

# Astronomie

součást historie a kultury lidstva



Radek Kraus, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.



Observatoř Nabta Playa (Nubijská pouř, Egypt) byla sestavena někdy mezi 8 000 až 6 000 roky př. n. l. Pravděpodobně se jedná o kalendář, jehož hlavní funkcí bylo určení příchodu období deřů, které nastávalo kolem letního slunovratu.

Kameny uvnitř kruhu dle některých badatelů symbolizují hvězdy ze souhvězdí Orion.

# ARABSKÁ ASTRONOMIE (8. až 15. století)

## 1. PERIODIZACE VÝVOJE

Vnitřní periodizace vývoje arabské astronomie začíná přijetím islámu a expanzí, v jejichž důsledku si arabští učenci osvojovali znalosti indických, perských a řeckých astronomů. Toto období, které je charakteristické poznáváním a osvojováním astronomických znalostí, začíná na počátku 8. století a končí rokem 833. Mezi významné počiny v tomto období mimo jiné patří založení observatoře v Damašku (700); v roce 773 je z popudu Al-Mansura (712-775) přeloženo indické astronomické dílo *Sidhontas*; Al-Mamún (786-833)<sup>1</sup> nechává v roce 829 v Bagdádu vystavět astronomickou observatoř, která se zabývala studiem sklonu ekliptiky.

Druhá etapa je charakteristická kritickým studiem antických děl a vrcholí přijetím ptolemaiovského systému a Aristotelovy fyziky. Období začíná rokem 833 a je ukončeno v roce 1025. Na počátku této etapy stálo vydání Al-Fargháního<sup>2</sup> (9. stol.) spisu *Knih o vzájemném spojení hvězd*, kde se autor soustředil na přesné zakreslení hvězd včetně stanovení jejich jasnosti (hvězdná kartografie); ve stejném období je i přeloženo dílo Klaudia Ptolemaia<sup>3</sup> (85-165) *Megalé Syntaxis*, které neslo arabský název *Almagestum*.

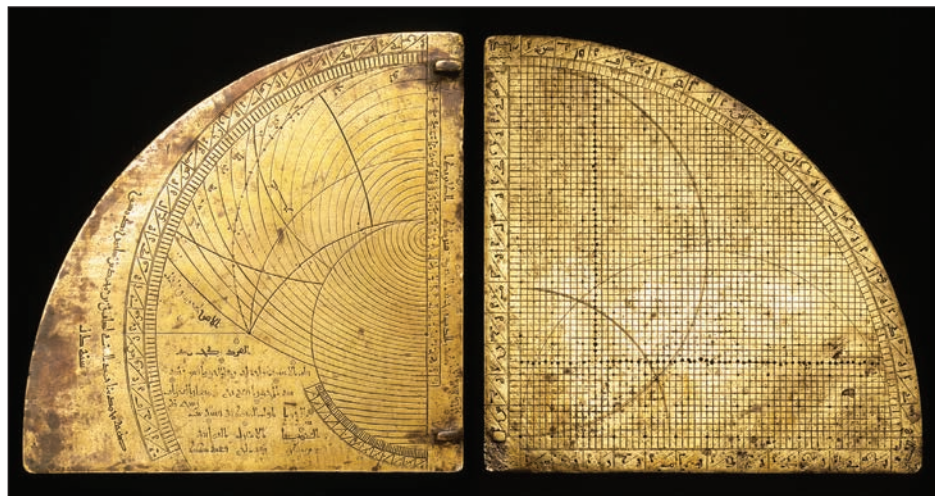
Třetí etapa je charakteristická kritickým přístupem k Ptolemaiovi a obsahuje cesty k nalezení souladu mezi přírodní Aristotelovskou fyzikou a teoretickou matematickou astronomií. Začátek kritického přístupu je kladen k roku 1025 a končí kolem roku 1450.

<sup>1</sup> Podle vzoru alexandrijských Ptolemaiovců soustředil učence do zvláštní akademie, zvané *Dům moudrosti*.

<sup>2</sup> Latinská podoba *Alfraganus*.

<sup>3</sup> Latinsky *Claudius Ptolemaeus*; někdy je uváděn jako *Ptolemaios Alexandrijský*.

Závěrečnou fází ve vývoji arabské astronomie je doba úpadku, která nastává po roce 1450. Je důsledkem vnitřního rozpadu arabské říše působením vnějších a vnitřních faktorů.



*Obrázek č. 1 - Vkládací kvadrant astrolábu, 13. století Damašek.*

## 2. KOSMOLOGIE

Arabská kosmologie se utvářela pod vlivem Aristotelových úvah o přírodě a Ptolemaiova systému sfér. Tato učení však nebyla přijata absolutně, ale byla podrobena kritice, která vycházela z praktických pozorování a ze srovnávání poznání astronomií – perské, indické a řecké. Kritický přístup k Ptolemaiovi se objevuje již v 10. století. Základní myšlenkou této kritiky je nesoulad mezi teoretickou astronomií a přírodní filozofií. Z této kritiky se vyvinuly dva reformní proudy. V Córdobě se astronomické reformy ujali Al-Madžrítí (?-1008), Az-Zarkálí (1029-1087) a Džábir ibn Afláh (1100-1150). Jejich usilování o soulad teorie s přírodou vyústil k přijetí Aristotelova modelu homo sférických sfér. Druhou skupinou učenců byla

tzv. Marághská škola, která se pokoušela rozvinout model excentrů a epicyklů, ale zároveň hledala model, který nebude používat Ptolemaiovu ekvant. Tedy sféry, která se rovnoměrně otáčí kolem osy, ale ta neprochází jejím středem. Tato škola zažila svůj vrchol ve 13. a 14. století a byla reprezentována učením Al -Túsím (1201-1274) a Aš-Šátírím (1304-1375).

Vesmír dle arabských učenců byl konečný, nehomogenní a geometricky uspořádaný s pevně daným středem. Ten byl vyplněn Zemí a její sférou – geocentrický model. Nad sférou země se nacházela tzv. nebeská sféra<sup>4</sup>, která byla tvořena sférami planet (Merkur, Venuše, Mars, Jupiter, Saturn) a završena byla sférou stálic (hvězd). Jednotlivé sféry se pohybovaly přirozeným rovnoměrným kruhovým pohybem. Tento pohyb ale neodpovídal zdánlivému pohybu planet po noční obloze. Arabští učenci k tomu problému přistupovali prakticky a využívali k výpočtu efemerid Ptolemaiovský systém, ale teoreticky jej odmítali. Az-Zarkálí nahrazuje kružnici elipsou a Mūsā ibn Maymūn (1135-1204) k tomu problému přistupuje filozoficky a označuje tento problém za nedostupný člověku, protože se nachází nad lunární sférou.<sup>5</sup>

### 3. VÝZNAMNÍ UČENCI

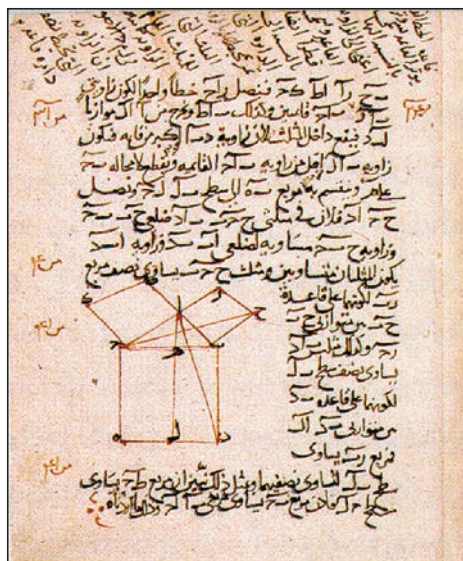
#### **Al-Túsí (1201-1274)**

Významný islámský vědec, který za svůj život vytvořil 150 spisů, které postihly všechny obory islámské středověké

<sup>4</sup> *Myšlená sféra nekonečného poloměru, v jejímž středu je Země, na kterou se promítá zdánlivý pohyb nebeských těles.*

<sup>5</sup> ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*. Ostrava: Montanex, 2008, 253 s. Konflikty a ideály. ISBN 978-807-2252-732.

vědy. Z astronomických spisů jsou nejvýznamnější *Vzpomínky na astronomii*. Al-Tusí se v tomto spisu věnuje Ptolemaiovu *Almagestu*, ten zde nejen vysvětluje, ale zároveň k němu vytváří i kritické poznámky a upozorňuje na jeho nedostatky. Není zde pouze kritikem, ale také tvůrcem, který navrhuje nová řešení.



Obrázek č. 2 - Al-Tusí, důkaz Pythagorovy věty.

Výsledkem Al-Tusího úvah nad *Almagestem* je nahrazení ekvan-  
tu tzv. Túsího párem. Túsí se domníval, že na obloze dochází pouze  
k rovnoměrným pohybům, ale pozorování tohoto pohybu z různých  
vzdáleností způsobuje, že se tento pohyb zdá být nerovnoměrným.  
Z tohoto důvodu nahradil Ptolemaiovu ekvant oscilujícím pohybem.  
Těleso pohybující se rovnoměrným kruhovým pohybem se z určité-  
ho pohledu přibližuje a vzdaluje. Zároveň se tento pohyb jeví jako  
proměnlivý.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*. Ostrava: Montanex, 2008, 253 s. Kon-  
flikty a ideály. ISBN 978-807-2252-732.

Al-Túsího postoj k fyzice, astronomii a kosmologii byl formován na myšlence souladu teorie s pozorovanou přírodou.

- Úkolem astronomie je popisovat a vysvětlovat nebeské jevy.
- Pohyb nebeských těles je kruhový a rovnoměrně plynoucí.
- Nerovnosti v pohybech nebeských těles jsou zdánlivé.
- Astronomie se řídí principy přírodní filozofie.

## JMÉNA HVĚZD

Část původních obyvatel arabského poloostrova žila kočovným způsobem životem. Ten od nich vyžadoval především umění noční navigace v prostředí pouště, které neposkytovala nomádům dostatek geografických bodů. Pro orientaci využívali jasné hvězdy noční oblohy, kterým přiřazovali jména, která se později přenesla do psaných katalogů a hvězdných map. Názvy hvězd vycházely z běžného života nomádů, jako je například zdánlivé uskupení hvězd pojmenované zobák, hrud' a ocas slepice. Arabové si spíše všímali jednotlivých jasných hvězd než celých částí oblohy jako to dělali



Obrázek č. 3 - Al-Súfí, hvězdy tvořící obrazec Pegase.

Řekové, kteří vytvářeli souhvězdí v podobě svých náboženských představ.

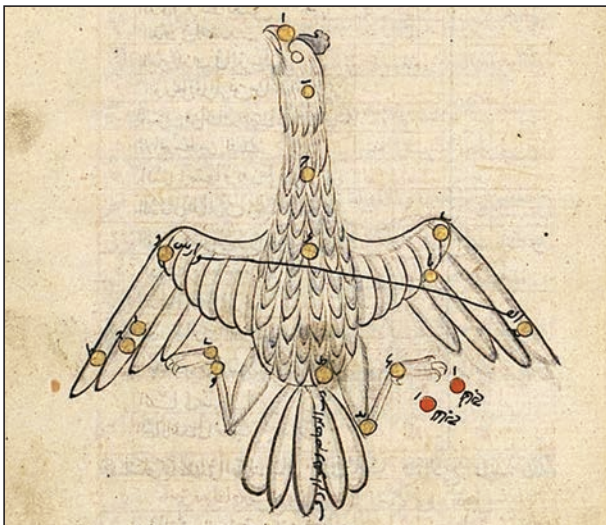
V níže uvedeném seznamu uvádím některé názvy arabských hvězd, které se používají i v současnosti a jsou součástí hvězdných katalogů a map.

### Souhvězdí Labuť

- Sadr (šadr) - hrud'
- Deneb (Dhanab ad-Dajājah) – ocas slepice
- Albiero (al-dajājah) – slepičí zobák
- Gienah (janāh) - křídlo

### Souhvězdí Andromeda

- Alpheratz nebo Sirrah (surrat al-faras) – pupek klisny
- Mirach (mīzar) – opasek, řemen
- Almach (al-'anāq al-'arđ) - karakal



Obrázek č. 4 - Al-Súfí, hvězdy tvořící obrazec Slepice.



## Ursa Maior

- Alioth (alya) – ocas ovce
- Benetnáš (qā'id bināt nash) – smuteční dívka
- Merak (al-maraqq) – bedra medvěda

## Ursa Minor

- Polárka (Mismar) - hřebík
- Kochab (al-kawkab) – hvězda nebo planeta
- Pherkad (farqad) – lýtko nebo tele

## **KORÁN A ASTRONOMIE**

Posvátná kniha islámu Korán vznikla po smrti proroka Mohameda (571-632), ale dle tradice obsahuje tzv. sůtry, které Mohamedovi diktoval archanděl Gabriel. Tvůrce nebo tvůrci této posvátné knihy se nemohli vyhnout tématům, které jsou spojena s přírodními cykly a mají svůj původ v pohybech planety Země.

## **PŘEHLED NĚKTERÝCH SÚTER, KTERÉ SE VĚNUJÍ SLUNCI, MĚSÍCI A HVĚZDÁM**

*On dává vzejít ranní záři a ustanovil noc pro odpočinek a slunce a měsíc pro měření času. Hle, toto je ustanovení mocného, vševědoucího.*

*...a podčinił vám slunce a měsíc, jež neúnavně obíhají, a též noc a den vám podrobil...*

*A nepřisluší slunci, aby dohonilo měsíc, a noci, aby předhoniła den, a všechno pluje ve sféře nebeské.*

*On je ten, kdo slunce jasnou září učinil a měsíc světlem a postavení jeho určil, abyste počet roků i počítání jejich znali. A Bůh to stvořil jako skutečnost vážnou a On činí znamení srozumitelnými pro lidi vědoucí.*

*...což nevidíte, jak Bůh stvořil sedm nebes ve vrstvách a umístil mezi nimi měsíc jako světlo a slunce učinil pochodní...*



# POČÍTÁNÍ A MĚŘENÍ ČASU

Současné pojetí času, tedy děje plynoucího od minulosti do budoucnosti, je determinováno na základě matematické chronologie. Ta využívá poznatků moderní fyziky, která ke stanovení základní jednotky času používá kmitání atomů, které se odchýlí o 1 sekundu za 1 700 000 let. Přesnost s jakou pracují atomové hodiny je fascinující a zároveň je důkazem o technologické vyspělosti lidstva. Úroveň měření času je další vývojovou fází poznávání přírody člověkem.

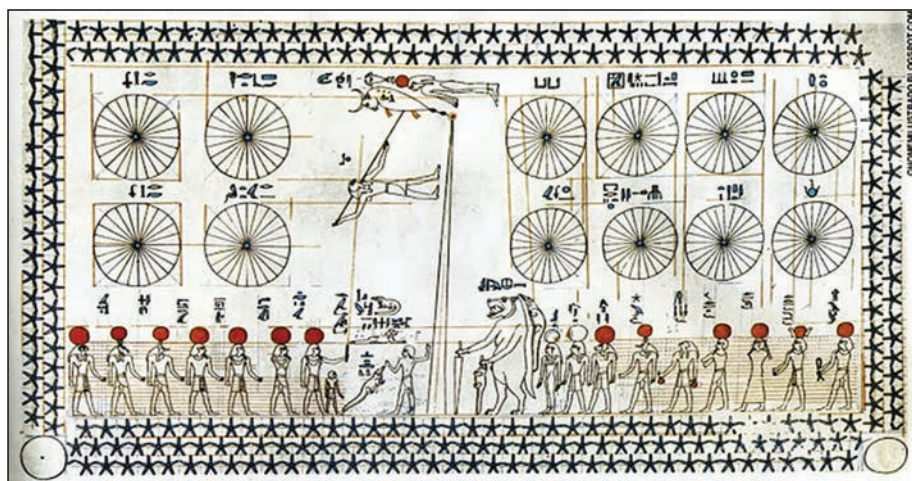
Cílem tohoto textu je popsat metody počítání a měření času ve starověku, středověku a novověku. V období starověku se zaměřuji na měření času podle Slunce a konstrukci základních typů kalendářů – lunárního, solárního a lunisolárního. Ve druhé části textu se zabývám časoměrnými přístroji v evropském středověku a novověku – vodními, mechanickými, kyvadlovými hodinami.

## I. STAROVĚK

Počátky orientace člověka v čase jsou spojeny se sledováním přirozených rytmů přírody. Tímto rozumíme nějaký děj, který se stále opakuje nehlédě na jeho délku. Schopnost vnímat takové cykly byla u lovců sběračů v zásadě omezená a souvisela se způsobem přežití a možnostmi předávání a uchovávání zkušeností (informací). Důležitým zlomem ve vývoji lidských společností byla tzv. neolitická revoluce. Ta umožnila společnosti přejít z nomádkého k usedlému zemědělskému způsobu života. V této době se změnily i způsoby komunikace a dosavadní ústní předávání zkušeností bylo postupně nahrazováno prvními formami písma.

První starověké zemědělské (eneolitické) civilizace z oblasti předního východu pro svou orientaci v čase a prostoru využívaly

hvězdy, Slunce a Měsíc. Zdánlivý pohyb, který tyto objekty na obloze vykonávají, byl základem pro stanovení základních časových konstant. Cykličnost některých pozorovaných jevů se kryla se změnami v pozorované přírodě. Egypťští zemědělci určovali počátek roku od rozvodnění Nilu a dále jej dělili na dobu setí a sklizně (obrázek č. 5). Podobně svůj rok dělili i Řekové - na léto a zimu. K létu patřila doba růstu, sklizně a válčení. K zimě doba zbrojení a v jejím závěru i doba setí.<sup>7</sup>



Obrázek č. 5: Egypťský kalendář z období 1500 př. n. l. Kruhy na obrázku symbolizují měsíce v roce. Kalendář je dělen na čtyři období – doba záplav, doba setí, doba letních slavností a doba zimních slavností.

Zdánlivé pohyby uvedených těles vznikají v důsledku pohybů planety Země (rotace, oběh). V případě Měsíce musíme ještě počítat s jeho vlastními pohyby. Vlastní pohyby ale byly pro obyvatele starověkého světa neznámé.

<sup>7</sup> BLÁHOVÁ, Marie. *Historická chronologie*. 1. vyd. Praha: Libri, 2001, s. 266-279. ISBN 80-727-7024-1.

## 1. SLUNEČNÍ HODINY

První časoměrnou pomůckou byly pravděpodobně sluneční hodiny, které umožňovaly odměřovat denní dobu a o něco později i dělení dne. Konstrukteři slunečních hodin využívali znalostí proměny (délka, rychlost změny) vrženého stínu. První konstrukce se zabývaly délkou vrženého stínu. Ten býval odměřován zpravidla na délku stopy. Pozdější konstrukce využívaly směru vrženého stínu, takové řešení umožnilo dělit den na kratší časové úseky. Základem takových hodin byl gnómon anebo stylus – tyč vrhající stín na časoměrnou desku s vyznačenou časovou stupnicí, která určovala dělení dne.<sup>8</sup>



Obrázek č. 6: Sluneční hodiny z Atén.

Z dnešního pohledu by pro sestavení takových hodin potřebovali jejich tvůrci znát sklon zemské osy, eliptický tvar dráhy a s tím související změny oběžné doby Země. A dále i *zeměpisnou šířku*. Měli však k dispozici pouze informace o zdánlivém nerovnoměrném pohybu Slunce po obloze. Dlouhodobým sledováním změn vrženého

<sup>8</sup> Délka vrženého stínu se mění nejen podle výšky Slunce nad obzorem, ale i podle zeměpisné šířky stanoviště. Příklad: Gnómon dlouhý 4 metry bude 22. 6. ve Varšavě, která leží na 52 stupni severní šířky vrhat stín dlouhý 2,2 metru. Ten samý gnómon bude v Sissibi (severní Súdán), která leží na 20 severní šířky, bude vrhat stín dlouhý 0,2 metru.

stínu byli schopni takové hodiny sestavit. Tato specializace ale nebyla samozřejmá. Příkladem může být událost z období punských válek. Římská armáda ukořistila na Sicílii sluneční hodiny, které jako svou kořist vystavila na fóru Romanu. Tyto hodiny sloužily nejen k ukazování válečného úspěchu, ale i jako veřejné hodiny, které však byly vytvořeny pro jinou zeměpisnou šířku. K svému účelu pak sloužily až do roku 124 př. n. l.<sup>9</sup>



Obrázek č. 7: Chaldejské sluneční hodiny, 320 př. n. l.

## 2. KALENDÁŘ

Soustavu dělení času do jednotlivých úseků – den, měsíc a rok, které vycházejí z přírodních period (rotace Země, oběh Země kolem Slunce, oběh Měsíce kolem Země) označujeme slovem Kalendář. Toto pravidlo uvádí do souladu občanský rok s fyzikálními jednotkami času a je zároveň i pomůckou pro orientaci v čase. Slovo kalendář má latinský původ a označuje první den v měsíci tzv. *calendarium*.

<sup>9</sup> BLÁHOVÁ, Marie. *Historická chronologie*. 1. vyd. Praha: Libri, 2001, s. 266-279. ISBN 80-727-7024-1.

Za tisíce let lidské společnosti byly vytvořeny různé typy kalendářů, které využívaly jak periody astronomické, tak i opakující se cykly záplav, tahů zvířet apod. Nejčastěji však jejich tvůrci využívali cyklů astronomických spojených se Sluncem a Měsícem. Kalendáře vytvořené na podkladě astronomických cyklů dělíme na lunární, solární a lunisolární.

## 2.1 LUNÁRNÍ KALENDÁŘ

Pravděpodobně nejstarším typem je kalendář lunární. Jeho aplikace se mohla uskutečnit jen v místech s velkým počtem jasných nocí a u společností, které se nevěnovaly usedlému zemědělství. Tento typ kalendáře používaly i společnosti v předhistorické době.

Základem systému lunárního kalendáře je tzv. *synodický Měsíc*.<sup>10</sup> Jedná se o dobu o délce 29 dnů 12 hodin 44 minut a 2,98 sekund. Takto přesně odměřená doba je přístupná až v současnosti. Staré společnosti tuto dobu odměřovaly podle novoluní. Čekaly, až se na západě objeví nový měsíc. Z tohoto důvodu kolísala délka kalendářního měsíce na 29 anebo 30 dnech. Z toho vyplývá, že i délka roku byla kratší, než je skutečný oběh Země okolo Slunce. Tato délka kolísala mezi 354 a 355 dny. Délka lunárního roku byla o 11 dní kratší. Za dobu 32 let se zpozdí o jeden celý rok oproti kalendáři solárnímu. Dalším negativním efektem bylo stanovení počátku roku. Ten nebyl pevně stanoven a jeho odměřování začalo podle novoluní, které následovalo po 12. popřípadě 13. měsíci. Tato pohyblivost byla i příčinou putování kalendářních měsíců rokem. Pohyblivost a zdánlivá nestálost lunárního kalendáře byla také příčinou, že první zemědělci se od něj odvrátili. I přes uvedené nevýhody se i v současné civilizaci setkáváme s lunárním

<sup>10</sup> Doba oběhu Měsíce kolem Země vnímaná pozemským pozorovatelem. Jde o dobu, za kterou se z našeho pohledu vystřídají všechny fáze Měsíce.

kalendářem, ten je používán v islámských státech.<sup>11</sup>

## 2.2 LUNISOLÁRNÍ KALENDÁŘ

Problém s délkou roku lunárního kalendáře byl vyřešen sestavením kombinovaného lunisolárního kalendáře. Ten se opíral podobně jako čistě lunární kalendáře o délku synodického měsíce, ale celý roční cyklus 12 měsíců byl vložen do *délky tropického roku*<sup>12</sup> přidáním tzv. přestupného měsíce, který byl 13. v pořadí. Taková konstrukce odstranila pohyblivost měsíců a umožnila dát do souladu kalendářní svátky s propojenými přírodními cykly.

Nejstarší lunisolární kalendář byl sestaven Babylóňany ve 4. tisíciletí př. n. l. Počátek nového roku byl stanoven na první novoluní po jarní rovnodennosti. Vkládání 13. měsíce bylo řešeno nepravidelně a odvíjelo se od potřeb kněží, kteří se o chod kalendáře starali. Babylóňané se také zasloužili o přenos lunisolárního kalendáře do jiných kultur. V roce 580 př. n. l. dobyli Babylóňané Jeruzalém a důsledkem této události bylo mimo jiné i přijetí lunisolárního kalendáře Hebrejci.

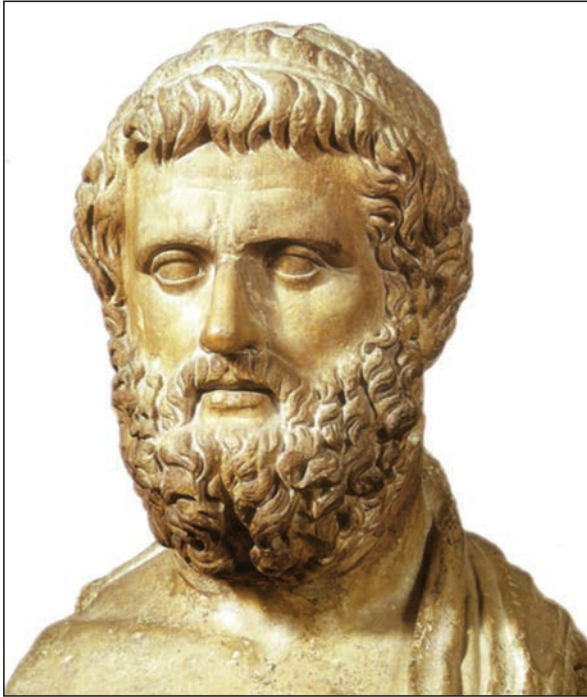
V řeckých městských státech se lunisolárního kalendáře užívalo asi od 8. století př. n. l. Začátek éry kalendáře byl stanoven na 8. července 776 př. n. l., tedy na den zahájení první Olympiády. Rok byl zahajován na první novoluní po letním slunovratu a trval 12 až 13 měsíců. Vkládání 13. měsíce bylo nepravidelné a bylo zpravidla řízeno vládci jednotlivých městských států. Pravidelný rytmus přidávání 13. měsíce zavedl v Athénách v roce 593 př. n. l. Solón (638-555 př. n. l.), který využil znalostí babylónských

<sup>11</sup> BLÁHOVÁ, Marie. *Historická chronologie*. 1. vyd. Praha: Libri, 2001, s. 266-279. ISBN 80-727-7024-1.

<sup>12</sup> *Je doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody pravého Slunce (středu slunečního disku) jarním bodem. 365 dní 5 h 48 min 45,4 s.*



astronomů a zavedl 8letý cyklus, ve kterém byl přidáván 13. měsíc tři po sobě následující roky. Zbýlých 5 let pak bylo organizováno po 12 měsících. V roce 432 př. n. l. athénský astronom Metón (5. stol. př. n. l.) zdokonalil kalendář vytvořením 19letého cyklu, ve kterém bylo 7 let přestupných. Další zdokonalení vytvořil Callippus (370-300 př. n. l.) rozšířením na cyklus 76 let. Ve druhém století př. n. l. Hipparchos z Nikei (190-120 př. n. l.) zpřesnil kalendář cyklem o délce 304 roků.<sup>13</sup>



Obrázek č. 8: Solón (638-555 př. n. l.), Galerie Uffici, Florencie.

<sup>13</sup> HANNAH, Robert. *Greek and Roman calendars: constructions of time in the classical world*. 1st pub. London: Duckworth, 2005, 170 s. ISBN 07-156-3301-5.

## 2.3 SOLÁRNÍ KALENDÁŘ

Posledním typem kalendáře, který známe již od starověku, je kalendář solární. Jeho praktickou aplikací se proslavili Egypťané. Vznik solárního kalendáře se může dát do příčinných souvislostí se vzýváním slunečních božstev a hospodářským cyklem. Ten začínal v době Nilské záplavy, která vycházela na letní slunovrat. Ve stejné době byla také pozorovatelná hvězda Sóthis (Sírius), která symbolizovala božstvo Nilské záplavy. Sóthis v době slunovratu vycházela těsně před Sluncem a jednalo se tzv. heliakický východ. Koncentrace těchto jevů byla impulsem pro vytvoření solárního kalendáře, který počítal s tropickou délkou roku a byl rozdělen na 365 dní.

## 3. DĚLENÍ DNE NA HODINY

Rozdělení denní a noční doby na kratší časové úseky tzv. hodiny se prvně objevuje u staroegyptské společnosti. Dělení mělo především význam v noční době a bylo organizováno podle zdánlivého pohybu hvězd na nebeské sféře. Egypťští kněží pro určování doby jedné hodiny, která trvala cca 40 minut, používali systém 36 hvězd. Pro noční dobu bylo vyčleněno 18 hvězd. Začátek a konec noci byl určován podle západu anebo východu tzv. soumračných hvězd. Zdánlivý pohyb zbylých 12 hvězd pak odměřoval noční hodiny. Počet 12 hodin není náhodný a má základ v dvanáctkové číselné soustavě, kterou Egypťané používali.

Ve starověkém světě bylo takové dělení noci a dne běžné a nalézáme ho u Babylóňanů, Řeků a později i u Římanů. Tento systém má však jednu zásadní nevýhodu. Tou je nestejná délka noci, pokud ji stanovujeme na základě západů a východů slunce. V době kratších letních nocí se krátila o dobu trvání jedné hodiny.

Za dlouhých zimních nocí se zase délka prodlužovala. Nestejné hodiny, jak je naši předkové nazývali, se podařilo odstranit až zavedením středního slunečního dne.<sup>14</sup>

## II. ČASOMĚRNÉ PŘÍSTROJE V EVROPSKÉM STŘEDOVĚKU A NOVOVĚKU

Měření času pomocí slunečních hodin bylo známo i středověké společnosti. Tyto přístroje ale nebyly personalizovány a byly součástí veřejného prostoru. Na konci středověku se setkáváme s personalizovanou podobou slunečních hodin tzv. cestovních.<sup>15</sup>

Požadavek na přesné měření času se odrážel i ve zdokonalených konstrukcích, které umožňovaly odměřovat přesně stejně dlouhé úseky, dále pak zjistit kolik hodin chybí do západu anebo kolik uplynulo od východu Slunce apod.

Sluneční hodiny se daly používat pouze ve dne, a to ještě pokud nebyla obloha pokryta oblačností. Měření času v době noci bylo ve středověku vyhrazeno astronomům, kteří noční hodiny odměřovali pomocí *nocturlabia*. Konstrukce tohoto přístroje vycházely ze znalostí o změně polohy hvězd vůči Polárce.

### 1. MECHANICKÉ HODINY

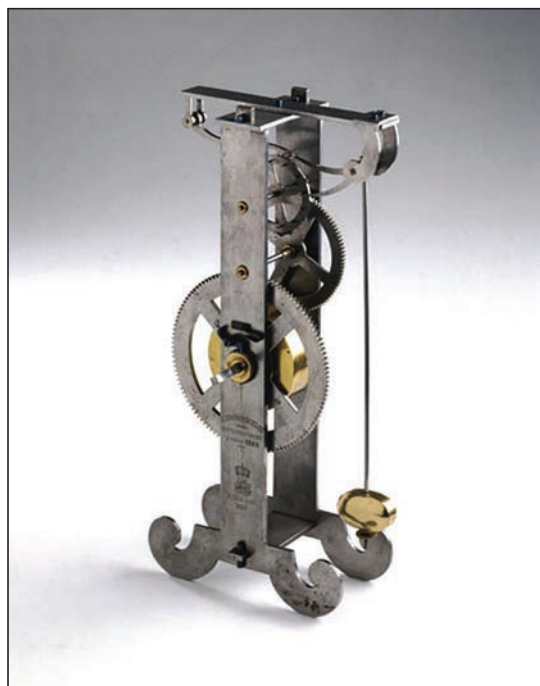
Zásadní změnou v měření času bylo zkonstruování mechanických hodin na konci 13. století. Tvůrce těchto hodin nám není znám, ale jeho počín umožnil odměřování stejně dlouhých hodin. Primitivní konstrukce hrubého mechanického soukolí řízeného pomocí

<sup>14</sup> BLÁHOVÁ, Marie. Historická chronologie. 1. vyd. Praha: Libri, 2001, s. 266-279. ISBN 80-727-7024-1.

<sup>15</sup> *tamtéž*

závaží nebyla ve svých počátcích vybavena ciferníkem a ručičkami. Začátek a konec hodiny byl ohlašován zvoněním. To bylo vyvoláno zpravidla mechanicky anebo pomocí osoby orlojníka. Postupné zdokonalování mechanického stroje umožnilo i přidání ciferníku s hodinovou ručičkou. Od 14. století se tyto hodiny zdokonalovaly do podoby orlojů, které mimo jiné ukazovaly i kalendářní informace.<sup>16</sup>

V roce 1655 holandský fyzik Christian Huygens (1629-1695) využil tehdy známého principu matematického kyvadla k sestrojení pravděpodobně prvních kyvadlových hodin. O pohon hodin se



*Obrázek č. 9: Model kyvadlových hodin, Galileo Galilei (1564-1642); Science Museum London.*

<sup>16</sup> KOTULOVÁ, Eva. Kalendář, aneb, *Kniha o věčnosti a času*. Vyd. 1. Ilustrace Ervín Urban, Jirí Běhounek. Praha: Svoboda, 1978, s.27-49. Členská knižnice (Svoboda).

stará tzv. oscilátor. Do konce 17. století se jako oscilátor využíval lihýř – rameno se dvěma závažími. Tato konstrukce ale vyžadovala každodenní úpravu chodu hodin.<sup>17</sup>

## 2. VODNÍ HODINY

Zlodějky času, jak se těmto hodinám přezdívalo, odměřovaly čas množstvím vyteklé tekutiny ze zásobní nádoby. Doba, po kterou odtékalo definované množství tekutiny, byla jednotkou času. Princip těchto hodin byl znám již ve starověké Indii, Číně, Egyptě, Řecku a Římě. Znalost konstrukce se přenesla i do evropského středověku, kde byly zdokonaleny o ciferník a různé akustické mechanismy oznamující uplynutí časového úseku. Vodní hodiny nacházely své uplatnění v kostelích a kláštorech, kde vyměřovaly délku mší. Pro astronomické účely se používaly vodní hodiny s dělením času na dvanáctiny a sloužily pro odměřování noční části dne.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> KOTULOVÁ, Eva. Kalendář, aneb, *Kniha o věčnosti a času*. Vyd. 1. Ilustrace Ervín Urban, Jiří Běhounek. Praha: Svoboda, 1978, s.27-49. Členská knihovnice (Svoboda).

<sup>18</sup> *tamtéž*

# Obsah

<b>ARABSKÁ ASTRONOMIE (8. až 15. století)</b>	<b>1</b>
1. PERIODIZACE VÝVOJE	1
2. KOSMOLOGIE	2
3. VÝZNAMNÍ UČENCI	3
<b>POČÍTÁNÍ A MĚŘENÍ ČASU</b>	<b>9</b>
<b>I. STAROVĚK</b>	<b>9</b>
1. SLUNEČNÍ HODINY	11
2. KALENDÁŘ	12
2.1 LUNÁRNÍ KALENDÁŘ	13
2.2 LUNISOLÁRNÍ KALENDÁŘ	14
2.3 SOLÁRNÍ KALENDÁŘ	16
3. DĚLENÍ DNE NA HODINY	16
<b>II. ČASOMĚRNÉ PŘÍSTROJE V EVROPSKÉM STŘEDOVĚKU A NOVOVĚKU</b>	<b>17</b>
1. MECHANICKÉ HODINY	17
2. VODNÍ HODINY	19

Brožuru k projektu *Astronomie - součást historie a kultury lidstva* vydala:

Hvězdárna Valašské Meziříčí, příspěvková organizace Zlínského kraje

Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí

IČ: 00098639

Telefon: 571 611 928

Web: [www.astrovm.cz](http://www.astrovm.cz)

E-mail: [info@astrovm.cz](mailto:info@astrovm.cz)

Autor: Mgr. Radek Kraus

Sazba: Ing. Naděžda Lenžová

Neprodejné!

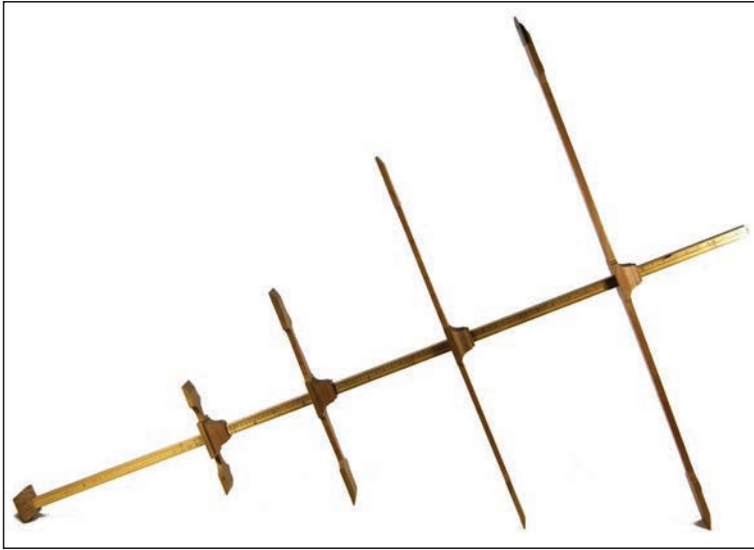
Tento projekt je spolufinancován  
Ministerstvem kultury České republiky

Souhvězdí Štír: vyobrazení pochází z arabského rukopisu, který vznikl v Bagdádu na konci 14. století.

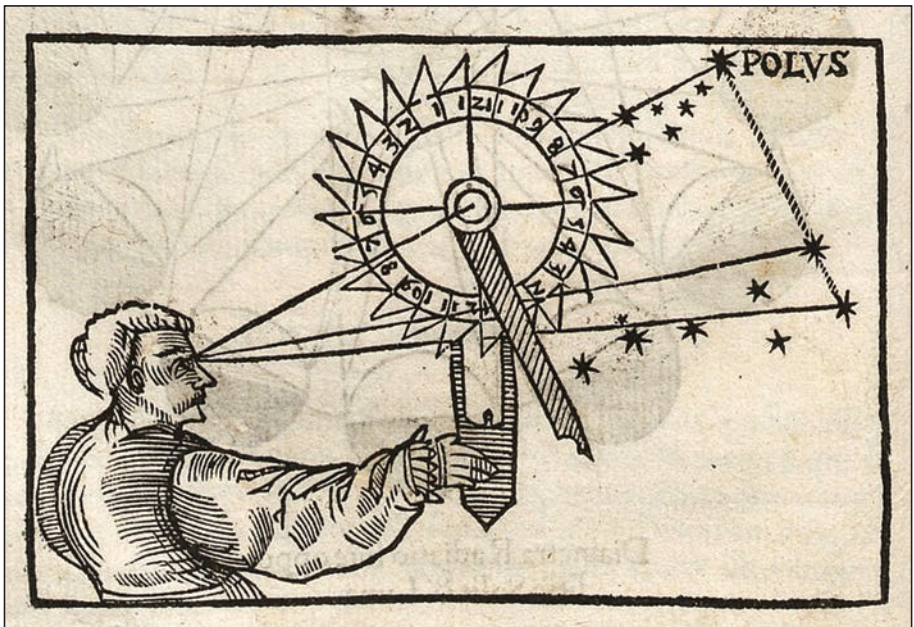
Obsahuje texty a obrazy, které se vážou k astrologii, astronomii a geomantice. Autorství rukopisu je připisováno Abd al-Hasan Al-Isfahánímu.



Antikythera aneb starořecký analogový počítač. Jeho funkce spočívala v zaznamenávání pohybů Slunce (zdánlivého pohybu) a Měsíce. S jeho pomocí bylo možné předpovídat zatmění a napodobovat nepravidelnou oběžnou dráhu Měsíce (první měsíční anomálie).



Radius astronomicus neboli Jakubova hůl: přístroj k měření úhlové vzdálenosti dvou objektů. Využíval se k námořní navigaci a pro astronomická měření.



Nocturlabium: tzv. noční hodiny se používaly pro určení nočního času.