

# POVĚTRŇ

Královéhradecký astronomický časopis

číslo S1/2007  
ročník 15

## Galaktická stezka



SLOVO ÚVODEM. Povětroň speciál „Galaktická stezka“ slouží jako průvodce naučnou stezkou, kterou jsme vybudovali u hvězdárny v roce 2007. Impulsem pro nás byly dobré zkušenosti se stezkou planetární (viz [Povětroň S2/2004](#)) a naše potřeba návštěvníkům hvězdárny názorně ukazovat strukturu Galaxie a různé objekty, které se v ní nacházejí.

Stezky galaktická a planetární musejí mít samozřejmě odlišná měřítka (1 : 180 miliardám versus 1 : 1 miliardě). Dobře se pamatuje, že celá planetární stezka je zde zmenšena na tloušťku lidského vlasu. Disk Galaxie má průměr asi 4 kilometry. Mezi stezkami je ale rozdílů vícero: umístění zastávek tak, aby byly vidět pokud možno najednou, výrazně odlišná barva sloupků, blízkost lamp veřejného osvětlení, což umožňuje procházku i za tmy (třeba po skončení večerního pozorování na hvězdárně).

Stezky se kříží u kostela na Novém Hradci Králové (zastávky městské hromadné dopravy). Kdo by chtěl projít nebo projet na kole obě stezky najednou, může využít cesty Hradečnice, spojující lesní hřbitov (zastávku Pluto) s Bělečkem (Velkým Magellanovým mračnem); celkem by takový okruh byl dlouhý 23 kilometrů.

Miroslav Brož, Karel Zubatý, Václav Plašil, Jan Zima,  
Martin Cholasta, Michaela Brožová



**Obr. 1** — Začátek Galaktické stezky u hvězdárny.

---

Povětroň S1/2007; Hradec Králové, 2007.

Vydala: **Astronomická společnost v Hradci Králové** (1. 12. 2007 na 202. setkání ASHK)

ve spolupráci s **Hvězdárnou a planetáriem v Hradci Králové**

vydání 1., 20 stran, náklad 100 ks; dvoměsíčník, MK ČR E 13366, ISSN 1213-659X

Redakce: Miroslav Brož, Martin Cholasta, Josef Kujal, Richard Lacko,

Martin Lehký a Miroslav Ouhrabka

Předplatné tištěné verze: vyřizuje redakce, cena 35,- Kč za číslo (včetně poštovního)

Adresa: ASHK, Národních mučedníků 256, Hradec Králové 8, 500 08; IČO: 64810828

e-mail: [ashk@ashk.cz](mailto:ashk@ashk.cz), web: <http://www.ashk.cz>

## Obsah

strana

<i>Pozorování Mléčné dráhy</i> .....	4
<i>Informační tabule Galaktické stezky</i> .....	4
<i>Fotografie některých zastavení a exponátů</i> .....	19



**Obr. 2** — Zastávka číslo 2, otevřená hvězdokupa Plejády.

---

Titulní strana: prvních pět zastávek Galaktické stezky, viditelných od křižovatky v ulici Zámeček.

## Pozorování Mléčné dráhy

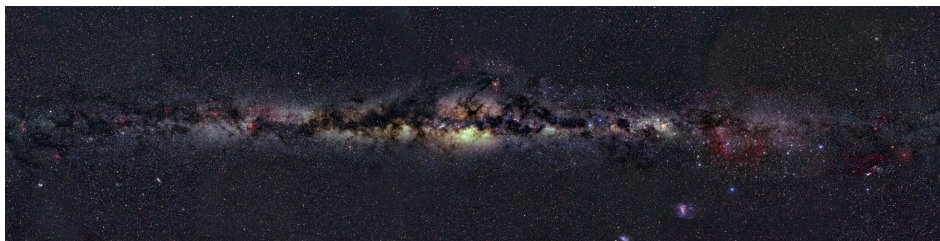
---

Mléčnou dráhu vnímáme očima jako svítící mlhavý pás obepínající celou oblohu. Nejlépe je pozorovatelná, když prochází nadhlavníkem; z našeho stanoviště to bývá v létě a v zimě okolo půlnoci nebo na jaře a na podzim večer a ráno. Nejjasnější část vidíme v souhvězdí Štítu. Asi čtvrtinu Mléčné dráhy však od nás pozorovat nelze, protože je vždy skrytá pod obzorem. Naneštěstí jde o krásné partie v jižních souhvězdích Štír, Oltář, Kentaur, Jižní Kříž, Lodní kýl a Plachty.

Když Galileo (1610) poprvé namířil do Mléčné dráhy dalekohled, uviděl, že to vlastně není mlhovina, ale obrovské množství slabých hvězd; jejich světlo se při pozorování pouhýma očima „slévá“ dohromady.

Mléčná dráha je někde jasnější a jinde tmavší. Herschel (1785) si myslel, že ona tmavost odpovídá tomu, že v daném směru se prostě vyskytuje méně hvězd. Skutečnost je ale jiná — mezihvězdný prostor totiž není zcela prázdný, obsahuje řídká, ale obrovská oblaka prachu a plynu, která účinně pohlcují světlo hvězd v pozadí. Absorbovanou energii potom vyzařují zejména v podobě infračervených fotonů (oblaka jsou chladnější než hvězdy), ty však nejsou pro oko viditelné.

Skutečnou strukturu Galaxie není snadné rozpoznat. Teprve Shapley (1917) z radiálních rychlostí kulových hvězdokup odvodil, že střed Galaxie není poblíž Slunce, ale daleko ve směru souhvězdí Štřelce. Podstatné bylo měření dopplerovských posuvů rádiového záření o vlnové délce 21 cm, na které emitují atomy vodíku při kvantovém přechodu mezi antiparalelně a paralelně orientovanými spiny protonu a elektronu. Oort (1952) totiž podle nich dokázal existenci spirálních ramen.



**Obr. 3** — Fotografie celé Mléčné dráhy, pořízená s dlouhou expoziční dobou a poskládaná z 51 jednotlivých snímků. Vpravo dole je patrné Velké Magellanovo mračno. © Axel Mellinger.

## Informační tabule Galaktické stezky

---

Čtrnáct informačních tabulí Galaktické stezky je zde přetištěno v téže podobě, v jaké je vidíme na jednotlivých zastávkách. Seznamují nás s různými druhy objektů, které se v galaxiích vyskytují: s otevřenými a kulovými hvězdokupami, s emisními, reflexními a tmavými mlhovinami, s planetárními mlhovinami nebo s pozůstatky po supernovách. Stručně diskutujeme základní typy hvězd a jejich vývoj, místní skupinu galaxií a kosmologii vesmíru.

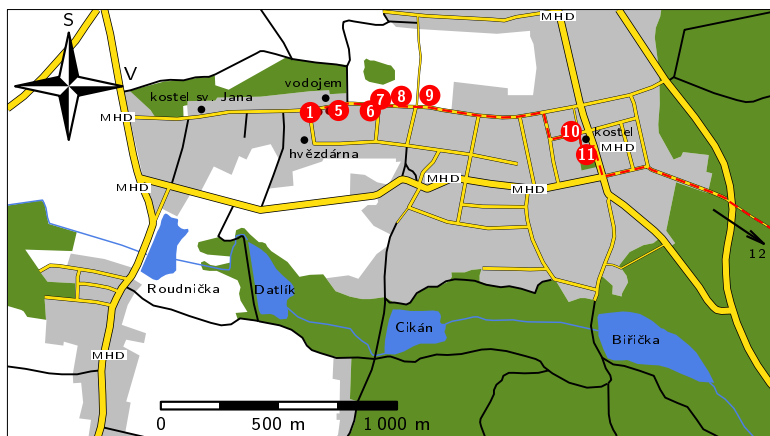
# GALAKTICKÁ STEZKA

Galaktická stezka zobrazuje jedenáct nejznámějších nebeských objektů v naší Galaxii, a navíc jednu sousední galaxii Velké Magellanovo mračno. Zvolenému měřítku 1 ku 180 biliardám (biliarda  $\cong$  milion milionů) odpovídají vzdálenosti zastávek i rozměry objektů znázorněné na informačních tabulkách.

**Celková délka naučné stezky je 9,5 kilometru.** Pro orientaci může sloužit přiložená mapa a tabulka (ty jsou i na *informačním letáku* o Galaktické stezce a v časopise *Povětrň Special S1/2007*):

<b>1</b>	Proxima Kentaura a Sírius	<i>začátek</i>	před hvězdárnou, na křižovatce s ulicí Zámeček
<b>2</b>	Hvězdotupa Plejády	23 m	v ulici Husova
<b>3</b>	Červený obr Antares	32 m	
<b>4</b>	Velká mlhovina v Orionu	84 m	naproti vodojemu
<b>5</b>	Prstencová mlhovina	120 m	
<b>6</b>	Mlhovina Trifid	270 m	za vodojemem
<b>7</b>	Krabí mlhovina	330 m	vyhlídka za Rozárkou
<b>8</b>	Hvězdotupy $\chi$ a $\eta$ Persei	390 m	
<b>9</b>	Kulová hvězdokupa M 22	540 m	vyhlídka od křižovatky ulic Hlavní a Husovy
<b>10</b>	Kulová hvězdokupa M 13	1,3 km	v Prašingerově ulici, u fary
<b>11</b>	Centrální černá díra	1,4 km	u kostela na Novém Hradci Králové (MHD)
<b>12</b>	Velké Magellanovo mračno	9,5 km	v Bělečku; po zelené, Písečnici, modré a Hradečnici

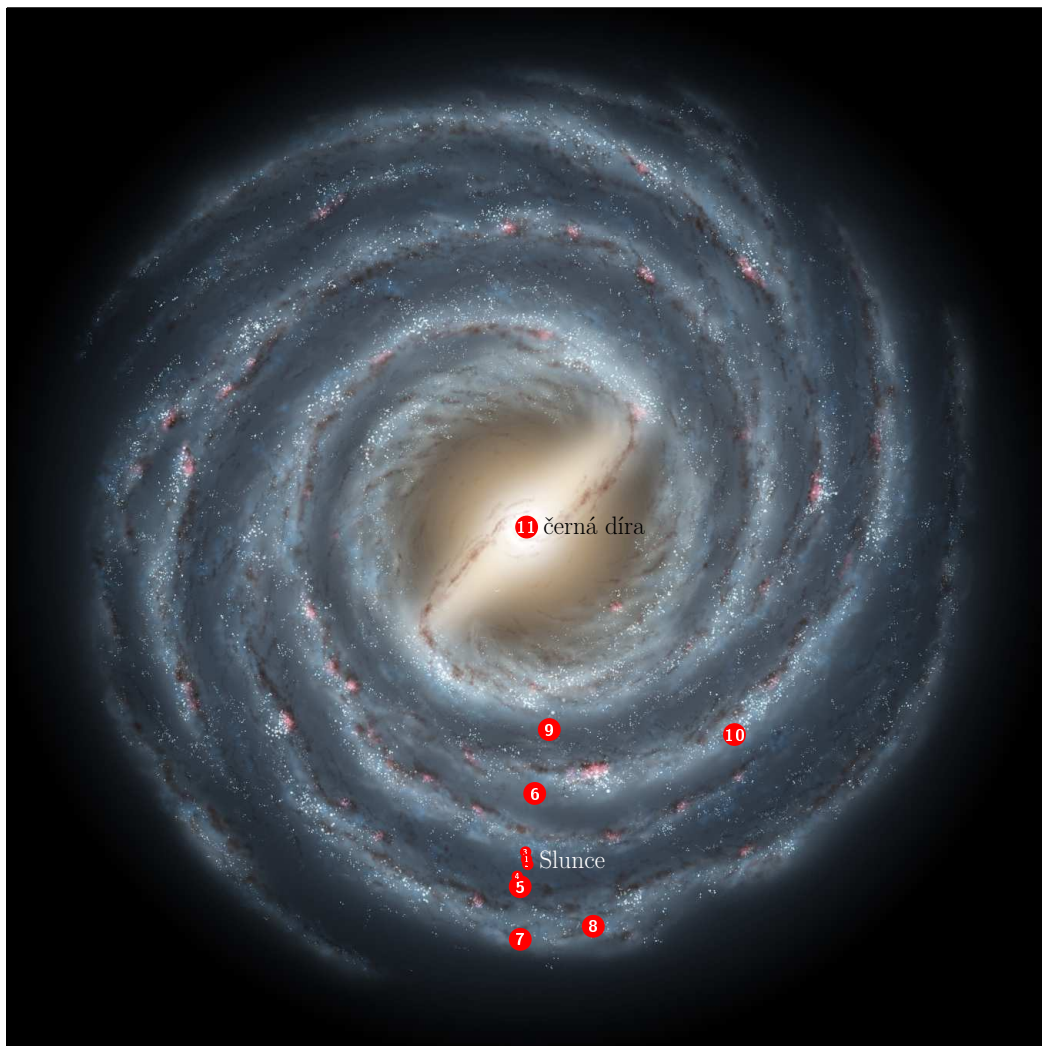
Stezka vede od hvězdárny ke kostelu na Novém Hradci Králové, podél silnice, jež je známá panoramatickými výhledy do krajiny. Procházejíce od sedmé zastávky k deváté, spatříte město Hradec Králové jako na dlani, v dále bojiště na Chlumu, Zvičínu, Krkonoše se Sněžkou, Orlické hory s Velkou Deštnou, Český ráj s Táborem, Jestřebí hory se Žaltmanem, Broumovské stěny a Ostaš atd. Od kostela pokračuje hlubokými lesy až k malebnému Bělečku (mimo mapu).



Právě objekty znázorněné na stezce často pozorujeme večer na hvězdárně. Když se díváte do 20 cm dalekohledu, mlhoviny a vzdálené hvězdokupy vypadají jako krásné *malé slabé bělavé obláčky*. Teprve na fotografiích z velkých dalekohledů vyniknou struktury a barvy (viz obrázky na tabulích).

Sluneční soustavu od Sluníčka po Neptun tu máme zmenšenou na mikroskopických 0,05 mm. Jednomu *světelnému roku* (tj. vzdálenosti, kterou světlo, letící rychlostí 300 000 km/s, urazí za 1 rok) odpovídá na stezce 5 cm. Proxima Kentaura, nejbližší cizí hvězda, vychází 23 cm daleko a Síríus, po Sluníčku druhá nejjasnější hvězda na obloze, 48 cm daleko.

Jen v naší Galaxii je přes *200 miliard hvězd*. (Mimochodem, v hromadě jemnozrnného písku o objemu 1 m<sup>3</sup> je přibližně stejný počet zrníček.) Hvězdy jsou uspořádané do *plochého disku* se středovou výdutí, příčkou a několika spirálními rameny. Oběžná doba Sluníčka je asi 250 milionů let. Galaktická stezka nás obrazně provede od Sluníčka do středu Galaxie, až k centrální superhmotné černé díře.

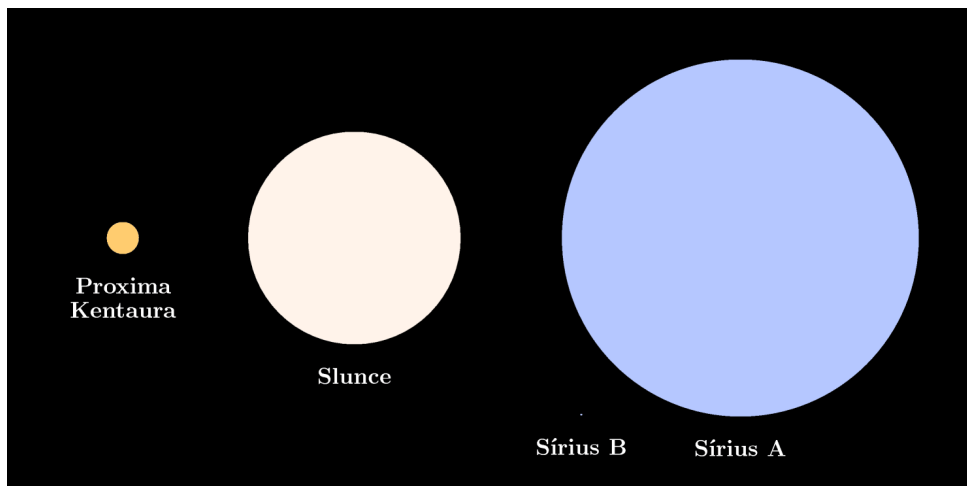


Malířova představa Mléčné dráhy viděné „zhora“; struktury odpovídají pozorováním Spitzerovým kosmickým dalekohledem. © R. Hurt (SSC), JPL/Caltech, NASA.

Hvězdných ostrovů, podobných jako ten náš, je ve vesmíru velmi mnoho, řádově 10<sup>13</sup>. O několika sousedních galaxiích se zmiňujeme na zastávce č. 9; tu nejjasnější, Velké Magellanovo mračno, můžeme navštívit na vzdálenější zastávce č. 12.

# 1 GALAKTICKÁ STEZKA

## Proxima Kentaura a Sírius

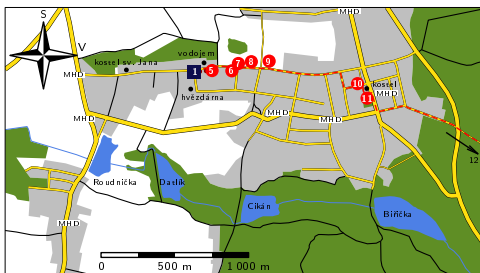


Porovnání velikostí a barev Slunce, Proximy Kentaura, Síria A a Síria B.

Proxima není pozorovatelná pouhým okem, nadvzory své blízkosti. Je totiž *červeným trpaslíkem* — málo hmotnou hvězdou s povrchovou teplotou 3 500 K [kelvinů] a svítivostí desetitisíckrát menší než Sluníčko. Probíhají na ní rozsáhlé magnetické erupce. 90 % všech hvězd ve vesmíru jsou takoví červení trpaslíci. Proxima není osamocená, ale obíhá okolo jasné dvojhvězdy Toliman; oddělují je na obloze  $2^\circ$ . Bohužel z Evropy nejsou viditelné, byvše schované za Zeměkouli.

Sírius je naopak hmotnější a svítivější než Sluníčko. Jeho povrchová teplota dosahuje 10 000 K, takže se jeví namodralý. Má pozoruhodného průvodce: *bílého trpaslíka* (8,68 mag [magnitudy]), který jej obíhá jednou za 50 roků, po elipse s velkou poloosou 20 AU [astronomických jednotek]. Byl objeven nepřímo z měření vlnitého pohybu Síria na obloze FRIEDRICHEM BESSELEM v roce 1844; teprve v roce 1862 jej přímo potvrdil ALVAN CLARK. Jeho hmotnost je srovnatelná se Sluníčkem a průměr se Zemí; tvoří jej degenerovaný plyn mající obrovskou hustotu (hmotnost  $1 \text{ cm}^3$  jeho látky je 100 kg).

souhvězdí	Kentaur a Velký pes
viditelnost	Proxima nikdy, Sírius v zimě
vzdálenost	4,22 a 8,58 světelných roků
rozměr	0,15 a 1,68 průměru Slunce
označení	$\alpha$ Centauri C, V645 Cen; Pří hvězda, $\alpha$ CMA, HD 48915
souřadnice	$\alpha = 14 \text{ h } 30'$ , $\delta = -62^\circ 41'$ $\alpha = 6 \text{ h } 45'$ , $\delta = -16^\circ 43'$
hvězdná velikost	11,05 mag a $-1,47$ mag
úhlová velikost	0,001" a 0,005"
rok objevu	1915 ( $\alpha$ Cen C)
objevitel	Robert Innes, Jižní Afrika



Měřítko stezky je 1 : 180 biliardám. Následující objekt je 440 sv. r. daleko, tj. 23 m na stezce.

# 2 GALAKTICKÁ STEZKA

## Hvězdokupa Plejády

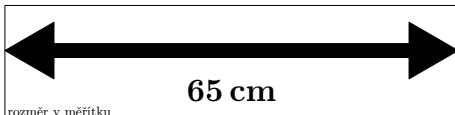


Plejády a prachová mlhovina v popředí. © R. Gendler.

Plejády neboli Kuřátka jsou po Hyádách druhou nejjasnější *otevřenou hvězdokupou* na obloze. Jsou známé od pradávna, zmiňuje je už v 7. století př. n. l. **HOMÉR** ve své *Íliadě*. Obsahují na 500 hvězd, z toho deset můžeme rozlišit pouhým okem. Jejich jména jsou („zleva“): Pleione, Atlas, Alcyone, Merope, Asterope, Maia, Taygeta, Electra a Celaeno.

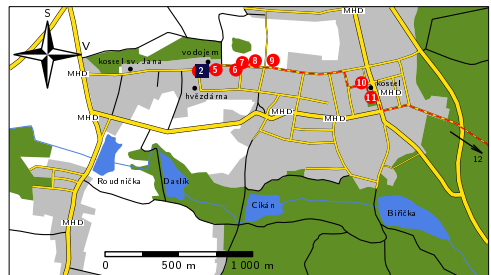
Otevřené hvězdokupy jsou skupinami mladých hvězd, lze to poznat z barev hvězd a modelů hvězdného vývoje, které nám říkají, že *hmotné hvězdy svítí jasně, namodrale a žijí krátkou dobu*. Plejády takové hvězdy obsahují a jejich stáří je pouhých 100 milionů roků. Prachová mlhovina je v popředí a zdá se, že s hvězdokupou přímo nesouvisí, pouze ji hvězdy Plejád osvětlují.

Naše Slunce bylo kdysi též členem nějaké hvězdokupy, ale ta už se dávno rozpadla a její hvězdy se rozptýlily mezi ostatní hvězdy v Galaxii.



rozměr v měřítku

souhvězdí	Býk
viditelnost	v zimě večer a na podzim ráno
vzdálenost	440 světelných roků
rozměr	12 světelných roků
označení	Kuřátka, M 45, Melotte 22
souřadnice	$\alpha = 3\text{ h }47'$ , $\delta = +24^\circ 7'$
hvězdná velikost	1,6 magnitudy
úhlová velikost	110'
rok objevu	?
objevitel	?



Měřítko stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 164 sv. r. daleko, tj. 9 m na stezce.



# 3 GALAKTICKÁ STEZKA

## Červený obr Antares



Antares (vlevo nahoře), kulová hvězdokupa M 4 a mlhoviny v okolí  $\theta$  Ophiuchi.  
© J. Ballauer, A. Block, NOAO/AURA/NSF.

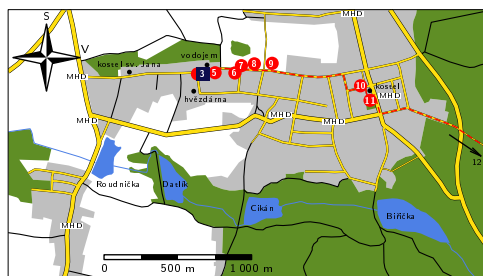
Antares, patří mezi největší hvězdy ve vesmíru — *červené obry*. Sice má nízkou povrchovou teplotu 3 500 K, ale při obrovské ploše vyzařuje 10 tisíc krát více energie než Sluníčko. Antares není kulatý, ale „šišatý“, to kvůli silným konvektivním proudům v řídké obálce. Načervenalou barvou se podobá Marsu, ale vzhledem k tomu, že u nás vychází jen nízko nad obzor, *neklid vzduchu* často způsobuje, že zdánlivě mění barvu a bliká. Koutček hvězdy lze rozpoznat jen největšími dalekohledy s adaptivní optikou. Antares má slabšího průvodce (6,8 mag), který se na obloze promítá 3,4'' od něj.

Za asi 5 miliard roků, až spotřebuje zásoby vodíku v jádře, se Sluníčko změní na červeného obra, což bude zřejmě znamenat zánik Merkuru, Venuše a možná i Země. Termonukleární reakce budou pokračovat slučováním jader atomů hélia na jádra atomu uhlíku.

**0,005 mm**

rozměr v měřítku

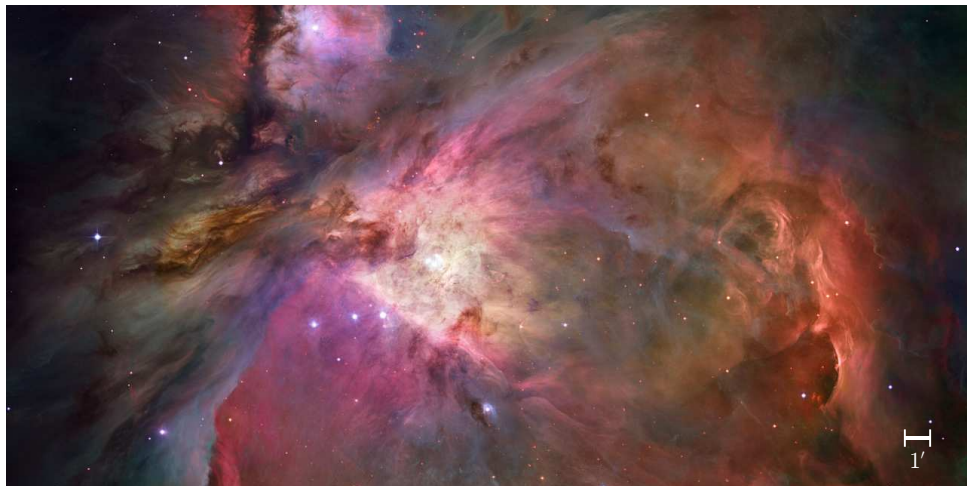
souhvězdí	Štír
viditelnost	v létě
vzdálenost	604 světelných roků
rozměr	660 průměrů Slunce
označení	$\alpha$ Scorpii, 21 Sco, HD 148478
souřadnice	$\alpha = 16\text{ h }29'$ , $\delta = -26^\circ 26'$
hvězdná velikost	1,09 magnitudy
úhlová velikost	0,03''
rok objevu	známý ve starověku
objevitel	?



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 996 sv. r. daleko, tj. 52 m na stezce.

# 4 GALAKTICKÁ STEZKA

## Velká mlhovina v Orionu



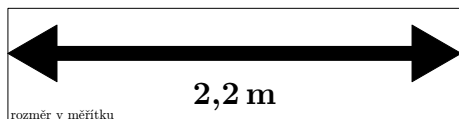
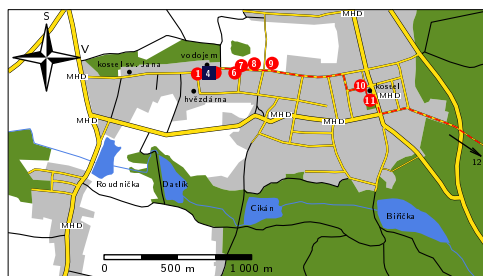
Velká mlhovina v Orionu snímána kamerou ACS Hubblova kosmického dalekohledu a 2,2 m dalekohledem ESO na La Silla. © NASA, ESA, M. Robberto.

V katalogu CHARLESE MESSIERA má tato mlhovina pořadové číslo 42. Dnes víme, že jde o oblast, kde se právě tvoří nové hvězdy z oblaku chladného tmavého mezihvězdného plynu a prachu. Na mlhovinu se musíme dívat jako na dutinu v oblaku, ve které vznikly mladé hvězdy. Nejjasnější z hvězd excitují ultrafialovým zářením atomy plynu „na stěnách“, jenž při návratech na nižší energetické hladiny vysílají viditelné světlo.

Pozoruhodným objektem je *Trapez* — čtyřhvězda, jejíž složky mají srovnatelné vzájemné vzdálenosti. Taková konfigurace je totiž gravitačně nestabilní a hvězdy se v budoucnosti rozptýlí. Největšími dalekohledy lze pozorovat *protoplanetární disky*. (V našem měřítku mívají průměry řádově 0,1 mm.) Nejspíš v nich právě vznikají hvězdy s planetárními systémy.

Před 4,56 miliardami let to zřejmě na místě naší sluneční soustavy vypadalo podobně.

souhvězdí	Orion
viditelnost	v zimě večer a na podzim ráno
vzdálenost	1 600 světelných roků
rozměr	40 světelných roků
označení	M 42, NGC 1976
souřadnice	$\alpha = 5\text{ h }35'$ , $\delta = -5^\circ 27'$
hvězdná velikost	4,0 magnitudy
úhlová velikost	85'
rok objevu	1610
objevitel	Nicholas-Claude Fabri, Francie



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 700 sv. r. daleko, tj. 37 m na stezce.

# 5 GALAKTICKÁ STEZKA

## Prstencová mlhovina



M57 snímána 0,5 m reflektorem s kamerou SBIG ST-10XME. © A. Block, NOAO/AURA/NSF.

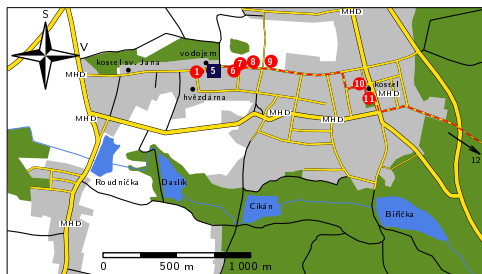
Mlhovina M 57 má tvar prstence, v jehož středu je slabá hvězdička (14,7 mag). Rozpíná se o 1" za století, čemuž odpovídá rychlost 20 až 30 km/s. Úhlovou velikostí na obloze připomíná planety, proto hovoříme o *planetární mlhovině*.

Pozorování si vysvětlujeme tak, že před 10 000 roky zde byl pulzující červený obr, který se stal nestabilní a odvrhnul svou obálku. Dnes ji vidíme jakožto skoro kulově symetrickou vrstvu zářícího plynu. Po původní hvězdě zůstalo obnažené uhlíkové jádro, které se jeví jako bílý trpaslík. Mlhovina je přechodný úkaz, který za několik dalších desítek tisíc roků nebude vidět, až se horký plyn rozptýlí, ochladí a rekombinuje.

Obdobný osud čeká i Sluníčko, za 6 až 7 miliard roků z něj zůstane jen bílý trpaslík. Za mnoho dalších miliard roků vychladne a stane se černým trpaslíkem.



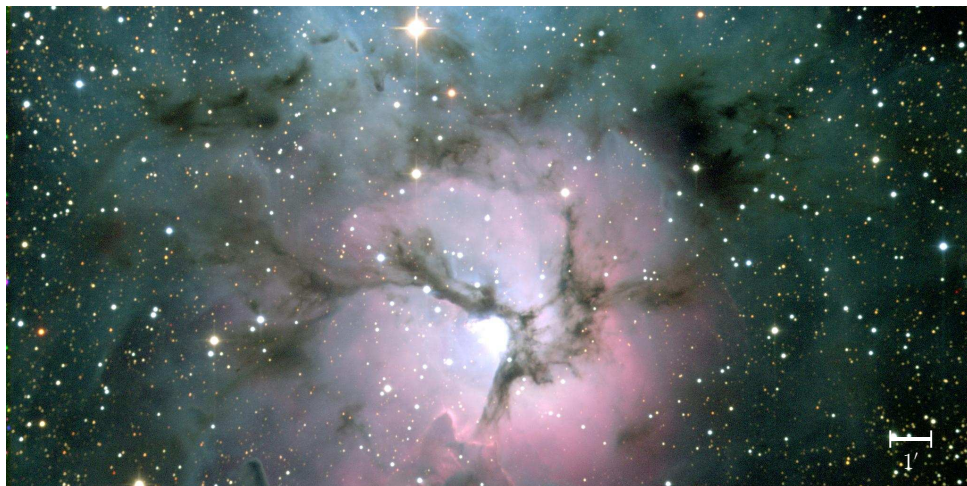
souhvězdí	Lyra
viditelnost	od jara do podzimu
vzdálenost	2300 světelných roků
rozměr	1,5 světelných roků
označení	M57, NGC 6720
souřadnice	$\alpha = 18\text{ h }54'$ , $\delta = +33^\circ 2'$
hvězdná velikost	8,8 magnitudy
úhlová velikost	1,4'
rok objevu	1779
objevitel	Antoine Darquier, Francie



Měřítko stezky je 1 : 180 biliardám. Následující objekt je 2900 sv. r. daleko, tj. 151 m na stezce.

# 6 GALAKTICKÁ STEZKA

## Mlhovina Trifid



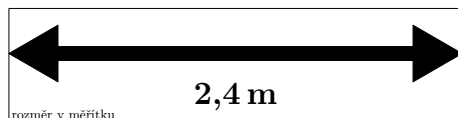
Trifid 0,9 m dalekohledem KPNO. © T. Boroson, NOAO/AURA/NSF.

Trifid je jedním z nejkrásnějších nebeských objektů vůbec. Jméno má od **JOHNA HERSCHELA**, který jím vyjádřil, že mlhovina je tmavými pásy rozdělena na tři díly. Mlhovinu vidíme hlavně díky jasné horké hvězdě uprostřed. Načervenalá část mlhoviny je *emisní* (podobná jako M 42) a namodralá *reflexní* (podobná jako u Plejád).

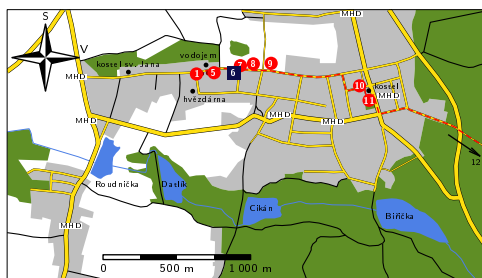
Rozložíme-li světlo mlhoviny na jednotlivé barvy, vidíme v prvním případě čarové spektrum, což odpovídá záření horkého řídkého plynu:



Ve druhém případě (dál od hvězdy, kde UV záření hvězdy už nestačí vybudit atomy plynu) vidíme spojité spektrum s absorpčními čarami, stejné spektrum jako má hvězda, protože její světlo rozptylují zrníčka prachu:



souhvězdí	Střelec
viditelnost	v létě
vzdálenost	5 200 světelných roků
rozměr	42 světelných roků
označení	M 20, NGC 6514, Collinder 360
souřadnice	$\alpha = 18 \text{ h } 3'$ , $\delta = -23^\circ 2'$
hvězdná velikost	9,0 magnitudy
úhlová velikost	28'
rok objevu	1764
objevitel	Charles Messier, Francie



Měřítko stezky je 1 : 180 biliardám. Následující objekt je 1 100 sv. r. daleko, tj. 57 m na stezce.

# 7 GALAKTICKÁ STEZKA

## Krabí mlhovina

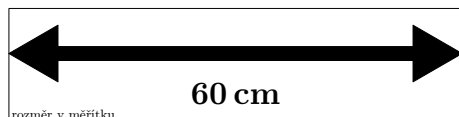
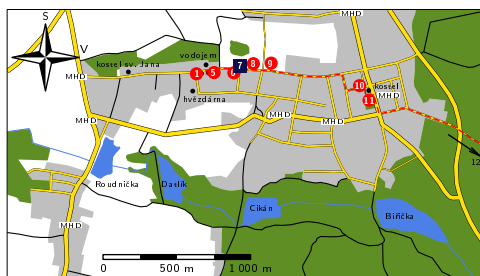


Krabí mlhovina snimaná 8m dalekohledem VLT Kueyen. © ESO.

Mlhovina Messier 1 svojí strukturou připomíná Kraba, odtud její pojmenování, které jí dal LORD ROSSE v roce 1840. Mlhovina se rozpíná rychlostí asi 1500 km/s a slabá hvězdička CM Tauri uprostřed (ta vpravo dole z těsné dvojice) vysílá rádiové, optické i rentgenové pulzy s periodou 2 milisekundy. V roce 1054 na tomto místě několik týdnů zářila jasná hvězda, kterou čínští astronomové pozorovali i ve dne.

Vysvětlujeme si to takto: v roce 1054 zde vybuchla *supernova* typu II — uvnitř hmotné hvězdy po syntéze jader železa ustaly nukleární reakce, jádro se gravitací smrštilo, vznikla neutronová hvězda o průměru 10 km a přitom dvakrát hmotnější než Slunce. Rychlé otáčení neutronové hvězdy jednou za 2ms a silné magnetické pole  $10^4$  T [tesla] generují zmiňované pulzy. Obálka původní hvězdy byla rozmetána rázovými vlnami a dala vzniknout Krabí mlhovině. Do mezihvězdného prostoru se tak dostaly těžší prvky, které hvězda během svého života vytvořila.

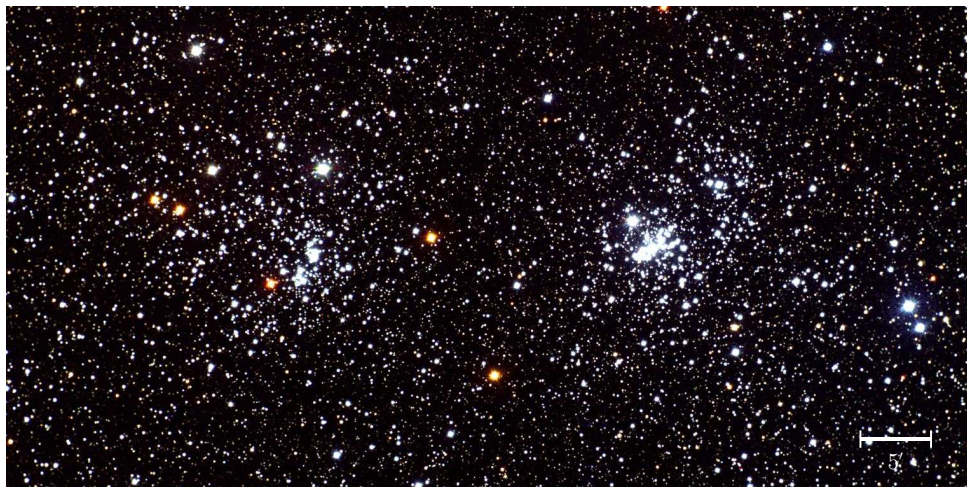
souhvězdí	Býk
viditelnost	v zimě večer a na podzim ráno
vzdálenost	6300 světelných roků
rozměr	11 světelných roků
označení	M 1, NGC 1952, SN 1054A
souřadnice	$\alpha = 5\text{ h }35'$ , $\delta = +22^\circ 1'$
hvězdná velikost	8,4 magnitudy
úhlová velikost	6'
rok objevu	1731
objevitel	John Bevis, Anglie



Měřítko stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 1100 sv. r. daleko, tj. 57m na stezce.

# 8 GALAKTICKÁ STEZKA

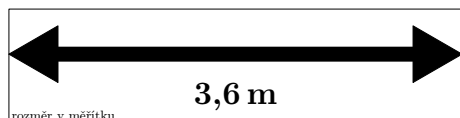
## Hvězdotupy $\chi$ a $h$ Persei



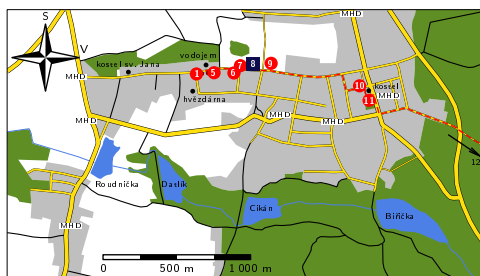
Dvojitá hvězdotkupa  $\chi$  a  $h$  Persei dalekohledem Burrell Schmidt na Kitt Peak.  
© N. A. Sharp, NOAO/AURA/NSF.

Dvojice mlhavých obláčků viditelných pouhým okem kousek pod Kasiopeou je pravděpodobně známá od dávnověku; první písemnou zmínku máme od HIPPARCHA z roku 130 př. n. l. Pohled dalekohledem prozradí, že jde o hvězdotkupy obsahující přibližně 300 a 350 hvězd. Jejich stáří je měřeno jen na několik milionů let, jsou tedy ještě mladší než Plejády. Hvězdotkupy letí směrem k nám rychlostí 20 km/s.

Celkový počet otevřených hvězdotkup v Galaxii se odhaduje na 10 000; soustřeďují se v galaktické rovině. Jejich rozložení je obdobné jako u *velkých molekulárních oblaků*. Tato rozlehlá oblaka jsou velmi chladná (jen 10 K), takže prakticky nesvítí viditelným světlem. Lze je však odhalit, protože občas zakrývají hvězdy v pozadí a protože molekuly vodíku září v rádiovém oboru na vlnové délce 21 cm.



souhvězdí	Perzeus
viditelnost	po celý rok
vzdálenost	7 400 světelných roků
rozměr	65 světelných roků
označení	NGC 884 a NGC 869
souřadnice	$\alpha = 2\text{ h } 22'$ , $\delta = +57^\circ 7'$
hvězdná velikost	4,4 mag a 4,3 mag
úhlová velikost	30'
rok objevu	?
objevitel	?



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 3 000 sv. r. daleko, tj. 157 m na stezce.

# 9 GALAKTICKÁ STEZKA

## Kulová hvězdokupa M 22



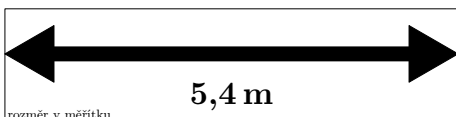
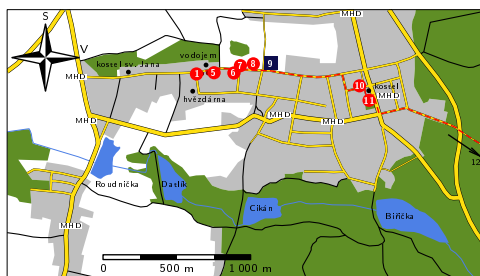
M 22 na snímku dalekohledem Centurion 18 s kamerou SBIG ST-2000. © Astroworks.

M 22 je jednou z nejbližších a nejjasnějších kulových hvězdokup. Ve hvězdokupě je řádově větší koncentrace hvězd než v okolí našeho Sluníčka. Kdybychom byli uprostřed, pozorovali bychom na obloze stovky hvězd jasných jako Měsíc v úplňku a vlastně bychom neznali noc.

Kulové hvězdokupy obsahují hvězdy staré přes 13 miliard roků. Po *Velkém třesku*, před  $(13,7 \pm 0,2)$  miliardami let, pravděpodobně vznikly příliš hmotné hvězdy, rychle zanikly jako supernovy a z jejich zbytků se vytvořila druhá generace hvězd, kterou dnes vidíme v kulových hvězdokupách. Naše Sluníčko je až hvězdou třetí generace.

Rozhlédněme se do dále, mimo naši Galaxii, kde se nacházejí sousední galaxie. 150 metrů velká trpasličí galaxie Sochař by byla v obci Černožice. Na Černé hoře je další trpasličí galaxie Leo I. Velká galaxie v Andromedě M 31 (nejvzdálenější objekt viditelný pouhým okem na obloze) vychází v tomto měřítku zhruba do Ostravy.

souhvězdí	Střelec
viditelnost	v létě
vzdálenost	10 400 světelných roků
rozměr	100 světelných roků
označení	M 22, NGC 6656
souřadnice	$\alpha = 18 \text{ h } 36'$ , $\delta = -23^\circ 54'$
hvězdná velikost	5,1 magnitudy
úhlová velikost	32'
rok objevu	1665
objevitel	Abraham Ihle, Německo



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 14 700 sv. r. daleko, tj. 768 m na stezce.

# 10 GALAKTICKÁ STEZKA

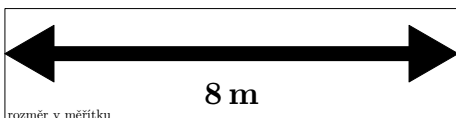
## Kulová hvězdokupa M 13



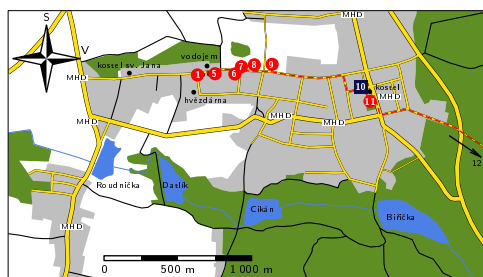
Hvězdokupa M 13 na digitalizovaném snímku z Palomar Sky Survey. © STScI.

M 13 je velmi populární hvězdokupou; v roce 1974 k ní byl dokonce vyslán rádiový vzkaz mimozemským civilizacím, ale případnou odpověď můžeme čekat až za 50 000 roků. Hvězdokupa obsahuje asi půl milionu hvězd. Pohybují se tak, že pomalu kmitají přes střed.

V Galaxii máme 150 kulových hvězdokup (plus 10 až 20 dosud neobjevených). Jsou rozptýlené v galaktickém halo, kulové složce Galaxie, a nesoustřeďují se v rovině disku. Podle rychlostí obíhání hvězd v galaxiích soudíme, že galaxie obsahují *temnou hmotu*, která vůbec nesvítí, ale působí gravitační přitažlivostí. Dokonce jí je 10krát více než normální látky, jež tvoří všechny hvězdy, planety, mezihvězdný plyn a prach atd. Z celkového chemického složení baryonické látky ( $3/4$  vodíku,  $1/4$  hélia) a kosmologických modelů vesmíru navíc můžeme odvodit, že temná hmota jistě nejsou protony, neutrony nebo elektrony v jakékoli podobě. Je to prostě velká záhada.



souhvězdí	Herkules
viditelnost	na jaře a v létě
vzdálenost	25 100 světelných roků
rozměr	145 světelných roků
označení	M 13, NGC 6205
souřadnice	$\alpha = 16\text{ h }42'$ , $\delta = +36^\circ 28'$
hvězdná velikost	5,8 magnitudy
úhlová velikost	20'
rok objevu	1714
objevitel	Edmond Halley, Anglie

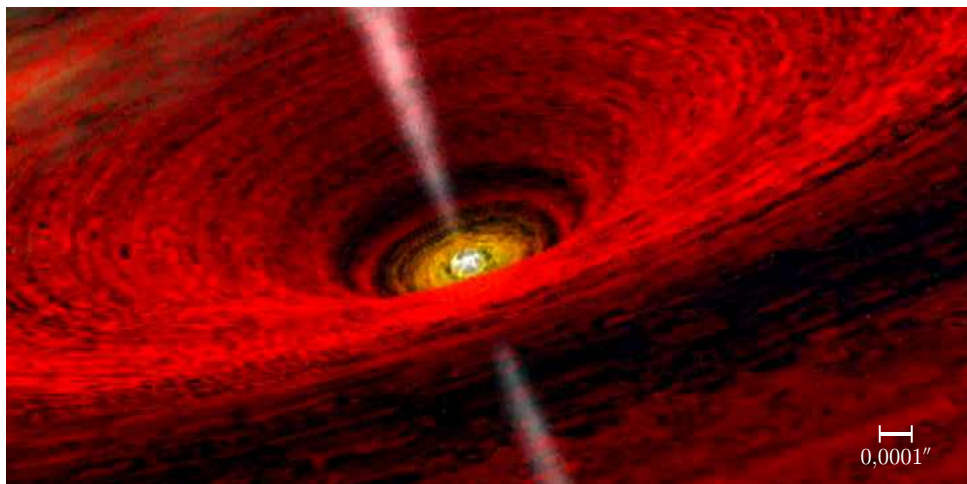


Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Následující objekt je 900 sv. r. daleko, tj. 47 m na stezce.



# 11 GALAKTICKÁ STEZKA

## Centrální černá díra



Malířova představa akrečního disku okolo centrální černé díry. © NASA.

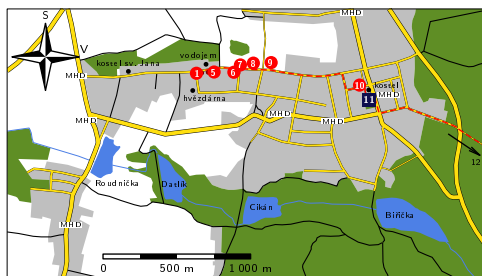
Ve středu naší Galaxie se nachází supermasivní černá díra o hmotnosti 3,7 milionu Sluncí. Černá díra je objekt, který svou přitažlivostí deformuje prostorčas natolik, že z určité oblasti nemůže uniknout nic, ani světlo. Objekt proto vůbec nesvítlí.

Černé díry byly předpovězené obecnou teorií relativity již na začátku 20. století. Definitivní potvrzení jejich existence však přišlo až v roce 2002, kdy dalekohledy Keck a VLT pozorovaly obíhání hvězd okolo našeho galaktického centra, z čehož bylo možné přesně vypočítat hmotnost centra a horní hranici jeho rozměru. Jedna z pozorovaných hvězd je v našem měřítku od centra 1 mm daleko, oběhne ho jednou za 15 roků a létá přítom rychlostí až 5 000 km/s.

Látka padající do černé díry okolo ní vytváří *akreční disk*. V těsném okolí díry obíhá rychlostí dosahující až téměř rychlosti světla a intenzivně září; projevem je rádiový zdroj Sagittarius A.

~ 0  
rozměr v měřítku

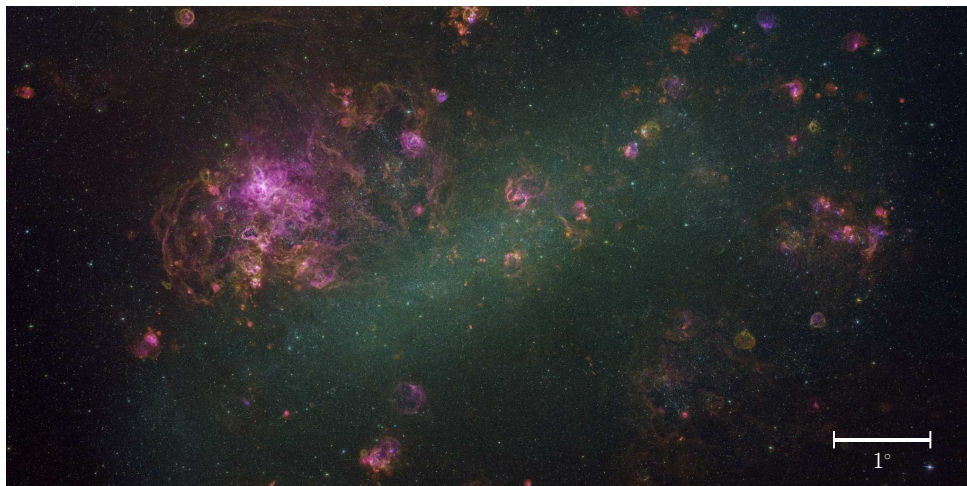
souhvězdí	Střelec
viditelnost	v létě
vzdálenost	26 000 světelných roků
rozměr	10 milionů km
označení	Sagittarius A
souřadnice	$\alpha = 17\text{ h }45'$ , $\delta = -28^\circ 48'$
hvězdná velikost	$\infty$ (není pozorovatelná přímo)
úhlová velikost	0,00001''
rok objevu	2002
objevitel	A. Ghezová aj., R. Schödel aj.



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Začíná u hvězdárny; poslední 12. zastávka je až v Bělečků, 8 km daleko po zelené turistické značce, pak po neznačené asfaltové Písečnické, modré a Hradečnické.

# 12 GALAKTICKÁ STEZKA

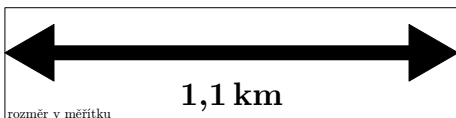
## Velké Magellanovo mračno



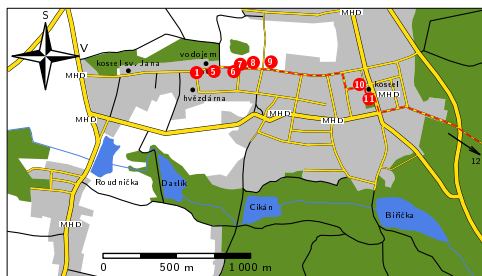
Velký Magellanův oblak na snímku 0,9 m dalekohledem systému Curtis-Schmidt na Cerro Tololo. © C. Smith, S. Points, MCELS Team, NOAO/AURA/NSF.

Velké Magellanovo mračno je nápadný objekt na jižní obloze. Pro Evropany jej objevil v roce 1519 FERNÃO DE MAGALHÃES, mořeplavec vedoucí výpravu, jež první obeplula Zemi. Jedná se o sousední menší nepravidelnou galaxii, která obíhá naši velkou spirální Galaxii. Obsahuje obdobné objekty, jaké jsme poznali v naší Galaxii: hvězdy, hvězdokupy, mlhoviny (viz například krásnou NGC 2070, zvanou *Tarantula*) atd.

Prakticky všechny galaxie (mimo místní skupinu) se od nás vzdalují; jejich spektra totiž vykazují červené dopplerovské posuvy. Jev si vysvětlujeme jako *rozpínání prostoročasu*. Měření vzdáleností supernov typu Ia navíc prokazuje, že se toto rozpínání zrychluje, což znamená, že ve vesmíru působí cosi odpudivě, záporným tlakem. Tuto prozatím neznámou substanci nazýváme *temná energie*, a víme, že tvoří  $\frac{3}{4}$  celkové hmotnosti a energie vesmíru.



souhvězdí	Mečoun a Tabulová hora
viditelnost	nevychází nad obzor
vzdálenost	163 000 světelných roků
rozměr	20 000 světelných roků
označení	LMC
souřadnice	$\alpha = 5 \text{ h } 24'$ , $\delta = -69^\circ 45'$
hvězdná velikost	0,9 magnitudy
úhlová velikost	$10^\circ$
rok objevu	?
objevitel	?



Měřítka stezky je 1 : 180 miliardám. Začíná u hvězdárny a končí zde v Bělečku; předchází 11. zastávka je u kostela na Novém Hradci Králové.



**Obr. 4** — Krychle s jemnozrnným pískem, obsahující řádově 100 miliard zrníček, což odpovídá počtu hvězd v naší Galaxii.



**Obr. 5** — Model červeného nadobra Antara v podobě špičky hrotu na zastávce číslo 3.



**Obr. 6** — Model Prstencové mlhoviny vyrobený z plexiskla, umístěný na zastávce číslo 5.





**Obr. 7** — Zastávka číslo 6, emisní a reflexní mlhovina M 20 Trifid. V dále je vidět hřeben Orlických hor.



**Obr. 8** — Zastavení číslo 11, centrální černá díra, umístěné u zastávky hromadné dopravy na Novém Hradci Králové.



**Obr. 9** — Konec Galaktické stezky v Bělčce. Velké Magellanovo mračno by v měřítku bylo veliké asi jako celá obec.