

Optické úkazy v atmosféře

Jan Šípek, Milan Štengl, Martin Vacek

Duha

Snad každý si někdy všiml barevného duhového oblouku při končící dešťové přeháňce. Déšť ještě padá, ale zároveň sluneční paprsky osvětlují dešťové kapky, v nichž se světlo láme, rozkládá a odráží, a tak právě na opačné straně než svítí Slunce můžeme pozorovat duhu. Ta opisuje část kružnice o poloměru asi 42° kolem místa, kam směřuje stín pozorovatelovy hlavy. Proto je možné duhu z rovného povrchu pozorovat je-li Slunce níže než 42 stupňů nad obzorem. Duhový oblouk pak vystupuje tím výše, čím níže se Slunce sklání k obzoru. Pokud by tedy Slunce zářilo právě na horizontu, objevil by se na opačné straně ve vodních kapkách obraz duhy ve tvaru půlkruhu.

Podobně jako po průchodu paprsku skleněným hranolem, kde se světlo při vstupu do opticky hustšího prostředí rozkládá, vidíme i v duze rozložené sluneční světlo na jednotlivé barevné složky. Od vnějšího okraje duhy směrem k vnitřnímu v pořadí: červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá až fialová.

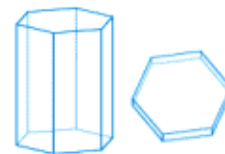
Při intenzivnějším dešti se objevuje nad duhou druhá, méně výrazná, tzv. sekundární duha o větším poloměru (asi 51°), v níž je sled barev opačný než u primární duhy. Tato vedlejší duha vzniká díky dvojnásobnému odrazu paprsků uvnitř kapek. Dále je patrné, že obloha se jeví znatelně světlejší uvnitř primárního duhového oblouku a pás mezi oběma duhami je naopak tmavší. Při pozorování ze zemského povrchu lze pozorovat duhu jen jako neúplný kruh. Celistvý duhový kruh by mohl být vidět z vysoké věže nebo letadla. Avšak duhu lze spatřit nejen díky dešťovým kapkám, ale třeba i ve tříšti kapek u vodopádů či fontán.

Všimli jste si, že se duha objevuje obvykle k večeru? Je to dáno tím, že u nás převládá západní proudění vzduchu, a tedy objeví-li se při končícím dešti pás jasného nebe, přichází nejčastěji od západu, odkud Slunce svítí právě navečer. A protože svítí již nízko, duhový oblouk tudíž vystupuje vysoko, což ho činí nápadnějším. Avšak svítí-li Slunce ráno nad východním obzorem, při západním proudění se ještě před deštěm nasune oblačnost která Slunce zakryje, a proto tedy duha nenastává ráno tak často.

Mezi nezapomenutelné zážitky lze zařadit spatření duhy v noci. Tu může vyvolat měsíční svit v nočním dešti. Taková duha je slabá s nevýraznými barvami a poměrně vzácná, neboť Měsíc dostatečně svítí jen v období nedlouho kolem úplňku. Navíc noční duha nemá obvykle diváků; ti po nocích spí, či brouzdají internetem. Do dob Aristotelových bylo dokonce spatření noční duhy považováno za pověru.

Halové jevy

Halové jevy jsou optické úkazy, které se objevují na obloze kolem Slunce i Měsíce v podobě kol, oblouků a skvrn. Podmínkou pro jejich objevení je přítomnost drobných ledových krystalů v atmosféře, na nichž dochází k odrazům a lomům paprsků. Ledové krystalky se nacházejí v jemných řasových oblacích ve výškách nad 6 km, mohou se však vyskytovat za chladu i v přízemní vrstvě ovzduší. Vyskytují se v mnoha formách, ale pro vznik halových jevů jsou důležité krystalky ve tvaru šestiboké destičky a šestibokého sloupku. Podle toho, zda se světlo od krystalů odráží, nebo jimi prochází a láme se, mají halové útvary vzhled buď bělavý, či s duhovým nádechem.



Halových jevů existuje celá řada. Některé jsou časté, jiné se objeví jen jednou za několik let. Nejčastěji se objevuje malé halo - světlý kruh o poloměru 22° kolem Slunce a dále tzv. vedlejší slunce, která přiléhají po stranách z vnějšku k malému halu. Vedlejší slunce mají tvar světlých skvrn, často duhově zbarvených. Obvykle se ale vyskytuje jeden či dva, řidčeji i více jevů současně.

Kdy se objevují?

Podle dlouhodobých pozorování v západní Evropě lze některý z halových jevů pozorovat více než 100 dní v roce. Takové číslo by naznačovalo, že je lze pozorovat téměř kdykoli se na oblohu podíváme, ale výrazných a dobře pozorovatelných halových jevů je pochopitelně méně. Navíc jev může trvat jen několik minut. Ledové krystalky v atmosféře na nichž vznikají halové jevy se vyskytují ve výškách 6 - 12 km v oblačnosti vysokého patra, kde se nachází jemné oblaky typu cirrus, cirrostratus, cirrocumulus. Za výskyt halových jevů však vděčíme především oblačnosti typu cirrostratus, která na obloze vytváří jemné bělavé závoje, které sluneční disk nezastiňují (narozdíl od oblaků nízkého patra, které jsou tvořeny převážně vodními kapkami). Taková oblačnost pokrývá oblohu často před příchodem teplé fronty, a proto mohou být objevující se halové jevy předzvěstí zhoršení počasí a příchodu srážek. V přízemní vrstvě atmosféry se ledové krystalky vyskytují především v arktických oblastech, kde se halové jevy často objevují.

Koróna, irizace, gloriola

Tato nepříliš obvyklá pojmenování patří těm optickým jevům v atmosféře, které vznikají na kapičkách oblaků. Liší se tak od halových jevů, které za svůj původ vděčí ledovým krystalkům, jež se nacházejí ve vysoko plujících oblačných vrstvách. Koróny, irizace a nepříliš četné glorioly představují další z působivých jevů, které lze v přírodě spatřit.

Koróna

Prosvítá-li Měsíc skrze vrstvu drobných kapek obsažených v oblaku, často lze pozorovat v těsném okolí jeho kotouče soustavu soustředných barevných prstenců, jejichž jas směrem od Měsíce postupně slábne. Tento jev se nazývá koróna a můžeme ji pozorovat i kolem Slunce či pozemských zdrojů světla. Někdy je koróna bělavá, jindy intenzivně duhově zbarvená. V takovém případě je nejbližší ke světelnému zdroji modravý prsteneček, vně červený až temně cihlový a mezi nimi lze tušit další barvy spektra. Nejčastěji lze pozorovat jen jeden sled duhových barev, ale vzácněji je možné vidět až tři takové soustavy spektrálních barev za sebou. Koróna tak může sahát do vzdálenosti 5 až 10° od světelného zdroje (pro srovnání: kotouč Slunce či Měsíce má úhlový průměr asi 0,5°). Koróna vzniká ohybem světla na drobných kapičkách vody, které jsou obsaženy v oblacích, mlze či kouřmu. Při ohybovém jevu se tvoří kolem zdroje světla soustavy prstenců barev spektra, jejichž poloměr závisí na velikosti kapiček a vlnové délce světla (červené paprsky mají delší vlnovou délku než modré paprsky - proto se maxima jednotlivých barev zobrazují v různých poloměrech kolem světelného zdroje). Pokud jsou kapičky mezi jimiž světlo prochází nestejně velké, pak se ohybový jev slévá jen ve slabě zbarvený či bělavý kruh světla, v němž se světlo Měsíce nebo jiného zdroje rozptýlí. Vysvětlení tohoto jevu na základě ohybu světla podal v roce 1852 francouzský fyzik E. Verdet (1824-1866). Lidovým názvem pro korónu je studánka, dvůr, popřípadě se užívá také termín aureola. V astronomii má pojem koróna jiný význam - užívá se jako název pro atmosféru Slunce, kterou lze však spatřit jen při jeho úplném zatmění.

Ohyb světla způsobující vznik koróny mohou vyvolat také drobné pevné částice vznášející se v ovzduší; například pyl. V jarním období unáší vítr celé oblaky malých pylových zrněk a při jejich vysoké koncentraci můžeme vzácně pozorovat *pylové koróny* kolem jasných světelných zdrojů; tedy nejčastěji kolem Slunce a Měsíce. Sled barev je v takové koróně stejný jako u koróny vznikající na vodních kapičkách, avšak vzhled nemusí vždy nabývat podoby zcela pravidelných prstenců. Ten totiž také závisí na tvaru a orientaci pylových zrněk. Častým zdrojem pylových korón bývá pyl borovic a dalších dřevin.

Korónu si lze případně poplést s malým halem. Malé halo se však jeví jako bělavá či mírně duhově zbarvená kružnice kolem Slunce a Měsíce až ve vzdálenosti 22° a prostor uvnitř je prázdný, naopak koróna se rozlévá přímo od zdroje světla. Podstata obou jevů je odlišná. Koróna vzniká

ohybem světla na kapičkách vody, zatímco malé halo, které patří mezi nejčastější [halové jevy](#), vzniká lomem paprsků v ledových krystalcích oblaků.

Irizace

Na okrajích tenkých oblaků plujících nedaleko od oslnivého slunečního kotouče je občas možné pozorovat jejich irizaci - výrazné perleťové zbarvení, v němž převládají červenavé a zelenavé odstíny. Tento jev vzniká ohybem a interferencí světla při průchodu slunečních paprsků kapičkami oblačné vrstvy. Irizace často kopíruje po obvodu tenký oblak nebo má nepravidelný tvar a nabývá tak vzhled části nesymetrické či zdeformované koróny.

Intenzivní irizaci podléhá i vzácný druh tenkých oblaků vyskytujících se ve velkých výškách kolem 20 - 30 km, tedy již ve stratosféře. Tato vrstva atmosféry leží nad vrstvou, v níž se utváří počasí a kde běžné oblaky zasahují nejvýše do 10-12 km. Tyto zvláštní oblaky tvořené kapičkami podchlazené vody se díky výrazné irizaci nazývají perleťové oblaky. Jejich perleťový jas se projevuje nejvýrazněji jsou-li na soumravné obloze ještě osvětlovány paprsky již zapadého Slunce. U nás však perleťové oblaky spatřit nemůžeme, patří ke vzácným úkazům pozorovaným nejčastěji poblíž hornatých oblastí Skandinávie při rychlém vzdušném proudění.

Gloriola (Glórie)

Tento jev je svojí podstatou blízký již zmíněné koróně. Vzniká však zpětným ohybem světelných paprsků a projevuje se jako slabé soustředné barevné prstence kolem stínů vržených do vrstvy oblačnosti či mlhy, případně se dá pozorovat i na zemi kolem stínu vrženého do kapek ranní rosy.

Gloriolu lze zahlédnout například z letadla kolem jeho stínu promítnutého do oblačné vrstvy, nebo v horách, kde je možné vidět i vlastní stín na níže ležící oblačnosti ověnčený přízračnou gloriolou. Tento úkaz je též znám pod názvem Brockenský přízrak, podle hory Brocken nacházející se v pohoří Harz v Německu, kde byl často popisován. Zmíněný optický jev také zaznamenal francouzský astronom a meteorolog C. Flammarion (1842-1925) při jednom ze svých letů balónem.