

## Model sluneční soustavy

Zuzana Suková<sup>1</sup>, *Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, ZŠ Elementária*

Výuka astronomie je na rozdíl od ostatních přírodních věd specifická objektem svého zkoumání. Vesmír je jen jeden, nemůžeme se na něj podívat „zvenku“ a většinu astronomických dějů nelze v laboratoři přímo ukázat. Přesto i zde by mělo platit, že hodina nemá být pouze „suchým“ výkladem občas proloženým obrázkem. Je třeba ji něčím ozvláštnit, abychom žáky zaujali a nejlépe i nadchli pro další studium přírodních věd. Astronomie v sobě sama o sobě skrývá obrovský motivační potenciál, protože se zabírá pro žáky přitažlivým a stále ještě tajemným vesmírem, a byl by hřích tento potenciál nevyužít. Jak přiblížit žákům rozměry, jevy a procesy ve vesmíru? Například modelem sluneční soustavy.

### Trocha ovoce a zeleniny

Zůstaňme chvíli v naší sluneční soustavě, jen ji miliardkrát zmenšíme. V tomto měřítku má trpasličí planeta Pluto rozměry jako zrnko pepře (myšlena kulička o průměru 2 mm).

Žáky poprosíme, aby si představili naši bývalou devátou planetu, dnes trpasličí planetu Pluto, velkou jen jako zrnko pepře a zkusili odhadnout, jak velké bude v tomto měřítku Slunce a planety naší sluneční soustavy (případně i Měsíc, ...). Správné rozměry modelu zjistíme převedením skutečných hodnot v poměru 1 : 1 000 000 000, ale před samotným a pro žáky trochu nudným výpočtem je toto tipování vhodnou aktivizační metodou. Při něm se totiž zapojí ochotně všichni. Emoční prožitek se také projeví u téměř všech, na rozdíl od výpočtu, kde se u většiny žáků nijak nebude zapojovat osobní prožití (buďme upřímní: Bohužel jen málo studentů vnímá skutečnou radost nad tím, že jim vyšel správný výsledek, a mnoho z nich se snaží hodiny přetrpět a pouze opisuje z tabule.).

Děti rozdělíme do skupinek po asi 6 žácích a necháme je model vytvořit. Cílem této aktivity je prvotní motivace, kdy chceme žáky zaujmout, vtáhnout je do děje. Během ní si žáci nejprve uvědomí, v jakém pořadí podle velikosti jdou jednotlivá tělesa za sebou, a následně ve skupinkách diskutují o své představě modelu. Při řešení úkolu ve skupině jsou rozvíjeny klíčové kompetence k řešení problému, komunikační a sociální.

Do hodiny je vhodné přinést různé druhy koření, ovoce a zeleniny přibližně kulatého tvaru (nebo libovolné jiné vhodně velké předměty). Žáky pak bude práce více bavit, než pouhé abstraktní představování. Já jsem zvolila pepř, nové koření, lískové a vlašské ořechy, hroznové víno, cherry rajčata, nektarinky, grapefruity, hlávkové zelí a meloun. Kromě toho měli žáci možnost si libovolný jiný potřebný rozměr nakreslit na balící papír.

Necháme žáky asi 5 minut pracovat a poté se jednotlivých skupin ptáme, jaké přirovnání je napadlo. Můžeme nechat třídu, aby zkusila vybrat jeden model, důležité je nekritizovat špatné odpovědi. Myslím si, že by při podobném odhadu s přesností svého modelu neuspěl i ne jeden vyučující. Práci žáků nám můžou přiblížit následující dvě fotografie, kdy jsem model nechala vytvořit zájemce o astronomii ve věku od 6 do 12 let.



<sup>1</sup> zsukova@kmt.zcu.cz

## Výroba modelu sluneční soustavy

Při této činnosti si žáci uvědomí, jak moc zkreslený je nejen jejich pohled na poměr velikostí planet a Slunce, ale díky přirovnání k něčemu známému si správný model snadněji zapamatují i představí. Kdybychom jim pouze sdělili rozměry modelu, tak si sice v první chvíli budou pamatovat, že Země má poloměr trochu větší než půl centimetru a Slunce 70 cm, ale to velmi brzy zapomenou. Naopak fakt, že Země v podobě lískového oříšku obíhá kolem obří dýně, jim utkví v paměti mnohem lépe. Tím, že model skutečně vidí a zároveň s předměty manipulují, se zapojuje nejen vizuální, ale i kinestetická paměť. Při diskusi si potom přijdou na své i žáci s auditivní pamětí.

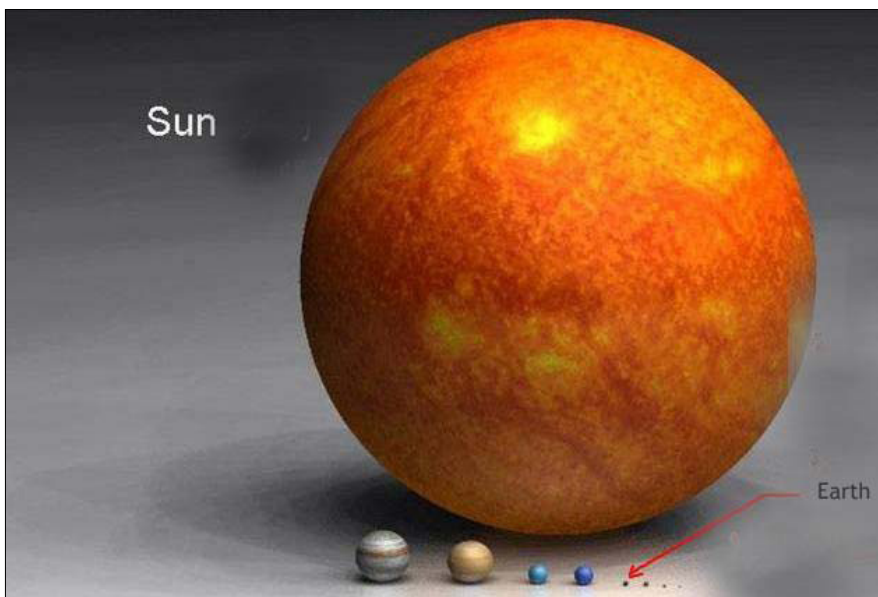
V dalším kroku vypočítáme správné rozměry těles. Žákům můžeme například rozdat následující tabulku (klasický řez písma představuje zadání, kaligrafický řez písma řešení, které by měli žáci vyplnit) a necháme je ve dvojicích vypočítat správné hodnoty (můžeme první řádek pro ukázkou vyplnit za přispění žáků společně na tabuli). Zdroje číselných údajů jsou z multimediálního učebního textu *Astronomie*<sup>2</sup>.

Na konci práce uděláme společnou kontrolu, aby měli všichni žáci správně vyplněnou tabulku. Poslední sloupec představuje jen jedno z možných řešení. V tomto případě jsou přirovnání převzata z práce Macháčka<sup>3</sup> a doplněna o Slunce a Měsíc.

Správné porovnání velikostí můžeme žákům ukázat na obrázku z internetu – je ale potřeba do vyhledávače zadat i spojení „srovnání velikostí“.

Připomeneme ještě, že ve sluneční soustavě je mnoho dalších objektů (planetky, komety, trpasličí planety, měsíce, meteoroidy, ...), ale ty by v našem modelu byly jen prachem. Představili jsme si také jen část sluneční soustavy, protože ta rozhodně nekončí Neptunem ani Plutem, ale zahrnuje obrovské oblasti zvané Kuiperův pás a Oortův oblak.

Objekt sluneční soustavy	Skutečný poloměr tělesa v km	Poloměr tělesa v měřítku 1 : 1 000 000 000 v cm	Přirovnání k něčemu z našeho okolí (kulatého tvaru)
Slunce	696 300	70	Obří dýně „goliáš“
Merkur	2 400	0,24	Hrášek
Venuše	6 100	0,61	Lískový oříšek
Země	6 400	0,64	Lískový oříšek
Měsíc	1 700	0,17	Kulička nového koření
Mars	3 400	0,34	Hrášek
Jupiter	69 900	7,0	Grapefruit
Saturn	58 200	5,8	Grapefruit
Uran	25 600	2,6	Mandarinka
Neptun	24 700	2,5	Mandarinka
Pluto	1 100	0,11	Zrnko pepře



Porovnání velikostí Slunce a planet<sup>4</sup>

<sup>2</sup> <http://astronomie.zcu.cz/>

<sup>3</sup> MACHÁČEK, Martin. Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika. Praha: Prometheus, 2008. ISBN 978-80-7196-376-9

<sup>4</sup> <http://www.qwertasip.estranky.cz/clanky/e-mc-2.html>



## A jak je to se vzdálenostmi?

Jak je rozlehlá tato část s planetami v našem modelu? Zkusíme nejprve opět kvůli motivaci nechat žáky hádat střední vzdálenost Pluta od Slunce. Jak daleko asi bude „zrnko pepře“ od „obří dýně“? Budeme přijímat tipy od žáků, psát je na tabuli a pak necháme hlasovat, ke které variantě se kdo kloní. Napíšeme například na tabuli následující tabulku s intervaly a necháme žáky vybrat si jednu možnost. Lze tím ukázat, že veřejné mínění nemusí mít vždy pravdu. Díky této aktivitě se opět zapojí celá třída a navíc bude každý žák netrpělivě očekávat správný výsledek, aby se ujistil, jak blízko byl pravdě a zda má lepší odhad než jeho kamarád.

Vzdálenost Pluta od Slunce	Počet žáků	Vzdálenost Pluta od Slunce	Počet žáků
0–10 m		500 m–1 000 m	
10 m–50 m		1 000 m–5 000 m	
50 m–100 m		5 000 m–10 000 m	
100 m–500 m		10 000 m–50 000 m	

Správné hodnoty zjistíme výpočtem. Model máme stále v měřítku 1 : 1 000 000 000. Skutečná střední vzdálenost Pluta je přibližně 40 AU (1 AU je střední vzdálenost Země od Slunce, přibližně se jedná o 150 000 000 km), tedy 6 000 000 000 km. Pro model nám vyjde neuvěřitelná hodnota 6 000 m. V kruhu o poloměru 6 km (považujeme-li dráhu Pluta za kruhovou)<sup>5</sup>, tedy na ploše o výměře 110 km<sup>2</sup>, se vyskytuje 1 obří dýně, 4 citrusy, 2 oříšky, 2 hrášky a pak už jen smetí. Tato rozloha odpovídá městům Liberec nebo Hradec Králové<sup>6</sup>. A to naše sluneční soustava patří k těm hustějším oblastem vesmíru, protože mnohem méně hmoty bychom našli za naší sluneční soustavou nebo ještě lépe mezi jednotlivými galaxiemi. Na to bychom žáky také měli upozornit.

### Literatura

MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008, 143 s. ISBN 978-80-7196-376-9.

RANDA, Miroslav. *Astronomia: Astronomický server fakulty pedagogické ZČU v Plzni* [online]. [cit. 2012-10-25]. Dostupné z <<http://astronomia.zcu.cz/>>.

Úplná verze článku vyšla pod názvem Kdyby gepard vyrazil coby praselma, už by dorazil na Proximu Centauri I. v časopisu *Školská fyzika*, ročník IX/2012, číslo 4, str. 1–6. Původní článek si můžete přečíst na webové stránce <http://sf.zcu.cz/cs/2012/4/1-kdyby-gepard-vyrazil-coby-praselma-uz-by-dorazil-na-proximu-centauri-i>.

<sup>5</sup> Trajektorie Pluta ve skutečnosti není kruhová, její numerická excentricita je 0,25.

<sup>6</sup> [http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam\\_m%C4%9Bst\\_v\\_%C4%8Cesku\\_podle\\_po%C4%8Dtu\\_obyvatele](http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_m%C4%9Bst_v_%C4%8Cesku_podle_po%C4%8Dtu_obyvatele)