

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky



Astronomické modely v programu Geogebra

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:	Mikuláš Konečný
Studijní program:	B0114A110003 / Fyzika pro vzdělávání
Studijní obor:	1701R003 / Fyzika pro vzdělávání maior 1407R006 / Chemie pro vzdělávání minor
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
Rok:	2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne podpis bakaláře

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora	Mikuláš Konečný
Název práce	Astronomické modely v programu Geogebra
Typ práce	Bakalářská
Pracoviště	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
Rok obhajoby	2023
Abstrakt	Cílem práce je vytvořit 3D modely 10 souhvězdí noční oblohy, které budou respektovat skutečné vzdálenosti jednotlivých hvězd v programu GeoGebra.
Klíčová slova	souhvězdí, model
Počet stran	43
Počet příloh	1
Jazyk	Český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname	Mikuláš Konečný
Titel	Astronomical models in the Geogebra program
Type of thesis	Bachelor
Department	Department of experimental physics
Supervisor	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
The year of presentation	2023
Abstract	The aim of this thesis is to create 3D models of ten stellar constellations, with respect to their distances amongst individual stars, using GeoGebra software.
Keywords	constellation, model
Number of pages	43
Number of appendices	1
Language	Czech

Obsah

Úvod	6
1 Souřadné soustavy a přepočten souřadnic	8
1.1 Obzorníkové (azimutální) souřadnice	8
1.2 Rovníková (ekvatoriální) soustava II. druhu	9
1.3 Přepočten souřadnic	11
2 Použité softwarové nástroje	12
2.1 Stellarium	12
2.2 Práce v programu Stellarium	12
2.3 GeoGebra	13
2.4 Práce v programu GeoGebra	13
3. Souhvězdí	14
3.1 Delfín	14
3.2 Vozka	16
3.3 Rys	18
3.4 Orel	20
3.5 Váhy	22
3.6 Andromeda	23
3.7 Pastýř	25
3.8 Lev	27
3.9 Malý medvěd	29
3.10 Panna	32
Závěr	35
Reference	36
Příloha č. 1: Obrázky vytvořených modelů	39

Úvod

Problematikou mylných představ o prostorovém rozložení vesmírných těles, se zabývalo mnoho autorů. Jeden z nich, Urban Eriksson tvrdí, že astronomie může být pro studenty náročná z důvodu nedostatečného chápání vícerozměrnosti vesmíru, především při přenášení poznatků z dvourozměrných (2D) reprezentací do trojrozměrné (3D) reality [34].

Na problém s přechodem od dvourozměrné plochy do trojrozměrného prostoru můžeme snadno narazit při pohledu na noční oblohu. Může se nám zdát, že všechna souhvězdí a hvězdy leží na stejné lehce zakřivené ploše, a nacházejí se ve stejné vzdálenosti od Země, nic však nemůže být dále od pravdy. Ve skutečnosti jsou souhvězdí pouhé pomocné útvary, které nám rozdělují oblohu na menší části a usnadňují tak orientaci na obloze. Mezinárodní astronomická unie uznává 88 souhvězdí, z nichž každé obsahuje hvězdy vymezující základní tvar souhvězdí a všechny další objekty v dané oblasti oblohy, které se podobně jako hvězdy v souhvězdí nenachází v jedné rovině, ale jsou od nás různě vzdálené v prostoru.

Důležitost dobrého prostorového vnímání a myšlení ve výuce astronomie je nesporná a výzkumy potvrdily, že zapojení prostorových modelů do výuky astronomie pomáhá studentům ve zlepšení jejich prostorového myšlení a porozumění některých astronomických jevů [35]. V posledních letech se učitelé snaží vštěpovat studentům správnou představu o prostorovém rozložení vesmírných těles, ať už pomocí fyzických prostorových modelů [36], či těch virtuálních.

Cílem této bakalářské práce je přispět ke snahám o zlepšení prostorové představy o vesmíru a o prostorovém rozložení objektů v něm. V rámci této práce bylo vytvořeno deset 3D modelů souhvězdí, pomocí programu Geogebra, v jehož on-line verzi jsou veřejně přístupné. Tyto modely jsou také elektronickou přílohou práce.

V první kapitole této práce jsou připomenuty základní pojmy z oblasti astronomie a astrofyziky, probrány základní souřadnicové soustavy využívané v astronomii, zejména pak rovníková soustava 2. druhu, v níž jsou často uváděny souřadnice nebeských objektů v astronomických katalozích a astronomických programech. Dále je uveden postup přechodu rovníkovými a kartézskými souřadnicemi, které byly použity pro sestavení již zmíněných trojrozměrných modelů souhvězdí. Ve druhé kapitole jsou stručně představeny použité programy a jejich využití v této práci. Třetí, nejobsáhlejší kapitola je věnována 10 modelovaným souhvězdím. U každého souhvězdí jsou vždy v tabulce uvedeny vzdálenost, rektascenze a deklinace vybraných nejvýznamnějších hvězd i jejich přepočty na kartézské

souřadnice. Kde je to možné, jsou připomenuty mýty a báje spojené s daným souhvězdím nebo zajímavé objekty (např. mlhoviny), které lze v oblasti souhvězdí pozorovat.

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Mgr. Lukáši Richterovi, Ph.D za odborné vedení a konzultování bakalářské práce, a hlavně za veškerý čas, který této práci věnoval.

1 Souřadné soustavy a přepočít souřadnic

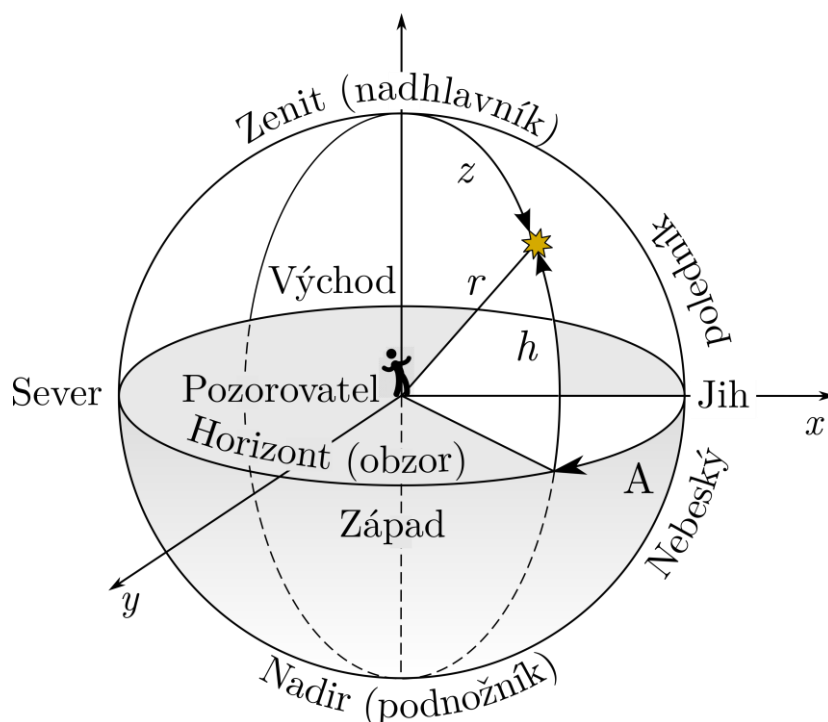
V astronomii je nezbytné dokázat popsat polohu objektu na nebeské sféře z místa pozorovatele, což je ve většině případů nějaké konkrétní místo na Zemi. Protože většinou zjišťujeme úhly mezi dvěma směry, je výhodné použít nějaký typ sférické soustavy souřadnic. V nich je nutné definovat počátek soustavy, dva různé základní směry a způsob, jímž budeme určovat dvě úhlové souřadnice (třetí souřadnicí je vzdálenost objektu od počátku). Nejčastěji se můžeme setkat s obzorníkovými souřadnicemi a rovníkovými souřadnicemi druhého druhu, které si dále popíšeme [30].

1.1 Obzorníkové (azimutální) souřadnice

Jedná se o sférický topocentrický¹ souřadnicový systém, jehož základní rovinou je rovina tečná s místem pozorování na povrchu Země, která protíná s nebeskou sférou kružnicí, které se říká místní horizont nebo také obzor. Základní směr (směr osy x) je dán průsečnicí místního horizontu a roviny místního nebeského poledníku, tzv. meridiánu, v jižním směru. Meridián je kružnice, která prochází zenitem (nadhlavník), nadírem (podnožník) a oběma nebeskými póly. Osa y směřuje k západnímu bodu obzoru, soustava je tedy levotočivá.

Poloha objektu je v této soustavě určena dvěma úhlovými souřadnicemi, kterými jsou azimut A a výška nad obzorem h . Azimut se měří od základního směru na západ a udává úhel, který spolu svírá vertikál (kružnice procházející zenitem a nadírem) procházející nebeským objektem, a meridián. Výška nad obzorem h (elevace) nám udává úhel mezi almukantárem (kružnice rovnoběžná s horizontem), který prochází pozorovaným bodem a obzorem. Někdy se místo výšky nad obzorem zavádí tzv. zenitová vzdálenost z , která je rovna $z = 90^\circ - h$. Osa z směřuje v této soustavě k zenitu [26, 27]. Schéma obzorníkové souřadné soustavy můžeme vidět na obrázku 1.

¹ Počátek souřadné soustavy se nachází v místě pozorovatele.



Obrázek 1: Schéma obzorníkové souřadné soustavy

1.2 Rovníková (ekvatoriální) soustava II. druhu

Jedná se o sférický, obvykle geocentrický² systém souřadnic, který získáme promítnutím zeměpisných souřadnic na nebeskou sféru. Základním bodem této souřadné soustavy je jarní bod γ , což je průsečík roviny ekliptiky a roviny světového rovníku (základní rovina této souřadné soustavy), ve kterém se nachází Slunce v den jarní rovnodennosti. Tímto bodem je určen i základní směr osy x , osa y směřuje v základní rovině, a je otočena o 90° proti směru otáčení oblohy (směrem na východ), soustava je tedy pravotočivá. Osa z míří do severního světového pólu. V této souřadné soustavě jsou zavedeny dvě souřadnice, první z nich je deklinace δ , která je obdobou zeměpisné šířky, a rektascenze α , která je obdobou zeměpisné délky [26, 27,30], čehož si můžeme všimnout na obrázku 2.

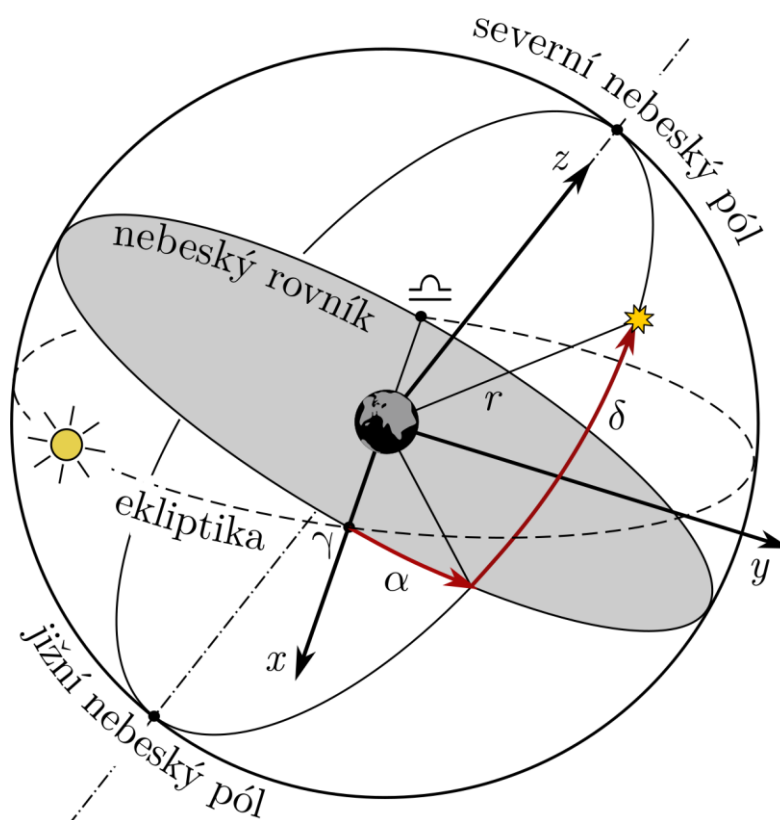
Deklinace δ je úhel, který měříme od roviny světového rovníku k tělesu. Počítá se od 0° do 90° , pro hvězdy na sever od nebeského rovníku je kladná (pro severní nebeský pól rovna $+90^\circ$), pro hvězdy na jih od nebeského rovníku pak záporná (pro jižní nebeský pól -90°). Rektascenze je úhel, který svírá rovina procházející oběma světovými póly a objektem na obloze procházející póly a jarním bodem. Během měření se nemění, měří se proti směru denního pohybu oblohy a vyjadřuje se nejčastěji v časové míře (od 0 h do 24 h),

² Počátek souřadné soustavy se nachází ve středu Země.

nebo ve stupních (od 0° do 360°) [31].

Rovníkové souřadnice se v čase mění, především díky precesi zemské osy, a je tedy nezbytné uvádět, k jakému datu se vztahují. Když budeme hledat souřadnice nebeských objektů, často u nich narazíme na poznámku „J2000“, která nám říká, že sledovaný objekt, se nacházel na obloze, na místě popsaným danými souřadnicemi na počátku roku 2000 [32].

Přestože rovníkové souřadnice II. druhu jsou v čase proměnné, jsou jejich změny v krátkém časovém úseku (například v rámci jednoho dne) téměř zanedbatelné, kdežto souřadnice obzorníkové soustavy se mění výrazně i v rámci jednoho dne.



Obrázek 2: Schéma rovníkové souřadné soustavy II. druhu

1.3 Přepočítání souřadnic

Na příkladu hvězdy Rotanev, která je nejjasnější hvězdou v souhvězdí Delfína, ukážeme přechod od rovníkových astronomických souřadnic ke kartézským souřadnicím, používaných při vytváření 3D modelů souhvězdí.

Z programu *Stellarium* jsme zjistili, že její rektascenze na počátku roku 2000 byla $\alpha = 20 \text{ h } 37 \text{ min } 34,48 \text{ s}$, deklinace je $\delta = 14^\circ 35' 44,3''$ a vzdálenost je $r = 100,88 \text{ ly}$. Než přejdeme k výpočtům samotných kartézských souřadnic, připomeneme si převody jednotek, při práci s úhly:

$$1^\circ = 60' = 3600'', \quad (1)$$

$$24 \text{ h} = 360^\circ, \quad (2)$$

Z rovnice (2) můžeme snadno odvodit vztah pro převod 1 h na stupně a s jeho pomocí potom vztahy pro převod minut a sekund na stupně:

$$1 \text{ h} = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ, \quad (3)$$

$$1 \text{ min} = \frac{15^\circ}{60} = 0,25^\circ, \quad (4)$$

$$1'' = \frac{15^\circ}{3600} \approx 0,004167^\circ. \quad (5)$$

Nyní můžeme přepočítat hodnoty rektascenze α a deklinace δ na stupně.

$$\alpha = 20 \cdot 15^\circ + 37 \cdot 0,25^\circ + 34,48 \cdot 0,004167^\circ \doteq 309,394^\circ, \quad (6)$$

$$\delta = 14^\circ + \frac{35}{60} + \frac{44,3}{3600} \doteq 14,596^\circ. \quad (7)$$

Přepočítané hodnoty rektascenze α a deklinace δ nyní dosadíme do transformačních rovnic:

$$x = 100,88 \cdot \cos(14,569^\circ) \cdot \cos(309,394^\circ) \text{ ly}, \quad (8)$$

$$y = 100,88 \cdot \cos(14,569^\circ) \cdot \sin(309,394^\circ) \text{ ly},$$

$$z = 100,88 \cdot \sin(14,569^\circ) \text{ ly},$$

Z čehož získáme výsledné hodnoty kartézských souřadnic:

$$\begin{aligned} x &= 61,96 \text{ ly}, \\ y &= -75,45 \text{ ly} \\ z &= 25,38 \text{ ly} \end{aligned} \quad (9)$$

Pokud má hvězda zápornou hodnotu deklinace, vyjde záporná i hodnota souřadnice ve směru z . Soubor s přepočty souřadnic je elektronickou přílohou práce.

2 Použité softwarové nástroje

2.1 Stellarium

Tento software je volně dostupné open source počítačové planetárium, které lze bez problému najít internetu. Pracovat v něm můžeme online v prohlížeči nebo si můžeme zdarma stáhnout desktopovou aplikaci pro příslušný operační systém.

V internetovém prohlížeči můžeme pozorovat polohu různých nebeských objektů v libovolném čase, z jakéhokoli místa na Zemi, zobrazit souhvězdí a ekvatoriální či azimutální souřadnou síť. Desktopová aplikace je mnohem rozsáhlejší, umožňuje například pozorování z jiných planet, provádět výpočty efemerid, východů, západů, kulminací různých nebeských objektů a mnoho dalšího. Základní katalog obsahuje zhruba 600 000 hvězd a 80 000 objektů vzdáleného vesmíru. Další katalog nám poskytuje až 177 milionů hvězd a více než 1 milion objektů [9]. Stellarium je hojně využíváno astronomy po celém světě, běžného uživatele určitě potěší přehlednost uživatelského rozhraní, jednoduché ovládání a nemalé množství informací, které program poskytuje.

2.2 Práce v programu Stellarium

Při vytváření modelů souhvězdí jsme vycházeli ze souřadnic hvězd a podoby souhvězdí uvedených v on-line verzi programu dostupné na adrese <https://stellarium.org/cs/> a spustitelné přímo v internetovém prohlížeči. Po spuštění pomocí nástrojů „*Atmosféra*“ a „*Krajina*“ odstraníme tyto rušivé elementy a necháme zobrazená pouze vesmírná tělesa.

Dále necháme vykreslit spojnice souhvězdí pomocí funkce „*Spojnice souhvězdí*“, pro lepší orientaci můžeme zapnout funkci „*Kresby souhvězdí*“, a najdeme souhvězdí, která budeme dále zpracovávat. Jedná se o deset souhvězdí o různém počtu jasných hvězd, které spolu s jejich myšlenými spojnicemi vymezují tvar souhvězdí. Všechna vybraná souhvězdí, lze alespoň v některé roční době pozorovat v ČR.

Stellarium při kliknutí na hvězdu automaticky poskytuje souřadnice jak v obzorníkové souřadné soustavě, tak v rovníkové souřadné soustavě II. druhu, spolu s odkazem na článek na Wikipedii o daném objektu. V této práci vycházíme z rovníkových souřadnic II. druhu, kterými jsou vzdálenost od pozorovatele r , rektascenze α a deklinace δ .

Přesné hodnoty souřadnic, či podoba samotných souhvězdí se mohou v různých zdrojích lišit, v této práci vycházíme pouze z dat v programu Stellarium.

2.3 GeoGebra

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo vytvořit deset 3D modelů souhvězdí s využitím programu [GeoGebra](#). Jedná se o počítačový program určený především pro studium a výuku matematiky v oblastech geometrie, algebry, matematické analýzy a statistiky. GeoGebra je podobně jako Stellarium volně dostupná nekomerčním uživatelům v rozhraní internetového prohlížeče či jako aplikace na různé operační systémy. Komunita kolem tohoto programu má miliony členů napříč celým světem, s čímž se pojí i nepřehledné množství projektů, které mohou pomoci s výukou matematiky či fyziky napříč všemi stupni vzdělávání [24].

2.4 Práce v programu GeoGebra

Při vytváření modelů souhvězdí jsme pracovali v on-line verzi programu GeoGebra, dostupné na <https://www.geogebra.org>. Modely byly vytvářeny pomocí aplikace „3D Grafy“, vzdálenost na osách je uvedena ve světelných letech. Po otevření aplikace se zobrazí osy kartézských souřadnic (osa x , osa y , osa z), na které umístíme body, kterým následně přiřadíme vypočítané souřadnice.

Body představující hvězdy jsou v modelech označeny buď jménem hvězdy či názvem řeckého písmena, kterým je hvězda v rámci souhvězdí označována. Všechny hvězdy mají v modelech souhvězdí žlutou barvu, což nemusí odpovídat skutečnému zbarvení všech hvězd, jelikož se hvězdy jeví žluté pouze v případě, že jejich povrchová teplota leží v rozmezí 5000 K – 6000 K [25]. Následně byly pomocí funkce „Úsečka“ vytvořeny spojnice mezi hvězdami v souhvězdí tak, aby odpovídaly spojnicím mezi hvězdami ve Stellarium. Barva pozadí ve všech modelech byla nastavena na černou, aby připomínala noční oblohu.

3. Souhvězdí

Souhvězdí jsou vytvořena člověkem, nikoliv přírodou. To však jejich význam nijak nesnižuje, jelikož již od pradávna slouží poutníkům k orientaci na obloze a k navigaci (zejména námořní). Snad při těchto dlouhých cestách si lidé vyprávěli příběhy, a při sledování oblohy je začali spojovat s bájnými postavami, které v nich vystupovaly.

Pojem souhvězdí byl definován roku 1922 v Římě na prvním valném shromáždění Mezinárodní astronomické unie, která souhvězdí definuje jako oblast oblohy s přesně definovanými hranicemi stanovenými Mezinárodní astronomickou unií. Tímto způsobem byla obloha rozdělena na 88 ohraničených oblastí, které dnes nazýváme souhvězdími. Tato „nová“ souhvězdí často respektují původní hranice souhvězdí, které zavedli astronomové v období starověku a středověku [22].

V následujícím textu je uvedeno 10 souhvězdí severní a jižní oblohy, která byla vytvořena z jejich nejjasnějších hvězd na základě údajů v softwaru „*Stellarium*“. Názvy jsou uvedeny i s latinským překladem a příslušnou zkratkou. U každého souhvězdí je popsán původ jeho pojmenování, přiložen obrázek s objektem hlubokého nebe, který se v něm nachází a sestavena tabulka ve které jsou zahrnuty jeho souřadnice. Data v tabulkách byla získávána ze softwaru „*Stellarium*“.

3.1 Delfín

(Delphinus, Del)

Souhvězdí Delfína se nachází na severní obloze a patří mezi nejmenší souhvězdí noční oblohy. Ke znázornění souhvězdí použijeme jeho pět nejvýraznějších hvězd (viz tab. 1), které svým uspořádáním na obloze připomínají delfína ve skoku. Souhvězdí delfína je známo přibližně od 2. století, kdy bylo spolu s 47 dalšími souhvězdími zaznamenáno Ptolemaiem v jeho *Almagestu*, zároveň patří mezi 88 moderních souhvězdí dle Mezinárodní astronomické unie [1].

Se souhvězdím Delfína je spojována legenda, podle níž delfíni zachránili život básníka a muzikanta Ariona. Ten neměl ve hře na lyru sobě rovného, a když zakončil své turné v Itálii a rozhodl se vrátit lodí domů do Řecka, rozhodla se posádka, že básníka zabije a vezme si peníze, které v průběhu turné vydělal. Poté co byl Arion posádkou obličien, požádal je, aby mohl alespoň naposled zazpívat. Jeho zpěv přilákal k lodi skupinu delfínů, kteří následovali loď a poskakovali podél jejího boku do rytmu Arionovi písni. Arion, vkládající svůj život do rukou božích, skočil přes palubu a byl zachráněn jedním z delfínů, který ho na zádech dovezl až do Řecka. Apollón, bůh umění následně umístil

delfína na oblohu ve formě souhvězdí [2].

Hvězdy Sualocin (α Del) a Rotanev (β Del) skrývají ve svých názvech malé tajemství. Tyto názvy se poprvé objevily ve druhém vydání Palermského katalogu hvězd vydaném v roce 1814 pod vedením ředitele palermské observatoře Giuseppe Piazziho. Přečteme-li jejich názvy pozpátku, získáme jméno Nicolaus Venator, což je latinská verze jména italského astronoma Niccola Cacciatorre, který byl Piazziho asistentem. Říká se, že hvězdy takto pojmenoval sám Cacciatorre, a pokud by tomu tak skutečně bylo, byl by jediným člověkem, který pojmenoval hvězdy sám po sobě, a prošlo mu to [2].

V souhvězdí Delfína najdeme i pár zajímavých objektů hlubokého nebe. Jedním z nich je třeba planetární mlhovina NGC 6891, kterou můžeme vidět na obrázku 3. Souhvězdí Delfína je z území České republiky nejlépe pozorovatelné v září, kdy kulminuje nad jižním obzorem okolo 22 hodiny [1].



Obrázek 3: Planetární mlhovina NGC 6891 (zdroj [11])

Tabulka 1: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Delfína do kartézských souřadnic

Delfín		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Aldulfin	η	330,46	308,57	11,38
Rotanev	β	100,88	309,65	14,68
Sualocin	α	253,82	310,17	15,99
11 Delphini	δ	223,24	311,13	15,16
12 Delphini A	γ	126,32	311,92	16,21
		x/ly	y/ly	z/ly
Aldulfin	η	201,98	-253,29	65,21
Rotanev	β	62,27	-75,14	25,56
Sualocin	α	157,39	-186,45	69,94
11 Delphini	δ	141,72	-162,31	58,37
12 Delphini A	γ	81,05	-90,25	35,26

3.2 Vozka

(Auriga, Aur)

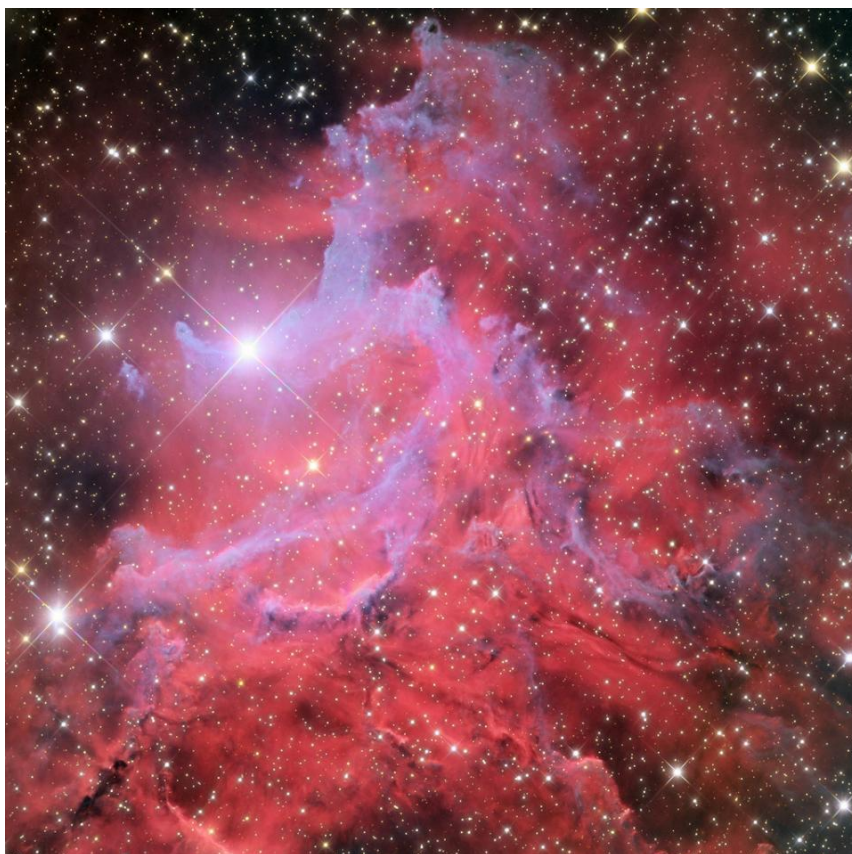
Souhvězdí Vozky je poměrně velkým souhvězdím severní oblohy, nachází se mezi souhvězdím Persea a Blíženců. Základem souhvězdí je šest hvězd, kterými jsou Capella, Menkalinan, Elnath, Hassaleh, Theta Aur a Zeta Aur (viz tab. 2). Capella je třetí nejjasnější hvězdou severní oblohy, její název v latině znamená koza, toto zvíře vozka, znázorněný souhvězdím, třímá ve své levé ruce. Souhvězdí Vozky je známo přibližně od 2. století, kdy bylo zaznamenáno Ptolemaiem v jeho *Almagestu*, zároveň patří mezi 88 moderních souhvězdí dle Mezinárodní astronomické unie.

Vozka bývá v pověstech nejčastěji ztotožňován s athénským králem Erichtoniem, synem řeckého boha kovářství a ohně Héfaista. Ten byl však příliš zaneprázdňen řemeslem než aby se věnoval výchově, a tak byl jeho syn vychován bohyní Athénou. Ta jej naučila mnoho dovedností včetně toho jak zkrotit koně. Díky tomu se stal prvním člověkem, který do postroje dvoukolového vozu dokázal zapřáhnout čtyři koně, čímž imitoval spřežení boha Héliá, které každý den vytáhlo Slunce na oblohu. Tímto činem si získal uznání Dia a vysloužil si místo na obloze.

Koza, kterou vozka drží v levé ruce, má reprezentovat kozu Amaltheiu, která kojila

malého Dia na Krétě poté, co ho jeho matka ukryla před jeho otcem Kronem, na důkaz vděčnosti ji Zeus umístil na oblohu spolu s jejími kůzlaty. Její polohu v souhvězdí určuje hvězda Capella [1,2].

Capella je ve skutečnosti čtyřnásobným hvězdným systémem tvořeným z dvojice žlutých obrů a dvojice červených trpaslíků. Na území České republiky je Capella cirkumpolární hvězdou, což znamená, že nikdy nezapadá za obzor [3]. Zajímavou hvězdou je El Nath, třetí nejasnější hvězda souhvězdí Vozky, která byla původně společná souhvězdím Vozky a Býka, avšak dnes už oficiálně patří do souhvězdí Býka [2]. Souhvězdím prochází Mléčná dráha, a proto můžeme v jeho oblasti pozorovat mnoho objektů hlubokého nebe, převážně pak otevřených hvězdokup jako jsou M 36, M 37 a M 38, které jsou součástí Messiérova katalogu [1,3]. Dalším významným objektem v oblasti je emisivní a reflexní mlhovina IC 405, též známá jako mlhovina Hořící hvězda, tu můžeme vidět na obrázku 4 [4].



Obrázek 4: Mlhovina IC 405 (zdroj [13])

Tabulka 2: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Vozky do kartézských souřadnic

Vozka		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Capella	α	42,80	79,60	46,02
Menkalinan	β	81,11	90,31	44,95
37 Aurigae	θ	165,57	90,33	37,21
El Nath	γ	133,89	81,94	28,63
Hassaleh	ι	493,43	74,63	33,20
8 Aurigae	ζ	785,94	76,03	41,11
		x/ly	y/ly	z/ly
Capella	α	5,36	29,23	30,80
Menkalinan	β	-0,31	57,40	57,30
37 Aurigae	θ	-0,75	131,86	100,13
El Nath	γ	16,48	116,36	64,15
Hassaleh	ι	109,46	398,10	270,20
8 Aurigae	ζ	143,01	574,65	516,75

3.3 Rys

(Lynx, Lyn)

Souhvězdí Rysa patří mezi souhvězdí severní oblohy, a není spojováno s žádným mýtem. Rozlohou jde o 28. největší souhvězdí na obloze a v našich končinách je nejlépe pozorovatelné v březnu [8].

Toto souhvězdí ve svém díle *Firmamentum Sobiescianum* představil polský astronom Johannes Hevelius. Zatímco jeho vrstevníci používali ke svým pozorováním teleskopy Hevelius při určování polohy hvězd spoléhal na své oči. Francouzský astronom Pierre Gassendi jednou o Heveliovi řekl, že má oči jako rys a toto souhvězdí může být názorným dokladem pravdivosti tohoto tvrzení [2].

V souhvězdí Rysa se totiž nachází pouze jedna výraznější hvězda označována jako α Lyn se zdánlivou magnitudou 3,25, ostatní hvězdy souhvězdí se pak svou zdánlivou magnitudou nachází v rozmezí 3,81 až 4,72. Hranice zdánlivé magnitudy objektů, které lze za vhodných podmínek pozorovat pouhým okem je 6 mag [7,9].

Rys je domovem mnoha galaxií spirálních galaxií jako jsou NGC 2683 a NGC 2500.

Dále se zde nachází trpasličí galaxie NGC 2537 (viz obrázek 5), která svým tvarem připomíná medvědí tlapu [1].



Obrázek 5: Trpasličí galaxie NGC 2537 (zdroj [10])

Tabulka 3: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Rysa do kartézských souřadnic

Rys		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
40 Lyncis	α	203,09	140,62	34,29
38 Lyncis		117,30	140,07	36,70
HD 77912		817,45	137,00	38,36
HD76943		52,41	135,54	41,69
31 Lyncis		382,37	126,11	43,11
21 Lyncis		273,62	112,12	49,17
15 Lyncis		178,33	104,82	58,39
2 Lyncis		156,58	95,42	59,00
		x/ly	y/ly	z/ly
40 Lyncis	α	-129,69	106,45	114,43
38 Lyncis		-72,12	60,36	70,11
HD 77912		-468,82	437,12	507,31
HD76943		-27,93	27,41	34,86
31 Lyncis		-164,49	225,51	261,33
21 Lyncis		-67,36	165,74	207,03
15 Lyncis		-23,91	90,35	151,88
2 Lyncis		-7,61	80,27	134,22

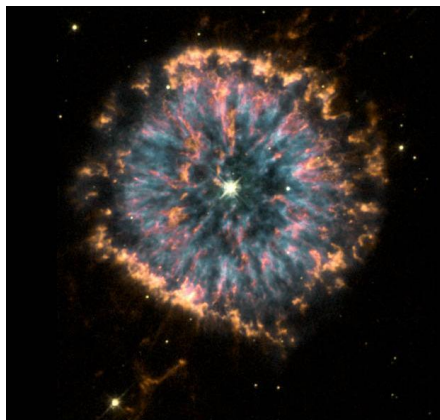
3.4 Orel

(Aquila, Aql)

Souhvězdí Orla je souhvězdím severní oblohy a leží na nebeském rovníku. Souhvězdí Orla lze jednoduše rozpoznat, i díky jeho nejjasnější hvězdě Altair, která společně s hvězdami Vega ze souhvězdí Lyry a Deneb ze souhvězdí Labutě tvoří takzvaný letní trojúhelník [1]. Model souhvězdí tvoří devět hvězd (viz tabulka 4), kterými je toto souhvězdí znázorněno ve Stellariu. Souhvězdí Orla bylo stejně jako mnoho dalších zaznamenáno již Ptolemaiem v jeho Almagestu, nicméně již Babyloňané a Sumerové označovali Altair jako Orlí hvězdu, což by mohlo znamenat, že kořeny označení tohoto souhvězdí, či samotného souhvězdí, sahají mnohem hlouběji než do období starověkého Řecka.

V řecké mytologii je orel spojován s Diem, kterému měl přinášet jeho blesky. V jedné z bájí nařídil Zeus orlovi unést trojského prince Ganyameda, který měl být nejkrásnějším mužem na Zemi. Orel prince skutečně unesl a odletěl s ním na Olymp, kde se měl stát novým číšníkem bohů. Postava Ganyameda bývá ztotožňována se souhvězdím Vodnáře, který se nachází v blízkosti souhvězdí Orla [2].

Jméno hvězdy Altair pochází z arabského označení pro létajícího orla. Je dvanáctou nejjasnější hvězdou noční oblohy, tomu napomáhá relativně malá vzdálenost od Země, která činí necelých 17 světelných let, tuto hvězdu lze pozorovat pouhým okem. Díky velké rychlosti otáčení kolem své osy nemá v důsledku odstředivé síly kulový tvar, ale je zploštělá v oblasti pólů [1,3]. Souhvězdím prochází Mléčná dráha a tak zde můžeme najít pár zajímavých objektů. Jedním z nich je například planetární mlhovina NGC 6751 viz obrázek 4. Mlhovina je vzdálena 6 500 světelných let a můžeme u ní pozorovat různá zbarvení plynu, která jsou způsobena jeho rozdílnou teplotou. Centrální hvězda této mlhoviny má teplotu okolo 140 000 K a vyzařuje tedy v UV části spektra [1,5].



Obrázek 6: Planetární mlhovina NGC 6751 (zdroj [14])

Tabulka 4: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Orla do kartézských souřadnic

Orel		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Alshain	β	44,68	299,11	6,46
Altair	α	16,73	297,97	8,93
Tarazed	γ	394,87	296,84	38,36
30 Aquilae	δ	50,64	291,66	3,16
16 Aquilae	λ	123,69	286,87	-4,85
55 Aquilae	η	1382,03	298,41	1,06
65 Aquilae	θ	286,35	303,12	-0,76
17 Aquilae	ζ	83,03	286,61	13,89
13 Aquilae	ϵ	154,94	285,17	15,10
		x/ly	y/ly	z/ly
Alshain	β	21,60	-38,79	5,03
Altair	α	7,75	-14,60	2,60
Tarazed	γ	139,78	-276,28	245,05
30 Aquilae	δ	18,66	-46,99	2,79
16 Aquilae	λ	35,76	-117,95	-10,46
55 Aquilae	η	657,39	-1215,39	25,62
65 Aquilae	θ	156,45	-239,81	-3,78
17 Aquilae	ζ	23,05	-77,24	19,94
13 Aquilae	ϵ	39,13	-144,38	40,35

3.5 Váhy

(Libra, Lib)

Váhy jsou souhvězdím jižní oblohy. Patří mezi dvanáct znamení zvěrokruhu, a jako jediné z nich představuje neživý objekt. Na našem území je nejlépe pozorovatelné v červnu, kdy kulminuje ve večerních hodinách.

Římané měli souhvězdí Vah v oblibě, jelikož se v souhvězdí Vah měl v době založení Říma nacházet Měsíc. Římský spisovatel Manilius napsal o souhvězdí Vah napsal, že jsou v něm roční období v rovnováze, a délka dne a noci stejná. Důvodem je skutečnost, že v souhvězdí Vah se přibližně do roku 730 v den podzimní rovnodennosti nábázelo Slunce [2].

Symbolem souhvězdí Vah je i dnes označován podzimní bod, což je jeden ze dvou průsečíků ekliptiky se světovým rovníkem, druhým průsečíkem je pak jarní bod, který je označován symbolem pro znamení Berana.

Pravděpodobně nejzajímavějším objektem v souhvězdí Vah je hvězda HD 140283, přezdívaná též jako metuzalémská hvězda, která je nejstarší známou hvězdou. Její stáří je odhadováno na $14,3 \pm 0,8$ miliard let. Tato hodnota je v rámci své nejistoty v souladu s předpokládaným stářím vesmíru, které je odhadováno na 13,8 miliard let, je tedy velmi pravděpodobné že tato hvězda mohla vzniknout krátce po Velkém třesku [6].



Obrázek 7: Hvězda HD 140283 (Metuzalém) (zdroj [12]).

Tabulka 5: Přepočtení rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Vah do kartézských souřadnic

Váhy		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Zubenelgenubi II	α	75,80	223,04	-6,14
Zubeneschamali	β	185,11	229,57	-9,47
38 Librae	γ	163,16	234,21	-14,87
46 Librae	θ	168,47	238,79	-16,80
20 Librae	σ	288,38	226,36	-25,37
		x/ly	y/ly	z/ly
Zubenelgenubi II	α	-55,08	-51,44	-8,11
Zubeneschamali	β	-118,42	-138,98	-30,46
38 Librae	γ	-92,23	-127,91	-41,86
46 Librae	θ	-83,58	-137,94	-48,69
20 Librae	σ	-179,82	-188,56	-123,57

3.6 Andromeda

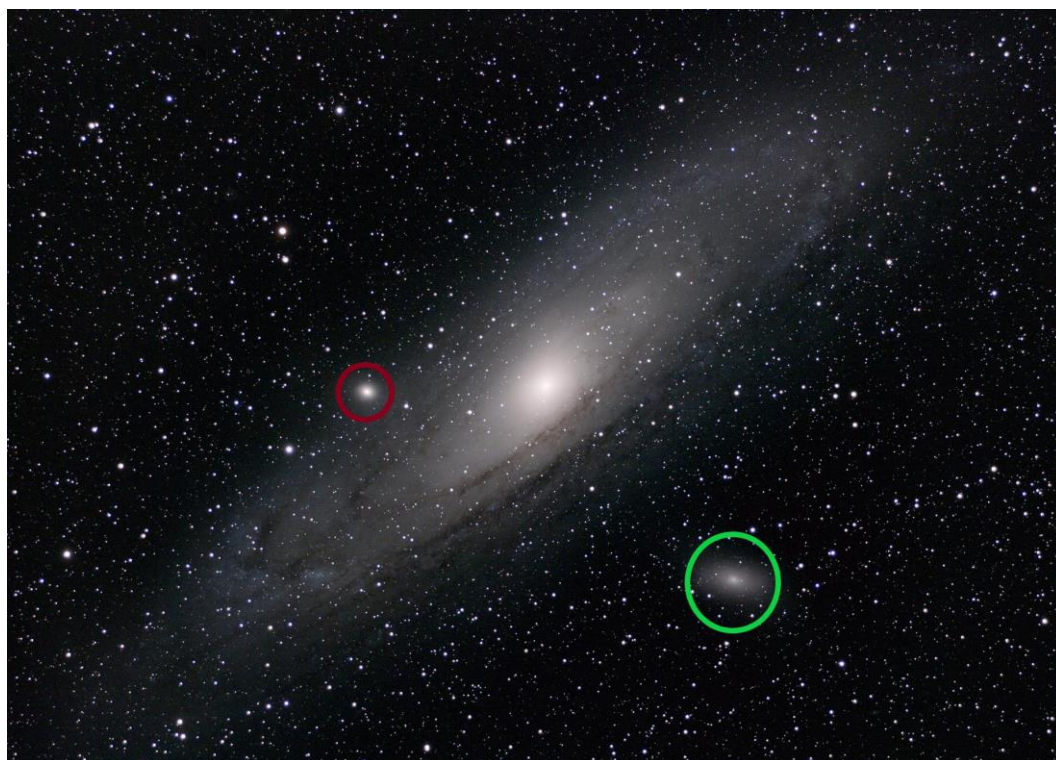
(Andromeda, And)

Souhvězdí Andromedy se nachází na severní obloze, mezi souhvězdím Persea a souhvězdím Pegase. Kromě Persea se v blízkosti Andromedy nachází i Kasiopea, vzájemná blízkost těchto souhvězdí není náhodná, jelikož se všechny tři postavy vyskytují v jednom z nejznámějších antických příběhů. Toto souhvězdí je známo již od starověku, kdy jej ve svém díle Almagest zaznamenal Klaudios Ptolemaios. Souhvězdí Andromedy je dle Mezinárodní astronomické unie 19. největším souhvězdím noční oblohy. Na našem území se souhvězdí nachází nejvýše nad obzorem v listopadu ve večerních hodinách [1].

Nešťastný příběh princezny Andromedy začíná v den, kdy její matka královna Kasiopea o sobě prohlásila, že je krásnější než Nereidy, což byly krásné mořské nymfy, které patřili do družiny boha Poseidóna. Rozhněvané nymfy požádali Poseidóna, aby královnu potrestal. Poseidón poslal mořskou příšeru, aby ničila pobřeží království. Král Kefeus, otec Andromedy se vydal za věstkyní a požádal ji o radu jak příšeru zastavit, avšak radu, kterou dostal, nikdy nechtěl slyšet - aby příšeru uklidnil, musel obětovat svou dceru. A tak byla nevinná Andromeda připoutána k útesu, třesoucí se strachy sledovala obzor, a očekávala svou smrt. Když najednou k ní přišel Perseus, který se do ní na první pohled zamiloval.

Andromeda mu vyprávěla svůj příběh do chvíle, než spatřila příšeru, jak si razí cestu k pobřeží. Perseus požádal Kefeia o ruku jeho dcery, pokud příšeru přemůže. Král mu dal své slovo, které zanedlouho dodržel [2].

Souhvězdí Andromedy je velmi známé i díky objektům hlubokého nebe, které se v něm nacházejí. Tím nejznámějším je M31, jedná se o spirální galaxii, která je zároveň nejbližší spirální galaxií k naší Mléčné dráze, v budoucnosti (přibližně za 4,5 miliardy let) dokonce dojde ke kolizi a splynutí obou galaxií [33]. Za vhodných podmínek ji lze pozorovat pouhým okem. Jedná o jeden z nejjasnějších objektů Messierova katalogu, je zobrazena na obrázku 6 spolu s trpasličími eliptickými galaxiemi M110 a M32. Dalším objektem hlubokého nebe, který můžeme v souhvězdí Andromedy najít je planetární mlhovina NGC 7662, též známá jako Modrá sněhová koule, která se svou magnitudou 8,5 řadí mezi nejjasnější planetární mlhoviny severní oblohy [15].



Obrázek 8: Spirální galaxie M31 spolu s trpasličími galaxiemi M110 (zelená) a M32 (červená) (upraveno podle [16])

Tabulka 6: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Andromedy do kartézských souřadnic

Andromeda		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Alpheratz	α	97,01	2,40	29,22
Mirach	β	105,52	10,14	30,99
Almaak	γ	197,44	17,76	35,74
31 Andromedae	δ	392,97	31,33	42,44
37 Andromedae	μ	129,74	14,51	38,62
35 Andromedae	ν	617,73	12,77	41,20
		x/ly	y/ly	z/ly
Alpheratz	α	84,59	3,54	47,35
Mirach	β	89,05	15,93	54,32
Almaak	γ	152,62	48,88	115,33
31 Andromedae	δ	247,73	150,79	265,17
37 Andromedae	μ	98,13	25,40	80,98
35 Andromedae	ν	453,27	102,76	406,91

3.7 Pastýř

(Boötes, Boo)

Souhvězdí Pastýře je stejně jako mnoho předchozích známo již od dob Ptolemaia. Toto souhvězdí se nachází na severní obloze. Nalézt jej na noční obloze není obtížné, jelikož se v něm nachází nejjasnější hvězda noční severní oblohy Arcturus, jejíž zdánlivá magnituda má hodnotu $-0,04$. V našich zeměpisných šířkách je souhvězdí nejlépe pozorovatelné v červnu [1].

V příbězích je Pastýř spojován s Arkasem, synem boha Dia a jeho milenky Kallistó, dcery Arkádského krále Lykáóna. Jednoho večera přišel Zeus k Lykáónovi na večeři, což bylo velmi neobvyklé. Aby si král ověřil, že jde skutečně o pána bohů, zabil Arkase a jídlo které z něj připravil, Diovi naservíroval. Zeus nicméně poznal, z čeho byl pokrm připraven a pochopitelně se rozzuřil. Přeměnil Lykáóna ve vlka, zabil jeho syny a tomu svému život vrátil. Mezitím se však Diova manželka Héra dozvěděla o další nevěře manžela. Rozzuřená Héra za trest proměnila Kallistó v medvědice. Po několika letech, když z malého Arkase vyrostl statný mladý muž, vyrazil s přáteli na lov, při kterém narazil na medvědice. Zakletá

Kallistó syna poznala, avšak on si její vrčení jako pozdrav vyložit nedokázal a začal medvědici nahánět. Aby si zachránila život, ukryla se před ním do Diova chrámu. Arkas tam vešel za ní, avšak netušil, že neoprávněný vstup do tohoto chrámu se trestá smrtí. Aby je Zeus zachránil před jistou smrtí, přenesl oba na oblohu – Arkase jako Pastýře a Kallistó jako Velkou medvědici [2].

Dominantní hvězdou souhvězdí je Arcturus, jeho hmotnost je velmi blízká hmotnosti Slunce, avšak Arcturus má přibližně 26krát větší poloměr a 114krát větší svítivost. Arcturus byl také jednou z hvězd, při jejichž pozorování Edmund Halley objevil vlastní pohyb hvězd. Společně s hvězdami Spica v souhvězdí Panny a Regulus v souhvězdí Lva tvoří asterismus³ jarního trojúhelníků [17,18].



Obrázek 9: Hvězda Arcturus (zdroj [19])

³ Asterismus je výrazná skupina hvězd na obloze, která však nepatří mezi oficiální souhvězdí.

Tabulka 7: Přepočítání rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Pastýře do kartézských souřadnic

Pastýř		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
30 Boötis	ζ	175,73	220,57	13,63
Arcturus	α	36,72	214,19	19,06
Muphrid	η	37,17	208,95	18,28
5 Boötis	ν	263,46	207,65	15,68
Izar	ϵ	202,58	221,51	26,98
Printseps	δ	121,79	229,12	33,23
Nekkar	β	225,25	225,71	40,30
Sequinus	γ	86,79	218,26	38,21
25 Boötis	ρ	160,12	218,21	30,27
		x/ly	y/ly	z/ly
30 Boötis	ζ	-129,73	-111,07	41,41
Arcturus	α	-28,71	-19,50	11,99
Muphrid	η	-30,88	-17,09	11,66
5 Boötis	ν	-224,68	-117,73	71,22
Izar	ϵ	-135,20	-119,64	91,89
Printseps	δ	-66,68	-77,02	66,74
Nekkar	β	-119,96	-122,98	145,69
Sequinus	γ	-53,55	-42,23	53,68
25 Boötis	ρ	-108,65	-85,54	80,71

3.8 Lev

(Leo)

Souhvězdí Lva je dvanáctým největším souhvězdím noční oblohy a patří mezi znamení zvěrokruhu. Toto souhvězdí se nachází na spolu s ostatními souhvězdími zvěrokruhu podél pásu ekliptiky, v našich zeměpisných šířkách je nejlépe viditelné v dubnu [1].

Eratosthenés prohlásil, že lev byl umístěn na nebesa, jelikož je králem zvířat. Z mytologického hlediska je lev vyobrazený v souhvězdí ztotožňován s nemejským lvem, který zabíjel obyvatele města Nemea. Zabitím lva nebyl pověřen nikdo jiný než Herkules, a to hned v prvním z jeho dvanácti úkolů. Nejdříve po lvu vystřelil z luku, ale šípy

se od jeho kožichu jen neškodně odrazili. Po neúspěšném útoku sledoval lva až do jeskyně ve které přebýval, lva omráčil a následně holýma ruka uškrtil. Lva pak stáhl z kůže, pomocí jeho vlastního drápu a hrdě jí nosil jako plášť [2].

Nejjasnější hvězdou souhvězdí Lva je Regulus, ve skutečnosti se jedná o dva páry dvojhvězd, které jsou spolu gravitačně svázané. Dominantní složkou je Regulus A, což je spektroskopická dvojhvězda složená z modrobílé hvězdy hlavní posloupnosti a malé obíhající hvězdy, o které se domníváme, že je bílým trpaslíkem [1].

V souhvězdí Lva se nachází několik zajímavých objektů hlubokého nebe, z nichž pět patří mezi objekty Messierova katalogu. Dva z nich jsou spirální galaxie označené jako M 65 a M 66, které jsou spolu s další spirální galaxií NGC 3628, společně označovány jako Trojice galaxií ve Lvu [1]. Tato skupina galaxií je zobrazena na obrázku 10.



Obrázek 10: Trojice galaxií ve Lvu: M 65 (vpravo nahoře), M 66 (vpravo dole) a NGC 3628 (vlevo dole) (zdroj [28])

Tabulka 8: Přepočtení rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Lva do kartézských souřadnic

Lev		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Denebola	β	35,88	177,56	14,44
Zosma	δ	58,43	168,84	20,40
Chertan	θ	165,06	168,87	15,30
Regulus	α	79,30	152,40	11,85
30 Leonis	η	1269,10	152,15	16,65
Algieba	γ	130,10	155,31	19,73
Adhafera	ζ	274,08	154,49	23,30
Rasalas	μ	124,11	148,52	25,88
17 Leonis	ε	246,72	146,79	23,67
		x/ly	y/ly	z/ly
30 Boötis	β	-34,71	1,48	8,95
Arcturus	δ	-53,73	10,60	20,36
Muphrid	θ	-156,21	30,74	43,56
5 Boötis	α	-68,78	35,95	16,29
Izar	η	-1075,05	568,03	363,63
Printseps	γ	-111,27	51,15	43,91
Nekkar	ζ	-227,19	108,39	108,42
Sequinus	μ	-95,22	58,31	54,18
25 Boötis	ε	-189,06	123,76	99,05

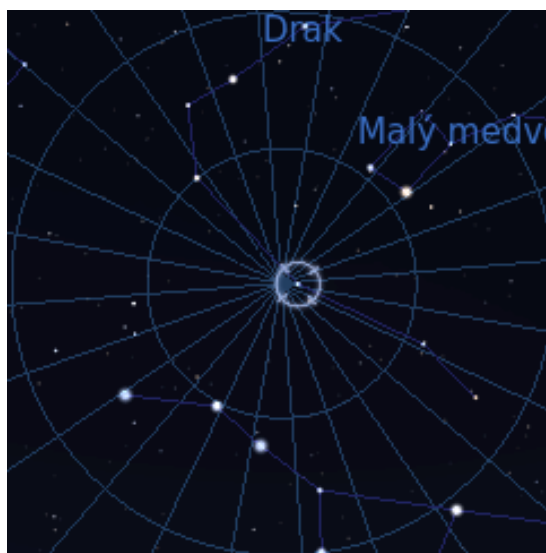
3.9 Malý medvěd

(Ursa minor, UMi)

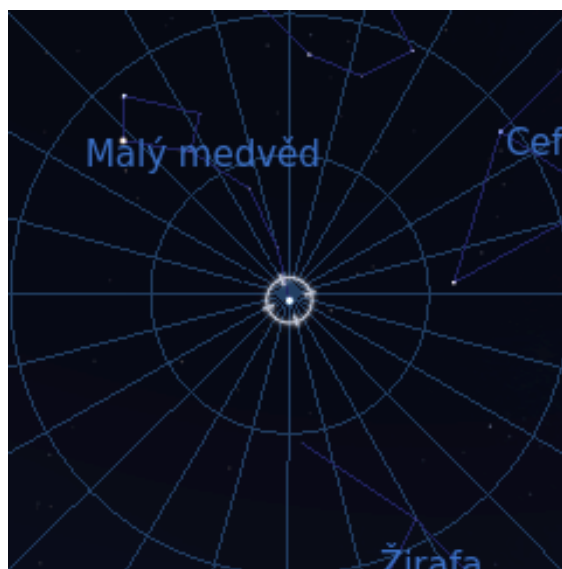
Souhvězdí Malého medvěda je relativně malým souhvězdím, které můžeme nalézt na severní obloze. Jeho nejjasnější hvězdy tvoří velmi známý asterismus nazývaný Velký vůz. Patří mezi 6 souhvězdí, která můžeme na území ČR pozorovat po dobu celého roku, objekty s touto vlastností označujeme jako cirkumpolární [1].

Souhvězdí pravděpodobně zavedl Thalés z Milétu, je však možné, že jej pouze představil ostatním řeckým astronomům, jelikož se podle hvězd v tomto souhvězdí orientovali fénickí mořeplavci, a sám Thalés byl fénického původu. Tuto hypotézu podporuje

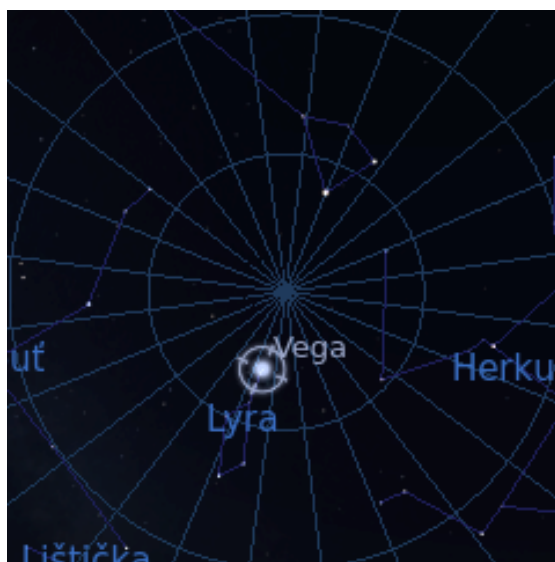
Eratosthénés z Kyrény, dle kterého bylo souhvězdí Malého medvěda řeky též označováno jako Fénician. V té době však k určení severu sloužila hvězda Kochab (β Umi), nicméně postupem času se v důsledku precese zemské osy, severní nebeský pól přesunul ke hvězdě α Umi, kterou dnes nazýváme Polárka. Změnu polohy severního nebeského pólu můžeme vidět na obrázcích 11 až 13, na nichž byla poloha severního nebeského pólů pro vybrané letopočty nasimulována v programu Stellarium.



Obrázek 11: Poloha severního nebeského pólu v souhvězdí Draka (α Dra) v roce 3 001 př. n. l. (zdroj [9])



Obrázek 12: Poloha severního nebeského pólu v souhvězdí Malého medvěda (α Umi) v roce 2 100 n. l. (zdroj [9])



Obrázek 13: Poloha severního nebeského pólu v souhvězdí Lyry (α Lyr) v roce 14 000 n. l.
(zdroj [9])

Polárka samotná není až tak jasnou hvězdou, její zdánlivá magnituda dosahuje hodnoty 2,0 mag, její blízkost k severnímu nebeskému pólu však způsobuje, že se téměř nepohybuje a spolehlivě tak určuje sever. K severnímu nebeskému pólu se Polárka přiblíží na nejmenší vzdálenost kolem roku 2100 (viz obrázek 12), poté se začne opět v důsledku precese zemské osy, od pólu vzdalovat a lidé budou muset ke spolehlivému určení severu muset používat jinou hvězdu [2].

Souhvězdí Malého medvěda je poměrně chudé na objekty hlubokého nebe, nicméně se zde nachází spirální galaxii s příčkou označená jako NGC 6217, kterou můžeme vidět na obrázku 14 [23].



Obrázek 14: Spirální galaxie s příčkou NGC 6217 (zdroj [23])

Tabulka 9: Přepočtení rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Malého medvěda do kartézských souřadnic

Malý medvěd		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Kochab	β	130,93	222,69	74,06
Pherkad	γ	486,81	230,20	71,75
21 Ursae Minoris	η	96,99	244,24	75,70
16 Ursae Minoris	ζ	368,96	235,85	77,72
22 Ursae Minoris	ε	303,97	250,96	81,99
Yildun	δ	172,11	261,31	86,57
Polárka	α	432,57	44,84	89,36
		x/ly	y/ly	z/ly
Kochab	β	-26,43	-24,38	125,90
Pherkad	γ	-97,59	-117,12	462,33
21 Ursae Minoris	η	-10,41	-21,58	93,98
16 Ursae Minoris	ζ	-44,05	-64,94	360,52
22 Ursae Minoris	ε	-13,81	-40,03	301,01
Yildun	δ	-1,56	-10,19	171,80
Polárka	α	3,42	3,41	432,54

3.10 Panna

(Virgo, Vir)

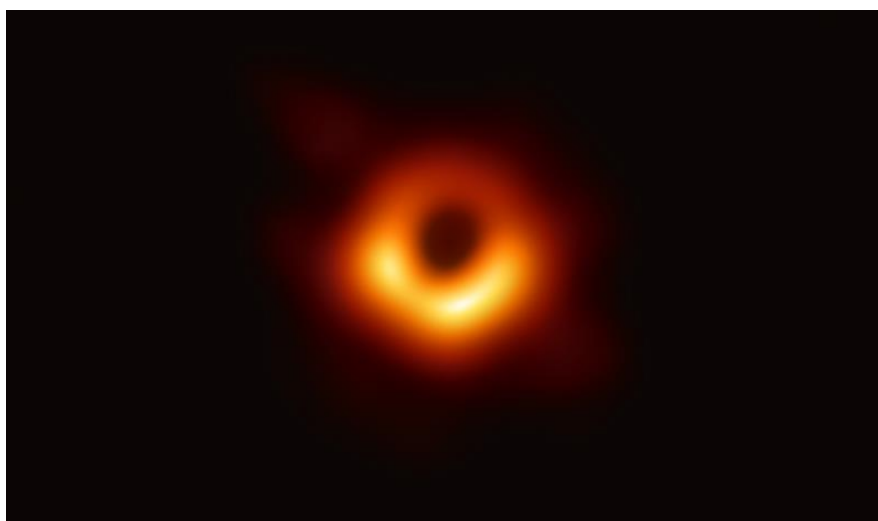
Souhvězdí Panny je jedním z dvanácti souhvězdí zvěrokruhu, a zároveň je druhým největším souhvězdím noční oblohy hned za Hydrou. V současné době se v souhvězdí Panny nachází podzimní bod. Souhvězdí Panny se nachází v pásu ekliptiky mezi souhvězdím Vah a souhvězdím Lva, na území ČR je nejlépe pozorovatelné v květnu [1].

V řecké mytologii bývá postava Panny ztotožňována s Diké, bohyní spravedlnosti. Ta žila na Zemi po boku lidí ve zlatém věku lidstva, kdy Olympu vládl Kronos. Byla to doba blahobytu, nekonečného jara kdy plodiny rostly, aniž by se o ně musel kdokoliv starat a lidé nestárli, žili si jako bozi. Diké se pohybovala mezi lidmi a předávala svou moudrost. Zlatý věk však skončil, když se vlády na Olympu ujal Zeus. Nekonečné jaro skončilo, a nahradilo jej čtvero ročních období. Pobouření lidé přestali bohy náležitě uctívat, Diké promlouvala

k lidem a snažila se je přesvědčit ať i nadále ctí bohy a s nimi i tradice svých předků, avšak marně. S postupem času se pobouření lidí změnilo v nenávist a války, to Diké nedokázala unést, a tak opustila Zemi a vystoupala na nebesa [2].

Nejjasnější hvězdou souhvězdí Panny je Spica, která je patnáctou nejjasnější hvězdou na obloze se zdánlivou magnitudou 1,04. Podobně jako jiné jasné hvězdy je i Spica systémem více hvězd, v tomto případě se jedná o dvojhvězdu tvořenou dvěma modrými obry obíhajícími kolem společného těžiště [21].

Vzhledem k velikosti tohoto souhvězdí není žádným překvapením, že se zde nachází mnoho objektů hlubokého nebe. Zářivým příkladem je kupa galaxií v Panně, která obsahuje přibližně 1300 galaxií, nejvyšší odhady však mluví až o dvou tisících. Nicméně část z nich se nachází v souhvězdí Vlasů Bereniky, kam tato kupa galaxií také zasahuje. Nejjasnější z nich byly objeveny na pomezí 18. a 19. století, a byly uvedeny v Messierově katalogu, tehdy však nebyla známá povaha těchto objektů a tak byly v katalogu uvedeny jako mlhoviny. Patří zde například spirální galaxie M58, M61, M90 a M104, přezdívaná galaxie Sombrero, dále pak eliptické galaxie M59, M60 a M87, která do povědomí široké veřejnosti vstoupila v roce 2019, kdy byla zveřejněna fotografie superobří černé díry (o hmotnosti 6,5 miliard hmotností Slunce [29]) v jádru této galaxie, viz obrázek 12 [1].



Obrázek 13: Černá díra v jádru galaxie M87 (zdroj [20])

Tabulka 10: Přepočít rektascenze α a deklinace δ vybraných hvězd Panny do kartézských souřadnic

Panna		r/ly	$\alpha/^\circ$	$\delta/^\circ$
Rijl al Awwa	μ	59,59	221,08	-5,76
Syrma	ι	72,53	214,31	-6,11
98 Virginis	κ	254,81	213,54	-10,38
Spica	α	249,74	201,61	-11,28
Porrima	γ	38,11	190,71	-1,58
13 Virginis		373,61	184,97	-0,92
3 Virginis	ν	293,84	176,76	6,40
Auva	δ	198,39	194,20	3,27
Vindemiatrix	ϵ	109,60	195,84	10,83
Heze	ζ	74,08	203,97	-0,71
93 Virginis	τ	224,94	210,71	1,43
109 Virginis		134,50	221,86	1,79
		x/ly	y/ly	z/ly
Rijl al Awwa	μ	-44,69	-38,96	-5,98
Syrma	ι	-59,57	-40,65	-7,72
98 Virginis	κ	-208,91	-138,48	-45,92
Spica	α	-227,70	-90,19	-48,87
Porrima	γ	-37,43	-7,08	-1,05
13 Virginis		-372,16	-32,35	-5,98
3 Virginis	ν	-291,54	16,48	32,75
Auva	δ	-192,02	-48,57	11,32
Vindemiatrix	ϵ	-103,56	-29,37	20,60
Heze	ζ	-67,68	-30,10	-0,92
93 Virginis	τ	-193,33	-114,84	5,62
109 Virginis		-100,12	-89,71	4,21

Závěr

V rámci bakalářské práce bylo vytvořeno deset modelů souhvězdí noční oblohy. Vybraná souhvězdí, byla velmi různorodá, se lišila svou velikostí, polohou na noční obloze, počtem hvězd, které tvořili jejich modely, spojuje je však to, že jsou alespoň v některé roční době pozorovatelná v ČR.

Všechny modely byly vytvořeny ve volně dostupném programu Geogebra, ve kterém si je lze také prohlédnout a manipulovat s nimi. V modelech je defaultně zapnuto zobrazení souřadnicových os (které lze v případě potřeby zrušit), jejichž průsečík odpovídá naší pozici jako pozemských pozorovatelů. Všechny vytvořené modely jsou v on-line verzi programu Geogebra veřejně přístupné na adrese <https://www.geogebra.org/u/mkon>. Tyto modely mohou být využity ve výuce astronomie ke zlepšení prostorové představy vesmíru a prostorového rozložení objektů v něm.

Dle mého názoru lze konstatovat, že cíl bakalářské práce byl splněn. Postupem popsaným v práci je možné vytvářet modely dalších souhvězdí s využitím stejného principu přepočítávání souřadnic a vynášení polohy jednotlivých hvězd, nejen v programu Geogebra.

Z didaktického hlediska by vytváření prostorových modelů souhvězdí mohlo posloužit jako inspirace např. pro projektovou výuku nebo podporu mezipředmětových vztahů – s matematikou v oblasti 3D geometrie, informatikou při tvorbě počítačových modelů popř. s technickou a výtvarnou výchovou při zhotovování fyzických modelů souhvězdí.

Reference

- [1] *Constellation Guide* [online]. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.constellation-guide.com/>.
- [2] RIDPATH, Ian. *Star Tales*. The Lutterworth Press, 2018. ISBN 978-0-7188-4781-4.
- [3] KORDIŠ, Michal. Vozka. *Průvodce hvězdnou oblohou* [online]. 2014, [cit.2023-04-02]. Dostupné z: <http://www.hvezdnouoblohou.wz.cz/vozka.php>.
- [4] Mlhovina Hořící hvězda z CFHT. *Astronomický informační server astro.cz* [online]. 2006 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/apod/ap060228.html>.
- [5] NGC 6751: Mlhovina Zářící oko. *Astronomický informační server astro.cz* [online]. 2013 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/apod/ap060228.html>.
- [6] CROOKS, David. Methuselah: The oldest star in the universe. *Space.com* [online]. New York: Future US, 2022 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.space.com/how-can-a-star-be-older-than-the-universe.html>.
- [7] SNYDER, Dave. *University Lowbrow Astronomers Naked Eye Observer's Guide* [online]. 2015 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://websites.umich.edu/~lowbrows/guide/eye.html>.
- [8] Rys. *Astronomia* [online]. 2023, 2010 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <http://hvezdy.astro.cz/souhvezdi-lyn>.
- [9] *Stellarium Astronomy Software* [online]. Chéreau, 2001 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://stellarium.org/cs/>.
- [10] NGC 2537. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/NGC_2537.
- [11] Hubble's View of Planetary Nebula Reveals Complex Structure. *NASA* [online]. 2021 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2021/hubble-s-view-of-planetary-nebula-reveals-complex-structure>.
- [12] HD 140283. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-06-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/HD_140283.
- [13] Flaming Star Nebula. *NASA Science* [online]. 2016 [cit. 2023-06-25]. Dostupné z: <https://science.nasa.gov/flaming-star-nebula>.
- [14] NGC 6751. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-06-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/NGC_6751.
- [15] KORDIŠ, Michal. Andromeda. *Průvodce hvězdnou oblohou* [online]. 2014 [cit.2023-07-02]. Dostupné z: <http://hvezdnouoblohou.wz.cz/andromeda.php#ngc7662>.
- [16] Andromeda Galaxy. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Andromeda_Galaxy

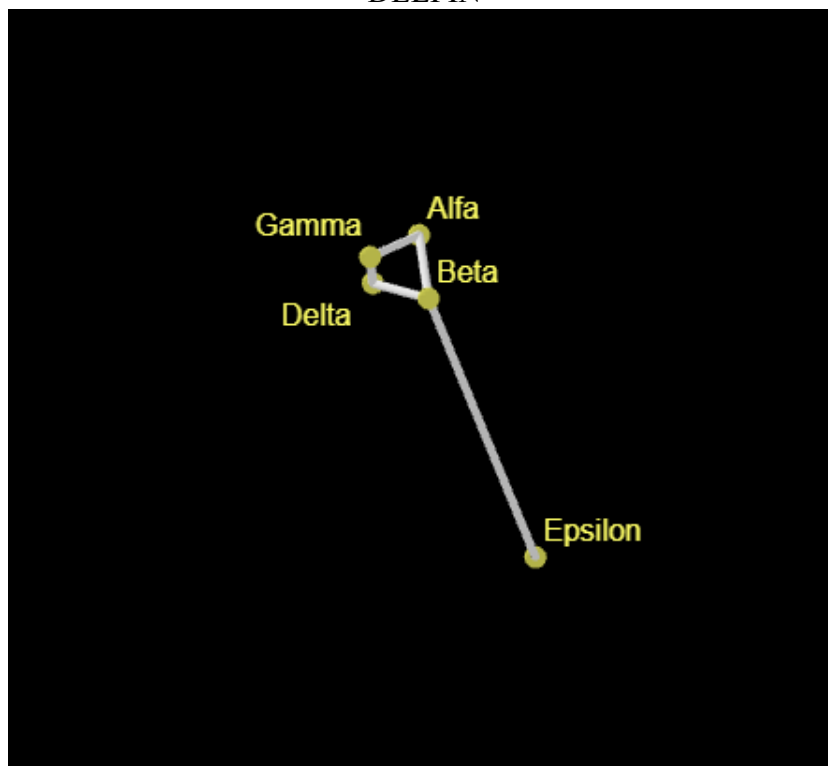
- [17] Edmund Halley. *Encyclopedia.com* [online]. 2019 [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: <https://www.encyclopedia.com/history/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/edmund-halley>.
- [18] BRANDOS, Otakar. Hvězda Arcturus. *Treking.cz* [online]. 16.9.2014 [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: <https://www.treking.cz/astroonomie/arcturus.htm>.
- [19] Arcturus. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arcturus>.
- [20] Black Hole Image Makes History: NASA Telescopes Coordinated Observations. *NASA* [online]. 10 Apr 2019 [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/news/black-hole-image-makes-history.
- [21] BRANDOS, Otakar. Spica: obr a nejjasnější hvězda v Panně. *Treking.cz* [online]. 2019 [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: <https://www.treking.cz/astroonomie/spica.htm>.
- [22] The Constellations. *International Astronomical Union* [online]. [cit. 2023-07-03]. Dostupné z: <https://www.iau.org/public/themes/constellations/#n1>.
- [23] Souhvězdí Malého medvěda. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-07-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Souhv%C4%9Bzd%C3%AD_Mal%C3%A9ho_medv%C4%9Bda.
- [24] Co je Geogebra?. *GeoGebra* [online]. 2023 [cit. 2023-07-06]. Dostupné z: <https://www.geogebra.org/about>
- [25] FRASER, Cain. Yellow Stars. *Universe Today* [online]. 2009 [cit. 2023-07-06]. Dostupné z: <https://www.universetoday.com/25306/yellow-stars/>
- [26] JANÍK, Jan a Zdeněk MIKULÁŠEK. *Obecná astronomie* [online]. Masarykova univerzita, 2022 [cit. 2023-07-15]. Dostupné z: <https://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F3170.pdf>
- [27] BOHÁČOVÁ, Michaela. *Prostorové modely souhvězdí* [online]. Olomouc, 2020 [cit. 2023-07-15]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/4jar3l/>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
- [28] Trojice galaxií ve Lvu. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-07-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trojice_galaxi%C3%AD_ve_Lvu
- [29] Messier 87. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-07-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trojice_galaxi%C3%AD_ve_Lvu
- [30] RICHTEREK, Lukáš. *Teorie relativity a astronomie: studijní modul*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3335-6.
- [31] ŠIROKÝ, Jaromír a Miroslava ŠIROKÁ. *Základy astronomie v příkladech*, Praha: SPN, 1966.
- [32] Epoch. *COSMOS* [online]. [cit. 2023-07-25]. Dostupné z: <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/e/epoch>

- [33] MARTÍNEK, František. Astronomové upřesnili, kdy dojde ke srážce Mléčné dráhy s galaxií v Andromedě. *Astronomický informační server astro.cz* [online]. 2019 [cit. 2023-07-27]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/vzdaleny-vesmir/astronomove-upresnili-kdy-dojde-ke-srazce-mlecne-drahy-s-galaxii-v-andromede.html>
- [34] ERIKSSON, Urban, Cedric LINDER, John AIREY a Andreas REDFORS. Who Needs 3D When the Universe Is Flat? *Science Education* [online]. 2014, 98(3), 412–442. Dostupné z: doi:10.1002/sce.21109.
- [35] COLE, Merryn, Cheryl COHEN, Jennifer WILHELM a Rebecca LINDELL. Spatial thinking in astronomy education research. *Physical Review Physics Education Research*, 2018, 14(1), 010139. Dostupné z: doi:10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010139.
- [36] BROWN, Daniel. The Orion Constellation as an Installation: An Innovative Three-Dimensional Teaching and Learning Environment. *The Physics Teacher*, 2013, 51(3), 160. Dostupné z: doi:10.1119/1.4792013.

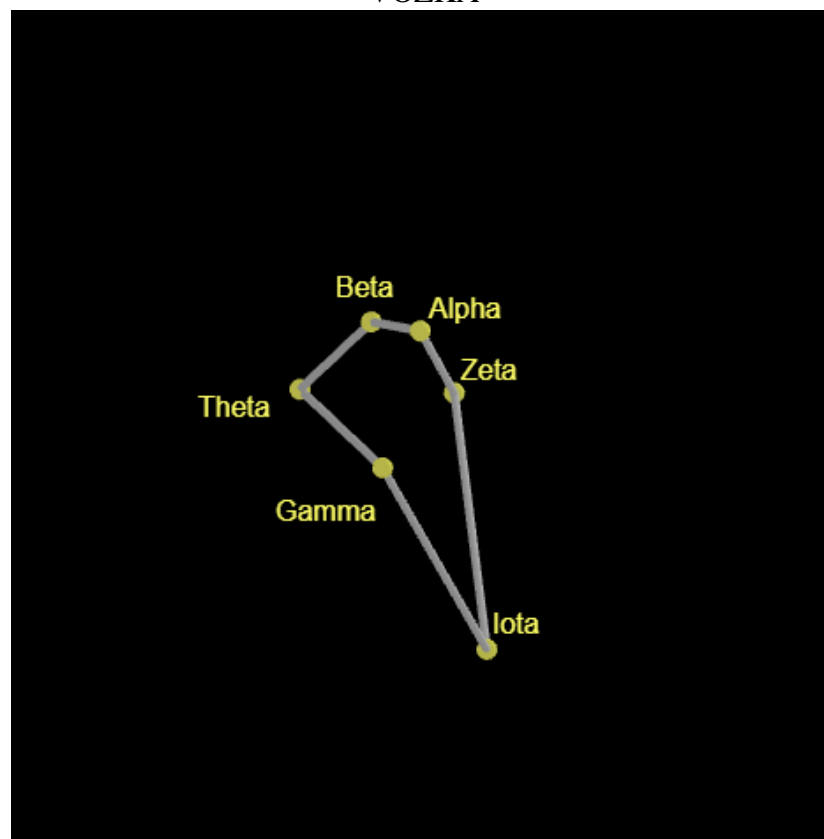
Příloha č. 1: Obrázky vytvořených modelů

V tomto oddíle budou ukázány vytvořené modely jednotlivých souhvězdí.

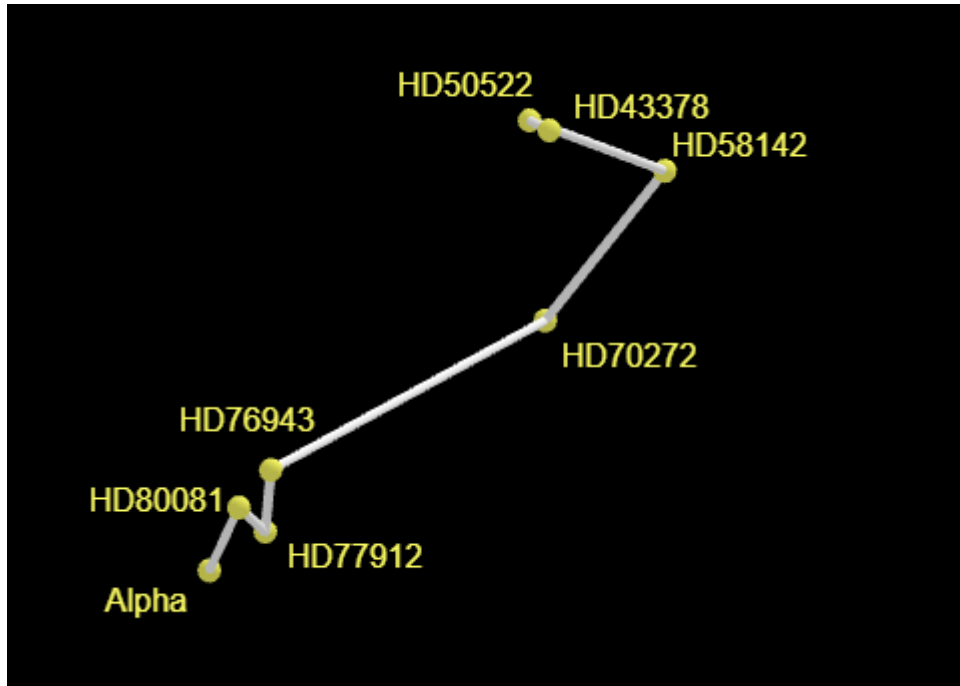
DELFIN



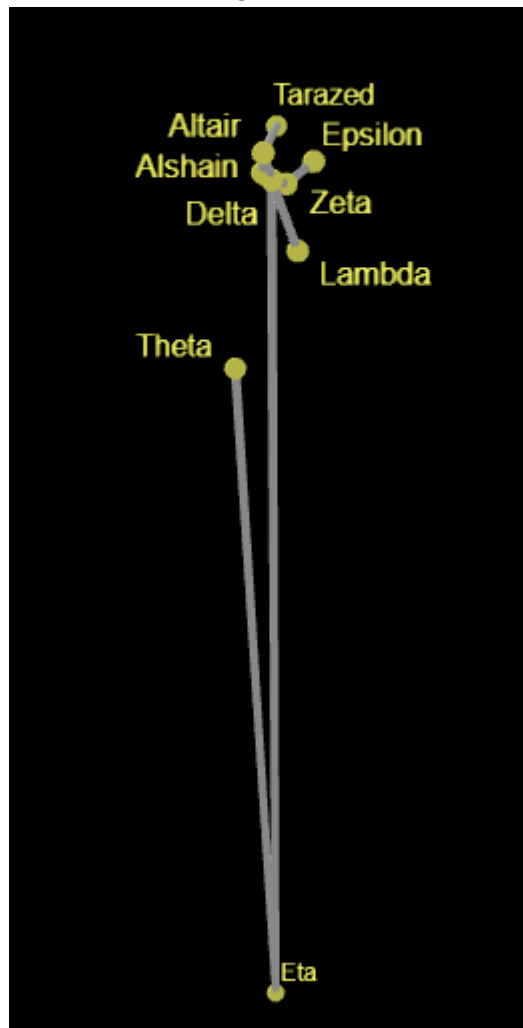
VOZKA



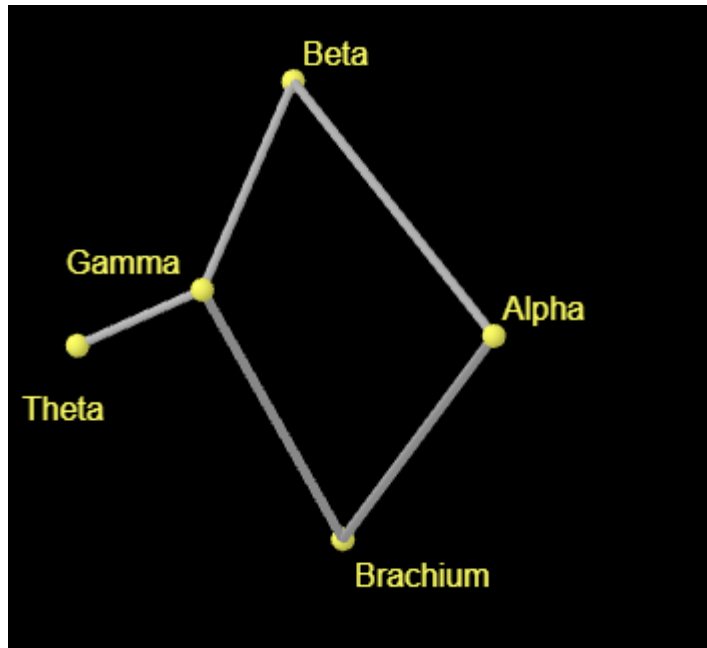
RYS



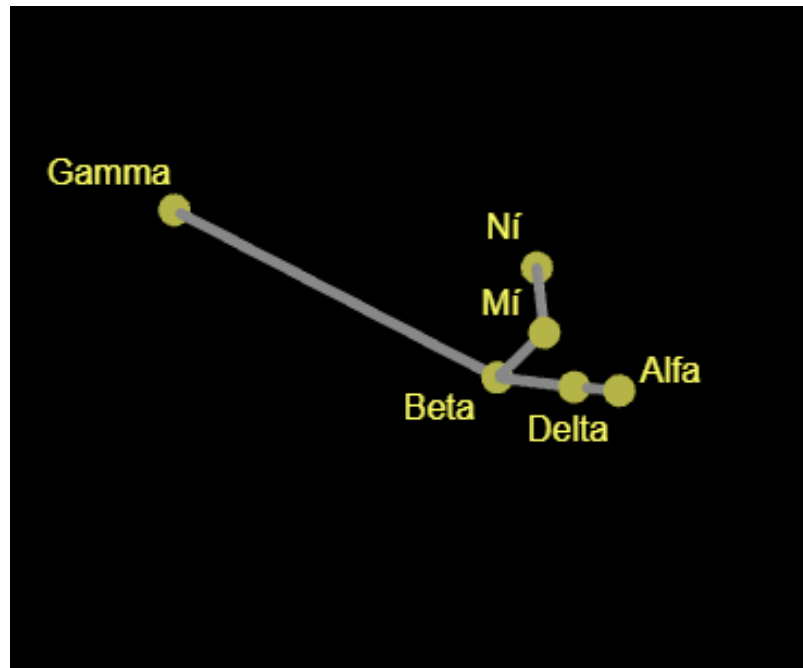
OREL



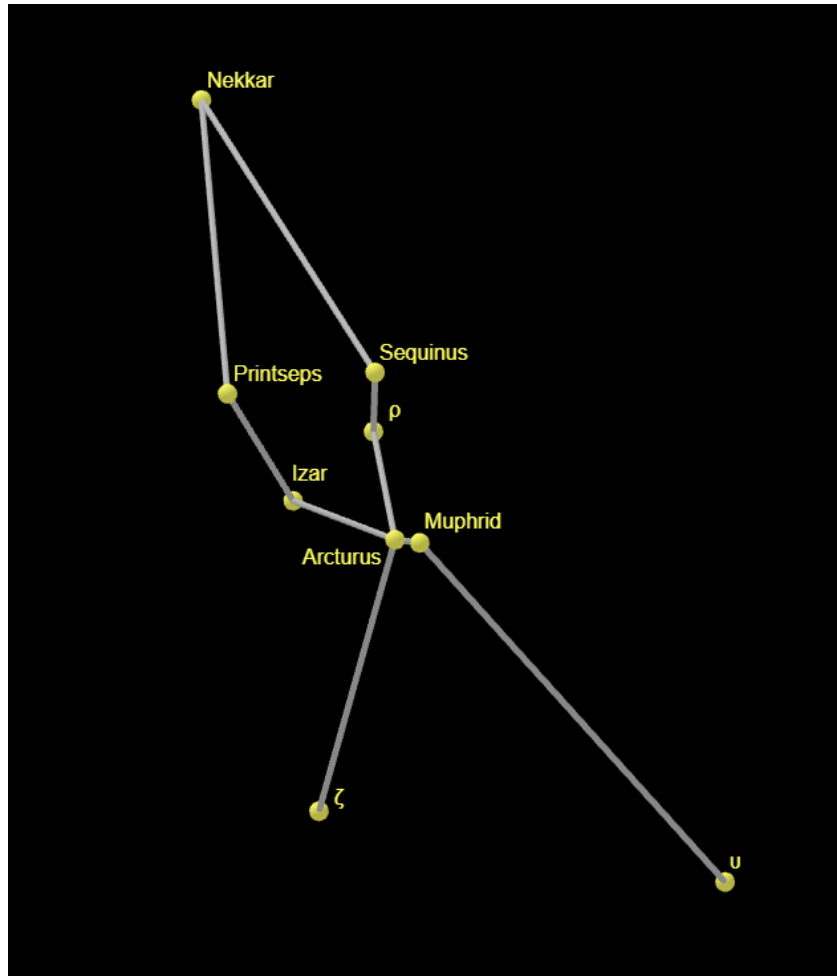
VÁHY



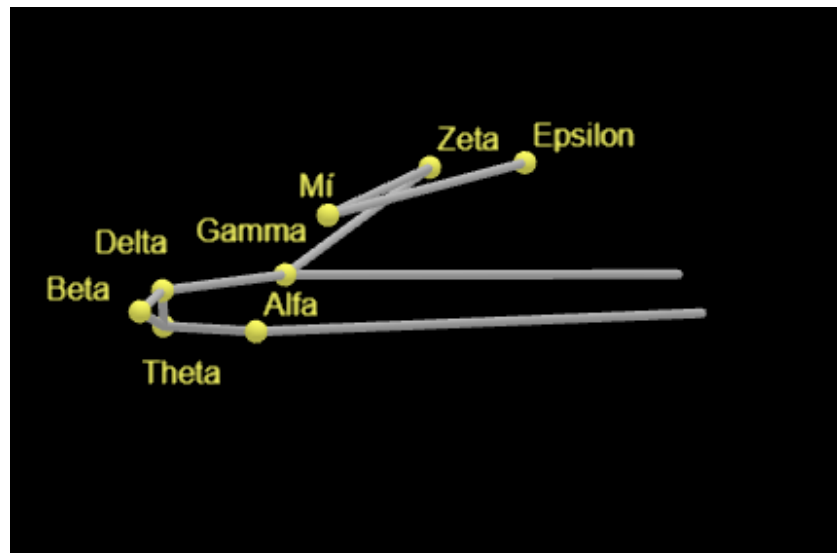
ANDROMEDA



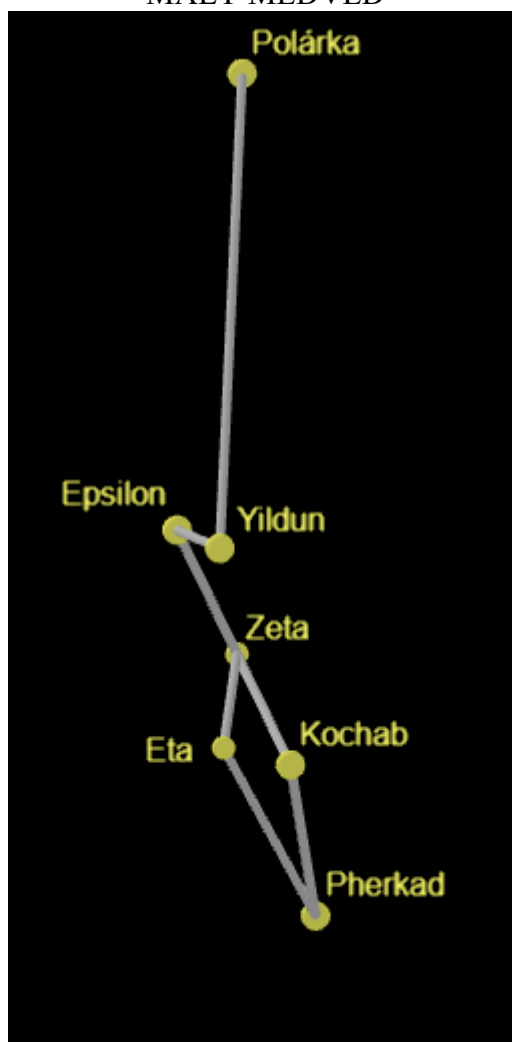
PASTÝŘ



LEV



MALÝ MEDVĚD



PANNA

