

Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

PLANETÁRNÍ NAUČNÁ STEZKA U BOROTÍNA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Kateřina Nováková

Učitelství pro 1. stupeň ZŠ – prezenční studium

(2008-2013)

Vedoucí práce: *Mgr. Petra Vágnerová*

Plzeň, 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Píkov, 18. březen 2013

.....

Děkuji vedoucí práce Mgr. Petře Vágnerové za cenné rady a pomoc,
kterou mi poskytla při vypracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	NAUČNÉ STEZKY.....	2
2.1	NAUČNÉ STEZKY NA TÁBORSKU.....	2
2.2	NAUČNÉ STEZKY OKOLO BOROTÍNA.....	4
2.3	PLANETÁRNÍ STEZKY V ČESKÉ REPUBLICE.....	4
3	SLUNEČNÍ SOUSTAVA.....	7
3.1	SLUNCE.....	12
3.2	MERKUR.....	17
3.3	VENUŠE.....	19
3.4	ZEMĚ.....	22
3.4.1	Měsíc.....	25
3.5	MARS.....	26
3.6	JUPITER.....	29
3.7	SATURN.....	32
3.8	URAN.....	34
3.9	NEPTUN.....	36
3.10	DALŠÍ VESMÍRNÁ TĚLESA.....	38
3.10.1	Kometry.....	38
3.10.2	Hvězdy, dvojhvězdy, proměnné hvězdy a souhvězdí.....	39
3.10.3	Planetky (Asteroidy).....	41
3.10.4	Trpasličí planety.....	41
3.10.5	Černá díra.....	42
3.10.6	Meteoroidy, meteority, meteory,.....	42
3.10.7	Výzkum vesmíru.....	43

4	PRAKTICKÁ ČÁST	45
4.1	METODIKA.....	45
4.2	ROZBOR TRASY, BEZPEČNOST.....	46
4.3	STANOVIŠTĚ VZNIK NAŠÍ GALAXIE A SLUNEČNÍ SOUSTAVA.....	48
4.4	STANOVIŠTĚ SLUNCE.....	49
4.5	STANOVIŠTĚ MERKUR	50
4.6	STANOVIŠTĚ VENUŠE	51
4.7	STANOVIŠTĚ ZEMĚ	52
4.7.1	Stanoviště Měsíc	53
4.8	STANOVIŠTĚ MARS.....	53
4.9	STANOVIŠTĚ JUPITER.....	55
4.10	STANOVIŠTĚ KOMETY, HVĚZDY, SOUHVĚZDÍ	56
4.11	STANOVIŠTĚ SATURN	57
4.12	STANOVIŠTĚ PLANETKY, TRPASLIČÍ PLANETY.....	58
4.13	STANOVIŠTĚ URAN.....	59
4.14	STANOVIŠTĚ ČERNÉ DÍRY, METEORITY, METEORY A METEOROIDY.....	60
4.15	STANOVIŠTĚ VÝZKUM VESMÍRU	62
4.16	STANOVIŠTĚ NEPTUN	63
5	MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY	65
5.1	VLASTIVĚDA.....	65
5.2	PŘÍRODOVĚDA	66
5.3	MATEMATIKA.....	67
5.4	ANGLICKÝ JAZYK	68
5.5	VÝTVARNÁ VÝCHOVA A PRACOVNÍ ČINNOSTI.....	69
6	INFORMAČNÍ LETÁK, BROŽURA, PROPAGAČNÍ MATERIÁL	70
7	PRACOVNÍ LISTY	71

8	DOPLŇKOVÉ UČEBNÍ MATERIÁLY	72
9	DISKUSE	73
10	ZÁVĚR	75
11	RESUMÉ	76
12	SEZNAM LITERATURY	77
13	PŘÍLOHY	

1 ÚVOD

Když jsem poprvé začala uvažovat o tématu diplomové práce, věděla jsem, že chci budoucí téma soustředit do oblasti mého rodného kraje – na Borotínsko v Jižních Čechách. Městys Borotín se rozkládá v severní části Jihočeského kraje, v krásné přírodě. V okolí Borotína se nachází jedna historická památka, tzv. Starý zámek, dále několik rybníků, využitelných pro pozorování života ve vodě a u vody. Většinu okolí poté tvoří louky a lesy. To vše by se dalo využít pro praktickou výuku prvouky, přírodovědy a vlastivědy. Ale pro vytvoření naučné stezky je to nedostačující materiál.

Po zhlédnutí jednoho dílu Toulavé kamery mě napadlo vytvořit něco podobného v Jižních Čechách. Jedná se o planetární stezku, tedy model sluneční soustavy v takovém poměru, že jeho celková délka nepřesahuje 5 km. Do určité míry je toto téma originální - svým umístěním a okolním prostorem. Na druhou stranu je to stezka, která má jasně daná pravidla ať je navržena v Jižních Čechách nebo na Moravě. Planetární stezky bývají vždy dlouhé 4,5 km, pokud jsou tvořeny v poměru 1 : 1 000 000 000, a mají shodná stanoviště. Lišit se mohou v grafickém provedení a rozsahu informací na panelech.

Za výsledek si kladu zpracování návrhu planetární stezky v takové podobě, aby bylo možné jej předložit k prezentaci panu starostovi městyse Borotín a získat od něj vyjádření, zdali ho návrh zaujal a uvažoval by o jeho realizaci.

2 NAUČNÉ STEZKY

2.1 NAUČNÉ STEZKY NA TÁBORSKU

Tvorba naučných stezek a cyklostezek se stává v posledních letech jakýmsi fenoménem. Hlavními důvody jsou způsoby financování, tedy možnost využití dotací, a také zájem lidí. Je možné to připisovat moderní době, která klade vysoké nároky hlavně na psychiku člověka. Lidé pak vyhledávají různá východiska a úniky od všedního života. A kde jinde se relaxuje lépe než v přírodě.

Dále je využití naučných stezek velmi vhodné a přínosné pro školy. Je dobré do vybraných předmětů (prvouka, přírodověda, vlastivěda) zařazovat vycházky. Výhodou vycházek je bezprostřední vztah dítěte a přírody. Učí-li se děti v 1. třídě části rostlin, nabízí se využití vycházky pro názornou ukázkou a ještě k tomu se děti obohatí typickým zaměřením dané naučné stezky.

Mapováním Jižních Čech z pohledu naučných stezek se zabýval Karel Drábek (2007) - fotografický materiál a přehled stezek řazený abecedně i podle okresů. Na Táborsku bylo v roce 2007 celkem 8 naučných stezek.

Mezi osm naučných stezek patří následující:

Borkovická blata – Soběslav, délka 6 km, 6 zastávek. Jedná se o rašeliniště, které vzniklo po poslední době ledové, před více než 10 000 lety. V místech, kde probíhala těžba, jsou přirozené blatkové bory. Ručně vytěžená místa jsou bezlesá. Tam, kde se těžilo strojně, vznikly přirozené mokřady, někde i otevřené vodní plochy. Charakteristickým zdejším stromem je borovice bažinná – blatka. Největší z místních borovic se nazývá Blatská princezna, má rozdvojený kmen, což je důsledek poškození v mládí. Oba kmeny dosahují výšky asi 13 m. Stezka prochází jak nenarušenou částí rašeliniště, tak i místy, kde kdysi probíhala těžba.

Nadějkovská rodinná stezka – Nadějkov, délka 1,8 km, 7 zastávek. Stezka je určena pro děti školního věku, nejlépe v doprovodu rodičů. Seznamuje s hospodářstvím na vsi, některými starými řemesly a běžnými druhy rostlin a živočichů. Celá trasa je řešena jako hřiště v přírodě, ale nemá status dětského hřiště.

Nadějkovsko – Nadějkov, délka 13 km, 15 zastávek. V zimě je upravena jako běžkařská trasa. Tato stezka vznikla na základě snahy zabránit necitlivým rekultivacím a později úložišti radioaktivního odpadu, tak aby se s okolím mohlo seznámit co nejvíce lidí. Stezka seznamuje se vznikem Nadějkova, zahrnuje historické památky Nadějkova a okolí (Zámek v Nadějkově, Skalní kaplička „Lurdy“), tradiční řemesla, vývoj průmyslu a přírodní památky a zajímavosti (mohyly z doby bronzové a železné).

Opařany – Opařany, délka 1 km, 23 zastávek. Stezka na svých zastávkách představuje vývoj Opařan od roku 1268, kdy zde stála tvrz s pivovarem, která se měnila postupem času na klášter, zámek, v roce 1924 na psychiatrickou léčebnu pro dospělé a nakonec na psychiatrickou léčebnu pro děti. Stezka prochází parkem, který se během let rozrostl na rozlohu 4,2 ha se 400 stromy – od vzácných, původem z Asie a Severní Ameriky, až po domácí. Park má status kulturní památky.

Pintovka – Tábor, délka 3 km, 30 zastávek. Tato trasa se specializuje na les, především popisuje jednotlivé druhy stromů, naše původní i dovezené, které se někdy používají k výsadbě.

Stříbrná osmička – Sudoměřice u Tábora, délka 50 km, 14 zastávek. Jedná se o cyklostezku, jejíž součástí je i zkrácená stezka pro pěší. Ratibořicko-vožický revír je v místech zlomů blanické brázdy, která se táhne od Českého Brodu až k Českým Budějovicím. Na menších poruchách kolem brázdy vzniklo asi 30 rudních žil. Jejich mocnost je většinou 5 – 20 cm, někdy však i přes metr. Dlouhé jsou stovky metrů, výjimečně až přes 1 km. Stanoviště stezky se zabývají historií těžby stříbrných rud v Ratibořicko-vožickém revíru.

Táborský zdravotní okruh – Tábor, délka 4,6 km, 32 zastávek. Přesný název stezky je Táborský zdravotní a naučný okruh. Trasa je především vzorovou ukázkou městské naučné stezky. Seznamuje turisty se vznikem Tábora, je vedena historickým jádrem města, kolem divadla, gymnázia Pierra de Coubertina až na hráz nádrže Jordán. Dále Holečkovými sady kolem hradeb na Kotnov, pak do údolí Lužnice. Po železobetonovém mostě Antonína Švehly na levý břeh řeky. Zpět vede cesta přes Čelkovický most a po schodech nahoru kolem pověstné granátové skály.

Veselské pískovny – SV okraj Veselské pískovny, délka 7 km, 14 zastávek. Třeboňská pánev se stala místem ukládání sedimentů již na konci druhohor, nejmladší usazeniny jsou čtvrtohorní terasové štěrkopísky Lužnice a Nežárky. Při těžbě se nacházely i vltavíny. Po

ukončení těžby vzniklo několik jezer se stojatou vodou, mnohem hlubších než rybníky. Byly do nich vysazeny ryby. Na odkryté ploše jsou naprosto extrémní životní podmínky, téměř chybí živiny, slunce rozpaluje písek na vysokou teplotu. Z rostlin zde převažují druhy, které špatně odolávají konkurenci. Na místech, kde těžba odkryla vodonosnou vrstvu, vznikla malá prameniště. I zde rostou rostliny, které jsou vzácné (Drábek, 2007).

2.2 NAUČNÉ STEZKY OKOLO BOROTÍNA

Borotín je součástí společenství obcí, které nese název Čertovo Břemeno (Společenství obcí Čertovo břemeno). Ve společenství je celkem 12 obcí. Funkcí Čertova Břemena je sdružování obcí a jejich vzájemná pomoc, spolupráce i propojení, například formou naučných stezek.

Nevzdálenější naučnou stezkou je Naučná stezka Nadějkovsko s rodinným okruhem, vzdálená 13 km od Borotína. Stezka prochází jižním a západním Nadějkovskem a měří přibližně 13,5 km. Začátek se nachází na náměstí, kde je v autobusové zastávce umístěn plánek a stručná informace o jednotlivých zastávkách. Zhruba 12 km od Borotína se nachází Naučná stezka Jistebnickými sady, jedná se o nenáročnou, necelých 5 km dlouhou, okružní trasu. Vycházkový okruh s deseti stanovišti je určen pro pěší turistiku, příznivce horských kol nebo v zimním období pro běžkaře. Naučná stezka vede z jistebnického náměstí po červené turistické trase (směr Kaplice a Cunkov) přes Hrnčířskou ulici k začátku lesoparku s názvem „Městské sady Jistebnice“. Procházka sady končí v topolové aleji Adolfa Katze, zakladatele sadů. Informační panely naučné stezky seznamují s přírodními zajímavostmi Jistebnicka, jeho bohatou historií i současností. Další stezkou je Vycházkový okruh městskou památkovou zónou Sedlec-Prčice. Okruh je vzdálený 12 km od Borotína, ale jiným směrem než Naučná stezka Jistebnickými sady. Nejbližší Borotínu je 3,5 km vzdálená Vyhlídková trasa Střezimíř. Je to výletní okruh v délce necelých 15 km (Sedláček, 2013).

2.3 PLANETÁRNÍ STEZKY V ČESKÉ REPUBLICĚ

V následující podkapitole je uváděn výčet vybraných planetárních stezek a modelů sluneční soustavy, které lze navštívit v České republice. Je samozřejmé, že všechny planetární stezky, včetně této teoretické práce jsou si velice podobné. Jestliže se vytváří

model sluneční soustavy na Zemi, obvykle je měřítko soustavy (průměr planet a vzdálenost od Slunce) upraveno v poměru 1:1 000 000 000. Tento poměr zajistí, že nejmenší planeta sluneční soustavy, má velikost cca 5 mm a nejdelší vzdálenost planety od Slunce je 4,5 km. Přesto lze v jednotlivých stezkách najít rozdíly. Dvě z následujících čtyř stezek jsou dlouhé 6,5 km, přestože jsou v poměru 1 : 10⁹, jelikož ještě obsahují planetu Pluto. Třetí stezka je vytvořena v poměru 1 : 627 000 000. Čtvrtá stezka se shoduje s tímto teoreticky navrhovaným modelem.

PLANETÁRNÍ STEZKA V HRADCI KRÁLOVÉ

Stezka byla postavena v roce 2005 členy Astronomické společnosti v Hradci Králové a pracovníky Hvězdárny a planetária v Hradci Králové. Model sluneční soustavy má 13 stanovišť, zahrnuje zastávky Slunce, Merkur, Venuše, Země, Měsíc, Mars, Ceres, Jupiter, Halley, Saturn, Uran, Neptun a ještě také Pluto (dnes již trpasličí planeta). Celková délka stezky je 6,5 km (prodlouženo díky trpasličí planetě Pluto). Kromě sluneční soustavy seznamuje stezka návštěvníky ještě s krajinou a okolím Nového Hradce Králové (Brož, 2007).

PLANETÁRNÍ STEZKA PROSEČ

Tato planetární stezka vznikla na podnět žáků 5. třídy (r. 2006) ze Základní školy v Proseči. Realizaci projektu zajistilo město Proseč a také Sdružení obcí Toulcovy Maštale. Autorem modelů vesmírných těles je MgrA. Marek Rejent. Tato stezka byla vytvořena jako teprve druhý projekt v České republice. Trasa této planetární stezky začíná u městské knihovny v Proseči a je dlouhá 6 km (také ještě zahrnuje Pluto). Konec stezky je umístěn na silnici vedoucí k Proseči. Podnět k realizaci navrhla třídní učitelka Alena Vášková. Nejdříve si žáci vyrobili modely planet a Slunce, sehnali potřebné informace z různých zdrojů a nakonec svou práci představili rodičům. V této fázi odpovídaly rozměry planety, ale nikoli vzdálenosti. Pro realizaci v přírodě, aby odpovídaly i vzdálenosti mezi planetami, se museli žáci spojit s paní ředitelkou ZŠ, Mgr. Jarmilou Broulíkovou, a Městským úřadem v Proseči. K samotné realizaci nakonec přispělo i Sdružení obcí Toulcovy Maštale, které vyrobilo informační panely, a také MgrA. Marek Rejent, který vyrobil modely vesmírných těles sluneční soustavy (Schmied, Ondráček, 2011-2013).

PLANETÁRNÍ STEZKA, OPAVA

Třetí planetární stezka byla otevřena tři měsíce po stezce v Proseči, přesně 9. 9. 2006 v Opavě. Tato stezka se od ostatních liší svým poměrem, jak je naznačeno v úvodu podkapitoly. Je vytvořena v poměru 1 : 627 000 000, z čehož vyplývá, že délka stezky je podstatně větší. Cíl je od začátku trasy vzdálen 9 419,9 m, posledním stanovištěm je dnes již trpasličí planeta Pluto. Díky menšímu poměru jsou modely planet větší, např. Slunce je větší o 828 mm a Merkur pouze o 2,3 mm. Nevýhodou této stezky je, že není zachována přesná vzdálenost planet od Slunce a mezi sebou. Stezka je situována tak, aby stanoviště jednotlivých planet souhlasila s vybranou zajímavostí města a okolí (Ciesla, 2006).

Čtvrtou a poslední planetární stezkou, která je zde uvedena, je model sluneční soustavy v Plzni, vytvořený v projektu Pouť k planetám. Pouť k planetám lze nazvat jako projekt nebo také venkovní expozici vytvořenou centrem Techmania science center. Expozice měla být přístupná jeden měsíc, v období 28. 9. – 28. 10. 2007. Ve skutečnosti byla expozice k vidění téměř 5 let, z ulic Plzně byla odstraněna v září 2012.

Podle Mgr. Moniky Kovandové je realizace sluneční soustavy v uzavřených prostorách naprosto nevhodná. Pokud by se měl model vejít do jedné místnosti, rozměr planet by byl titěrný, proto se v takových případech vytváří model v rozdílném měřítku pro vzdálenosti a pro velikosti planet. Město Plzeň mělo rozlohu vhodnou k vybudování modelu tak, aby byl zachován stejný poměr vzdálenosti a současně velikosti planet ve vztahu ke skutečnosti. Při použití měřítko 1:1 000 000 000 jsou například Slunce a Neptun od sebe vzdáleny 4,5 km. Informační panely mají podobu disku, na kterém jsou důležité informace. Velikost vesmírného tělesa, Slunce nebo planety, je znázorněna ocelovou polokoulí, která je přichycena k disku. Začátek tohoto modelu, disk Slunce, je umístěn před Západočeským muzeem a v příslušné vzdálenosti je soustředěno 8 planet (Kovandová, 2007).

3 SLUNEČNÍ SOUSTAVA

Následující text je čerpán z astronomického serveru Západočeské univerzity v Plzni, Kéhar, 2010.

Teorií o vzniku sluneční soustavy je mnoho. Hypotéza Kanta, uveřejněná v roce 1755, popisuje, že všechny tehdy známé planety a družice obíhají okolo svých gravitačních center v tomtéž smyslu, ve kterém se otáčí Slunce i planety, pokud u nich rotace byla zjištěna. A oběhy se dějí až na málo výjimek ve drahách, jejichž roviny téměř splývají jak navzájem, tak i s rovinou slunečního rovníku. Kant také došel k předpokladu, že všechna tělesa, nacházející se v našem slunečním světě, byla "na počátku všech věcí" rozložena v "elementární látku", která vyplňovala prostor, v němž nyní tato tělesa obíhají. Teorie podobné s touto hypotéze jsou více méně ty, které vytvořili Faye, Ligondés, See, Lockyer, Lowell, Zehnder. Hypotéza Laplace, z roku 1796, se shoduje s Kantem v některých základních bodech. Laplace vychází z předpokladu, že hmota sluneční soustavy měla původně tvar žhavé plynové koule, rozkládající se až za dráhu nejvzdálenější planety. Ochlazováním se tato koule smršťovala, čímž se zrychlovala její rotace, až konečně došlo k odlučování hmoty na rovníku ve tvaru plynových prstenců. Názory podobající Laplaceově domněnce vyslovili Fesenkov a Birkeland. Oba počítají s činností eruptivních sil na Slunci. Roku 1859 ale Maxwell dokázal, že prstenec, který by se měl podle Laplaceho teorie oddělit od žhavé sluneční atmosféry, se nemůže sám od sebe svinout v jediné kulové těleso – planetu. Roku 1943 byla uveřejněna teorie Weizsäckera, která znamená do jisté míry návrat k Laplaceovi. Dvacáté století přineslo veliké množství nových poznatků jak fyzikálních, tak astronomických. Jsou to zejména Bethého objevy o zdroji sluneční energie, objevy o složení atmosfér planet a nové názory na vznik hvězd, které nutno mít na paměti při konstrukci jakékoli nové teorie. V tom smyslu jsou zejména pozoruhodné názory, které rozvinuli nedávno sovětští badatelé, např. Fesenkov. Fesenkov za první stadium předpokládá mrak meteoritů a za druhé potom Laplaceho pramlhovinu. Mrak meteoritů má blízko gravitačního centra největší hustotu, tam dochází k častým srážkám, čímž vzniká teplo a část meteorů se vypaří. Vytvoří se plynná atmosféra, kde se tuhé částice se pohybují jako v odporujícím prostředí. Účinkem odporu se částice více blíží těžišti a mrak se stahuje, až se změní v plynou kouli. Tak vznikne Laplaceova plynná koule, která se rovnoměrně otáčí. Další průběh se od Laplace liší. Planety vznikaly ve slunečním nitru a tvořily mocné konvektivní vírové proudy, kterými byla hmota z nitra

mlhovinné koule přemísťována do hořejších vrstev, tam zčásti zkapalněna nebo ztuhla a proměnily se v samostatné těleso. Tělesa se pohybovala v nitru plynné koule a odporující prostředí zmenšilo výstřednost drah a sklon k rovníku Slunce. (Kéhar, 2010)

VZNIK SLUNEČNÍ SOUSTAVY

Nejnovější teorie o vzniku vesmíru zpracoval John Grigin (2006), známý britský popularizátor vesmírné vědy.

HVĚZDY

Prvním klíčem k řešení původu hvězd a planet byl objev souvislosti mladých hvězd s plynoprachovými mračky. Délka života hvězdy závisí na zásobě paliva a rychlosti jeho hoření (její svítivosti). Hmotnější hvězdy mají větší zásoby paliva, ale aby zabránily gravitačnímu kolapsu, hoří rychleji. Hvězdy s krátkou dobou života jsou proto velké a svítivé. S určitou přesností je dnes možné určit stáří některých hvězd. Proces jaderného slučování v nitrech hvězd neustále vytváří složitější jádra, proto je v nově zrozených hvězdách vyšší zastoupení prvků těžších než helium. Existuje ale jedna výjimka z tohoto pravidla: lithium. Tento prvek se vůbec nevytváří ve hvězdách, takže veškeré lithium ve vesmíru pochází z období prvotní nukleosyntézy v prvních minutách Velkého třesku. Tento prvek se spotřebovává v některých jaderných reakcích. Proto v každé následující generaci hvězd je méně lithia než v generaci předcházející. Tento způsob datování hvězd je mimořádně přesný. Astronomové na počátku 21. století pomocí této techniky zjistili, že ve Velké mlhovině v Orionu je nejméně 20 hvězd (s hmotnostmi přibližně rovnými hmotnosti Slunce), jejichž stáří je menší než 10 milionů let. Nejmladší z nich dokonce vznikly před pouhým milionem roků. Jde o nejlepší a nejpřímější důkaz, že mladé hvězdy skutečně souvisí s mračky plynu a prachu v Mléčné dráze. Základní teorie byla potvrzena pozorováním mnoha komplexů mlhovin. Hvězdy se rodí v nitru mračen ze shluků látky stlačených vlastní gravitací. Po vzniku hvězd jsou mračna rozfoukána do okolí. Mračna, ve kterých se nacházejí svítivé hvězdy, mohou mít teplotu až 10 000°C; naopak mračna, ze kterých mohou vznikat hvězdy, jsou extrémně chladná, jejich teplota je nižší než 10 K (10 stupňů nad absolutní nulou, tj. -263°C).

Mléčná dráha je mnohem starší než 10 miliard let a stále se v ní nacházejí mračna plynu a prachu, ze kterých vznikají hvězdy. Zajímavé ale je, že se tento materiál dávno nezkondenzoval na hvězdy. Je zde totiž podstatný rozdíl mezi statickým a dynamickým

mračnem látky. Veškerá látka v mléčné dráze, včetně hvězd samotných a látky, z nichž vznikly, je v pohybu. Látka, ze které je vytvořena Mléčná dráha, se pohybuje kolem středu Galaxie. Mezihvězdná mračna se pomalu otáčejí kolem vlastních středů. Uvnitř mračen se prohání „vítr“ podobný větrům v atmosféře Země a pavučinová síť magnetických polí brání kolapsu mračen. Je nutné zdůraznit, že důvodem smrštění mračna plynu a prachu a následné tvorby hvězd je zpravidla rázová vlna supernovy, případně hvězdný vítr mladých hvězd, který se šíří mezihvězdným prostředím a rozfukuje látku obklopující hvězdy hned po jejich vzniku. Pro Galaxii jako celek jde o samoregulující se proces, který probíhá po miliardy let v ustáleném režimu. Pokud v jedné generaci vznikne příliš mnoho hvězd, plyn a prach je rozfoukán a zředěn a příští generace hvězd bude vznikat obtížněji. Vznikne-li v dané generaci naopak příliš málo hvězd, plyn a prach je rozfoukán méně a v následující generaci vznikne hvězd více. V dřívějších modelech byla uvedena představa, že se celé mračno o hmotnosti Slunce rovnoměrně smršťuje tak dlouho, až z něho vznikne hvězda. Simulace ale ukazují, že vše je jinak: uprostřed kolabující části mračna se vytvoří objekt o hmotnosti 0,001 hmotnosti Slunce, který je hustý a horký natolik, že v něm poměrně brzy začnou probíhat termojaderné reakce. Teprve poté, v průběhu dlouhé doby, se na jádro akrecí nabaluje další hmota, která padá z okolí na povrch protohvězdy. Rotace látky způsobí, že se v kolabující části mračna namísto jednoho jádra vytvoří 2 nebo 3 protohvězdy, které kolem sebe obíhají. Vnitřní jádro je zárodkem, na kterém hvězda roste. Protohvězdné jádro nemá hmotnost větší než tisícina hmotnosti Slunce a objem má přibližně stejný jako Slunce dnes. Látka padající zvenku na jádro zvětšuje jeho hmotnost, přitom se poloměr jádra mění jen nepatrně. Hlavním výsledkem akrece je vyšší hustota protohvězdy. Za přibližně 10 let vzroste hmotnost protohvězdy na setinu hmotnosti Slunce a nadále na ni dopadá látka z původního kolabujícího mračna. Velikost hvězdy narůstající na podhvězdném zárodku závisí na množství materiálu dostupného pro akreci, nikoli na velikosti jádra, protože všechna jádra mají na počátku přibližně stejnou hmotnost. Jakmile dosáhne hmotnost jádra přibližně pětiny hmotnosti Slunce, stoupne v něm teplota natolik, že je možné zažehnutí termojaderné fúze. První fúzní procesy probíhající v jádře zahrnují deuterium, těžší verzi vodíku, ve které je v každém atomovém jádře silnou interakcí vázán jeden proton a jeden neutron. Po ukončení akrece bude mít například mladá hvězda o hmotnosti Slunce přibližně 4x větší poloměr, než má Slunce dnes. Potom se hvězda pomalu zmenšuje, až se usadí a stane se dospělou hvězdou čili „hvězdou hlavní posloupnosti“. Teprve když teplota

dosáhne v jádru přes 10 milionů kelvinů, jaderná energie zastaví další smršťování hvězdy. Než se ale hvězda takto usadí, projde bez ohledu na svoji hmotnost fází, při které proudění látky hvězdu uvnitř kompletně promíchá. Zastoupení prvků pozorované u hvězd hlavní posloupnosti (včetně Slunce) v povrchových vrstvách odpovídá přesně směsi prvků v mračnu, ze kterého vznikla. Povrchové složení neovlivní procesy probíhající v nitru hvězdy, kde se přeměňuje vodík na helium a v případě některých hvězd helium na uhlík, protože proudění u hvězd hlavní posloupnosti neprobíhá v celém objemu, takže materiál jádra se nemůže dostat k povrchu.

Astronomové dělí různé vývojové stupně akrece na 4 fáze neboli třídy, které dávají určitou představu o délce trvání procesů, nicméně jsou definovány poměrně volně. Přibližně milion roků trvá předhvězdná fáze kolapsu mračna a vývoj jádra. Jako fáze C 0 se označuje období prudké akrece látky na jádro. Tato fáze trvá desítky tisíc let a jejím výsledkem je akrece přibližně poloviny dostupné látky. Nejdelsí akreční fáze se označuje jako C I – trvá několik set tisíc let, během nichž hvězda velmi pomalu nabaluje většinu zbývající látky. Fáze C II trvá přibližně milion let – odpovídá mladým hvězdám typu T Tauri, které jsou obklopeny prachem. Fází C III označujeme mladou hvězdu, která již není obklopena prachem a postupně se několik desítek milionů let zmenšuje na hvězdu hlavní posloupnosti. Doba trvání jednotlivých fází se odhaduje jednak z počítačových simulací a jednak z pozorování.

Většina hvězd musí vznikat ve vícenásobných soustavách. Izolované hvězdy (např. Slunce) byly ze soustavy vymrštěny svými sourozenci. „Vícenásobná soustava“ může znamenat čtveřici, pěťici nebo i početnější skupinu hvězd, které vznikají společně. Na sto nově vzniklých hvězdných soustav připadá 40 trojhvězd a 60 dvojhvězd. Ze 40 trojhvězd je 25 poměrně stabilních a přežívají dlouho, 15 vypudí téměř ihned jednu složku, takže vznikne 15 dvojhvězd a 15 samostatných hvězd. V oblastech, kde vzniká mnoho hvězd, např. ve Velké mlhovině v Orionu, dochází k blízkým setkáním vzniklých skupin. Přiblížení hvězd má za následek rozpad některých dvojhvězd, a proto se počet samostatných hvězd v Galaxii ještě zvětší. Samostatné hvězdy se tak stanou častějšími než trojhvězdy (Gribbin, 2006).

PLANETY

Sluneční soustava se skládá z osmi planet. Čtyři planety jsou podobné Zemi a obecně se nazývají malé kamenné planety. Jedná se o Merkur, Venuši, Zemi a Mars. Tyto planety

obíhají Slunce nejbliže. Ve větší vzdálenosti obíhají čtyři plynní obři: Jupiter, Saturn, Uran a Neptun. Pluto bylo dříve devátou planetou sluneční soustavy. Od roku 2006 patří do skupiny trpasličích planet. Dále se ve sluneční soustavě nachází různé zbytky kosmické sutí, většinou hromady ledu nebo hornin.

Obvykle se předpokládalo, že oba druhy planet vznikly stejným způsobem – shlukováním malých oblastí látky v disku rotujícím kolem mladé hvězdy; takovému scénáři se často říká „zdola nahoru“. V případě malých i velkých planet by nejprve mělo vzniknout kamenné jádro. Argumentovalo se tím, že v této fázi u kamenných planet proces víceméně skončil, protože jde o vnitřní planety a teplo mladé hvězdy odfouklo plyn pryč do vnějších oblastí. Na dráze Jupiteru by kamenné jádro, o hmotnosti 12x větší než Země, mělo vlastní gravitací přitahovat plyn a led a narůst do dnešních rozměrů. Zásadním problémem tohoto scénáře je dlouhá doba růstu plynných obrů. Astronomové dříve znali pouze naši sluneční soustavu, a proto se předpokládalo, že bude nalezena lepší varianta procesu „zdola nahoru“, která tento nesoulad vyřeší. V průběhu posledních desetiletí ale astronomové našli několik set dalších planetárních soustav. Přírodním vysvětlením by mohlo být, že obři planety nevznikají procesem „zdola nahoru“, ale naopak „shora dolů“, tj. jako nestabilní shluky v původním disku látky kolem mladé hvězdy. Takové shluky se mohou vytvořit v jakékoli vzdálenosti od hvězdy a vzájemné působení mezi planetami a diskem může dráhy obrů změnit, takže se z oblastí, kde vznikly, mohou přesunout blíže ke hvězdě nebo dále od ní. Migrace planet by vyřešila i problém Uranu a Neptunu – obě planety mohly vzniknout výrazně blíže ke Slunci. Simulace ukazují, že procesem „shora dolů“ se mohou obři planety vytvořit během pouhých několika set let. Pomalejší proces „zdola nahoru“ je zodpovědný za vytvoření terestrických planet včetně Země, a to v době, kdy obři planety již byly utvořené.

Již před rokem 1990 astronomové předpokládali, že terestrické planety musely vzniknout z prachového disku, ale nebyly žádné přímé důkazy, že se tyto disky kolem mladých hvězd vytvářejí. Průlom učinil Hubbleův vesmírný dalekohled, který posunul pozorovací techniku natolik kupředu, že umožnil pozorování obřích disků kolem mnoha mladých hvězd v našem okolí. Dnes se nazývají protoplanetární disky. Disky nebyly pozorovány kolem starších hvězd, a tak je jasné, že se buď rozptýlily, nebo přeměnily v něco jiného: v planety. Nejlépe probádaný disk je v okolí hvězdy Beta Pictoris. Odhaduje se, že Beta Pictoris je 200 milionů let stará a hmotnost látky v disku je 1,5 násobkem hmotnosti

Slunce. Důležité je, že vnitřní část disku Beta Pictoris je zvlněná a deformovaná tak, jako by uvnitř obíhaly planety. Pozorované záhyby a deformace disku lze vysvětlit existencí objektu, který se kolem hvězdy pohybuje ve vzdálenosti 1 až 20 AU a má hmotnost mezi 6 až 6 000 hmotnostmi Země. Navíc z tloušťky disku plyne, že v něm musí být objekt přinejmenším o velikosti 1 000 km, který látku disku při svém pohybu promíchává – jinak by se disk „usadil“ a měl mnohem menší tloušťku, obdobně jako Saturnovy prstence. Otázka vzniku planet pozemského typu se tedy redukuje na otázku, jak se prach podobný cigaretovému dýmu slepí do prvních planetesimál. Klíčovým slovem je „slepí“. Když se malá prachová zrna pohybují, při náhodné srážce se od sebe spíše odrazí, než aby se slepila dohromady. Ale jednou z nejpravděpodobnějších složek molekulárních mračen je voda. Vodík je nejběžnějším prvkem vůbec a kyslík, i když není tak běžný jako vodík, je třetím nejhojnějším prvkem po vodíku a heliu. Jelikož se vodík a kyslík spojují na molekuly vody, mělo by být v molekulárním mračnu, ze kterého vznikají planety, velké množství vodní páry. Ta se na prachových zrnech zkondenzuje přímo na led. Led v mračnu se od pozemského „nápojového“ ledu liší. Protože kondenzoval na malých prachových zrnech přímo z vodní páry, bude se podobat spíše sněhovým vločkám než kostkám ledu. Každé prachové zrno pevné látky (většinou jde o sloučeninu uhlíku a křemíku) bude obaleno načechranou vrstvou ledu, který působí jako přirozený polštář tlumící srážku dvou zrn. Chmýřitý led při srážce náraz utlumí a elektrické síly dílo dokonají. Jakmile původní zrna vyrostou do středních rozměrů, začnou se gravitačně přitahovat a vytvoří během přibližně sta tisíce let tělesa o kilometrových i větších rozměrech. Srážky těchto těles vytvoří druhou generaci prachu. Vybudování kamenné planety podobné Zemi z kilometrových planetesimál chce svůj čas – přibližně 50 milionů let (Gribbin, 2006).

3.1 SLUNCE

Slunce je základním stavebním prvkem sluneční soustavy. Vždyť i název soustavy tomu jasně napovídá. Je centrem sluneční soustavy, ale ne proto, že by bylo uprostřed, ale proto, že se kolem něj vše točí. Již ve 3. století př. n. l. vytvořil Aristarchos heliocentrický model sluneční soustavy, tedy, že Slunce se nachází uprostřed. Nicméně, tento model nebyl přijat. Tématem, zdali je soustava geocentrická nebo heliocentrická, se zabýval například Hipparchos, Ptolemaios (inklinovali ke geocentrismu) a v 16. - 17. století Koperník, Brahe nebo Kepler, kteří vytvořili modely heliocentrické. První dva zmiňovaní – Mikoláš

Koperník a Tycho Brahe, ještě předpokládali, že planety obíhají kolem Slunce v kruhových drahách, až Johannes Kepler vytvořil model, který zahrnoval eliptické oběžné dráhy.

Slunce je vzdálené od Země 149,5 mil km, jeho průměr je 1 391 960 km a hmotnost 1,989.1030 kg. Ve srovnání se Zemí je 335 000krát hmotnější a má 109krát větší průměr. Objem Slunce činí 1,077.1018 km³, tedy přes jeden trilion km³ (Čeman, Pittich, 2002).

Kolébku Slunce bylo zřejmě molekulové mračno, obrovský komplex plynu a prach o hmotnosti několika set tisíc Sluncí. Zde, před necelými pěti miliardami let, vznikla nenápadná zhuštěnina, která se vlastní gravitací sbalila v zárodek hvězdy nyní nazývané Slunce. Současně se také utvořila její planetární soustava. Dodnes už Slunce téměř dvacetkrát oběhlo kolem středu Galaxie a od míst svého vzniku se poměrně značně vzdálilo. I kdyby se podařilo vystopovat celou jeho dosavadní dráhu Galaxií, jen stěží by bylo možné nalézt to konkrétní molekulové mračno, v němž se Slunce zrodilo. Ukazuje se totiž, že životnost molekulových mračen není neomezená. Dříve nebo později se rozplynou, aby se pak z jejich částí znovu zformovala nová molekulová mračna. Kolébka Slunce tak tedy nejspíš neexistuje, dávno se již rozpadla na prach a plyn.

Za celou dobu své zářivé existence stačilo Slunce spotřebovat sotva šest procent ze svých zásob jaderného paliva – vodíku. Kdyby se výkon Slunce i v budoucnu udržel na dnešní úrovni, vystačilo by se svými palivovými rezervami zářit ještě dalších 70 miliard let. Bohužel, tak vysoký aktivní věk Slunci nebude dopřán. V budoucnosti totiž bude výkon Slunce vzrůstat a úměrně s tím poroste i tempo spotřeby jaderného paliva. Jestliže doposud Slunce pro svou potřebu využilo jen 6 % svých celkových zásob vodíku, v dalších sedmi miliardách let svého života zlikviduje zhruba devítinásobek tohoto množství. Čerpání vodíku v nitru Slunce neprobíhá stejnoměrně. Nejprve se spotřebuje vodík v centrálních oblastech, pak se začne využívat vodík ve stále vyšších a vyšších vrstvách hvězdy. Tento nadějný postup však bude rázně ukončen ve chvíli, kdy se v důsledku nestability od hutného jádra, v němž probíhají jaderné reakce, oddělí řídký obal bohatý na vodík. Posledních 40 % zásob vodíku zmizí v prostoru a jaderný vývoj hvězdy končí (Mikulášek, Pokorný, 2003).

Jádro Slunce je neskutečně veliká jaderná pec. Každou sekundu se zde přemění 700 milionů tun vodíku na hélium v procesu, který se nazývá jaderná reakce. Je to stejné, jako kdyby každou sekundu explodovalo 90 miliard megatunových vodíkových bomb a každou sekundu se 5 milionů tun látky přeměnilo na energii. Když se fotony neboli částice světla,

řítí z jádra Slunce, procházejí přes tlustou vrstvu chladnějšího plynu, nazývanou radiační zóna. Každý atom se může posunout jen o zlomek centimetru předtím, než jej srážka s atomem plynu zastaví. Fotonům proto trvá až 10 milionů let, než se dostanou na sluneční povrch, ale odtud jim trvá pouze 8 minut, než dorazí k naší Zemi. Na radiační zónu navazuje konvektivní zóna, kde stoupají obrovské bubliny velmi horkého plynu směrem k povrchu Slunce a méně horké se vracejí zpátky dolů, zahřívají se a potom opět stoupají – to vše se děje velikou rychlostí.

Převážná část Slunce je přímému pozorování nepřístupná. Pozorované záření k Zemi přichází jenom z horních vrstev slunečního povrchu, které se nazývají sluneční atmosférou. Hmotnost atmosféry představuje jenom jednu desetimiliardtinu celkové hmotnosti Slunce. V atmosféře Slunce hustota plynu klesá na 10^{-7} až 10^{-10} g/cm³. Nejnižší vrstva sluneční atmosféry, ve které se utváří pozorované spojité a čárové spektrum, se označuje jako fotosférou. Tloušťka fotosféry nepřevyšuje 200 až 300 km. Povrch fotosféry lze pozorovat jako sluneční kotouč, zářící spojitým (bílým) světlem. Sluneční kotouč je jasnější ve středu než na okraji. U okrajů Slunce se totiž pozorují chladnější svrchní vrstvy fotosféry, zatímco uprostřed kotouče Slunce lze vidět hlouběji, do teplejších vrstev fotosféry. Průměrná teplota fotosféry dosahuje 5 512°C a hustota klesá od $3,5 \cdot 10^{-7}$ do $4,5 \cdot 10^{-8}$ g/cm³. Fotosféra je v neustálém pohybu, konvekční proudy v ní zabezpečují přísun látky z teplejších oblastí na povrch Slunce. Odpovídají za rovnoměrnost zářivého výkonu slunečního povrchu. Charakteristickým rysem fotosféry je její zrnitost, granulace. Jednotlivá zrna, granuly, mají průměr od 200 do 1 800 km, nejčastěji asi 700 km, a jsou oddělena tmavšími místy. Granuly jsou svrchní oblasti výstupných konvekčních proudů a mají v průměru o 200°C vyšší teplotu než okolní fotosféra. Jasnost granul je zhruba o 30% větší než jasnost tmavších oblastí mezi nimi. Jejich životnost nepřesahuje několik minut. Granuly je možné pozorovat pouze dalekohledem a i to jenom z vysokohorských observatoří, kde je poměrně malé chvění vzduchu.

Vrstvu sluneční atmosféry nad fotosférou nazýváme chromosférou. Její hustota je tak nízká, že při pozorování slunečního disku záření chromosféry zaniká v jeho jasu. Chromosféru je možné pozorovat jen několik sekund během úplného zatmění Slunce. Vyjma slunečního zatmění lze chromosféru vidět pouze spektrohelioskopem nebo monochromatickým filtrem. Chromosféra zasahuje do výšky 12 000 až 14 000 kilometru nad fotosférou. Má jasně červené zbarvení. Hustota u dna je přibližně $3,1 \cdot 10^{-8}$ g/cm³, což

odpovídá asi 1015 částicím v cm^3 , tedy asi taková, jako v zemské atmosféře ve výšce 75 km. Teplota v chromosféře do výšky 3 000 km stoupá pomalu na hodnotu 6 000°C. Dále rychle narůstá nad stotisícové hodnoty. Chromosféra je hustě protkaná proudy vystupujících plynů, jejichž rychlost dosahuje asi 20 km/s. Nazývají se spikuly. Průměr spikul je až 2 000 km a vystupují do výšek nad 10 000 km. Trvají od 30 sekund do 3 až 5 minut. Zdá se, že tvoří pokračování granul. Jejich kinetická energie přispívá částečně k zahřívání koróny. Poslední, nejvyšší vrstvu sluneční atmosféry, korónu, lze pozorovat jenom při úplných zatmění Slunce a od roku 1930 i pomocí speciálního dalekohledu, korónografu. Kovově modré studené světlo vzniká rozptylem fotosférického světla na volných elektronech a prachových částicích meziplanetární hmoty. Koróna začíná nad chromosférou a rozprostírá se daleko do meziplanetárního prostoru. Někteří astronomové se domnívají, že sahá dokonce až za dráhu Země. Hustota v koróně prudce klesá s výškou. Na dně koróny má hodnotu 1,7.10⁻¹⁵ g/cm³, což odpovídá 108 částic v 1 cm³. Zato její teplota vystupuje až na 1 000 000°C. Koróna je hustší a teplejší nad aktivními oblastmi. Během 11letého slunečního cyklu mění svůj tvar, velikost i intenzitu záření. Největší je v době maxima sluneční aktivity, kde její paprsky sahají do vzdálenosti 15 až 20 poloměrů Slunce (asi 13 milionů km). Některé jevy pozorované ve svrchních vrstvách Slunce a v jeho atmosféře jsou dodnes nevysvětlené. Chování látky v podmínkách obrovských tlaků uvnitř Slunce, přenos látky a energie do svrchních vrstev jeho atmosféry pomocí silných magnetických polí nelze nyní, ani v budoucnu simulovat v pozemských laboratořích (Čeman, Pittich, 2002).

Sluneční hmota si i přes obrovský všudypřítomný tlak zachovává charakter plynu. Slunce je složeno ze 70 % vodíku (H), z 28 % hélia (He) a zbylé 2 % připadají na ostatní prvky. Povrchové vrstvy Slunce nerotují jako tuhé těleso. Na rovníku je rotační pohyb nejrychlejší, na pólech nejpomalejší. Perioda rotace klesá z 25 dnů na rovníku až na 35 dnů v blízkosti pólů. Sluneční světlo je bílé se spektrem složených barev od červené přes oranžovou, zelenou, modrou až po fialovou. Sluneční světlo rozložené na barevné složky je možné v přírodě pozorovat v duze. Míra jasnosti Slunce, ale také jiných hvězd nebo ostatních nebeských těles, se označuje jako magnituda (m). Zdánlivá magnituda je jasnost objektu, jak se jeví ze Země. Absolutní magnituda je jasnost, kterou by měl objekt, kdyby byl pozorován ze standardní vzdálenosti 10 parseků (3,086.10¹⁴ km). Stupnici pro určování jasnosti hvězd vymyslel řecký antický astronom Hipparchos. Ve svém katalogu označoval nejjasnější hvězdy jako hvězdy první velikosti, nejslabší hvězdy ještě

viditelné okem byly označeny jako hvězdy šesté velikosti. Z řeckého slova pro označení velikosti (magnitudo) vznikl dodnes používaný termín pro určování jasnosti vesmírných těles – magnituda (Čeman, Pittich, 2002).

PROTUBERANCE A ERUPCE

Protuberance byly poprvé pozorovány během úplných zatmění Slunce. Jelikož vypadají jako rudé boule vystupujícího plazmatu, byly pojmenovány latinsky. Jedná se o složení slov pro- (jako, jakoby) a tuber (hrb, boule). Kdyby byly protuberance pozorovány shora proti slunečnímu disku, byly by vidět jako tmavé vlákno – filament. To, že je filament oproti slunečnímu disku tmavší způsobuje nižší teplota plynu v protuberanci. Koróna má totiž teplotu okolo 2 000 000 K a filament jen několik tisíc kelvinů. Další důvod tmavšího zbarvení je pohlcování slunečního světla atomy vodíku ve filamentu. Plyn v protuberanci je někdy až 300krát hustější než plyn v koróně a může dosáhnout do výšek až 50 000 km nad povrch Slunce. Protuberance může existovat i po dobu několika slunečních otoček (Bílek, Zíbar, 2010).

Sluneční erupce jsou exploze na slunečním povrchu. Během několika minut materiál o teplotě milionů kelvinů, uvolní energii o síle miliardy megatun. Mechanismus vzniku erupcí není úplně vysvětlen. Klíčem k porozumění a předpovědi erupcí by ale mohla být struktura magnetického pole kolem sluneční skvrny. Pokud se v této struktuře objeví stočené a deformované magnetické siločáry, může dojít k jejich zkřížení, kterým se uvolní veliké množství energie v podobě erupce. Sluneční erupce jsou klasifikovány písmeny A, B, C, M nebo X. Každá třída má nejvyšší hodnotu rentgenového záření 10krát vyšší než předchozí. Třídy se dále člení číslicemi od 1 do 9, např. třída X2 je 2krát silnější než X1. Velmi silné sluneční erupce třídy M a X jsou doprovázeny efekty ve vesmírném okolí Země. Ke klasifikaci erupcí se používá sonda GOES, ale je to pouze jedno z mnoha měřitek. Sondy GOES jsou geostacionární sondy, primárně určené k sledování a předpovědi počasí na Zemi, současně však slouží i k detekci sluneční radiace. Dvě sluneční erupce patřící k velmi intenzivním byly zaznamenány systémem GOES v srpnu 1989 a dubnu 2001, obě dosáhly hodnoty X20. Největší dosud zaznamenaná erupce byla pozorována v listopadu 2003. Hodnota naměřená GOES byla X28, skutečná velikost erupce ale mohla být až X45. Erupce byla natolik silná, že saturovala detektory, které přestaly měřit. Pozorování erupcí má pro Zemi určitý význam, erupce totiž silně ovlivňují vesmírné počasí v blízkosti Země. Uvolňují do sluneční soustavy velké množství

vysokoenergetických částic, které je vnímáno jako radiace. Díky magnetickému poli nehrozí obyvatelům Země vážné nebezpečí. Sluneční erupce může přispět k větší intenzitě jižní a severní polární záře, nebo přerušit rádiové vysílání. Vysoké nebezpečí však vzniká pro kosmonauty a kosmické sondy (Bílek, Zíbar, 2010).

ZATMĚNÍ SLUNCE

K zatmění Slunce dochází tehdy, když se Měsíc nachází mezi Sluncem a Zemí. Měsíc se na obloze jeví zhruba stejně velký jako disk Slunce, takže je schopen za určitých podmínek zakrýt Slunce celé. V případě, že by Měsíc obíhal kolem Země ve stejné rovině jako Země kolem Slunce, docházelo by k zatmění každý měsíc. Protože je ale dráha Měsíce skloněna o 5°, projde Měsíc někdy nad a jindy pod rovinou oběhu Země kolem Slunce. Jeho stín tak na zemský povrch nedopadne. Zakryje-li Měsíc jen část slunečního disku, jedná se o zatmění částečné. Je-li kotouč Slunce zakrytý celý, je to zatmění úplné. Zatmění Slunce jsou sice častější než zatmění Měsíce, ale vzhledem k tomu, že jejich úplná fáze je pozorovatelná jen z úzkého pásu (maximálně 270 km), jsou pro určité místo na Zemi vzácností. Tam lze totiž spatřit úplné zatmění v průměru jednou za 360 let. Například v Praze bylo poslední úplné zatmění Slunce pozorovatelné v roce 1706 a příští bude v roce 2135 (Moore, 2006).

3.2 MERKUR

Mercurius byl bůh obchodu a zisku, Římané na něj přenesli vlastnosti boha Herma. Mercuriův kult vznikl už v 5 století př. n. l. Na jeho počest byla pořádána květnová slavnost a v roce 495 př. n. l. mu byl zasvěcen první chrám v Římě. Před bránou byl pramen s "vodou Merkuriovou", kde se kupci očišťovali ze svých "obchodních" prohřešků. Merkur je známý zřejmě od časů Sumerů (3. tisíciletí př. n. l.). Zajímavostí je, že od Řeků dostal dvě jména: Apollo, jako ranní hvězda a Hermes jako hvězda večerní. Řečtí astronomové nicméně věděli, že obě jména označují stejné těleso. Hérakleitos a Aristarchos se také domnívali, že Merkur a Venuše obíhají okolo Slunce, nikoli okolo Země (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Merkur je nejmenší planeta (průměr 4880 km), a přestože je jasnější než hvězdy, jen zřídka ho můžeme pozorovat pouhým okem, i když je od Země vzdálený 80 až 220 milionů. Díky malé vzdálenosti od Slunce (45,9 až 69,7 milionů km) se neustále drží v jeho blízkosti a na

obloze jej lze spatřit krátce před východem nebo krátce po západu Slunce. Vše, co můžeme na Merkuru dalekohledem pozorovat, jsou jeho. Fáze Merkuru jsou podobné těm Měsíčním. Protože Merkur není vidět vysoko nad obzorem, jeho obraz bude vždy nekvalitní – planeta jakoby „bliká“ a mění svou barvu. V nepravidelných intervalech, zhruba okolo 10 let, přechází planeta přes sluneční kotouč. Při použití bezpečného způsobu pozorování je tento úkaz pozorovatelný jako malá černá skvrnka, která se pomalu posunuje po slunečním disku (Levi, 1999).

Tato planeta byla zpočátku zkoumána dalekohledem, aniž by na tomto základě byly vyvozeny podstatné informace. Teprve na konci 19. století se Italu Giovanni Schiaparellimu podařilo zpracovat hrubou mapu této planety. Bylo však potřeba vyčkat až do roku 1965, aby měření radioteleskopu Arecibo odhalilo, že se Merkur otáčí kolem své osy za méně než 59 dnů. Přesně řečeno za 58,646 pozemského dne. A jelikož doba oběhu této planety kolem Slunce činí 88 dnů, proběhne za dobu jedné otočky kolem své osy dvě třetiny své oběžné dráhy. Výsledkem je, že na Merkuru sluneční den trvá asi 176 pozemských dnů (od východu Slunce po nejbližší následující východ Slunce), dvakrát tak dlouho, než je jeho rok. Protože rotační osa planety směřuje kolmo na rovinu oběžné dráhy, je den na libovolném místě povrchu Merkuru stejně dlouhý (Čeman, Pittich, 2002).

První podrobné snímky Merkurova povrchu byly získány roku 1974 americkou sondou Mariner 10. Jeho povrch připomíná zvláštním způsobem Měsíc. Všude se rozkládá kůra, která si zachovala stopy intenzivního meteorického bombardování. Největším impaktem je gigantický kráter o průměru 1300 km, pojmenovaný na pánev Caloris (z latinského calor, znamenajícího teplo). Kráter se vytvořil pravděpodobně srážkou s planetkou o průměru 100 km, zhruba před 3,8 miliardami let. Je zvláštní, že se zdá, jako by povrch Merkuru od té doby ztuhl, zatímco na Měsíci a dalších planetách vznikaly krátery i po ukončení prvotního meteorického bombardování. Jinak nebyly na velmi tmavé půdě Merkuru zjištěny žádné skutečné stopy sopečné činnosti (Bourdialová, 2002). Vysoká hustota a velmi slabé magnetické pole planety svědčí o tom, že má Merkur velmi masivní jádro, složené převážně z niklu a železa (absolutní hmotnost planety je 3,302.1023 kg, relativní hmotnost (Země=1) je 0,055 371). Kdyby bylo jádro malé, pomalá rotace by nestačila k vytvoření magnetického pole. Jak původ značného množství železa v jádře, tak i velikost jádra, není možné s jistotou objasnit. Zdá se, že vnitřní složení Merkuru je výsledkem kolize s velkou planetosimálou v raném stádiu vývoje planety. Při srážce

se vypařila většina původního silikátového pláště planety, který do té doby tvořil rozsáhlý obal kolem jádra. Poloměr současného pláště Merkuru je asi jen čtvrtinou poloměru planety. Planetologové nevylučují, že „jizvou“ po srážce je právě obrovská Panva Caloris na povrchu Merkuru (Čeman, Pittich, 2002). Roku 1991 pomocí radioteleskopu Arecibo zaznamenali astronomové na severním pólu planety obzvláště zářící oblast. Mohlo by jít o led, který se zachytil na dně některých kráterů, a který tam přinesly komety před několika miliardami let. Navzdory blízkosti Slunce se mohl led zachovat, protože v těchto vysokých šířkách se šikmé sluneční paprsky nikdy nedostanou až na dno určitých kráterů, v nichž panuje stále silně záporná teplota. Teplotní hodnoty na Merkuru se pohybují mezi 430°C ve dne a -170°C v noci. Kolísající teplotu lze vysvětlit téměř neexistující atmosférou. Velice nízký atmosférický tlak, zaznamenaný Marinerem 10, vděčí za svou existenci skrovné přítomnosti helia. Tento plyn, vyvrhovaný Sluncem, může planeta zachytit jen v nepatrném množství (Bourdialová, 2002).

Nejaktuálnější informace o Merkuru pochází od sondy Messenger. Tato sonda nebo spíše umělá družice se stala součástí oběžné dráhy Merkuru v roce 2011. Na jeho oběžné dráze se sonda zdrží zhruba rok. Během této doby oblétně planetu přibližně 740krát a poté se rozhodne o jeho dalším působení ve vesmíru. Na palubě sondy je 12 vědeckých přístrojů, například spektrometr, kamerový systém, magnetometr a laserový výškoměr. Cílem sondy je zmapovat většinu povrchu planety, geologickou historii, magnetické pole a také vnitřní strukturu.

3.3 VENUŠE

Planeta Venuše nese název po římské bohyni lásky a krásy, ale je také označována jako Večernice a Jitřenka, tedy Fósforus a Hesperus. Význam slova Venus, neboli česky Venuše, znamená půvab, krása, vděk, vnada. Původně pojem Venus označoval staroitalskou bohyni jara a probouzející se přírody, teprve později se Venus stala bohyní krásy. Po první punské válce byla bohyně Venuše ztotožněna s řeckou bohyní lásky Afroditou. Její kult se nejvíce rozšířil v Římě, kam byl ale přenesen pravděpodobně z Latia (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Venuše, jako planeta, je od Slunce vzdálena 107,4 až 109 milionů km a od Země 41 až 258 milionů km. Průměr planety činí 12 102 km, což Venuši řadí mezi terestrickými planetami na druhé místo, kam by byla zařazena i z hlediska hmotnosti. Hmotnost absolutní je

4,869.1024 kg a relativní 0,814 76 (Země = 1). Venuše je pro lidské oko, po Slunci a Měsíci, nejjasnějším nebeským tělesem. Přesto nelze dalekohledem rozeznat žádné detaily jejího povrchu, protože je zahalena do vrstvy mraků. Jediné, co lze na Venuši pozorovat, jsou její fáze. Když je Venuše nejbližší k Zemi, v tzv. dolní konjunkci, označuje se tato fáze jako nov, protože je k Zemi natočena neosvětlenou stranou. Jak se fáze zvětšuje, zdánlivý průměr Venuše se zmenšuje, jelikož se od Země vzdaluje. V blízkosti úplňku přestává být Venuše ze Země pozorovatelná (Moore, 2006).

Jeden pozemský rok na Venuši, tedy doba oběhu kolem Slunce, zabere planetě méně času, než potřebuje k tomu, aby se otočila kolem své osy. Jeden den trvá 243 pozemských dnů a rok 224,7 pozemských dnů. Navíc je rotace planety kolem vlastní osy opačná než u většiny ostatních planet; tento směr je tzv. zpětný. Na vysvětlení této anomálie, odhalené roku 1962, vyslovují astronomové dvě hypotézy. Buď se jedná o výsledek gravitační rezonance se Zemí, nebo se Venuše srazila ve svém mládí s obrovskou planetkou, což zastavilo a dokonce lehce obrátilo smysl jejího otáčení (Bourdialová, 2002). Venuše obíhá Slunce po téměř kruhové dráze s excentricitou jen 0,0068 a průměrnou rychlostí 35 km/s neboli 126 000 km/h. Podobně jako u Merkuru je možné u Venuše čas od času pozorovat přechod jejího kotoučku přes sluneční disk. K tomu dochází velmi zřídka, naposledy se tento přechod odehrál v roce 1882, poté až v 21. století v roce 2004 a 2012. V budoucnosti je možné vidět tento jev v říjnu nebo listopadu 2117 (Čeman, Pittich, 2002).

Do příletu první kosmické sondy v roce 1962 toho o podmínkách na povrchu této planety moc známo nebylo. Průlet sondy Mariner 2 ukázal, že na povrchu panuje velmi vysoká teplota, což vyvrátilo teorie předpokládající, že na povrchu existují oceány vody. První sondy, které na povrchu Venuše přistály, Veněra 9 a 10, stačily pořídit několik snímků svého okolí, než byly zničeny drsnými podmínkami. Dnes už jsou díky kosmickým sondám k dispozici velmi přesné mapy povrchu Venuše. Sonda Magellan pořídila radarové snímky, které dovolují sestavit trojrozměrné modely povrchových útvarů. Na Venuši nalezneme planiny, nížiny a dvě vysokohorské oblasti, Ishtar Terra a Aphrodite Terra. Rozsáhlé planiny pokrývají téměř 65% povrchu, nejvyšší vrcholy Maxwellova pohoří se tyčí do výše 8 km nad okolní terén. Na povrchu byly také objeveny krátery, vulkány, údolí a rozsáhlé lávové proudy. Prakticky všechny krátery jsou vulkanického původu, protože hustá atmosféra planety zabraňuje dopadu větších těles. Vulkánů se na povrchu objevuje mnoho a většina z nich je stále aktivní. Patří mezi ně Rhea a Theia v oblasti Beta

Regio. Celý Venušin povrch byl a dosud je formován vulkanickou a tektonickou činností, podobně jako je tomu na Zemi (Moore, 2006). Stejně jako u ostatních těles sluneční soustavy, i útvary na Venuši se postupně pojmenovávaly. Mezinárodní astronomická unie přijala zásadu, že názvy povrchových útvarů této planety ponesou výhradně ženská jména. Na planetě lze objevit jména mytologických postav i reálných žen. Jediným mužem, který tuto ženskou hegemonii porušuje, je skotský fyzik James C. Maxwell., po němž bylo pojmenováno nejvyšší pohoří ještě před přijetím této zásady (Levi, 1999).

Z vesmíru není možné povrch planety pozorovat. Je možné pozorovat pouze část atmosféry, která je nad mraky. Povrch planety totiž zakrývá hustá vrstva neprůhledných mraků, které odrážejí až 60% slunečního záření. Ve vrstvě mraků je někdy možné zahlédnout temné skvrny nepravidelných tvarů bez ostrých obrysů. Neprůhledná, nejhustší vrstva mraků silná 15 až 20 km se nachází ve výšce přibližně 60 km nad povrchem planety. Mraky Venuše propouštějí světlo a viditelnost pod nimi by neměla být menší než pod zataženou oblohou u nás. Před 50 lety byl v atmosféře Venuše zjištěn oxid uhličitý. Současná představa o atmosféře vyplývá z měření meziplanetárních sond typu Veněra, Mariner, Pioneer, Venus a z pozemských pozorování. Atmosféra Venuše končí vodíkovou korónou ve výšce přibližně 1 000 km nad povrchem. Ta tvoří rozhraní mezi atmosférou planety a meziplanetárním prostorem. Pod korónou, do výšky zhruba 300 km nad povrchem, převažuje v atmosféře hélium. Nižší vrstvy se skládají z 97% oxidu uhličitého, téměř z 3% dusíku, 0,1% kyslíku a dokonce se zde objevuje kyselina sírová, která způsobuje špinavě žlutý odstín atmosféry. Teplota na planetě se dosahuje velmi vysokých hodnot. Od výšky asi 100 km nad povrchem začíná teplota směrem dolů stoupat. Na povrchu planety dosahuje teplota 460°C až 480°C. Pod mraky není rozdíl mezi denní a noční teplotou větší než 25°C (Čeman, Pittich, 2002). Vysoké teploty na planetě jsou důsledkem skleníkového efektu způsobeného vysokým obsahem oxidu uhličitého v atmosféře. Princip skleníkového efektu spočívá v tom, že atmosféra nasycená oxidem uhličitým propouští sluneční záření, které se po dopadu na povrch mění na teplo; to je však atmosférou zadržováno a teplota na povrchu se zvyšuje. Měření sondami přineslo zajímavé poznatky. Teplota v jedné výšce je stejná, ať se jedná o oblast nad rovníkem nebo nad póly (Moore, 2006).

3.4 ZEMĚ

Matka Země (Gáia nebo také Gé) byla dcera Chaosu, ze kterého vše vzniklo. Gáia byla dříve uctívána jako bohyně života, podsvětí i smrti, jelikož všechny živé bytosti, zvířata i příroda, kterým dala život, v ní nakonec opět skončili. Nejvíce uctívána byla v Athénách, kde jí byl zasvěcen chrám i oltář na Akropoli. Ale její kult měl tradice v jiných městech a krajích. (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010)

Planeta, která se stala našim domovem, je ve sluneční soustavě třetí nejbližší planetou ke Slunci. Je od něho vzdálena 147,1 až 152,1 milionů km. Mezi terestrickými planetami je Země největší, i z hlediska hmotnosti, 5,97. 10²⁴ kg. Velikostí je velice podobná Venuši. Rovníkový průměr těchto dvou planet se liší o 654 km (Země 12 756 km a Venuše 12 102 km). Je to zatím jediná planeta, na které byl zaznamenán život. (Bourdialová, 2002).

Stáří Země se odhaduje na 4,6 miliard let. Nejspíš vznikla spojením několika planetosimál, které se zformovaly jako první v raném stádiu vývoje sluneční soustavy. Teplo, vzniklé při srážce planetosimál, a také teplo vznikající později z rozpadu radioaktivních látek, roztavilo větší část materiálu formující se Země. V tomto stadiu setrvala Země první miliardu let. Během tohoto období se rozděloval zemský materiál. Těžké prvky klesaly do středu tělesa, kde se vytvořilo jádro. Lehčí materiál vytvořil plášť okolo jádra, těžké látky zase prvotní atmosféru. Zemský plášť postupně chladl a stával se tuhým. Nejdříve se zformovala zemská kůra, která izolovala nadále horké nitro od vnějšího okolí. Povrch Země byl během celého vývoje deformován geologickými procesy. Vertikální tektonické pohyby zemských desek vytvářely pohoří, horizontální pohyby zase přemísťovaly kontinenty. Prakontinent se roztrhl asi před 250 miliony let a od té doby kontinenty neustále putují po zemském povrchu (Čeman, Pittich, 2002).

Vnitřní stavbou Země, ale i Země jako planetou, se zabývá seismologie. K. E. Bullen rozdělil zemské těleso na sedm částí (vnitřní a vnější jádro, Gutenbergova diskontinuita, svrchní a spodní plášť, astenosféra a litosféra), které dohromady tvoří zemskou kůru, plášť a jádro. Jádro je tvořeno převážně slitinami železa a niklu s příměsí lehčích prvků, hlavně nejspíš síry. Vnitřní jádro, v hloubce 5150 až 6370 km, tvoří 1,7% hmotnosti Země. Toto vnitřní jádro je pevné a od pláště ho dělí roztavené vnější jádro. Předpokládá se, že pevné jádro se vytvořilo jako důsledek tuhnutí za vysokého tlaku, protože teplota, která uvnitř panuje, dosahuje asi 4 700°C. Vnější jádro, se v hloubce 2890 až 5150 km, tvoří 30,8 %

hmotnosti Země. Skládá se z horké, elektricky vodivé tekutiny, která společně s rotací Země vytváří elektrické a zároveň i magnetické pole. Tato pole kolem Země vytváří ochranný štít, magnetosféru, která chrání planetu před kosmickým zářením. Vnější jádro je zároveň zodpovědné za nepatrné výkyvy v rychlosti zemské rotace. Tato vrstva obsahuje nejen železo (80%), ale i některé lehčí prvky. Vědci se domnívají, že lehčí prvky zastupuje až z 10% síra, popřípadě kyslík, což jsou prvky, které se hojně vyskytují ve vesmíru. D-vrstva (Gutenbergova diskontinuita) tvoří 3% hmotnosti Země a nachází se v hloubce mezi 2700 a 2800 km. Tato vrstva je 200 až 300 km silná. Seismická měření ukazují na to, že se chemicky liší od spodní části pláště. Předpokládá se, že se hmota vyvločkovala z jádra nebo se díky své hustotě propadla skrz plášť, ale do jádra už nepronikla.

Plášť je tvořen poměrně těžkými křemičitanovými minerály (některé jsou podobné těm, které známe ze zemské kůry). Informace o plášti se získávají převážně z úlomků tzv. xenolitů a analýzy seismických vln. Spodní plášť má hmotnost 49,2 % Země, hloubka je 650 až 2890 km. Je složen hlavně z křemíku, magnesia a kyslíku. Dále obsahuje železo, kalcium a hliník. Vrchní plášť, o hmotnosti 10,3% Země, leží v hloubce 10 až 400 km. Ze svrchní vrstvy tohoto pláště pochází xenolity, které můžeme najít na erodovaných horských hřebenech nebo převážně při vulkanických výbuších. Mezi nejznámější minerály patří olivíny a pyroxen. Astenosféra (7,5% hmotnosti Země) v hloubce 60 až 250 km je původem čedičové magma, dále obsahuje vápník, hliník a granát. Tato vrstva se velice snadno rozpouští a vytváří bazalt. Je to vrstva, která umožňuje pohyb litosférických desek a občas jako magma stoupá do vrstev ležících nad touto. Kůra je nejsvrchnější pevná vrstva Země. Mezi dva základní typy počítáme kontinentální a oceánskou zemskou kůru, liší se nejen mocností, ale i složením a hustotou. Jednotlivé litosférické desky se pohybují po plastickém podkladu – astenosféře (stoupají, klesají a pohybují se do stran). Oceánská kůra zabírá 0,099% hmotnosti Země, hloubka je 6 až 15 km. Tvoří převážnou část zemského povrchu (asi 70%) a vznikla převážně vulkanickou činností Země. V hloubkách oceánů existuje hřebenový systém o délce asi 50 000 km, kde dochází k neustálým výronům magmatu. Tím se neustále vytváří nová oceánská kůra. Někdy tento hřeben vystupuje nad hladinu moře, například Havaj a Island. Kontinentální kůra (0,347% hmotnosti Země) v hloubce 0 až 50 km má mnohem nižší hustotu než oceánská kůra. Proto se oceánská kůra propadá do astenosféry a kontinentální naopak vystupuje nad oceánskou (Košičárová, 2010).

V prvotní atmosféře Země byl nejhojněji zastoupen vodík a potom hélium. V menší míře se v ní vyskytovaly amoniak, metan, vodní páry a oxid uhličitý. Země měla atmosféru, jakou si dodnes zachovaly vnější planety, plynní obři. Na Zemi nebyla voda, kromě vodních par v atmosféře. Vodní páry nemohli svým množstvím nestačit k utvoření oceánů. Voda v nich pravděpodobně z větší části pochází z komet, které velmi často bombardovaly prehistorickou Zemi. Už koncem první miliardy let z atmosféry unikl do okolního prostoru vodík a o něco později také hélium. Země si je nedokázala svou gravitací udržet. Oxid uhličitý, který byl v prvotní atmosféře hojně zastoupen, se postupně, pomocí vody, absorboval v horninách. Krátce před 4 miliardami let vznikl na Zemi první primitivní život. Bylo to v době, kdy byl na Zemi ještě volný vodík. Bez vodíku by nemohly proběhnout chemické reakce nutné pro vznik organických látek. Volný kyslík se v atmosféře objevil až mnohem později (je totiž produktem živé hmoty – rostlin). Z části kyslíku se časem slunečním zářením utvořila ozónová vrstva, která začala chránit povrch Země před škodlivým ultrafialovým zářením. Atmosféra se postupně začala obohacovat o dusík z rozkladu organických látek. Během prvních dvou miliard let se tak vytvořily specifické podmínky pro rozvoj vyšší formy života na Zemi. Na konci tohoto období se atmosféra Země začala podobat té dnešní. Stálá cirkulace ovzduší v nižších vrstvách atmosféry způsobuje, že složení atmosféry se do výšek 100 až 150 km prakticky nemění. Nad touto výškou rychle ubývají inertní plyny a molekuly dusíku a kyslíku se mění na atomy. Od výšky 800 km začíná v atmosféře převládat hélium, od 1 600 km vodík. Teoreticky se atmosféra rozprostírá až do vzdálenosti 35 000 km od Země, prakticky však končí ve výškách asi 4 000 km nad zemským povrchem. Atmosféru dělíme na 5 charakteristických vrstev – troposféra, stratosféra, mezosféra, ionosféra a exosféra.

Troposféra tvoří téměř 80% hmotnosti celé atmosféry, jsou v ní obsaženy všechny vodní páry a téměř všechny prachové částice. Typickým rysem troposféry je pokles teploty s rostoucí výškou (přibližně 6°C na km). Ve výškách 9 - 12 km střídá troposféru stratosféra. Jejím charakteristickým rysem je stálá teplota, přibližně -55°C, stratosféra sahá do výšky 35 až 40 km. Nad stratosférou, se nachází vrstva zvaná mezosféra. Teplota nejdříve vzrůstá až k 0°C a potom klesá na -65°C. Ve výšce 60 – 80 km začíná ionosféra. Tvoří ji neutrální molekuly, ionizované atomy a volné elektrony. Oblast nad 800 – 1 000 km nazýváme exosférou, sférou rozptylu. Nepřetržitě z ní unikají atomy atmosféry do meziplanetárního prostoru (Čeman, Pittich, 2002).

Země je téměř kulového tvaru, na pólech trochu zploštělá. Dráha, po které se pohybuje okolo Slunce, se jenom málo liší od kružnice. Ale i malá excentricita dráhy, 0,0167, způsobuje změny vzdálenosti Země od Slunce a změny její dráhové rychlosti. Planeta je ke Slunci nejbližší začátkem ledna – 147 097 149 km (perihélium/přisluní), nejdále začátkem července – 152 098 704 km (afélium/odsluní). Okolo Slunce se pohybuje průměrnou rychlostí 29,79 km/s (Čeman, Pittich, 2002). Zemská osa, protínající severní a jižní pól, svírá úhel 23,5° a zachovává neustále svůj směr v prostoru.

3.4.1 MĚSÍC

Měsíc je nejbližší vesmírný objekt naší planety. Jeho velikost v průměru činí 3 476 km, a proto ho člověk zřetelně vidí pouhým okem. Nachází se ve vzdálenosti 356 375 až 406 720 km. Vznik Měsíce je dodnes pouhým dohadem. Vědci předpokládají, že vznikl jako úlomek mladé Země, která se srazila s jinou vznikající planetou. Měsíc se poté poskládal z hmoty vyvržené srážkou vesmírných těles. Stáří Měsíce je 4,6 miliard let, tedy stejně jako stáří Země (Moore, 2006). Svou velikostí je Měsíc pátým největším měsícem ve sluneční soustavě. Velikostí ho předčí pouze měsíce Jupitera Ganymed (průměr 5 268 km), Kallisto (průměr 4 806 km), Io (průměr 3 630 km) a měsíc Saturnu (Titan, průměr 5 150 km).

Ze stálých měření polohy Měsíce vůči hvězdám je známá jeho oběžná doba okolo Země. Nazývá se siderický měsíc, jehož délka je 27 dní 7 hodin 43 minut 11,51 sekund. Rotační perioda Měsíce se liší od délky siderického měsíce o méně než 0,1 sekundy. Měsíc se tedy během jednoho oběhu okolo Země otočí právě jednou okolo své osy. Taková rotace se nazývá vázaná a výsledkem této rotace je, že Měsíc k Zemi přivrací stále stejnou stranou. Rotační osa Měsíce je skloněná k rovině jeho oběžné dráhy 83°20'.

Měsíc nemá magnetické pole ani atmosféru. Částice původní atmosféry se rozptýlily do meziplanetárního prostoru. Okolo Měsíce je dnes určitá pseudoatmosféra, skládající se z vodíku, hélia, argonu, volných elektronů a jiných částic. I z této atmosféry částice unikají do prostoru, jsou ale neustále doplňovány částicemi, které se uvolňují při nárazech meteoroidů na povrch Měsíce. K tvorbě pseudoatmosféry přispívá také sluneční vítr a kosmické záření. Plynná složka atmosféry je doplňována pravděpodobně z nitra Měsíce (Čeman, Pittich, 2002).

Stavba nitra Měsíce, složená z vnější kůry, pláště a jádra, je podobná stavbě Země. Jádro má poloměr menší než 350 km a je složeno hlavně ze železa, zřejmě v pevném stavu. Tato

domněnka vychází z porovnání Měsíce a Země. Roztavené proudy zemského jádra vytvářejí magnetické pole a na Měsíci takové pole není, proto se vědci přiklání k domněnce pevného jádra. Mezi měsíční kůrou a jádrem se nachází plášť, složený převážně z pevných, ztuhlých hornin. Předpokládá se, že ve spodních vrstvách je materiál pláště částečně roztaven, je složen převážně z olivínů a pyroxenů. Podle měření seismických vln, je zjištěno, že plášť Měsíce je chladný a neobsahuje vodu. Z přechodné zóny, z hloubky 800 až 1 000 km, přichází nejvíce registrovaných zemětřesení na Měsíci. Zemětřesení se opakují v 14 denních intervalech a jsou velice slabá, nedosahují většinou síly druhého stupně na Richterově stupnici. Kůra Měsíce je v průměru 60 – 70 km silná. Do hloubky 20 km je kůra polámaná do četných dopadů meteoroidů a na povrchu je nesoudržná kamenná vrstva rozdrcených hornin a prachu – regolit (Košičárová, 2010).

V rané fázi výzkumu Měsíce byly tmavé povrchové plochy považovány za moře, plochy zaplněné vodou; proto se dodnes nazývají mare (moře). Moře jsou pánve kráterů zaplněné ztuhlou lávou, protože plášť Měsíce byl v raných fázích roztavený a stoupající magma zaplňovalo dna kráterů. Měsíční pohoří byla dříve považována za kontinenty, odtud pochází název Terra (z lat. pevniny). Na horách a pohořích je výrazně více kráterů než u moří, ale jsou zakryty vrstvou regolitu. Jejich stáří lze ze zkoumaných hornin určit mezi 3,85 až 4,5 miliardami let a pravděpodobně jsou to zbytky původní měsíční kůry. Hory a pohoří dosahují výšky až 10 km. Pravděpodobně vznikly v důsledku ochlazování Měsíce, který se smršťoval, a tím došlo k vyvrásnění horniny. Krátery na Měsíci byly způsobeny převážně dopadem planetek. Jde tedy o impaktní krátery, které vznikly v době asi před 3 až 4,5 miliardami let v rané fázi vzniku Měsíce. Krátery jsou nejčastěji pojmenovány podle astronomů, filozofů nebo učenců. Velikosti kráterů jsou různé; od nejmenších až po obrovské krátery o průměru větším než 2 000 km. Vulkanické krátery na povrchu Měsíce jsou vzácností, ale byly zde registrovány ojedinělé výrony plynu. Na povrchu Měsíce lze objevit i tzv. brázdy. Brázdy jsou rýhy, vruby, trhliny různé velikosti. O jejich původu se stále spekuluje, pouze u klikatých brázd meandrovitého tvaru je jisté, že jsou vulkanického původu a že se jedná o propadlé lávové kanály (Košičárová, 2010).

3.5 MARS

Mars, syn Iova a Ionony, byl druhým nejuctívanějším římským bohem, bohem zemědělství a války. Tomuto bohu bylo zasvěceno několik chrámů v Římě, nejkrásnější byl chrám

Marta Mstitele (Mars Ultor). K počtě boha Marta byl zasvěcen také měsíc březen, kterým v dávných dobách začínal římský rok (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Rudá planeta obíhá Slunce střední rychlostí 24,13 km/s jednou za 689,98 dne, po dráze tvaru elipsy s excentricitou 0,0934. Poměrně velká excentricita dráhy je příčinou značného rozdílu mezi minimální a maximální vzdáleností Marsu od Slunce: nejmenší vzdálenost je 1,381143 AU, největší 1,66595 AU. Mars se otočí kolem své osy jednou za 24 h 37 min 22,66 s. Velikost planety v průměru je 6 792 km, což řadí Mars na pozici druhé nejmenší planety sluneční soustavy. Hmotnosti tělesa je 6,418 5.10²³ kg – absolutní nebo 0,107 - relativní (Země =1). Mars se nachází ve vzdálenosti 207 až 249 milionů km od Slunce a obíhají kolem něj 2 měsíce Phobos a Deimos.

Malá hmotnost této planety a jeho vzdálenost od Slunce způsobily, že nikdy nebyla dostatečně dlouho v tekutém stavu. Těleso planety se nestačilo dostatečně diferencovat tak, jako například Země, a proto nemůže mít Mars velké jádro s takovým obsahem železa jako ostatní terestrické planety. Rozměry jádra nejsou přesně známé, pokud by se jádro skládalo z pevných hornin a železa, tak by byl jeho poloměr zhruba 1 250 km. Pokud by se skládalo z lehčích látek (např. směs síry a železa), pak by jeho maximální poloměr byl zhruba 2 000 km. Plášť je silný 1 500 až 2 000 km, je složen z křemičitých hornin. Tloušťka kůry je nejsilnější pod oblastí Tharsis, 60-80 km a nejslabší pod pánví Hellas, pouze 10 km. Většina útvarů, které lze vidět na povrchu Marsu, vznikla před 4 miliardami let. Sopky zde byly činné před 3 miliardami let, ale některé z nich chrlily lávu ještě před půl miliardou let. Mnozí planetologové se domnívají, že Mars je ještě stále geologicky aktivní (Kéhar, 2010).

Povrch planety má při pozorování červené, oranžové nebo růžové zbarvení se dvěma bílými, polárními ledovými, čepičkami. Na červených oblastech se nacházejí rozdílné světlé a tmavé plochy. Tmavá území nejsou vodní plochy, protože se zde nevyskytuje voda v tekutém stavu kvůli nízkému atmosférickému tlaku. Tyto změny v zbarvení povrchu jsou způsobené různým druhem povrchového materiálu. Světlé odstíny jsou písčné a prašné oblasti obsahující větší množství oxidu železitého, tmavé plochy jsou více kamenité nebo skalnaté oblasti. Náhodné silné větry přesouvají prach a mění rozměry a tvar těchto světlejších a tmavších ploch. Povrchu Marsu je velmi členitý, lze zde nalézt vysoké sopky, nejvyšší sopka je Olympus Mons (21 183 m), i prohlubně a údolí. Minimální výšku zastupuje Valles Marineris (-5 310 m) (Kéhar, 2010).

Mars není snadné zkoumat podrobně malými dalekohledy, ale za dobrých pozorovacích podmínek lze na jeho povrchu odhalit některé jasně ohraničené útvary. Především se jedná o bílé polární čepičky tvořené vodní jinovatkou a zmrzlým oxidem uhličitým. Dříve se lidé domnívali, že tmavé oblasti jsou ve skutečnosti pásy vegetace. Dnes je dokázáno, že na povrchu Marsu se nenachází nic živého a s velkou pravděpodobností se ani nikdy nenacházelo. Tyto informace byly potvrzeny i sondou Mariner 4, která v červenci 1965 poslala 22 detailních záběrů Marsu. Snímky také ukázaly, že povrch planety pokrývá mnoho kráterů a přirozeně vytvořených kanálů. Kanály zřejmě nebyly uměle vytvořeny a ani jimi neprotékala voda. V červenci a v září 1976 přistály na povrchu Marsu dva moduly sondy Viking, které provedly biologická měření půdy a objevily v ní záhadné chemické aktivity. Tyto aktivity bohužel neposkytly svědectví o přítomnosti živých mikroorganismů v půdě (Kéhar, 2010).

Atmosféra Marsu je složena téměř z 95% oxidem uhličitým, zbytek tvoří 2,7% dusíku, 1,6% argonu, 0,15% kyslíku a nepatrné množství oxidu uhelnatého, vodních par, kryptonu a xenonu. Teplota atmosféry je přes den asi o 20 až 30°C nižší než teplota povrchu. V noci se teploty vyrovnávají. Ve výškách 40 až 50 km je vrstva vzduchu s poměrně stálou teplotou. Zhruba ve 130km nad povrchem začíná ionosféra a vodíková koróna planety sahá do výšek 20 000 km. Mraky zakrývající Mars se začínají tvořit přibližně ve výšce 15 km nad povrchem. Šedomodré mraky složené z krystalků ledu oxidu uhličitého a vody jsou nejvýše, níže nad povrchem jsou bílé mraky, z nichž některé by mohly být složeny z ledových krystalků vody. Charakteristickými mraky této planety jsou však žluté mraky prachových částic, které vítr zvedá až do výšek několika kilometrů nad povrchem. Vznikají během silných písečných bouří, ve kterých rychlost větru převyšuje 200 km/h. Typická rychlost větru je však pouze v rozmezí 35 až 50 km/h. Rozdíly teplot mezi dnem a nocí jsou mnohem větší než na Zemi, protože Mars má příliš řídkou atmosféru na to, aby zabránila nočnímu vyzařování tepla. Jelikož se oběžná dráha Marsu nachází dále od Slunce než zemská, jsou teploty na povrchu podstatně nižší. Pohybují se v rozmezí od -130°C až do +30°C. Teplota na rovníkových oblastech dosahuje 17 – 27°C. Nad ránem poklesne na -73°C. Na pólech nikdy nevystoupí nad -53°C. Teplota tmavých ploch je zhruba o 5 až 15°C vyšší než teplota okolí. Na této planetě jsou podobná roční období jako na Zemi, pouze s tím rozdílem, že jsou zhruba dvakrát delší než zemská. (Čeman, Pittich, 2002)

Měsíce Marsu

Oba měsíce obíhají relativně blízko mateřskému tělesu. Phobos je pojmenován po koni římského boha války Marta. Těleso o rozměrech 13,4 x 11,2 x 9,2 km obíhá okolo Marsu ve vzdálenosti 9 380 km. Zdá se, že povrch je složený z uhlíkatých látek, ze kterých jsou složené asteroidy nacházející se ve vnějším pásu asteroidů. Deimos je také pojmenován po koni římského boha války Marta. Obíhá okolo Marsu ve vzdálenosti 23 459 km a jeho rozměry jsou 7,5 x 6,1 x 5,2 km. Jeho složení je velice podobné. Rovnější povrch měsíce Deimos je způsobený tím, že nerovnosti na povrchu částečně zaplnily jeho krátery.

3.6 JUPITER

Iuppiter byl synem Saturna a bohyně Ops. Nejdříve byl uctíván jako bůh jasného nebe a vesmíru, Římané ho ale později zcela ztotožnili s Diem. Iuppiter byl ochráncem Říma a římské říše, i když nejvyšším a nejuctívanějším bohem byl Iov. Přesto byly Iuppiterovi zasvěceny početné chrámy, z nichž nejnádherejší byl chrám na Kapitolu. Počeštělý tvar je Jupiter (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Jupiter je první planeta z tzv. obřích planet neboli plynných obrů. Nachází se ve vzdálenosti 740 až 816 milionů kilometrů od Slunce. Zároveň je i největším a nejmohutnějším tělesem sluneční soustavy, hned po Slunci. Průměr planety je 143 000 km a hmotnost je 318krát větší než hmotnost Země; relativní hmotnost je 317,83 (Země = 1) a absolutní 1,898 6.1027 kg. Spolu se Sluncem představuje Jupiter 99,9% hmotnosti celé sluneční soustavy. Jupiter obíhá Slunce po téměř kruhové dráze, jejíž excentricita je 0,0485. Jeden oběh trvá 11,86 let. Vědomosti o Jupiteru a jeho satelitech byly doplněny údaji z kosmických lodí Pioneer 10 a 11, které startovaly ze Země v roce 1972 a 1973, a Voyager 1 a 2, které startovaly v roce 1977. Vesmírná mise Galileo odstartovala k Jupiteru 18. října 1989, v roce 1995 vypustila do jeho atmosféry sondu a její orbitální modul úspěšně mapuje Jupiterovy měsíce dodnes. (Čeman, Pittich, 2002)

Jupiter se nejspíš formoval jako hvězda, ale pro malou hmotnost zůstal ve svém vývoji někde uprostřed. Tloušťka Jupiterovy atmosféry je zhruba 1 000 km a skládá především z vodíku (téměř 90 %) a helia. V horních vrstvách jsou ještě další chemické sloučeniny, které způsobují Jupiterovo pestré zbarvení. Červená barva převládá v nejvyšších vrstvách atmosféry, kam se dostává fosfor. Bílou barvu vysokých oblaků způsobují krystalky

amoniaku. Mraky položené v nižších vrstvách se projevují v podobě pruhů. Jsou složeny převážně z hydrosulfidu amonného a také metanu, etanu, vody, fosfinu, kyanovodíku, oxidu uhličitého a hydridu germania GeH_4 . Pravděpodobně zde probíhá složitý cyklus chemických reakcí, ovlivněných ultrafialovým zářením Slunce, blesky o značné energii a elektrickými výboji typu polární záře. Teplota horních vrstev atmosféry je okolo 125 K ($-48,15^\circ\text{C}$) a tlak asi 0,05 MPa. Směrem k nitru tlak a teplota poměrně rychle narůstají.

Tmavší oblasti v atmosféře se nazývají pásy nebo pruhy a světlejší oblasti světlá pásma nebo zóny. V průběhu let se mění uspořádání a barvy pásů a pásem, ale základní struktura je dlouhodobě stálá. Některé změny probíhají velmi rychle, v řádu dní až týdnů. Nejvýraznější strukturou je Velká rudá skvrna, která se nachází v jižním mírném pásmu a poprvé byla pozorována v roce 1664 Robertem Hookem. Velká rudá skvrna není stálá, od roku 1664 několikrát zmizela a opět se objevila. Dalším méně známým, přesto výrazným jevem je jižní tropická porucha, objevená v roce 1901. Tato porucha se projevila jako šedá příčka jdoucí přes jižní mírné pásmo, která narůstala, až v roce 1940 zmizela. Všechny projevy mračen svědčí o turbulentní a dynamické atmosféře. Rychlá rotace planety a vítr o rychlosti dosahující až 400 km/h způsobuje stahování mračen do horizontálních pásů. Atmosféra obíhá okolo rovníku za asi 9 hod a 51 min, což je o 5 minut kratší doba, než jakou potřebuje zbytek atmosféry (Kéhar, 2013).

Pod atmosférou Jupiteru se nachází vodíkový oceán. Hloubka tekutého vodíku sahá zhruba do třetiny planety. Na dně vodíkového oceánu, v hloubce přibližně 40 000 km pod mraky, dosahuje tlak 700 000 MPa a teplota je zde vyšší než $10\,000^\circ\text{C}$. Vodík za těchto podmínek nabývá vlastností kovu, má téměř pevnou strukturu a volné elektrony, stává se vodivým. V tomto stavu se označuje jako tekutý kovový vodík. Jádro Jupiteru je pravděpodobně kamenné a obsahuje všechny těžké prvky. Jeho průměr nepřesahuje 20 000 km a hmotnost je maximálně 20 hmotností Země. Představuje pouze 6% celkové hmotnosti Jupiteru. V centrální části jádra dosahuje teplota $30\,000^\circ\text{C}$ a tlak 8,5 milionů MPa. Magnetické pole planety je nejsilnější ze všech planet. Jeho intenzita je 10krát větší než intenzita magnetického pole Země. Magnetická osa Jupiteru je od jeho rotační osy odkloněna asi o 11° . Původ magnetického pole je stejný jako na Zemi, generuje jej hydromagnetické dynamo tekutého vnitřku planety (Čeman, Pittich, 2002).

Jupiter má jednoduchý prstenec, který je složený z vnitřního halového prstence, hlavního prstence a pavučinového prstence. Podle vesmírné stanice Voyager se zdál být pavučinový

kroužek jako jednoduchý prstenec, ale snímky z Galilea určily, že se jedná o prstence dva. Jeden kroužek je vložený uvnitř dalšího. Prstence jsou velmi tenké a jsou složeny z částeczek prachu, které vznikly po rozbití meziplanetárních meteoroidů o čtyři malé vnější měsíce, Metis,Adrastea, Thebe a Amalthea. Mnoho těchto částeczek dosahuje mikroskopických velikostí. Vnitřní halový prstenec je toroidní a rozprostírá se ve vzdálenosti 92 000 km až 122 500 km od středu Jupitera. Je vytvořen jemnými částčkami prachu, které vznikají z vnitřního okraje hlavního prstence, který se částečně "drobí" a padá směrem k planetě. Hlavní a jasnější prstenec se rozprostírá od okraje halového prstence do vzdálenosti 128 940 km, skoro ke vnitřní dráze měsíce Adrastea. Další dva nejasné pavučinové prstence jsou zcela stejné. Vnitřní pavučinový prstenec Amalthea se rozprostírá od oběžné dráhy měsíce Adrastea k oběžné dráze měsíce Amalthea ve vzdálenosti 181 000 km od středu Jupitera. Nejasný pavučinový prstenec Thebe se rozprostírá od oběžné dráhy měsíce Amalthea k oběžné dráze měsíce Thebe ve vzdálenosti 221 000 km.

Jupiter je planeta s největším počtem měsíců. Okolo planety se obíhá 63 přirozených družic, jejich počet v posledních 20 letech značně narůstal. V roce 1999 měl Jupiter 17 měsíců, počátkem roku 2003 počet vzrostl na 52 a poslední údaj, 63 měsíců, pochází z roku 2010. Jupiterovy měsíce dostávaly jména nymf nebo dcer významných postav antické mytologie. Výjimkou je jen největší Ganymed, jehož jméno pochází z antické legendy o nejhezčím chlapci na světě. Všechny měsíce, kromě Galileiho měsíců objevených v 17. století, objevili američtí astronomové Edward Emerson Barnard, Charles Dillon Perrine, Seth Barnes Nicholson, P. Melotte, Charles T. Kowal, Stephen P. Synnott, David C. Jewitt, E. Danielson a Scott S. Sheppard (Čeman, Pittich, 2002). Mezi nejzajímavější měsíce patří Io, Ganymed a Calisto. Ganymed je největším měsícem planety Jupiter a zároveň největším měsícem sluneční soustavy. Kdyby obíhal okolo Slunce a nikoli okolo planety, byl by klasifikován jako planeta. Calisto je druhý největší měsíc Jupiteru, jeho velikost je přibližně stejná jako velikost planety Merkur. Měsíc Callisto je nejhustěji pokryt krátery, jeho kůra je velmi stará a pochází z doby před 4 miliardami let, tedy krátce po vzniku sluneční soustavy. Io je měsíc, na jehož povrchu je aktivní sopečná činnost. Sonda Voyager pozorovala erupce celkem devíti sopek (Kéhar, 2010).

3.7 SATURN

Vládce bohů Saturnus měl v tradici Říma stejný osud jako řecký bůh Kronos a v průběhu času s ním byl ztotožněn. V římské mytologii Saturnus utekl před bohem Iovem do hornaté krajiny, kterou nazval Latium. V Latii vládl král Ianus, který jmenoval Saturna svým spoluvládce. Za jeho spoluvlády bylo v Itálii období zlatého věku, Saturnus chránil přírodu, učil lidstvo pěstovat ovocné stromy a vinnou révu, ale dal lidem i mravní řád. Šťastné období si lidé připomínali Saturnaliemi, oslavami konanými několik dní v prosinci. Saturnovi byl zasvěcen chrám na úpatí Capitolia. V pozdějších dobách Saturnus symbolizoval boha Času (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Saturn s průměrem 120 500 km je druhou největší planetou sluneční soustavy. Zároveň je nejvzdálenější planetou, kterou lze vidět pouhým okem. Dráha oběhu Saturnu okolo Slunce je eliptická s excentricitou 0,0556. Jeden oběh okolo Slunce, s průměrnou rychlostí 34 703 km/h, trvá 29,46 roku. Planeta se pohybuje ve vzdálenosti 1 346 až 1 551 milionů kilometrů od Slunce. Rotační osa Saturnu svírá s rovinou jeho dráhy 63,3°. Planeta nerotuje jako tuhé těleso, rychlost rotace směrem od rovníku k pólům klesá. Zatímco rovníková část planety vykoná jednu otočku za 10 h 14 min, části vzdálené od rovníku 57° vykonají otočku za 11 h 7,5 min. Rychlá rotace Saturnu zplošťuje jeho tvar na pólech, i proto je Saturn nejvíce zploštělá planeta. Tato planeta také zaujímá první místo z hlediska hustoty, jedná se totiž o planetu s nejmenší hustotou ve sluneční soustavě. Hustota, 0,69 g/cm³, je nižší než hustota vody. Těleso planety je ze 2/3 tvořeno vodíkem, zbytek připadá na hélium a metan. Velká hmotnost Saturnu, 5,69.10²⁶ kg nebo lze také říci 95 krát větší hmotnost než Země, a nízká teplota na jeho povrchu (kolem -140°C) jsou pastí pro molekuly skládající planetu. Proto si Saturn uchoval původní chemické složení, které nabyl při akreci z protoplanetárního mraku. (Čeman, Pittich, 2002)

Jádro planety je zřejmě tvořeno těžšími prvky a ledem. Je zhruba třikrát větší než planeta Země, ale jeho hmotnost je 25násobná. Nad jádrem se nachází vrstva tekutého vodíku, která dosahuje asi do poloviny poloměru planety. Nad ní je vrstva tekutého molekulárního vodíku a hélia. Pozemní měření i sondy zjistily, že Saturn, podobně jako Jupiter, vydává téměř dvakrát více energie, než od Slunce přijímá. Zdroj vnitřní energie vzniká promícháním vodíku s héliem, ke kterému nedochází v nitru, protože k tomu nedostačuje okolní teplota, ale na povrchu, a to vlivem gravitace. Gravitace je příčinou klesání těžšího hélia z povrchu do části kovového vodíku. Povrch Saturnu nebyl kvůli

husté atmosféře dosud pozorován. Přesto se zdá, že je plynný až tekutý, volně přecházející v nitro planety. Mezi atmosférou, povrchem a nitrem nejsou přesně vymezené hranice (Kapoun, 2013). Mraky v atmosféře Saturnu se podobají mrakům Jupiteru. Pohybující se skvrny v atmosféře jsou mraky vodíku a metanu. Kromě těchto prvků obsahuje atmosféra i hélium a čpavek. Oproti Jupiteru se zdá, že podnebí Saturnu je klidnější a stálější. Tato planeta nicméně zůstává citlivá na sluneční záření, jak to odhaluje periodické objevování se velké bílé skvrny v její atmosféře. Bílé ovály odpovídají vzestupnému proudu čpavku, který od určité výšky mrzne v jemné zářivé krystalky. Bílá skvrna se objevila naposled roku 1990 a byla mnohem rozsáhlejší než předchozí. Tento jev se opakuje přibližně každých 30 let, což také odpovídá době oběhu Saturnu kolem Slunce. Na Saturnu tedy existují roční doby, přičemž objevení bílé skvrny lze umístit doprostřed léta na jeho severní polokouli (Bourdialová, 2002).

Soustava Saturnových prstenců je tvořena balvany, úlomky kamenů, ledovou tříští a prachovými částicemi. Hlavní systém vytváří soustava tří prstenců: dva jasné prstence (A, B) a třetí poloprůhledný prstenec (C). Prstenec A je rozdělen malou mezerou označovanou jako Enckeho dělení a mezi prstenci A a B je mezera známá jako Cassiniho dělení. Vesmírnými sondami bylo potvrzeno, že prstence jsou velmi úzké, dosahují maximální šířky 1 km. Pokud jsou natočeny tak, že se na ně ze Země díváme přesně z boku, přestávají být prakticky viditelné, což se stalo v roce 1995 a 2009. Dnes je známo, že prstence mají jemnou strukturu a skládají se z několika stovek samostatných prstenců. Jemná struktura prstenců se neustále mění. Prstence se doplňují novým materiálem a jejich tvar ovlivňují blízké měsíce. Například měsíce Pandofa a Prométheus svou gravitací neustále formují tenký prstenec F, který se nachází mezi jejich velmi podobnými drahami (Čeman, Pittich, 2002).

Saturnův povrch a měsíce byly od roku 2004 mapovány sondou Cassini. Sonda byla k Saturnu vyslána v říjnu 1997 a na jeho oběžnou dráhu byla navedena v prosinci 2004. V oběžné dráze vypustila sondu Huygens, která v lednu 2005 řízeně přistála na Titanu. Titan je největší ze Saturnových měsíců a druhý největší ve sluneční soustavě. Tento měsíc má jako jediný hustou atmosféru, složenou především z dusíku a lehkých uhlovodíků. Tlak na povrchu dosahuje 1,5 násobku tlaku na Zemi. Titan a další měsíce jako Rhea a Japetus lze pozorovat menšími dalekohledy, středními dalekohledy ještě zachytí Tethys a Dione (Moore, 2006). Celkový počet přirozených družic Saturnu je 62. Nejmenším měsícem

planety je Pan. Jeho oběžná dráha se nachází v Enckeho mezeře a doba oběhu okolo Saturnu činí 14 hodin. Prvním objeveným měsícem této planety byl Mimas, obíhá planetu po vnější hraně prstence jednou za 22,6 hodin. Jeho povrch je celý posetý krátery.

3.8 URAN

Bůh Úranos byl manželem Gáie, s níž zplodil Hekatoncheiry, storuké obry a také Kyklópy. Úranos se příšerností svých dětí děsil a sám je svrhl do Tartaru. Ale Gáie po tomto jeho činu krutě zuřila. Zrodila však poté ještě Títány a Títánky, vzbudila u nich nenávist proti svému otci a nejmladšího z nich, Krona, vyzbrojila srpem, aby se pomstil otci za své bratry a sestry. Kronos svého otce zmrzačil a sám se stal druhým vládcem bohů. (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010)

Uran je první planetou nalezenou v moderní době, našel ji William Herschel roku 1781. Ve skutečnosti byl Uran už předtím mnohokrát pozorován, ale vždy byl zaměněn za hvězdu. Tuto planetu lze za dobrých podmínek pozorovat pouhým okem, její velikost je 49 500 km a nachází se ve vzdálenosti 4 460 až 4 540 milionů kilometrů od Slunce. Hmotnost planety činí 8,686.1025kg neboli relativní hmotnost 14,535 (Země = 1). Uran oběhne Slunce jednou za 84,01 roku po eliptické dráze s excentricitou 0,047 střední rychlostí 6,80 km/s. Rotační doba Uranu je 17 h 14 min 24 s a tím se řadí mezi planety s rychlou rotací. Ta je i příčinou zploštění planety na pólech. Rovníkový průměr Uranu je 51 118 km a je o 1 172 km větší než jeho pólový průměr. Specifičností planety je poloha rotační osy. Sklon rovníku planety k rovině její dráhy je 97,86°. Proto je rotace planety retrográdní a v některých publikacích je rychlost rotace uváděna jako -17 h 14 min 24 s, aby se vyjádřil směr rotace (Čeman, Pittich, 2002).

Atmosféra se skládá z 83 % vodíku, 15 % helia, 2 % metanu a malého množství acetylénu a jiných uhlovodíků. Metan v horních vrstvách atmosféry pohlcuje červené světlo a tím dává Uranu modrozelenou barvu. Tloušťka atmosféry je odhadována na 1000 km a je uspořádána do mraků poháněných rotací planety. Obíhající mraky vytváří pásy podobné mrakům pozorovaných na Jupiteru nebo Saturnu. Větry vanou po směru otáčení planety, rychlostí od 40 do 160 metrů za sekundu, ale byly už zaznamenány větry vanoucí v oblastech rovníku rychlostí 100m/s opačným směrem (Simmer, Medlín, 2013). Ve výšce asi 1 000 km nad povrchem planety dosahuje teplota atmosféry -210°C, ve vrstvách metanu a čpavku je teplota -190°C až -70°C. Nejsvrchnější vrstva atmosféry se skládá

z vodíku, teplota v této zářící vodíkové koróně dosahuje nad pólem přivráceným ke Slunci 480°C, nad odvráceným severním pólem až 730°C. Dále od planety nahrazuje vodíkovou korónu plazma. Plazmový obal planety se skládá z protonů, iontů a volných elektronů a září intenzivněji než u Saturnu. Teplota plazmy může dosáhnout až 400 milionů°C (Čeman, Pittich, 2002).

Prstence Uranu byly objeveny nepřímo a to fotoelektrickým pozorováním zákrytu hvězdy Uranem v březnu 1977. Prstence jsou tenčí a tmavší než prstence Saturnu. Tvar prstenců formují velké úlomky, jejichž rozměry se blíží k malým měsícům. Z pozemských pozorování bylo známo devět prstenců. V roce 1986 objevila sonda Voyager 2 desátý prsteneček. Soustava prstenců Uranu se nachází v pásmu vzdáleném od středu planety 41 880 - 51 190 km. Všechny prstence leží téměř v jedné rovině totožné s rovinou rovníku planety. Částice prstenců obíhají Uran po kruhových nebo eliptických drahách, jejichž excentricita nepřevyšuje hodnotu 0,008. Prstence dostaly jména 6, 5, 4, Alfa, Beta, Eta, Gama, Delta, 1986 U1R a Epsilon. Prsteneček Eta je rozptýlenější než ostatní prstence. Skládá se ze dvou složek, užší, jejichž šířka je menší než 5 km, a širší, jejíž šířka dosahuje 55 km. Ostatní prstence jsou silné od 600 m (Gama) do 10 km (Alfa). Složení prstenců je podobné složení Saturnovým prstencům, ale jejich hmotnost je mnohem menší. Celková hmotnost prstenců Uranu se rovná hmotnosti materiálu v Cassiniho mezeře, která se nachází mezi prstenci Saturnu. Protože prstence leží v rovině rovníku Uranu, která je téměř kolmá na ekliptiku, jejich průměty na naši oblohu dosahují ještě výraznějších změn než u Saturnových prstenců. Během každého 84letého oběhu Uranu okolo Slunce jsou vidět dvakrát v celé šíři, dvakrát se zase stáhnou do jediné čáry (Čeman, Pittich, 2002).

Uran má 27 pojmenovaných měsíců a každý nese jméno z díla Shakespeara nebo Popeho. Měsíce lze rozdělit do tří tříd. První třídu tvoří jedenáct malých, velmi tmavých vnitřních měsíců objevených Voyagerem 2. Druhá třída je složena z pěti velkých měsíců a třetí třída z nově objevených měsíců, které jsou mnohem více vzdálené od planety. Většina z měsíců má téměř kruhové oběžné dráhy v rovině rovníku Uranu, jen čtyři vnější měsíce mají dráhy výrazněji elipsovité. Nejbližším měsícem je Kordélie, Uran oběhne za 8 hodin. Naopak nejvzdálenějším měsícem je Setebos, jehož doba oběhu činí 6,13 let. Zajímavými měsíci jsou také Ariel a Umbriel. Ariel je měsíc s nejsvětlejším povrchem a Umbriel naopak s nejtmačším povrchem mezi Uranovými měsíci. Průměr měsíce Ariel je 1 158 km, Umbriel je o něco větší, průměr 1 169 km. Největším měsícem Uranu je Titania, která

je zároveň i nehmotnější. Průměr měsíce je 1 578 km a jeho povrch, posetý paprskovitými krátery a dlouhými rýhami, svědčí o mírné vnitřní aktivitě. Doba oběhu Titanie je 209 hodin. Druhým největším měsícem je Oberon, jehož průměr je 1 522 km a doba oběhu 323 hodin. Titania i Oberon byly objeveny Williamem Herschelem v roce 1787 (Simmer, Medlín, 2010).

3.9 NEPTUN

Římský vládce moře Neptunus byl synem Saturna a Opin a bratr Iova. Nejdříve byl bohem toků, ale poté ho Římané ztotožnili s Poseidónem a Neptunus začal být považován, stejně jako Poseidón, za stvořitele koní a jezdeckých závodů. Neptunus byl mnohokrát zobrazen různými sochami na lodích i místech souvisejících s plavbou. Na mincích byl zobrazován ve voze taženém mořskými koníky (Benediktová Větrovcová, Písařová, 2010).

Neptun se stal jedinou planetou, kterou objevili teoretikové. Byl objeven v roce 1846 J. Gallem a H. D'Arrestem, poté, co se objevily nesrovnalosti mezi vypočtenou a skutečnou polohou Uranu. Matematikové Le Verrier a Adams dospěli nezávisle na sobě k názoru, že tato nesrovnalost je způsobena rušivým vlivem gravitace jiné planety (Moore, 2006). Neptun je poslední planetou sluneční soustavy a řadí se mezi plynné obry. Průměr Neptunu je 51 000 km a nachází se ve vzdálenosti 2 742 až 3 008 milionů km od Slunce. Absolutní hmotnost planety je 1,024.1026 kg. V porovnání se Zemí, tedy hmotnost relativní, je 17,135 (Země = 1). K pozorování této planety nestačí pouhé oko, i když je planeta velká, její jasnost nepřevyšuje 7,6m, lze ji však vidět v malém dalekohledu. Je jemně modravá, ale ani v největších dalekohledech není možné rozeznat podrobnosti. Na pozemské pozorování je Neptun příliš daleko, nepřiblíží se k Zemi méně než na 4 303 milionů km. Oběžná doba kolem Slunce činí 165 roků. Perioda rotace je 16 hodin a 7 minut (Čeman, Pittich, 2002).

Uprostřed Neptunu je pravděpodobně malé kamenné jádro s hmotností jedné až dvou našich Zemí a s průměrem maximálně 14 000 km. Teplota jádra je přes 12 000°C, tlak dosahuje zhruba 7 až 8 milionů MPa. Plášť planety, silný 10 000 až 15 000 km, se skládá z vodního ledu, metanu a amoniaku. Teplota v něm dosahuje -200°C. Atmosféra osmé planety je známá výraznými změnami, lze v ní najít masivní bouře a divoké větry dosahující rychlostí 2 000 km/h. Z převážné části ji tvoří molekuly vodíku, metanu a čpavku. O přítomnosti metanu, který absorbuje červenou část spektra slunečního záření,

svědčí tmavomodrá barva atmosféry. Jsou na ní vidět světlé a tmavé skvrny a zřetelné pásy. Konvektivní proudy v atmosféře planety svědčí o značné produkci tepla v jejím nitru. Neptun vyzařuje do prostoru 2,5 až 3,5krát více energie než přijímá od Slunce. Vzhledem k jeho hmotnosti je to více, než vyzařuje Jupiter nebo Saturn. V nízkých severních zeměpisných pásmech pořídil Voyager snímky mraků, od kterých lze pozorovat stín na mracích pod nimi (Vaculík, 2013). Na jižní polokouli Neptunu se v atmosféře nachází velký tmavý útvar, připomínající Velkou rudou skvrnu na Jupiteru. Je to obrovský atmosférický vír, rotující zprava doleva. Tento bouřkový mrak, velký jako naše Země, se nazývá Velká tmavá skvrna. Tento útvar byl objeven sondou Voyager 2, která kolem planety prolétla v roce 1989 (Moore, 2006).

Neptun má 4 slabě znatelné prstence, které jsou tvořeny prachovými částicemi a malými tělísky, které dopadají na povrch Neptunových měsíců. Pozemskými dalekohledy jsou prstence pozorovatelné jen jako oblouky, podle sondy Voyager 2 se jeví světle i tmavě, podle dopadu světla. Jestliže na ně sluneční světlo dopadá ze strany pozorovatele, vypadají tmavě, světlé jsou naopak pro pozorovatele, který se dívá na Slunce přes ně. Takový rozptyl světla je charakteristický pro velmi malé částice, proto se vědci domnívají, že prstence Neptunu musí obsahovat mnohem menší fragmenty než prstence Jupiteru, Saturnu nebo Uranu (Čeman, Pittich, 2002).

Před rokem 1989 byly známy pouze dva satelity náležící Neptunu, Triton (objeven 1846) a Nereida (objevena 1949). Sonda Voyager 2 objevila šest nových měsíčků, které jsou malé a obíhají blízko planety. V roce 2002 byly pomocí silných pozemských dalekohledů objeveny další čtyři měsíce, také velmi malé, ale obíhající dál od planety. Skupinu Neptunových měsíců uzavřel objev posledního měsíce v roce 2003 (Vaculík, 2010). Největším měsícem je Triton, v celé sluneční soustavě je podle velikosti řazen na sedmé místo. Má průměr 2 706 km. Zajímavostí tohoto tělesa je, že se pohybuje proti směru rotace mateřské planety, kterou oběhne za 5,88 dne. Triton se při svém oběhu pomalu po spirále přibližuje k Neptunu, až se s Neptunem v konečné fázi srazí. Tento jev je očekáván za 10 milionů let. Druhým největším měsícem Neptunu je Proteus, má nepravidelný tvar o rozměrech 218 x 208 x 201 km. Pohybuje se ve vzdálenosti 118 000 km po kruhové dráze v rovině rovníku. Neptunovým nejvzdálenějším měsícem je Nereida. Tento měsíc byl objeven jako druhý, v roce 1949 americkým astronomem

pocházejícím z Holandska Gerardem Kuiperem. Nereida má průměr 640 km a pohybuje se po eliptické dráze s excentricitou 0,7493.

3.10 DALŠÍ VESMÍRNÁ TĚLESA

3.10.1 KOMETY

Historie komet předchází historii planet. Komety se objevily už před 4,5 miliardami let, v době, kdy byla sluneční soustava ještě plynno-prachovým diskem otáčejícím se okolo mladé hvězdy. Od středu tohoto disku až po dráhu Jupitera byla teplota příliš vysoká, aby umožnila vznik ledu. Obíhala zde pouze zrnka hornin. Za dráhou Jupiteru byla teplota čím dál nižší, a proto se zde objevila prachová jádra obalena relativně silnou vrstvou ledu z vody a kysličníku uhličitého. Tyto částice se slepovaly jedna ke druhé a postupně vznikaly stále větší bloky složené převážně z ledu a prachu, které se začaly označovat jako komety (Bourdialová, 2002). V některých publikacích je možné najít označení špinavé sněhové koule, autorem tohoto označení z 50. let 20. století je americký astronom Fred Whipple.

Pojmenování komet má svůj postup a také tradici. Nejprve Středisko pro astronomické telegramy přidělí kometě předběžné označení. Halleyova kometa při posledním návratu nesla označení 1982i, kde „i“ znamená označení pro osmou kometu daného roku. Po číselném označení dostane kometa jméno podle svého objevitele. Periodické komety, tedy komety, které již byly alespoň jednou pozorovány, se navíc číslovají podle data svého objevu. První pojmenovanou kometou byla Halleyova kometa, a proto jí přísluší pořadové číslo 1. Podle oběžné doby členíme periodické komety na krátkoperiodické a dlouhoperiodické komety. Rozhraní mezi těmito skupinami je okolo 200 let. Mezi nejznámější komety patří Halleyova kometa, která byla objevena 240 let před Kristem a lze ji opět pozorovat v roce 2061. Enkeho kometa byla objevena 1786 a v nejbližší minulosti byla pozorována v letech 2000 a 2003. Při zkoumání komet je možné se setkat s označením komet písmeny P, D, C, X. Písmena jsou vždy doplněna číslicí, např. 1P je Halleyova kometa, 2P je Enkeho kometa. Písmeno D označuje zaniklé komety, písmeno C označuje komety s určitou dráhou a X s dráhou neurčitou.

3.10.2 HVĚZDY, DVOJHVĚZDY, PROMĚNNÉ HVĚZDY A SOUHVĚZDÍ

Hvězdy se od sebe liší v mnoha ohledech, velikostí, hmotností, svítivostí i teplotou. Nejteplejší hvězdy mají nejméně 80 000°C a teplota těch nejchladnějších hvězd může být nižší než 3000°C. Proto lze hvězdy rozdělit z hlediska teploty na typy O, B, A, F, G, K, M, R, N, S, L, T. Hvězdy typu O, B a A jsou velmi horké, bílé nebo modrobílé hvězdy. Typy F a G jsou hvězdy žluté, K oranžové, M, R, N a S jsou oranžové a červené a hvězdy typu L a T jsou temně červené. Hmotnost hvězd je také velmi důležitá, určuje způsob zániku hvězdy. Hvězdy o hmotnosti 0,1 a 1,4 hmotnosti Slunce září stabilně po dlouhou dobu. Když teplota v jejich jádře dosáhne 10 milionů°C, začnou v nich probíhat termonukleární reakce, při nichž se uvolňuje značné množství energie ohřívající povrch, který následkem toho září. Zásoby vodíku ale nejsou nevyčerpatelné, po jeho vyčerpání začnou v nitru hvězdy probíhat další termonukleární reakce. Vnější vrstvy hvězdy se roztáhnou, hvězda ochladne a stává se červeným obrem. Když se vyčerpá veškerá nukleární energie, hvězda se smrští do malého objektu zvaného bílý trpaslík. Hvězdy o hmotnostech větších než 1,4 hmotnosti Slunce se vyvíjejí mnohem rychleji a způsob jejich zániku je mnohem okázalejší. Svůj život zakončí ohromným výbuchem zvaným supernova, při němž hvězda odhodí pryč materiál povrchových vrstev v podobě rozpínajícího se oblaku plynu. Existují ovšem hvězdy o ještě větších hmotnostech, které žijí mnohem kratší dobu a jejichž zánik je ještě úchvatnější. Výsledek hroucení této hvězdy je malý a hustý zbytek s tak ohromnou gravitací, že vzniklý objekt nemůže opustit ani světlo, které se pohybuje nejvyšší možnou rychlostí. Vzniká tak černá díra, vlastně odříznutá od zbytku vesmíru (Moore, 2006).

DVOJHVĚZDY

Hvězdy vznikají smršťováním plynných mračen neboli mlhovin. Dojde-li ke smršťování mračna tisíckrát většího než hmota Slunce, nevznikne jediná hvězda tisíckrát hmotnější, ale mlhovina se rozdělí na četná menší mračna a ty dají vzniknout desítkám, stovkám, nebo tisícům hvězd. Všechny hvězdy, pocházející ze stejného mračna, se rodí relativně blízko vedle sebe, a proto není neobvyklé, že některé z hvězd zachytí své sousedky. V některých případech hvězdy netvoří skutečný pár, ale jen se vedle sebe náhodně promítají, takové dvojhvězdy se označují jako optické. Optické dvojhvězdy netvoří početnou skupinu jako skutečné dvojhvězdné páry neboli fyzické dvojhvězdy. V těchto případech jednotlivé hvězdy obíhají kolem společného těžiště.

PROMĚNNÉ HVĚZDY

Proměnné hvězdy se takto označují, protože mění svou jasnost. Některé pulsují, mění svou velikost, zatímco jiné prudce vyvrhují hmotu. Jiné hvězdy mají svého průvodce, který je periodicky zakrývá. Proměnné hvězdy se dělí na několik typů. Hlavní skupiny jsou skutečně proměnné hvězdy, které opravdu mění svou jasnost z nějaké vnitřní příčiny, a zákrytové proměnné hvězdy, které mění svou jasnost díky tomu, že dochází k vzájemnému zakrývání různě jasných složek dvojhvězdy. Skutečně proměnné hvězdy se dále dělí na typy: miridy, polopravidelné proměnné hvězdy, cefeidy, hvězdy typu RR Lyrae, eruptivní a kataklyzmatické proměnné hvězdy. Miridy – dostaly název podle nejjasnější a nejznámější představitelky, hvězdy Mira ze souhvězdí Velryby (Mira Ceti). Tyto proměnné hvězdy jsou červení obři, u nichž dochází k nestabilitě a následné pulsaci. Polopravidelné proměnné hvězdy jsou převážně červené hvězdy, které mají méně výrazné změny jasnosti než Mira a jejich periody se velmi mění. Cefeidy získaly jméno podle hlavní představitelky, hvězdy delta Cephei. Jejich periody jsou krátké - několikadenní, a amplitudy malé. Cefeidy jsou mimořádným případem, protože u nich existuje závislost mezi periodou a skutečnou svítivostí; čím delší perioda, tím je hvězda svítivější. Hvězdy typu RR Lyrae jsou krátkoperiodické, kratší než den, a všechny jsou zhruba 90krát jasnější než Slunce. Eruptivní proměnné hvězdy se vyznačují nepravidelným chováním, výkyvy jejich jasnosti jsou nepředpověditelné. Kataklyzmatické proměnné hvězdy vykazují silné výbuchy. Zvláštním případem jsou novy, jejichž název byl odvozen od latinského výrazu stella nova (nová hvězda), ale ve skutečnosti se o nové hvězdy nejedná. Jedná se o dvojhvězdy, v nichž přetéká hmota z jedné hvězdy na druhou, která svítí méně. Ta se stává nestabilní, vybuchne, čímž zvýší mnohokrát svou jasnost. Supernovy představují ještě okázalejší divadlo, její výbuch dokáže hvězdu skutečně zničit (Moore, 2006).

SOUHVĚZDÍ

Souhvězdí jsou zcela náhodná skupenství hvězd, které spolu nejsou fyzikálně spjaty. Jedná se o pojmenování různých částí noční oblohy z důvodu snazší orientace a zpočátku hlavně k ustanovení kalendáře. Původ souhvězdí lze nalézt v mezopotamských, egyptských a antických bájích, v novověku potom existovaly tři zdroje jmen: Johann Hevelius, Nicolas Louise de Lacaille a mořeplavci. Johann Hevelius byl gdaňský astronom žijící v 17. století. N. L. de Lacaille byl francouzský abbé a astronom žijící v 18. století. První astronom, který sestavil soupis souhvězdí, byl Hipparchos, po něm sestavil soupis čítající 48 souhvědí

Ptolemaios. Z Ptolemaiova soupisu vycházel i Alessandro Piccolomini, v roce 1540 uveřejnil v Benátkách první atlas. V 16. století objevili mořeplavci na jižním nebi hvězdy, které dosud nebyly zařazeny do seznamu. V roce 1603 bylo uveřejněno dílo Johanna Bayera, v němž bylo zaznamenáno 12 nových souhvězdí. Ke konci 17. století byl vydán další atlas, tentokrát Johannesem Heveliem z Gdaňska. V 18. století byla vydána díla Johna Flamsteeda, zakladatele observatoře v Greenwichi, Nicolase Louise de Lacaille, který předložil návrh 14 nových souhvězdí, která, jak se ukázalo, byla pouhými umělými seskupeními nejjasnějších hvězd. Dobu atlasů uzavírá atlas Johanna Bode, publikovaný 1801 v Berlíně. Mezinárodní astronomická unie určila v roce 1922 88 souhvězdí, která přestávají být skupinami hvězd a která od té doby představují oblasti hvězdné oblohy (Bourdialová, 2002).

3.10.3 PLANETKY (ASTEROIDY)

Asteroid řecky znamená podobné hvězdám, označují se tím tělesa bez vlastního zdroje záření, svítící jen odraženým světlem. Velikosti planetek jsou rozmanité. Od největšího, Ceres, s průměrem 1 025 km, až po velikosti větších meteoroidů. Ze známých planetek má jenom 28 průměr nad 200 km. S průměrem nad 80 km je jich přes 100 a s průměrem nad 10 km je jich už několik tisíc. S klesajícím průměrem počet planetek stoupá. Největší planetky mají přibližně kulový tvar. Mají totiž již dostatečně silnou vlastní gravitaci. Pokud však průměr planetky nedosahuje 200 km v průměru, pak má často tvar nepravidelný. Většina z planetek se nachází na oběžných drahách mezi Marsem a Jupiterem; tato oblast se označuje jako pás asteroidů. I v blízkosti Země se jednou za čas objeví planetka. V roce 1989 objevil Henry Holt planetku Apollo, která proletěla ve vzdálenosti 800 tisíc km kolem Země. V roce 1993 našel Tom Gehrels několikametrovou planetku, která proletěla ve vzdálenosti 140 tisíc km. Dnes je známo několik set větších planetek zvaných křížiči, které protínají dráhu (Levi, 1999).

3.10.4 TRPASLIČÍ PLANETY

Trpasličí planeta je nebeské těleso sluneční soustavy, které splňuje následující 4 podmínky:

obíhá okolo Slunce

má dostatečnou hmotnost, aby jeho vlastní gravitace překonala vnitřní síly pevného tělesa, takže dosáhne přibližně kulového tvaru

nevyčistilo okolí své dráhy

není měsícem (satelitem)

Pojem „trpasličí planety“ byl přijat v roce 2006. Kategorie trpasličích planet není podskupina planet, ale naprosto samostatná skupina těles, definice trpasličí planety se týká pouze sluneční soustavy. V současné době je známo pět trpasličích planet: Ceres, Eris, Haumea, Makemake a Pluto. Limit velikosti a hmotnosti trpasličích planet není určen, a tak i objekty větší než Merkur, které nedokáží vyčistit okolí své oběžné dráhy, mohou být stále definovány jako trpasličí planeta. Dle zkušeností při pozorování se mohou tyto hodnoty lišit složením a historií objektu. Podle některých astronomů se svět v blízké době dočká asi 45 nových trpasličích planet (Krbec, 2010).

3.10.5 ČERNÁ DÍRA

Černá díra je forma závěrečného stádia hvězd, stejně jako bílý trpaslík nebo neutronová hvězda. Bílý trpaslík je malá a žhavá, ale přitom málo zářící hvězda, pozůstatek po rudém obru, jehož atmosféra vytvořila planetární mlhovinu. Neutronová hvězda je hmotná hvězda, která zkolabovala natolik, že její hmota je tvořena pouze neutrony; často jí lze pozorovat jako pulsar, což je rychle rotující neutronová hvězda, která vysílá periodické rádiové, někdy i světelné pulsy. Samotný název „černá díra“ vychází z předpokladu, že se jedná o těleso, z něhož nemůže uniknout nic, ani světlo (Krbec, 2013).

3.10.6 METEOROIDY, METEORITY, METEORY,

Meteoroidy jsou různého původu. Část z nich představuje nespotřebovaný materiál protoplanetárního mraku, který zbyl po zformování planetární soustavy. Zdrojem další části je rozpad planetek při vzájemných srážkách nebo jejich dopad na povrch planet bez atmosféry a měsíců planet. Další meteoroidy zase vznikají rozprašováním a rozpadem jader komet v blízkosti Slunce. Meteoroidy z prvních dvou zdrojů se pohybují ve sluneční soustavě po všech možných drahách. Většina z nich však obíhá ve stejném směru jako Země, zachovaly si tedy hybnost původního protoplanetárního mraku. Meteoroidy kometárního původu mají dráhy úplně odlišné. Pohybují se po eliptických drahách jako jejich mateřské komety. Na ty nejmenší meteoroidy působí také tlak slunečního záření, který značně komplikuje tvar jejich dráhy. Většina z nich se pohybuje po spirále ke Slunci, na němž končí svou existenci (Čeman, Pittich, 2002). V ojedinělých případech, kdy zemská atmosféra dostatečně nezbrzdí velké meteoroidy a ty poté dopadnou na povrch, kde vybuchují a vytvářejí krátery, se mění označení meteoroidů na meteority. Většinou se

jedná o železné meteority, protože během průletu atmosférou se železné meteority odpařují hůře než kamenné. Největší železný meteorit (siderit) je znám jako Hoba. Jeho rozměry jsou 2,95 x 2,84 x 1,2 m a hmotnost 60 000 kg. Leží na místě svého dopadu u města Grootfontein v Namíbii v jihozápadní Africe, kde byl nalezen v roce 1920. Největší kamenný meteorit (aenolit) má hmotnost 1 770 kg a byl součástí čtyřtunového meteorického deště, který padal v březnu 1976 v oblasti Jilin na severovýchodě Číny.

Meteor (z řečtiny výbušný) je světelný jev, který vznikne při vniknutí meteoroidu do zemské atmosféry. Vzhled jevu vystihuje lidové označení „padající hvězda“. K pozorování meteorů není potřeba dalekohledu, stačí vlastní zrak. Za jasné noci lze vidět 6 až 12 meteorů za hodinu. Přicházejí nečekaně z různých směrů, a proto se nazývají sporadickými. Nejvíce sporadických meteorů je vidět na podzim ráno, nejméně na jaře večer. Kromě sporadických meteorů lze na obloze pozorovat také meteorické roje. Ty se odehrávají v době přechodu Země proudem meteoroidů (Čeman, Pittich, 2002).

3.10.7 VÝZKUM VESMÍRU

Ve výzkumu planet sluneční soustavy dominovaly dvě mocnosti – USA a SSSR. K americkým chloubám patřily sondy Pioneer a Voyager, které zkoumaly planety od Jupiteru po Neptun. Dalšími úspěšnými americkými sondami byl Mariner 10, zkoumající Merkur a Venuši. Galileo a Ulysses, zkoumající Jupiter a polární oblasti Slunce anebo Clementine pro výzkum Měsíce. Sovětské úspěchy na poli planetárních sond reprezentovaly Veněry, zkoumající Venuši, které v roce 1975 pořídily první snímky z jejího povrchu. Sonda Luna a automaty Lunochod pro výzkum Měsíce nebo dvojice sond Vega pro zkoumání Venuše a Halleyovy komety (Levi, 1999).

ISS, International Space Station – Mezinárodní vesmírná stanice

ISS je v současné době jediná trvale obydlená vesmírná stanice. První díl stanice, modul Zarja, byl vynesena na oběžnou dráhu v listopadu 1998. Od listopadu 2000, kdy na stanici vstoupila první stálá posádka, je trvale obydlena nejméně dvoučlennou posádkou, která se každých 6 měsíců obměňuje. ISS je společným projektem pěti kosmických agentur: NASA, Ruská kosmická agentura, Japonská kosmická agentura, Kanadská kosmická agentura a Evropská kosmická agentura (účastní se 10 členů EU - Rakousko, Velká Británie, Irsko, Portugalsko, Finsko, Řecko, Lucembursko, ČR). Dále se na tomto projektu podílí Brazilská a Italská kosmická agentura, ale na základě zvláštního kontraktu. Dopravu kosmonautů na stanici a zpět zajišťují transportní pilotované kosmické lodě Sojuz.

Zásobování stanice zajišťují automatické nákladní kosmické lodě – ruské Progressy, evropské ATV a japonské HTV. Kosmonauty i zásoby vozily na stanici i americké raketoplány Space Shuttle, jejich provoz byl však ukončen v roce 2011.

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 METODIKA

Planetární stezka je navržena v poměru 1 : 1 000 000 000 (1:10⁹). Tento poměr zaručuje optimální vzdálenosti mezi planetami a také viditelnost modelů planet. Vypočtené vzdálenosti a velikosti planet byly porovnány s tabulkou v učebnici Fyzika pro gymnázia (Macháček, 2008). Výsledné rozměry jsou zobrazeny v následující tabulce.

1:10 ⁹				
	Vzdálenost od Slunce		Velikost (průměr)	
	skutečná	1:10 ⁹	skutečná	1:10 ⁹
Slunce	---	---	1 392 000 km	139,2 cm
Merkur	58 mil km	58 m	4 870 km	4,87 mm
Venuše	108 mil km	108 m	12 100 km	1,21 cm
Země	150 mil km	150 m	12 756 km	1,27 cm
Měsíc	Vzdálenost od Země 384 399 km	Vzdálenost od Země 38,4 cm	3 476 km	3,476 mm
Mars	228 mil km	228 m	6 670 km	6,67 mm
Jupiter	778 mil km	778 m	143 760 km	14,3 cm
Saturn	1, 427 mld km	1 427 m	120 420 km	12,042 cm
Uran	2,86 mld km	2 860 m	51 300 km	5,13 cm
Neptun	4,5 mld km	4 500 m	49 500 km	4,95 cm

Na informačních panelech jsou pro žáky zpracovány informace o vesmíru nebo vesmírném tělesu v rozsahu přesahujícím potřeby 1. stupně. Učivo o vesmíru je na 1. stupni zastoupeno tématy Slunce, sluneční soustava - názvy planet, jejich pořadí a přibližná velikost, Země - její magnetické pole a gravitační síla, povrch a atmosféra. Panely obsahují

číselné údaje o velikosti planety a její vzdálenosti od Slunce, době oběhu okolo své osy a kolem Slunce. Dále také průměrnou teplotu vyskytující se na povrchu nebo v atmosféře dané planety a počet přirozených družic. Číselné údaje jsou doplněny o text obsahující zajímavosti o tělesu.

Text je zpracován na základě dětských encyklopedií. Využity byly knihy Vesmír, hvězdy, planety a kosmické lodě (Becklake, 1999) a Dětský atlas vesmíru: zve děti na dalekou cestu za tajemstvím vzniku hvězd a planet až k nejnovějším objevům kosmických sond a družic (Kerrod, 1998). Text zahrnuje fakta a zajímavosti o daném tělesu. V praktické části se objevuje text určený na informační tabuli označený na konci odstavce: „(Text na informační tabuli)“. Tento text je doplněn vysvětlením případných aktivit nebo odkazem na určitou přílohu.

Informační tabule jsou doplněny také úkoly, pokusy nebo otázkami. Zmiňované otázky mohou být součástí pracovního listu a doplňkových učebních materiálů. Výsledná podoba jednotlivých stanovišť se nachází v přílohách. Do příloh byly využity obrázky z několika zdrojů. Obrázky nejsou použity v originální verzi dostupné na internetu, před použitím byly upraveny a některé doplněny popisem.

Fotografie galaxií Jiří Polák - Hvězdárna a planetárium Plzeň.

Fotografie planet, hvězd, asteroidů, trpasličích planet, komet, meteoroidů, meteorů a meteoritů, černých děr, neutronové hvězdy, bílého trpalíka, astronautů, sond Brian Dunbar - Nasa, Samantha Harvey a Autumn Burdic - Solar system exploration: Nasa, Astronomia - Astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni

Fotografie městyse Borotín, hradu Borotín, a další fotografie pro tvorbu propagačního materiálu, informačního letáku a webových stránek Jan Vavřík - Píkov, Městys Borotín.

4.2 ROZBOR TRASY, BEZPEČNOST

Trasa je navržena jako uzavřená. Start stezky je na návsi městyse, neboli rynku, jak se tento trojúhelníkový park místně nazývá, a cíl je od prvního stanoviště vzdálen méně než 50 metrů. Důvodem tohoto způsobu navržení stezky je dopravní dostupnost. V Borotíně není železniční stanice a veřejnou dopravu zde zastupují pouze autobusy. Ty z Tábora do Borotína a zpět jezdí 4krát denně. Start stezky se nachází právě v těsné blízkosti jedné ze dvou autobusových zastávek.

Dalším důvodem pro navržení stezky v Borotíně byla velikost obce. Obec je poměrně malá, i když se v posledních letech zástavbou rozšiřuje. Trasa tak může vést z větší části přírodou, kde je automaticky eliminováno nebezpečí ohrožení žáků i učitele dopravními prostředky. Výhodou umístění stezky do přírody je také využití mezipředmětových vztahů zejména s prvoukou, přírodovědou a vlastivědou.

Do této planetární stezky jsou úmyslně zařazena stanoviště, která rozšiřují učivo o sluneční soustavě a to proto, aby si žáci uvědomili, že součástí sluneční soustavy a vesmíru jsou také hvězdy, planety, trpasličí planety, komety, atd. Úmyslem není žáky zahltit poznatky, ale ukázat komplexnější pohled na naši galaxii. První část planetární stezky je poměrně nahuštěná, protože první čtyři planety, tedy terestrické, se nachází od Slunce v maximální vzdálenosti 228 metrů. Mezi plynnými planetami jsou poté už delší vzdálenosti a tak jsou do mezer mezi nimi zařazena stanoviště, která obsahují informace o dalších vesmírných tělesech.

První část trasy je vedena městysem, od návsi po ulici směrem k rybníku, po jeho hrázi, kde se poté odklání do přírody. Terén v přírodě není náročný, nejsou zde velká převýšení. Přírodou vede stezka až ke hradu Borotín, kde je potom nutný přechod hlavní silnice. Kolem hlavní silnice vede stezka zhruba 500 metrů, než se opět odklání od silnice dál. Dál je trasa vedena po asfaltové silnici zadní částí městyse, kolem areálu bývalého zemědělského družstva zpět k návsi.

Zabezpečení trasy by mělo být v obci řešeno snížením rychlosti a výstražnou značkou „Pozor, děti!“ V části, kde stezka vede přírodou, by mělo být jasné označení směru stezky. Jelikož je v této části stezka vedena polními cestami, nemělo by docházet ke styku s dopravními prostředky. Zvýšená opatrnost učitele by měla být i v místech, kde stezka mívá vodní plochy. V jedné části trasy vede stezka po silnici kolem Borotínského rybníka. Další rybník je Fanda, kolem něhož vede polní cesta a na jehož konci se nachází jedno ze stanovišť, a poté polní cesta vede dále k hradu Borotín, pod jehož hradbami se rozkládá Starozámecký rybník. Starý zámek bude pro žáky jistě příjemným zpestřením procházky, ale opět je důležitá pozornost a opatrnost učitele, jelikož se jedná o zříceninu hradu. Úsek trasy směřující od hradu Borotín k Borotínu vede vedle hlavní silnice, kde by byla vhodná úprava terénu se zabezpečujícími prvky, například zábradlím.

4.3 STANOVIŠTĚ VZNIK NAŠÍ GALAXIE A SLUNEČNÍ SOUSTAVA

První ze stanovišť se nachází na návsí, v těsné blízkosti autobusové zastávky. Seznamuje žáky se vznikem a dnešní podobou sluneční soustavy. Je graficky odlišné od stanovišť planet, jelikož je rozděleno na dvě poloviny, z nichž se každá věnuje jednomu tématu. U stanovišť planet je pohledově levá část věnována modelu planety a pravá část informacím o planetě.

Informační tabule žáky seznamuje s jednoduchou teorií vzniku vesmíru a galaxií. Učitelé mohou mít k dispozici názornou ukázkou rozpínání vesmíru a vzdalování galaxií, která se nachází mezi přílohami. Jedná se o připodobnění rozpínání vesmíru k nafukování balónku. V druhé polovině se bude zabývat pojmem sluneční soustava, její pojetí v historii a pozice sluneční soustavy vzhledem k vesmíru. Informační tabule je doplněna obrazovým materiálem, který se vztahuje k danému tématu. Jelikož se jedná o rozšiřující učivo, dostupnost obrazového materiálu je velmi důležitá. Jednak to zvyšuje atraktivitu stezky a informačních tabulí, ale také je to důležité pro pochopení tématu.

Na informační tabuli je navržen text o vzniku galaxií a sluneční soustavě, který vychází z dětských encyklopedií. Text je přepracován tak, aby vystihl podstatu tématu, a zároveň byl krátký. Smyslem tohoto stanoviště je ukázat vznik vesmíru, ve kterém se později začala formovat naše galaxie (Galaxie), a ve které se zformovala sluneční soustava. Důležitým prvkem je uvědomění si logického počátku, kdy nejprve musel vzniknout vesmír, poté se mohly utvářet galaxie, planeta Země a náš život.

VZNIK GALAXIÍ

Astronomové se domnívají, že kdysi dávno byla hmota ve vesmíru vyvržena do všech směrů, nazývají tento jev „velký třesk“. Po velkém třesku byl vesmír natolik žhavý, že ho vědci přirovnávají ke žhavé, ohnivé kouli. Postupně se ale vesmír rozpínal a ochlazoval se, při tomto ochlazování vznikaly plyny jako vodík a hélium. Z plynů se vytvářely galaxie, které se při roztahování vesmíru začaly vzdalovat a neustále se vzdalují (Becklake, 1999). (Text na informační tabuli)

SLUNEČNÍ SOUSTAVA

V dávných dobách si lidé mysleli, že Země je střed vesmíru a Slunce, planety a hvězdy obíhají kolem ní. Dnes ale víme, že je naše planeta jen nepatrným bodem v celém vesmíru.

Země je jednou z osmi planet, které obíhají okolo Slunce. Slunce se svými planetami tvoří sluneční soustavu. Společně jsou součástí obrovské soustavy hvězd, které tvoří naši Galaxii. A naše Galaxie je jen jednou z mnoha a mnoha galaxií, které tvoří vesmír (Kerrod, 1998). (Text na informační tabuli)

Otázka na panelu: Dokážeš si představit, jak se vesmír roztahoval? Vyzkoušej pokus s balónkem.

4.4 STANOVIŠTĚ SLUNCE

Druhé stanoviště planetární stezky se nachází opět na borotínské návsi. Od prvního stanoviště je vzdálené necelých 20 metrů. Panel Slunce oficiálně zahajuje měřenou planetární stezku, od tohoto stanoviště ke stanovišti Neptun je to 4,5 km. Na stanovišti Slunce ještě není realizován plastický model tělesa, jelikož průměr Slunce vychází při poměru 1:10⁹ na 139,2 cm. Plocha informačního panelu je navržena na 120 x 180 cm. Proto zde bude těleso v 3D modelu vedle panelu. Pro přehlednost jsou na panelu údaje o velikosti, rotace okolo své osy a průměrné teplotě v tabulce.

Slunce je pro člověka zdrojem tepla a světla, bez něho by bylo na Zemi chladno a tma a nemohl by zde existovat život. I když má Slunce pro Zemi velký význam, ve vesmíru je Slunce jen pouhou hvězdou a dokonce existuje mnoho a mnoho větších hvězd. Když se ale zaměříme na Slunce jako na centrum sluneční soustavy, zjistíme, že jeho velikost je i tak nepředstavitelná. Slunce zaujímá ve hmotnosti celé soustavy 99%, zbylé 1% tvoří hmotnosti osmi planet, jejich družic (měsíců) a dalších vesmírných těles. (Text na informační tabuli)

Upozornění: Slunce je velmi jasné a jeho světlo může poškodit zrak. K pozorování Slunce nikdy nepoužíváme dalekohled a nedíváme se do něj přímo. Dokonce ani tmavé sklíčko nemusí zrak ochránit. (Text na informační tabuli)

Velikost Slunce ve vesmíru je 1 392 000 km. Doba rotace okolo své osy je 25 dní a 9 hodin. Průměrná povrchová teplota Slunce je 5 500°C (ale teplota v jádru může dosáhnout až 14 milionů°C). (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Které těleso je ve sluneční soustavě největší? Pokud znáš odpověď, napiš si ji. Pokud odpověď ještě nevíš, opiš si zde potřebné údaje a později údaje porovnáš.

Tento panel je doplněn grafem, kde je znázorněn procentuální poměr hmotnosti Slunce a ostatních těles sluneční soustavy. Graf je zde zařazen, aby žáci pochopili procentuální rozdíl, jelikož procenta nemusí být součástí učiva 5. třídy ve všech základních školách. S grafy žáci v 5 třídě už většinou pracují, a proto je jeho využití v této situaci vhodné. Graf je vyobrazen v pohledově levé části panelu. V této části je také mapa sluneční soustavy, která ukazuje návštěvníkům jejich teoretickou polohu ve vesmíru.

4.5 STANOVIŠTĚ MERKUR

Třetí stanoviště se nachází naproti obecnímu úřadu a nákupnímu středisku. Od stanoviště Slunce je vzdálené jen necelých 60 metrů. Na tomto panelu se poprvé objevuje plastický model planety. Také se zde poprvé objeví tabulka se všemi údaji zmíněnými v kapitole Metodika.

Merkur je druhá nejmenší planeta sluneční soustavy. Jeho povrch je posetý krátery, které vznikly před mnoha miliony let. Krátery jsou pozůstatky nárazů Merkuru s jinými vesmírnými tělesy. Velikostí i povrchem je tato planeta velmi podobná Měsíci. Pozorování Merkuru na obloze je obtížné, jelikož se neustále pohybuje v blízkosti Slunce. Vidět ho můžeme pouze několik dní na jaře, při západu Slunce, nebo na podzim, při východu. (Text na informační tabuli)

Rovníkový průměr Merkuru je 4 878 km a nachází se ve vzdálenosti 58 000 000 km od Slunce. Okolo své osy se otočí za 58 dní 16 hodiny a Slunce oběhne za 88 dní. Průměrná teplota na povrchu je v rozmezí 450°C až -183°C. Vysokých teplot je dosaženo z důvodu pomalého otáčení planety okolo své osy, kdy je část povrchu přivracena ke Slunci po dobu téměř 3 pozemských měsíců. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Která planeta je nejbližší Slunci a jaké teploty na ní můžeme naměřit?

Plastický model znázorňující Merkur je v řádu milimetrů, a proto je doplněn fotografiemi planety, které zachycují detailněji její povrch. Model je umístěn do levé části tabule, pod ním je obrázek sluneční soustavy ve vesmíru, který bude součástí každého panelu zabývajícího se planetami. Tento obrázek názorně ukazuje žákům, kde by se nacházely ve skutečnosti ve vesmíru. Informace na panelu jsou převážně o povrchu, který lze připodobnit povrchu Měsíce. A tak je možné žáky zaujmout možností pozorovat dalekohledem Měsíc a jednodušeji si představit povrchu Merkuru. Pozorování Merkuru

je nebezpečné, jelikož se téměř neustále nachází v blízkosti Slunce a pozorování Slunce může vést k poškození zraku. Proto je důležité žáky upozornit, že výstraha na panelu Slunce platí i pro pozorování Merkuru.

4.6 STANOVIŠTĚ VENUŠE

Čtvrté stanoviště je Venuše, nachází se 108 m od Slunce, o něco níže než je nákupní středisko. Venuše je průměrově velice podobná rozměrům Země, ale z hlediska povrchu, průměrné teploty i rotace kolem vlastní osy se od Země značně liší. I když je mezi terestrickými planetami druhou největší, její model měří v průměru 1,2 cm. Proto je informační tabule stejně jako panel Merkuru doplněna detailními obrázky atmosféry a povrchu.

Venuši na obloze pozorujeme téměř každý den. Říká se jí Večernice nebo Jitřenka, ale za hvězdu je považována nesprávně. Po Měsíci je Venuše nejjasnějším objektem na obloze. I když je Venuše dál od Slunce než Merkur, teploty zde dosahují větších hodnot. Je to způsobeno hustou atmosférou, která zadržuje sluneční teplo. Povrch Venuše je pokryt tisíci sopkami. Některé jsou veliké, až 3 km vysoké a 500 km široké. Většina sopek je ale jen 2–3 km široká. Řeky lávy jsou delší než jakákoli řeka na Zemi. (Text na informační tabuli)

Velikost planety je 12 104 km a od Slunce je vzdálena 108 000 000 km. Na otočení kolem své osy potřebuje 243 dní a 4 hodiny a kolem Slunce oběhne za 224 dní a 17 hodin. Průměrná teplota dosahuje 480°C. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Která planeta se otáčí okolo vlastní osy nejdéle?

Panel je v levé části, kde se nachází plastický model, doplněn detailními fotografiemi povrchu a atmosféry. Pro žáky je sopečná činnost zajímavá, takže jeden z obrázků ukazuje povrch pokrytý lávou. V textu je zmíněna vysoká teplota povrchu. Jedná se o klasický skleníkový efekt, ale tento termín není úmyslně použit. Vysvětlením, proč má Venuše vyšší povrchovou teplotu než Merkur, je přítomnost hustší atmosféry na Venuši, která teplo zadržuje. Merkur atmosféru nemá, a tak záření nezadržuje, a proto je na straně ke Slunci teplota vysoká a na straně odvrácené Slunci je teplota hluboko pod bodem mrazu.

4.7 STANOVIŠTĚ ZEMĚ

Pátým stanovištěm je Země. Nachází se 150 metrů od stanoviště Slunce, na silnici vedoucí z návsi k rybníku. Země je mezi terestrickými planetami největší. Levá část panelu obsahuje model o průměrové velikosti 1,27 cm a je doplněna obrázky atmosféry a povrchu. Je zde také znázorněna sluneční soustava se značkou, kde se právě žáci ve vesmíru nachází. U stanoviště Země je ještě tabule s informacemi o Měsíci. Je to objekt, který k Zemi neodmyslitelně patří, a proto má své stanoviště. Stanoviště je připojeno k panelu Země a plastický model Měsíce je znázorněn na oběžné dráze Měsíce.

Země je domovem, rostlin, zvířat a lidí. Je to jediná planeta sluneční soustavy, na které existuje život. Země se zformovala před 4,6 miliardami let, jako žhavá koule. Postupně se ochlazovala a vytvořila se pevná kůra. Dnes souše neboli kontinenty zaujímají 1/3 povrchu a 2/3 tvoří vodní plochy. Teploty na Zemi se pohybují mezi 40°C až -50°C. Nejteplejší podnebí je v okolí rovníku, tzv. tropy. Směrem k pólům se podnebí ochlazuje a na pólech dosahuje teplota až -50°C. Teplotní rozdíly na Zemi nejsou tak výrazné jako na Marsu. Důvodem je rychlejší rotace Země kolem vlastní osy a také tepelná setrvačnost zemské atmosféry. Otáčení Země kolem vlastní osy a obíhání okolo Slunce má určité důsledky. Otáčení kolem osy způsobuje střídání dne a noci a oběh okolo Slunce způsobuje střídání ročních období. (Text na informační tabuli)

Zemský rovníkový průměr je 12 756 km. Země se nachází ve vzdálenosti 149 600 000 km od Slunce. Okolo své osy obíhá za dobu 23 hodin a 56 minut a kolem Slunce oběhne za 365 dní a 6 hodin. Průměrná povrchová teplota je 15°C. Společníkem Země je jedna přirozená družice, Měsíc. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Jak se nazývá jediná planeta sluneční soustavy, na které existuje život?

Panel Země je doplněn mnoha obrázky, které pomohou vysvětlit zmiňované poznatky. Je zde obrazově zpracováno střídání ročních období, rozdělení podnebných pásů naší planety a rozdělení atmosféry. Střídání ročních období je učivem 1. stupně, v textu je zmíněno, že je ovlivněno oběhem Země kolem Slunce. Sklon rotační osy zmíněn není, ale je zvýrazněn na ilustraci. Rozdělení podnebných pásem a atmosféry je učivem 2. stupně, a proto je možné žáky s touto problematikou seznámit například již v 5. třídě. Podnebné pásy a atmosféra nejsou rozebírány v textu, lze v něm nalézt pouze zmínku

o tropech a tepelné setrvačnosti atmosféry. Proto jsou na tabuli znázorněny obrázky, které se tomuto tématu věnují a doplňují ho.

4.7.1 STANOVIŠTĚ MĚSÍC

Druhá část pátého stanoviště se zabývá poznatky o Měsíci. Jelikož je Měsíc součástí přírodovědného učiva 5. třídy, je zařazen do stezky jako samostatné stanoviště. Aby bylo možné ukázat, jak je Měsíc vzdálený od Země, musí být stanoviště těsně vedle sebe. Vzdálenost je v přepočtu pouhých 38,4 cm a velikost Měsíce jen 3,48 mm. Pro úplnou představu vztahu Země a Měsíce je jejich poloha znázorněna tak, že Země je ve středu zvýrazněné oběžné dráhy Měsíce. Obě tělesa jsou plasticky vymodelována. Panel je doplněn obrázky fází Měsíce a jeho povrchu.

Měsíc je od Země vzdálen pouhých 384 000 km, což lidem umožňuje pozorovat jeho povrch obyčejným dalekohledem. Povrch Měsíce je zemskému povrchu velice podobný, je tvořen převážně z hornin. Nachází se na něm mnoho útvarů, které jsou pojmenovány jako pohoří, moře, krátery, zálivy, vysočiny, atd. Ale v dalších ohledech se Měsíc od Země znatelně liší. Nemá žádnou atmosféru, vodu ani život.

Většinu nocí září Měsíc na obloze. Není to způsobeno vyzařováním vlastního světla, ale odraz slunečního záření. Při oběhu Měsíce kolem Země jsou osvětleny vždy jiné části jeho povrchu, tento jev se nazývá měsíční fáze. Když je Měsíc ozářen celý, je v úplňku a na jeho povrchu jsou pouhým okem vidět tmavé a světlé plochy. Tmavé plochy jsou moře, ale není v nich voda. Světlé plochy jsou vysočiny nebo pohoří. Když Měsíc není vidět vůbec, je ve fázi novu. (Text na informační tabuli)

Měsíc má v průměru 3 476 km a obíhá Zemi ve vzdálenosti 384 000 km za 27 dní a 8 hodin. Okolo své osy se otočí také za 27 dní a 8 hodin. Fáze na Měsíci se střídají po 29 dnech a 13 hodinách. Teploty na povrchu se pohybují mezi 120°C až -160°C. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Jak se říká fází Měsíce, ve které není Měsíc vidět?

4.8 STANOVIŠTĚ MARS

Šesté stanoviště se zabývá planetou Mars. Jedná se o poslední terestrickou planetu, která se nachází ve vzdálenosti 228 metrů od stanoviště Slunce. Na panelu je zobrazen model, jehož průměr je pouhých 6,67 mm. Proto zde mohou být zobrazeny oběžné dráhy obou

marsových družic. Prostor okolo modelu je doplněn fotodokumentací povrchu a porovnáním velikostí terestrických planet. Planeta Mars je v mnoha ohledech podobná Zemi. I povrch Marsu byl utvářen působením větru, vody a ledu. Dnes je jeho povrch vyschlý, ale zůstaly na něm památky v podobě velkých pouští, sopek a kaňonů.

Mars je další planeta, která sousedí se Zemí. Z důvodu příznivějších teplot a své vzdálenosti od Země, je Mars jedinou planetou, která může být zkoumána přímo lidmi. Pomocí moderních raketoplánů by cesta na Mars trvala čtyři roky. Pozorování Marsu ze Země není snadné. Podmínky pro pozorování jsou příznivé zhruba jen čtyři měsíce každý druhý rok, ale i tak bychom dalekohledem viděli jen malý světlý kotouč. Ve skutečnosti je planeta zbarvená do ruda, i proto se jí někdy říká Rudá planeta. Zbarvení je způsobeno vířením drobného písku a prachu, který pokrývá povrch. Povrch planety je velmi členitý, nalezneme na něm mnoho sopek, kaňonů, údolí a pouští. Nejvyšší sopka se nachází v oblasti Tharsis, jmenuje se Olympus Mons a je vysoká 27 km. Tharsis je 10 km vysoká náhorní plošina. Náhorní plošiny tvoří téměř 2/3 povrchu a jsou obklopeny údolními a kaňony. (Text na informační tabuli)

Velikost Marsu v průměru je 6 670 km. Od Slunce je vzdálen 227 900 000 km. Okolo vlastní osy se otočí za 24 hodin a 37 minut a kolem Slunce oběhne za 687 dní. Průměrná teplota na povrchu je -23°C . V blízkosti Marsu obíhají jeho dvě přirozené družice Phobos a Deimos. (Text na informační tabuli - v tabulce)

Otázka na panelu: Která planeta má téměř stejně dlouhý den jako Země?

Panel o planetě Mars se zabývá zejména povrchem. Povrch je zajímavě členitý a navíc zvláště zbarvený. Žáci většinou vědí, že se Mars nazývá Rudá planeta, ale nevědí, proč je povrch rudě oranžový. Další informace zmiňují Olympus Mons, ale není zde uvedeno, že se jedná o největší sopku sluneční soustavy. Na panelu je obrázek povrchu a sopky, s upřesněním, že se jedná o největší sopku. I když má Mars dva měsíce, jsou na panelu zvýrazněny pouze na modelu a detailním obrázku vedle modelu. Informace o nich v textu nejsou, jelikož se jedná o velmi malá tělesa. Detailní obrázky jsou na panelu z toho důvodu, že model nedovoluje ukázat jejich tvar a povrch. V modelu jsou měsíce znázorněny pouze oběžnou drahou, jelikož jejich průměry jsou 13,4 x 11,2 x 9,2 km Phobos a 7,5 x 6,1 x 5,2 km Deimos. Oběžná dráha Phobosu se nachází ve vzdálenosti 9 380 km a Deimosova ve vzdálenosti 23 459 km.

4.9 STANOVIŠTĚ JUPITER

Sedmé stanoviště se zabývá největší planetou sluneční soustavy, Jupiterem. Na panelu je planeta znázorněna modelem o průměru 14,3 cm. Jupiter je známý nejen velikostí, ale také svými pruhy, které jsou výsledkem aktivní atmosféry. Vnitřní stavba plyných obrů se od terestrických planet velmi liší. U terestrických planet je jednoduché připodobnit povrchy planet zemskému povrchu, žhavé lávě, kamení a prachu. Děti si u kamenných planet vytvoří představu o jejich povrchu snadno. Plyní obři mají pouze pevné kamenné jádro a dále se jejich vnitřní stavba skládá z plynů jako vodík, čpavek nebo metan. Takové složení si žáci 1. stupně představí obtížně, protože učivo o plynech, jakožto chemických prvcích je náplní 2. stupně. Následující stanoviště budou obsahovat popis vnitřní stavby planety pomocí obrazového materiálu a text se zaměří na popis atmosféry, mračen, prstenců a měsíců.

Jupiter, největší planeta sluneční soustavy, je svým průměrem 11 krát větším než Země. Na rozdíl od Merkuru, Venuše, Země a Marsu jsou Jupiter, Saturn, Uran a Neptun tvořeny převážně z plynů, a proto jsou nazýváni plyní obři. Při pozorování Jupiteru je vidět pozoruhodná atmosféra s různými pruhy. Tmavé pruhy se nazývají pásy a světlé pruhy jsou zóny. Mezi pruhy se pohybují tmavé a světlé skvrny, většinou se jedná o víry, hurikány nebo bouře. Nejznámější skvrnou je Velká rudá skvrna, která je pozorována déle než 300 let. (Text na informační tabuli)

Jupiter je planeta s nejvíce družicemi, nejvzdálenější měsíce obíhají Jupiter ve vzdálenosti 24 milionů km. Mezi největší měsíce patří Ganymed, Kallistó, Io a Europa. I když je Jupiter často zobrazován jako prostá planeta, je obklopen slabým prstencem. (Text na informační tabuli)

Rovníkový průměr Jupiteru je 142 800 km. Slunce obíhá ve vzdálenosti 778 300 000 km za 11 let a 10 měsíců. Okolo vlastní osy se otočí za 9 hodin a 50 minut. Průměrná teplota je -150°C . V blízkosti Jupiteru se nachází celkem 67 družic, které jsou k planetě připoutány její gravitací. Součástí Jupiterovy rodiny je také prstenec, i když není jasně viditelný. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Které těleso sluneční soustavy má nejvíce přirozených družic?

Panel o Jupiteru je doplněn obrazovým materiálem, který se zabývá porovnáním plyných planet a detailní ukázkou Velké rudé skvrny. Dále se zde nachází počítačová obrazová

simulace vnitřní stavby Jupiteru s popisem. Vnitřní stavba je zařazena proto, aby si žáci dokázali představit, že planeta nemá pevný povrch. Pojmy jako tekutý vodík nebo tekutý kovový vodík jsou převzaty z dětské encyklopedie. Tyto pojmy jsou pro žáky 1. stupně obtížné, ale může to pro ně být inspirace, aby se vlastní iniciativou o prvku dozvěděli více.

4.10 STANOVIŠTĚ KOMETY, HVĚZDY, SOUHVĚZDÍ

Osmé stanoviště se zabývá vybranými vesmírnými tělesy. Nachází se mezi stanovišti Jupiter a Saturn, v přírodě nad městysem Borotín. Stanoviště o vesmírných tělesech jsou zařazována ze dvou důvodů. Prvním důvodem je uvědomění si žáků, že vesmír není složen jen z galaxií a planetárních soustav. Vesmírný prostor je plný hvězd, planetek, komet, trpasličích planet nebo třeba meteoroidů. Dalším důvodem je vyplnění mezer mezi stanovišti plyných obrů, které jsou poměrně dlouhé. Jelikož vesmírných těles, objektů a jevů je mnoho, jsou rozděleny do tří stanovišť. První z nich se zabývá kometami, hvězdami a souhvězdími.

KOMETY

Komety jsou pozoruhodné objekty, které vypadají jako hvězdy s dlouhým chvostem. Jádru komety je velmi malé, složené z ledu, prachu, plynu a nemůže být ze Země vidět. Když se přiblíží ke Slunci, žár vytvoří kolem jádra komety oblak prachu a plynu, který se nazývá koma. Sluneční vítr jej rozfouká do dlouhého chvostu, kde plyn září a prach odráží světlo. Komety, které se ke Slunci vracejí v pravidelných intervalech, se nazývají periodické. Nejznámějšími periodickými kometami jsou Halleyova a Enckeho kometa. (Text na informační tabuli)

HVĚZDY

Nejbližší hvězdou naší planety je Slunce. Slunce je svou velikostí běžná hvězda, ale existují stonásobně větší hvězdy, ale také stokrát menší, tzv. trpaslíci. Slunce je osamělé, ale mnoho hvězd „žije“ v párech (dvojhvězdy) nebo ve skupinách (hvězdokupy). Prostor mezi hvězdami je vyplněn plynem a prachem. Všechny hvězdy nezáří stejnoměrně jako Slunce, střídavě zesilují nebo zeslabují svůj jas. Tyto hvězdy jsou označovány jako proměnné. (Text na informační tabuli)

SOUHVĚZDÍ

Při pohledu na noční oblohu se zdá, že jsou hvězdy chaoticky roztroušeny. Když ji budeme pozorovat každou noc, zjistíme, že některé hvězdy září jasněji a tvoří společně různé obrazce. Už staří řečtí astronomové to viděli a některé obrazce pojmenovali podle toho, co jim obrazec připomínal. Byla to většinou zvířata, lidé a postavy řecké mytologie. Pojmenování obrazců sloužilo ke snadnější orientaci. Noční obloha ale není stejná po celý rok. Tím, že Země obíhá okolo Slunce, se noční obloha pravidelně mění. (Text na informační tabuli)

Stanoviště o kometách, hvězdách a souhvězdích je graficky vystavěno podobně jako první stanoviště o sluneční soustavě. Text je rozložen na obě poloviny panelu a je proložen obrázky, které s textem souvisejí. Toto stanoviště je doplněno obrázky Halleyovy a Enckeho komety, hvězdokupy a souhvězdí Kassiopeia. Text popisuje objekty jednoduše, dává žákům možnost si o objektech zjistit více z vlastní vůle. V textu se objevují fakta o periodických kometách, ale existují ještě komety s určitou a neurčitou dráhou nebo komety zaniklé. Hvězdokupy mohou být například kulové nebo otevřené. Tyto údaje jsou pro žáky 1. stupně zbytečně rozsáhlé, proto nejsou v textu zmíněné.

4.11 STANOVIŠTĚ SATURN

Deváté stanoviště podává informace o Saturnu. Toto stanoviště se nachází na rozcestí mezi rodinnými domy. Z hlediska bezpečnosti je stanoviště Saturnu v oblasti, kde již nejezdí mnoho aut a odkud trasa vede po několika metrech do přírody. Stanoviště se více zabývá prstenci, kterými je Saturn nejznámější. Model planety má v rovníkovém průměru 12,042 cm.

Saturn je druhou největší planetou sluneční soustavy. V mnoha ohledech je podobný Jupiteru. Rychlá rotace planety formuje mračna v atmosféře do pruhů, i když Saturnovy pruhy nejsou tak výrazné. Skvrny bývají méně zřetelné a vzácně se objeví i bílé skvrny. Rychlost větru v atmosféře dosahuje nepředstavitelné rychlosti, až 1 800 km/h, to odpovídá dvacetinásobku nejostřejší vichřici na Zemi. (Text na informační tabuli)

Nejkrásnější částí Saturnu jsou prstence, tvořené z miliónů drobných částic. I když se jedná o obrovské množství prstýnků, rozdělují se do čtyř hlavních a tří slabších prstenců. Každý ze sedmi prstenců nese označení v podobě písmen A až G. Mezi prstenci A a B se nachází

mezera, tzv. Cassiniho dělení, která ale není prázdná, je vyplněna dalšími asi 100 slabými prstenci. Kromě prstenců se v blízkosti Saturnu nachází 62 měsíců. Menší měsíce mají oběžnou dráhu mezi prstenci. Největším měsícem je Titan, jeho velikost dokonce přesahuje velikost Merkuru. Zajímavostí Titanu je, že má jako jediný mezi měsíci atmosféru. (Text na informační tabuli)

Saturn se nachází 1 427 000 000 km od Slunce a rovníkový průměr činí 120 000 km. Kolem Slunce oběhne za 29 let a 6 měsíců a doba rotace okolo své osy zabere 10 hodin a 39 minut. Průměrná teplota je -180°C . Až do vzdálenosti 24 505 000 km se rozprostírá 62 oběžných drah Saturnových měsíců. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Kolik planet sluneční soustavy je ozdobeno prstenci?

Stanoviště Saturn se textem z větší části zabývá prstenci. Tato planeta je prstenci známá, proto jsou v textu zmíněny i způsoby označení prstenců a Cassiniho dělení. V souvislosti s prstenci jsou zmíněny i menší měsíce, jejichž oběžná dráha se nachází právě mezi prstenci. Proč se mezi prstenci nenachází i větší měsíce není vysvětleno úmyslně. Pokud žáci budou mít zájem, naleznou vysvětlení v encyklopediích nebo na internetu. Hloubka poznatků uvedená na tomto panelu je dostatečná, ne-li přesahující dětský zájem. Důležitým prvkem výuky je nechat prostor pro vlastní obohacování.

4.12 STANOVIŠTĚ PLANETKY, TRPASLIČÍ PLANETY

Desáté stanoviště se nachází na nejatraktivnějším místě stezky. Nad informačním panelem se tyčí zřícenina hradu Borotín. Právě toto stanoviště je znázorněno v příloze 1. Hrad je pro žáky příjemným zpestřením stezky, ve svých útrobách skrývá podzemní místnosti, průchody i krásný výhled. Z hlediska bezpečnosti je důležitá opatrnost žáků i učitelů. Cesta k hradu je bezpečná, vede přírodou, ale nutná je opatrnost v blízkosti Starozámeckého rybníku. Stanoviště poskytuje informace o planetkách neboli asteroidech a trpasličích planetách.

PLANETKY (ASTEROIDY)

Planetky jsou kusy skal o různých tvarech a rozměrech. Jen několik planetek má přibližně kulový tvar a velikost větší než 200 km v průměru. Jsou to například planetky Pallas, Juno, Vesta nebo Iris. Tisíce planetek je ve skupině asteroidů s průměrem 10 – 80 km. Tyto asteroidy mají velice nepravidelný tvar. Nejvíce planetek se nachází v prostoru mezi

Marsem a Jupiterem, kde je tzv. Pás asteroidů. Planetky v pásu obíhají Slunce po přibližně stejných drahách jako planety. Ale existují i tzv. „křížiči“, kteří křížují dráhy planet, nebo „Trojáni“, kteří obíhají Slunce po stejných drahách jako plynní obři. (Text na informační tabuli)

TRPASLIČÍ PLANETY

Trpasličí planety existují pouze ve sluneční soustavě a to od roku 2006. Aby mohlo být těleso trpasličí planetou, musí obíhat kolem Slunce, musí být kulového tvaru a nesmí být měsícem jiného tělesa. Poslední důležitou podmínkou je, že okolí dráhy trpasličí planety není vyčištěno, tedy že se zde volně nachází kusy skal. Trpasličí planety tvoří samostatnou pětičlennou skupinu, patří sem Pluto, Haumea, Makemake, Ceres a Eris. Ještě do roku 2006 patřilo Pluto mezi planety, svou oběžnou dráhu mělo za Neptunem. Do blízké budoucnosti astronomové plánují rozšířit skupinu trpasličích planet o více než 40 dalších těles. (Text na informační tabuli)

Stanoviště o planetkách a trpasličích planetách je doplněno vybranými fotografiemi. Jedna fotografie se shoduje s textem, zobrazuje Vestu. Ostatní tři planetky vyobrazeny nejsou, ale jsou nahrazeny dalšími planetkami – Gasprou, Idou a Lutetií. Je to z toho důvodu, že planetek jsou tisíce a tímto způsobem je možné žákům nabídnout širší pohled. Panel je také doplněn „mapou“ umístění pásu asteroidů a Trojanů. Trpasličí planety jsou zobrazeny všechny, jelikož jich je jenom pět. Text se zmiňuje o minulosti Pluta a jeho postavením mezi planetami. Vysvětlením, proč není planetou, je, že nesplňovalo některou z podmínek, zřejmě nevyčistilo okolí své dráhy. Zajímavou informací pro žáky by mohlo být další označení trpasličí planety Eris. Ta je občas označována jako Xena, podle hlavní hrdinky fantasy seriálu Xena. Měsíc Xeny/Eris je pojmenován Gabrielle, podle spolubojovnice Xeny.

4.13 STANOVIŠTĚ URAN

Další, v pořadí jedenácté, stanoviště má své místo za hradem Borotín. Nachází se v těsné blízkosti silnice II. třídy, číslo 120. Silnice není tolik frekventovaná, ale jedná se o jedinou příjezdovou cestu směrem od Tábora. I přesto jsou stanoviště umístěna několik metrů pod silnicí. Zajímavostí Uranu je jeho poloha při rotaci kolem vlastní osy a oběhu kolem Slunce. Jevu, který je označován jako valení Uranu, se stanoviště věnuje

více. Vysvětlení jevu je doplněno obrazovým materiálem, který názorně ukazuje sklon osy rotace.

Všechny planety od Merkuru po Saturn byly známy už starověkým astronomům. Pouze Uran a Neptun byly objeveny až mnohem později. Objevení Uranu se datuje k roku 1781, kdy jej William Herschel nejprve označil za kometu. Typickým znakem Uranu je modrozelené zbarvení, které je způsobeno přítomností metanu v atmosféře. Zajímavostí planety je způsob rotace okolo vlastní osy a oběhu kolem Slunce. Většina planet rotuje téměř kolmo ke své oběžné dráze, ale Uran je na oběžné dráze povalený. (Text na informační tabuli)

Součástí Uranovy rodiny jsou také měsíce a prstence. Do vzdálenosti 20 901 000 km se nachází oběžné dráhy celkem 27 měsíců. Ze Země je možné pozorovat pouze 5 největších měsíců, pojmenované Miranda, Ariel, Umriel, Titania a Oberon. Prstence Uranu jsou velmi slabé, skládají se z velkých kamenů, ledu a jemného prachu. Rozdělují se celkem na 13 jednotlivých prstenců, které nesou označení v podobě číslice nebo řeckého písmena. (Text na informační tabuli)

Velikost Uranu je 51 300 km. Obíhá Slunce ve vzdálenosti 2 860 000 000 km jednou za 84 let. Doba rotace kolem vlastní osy činí 17 hodin a 14 minut. Průměrná teplota je -214°C , což dělá z Uranu nejchladnější planetu sluneční soustavy. Počet družic je od roku 2001 ustálen na čísle 27. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Která planeta se jako jediná na své oběžné dráze „valí“?

Informační panel o Uranu se skládá z modelu planety, který má v průměru 5,13 cm. Model je umístěn do levé části panelu a je doplněn obrázky vnitřní stavby planety a sklonu rotační osy v porovnání se Zemí. Dále jsou součástí panelu detailní fotografie atmosféry, která nemá tolik výrazné pruhy jako Jupiter nebo Saturn, ale i v Uranově atmosféře se objeví jednou za čas bílé skvrny. Přestože je aktivita atmosféry Uranu výrazně slabší než u předchozích plyných obrů, je známo, že v ní vanou větry o rychlosti až 900 km/h.

4.14 STANOVIŠTĚ ČERNÉ DÍRY, METEORITY, METEORY A METEOROIDY

Dvanácté stanoviště se nachází mezi Uranem a Neptunem. Umístění panelu je, stejně jako u předchozího stanoviště Uran, pod silnicí. Několik metrů od tohoto stanoviště se nachází přechod a trasa dál pokračuje klidnějším prostředím. Informace na panelu se zabývají

černými dírami, což je jedno ze závěrečných stádií hvězd, proto jsou v textu zmíněny i další závěrečná stádia. Nadpis „černé díry“ je zvolen z důvodu atraktivity, černé díry jsou pro žáky známým i neznámým jevem. Žáci si pod tímto pojmem dokáží něco určitého představit, ale zdali se jedná o skutečnou díru neumí ani věda přesně vysvětlit.

ČERNÉ DÍRY

Černé díry jsou, stejně jako bílí trpaslíci nebo neutronové hvězdy, závěrečná stádia hvězd. O druhu zániku hvězdy rozhoduje její velikost. Hvězdy podobné Slunci září po svém vzniku nepředstavitelně dlouhou dobu (v řádu miliard let), než se rozpínáním změní na červeného obra. Velikost hvězdy se 30násobně zvětší. Poté se začne pomalu smršťovat, až se stane velmi hustým bílým trpaslíkem. Černá díra je závěrečné stádium hvězd, které jsou po svém vzniku až 50násobně větší než Slunce. Tyto obří hvězdy se rozpínají na velikost veleobrů, až vybuchnou a zhroutí se. Síla zhroucení je natolik obrovská, že všechna hmota zmizí a vše, co zůstane, je černá díra – oblast s extrémní gravitací. (Text na informační tabuli)

METEOROIDY, METEORY A METEORITY

Tělesa, od velikosti prachu až po kusy kamene, se nazývají třemi způsoby. Volně ve vesmíru se jedná o meteoroidy. Tyto meteoroidy mohou být pozůstatkem původního materiálu, který zbyl po vzniku planet. Ale může to být prach zanechaný kometami nebo úlomky vzniklé po srážce dvou objektů. Ve chvíli, kdy se meteoroid střetne se zemskou atmosférou, zahřeje se, začne rudě zářit a shoří. Viditelnou stopu, kterou zanechá na obloze, nazýváme meteor. Meteoroid, který proletěl atmosférou, ale neshořel a dopadl na zem, označujeme jako meteorit. Velké meteority po sobě zanechávají hluboké krátery. Jeden z největších kráterů leží v kanadském Quebecu, má 100 km v průměru a je téměř 200 milionů let starý. (Text na informační tabuli)

Stanoviště je doplněno počítačovým modelem vývoje hvězdy, od vzniku přes rozpínání až po závěrečné stádium. Jelikož se text zmiňuje o třech možných způsobech zániku hvězd, jsou na panelu zobrazeny všechny tři způsoby. Text o meteoroidech je také doplněn modelem, který zobrazuje průlet meteoroidu atmosférou, jeho zářivou dráhu a dopad. Model je opatřen popisky, aby žáci lépe pochopili změnu názvosloví. Učivo o zániku hvězd a meteoroidech není učivem 1. ani 2. stupně, do stezky jsou zařazeny proto, že jsou

součástí vesmíru a meteoroidy úzce souvisí i se Zemí. Dalším důvodem je vysoká míra zajímavosti.

4.15 STANOVIŠTĚ VÝZKUM VESMÍRU

Třinácté stanoviště má své místo u areálu zemědělského družstva. Panel je postaven v těsné blízkosti asfaltové silnice, ale jeho okolí je poměrně klidné, cesta je využívána jen sezóně zemědělskými stroji. Nedaleko odsud se nachází poslední stanoviště Neptun. Stanoviště o výzkumu vesmíru shrnuje informace o významných lidech, datech i sondách, které přispěly k prozkoumání vesmíru.

20. červenec 1969, významný den ve výzkumu vesmíru. Americký astronaut Neil Armstrong se jako první prošel po povrchu Měsíce a poté pronesl známou větu: „Byl to malý krok pro člověka, ale velký skok pro lidstvo.“ Cestu na Měsíc absolvoval s astronautem Edwinem Aldrinem v kosmické lodi Apollo 11. Během následujících let se po Měsíci prošlo dalších deset astronautů. Velitelem poslední výpravy, v roce 1972, byl Eugene Cernan, astronaut s českými kořeny. (Text na informační tabuli)

ISS (Mezinárodní vesmírná stanice = International Space Station) je v současné době jediná trvale obydlená vesmírná stanice. První díl stanice, modul Zarja, byl vynesena na oběžnou dráhu v listopadu 1998. Od listopadu 2000, kdy na stanici vstoupila první stálá posádka, je trvale obydlena nejméně dvoučlennou posádkou, která se každých 6 měsíců obměňuje. (Text na informační tabuli)

Výzkum planet sluneční soustavy byl úkolem sond. Ve výzkumu dominovaly dvě mocnosti, USA a SSSR. Americké sondy, pojmenovány Pioneer, Voyager, Mariner 10, Galileo, Ulysses a Clementine, zkoumaly planety sluneční soustavy, Slunce a Měsíc. Sondy Sovětského svazu (SSSR) byly Veněry, Luna, Lunochody a Vega a zkoumaly Venuši, Měsíc a Halleyovu kometu. Na planetě Mars je postavena základna a laboratoř Desert Research Station, sloužící ke studiu podmínek pro život a počasí na planetě. (Text na informační tabuli)

Předposlední stanoviště je zaměřeno na výzkum vesmíru. Text se zabývá průzkumem Měsíce a zmiňuje tři jména. Dvě jména se vztahují k prvním mužům, kteří se prošli po Měsíci. Třetí muž je zmíněn vzhledem k českému původu. Eugene Cernan měl otce Štefana Černana a matku Rozálii, rozenou Cihlářovou. Eugene Cernan se při odjezdu

z Měsíce proslavil větou: „Dá-li Bůh, vrátíme se v míru a naději pro celé lidstvo.“ Další část textu se zmiňuje o ISS. Mezinárodní vesmírná stanice je důkazem, že výzkum vesmíru pokračuje a je stále na lepší úrovni. Od krátkodobého pobytu na Měsíci po několika měsíční pobyt v modulu. Třetí část textu je stručným výčtem sond a objektů, které zkoumaly. Žáci si z textu utvoří představu o tom, do jaké hloubky a rozsahu je vesmír prozkoumán. Panel o výzkumu vesmíru je doplněn fotografiemi astronautů a sond.

4.16 STANOVIŠTĚ NEPTUN

Čtrnácté a poslední stanoviště planetární stezky se nachází opět téměř na návsi městyse Borotín. Od stanoviště Uran je vzdálené 1 640 metrů a od prvního stanoviště 4 500 metrů. Trasa k Neptunu vede podél silnice II. třídy, kterou je nutné přejít, ale přechod se nachází na velmi přehledném místě. Přechod je navíc označen výstražnou dopravní značkou „Pozor, přechod pro chodce“. Dále trasa vede po asfaltové silnici, která je vozidly užívaná zřídka. Silnice vede až mezi rodinné domy a po několika desítkách metrů končí u stanoviště Neptun.

Po objevení Uranu bylo zjištěno, že se nepohybuje po oběžné dráze tak, jak bylo předpokládáno. V blízkosti Uranu musel existovat další objekt, který ovlivňoval jeho dráhu. Vysvětlení přišlo v roce 1847, kdy byla objevena planeta Neptun. O této vzdálené planetě přinesla informace sonda Voyager 2. Atmosféra Neptunu je bouřlivější a proměnlivější než u Uranu. Důkazem jsou bílá mračna a tmavé skvrny. Největší skvrna byla pojmenována Velká tmavá skvrna a jedná se o obrovskou díru, která vznikla rychle vířící bouří. (Text na informační tabuli)

V okolí Neptunu, které sahá až do vzdálenosti 48 milionů km, se nachází oběžné dráhy 13 měsíců. Největší družicí je Triton, který je zároveň nejchladnějším objektem sluneční soustavy. Prostor mezi Neptunem a oběžnými drahami měsíců je vyplněn prstenci, kterých je celkem 5. Na rozdíl od předchozích planet mají tyto prstence jména a nikoli číselná nebo písmenná označení. Od planety do prostoru jsou prstence pojmenovány Galle, Le Verrier, Lassell, Arago a Adams. (Text na informační tabuli)

Sluneční soustavu z hlediska planet uzavírá nejmenší plynný obr. Průměr Neptunu je 49 500 km a obíhá Slunce ve vzdálenosti 4 500 000 000 km. Okolo Slunce oběhne za 164 let 10 měsíců a kolem vlastní osy se otočí za 16 hodin. Průměrná teplota atmosféry

je -220°C . Společníkem Neptunu je 13 družic a 5 prstenců. (Text na informační tabuli – v tabulce)

Otázka na panelu: Která planeta oběhne Slunce nejpomaleji?

Neptun od roku 2006 uzavírá sluneční soustavu z hlediska planet. Planeta byla do dnešní doby zkoumána jen sondou Voyager 2. Sonda byla zkonstruována pro průzkum plynných obrů, jejichž postavení ve vesmíru dovolilo pozorovat všechny čtyři planety jednou sondou. Toto příznivé uspořádání nastává jednou za 175 let. Sonda byla vypuštěna v roce 1977 a kolem Neptunu prolétla v roce 1989.

V textu je zmíněná aktivita atmosféry, která je na panelu doplněna obrazovým materiálem. Velká tmavá skvrna dostala pojmenování podle Velké rudé skvrny na Jupiteru. Pruhy na planetě nejsou výrazné jako u Jupiteru a Saturnu, ale objevování a mizení tmavých skvrn a vznik mračen svědčí o aktivní atmosféře. Prstence Neptunu mají odlišná pojmenování na rozdíl od předchozích prstenců. Nesou jména objevitelů planety Neptun Galleho, Le Verriera a Adamse. Lassell, anglický amatérský astronom, objevil Neptunův měsíc Triton a Arago byl francouzským matematikem, fyzikem a astronomem.

5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Primárním úkolem navrhované planetární stezky je seznámit žáky v širším rozsahu se sluneční soustavou. Takto úzký pohled je možný a lze stezku projít pouze se zaměřením na stanoviště. Ale prostor, kterým je stezka vedena, nabízí mnohem více možností. Žáci a učitelé, kteří stezku prochází, se mohou zastavit a využít přírodu k dalším aktivitám. Aktivity mohou souviset s jiným předmětem, učivem nebo tématem a nemusí to zákonitě narušit hlavní smysl stezky. Vzdálenost mezi stanovišti se neustále zvětšuje a tak může být chůze mezi nimi zpestřena opakováním přírodovědné, vlastivědné nebo matematické látky, anebo sběrem inspirace na výtvarnou výchovu a pracovní činnosti.

Jelikož je stezka navržena okolo městyse Borotín, jsou mezipředmětové vztahy zaměřeny i na regionální aspekty. K regionální výchově se v této stezce vztahuje hlavně zřícenina hradu Borotín a s ní spojené pověsti a minulost obce, se zaměřením na vybrané vlastníky hradu a přilehlých obcí. Fakta o zřícenině jsou do mezipředmětových vztahů s vlastivědou zařazena proto, že materiál praktické části slouží jako podklad pro brožuru, tedy rozšiřující materiál pro učitele. Vzhledem k předpokladu, že stezku navštíví žáci a učitelé z různých krajů, je nutné si uvědomit, že učitelé nejsou seznámeni s okolím stezky. A tak je hlavním účelem této kapitoly připravit učitele na možnosti využití času a prostoru ve stezce.

5.1 VLASTIVĚDA

Historické vlastivědné poznatky lze využít a rozšířit pouze u hradu Borotín. Hrad Borotín byl postaven v gotickém slohu a přilehlý hospodářský dvůr byl postaven ve slohu barokním. Historie hradu je protkaná hlavně jmény, které ve vlastivědných poznacích základní školy nefigurují. Z hlediska regionální výchovy je nutné vědět, kdy byl hrad postaven a znát alespoň zakladatele hradu a posledního majitele. Významnými mezníky, které ovlivnily stav hradu, byly události žákům známé. Jedná se hlavně o husitské války a bitvu na Bílé hoře.

První zmínky o hradu pochází z 1356 od Vítka z Borotína, který pocházel z jedné z větví šlechtického rodu Vítkoveců. Vítek z Borotína je také možným zakladatelem hradu, ale tato informace není jistá. Synové Vítka byli pány hradu ještě téměř celé století. Dalším majitelem hradu byl Mikuláš z Landštejna, který se roku 1434 rozhodl přejít k umírněné koalici (Husitské války) a vysloužil si obléhání hradu táborským vojskem. Obléhání

netrvalo dlouho, jen několik dní, a vojsko odtáhlo směrem přes střední Čechy ke známé bitvě u Lipan. S vojskem odtáhl i Mikuláš z Landštejna a roku 1446 prodal hrad svému spolubojovníkovi Janu Malovcovi z Pacova. Zmínky o hradu poté mizí až do 17. století, kdy jej syn Jana Malovce prodává Kryštofu Vojkovskému z Milhostic. Synové Vojkovského se zapojili do Stavovského povstání a odplatou jim byl hrad vypálen. Po porážce na Bílé hoře byl Vojkovskému hrad se dvorem a pivovarem, městečko Borotín a přilehlé vesnice zkonfiskovány a prodány nové majitelce Polyxeně Lobkovské z Pernštejna. Polyxena připojila borotínské panství k jistebnickému a takto byl hrad Borotín spravován až do 20. století. Jako součást jistebnického panství se stal Borotín v 19. století majetkem rodu Nádherných. Poslední majitel Konstantin Nádherný roku 1948 emigroval a hrad začal chátrat. Ještě počátkem 20. století byly zbylé hradby výraznější, ale okolní obyvatelstvo těžilo kámen z hradeb na stavbu domů. V posledních letech je rekonstruován hospodářský dvůr, který patří od roku 2003 mezi kulturní památky. Důvodem pro zařazení barokního hospodářského dvora mezi kulturní památky byl jeho mimořádný význam, zachovalé dispozice a ojedinělost stavby. Zajímavostí hradu je pamětní deska umístěná na jedné z vnitřních hradeb, věnovaná spisovateli Karlu Hynku Máchovi, a také využití hradu jako kulisy pro natáčení pohádky „Honza málem králem“ v roce 1976.

K hradu Borotín se vztahuje několik pověstí. Jedna z nich, O tajemství rodu pánů z Borotína, (Wimmer, 2006) se nachází v příloze. Pověst je možné využít a pracovat s ní před návštěvou stezky a podpořit tak tajuplnost zříceniny nebo ji využít přímo na hradě. S pověstí mohou pracovat všechny ročníky základní školy, je možné ji využít ke čtení, rozboru textu, rozšiřování slovní zásoby, dramatizaci, ilustraci podle hlavního motivu, atd. Práce s pověstí před návštěvou stezky může vyústit v aktivity a úkoly dodatečně na hradě.

5.2 PŘÍRODOVĚDA

Mezipředmětové vztahy s přírodovědou lze využít v celé délce trasy. Přírodověda je rozdělena do pěti tematických celků. Z celku Lidé kolem nás lze využít při stezce témata Ekologie a životní prostředí. Celek Rozmanitosti přírody pro 4. ročník je možné využít v celém rozsahu, tedy kdykoliv učitel s žáky navštíví stezku, může aktuálně probírané téma zahrnout do procházky a prakticky učivo ukázat. Celek Rozmanitosti přírody se skládá z témat: V lese, U lidských obydlí, Na poli, Na louce, Ve vodě a jejím okolí, Přírodní

společenstva podle ročních období (v létě, v zimě, atd.), Ekologie a životní prostředí a Vlastnosti hornin a nerostů. Stezku lze pro zmiňovaná témata využít jako motivaci, pro expozici nebo fixaci učiva. 5. ročník může prostor okolo stezky využít k opakování učiva.

Oblast, která je vhodná pro využití mezipředmětových vztahů, je od stanoviště Jupiter, kde stezka přechází do přírody a je téměř naprosto omezen kontakt s dopravními prostředky. Místa vhodná pro výuku témat Ve vodě a jejím okolí jsou u stanoviště Saturn, kde se nachází malý rybník Fanda a u stanoviště Planetky, trpasličí planety, kde je poměrně velký Starozámecký rybník. Oblast mezi stanovišti Jupiter po Uran je vhodná pro zařazení jakéhokoli přírodovědného tématu. Prostor okolo stezky je lemován poli, lesy, loukami. Není nutné se od stezky vzdalovat a učitel bude mít dostatek materiálů pro názorné vyučování přírodovědy. Od stanoviště Neptun po Jupiter prochází stezka městysem, proto se zde může učitel zaměřit na témata spojená s dopravou, obydlím, bezpečností, ale i společenským chováním.

I když je stezka navržena pro základní školu a není striktně věkově omezena, může ji navštívit kterákoli třída mateřské, základní, střední nebo vysoké školy. Učitelé nižších ročníků základní školy zde mohou uplatnit učivo prvouky, hlavně témata změn přírody podle ročních období, chování v přírodě, rostliny a živočichové ve vodě, u vody, na poli a v lese.

5.3 MATEMATIKA

Mezipředmětové vztahy s matematikou je možné uplatnit během stezky nebo ve škole v souvislosti se stezkou. Samotné panely obsahují číselné údaje znázorňující velikost planety v průměru, vzdálenost od Slunce, průměrnou teplotu povrchu nebo atmosféry, atd. Hodnoty jsou v různých jednotkách, na panelu se žáci setkají se stupni Celsia, jednotkami délky nebo časovými údaji. Žáci si mohou číselné údaje zapisovat do jednoduché tabulky a potom je porovnávat podle velikosti, podle vzdálenosti od Slunce, podle doby oběhu kolem Slunce nebo vlastní osy. Žáky také můžeme seznámit s výpočtem vzdáleností jednotlivých stanovišť a velikostí planet v průměru, tzn. poměr 1: 1 000 000 000 a dále převody jednotek.

Matematické dovednosti žáků v souvislosti s modelem sluneční soustavy mohou vyústit ve vlastní žákovský projekt, kdy si žáci sami vypočítají vzdálenosti a velikosti planet a vytvoří si obdobný model soustavy. Jestliže žáci projeví zájem o tvorbu vlastního modelu, je nutné upravit výpočty vzdáleností. Vzdálenosti pro vnitřní model musí být v poměru $1:10^{12}$, poté bychom dosáhli délky 450 cm, ale planety musí zůstat v poměru $1:10^9$. Pokud bychom provedli výpočty velikostí planet v průměru v poměru $1:10^{12}$, staly by se terestrické planety téměř neviditelné.

5.4 ANGLICKÝ JAZYK

Motivací v předmětu anglický jazyk je NASA, tedy Národní úřad pro letectví a kosmonautiku, anglicky National Aeronautics and Space Administration (zkráceně NASA). Tento americký úřad vznikl z úřadu NACA, což byl Národní poradní výbor pro letectví. NACA existovala od roku 1915 a v roce 1958 byla přejmenována na NASA. Jelikož je NASA americkým úřadem, jsou její webové stránky psané v angličtině. NASA vytvořila webové pro žáky, které se zabývají sluneční soustavou. Pod odkazem solarsystem.nasa.gov si mohou žáci prohlížet fotografie pořízené sondami, počítačové simulace, zahrát si hry, postavit puzzle, anebo sestavit vlastní sluneční soustavu. Jelikož je vše psané anglicky, musí si žáci osvojit základní slovíčka.

Mezi přílohami se nachází pracovní list pro anglický jazyk, který pracuje se základními pojmy sluneční soustavy. Jsou zde vybraná slova jako Slunce, planeta, planetky, trpasličí planety, hvězda, anglické názvy planet, atd. Po osvojení základních slovíček může učitel žáky navést na zmíněnou webovou stránku a zároveň jim umožnit přístup nejlépe k online slovníčku, aby žáci měli možnost si přeložit další potřebná slovíčka.

Práce s anglickými webovými stránkami pomůže žákům rozvíjet schopnosti práce s počítačem, využívání online dostupných informačních zdrojů a uspokojí to i jejich potřebu se realizovat, například při tvorbě vlastní planetární soustavy. Práce s počítačem a navíc v anglickém jazyce je obtížná, proto je tato práce vhodná pro starší ročníky 1. stupně.

5.5 VÝTVARNÁ VÝCHOVA A PRACOVNÍ ČINNOSTI

Využití mezipředmětových vztahů s výtvarnou výchovou a pracovními činnostmi je při procházení stezky nejjednodušší. Nejenže žáci mohou sbírat přírodní materiál pro pozdější využití, ale také mohou pozorovat přírodu, její změny při střídání ročních období, chování rostlin a zvířat v přírodě nebo členitost terénu. Získané zkušenosti mohou uplatnit do malby a kresby. Pokud má učitel s žáky na stezku vyčleněn dostatek času, mohou využít chvíli na kresbu hradu. Když se sestupuje k Starozámeckému rybníku, odkryje se výhled na zřícenu hradu.

Nejvýznamnějším propojením těchto předmětů se stezkou je ale tvorba vlastního modelu. K tvorbě modelu je najednou využito mnoho předmětů. Český jazyk pro popis objektů a těles, matematika pro výpočty umístění a vzdáleností planet a těles, přírodověda jako základní a výchozí materiál při tvorbě modelu, praktické činnosti pro tvorbu planet a vesmírného prostoru a výtvarná výchova pro barevné doladění a rozlišení planet, vesmírných objektů a těles, sond a vesmírného prostoru.

Návrh na postup tvorby vnitřního modelu a jednotlivé výpočty jsou součástí příloh.

6 INFORMAČNÍ LETÁK, BROŽURA, PROPAGAČNÍ MATERIÁL

Informační leták shrnuje základní informace o planetární stezce a městyse Borotín. Nejdůležitějším bodem letáku je umístění stezky a její dopravní dostupnost. Hlavním předpokladem je, že stezku bude navštěvovat mnoho škol z Jihočeského a Středočeského kraje. V letáku je mapa České republiky s orientační polohou městyse Borotín, dále detailnější mapa, na které je znázorněn městys a blízká větší města pro snadnější orientaci. Dále se v informačním letáku nachází fotografie atraktivních míst stezky a městyse, celkový popis stezky a výpis jednotlivých stanovišť. Leták je navržen ve velikost A4, text je rozložen do tří sloupců, mezi nimiž jsou přehyby, aby se leták mohl složit do menšího formátu. V letáku je také zmíněná dostupnost dalšího materiálu pro učitele v podobě brožury, pracovních listů, doplňkového učebního materiálu a aktivit pro využití ve škole.

Brožura je materiál pro učitele, který obsahuje více informací o planetách a vesmírných tělesech. Materiál, který se v brožuře nachází, je shodný s teoretickou částí této práce. Brožura je úmyslně navržena, jako obsáhlý a odborný materiál, aby byla využitelná pro všechny věkové kategorie žáků, hlavně pro žáky 2. stupně, studenty středních a vysokých škol pedagogických oborů. Informace, které obsahuje, jsou východiskem pro text na informačních panelech, který je velmi zjednodušený. Obsáhlý materiál v brožuře může být pro učitele dobrým pomocníkem, jelikož znalostní úroveň žáků a zájem o vesmír může být velmi rozdílný. Někteří učitelé tedy brožuru nemusí využít a k obohacení žákům postačí informační tabule. Ale někteří učitelé musí text na informačních tabulích rozšířit a k tomu jim může být nápomocná brožura.

Propagační materiál je tvořen pouze základními fakty o stezce, jejím umístění, délce, počtu stanovišť a odkazu na webové stránky. Více informací by učitelé získaly právě na webových stránkách planetární stezky www.planetarnistezkaborotin.estranky.cz, kde se nachází pracovní listy a pracovní postup pro výrobu vlastního modelu do třídy. Propagace by probíhala formou plakátů zasílaných do základních škol v Jihočeském a Středočeském kraji, také by se plakáty zasílaly do volnočasových organizací, jako jsou například Skauti, apod. I když má stezka vzdělávací charakter, jde hlavně o zábavnou formu vzdělávání.

7 PRACOVNÍ LISTY

Pracovní listy jsou navrženy v několika podobách. Jeden pracovní list se skládá z tabulek, do kterých si žáci zapisují údaje z informačních tabulí. Tento pracovní list je vhodné vyplňovat při procházení trasy, nebo jej žáci vyplní dodatečně pomocí různých informačních zdrojů. Tento druhý způsob nabízí žákům možnost zdokonalit nebo se naučit práci s informačními zdroji a posoudit důvěryhodnost a pravdivost zdrojů. Údaje nalezené žáky za pomoci informačních zdrojů se s velkou pravděpodobností budou u jednotlivých žáků lišit a tak bude práce s čísly zajímavější. Vyplněné údaje slouží k práci s čísly následující dny po návštěvě stezky. Úkoly ve škole závisí na úrovni žáků, stejně jako podoba tabulek. Tabulky navržené pro mladší žáky (3. třída) mají již některé údaje vyplněné a žáci dopisují údaje chybějící. Rozsah doplňovaných údajů je menší, žáci dopisují velikost planet v průměru, i když se jedná o mnohociferná čísla, dále dobu rotace kolem vlastní osy a počet družic. Žáci čísla porovnávají, řadí vzestupně nebo sestupně, vybírají dvojciferná a víceciferná. Mladší žáci také mohou sčítat a odčítat v oboru, který právě opakují nebo probírají.

Tabulky pro starší žáky jsou prázdné a žáci si vypisují všechny údaje. Následná práce s čísly se shoduje s aktuálně probíraným učivem. Starší žáci, 4. a 5. třídy, pracují s čísly v oboru do milionu. Lze tedy údaje z informačních tabulí využít k početním operacím nebo slovním úlohám, řazení, porovnávání, vytváření grafů, a také doplňování a kompletaci jiných tabulek. Starší žáci mohou údaje využít i v informatice, kde mohou vytvářet počítačové grafy nebo prezentace.

Druhá podoba pracovních listů je textová. Pracovní list je zaměřen na rozvoj vědomostí v oblasti přírodovědy, v tématech sluneční soustava a vesmír. Dále se zaměřuje na vybraná témata z matematiky (osová souměrnost) nebo z českého jazyka (popis, formulace odpovědí, jsou-li otázky otevřené). Úkoly a cvičení postihují více předmětů zároveň, proto je vhodné využít jej k celodenní práci. Pracovní list obsahuje otázky, křížovky, slohové aktivity - popis objektů, přiřazovací aktivity – řazení objektů k správnému názvu, práce se symetrickými tělesy, útvary a objekty nebo dokreslení chybějící části tělesa. Pracovní listy jsou opět ve dvou podobách, pro žáky 3. třídy a pro žáky 4. – 5. třídy. Pro mladší žáky je navržen pracovní list tak, aby byl proložen odpočinkovými činnostmi, jako je kreslení nebo vybarvování. Starší žáci mají pracovní list obsáhlejší, úkoly se zaměřují na rozvoj ve více předmětech. Podoba pracovních listů se nachází v přílohách.

8 DOPLŇKOVÉ UČEBNÍ MATERIÁLY

Doplňkové učební materiály slouží k vyplnění volného času. Lze je využít při hodině přírodovědy v tématu sluneční soustava, Země, vesmír. Tyto materiály se tematicky shodují se zmiňovaným učivem. Učitel je ale může využívat kdykoliv, podle vlastního uvážení.

Prvním doplňkovým učebním materiálem je pexeso. Pexeso je navrženo ve třech podobách. Podoby se liší graficky, ale také složitostí. Nejlehčí pexeso je obrázkové a je vhodné pro nejmenší děti. Lze ho využít i ve škole, když se téma uvádí. Další podoba pexesa je kombinovaná, obrázek a slovní pojmenování. I tato verze pexesa je velmi jednoduchá, obsahuje převážně jednoduché kresby vesmírných objektů, vybraných planet, astronauta a raketoplán. Třetí verze pexeso je poměrně složitá, jedná se pouze o textovou podobu hracích karet. Na jedné kartě je otázka a na druhé kartě se nachází odpověď. Úkolem žáků je vytvořit správné dvojice. Zpočátku vyžaduje tato hra více času, než si žáci otázky osvojí a zorientují se ve hře. Jelikož jsou zde různě složené otázky, je pexeso vhodné pro starší žáky, nejlépe pro 4. a 5. třídu.

Druhým doplňkovým materiálem je stolní hra Vesmírný závod. Hra je součástí souboru her *Moje úžasná kniha her I.*, Svojtka&Co., 2010. Hra je graficky velmi pěkně zpracována, je možné ji využít pro mladší i starší žáky. Hra je vhodná maximálně pro čtyři žáky najednou a tak ji učitel může kombinovat s pexesem. Oba návrhy doplňkových učebních materiálů mohou být pro žáky motivací, odměnou za dobrou práci nebo výplní volného času. Důležité je, že tematicky i vědomostně podpoří učivo sluneční soustavy a vesmíru a nenaruší tak průběh vyučovací hodiny nebo projektového dne.

9 DISKUSE

Účelem diplomové práce bylo navrhnout planetární stezku a výukový materiál s ní spojený. Planetární stezka navržená mnou v oblasti okolo Borotína není ojedinělou stezkou. Jak je v práci zmíněno, v České republice se nachází nejméně tři planetární stezky. Podobnost planetárních stezek je nevyhnutelná, jelikož obsahem stezek jsou stanoviště zabývající se planetami. Jsou zde ale možnosti, jak stezky odlišit. Jednak je lze odlišit výslednou délkou trasy a také počtem stanovišť. Stezka okolo Borotína, kterou jsem navrhla, se od ostatních stanovišť liší v obou parametrech. Délka stezky okolo Borotína je kratší než délka stezek v Hradci Králové a v Proseči, přestože jsou všechny navrženy v poměru 1 : 1 000 000 000. Důvodem je vyřazení Pluta z kategorie planet v roce 2006. Stezky v Hradci Králové a v Proseči mají Pluto zařazeno ještě mezi planety, a proto délka stezky vzrostla na 6 – 6,5 km. Stezka, která se nachází v Opavě, je v poměru 1 : 627 000 000, což výslednou délku prodlužuje téměř o 5 km. Druhým odlišným znakem je počet stanovišť. Borotínská stezka se věnuje nejen planetám, ale i dalším vesmírným tělesům, která jsou rozdělena do skupin, a je jim věnováno pět dalších stanovišť. Stezka v Hradci Králové obsahuje navíc stanoviště Ceres a Halley, stezka v Opavě se věnuje ještě Oppavii a Silesii a stezka v Proseči se zabývá pouze planetami.

Důvodem, proč je Planetární stezka Borotín obsahově rozšířena, je, že zájem žáků o toto téma je neustále velký. Žáci jsou přirozeně motivováni tajemnem vesmíru, vlastní fantazií i nevědomostí, což jsem si ověřila při práci s žáky 5. třídy 26. základní školy Plzeň. Abych se ujistila o tom, že téma Vesmír je pro žáky stále velmi atraktivní, zvolila jsem práci s modelem vesmíru (délka 4,5 m; stavebnice složená z desek = vesmírný prostor, a planet). Jelikož by práce žáků s modelem nebyla vhodná pro celou třídu najednou, připravila jsem další úkoly, kterými jsem chtěla ověřit jejich znalosti i zájem. Práce probíhala paralelně ve třech skupinách. První skupina vyplňovala znalostní test, druhá skupina kreslila libovolný vesmírný objekt a třetí skupina pracovala s modelem. V desetiminutových intervalech se skupiny střídaly s úkoly. Na konci vyučovací hodiny proběhlo hodnocení, ze kterého vyplynulo, že nejzajímavější úkol byla práce s modelem. Z mého pohledu byla hodina velmi přínosná, test vyplnili žáci bez chyby, kreslicí úkol vypracovali aktivně a poctivě a při práci s modelem mi sdělovali informace a zajímavosti o jednotlivých planetách. Osobně jsem byla s jejich prací spokojená.

Diplomová práce je prozatím navržena pouze v teoretické rovině. O tom, zdali bude realizovaná, rozhodne zastupitelstvo obce Borotín. Po oslovení pana Ing. Antonína Brože, starosty městyse Borotín, je realizace možná, ale je to otázka budoucnosti. Pro realizaci by bylo nutné upravit terén a zabezpečit prostor kolem silnice vedoucí ze Sudoměřic u Tábora k Borotínu. Také by byla vhodná spolupráce s odborníky v oblasti designu a tisku, pro úpravu informačních panelů a tvorbu modelů planet. Dále učitelů a odborníků pro kontrolu a doplnění informací na panelech. A velmi důležitá by byla spolupráce s žáky místní základní školy, kteří by přispěli vlastními názory a stali se modelovými návštěvníky stezky, abychom mohli ověřit její funkci v praxi.

Propagace stezky by probíhala formou informačních letáků, plakátů, které by byly rozesílány do škol v Jihočeském a Středočeském kraji. Oslovení obou krajů je vhodné vzhledem k pozici městyse, který se nachází téměř na rozhraní krajů. Propagaci by také obstaraly webové stránky, které již nyní obsahují základní informace, doplňkový učební materiál a pracovní listy. Učební materiál, který jsem vytvořila v souvislosti s planetární stezkou, jsem rozeslala do vybraných škol. Učivo o sluneční soustavě zůstane součástí přírodovědy, ať už se stezka zrealizuje nebo nezrealizuje, a učební materiály tak mohou učitelům pomoci oživit výuku a usnadnit práci. Věřím, že materiál bude využíván a přinese školám užitek.

10 ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na vytvoření návrhu planetární stezky a jejího umístění do přírody. Při zpracování teoretické části diplomové práce jsem se zaměřila na získávání údajů a informací o vzniku vesmíru, jednotlivých planetách a vesmírných tělesech. První kapitoly jsou zaměřeny na vznik sluneční soustavy a další kapitoly se věnují jednotlivým planetám a vesmírným tělesům. Informace, které jsou obsaženy v teoretické části, nejsou určeny pro žáky 1. stupně. Význam této části spočívá v tom, že tvoří materiál pro učitele, mají-li zájem pracovat s žáky v tématu vesmír hlouběji. Teoretická část by též sloužila jako výchozí materiál pro vytvoření brožury, kterou by mohli učitelé v případě zájmu získat před návštěvou stezky.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na výběr poznatků z části teoretické a jejich úpravu pro zveřejnění na informačních panelech. Poznátky byly vybírány s ohledem na věk, zkušenosti a již získané vědomosti žáků ze školy. Panely mají za úkol shrnout nejdůležitější informace o každém jednotlivém tělesu, které je do stezky zahrnuto. Informace na panelech dále žáci využijí při vyplňování pracovních listů, které jsou navrženy ve více variantách a úrovních.

Diplomová práce pracuje s návrhem stezky v teoretické rovině, ale z vyjádření pana Ing. Antonína Brože, starosty městyse Borotín, vyplívá, že je možné tuto stezku v budoucnosti zrealizovat.

11 RESUMÉ

Učivo o sluneční soustavě je součástí přírodovědy pro 4. a 5. ročník. Novým způsobem výuky nebo vhodným doplňkem vyučování může být návštěva planetární stezky. Diplomová práce navrhuje možný způsob realizace planetární stezky v přírodě, následnou práci s poznatky získanými na stezce a využití okolního prostoru k mezipředmětovým vztahům. Součástí diplomové práce jsou i návrhy aktivit pro vyučování ve škole, jako například tvorba vlastního modelu sluneční soustavy.

Realizace planetární stezky v určité oblasti je pro místní školu velkou výhodou. Poznatky o sluneční soustavě jsou neměnné. Změny a procesy ve vesmíru trvají velmi dlouho a tak stezka zůstane aktuální po mnoho let. Planetární stezka je dobrým pomocníkem pro vyučování a poznatky získané při její návštěvě jsou využitelné téměř ve všech předmětech.

SUMMARY

Curriculum about solar system is a part of 4th and 5th grade natural history. A new form of education or appropriate complement of education may represent a visit of planetary educational trail. The thesis suggests possible form of realization of planetary trail in the country, follow-up activities with knowledge obtained on the trail and using of surrounding area in cross-curriculum relation. A component of the thesis is a suggestion of school educational activities, for example creation of one's own solar system model.

Realization of planetary trail in a specific region is a great advantage for local school. The knowledge about solar system is invariable. Changes and processes in space take long time and the trail remains the same for many years.

12 SEZNAM LITERATURY

1. Astronomia: Astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz/>
2. BECKLAKE, Sue, Vesmír: hvězdy, planety a kosmické lodě, napsala Sue Becklake ; Ilustrovali Brian Delf, Luciano Corbella. Vyd. 2. Martin: Osveta, 1999. 64 s.: il. (Okna do světa). ISBN 80-88824-98-2.
3. BENEDITKOVÁ VĚTROVCOVÁ, Marie, Tomáš BÍLEK, Jan KAPOUN, Ota KÉHAR, Eva KOŠIČÁROVÁ, Miroslav KRBEC, Rostislav MEDLÍN, Petra PÍSAŘOVÁ, Jiří SIMMER, Filip VACULÍK a Martin ZÍBAR. *Astronomia: Astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni* [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz/>
4. BOURDIALOVÁ, Isabelle. *Vesmír a svět*. Vyd. 1. V Praze: Euromedia Group, 2002, 135 s. ISBN 80-242-0850-4
5. BROŽ, M. *Hvězdárna a planetárium v Hradci Králové: Planetární stezka v Hradci Králové* [online]. Hradec Králové, 2007 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.astrohk.cz/planetarni_stezka/
6. CIESLA, Jaromír. Planetární stezka v Opavě. CIESLA, Jaromír. *Astronomie: Moje Hobby* [online]. Chlebičov, 2010, 13.12.2012 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://www.astroama.com/planetarnistezka.html>
7. ČEMAN, Róbert a Eduard PITTICH. *Vesmír 1: Sluneční soustava*. 1. vyd. Bratislava: Mapa Slovakia, 2002. Rekordy. ISBN 80-8067-072-2.
8. DRÁBEK, Karel. *Naučné stezky a trasy*. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2007, 297 s. ISBN 978-807-3630-768.
9. DUNBAR, Brian. Nasa [online]. Washington, 2013 [cit. 2013-02-16]. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/>
10. GRIBBIN, John. *Životopis vesmíru: Od velkého třesku po zánik vesmíru*. 1. Praha: Mladá fronta, 2009. Kolumbus, sv. 192. ISBN 978-80-204-1902-6.
11. HARVEY, Samantha a Autumn BURDICK. Solar system exploration: Nasa [online]. Washington, 2013 [cit. 2013-02-24]. Dostupné z: <http://solarsystem.nasa.gov/index.cfm>

12. KERROD, Robin. Dětský atlas vesmíru: zve děti na dalekou cestu za tajemstvím vzniku hvězd a planet až k nejnovějším objevům kosmických sond a družic. 2. vyd. Překlad Libuše Kalašová. Praha: Fortuna Print, 1998, 95 s. ISBN 80-858-7390-7.
13. KOVANDOVÁ, Monika. Pouť k planetám. Monika Kovandová, IZ, 14. 10. 2007, Roč. 15, č. 5, s. 14.
14. LEVI, David H. *Astronomie I*. 1. vyd. Praha: Svojtka and Co, 1999. ISBN 80-7237-029-4.
15. MACHÁČEK, Martin. Fyzika pro gymnázia. Astrofyziky / [zpracoval Martin Macháček. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 143s., ISBN 978-80-7196-376-9
16. MIKULÁŠEK, Zdeněk a Zdeněk POKORNÝ. *Astronomie: 100+1 záhadných otázek*. 1. Praha: Aventinum, 2003. ISBN 80-903284-0-7.
17. Moje úžasná kniha her. 1. vyd. Praha: Svojtka, 2010, 2 sv. (14 obrazových stran každý). ISBN 978-80-256-0337-62.
18. MOORE, Patrick. *Hvězdy a planety: encyklopedický průvodce*. 2. upravené. Praha: Slovart, 2006. ISBN 978-80-7391-014-3.
19. POLÁK, Jiří. *Hvězdárna a planetárium Plzeň* [online]. Plzeň, 2013, [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: <http://hvezdarna.plzen.eu/>
20. SEDLÁČEK, Mgr. Zdeněk. *Společenství obcí Čertovo břemeno* [online]. Borotín, 2013, [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: <http://www.certovo-bremeno.cz/section.php?id=24>
21. SCHMIED, Miloslav a Lukáš ONDRÁČEK. *Planetární stezka* [online]. 2011-2012 [cit. 2012-07-11]. Dostupné z: <http://www.planetarnistezka.cz/index.php/>
22. VAVŘÍK, Jan. *Pikov* [online]. 2008. vyd. Pikov, 2008 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.pikov.cz/>
23. WIMMER, Jaroslav, 1931-. *Pověsti z Táborska*. Jaroslav Wimmer; Ilustrace Jára Novotný. Chýnov: Město Chýnov, 2006. 124 s.
24. WRS - REDAKČNÍ SYSTÉM - W PARTNER S.R.O. *Městys Borotín* [online]. Borotín, 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.borotin.cz/obec/uvodni-strana/>

13 PŘÍLOHY

Příloha 1: Mapa stezky, poloha stanovišť

Příloha 2: Návrh stanoviště a jeho umístění v přírodě

Příloha 3: Stanoviště Vznik sluneční soustavy

Příloha 4: Stanoviště Slunce

Příloha 5: Stanoviště Merkur

Příloha 6: Stanoviště Venuše

Příloha 7: Stanoviště Země

Příloha 8: Stanoviště Měsíc

Příloha 9: Stanoviště Mars

Příloha 10: Stanoviště Jupiter

Příloha 11: Stanoviště Komety, hvězdy, souhvězdí

Příloha 12: Saturn

Příloha 13: Stanoviště Planetky, trpasličí planety

Příloha 14: Stanoviště Uran

Příloha 15: Stanoviště Meteoroidy, meteory, meteority, černé díry

Příloha 16: Stanoviště Výzkum vesmíru

Příloha 17: Stanoviště Neptun

Příloha 18: Mezipředmětové vztahy - Vlastivěda

Příloha 19: Mezipředmětové vztahy – Anglicky jazyk

Příloha 20: Mezipředmětové vztahy – Tvorba modelu sluneční soustavy

Příloha 21: Aktivita - Rozpínání vesmíru

Příloha 22: Informační leták

Příloha 23: Plakát

Příloha 24: Pracovní list pro 3. třídu – tabulka

Příloha 25: Pracovní list pro 4. – 5. třídu – tabulka

Příloha 26: Pracovní list pro 3. třídu

Příloha 27: Pracovní list pro 4. – 5. třídu

Příloha 28: Pexeso obrázkové

Příloha 29: Pexeso kombinované

Příloha 30: Pexeso – otázka/odpověď (pro starší žáky)

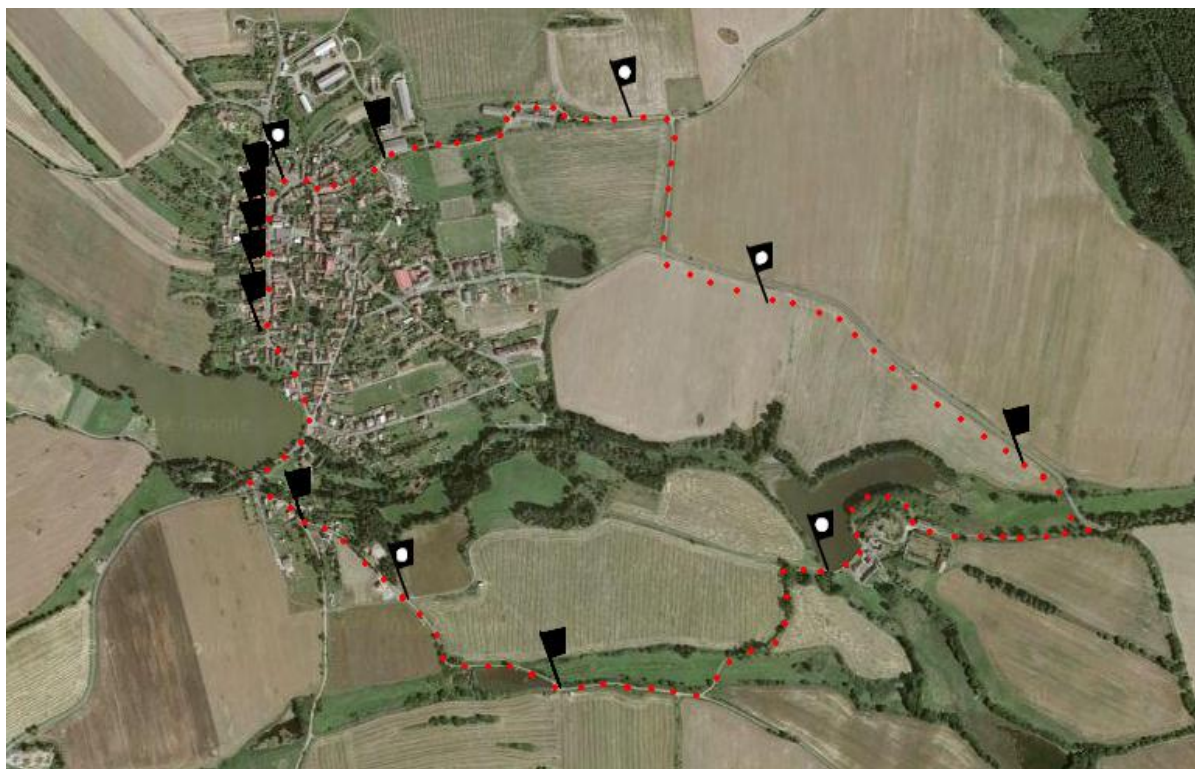
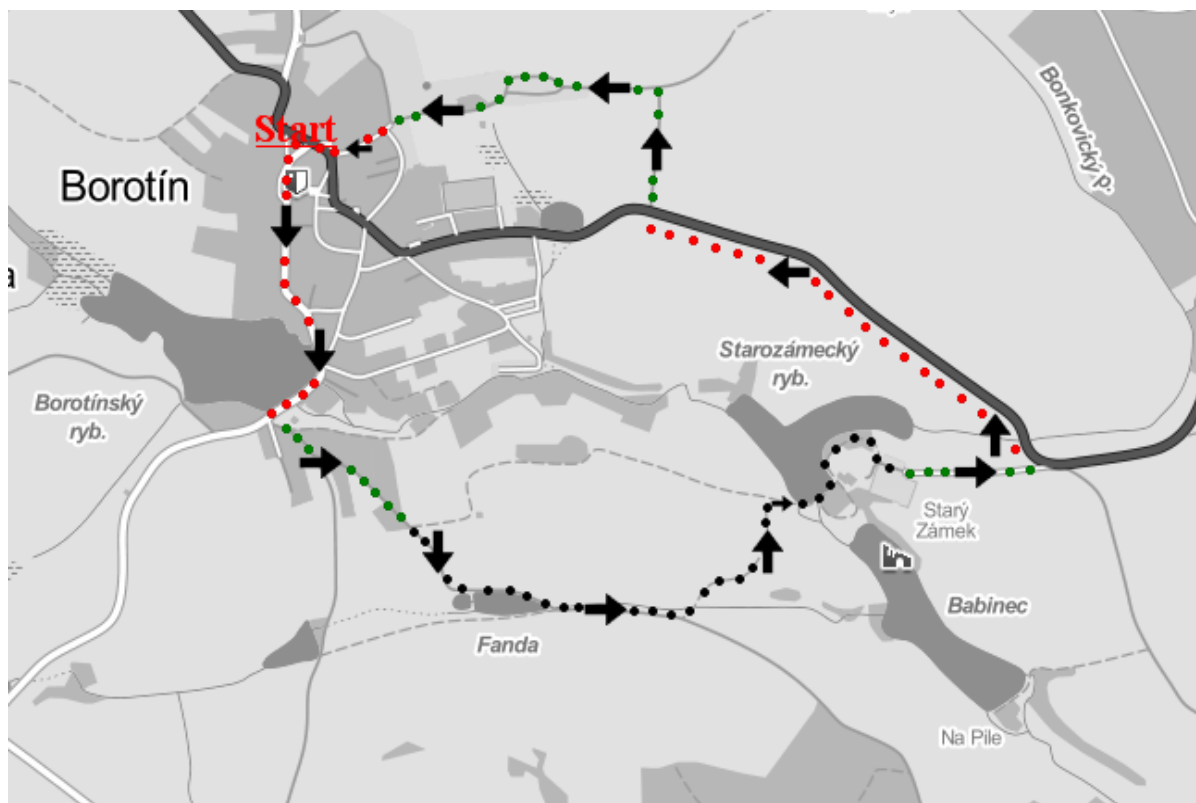
Příloha 31: Hra – Vesmírný závod

Příloha 32: Práce s modelem, žáci 5. třídy 26. ZŠ Plzeň

Příloha 33: Vyjádření Ing. Antonína Brože

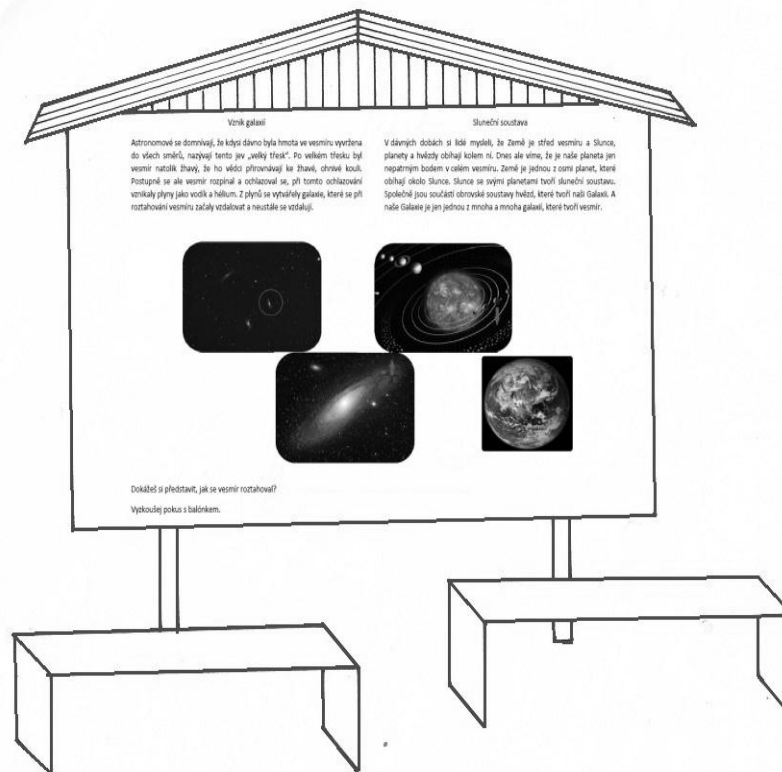
Příloha 1: Mapa stezky, poloha stanovišť

(Nováková, 2013) - originál mapy vystřižen z portálu mapy.cz



Příloha 2: Návrh stanoviště a jeho umístění v přírodě

(Nováková, 2013)



(Nováková, 2013); původní obrázek Hradu Borotín - Vavřík, 2008



Příloha 3: Stanoviště Vznik sluneční soustavy



(Nováková, 2013)



Vznik galaxií

Astronomové se domnívají, že kdysi dávno byla hmota ve vesmíru vyvržena do všech směrů, nazývají tento jev „velký třesk“. Po velkém třesku byl vesmír natolik žhavý, že ho vědci přirovnávají ke žhavé, ohnivé kouli. Postupně se ale vesmír rozpínal a ochlazoval se, při tomto ochlazování vznikaly plyny jako vodík a hélium. Z plynů se vytvářely galaxie, které se při roztahování vesmíru začaly vzdalovat a neustále se vzdalují.

Sluneční soustava

V dávných dobách si lidé mysleli, že Země je střed vesmíru a Slunce, planety a hvězdy obíhají kolem ní. Dnes ale víme, že je naše planeta jen nepatrným bodem v celém vesmíru. Země je jednou z osmi planet, které obíhají okolo Slunce. Slunce se svými planetami tvoří sluneční soustavu. Společně jsou součástí obrovské soustavy hvězd, které tvoří naši Galaxii. A naše Galaxie je jen jednou z mnoha a mnoha galaxií, které tvoří vesmír.

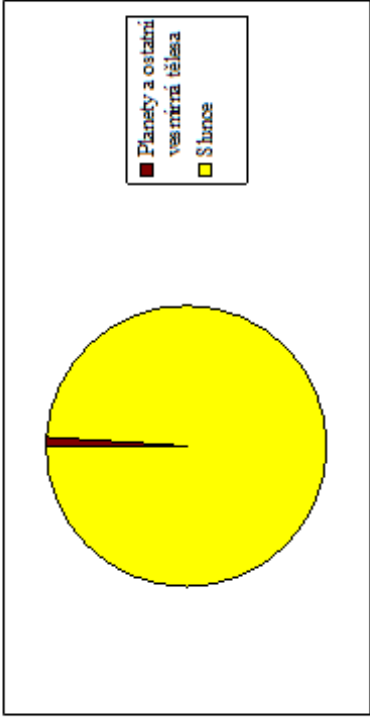



Dokážeš si představit, jak se vesmír roztáhal?
Vyzkoušej pokus balónekem.

Příloha 4: Stanoviště Slunce

(Nováková, 2013)




Slunce

Slunce je pro člověka zdrojem tepla a světla, bez něho by bylo na Zemi chladno a tma a nemohl by zde existovat život. I když má Slunce pro Zemi velký význam, ve vesmíru je Slunce jen pouhou hvězdou a dokonce existuje mnoho a mnoho větších hvězd. Když se ale zaměříme na Slunce jako na centrum sluneční soustavy, zjistíme, že jeho velikost je i tak nepřehleditelná. Slunce zaujímá ve hmotnosti celé soustavy 99%, zbylé 1% tvoří hmotnosti osmi planet, jejich družic (měsíců) a dalších vesmírných těles.

Velikost (průměr)	1 392 000 km
Doba rotace okolo osy	25 dní a 9 hodin
Průměrná povrchová teplota	5 500°C

Které těleso je ve sluneční soustavě největší?
Pokud znáš odpověď, napiš si ji. Pokud odpověď ještě nevíš, opiš si zde potřebné údaje a později údaje porovnáš.

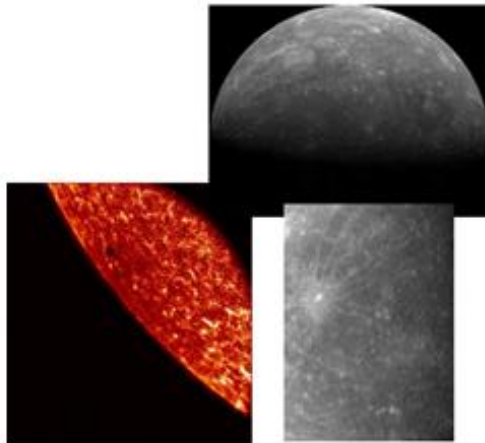


Příloha 5: Stanoviště Merkur

(Nováková, 2013)

Merkur

Merkur je druhá nejmenší planeta sluneční soustavy. Jeho povrch je posetý krátery, které vznikly před mnoha miliony let. Krátery jsou pozůstatky nárazů Merkuru s jinými vesmírnými tělesy. Velikosti i povrchem je tato planeta velmi podobná Měsíci. Pozorování Merkuru na obloze je obtížné, jelikož se neustále pohybuje v blízkosti Slunce. Vidět ho můžeme pouze několik dní na jaře, při západu Slunce, nebo na podzim, při východu.



Velikost (průměr)	4 878 km
Vzdálenost od Slunce	58 000 000 km
Doba rotace okolo osy	58 dní a 16 hodin
Doba oběhu kolem Slunce	88 dní
Povrchová teplota	450°C až -183°C



Která planeta je nejbližší Slunci a jaké teploty na ní můžeme naměřit?

Příloha 6: Stanoviště Venuše


(Nováková, 2013)

Venuše

Venuši na obloze pozorujeme téměř každý den. Říká se jí Večernice nebo Jitřenka, ale za hvězdu je považována nesprávně. Po Měsíci je Venuše nejjasnějším objektem na obloze. I když je Venuše dál od Slunce než Merkur, teploty zde dosahují větších hodnot. Je to způsobeno hustou atmosférou, která zadržuje sluneční teplo. Povrch Venuše je pokryt tisíci sopkami. Některé jsou veliké, až 3 km vysoké a 500 km široké. Většina sopek je ale jen 2–3 km široké. Řeky lávy jsou delší než jakákoli řeka na Zemi.

Velikost (průměr)	12 104 km
Vzdálenost od Slunce	108 000 000 km
Doba rotace okolo osy	243 dní a 4 hodin
Doba oběhu kolem Slunce	224 dní a 17 hodin
Povrchová teplota	480°C

Která planeta se otáčí okolo vlastní osy nejdále?



Příloha 7: Stanoviště Země

(Nováková, 2013)

Země

Země je domovem, rostlin, zvířat a lidí. Je to jediná planeta sluneční soustavy, na které existuje život. Země se zformovala před 4,5 miliardami let, jako žhavá koule. Postupně se ochlazovala a vytvořila se pevná kůra. Dnes souše neboli kontinenty zaujímají 1/3 povrchu a 2/3 tvoří vodní plochy. Teploty na Zemi se pohybují mezi 40°C až -50°C. Nejteplejší podnebí je v okolí rovníku, tzv. tropy. Směrem k pólům se podnebí ochlazuje a na pólech dosahuje teplota až -50°C. Teplotní rozdíly na Zemi nejsou tak výrazné jako na Marsu. Důvodem je rychlejší rotace Země kolem vlastní osy a také tepelná setrvačnost zemské atmosféry. Otáčení Země kolem vlastní osy a obíhání okolo Slunce má určité důsledky. Otáčení kolem osy způsobuje střídání dne a noci a oběh okolo Slunce způsobuje střídání ročních období.

Velikost (průměr)	12 756 km
Vzdálenost od Slunce	149 600 000 km
Doba rotace okolo osy	23 dní a 56 hodin
Doba oběhu kolem Slunce	365 dní a 6 hodin
Povrchová teplota	15°C
Počet družic	1 (Měsíc)

Příloha 8: Stanoviště Měsíc

(Nováková, 2013)





Velikost (průměr)	3 476 km
Vzdálenost od Země	384 000 km
Doba rotace okolo osy	27 dní a 8 hodin
Doba oběhu kolem Země	27 dní a 8 hodin
Povrchová teplota	120°C až -160°C
Fáze Měsíce se střídají po	29 dnech a 13 hodinách

Měsíc

Měsíc je od Země vzdálen pouhých 384 000 km, což lidem umožňuje pozorovat jeho povrch obvyčejným dalekohledem. Povrch Měsíce je zemskému povrchu velice podobný, je tvořen převážně z hornin. Nachází se na něm mnoho útvarů, které jsou pojmenovány jako pohorie, moře, krátery, zálivy, vysočiny, atd. Ale v dalších ohledech se Měsíc od Země znatelně liší. Nemá žádnou atmosféru, vodu ani život.

Většinu noci září Měsíc na obloze. Není to způsobeno vyzářováním vlastního světla, ale odraz slunečního záření. Při oběhu Měsíce kolem Země jsou osvětleny vždy jiné části jeho povrchu, tento jev se nazývá měsíční fáze. Když je Měsíc osvětlen celý, je v úplňku a na jeho povrchu jsou pouhým okem vidět tmavé a světlé plochy. Tmavé plochy jsou moře, ale není v nich voda. Světlé plochy jsou vysočiny nebo pohorie. Když Měsíc není vidět vůbec, je ve fázi novu.

Jak se říká fází Měsíce, ve které není Měsíc vidět?

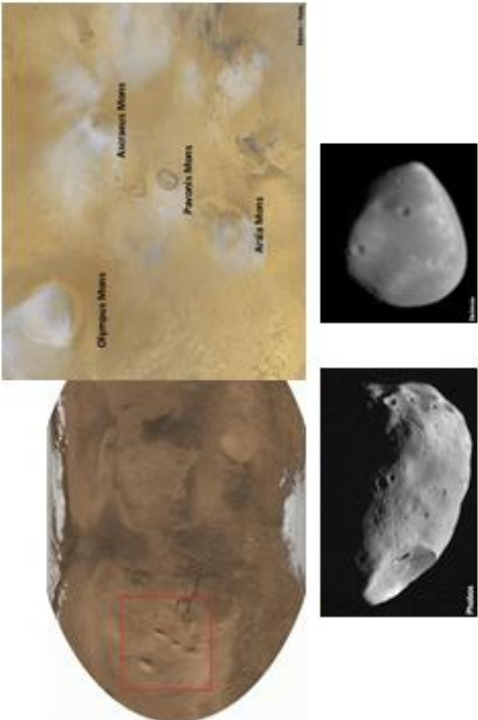


Příloha 9: Stanoviště Mars

(Nováková, 2013)

Mars


Mars je další planeta, která sousedí se Zemí. Z důvodu příznivějších teplot a své vzdálenosti od Země, je Mars jedinou planetou, která může být zkoumána přímo lidmi. Pomocí moderních raketoplánů by cesta na Mars trvala čtyři roky. Pozorování Marsu ze Země není snadné. Podmínky pro pozorování jsou příznivé zhruba jen čtyři měsíce každý druhý rok, ale i tak bychom dalekohledem viděli jen malý světlý kotouč. Ve skutečnosti je planeta zbarvená do ruda, i proto se jí někdy říká Rudá planeta. Zbarvení je způsobeno vířením drobného písku a prachu, který pokrývá povrch.

Povrch planety je velmi členitý, nalezneme na něm mnoho sopek, kaňonů, údolí a pouští. Nejvyšší sopka se nachází v oblasti Tharsis, jmenuje se Olympus Mons a je vysoká 27 km. Tharsis je 10 km vysoká náhorní plošina. Náhorní plošiny tvoří téměř 2/3 povrchu a jsou obklopeny údolními a kaňony.


Velikost (průměr)	6 670 km
Vzdálenost od Slunce	227 900 000 km
Doba rotace okolo osy	24 dní a 37 hodin
Doba oběhu kolem Slunce	687 dní
Povrchová teplota	-23°C
Počet družic	2 (Phobos, Deimos)

Která planeta má téměř stejně dlouhý den jako Země?



Příloha 10: Stanoviště Jupiter




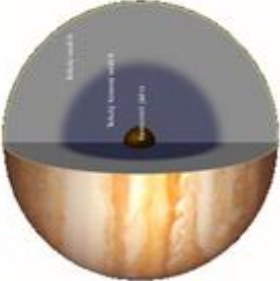
(Nováková, 2013)




Jupiter

Jupiter, největší planeta sluneční soustavy, je svým průměrem 11 krát větším než Země. Na rozdíl od Merkuru, Venuše, Země a Marsu jsou Jupiter, Saturn, Uran a Neptun tvořeny převážně z plynů, a proto jsou nazýváni plynní obří. Při pozorování Jupiteru je vidět pozoruhodná atmosféra s různými pruhy. Tmavé pruhy se nazývají pásy a světlé pruhy jsou zóny. Mezi pruhy se pohybují tmavé a světlé skvrny, většinou se jedná o víry, hurikány nebo bouře. Nejznámější skvrnou je Velká rudá skvrna, která je pozorována déle než 300 let.

Jupiter je planeta s nejvíce družicemi, nejvzdálenější měsíce obíhají Jupiter ve vzdálenosti 24 milionů km. Mezi největší měsíce patří Ganymed, Kallisto, Io a Europa. I když je Jupiter často zobrazován jako prostá planeta, je obklopen slabým prstencem.



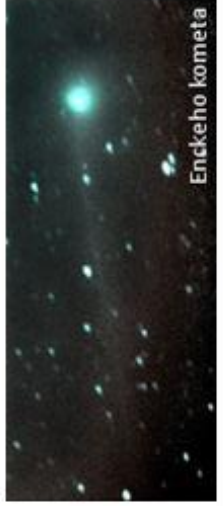

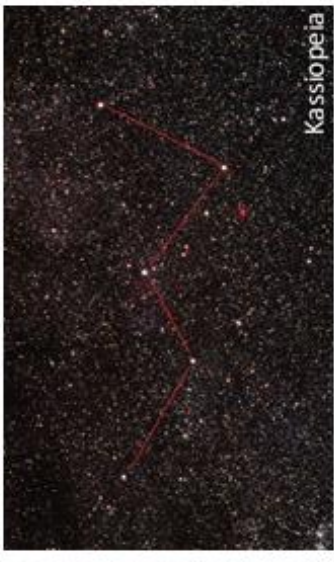
Velikost (průměr)	142 800 km
Vzdálenost od Slunce	778 300 000 km
Doba rotace okolo osy	9 hodin a 50 minut
Doba oběhu kolem Slunce	11 let a 10 měsíců
Průměrná teplota	-150°C
Počet družic	67



Které těleso sluneční soustavy má nejvíc e přirozených družic?

Příloha 11: Stanoviště Komety, hvězdy, souhvězdí

(Nováková, 2013)

<p>Komety</p> <p>Komety jsou pozoruhodné objekty, které vypadají jako hvězdy s dlouhým chvostem. Jádro komety je velmi malé, složené z ledu, prachu, plynu a nemůže být ze Země vidět. Když se přiblíží ke Slunci, zář vytvoří kolem jádra komety oblak prachu a plynu, který se nazývá koma. Sluneční vítr jej rozfouká do dlouhého chvostu, kde plyn září a prach odráží světlo. Komety, které se ke Slunci vrací v pravidelných intervalech, se nazývají periodické. Nejznámějšími periodickými kometami jsou Halleyova a Enckeho kometa.</p>	<p>Hvězdy</p> <p>Nejbližší hvězdou naší planety je Slunce. Slunce je svou velikostí běžná hvězda, ale existují stonásobně větší hvězdy, ale také stokrát menší, tzv. trpasličí. Slunce je osamělé, ale mnoho hvězd „žije“ v párech (dvojhvězdy) nebo ve skupinách (hvězdokupy). Prostor mezi hvězdami je vyplněn plynem a prachem. Všechny hvězdy nezáří stejným měřítkem jako Slunce, střídavě zesilují nebo zeslabují svůj jas. Tyto hvězdy jsou označovány jako proměnné.</p>
 <p>Halleyova kometa z roku 1910</p>	 <p>Halleyova kometa</p>
 <p>Enckeho kometa</p>	 <p>HVĚZDOKUPA</p>
 <p>Kassiopeia</p>	<p>Suhvězdí</p> <p>Při pohledu na noční oblohu se zdá, že jsou hvězdy chaoticky roztroušeny. Když ji budeme pozorovat každou noc, zjistíme, že některé hvězdy září jasněji a tvoří společně různé obrázky. Už staří řečtí astronomové to viděli a některé obrázky pojmenovali podle toho, co jim obrázec připomínal. Byla to většinou zvířata, lidé a postavy řecké mytologie. Pojmenování obrázců sloužilo ke snadnější orientaci. Noční obloha ale není stejná po celý rok. Tím, že Země obíhá okolo Slunce, se noční obloha pravidelně mění.</p>

Příloha 12: Saturn

(Nováková, 2013)

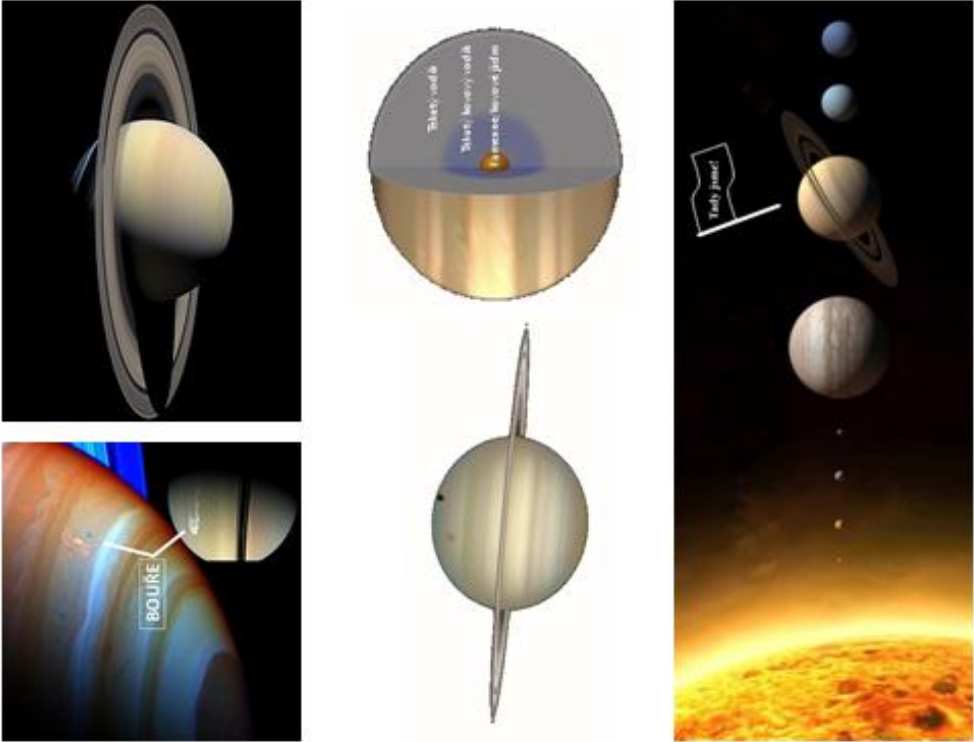
Saturn

Saturn je druhou největší planetou sluneční soustavy. V mnoha ohledech je podobný Jupiteru. Rychlá rotace planety formuje mráčna v atmosféře do pruhů, i když Saturnovy pruhy nejsou tak výrazné. Skvrny bývají méně zřetelné a vzácně se objeví i bílé skvrny. Rychlost větru v atmosféře dosahuje nepředstavitelné rychlosti, až 1 800 km/h, to odpovídá dvacetinásobku nejostřejší víchřici na Zemi.

Nejkrásnější částí Saturnu jsou prstence, tvořené z miliónů drobných částic. I když se jedná o obrovské množství prstýnků, rozdělují se do čtyř hlavních a tří slabších prstenců. Každý ze sedmi prstenců nese označení v podobě písmen A až G. Mezi prstenci A a B se nachází mezera, tzv. Cassiniho dělení, která ale není prázdná, je vyplněna dalšími asi 100 slabšími prstenci. Kromě prstenců se v blízkosti Saturnu nachází 62 měsíců. Menší měsíce mají oběžnou dráhu mezi prstenci. Největším měsícem je Titan, jeho velikost dokonce přesahuje velikost Merkuru. Zajímavostí Titanu je, že má jako jediný mezi měsíci atmosféru.

Velikost (průměr)	120 420 km
Vzdálenost od Slunce	1 427 000 000 km
Doba rotace okolo osy	10 hodin a 39 minut
Doba oběhu kolem Slunce	29 let a 6 měsíců
Průměrná teplota	-180°C
Počet družic	62

Kolik planet sluneční soustavy je ozdobeno prstenci?

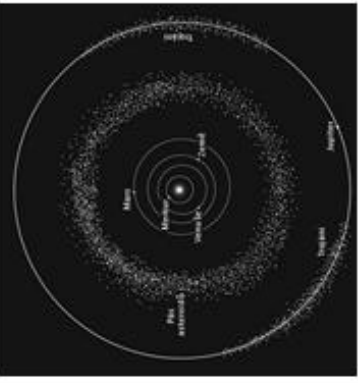


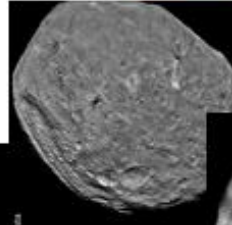



Příloha 13: Stanoviště Planetky, trpasličí planety

(Nováková, 2013)

Planetky (Asteroidy)

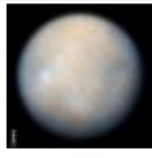




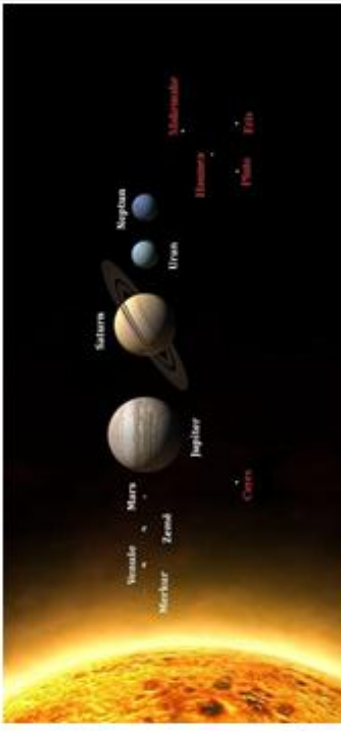
Planetky jsou kusy skal o různých tvarech a rozměrech. Jen několik planetek má přibližně kulový tvar a velikost větší než 200 km v průměru. Jsou to například planetky Pallas, Juno, Vesta nebo Iris. Tisíce planetek je ve skupině asteroidů s průměrem 10 – 80 km. Tyto asteroidy mají velice nepravidelný tvar. Nejvíce planetek se nachází v prostoru mezi Marsem a Jupiterem, kde je tzv. Pás asteroidů. Planetky v pásu obíhají Slunce po přibližně stejných drahách jako planety. Ale existují i tzv. „křížiči“, kteří křížují dráhy planet, nebo „Trojání“, kteří obíhají Slunce po stejných drahách jako plynní obři.

Trpasličí planety

Trpasličí planety existují pouze ve sluneční soustavě a to od roku 2006. Aby mohlo být těleso trpasličí planetou, musí obíhat kolem Slunce, musí být kulového tvaru a nesmí být měsícem jiného tělesa. Poslední důležitou podmínkou je, že okolo dráhy trpasličí planety není vyčištěno, tedy že se zde volně nachází kusy skal.

Trpasličí planety tvoří samostatnou pětičlennou skupinu, patří sem Pluto, Haumea, Makemake, Ceres a Eris. Ještě do roku 2006 patřilo Pluto mezi planety, svou oběžnou dráhu mělo za Neptunem. Do blízké budoucnosti astronomové plánují rozšířit skupinu trpasličích planet o více než 40 dalších těles.

Příloha 14: Stanoviště Uran

(Nováková, 2013)

Uran

Všechny planety od Merkuru po Saturn byly známy už starověkým astronomům. Pouze Uran a Neptun byly objeveny až mnohem později. Objevení Uranu se datuje k roku 1781, kdy jej William Herschel nejprve označil za kometu. Typickým znakem Uranu je modrozelené zbarvení, které je způsobeno přítomností metanu v atmosféře. Zajímavostí planety je způsob rotace okolo vlastní osy a oběhu kolem Slunce. Většina planet rotuje téměř kolmo ke své oběžné dráze, ale Uran je na oběžné dráze povelaný.

Součástí Uranovy rodiny jsou také měsíce a prstence. Do vzdálenosti 20 901 000 km se nachází oběžné dráhy celkem 27 měsíců. Ze Země je možné pozorovat pouze 5 největších měsíců, pojmenované Miranda, Ariel, Umriel, Titania a Oberon. Prstence Uranu jsou velmi slabé, skládají se z velkých kamenů, ledu a jemného prachu. Rozdělují se celkem na 13 jednotlivých prstenců, které nesou označení v podobě číselice nebo řeckého písmena.

Velikost (průměr)	51 300 km
Vzdálenost od Slunce	2 860 000 000 km
Doba rotace okolo osy	17 hodin a 14 minut
Doba oběhu kolem Slunce	84 let
Průměrná teplota	-214°C
Počet družic	27

kteřá planeta se jako jediná na své oběžné dráze „valí“?

Příloha 15: Stanoviště Meteoroidy, meteory, meteority, černé díry

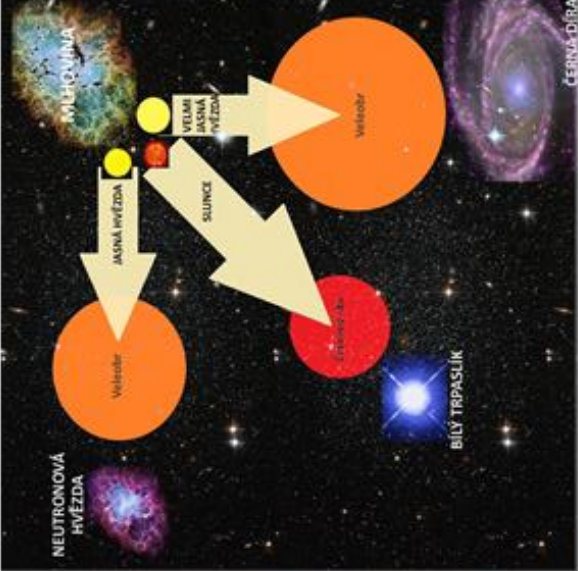




(Nováková, 2013)

Meteoroidy, meteory a meteority

Tělesa, od velikosti prachu až po kusy kamene, se nazývají třemi způsoby. Volně ve vesmíru se jedná o meteoroidy. Tyto meteoroidy mohou být pozůstatkem původního materiálu, který zbyl po vzniku planet. Ale může to být prach zanechaný kometami nebo úlomky vzniklé po srážce dvou objektů. Ve chvíli, kdy se meteoroid střetne se zemskou atmosférou, zahřeje se, začne rudě zářit a shoří. Viditelnou stopu, kterou zanechá na obloze, nazýváme meteor. Meteoroid, který proletěl atmosférou, ale neshořel a dopadl na zem, označujeme jako meteorit. Velké meteority po sobě zanechávají hluboké krátery. Jeden z největších kráterů leží v kanadském Quebecu, má 100 km v průměru a je téměř 200 milionů let starý.

Černé díry

Černé díry jsou, stejně jako bílí trpaslíci nebo neutronové hvězdy, závěrečná stádia hvězd. O druhu zániku hvězdy rozhoduje její velikost. Hvězdy podobné Slunci září po svém vzniku nepřevratitelně dlouhou dobu (v řádu miliard let), než se rozpínáním změní na červeného obra. Velikost hvězdy se 30násobně zvětší. Poté se začne pomalu smršťovat, až se stane velmi hustým bílým trpaslíkem. Černá díra je závěrečné stádium hvězdy, které jsou po svém vzniku až 50násobně větší než Slunce. Tyto obří hvězdy se rozpínají na velikost veleobrů, až vybuchnou a zhroutí se. Síla zhroucení je natolik obrovská, že všechna hmota zmizí a vše, co zůstane, je černá díra – oblast s extrémní gravitací.

Příloha 16: Stanoviště Výzkum vesmíru

(Nováková, 2013)


Výzkum vesmíru

20. červenec 1969, významný den ve výzkumu vesmíru. Americký astronaut Neil Armstrong se jako první prošel po povrchu Měsíce a poté pronesl známou větu: „Byl to malý krok pro člověka, ale velký skok pro lidstvo.“ Cestu na Měsíc absolvoval s astronautem Edwinem Aldrinem v kosmické lodi Apollo 11. Během následujících let se po Měsíci prošlo dalších deset astronautů. Velitelem poslední výpravy byl, v roce 1972, Eugene Cernan, astronaut s českými kořeny.

ISS (Mezinárodní vesmírná stanice = International Space Station) je v současné době jediná trvale obydlená vesmírná stanice. První díl stanice, modul Zarja, byl vynesena na oběžnou dráhu v listopadu 1998. Od listopadu 2000, kdy na stanici vstoupila první stálá posádka, je trvale obydlena nejméně dvoučlennou posádkou, která se každých 6 měsíců obměňuje.

Sondy

Výzkum planet sluneční soustavy byl úkolem sond. Ve výzkumu dominovaly dvě mocnosti, USA a SSSR. Americké sondy, pojmenovány Pioneer, Voyager, Mariner 10, Galileo, Ulysses a Clementine, zkoumaly planety sluneční soustavy, Slunce a Měsíc. Sondy Sovětského svazu (SSSR) byly Veněry, Luna, Lunochody a Vega a zkoumaly Venuši, Měsíc a Halleyovu kometu. Na planetě Mars je postavena základna a laboratoř Desert Research Station, sloužící ke studiu podmínek pro život a počasí na planetě.



LUNA

GALILEO

MARINER 10

VOYAGER

VENĚRA

Eugene Cernan

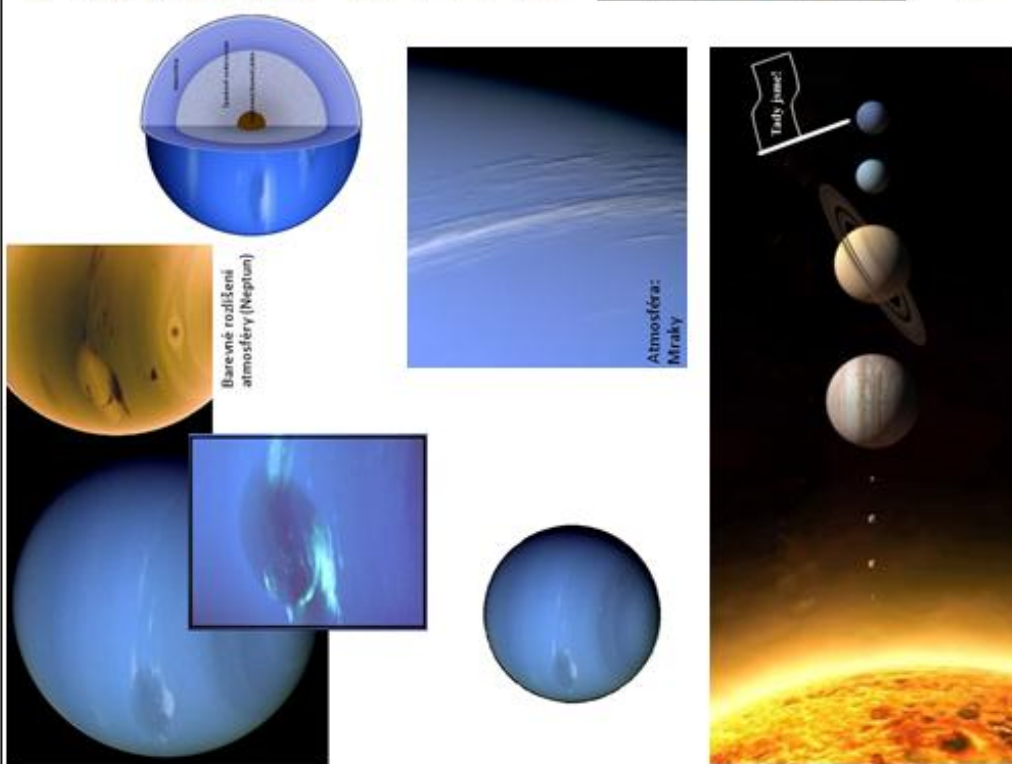
Neil Armstrong

Edwin Aldrin

Příloha 17: Stanoviště Neptun

(Nováková, 2013)

Neptun



Po objevení Uranu bylo zjištěno, že se nepohybuje po oběžné dráze tak, jak bylo předpokládáno. V blízkosti Uranu musel existovat další objekt, který ovlivňoval jeho dráhu. Vysvětlení přišlo v roce 1847, kdy byla objevena planeta Neptun. O této vzdálené planetě přinesla informace sonda Voyager 2. Atmosféra Neptunu je bouřlivější a proměnlivější než u Uranu. Důkazem jsou bílá mračna a tmavé skvrny. Největší skvrna byla pojmenována Veliká tmavá skvrna a jedná se o obrovskou díru, která vznikla rychle vířící bouří.

V okolí Neptunu, které sahá až do vzdálenosti 48 milionů km, se nachází oběžné dráhy 13 měsíců. Největší družicí je Triton, který je zároveň nejchladnějším objektem sluneční soustavy. Prostor mezi Neptunem a oběžnými drahami měsíců je vyplněn prstenci, kterých je celkem 5. Na rozdíl od předchozích planet mají tyto prstence jména a nikoli číselná nebo písmenná označení. Od planety do prostoru jsou prstence pojmenovány Galle, Le Verrier, Lassell, Arago a Adams.

Velikost (průměr)	49 500 km
Vzdálenost od Slunce	4 500 000 000 km
Doba rotace okolo osy	16 hodin
Doba oběhu kolem Slunce	164 let a 10 měsíců
Průměrná teplota	-220°C
Počet družic	13

Která planeta oběhne Slunce nejpomaleji?

Příloha 18: Mezipředmětové vztahy - Vlastivěda

O TAJEMSTVÍ RODU PÁNŮ Z BOROTÍNA (POVĚST)

Je to už velice dávno, co se na Starém zámku těšila ze života pramáti mocného a bohatého rodu pánů z Borotína. V mládí vynikala jak mimořádnými duševními vlastnostmi, tak i nevídanou krásou. Po vůli otce se ale musela vzdát chlapce, kterého nadevše milovala a podat ruku člověku, ke kterému nic necítila.

Tak se stalo, že ji manžel jednou přistihl v náručí jejího miláčka. Rozlítl se nad její věrolomností a zradou a na místě jí dýkou proklál srdce. Svou ženu zabil a nikdy se nedověděl, že plod její lásky, který nosila pod srdcem, zachránili dobří lidé.

Pramáti neměla po smrti klid. Bylo jí přisouzeno, aby bloudila po hradu tak dlouho, dokud bude naživu poslední potomek rodu. V sále předků se pak zjevila vždy, když někomu z rodu hrozilo neštěstí, nebo dokonce smrt. V takovém případě procházela za noci hradem a kvílela.

Uplynulo mnoho let, a protože se duch pramáti na hradě dlouho neobjevil, zůstala zapomenuta. Na hradě v tom čase žil pan Zdeněk, kterého potkaly dvě těžké životní rány. Po několika letech šťastného soužití mu zemřela manželka a záhy nato zahynul jejich synek, který se utopil v bažinách Zámeckého rybníka. Panu Zdeňkovi zbyla jen dcera Berta, vyložená krasavice. Říkalo se, že je na vlas podobná pramáti rodu Borotínů.

Berta milovala přírodu a ráda se sama procházela po lesních stezkách. Při jedné vycházce jí přepadli dva muži z loupežnické bandy, která už dlouho sužovala celý kraj. Berta se bránila, ale pak omdlela hrůzou. Když se probudila k vědomí, zjistila, že ji drží v náručí švarný mladík. Prozradil, že se jmenuje Jaromír a překvapené dívce řekl, že se mu podařilo loupežníky zahnat. Mladí lidé se do sebe zamilovali na první pohled. Začali se tajně scházet a jejich láska zrála.

Záhy se na hradě Borotíně začal zjevovat duch pramáti rodu. Jedné noci se na bráně hradu ozvaly naléhavé rány. Když strážní otevřeli, uviděli uštvaného mladíka, který prosil o útulek před pronásledovateli. Vyhověli mu a poskytli, co potřeboval. Byl to Bertin milenec - Jaromír.

Netrvalo dlouho a v čele královských žoldnéřů přitřhl k hradu pan Bavor ze Strakonic a žádal, aby mu byla umožněna jeho prohlídka. Z rozkazu krále prý pronásleduje loupežnickou bandu. Většinu lapků už pochytili, jiné zabili, jen jeden prý unikl. Při jeho pronásledování mu utrhli kus šerpy. Berta s hrůzou poznala, že právě takovou šerpu darovala svému miláčkovvi. Utíkala do jeho komnaty, ale ta byla prázdná.

Když žoldnéři pána ze Strakonice nic nenašli, opustili hrad. Připojil se k nim i pan Zdeněk z Borotína se svými lidmi, aby pomohli při hledání onoho mladého loupežníka.

Berta byla zoufalá. Její utrpení vyvrcholilo, když na hrad přinesli jejího smrtelně zraněného otce. Smrt mu přivodil mladý náčelník lupičské bandy - Bertin milenec Jaromír. Ještě než pan Zdeněk vydechl naposledy, přinesli mu zprávu, že nejstarší člen bandy po zadržení vyjevil, že Jaromír je synem pana Zdeňka. Loupežníci ho prý před léty našli v bažinách pod hradem, vzali ho mezi sebe a vychovali. Když to Berta uslyšela, jako podřatá se skácela k zemi. Odešla na věčnost. Jaromír, který se stále skrýval v komnatách hradu, vyslechl vyznání starého loupežníka a tak se poprvé dozvěděl pravdu o svém osudu. Jako šílený začal pobíhat hradem, až se dostal do hradní kaple. V jejím pološeru uviděl, že tam na něj čeká překrásná dívka s otevřenou náručí. Jaromír se domníval, že to je jeho milovaná Berta a vrhl se dívce do obětí. V ten okamžik klesl bez života k zemi. Netušil, že skončil v náručí pramáti rodu Borotínů. Jaromír - poslední ze slavného rodu Borotínů už nebyl mezi živými a proto se pramáti mohla vrátit do rodinné hrobky. Její poslání bylo skončeno.

V opuštěném hradu a později i v jeho zříceninách se pak čas od času objevovalo bílé světlo. Dělo se tak vždy, když městečko Borotín nebo jeho blízké okolí měla potkat nějaká přírodní nebo vojenská pohroma.

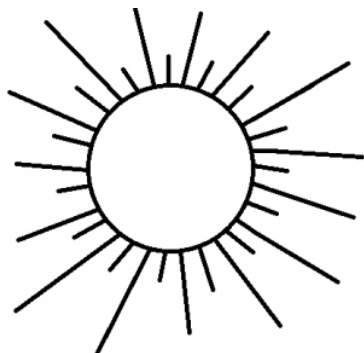
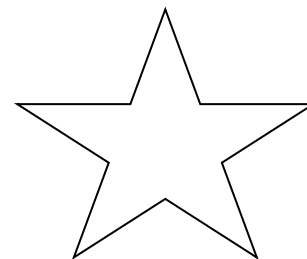
Lidé také velice dlouho věřili, že když se nad Borotínem rozzuří noční bouře a blesky křížují oblohu, v hradních rozvalinách se zjevuje mládenec ve starožitném oděvu a hledá svou milou. Ta už na junáka čeká, a když si konečně padnou do náručí, bouře nad Borotínem vrcholí. Pak se ale pozvolna zklidní. To prý bílá paní - pramáti rodu - milence oddělí od sebe, protože nemůže přát vztahu mezi bratrem a sestrou (Wimmer, 2006).

Příloha 19: Mezipředmětové vztahy – Anglicky jazyk

1. stupeň (1. - 3. třída)

MAKE PAIRS - WORD AND PICTURE, (Nováková, 2013)

SUN

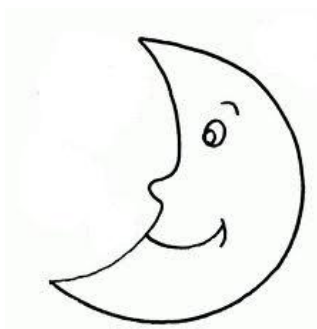


STAR

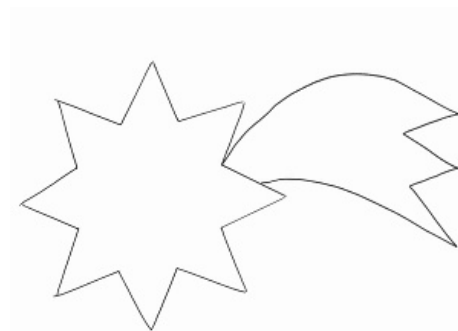
MOON



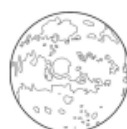
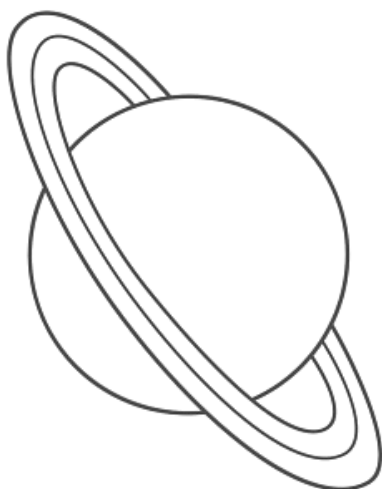
DWARF



COMETS



PLANETS



1. stupeň (4. – 5. třída)**Write the word to the picture, (Nováková, 2013)**

SPACE

VENUS

NEPTUNE

SOLAR SYSTEM

EARTH

MOON

SUN

MARS

DWARF PLANETS

STAR

JUPITER

ASTEROIDS

PLANETS

SATURN

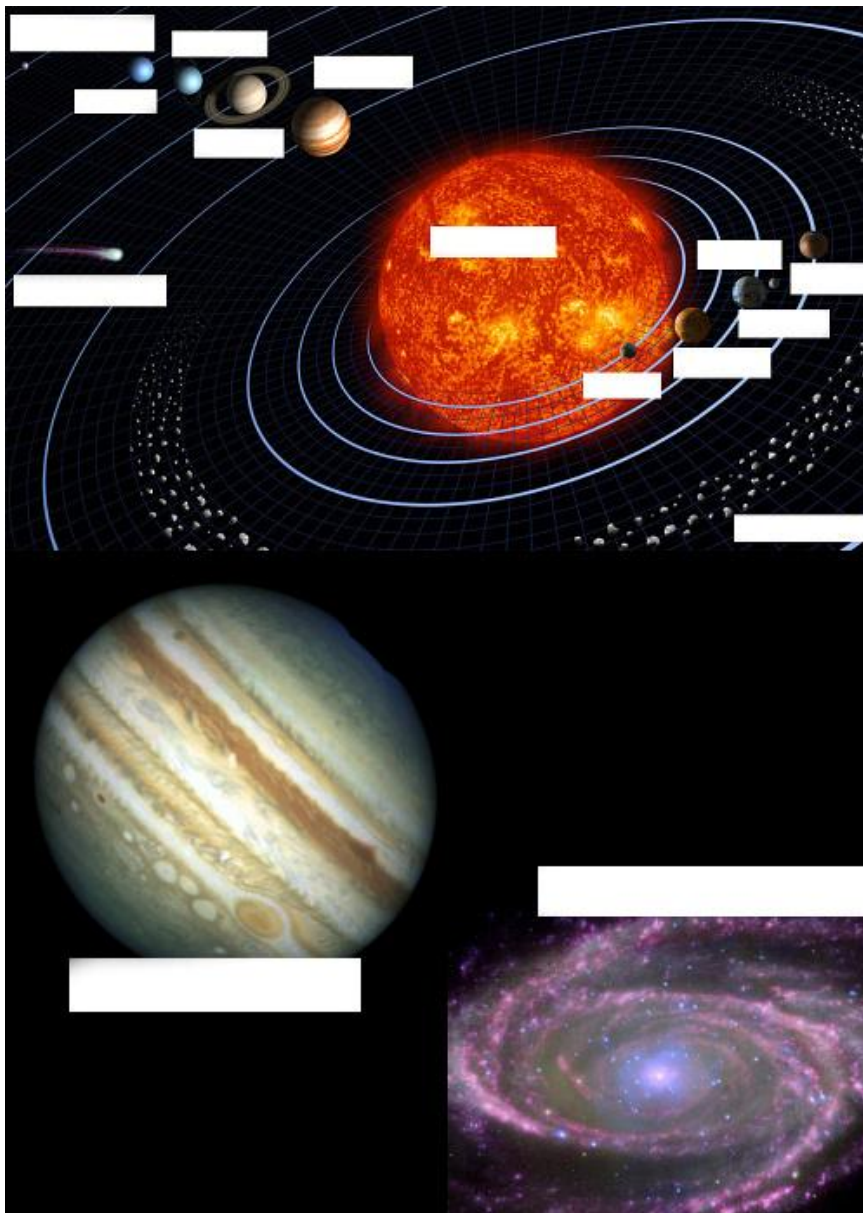
COMETS

MERCURY

URANUS

GREAT RED SPOT

BLACK HOLES



Příloha 20: Mezipředmětové vztahy – Tvorba modelu sluneční soustavy

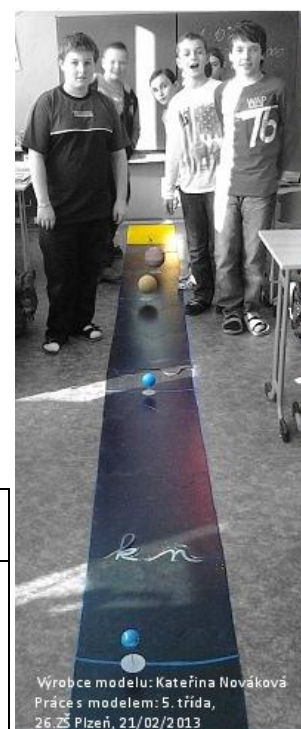
PRACOVNÍ POSTUP, (Nováková, 2013)

Výroba modelu sluneční soustavy pro využití k názorné výuce ve třídě

1. Převod vzdáleností planet od Slunce
2. Převod velikostí (průměr) planet
3. Materiál
4. Postup práce
5. Model

1. Poměr vzdáleností planet od Slunce je $1 : 10^{12}$ (1 : bilionu)

Planeta	Vzdálenost od Slunce	Převod
Merkur	58 000 000 km	58 000 000 km = 0,000 058 km = 0,058 m = 5,8 cm
Venuše	108 000 000 km	108 000 000 km = 0,000 108 km = 0,108 m = 10,8 cm
Země	150 000 000 km	150 000 000 km = 0,000 150 km = 0,15 m = 15 cm
Mars	228 000 000 km	228 000 000 km = 0,000 228 km = 0,228 m = 22,8 cm
Jupiter	778 000 000 km	778 000 000 km = 0,000 778 km = 0,778 m = 77,8 cm
Saturn	1 427 000 000 km	1 427 000 000 km = 0,001 427 km = 1,427 m = 142,7 cm
Uran	2 860 000 000 km	2 860 000 000 km = 0,002 860 km = 2,86 m = 286 cm
Neptun	4 500 000 000 km	4 500 000 000 km = 0,004 500 km = 4,50 m = 450 cm



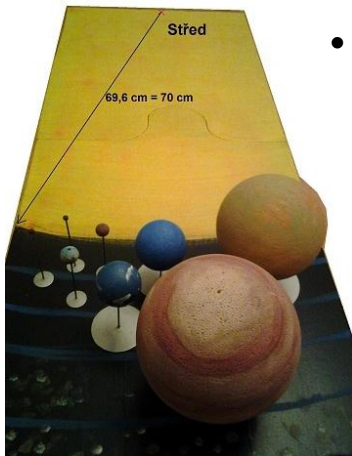
Výrobce modelu: Kateřina Nováková
Práce s modelem: 5. třída,
26. ZŠ Plzeň, 21/02/2013

2. Poměr velikostí (průměr) planet je $1 : 10^9$ (1 : miliardě)

Planeta	Velikost (průměr)	Převod
Slunce	1 392 000 km	1 392 000 km = 0,001 392 km = 1,392 m = 139,2 cm
Merkur	4 870 km	4 878 km = 0,000 004 878 km = 0,004 878 m = 0,4878 cm = 4,878 mm → 4,9 mm
Venuše	12 104 km	12 104 km = 0,000 012 104 km = 0,012 104 m = 1,2104 cm → 1,2 cm
Země	12 756 km	12 756 km = 0,000 012 756 km = 0,012 756 m = 1,2756 cm → 1,3 cm
Mars	6 670 km	6 670 km = 0,000 006 670 km = 0,006 670 m = 0,667 cm = 6,67 mm → 6,7 mm
Jupiter	142 800 km	142 800 km = 0,000 142 800 km = 0, 142 800 m = 14,28 cm → 14,3 cm
Saturn	120 420 km	120 420 km = 0,000 120 420 km = 0,120 420 m = 12,042 cm → 12 cm
Uran	51 300 km	51 300 km = 0,000 051 300 km = 0,051 300 m = 5,13 cm → 5,1 cm
Neptun	49 500 km	49 500 km = 0,000 049 500 km = 0,049 500 m = 4,95 cm → 5 cm

3. Materiál

- Materiál na **plochu vesmíru** zvolíme s ohledem na věk a zkušenosti žáků
 - Starší žáci (2. stupeň) – sololit (nutné řezání pilkou)
 - Mladší žáci (4. a 5. třída) – lepenka (karton)
 - Nejmladší (1. – 3. třída) - kreslicí karton (čtvrťka)
 - **Šířka** materiálu je libovolná, doporučeno 50 – 150 cm
 - **Délka** materiálu musí být nejméně 5,5 m



- vzdálenost poslední planety od Slunce je 4,5 m, v délce 4,5 m není započten průměr Slunce
 - zvolíme-li kresbu poloměru Slunce /viz obrázek/ potřebujeme alespoň 5,5 m materiálu
 - zvolíme-li tvorbu modelu Slunce o průměru 139,2 cm, potřebujeme alespoň 4,6 m, abychom mohli zaznamenat dráhu planety Neptun; v případě, že zvolíme výrobu modelu Slunce, je vhodné vybrat materiál na plochu vesmíru o šíři 100 – 150 cm
- Před zvolením materiálu si musíme **promyslet činnosti**
 - Chceme-li materiál stříhat, lepit nebo řezat
 - Jaké barvy a techniky kresby nebo malování chceme využít (pro sololit jsou nejvhodnější akrylové barvy)
 - Kde a jak budeme hotový výrobek vystavovat nebo skladovat
- Materiál na **modely planet**
 - Materiál volíme vzhledem ke zkušenostem žáků
 - Použijeme polystyrenové koule na tvorbu plyných planet (průměry od 5 cm do 15 cm, cena celkem do 50 Kč) a korálky na tvorbu terestrických planet (průměry 5 mm až 1,5 cm, cena celkem do 20 Kč), viz obrázek 2
 - Terestrické planety lze těžko nahradit něčím jiným, můžeme se pokusit vytvořit kuličky z papíru, ale v takto malých rozměrech nedosáhneme požadované velikosti a kulatého tvaru
 - Plyné planety lze nahradit jiným materiálem:
 - balónek nafouknutý do potřebné velikosti, oblepený papírem
 - zmačkaný novinový papír do požadovaného tvaru a velikosti, zmačkané papírové kapesníčky (dobře sají lepidlo a poté drží tvar)
 - Využití polystyrenových koulí je nejjednodušší způsob, nejlépe se s nimi manipuluje, dobře se skladují, jsou tvarově stabilní i při skladování a dobře se barví
 - Před volbou materiálu musíme zvážit, jaké barvy využijeme (nejvhodnější jsou akrylové barvy)

4. Postup práce

Plocha vesmíru

- a) Vybraný materiál na plochu vesmíru rozdělíme na cca 10 ks (5 m po 50 cm)
 - díly můžeme dělit jako puzzle (pouze dva díly pasují do sebe) nebo díly rozdělíme rovným řezem/stříhem (kusy mají podobu obdélníku/čtverce)
- b) jednotlivé kusy natřeme nejlépe akrylovou černou barvou

zvolíme-li postup kresby poloměru Slunce

- c) nakreslíme žlutou akrylovou barvou na první desku část kruhu, od okraje desky cca 70 cm vzdálený oblouk (viz obrázek 2)

zvolíme-li postup tvorby modelu Slunce, vynecháme bod c)

- d) jednotlivé desky naskládáme za sebe, vytvoříme pás
- e) od oblouku Slunce měříme (popř. při tvorbě modelu Slunce, měříme od okraje desky) vzdálenosti oběžných drah planet (5,8 cm, 10,8 cm, 15 cm, ...) a zakreslujeme barevně oběžnou dráhu – pouze oblouk, přes celou šíři desky (vhodná modrá akrylová barva)
- f) mezi oběžné dráhy čtvrté a páté planety (Mars a Jupiter) namalujeme „Hlavní pás planetek“ – technika tečkování tenkým štětcem žlutou, bílou a hnědou barvu

Planety

- g) vybraný materiál na modely planet – v encyklopediích nebo na internetu si najdeme podoby jednotlivých planet – povrchy u terestrických planet a atmosféry u plyných planet
- h) terestrické planety = korálky
 - korálky umístíme na stojánky (viz obrázek)
 - I. nerezové stojánky s kruhovou podstavou – darováno
 - II. lze koupit kovový stojánek na vlajky a využít ho na planety, nebo lze využít špejle, které slepíme s kruhovou podstavou vyříznutou z kartonu
 - korálky obarvíme podle předlohy akrylovými barvami
 - pro Zemi je dobré zakoupit modrý korálek, který obarvíme bílou a hnědou barvou (tečkováním vytvoříme nejprve pevniny - hnědou barvou, a mraky - bílou barvou)
- i) polystyrenové koule pro plyné planety

- polystyrenové koule a korálky umístíme do stojánku
 - použitím akrylových barev malujeme podle předlohy povrchy nebo atmosféry
- j) balónky a novinový papír nebo papírové kapesníčky pro plynné planety
- vyrobíme koule o požadovaném průměru
 - I. nafoukneme balónek, který obalíme a přelepíme novinami nebo papírovým kapesníčkem
 - II. zmačkáme papír do malé koule, postupně ho potíráme lepidlem a přidáváme vrstvy už nezmačkaného papíru, až dosáhneme požadovaného tvaru a velikosti – před barvením necháme alespoň 24 hodin zaschnout
 - po zaschnutí lepidla obarvujeme akrylovými barvami podle předlohy

5. Model

- Hotový model sestavíme a umístíme planety na oběžné dráhy
- Můžeme uspořádat převáděcí akci pro ostatní žáky školy a pro rodiče
- Model můžeme vystavit ve společných prostorech školy nebo ve třídě
- Model využíváme hlavně při výuce přírodovědy, ale lze jej využít i v českém jazyce (popis postupu práce), v matematice (počítání se sluneční soustavou) nebo v anglickém jazyce (popis těles použitím anglických slovíček)

Příloha 21: Aktivita - Rozpínání vesmíru

(Becklake, 1999)


Názorná ukázka rozpínání vesmíru slouží k vytvoření jednoduché představy o tomto procesu. K ukázce je potřeba jednobarevného (nejlépe modrý nebo černý) balónek a temperových nebo akrylových barev.

Na prázdný balónek (vyfouknutý) se nakreslí bílou nebo žlutou barvou výrazné tečky. Při nafukování se velikost balónek zvětšuje, stejně jako prostor ve vesmíru, a tečky se roztahují a znázorňují vznik a rozšiřování galaxií.


Příloha 22: Informační leták

(Nováková, 2013)


PLANETÁRNÍ STEZKA BOROTÍN



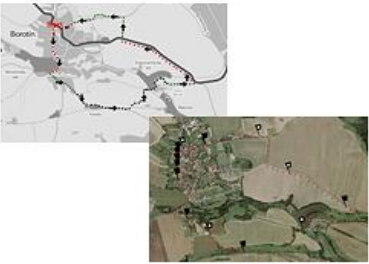
Planetární stezka se nachází v severní části Jihočeského kraje, 20 km od města Tábor, v okolí městyse Borotín.





Borotín leží v nadmořské výšce 520 m. n. m. Je obklopen osadami a nádhernou přírodou.



Stezka se skládá ze 14 stanovišť. První stanoviště má své místo na rynku. Odtud trasa vede k Borotínskému rybníku, kde odbočuje do přírody směrem k Hradu Borotín. Od Hradu Borotín vede stezka zpět k městyso.



Trasa je dlouhá 4,5 km. Mezi čtrnácti stanovišti se nachází osm planet, hvězdy a další vesmírná tělesa. Vzdálenosti mezi planetami jsou převedené v poměru 1: 1 000 000 000, potom tedy bude 150 000 000 km ve vesmíru pouhých 150 metrů v planetární stezce.

<p>Pořadí stanovišť:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vznik galaxií a sluneční soustavy 2. Slunce 3. Merkur 4. Venuše 5. Země 6. Mars 7. Jupiter 8. Komety, hvězdy, souhvězdí 9. Saturn 10. Planetky, trpasličí planety 11. Uran 12. Černé díry, meteoroidy, meteory, meteority 13. Výzkum vesmíru 14. Neptun 	<p>Stezka prochází jak městysem, tak přírodou. Celková délka i terén jsou nenáročné a tak je stezka vhodná pro malé i starší turisty.</p> <p>Nejzajímavějším místem, kterým stezka prochází, je Hrad Borotín. Původně gotický hrad dnes připomínají jen torza hradeb.</p>  <p>Barokní dvůr, který je součástí hradu, byl v roce 2003 vyhlášen kulturní památkou. V současné době prochází rekonstrukcí.</p>	<p>Procházení sluneční soustavy můžete rozšířit o plnění úkolů.</p> <p>Na webových stránkách www.planetarnistezkaborotin.estranky.cz naleznete pracovní listy, které mohou malí návštěvníci vyplňovat během procházky.</p> <p>Najdete zde také materiál vhodný do výuky o vesmíru nebo návod na výrobu vlastního modelu sluneční soustavy.</p>
		

Příloha 23: Plakát

(Nováková, 2013)



Planetární stezka

okolo Borotína

- Městys Borotín – 20 km severně od Tábora
- Délka trasy - 4,5 km
- 14 stanovišť – planety, hvězdy, komety, černé díry, trpasličí planety, asteroidy, ...



- Zábavné úkoly
- Procházka v nádherné přírodě


Příloha 24: Pracovní list pro 3. třídu – tabulka

(Nováková, 2013)

Doplň tabulku			
	Velikost (průměr)	Doba rotace okolo osy	Počet družic (měsíců)
Slunce	1 392 000 km		
Merkur		58 dní a 16 hodin	
Venuše			0
Země	12 756 km		
Měsíc		27 dní a 8 hodin	
Mars			2
Jupiter		9 hodin a 50 minut	
Saturn	120 420 km		
Uran			27
Neptun	49 500 km		

Příloha 26: Pracovní list pro 3. třídu

(Nováková, 2013)



Jméno: _____
 Třída: _____
 Ž: _____

1. Ve větách najdi ukryté planety.

Název planety _____

Jím pouze měkké rohlíky.

Čtu ranní noviny.

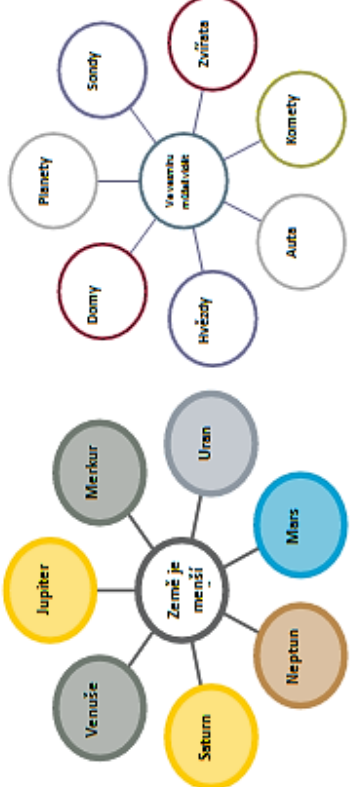
Za červen ušetili víc než za květen.

Postavili už strýček Sámer kurník?


Je to hloupý rozmaz slavné osobnosti.

V září škola uspořádá plav a turnaj ve stolním tenise.

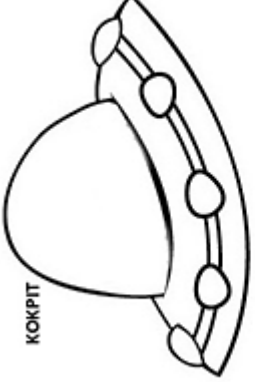
2. Přechť si bublinu uprostřed a potom škrtni bubliny, které nejsou pravdivé.



3. Pojmenuj planety a vybarvi je.



4. Nakresli do kokpitu pilota, vybarvi a pojmenuj „vozidlo“. Krátce své dílo popiš.



KOKPIT _____

Název vozidla: _____

5. Vypočítej slovní úlohu.

Ve sluneční soustavě je 8 planet, 6 z nich má alespoň jeden měsíc. Vypočítej, kolik měsíců je dohromady ve sluneční soustavě. Tabulka ti ukáže, co potřebuješ vědět.

Planeta	Počet měsíců	Vypočet:
Merkur	0	
Venuše	0	
Země	1	
Mars	2	
Jupiter	67	
Saturn	62	
Uran	27	
Neptun	13	

Odpověď:

6. Spoj správně. Obrázek + český název + anglický název.



SLUNCE

Comet

MĚSÍC

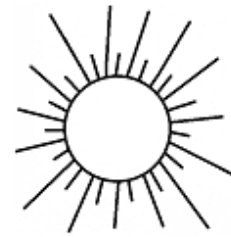
Planets

KOMETA

Slun


PLANETY

Měsíc



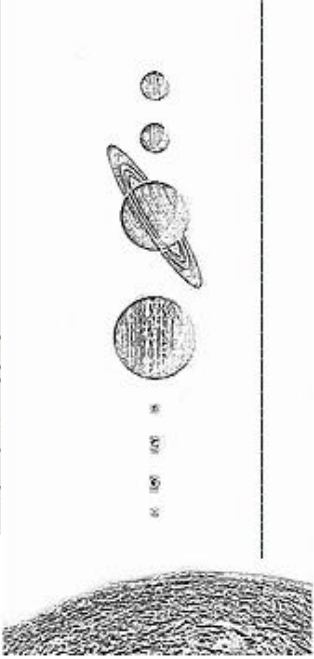
Příloha 27: Pracovní list pro 4. – 5. třídu

(Nováková, 2013)



Jméno: _____
 Třída: _____
 ZŠ: _____

1. Napiš k planetám jejich jména



2. V přeházených písmenkách najdi další vesmírná tělesa.

AKEMTO


SQIAEDTR

IMROTTEE

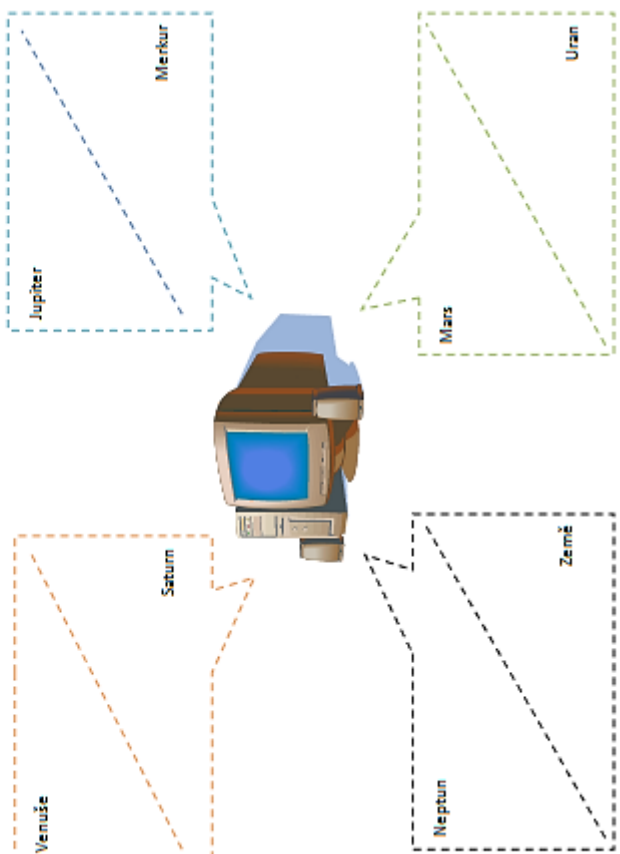
SĚUOZÍHYD

RREDN ĚNČ

3. Dokresli planetu



4. Najdi v encyklopedii nebo na internetu, jestli se názvy planet shodují s nějakou mytologickou postavou.



7. Přidej obrázek k názvu.



Kráter

Asteroid

Prstence

Astronaut

Galaxie

Trpasličí planeta



Ověř si své znalosti.

Vzdálenost Země od Slunce je:

- a) 108 000 000 km
- b) 150 000 000 km
- c) 58 000 000 km

Prstence má:

- g) Jen Saturn
- h) Saturn a Neptun
- i) Jupiter, Saturn, Uran a Neptun

Méně než Země je:

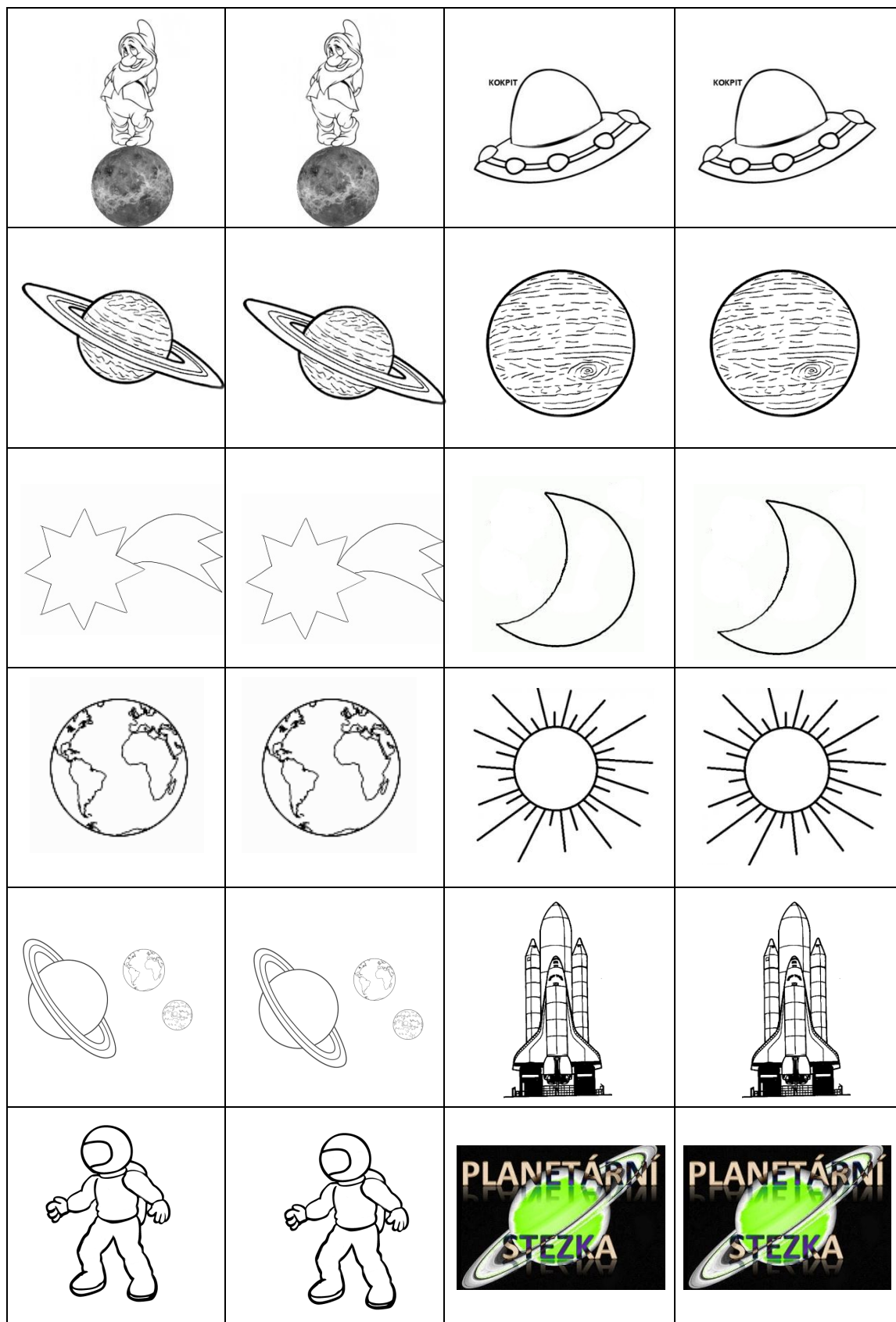
- d) Jupiter
- e) Neptun
- f) Venuše

Kolik planet sluneční soustavy má alespoň jednu družici (měsíc):

- j) 3
- k) 6
- l) 8


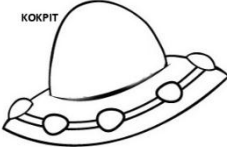
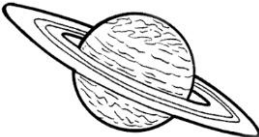

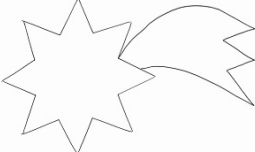
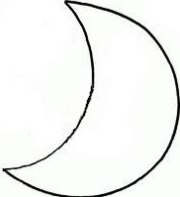

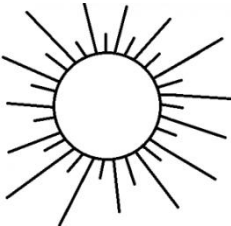
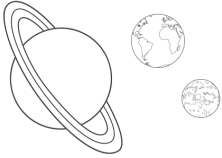
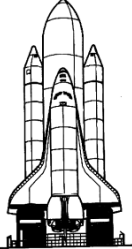
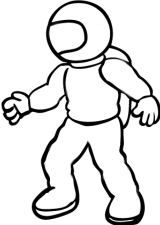


Příloha 28: Pexeso obrázkové

(Nováková, 2013)



Příloha 29: Pexeso kombinované

(Nováková, 2013)

	TRPASLIČÍ PLANETA		VESMÍRNÉ PLAVIDLO
	SATURN		JUPITER
	KOMETA		MĚSÍC (FÁZE)
	ZEMĚ		SLUNCE
	PLANETY		RAKETOPLÁN
	ASTRONAUT		

Příloha 30: Pexeso – otázka/odpověď (pro starší žáky)

(Nováková, 2013)

KTERÁ PLANETA JE NEJBLIŽE SLUNCI?	MERKUR	KTERÝ OBJEKT VE SLUNEČNÍ SOUSTAVĚ JE NEJVĚTŠÍ?	SLUNCE	JAK DALEKO SE NACHÁZÍ ZEMĚ OD SLUNCE?
KTERÁ PLANETA OBĚHNE SLUNCE NEJPOMALEJI?	NEPTUN – 164 LET a 10 MĚSÍCŮ	KTERÝ OBJEKT SLUNEČNÍ SOUSTAVY BÝVÁ NAZÝVÁN SESTROU ZEMĚ?	VENUŠE	150 MILIÓŇŮ KM
KTERÁ PLANETA JE VE SLUNEČNÍ SOUSTAVĚ NEJVĚTŠÍ?	JUPITER	KTERÁ PLANETA JE ZNÁMÁ SVÝMI PRSTENCI?	SATURN	NA KTERÉ PLANETĚ JE MOŽNÉ NAMĚŘIT +450°C ?
KTERÁ TRPASLIČÍ PLANETA BYLA DŘÍVE PLANETOU?	PLUTO	KTERÁ HVĚZDA ZÁŘÍ NA NEBI PO SLUNCI NEJJASNĚJI?	SIRIUS	MERKUR
KTERÝ OBJEKT SE V BLÍZKOSTI SLUNCE ZMĚNÍ?	KOMETA	KTERÁ PLANETA SE JAKO JEDINÁ NA SVÉ DRÁZE KOLEM SLUNCE „VALÍ“?	URAN	KTERÁ PLANETA SE OTÁČÍ KOLEM SVÉ OSY NEJDĚLE?
KOLIK PLANET JE VE SLUNEČNÍ SOUSTAVĚ?	8	KOLIK MĚSÍCŮ MÁ ZEMĚ?	1	VENUŠE – 243 DNÍ 4 HODINY

Příloha 32: Práce s modelem, žáci 5. třídy 26. ZŠ Plzeň

(Nováková, 2013)



Městys Borotín

391 35 Borotín č. 57
Tel. a FAX: 381 285 815

Slečna
Kateřina Nováková
Pikov č. 1
391 33 Jistebnice

Č.j.: **Vyřizuje:** Ing. A. Brož **V Borotíně dne 11.3.2013**

Diplomovou práci „Planetární stezka u Borotína“ jsem si se zájmem přečetl a některým kapitolám se se vracel, abych si je oživil. Částečně je vedena v souběhu s „Naučnou stezkou Jana Evangelisty Kypty“. Některá místa zastavení jsou shodná pro obě stezky. Není to na škodu věci...

Mám za to, že by bylo možno ji v budoucnu zrealizovat.

Předpokládám, že bude využívána naší základní školou, školami sousedních obcí a veřejností.

Diplomová práce mě zaujala a je jistě pro naši obec přínosem.

Ing. Antonín Brož
starosta

