ASTROLÁB

MARIÁN MARHEFKA

1. Multifunkčný historický nástroj

Slovo **astroláb** pochádza z gréckeho jazyka a môžeme ho rozdeliť na *astron* (hviezda) a *labio* (to, čím sa hľadá) alebo aj *lambano* (uchopiť), teda znamená „hľadač hviezd“ alebo „prístroj na chytenie, uchopenie hviezd“. Od 3. stor. pred Kr. až po súčasnosť sa tento termín používal na označenie rôznorodých prístrojov od veľkých armilárnych sfér na určovanie polôh nebeských telies až po kompaktné prístroje na astronomické výpočty a navigáciu. V tomto príspevku budeme pod pojmom **astroláb** rozumieť geniálny prístroj, ktorý dnes býva bežne označený týmto názvom a okrem hľadania hviezd má mnoho ďalších spôsobov využitia.

Astroláb je **historický nástroj**, ktorý spája astronómiu, matematiku a techniku. Využíval sa stovky rokov na pozorovanie a výpočty súvisiace s pohybom nebeských telies. Je to v podstate **mechanický model oblohy**, **predchodca sextantu** a **multifunkčný astronomický počítač** svojej doby. Umožňoval určiť napríklad výšku Slnka a hviezd nad obzorom, ich polohu na oblohe, miestny čas, čas východu a západu Slnka a hviezd, modlitebné časy, ako aj riešiť trigonometrické problémy.

Niektoré astroláby mali zabudované **kalendáre** (napr. juliánsky či islamský lunárny), **trigonometrické tabuľky** a **hodinové rozvrhy**, niektoré mali dokonca viacero **klímových dosiek (tympanov)** pre rôzne zemepisné šírky. Astroláb kombinoval funkcie **moderných hodiniek, sextantu, kompasu, astronomického softvéru a kalendára.** Používali ho vedeckí velikáni, moreplavci, portugalskí navigátori, islamskí učenci, ale aj európski filozofi a astrológovia.

2. Vynález astrolábu, dejiny jeho používania a zaujímavosti

Prvé správy o podobnom prístroji môžeme nájsť v Centre pre vynálezy v Alexandrii (dnešný Egypt) okolo roku 150 pred Kr. Starogrécki astronómovia **Hipparchos** (asi 190-125 pred Kr.) a neskôr **Ptolemaios** (asi 85-168) rozvinuli matematické princípy, ktoré stoja za astrolábom. Pôvodne to bol jednoduchý prístroj na meranie výšky Slnka a hviezd za účelom určenia času a polohy. Neskôr dostal podobu nebeskej sféry, takže

dokázal zodpovedať aj podstatne náročnejšie otázky, predovšetkým sa preslávil predpoveďou východu a západu telies. Ešte viac komplexnejším sa stal pri pridaní mnohých tabuliek. Bolo ich stále čím viac, až sa takmer dosiahla hranica v nemožnosti orientácie na ploche prístroja.

Najstarší zachovaný astroláb – ako ho poznáme dnes – pochádza z obdobia okolo roku 930. **Moslimskí vedci** (Al-Farghání, Al-Zarqālī) významne prispeli k vývoju astrolábov. Prístroje boli používané na **určenie času modlitieb** a **smeru k Mekke**. Mohamedáni boli prví, ktorí využívali astroláb na výpočet **piatich denných modlitieb** podľa postavenia Slnka. Modlievajú sa otočení smerom k Mekke, a práve astroláb im pomáhal určiť aj „smer" ich modlitby. Do Európy sa astroláby dostali v 13. storočí, kedy kastílsky kráľ Alfonz X. Múdry (1221-1284) nariadil preklad diel moslimských astronómov. Po rozšírení astrolábu v Európe katolícki mnísi ho používali – podobne ako islamskí učenci – na **presné stanovenie času vzhľadom na polohu Slnka či hviezd**, čo umožňovalo presné načasovanie modlitieb aj bez mechanických hodín. V stredoveku bol astroláb populárny medzi **európskymi vedcami.** V 16. a 17. storočí ho v európskom prostredí nahradili **modernejšie prístroje** – kvadrant, sextant, teleskop, mechanické hodiny. V arabskom svete sa pokračovalo v jeho používaní, a to až do 19. storočia. Aj dnes sa vyrábajú modely na výučbu hviezdnej oblohy.

Stredovek a doba pred vynálezom ďalekohľadu

Na správne používanie astronomických prístrojov bolo v stredoveku potrebné celé **vysokoškolské vzdelanie** z matematiky. Mnohé prístroje, ako napríklad kompasové ciferníky či slnečné hodiny, slúžili predovšetkým **na meranie času**. Iné prístroje, ako astroláb a kvadrant, sa používali na sledovanie neba a predpovedanie polohy planét a hviezd. Okrem praktického využitia zvyšovali astronomické prístroje aj **spoločenské postavenie a dôveryhodnosť** svojich majiteľov — pôsobili ako **symboly vedomostí, vynaliezavosti a štýlu**.

1. ŠTUDENTI – renesancia priniesla vznik univerzít a nový učebný plán umožnil lepšie pochopenie astronómie a jej prístrojov. Učiť sa s pomocou prístroja nebolo nič nezvyčajné a azda najznámejším dôkazom

o využívaní prístrojov pri štúdiu je Chaucerovo ***Pojednanie o astrolábe*** z roku 1391. V ňom Chaucer opisuje, ako daroval astroláb svojmu desať-ročnému synovi, keď sa pripravoval na **nástup na univerzitu**. Text napísal v ľudovom jazyku (nie v latinčine), tak ho sprístupnil širšiemu publiku, a **detailne v ňom opísal časti astrolábu** a spôsob jeho používania.

Existujú aj dôkazy z univerzitných knižničných katalógov, že prístroje **boli uložené v univerzitných knižniciach** a **požičiavali sa podobne ako knihy**. Astroláby boli obzvlášť užitočné pri štúdiu, pretože umožňovali vypočítať východ a západ planét a polohu hviezd a Slnka bez toho, aby bolo potrebné ísť von. Študenti pravdepodobne používali najmä **astroláby a kvadranty**, keďže ich mnohostranné využitie a matematický charakter boli ideálne na výučbu geometrie aj astronómie.

Používanie astronomických prístrojov zlepšovalo vedomosti študentov a tým aj ich **spoločenské postavenie**. Skúsený astronóm alebo niekto, kto vedel ovládať astronomický prístroj, mal šancu získať vážené zamestnanie. Absolventi univerzít mohli vyhľadať mecenáša (= sponzora) a **stať sa dvorným astronómom**, alebo tí, ktorí cítili Pánovo povolanie, mohli vstúpiť do kláštora a aj v prostredí Cirkvi sa mohli zaradiť medzi významných astronómov a vynálezcov.

2. DUCHOVENSTVO – práve kláštory boli miesta, kde na poli astronómie a iných vied dochádzalo k pokrokovým objavom. Mnísi používali astroláby a iné astronomické prístroje najmä na výpočet hodín modlitieb. Spoliehali sa na ne aj pri určovaní dátumu **Veľkej noci a ďalších pohyblivých sviatkov**. Duchovenstvo dodržiavalo kánonické hodiny, dnes známe ako **Liturgia hodín**, a deň si rozdeľovalo na časy určené na modlitbu. Rozmach mníšstva a šírenie *Reguly svätého Benedikta* upevnili tento systém známy ako Božské ofícium, ktorý zahŕňal sedem denných a jednu nočnú modlitbu. **Kánonické hodiny** (Matutínum, Ranné chvály, Príma, Tercia, Sexta, Nóna, Vešpery, Kompletórium) sa modlievali v presne stanovenú hodinu dňa.

V 7. storočí sa na stenách kostolov začali objavovať **slnečné hodiny**, ktoré mníchom pomáhali držať sa kanonických hodín a zároveň pripomínali laikom, aby sa pri pohľade na ne zastavili a pomodlili. Často bol na

nich citát, ktorý pripomínal rýchle plynutie času a pominuteľnosť ľudského života. **Gerbert z Aurillacu** (950-1003), neskôr pápež Silvester II., priniesol astronómiu a astrolábické prístroje do kláštorov v západnej Európe, používali ich na výpočty dátumov rovnodenností, slnovratov a liturgických časov, neskôr pri zostavení gregoriánskeho kalendára. Do polovice 14. storočia bolo benediktínskym kláštorom nariadené pápežským úradom, aby poslali aspoň jedného z dvadsiatich mníchov na univerzitu. Tam sa síce venovali najmä teológii a kánonickému právu, no **mali príležitosť študovať aj matematiku a astronómiu**. Aj mnísi, ktorí na univerzitu nešli, sa mohli venovať astronómii vo svojom kláštore. Tí, čo univerzitu navštívili, **priniesli späť knihy do kláštornej knižnice**, kde boli k dispozícii všetkým.

Richard z Wallingfordu, benediktínsky mních zo 14. storočia, patril medzi tých, ktorí mohli na univerzite študovať dlhšie a počas pôsobenia ako opát v St. Albans **vytvoril významné prístroje**. Osirel v desiatich rokoch, preto ho prijal prior z Wallingfordu a poslal ho na Oxford, kde študoval deväť rokov. V roku 1326 sa stal opátom v St. Albans a ako vynikajúci matematik vynašiel dva astronomické prístroje — ***Albion*** na určovanie polohy planét a ***Rectangulus***, pokročilý astroláb na sférickú trigonometriu. Jeho tretím dielom boli veľké astronomické hodiny ***machina mundi***, ktoré ešte o 200 rokov neskôr obdivoval humanista John Leland.

3. MEDICÍNA A ASTROLÓGIA – astrológia znamená vieru v to, že postavenie hviezd vplýva na ľudské osudy. Z hľadiska kresťanskej viery je neprípustná a z vedeckého hľadiska nevedecká. Astroláb bol základným nástrojom astrológov na **vypočítanie horoskopu** (tzn. postavenie planét a znamení zverokruhu pri narodení), sledovanie **prechodov Slnka cez zverokruh**, výpočet tzv. **domov** v astrológii (sekcie oblohy podľa času a miesta narodenia).

Práve astrológia a pohyb planét sa v stredoveku považovali za významné faktory ovplyvňujúce život a zdravie človeka. Úlohou lekára bolo preto brať pri diagnostike a liečbe do úvahy aj **postavenie nebeských telies**. Astroláby pravdepodobne používali len kráľovskí lekári, pretože boli veľmi drahé. Lacnejšie almanachy dokázali poslúžiť podobne. Takéto

skladacie almanachy, hoci neboli priamo astronomickými prístrojmi, boli v stredovekej medicíne bežné. Obsahovali kalendáre pohyblivých sviatkov, lunárne tabuľky, predpovede zatmení, schémy močových nádob, návody na astrologické predpovede a nákresy „žilového muža“ a „zodiakálneho muža“. Na univerzitách, najmä v talianskych mestách ako Bologna, sa v 14. a 15. storočí lekárska astrológia stala veľmi populárnou. Lekári zvyčajne spätne vysvetľovali chorobu na základe horoskopu pacienta a aktuálneho postavenia planét.

4. CESTOVATELIA A PÚTNICI – astroláby a iné prístroje používali aj cestovatelia — pútnici či obchodníci. Mohli nimi merať vzdialenosť k známym objektom, určovať čas dňa a plánovať, kedy sa zotmie. Astroláb bol ideálny na odhad dĺžky cesty a času na zastávku. Praktickejšie však boli slnečné hodiny, najmä prenosné univerzálne typy, ktoré fungovali v rôznych zemepisných šírkach. Cestovateľ podľa tabuľky na hodinách určil svoju zemepisnú šírku podľa mesta, v ktorom sa nachádzal, a upravil uhol ciferníka. Obchodníci a remeselníci využívali prístroje pri práci, keďže v mestskom prostredí a v obchode malo plytvanie časom priamy finančný dopad.

5. SPOLOČENSKÉ POSTAVENIE - bez ohľadu na to, či majiteľ patril k študentom, rehoľníkom, lekárom alebo cestovateľom, všetkých spájalo to, že ich prístroje im prinášali vedomosti, prestíž a možnosť predvádzať svoje bohatstvo a záujem o astronómiu. Astroláb bol považovaný za **symbol múdrosti**. Astronomické prístroje boli nielen praktickými nástrojmi, ale aj symbolom moci, postavenia a hlbokého pochopenia stredovekej astronómie a nebies. Mnohé astrolábы boli nielen praktickými ukazovateľmi, ale zároveň **umeleckými dielami**. Často boli bohato zdobené a vyrobené zo vzácnych kovov.

Obrázok: *Tento astroláb od firmy Hemisferium (Madrid, Španielsko) má priemer 10 cm a je plne funkčný. Mapa oblohy pochádza z 21. storočia. Bude nám slúžiť ako príklad modernej repliky historického astrolábu.*

3. Vzhľad a časti astrolábu

1. MATER (MATKA) – základná doska, často s gravírovanou stupnicou, používaná na uchytenie dosiek a siete.

2. TYMPAN (KLÍMA) – doska s vyrytými súradnicami nebeskej sféry: zenit, horizont, čiary, určujúce výšku nad obzorom a azimut, rovník, obratník Raka a Kozorožca. Doska je prispôsobená konkrétnej zemepisnej šírke.

3. RETE (SIEŤ) – otáčavá hviezdna mapa s ukazovateľmi hviezd (hviezdne hroty). Stredová os označuje polohu Polárky. Dráha Slnka je zobrazená na ekliptickom kruhu, ktorý je rozdelený na dvanásť znamení zverokruhu. Hviezdy boli vyberané kvôli svojej jasnosti, polohe na oblohe, ale aj kvôli ich významu pre navigáciu a kalendár. Nie všetky astrolábы používali rovnaké hviezdy. Menšie astrolábы obsahujú typicky 15–25 najjasnejších hviezd, väčšie mali až 40.

Hviezdy, vybrané pre modernú repliku astrolábu:

Názov	Označenie	Súradnice	Jasnosť
1. Alferatz	α Andromedae	00 09 +29 13	2,03 m
2. Shedir	α Cassiopeiae	00 41 +56 40	2,41 m
3. Difda	β Ceti	00 44 -17 50	2,20 m
4. Menkar	α Ceti	03 03 +04 11	2,61 m
5. Mirfak *	α Persei	03 26 +49 56	1,89 m
6. Aldebaran	α Tauri	04 37 +16 33	1,00 m
7. Rigel	β Orionis	05 15 -08 10	0,19 m
8. Capella	α Aurigae	05 18 +46 01	0,24 m
9. Elnath	β Tauri	05 27 +28 37	1,61 m
10. Betelgeuse	α Orionis	05 56 +07 24	0,50 m
11. Sírius	α Canis Maioris	06 46 -16 44	-1,09 m
12. Prokyón	α Canis Minoris	07 40 +05 09	0,46 m
13. Pollux	β Geminorum	07 46 +27 57	1,29 m
14. Alfard	α Hydrae	09 28 -08 46	2,13 m
15. Regulus	α Leonis	10 09 +11 50	1,32 m
16. Dubhe	α Ursae Maioris	11 05 +61 36	1,95 m
17. Denebola	β Leonis	11 50 +14 25	2,16 m
18. Spika	α Virginis	13 26 -11 17	0,89 m
19. Arktúr	α Bootis	14 16 +19 03	0,11 m
20. Alfeka	α Coronae Borealis	15 35 +26 37	2,22 m

21. Ras Alhague	α Ophiuchi	17 36 +12 32	2,13 m
22. Vega	α Lyrae	18 37 +38 48	0,09 m
23. Altair	α Aquilae	19 52 +08 56	0,82 m
24. Deneb	α Cygni	20 42 +45 22	1,29 m
25. Enif *	ε Pegasi	21 45 +09 59	2,53 m
26. Markab	α Pegasi	23 06 +15 20	2,47 m

* tieto hviezdy sú vyznačené, ale nie je uvedený ich názov

4. PRAVÍTKO – nachádza sa na prednej strane astrolábu, nad rete, a používa sa na zarovnanie dátumu na ekliptickom kruhu so skutočným časom na hodinovom kruhu.

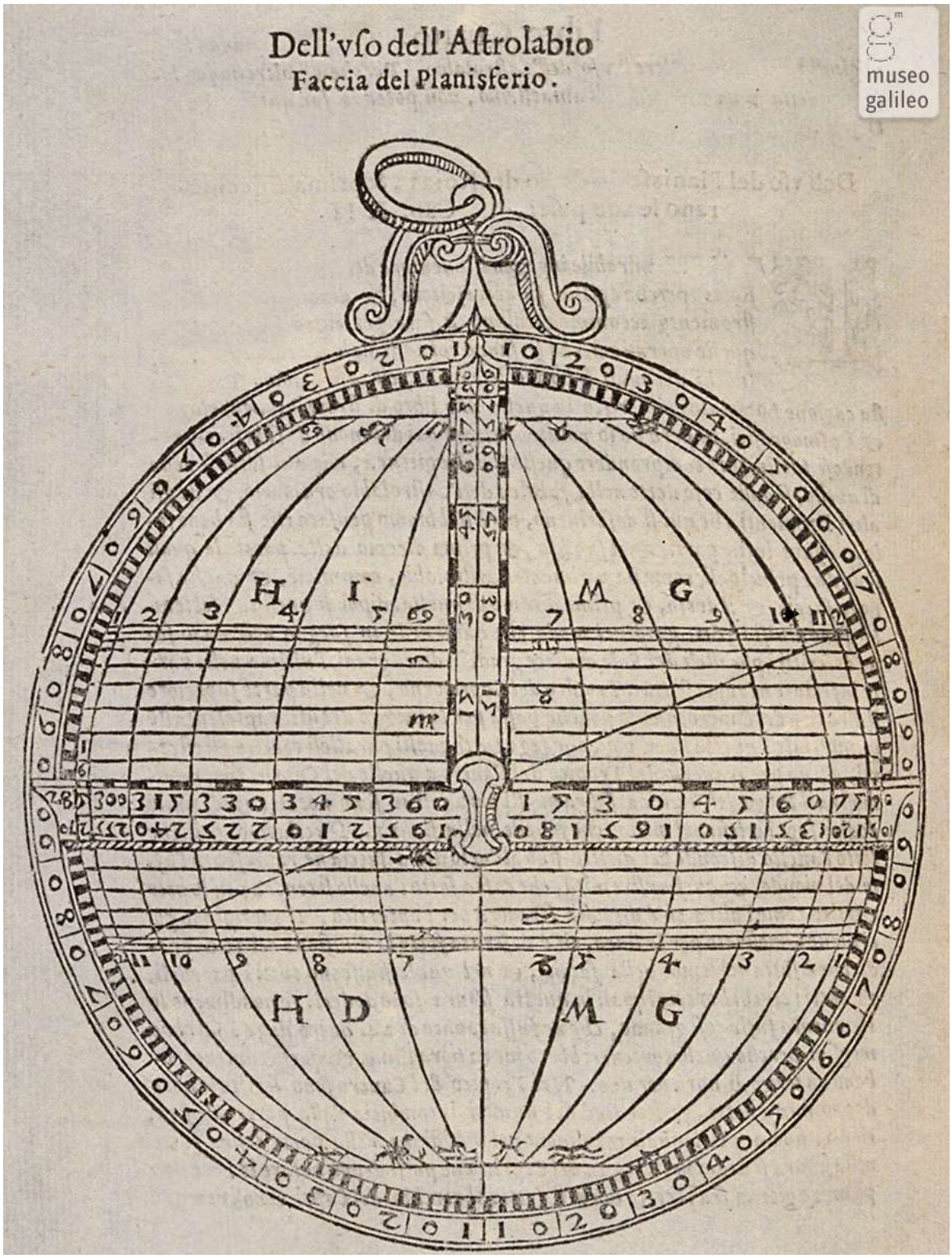
5. ALIDADA – otočné pravítko na zadnej strane, slúži na zarovnanie so stupnicou na zadnej strane astrolábu.

6. STUPNICE – na zadnej strane astrolábu sú okolo okraja stupnice hodín, uhlov, dátumov. Pomocou nich dokážeme jednoducho určiť polohu Slnka na ekliptike pre vybraný dátum v roku.

4. Typy astrolábov

1. PLANISFÉRICKÝ ASTROLÁB bol najvýznamnejším prístrojom staroveku pri vykonávaní astronomických výpočtov, ktoré by inak boli zložité a zdĺhavé. Nebeskú sféru zobrazuje dvojdimenzionálne (stereografickou projekciou). Jeho vynález býva tradične pripisovaný **Hipparchovi z Nikáje**. Hipparchos však vytvoril iba tzv. anafórické hodiny, ktoré sa podobali na planisférický astroláb. O tri storočia neskôr sa **Ptolemaios** zmienil o nástroji podobnom astrolábu. Astroláb určite poznal **Theón z Alexandrie** (4. stor.) a jeho opis sa zachoval cez Jána Filopona (6. stor.) a Severa Sebokta (7. stor.).

Z Alexandrie v Egypte sa astroláb rozšíril do Byzancie a islamského sveta, kde vznikli **jednoduché drevené nástroje** na určovanie smeru k Mekke a časov modlitby, ako aj **bohato zdobené astroláby** zo striebra a drahokamov pre kráľovské zbierky. Vďaka islamskej nadvláde v Španielsku a Sicílii a prekladom arabských textov sa astroláb v 10. storočí rozšíril po celej Európe, kde mal veľký úspech. V 17. storočí ho nahradili presnejšie mechanické hodiny.



Obrázok: *Vyobrazenie univerzálneho astrolábu. Takýto prístroj sa používal pri dlhom cestovaní alebo plavbách na mori, pokiaľ sa výrazne menila geografická šírka pozorovateľa.*

2. UNIVERZÁLNY ASTROLÁB – tympanum planisférického astrolábu obsahuje sústavu výškových a azimutálnych súradníc pre jednu zemepisnú šírku. Ak sa pozorovateľ presunie o niekoľko stupňov severne alebo južne, musí si vymeniť celý tympanum – teda astroláb musí mať viacero kotúčov pre rôzne zemepisné šírky. Tento problém sa vyriešil v Tolede vytvorením dvoch univerzálnych typov astrolábu, ktoré využívali rovnodennostnú projekciu namiesto stereografickej. Projekčným bodom je rovnodennosť, projekčnou rovinou kolúrová rovina (priečna k rovníku). Výsledkom je, že rovník a obzor tvoria priemery prístroja. Namiesto výmeny tympana si používateľ len otočí rete (hviezdnu mriežku) okolo stredu.

3. NÁMORNÝ ASTROLÁB – v mnohom sa odlišuje od planisférického astrolábu. Slúži nie na výpočty, ale na meranie výšky Slnka alebo hviezdy (napr. Polárky) pri prechode meridiánom. Vďaka tomu mohli navigátori určiť zemepisnú šírku lode podľa deklinácie telesa v daný deň. Je vytvorený z masívneho bronzového kotúča, je ťažký a perforovaný. Hmotnosť stabilizovala prístroj proti kolísaniu lode, otvory znižovali odpor vetra. Používal sa najmä na španielskych lodiach v 15.–17. storočí, neskôr ho nahradili praktickejšie nástroje: krížové pravítko (balestriglia), zadné pravítko (oktant), námorný sextant.

5. Možnosti použitia astrolábu

V časoch, keď neexistovali ďalekohľady, hodiny ani počítače, bol astroláb dôležitým nástrojom pre astronómiu, navigáciu, náboženstvo, časomieru aj geografiu. Bol to v podstate akýsi „smartfón stredoveku“ pre vedcov, moreplavcov, astrológov aj duchovenstvo. Tento prístroj ponúkal riešenie mnohých praktických úloh. Aj dnešné moderné repliky ponúkajú používateľom mnohé možnosti využitia. V tejto časti chceme spoznať možnosti, ktoré ponúkal stredovekým ľuďom astroláb. Preto uvádzam príklady úloh, pri ktorých môžeme využiť namiesto moderných technológií astroláb. Samozrejme, čím väčší astroláb máme k dispozícii, tým presnejšie bude naše meranie.

1. úloha: Určenie výšky nebeských telies nad obzorom

Naším cieľom bude zistiť, ako vysoko nad obzorom sa vybraný objekt nachádza. Pri meraní vždy držíme astroláb **voľne zavesený za krúžok** (horný háčik). Alidadu otočíme tak, aby sme cez jej výrezy videli daný objekt. Na stupnici vzadu odčítame výšku (h), teda vzdialenosť od horizontu (v stupňoch).

2. úloha: Určenie geografickej šírky pozorovacieho miesta

Chceme zistiť, v akej geografickej šírke sa nachádzame. Tento údaj môžeme jednoducho určiť, pokiaľ v noci zameriame Polárku alidadou. Ak odčítame jej výšku nad obzorom (h) v stupňoch, je to takmer rovnaké číslo ako zemepisná šírka. **Spresnenie:** uvedené tvrdenie výška nad obzorom = geografická šírka platí pre severný nebeský pól, Polárka sa nachádza v jeho tesnej blízkosti.

Alternatíva počas dňa: túto úlohu môžeme riešiť tak, že zmeriame výšku Slnka na pravé poludnie a dopočítame geografickú šírku pomocou tabuliek alebo aplikácie. Bez použitia tabuliek alebo aplikácie je túto úlohu možné riešiť, pokiaľ v deň letného/zimného slnovratu prípadne rovnodennosti meriame výšku Slnka na pravé poludnie. Slnko sa totiž nachádza nad obratníkom Raka/Kozorožca resp. nad rovníkom, z čoho vieme ľahko vypočítať jeho uhlovú vzdialenosť od pólu, ako aj geografickú šírku miesta.

3. úloha: Meranie skutočnej výšky pozemských objektov

Astroláb môže byť dobrou pomôckou aj pri geodetických úlohách. Najjednoduchšou úlohou tohto typu je presné určenie výšky budovy, veže alebo stromu, pokiaľ tento údaj nemôžeme zmerať iným spôsobom.

Pokiaľ sa nachádzame aspoň približne na rovine a ovládame trigonometrické funkcie, musíme v prvom rade **zmerať vzdialenosť** miesta, kde sa nachádzame, k objektu, ktorého výšku budeme merať. Následne pomocou astrolábu zmeriame výšku vrcholu tohto objektu nad obzorom (h), podobne ako sme zisťovali výšku Slnka resp. Polárky. Následne **použitím goniometrických funkcií zistíme jeho výšku**:

výška (m) = tan h (°) x vzdialenosť (m)

Poznámka: pokiaľ neovládame goniometrické funkcie, nájdeme miesto, z ktorého má vrchol objektu výšku nad obzorom (h) = 45°. Potom zmeriame vzdialenosť tohto miesta od objektu a výška objektu je rovnaká ako vzdialenosť od neho. Pri výške 45° platí tan h = 1 a preto:

výška (m) = vzdialenosť (m)

4. úloha: Určenie miestneho slnečného času

Pomocou alidady **najprv zmeriame výšku Slnka nad obzorom** (ako v úlohe 1). Dáme si pozor, aby sme do Slnka nepozerali priamo očami, ale aby sme využili metódu tieňa. Následne na prednej strane nastavíme sieťku „rete“ tak, aby bola určená poloha Slnka pre aktuálny dátum. Teraz je potrebné otáčať sieťku „rete“, až kým Slnko nebude na astrolábe v zmeranej výške. Následne už len odčítame čas zo stupnice na okraji – to je miestny slnečný čas.

Poznámka: pri miestnom slnečnom čase platí to, čo sme spomínali na Astronomickom krúžku v časti o slnečných hodinách. Kvôli mierne eliptickej dráhe Zeme okolo Slnka musíme počítať s odchýlkou od času, ktorý nám ukazujú hodinky. Použijeme tabuľku:

Podolínec (49° 16‘ severnej g. šírky, 20° 32‘ východnej g. dĺžky)

		mesiac v roku											
		I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*	*IX*	*X*	*XI*	*XII*
deň mes.	1.	-19	-9	-10	-18	-25	-24	-18	-16	-22	-33	-39	-33
	10.	-15	-8	-12	-21	-26	-23	-17	-17	-25	-35	-38	-29
	20.	-11	-8	-15	-23	-26	-21	-16	-19	-29	-37	-36	-24
	30.	-9		-18	-25	-25	-18	-16	-22	-32	-38	-33	-19

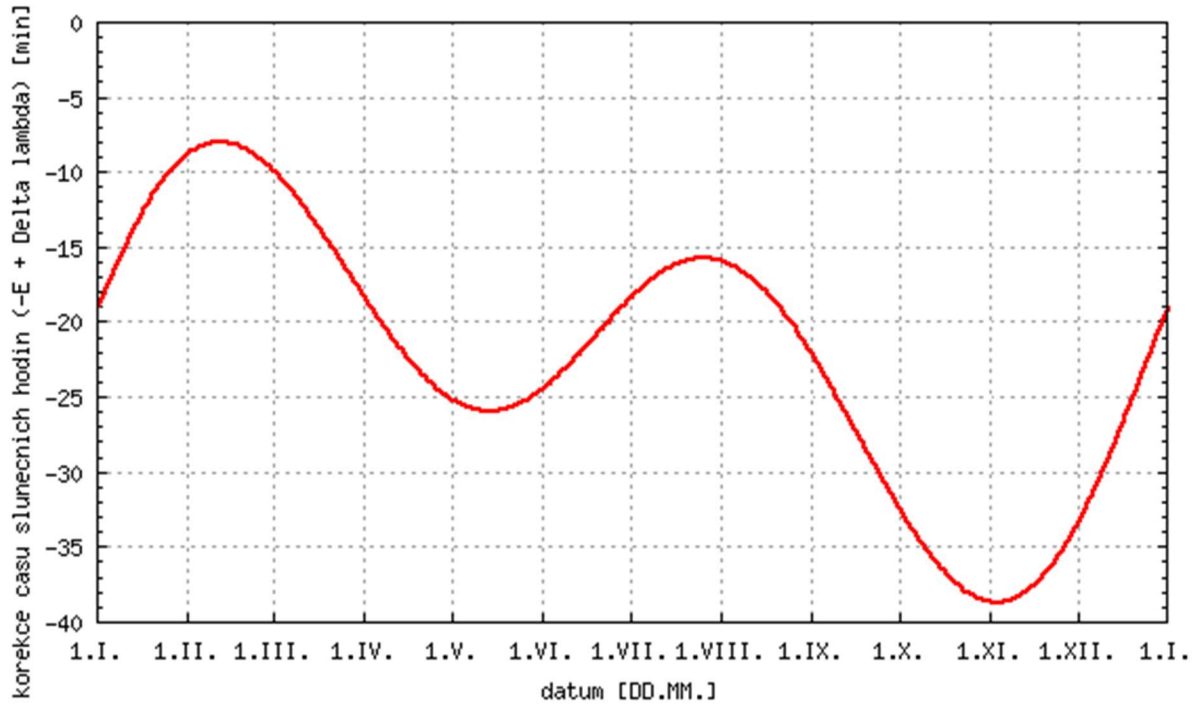
Dolný Kubín (49° 12‘ severnej g. šírky, 19° 18‘ východnej g. dĺžky)

		mesiac v roku											
		I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*	*IX*	*X*	*XI*	*XII*
deň mes.	1.	-14	-4	-5	-13	-20	-19	-13	-11	-17	-28	-34	-28
	10.	-10	-3	-7	-16	-21	-18	-12	-12	-20	-30	-33	-24
	20.	-6	-3	-10	-18	-21	-16	-11	-14	-24	-32	-31	-19
	30.	-4		-13	-20	-20	-13	-11	-17	-27	-34	-28	-14

La Giustiniana (41° 59‘ severnej g. šírky, 12° 24‘ východnej g. dĺžky)

		mesiac v roku											
		I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*	*IX*	*X*	*XI*	*XII*
deň mes.	1.	+14	+24	+23	+14	+7	+8	+14	+17	+10	0	-6	0
	10.	+18	+25	+21	+12	+7	+10	+16	+16	+7	-3	-6	+3
	20.	+21	+24	+18	+9	+7	+12	+17	+14	+4	-5	-4	+8
	30.	+24		+15	+8	+8	+14	+17	+11	0	-6	-1	+13

Graf pre Podolínec:



Navyše pri použití letného času musíme počítať s touto hodinou. **Pre ostatné pozorovanie miesta** si vyhľadáme časovú odchýlku na webovej stránke, kde môžeme zadať súradnice nášho pozorovacieho miesta:

https://astro.mff.cuni.cz/mira/shc/shc.php?type=casova_rce_zem_delka&lang=cz&phi=49%3A16&lambda=20%3A32

5. úloha: Určenie svetových strán

Určovanie svetových strán patrí medzi základné schopnosti astrolábu, v minulosti sa využívalo pomerne často, najmä tam, kde nebol poruke kompas. Postupovať môžeme dvoma spôsobmi podľa toho, či je deň alebo

noc. Pri meraní je potrebné držať astroláb čo najstabilnejšie. Aj malý pohyb môže zmeniť nameranú hodnotu o niekoľko stupňov.

1. Podľa Slnka – prvou úlohou je zmerať presný čas. Ak sa nám to podarilo, pomocou astrolábu najskôr zistíme, kde sa Slnko v tejto chvíli nachádza na nebi. Nastavením rete (sieti hviezd a ekliptiky) a tympanu (projekčnej dosky) môžeme určiť azimut — teda smer k Slnku. Zo smeru k Slnku a z aktuálneho času potom určíme polohu severu, juhu, východu a západu. Najpresnejšie výsledky cez deň dosiahneme nie na poludnie, ale vtedy, keď je Slnko výrazne na východe alebo západe (väčšia uhlová vzdialenosť od severu).

2. Podľa hviezd – vyberieme si známu hviezdu (napr. Vega, Altair, Sírius) a zmeriame jej výšku. Vyberáme také hviezdy, ktoré sú na oblohe aspoň 15° nad horizontom. Inak je veľmi náročné presne určiť ich výšku. Na prednej strane astrolábu nastavíme výšku tejto hviezdy a jej polohu na oblohe pre daný dátum a čas. Z polohy hviezdy na astrolábe odčítame jej azimut, a tým určíme svetové strany.

Historická poznámka: V islamskom svete používali moslimskí učenci astroláb práve na určenie **qibly** (smeru k Mekke), čo je v podstate určenie svetových strán voči konkrétnemu bodu. Podobne kresťanskí mnísi používali prístroj na nájdenie východu pre určenie orientácie kostolov či modlitebných časov.

6. úloha: Pozorovateľné súhvezdia

Astroláb sa v histórii používal aj na zistenie, ktoré hviezdy budú pozorovateľné v určitom čase, podobne ako dnes používame populárnu **otočnú mapu hviezdnej oblohy**. Pozorovateľné hviezdy si ukážeme tak, že nastavíme „rete“ na konkrétny dátum a čas. Pomocou astrolábu rýchlo určíme, ktoré z vyznačených jasných hviezd vychádzajú resp. zapadajú, sú priamo nad hlavou alebo nie sú pozorovateľné.

7. úloha: Výpočet východu a západu Slnka alebo hviezd

Ak chceme zistiť, kedy vyjde/zapadne Slnko alebo iná hviezda v daný deň, nastavíme „rete“ tak, aby Slnko bolo na svojej pozícii (aktuál-

ny deň). Následne otáčame „rete“, kým Slnko alebo iný objekt nebude v pozícii 0°.

6. Ďalšie úlohy pre bádateľov

Všetky nasledovné úlohy môžu byť riešené za pomoci astrolábu. Môžeme sa s ním viac zoznámiť, objaviť jeho mechanizmus a možnosti jeho použitia:

1. Zisti deklináciu hviezd Sírius, Arktúr a Dubhe. Porovnaj s údajmi v tabuľkách alebo na internete. Sú údaje, poskytnuté astrolábom, dostatočne presné? Ako by podľa teba bolo možné zvýšiť presnosť meraní?

2. Zisti deklináciu Slnka (teda vzdialenosť v stupňoch od nebeského rovníka) na dnešný deň.

3. Zisti rektascenziu Slnka pre daný deň, a tiež rektascenziu hviezd Sírius, Arktúr a Dubhe.

4. Zisti, ktoré hviezdy budú dnes o polnoci občianskeho času pozorovateľné, a naopak, uveď príklady hviezd, ktoré nebude možné pozorovať.

5. O ktorej hodine bude mať dnes hviezda Arktúr výšku 20°?

6. Za použitia astrolábu urč presný čas.

7. Urči, kedy v dnešný deň vychádza, kedy kulminuje a kedy zapadá Slnko. Nezabudni prepočítať aj na SEČ/LSEČ.

8. Vypočítaj, aký dlhý je dnes deň, teda čas, kedy je Slnko nad obzorom, a aká dlhá je noc – čas, kedy je Slnko pod obzorom.

9. Akú najvyššiu výšku nad obzorom dosiahne Slnko v dnešný deň? Aká je jeho najvyššia výška (pri kulminácii) v dňoch letného a zimného slnovratu a v dňoch jarnej a jesennej rovnodennosti?

10. Pomocou polohy Slnka urč polohu severu.

11. Za pomoci astrolábu zmeraj výšku domu, veže alebo stĺpu.

7. Použitá a odporúčaná literatúra

CORPUS CHRISTI COLLEGE. *Art, Astrolabes, and Medieval Manuscripts.* Cambridge. https://www.corpus.cam.ac.uk/articles/art-astrolabes-and-medieval-manuscripts

COSTANTINO SIGISMONDI. *Gerbert of Aurillac: Astronomy and geometry in tenth century Europe.* Rím, 2013. https://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/S201019451301177X

LADISLAV DRUGA. *Úvod do dejín astronómie.* Hurbanovo, 2013.

LUIS HIDALHO VELAYOS. *Hemisferium – the astrolabe*. Madrid, 2006.

MIROSLAV BROŽ. *SHC – Návrh číselníku slunečních hodin.* 2022. https://astro.mff.cuni.cz/mira/shc/shc.php?lang=cz&phi=49%3A16&lambda=20%3A32

MUSEO GALILEO. *Astrolabe*. Firenze. https://catalogue.museogalileo.it/indepth/Astrolabe.html

SOPHIE ANDRADE. *Astronomical Instruments in the Middle Ages: More than just a timepiece.* Nottingham, 2021. https://www.medievalists.net/2021/02/astronomical-instruments-middle-ages/

WHIPPLE MUSEUM OF THE HISTORY OF SCIENCE. *A medieval Astrolabe.* https://www.whipplemuseum.cam.ac.uk/explore-whipple-collections/astronomy/medieval-astrolabe