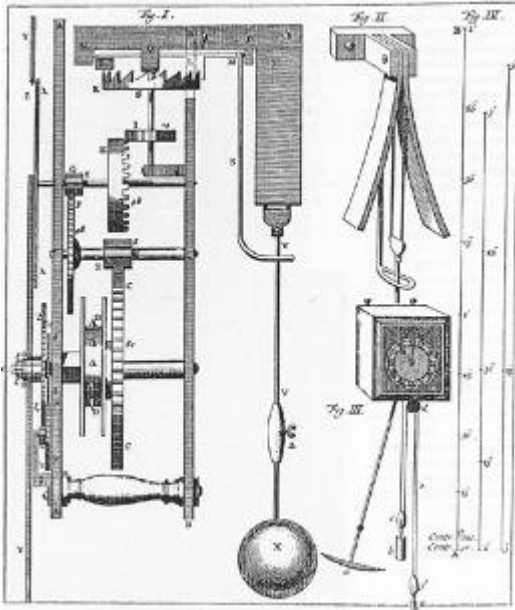
V 18. století byla věc přesného měření času už natolik důležitou, že britský parlament nabídl cenu 20 000 liber (v dnešních cenách kolem 100 milionů korun) za možnost přesného určení zeměpisné délky, na které stálo prudce se rozvíjející anglické námořnictví.

- A právě přesné změření času se stalo základem měření zeměpisné délky, protože ta se určovala porovnáním lokálního času s časem místa o předem známé poloze, typicky s časem v observatoři Greenwich.

Mechanické hodiny

- Dostatečně přesné hodiny, které by zvládly uchovat greenwichský čas po dobu plavby i přes neustálé otřesy, značnou vlhkost, tlakové a teplotní změny byly značně nákladné. **V 18. století stály 30 % ceny lodi** a teprve počátkem 19. století se cena chronometru dostala na dvouletý příjem zručného dělníka; *námořní chronometr byl žárlivě strážným přístrojem, který dlouhá léta nesměl být prodáván mimo Anglii.*
- **John Harrison** v roce 1760 zdokonalil systém nepokoje natolik, že jeho chronometr i během plavby dokázal udržet přesnost 0,2 s za den, což představovalo i na velmi dlouhých plavbách odchylku několika kilometrů od skutečné polohy.

Mechanické hodiny



J.Harrison, H4, 1759

J.Harrison, H1, 1735

Mechanické hodiny

- V roce 1775 zakládá v Paříži svou hodinářskou firmu **Abraham-Louis Breguet**, který přináší řadu dalších vylepšení systému setrvačky včetně **tourbillonu, zařízení omezujícího vliv gravitace na setrvačku**, dodnes největší hodinářské „komplikace“ a také zlepšuje tvarování vlásku omezující vlivy teploty.
- 19. století je už ve znamení **miniaturizace a sériové výroby**, která se rozmáhá zejména ve Švýcarsku. Hodinky jsou spolehlivější, menší, přesnější, odolné nárazům, stěhují se do pánských kapsiček u vesty případně u dam na řetízky, přestávají být doménou námořníků, naopak, často jsou provedeny z drahého kovu, bohatě zdobené.

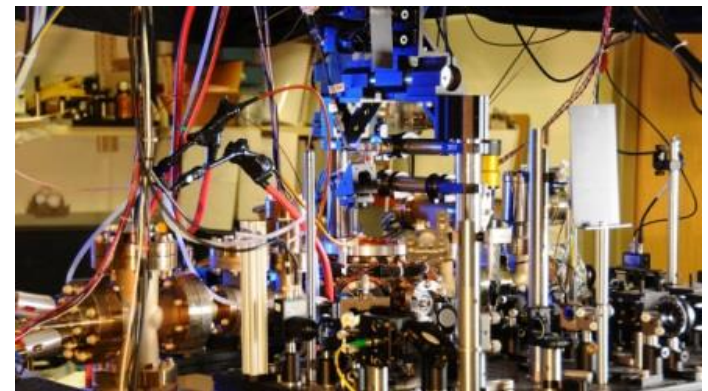
Quartzové hodiny

- Ve Švýcarsku je v 70. letech 20. století vyvinut systém **quartz**, kdy oscilátorem není mechanická součástka, ale křemenný oscilátor využívající piezoelektrický jev.
- Odchylna chodu takových hodinek nepřesahovala 10 s za rok. Původně šlo o rozměrná a drahá laboratorní zařízení, jenže japonská firma Seiko je začala hromadně vyrábět v roce 1969 v podobě „digitálek“ a quartz systém z trhu během dalších deseti let prakticky vytlačil mechanické hodinové strojky.

Atomové hodiny

- **Atomové hodiny** jsou nejpřesnější hodiny světa, měřící čas na základě rezonanční frekvence atomů (obvykle čpavku, cesia, stroncia).
- Atomové hodiny jsou druh hodin, které používají atomové rezonance jako standardu. Jejich přesnost je taková, že může dojít k odchylce maximálně jedné sekundy až za 15 miliard let.
- První atomové hodiny byly postaveny v roce 1949 v USA. První přesné atomové hodiny byly postaveny Louisem Essenem v roce 1955.

Národní institut standardů a technologie (NIST) vlastní ytterbiové hodiny, které jsou přinejmenším desetkrát stabilnější než všechny ostatní atomové hodiny.



Jaderné hodiny

V současnosti je znám princip tzv. **jaderných hodin**, založených na magnetickém dipólovém přechodu mezi energetickými stavy jádra iontu thoria, který by umožňoval dosažení nepřesnosti **pouhé 1 s za 200 miliard let**.



Kalendář

Kalendář pochází z latinského **calendarium**, což byla původně kniha, do níž se zaznamenávaly dluhy.



Kalendář věků

Staroegyptský kalendář

- Tzv. sluneční kalendář, rozlišující roky, měsíce a dny, pochází ze „starého“ Egypta.
- Jejich rok začínal letním slunovratem a byl rozdělen na tři období, a to:
 - záplavy,
 - pěstování a
 - sklizeň.

Romulův kalendář

- V 8. století př.n.l. (období vzniku Říma) obsahoval Latinský kalendář (tzn. kalendář náležející kmeni Latinů) jen deset měsíců.
- Dle jedné legendy jde o rozhodnutí Romula (proto též Romulův kalendář).
- Je zajímavé, že zahrnoval pouze 304 dny a přesto odpovídal slunečnímu roku — zbylých 60 dní totiž lidé čas neměřili, neboť bylo obvykle tak nevlídno, že takřka neopouštěli obydlí a neměli tedy ani důvod proč vlastně čas měřit. Měsíce se dělily na dlouhé s 31 dny a krátké s 30 dny.

Kalendář Numy Pompilia

- Legendy praví, že zakladatelem prvního umělého římského kalendáře byl druhý římský král Numa Pompilius (?715 – ?673). Rok podle tohoto kalendáře začínal nadále naším březnem (Martilis). V 6. stol. pátý římský král, Tarquinius Priscus (?616 – ?578), zavedl další dva měsíce Ianuarius a Februarius, a umístil je na konec roku.
- Tento kalendář zavedl nehezku tradici chaotického přehazování dní mezi měsíci a občas i měsíců mezi roky.
- Rok měl tedy 355 dní, což se blíží přesnému lunárnímu roku, tedy dvanácti oběhům Měsíce kolem Země, ovšem značně se rozchází s rokem solárním, který má něco přes 365 dní .
- Za účelem odstranění tohoto schodku byl zaveden třináctý měsíc **Mercedonius** (mensis intercalaris), který obsahoval střídavě 22 a 23 dní a vkládal se každý druhý rok mezi Februarius a Martius. Roky se pak střídaly v takovéto periodě:

1.rok	nic	355 dní
2.rok	+ Mercedonius 22 dny	377 dní
3.rok	nic	355 dní
4.rok	+ Mercedonius 23 dny	378 dní
Celkem průměrně:		<u>366,25 dne</u>

Úpravy římských kalendářů

- V 5. století před naším letopočtem provedli další změny decemvirové, nejvyšší vládní úředníci, ale pro nesrovnalosti mezi lunárními a solárními roky a pro nejasnosti, kdy vkládat přestupné měsíce byl kalendář plný zmatků a zcela nespolehlivý.
- **Od roku 153 př. n.l. se počátek úředního roku přesunul na 1. leden, kdy začali do svých funkcí nastupovat konzulové.**
- Pontifex maximus, nejvyšší náboženský činitel v Římě, jej upravoval dle své zvrácené zvůle, zejména proto, aby jeho oblíbený státník mohl zůstat u vlády déle než jedno volební období. Například na počátku války Galské (56 př. n. l.) a v následujícím roce byl kalendář náhle o jeden měsíc napřed, rok 54 začínal (z hlediska našeho letopočtu) v listopadu, rok 53 zřejmě v prosinci.

Juliánský kalendář (1/4)

- Všeobecný zmatek v kalendáři částečně odstranil až G. I. Caesar v roce 46 př.n.l. V době, kdy převzal vládu, kalendář už vůbec neodpovídal skutečnosti: např. jarní rovnodennost, která měla být na počátku roku, byla posunuta o skoro tři měsíce a náboženské svátky byly slaveny úplně jindy než se slavit měly.
- Když Caesar převzal moc, byl vyhlášen také maximálním pontifikem a dostal tedy moc takřka neomezeně zasahovat do kalendáře. Rozhodl se tedy, že kalendář důkladně zreformuje. Za tímto účelem povolal do Říma řeckého astronoma Sósigena, který působil v Alexandrii, a pověřil ho, aby vypracoval návrh.

Juliánský kalendář (2/4)

- Tento kalendář, kterému podle Caesara říkáme **juliánský**, byl první skutečně **trvalý kalendář, kde každý rok začínal stejným dnem**, na rozdíl od předchozích kalendářů vycházejících z lunárních systémů.
- Jeho největší vymožeností však bylo zavedení přestupného roku každé čtyři roky, o což se pokoušeli i v Egyptě, ale nepodařilo se jim to. **Mercedonius** byl zcela zrušen.
- *Sósigenés také přesunul Januarius a Februarius na začátek roku; to je důvodem, proč September je měsíc devátý, October desátý atd., ačkoli zcela evidentně pocházejí z číslovek o dvě nižších.*

Caesarova reforma / Sósigenův kalendář (Augustova úprava) – (3/4)

Pořadí měsíce v roce	Název měsíce	Počet dní v měsíci
1	Januarius	31
2	Februarius	29 nebo 30 (28 nebo 29)
3	Martius	31
4	Aprilis	30
5	Maius	31
6	Junius	30
7	Quintilis (Julius)	31
8	Sextilis (Augustus)	30 (31)
9	September	31 (30)
10	October	30 (31)
11	November	31 (30)
12	December	30 (31)

Juliánský kalendář (4/4)

- Reforma kalendáře způsobila dost problémů.
- Aby se však mohlo přejít k novému kalendáři, musely se chybějící dny nějakým způsobem dohonit, proto Caesar určil, že rok 47 př. n. I., bude mít 15 měsíců a 445 dní.
- Ten rok byl pak nazván „**posledním rokem nepořádku**“ (*annus confusionis ultimus*).
- Caesarova reforma zjedнала pořádek na celá staletí, přesto ji její odpůrci přijímali s nedůvěrou a kritizovali ji jako všechna ostatní Caesarova opatření.
- Juliánský kalendář se vždy za 133 let opozdí oproti skutečné poloze Země na její oběžné dráze kolem Slunce.

Gregoriánský kalendář

- **Gregoriánský kalendář** je v současnosti celosvětově používaný systém pro počítání času (kalendář). Řadí se mezi solární kalendáře.
- Byl zaveden v roce 1582 (*jarní rovnodennost podle juliánského kalendáře nastává o 10 dní později, než uvádí kalendář*) papežem Řehořem XIII., jednotlivé katolické země jej zaváděly postupně v následujících letech.

Gregoriánský kalendář

V Čechách původně pražský arcibiskup Martin Medek z Mohelnice oznámil změnu data ze 14. na 25. listopadu 1582. Jeho návrh však protestantsky smýšlející obyvatelstvo, šlechta i astronomové odmítli. V roce 1583 přijetí nového kalendáře zamítl i zemský sněm.

Reformu tak realizoval svým mandátem ze 3. prosince až Rudolf II. (skok z 6. ledna na 17. leden 1584). Ve Slezsku byla změna provedena z 12. ledna na 23. ledna 1584. Moravští stavové ale mandát neuposlechli a dále na Moravě platil Juliánský kalendář. Druhé císařské rozhodnutí v červenci téhož roku již odmítnout nemohli a kalendář byl zaveden i na Moravě (po 3. říjnu následoval 14. říjen).

Gregoriánský kalendář

- V současnosti gregoriánský kalendář jako občanský kalendář používají všechny země světa kromě Saúdské Arábie (**Islámský kalendář**), Etiopie (Etiopský kalendář), Íránu a Afghánistánu (**Perský kalendář**).
- Dvě země kromě gregoriánského kalendáře používají i tradiční kalendář: Izrael (**Židovský kalendář**) a Indie (**Indický národní kalendář**).
- Další dvě země používají modifikovanou verzi gregoriánského kalendáře: Thajsko (**Thajský solární kalendář**) a Japonsko (**Japonský kalendář**).

Islámský kalendář

- 1. muharram (tj. první měsíc) roku 1 odpovídá 16. červenci 622.
- Islámský kalendář je **lunárním** kalendářem. Zavádí jej v roce 637 chalífa Umar (?581 – 644).
- Má 12 měsíců, o délce střídavě 30 a 29 dnů, první měsíc muhharam má tedy dnů 30.
- Jeho rok má 354 dnů a je o 11 dnů kratší než rok Gregoriánského kalendáře.
- Oba kalendáře se tak vůči sobě pohybují. Přibližně jednou za 33 let se rozdíl mezi letopočty sníží o jeden rok.

Indický kalendář

- Na indickém území se používá několik hinduistických kalendářů.
- Oficiální kalendář se nazývá „éra Šaka“. Jeho rok má 12 měsíců, začíná měsícem „čaitra“ s jarní rovnodenností. První půlrok mají všechny měsíce 31 dní (čaitra jen v přestupném roce), druhý půlrok 30 dní.
- Kalendář je používán od 22.3.1957 (tj. 1.1.1879 indického kalendáře). Jako rok 0 indického kalendáře byl určen rok 78.

Židovský kalendář

- V běžném roce se vystřídá 12 měsíců. Plné mají 30 dní, zkrácené pak 29 dní.
- Každý 3., 6., 8., 11., 14., 17. a 19. rok se přidá 13. měsíc „*adar II*“ proto, aby nový rok začínal vždy *1. tišri*, což je 7. měsíc. Dva následující měsíce pak mění počet dní (29 nebo 30) tak, aby 1.7. bylo vždy novoluní.
- Počet dní v roce se mění (nejméně jich je 353 a nevíce 385, každých 19 let se cyklus opakuje).

Čínský kalendář

- Používá se jen v běžném životě (oficiálně platí v zemi gregoriánský kalendář).
- První zmínka o čínském kalendáři pochází z roku 2637 př.n.l., kdy ho měl vytvořit císař Chuang Ti (vládl 2698 – 2599 př.n.l.).
- Rok má 12 měsíců po 29 nebo 30 dnech.
- Nový rok začíná vždy o druhém novoluní po zimním slunovratu (tedy mezi 21. lednem a 20. únorem).

Kalendáře

Srovnání (bez záruky):

- Gregoriánský kalendář: 26.2. 2014
- Juliánský kalendář: 13.2.2014
- Islámský kalendář: 25.4.1435
- Indický národní kalendář: 7.12.1935
- Židovský kalendář: 26.12.5774
- Čínský kalendář: 27.1.4712

Systemy jednotek

- 1268 - nařízení krále Přemysla Otakara II. o tzv. obnovení měr a vah, tzv. královské míry,
- 1358 - (Karel IV.) úprava měr, praktické rozšíření měr pražských,
- 1549 - Ferdinand I. Habsburský; usnesení sněmu, sjednocení délkových a objemových měr a vah; cejchování, zavedení sankcí (1554 bylo usnesení kvůli problémům s prosazením odvoláno),
- 1617 - Šimon/Simeon Podolský z Podolí, zemský měřič od roku 1599. „Knížka o měrách zemských etc.“ vydána roku 1683 zásluhou měřiče Samuela Globice z Bučina (obsahuje mj. soustavu „pražských měr“),
- 1765 - císařským patentem Marie Terezie se přechází na míry a váhy dolnorakouské (vídeňské),
- 1789 - ve Francii za Velké francouzské revoluce návrh na vytvoření metrické (od slova metron, tj. měřidlo, míra) soustavy, zavedeno např. i desetinné dělení času (1 týden = 10 dní, 1 den = 20 h, 1 h = 100 min) a setinné dělení úhlu.

Systemy jednotek

- 1812 - Napoleon Bonaparte obnovil používání původních starých měr,
- 1840 - ve Francii zavedení metru a zakázání nemetrických soustav,
- 1855 - zavedení jednotných měr na území Čech (Slezsko - 15. 7. 1856; Morava - 13. 12. 1856),
- 1871 - zákon o zavedení metrické soustavy jednotek na území Rakouska-Uherska.

Systemy jednotek

- 1875 - mezinárodní dohoda o užívání metrických jednotek „la Convention du Metre (metrická konvence) a zřízení „Mezinárodního úřadu pro míry a váhy” („Bureau international des poids et mesures”) se sídlem v Sevres u Paříže,
- 1876 - zavedení metrické soustavy jednotek v Evropě (18 států včetně Rakouska-Uherska),
- 1960 - přijetí nové „Mezinárodní soustavy jednotek” („Systeme International d’Unités”) - soustava SI,
- **1962 - zavedení jednotek soustavy SI v ČSSR (Zákon 35/1962 Sb. o měrové službě, zrušen 1991, nahrazen Zákonem 505/1990 Sb. – Zákonem o metrologii).**

Systemy jednotek

- 1874 – 1889 - soustava CGS (centimetr-gram-sekunda),
- 1889 - soustava MKS (metr-kilogram-sekunda), v roce 1939 rozšířená na MKSA (metr-kilogram-sekunda-ampér).

SI

- Základních jednotek je sedm: metr, kilogram, sekunda, kelvin, ampér, kandela, mol. Odvozené jednotky se tvoří výhradně jako součiny a podíly jednotek základních.
- Násobky a díly (výhradně dekadické) se tvoří pomocí předpon před jednotkami.
- Soustava SI akceptuje používat souběžně s jednotkami SI následující jednotky: minuta, hodina, den, úhlový stupeň, úhlová minuta, (úhlová) vteřina, hektar, litr, tuna, astronomická jednotka.

SI

Fyzikální veličina	Jednotka	Značka
Délka	metr	m
Hmotnost	kilogram	kg
Čas	sekunda	s
Elektrický proud	ampér	A
Termodynamická teplota	kelvin	K
Látkové množství	mol	mol
Svítivost	kandela	cd

SI v ČR

V Česku vyplývá pro subjekty a orgány státní správy povinnost používat soustavu jednotek SI ze zákona č. **505/1990 Sb.** ze dne 16. listopadu 1990 (Zákon o metrologii; se změnami podle zákonů č. 4/1993, 20/1993, 119/2000, 137/2002, 13/2002, 226/2003, 444/2005, 481/2008, 223/2009 a 155/2010 Sb.) a souvisejících vyhlášek Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, zejména MPO vyhlášky č. 264/2000 Sb.

Srovnávací základny

Srovnávací základny

- V bývalém Československu se především pro komparaci invarových drátů a přesných optických a paralaktických dálkoměrů využívalo **celostátní srovnávací základny v Praze v oboře Hvězda**.
- S nástupem laserových dálkoměrů, které umožňují měřit délky s relativní přesností 1:1 000 000, pozbyla geodetická základna ve Hvězdě svého původního významu. Proto byla na konci 70. let přebudována k testování elektronických dálkoměrů.
- Protože však má některé nedostatky (nepříznivý profil, značná návštěvnost parku), byla vybudována nová základna v **Košticích** v severních Čechách.

Zdroje:

- Struik, D.J.: Dějiny matematiky, Orbis, Praha 1963.
- Historie matematiky I (sborník), JČMF, Brno 1994.
- Historie matematiky II (sborník), Prometheus, Praha 1997.
- Folta, J. a kol.: Dějiny matematiky a fyziky v obrazech, JCSMF, Praha.
- Konforovič, A.G.: Významné matematické úlohy, SPN, Praha 1989.
- Šedivý, J. a kol.: Antologie matematických didaktických textů, SPN, Praha 1987.
- www.math.muni.cz/~sisma
- <http://presny-cas-online.cz/cas-presny/historie-mereni-casu>
- DEJINY_Z_00_UVOD.pptx