

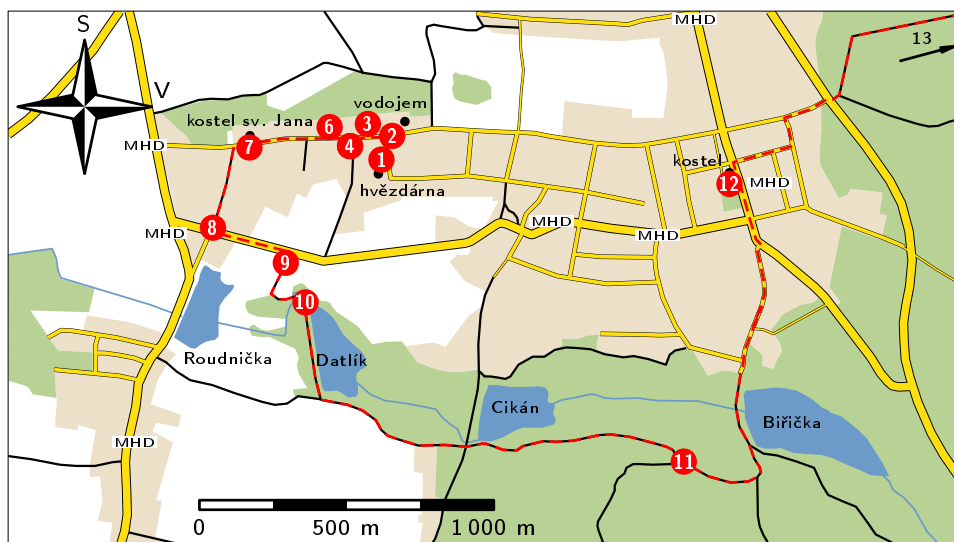
# PLANETÁRNÍ STEZKA

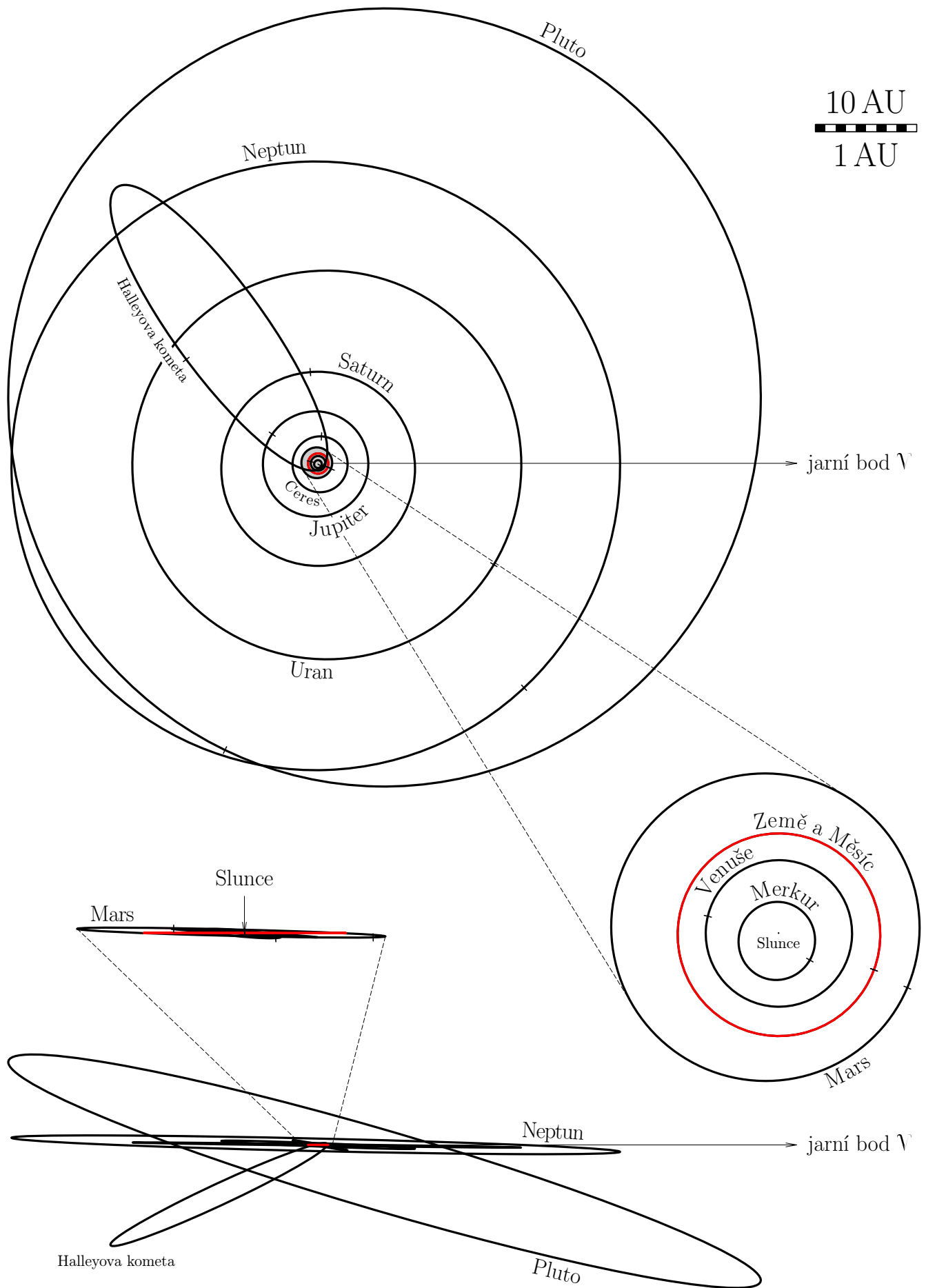
Planetární stezka je vlastně **model naší sluneční soustavy v měřítku 1 ku 1 miliardě**. Tomuto měřítku odpovídají zároveň rozměry těles (modelů Slunce a planet) i vzdálenosti, které mezi nimi musíte ujít. Na každé zastávce najdete malou kuličku znázorňující planetu a příslušnou informační tabuli, na níž jsou uvedeny základní údaje a zajímavosti o dané planetě.

**Celková délka naučné stezky je 6,5 km.** Pro orientaci vám může sloužit přiložená mapa a tabulka (ty jsou i na *informačním letáku* o planetární stezce a v časopise *Povětroň Speciál 2/2004*):

1	Slunce	začátek	před hvězdárnou
2	Merkur	58 m	na rohu ulice Zámeček a K hvězdárně
3	Venuše	108 m	u Bistra u Hvězdárny
4	Země	150 m	v ulici Zámeček
5	Měsíc		blízko Země
6	Mars	228 m	v téže ulici naproti autoopravně
7	Ceres	414 m	vyhlídka od kostela sv. Jana
8	Jupiter	780 m	pod kopcem, na křížení ulic Hlavní a Viničná
9	Halley	1,1 km	na poli před Datlíkem
10	Saturn	1,4 km	hráz rybníka Datlík
11	Uran	2,9 km	v lese na půli cesty mezi Cikánem a Biříčkou
12	Neptun	4,5 km	konečná MHD na Novém Hradci Králové
13	Pluto	6,5 km	u lesního hřbitova (MHD), po žluté značce

Když se po stezce vydáte, seznámíte se nejen se vzdálenostmi, velikostmi a vlastnostmi těles sluneční soustavy, ale zároveň poznáte i malebnou krajinu Nového Hradce Králové, Zámečku, Roudničky a Kluků. Budete procházet nejprve po asfaltové cestě, potom pěšinou, přes pole, lesem, okolo rybníků Datlík, Cikán a Biříčka, na konečnou MHD na Novém Hradci a případně až na lesní hřbitov.





Nárys a bokorys oběžných drah těles sluneční soustavy, která jsou znázorněna na planetární stezce. Vnitřní část sluneční soustavy je pro názornost ještě 10 krát zvětšena. Na měřítčích jsou uvedeny vzdálenosti v astronomických jednotkách — 1 AU = 149 597 870,691 km. Polohy planet, planetky (1) Ceres a komety 1P/Halley jsou vždy značeny malými ryskami, a to k datu 1. září 2003.

# 1 PLANETÁRNÍ STEZKA

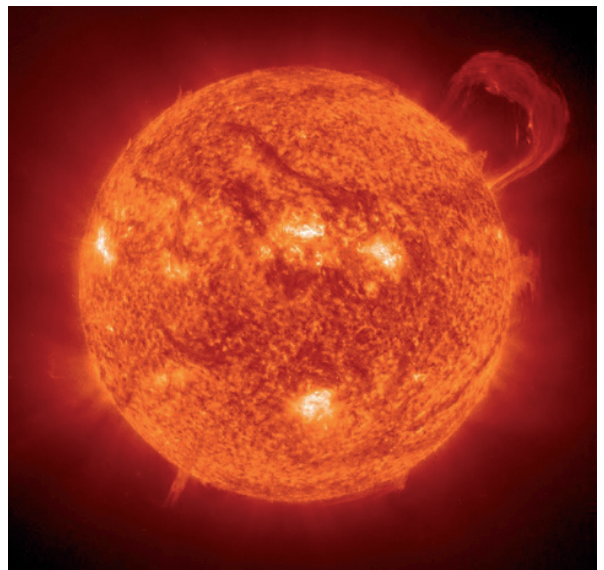
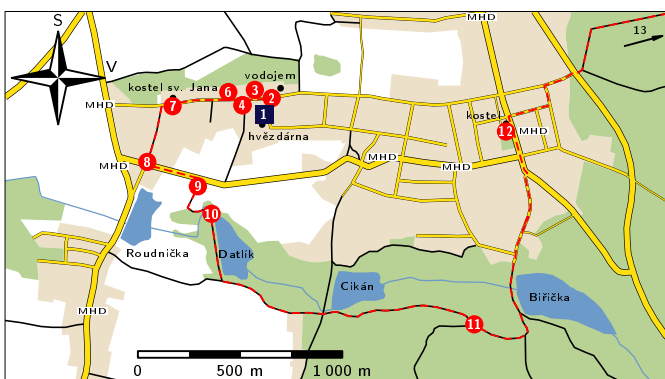
## Slunce

vzdálenost od Slunce	–
rovníkový průměr	1 391 020 km
oběžná doba	–
rotační perioda	25 až 33 dní (diferenciální)
hmotnost	$1,99 \cdot 10^{30}$ kg = $332\,946 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$1\,400$ kg/m <sup>3</sup>
teplota na povrchu	$5\,500$ °C
rozsah teplot	min. $4\,000$ °C, max. $10^6$ °C
geometrické albedo	0 („absolutně černé těleso“)
chemické složení	plazma H (71% hmotnosti), He (27%), 2% těžších prvků
složení atmosféry	H (71%), He (27%)
tlak atmosféry	100 Pa
sklon rotační osy <sup>(1)</sup>	$7,25^\circ$
úniková rychlost	617 km/s
tíhové zrychlení	$274$ m/s <sup>2</sup>
magnetické pole	$10^{-4}$ T až 0,3 T (skvrny)
rok objevu	–
objevitel	–

<sup>(1)</sup> Úhel mezi rovinou rovníku Slunce a rovinou oběžné dráhy Země (ekliptikou).

**Mytologický původ jména:** Slunce si bezpochyby lidé uvědomovali od pradávna. Často s ním spojovali svá božstva — ve staroegyptské civilizaci se bůh Slunce nazýval Re, staří Řekové měli svého Apollóna.

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 57,9 milionů km; tj. 57,9 m na stezce.



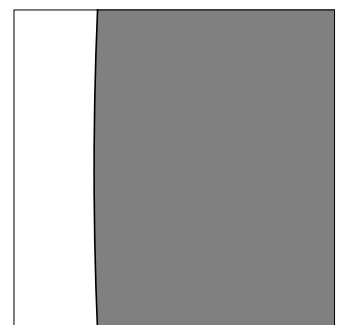
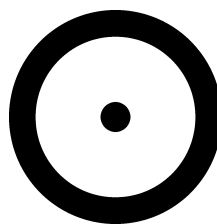
Slunce s velkou protuberancí, pozorované v ultrafialovém záření družicí SOHO. © SOHO/EIT

**Zajímavosti:** Slunce je hvězda. V porovnání s velikostí planet je to obrovská koule plynu. V jeho středu dosahuje teplota 15 milionů °C, tlak  $2,4810^{16}$  Pa [paskalů] (na povrchu Země je standard  $101\,325$  Pa), hustota  $162\,000$  kg/m<sup>3</sup> (hustota vody je  $1\,000$  kg/m<sup>3</sup>). Při těchto podmínkách probíhá slučování jader atomů vodíku na jádra atomů hélia. Tím se vytvářejí fotony a neutrina. Fotonová zářivost Slunce je  $3,85 \cdot 10^{26}$  W [wattů]. Na  $1$  m<sup>2</sup> povrchu Země dopadá v průměru  $342$  W. Tato energie umožňuje život na Zemi.

Stáří Slunce je 4,6 až 4,7 miliardy let, bude zářit ještě 5 miliard let. Ke konci života projde stadiem červeného obra, jehož rozsáhlá atmosféra se rychlostí asi  $1\,000$  km/s odpojí a obnaží tak nitro. To bude pozorovatelné jako chladnoucí bílý trpaslík, rozpínající se obálka vytvoří planetární mlhovinu.

Průměr (1,39 m):

Značka:



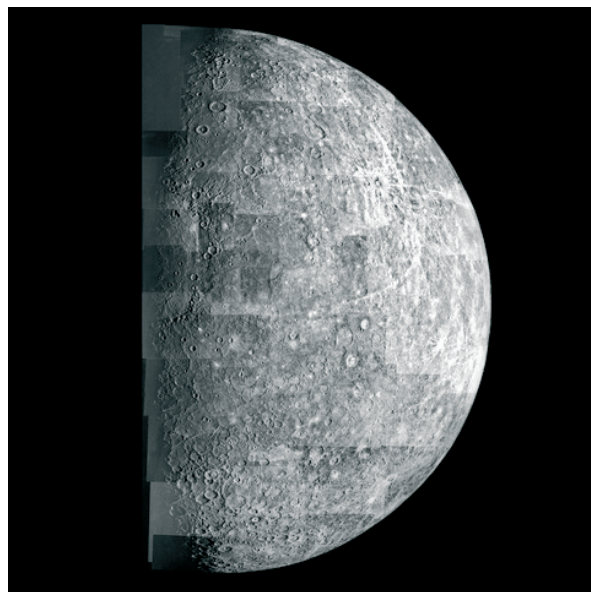
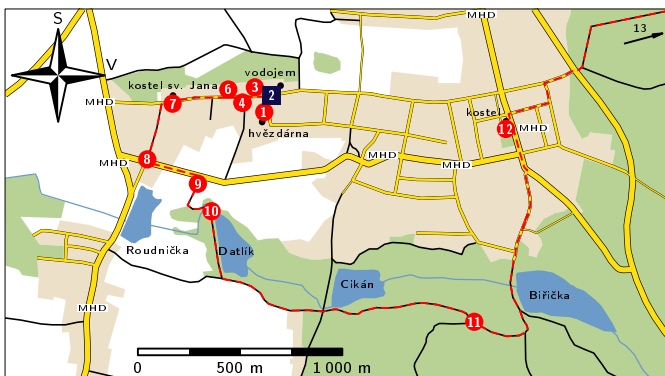
# 2 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Merkur

vzdálenost od Slunce	57,9 milionu km
rovníkový průměr	4 880 km
oběžná doba	88 dní
rotační perioda	58 dní
hmotnost	$3,30 \cdot 10^{23} \text{ kg} = 0,055 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$5\,400 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$179^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-170^{\circ}\text{C}$ , max. $+430^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo <sup>(2)</sup>	0,12
chemické složení	jádro Fe (70%), plášť křemičitany (30%)
složení atmosféry	42% O <sub>2</sub> , 40% Na, 15% O, ostatní (He, K) 2%
tlak atmosféry	? (velmi řídká)
velká poloosa	0,387 AU
excentricita	0,206
sklon dráhy	$7,0^{\circ}$
sklon rotační osy	$0,1^{\circ}$
oběžná rychlost	47,9 km/s
úniková rychlost	4,4 km/s
tíhové zrychlení	$3,7 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	$3,3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
rok objevu	?
objevitel	?

<sup>(2)</sup> Podíl množství záření odraženého od planety a dopadajícího slunečního záření.

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 50,3 milionů km; tj. 50,3m na stezce.

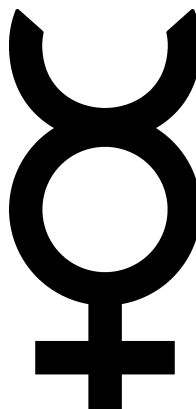


Mozaikový snímek Merkuru, družice Mariner 10. © Davies, M. E., S. E. Dwornik, D. E. Gault, R. G. Strom *Atlas of Mercury*. NASA SP-423 (1978).

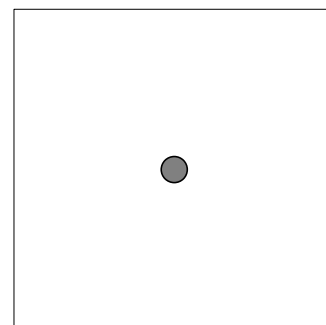
**Zajímavosti:** Planety, narozdíl od hvězd, nesvítí vlastním světlem, ale odrážejí sluneční světlo. Merkur je planeta Slunci nejbližší. Astronomové se pokoušeli nalézt i hypotetickou planetu Vulkán, která by obíhala kolem Slunce ještě blíž, ale nebyli úspěšní. Ač je Merkur malý — asi jako náš Měsíc — má velké železné jádro.

**Mytologický původ jména:** Řecky nazývaný Hermés, ve staročestíně Dobropán, byl nemanželský syn Jupiterův a bratr Apollóna, boha Slunce. Merkur byl rozporuplný bůh: na jedné straně býval bohem moudrosti, na straně druhé byl sám lstivým zlodějem.

Značka:



Průměr (4,9 mm):

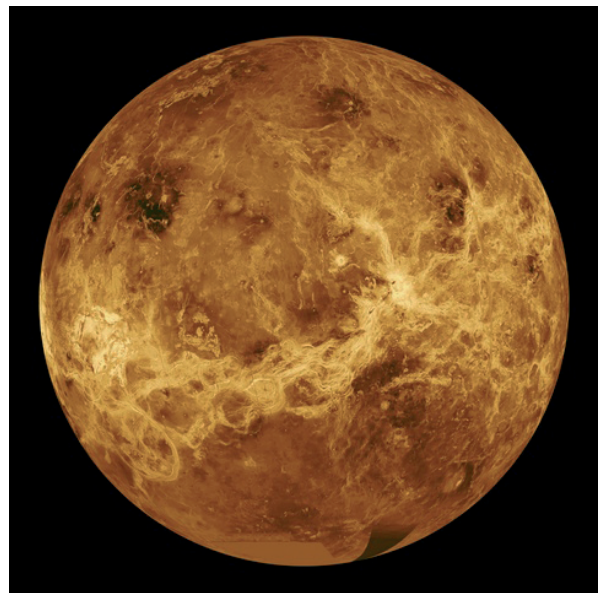
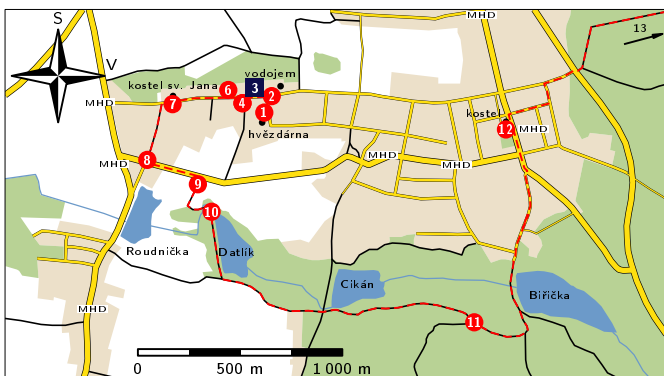


# 3 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Venuše

vzdálenost od Slunce	108,2 milionu km
rovníkový průměr	12 104 km
oběžná doba	225 dní
rotační perioda	243 dní
hmotnost	$4,87 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 0,815 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$5\,200 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$464 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $+464 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , max. $+464 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,65
chemické složení	asi podobné Zemi, ale méně husté jádro a jednotlitá kůra
složení atmosféry	96,5% $\text{CO}_2$ , 3,5% $\text{N}_2$
tlak atmosféry	$9,6 \cdot 10^6 \text{ Pa} \doteq 90 p_{\oplus}$
velká poloosa	0,723 AU
excentricita	0,007
sklon dráhy	$3,4 \text{ }^{\circ}$
sklon rotační osy	$177 \text{ }^{\circ}$
oběžná rychlost	35,0 km/s
úniková rychlost	10,4 km/s
tíhové zrychlení	$8,9 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	menší než $2 \cdot 10^{-9} \text{ T}$
rok objevu	?
objevitel	?

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 41,4 milionů km; tj. 41,4m na stezce.



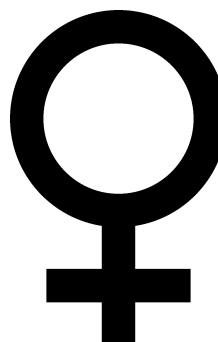
Venuše bez oblaků — radar sondy Magellan. © JPL/NASA

**Zajímavosti:** Venuše je stále zahalena do hustých mraků; na povrchu tak není vidět přímý sluneční svit. Vysoká povrchová teplota (dokonce vyšší než u Merkuru) je způsobena *skleníkovým efektem* — viditelné sluneční záření pronikne atmosférou, zahřeje povrch, který potom září v infračerveném záření, ale to je atmosférou účinně pohlcováno. (Obdobný proces funguje i v zemské atmosféře, ale je podstatně méně účinný.)

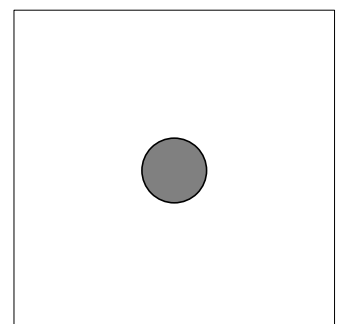
Planeta se okolo své osy otáčí velmi pomalu a opačným směrem (retrográdně), než obíhá okolo Slunce.

**Mytologický původ jména:** Řecky Afrodité, staročesky Krasopaní, se zrodila z mořské pěny. Venuše byla bohyně krásy, lásky a plodnosti.

Značka:



Průměr (12,1 mm):



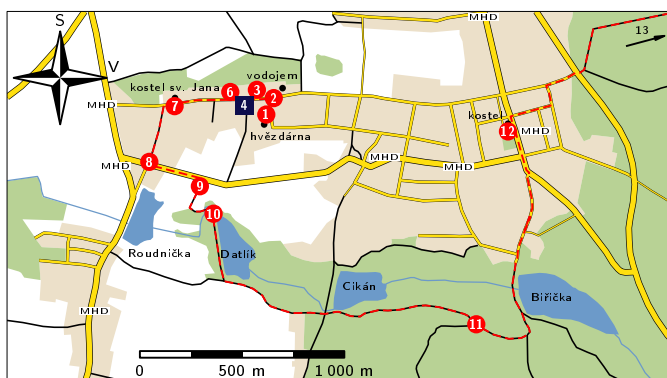


# 4 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Země

vzdálenost od Slunce	149,6 milionu km
rovníkový průměr	12 756 km
oběžná doba	365,25 dne
rotační perioda	23 h 56 min 4 s
hmotnost	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 1 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$5 500 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$15^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-80^{\circ}\text{C}$ , max. $+50^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,367
chemické složení	jádro vnitřní Fe, Ni (30%), vnější (příměs S, O), plastický plášť, tenká kůra O, Si, Al (pochyblivě litosférické desky)
složení atmosféry	78,1% $\text{N}_2$ , 20,9% $\text{O}_2$
tlak atmosféry	$101 325 \text{ Pa} \equiv 1 p_{\oplus}$
velká poloosa	1 AU
excentricita	0,017
sklon dráhy	$0^{\circ}$
sklon rotační osy	$23,45^{\circ}$
oběžná rychlost	29,8 km/s
úniková rychlost	11,2 km/s
tíhové zrychlení	$9,78 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	$3,1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
rok objevu	—
objevitel	—

**Měřítko stezky je 1 : 1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 0,38 milionů km; tj. 0,38 m na stezce.

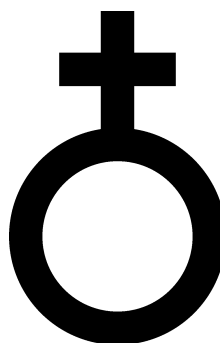


Země a Měsíc při průletu sondy Galileo. © JPL/NASA

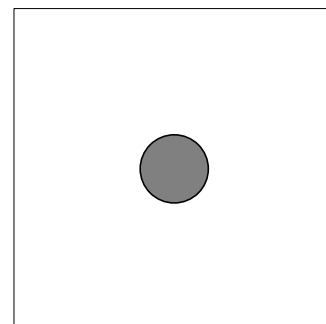
**Zajímavosti:** Na Zemi (jako jediném tělese sluneční soustavy) existuje díky kapalně vodě život. Země vznikla spolu se Sluncem a ostatními tělesy před 4,56 miliardami let. Je to planeta stejného typu jako Merkur, Venuše a Mars: má kovové jádro a objemný kamenný plášť. Zemské těleso není přesně kulaté, ale zpoštělé (polární průměr činí 12 714 km). Země obíhá Slunce, otáčí se kolem své osy, ale koná i další pohyby. Nejvýraznější je *precese* — kývání zemské osy s periodou 26 500 let. V současné době směřuje osa k nepříliš nápadné hvězdě Polárce. Kromě devíti planet ve sluneční soustavě je známo již přes 100 *extrasolárních planet*, jež obíhají kolem cizích hvězd.

**Mytologický původ jména:** Řecký se nazývá Gaia. Byla matkou nejen lidí, ale i bohů.

Značka:



Průměr (12,8 mm):



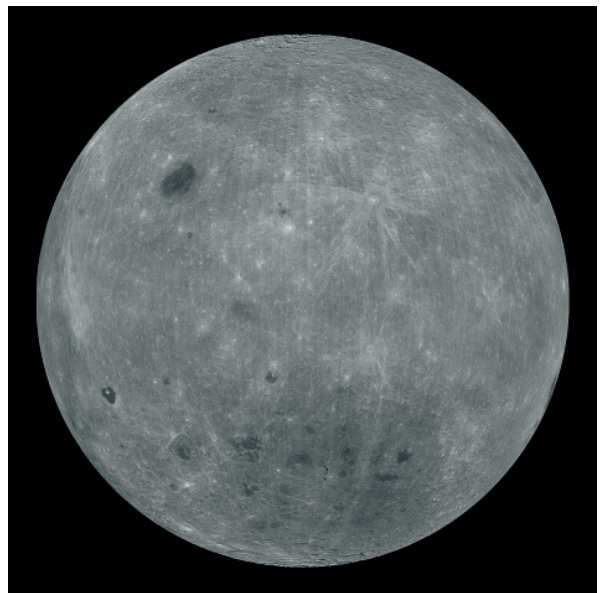
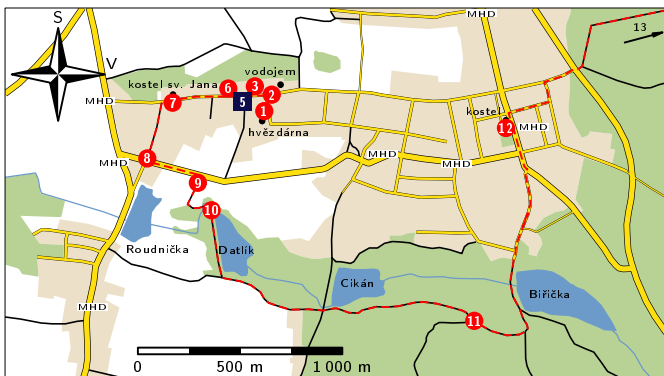
# 5 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Měsíc

vzdálenost od Země	384 400 km
rovníkový průměr	3 476 km
oběžná doba <sup>(3)</sup>	27,32 dne
rotační perioda	27,32 dne
hmotnost	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} = 0,012 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$3 340 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$\sim 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-180 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , max. $+110 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,12
chemické složení	jádru Fe, FeS, plášť z křemičitanů (olivín, pyroxen), kůra (plagioklas)
složení atmosféry	–
tlak atmosféry	0
velká poloosa	0,0026 AU
excentricita	0,055
sklon dráhy	$5,1 \text{ }^{\circ}$
sklon rotační osy	$6,7 \text{ }^{\circ}$
oběžná rychlost	1,0 km/s
úniková rychlost	2,4 km/s
tíhové zrychlení	$1,62 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	menší než $2 \cdot 10^{-10} \text{ T}$
rok objevu	–
objevitel	–

<sup>(3)</sup> Oběžná doba i parametry dráhy Měsíce jsou vztaženy k Zemi, nikoli ke Slunci.

**Měřítka stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 78,3 milionů km; tj. 78,3 m na stezce.



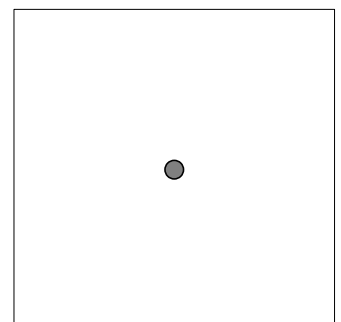
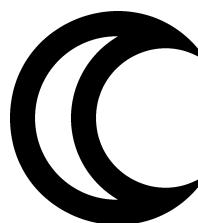
Odvrácená strana Měsíce na složeném snímku kosmické sondy Clementine 1. © USGS

**Zajímavosti:** Měsíc obíhá kolem Země jako přirozená družice. V porovnání s ní je asi čtyřikrát menší. Protože jeho oběžná doba kolem Země je rovna době jedné otočky kolem osy, je k Zemi stále přivracena jen jedna polokoule. Tento jev se nazývá *vázaná rotace* a je způsoben slapovými silami Země, které v minulosti původní rychlé otáčení zabrzdily. Podle současných poznatků vznikl Měsíc tak, že se s „proto-Zemí“ srazilo těleso asi o velikosti Marsu, do okolí se uvolnilo velké množství úlomků, které buď dopadly zpět na Zem, nebo vytvořily prstenec a posléze Měsíc.

**Mytologický původ jména:** Řecky se Měsíc nazývá Seléné, latinsky Luna. Starořeckou měsíční bohyní byla i Artemis, bohyně lovu, dcera Apollóna.

Průměr (3,5 mm):

Značka:

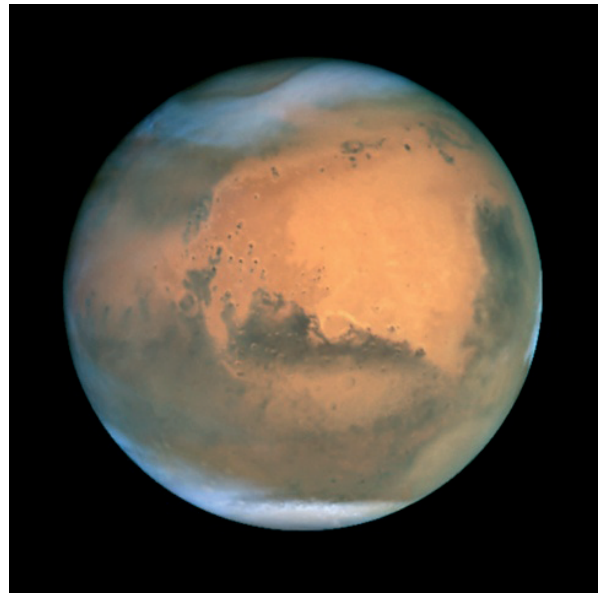
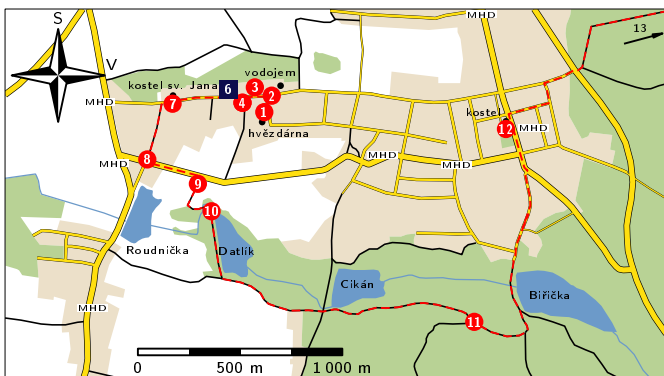


# 6 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Mars

vzdálenost od Slunce	227,9 milionu km
rovníkový průměr	6 792 km
oběžná doba	687 dní
rotační perioda	24,6 h
hmotnost	$6,42 \cdot 10^{23}$ kg = $0,107 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$3\,900$ kg/m <sup>3</sup>
teplota na povrchu	-63 °C
rozsah teplot	min. -120 °C, max. +20 °C
geometrické albedo	0,15
chemické složení	jádro Fe, plášť (křemičitany), jednotlivá křída (SiO <sub>2</sub> , FeO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
složení atmosféry	95,3 % CO <sub>2</sub> , 2,7 % N <sub>2</sub> , 1,6 % Ar, 0,1 % O <sub>2</sub>
tlak atmosféry	800 Pa
velká poloosa	1,524 AU
excentricita	0,093
sklon dráhy	1,9 °
sklon rotační osy	25 °
oběžná rychlost	24,1 km/s
úniková rychlost	5,0 km/s
tíhové zrychlení	$3,7$ m/s <sup>2</sup>
magnetické pole	$5 \cdot 10^{-9}$ T
rok objevu	?
objevitel	?

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 186 milionů km; tj. 186 m na stezce.



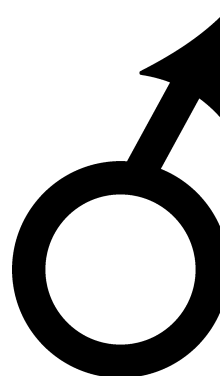
Planeta Mars vyfotografovaná Hubbleovým kosmickým teleskopem dne 26. 6. 2001. © NASA, James Bell (Cornell Univ.), Michael Wolff (Space Science Inst.), Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

**Zajímavosti:** Už při pohledu očima si všimnete typické červené barvy Marsu, mohou za ni oxidy železa. Bílé polární čepičky jsou tvořeny ledem CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. V současné době nemůže být na Marsu voda v kapalném stavu, protože ovzduší je příliš řídké (atmosférický tlak je 100 krát nižší než na Zemi).

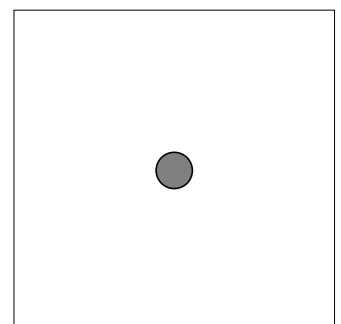
Mars má dva malé měsíce nepravidelného tvaru: Fobos (27 km × 21 km × 19 km) a Deimos. Jsou to pravděpodobně zachycené planetky.

**Mytologický původ jména:** Řecký Arés, ve staročestíně Smrtonoš, byl synem Jupitera a jeho manželky Juno. Mars byl bohem války. Bývá nazýván „rudou planetou“. Názvy jeho měsíců v češtině jsou Strach a Hrůza.

Značka:



Průměr (6,8 mm):



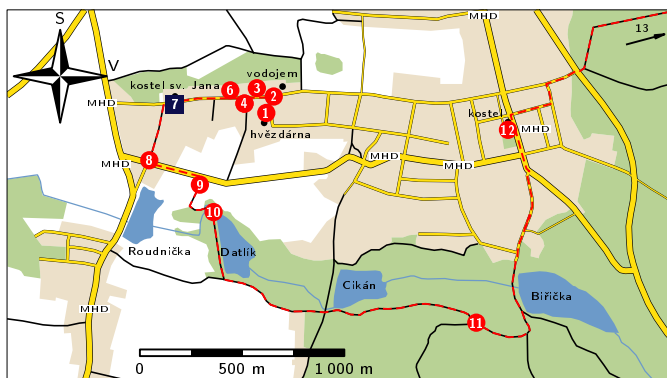


# 7 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Ceres

vzdálenost od Slunce	413,9 milionu km
rovníkový průměr	934 km
oběžná doba	4,6 roku
rotační perioda	9,075 h
hmotnost	$2,3 \cdot 10^{21}$ kg = $0,0004 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$2\,300$ kg/m <sup>3</sup>
teplota na povrchu	-90 °C
rozsah teplot	min. -200 °C, max. 0 °C
geometrické albedo	0,05
chemické složení	jako meteority (uhlíkaté chondrity), nediferencovaná struktura
složení atmosféry	-
tlak atmosféry	0
velká poloosa	2,766 AU
excentricita	0,077
sklon dráhy	10,6 °
sklon rotační osy	?
oběžná rychlost	17,9 km/s
úniková rychlost	0,1 km/s
tíhové zrychlení	0,3 m/s <sup>2</sup>
magnetické pole	0
rok objevu	1801
objevitel	Giuseppe Piazzi, Itálie

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 364 milionů km; tj. 364 m na stezce.



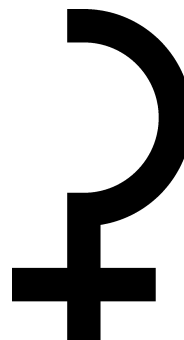
Planetka (243) Ida, jedna z mála planetek, které byly pozorované zblízka (tato ze sondy Galileo). © JPL/NASA

**Zajímavosti:** V pásu mezi Marsem a Jupiterem obíhá velké množství těles, která jsou menší než planety; říká se jim planetky nebo asteroidy. První objevená a zároveň největší z nich, o rozměru téměř 1000 km, je (1) Ceres. Další v pořadí byly (2) Pallas, (3) Juno a (4) Vesta. Žádná planetka není pozorovatelná prostým okem.

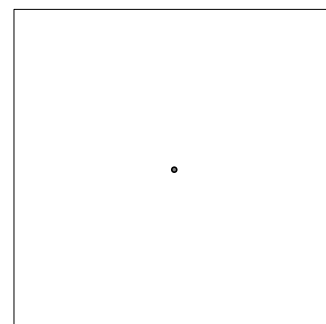
Existuje asi 100 000 planetek větších než 1 km. Jejich celková hmotnost však nedosahuje ani hmotnosti Merkuru. U většiny planetek nedošlo nikdy v minulosti k přetavení, protože uvnitř malých těles nebyla dostatečná teplota a tlak. Jsou tak pravděpodobně tvořeny nepřeměněnými horninami, z nichž kdysi vznikly i velké planety.

**Mytologický původ jména:** Ceres (Ži-wěna) je pojmenování sicilské bohyně.

Značka:



Průměr (0,9 mm):



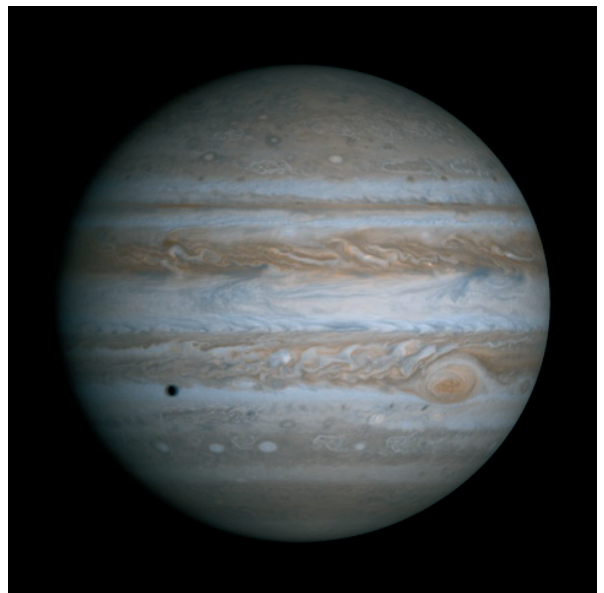
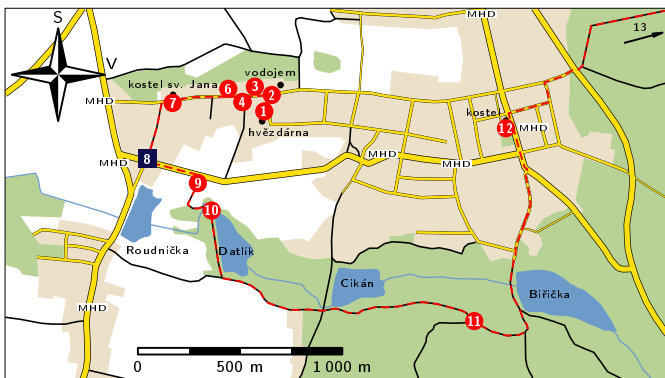
# 8 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Jupiter

vzdálenost od Slunce	778,3 milionu km
rovníkový průměr	142 984 km
oběžná doba	11,9 roku
rotační perioda	9,9 h
hmotnost	$1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg} = 317,7 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$1\,300 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu <sup>(4)</sup>	$-108 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-163 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,47
chemické složení	kamenné jádro (křemičitany), obal (kovový H), H <sub>2</sub>
složení atmosféry	89 % H <sub>2</sub> , 11 % He
tlak atmosféry	větší než $10^7 \text{ Pa}$
velká poloosa	5,203 AU
excentricita	0,048
sklon dráhy	$1,3 \text{ }^{\circ}$
sklon rotační osy	$3 \text{ }^{\circ}$
oběžná rychlost	13,1 km/s
úniková rychlost	60 km/s
tíhové zrychlení	$23,1 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	$4,28 \cdot 10^{-4} \text{ T}$
rok objevu	?
objevitel	?

<sup>(4)</sup> U všech velkých planet jde o teplotu v tlakové hladině  $10^5 \text{ Pa}$ .

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 322 milionů km; tj. 322 m na stezce.



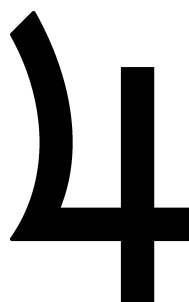
Obrázek Jupiteru z meziplanetární sondy Cassini. Pod rovníkem vpravo je vidět Velká rudá skvrna, vlevo stín měsíce. © NASA/JPL/University of Arizona

**Zajímavosti:** Jupiter je největší planetou sluneční soustavy, ale přesto jeho hmotnost nedosahuje ani 1/1000 hmotnosti Slunce. Narozdíl od 4 vnitřních planet mají vnější planety relativně malé kamenné jádro, objemný obal z vodíku nebo ledu a rozsáhlou, postupně řidnoucí atmosféru; nenajdeme na nich pevný, ostře ohraničený povrch.

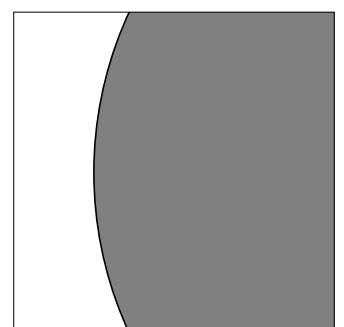
Galileo Galilei v roce 1610 objevil dalekohledem čtyři velké měsíce: *Io*, *Europa*, *Ganymed* a *Kalistu*. (Na našem modelu by byly asi 3 mm velké a obíhaly by ve vzdálenostech 42 až 189 cm.)

**Mytologický původ jména:** Řecký Zeus, ve staročeštině Kralomoc, byl synem Titána Krona a jeho manželky Rheie. Dědečkem byl Úranos a babičkou Gaia. Vládl všemu živému, bohům i lidem.

Značka:



Průměr (14,3 cm):

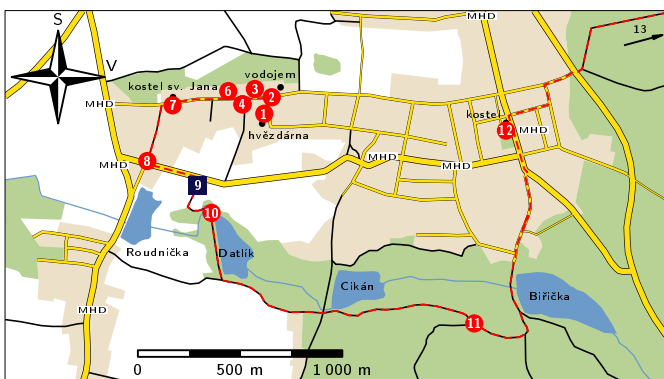


# 9 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Halley

vzdálenost od Slunce	87,8 až 5 234 milionů km
rovníkový průměr	16 km
oběžná doba	76 roků
rotační perioda	2,2 dne
hmotnost	$5 \cdot 10^{13} \text{ kg} = 1 \cdot 10^{-11} M_{\oplus}$
průměrná hustota	$100 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$\sim -100 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , max. $+100 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,04
chemické složení	zmrzlé plyny ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a prachové částice (organické molekuly)
složení atmosféry	$\text{H}_2\text{O}$ , OH, CN, $\text{C}_2$ , $\text{H}_2\text{CO}$ , ...
tlak atmosféry	0
velká poloosa	35,0 AU
excentricita	0,967
sklon dráhy	$162,2^{\circ}$
sklon rotační osy	?
oběžná rychlost	0,9 až 55 km/s
úniková rychlost	0,001 km/s
tíhové zrychlení	$5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$
magnetické pole	0
rok objevu	-239
objevitel	?

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 329 milionů km; tj. 329 m na stezce.



Jádro komety 1P/Halley na snímku sondy Giotto. © MPAE

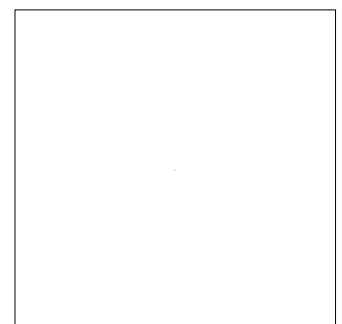
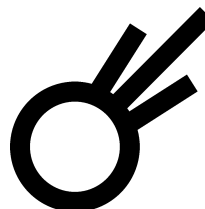
**Zajímavosti:** Dráhy komet bývají protáhlejší a více skloněné k rovině ekliptiky než dráhy planet. Když se jádro komety přiblíží k Slunci asi na vzdálenost Marsu, zahřeje se natolik, že začne led tát (přesněji sublimovat) a do okolí se uvolní prach a plyn — vznikne hlava komety (*koma*). Interakcí se slunečním větrem se pak vytváří *ohon*.

Na této zastávce je znázorněno pouze jádro komety, a to jako špička špendlíku. Kdybyste si chtěli představit kometu v blízkosti Slunce (třeba v místě vodojemu na severovýchodním obzoru): koma by mohla být velká řádově 10 cm nebo 1 m, ohon by mohl sahat přes celý hřeben až ke kostelu svatého Jana.

**Mytologický původ jména:** Komety se obvykle pojmenovávají po svých objevitelích. Edmund Halley (1656–1742) sice kometu neobjevil, ale jako první přepověděl její návrat.

Průměr (0,016 mm):

Značka:

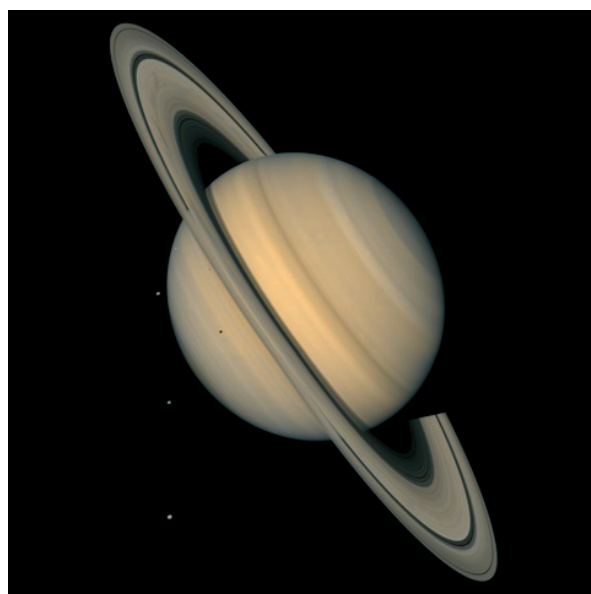
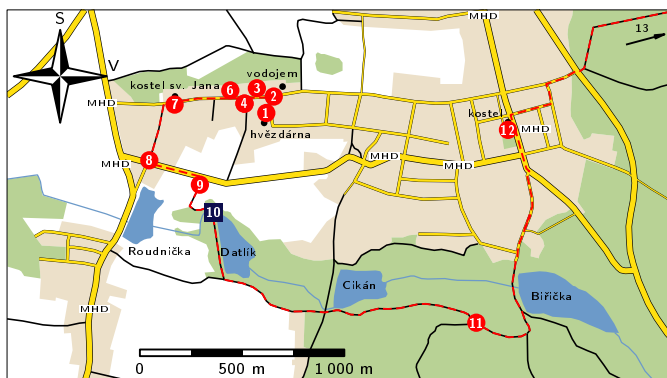


# 10 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Saturn

vzdálenost od Slunce	1 429 milionů km
rovníkový průměr	120 536 km
oběžná doba	29,4 roku
rotační perioda	10,6 h
hmotnost	$5,69 \cdot 10^{26} \text{ kg} = 95,16 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$700 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$-139 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-191 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,46
chemické složení	kamenné jádro, vnitřní obal kovový H a vnější molekulární $\text{H}_2$
složení atmosféry	89% $\text{H}_2$ , 11% He
tlak atmosféry	větší než $10^7 \text{ Pa}$
velká poloosa	9,555 AU
excentricita	0,056
sklon dráhy	$2,5 \text{ }^{\circ}$
sklon rotační osy	$27 \text{ }^{\circ}$
oběžná rychlost	9,7 km/s
úniková rychlost	36 km/s
tíhové zrychlení	$9,0 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	$2,1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
rok objevu	?
objevitel	?

**Měřítko stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 1 446 milionů km; tj. 1 446 m na stezce.



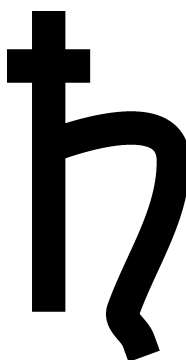
Saturn i se soustavou prstenců a měsíců „očima“ kamer Voyageru 2. © NASA/JPL

**Zajímavosti:** Saturn je velkou plynou planetou s průměrnou hustotou menší než je hustota vody. Nejnápadnějším útvarem jsou jeho prstence; byly poprvé popsány až v roce 1655 Christianem Huygensem. Jsou tvořené drobnými úlomky (typicky 1 cm až 100 m velkými), které obíhají okolo Saturnu prakticky v jedné rovině.

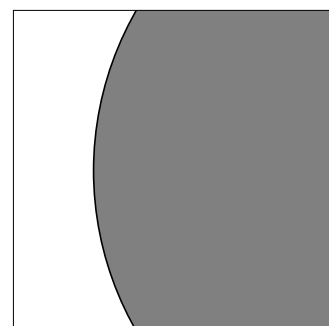
Okolo planety obíhá početná rodina měsíců. Nejzáhadnější z nich je *Titan* s metanovou atmosférou. (Měsíc o průměru 3000 km má totiž příliš malou přitažlivost, aby si takový plyný obal mohl dlouhodobě udržet.)

**Mytologický původ jména:** Řecký Kronos, ve staročeštině Hladolet, byl synem Ura-  
na a Země. Saturn byl bohem zemědělství.

Značka:



Průměr (12,5 cm):

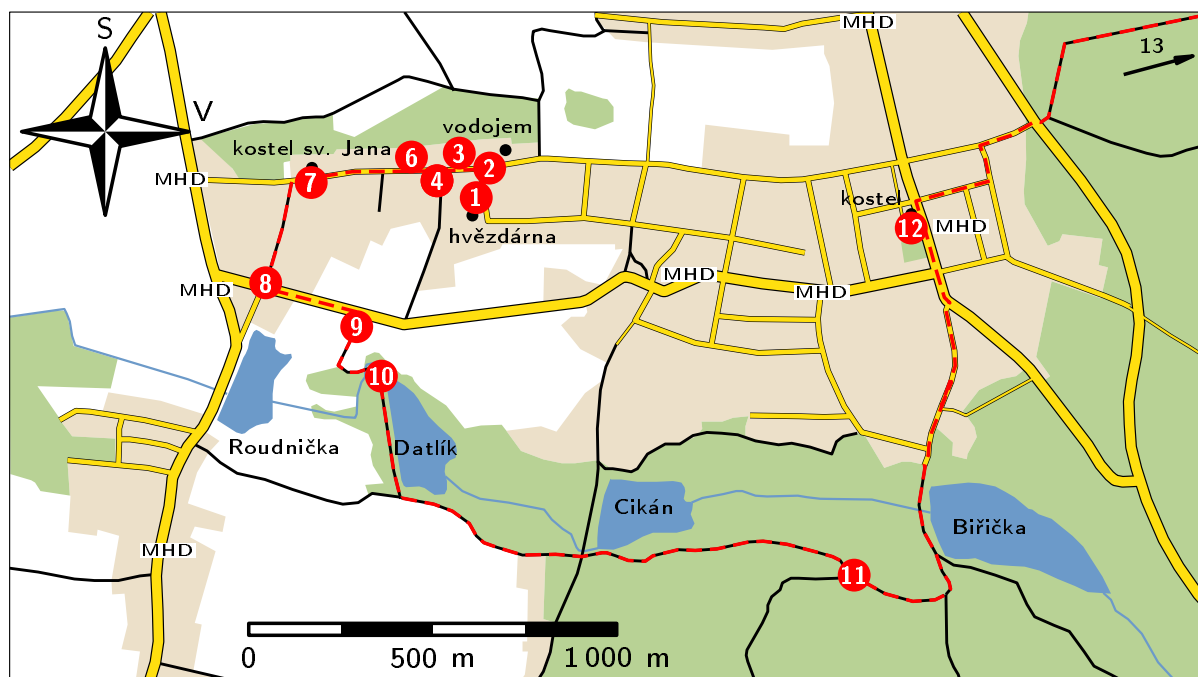


# PLANETÁRNÍ STEZKA

Planetární stezka je **model naší sluneční soustavy v měřítku 1 ku 1 miliardě**. Tomuto měřítku odpovídají rozměry těles (modelů Slunce a planet) i vzdálenosti, které mezi nimi musíte ujít. Na každé zastávce je malá kulička znázorňující planetu a příslušná informační tabule.

Stezka začíná u hvězdárny a končí na lesním hřbitově. Předchozí zastávka byla planeta Saturn (směrem k Datlíku) a následující je Uran (směrem k Biřičce). Celková délka stezky je 6,5 km. Jednotlivé zastávky jsou popsány v tabulce a vyznačeny na přiložené mapě:

1	Slunce	<i>začátek</i>	před hvězdárnou
2	Merkur	58 m	na rohu ulice Zámeček a K hvězdárně
3	Venuše	108 m	u Bistra u Hvězdárny
4	Země	150 m	v ulici Zámeček
5	Měsíc		blízko Země
6	Mars	228 m	v téže ulici naproti autoopravně
7	Ceres	414 m	vyhlídka od kostela sv. Jana
8	Jupiter	780 m	pod kopcem, na křížení ulic Hlavní a Viničná
9	Halley	1,1 km	na poli před Datlíkem
10	Saturn	1,4 km	hráz rybníka Datlík
11	Uran	2,9 km	v lese na půli cesty mezi Cikánem a Biřičkou
12	Neptun	4,5 km	konečná MHD na Novém Hradci Králové
13	Pluto	6,5 km	u lesního hřbitova (MHD), po žluté značce



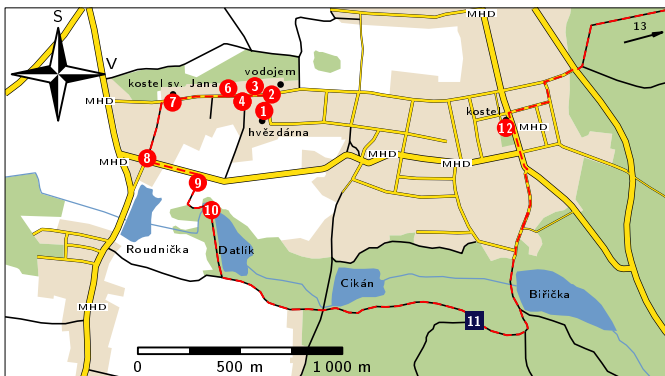


# 11 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Uran

vzdálenost od Slunce	2 875 milionů km
rovníkový průměr	51 118 km
oběžná doba	83,7 roku
rotační perioda	17,2 h
hmotnost	$8,68 \cdot 10^{25}$ kg = $14,53 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$1\,300$ kg/m <sup>3</sup>
teplota na povrchu	-197 °C
rozsah teplot	min. -214 °C
geometrické albedo	0,51
chemické složení	jádro (křemičitany, Fe), ledový plášť (H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , amoniak), H <sub>2</sub> (jen 15%)
složení atmosféry	89% H <sub>2</sub> , 11% He, CH <sub>4</sub>
tlak atmosféry	větší než $10^7$ Pa
velká poloosa	19,22 AU
excentricita	0,046
sklon dráhy	0,8 °
sklon rotační osy	98°
oběžná rychlost	6,8 km/s
úniková rychlost	21 km/s
tíhové zrychlení	8,7 m/s <sup>2</sup>
magnetické pole	$2,3 \cdot 10^{-5}$ T
rok objevu	1781
objevitel	William Herschel, Anglie

**Měřítko stezky je 1 : 1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 1 629 milionů km; tj. 1 629 m na stezce.

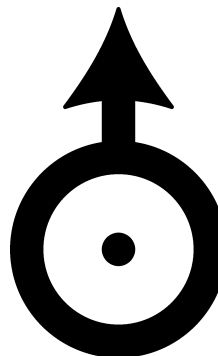


Uran navštívil Voyager 2 v roce 1986. © NASA/JPL

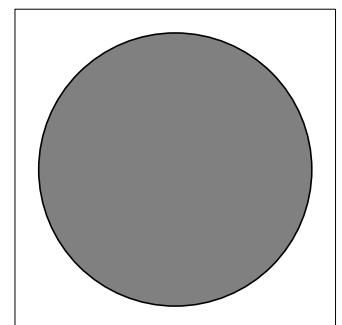
**Zajímavosti:** Uran je na hranici viditelnosti okem, a proto byl objeven až dalekohledem. Prstence jsou velmi tmavé (odrážejí jen 4 % slunečního záření); byly zjištěny v roce 1977 nepřímo, při zákrytu hvězdy touto planetou. Zvláštností je velký sklon rotační osy — leží téměř v rovině dráhy a na planetu se tak střídavě díváme ve směru jejího severního a jižního pólu.

**Mytologický původ jména:** Řecký Úranos, ve staročeštině Nebešťanka, byl společně se Zemí nejstarším bohem. Pocházel z noci. Jména měsíců Uranu jsou výjimečná, neboť nepocházejí z antické mytologie, ale z divadelních her Williama Shakespeara (např. Titania, Oberon, Miranda, Ariel, Umbriel).

Značka:



Průměr (5,1 cm):

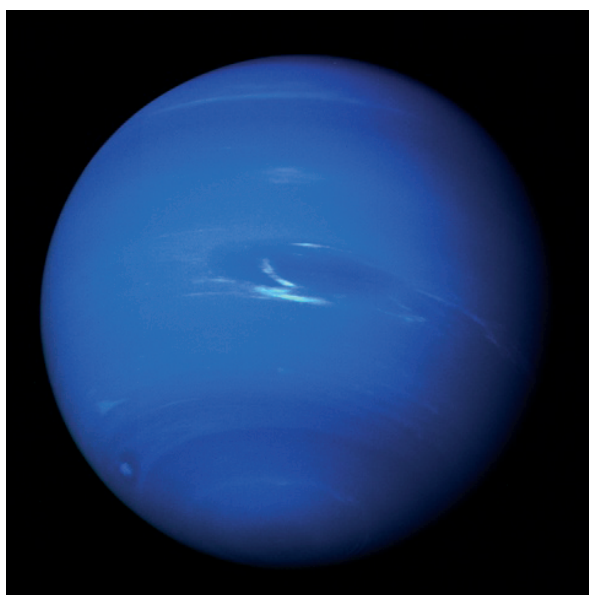
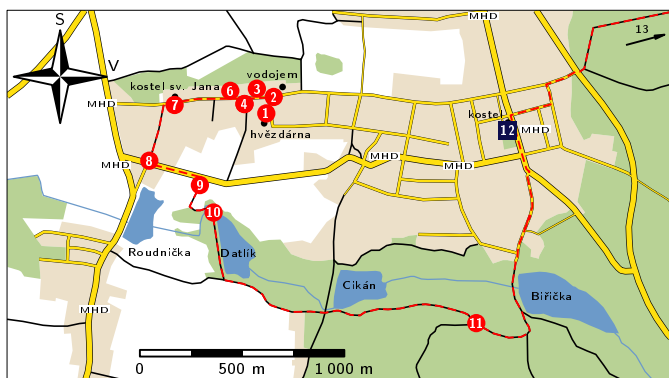


# 12 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Neptun

vzdálenost od Slunce	4 504 milionů km
rovníkový průměr	49 532 km
oběžná doba	163,7 roku
rotační perioda	16,1 h
hmotnost	$1,02 \cdot 10^{26}$ kg = $17,14 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$1\,600$ kg/m <sup>3</sup>
teplota na povrchu	-201 °C
rozsah teplot	min. -223 °C
geometrické albedo	0,41
chemické složení	kamenné jádro, ledový plášť, H <sub>2</sub> (15%)
složení atmosféry	80% H <sub>2</sub> , 19% He, CH <sub>4</sub>
tlak atmosféry	větší než $10^7$ Pa
velká poloosa	30,11 AU
excentricita	0,009
sklon dráhy	1,8°
sklon rotační osy	30°
oběžná rychlost	5,5 km/s
úniková rychlost	23 km/s
tíhové zrychlení	$11,0$ m/s <sup>2</sup>
magnetické pole	$1,4 \cdot 10^{-5}$ T
rok objevu	1846
objevitel	Johann G. Galle, Německo

**Měřítka stezky je 1:1 miliardě.** Vzdálenost k dalšímu tělesu je 1411 milionů km; tj. 1411 m na stezce.



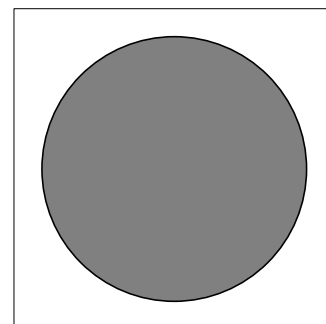
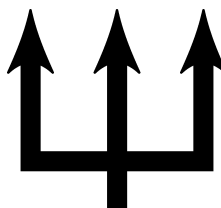
Neptun s výrazným oblačným vírem v atmosféře. © NASA/JPL

**Zajímavosti:** Neptun je planeta, jež byla objevena nejprve matematickým výpočtem a až poté na obloze. J. C. Adams a nezávisle U. J. J. Leverrier v roce 1845 vypočetli její dráhu z odchylek dráhy Uranu. J. G. Galle ji našel 1° od přepovězené polohy. Ke spatření Neptunu potřebujeme nezbytně dalekohled. Donesdávna byly známé jen dva Neptunovy měsíce: velký *Triton*, obíhající po kruhové dráze, a malá *Nereida*, jejíž dráha je protáhlou elipsou. (Nereida se může vzdálit až na 110 průměrů Neptunu.)

**Mytologický původ jména:** Řecký Poseidón, ve staročestíně Voděnka, byl synem Saturna a bratrem Jupitera. Neptun byl bohem moří. Dostal darem trojzubec, kterým dokázal rozběsnit nebo utišit mořskou bouři.

Průměr (5,0 cm):

Značka:



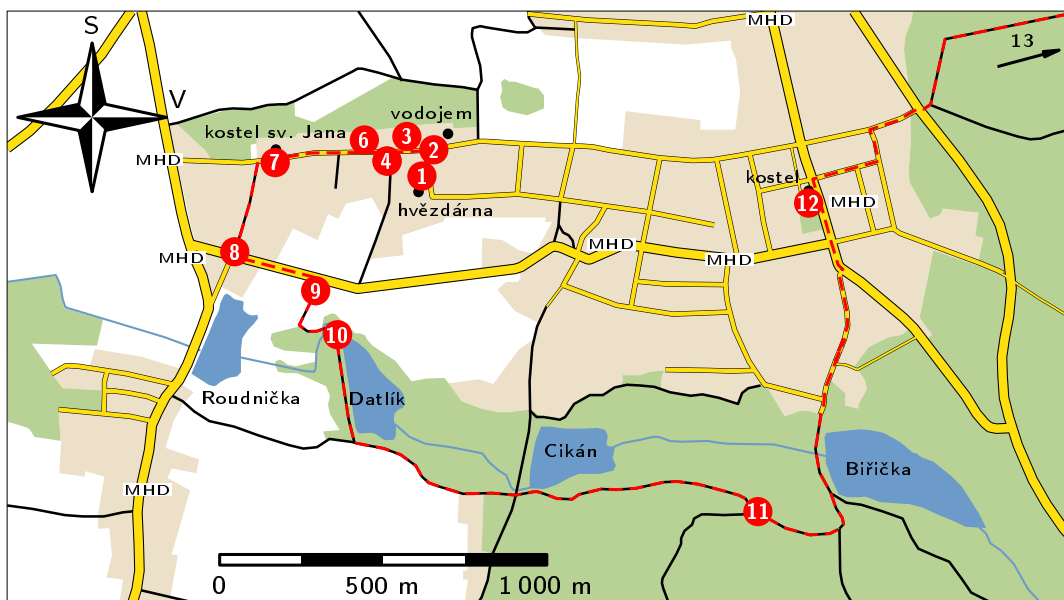
# PLANETÁRNÍ STEZKA

Planetární stezka je **model naší sluneční soustavy v měřítku 1 ku 1 miliardě**. Tomuto měřítku odpovídají rozměry těles (modelů Slunce a planet) i vzdálenosti, které mezi nimi musíte ujít. Na každé zastávce je malá kulička znázorňující planetu a příslušná informační tabule.

Stezka začíná u hvězdárny; toto je předposlední zastávka — planeta Neptun. Délka cesty na hvězdárnu (okolo rybníků přes les) je 4,5 km, ale můžete jít i přímým směrem ulicí Husovou a Zámeček, to je pouze 1,2 km. Jednotlivé zastávky jsou vyznačeny na přiložené mapě a popsány v tabulce:

1	Slunce	<i>začátek</i>	před hvězdárnou
2	Merkur	58 m	na rohu ulice Zámeček a K hvězdárně
3	Venuše	108 m	u Bistra u Hvězdárny
4	Země	150 m	v ulici Zámeček
5	Měsíc		blízko Země
6	Mars	228 m	v téže ulici naproti autoopravně
7	Ceres	414 m	vyhlídka od kostela sv. Jana
8	Jupiter	780 m	pod kopcem, na křížení ulic Hlavní a Viničná
9	Halley	1,1 km	na poli před Datlíkem
10	Saturn	1,4 km	hráz rybníka Datlík
11	Uran	2,9 km	v lese na půli cesty mezi Cikánem a Biříčkou
12	Neptun	4,5 km	konečná MHD na Novém Hradci Králové
13	Pluto	6,5 km	u lesního hřbitova (MHD), po žluté značce

Pokud byste si cestu po sluneční soustavě chtěli ještě prodloužit, vydejte se po žluté turistické značce na lesní hřbitov. Na konci cesty byste měli najít i poslední, nejmenší **planetu Pluto**.

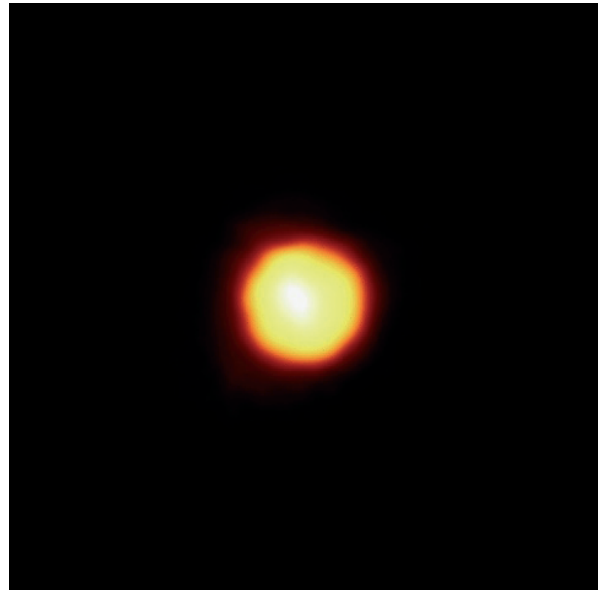
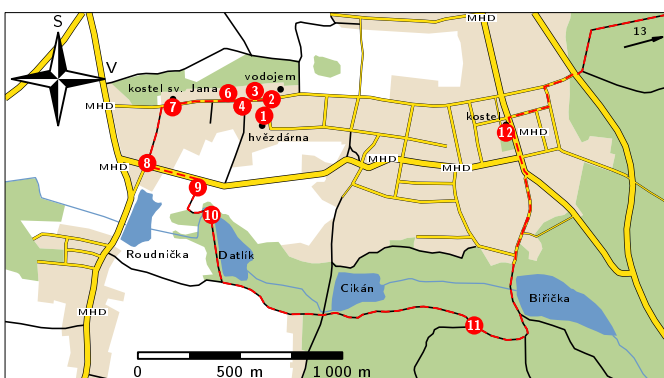


# 13 PLANETÁRNÍ STEZKA

## Pluto

vzdálenost od Slunce	5 915 milionů km
rovníkový průměr	2 300 km
oběžná doba	248 roků
rotační perioda	6,4 dne
hmotnost	$1,5 \cdot 10^{22} \text{ kg} = 0,0024 M_{\oplus}$
průměrná hustota	$2\,000 \text{ kg/m}^3$
teplota na povrchu	$-230 \text{ }^{\circ}\text{C}$
rozsah teplot	min. $-240 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , max. $-218 \text{ }^{\circ}\text{C}$
geometrické albedo	0,3
chemické složení	křemičitany (70 %), ledy (30 %); kamenné jádro, ledový obal ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a povrch (N, $\text{CH}_4$ , CO, organické látky)
složení atmosféry	$\text{CH}_4$ , $\text{N}_2$
tlak atmosféry	0,3 Pa
velká poloosa	39,54 AU
excentricita	0,249
sklon dráhy	$17,2^{\circ}$
sklon rotační osy	$120^{\circ}$
oběžná rychlost	4,8 km/s
úniková rychlost	1 km/s
tíhové zrychlení	$0,7 \text{ m/s}^2$
magnetické pole	?
rok objevu	1930
objevitel	Clyde Tombaugh, USA

**Měřítka stezky je 1 : 1 miliardě.** Stezka začíná u hvězdárny, planeta Neptun je u kostela na Novém Hradci Králové.

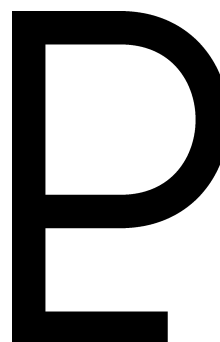


Rozmazaný snímek Pluta dalekohledem HST. © R. Albrecht, ESA/ESO; NASA

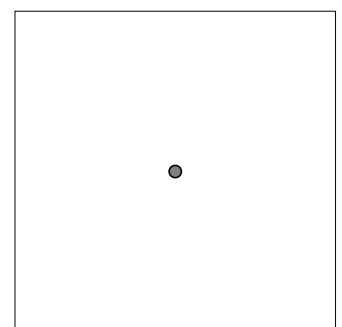
**Zajímavosti:** Pluto je s měsícem Charonem považován spíše za dvojitou planetku, a to proto, že je malé a vůbec se nepodobá čtyřem vnějším planetám. Navíc se v letech 1992 až 2002 objevilo několik set menších těles na podobných dráhách jako Pluto nebo dokonce ještě vzdálenějších. Potvrdila se tak existence (do té doby hypotetického) *Kuiperova pásu*. Ještě dál od Slunce, mezi 10 000 až 50 000 AU (tj. 1 500 až 7 500 km na planetární stezce), se nachází *Oortův oblak*. Nemůžeme jej sice pozorovat přímo, ale pozorujeme komety, které z něj přilétají dovnitř sluneční soustavy.

**Mytologický původ jména:** Řecký Hádés, byl bohem podsvětí. Přes řeku Styx převážel zemřelé do podsvětí převozník Charón.

Značka:



Průměr (2,3 mm):



# PLANETÁRNÍ STEZKA

Planetární stezka je **model naší sluneční soustavy v měřítku 1 ku 1 miliardě**. Tomuto měřítku odpovídají rozměry těles (modelů Slunce a planet) i vzdálenosti, které mezi nimi musíte ujít. Na každé zastávce je malá kulička znázorňující planetu a příslušná informační tabule.

Stezka začíná modelem Slunce u hradecké hvězdárny; toto je poslední zastávka — Pluto. Celková délka stezky je 6,5 km. Jednotlivé zastávky jsou popsány v tabulce a vyznačeny na přiložené mapě:

1	Slunce	<i>začátek</i>	před hvězdárnou
2	Merkur	58 m	na rohu ulice Zámeček a K hvězdárně
3	Venuše	108 m	u Bistra u Hvězdárny
4	Země	150 m	v ulici Zámeček
5	Měsíc		blízko Země
6	Mars	228 m	v téže ulici naproti autoopravně
7	Ceres	414 m	vyhlídka od kostela sv. Jana
8	Jupiter	780 m	pod kopcem, na křížení ulic Hlavní a Viničná
9	Halley	1,1 km	na poli před Datlíkem
10	Saturn	1,4 km	hráz rybníka Datlík
11	Uran	2,9 km	v lese na půli cesty mezi Cikánem a Biříčkou
12	Neptun	4,5 km	konečná MHD na Novém Hradci Králové
13	Pluto	6,5 km	u lesního hřbitova (MHD), po žluté značce

