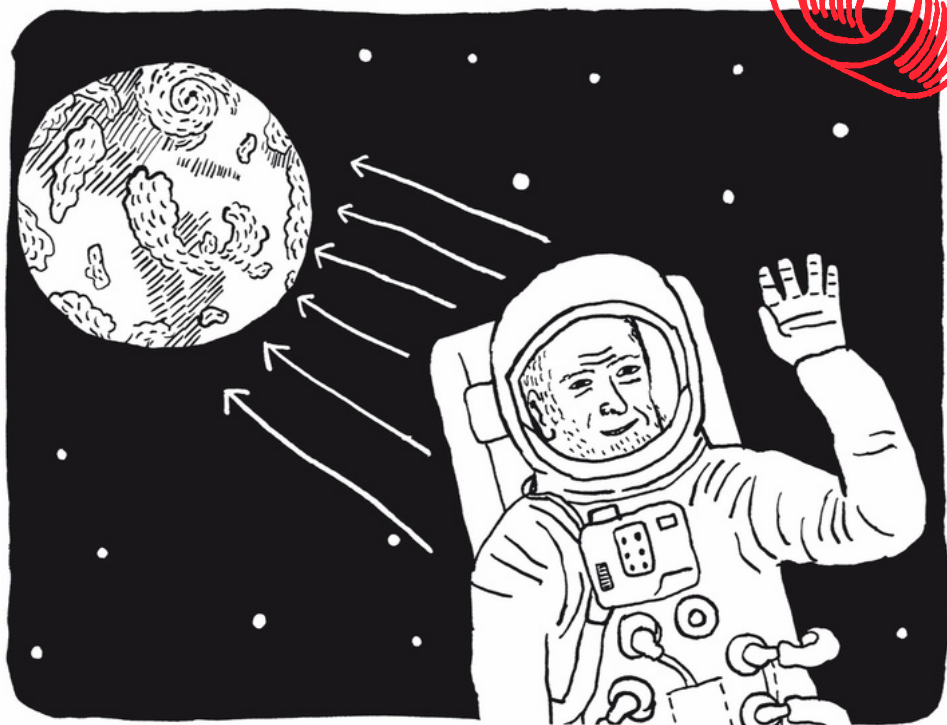


# ELIXÍR NÁPADŮ

PRO ŠKOLNÍ ROK



ELIXÍR  
DO ŠKOL  
.....



Elixír nápadů pro školní rok 6

Editor: RNDr. Věra Koudelková, Ph.D.

Pro Elixír doškol, z.ú. vydalo nakladatelství MatfyzPress v roce 2026 jako svou 737. publikaci. Text neprošel recenzním ani lektorským řízením nakladatelství MatfyzPress. Nakladatelství MatfyzPress neodpovídá za kvalitu ani obsah textu.

Publikace byla vydána pro potřeby učitelů fyziky a přírodovědných předmětů.

Všechny příspěvky byly recenzovány, za jejich obsah však zodpovídají autoři.

1. vydání

ISBN 978-80-7378-543-7

# OBSAH

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obsah .....                                                                                                      | 3  |
| Věra Koudelková: Poznámka editora .....                                                                          | 4  |
| Petra Prošková: Vesmír, který nutí žasnout a ptát se .....                                                       | 5  |
| Jan Spratek: Vesmír jako laboratoř, výzva i inspirace .....                                                      | 6  |
| Boris Brovkin: Stav beztlíže v misi Zero-G České cesty do vesmíru .....                                          | 11 |
| Veronika Florianová: Družicové snímky ve výuce .....                                                             | 16 |
| Hana Trhlíková: Vesmírná mise – ESA projekty .....                                                               | 29 |
| Irena Dvořáková: Pokusy na ISS .....                                                                             | 36 |
| Věra Koudelková: Jak vypadá nebe na Měsíci?.....                                                                 | 47 |
| Michaela Sopko: Uvažujete o planetární stezce v okolí školy?.....                                                | 51 |
| Jakub Jermář, Pavel Böhm: Procházka Sluneční soustavou — model<br>vesmírných vzdáleností na skutečné trase ..... | 56 |
| Pavel Böhm, Jakub Jermář: Orbitální simulátor – hravé zkoumání pohybů<br>těles.....                              | 60 |
| Aneta Čermáková: Zatmění Slunce v krabici od bot .....                                                           | 68 |
| Čestmír Krejčí: Cedník místo dalekohledu .....                                                                   | 71 |

# POZNÁMKA EDITORA

Letošní ročník už 6. sborníku Elixíru do škol je zase trošku jiný. Neobsahuje 10 příspěvků (jeden na každý měsíc školního roku), i když tuto tradici jsme porušili už loni. Autory příspěvků nejsou jen vedoucí center Elixíru a rozhodně nejde jen o aktivity, které se v posledním roce v centrech dělali. Naším cílem bylo ukázat, že Vesmír není jen téma výuky v 9. ročníku, ale že se hodí k Newtonovým zákonům, do výuky chemie nebo třeba informatiky a technického kroužku. Liší se i tipy aktivit – najdete tady drobné materiály vhodné vlastně do libovolné hodiny fyziky, větší projekty, zkušenosti s využitím materiálů vzdělávací kanceláře ESA, ale i pohled účastníka jednoho velmi unikátního projektu.

A protože těsně před začátkem školního roku jsme mohli pozorovat zatmění Slunce a další nás čeká těsně po konci školního roku, najdete tady i dva příspěvky ukazující netradiční způsoby, jak zatmění bezpečně pozorovat. Příjemné čtení a zkoumání (nejen) vesmíru.

Věra Koudelková

# VESMÍR, KTERÝ NUTÍ ŽASNOUT A PTÁT SE

Tyhle řádky píšu ve středu 12. srpna 2026 v podvečer: za pár hodin se u nás Slunce z více než 86 procent schová za Měsíc a nízko nad obzorem uvidíme nezvykle výrazné částečné zatmění. A sotva se setmí, začne kulminovat roj Perseid: noc bez rušivého svitu Měsíce, na obloze 50 až 80 meteorů za hodinu. Zatmění a vrchol „slz svatého Vavřince“ ve stejný večer. Takové vesmírné divadlo nám nebe nezahraje často.

Vesmír je i průřezovým tématem letošního Elixíru nápadů. Umí totiž přesně to, o co se ve třídě vy, učitelé, snažíte každý den: přimět děti „vzhlédnout“, žasnout a ptát se, „jak to funguje“.

Sborník navíc vzniká v období, kdy jsme v roli člena konsorcia ESA-ESERO ČR, kde vedle nás hrají zásadní roli Planetum, Hvězdárna a planetárium Brno a jako hlavní partner Česká asociace science center. ESERO nestaví na astronomii pro pár nadšenců, ale vesmír je pro něj obousměrnou bránou k fyzice, chemii, informatice i technice.

Technologie vyvinuté pro přežití ve vesmíru, od filtrů na čištění vody přes odolné materiály až po miniaturizovanou elektroniku, se dřív nebo později vracejí zpátky na Zemi a stávají se běžnou součástí našeho života. A funguje to i obráceně, nápad vyzkoušený ve třídě nebo kdekoliv na Zemi se jednou může ocitnout na palubě sondy směřující k jinému tělesu sluneční soustavy. A přesně to je také obsahem práce center Elixíru: otevírat velká témata a udělat z nich něco, co jde jednoduše přenést do běžné třídy.

Ve sborníku, který právě čtete, najdete pestrou nabídku nápadů a aktivit: od tvorby planetární stezky v terénu až po 3D modelování Měsíce a třeba i návod, jak zatmění Slunce sledovat jinak než přímým pohledem.

Takže, kdykoliv vyjdete ven a uvidíte srpek zatmělého Měsíce nebo Slunce mizet za obzorem, nebo se po půlnoci zahledíte do meteorického deště nebo jen tak budete brouzdat pohledem noční oblohou, zkuste si tu chvíli zapamatovat a přemýšlet o tom, jak alespoň kousek toho zážitku přenést do každé třídy.

Ať se vám s letošním sborníkem dobře experimentuje a ať vám nejen vesmír a Elixír přináší tu správnou energii a inspiraci.

Těším se na společné setkávání, tvoření a učení v našich centrech.

Petra Prošková

# VESMÍR JAKO LABORATOŘ, VÝZVA I INSPIRACE

Jan Spratek

Představujeme Vzdělávací kancelář Evropské kosmické agentury (ESA) pro Českou republiku, ESERO ČR

*Vesmír dokáže probudit zvědavost téměř v každém žákovi. Vzdělávací kancelář ESA-ESERO ČR pomáhá učitelům tuto přirozenou fascinaci proměnit v konkrétní výuku – od jednoduchého pokusu v mateřské škole přes práci s družicovými snímky až po programování počítačů na Mezinárodní kosmické stanici (ISS) nebo stavby vlastních atmosférických sond.*

## Co je ESA-ESERO ČR

ESERO je zkratka anglického názvu European Space Education Resource Office. Jde o hlavní projekt Evropské kosmické agentury (ESA) zaměřený na podporu primárního a sekundárního vzdělávání. Národní kanceláře ESERO působí ve více než dvaceti evropských zemích a společně vytvářejí síť, která zpřístupňuje školám témata kosmického výzkumu, technologií a aplikací, jako je například pozorování Země.

Posláním ESERO není vychovávat pouze budoucí astronomy nebo konstruktéry raket. **Vesmír slouží především jako atraktivní mezioborové téma**, v němž lze učit fyziku, matematiku, informatiku, chemii, biologii, zeměpis, techniku, výtvarnou výchovu, angličtinu i tělesnou výchovu. Žáci při tom řeší skutečné problémy, experimentují, pracují s daty, navrhuji vlastní řešení nebo se učí spolupracovat a posouvat dále jako astronauti. Získané dovednosti jsou využitelné daleko za hranicemi kosmických oborů.

Českou kancelář realizuje konsorcium vzdělávacích a vědeckých institucí: Planetum – Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Hvězdárna a planetárium Brno, Elixír do škol a Česká asociace science center. Díky této spolupráci se aktivity dostávají k pedagogům a žákům napříč Českou republikou a propojují školy s odborníky, popularizátory, výzkumnými pracovišti i kosmickým průmyslem.

## Komu a jak pomáháme

Nabídka ESA-ESERO ČR je určena učitelům mateřských, základních a středních škol, pedagogům volného času i pracovníkům neformálního vzdělávání. Zapojit se mohou zkušení učitelé STEM předmětů i ti, kteří s kosmickými tématy teprve začínají. Řada aktivit **nevyžaduje speciální vybavení ani předchozí znalosti a lze ji zařadit do jedné vyučovací hodiny**. Jiné projekty nabízejí prostor pro dlouhodobou týmovou práci, školní klub nebo mezioborový projekt.

ESERO ČR vytváří a do češtiny převádí výukové materiály, pracovní listy a metodiky, které lze filtrovat podle věku i předmětu. Učitelé v nich najdou například návody pro práci s družicovými snímky v Copernicus Browseru, experimenty s krátery, materiály pro kosmické lodě, aktivity o gravitaci, lidském těle nebo životních podmínkách mimo Zemi. K dispozici jsou také pomůcky, například gravitační simulátor, sady Astro Pi nebo Spacecraft Material Kit.

Důležitou součástí činnosti jsou praktické workshopy, kurzy, webináře a konference pro pedagogy. Konají se během školního roku v různých regionech a účast na akcích pořádaných či spolupořádaných ESERO je zdarma. Učitelé si zde aktivity sami vyzkoušejí, získají metodickou podporu a poznají další pedagogy, s nimiž mohou sdílet zkušenosti. Aktuální termíny jsou vždy uvedeny v kalendáři na webu ESERO ČR.



Obr. 1. Workshop pro učitele.

## Do čeho se mohou školy zapojit

Programy pokrývají široké věkové rozpětí i různé úrovně náročnosti. Některé lze dokončit během několika hodin, jiné vedou tým celým školním rokem. Absolutní většina z nich je otevřena bez účastnického poplatku a ESERO k nim nabízí české informace, materiály a podporu mentorům.

- **Astro Pi** – žáci do 19 let programují mikropočítače umístěné na palubě Mezinárodní kosmické stanice (ISS). Mise Zero je vhodná i pro úplné začátečníky, Mise Space Lab nabízí náročnější práci s Pythonem, senzory a obrazovými daty. Správně připravený kód skutečně běží na ISS a tým nebo jednotlivec získá certifikát.
- **Mission X: Trénuj jako astronaut** – program zejména pro 1. stupeň ZŠ propojuje poznávání vesmíru a lidského těla s pohybem, zdravým životním stylem a týmovou spoluprací. Třída plní fyzické a vědecké úkoly inspirované přípravou astronautů.
- **Moon Camp** – otevřená mezinárodní výzva, v níž děti a studenti navrhnou základnu nebo její část na Měsíci či jiném kosmickém tělese. Mohou využít 3D modelování, Minecraft, robotiku, experiment, modelářství, LEGO, kresbu nebo jinou techniku. Projekt lze odevzdat i v češtině.
- **Climate Detectives** – badatelský projekt zaměřený na klima a životní prostředí. Týmy si vyberou problém ve svém okolí, formulují otázku, shromažďují pozemní data a využívají družicové snímky. Učí se tak nejen chápat změny na Zemi, ale také pracovat s důkazy a navrhnout vlastní opatření.
- **CanSat** – výzva především pro středoškolské týmy, které navrhnu, postaví a otestují funkční sondu o velikosti plechovky. Projekt propojuje elektroniku, programování, fyziku, konstruování, rádiovou komunikaci, analýzu dat i projektové řízení a vrcholí skutečným vypuštěním nejlepších sond.
- **Hack an Exoplanet** – aktivita pro studenty přibližně od 14 do 19 let, kteří pracují s reálnými daty z kosmických dalekohledů a pomocí matematiky a fyziky odhalují vlastnosti planet mimo Sluneční soustavu. Lze ji využít jako devadesátiminutovou skupinovou lekci i jako základ delšího projektu.

- **Czech Rocket Challenge** – národní soutěž pro středoškolské a vysokoškolské týmy. Úkolem je navrhnout, postavit a odpálit vlastní raketu s dodaným motorem; hodnotí se dosažená výška, technické řešení i kreativita.
- **Expedice Mars** – projekt pro zvědavé mladé lidi ve věku 13 až 18 let z Česka a Slovenska. Účastníci procházejí výběrovými koly a ti nejlepší zažijí stohodinovou simulovanou misi, během níž musí využít odborné znalosti, samostatnost i schopnost fungovat jako posádka.
- **Dotkni se vesmíru** – týmy připravují vlastní stratosférickou sondu, kterou vypustí pod meteorologickým balónem. Žáci mohou měřit vybrané veličiny, pořídit záběry zakřivení Země a projít celým procesem od návrhu mise po vyhodnocení získaných dat.



Obr. 2. Národní finále CanSat 2025.

## Začít lze i malým krokem

Zapojení do kosmického vzdělávání nemusí znamenat založit hned raketový tým. Prvním krokem může být jediný pracovní list, krátký experiment, astronautská rozcvička nebo prohlédnutí družicových snímků okolí školy. Učitel si může nejprve vyzkoušet workshop a teprve poté zvolit projekt

odpovídající věku žáků, času i vybavení školy. ESERO ČR je tu právě proto, aby na to pedagog nebyl sám – pomůže s výběrem aktivity, metodikou i orientací v pravidlech soutěží.

Vesmír přitahuje pozornost, ale jeho největší vzdělávací síla spočívá v něčem jiném: přirozeně propojuje obory a dává žákům důvod ptát se, zkoušet, počítat, tvořit a hledat vlastní řešení. A právě taková zkušenost může být začátkem dlouhodobého zájmu o vědu a techniku – nebo jednoduše hodinou, na kterou budou žáci ještě dlouho vzpomínat.



Obr. 3. Z letu Zero-G.

Více informací, materiály a aktuální termíny: [www.eserocz.cz](http://www.eserocz.cz)



# STAV BEZTÍŽE V MISI ZERO-G ČESKÉ CESTY DO VESMÍRU

Boris Brovkin

Dne 30. března 2025 odstartoval z Letiště Václava Havla unikátní let s českou posádkou. Na palubu největšího letadla na světě, ve kterém astronauti trénují před tím, než letí na oběžnou dráhu, Airbusu A310, nastoupilo 26 žáků, kteří uspěli ve výběru do mise Zero-G v rámci národního projektu Česká cesta do vesmíru [1] a získali možnost zažít stav beztíže. Spolu s kadety se letu zúčastnili také popularizátoři vědy a veřejně známé osobnosti. Trup letadla se tak na několik hodin proměnil v opravdovou fyzikální laboratoř, ve které bylo možné stát se astronautem a vyzkoušet si na vlastní kůži pokusy známé z učebnic.



Obr. 1. Účastníci mise Zero-G.

## Pro koho byla mise určena

Do mise se mohl přihlásit kdokoli ve věku od 13 do 18 let, především však byla určena mladým nadšencům pro vědu, techniku a kosmonautiku. Výběrový proces byl inspirován výběrovým řízením a výcvikem astronautů.

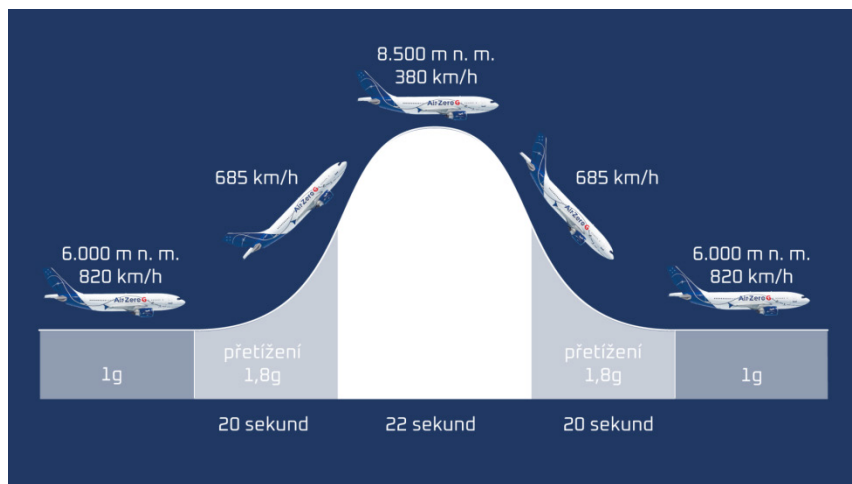
Neověřovaly se znalosti a vědomosti, ale především schopnost spolupracovat, komunikovat, reagovat v nečekaných situacích a zvládat psychickou i fyzickou zátěž. Vybraní kadeti rovněž absolvovali společný výcvik, během něhož si vyzkoušeli přežití v terénu, poskytnutí první pomoci a řadu dalších aktivit zaměřených na týmovou spolupráci a zvládání náročných situací.

## Průběh letu

Označením Zero-G se rozumí stav beztlíže. Ten vzniká tak, že se letadlo, lidé i všechny předměty v něm po určitou dobu pohybují setrvačně ve společném volném pádu. Člověk proto přestane vnímat sílu, kterou za běžných podmínek působí na podlahu nebo sedadlo.

Piloti vedou letadlo po parabolické dráze. Letoun nejprve začne prudce stoupat do předem určené výšky pod úhlem přibližně 47 stupňů. Při přechodu do stoupání zažívá posádka přetížení kolem 1,8 g. To znamená, že její členové vnímají své tělo jako téměř dvakrát těžší než za běžných podmínek na Zemi a i jednoduché pohyby vyžadují větší námahu.

Během stoupání piloti najednou sníží tah motorů a letadlo začnou vést po balistické křivce (parabole). Letadlo ještě chvíli stoupá, prudce zpomaluje, dosáhne vrcholu dráhy a následně začne klesat. Během této části letu se letoun i posádka nacházejí ve volném pádu. Přibližně na 22 sekund tak vzniká stav beztlíže.



Obr. 2. Schéma letu Zero-G.

Následně piloti letadlo vyrovnají a při návratu do vodorovného letu posádka znovu krátce zažívá přetížení kolem 1,8 g. To je provázeno pochopitelným silným pádem těl na vypolstrovanou podlahu letadla. Poté následuje několikaminutová přestávka před další parabolou. Při tomto typu letu s žakovskými posádkami se celý cyklus opakuje celkem šestnáctkrát. Součástí letu byly také dvě simulace měsíční gravitace a jedna simulace gravitace na Marsu.

Během letu byli kadeti i další členové posádky rozděleni do čtyř skupin, ve kterých se věnovali různým fyzikálním pokusům. Experimenty musely být jednoduché, bezpečné a dobře nacvičené, protože na jejich realizaci měli účastníci během každé paraboly jen několik sekund a bezpečnost musí být na prvním místě.

Jedním z nejpůsobivějších pokusů byl experiment s balónkem naplněným namodro obarvenou vodou. Když balónek praskl, voda nespadla na podlahu, jak bychom očekávali na Zemi. Na několik sekund si díky povrchovému napětí zachovala kulovitý tvar. Na Zemi by tento jev rychle ukončila vlastní tíha vody, která by kapalinu stáhla k zemi.



Obr. 3. Pokus s obarvenou vodou na palubě Zero-G.

Pozoruhodný byl také experiment, při kterém se skupinka asi osmi kadetů chytila za ruce a vytvořila ve vzduchu kruh, v němž si její členové začali předávat pohybovou vlnu. Protože se nemohli o nic opřít, pohyb jednoho člověka okamžitě ovlivnil jeho sousedy a postupně se přenesl na celou skupinu. Pokus ukázal přenos sil mezi propojenými tělesy, platnost zákona akce a reakce i zákona zachování hybnosti.



Obr. 4. Pohyb na palubě letadla Zero-G.

Prováděly se také jednodušší pokusy s míčky a balónky. Po vypuštění nespady dolů, ale pokračovaly vůči kabině rovnoměrným pohybem, dokud je nezachytil člověk nebo nezastavila stěna. Bylo tak možné pozorovat první Newtonův zákon: těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není působením vnější síly donuceno tento stav změnit.

Po roztočení fidget spinneru si jeho osa udržovala svou orientaci, dokud na něj nezačala působit vnější síla. Pokud někdo do pohybu spinneru zasáhl rukou, měl spinner díky gyroskopickému efektu tendenci zachovávat svoji orientaci. Šlo o ukázkou principu fungování gyroskopů, které se používají například při profesionálním natáčení videí.

Dalším pokusem byla ukázka Džanibekovova jevu. Tento jev nastává při rotaci tělesa kolem jeho prostřední hlavní osy setrvačnosti (na palubě šlo o šroub a křídlovou matici). Taková rotace je nestabilní, a těleso se proto během pohybu opakovaně převrací, přestože do jeho otáčení nikdo přímo nezasahuje. Pokus se však nepodařilo dobře zachytit, protože matice byla roztočena příliš a kvůli velkému stoupání závitu rychle odlétla pryč od objektivu kamery.

Ve stavu beztlíže z pohledu posádky neexistuje jednoznačný směr nahoru a dolů, takže kabina pro její členy představovala zcela nové a zpočátku nepřirozené prostředí.

## Další ročník

Mise Zero-G se v roce 2027 do Česka vrátí. Do České republiky znovu přiletí letadlo určené pro parabolické lety na konci dubna 2027 a další žáci ve věku od 13 do 18 let tak dostanou příležitost projít výběrem, zažít stav beztlíže a zúčastnit se dalších aktivit spojených s finále mise. Registrace bude spuštěna v září 2026. Úspěšní účastníci nezískají pouze samotný let, ale také doprovodný program zaměřený na fyziku, kosmonautiku, týmovou spolupráci a komunikaci.

Významnou roli mohou sehrát učitelé, kteří své žáky se soutěží seznámí a povzbudí je k přihlášení. Mise Zero-G může být také dobrým zdrojem pro výuku. Nabízí možnost vysvětlit rozdíl mezi gravitací a stavem beztlíže, zopakovat Newtonovy zákony nebo se zamyslet nad tím, jak by se v mikrogravitaci chovaly běžné předměty a kapaliny.

## Odkazy

[1] <https://ceskacestadovesmiru.cz/zero-G/>

# DRUŽICOVÉ SNÍMKY VE VÝUCE

Veronika Florianová

## Úvod

Družicové snímky už dávno nejsou výsadou vědců nebo specializovaných institucí. Díky evropskému programu Copernicus a nástroji Copernicus Browser mají učitelé i žáci bezplatný přístup k aktuálním i historickým datům o Zemi, která lze využít přímo ve výuce. Místo práce s modelovými příklady mohou žáci analyzovat skutečné změny krajiny, sledovat vývoj vegetace, kvalitu vodních ploch, dopady sucha, požárů nebo odlesňování a učit se interpretovat data podobně jako vědci.

Práce s družicovými snímky přináší do výuky badatelský přístup a propojuje geografii, biologii, fyziku, informatiku i environmentální výchovu. Žáci si osvojují nejen odborné znalosti, ale také rozvíjejí digitální gramotnost, kritické myšlení a schopnost pracovat s reálnými daty. Významnou výhodou je možnost sledovat změny v čase a porovnávat jednotlivé lokality, což podporuje hlubší porozumění přírodním i společenským procesům.

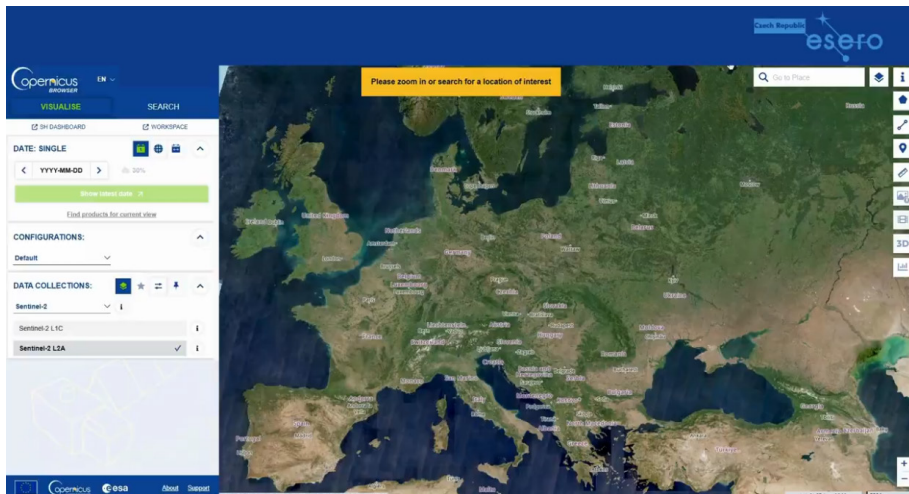
Copernicus Browser nabízí kromě zobrazení snímků v přirozených barvách také řadu specializovaných vizualizací založených na spektrálních pásmech a indexech, například NDVI nebo NDWI. Ty umožňují zvýraznit informace, které lidské oko běžně nevidí, jako je zdravotní stav vegetace nebo přítomnost vody. Pokročilejší možnosti představují vizualizační skripty, které rozšiřují nabídku přednastavených vrstev o specializované analýzy, například sledování kvality vody, výskytu sinic nebo detekci poškození lesních porostů. Učitel přitom nemusí programovat – může využívat již připravené skripty dostupné v repozitáři Sentinel Hub a jednoduše je aplikovat na vlastní oblast zájmu.

Následující případové studie představují možnosti využití družicového snímkování ve školní praxi a ukazují, jak lze prostřednictvím nástroje Copernicus Browser pracovat s reálnými daty, vytvářet vlastní vizualizace a vést žáky k objevování souvislostí mezi změnami životního prostředí a jejich příčinami.

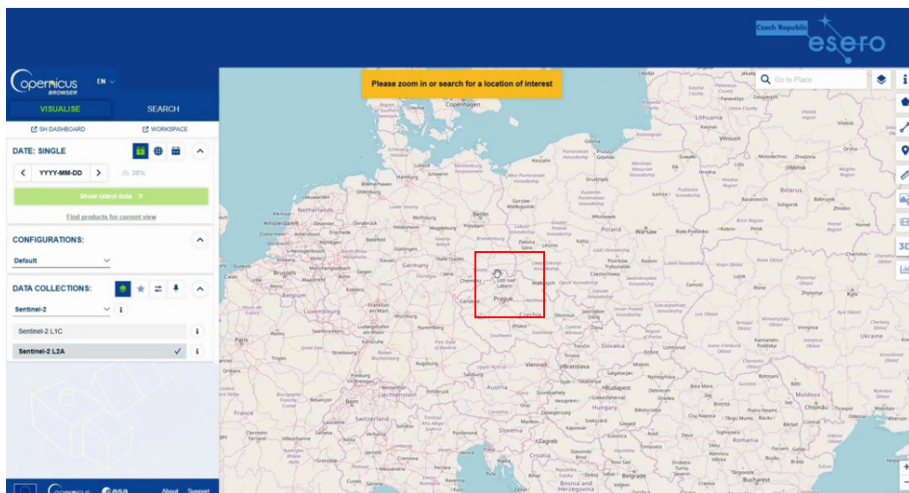
# Požár a obnova Českého Švýcarska v čase

Otevřete online prohlížeč družicových snímků

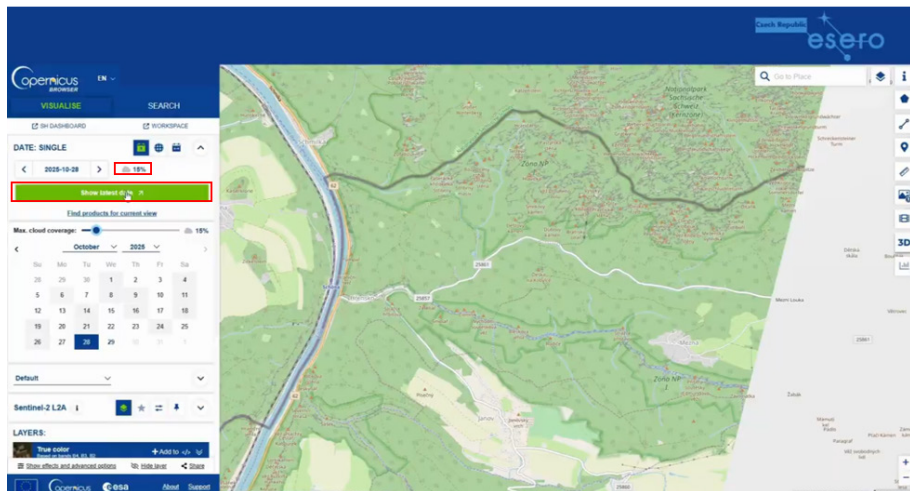
<https://browser.dataspace.copernicus.eu/> a pro využití všech funkcí se přihlaste.



Přibližte oblast, kterou chcete zkoumat.



Podívejte se na nejnovější dostupný satelitní snímek s oblačností do 15 %.



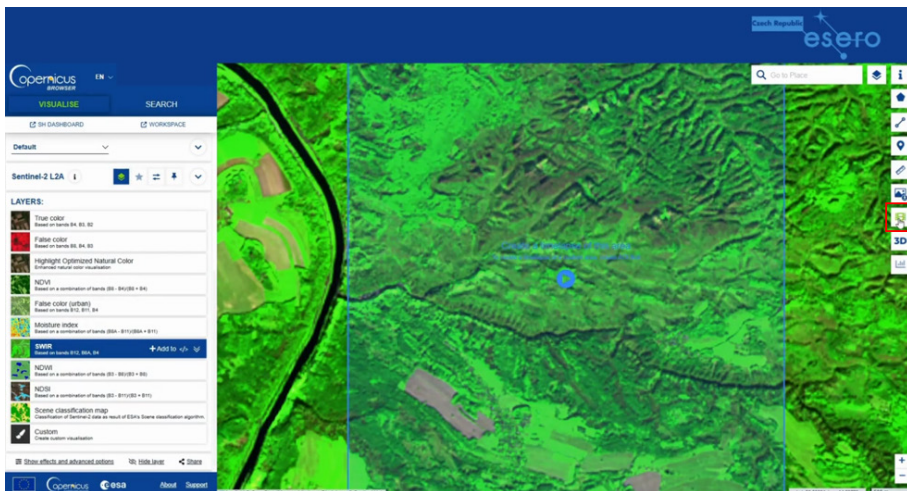
Můžete vypnout popisky.



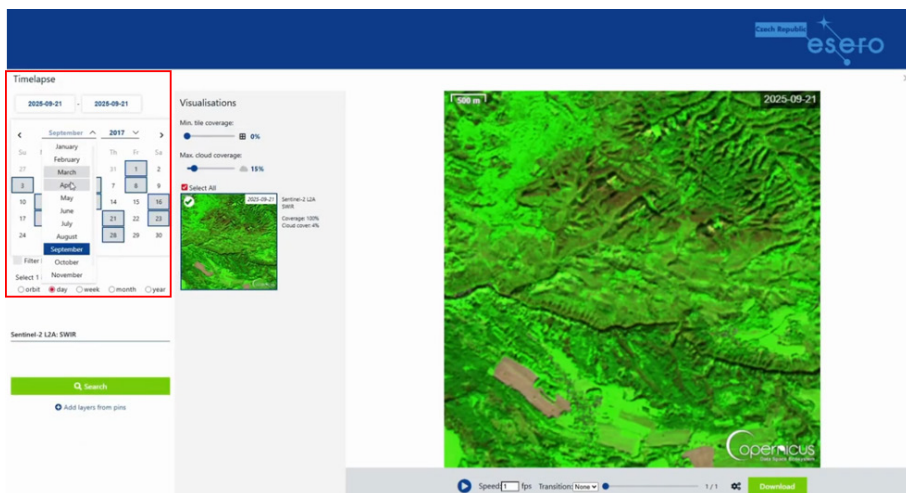
Zapněte vrstvu SWIR. Na této vrstvě dobře uvidíte oblast zasaženou požárem.



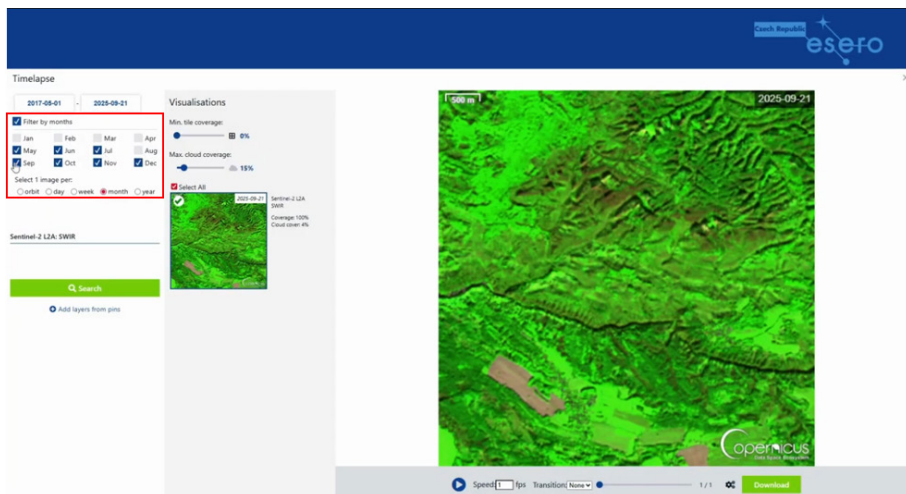
Vytvořte animaci.



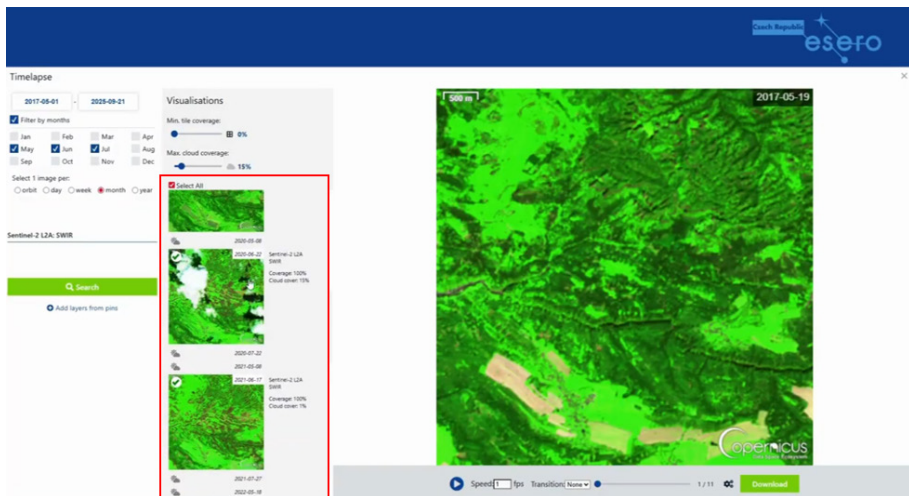
Nastavte začátek a konec a poté počet snímků v animaci, například jeden snímek za každý týden.



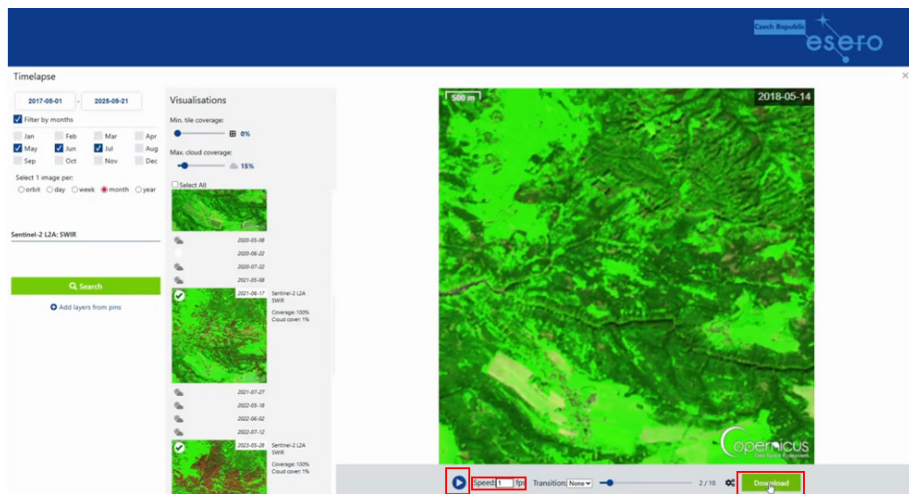
Vybrat můžete i konkrétní měsíce. Například pouze měsíce vegetační sezóny.



Zkontrolujte, zda chcete do animace zahrnout všechny snímky. Vynechejte například snímky s oblačností.

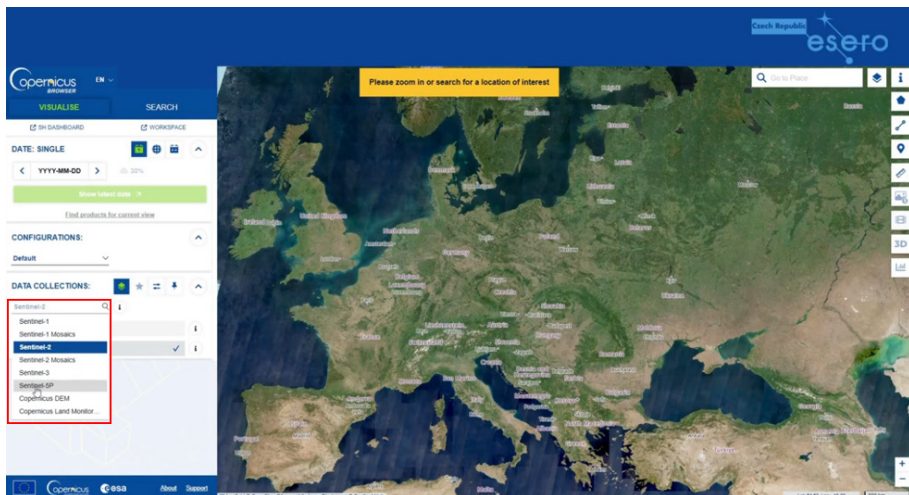


Podívejte se na podobu animace. Nastavit můžete i rychlost animace a následně ji stáhnout.

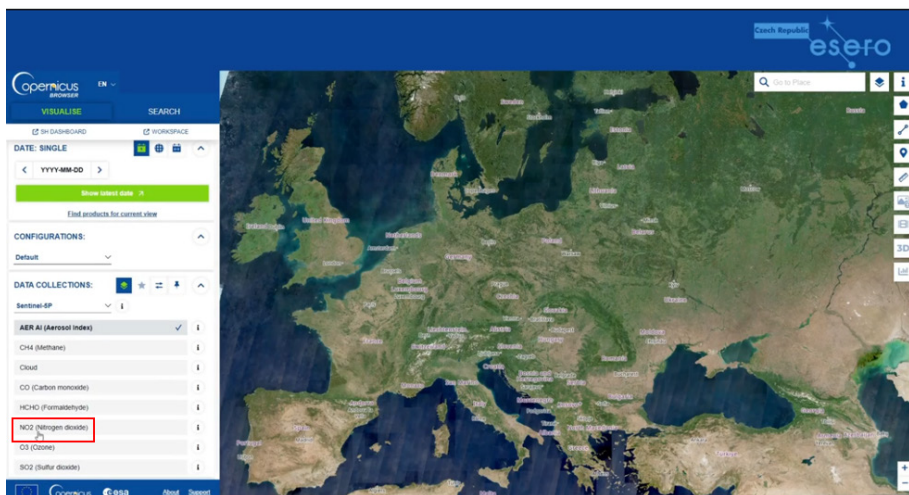


# Monitoring koncentrací NO2 na Ostravsku

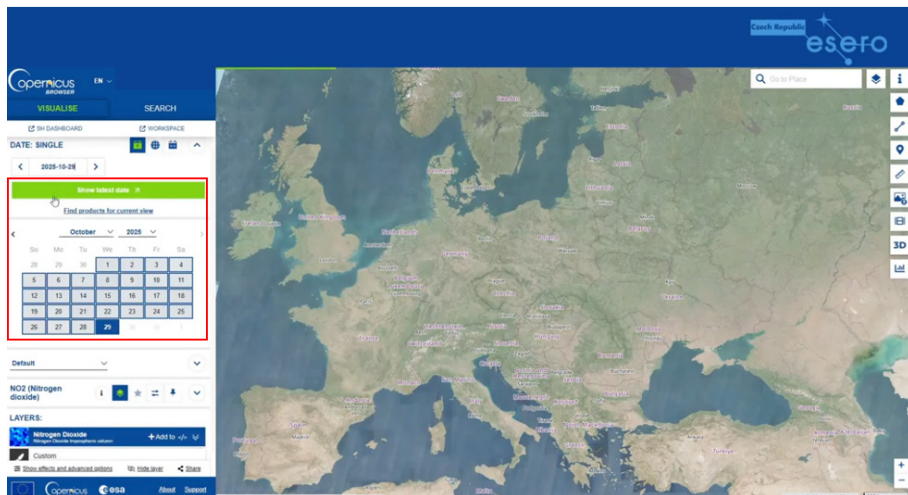
Vyberte družici Sentinel-5P.



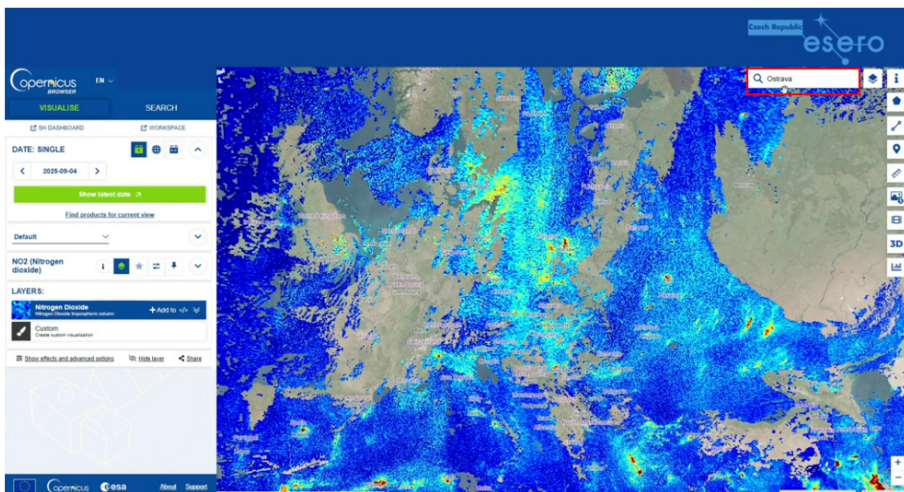
Zapněte vrstvu sledující NO2.



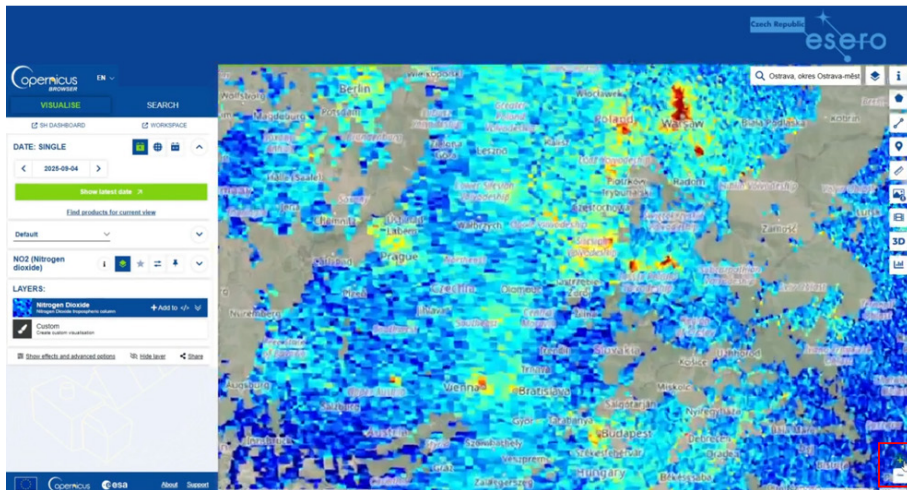
Četnost snímků je výrazně vyšší.



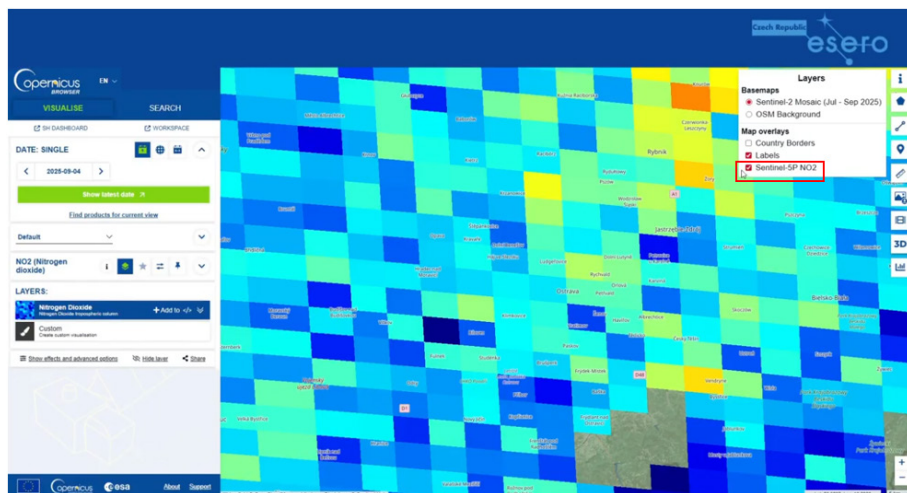
Zadejte zkoumanou oblast.

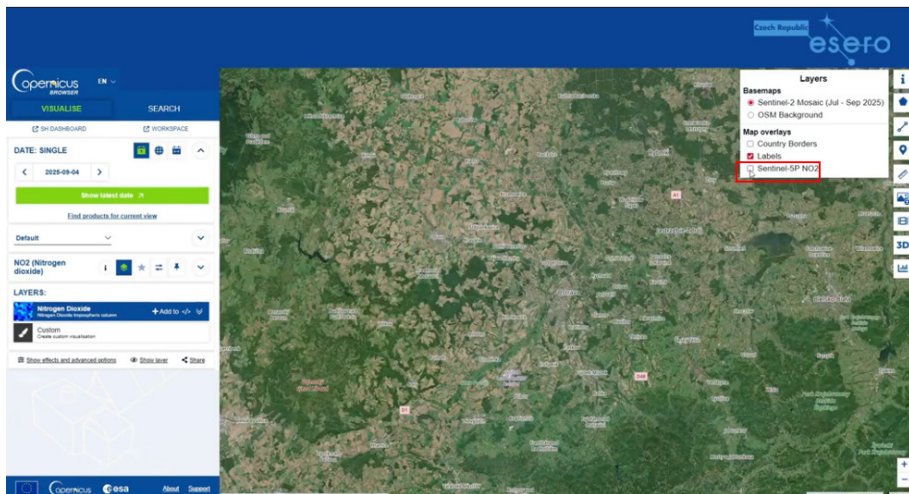


Nyní je lepší k přiblížení používat tlačítka prohlížeče.

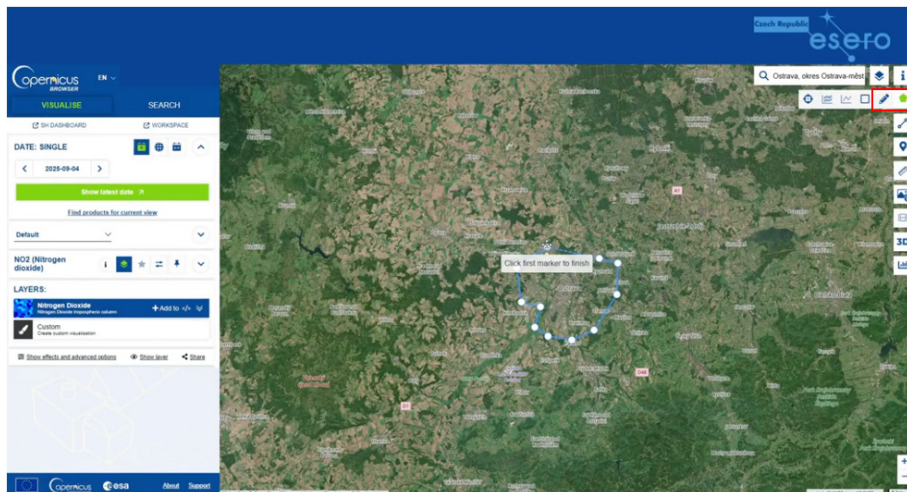


Vrstvu lze podle potřeby zneviditelnit.

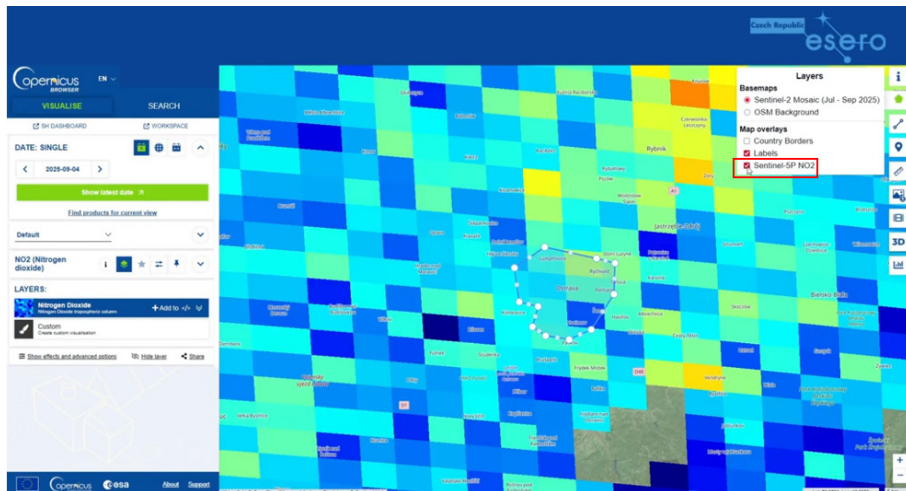




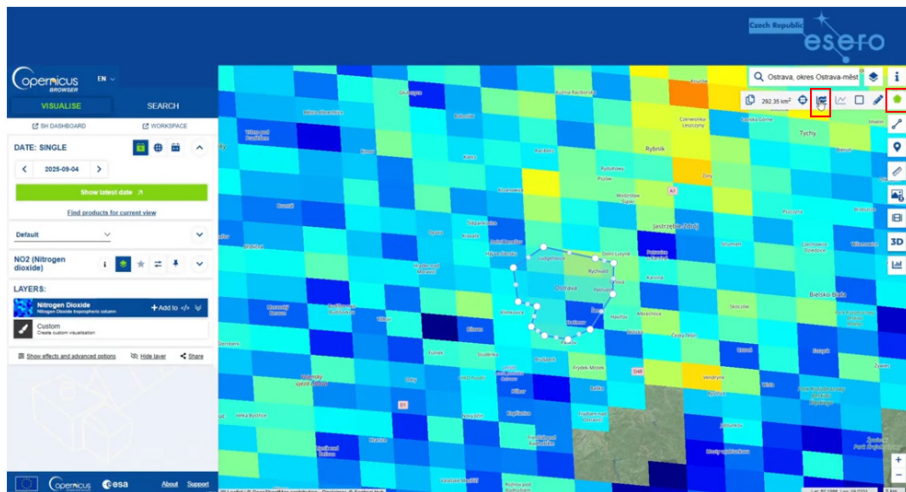
Vyznačte zkoumanou oblast.



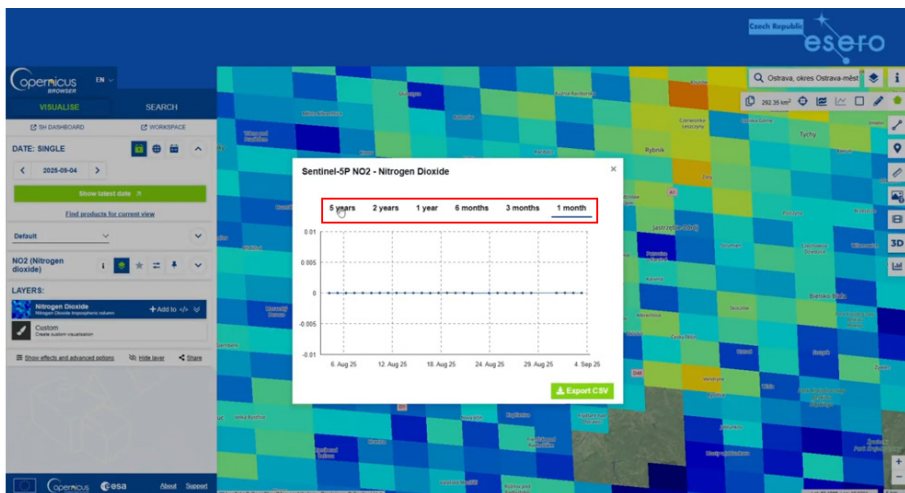
Opět zapněte vrstvu.



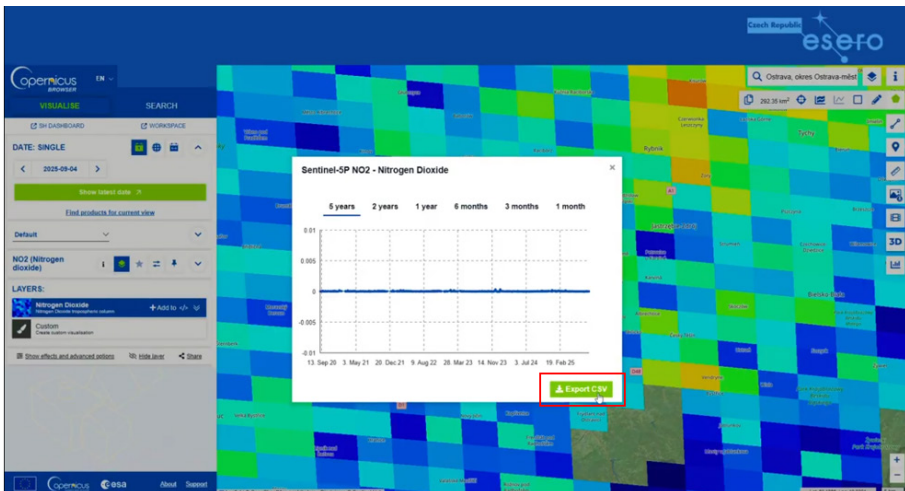
Podívejte se na data vztahující se k vyznačenému území.



Můžete nastavit období za posledních pět let.



Po načtení stáhněte data.



## Závěr

Družicové snímkování otevírá učitelům i žákům možnost pracovat s aktuálními daty o Zemi a zkoumat skutečné změny životního prostředí. Ať už jde o sledování vývoje vegetace, kvality vody, dopadů sucha nebo proměn krajiny, Copernicus Browser nabízí jednoduchý způsob, jak přenést moderní technologie do běžné výuky a rozvíjet badatelské dovednosti žáků.

Pokud vás práce s družicovými daty zaujala, můžete ji dále rozvíjet zapojením do mezinárodního vzdělávacího projektu **Evropské kosmické agentury (ESA) Climate Detectives**. Žáci v něm zkoumají environmentální problémy ve svém okolí, využívají družicové snímky, terénní měření i další zdroje dat a navrhnou vlastní řešení. Projekt podporuje přírodovědnou, digitální i mediální gramotnost a ukazuje, že školní výzkum může mít skutečný dopad.

Více informací o projektu Climate Detectives, metodické materiály, inspiraci do výuky i další edukační aktivity nejen Evropské kosmické agentury najdete na webu vzdělávací kanceláře **ESA ESERO Česká republika**.

## Důležité odkazy

[1] Program Copernicus v České republice <https://copernicus.chmi.cz/>

[2] Online prohlížeč družicových snímků  
<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

[3] Vzdělávací kancelář ESA **ESERO Česká republika** [www.eserocz.cz](http://www.eserocz.cz)

# VESMÍRNÁ MISE – ESA PROJEKTY

Hana Trhlíková

V tomto příspěvku najdete stručně popsany celoroční projekt, který probíhal na naší škole během školního roku 2024/25 v rámci kroužku Hrátky s fyzikou. Kroužek navštěvovali žáci ve věku 12 až 15 let. Mnohé aktivity jsou ale využitelné i v různých vyučovacích předmětech na obou stupních základní školy nebo v nižších ročnících víceletých gymnázií.

Najdete zde stručný popis aktivit, odkazy na návody, videa a pracovní listy (vše jsou materiály ESA).

## Vesmírná mise – ESA projekty

### Start Vesmírné mise (výroba rakety s pohonem na stlačený vzduch)

Inspiraci na výrobu jednoduchých raket na stlačený vzduch jsem našla na eshopu Temu. Rakety jsme si ale vyráběli sami. K výrobě jsme použili PET lahve různých velikostí, elektroinstalatérskou ohebnou trubku, kousky pevné instalační trubky, lepicí pásku a papír k výrobě rakety. Úkolem dvojic bylo vytvořit odpalovací systém pomocí lahve, na kterou upevnili ohebnou trubku a na její konec upevnili asi 15 cm dlouhou pevnou trubku. Podle tloušťky pevné trubky pak vyrobili papírovou raketu, kterou na trubku navlékli. Odpal pak prováděli dopadem obounož na láhev, která pak tlakem vzduchu vystřelovala raketu.



Obr. 1. Příprava na odpal rakety.

## Dobývání vody ze zmrzlé horniny

**Motivace:** V hlubokých kráterech u pólů Měsíce by se měla nacházet voda ve zmrzlé hornině.

Naším úkolem bylo odhadnout, kolik takové horniny musíme vytěžit, abychom z ní získali vodu, která pokryje denní spotřebu celé naší mise.

Připravené vzorky – hroudy zmrzlého mokrého písku

### Průběh aktivity:

- Odhady minimální spotřeby vody na osobu a naší celkové spotřeby
- Vážení vzorků
- Filtrace
- Vysoušení filtrátu a opětovné vážení
- Výpočet obsahu vody a výpočet potřebného množství horniny na den.

Poznámka: Aktivitu jsme rozdělili na dvě setkání, mezi kterými probíhalo vypařování vody ze vzorků.

## ASTRO FARMER

Jde o několikátýdenní projekt pěstování rostlin a následné sledování vlivu podmínek na jejich růst.



Obr. 2. Klíčení a růst fazolek a hrášků.

V rámci tohoto projektu jsme se zabývali podmínkami na povrchu Měsíce, nutností pěstování rostlin ve sklenících z důvodu vytvoření umělé atmosféry, rozebrali si úlohy procesu fotosyntézy a dýchání rostlin. Sledovali vliv dostatečného množství vody a světla na růst rostlin. Náměty na aktivity najdete v materiálu: <https://www.eserocz.cz/materialy-pro-vyuku/astro-farmer>.

## Logo Vesmírné mise

[https://www.eserocz.cz/files/ugd/355a29\\_183adea06f104e2bbb3c513310905eb0.pdf](https://www.eserocz.cz/files/ugd/355a29_183adea06f104e2bbb3c513310905eb0.pdf)

Tato aktivita byla zaměřena na grafické dovednosti starších žáků. Vše probíhalo tak, že kolem jednoho osmáka, který se pustil do tvoření, byl celý houf poradců, kteří chtěli, aby se to podobalo logu školy, aby tam byla raketa a bylo to pěkně barevné. Obrázky jsme pak natiskli na nálepkový papír a nalepili si je na naše sešity.



Obr. 3. Srovnání loga naší školy (vlevo) s logem naší Vesmírné mise.

## Život astronauta – seznamování se se životem na ISS

Jde o několikatýdenní aktivitu zaměřenou na seznamování se s životem astronautů na ISS. Vše probíhalo v angličtině. Pracovali jsme s videi na youtube, která pro propagaci ISS vytvořila italská astronautka Samantha Cristoforetti.

- Představení se Samantha Cristoforetti:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Z2jmXqxIIJE>
- Příprava jídla na ISS:  
<https://www.youtube.com/watch?v=4exaXdPKS3Y>
- Udržování fyzické kondice:  
[https://www.youtube.com/watch?v=nNYL\\_PhUnTw](https://www.youtube.com/watch?v=nNYL_PhUnTw)
- Co s volným časem – koníčky:  
[https://www.youtube.com/watch?v=Lzjz7pDfS\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=Lzjz7pDfS_4)

Po zhlédnutí videa následovala diskuze o tom, co jsme viděli, a práce s Deníkem astronauta – několikastránkovým pracovním materiálem, který najdete na odkazu:

[https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/2022/10/PR57-Astronaut\\_logbook.pdf](https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/2022/10/PR57-Astronaut_logbook.pdf)



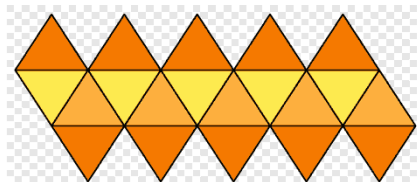
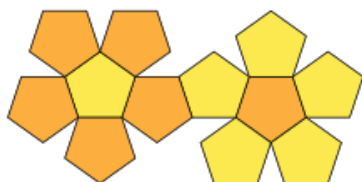
Obr. 4. Obálka deníku astronauta.

## Měsíční základna v papírové podobě

Po tom, co jsme zjistili, že podmínky na Měsíci nejsou moc vhodné pro běžný život člověka ani rostlin, začali jsme plánovat stavbu budov, skleníků, solárních elektráren a tunelů, které mají všechny stavby propojovat. Pro vytváření budov jsme použili taky Platónská tělesa – 12stěn a 20stěn. Žáci pracovali rozdělení do dvou týmů.



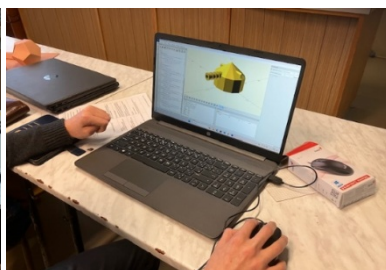
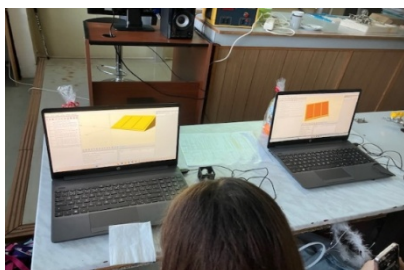
Obr. 5. Papírové modely měsíční základny.



Obr. 6. Síť 12stěnu a 20stěnu.

## Modelování měsíční základny

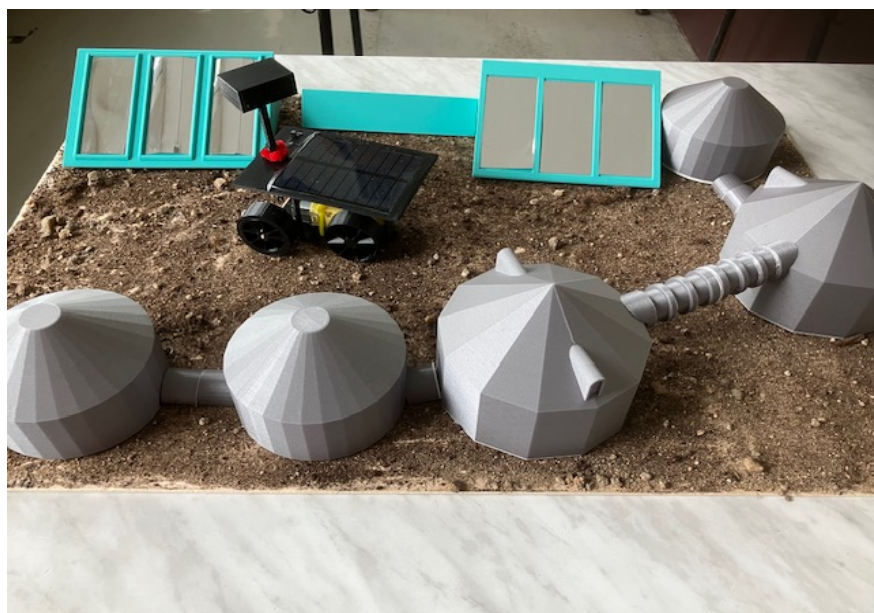
Týdny, kdy jsme se věnovali angličtině a životu na ISS, jsme probírali taky základy 3D modelování v Open Scadu. Po zvládnutí prvních krůčků modelování začátečníků (do kroužku chodili i žáci, kteří modelovali již předchozí rok), jsme si rozdělili části základny na jednotlivé prvky. Méně zkušení členové týmu modelovali jednoduché tunely, zkušenější se pustili do budov a solárních elektráren. První prototypy jsme vytiskli a pak opět upravovali, abychom dostali jednotlivé části vhodných velikostí. Když jsme byli spokojeni se vzhledem základny, děvčata vyrobila z překližky a písku podklad, který má připomínat povrch na Měsíci.



Obr. 7. Modelování částí měsíční základny.



Obr. 8. 3D tisk a příprava podkladu měsíční základny.



Obr. 9. Konečná verze měsíční základny doplněná o měsíční vozítko.

## Měsíční vozítko na solární pohon

Měsíční vozítko bylo naší poslední vesmírnou výzvou. Celý model obsahuje dva druhy tištěných masivních koleček, podvozek s upevněným motůrkem (<https://www.hadex.cz/l754b-motorek-3-6v017a-s-prevodovkou-prevod-148/>) a horní desku se spínačem a solárním panelem (<https://www.hadex.cz/g970d-fotovoltaicky-solarni-panel-mini-5v185ma-90x70mm/>). Na horní desku jsme umístili napodobeninu kamery, umístěnou v „hlavě“ vozítka. Chtěli jsme, aby vozítko vzhledově připomínalo americké rovery, vyslané jako průzkumná vozítka na Mars (2003 -2004).

Na tomto projektu vynikl opravdu týmový duch členů kroužku, ale taky posun v modelářských dovednostech. Po dvojicích si rozdělili modelované části, domlouvali se na rozměrech, se šuplérou v ruce a součástkami na lavici navrhovali všechny detaily. Po několika hodinách a taky úpravách jsme součástky vytiskli, autíčka sestavili a spájeli elektrické obvody. Autíčko jezdí při osvětlení 500W reflektorem nebo za slunečního počasí venku. Kolečka na motůrku bylo nutné pokaždé při startu pootočením uvést do chodu.

## Závěr

Téma Vesmíru je pro žáky hodně přitažlivé, proto se dá dobře využít jako motivace v technickém vzdělávání. Představené aktivity se dají zařadit do hodin informatiky (3D modelování), přírodopisu nebo přírodovědy, práce s videi do hodin fyziky ale taky anglického jazyka.

Vycházeli jsme z materiálů ESA a ESERO Česká republika (ESEROCZ.CZ) dostupných ve školním roce 24/25. Tyto vzdělávací materiály se neustále doplňují a můžete mezi nimi najít i další inspirativní projekty.

# POKUSY NA ISS

Irena Dvořáková

## Úvod

Beztížný stav je stav, kdy nepociťujeme žádnou tíhu předmětů. Můžeme se s ním setkat při každém výskoku, pádu, při rychlé jízdě autem přes terénní nerovnost, kdy se auto jakoby „odlepí“ od vozovky či při parabolickém letu v letadle (např. při Misi Zero G <https://ceskacestadovesmiru.cz/Zero-G/>). Nejdelší dobu beztížného stavu pociťují astronauti na ISS.

Beztížný stav je způsoben tím, že letadlo či ISS neustále padá k Zemi a všechny věci v něm padají též, tedy při zavěšení na siloměr nic neukáže – padá stejně. ISS se pohybuje rychlostí zhruba 28 000 km/h, a tedy rychlostí, která odpovídá zakřivení zemského povrchu. Představme si, že z vysoké věže rovnoběžně s povrchem Země vyhodíme míč. Poletí po parabolické dráze a dopadne na zem. Když ho vyhodíme vyšší rychlostí, dopadne dál. Můžeme si představit, že se míč (či kosmická loď) pohybuje takovou rychlostí, že zemský povrch pod ním „ustupuje“ stejně rychle, jako míč padá. Míč tedy zůstává nad povrchem Země stále stejně vysoko, to znamená, že obíhá kolem dokola Země a vůbec na povrch nedopadne. Vzhledem k tomu, že musíme vzít v úvahu tření, tak čas od času je potřeba zapnout motory a zvednout ISS na vyšší oběžnou dráhu (provést tzv. reboost), neboť tření o zbytky vzduchu ji neustále mírně zpomaluje a způsobuje její klesání.

Někdy si lidé představují, že beztížný stav je způsoben nulovou gravitací. Uvědomme si však, že gravitace drží na oběžné dráze Měsíc, tedy by bylo podivné, aby nepůsobila na ISS, která se pohybuje ve vzdálenosti zhruba 400 km nad povrchem Země. V této vzdálenosti je zemská gravitace asi 90 % gravitace na povrchu Země.

V tomto článku uvádíme některé vybrané experimenty, další případně najdete na webové stránce NASA na adrese:

<https://plus.nasa.gov/series/stemonstrations/>.

## Experimenty

### Inside the space station....Awesome !!!!!

2:33 <https://www.youtube.com/watch?v=SmC2v4G5zq0>

Základní video ukazující, jak se žije na ISS. Můžeme pozorovat setrvačnost těles, odložení holicího strojeku, vodní koule, spánek na ISS, pohyb ve stanici, stěhování těžkých věcí, společné jídlo. Doporučujeme nejdříve pustit video vcelku (s hudbou), a potom ho pustit ještě jednou již bez hudby, zastavovat ho a komentovat, co děti vidí.

Je také vhodné pro srovnání pustit pořad Rande a fyzikou – Tíha a beztížný stav (<https://www.ceskatelevize.cz/porady/10319921345-rande-s-fyzikou/211563230150006/>), zhruba od 4. minuty, kdy je vidět, jak dívka skákající na trampolíně si vedle sebe „odloží“ kladivo, podobně, jako si astronaut na ISS „odložil“ holicí strojek.



Obr. 1. Astronaut si „odloží“ holicí strojek stejně jako dívka na trampolíně „odkládá“ kladivo.

## Archimédův zákon

1:28 <https://www.youtube.com/watch?v=0qEzdxLls5k>

Čínští astronauti ukazují chování pingpongového míčku na Zemi a na ISS. Na ISS nepůsobí vztlačková síla, tedy míček zůstává v tom místě pod hladinou, kam ho ponoříme.

## Pokusy s vodou a ručníkem

3:17 <https://www.youtube.com/watch?v=o8TssbmY-GM>

Video ukazuje pokus s vodou - ždímání mokrého ručníku. Voda se díky povrchovému napětí drží ručníku, jakoby ho obaluje, drží se i na ruce.

A photograph of an astronaut inside a spacecraft module, likely the ISS. The astronaut is holding a white towel with both hands, squeezing it. A thick, clear, gel-like substance of water is being pulled out from the towel, demonstrating the effect of surface tension in a microgravity environment. The astronaut is wearing a dark flight suit with a circular patch on the chest. The background shows the complex interior of the spacecraft with various cables and equipment.

Obr. 2. Mokrý ručník obalený vodou.

## Jak si myjí vlasy

2:57 <https://www.youtube.com/watch?v=kOIJ7AgonHM>

Astronautka ukazuje mytí dlouhých vlasů – nejdříve je namočí, pak nanese šampon, znovu nanese vodu a vysuší ručníkem. Vcelku normální postup jako na Zemi, pouze na ISS je to o něco náročnější. Experiment ukazuje, jak vlají na ISS dlouhé vlasy a jak opatrně je třeba používat vodu a šampon, aby se kapičky nerozletěly po celé stanici.

38

## Hrátky s vodou

2:21 <https://www.youtube.com/watch?v=9ZEdApyi9Vw>

Natáčení s GoPro kamerou uvnitř vodní koule. Je vidět, jak je mírně zkreslený obraz, kdy kamera natáčí umístěná ve vodě. Astronauti také ukazují, jak mohou vodní kouli s kamerou vzít do rukou, přičemž jim voda na rukou drží díky povrchovému napětí.



Obr. 3. Kamera ve vodě.

## Šumivá tableta

1:13 [https://www.youtube.com/watch?v=bKk\\_7NIKY3Y](https://www.youtube.com/watch?v=bKk_7NIKY3Y)

Astronauti nejdříve obarví vodní kouli vznášející se ve vzduchu, a pak do ní vloží šumivou tabletu. Je vidět, jak se uvolňují bubliny a mění se tvar koule.



Obr. 4. Voda se šumivou tabletou.

## Magnety

3:27 <https://www.youtube.com/watch?v=NvJcrGlzGAg>

Video ukazuje, že magnety se na ISS chovají úplně stejně jako na Zemi. Funguje tam přitahování, odpuzování i natáčení v magnetickém poli Země. Častá miskoncepce dětí je, že na ISS nefunguje magnetismus. Toto video pomůže tuto chybnou představu vyvrátit.

1:13 <https://www.youtube.com/watch?v=StDxxmOXs0>

Druhé, kratší video, ukazující téměř totéž.

## 1 Newtonův zákon – Zákon setrvačnosti

4:00 <https://plus.nasa.gov/video/stemonstrations-newtons-first-law-of-motion/:00>

Astronaut ukazuje, že těleso v klidu zůstává v klidu a těleso v pohybu zůstává v pohybu, dokud na něj nezapůsobí vnější síla. Dále ukazuje, co se děje s tělesy uvnitř ISS, když dochází k úpravě její oběžné dráhy, a tedy ke zrychlení stanice. Těleso zůstává v klidu, ale celá stanice zrychluje, tedy se zdá, jako by se těleso pohybovalo proti směru pohybu (podobně jako míček položený na podlaze v rozjíždějícím se vlaku).

## 2 Newtonův zákon – Zákon síly

2:30 <https://plus.nasa.gov/video/stemonstrations-newtons-2nd-law-of-motion/>

Ukázka 2. N.z., kdy astronaut s pomocí stejné síly uvádí do pohybu různě hmotná tělesa - lepicí tyčinku, závaží a velký balík. Je vidět různé zrychlení těchto těles, přestože žádné z nich nic "neváží".



Obr. 5. Rozhýbání závaží pomocí natažené gumy.

### 3. Newtonův zákon - Zákon akce a reakce

2:50 <https://plus.nasa.gov/video/stemonstrations-newtons-third-law-of-motion/>

Astronaut demonstruje 3. N. z. pomocí rozhýbávání míče (reakce téměř není vidět, díky různým hmotnostem – míč má mnohem menší hmotnost než astronaut) a poté pomocí druhého astronauta – začnou se hýbat oba dva opačnými směry.

### Měření hmotnosti

2:00 <https://www.youtube.com/watch?v=7uaSOg4686g>

Porovnání vážení na Zemi (pomocí běžných vah) a určování hmotnosti na ISS pomocí 2. N. z. – a tedy měření síly a zrychlení. Ukazuje zařízení, které současně měří sílu a zrychlení, a umožňuje měřit hmotnost od 1 do 100 g s přesností 0,1 g.



Obr. 6. Mass measurement device na ISS – v podstatě váhy, fungující na principu 2. N. z.

## Kyvadlo

1:19 <https://www.youtube.com/watch?v=XCnXedil5Ww>

Ukázka rozdílu mezi chováním kyvadla na Zemi a na ISS. Použití jednoduché konstrukce, která umožňuje zavěsit závaží na provázek a zkoumat kývání kyvadla na Zemi. Podobná konstrukce umístěná na ISS ukazuje, že kyvadlo nekýve, ale otáčí se kolem tyčky, na které je pověšeno.

## Oscilace

4:33 <https://www.youtube.com/watch?v=JghsCipoplC>

Video ukazuje chování závaží na pružině – závislost frekvence na hmotnosti; a kyvadla – závislost na hmotnosti a délce. Gravitační síla u kyvadla je nahrazena pružinou, proto neplatí, že frekvence je nezávislá na hmotnosti.



Obr. 7. Kmitání na pružině.



Obr. 8. Zkoumání kyvadla  
(gravitační síla je nahrazena pružinou v dolní části obrázku).

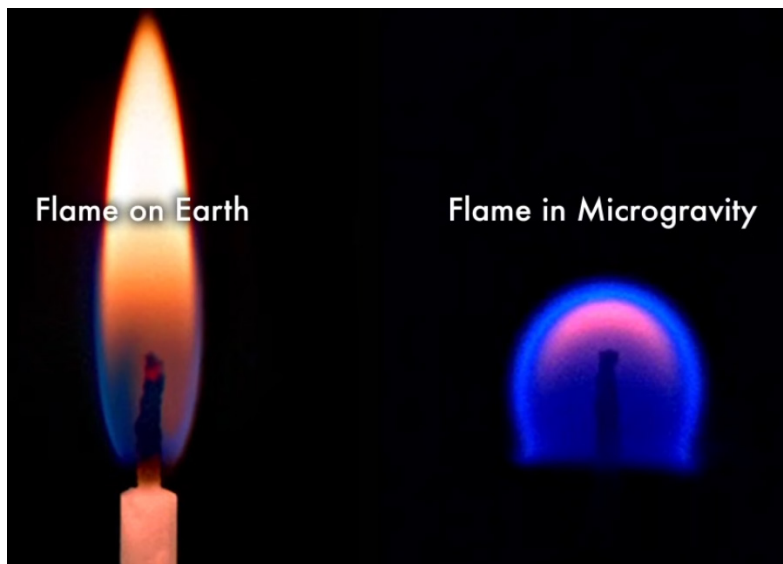
## Svíčka

4:17 <https://www.youtube.com/watch?v=BxxqCLxxY3M>

Video ukazuje, jak hoří oheň v mikrogravitaci a srovnává ho s hořením na Zemi.

Hlavní rozdíly plamene svíčky oproti Zemi:

- Má tvar polokoule či koule, neboť ohřátý vzduch nestoupá nahoru.
- Rozpíná se rovnoměrně do všech směrů a vytváří malou hořící kuličku kolem knotu.
- Modrá barva – na Zemi způsobuje žluté světlo nedokonale spálený uhlík (saze), který stoupající vzduch unáší vzhůru. Na ISS se kyslík k plameni dostává pouze pomalou difúzí. Výsledkem je stoprocentně čisté a efektivní spalování, které produkuje pouze modré světlo.
- Nízká svítivost a teplota – kvůli absenci proudění vzduchu se k plameni dostává méně kyslíku. Oheň proto hoří mnohem slaběji, vydává minimum světla a má nižší teplotu než na Zemi.
- Rychlé uhašení – pokud kolem svíčky neproudí vzduch uměle (například ventilátorem), plamen se v beztížném stavu brzy sám udusí ve vlastních zplodinách (oxidu uhličitém), které ho obklopí.



Obr. 9. Porovnání plamene svíčky na Zemi a v beztížném stavu (simulace).

## Hoření kapky paliva

1:00 <https://www.instagram.com/reel/DVWQb3eERoR/>

Toto krátké video ukazuje kapku paliva hořící na palubě Mezinárodní vesmírné stanice během Expedice 40 v rámci programu NASA FLEX-2 (Flame Extinguishing Experiment). Jedná se o záznam skutečného experimentu, neboť reálnou svíčku není možné na ISS zapálit.

Experimenty jako FLEX-2 pomáhají vědcům pochopit chování ohně ve vesmíru, což je zásadní pro bezpečnost kosmických lodí, a také zlepšují modely spalování používané v motorech a energetických systémech zde na Zemi.

Je však nutné dodržovat bezpečné zacházení s ohněm, proto se tyto experimenty provádějí ve speciálních přístrojích.

## Hygiena na ISS

8:41 <https://www.youtube.com/watch?v=tBVUTFPate0>

Astronautka ukazuje spací kóje, použití koupelny a záchodu. Video ukazuje spací kóje kolem celé stanice – není žádné nahoru a dolů, kvůli kterému nemůže být ložnice „na stropě“, čištění zubů – pastu lze vymáčknout směrem „nahoru“, voda dělá kuličky a drží na kartáčku díky povrchovému napětí, princip záchodu.

## Záchod

7:34 <https://www.youtube.com/watch?v=3VoeRAR0YgE>

Video ukazuje podrobně funkci záchodu na ISS. Děti se často ptají, „jak to dělají kosmonauti“, toto video jim odpovídá. Lze zařadit například k výuce kapalin a tlaku vzduchu, neboť princip záchodu je podtlakový.

## Cvičení

2:33 <https://plus.nasa.gov/video/stemonstrations-exercise/>

Video vysvětluje nutnost cvičení na ISS, ukazuje různé posilovací a cvičební stroje.



Obr. 10. Cvičení na pohyblivém pásu.

## Závěr

Věříme, že uvedená videa (a případně i další, která najdete na stránkách NASA) pomohou nejen ke zpestření výuky, ale vytvoří u vašich žáků lepší představu o beztížném stavu a životě na ISS.

# JAK VYPADÁ NEBE NA MĚSÍCI?

Věra Koudelková

## Úvod

Aktivita představuje jednu z možností, jak do výuky zapojit kritickou práci s textem (v tomto případě s texty z populární literatury). Žáci v rámci aktivity přemýšlí, jak to vypadá na Měsíci, své představy poté porovnávají s představami autorů populární literatury a samozřejmě s realitou.

K aktivitě jsou využity ukázky z následujících knih:

- A.C. Clarke: Měsíční prach. Kniha vyšla v roce 1961, tedy ještě před prvním přistáním na Měsíci. (označena (A))
- J.P. Hogan: Kdo zdědil hvězdy. Sci-fi kniha, vyšla poprvé v roce 1977. (označena (B))
- Weir: Artemis. Současná sci-fi kniha, vyšla poprvé v roce 2017. (označena (C))

## Průběh hodiny

Žáci si nejdříve samostatně napíší odpovědi na několik otázek, případně své odpovědi prodiskutují ve skupinách:

- 1) Jak vypadá Země při pohledu z Měsíce (jak je velká, kde je, má „fáze“)?
- 2) Jak je dlouhý den na Měsíci (tj. doba od východu do západu Slunce)?
- 3) Jsou vidět z Měsíce hvězdy?

Vyučující pak žákům dá k dispozici vybraný úryvek z knihy (dle svého výběru, u některých otázek je úryvků k dispozici víc), žáci z něj vyberou podstatné informace a diskutují o tom, zda s textem souhlasí. Vyučující nechá jednotlivé skupiny shrnout jejich závěry a poté doplní faktické informace. U prvních dvou otázek je vhodné nechat žáky situaci modelovat (viz komentáře k jednotlivým otázkám).

# Vybrané úryvky a komentář k jednotlivým otázkám:

## 1) Jak vypadá Země při pohledu z Měsíce?

*Moře žízňě bylo novým zážitkem pro všechny. Za vyhlídkovými okénky Seléné se jeho neporušený povrch z šedého prachu táhl až ke hvězdám. Nad mořem visel ubývající srpek Země, připíchnutý navěky na nebi, z něhož se nepohnul už miliardy let. Jasné modrozelené světlo mateřské planety zalévalo tuhle podivnou krajinu chladnou září v přeneseném i v pravém slova smyslu – na povrchu Měsíce bylo téměř sto padesát stupňů pod nulou. (A)*

*Vy se tu vyznáte líp než já. Vidíte tamten hřeben? Řekněte mi – může se v nějaké části roku Země objevit nad ním?“ „Nikdy. Země je při pohledu z Měsíce prakticky nehybná. Trochu se kolébá kolem střední polohy, to díky libraci, ale ani zdaleka ne takhle.“ (B)*

*Naklonila se ke mně a ukázala mi ciferník. A pak si nechal měsíční fáze změnit na fáze Země. To bylo těžké, protože zemské fáze běží obráceně. (C)*

### Komentář

Země má z pohledu z Měsíce také fáze, ale jsou opačně – pokud ze Země vidíme Měsíc v 1. čtvrti, z Měsíce je vidět Země ve 3. čtvrti. Na Měsíčním nebi zůstává Země víceméně na stejném místě, pouze se kolíbá (a mění svou fázi). Země ale na Měsíčním nebi rotuje, takže (na rozdíl od Měsíce na pozemském nebi) by se postupně měnilo, co z ní vidíme. Země je asi 4× větší než Měsíc, takže Země z pohledu z Měsíce by byla na obloze větší (4× větší průměr znamená asi 14× plocha) – z toho může plynout Clarkova představa, že Země výrazně září.

Situaci lze nechat žáky modelovat pomocí dvou různě velkých míčků pro Zemi a Měsíc a baterkou pro Slunce. Žáci nejdříve modelují pohyb Měsíce okolo Země (a příslušné fáze Měsíce), poté pozorují, jak vypadá Země při pohledu z Měsíce. I přesto, že model není zdaleka přesný, jsou podstatné jevy dobře vidět.

## 2) Jak je dlouhý den na Měsíci (od východu do západu Slunce)?

*Podíval se také na jihozápad, kde po obloze líně postupovalo Slunce. Podle určování času na Zemi je tu čekaly ještě téměř dva týdny denního světla. O osvětlení je tedy postaráno. Jevišťe mají připravené. (A)*

*Zdá se mi, že už jsem tu celou věčnost, uvažoval v duchu Maurice Spenser, a přesto je Slunce pořád nízko nad západem, kde na tomhle podivném světě vychází. Poledne bude až za tři dny. (A)*

### Komentář

Měsíc obíhá okolo Země, doba oběhu trvá asi 27,3 dne. Vzhledem k oběhu okolo Slunce, je ale doba od měsíčního svítání do dalšího svítání přibližně 29,5 dne. Jeden den na Měsíci tak trvá přibližně dva pozemské týdny.

I tuto situaci lze modelovat – je užitečné si na míček představující Měsíc vyznačit bod „pozorovatele“ a pak sledovat, jak velkou část oběhu Měsíce okolo Země je pozorovatel osvětlen světlem ze „Slunce“.

## 3) Jsou vidět z Měsíce hvězdy?

*Byl na zastíněné straně plavidla, takže stál zády ke Slunci a hleděl do temné vesmírné noci. Po chvíli, když si jeho oči zvykly na tmou, uviděl hvězdy. Sice jen ty nejzářivější, protože světlo, které k němu pronikalo ze stran, ho rušilo, ale jsou tam — tamhle dokonce vidí Jupitera, druhou nejjasnější planetu po Venuši. (A)*

### Komentář

Podle sdělení astronautů, kteří na Měsíci byli, nejsou hvězdy z povrchu vidět: „We were never able to see stars from the lunar surface or on the daylight side of the Moon by eye without looking through the optics.“ (A. Armstrong, viz [4]; „Nikdy jsme nebyli schopni vidět hvězdy z měsíčního povrchu na denní straně jen očima bez použití dalekohledu.“)

Měsíc sice nemá atmosféru (proto je nebe na Měsíci černé a ne modré), ale jeho povrch vyzařuje příliš mnoho světla, stejně tak je jasné Slunce na obloze. Oko je tedy přizpůsobeno vysokému jasů a nevnímá relativně slabé hvězdy.

## Závěr

Výše uvedené ukázky jsou jen příkladem, jak lze s populární literaturou (nejen) ve výuce o vesmíru pracovat. Žáci mohou donést a fyzikálně diskutovat i vlastní ukázky, vhodným zdrojem námětů jsou i filmy.

## Literatura

- [1] A. C. Clarke: Měsíční prach. Baronet, 2000.  
ISBN 80-7214-266-6
- [2] J. P. Hogan: Kdo zdědil hvězdy. Straky na vrbě, 2000.  
ISBN 80-86428-06-0
- [3] A. Weir: Artemis. Knižní klub, 2017.  
ISBN 978-80-242-6120-1
- [4] The First Lunar Landing. PART VI. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/ap11ann/FirstLunarLanding/ch-7.html>

# UVAŽUJETE O PLANETÁRNÍ STEZCE V OKOLÍ ŠKOLY?

# Michaela Sopko

## Úvod

V průběhu lekcí Heuréky mě napadlo, že by bylo fajn vybudovat s mými žáky planetární stezku. Tou dobou byli v osmé třídě, takže bylo dost času na to si rozmyslet, jak se s tím popasujeme – stezku jsem s nimi chtěla řešit, až budou mít v devítce po přijímačkách. Rok utekl jako voda a najednou byl duben. Byl tedy pravý čas na realizaci.



Obr. 1. Úvodní zastavení Planetární stezky.

## Realizace

Vzhledem k tomu, že takový projekt je potřeba někam umístit, vyrazila jsem za místním starostou s názornou infografikou o planetární stezce. Měla jsem připravené dvě možnosti – dočasná stezka třeba na jen na letní prázdniny, kdy by se cedule o planetách jen vytiskly, zalaminovaly a nabily na kůl, nebo

trvalá, kde bude ale potřeba větší zapojení (hlavně materiální) obce. Nečekala jsem, že projekt bude tak nadšeně přijat, protože se hned rozhodlo o trvalé variantě. Navíc jsem podotkla, že bychom ke stezce vymysleli kvíz a za jeho splnění by si lidé mohli odnést odměnu ve formě medaile tištěné na 3D tiskárně. Domluvili jsme se tedy na možném umístění i tom, jak by mohlo vypadat provedení cedulí, na kterých budou informace o planetách, a jak to uděláme s medailemi.

S žáky jsme se tedy mohli pustit do realizace. Ne, že by to všichni přijali vyloženě s nadšením (přece jen už měli po přijímačkách a všichni víme, jak to s deváťáky tou dobou bývá), ale nakonec se všichni pustili do práce. Ta byla rozdělena tak, že osm žáků zpracovávalo informace o planetách, jeden o Slunci, další dělal „infoceduli“ o tom, co vůbec planetární stezka je, další modeloval medaile a zbývajících žákyně tvořila kvíz. Celkem to tedy krásně vyšlo, protože každý žák (měla jsem jich právě dvanáct) měl svůj úkol. Žáci hledali (nebo si nechávali generovat a poté ověřovali) informace, které potom psali do mnou předpřipravené šablony (vše jsme zpracovávali v MS PowerPoint). Společně jsme si také ukázali, jak se vypočítá velikost Slunce a planet a vzdálenost planet od Slunce.

Tab. 1. Vzdálenosti planet ve skutečnosti a v měřítku stezky.

| Planeta | Skutečná vzdálenost<br>od Slunce<br>v milionech km | Vzdálenost<br>od Slunce<br>na stezce v m |
|---------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Merkur  | 58                                                 | 39                                       |
| Venuše  | 108                                                | 72                                       |
| Země    | 150                                                | 100                                      |
| Mars    | 228                                                | 152                                      |
| Jupiter | 778                                                | 519                                      |
| Saturn  | 1 429                                              | 953                                      |
| Uran    | 2 875                                              | 1917                                     |
| Neptun  | 4 504                                              | 3003                                     |

Realizace probíhala v hodinách informatiky. Mezitím jsme neúnavně tiskli medaile (z celkem dvou PLA filamentů, které nám proplatila obec). Také jsem chtěla, aby stezka měla své logo, které jsme nechali vytvořit pomocí AI a doladili ho v grafickém programu. Původně zamýšlený kvíz v nějaké formě pracovních listů na papíře jsem nakonec pomocí Canva AI naprogramovala jako online aplikaci a QR kód s odkazem na kvíz jsem vložila k informacím na prvním zastavení. Poslední dvouhodinovku informatiky jsme potom věnovali tomu, že jsme šli na místo stezky a pomocí pásma a GPS souřadnic, které jsem předem zaměřila pomocí webové aplikace Geoprohlížeč (<https://ags.cuzk.gov.cz/geoprohlizec/>), jsme sprejem značili, kde budou jednotlivá zastavení. Tímto a předáním souborů na tisk naše práce pro tuto chvíli skončila a řada byla na obci. Před otevřením stezky jsem ještě na 3D tiskárně vytiskla (z materiálu PETG) a následně akrylovými fixami namalovala (a zalakovala) modely představující planety, které jsem pak nalepila na již umístěné cedule.



Obr. 2. Zastavení Jupiter s vytištěným a namalovaným modelem planety.

## Výsledek

Stezku jsme slavnostně otevřeli 28.6.2026. Měří přibližně 3 km, je tedy v měřítku, kdy 1 metr na stezce odpovídá 1,5 milionu kilometrů ve skutečnosti. Její začátek najdete na tzv. Nové silnici u Dolní Cerekve (<https://mapy.com/s/pobedepuca>).

Celkem potkáte deset cedulí. Na první jsou informace o stezce, mapa jednotlivých zastavení a QR kód s odkazem na kvíz. Dalším zastavením je Slunce, jehož průměr v našem měřítku představuje délka zlatého řetízku přidělaného k ceduli.

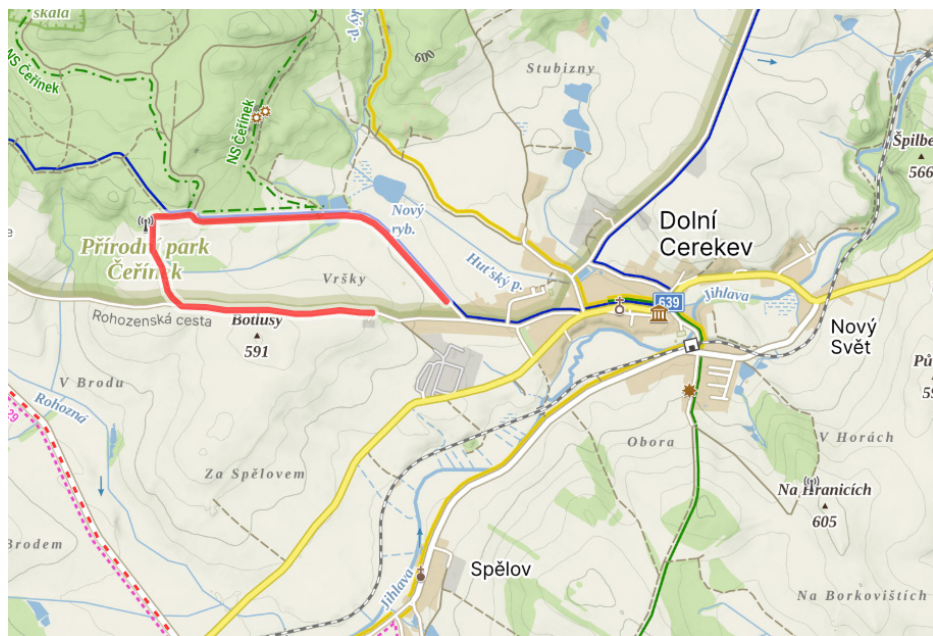


Obr. 3. Zastavení Slunce, dole je vidět zlatý řetízek představující průměr Slunce.

Na dalších osmi zastaveních potkáte každou z planet s již zmíněnými modely ve formě polokoulí. Pokud si na začátku stezky naskenujete QR kód, odpovíte na otázky, na které najdete odpovědi na každém ze zastavení, a vypočítáte

podle jednoduchých vzorečků třímístný kód, můžete začít hledat „poklad“. Ten se nachází v bezprostřední blízkosti Neptunu, jehož umístění nám vyšlo krásně tematicky u vodárny. Jakmile objevíte uložení pokladu, zadáte zjištěný kód do cryptexu, z něhož získáte klíč ke schránce s medailemi.

Během prázdnin jsem také k jednomu ze zastavení umístila tematicky zhotovenou kešku, aby se o stezce dozvědělo více lidí.



Obr. 4. Trasa planetární stezky u Dolní Cerekev.

## Závěr

Myslím, že se nám naše planetární stezka povedla. Zatím máme jen pozitivní ohlasy, tak snad nám dlouho vydrží bez toho, aby ji někdo poškodil. A pokud si říkáte, že by se vám také něco takového líbilo, ale obáváte se realizace, nebojte se a jděte do toho. Chvilími jsem si sice říkala, jestli jsem si na sebe nenaložila příliš, stálo mě to mnoho času, ale výsledek za to stojí!

# PROCHÁZKA SLUNEČNÍ SOUSTAVOU — MODEL VESMÍRNÝCH VZDÁLENOSTÍ NA SKUTEČNÉ TRASE

Jakub Jermář, Pavel Böhm

*„Žák vyjádří ve vhodném měřítku vzdálenosti a rozměry těles Sluneční soustavy; porovná odhad se skutečností a diskutuje, co z porovnání vyplývá pro naši představu o vesmíru.“*

## Úvod

Klasická aktivita „sluneční procházka“ — kdy si třída vyznačí trasu, na niž v odpovídajícím měřítku rozmístí Slunce a planety — patří k nejúčinnějším způsobům, jak žákům zprostředkovat, jak obrovské jsou meziplanetární vzdálenosti. Ruční příprava takové procházky ale obvykle znamená počítání měřítka na kalkulačce, odměřování vzdáleností v mapě a ruční tvorbu kartiček s popisky u každé planety.

Webová aplikace Procházka Sluneční soustavou [1], [2] celý výpočet i přípravu podkladů dělá za učitele. Stačí do mapy zakreslit nebo importovat trasu výletu (třeba skutečnou naučnou stezku nebo cestu ke škole) a aplikace na ni sama v odpovídajícím měřítku rozmístí Slunce a vybraná vesmírná tělesa — u každého zobrazí také jeho velikost v tomtéž měřítku.

## Jak aplikace funguje

### 1 Naplánování trasy

Trasu lze buď přímo nakreslit klikáním do mapy (klik přidá bod na konec trasy, klik doprostřed úseku vloží mezibod, tažením se body přesouvají, odtážením do pravého horního rohu se bod smaže), nebo importovat jako GPX soubor — například trasu naplánovanou v aplikaci Mapy.com. Aplikace umí zobrazit i aktuální polohu uživatele přes GPS, což se hodí přímo v terénu.

## 2. Výběr objektů

V přehledu kartiček lze zapínat a vypínat jednotlivá tělesa. Ve výchozím stavu jsou zapnuté planety od Merkuru po Neptun. Navíc lze přidat:

- Ceres — trpasličí planetu v pásu asteroidů,
- Pluto — trpasličí planetu za Neptunem,
- Eris — velmi vzdálenou trpasličí planetu,
- sondy Voyager 1 a 2 — s aktuální vzdáleností vypočtenou pro den vytvoření modelu.

*Poznámka: Nejvzdálenější zapnutý objekt vždy určuje konec trasy a tím i měřítko celého modelu. Zapnutím Pluta, Eris nebo Voyagerů se tedy měřítko změní a Neptun už nebude na konci trasy.*

## 3. Vygenerování trasy s tělesy

Po kliknutí na tlačítko „Použít tuto trasu s vybranými objekty“ aplikace spočítá měřítko (poměr skutečné vzdálenosti nejvzdálenějšího zvoleného objektu od Slunce k délce nakreslené trasy v mapě) a do trasy vloží popisky se jménem každého tělesa, jeho vzdáleností od začátku procházky a jeho průměrem přepočítaným do stejného měřítka — planety tak typicky vyjdou v milimetrech až centimetrech, zatímco trasa může měřit stovky metrů až kilometry.

## 4. Práce s hotovou trasou

Uloženou trasu lze dále:

- stáhnout jako GPX soubor s vloženými body (waypointy) a nainportovat je do Mapy.com nebo do turistické navigace v telefonu,
- zobrazit rovnou v interaktivní mapě v prohlížeči,
- sdílet ostatním pomocí odkazu nebo QR kódu — ideální pro to, aby si trasu na výletě otevřel každý žák na svém telefonu.

Ukázka výsledné interaktivní mapy s rozmístěnými tělesy a popisky vzdáleností:



Obr. 1. Interaktivní mapa s vyznačenou trasou a tělesy Sluneční soustavy.

## Co dělá aplikaci zajímavou fyzikálně

Vzdálenosti planet od Slunce nejsou v aplikaci pevně dané konstanty, ale počítají se z Keplerových oběžných elementů (velká poloosa, výstřednost, poloha na dráze v referenčním okamžiku) k okamžiku uložení modelu. Model tedy vždy odpovídá skutečné aktuální vzdálenosti planet od Slunce na jejich eliptických drahách, nikoli jen jejich průměrným vzdálenostem od Slunce.

*Poznámka: Model znázorňuje pouze vzdálenosti jednotlivých těles od Slunce, nikoli jejich vzájemné vzdálenosti mezi sebou — na to je vhodné žáky upozornit, ideálně právě srovnáním se skutečnou polohou planet, viz níže.*

Jako doplněk k procházce doporučují autoři interaktivní 3D simulaci NASA Eyes on the Solar System [3], která na rozdíl od statického modelu ukazuje reálné vzájemné pozice planet a sond v čase. Lze na ní žákům pěkně demonstrovat, proč se sondy na Mars nevysílají kdykoliv: vzdálenost Země od Marsu se podle jejich vzájemné polohy na oběžných drahách mění zhruba mezi 0,5 a 2,5 AU a vhodné „startovací okno“ nastává jen přibližně jednou za 26 měsíců.

## Náměty do výuky

- Naplánujte procházku po okolí školy (nebo trasu školního výletu) a nechte žáky předem odhadnout, kde by podle nich měla být jednotlivá tělesa — teprve poté odhad porovnejte s vygenerovanou trasou.
- Na skutečné procházce nechte žáky nést modely (míčky, kuličky modelíny, nebo nakreslené či vytištěné obrázky) o velikosti vypočtené ve zvoleném měřítku a položte je vždy do příslušné vzdálenosti od startu. Mnohem lépe tak vynikne „prázdnota“ Sluneční soustavy.
- Zapínejte a vypínejte Pluto, Eris či Voyagery a diskutujte, jak výrazně se tím mění měřítko i délka potřebné trasy — dobrá příležitost k porovnání „osmi planet“ s mnohem rozlehlejší Sluneční soustavou.
- Aktivitu lze propojit se zeměpisem (práce s mapou, GPX, GPS) i s matematikou (přímá úměrnost při výpočtu měřítku).

## Závěr

Aplikace odstraňuje časově nejnáročnější část klasické sluneční procházky — ruční výpočty a přípravu popisků — a umožňuje ji tak zopakovat s libovolnou skupinou žáků na libovolné trase během pár minut. Výsledek si navíc každý účastník může otevřít na svém telefonu přímo v terénu.

## Zdroje

[1] Aplikace Procházka Sluneční soustavou:

<https://www.vernier.cz/solarniprochazka>

[2] Návod k aplikaci:

<https://www.vernier.cz/programy/solarniprochazka/navod/>

[3] NASA Eyes on the Solar System: <https://eyes.nasa.gov/apps/solar-system/#/home>

Autoři aplikace: Pavel Böhm, Jakub Jermář, Věra Koudelková. Licence CC BY-SA 4.0.

# ORBITÁLNÍ SIMULÁTOR – HRAVÉ ZKOUMÁNÍ POHYBŮ TĚLES

Pavel Böhm, Jakub Jermář

## Úvod

Jak ve třídě demonstrovat první Newtonův zákon, když všude působí tření? Jak ukázat, že družice na oběžné dráze není „mimo gravitaci“, ale naopak právě díky gravitaci neustále padá? A jak si vyzkoušet, že kosmická loď, která chce změnit výšku dráhy, musí zažehnout motor v úplně jiném místě, než by člověk intuitivně čekal?

Orbitální simulátor [1] je bezplatná webová aplikace, ve které žáci pomocí trysek řídí vesmírnou loď v okolí planety. Gravitace se dá jedním tlačítkem zapnout i vypnout (a to i v průběhu simulace), hmotnost lodi lze změnit při zachování stejného tahu motorů a na obrazovce si můžeme nechat vykreslovat vektory okamžité rychlosti a okamžitého zrychlení.

Síla simulátoru je v tom, že umí názorně předvést děje, které se ve třídě realizují obtížně nebo vůbec: pohyb zcela bez tření, pohyb v centrálním gravitačním poli, okamžitou změnu hmotnosti lodi při stejné síle motorů, „vypnutí gravitace“ nebo proměnu tvaru orbity po krátkém zážehu.

Fyziku lze v simulátoru zkoumat postupně – začínáme ve světě bez sil a postupně přidáváme tah motorů, gravitaci a vizualizace, až skončíme u Keplerových zákonů a orbitálních manévřů.

Aplikace běží přímo v prohlížeči na počítači, tabletu i telefonu, bez instalace a bez přihlašování. Ovládá se pohodlně z klávesnice (což se hodí při demonstraci přes projektor) i dotykem či myší na obrazovce (vhodné pro samostatnou práci žáků na tabletech). Celý program je jediný HTML soubor zveřejněný pod licencí CC BY-SA 4.0, takže se snadno šíří, funguje i offline a zájemci si ho mohou libovolně upravit.

## Co najdeme na obrazovce



Obr. 1. Ovládací prvky Orbitálního simulátoru.

Uprostřed obrazovky je planeta s vesmírnou lodí. Loď lze ovládat šipkami na klávesnici nebo joystickem na obrazovce, všechno ostatní jsou přepínače a různé akce.

| Ovládací prvek   | K čemu slouží                                                                                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| šipky / joystick | Trysky – jediný způsob, jak (kromě gravitace) změnit velikost a směr rychlosti.                                                                                 |
| G – Gravitace    | Zapne přitahování k planetě. Klíčové je, že se dá také vypnout!                                                                                                 |
| L – Lehká loď    | Desetkrát menší hmotnost lodi při stejném tahu trysek – vztah $a = F/m$ přímo před očima.                                                                       |
| S – Směřovat     | Loď se sama natáčí po směru letu: šipka nahoru pak vždy znamená tah dopředu (zrychlování), šipka dolů brzdění a šipky do stran tah kolmo na okamžitou rychlost. |

|                      |                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O – Orbitovat        | Nasadí loď na výchozí kruhovou orbitu – spolehlivý startovní bod pro manévry.                                                 |
| C – Cílová orbita    | Herní režim: úkolem je převést loď na zadanou dráhu. Při dostatečné shodě cílová orbita zeleně zabliká a úspěch se zaznamená. |
| V – Vektory          | Zeleně vektor okamžité rychlosti, oranžově vektor okamžitého zrychlení.                                                       |
| K – Plocha průvodiče | Vykresluje plochu opsanou průvodičem – vizualizace 2. Keplerova zákona.                                                       |
| P – Pauza            | Zastavení simulace v zajímavém okamžiku – diskuse nad statickým obrázkem.                                                     |
| R, +/-, N, ⏮         | Reset do výchozího stavu, přiblížení a oddálení mapy, návod, fullscreen.                                                      |

## Nejdřív předpověď, pak pozorování

Simulátor může fungovat jako animace doprovázející výklad učitele. Ještě lepší ale může být využít simulátor jako experiment ověřující žákovské hypotézy. Osvědčený postup každého kroku: nejprve položit otázku a nechat žáky předpovědět, co se stane (třeba ve dvojicích, aby mohli vzájemně konzultovat své úvahy), pak simulaci spustit a v zajímavém okamžiku klávesou P zastavit, a nakonec společně popsat případný rozdíl mezi předpovědí a pozorováním.

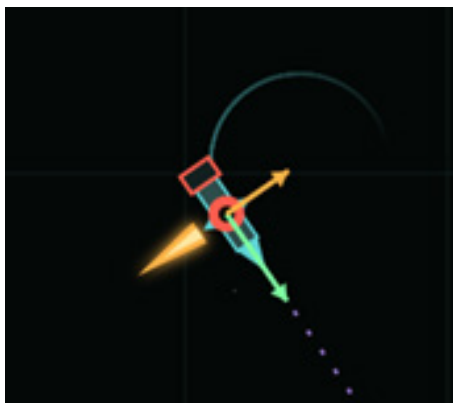
## Doporučená posloupnost

Následující kroky na sebe přirozeně navazují.

**1. Svět bez sil: setrvačnost.** Začneme se vším vypnutým. Loď setrvává v klidu (1. Newtonův zákon). Krátce zapneme trysku a zase ji vypneme – loď letí dál stálou rychlostí rovně, donekonečna (opět 1. Newtonův zákon). Přesně to se v reálné třídě předvést nedá (všude je tření), tady je to jedno kliknutí. Předpověď pro žáky: loď letí a my vypneme všechny trysky – zastaví se, zpomalí, nebo poletí dál? A jak dlouho? Pointa: síla není potřeba k udržení

pohybu, ale k jeho změně. Podobně můžete se žáky předpovídat a ověřovat chování rakety v dalších krocích.

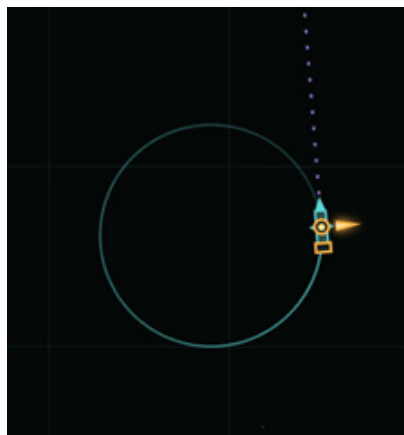
**2. Síla mění vektor rychlosti.** Pohybující se lodi dáme krátký impulz do strany. Loď nezatočí jako auto: nový pohyb je složením původní rychlosti a změny rychlosti od trysky. Se zapnutými vektory je vidět, že oranžový vektor zrychlení míří tam, kam tlačí tryska, a ne tam, kam loď letí. Vyplatí se důsledně mluvit o změně rychlosti (tryska působí silou, síla způsobuje zrychlení, zrychlení působící po určitý čas změni vektor rychlosti). Myšlenka, že rychlost a zrychlení jsou dva různé vektory, je zcela zásadní.



Obr. 2. Tah trysky kolmo na směr letu: zelený vektor rychlosti a oranžový vektor zrychlení míří každý jinam a dráha se zakřivuje.

**3. Hmotnost jako míra setrvačnosti.** Stejný zážeh provedeme s těžkou a pak s lehkou lodí. Trysky jsou pořád stejné (= působí stejná síla), ale lehká loď mění rychlost mnohem ochotněji. Vztah  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$  přímo před očima: hmotnost je míra odporu tělesa proti změně pohybu.

**4. Dostředivé zrychlení aneb Kružnice bez gravitace.** Zapneme *Směřovat a Vektory*, rozpohybujeme loď a držíme tah kolmo ke směru letu. Loď začne opisovat kružnici. Vektory ukazují to podstatné: zrychlení míří stále do středu, kolmo na rychlost – velikost rychlosti se nemění, mění se jen směr vektoru rychlosti. K pohybu po kružnici je tedy potřeba zrychlení do středu; zrychlení nemusí loď „zrychlovat“, může jen otáčet směr rychlosti. To je užitečná příprava na gravitaci, kterou za chvíli zapneme.



Obr. 3. Trvalý boční tah zakřivuje dráhu do tvaru kružnice – dostředivé zrychlení bez jakékoli gravitace.

**5. Zapnutí gravitace.** Zapneme gravitaci. Loď v klidu padá přímo na planetu. Loď s boční rychlostí padá po křivce – vektor zrychlení míří pořád ke středu planety, ať se loď pohybuje kamkoli.

**6. Od pádu k orbitování.** Klíčový aha-moment. Dáváme lodi postupně větší a větší boční rychlost: při malé narazí na planetu, při větší opíše delší oblouk, a při dostatečné boční rychlosti začne loď orbitovat, tj. nikdy se při svém pádu netrefí do planety.

**7. Kruhová orbita a otázka hmotnosti.** Tlačítkem Orbitovat nasadíme loď na kruhovou dráhu a neděláme nic: loď krouží donekonečna a gravitace tu hraje přesně roli dostředivé síly z kroku 4 (můžeme zapnout *Vektory*, abychom to viděli). Pak na orbitě přepneme hmotnost lodi – dráha se nezmění. Větší hmotnost znamená větší gravitační sílu, ale zároveň větší setrvačnost; obojí se vyruší a zrychlení vyjde stejné. Lze zmínit ekvivalenci gravitační a setrvačné hmotnosti a slavný pokus s pírkem a kladivem na Měsíci. V tomto kroku je obzvláště užitečné, abychom se NEJDŘÍVE ZEPTALI žáků, co se podle nich stane, když hmotnost změníme, pak teprve v programu hmotnost přepnuli.

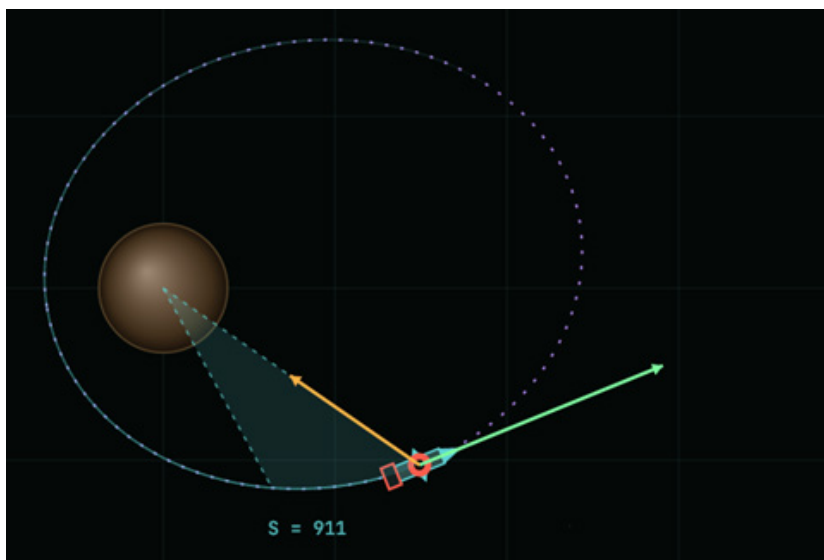
**8. Vypnutí gravitace.** Nasadíme loď na kruhovou orbitu (tlačítko O) a zapneme vektory (V). Po chvíli pozastavíme simulaci (P) a zeptáme se, kam loď poletí, když teď gravitaci vypneme. Pak simulaci opět spustíme (P) a gravitaci opravdu vypneme (G) – loď odletí po tečně, přesně ve směru

zeleného vektoru rychlosti (častá chybná předpověď zní, že odletí „od planety ven“).

### 9. Manévrování na orbitě – zážeh mění hlavně opačnou stranu dráhy.

Z kruhové orbity krátce zrychlíme po směru letu: kružnice se protáhne v elipsu a místo zážehu se stane nejnižším bodem orbity (tzv. periapsidou). Zkoušíme zážehy v různých místech dráhy, dopředu i dozadu, a sledujeme, která část orbity se mění. Pointa: když na orbitě zrychlím, nedostanu se „výš“ hned tady – zvednu hlavně protější stranu dráhy. Paradoxně se přitom po prvním zrychlení dostane loď na protější straně dráhy výše a její okamžitá rychlost je tam menší. Chceme-li z přechodové elipsy vytvořit vyšší kruhovou orbitu, musíme zde zrychlit podruhé.

**10. Keplerovy zákony.** Na výrazně eliptické dráze zapneme plochu opsanou průvodičem (K). Blízko planety letí loď rychle a výseč je krátká a široká; daleko letí pomalu a výseč je dlouhá a úzká – ale plochy opsané za stejné doby jsou stejné. Při té příležitosti si všimneme, že planeta není ve středu elipsy, ale v jejím ohnisku (1. Keplerův zákon). Na střední škole lze přidat i energetický pohled: u planety je maximum kinetické energie, daleko maximum gravitační potenciální energie.



Obr. 4. Eliptická dráha s plochou opsanou průvodičem a vektory rychlosti a zrychlení – 1. a 2. Keplerův zákon na jednom obrázku.

**11. Hra na dosažení cílové orbity.** Přepneme simulátor do herního režimu: žáci mají převést loď na zadanou orbitu, při dostatečné shodě orbita zeleně zabliká. Doporučujeme startovat vždy tlačítkem Orbitovat z výchozí kruhové dráhy. Pohodlnější je mít těžkou loď a přepnout na režim Směřovat. Žáci mohou sami objevit princip tzv. Hohmannova přechodu mezi dvěma kruhovými orbitami pomocí dvou vhodně umístěných zážehů.

## Miskoncepce, které simulátor pomáhá bourat

U každého kroku se vyplatí miskonceptci nejdřív vyvolat – nechat ji zaznít v předpovědích – a teprve pak ji konfrontovat s pozorováním:

- „Když motor netlačí, loď se zastaví.“ – Bez výsledné síly pokračuje rovnoměrným přímočarým pohybem.
- „Rychlost a zrychlení míří stejným směrem.“ – Zrychlení mění směr a/nebo velikost rychlosti; často míří úplně jinam.
- „Na oběžné dráze není gravitace.“ – Právě gravitace drží družici na zakřivené dráze; družice stále padá.
- „Těžší tělesa padají rychleji.“ – Větší gravitační síla je vyvážena větší setrvačností; zrychlení je stejné. Platí to ale jen ve vakuu; v atmosféře kvůli odporu vzduchu těžší tělesa skutečně typicky padají rychleji.
- „Rovnoměrný kruhový pohyb znamená žádné zrychlení.“ – Velikost rychlosti je stálá, ale směr se mění; existuje dostředivé zrychlení.
- „Když zrychlím, hned se vzdálím od planety.“ – Tangenciální zážeh na kruhové orbitě mění především protější stranu orbity.
- „Planeta je ve středu elipsy.“ – Centrální těleso je v jednom ohnisku elipsy.
- „Když gravitace zmizí, loď odletí od planety ven.“ – Loď pokračuje po tečně, ve směru okamžité rychlosti.

## Pro pokročilé a zvědavé

Se staršími nebo zvědavějšími žáky se nabízí řada rozšíření. U eliptických drah lze zavést periapsidu, apoapsidu a výstřednost a nechat žáky zkoumat, jak se mění po zážezích v různých místech orbity (zážeh v periapsidě mění apoapsidu a naopak). Při dostatečné rychlosti už dráha není uzavřená – kvalitativně lze rozlišit tři režimy: loď spadne, loď obíhá, loď unikne.

Hohmannův přechod mezi dvěma kruhovými orbitami se dá pojmenovat poté, co si ho žáci v herním režimu sami „vynalezli“: první zážeh vytvoří přechodovou elipsu, druhý v protějším bodě dráhu znovu zakulatí.

## Meze modelu

Jde o záměrně zjednodušený model. Planeta je v modelu nehybná a loď její pohyb neovlivňuje, gravitace působí nekonečně rychle, zanedbává se odpor prostředí, spotřeba paliva a změna hmotnosti při zážehu. Hodnoty navíc nejsou vyjádřeny v reálných jednotkách.

Cílem výuky nejsou čísla, ale vztahy mezi silou, rychlostí, zrychlením a tvarem dráhy. Simulátor nenahrazuje reálné experimenty a měření – pomáhá vybudovat pojmy a jazyk, kterým o nich lze mluvit.

## Závěr

Orbitální simulátor umožňuje na jediném prostředí postupně vystavět řadu témat od prvního a druhého Newtonova zákona přes dostředivé zrychlení až po Keplerovy zákony a základní orbitální manévry. Jeho hlavní výhodou není realistické numerické modelování kosmických letů, ale možnost rychle měnit podmínky experimentu a konfrontovat žákovské předpovědi s výsledkem simulace.

Souvislost mezi hmotnostmi (čili mírou setrvačnosti) a zrychlením při konstantním tahu trysek si žáci mohou hravou formou osahat také ve hře Únik z Alfabetu [2], kterou jsme zveřejnili rovněž pod licencí CC BY-SA 4.0.

Pokud si program vylepšíte nebo s ním ve výuce uděláte něco zajímavého, budeme rádi, když se nám ozvete na [info@edufor.cz](mailto:info@edufor.cz).

## Zdroje

[1] Orbitální simulátor: <https://www.vernier.cz/orbity>

[2] Únik z Alfabetu: <https://www.vernier.cz/alfabeta>

# ZATMĚNÍ SLUNCE V KRABICI OD BOT

Aneta Čermáková

Zatmění Slunce může být skvělá podívaná. Jenže co když zapomenete na speciální brýle, svářečská sklíčka nebo co když chcete pozorovat zatmění ve větším kolektivu lidí?

Já jsem chtěla vyzkoušet způsob pozorování, který je bezpečný i pro víc lidí najednou a dá trochu větší a ostřejší obraz než klasická dírková komora.

Prohledala jsem šuplíky a skříně a našla tyto pomůcky:

- větší kartonová krabice (např. od bot)
- triedr / binokulár (u mě starý sovětský Berkut 7×35)
- izolepa nebo lepicí páska
- kus bílého papíru jako stínítko
- nůžky nebo odlamovací nůž

## Jak to funguje

Triedr jsou vlastně dva malé Keplerovy dalekohledy vedle sebe. Přední (objektivová) čočka v každém tubusu vytváří skutečný, převrácený obraz vzdáleného předmětu, který si normálně zvětšený prohlížíme okulárem. Necháme-li ale tento obraz místo oka dopadnout na stínítko za okulárem, dostaneme reálný, poměrně ostrý a hlavně bezpečně pozorovatelný obraz Slunce. Protože má triedr dva tubusy, vidíme Slunce hned dvakrát. Jelikož se ale v mém případě jednalo o improvizaci na poslední chvíli, stačilo mi nastavení aparatury tak, aby byl ostrý alespoň jeden obraz.



Obr. 1. Triedr přilepený v kartonové krabici.

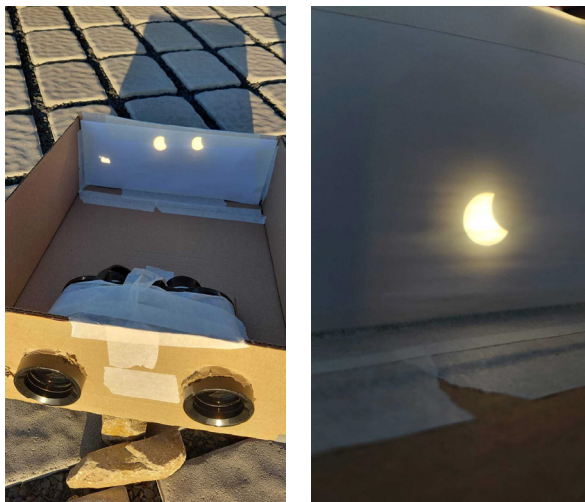


Obr. 2. Hotová krabice v akci. Vpředu otvory pro objektivy, vzadu stínítko.

## Stavba pozorovací krabice

1. Triedr přiložíme k jedné kratší stěně krabice a podle objektivů (větších, předních čoček) vyřízneme dva kruhové otvory.
2. Triedr otvory provlečeme tak, aby objektivy směřovaly ven z krabice a okuláry zůstaly uvnitř – zafixujeme páskou a přilepenou kartonovou podložkou, ať drží pevně a rovně.

3. Na protější vnitřní stěnu krabice nalepíme stínítko z papíru – na něj se bude obraz promítat.
4. Otvory s objektivy namíříme přímo na Slunce (nejlépe se to dělá podle stínu krabice – je nejkratší ve chvíli, kdy krabice míří přesně proti Slunci).
5. Zbytek krabice zastíníme (víkem nebo vlastním tělem) – čím tmavší okolí uvnitř krabice, tím kontrastnější a lépe viditelný je promítaný obraz.
6. Po zamíření krabice se na stínítku objevily dva stejné srpky Slunce (pokud chcete jen jeden obraz místo dvou, stačí zakrýt jeden z objektivů víčkem nebo kouskem izolepy).



Obr. 3 – Na stínítku se po zaostření objevily srpky částečně zakrytého Slunce (vlevo). Detail jednoho z promítnutých srpků (vpravo).

## Bezpečnost

Nikdy se nedíváme do triedru směrem ke Slunci ani přímo do okulárů! Pozorujeme jen obraz na stínítku. Triedr necháme mířit na Slunce jen po dobu pozorování a hlídáme, aby se ke krabici nikdo nenaklonil obličejem k otvorům s objektivy.

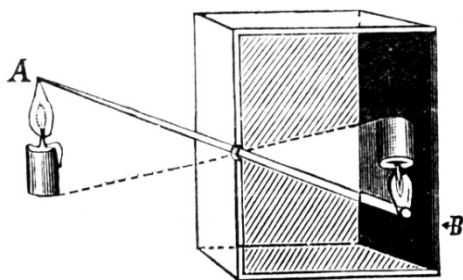
# CEDNÍK MÍSTO DALEKOHLEDU

Čestmír Krejčí

*Jak pozorovat částečné zatmění Slunce i bez speciálního vybavení?*

*Částečné zatmění Slunce je atraktivní astronomický jev, který může nadchnout i žáky, kteří se o astronomii běžně nezajímají. K jeho pozorování přitom nemusíme mít k dispozici drahé přístroje ani speciální vybavení. Stačí obyčejný kovový cedník a vhodné stínítko. Následující text vysvětluje fyzikální princip tohoto jednoduchého jevu a ukazuje, jak z běžného kuchyňského cedníku vytvořit zajímavou pomůcku pro bezpečné nepřímé pozorování zatmění Slunce.*

Cedník sám o sobě nic nezvětšuje ani nezobrazuje – klíčová je fyzika jeho malého otvoru. Když sluneční světlo prochází drobnou dírkou, promítá se na stínítko za ní zmenšený obraz samotného Slunce. Je to stejný princip, na kterém funguje camera obscura. Každý bod světelného zdroje (v tomto případě Slunce) vysílá paprsky všemi směry, ale jen úzký svazek z každého bodu projde otvorem a dopadne na stínítko na přesně určeném místě. Výsledkem je skutečný, byť velmi malý a slabý obraz zdroje světla. Je-li Slunce právě částečně zakryté Měsícem, promítne se na stínítko stejně částečně zakrytý srpek. Čím menší je otvor a čím dál od něj stínítko umístíme, tím je obraz zřetelnější, ale i slabší. Pro žáky je to hezká demonstrace vztahu mezi velikostí clony a kvalitou projekce. Se stejným principem se později mohou setkat i u objektivů a clon fotoaparátů.



Obr 1: Schéma camery obscury. [1]

## Postup pozorování s cedníkem

Samotné pozorování je jednoduché a zvládne je i menší skupina žáků na chodbě nebo školním dvoře. Použijeme kovový děrovaný cedník – čím drobnější a pravidelnější má otvory, tím ostřejší obrazy může vytvářet. Zvolený cedník s otvory je však vhodné vyzkoušet ještě před samotným úkazem.

Postavíme se zády ke Slunci a cedník držíme nad vhodným světlým podkladem – může jím být upevněný kus papíru, karton, bílé tričko nebo i čistý chodník.

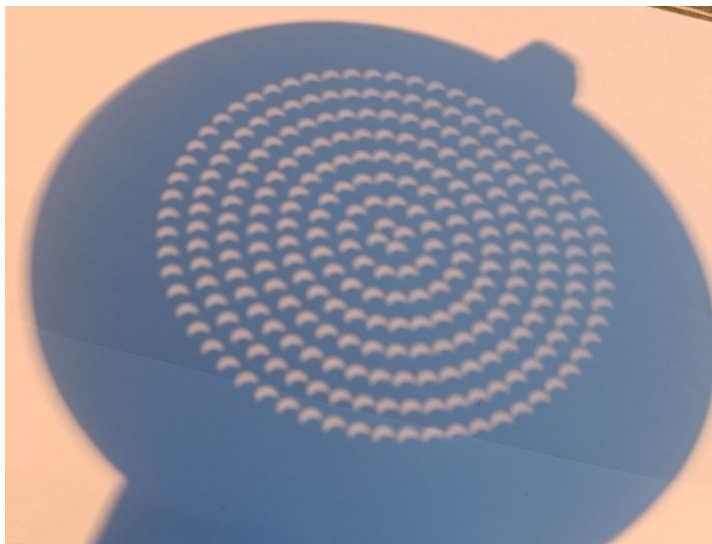
Cedník umístíme těsně nad podklad a pomalu měníme jejich vzájemnou vzdálenost, dokud obraz nezaostříme. S rostoucí vzdáleností se obrázky zvětšují, ale zároveň zeslabují.

Na podkladu se objeví desítky drobných srpečků – každý otvor v cedníku funguje jako samostatná „clona“ a promítá vlastní obraz Slunce, respektive jeho části nezakryté Měsícem.



Obr. 2. Stín cedníku ještě před částečným zatměním.

Pro srovnání lze vedle položit i obraz vzniklý jediným otvorem (např. v kartonu propíchnutém hřebíkem) a ukázat, že princip je stejný.



Obr. 3. Mnohonásobné srpečky místo kulatých skvrn během částečného zatmění.

## Pokud cedník nemáte po ruce

Stejný jev vzniká všude tam, kde světlo prochází soustavou malých nepravidelných mezer – nejde tedy jen o cedník. Žáky můžeme upozornit i na další přirozená „pozorovací zařízení“, která fungují úplně stejně.

Nacházíme-li se v lese nebo poblíž stromů a keřů, můžeme být v průběhu úkazu uchvázeni nespočtem malých srpků na zemi, na stěnách domů nebo na jiných vhodných podkladech. Slunce prosvírá skrze otvory mezi listy, které fungují jako drobné clony, a vytváří tak mnoho malých srpečků. Čím hustší a drobnější listový strom má, tím je efekt výraznější.

Stejnou roli hrají nepravidelné otvory v pletivu slaměného klobouku nebo košíku – fungují jako mnoho drobných dírkových komor najednou.

Podobnou clonku si vytvoříte i vlastní rukou. Stačí zatnout pěst a mezi prsty nechat malou škvíru. Namíříte-li ji ke Slunci, ve stínu zaťaté pěsti se na druhé straně objeví srpek. I malá mezera mezi prsty propletených rukou stačí k vytvoření slabého, ale rozpoznatelného obrazu.

Improvizacím se meze nekladou – v domácnosti jistě najdeme nejrůznější sítky, struhadla nebo děrované tácky, případně si vhodnou pomůcku můžeme

předem navrhnout a vytisknout na 3D tiskárně. Princip pozorování je vždy stejný, mění se jen velikost a pravidelnost otvorů.



Obr. 4. Srpky částečného zatmění Slunce zachycené na ruce. Velký srpek je průmětem z dalekohledu, dva malé srpky vznikly proniknutím světla přes škvíry v prstech. Foto: Zdeněk Hubáček.

## Bezpečnost pozorování

Tato metoda je bezpečná právě proto, že se do Slunce nikdy nedíváme přímo. Pozorujeme pouze jeho obraz, který otvory cedníku vzniká projekcí na stínítko. Žáky proto před pozorováním důrazně upozorníme, že do Slunce se nesmí dívat pouhým okem ani skrze cedník, klobouk či jinou improvizovanou pomůcku. Stejně tak nejsou pro přímé pozorování Slunce bezpečnou ochranou běžné sluneční brýle, kouřem začerněné sklo, staré diskety ani exponovaný fotografický film. Pro přímé pozorování zatmění Slunce je nutné používat pouze certifikované sluneční filtry nebo brýle s filtry určené k pozorování Slunce, splňující příslušnou bezpečnostní normu.

## Pedagogický potenciál pozorování

Kromě samotného pozorovacího zážitku má tato jednoduchá aktivita značný pedagogický potenciál. Přirozeně propojuje geometrickou optiku: přímočaré šíření světla a vznik obrazu pomocí malého otvoru s konkrétním astronomickým jevem. Nevyžaduje žádné speciální vybavení ani náklady a lze ji využít i mimo dobu zatmění. Za běžného dne totiž otvory cedníku vytvoří na stínítku malé kruhové obrazy Slunce. A co je na tom pro výuku nejlepší? Každý žák může mít svou vlastní jednoduchou dírkovou kameru doslova v ruce.

## Kdy si pozorování zatmění Slunce cedníkem můžete vyzkoušet?

Na další příležitosti k pozorování částečného zatmění Slunce z území České republiky nemusíme čekat příliš dlouho. První nastane 2. srpna 2027, kdy bude z našeho území pozorovatelné částečné zatmění s maximálním zakrytím přibližně 51,6 % slunečního kotouče. Ještě působivější podívanou nabídne 1. červen 2030. V tento den nastane prstencové zatmění Slunce, které bude z České republiky pozorovatelné jako částečné zatmění s maximální fází kolem 71 % zakrytí slunečního kotouče.

## Odkazy:

- [1] Milujeme fotografii. [cit. 21. 8. 2026]. Dostupné online: <https://www.milujemefotografii.cz/experiment-camera-obscura-kdyz-zatemnite-mistnost>

