

Astronomické kroužky a dalekohledy jako mimoškolní aktivity

FILIP HLOŽEK, PETRA ŠTUMPF OVÁ, JITKA HOUFKOVÁ

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK, Praha

Abstrakt

Představíme výsledky dotazníku mezi učiteli fyziky ohledně výuky dalekohledů. Dále průběžné výsledky probíhajícího výzkumu astronomických kroužků v České republice. Hlavní náplní příspěvku pak budou vybrané aktivity a experimenty převzaté z návštěv astronomických kroužků.

Úvod

Na dalekohledy a astronomii obvykle ve výuce nezbyvá mnoho času. V rámcových vzdělávacích programech, např. pro základní školy [1] či gymnázia [2], jsou dalekohledy a astronomie zmíněny ve fyzice jen okrajově, pokud vůbec. Témata jako vesmír a sluneční soustava jsou mnohdy více rozepsána v geografii. Přitom jsou astronomie a optika (tedy i dalekohledy) velmi oblíbenými tématy mezi žáky.

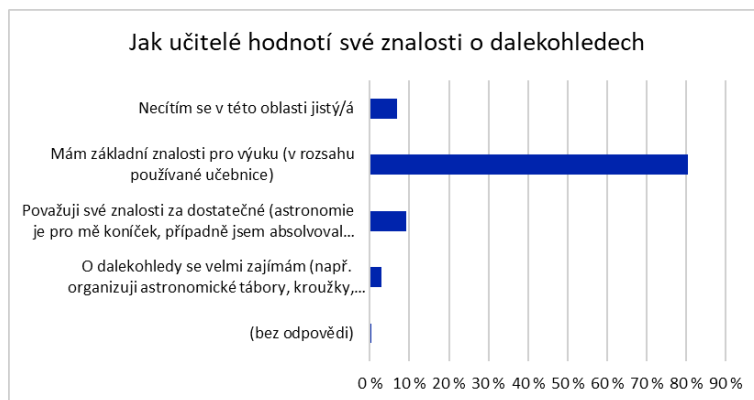
Abychom přesně zjistili, jak se o dalekohledech na školách učí, vytvořili jsme dotazník pro učitele fyziky – viz následující kapitola. Jelikož na dalekohledy nezbyvá ve škole moc času, zajímaly nás i další vzdělávací instituce, kde se těmto tématům věnují. Z toho důvodu jsme udělali rešerši astronomických kroužků, o čemž píšeme v další kapitole. Při návštěvě těchto kroužků jsme objevili celou řadu vzdělávacích aktivit, které lze implementovat do výuky ve školách. Soupis vybraných aktivit pak tvoří hlavní část tohoto příspěvku.

Dotazník o výuce dalekohledů

Průzkum mezi učiteli fyziky byl rozeslán na přibližně 2 500 emailových adres na jaře roku 2021. K tvorbě dotazníku jsme použili profesionální software Typeform. Celkově nám zpět přišlo 415 odpovědí, návratnost tak činila asi 17 %. Náš průzkum si kladl za cíl odpovědět na otázky, jaké mají učitelé znalosti o dalekohledech, jaké mají praktické zkušenosti, jaké vybavení pro výuku na školách mají, jaká navštěvují specializovaná zařízení, co by jim při výuce dalekohledů pomohlo, a tak podobně. Z poměrně rozsáhlého dotazníkového šetření vybíráme pouze několik výsledků.

První závěr můžeme učinit již z toho, že dotazník nevyplnilo zhruba 83 % oslovených učitelů. Lze se domnívat, že jistá část z těchto učitelů dotazník ani neotevřela proto, že o dalekohledech vůbec neučí, tedy nemá důvod zodpovídat na otázky, které se týkají jejich výuky.

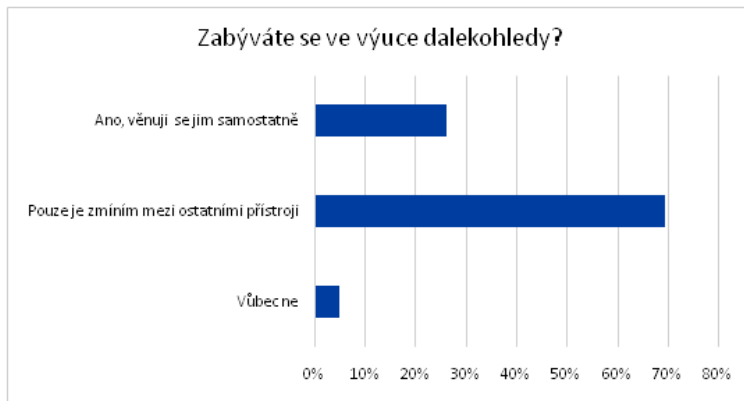
Jednou ze základních otázek bylo, jak učitelé hodnotí své znalosti o dalekohledech. Jak lze vidět na obr. 1, většina dotázaných soudí, že má pouze základní znalosti o dalekohledech v rozsahu používané učebnice. Samozřejmě nelze očekávat, že učitelé budou vyučovat vše, co je psáno v učebnicích, nicméně se často o učitelích obecně předpokládá, že budou disponovat o něco hlubšími znalostmi. Tento výsledek koresponduje s tím, zda se učitelé ve výuce zabývají dalekohledy. Z grafu na obr. 2 plyne, že pouze čtvrtina učitelů vyučuje dalekohledy samostatně. Hlubší analýza dat ukázala, že znalosti o dalekohledech skutečně do jisté míry korespondují s tím, zda o nich učitelé učí či nikoliv. Přesto ale asi polovina z učitelů, kteří dalekohledům rozumí, je zmiňují jen mezi ostatními optickými přístroji.



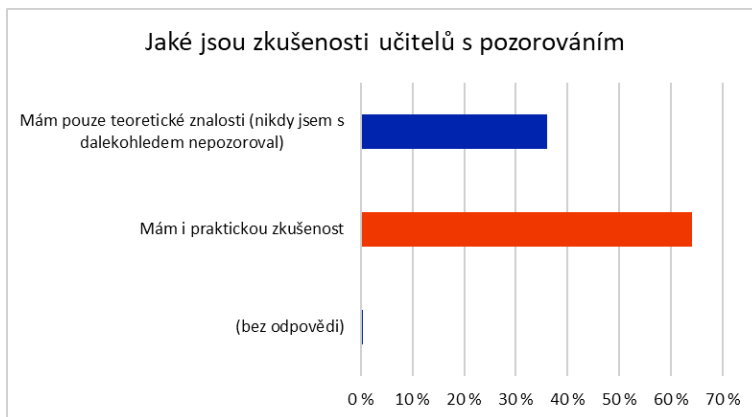
Obr. 1 Jak učitelé hodnotí své znalosti o dalekohledech. Většina z nich bohužel soudí, že má pouze základní znalosti v rozsahu používané učebnice.

Podobně nás zajímalo, jaké jsou praktické zkušenosti učitelů s pozorováním dalekohledem. Zde můžeme vidět příznivější výsledky, neboť asi dvě třetiny učitelů připouští, že si na dalekohled takzvaně sáhli (obr. 3). Těchto učitelů jsme se dále ptali na konkrétní zkušenosti. A jak je vidět na obr. 4, téměř polovina z těchto učitelů neumí pracovat s dalekohledy samostatně, pouze s odbornou asistencí (pravděpodobně s pracovníkem hvězdárny). Celkově jsme

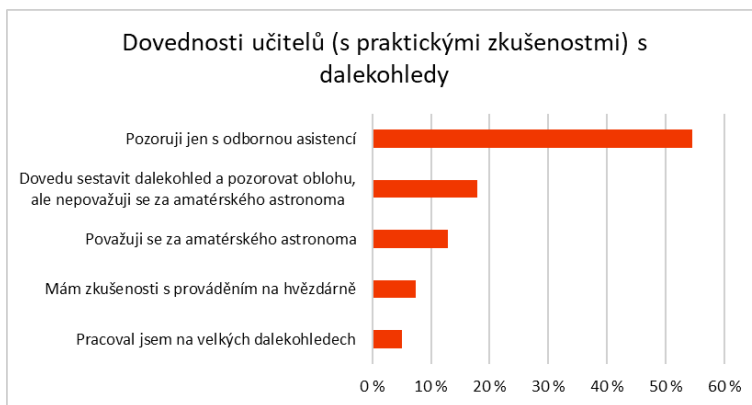
tak zjistili, že ze všech respondentů umí s dalekohledem samostatně pozorovat oblohu jen asi 30 % učitelů.



Obr. 2 Zabývají se učitelé ve výuce dalekohledy? Z odpovědí vyplývá, že asi jen čtvrtina respondentů vyučuje dalekohledy samostatně.



Obr. 3 Dvě třetiny učitelů tvrdí, že má kromě teoretických znalostí také praktickou zkušenost při zacházení s dalekohledy.



Obr. 4 Učitelům s praktickými zkušenostmi s dalekohledem (viz předchozí obrázek) jsme položili ještě doplňující otázku, jaké konkrétní zkušenosti mají. Více jak polovina z těchto učitelů uvádí, že pozorovali pouze s odbornou asistencí, tedy zřejmě s některým pracovníkem na hvězdárně.

Rešerše astronomických kroužků

Podařilo se nám zjistit, že v České republice bylo v letech 2021/22 provozováno více než třicet astronomických kroužků. Kompletní seznam na internetu zatím není nikde k dispozici, ale v současnosti probíhá spolupráce s autory webu [3], kam jsou astronomické kroužky postupně přidávány. Web by měl být také průběžně aktualizován, takže webové odkazy na kroužky by měly zůstat funkční. V současné době jsou na těchto stránkách dohledatelné všechny astronomické instituce jako hvězdárny a planetária. Dokonce zde najdete i vybraná zahraniční zařízení tohoto charakteru, ačkoliv jejich seznam si neklade za cíl být úplným.

S vedoucími vybraných astronomických kurzů jsme vedli polostrukturované rozhovory. Jejich cílem bylo zmapovat nejen aktivity na těchto kurzech, ale i jaké děti se kurzů účastní, jaká je jejich motivace, a podobně. Zjistili jsme tak, že tyto kurzy jsou nejčastěji navštěvovány dětmi ve věku od deseti do dvanácti let, a pro tuto věkovou skupinu jsou také nejčastěji určené. Jak nám bylo mnohokrát řečeno, v tomto věku už jsou děti schopné rozumět tomu, o čem je chtějí vedoucí kurzů učit, ale přitom jsou ještě dostatečně zvědavé, aby se o astronomii chtěly dozvědět samy a mohly si k ní najít cestu. Starší děti se těmto kurzů účastní málokdy, a pokud ano, tak se jedná o absolventy, kteří pomáhají s programem a organizací kroužků.

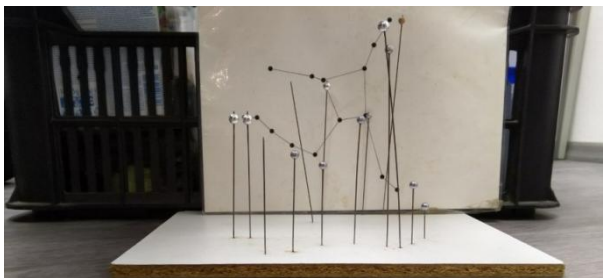
Kurzy jsou vedeny obvykle nadšenci z řad astronomů, kteří se těmto mimoškolním kroužkům věnují proto, aby svou lásku k astronomii předali mladší generaci. Program kurzů obvykle záleží na účastnících, na tom co je nejvíce zajímavá. Obvyklými tématy tak jsou kosmonautika, galaxie, planety a další, co je zrovna pro účastníky atraktivní. Vedoucí kurzů s dětmi často pozorují noční oblohu, hrají různé hry a dělají kvízy, aby je kroužek co nejvíce bavil.

Vzdělávací aktivity zaměřené na astronomii a dalekohledy

Souhvězdí a perspektiva

Žáci mnohdy znají některá souhvězdí či objekty na obloze (např. Velký vůz). Jenže tato souhvězdí si projektujeme z objektů rozmístěných v prostoru na nebeskou sféru, která je dvojrozměrná. Aby si žáci uvědomili postavení hvězd (a zároveň naší planety) ve vesmíru, měli by chápat i perspektivu, v jaké hvězdy na obloze vidíme.

Ve výuce s žáky můžete vyrobit poměrně jednoduchou pomůcku, viz obrázek 5. Potřebujete k tomu kresbu souhvězdí, podle které pak sestavíte tyčky a kuličky, znázorňující hvězdy v souhvězdí. Z jednoho pohledu se pak budou jevit hvězdy ve správném postavení, z jakéhokoliv jiného (jako bychom byli v jiném místě ve vesmíru) se však obrazec změní v naprosto odlišný.



Obr. 5 Model souhvězdí, znázorňující hvězdy z pohledu ze Země. Pokud však na souhvězdí koukáme pod jiným úhlem (jakoby z jiného místa ve vesmíru), vidíme zcela jiný obrazec

Model souhvězdí v kelímku

Další aktivita se opět týká souhvězdí. Tentokrát však nejde o znázorňování perspektivy, ale jen o efektní promítnutí souhvězdí na zeď. Potřebujete jen kelímek, na jehož dno umístíte obrázek souhvězdí a na místech hvězd propíchá-

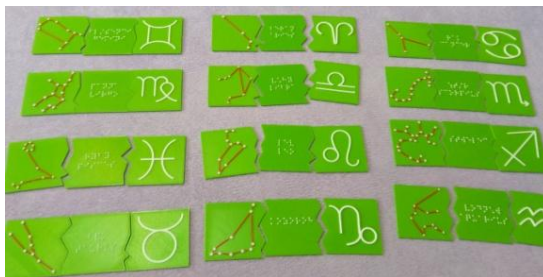
te do kelímku malé díry. Pak už stačí jen kelímeček prosvítit např. mobilním telefonem. Výsledek můžete vidět na obrázku 6. Pokud nemáte kelímeček, lze použít klidně i kartón. Pak však potřebujete silnější zdroj světla než jen mobilní telefon.



Obr. 6 Souhvězdí Velká medvědice vytvořené pomocí kelímku a světla z mobilního telefonu

Pexeso se souhvězdími zvěrokruhu

Souhvězdí do třetice. Na tuto aktivitu toho není moc potřeba. Musíte si jen vytisknout dílky pexesa na 3D tiskárně. Soubory potřebné k vytištění najdete na stránkách [4]. Jsou připravené k tisku ve více vrstvách, takže dílky mohou být vytištěny ve třech barevných vrstvách, viz obrázek 7. Pexesa jsou k dispozici v klasické variantě (dva dílky) nebo v rozšířené, kterou právě vidíte na obrázku (tři dílky). Verze pro tři dílky obsahuje ještě modifikaci, totiž kartičky pro nevidomé s nápisy v Braillově písmu.



Obr. 7. Pexeso se souhvězdími zvěrokruhu. Lze je vytisknout na 3D tiskárně v podobném barevném provedení. Názvy souhvězdí jsou psány jednak běžným písmem, na adrese [4] je však najdete i ve verzi s Braillovým písmem.

Počet hvězd na obloze a světelné znečištění

Na nebeské sféře je velké množství hvězd, jejichž seznam lze dohledat např. na internetu. Pokud byste ale chtěli s žáky spočítat přibližný počet hvězd na noční obloze, lze to udělat poměrně jednoduchým výpočtem a experimentem. Vytvoříte si rámeček tvaru čtverce, jehož strana má daný rozměr, řekněme 20 cm. Obsah čtverce tedy bude 400 cm^2 . Rámeček pak budete držet v určité vzdálenosti od oka, např. 50 cm. V této vzdálenosti je plocha nebeské sféry (tvaru polokoule) přibližně $15\,708 \text{ cm}^2$. Vyrobený rámeček se tedy na nebe vejde zhruba čtyřicetkrát. Pak už jen stačí spočítat počet hvězd v rámečku a vynásobit čtyřiceti. Tím získáte přibližný počet hvězd na obloze.

Tímto rámeček můžete demonstrovat i světelné znečištění. Počet hvězd na obloze (na daném místě na nebi v danou dobu) bude výrazně nižší ve městě než někde na venkově. S žáky pak můžete diskutovat roli světelného znečištění pro pozorování noční oblohy.

Demonstrace seeingu

Práci astronomů často znesnadňuje atmosféra, jejíž vrstvy o různých teplotách způsobují mihotání objektů na obloze. Tomuto efektu se říká *seeing*. Abychom ho demonstrovali s žáky ve výuce, potřebujeme silný zdroj světla (např. meotar), karton s propíchnutou dírkou (tu prosvítíme, vzniklý obraz představuje hvězdu) a sklenici vody.

Seeing pak můžeme předvést dvojím způsobem. Jeden je zachycen na obr. 8. Ve sklenici jsme zachytili obraz hvězdy. Zatřese-li sklenici s vodou, obraz se rozostří. Efektivněji však můžeme seeing demonstrovat, když v zatemněné místnosti necháme hvězdu promítat skrz sklenici na strop. Je-li sklenice v klidu, pozorujeme na stropě kruh světla. Avšak pokud hladinu vody ve sklenici narušíme, i třeba minimálně, obraz se zachvěje.



Obr. 8 Demonstrace rozmazání obrazu vlivem atmosféry (*seeingu*) na zdroji světla a sklenici vody

Pozorování Slunce

Hned na úvod je potřeba upozornit, že pozorování Slunce dalekohledem může být při neopatrném zacházení velmi nebezpečné. Sluneční paprsky mají velkou sílu, ale pokud je dalekohled koncentruje do jednoho místa, můžou mít pro lidský zrak fatální následky. Nenechte tedy nikdy své žáky Slunce pozorovat bez dozoru a vždy kontrolujte, zda je používané vybavení v pořádku.

Slunce lze pozorovat vícero způsoby. Jednou z možností je promítnout si hvězdu na papír. K tomu stačí i poměrně levný triedr, ovšem měli byste si k němu pořídit i stojan. Bez něj hrozí, že se bude Slunce neustále pohybovat mimo zorné pole dalekohledu. Další možností je vyrobit si pro váš teleskop sluneční filtr. Na to stačí koupit solární fólii a pomocí kartónu a oboustranné lepicí pásky filtr vyrobit. Buďte si jistí, že jste postupovali přesně podle návodu a filtr pak opatrně skladujte, ať nedojde k poškození ochranné části. Takový sluneční filtr jistě využijete při zatměních Slunce. Velmi efektní pak jsou různé východy a západy Slunce, jako můžete vidět na obr. 9.



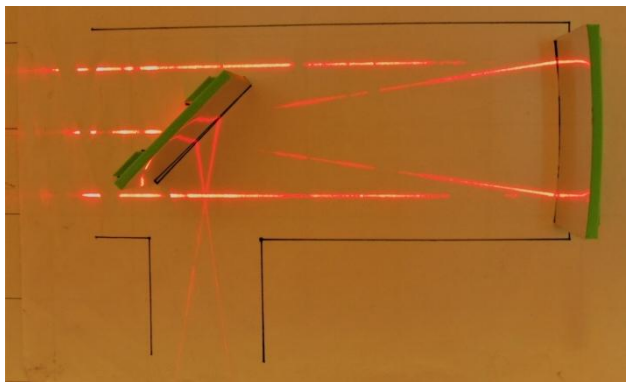
Obr. 9 Východ Slunce pozorovaný dalekohledem se solárním filtrem

Modely dalekohledů

Co se týče dalekohledů, je samozřejmě nejnázornější ukázat dětem opravdový dalekohled, kterým mohou nejlépe také pozorovat. Jenže ve škole na něco takového často není prostor nebo vybavení. Pokud víme, co žákům o dalekohledech chceme říci, stačí si vybrat některý z modelů, který daný fyzikální jev demonstruje.

Vytvoření modelu refraktoru je poměrně snadné, mnohdy se vyskytuje i v různých optických sadách, jak je popsáno např. v [5]. Poněkud levnějšího řešení však lze také docílit pomocí elektrikářské lišty a levných vyřazených čoček, viz [6].

Situace s reflektory (zrcadlovými dalekohledy) už je komplikovanější. Ovšem i takové modely lze vytvořit, zatím alespoň pro dvojrozměrné znázornění chodu světelných paprsků (to žáci obvykle znají z fyzikálních úloh a z učebnic). Na obr. 10 tak můžete vidět, co lze předvést s takovým modelem Newtonova dalekohledu. K jeho výrobě stačí pouze vytisknout pevné části zrcadel (k dispozici na stránkách [4] nebo [7], kde najdete také model Cassegrainova dalekohledu) a pak jejich povrch pokrýt odrazivou fólií. Do modelů lze vteřinovým lepidlem vlepit i neodymové magnety, a tak můžete chod světelných paprsků demonstrovat před žáky i na tabuli. Tyto modely vznikly jako součást diplomové práce [5], kde jsou detailně popsány (viz také [8]).



Obr. 10 Model Newtonova dalekohledu k vytištění na 3D tiskárně. Po nalepení zrcadlové fólie slouží vytištěné části jako zrcadla. Rovnoběžnými laserovými paprsky pak lze demonstrovat chod světla v dalekohledu.

Do fungování dalekohledů lze proniknout i jinak, trochu hravější formou. Necháte žáky vymodelovat ze samotvrdnoucí hmoty povrch nějakého vesmírného tělesa, třeba Měsíce nebo Venuše. Potom vezmete větší počet špejlí (vyzkoušeno se sedmi sty), které jsou svázány gumičkou, a necháte je spadnout na vytvořený povrch. Do špejlí se povrch obtiskne a obraz tak vznikne na vrchu použitých špejlí (obr. 11). Přestože je tento model jednodušší než předchozí, můžete diskutovat např. vytváření obrazu pomocí pixelů (jedna špejle = jeden pixel). Zároveň takto nefungují jen optické dalekohledy, ale i radioteleskopy.

Např. povrch Venuše byl zmapován právě pomocí těchto teleskopů, jelikož světlo skrz její atmosféru nepronikne, ale rádiové vlny ano.



Obr. 11 Teleskop modelovaný pomocí špejlí, které dopadají na model povrchu vesmírného tělesa.

Závěr

Dalekohledům se v hodinách fyziky nevěnuje příliš pozornosti a nepamatují na ně příliš ani rámcové vzdělávací programy. Výsledky dotazníkového šetření mezi učiteli fyziky naznačují, že mnoho fyzikářů nemá hlubší znalosti z fyziky nebo že nedovede samostatně pozorovat oblohu dalekohledem. Tento příspěvek by tak měl sloužit jako zdroj inspirace pro ty, kdo by chtěli do svých hodin začlenit nové aktivity k tématům astronomie a optika (dalekohledy). Většina uvedených aktivit pochází z navštívených astronomických kroužků, které vedou obvykle nadšenci do astronomie, kteří jsou ochotni vždy sdílet všechny své znalosti a dovednosti za účelem dalšího vzdělání v tomto oboru.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen Univerzitou Karlovou, projekt GA UK, No 274121.

Literatura

- [1] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZP)*. Praha MŠMT 2021. Dostupné online: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021.pdf>
- [2] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G)*. Praha MŠMT 2021. Dostupné online: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/RVPG-2007-07_final.pdf
- [3] *Mapotic – Říše hvězd*. [cit. 28. 8. 2022]. Dostupné online: www.mapotic.com/rise-hvezd
- [4] *Fyzweb*. [cit. 28. 8. 2022]. Dostupné online: <https://fyzweb.cz/materialy/hlozek/>
- [5] Hložek F.: *Modely zrcadlových dalekohledů*, In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 25. Sborník konference, Praha 2020. Dostupné online: https://vnuf.cz/2020/sbornik_VNUF_2020.pdf
- [6] Dvořák L.: *Další nápady z Malé Hraštic: co s čočkami*. Sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Praha 2010, p. 47-51. Dostupné online: [https://vnuf.cz/sbornik/rocniky/Veletrh_15_\(Praha_2010\).pdf](https://vnuf.cz/sbornik/rocniky/Veletrh_15_(Praha_2010).pdf)
- [7] *Optická sada – KDF MFF UK*. [cit. 28. 8. 2022]. Dostupné online: <https://kdf.mff.cuni.cz/optickasada/>
- [8] Hložek F.: *Pokusy z geometrické optiky pro výuku na základní a střední škole*. Diplomová práce obhájená na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy, 2019.