

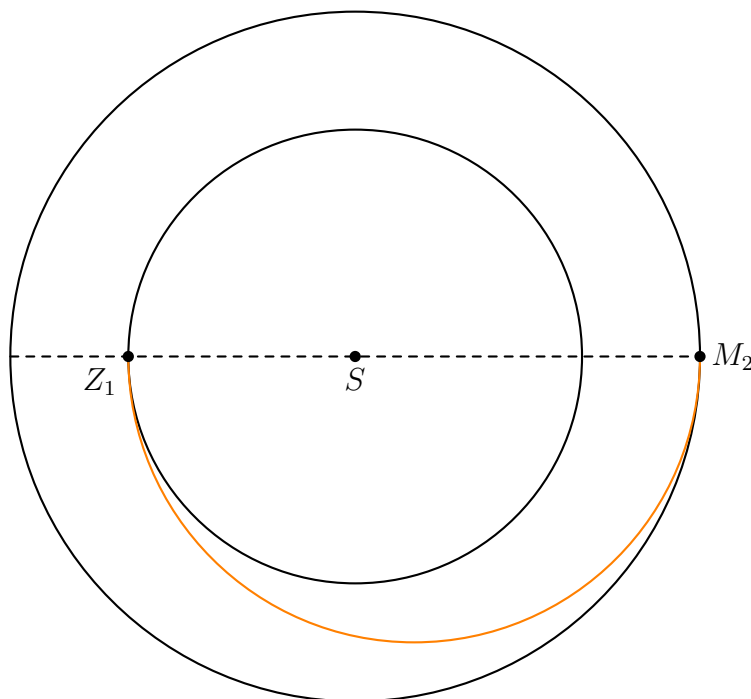
Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

**C Mise Mars 2020**

(max. 30 bodů)

V současné době zkoumá planetu Mars vozítko Perseverance (Výtrvalost), jež je součástí mise s názvem Mars 2020. Start sondy, která dopravila vozítko na Mars, proběhl dne 30. července 2020. Vozítko dosedlo na povrch Marsu 18. února 2021. My se nyní podíváme na let této mise k Marsu, který si oproti skutečnosti zjednodušíme. Uvažujme let podle Obrázku 1. Sonda startuje ze Země ve směru jejího pohybu kolem Slunce. Země se v okamžiku startu nachází v bodě  $Z_1$ . Mars se v okamžiku příletu sondy nachází v bodě  $M_2$ , tedy na opačné straně Slunce, než kde se nacházela Země v okamžiku startu. Dále předpokládejme, že Země i Mars obíhají kolem Slunce po kružnicích v jedné rovině, ve které se rovněž pohybuje sonda nesoucí vozítko Perseverance.

K výpočtům v celé úloze využívej údaje z tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH, kterou máš k dispozici. Všechny potřebné výpočty zapiš, pouhý správný výsledek bez postupu neuznáváme!



**Obrázek 1:** Let mise Mars 2020. Bod  $Z_1$  značí pozici Země v okamžiku startu sondy, bod  $M_2$  pozici Marsu v okamžiku příletu sondy, bod  $S$  Slunce. Let sondy je znázorněn oranžovou půlkružnicí. Planety na obrázku obíhají kolem Slunce proti směru chodu hodinových ručiček. Oběžné dráhy Země a Marsu jsou vůči sobě ve správném poměru, kotoučky znázorňující Zemi, Mars a Slunce nikoli.

a) Vypočítej poloměr půlkružnice, po které se sonda pohybovala. Výsledek uveď v astronomických jednotkách zaokrouhlený na setiny.

Z Tabulky Astronomické olympiády pro kategorii GH (dále jen Tabulka) přečteme tyto údaje: vzdálenost Země od Slunce  $r_Z = 1,00$  au, vzdálenost Marsu od Slunce  $r_M = 1,52$  au. Stačí si uvědomit, že v Obrázku 1 vzdálenost bodů  $Z_1$  a  $M_2$  představuje průměr půlkružnice, takže poloměr je

$$r = \frac{r_Z + r_M}{2} = \frac{1,00 \text{ au} + 1,52 \text{ au}}{2} = 1,26 \text{ au}$$

**Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

b) Vypočítej, jakou vzdálenost sonda během letu k Marsu urazila. K výpočtu budeš potřebovat vzorec pro obvod kružnice, který bys již měl/a znát, neboť jsme ti jej prozradili v krajském kole. K výpočtu použij výsledek části a). Výsledek uveď zaokrouhlený na desítky milionů kilometrů.

V krajském kole byl vzorec pro obvod kružnice s poloměrem  $r$ :  $o \approx 6,28 \cdot r$ , takže pro délku půlkružnice jde o polovinu, tedy  $s \approx 3,14 \cdot r$ . Z Tabulky ještě přečteme údaj:

$$1 \text{ au} \approx 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Délka letu sondy je proto

$$s \approx 3,14 \cdot r = 3,14 \cdot 1,26 \text{ au} = 3,14 \cdot 1,26 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km} \approx 590 \cdot 10^6 \text{ km}$$

Sonda urazila vzdálenost přibližně 590 milionů kilometrů.

c) Jak dlouho sonda letěla k Marsu? Výsledek uveď ve dnech a do výsledku započítej den startu i den přistání.

start proběhl dne 30. 7. 2020 a přistání proběhlo dne 18. 2. 2021, takže doba letu je  $2 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 18 = 204$  dní

d) Vypočítej průměrnou rychlost, jakou se sonda během letu pohybovala. Výsledek uveď v kilometrech za sekundu zaokrouhlený na desetiny. K výpočtu použij výsledky z částí b) a c).

$$v = \frac{s}{t} = \frac{590 \cdot 10^6 \text{ km}}{204 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \approx 33,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

e) Vozítko jistě musí komunikovat s řídicím střediskem na Zemi, signály se šíří rychlostí světla ve vakuu. Uveď její hodnotu v kilometrech za sekundu zaokrouhlenou na tisíce.

$$c \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

f) Vypočítej nejmenší možnou a největší možnou vzdálenost mezi Marsem a Zemí. Výsledky uveď v astronomických jednotkách zaokrouhlené na setiny.

Nejmenší vzdálenost mezi Marsem a Zemí nastává, pokud Slunce, Země a Mars leží na jedné přímce v tomto uvedeném pořadí, takže:

$$d_{\min} = 1,52 \text{ au} - 1,00 \text{ au} = 0,52 \text{ au}$$

Největší vzdálenost mezi Marsem a Zemí nastává, pokud Země, Slunce a Mars leží na jedné přímce v tomto uvedeném pořadí, takže:

$$d_{\max} = 1,52 \text{ au} + 1,00 \text{ au} = 2,52 \text{ au}$$

## Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

g) Vypočítej, jak dlouho letí signál od vozítka do řídicího střediska v případě nejmenší vzdálenosti mezi Marsem a Zemí a v případě největší vzdálenosti mezi Marsem a Zemí. Neuvažuj, že by v tomto případě musel signál proletět skrz Slunce, což samozřejmě není možné, takže výsledek berme jen jako teoretickou hranici maximální doby letu signálu. Výsledky uveď v minutách a sekundách (například 3 min 40 s) a k výpočtu použij výsledky částí e) a f).

$$t_{\min} = \frac{d_{\min}}{c} = \frac{0,52 \text{ au}}{c} = \frac{0,52 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 260 \text{ s} = 4 \text{ min } 20 \text{ s}$$

$$t_{\max} = \frac{d_{\max}}{c} = \frac{2,52 \text{ au}}{c} = \frac{2,52 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 1\,260 \text{ s} = 21 \text{ min}$$

h) Obrázek 1 přerýsuj na papír. Pro kružnici, která představuje oběžnou dráhu Země kolem Slunce, zvol poloměr 5 cm. Zapiš výpočet poloměru kružnice, která představuje oběžnou dráhu Marsu kolem Slunce. Rovněž narýsuj půlkružnici představující let sondy a vyznač její střed jako bod  $O$ . Obrázek nemusíš dělat barevně. V obrázku dodrž polohy i označení bodů  $S$ ,  $Z_1$  a  $M_2$ .

Viz obrázek 2. Poloměr kružnice představující oběžnou dráhu Marsu kolem Slunce musí být

$$1,52 \cdot 5 \text{ cm} = 7,6 \text{ cm}$$

Střed  $O$  je možné narýsovat jako střed úsečky  $Z_1M_2$ .

i) Vypočítej polohu Marsu v okamžiku startu sondy a pomocí úhlooměru zakresli tuto polohu jako bod  $M_1$  do obrázku, který jsi narýsoval/a v části h). Polohu Marsu vypočítej jako velikost středového úhlu, o který se Mars posune okolo Slunce za dobu letu sondy (jde tedy o úhel  $M_1SM_2$ ). K výpočtu využij výsledek části c). Výsledek zaokrouhli na celé stupně.

Z Tabulky přečteme, že oběžná doba Marsu okolo Slunce je 1,88 roku s tím, že rok trvá 365,256 dne, neboli Mars oběhne Slunce za  $1,88 \cdot 365,256 \text{ d} \approx 687 \text{ d}$ . Let trval podle části c) 204 dní. Plný úhel je  $360^\circ$ , k výpočtu použijeme trojčlenku pro přímou úměrnost.

$$\frac{204}{687} \cdot 360^\circ \approx 107^\circ$$

j) Vypočítej polohu Země v okamžiku přistání vozítka na Marsu a pomocí úhlooměru zakresli tuto polohu jako bod  $Z_2$  do obrázku, který jsi narýsoval/a v části h). Polohu Země vypočítej jako velikost středového úhlu, o který se Země posune okolo Slunce za dobu letu sondy (jde tedy o úhel  $Z_1SZ_2$ ). K výpočtu využij výsledek části c). Výsledek zaokrouhli na celé stupně.

Z Tabulky přečteme, že oběžná doba Země okolo Slunce je 1,00 roku s tím, že rok trvá 365,256 dne. Let trval podle části c) 204 dní. Plný úhel je  $360^\circ$ , k výpočtu použijeme trojčlenku pro přímou úměrnost.

$$\frac{204}{365,256} \cdot 360^\circ \approx 201^\circ$$

Výsledkem je tedy úhel větší než  $180^\circ$ , který je možné narýsovat jako  $201^\circ = 180^\circ + 21^\circ$  (v Obrázku 2 je tedy velikost úhlu  $M_2SZ_2$  rovna  $21^\circ$ ).

## Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

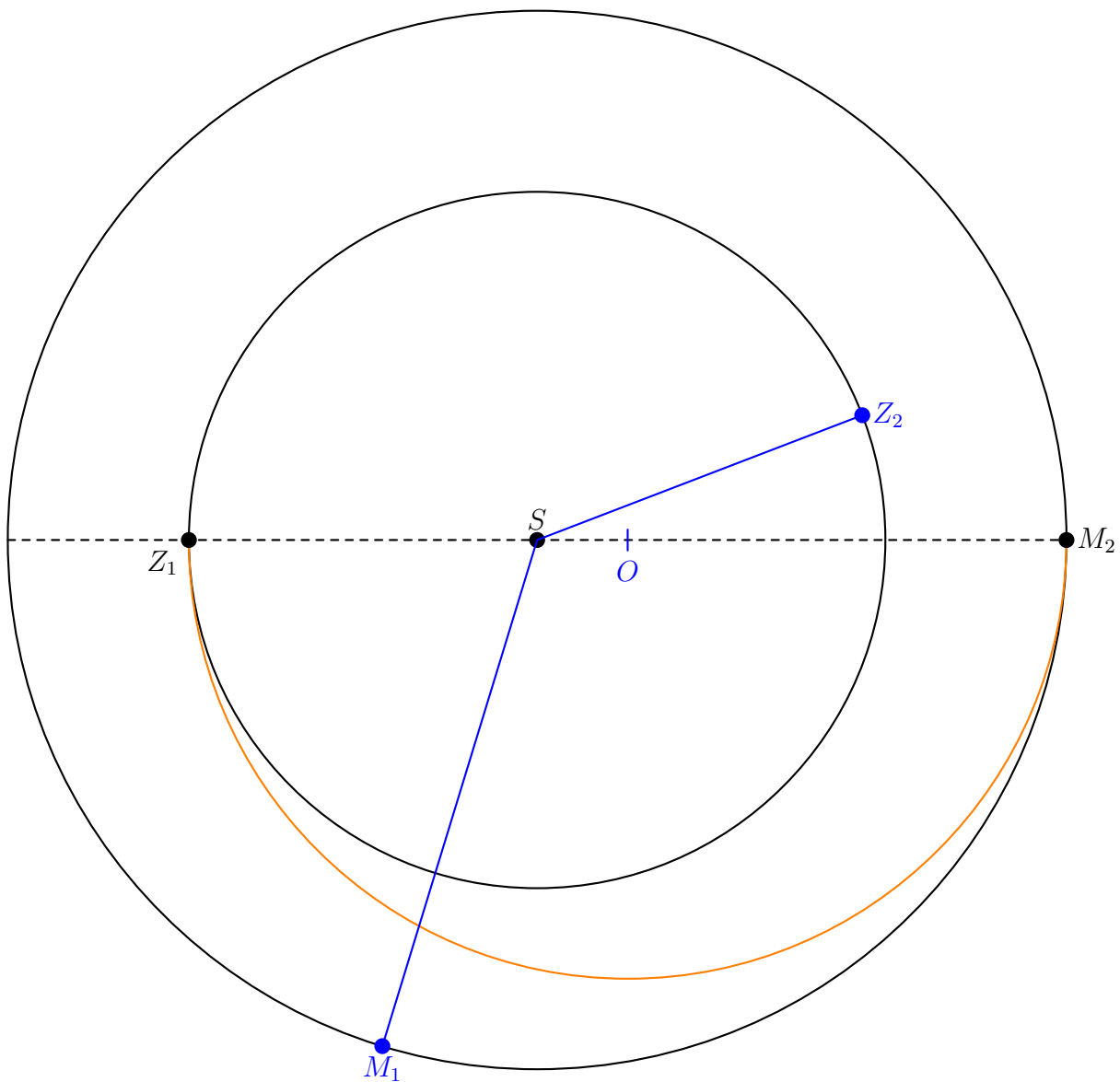
k) Podle stránek NASA sonda urazila od Země k Marsu vzdálenost 480 miliónů kilometrů. Porovnej tento údaj s výpočtem z části b) a zdůvodni případný rozdíl. Zkus vymyslet alespoň dva důvody.

Výsledek z části b) je oproti skutečnému údaji o 110 miliónů kilometrů větší, což je vskutku hodně. Důvodů je hned několik: Země a Mars neobíhají kolem Slunce po kružnicích (ale po elipsách), neobíhají kolem Slunce v jedné oběžné rovině, sonda neletěla po půlkružnici, polohy planet  $Z_1$  a  $M_2$  (tedy že Mars se v okamžiku příletu sondy nachází na opačné straně Slunce, než kde se nacházela Země v okamžiku startu) neodpovídají skutečnosti.

l) Vozítko Perseverance v sobě mělo kromě vědeckých přístrojů ještě jeden průzkumný dopravní prostředek. Jaký?

malý vrtulník s názvem Ingenuity (Důmyslnost nebo též Vynalézavost)

Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



Obrázek 2: Řešení částí h), i), j) (modrou barvou).

**Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení**

**D Slepá mapa**

*(max. 30 bodů)*

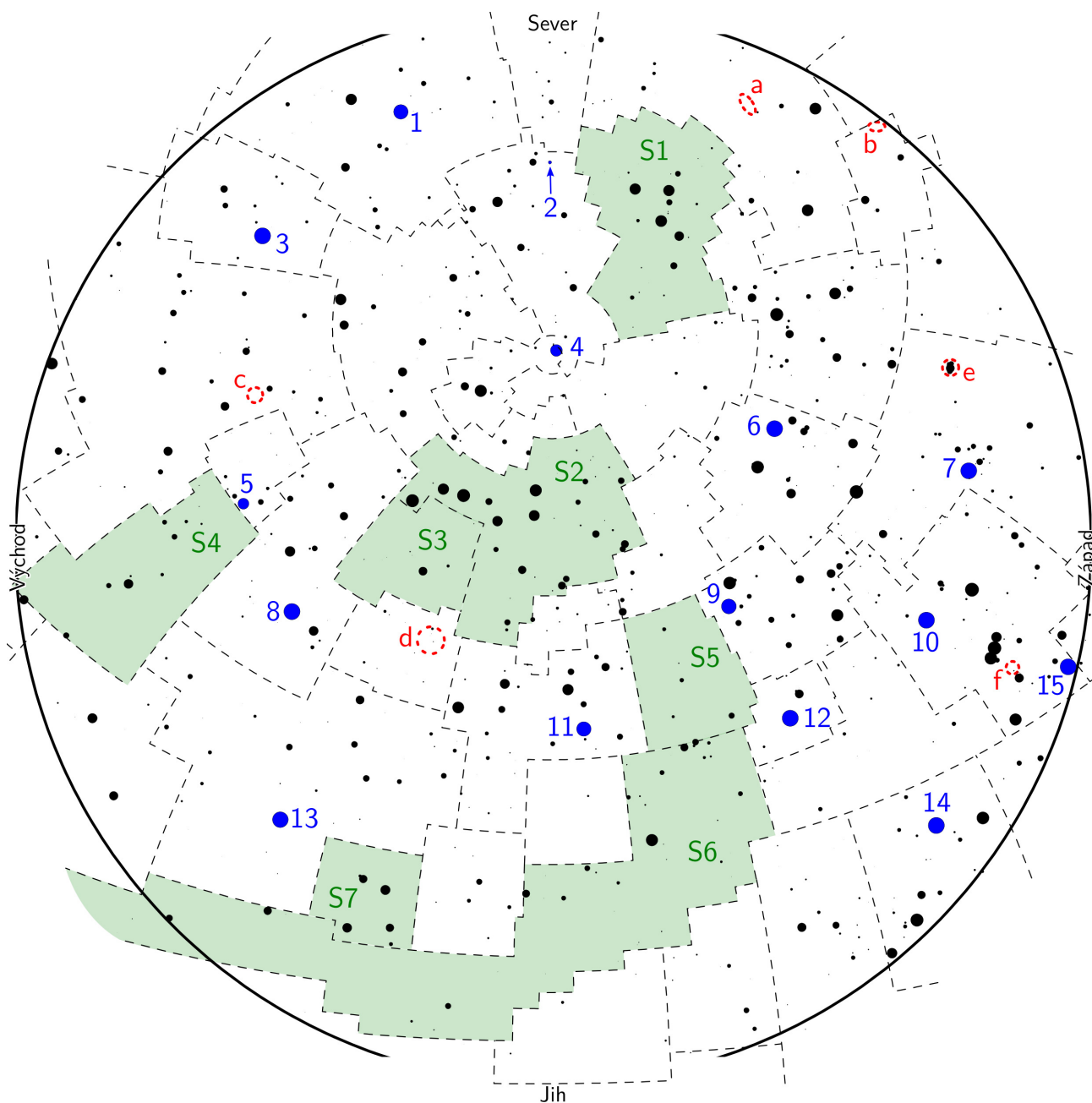
**POKYNY: Řeší se online**

Ve slepé mapě je modrou barvou zvýrazněno 15 hvězd, zelenou barvou 7 souhvězdí a červenou barvou 6 objektů hlubokého vesmíru. Tvým úkolem je přiřadit čísla 1 až 15 k příslušným hvězdám, označení S1 až S7 k příslušným souhvězdím a písmena „a“ až „f“ k příslušným objektům hlubokého vesmíru. Tuto noční oblohu bychom mohli pozorovat o půlnoci z Prahy 22. den v určitém měsíci v letošním roce. Ve kterém měsíci? Vyber měsíc ze seznamu.

Zde je jejich seznam:

- M13 (kulová hvězdokupa v souhvězdí Herkula)
- Arcturus
- Hydra
- M45 (Plejády)
- Polárka
- Regulus
- Rak
- Deneb
- M33 (galaxie v Trojúhelníku)
- Havran
- Gemma
- Procyon
- Had (hlava)
- Aldebaran
- M31 (galaxie v Andromedě)
- Pollux
- Vega
- Kasiopeja
- Capella
- Rigel
- Melotte 111 (otevřená hvězdokupa ve Vlasech Bereniky)
- Honicí psi
- Sirius
- delta Cephei
- Velká medvědice
- M42 (Velká mlhovina v Orionu)
- Betelgeuse
- Spica

Finále 2020/21, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení



hvězdy: 1 = Deneb, 2 = delta Cephei, 3 = Vega, 4 = Polárka, 5 = Gemma, 6 = Capella, 7 = Aldebaran, 8 = Arcturus, 9 = Pollux, 10 = Betelgeuse, 11 = Regulus, 12 = Procyon, 13 = Spica, 14 = Sirius, 15 = Rigel

souhvězdí: S1 = Kasiopeja, S2 = Velká medvědice, S3 = Honicí psi, S4 = Had (hlava), S5 = Rak, S6 = Hydra, S7 = Havran

objekty hlubokého vesmíru: a = M31 (galaxie v Andromedě), b = M33 (galaxie v Trojúhelníku), c = M13 (kulová hvězdokupa v souhvězdí Herkula), d = Melotte 111 (otevřená hvězdokupa ve Vlasech Bereniky), e = M45 (Plejády), f = M42 (Velká mlhovina v Orionu)

tato mapa je z Prahy ze dne 22. února 2021 o půlnoci