



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

A Klasifikace hvězd (online)

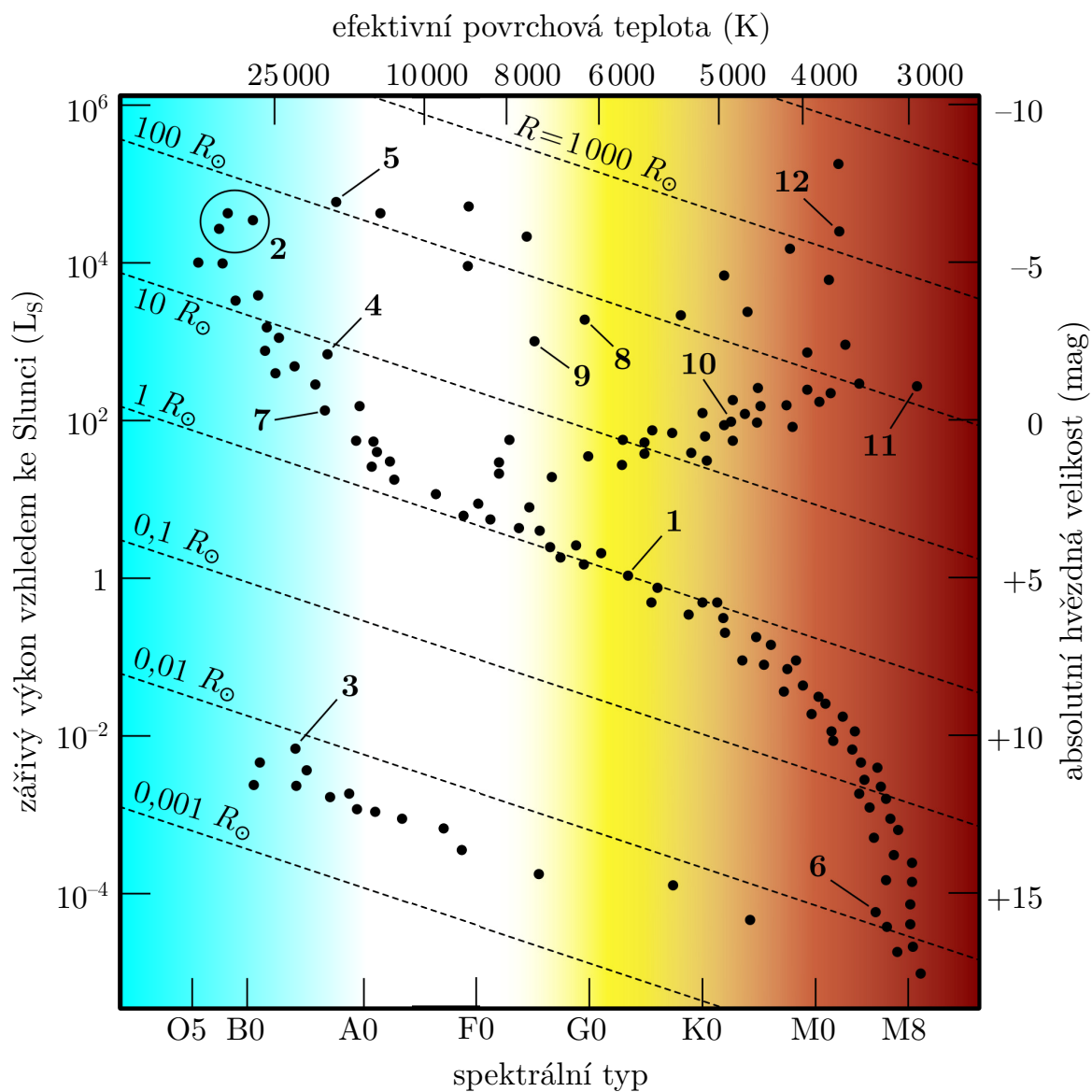
(max. 12 bodů)

Na obrázku je Hertzsprungův–Russellův diagram s vyznačenými 12 hvězdami. Jejich zářivé výkony a absolutní hvězdné velikosti jsou vyneseny na svislých osách. Na vodorovných osách je jejich efektivní teplota (pozor teplejší hvězdy jsou vlevo a chladnější vpravo) a spektrální typ. Doplň, které hvězdy odpovídají následujícím tvrzením. Ke každému tvrzení je správně pouze jedno číslo.

Nápověda: Ptáme-li se např. na spektrální typ A5, je na půl cesty mezi A0 a F0.

- | | |
|---|--|
| 1 Slunce | 5 Rigel, nejzářivější hvězda z výběru |
| 6 Proxima Centauri, červený trpaslík, nejbližší hvězda od Slunce | 12 Betelgeuze, má více než tisíc poloměrů Slunce |
| 11 Mira, nejchladnější hvězda, proměnný obr s dlouhou periodou | 4 Alcyone (Eta Tauri), nejjasnější ze Sedmi sester (Plejád) je obr typu B7, asi 10krát větší než Slunce a tisíckrát zářivější |
| 2 tři jasné modré hvězdy z Orionova pásu | 7 Regulus, hvězda spektrálního typu B7, která je na hlavní posloupnosti |
| 8 Delta Cephei, G0 veleobr, prototyp proměnných hvězd cefeid | 9 Polárka, také cefeida, ale s kratší periodou než Delta Cephei a méně jasná |
| 3 Sirius B, bílý trpaslík | |
| 10 Arcturus, oranžový obr | |

Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení





Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

B Přehledový test (online)

(max. 20 bodů)

POKYNY: U každé otázky vyber právě jednu správnou odpověď. V případě špatné, žádné nebo více vybraných odpovědí je za otázku 0 bodů. Otázky označené ** jsou za 2 body, ostatní za 1 bod.

1. Jak se jmenuje nejnovější vozítko na povrchu Marsu?
[a] Curiosity
[b] Opportunity
[c] InSight
[d] **Perseverance**
2. Která z dvojic do výběru nepatří?
[a] Země–Měsíc
[b] Saturn–Iapetus
[c] **Jupiter–Enceladus**
[d] Uran–Miranda
3. Nejvyšší teplotu má Slunce
[a] **v jádře.**
[b] v konvektivní zóně.
[c] ve fotosféře.
[d] v koróně.
4. Největší člen v Místní skupině galaxií je
[a] naše Galaxie.
[b] **galaxie v Andromedě.**
[c] galaxie v Trojúhelníku.
[d] Velké Magellanovo mračno.
5. Největší zastoupení má ve vesmíru
[a] látka složená z atomů.
[b] temná hmota.
[c] **temná energie.**
[d] fotonová energie.
6. Většinu zemské atmosféry tvoří
[a] vodík.
[b] helium.
[c] kyslík.
[d] **dusík.**
7. Která z těchto vzdáleností je nejmenší?
[a] 3,5 světelného roku
[b] 1 parsek
[c] **995 miliard kilometrů**
[d] 210 tisíc astronomických jednotek
8. Jezera na Titanu obsahují převážně
[a] zmrzlou vodu.
[b] **kapalný metan.**
[c] kapalný etanol.
[d] kapalný sirovodík.
9. ** Která z těchto družic se NEZABÝVÁ studiem exoplanet?
[a] Kepler
[b] **WMAP**
[c] TESS
[d] CHEOPS
10. ** Oběžná dráha které planety byla vysvětlena až díky obecné teorii relativity?
[a] Neptun
[b] Uran
[c] Země
[d] **Merkur**
11. ** Doba, která uběhne mezi dvěma průchody Měsíce vzestupným uzlem, se nazývá
[a] **drakonický měsíc.**
[b] uzlový měsíc.
[c] vzestupný měsíc.
[d] kalendářní měsíc.



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

12.** U které hvězdy byl na přelomu roku 2019/20 zaznamenán náhlý pokles jasnosti, kvůli kterému se začalo uvažovat, že by mohla v blízké budoucnosti vybuchnout jako supernova?

- [a] Arcturus
- [b] **Betelgeuze**
- [c] Canopus
- [d] Deneb

13.** Jaderná fúze je zdrojem energie ve hvězdách. Který z následujících cyklů popisuje hlavní zdroj energie našeho Slunce?

- [a] **proton-protonový cyklus**
- [b] vodíko-heliový cyklus
- [c] CNO cyklus
- [d] sluneční cyklus

14.** Proč se bílý trpaslík nazývá „bílý“?

- [a] **Protože má díky své teplotě maximum jasnosti v bílo-modré barvě.**
- [b] Protože ze sebe vše vyzařuje a je tedy protikladem černé díry.
- [c] Protože je jeho jádro složeno převážně z vápníku (Ca).
- [d] Protože vyzařuje celé viditelné spektrum se stejnou intenzitou a jde tedy o bílé světlo.

Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

C Astronomický soumrak

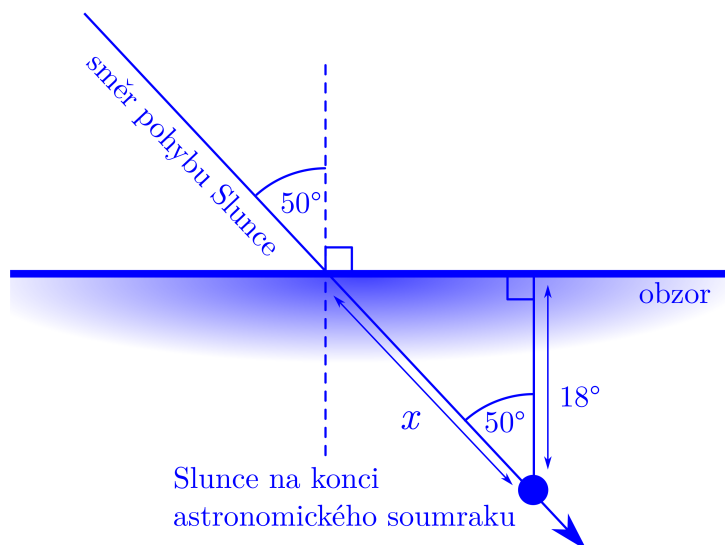
(max. 12 bodů)

Pohyb pravého Slunce, tj. toho, které pozorujeme, je na obloze nerovnoměrný. Délka pravého slunečního dne se během roku mění. Proto si lidé zavedli střední sluneční den, který má přesně 24 hodin.

a) Spočítej, jaký úhel opíše Slunce na obloze za jednu střední sluneční hodinu. Výsledek zaokrouhli na celé stupně.

24 hod ... 360°, tedy Slunce urazí za hodinu 15°.

b) Astronomický soumrak končí, pokud střed slunečního kotouče klesne 18 stupňů pod obzor. Nakresli schéma západu Slunce v severní zeměpisné šířce 50°. V něm vyznač obzor a trajektorii zapadajícího Slunce nad i pod obzorem (pro jednoduchost uvažuj, že jde o přímku) – její část, kterou Slunce urazí od západu do konce astronomického soumraku, označ jako x . Dále označ pomocí plného kolečka (●) polohu Slunce na konci astronomického soumraku a též, kde jsou hodnoty 18° a 50°.



c) Za jak dlouho po západu Slunce skončí astronomický soumrak v severní zeměpisné šířce 50°? Za západ Slunce pro jednoduchost považuj okamžik, kdy pod obzorem zmizí střed slunečního kotouče, a zanedbej atmosférickou refrakci. Čas uveď ve středních slunečních hodinách a zaokrouhli na jedno desetinné místo. *Nápověda: K řešení stačí znalost rovinné geometrie.*

Spočítáme velikost přepony x ve stupních $x = \frac{18^\circ}{\cos 50^\circ} = 28,0^\circ$,
vydělíme 15° a dostaneme čas $t = 1,9$ hod.

D Slepá mapa

(max. 30 bodů)

Na dalších dvou stranách jsou dvě slepé mapy hvězdné oblohy (bez těles Sluneční soustavy), ke kterým se vztahují následující úkoly.

a) Do boxu pod každou mapu запиš, která ukazuje severní a která jižní oblohu.

b) Označ čtverečkem (□) a pořadovým číslem (1 až 9) polohu následujících hvězd:



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

- | | |
|------------------|------------|
| 1. Aldebaran | 6. Castor |
| 2. Alfa Centauri | 7. Deneb |
| 3. Antares | 8. Mizar |
| 4. Betelgeuze | 9. Regulus |
| 5. Canopus | |

c) Označ křížkem (×) a pořadovým číslem (1 až 8) polohu následujících objektů hlubokého vesmíru:
(tolerance vyznačena čárkovaným kolečkem)

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. galaxie v Andromedě (M31) | 5. Velká mlhovina v Orionu (M42) |
| 2. mlhovina Laguna (M6) | 6. Velké Magellanovo mračno |
| 3. Plejády (M45) | 7. Ptolemaiova hvězdokupa (M7) |
| 4. dvojitá hvězdokupa χ a η Persei | 8. kulová hvězdokupa 47 Tuc |

d) Hranice souhvězdí Velkého psa vypadají jako obdélník. Vyznač je v mapách. **(tolerance vyznačena podbarvením)**

e) Zakresli pomocí trojúhelníku o velikosti cca 1 cm (\triangle) polohu radiantu meteorického roje Perseid. **(tolerance vyznačena trojúhelníkem, který je větší)**

f) Zakresli pomocí kolečka o průměru cca 1 cm (\circ) polohu Slunce dne 31.12.2020 **(tolerance vyznačena podbarvením)**



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

E Orbitální stanice u Marsu

(max. 26 bodů)

Jsme v blízké budoucnosti, lidé pravidelně cestují na Mars a dokonce postavili první orbitální stanici (obdobu ISS) na oběžné dráze okolo Marsu a nazvali ji *Mars Space Station* (MSS). MSS obíhá v rovině rovníku ve stejném směru jako se Mars otáčí kolem své osy. Bydlet či pracovat na teraformovaném Marsu navíc není od Země až takový rozdíl, protože jeden siderický den zde trvá 24,62 hodin. Další parametry Marsu jsou v tabulce.

poloměr (předpokládáme, že Mars má tvar koule)	hmotnost	hlavní poloosa	oběžná doba
3 396 km	$6,42 \cdot 10^{23}$ kg	1,52 au	1,88 roku

a) MSS obíhá na kruhové dráze ve výšce 300 km nad povrchem Marsu. Jakou musí mít rychlost, má-li se na své kruhové dráze udržet? Rychlost uveď v m/s, zaokrouhlenou na jednotky.

Poloměr Marsu je z tabulek $R_M = 3\,396$ km, hmotnost je $M_M = 6,42 \cdot 10^{23}$ kg, výška družice je $h = 300$ km.

Vyjdeme ze vzorce pro kruhovou rychlost

$$v_k = \sqrt{\frac{GM_M}{R_M + h}}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{3,696 \cdot 10^6 \text{ m}}} \approx 3\,404 \text{ m/s}$$

b) Jaká je perioda oběhu MSS? Uveď ji v minutách a zaokrouhli na jednotky.

Obvod kruhové dráhy MSS je

$$o = 2\pi(R_M + h) = 2\pi \cdot 3\,696 \text{ km} \approx 23\,223 \text{ km}$$

Perioda je

$$T_{\text{MSS}} = \frac{o}{v_k} = \frac{23\,223 \text{ km}}{3,404 \text{ km/s}} \approx 6\,822,3 \text{ s} \approx 114 \text{ min}$$

c) MSS komunikuje s radioteleskopem, který je umístěn na rovníku a jehož anténa dokáže zaznamenat signál od čehokoliv, co je nad obzorem. Spočítej, jakou část oběžné dráhy MSS toto rozpětí pokrývá (atmosférické jevy zanedbej). Výsledek uveď v km, zaokrouhlený na jednotky.

(Analogické řešení jako v krajském kole.) Obzor je 90° od zenitu (měřeno od radioteleskopu). Díky tomu můžeme využít cosinus, abychom zjistili, jak velký úhel to je, pokud měříme z centra Marsu.

$$\cos \theta = \frac{R_M}{R_M + h} (\approx 0,9188)$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{R_M}{R_M + h}\right) \approx 0,4057 \text{ rad} \approx 23,24^\circ$$



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

(při použití zaokrouhleného mezivýsledku 0,9188 je $\theta \approx 0,4058 \text{ rad} \approx 23,25^\circ$)

Od obzoru k obzoru je to 2θ . Část oběžné dráhy je tedy dlouhá

$$d = \frac{2\theta}{360^\circ} o = \frac{2 \cdot 23,24^\circ}{360^\circ} 23\,223 \text{ km} \approx 2\,998 \text{ km}$$

(lze řešit i v radiánech)

(při použití $\theta \approx 0,4058 \text{ rad}$ či $23,25^\circ$ je $d \approx 3\,000 \text{ km}$)

d) Jak dlouho může MSS komunikovat s radioteleskopem během jednoho oběhu, pokud obíhá ve stejném směru, jako se Mars otáčí kolem své osy? Výsledek uveď v minutách a zaokrouhli na desetiny.

Mars se otáčí kolem své osy, takže nestačí pouze (siderickou) periodu oběhu MSS, kterou jsme spočítali dříve, vynásobit poměrem d/o (z předchozích bodů), vyšlo by 14,7 min, ale musíme zapojit úhlové rychlosti.

Siderická rotace Marsu má periodu

$$T_M = 24,62 \cdot 60 \text{ min} \approx 1\,477 \text{ min}$$

Odečteme úhlovou rychlost rotace Marsu a úhlovou rychlost oběhu MSS (obojí v otáčkách za minutu)

$$\omega' = \omega_{\text{MSS}} - \omega_M = \frac{1}{T_{\text{MSS}}} - \frac{1}{T_M} = \frac{1}{114 \text{ min}} - \frac{1}{1\,477 \text{ min}} \approx 8,09 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$$

Odtud perioda oběhu MSS se započítáním rotace Marsu je

$$T' = \frac{1}{\omega'} \approx 124 \text{ min}$$

Nyní zapojíme poměr d/o a výsledná doba, po kterou může MSS komunikovat s radioteleskopem, je

$$t = \frac{T' d}{o} = \frac{124 \text{ min} \cdot 2\,998 \text{ km}}{23\,223 \text{ km}} \approx 16,0 \text{ min}$$

(lze použít i poměr $2\theta/360^\circ$ místo d/o)

(vyjde stejně i s použitím $d = 3\,000 \text{ km}$)

e) Zásobovací loď zanedbatelné hmotnosti opustila MSS v opačném směru, než MSS obíhá kolem Marsu. Velikost její počáteční rychlosti se však rovnala rychlosti oběhu MSS. Ihned po startu si však pilot uvědomil, že zapomněl vyložit jednu ze zásobovacích beden. Se svou aktuální rychlostí by MSS dohnal za půl periody. Nechtělo se mu však čekat tak dlouho a měl dostatek paliva, tak zažehl pomocné trysky a zvýšil svojí rychlost na 1,5násobek. Za jak dlouho s touto rychlostí dožene MSS? Veškeré připojovací manévry zanedbej, jde nám čistě o dobu do okamžiku setkání.

Zanedbatelná hmotnost je důležitá, protože můžeme zanedbat změnu hybnosti MSS. Jsme ale v centrálním gravitačním poli, takže nelze jen počítat pomocí vzorečku „ $s = vt$ “. Jedná se tedy o chyták.



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

Varianty zdůvodnění:

BUĎ: Jestliže je rychlost zásobovací rakety v_k na jisté orbitě a pilot ji zvýší, pak se přesune do větší výšky, než kde původně obíhal. Zásobovací loď MSS tedy mine.

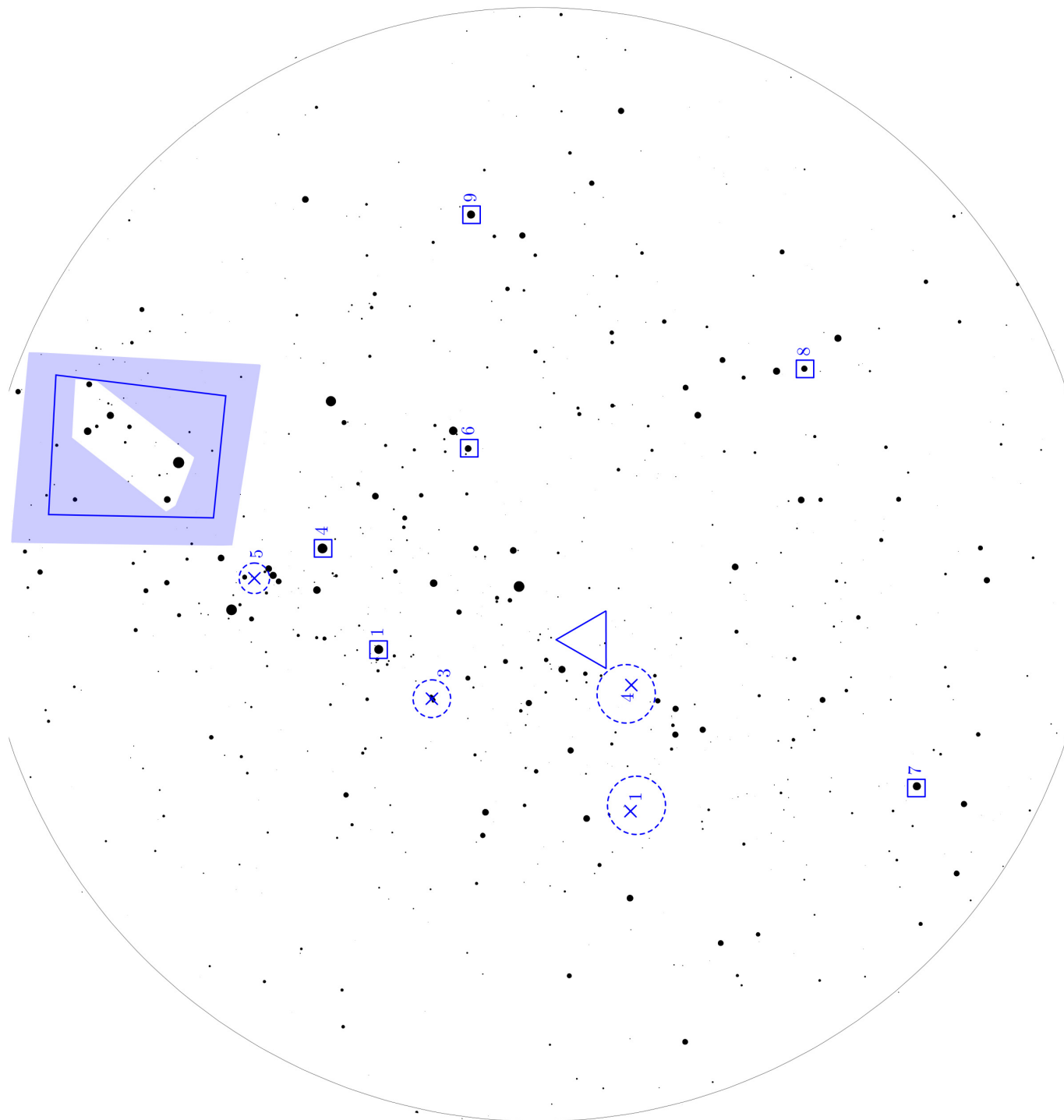
NEBO: Zvýšil-li pilot rychlost na $1,5v_k$, pak překonal únikovou rychlost z aktuální orbity, neboť

$$v_u = \sqrt{\frac{2GM_M}{R_M + h}} = \sqrt{2} v_k < 1,5v_k$$

Zásobovací loď MSS takto nedožene.



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení

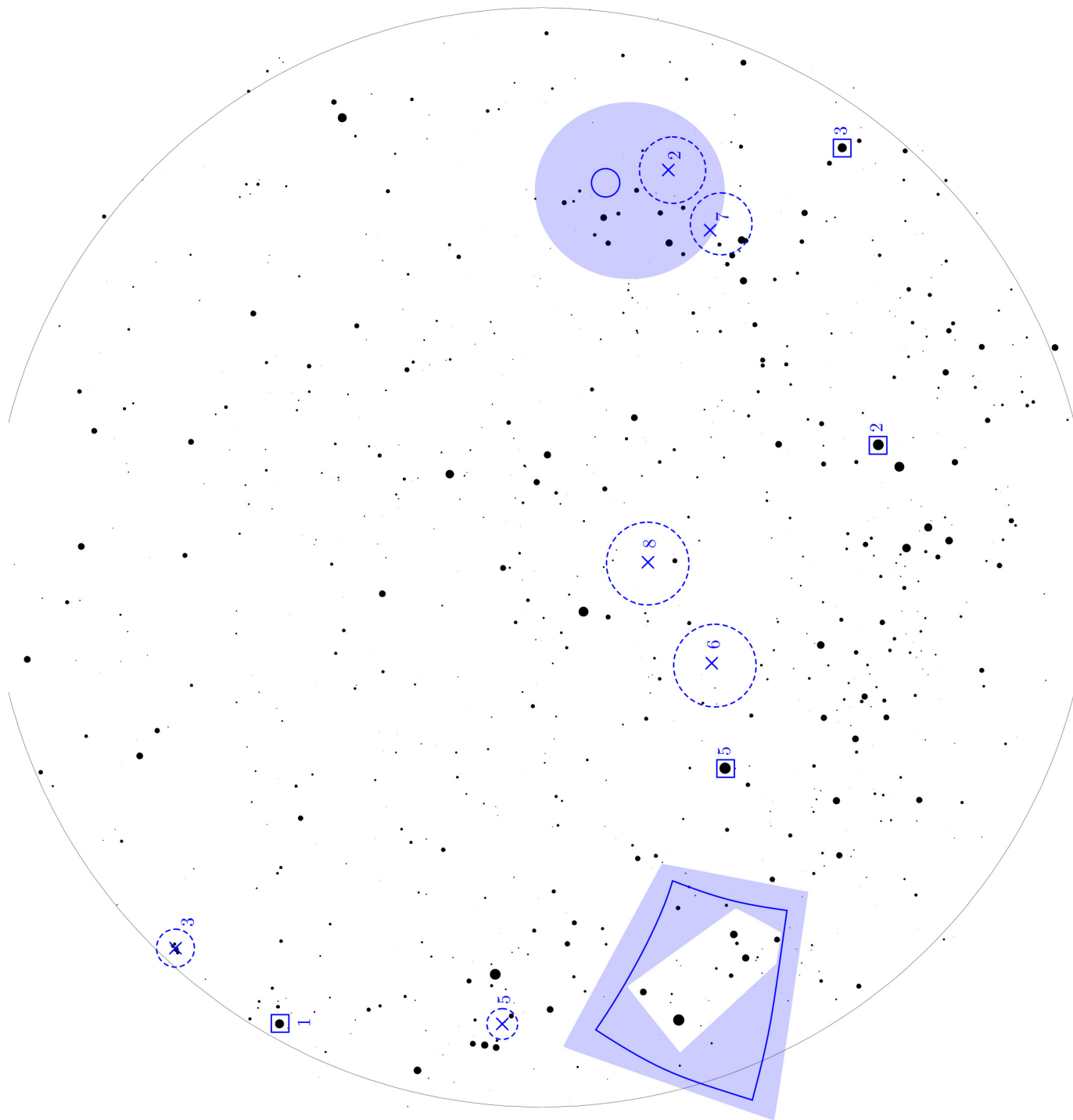


severní

Toto je **stránka 1 ze 2**, kterou si **vytiskni na papír A4 (jednostranně, na výšku)** – část finálových úloh se bude řešit na ni. Můžeš se s ní důkladně seznámit dle vlastního uvážení před začátkem Finále (např. i vytisknout několikrát, popsat apod.). Při řešení úloh Finále ji však smíš použít pouze v původní podobě, **tj. nepopsanou či jinak upravenou**.



Finále 2020/21, kategorie EF (8. a 9. třída ZŠ) – řešení



jižní

Toto je **stránka 2 ze 2**, kterou si **vytiskni na papír A4 (jednostranně, na výšku)** – část finálových úloh se bude řešit na ni. Můžeš se s ní důkladně seznámit dle vlastního uvážení před začátkem Finále (např. i vytisknout několikrát, popsat apod.). Při řešení úloh Finále ji však smíš použít pouze v původní podobě, **tj. nepopsanou či jinak upravenou**.