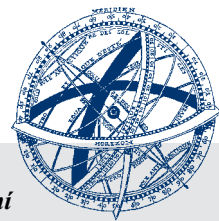


Navigace podle hvězd



Znáť přesně místo, kde se nacházíme, patřilo od nepaměti k nezákladnějším potřebám člověka. Nejdříve k orientaci sloužily výrazné prvky v krajině, jako hory, vysoké stromy, jezera či řeky. Jak člověk objevoval nová území a rozšiřoval svá teritoria, musel hledat takové prvky krajiny, podle kterých bylo možno se orientovat na větší a větší vzdálenosti. Nakonec již pro potřeby orientace nestačila ani ta nejvyšší hora. Tehdy člověk zvedl hlavu k obloze, aby zde našel mocný nástroj navigace, podle kterého se řídí tisíce let.

Co vše je napsáno na nebeské sféře

Ve čtvrtém čísle minulého ročníku Geografických rozhledů jste se mohli dočíst, že hvězdy, planety sluneční soustavy, ale i Měsíc stojí za vznikem nejen našeho, ale i dalších kalendářů jiných civilizací. To je jen jedna z mnoha věcí, kterou nebe „seslalo“ pro rozvoj lidské společnosti. S jistou nadsázkou by šlo říci, že kromě dnes zmiňované navigace hrály hvězdy důležitou roli při téměř veškeré lidské činnosti či bádání, od určování stáří Země a jejich cyklů až po vývoj nových materiálů. Věci a technologie z kosmu budou stále častěji běžnou součástí našeho života.

V některých kulturách, například v Indii, vstupují „hvězdy“ do života lidí už dávno, a to velice razantně prostřednictvím horoskopů. Bez patřičného postavení planet není možné se šťastně oženit či provést jiné důležité životní rozhodnutí nebo obchod. Služby astrologa vyhledávají lidé nejrůznějšího původu a jeho místo ve společnosti je stejně výjimečné jako u šamanů a kouzelníků prastarých kultur. Proč se tito lidé těší takové vážnosti, když nám jejich metody mohou připadat jako předpotopní a nepřilíš vědecké? Jedním z důvodů je síla tradice – vždyť i u nás platí, že zvyk je železná košile, navíc tito lidé mají dobré psychologické schopnosti a svými znalostmi o přírodních, a dalších jevech předčí své okolí. Lapidárně řečeno: „Jednooký mezi slepými králem.“

Souhvězdí a nebeská sféra

Možná to zní trochu paradoxně, ale pro to, aby člověk dokázal určit svoji polohu na Zemi, musel nejdříve zvládnout orientaci na obloze. Pozornost samozřejmě upoutaly především Slunce a Měsíc jako jednoznační vládci denní, respektive noční oblohy. Samo Slunce hned umožnilo rozdělení oblohy na východní a západní stranu, podle toho, kde vychází a zapadá. Jižní stranou pak byla označena ta část oblohy, kde Slunce vystupuje nejvýše nad obzor, tedy kulminuje. Severní strana leží v protilehlé části nebeské sféry a představuje místo, kde je Slunce nejnižší pod obzorem. K tomu dochází o půlnoci, proto se někdy užívá označení půlnocní strana. Dokonce v polštíně půlnoc znamená sever. Je zřejmé, že toto vše platí pro severní polokouli. Na jižní polokouli je tomu obráceně. Teplejší strana

je obrácena k severu, kde kulminuje Slunce, a chladnější je naopak orientována k jihu.

Dalšími objekty, které se na obloze pravidelně objevují, jsou hvězdy a planety. Planety upoutávaly svým „záhadným“ pohybem po obloze už od pradávna, zatímco hvězdy se projevovaly jako stálice. Trvalo dlouho, než Mikuláš Koperník a jeho následovník Johann Kepler přišli na příčinu onoho podivného pohybu planet po obloze, a až ve 20. století se zjistilo, že i hvězdy se pohybují. Přesto hvězdy chápané jako stálice se staly inspirací básníků a symbolem mytologie, která v nich našla uskupení – souhvězdí, jež schematicky znázorňovala nesmrtelné starověké hrdiny bájí. Na obloze severní polokoule nalezneme krásnou *Kassiopeu*, spanilou *Andromedu*, hrdinného *Herkula*, božského *Persea* a mnoho dalších. Na obloze jižní polokoule se rovněž lze setkat s bájnými postavami, jako např. s *Kentaurem* či *Fénixem*, avšak většina souhvězdí má daleko prozaičtější názvy – *Chameleon*, *Moucha*, *Kružítko*, *Pohár* či *Vývěva*. Je to dáno tím, že souhvězdí jižní oblohy byla pojmenována v pozdějších dobách, které již sebraly „nebesům“ část jejich tajemna.

Podíváme-li se na naše souhvězdí, jistě budeme přemýšlet, jak mohlo takové uskupení hvězd někomu připomínat honící psy nebo *Bereničiny vlasy*, a naopak blahorečit představivosti toho, kdo vymezil *Labuť* či *Orion*. Kdybychom však měli možnost vycestovat do jiné části vesmíru a podívali se tam na noční oblohu, žádné z našich známých souhvězdí bychom nenašli, ona uskupení hvězd by vypadala jinak. Hvězdy tvořící jedno souhvězdí mohou být ve skutečnosti od sebe vzdáleny více než hvězdy, které se nacházejí ve dvou různých souhvězdích. Proto je nutné souhvězdí chápat jako výsledek projekce hvězd se středem promítání na Zemi na pomyslnou kulovou plochu, která se nazývá nebeská sféra. Jinými slovy, člověku se zdá, že všechny nebeské objekty leží ve stejné vzdálenosti na hypotetickém černém plátně, podobně jako v planetáriu, kde hvězdy a všechny ostatní kosmické objekty jsou promítány projekční technikou na vyduť strop.

Navíc podoba souhvězdí byla během staletí různě upravována a měněna, například souhvězdí *Štíra* bylo daleko větší a obsahovalo dnešní *Váhy*.

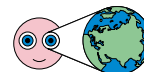
Ze skupiny souhvězdí, jichž je celkem 88, lze z našeho území přímo pozorovat 54, dalších 10 je viditelných pouze zčásti a zbylých 24 od nás viditelných není. Každý ví, že některá souhvězdí lze pozorovat během celého roku, to jsou souhvězdí cirkumpolární (je jich celkem 9), ostatní z viditelných souhvězdí lze sledovat pouze v určitou část roku (viz rubrika Na pomoc škole str. 17–18), jako například nápadný *Orion*, jenž je typický pro naši podzimní a zimní oblohu.

Orientace na obloze

Aby bylo možné na obloze jednoznačně určovat polohu, musí být definovaný souřadný systém, podobně jako je tomu na Zemi, kdy je každý bod určen zeměpisnou šířkou a zeměpisnou délkou. Pro potřeby astronomie se postupuje analogicky. Zeměpisná šířka udává úhlovou vzdálenost bodu od základní roviny, kterou je rovina rovníku. V astronomii může být onou základní rovinou rovina obzoru, pak hovoříme o obzorníkových souřadnicích, nebo rovina světového rovníku, která je totožná s rovinou zemského rovníku, či jiné další roviny, např. rovina ekliptiky. U obzorníkových souřadnic je ekvivalentem zeměpisné šířky výška nad obzorem (obr. 1) a zeměpisná délka je „nahrazena“ tzv. azimutem, což je úhel mezi místním poledníkem a rovinou výškové kružnice. Tato výšková kružnice prochází daným pozorovaným objektem (hvězdou) a zenitem neboli nadhlavíkem a má střed v bodě pozorovatele. Tento souřadný systém je velice jednoduchý, ale má závažný nedostatek. Je závislý na místě pozorovatele. Budete-li v Praze pozorovat hvězdu, bude mít zcela odlišný azimut a výšku nad obzorem, než kdybyste ji ve stejnou dobu pozorovali třeba ve Zlíně. Astronomický azimut je vzhledem k topografickému (turistickému) posunut o 180° a odečítá se od jižního bodu obzoru ve směru zdánlivého otáčení oblohy (od východu k západu, viz obr. 1).

Nedostatky těchto souřadnic odstraňuje zavedení rovníkových souřadnic druhého druhu. Zde je základní rovinou již zmíněná rovina světového rovníku. Ekvivalentem zeměpisné šířky je deklinace (obr. 2), což je úhel, který svírá hvězda s rovinou světového rovníku. Zeměpisná délka má svůj obraz v rektascenzi, což je úhel mezi deklinační kružnicí a rovinou koluru rovnodennosti.

V ZORNÉM POLI GEOGRAFŮ

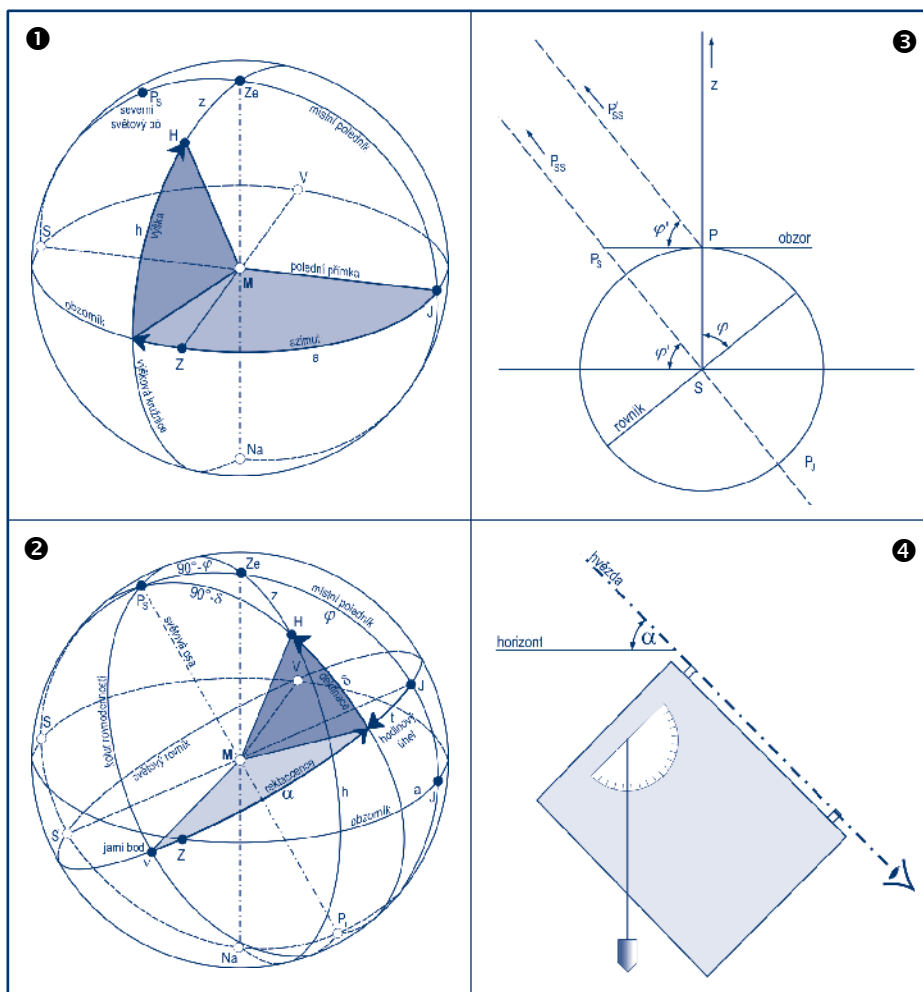


Deklinační kružnice je určena pozorovacím objektem a severním a jižním světovým pólem a má střed v Zemi. Jak asi každý ví, severní světový pól se nachází v blízkosti Polárky v souhvězdí Malého medvěda. Rektascenze se odečítá od jarního bodu, podobně jako odečítáme zeměpisné souřadnice od nultého poledníku. Směr odečítání je proti zdánlivému otáčení oblohy, tedy od západu k východu. Zavedení rovníkových souřadnic druhého druhu je sice složitější, ale lze je použít stejným způsobem kdekoli na Zemi. Tedy budete-li mít u sebe na dovolené třeba ve Středomoří astronomickou ročenku, můžete podle tam uvedené deklinace a rektascenze najít tutéž hvězdu stejně jako doma.

Jak snadno určit zeměpisnou šířku

Zdá-li se někomu předchozí odstavec příliš teoretický, pak asi bude překvapen, když se dozví, že uvedené znalosti spolu s jednoduchou trigonometrií musel ovládat každý námořní kapitán. Jedině tak dokázal uprostřed moře stanovit svou zeměpisnou šířku a mohl tak například využít příhodné mořské proudy. Nejjednodušším způsobem, jak určit zeměpisnou šířku pozorovatele, je stanovit výšku světového pólu nad obzorem v daném bodě (obr. 3). K tomu může posloužit obyčejný úhloměr a čtvrtka papíru nebo krabička (obr. 4). Jiným způsobem je stanovení zeměpisné šířky z polední výšky Slunce. Pro tuto metodu využijeme výše popsaný přístroj pro určování úhlové vzdálenosti (výšky hvězdy nad obzorem) a kromě něj je třeba znát i deklinaci Slunce v době pozorování, kterou lze zjistit z hvězdařské ročenky. Pak svou zeměpisnou šířku vypočteme ze vzorce $\varphi = 90^\circ - H + \delta$, kde H je výška Slunce nad obzorem při průchodu místním poledníkem, tedy v pravé poledne, a δ je deklinace Slunce pro daný den. Zjistíme-li, že polední výška Slunce nad obzorem je 16° a bude-li deklinace Slunce $\delta = 23^\circ 26' 21,5''$, což je jeho deklinace v den zimního slunovratu, pak se budeme nacházet na $50^\circ 33' 38,5''$ severní zeměpisné šířky.

Marek Křížek, PŘF UK v Praze,
križekma@natur.cuni.cz



Obr. 1: Obzorníkové souřadnice. H – hvězda, M – pozorovatel, S – sever, J – jih, V – východ, Z – západ, Ze – zenit (nadhlavník), Na – nadir, P_s – severní světový pól, h – výška nad obzorem, z – zenitová vzdálenost. Zdroj: Hlad a kol. (1988).

Obr. 2: Rovníkové souřadnice. H – hvězda, M – pozorovatel (Země), S – sever, J – jih, V – východ, Z – západ, Ze – zenit (nadhlavník), Na – nadir, P_s – severní světový pól, P_j – jižní světový pól, h – výška nad obzorem, z – zenitová vzdálenost, J' – jižní bod na světovém rovníku, δ = deklinace, φ = zeměpisná šířka, a = azimut, α = rektascenze, γ – jarní bod. Zdroj: Hlad (1988).

Obr. 3: Určení zeměpisné šířky podle Polárky. Z – zenit, P – pozorovatel, P_s – severní pól, P_j – jižní pól, P_{ss} – severní světový pól, S – střed Země, φ – zeměpisná šířka, φ'' – výška Polárky nad obzorem, φ = φ'' = φ'''. Zdroj: Brázdil, R. a kol. (1988).

Obr. 4: Sextant je přístroj pro měření úhlových vzdáleností. Lze si jej velice jednoduše vyrobit. Na čtvrtku papíru nalepíme obyčejný školní úhloměr. Do jeho středu, od nějž odčítáme úhly, připevníme závaží zavěšené na niti jako olovnice a přístroj je hotov. Úhel, který ukazuje olovnice, je shodný s úhlem mezi rovinou horizontu a hvězdou (výškou hvězdy nad obzorem).

Pozn.: Jarní bod je spolu s podzimním bodem definován jako jeden z průsečíků ekliptiky se světovým rovníkem. V jarním bodě se nachází Slunce v době jarní rovnodennosti. Jarní a podzimní bod spolu se severním a jižním světovým pólem leží na tzv. koluru rovnodennosti (obr. 2).

OTÁZKY A ÚKOLY:

1. Vyjmenujte souhvězdí, jimiž prochází ekliptika, tedy souhvězdí zvěrokruhu. Která další souhvězdí znáte?
2. Podívejte se na mapu hvězdné oblohy a přiřadte známé hvězdy jednotlivým souhvězdím: Vega, Sírius, Regulus, Altair, Castor, Aldebaran.
3. Zkuste během dne pozorovat v hodinovém intervalu pohyb Slunce a zapisovat si jeho obzorníkové souřadnice. Porovnejte změnu těchto souřadnic s měřeními, která provedl váš kamarád na jiném pozorovacím stanovišti.
4. Na severní polokouli určíte zhruba jih pomocí hodin (s trochou fantazie i digitálních). Jakým způsobem? Platí toto pravidlo i na jižní polokouli, nebo se nějak liší?

5. Vypočtete, jak vysoko bude Slunce nad obzorem na 50° severní zeměpisné šířky v pravé poledne v den letního slunovratu, když jeho deklinace je $23^\circ 26' 21,5''$. **Správnou odpověď, kterou zašlete na e-mailovou adresu geografickerozhledy@kartografie.cz oceníme cenami z nakladatelství ČGS a Kartografie Praha, a. s.**

LITERATURA A ODKAZY:

- BRÁZDIL, R. a kol. (1988): Úvod do studia planety Země. SPN, Praha, 365 s.
 HLAD, O., HOVORKA, F., POLECHOVÁ, P., WEISELOVÁ, J. (1988): Hvězdná obloha 2000. Geodetický a kartografický podnik, Praha.
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Souhv%C4%9Bzd%C3%AD>
<http://www.observatory.cz/info/Encyklopedie/Souhvvezdi/katalog.html>