SPACE awareness

# JAKÝ VLIV MÁ SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ NA HVĚZDY: MĚŘIČE HVĚZDNÉ VELIKOSTI

SESTROJTE SI MĚŘIČ HVĚZDNÉ VELIKOSTI A ZJISTĚTE, KOLIK MAGNITUD MÁ TA KTERÁ HVĚZDA.

Amee Hening, Globe at night



**Téma podle vzdělávacího plánu**
the science of Astronomy

**Velká vědecká myšlenka**
Earth is a very small part of the universe.

**Klíčová slova**
Light pollution, Dark skies, Stars, Magnitude

**Věková skupina**
10 - 19

**Stupeň vzdělávání**
Middle School, Secondary School

**Čas**
1h

**Velikost skupiny**
Group

**Dohled z důvodu bezpečnosti**
Unsupervised

**Cena**
Average (5 - 25 EUR)

**Místo**
Outdoors

**Základní dovednosti**
Asking questions, Planning and carrying out investigations

**Typ vzdělávací aktivity**
Partial enquiry

# STRUČNÝ POPIS

Světelné znečištění má vliv na viditelnost hvězd. Když si studenti sestrojí jednoduchý měřič hvězdné velikosti, budou moci určit hvězdnou velikost hvězd a zjistit, jaká je mezní hvězdná velikost.

# CÍLE

Dozvědět se prostřednictvím měření a výpočtů, jaký vliv má světelné znečištění na viditelnost hvězd.

# VÝUKOVÉ CÍLE

- Využít jednoduché vybavení a nástroje ke sběru dat a rozšíření možností našich smyslů.
- Využít data k formulaci přiměřeného výkladu světelného znečištění.
- Popsat, jaký vliv má světelné znečištění na viditelnost hvězd.
- Aplikovat metody vědeckého zkoumání, schopnosti a postoje spojené s vědeckou činností.
- Odhadnout dopad světelného znečištění na konkrétní místo.

# HODNOCENÍ

Zapište do mapy vašeho města mezní hvězdnou velikost a počet hvězd, které na obloze chybí při pozorování z jednotlivých míst, kde studenti prováděli měření. Diskutujte se studenty o výsledcích a o následujících otázkách:

- Jaký si myslíte, že by byl výsledek (např. kolik hvězd by chybělo), kdybyste prováděli měření ve větší blízkosti nejbližšího města?

- A kdybyste je prováděli ve větší vzdálenosti?
- Je venkovní osvětlení silné, nebo spíše slabší?
- Je stejně jasné jako Měsíc v úplňku?
- Kolik je těchto svítidel?
- Jak jsou daleko?
- Jaké byly u jednotlivých hvězd výsledky různých studentů v souvislosti s osvětlením (např. v důsledku měření v odlišných místech)?
- Pokud bylo v daném místě intenzivnější osvětlení, byly stejné hvězdy méně jasné, nebo jasnější?
- Jak přesné jsou tyto údaje?
- Jaký vliv má světelné znečištění? Jak můžeme tento vliv omezit?

# POMŮCKY

- Fólie pro inkoustové tiskárny (1 fólie na 3 měřiče hvězdné velikosti)
- Nůžky (jedny na studenta nebo si je mohou půjčovat)
- Kartotéční lístky (pro každého studenta jeden)
- Lepicí páska
- Mince (fakultativně) (pro každého studenta jedna)
- Šablony na fólie (z 1 vytištěné strany se vyrobí 3 šablony)

# INFORMACE O TÉMATU

### Světelné znečištění:

Světelné znečištění je světlo, které uniklo nežádoucím směrem z chybně navržených a nasměrovaných svítidel. Dochází k tomu především v okolí městských center, kde městské osvětlení omezuje viditelnost hvězd a planet. Na nočních snímcích Země z družic je světelné znečištění patrné jako zářící oblasti v okolí měst.

### Hvězdná velikost:

Hvězdná velikost (též zdánlivá jasnost, magnituda) je v astronomii logaritmická míra jasnosti objektů měřená v určité vlnové délce či spektrálním oboru, obvykle v optickém oboru nebo blízkém infračerveném oboru. Zdánlivá hvězdná velikost Slunce je -27 mag, Měsíce v úplňku -13 mag a nejjasnější planety Venuše -5 mag. Nejjasnější člověkem vytvořený zdroj světla ve vesmíru, odrazy či záblesky družic, mají hvězdnou velikost -9 mag a Mezinárodní kosmická stanice má hvězdnou velikost -6 mag.

# PODROBNÝ POPIS AKTIVITY

**Příprava:**

Než ve třídě sestrojíte měřič hvězdné velikosti, položte fólii na vytištěný list se šablonami (boxes.jpg). Povšimněte si, že na vytištěném listu se třikrát opakují obdélníky očíslované od 1 do 5. Rozstřihejte list a fólii na tři třetiny a obdélníky ponechte v celku. Vytvořte takto pro každého studenta jednu šablonu.

Vyberte si souhvězdí, které budete v rámci aktivity pozorovat, a najděte si jeho schéma (podobné schématu souhvězdí Orion poskytnutému k této aktivitě). Vytiskněte schéma souhvězdí pro každého

studenta. (V zimních měsících na severní polokouli a v letních měsících na jižní polokouli se Orion na obloze snadno pozná v prvních hodinách večera.)

Než studenti začnou odhadovat hvězdnou velikost jednotlivých hvězd, budete si možná chtít udělat hodinu pod hvězdami, při které se studenti naučí hledat souhvězdí a používat měřič hvězdné velikosti, aby každý z nich uměl odhadnout hvězdnou velikost hvězd ve vybraném souhvězdí.

**Sestrojení měřiče hvězdné velikosti:**

**1. krok**

Vyzvěte studenty, aby vystřihli pět obdélníků popsaných čísly 1 až 5 (příloha „boxes.jpg“), přičemž fólie k šabloně zůstává přiložena.

**2. krok**

Vezměte minci, obtáhněte ji a vystřihněte do kartotéčního lístku 5 kruhů, případně jej podélně přeložte napůl a vystřihněte podél přehybu 5 trojúhelníků tak, aby vzniklo pět otvorů ve tvaru kosočtverce. Dbejte na to, aby vystřižené otvory byly rovnoměrně rozloženy vedle sebe po délce kartotéčního lístku.

**3. krok**

Označte otvory vystřižené na lístku čísly od 1 do 5 podobně jako na obrázku níže. Připevněte lepicí páskou část fólie č. 1 na otvor č. 1 tak, aby byl otvor fólií celý překrytý. Vždy když část fólie připevníte ke kartotéčnímu lístku, lepicí páska by otvory neměla zakrývat. Na tom, zda je fólie nahoru rubem či lícem, nezáleží.

**4. krok**

Připevněte lepicí páskou část fólie č. 2 na otvory č. 1–2 tak, aby byly otvory fólií celé překryté.

**5. krok**

Připevněte lepicí páskou část fólie č. 3 na otvory č. 1–3 tak, aby byly otvory fólií celé překryté.

### 6. krok

Připevněte lepicí páskou část fólie č. 4 na otvory č. 1–4 tak, aby byly otvory fólií celé překryté.

### 7. krok

Připevněte lepicí páskou část fólie č. 5 přes celou délku kartotéčního lístku.

### 8. krok

První otvor by měl být překryt 5 vrstvami fólie a pátý otvor jen jednou vrstvou fólie.

## Odhadnutí hvězdné velikosti hvězd:

V zimních měsících na severní polokouli a v letních měsících na jižní polokouli je souhvězdí Orion viditelné v první polovině večera. Můžete použít schéma Oriona (příloha č. 1) nebo schéma jiného souhvězdí, které je večer nad obzorem v jiné části roku. Vyzvěte studenty, ať za bezměsíčného a jasného večera vyjdou na několik minut před dům se schématem souhvězdí a s tužkou. Ať souhvězdí najdou na obloze. Svítidla osvětlující místo pozorování by měla být zhasnutá. Studenti by měli počkat alespoň 5 minut, než si jejich oči zvyknou na tmu.

Poté studenti pozorují každou jednotlivou hvězdu souhvězdí přes otvory měřiče hvězdné velikosti. Ke každé hvězdě ve schématu souhvězdí zapíší nejnižší číslo otvoru, kterým hvězdu vidí. Jedná se o odhad hvězdné velikosti či zdánlivé jasnosti hvězdy. Například hvězda o hvězdné velikosti 3 mag bude vidět otvorem č. 3, 4 a 5. Student však zapíše jen č. 3.

Některé hvězdy studenti kvůli světelnému znečištění neuvidí. Až zapíší hvězdnou velikost všech hvězd do schématu Oriona, nejvyšší hvězdná velikost (nejvyšší zapsané číslo) bude mezní hvězdnou velikostí (nejméně jasnou hvězdou), kterou lze v souhvězdí Oriona pozorovat. Studenti by také měli zapsat, jaké bylo osvětlení na místě, kde údaje zaznamenávali. Ať studenti výsledky měření přinesou do školy. Srovnejte výsledky v rámci třídy. Mějte na paměti, že čím nižší je hodnota hvězdné velikosti (mag), tím je hvězda jasnější; čím je hodnota vyšší, tím je hvězda méně jasná, slabší. Poté studenti mohou odhadnout, kolik hvězd na celé noční obloze chybí (tj. nejsou viditelné) v důsledku světelného znečištění v daném místě.

## Fakultativní doplnění látky: Odhadujeme, kolik hvězd se ztratilo

(Podle kapitoly „Calculating Stars Lost" (Počítáme, kolik hvězd chybí) z knihy Seeing the Sky (Pozorování oblohy) Freda Schaafa, John Wiley & Sons, 1990). K této aktivitě musíte určit mezní hvězdnou velikost pro dané místo – využijte výsledky z výše popsané aktivity „Odhadnutí hvězdné velikosti hvězd".

Teď už víte, že počet viditelných hvězd závisí na kvalitě noční oblohy. Měsíc, atmosférické podmínky a světelné znečištění mohou pozorování slabších hvězd ztížit nebo znemožnit. Také jste zřejmě přišli na to, že astronomové měří jasnost hvězd na stupnici hvězdné velikosti (magnitudy). Připomeňme, že hvězdy hvězdné velikosti 1 mag jsou jasnější než hvězdy hvězdné velikosti 2 mag a ty jsou zase jasnější než hvězdy hvězdné velikosti 3 mag atd.

Díky aktivitě „Odhadnutí hvězdné velikosti hvězd" jste se naučili určit mezní hvězdnou velikost vaší noční oblohy, tj. nejméně jasné viditelné hvězdy. Za optimálních podmínek – za bezměsíčné noci,

jasného nebe a bez světelného znečištění – vidí lidské oko hvězdy do hvězdné velikosti 6 nebo 7 mag. Podle níže uvedené tabulky je při mezní hvězdné velikosti 7 mag viditelných přibližně 14 000 hvězd! Nyní máte všechny předpoklady k tomu, abyste spočítali, kolik hvězd na obloze viditelné z vašeho stanoviště chybí. Stačí, když odečtete přibližný počet hvězd viditelných z vašeho stanoviště od hodnoty 14 000. Pokud jste například zjistili, že mezní hvězdná velikost je 3 mag, můžete prostým okem vidět přibližně 150 hvězd, ale na obloze chybí přibližně 13 850 hvězd (14 000 – 150 = 13 850).

### Doplňková aktivita: občanská věda

Vaši studenti mohou přispět ke skutečnému vědeckému výzkumu světelného znečištění.

Seznamte se s projekty občanské vědy:

- http://www.space-awareness.org/en/games/globe-night/
- http://www.space-awareness.org/en/games/dark-skies-iss/
- http://www.space-awareness.org/en/games/lost-night/
- http://www.space-awareness.org/en/games/loss-night/

## VZDĚLÁVACÍ PLÁN

### Space Awareness curricula topics (EU and South Africa)

Our wonderful Universe, the science of Astronomy

### National Curricula UK

GCSE, physics: AQA Science A/Edexcel/OCR A/OCR B/WJEC GCSE, astrophysics: Edexcel A level, physics: Edexcel, OCR A, OCR B, WJEC A level, science: Earth and space

## DALŠÍ INFORMACE

- What is Light Pollution (Co je to světelné znečištění): http://www.globeatnight.org/learn_light.html
- Light Pollution Interactive Game (Interaktivní hra s tématem světelného znečištění): http://www.globeatnight.org/learn_orionsky.html
- Stellar Magnitude System (Systém hvězdné velikosti): http://www.skyandtelescope.com/howto/basics/Stellar_Magnitude_System.html
- The astronomical magnitude scale (Stupnice hvězdné velikosti): http://www.icq.eps.harvard.edu/MagScale.html

## ZÁVĚR

Výsledky této aktivity je vhodné prodiskutovat spolu s otázkami z části Hodnocení. Také je třeba diskutovat o světelném znečištění, jeho vlivech a o tom, jak se dá omezovat.

Tvorba webových stránek byla financována z programu Evropské komise Horizont 2020, grantová smlouva č. 638653