

Barvy nebe

Obloha je tak samozřejmou součástí našeho světa, že nad ní ani nepřemýšlíme a je jakousi naší každodenní konstantou. Avšak obloha není neměnná – naopak, mění se v mnoha ohledech. Tou nejvýraznější změnou, kterou prochází, je její barva. Najít vysvětlení pro barvy oblohy nebylo tak jednoduché, jak by se mohlo na první pohled zdát. Za odpověďmi vysvětlující různé barvy oblohy stojí hluboké příběhy snažící se popsat podstatu světa a vesmíru. Tento článek vysvětluje příčiny základních barevných odstínů oblohy.

Černá

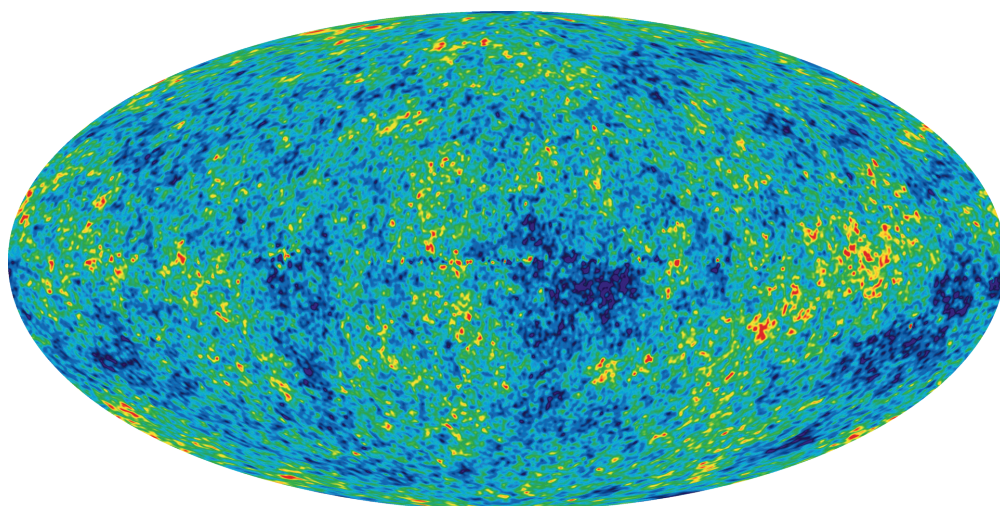
Za jasných bezměsíčných nocí je obloha tmavá a ponoří-li se Slunce pod obzor více než 18° (tj. nastává tzv. astronomická noc; více viz další článek v tomto čísle – Šobr, Křížek 2022), mění se barva oblohy na černou, na které se vyskytují třpytivé hvězdy a protíná ji slabě stříbřitý pás Mléčné dráhy. Ten je tvořen slévajícím se světlem bezpočtu slabých hvězd, o čemž se můžeme přesvědčit i pomocí malého dalekohledu.

Právě existence pásu Mléčné dráhy vystihuje podstatu úvahy, která se objevuje u tzv. Olbersova paradoxu (paradox nese jméno po německém astronomovi, který jej formuloval v roce 1823, avšak byl vysloven již dříve různými autory, včetně Johana Keplera). Olbersův paradox dlouhá léta představoval opravdovou záhadu, která se týkala náhledu na nekonečné stáří vesmíru a jež byla lapidárně přenesena do zdánlivě jednoduché otázky: proč je v noci tma. Tento paradox je postavený na tom, že je-li vesmír nekonečný a časově neohraňovaný, pak v každém směru od Země musí být

přítomna hvězda. Svit těchto hvězd by pak měl vytvořit nikoliv jen svítící pás, jako u Mléčné dráhy, ale měl by pokrýt celou oblohu do jednoho bílého monolitu. Nicméně realita je jiná a noční obloha je černá. Hledala se různá řešení této otázky, ale aby mohl být tento paradox skutečně řádně zodpovězen, bylo nutné změnit vstupní podmínku o nekonečně starém vesmíru na vesmír, který má svůj časový počátek a světlo od vzdálených hvězd k nám za dobu existence vesmíru nestačilo doletět. Toto vysvětlení onoho paradoxu navrhl slavný spisovatel a zakladatel hororového žánru Edgar Allan Poe. Nicméně dnes víme, že vysvětlením temné noční oblohy je tzv. rudý posuv, což je jev, při kterém dochází k prodloužení vlnové délky elektromagnetického záření způsobené rozpínáním vesmíru, resp. vzdalováním zdroje záření od jeho příjemce, tedy od naší planety. Prakticky to znamená, že viditelné záření z počátku vzniku vesmíru se během času a rozpínání vesmíru změnilo na okem nepozorovatelné záření o větší vlnové délce. Pokud se podíváme na oblohu v jiné části

Marek Křížek
Miroslav Šobr

Univerzita Karlova,
Přírodovědecká fakulta,
katedra fyzické geografie
a geoekologie;
marek.krizek
@natur.cuni.cz



Obr. 1 Snímek oblohy zachycující reliktní mikrovlnné záření, které je považováno za jeden z nejdůležitějších důkazů teorie velkého třesku. Zdroj: NASA / WMAP Science Team.



Více o reliktním záření se dozvíte v online příloze, kterou najdete na webu Geografických rozhledů.



Obr. 2 Vlevo: Oranžovo-červené nebe v Říčanech u Prahy 29. července 2012. Foto: Marek Křížek. Vpravo: Polární záře zachycená ve Viku na Islandu 24. listopadu 2017. Foto: AstroAnthony / Wikimedia Commons.



spektra elektromagnetického záření, konkrétně v mikrovlnné části, pak zjistíme, že v ní září skutečně celá obloha (obr. 1). Toto záření je označováno za reliktní, což znamená, že je pozůstatkem z období těsně po velkém třesku.

Modrá

Modrá barva oblohy souvisí s rozptylem světla, přičemž platí, že velikost rozptylu závisí nepřímo úměrně na čtvrté mocnině vlnové délky (Halliday a kol. 2000). Viditelné záření se skládá z jednotlivých barevných složek, které je možné pozorovat při rozkladu světla například na hranolu či na deštových kapkách za vzniku duhy. Světlo se rozptyluje na molekulách a atomech plynů atmosféry (molekulární rozptyl) či na kapalných a pevných částicích (aerosolový rozptyl) obsažených v atmosféře, přičemž od rozptylující částice se šíří všemi směry, díky čemuž se atmosféra stává sama zdrojem světla. Nejkratší vlnovou délku má fialová barva od 380 nanometrů (nm) a naopak nejdelší vlnovou délku má červená kolem 750 nm. Tedy světlo kratších vlnových délek (fialová, modrá) se rozptyluje lépe než to, které má větší vlnovou délku. Proč tedy barva oblohy není fialová, jestliže má fialová kratší vlnovou délku než modrá (430–500 nm)? To je dáno tím, že Slunce produkuje podstatně větší množství záření v modré části spektra než ve fialové a rovněž zemská atmosféra lépe propouští záření odpovídající modré barvě než fialové. Kromě toho je lidské oko mnohem citlivější na modrou barvu než na fialovou.

Oranžová a červená

Oranžovou až červenou barvu mívá obvykle část oblohy v blízkosti obzoru a tento jev bývá spojován se západem, případně východem Slunce (obr. 2). Fyzikálně je tato barva oblohy dána rovněž rozptylem světla. Ovšem v tomto případě světelné paprsky jdoucí k našemu oku od zdroje (Slunce) jsou ochuzeny o složku krátkých vlnových délek, která je rozptýlena, díky čemuž se do našeho oka

dostane jen dlouhovlnná část (tedy červená část) viditelného světla, které se tolik nerozptyluje. V tomto případě je rozptyl dán zejména množstvím aerosolů obsažených v atmosféře. Jednoduše řečeno platí, že obsahuje-li atmosféra více prachu, pak je i efekt oranžovočerveného nebe výraznější. Tento jev oranžovočervené oblohy je nejsilnější v blízkosti obzoru, neboť tam sluneční paprsky musejí projít atmosférou po nejdelší trase a s tím roste pravděpodobnost, že se po cestě střetnou s částicemi prachu, na níž budou rozptýleny.

Zelená

Zelené či zelenožluté šmouhy na temné noční obloze vznikají během magnetických bouří a jsou projevem tzv. polárních září (obr. 2), které vznikají interakcí molekul atmosféry a částic slunečního větru (Křížek 2019). Tyto elektricky nabitě částice obvykle vstupují do svrchní části atmosféry v blízkosti magnetických pólů podél magnetických siločar a srážejí se s atomy plynů. Takto vybudované atomy se po srážce s částicemi slunečního větru snaží získané energie zbavit jejím vyzářením. Kyslík, který je v atmosféře druhým nejčastějším plynem, září zelenožlutě až červeně. Dusík jakožto nejrozšířenější plyn v naší atmosféře září modře až fialově, nicméně jeho barvy více splývají s černým pozadím noční oblohy a na rozdíl od ionizovaného kyslíku nejsou barevné projevy tak nápadné. Při silnějších geomagnetických bouřích se můžeme s polárními zářemi setkat i v podstatně nižších zeměpisných šířkách, včetně těch středních, a tak i na naší potměšilé obloze lze polární záři zahlédnout. Naposledy se tak stalo 14. března 2022.

Literatura a zdroje dat

- HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. (2000): Fyzika. Vysoké učení technické v Brně, Vutium, Prometheus, Brno.
KŘÍŽEK, M. (2019): Magnetické pole Země. Přírodovědci, 8(4), 12–13.
ŠOBR, M., KŘÍŽEK, M. (2022): Roční a denní pohyby Slunce a hvězd po obloze. Geografické rozhledy, 32(2), 6–9.

Abstract

Colours of the sky. The article discusses the causes of the different colours of the sky. It explains the cause of the black night sky, Olbers' paradox, light scattering and the essence of the aurora borealis. The phenomena described are put into a wider physical-geographic context.



Obloha

Barvy nebe

Pestrý svět ledových krystalů v atmosféře

Najdeme v Česku tmavou oblohu?

2

Tento soubor (článek) je vlastnictvím časopisu Geografické rozhledy a podléhá právní ochraně. ■ Vydavatel i nakladatel časopisu si vyhrazují právo článek zveřejňovat na webových stránkách a sociálních sítích časopisu za účelem propagace časopisu. ■ Dílo není určeno ke komerčnímu využití. Smí se šířit, pokud jsou korektně uvedeny údaje o autorovi, článku a jako zdroj citován časopis Geografické rozhledy.