V našem pojetí, které na brněnské hvězdárně rozvíjíme zhruba od roku 1983, nevycházíme z prastarého pojmu „nebeská sféra“ ale právě z onoho běžného, neodstrašujícího pojmu „obloha“. Co pod ním rozumíme? V přirozeném pojetí je obloha prostě „to, co máme venku nad sebou“. Je-li ale něco „na obloze“, nemyslí se tím že je to na povrchu nějaké, byť jen myšlené věci, ale jde jen o to, že to není na zemi či nějakém výčnělku z ní — zkrátka, že musíme stočit zrak od okolního viditelného zemského povrchu (tomu ve shodě s učebnicí pro třetí třídu říkáme **obzor**) někam vzhůru. **Obloha** tedy není nic jiného, než všechny možné směry, mířící od diváka nad okolní obzor. Můžeme ji označit, zatím jen mlhavě, jako „množinu směrů mířících od pozorovatele nad obzor“.

Pak už lze docela smysluplně hovořit např. o pohybu Slunce po obloze — stojím-li na místě, vidím Slunce během dne postupně v různých směrech, na různých místech oblohy. Jak patrno, výraz „Slunce je na obloze támhle“, či „Slunce je na tomto místě oblohy“ je totéž jako „Slunce je vidět v tomto směru“. Kvantitativní vyjádření, o jaký směr jde, je také docela přirozené. Uvedu, nad jakým místem obzoru Slunce vidím (mohu ovšem užít i úhlu zvaného azimut) a jak vysoko, čímž samozřejmě rozumím jistý úhel: ten, který svírají směr pohledu ke Slunci a směr vodorovně pod něj (takovou veličinu nazývám **úhlová výška**). Snad ještě přirozeněji bych mohl jako míru toho, „jak je Slunce vysoko na obloze“, vzít úhel mezi směrem pohledu ke Slunci a směrem, kde se pod ním dotýká obloha a obzor (pak bych mluvil o „**výšce nad obzorem**“). Je zřejmé, že v hornaté krajině by se tento úhel mohl dost lišit od předchozího. (Vím, že se odchyluji od běžné terminologie — ale užívat sousloví „výška nad obzorem“ pro úhlovou výšku je matoucí až komické, máme-li definovaný pojem obzor tak jako výše — a jinou rozumnou definici těžko vymyslet. Např. v horách může být Slunce tři stupně nad obzorem, ač je v úhlové výšce třiceti stupňů.)

Pokusme se nyní precizovat vágní označení „množina směrů“. Nejsnazší je asi vyjít z představy vektorového prostoru: mohu si představit vektory, mířící ode mne k jednotlivým objektům které vidím na obloze. Dané místo oblohy (daný směr ode mne pryč) pak mohu chápat jako takovou podmnožinu všech vektorů onoho vektorového prostoru, v níž všechny vektory „míří stejným směrem“, tj. liší se jen svou velikostí a lze je získat všechny z jediného vektoru, který násobíme různými kladnými čísly. Takové podmnožiny jsou tzv. třídy ekvivalence množiny všech vektorů (jak se o nich učí snad již na střední škole), přičemž kritériem pro rozklad množiny všech vektorů do tříd ekvivalence je „rovnoběžnost“: dva vektory jsou rovnoběžné (jde nám o „souhlasnou“ rovnoběžnost), když jeden je kladným (skalárním) násobkem druhého. Množina všech takovýchto podmnožin je pak tzv. faktorová množina, získaná rozkladem (faktorizací) vektorového prostoru podle rovnoběžnosti. Jedním prvkem této faktorové množiny je ovšem jednoprvková množina, obsahující pouze nulový vektor (ten, násoben libovolným kladným číslem, zůstává stále nulovým vektorem) — vyjmeme-li tento prvek, získáme množinu, která může být dobrým matematickým modelem oblohy; prvky této množiny můžeme označovat jako „směry“.

Chceme-li mít **oblohu** jako „množinu směrů mířících nad obzor“, můžeme ji definovat jako *podmnožinu výše uvedené faktorové množiny, z níž jsme vyňali prvek zahrnující nulový vektor a dále prvky* (tedy směry), *zahrnující vektory, které míří k pozemským objektům* (tedy na obzor).

Taková definice oblohy nám dává plné právo používat úhlové míry k vyjádření např.

magnetického záření s vlnovou délkou desítek metrů. A např. „neutrinové hvězdné nebe“ je dosud věcí z praxe téměř neznámou — s výjimkou Slunce, a na pár sekund též supernovy ve Velkém Magellanově mračnu z něj nebylo tuším pozorováno ještě nic.

Naopak nelze užít obratu „na hvězdném nebi se pohybovalo letadlo“ — to se zřejmě pohybovalo po obloze, ale s hvězdným nebem mělo společné jen to, že příp. bránilo pozorování jeho určité části. O pohybu po hvězdném nebi se vlastně vůbec nedá mluvit — není tam definována vzdálenost dvou věcí, ani jejich poloha. Smysl naproti tomu má obrat „na hvězdném nebi se objevila nová kometa“. Může to znamenat, že ji pozorovatel opravdu viděl nebo alespoň mohl vidět, ale může to mít i význam jiný — ne že jsme ji viděli, a dokonce ani to, že byla zrovna na naší obloze — nýbrž jen tolik, že hvězdné nebe jako množina věcí pozorovatelných nějakou lidstvu dostupnou technikou se rozšířilo o jeden nově objevený či zjištěný prvek, totiž o onu kometu.

Lze tedy hovořit též o „hvězdném nebi dostupném lidstvu“ (to je zřejmě téměř totéž jako „pozorovatelná část vesmíru“), a také o „svém hvězdném nebi“ — tedy o tom, co může daný člověk, např. astronom amatér, pravděpodobně sám v principu vidět — s ohledem na své vybavení a pozorovací podmínky. Jindy, jako v příkladu úplňkové noci zmíněném výše, se hvězdným nebem rozumí pouze to, co člověk zahlédne „ve vesmíru“ v daném časovém intervalu a daným způsobem.

Připadá mi, že výše vymezené poměrně přesné užívání pojmu „hvězdné nebe“ nijak neprotiřečí našim jazykovým zvyklostem. Umožňuje zato, abychom pojmy „obloha“ a „hvězdná obloha“ užívali pouze v jejich přesně vymezeném „geometrickém“ smyslu, a dává nám tak možnost hovořit a psát méně neurčitě.

Jediným problémem přesného vyjadřování může být, že vede k příliš suchému slohu. To lze ale v populárním textu snadno napravit. Je-li kontext posluchačům zcela jasný, můžeme užívat obecného slova **nebe**, ke kterému ovšem můžeme vybrat přívlastek z veliké nabídky, ochuzené nyní jen o slovo „hvězdné“. Slovem „nebe“ (jasné nebe, noční nebe, čisté nebe, světlé nebe, tajemné nebe, atd.) pak můžeme označit různé věci — oblohu v našem přesném slova smyslu, ale též vše, co na obloze vidíme (mraky, duhu, letadla, Měsíc), případně i spousty „třpytivých hvězd“. A samozřejmě může jít i o kontext náboženský. Tohle slovo prostě ponechme běžnému jazyku a nijak jej neprecizujme. Můžeme jej užívat jako kdokoliv jiný.

Přesné vyjadřování nijak nepřekáží — jde jen o to, nebýt líný. Obdobný případem je fyzikální pojem „rychlost“, tedy jistá vektorová veličina. I korektní pisatel může bez obav užívat ve svém populárním textu obratů jako „tempo“, „úprk“ aj., i když by mohl stále opakovat přesné formulace jako „V ... vztažném systému má složka rychlosti komety mířící od Slunce velikost ... metrů za sekundu“. Z didaktického hlediska by bylo však vadné (a z fyzikálního sporné) vyjádření „... vzdaluje se rychlostí ... metrů za sekundu“ — jako kdyby rychlost nebyla vektor.

Je zkrátka lépe, pojem s přesně vymezeným významem neužívat současně ve smyslu obecného jazyka, není-li všem zcela jasné, o jaké použití jde (a to např. při výuce určitě není — jinak by byla ona výuka vlastně zbytečná). U slova rychlost je to trochu nepohodlné, ale u slov „obloha“, „hvězdná obloha“ a „hvězdné nebe“ to jde bez obtíží — stále můžeme užívat obecného synonyma „nebe“.

rovými součiny P×O a P×S (místo o vektorovém součinu lze mluvit jen o směru kolmém na dvojici původních směrů, vytvářejícím s nimi pravotočivou trojici). Orientace je daná „točivostí" soustavy: je-li pravotočivá, měří se úhel „tak, jak ukazují zahnuté prsty pravé ruky, jejíž palec míří v základním směru". Např. obvyklá soustava na obloze (úhlová výška, azimut) je levotočivá. (Místo s vektorovými součiny lze ovšem též operovat s úhly mezi orientovanými rovinami, jak se to obvykle popisuje — ale „rovinou" by bylo potřeba rozumět přesně vzato orientovanou množinu směrů, kolmou na určitý směr.)

Část druhá, astronomická (a jednodušší):

O nebi

V předchozím textu jsme definovali pojem *obloha*, a speciálně pak i užší pojem *hvězdná obloha* — tedy populárně řečeno, množinu směrů vycházejících ze zvoleného bodu inerciální vztažné soustavy. Ukazuje se ale, že naší definici odporuje užívání slova „obloha" v jiném významu, který se objevuje ve větách typu: „Je to dobrý znalec hvězdné oblohy", či ještě výrazněji „Seznámíme se s nejjasnějšími objekty hvězdné oblohy". Zde nejde už o množinu směrů, ale spíše o nějakou množinu pozorovatelných věcí.

Pojem obloha v našem smyslu je něco jiného, je to pouhá kulisa, matematická (geometrická) kategorie, které nám umožňuje popisovat, kde co vidíme. Oblohu můžeme pozorovat kdykoliv, když jsme venku, ať je zataženo či jasno, den nebo noc. Podobně i hvězdnou oblohu — zde jen musíme „vzdorovat zemské rotaci", čímž se vlastně náš obzor po hvězdné obloze pohybuje a vrátí se na místo až za jeden hvězdný den — opět bez ohledu na počasí. Neměnný kousek hvězdné oblohy sleduje „běžící" dalekohled či „astronomická komora".

V případě vět uvedených v prvním odstavci lze ale docela dobře použít sousloví jiného, doposud „ne obsazeného" žádným astronomickým přesně definovaným významem: mám na mysli výraz **hvězdné nebe**. Není nijak násilné, přiřadit tomuto označení množinu vesmírných objektů, které vidíme nebo můžeme nějakým způsobem pozorovat. Hvězdné nebe můžeme pak definovat např. jako souhrn toho, co vidíme na obloze a co přitom je, vzniká či odehrává se výše nad Zemí než ve stratosféře (i když by se zde hodila výjimka pro některé bolidy, končící níže).

Lze pak bez zábran a přesně říkat např. „Hvězdné nebe dnes nešlo ani zahlédnout", či „Hvězdné nebe je při úplňku i za krásných nocí chudičké" (čímž se myslí, že je na obloze v dané chvíli vidět mnohem méně věcí než za pěkné bezměsíčné noci). Ve dne je hvězdné nebe zastoupeno obvykle nanejvýš Sluncem a příp. Měsícem. Dostává přesný smysl i pojem „znalec hvězdného nebe" — je to obdoba člověka, který dobře zná nějakou pozemskou krajinu. Podobně jako krajina, je i hvězdné nebe mnohotvárné a o co přesně v dané chvíli jde, záleží na způsobu pozorování — krajinu lze pozorovat z letadla, z vlaku, při cestě pěšky nebo i vkleče lupou.

Lze také mluvit o „infračerveném hvězdném nebi" — to se liší od „vizuálního" (tento přívlastek lze obvykle vypustit, pokud není z kontextu patrné něco jiného, rozumí se vždy případ vizuální) hvězdného nebe obdobně jako pohled na krajinu očima a přes „infravizi". Ještě více se od obvyklého hvězdného nebe odlišuje např. „dekametrové hvězdné nebe", rozuměj to, co lze zaznamenat proměřováním hustot toků záření v určitém pásmu elektro-

rozdílu poloh dvou objektů na obloze — rozdíl příslušných dvou směrů lze charakterizovat např. velikostí skalárního součinu vektorů jednotkové délky, které jsou prvky daných dvou směrů.

Rozumíme tedy polohou objektu na obloze prostě směr od svých očí k danému objektu? Obecně to tak přesně není. Poloha objektu na obloze je dána tím, kde objekt vidíme, a ne tím, kde momentálně je — u vzdálených objektů, od kterých k nám jde signál (světlo) dosti dlouho, nebo u objektů, od nichž se k nám signál nešíří přímočaře (to je i případ zapadajícího Slunce) v tom může být nemalý rozdíl. Každý ze zkušenosti zná rozdíl mezi „akustickou" a „optickou" oblohou — zvuková poloha letadla na obloze (tj. směr, odkud je slyšet) bývá velmi odlišná od jeho polohy viditelné.

To znamená, že takto dostáváme něco obecně trochu jiného, než kdybychom prostě jen vypustili jednu ze tří souřadnic (tu, která označuje vzdálenost) polární soustavy, vyjadřující polohy bodů ve třírozměrném eukleidovském prostoru. *Pojem oblohy přináší do chápání světa něco nového*, poukaz na to, že sice můžeme mít abstraktní představu svého okolí jako třírozměrného prostoru (či pro relativisticky myslící jedince, jako čtyřprostoru), ale že jej můžeme vnímat jen prostřednictvím signálů přicházejících do daného místa. Věci kolem sebe „jen" vidíme (či jinak detektujeme) a v příznivém případě jsme schopni říci, okdud k nám jejich signály přicházejí — tedy udat nikoliv jejich polohu v prostorovém smyslu, ale jen polohu na obloze. Jedinou výjimkou je stereoskopické vidění — v blízkém okolí (při pohledu očima velkém max. desítky metrů) skutečně vidíme věci „v prostoru" (mozek tak dokáže interpretovat rozdílné polohy věcí na obloze levého a na obloze pravého oka). I tehdy je ale můžeme vidět (vnímat) jinde, než doopravdy jsou — nápadné je to u předmětů pozorovaných přes vodní hladinu či stěnu akvária. Ale to již poněkud předbíháme. Než budeme mluvit o vyjádření poloh, měli bychom si uvědomit, o jaké vztažné soustavy nám jde.

Mluvíme-li o obloze, máme tím již automaticky na mysli zcela určitou vztažnou soustavu: Zemi, či přesněji její pevný povrch (pro naše účely je Země docela dobrým tuhým tělesem). Ale nejen to, kromě vztažné soustavy přitom volíme i jeden její význačný bod, pozorovací stanoviště, odkud se na oblohu díváme. Stanovištěm zde nerozumíme místo pod svýma nohama, ale oko pozorovatele. (Pravda, ten má obvykle dvě oči — právě díky rozdílu poloh objektu na obloze levého a pravého oka vnímá pozorovatel vzdálenosti věcí, které jsou k němu blíže než sto metrů.) **Obloha je** tedy v obecném smyslu **dána vztažnou soustavou a jejím jedním zvoleným bodem**, stanovištěm (či východiskem nebo vrcholem oblohy, chcete-li). A „obyčejná" pozemská obloha dále i omezením na ty směry, které míří „nad obzor".

Zde vidíme zajímavou vlastnost „pozemské oblohy", či prostě oblohy (*oblohou bez přívlastku budeme dále rozumět ten případ, kdy stanoviště je spojeno se zemským povrchem, který též definuje vztažnou soustavu*). Aniž explicitně zavádíme nějakou soustavu souřadnic na ní, klidně užíváme obratů jako „nad", „výše" či „níže". S oblohou, či se stanovištěm na zemském povrchu, je totiž nerozlučně spojen směr „svisle vzhůru", tj. směr opačný ke gradientu tíhového pole v místě stanoviště. To je také přirozený (a v praxi nejsnáze realizovatelný) základní směr pro konstrukci soustavy souřadnic na obloze. Říkáme mu „zenit" či „nadhlavník".