MMK, vzorové příklady ke zkoušce

Přírodovědecká fakulta UK
Tomáš Bayer | bayertom@natur.cuni.cz
Stav k 12. 5. 2021

Není-li zadáno jinak, volte poloměr Země $R = 6380$km.

1 Sférická trigonometrie

1. O kolik procent je vzdálenost měřená po loxodromě mezi body $P_1 = [50°, 15°]$ a $P_2 = [60°, 20°]$ delší než vzdálenost mezi těmito body měřená po ortodromě?

2. Čtyři loxodromy jsou dány těmito koncovými body:

   Loxodroma 1: $P_1 = [50°N, 15°E]$, $P_2 = [60°N, 15°E]$.

   Loxodroma 2: $P_1 = [50°N, 15°E]$, $P_2 = [50°N, 20°E]$.

   Loxodroma 3: $P_1 = [50°N, 15°E]$, $P_2 = [53°N, 16°E]$.

   Loxodroma 4: $P_1 = [50°N, 15°E]$, $P_2 = [52°N, 17°E]$.

   U které z loxodrom je největší rozdíl mezi skutečnou délkou a délkou v obraze (v Mercatorově zobrazení)? Hodnoty rozdílů vyjádřete v procentech.

3. Seřaďte následující kartografická zobrazení podle procentuální odchylky mezi vzdáleností měřenou po ortodromě a přímou vzdáleností v rovině kartografického zobrazení mezi následujícími městy

   Praha: $\varphi = 50.090906°, \lambda = 14.400691°$

   Bratislava: $\varphi = 48.142301°, \lambda = 17.100122°$

   - Válcové ekvidistantní zobrazení
   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$
   - Mercator-Sansonovo zobrazení
   $$\begin{aligned} x &= R\lambda\cos\varphi \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$
   - Azimutální konformní zobrazení
   $$\begin{aligned} \rho &= 2R\tan\frac{90° - \varphi}{2} \\ \varepsilon &= \lambda. \end{aligned}$$
   - Gnomonická projekce
   $$\begin{aligned} \rho &= R\tan(90° - \varphi) \\ \varepsilon &= \lambda. \end{aligned}$$

4. Seřaďte následující kartografická zobrazení podle procentuální odchylky mezi vzdáleností měřenou po loxodromě a přímou vzdáleností v rovině kartografického zobrazení mezi následujícími městy

   Praha: $\varphi = 50.090906°, \lambda = 14.400691°$

   Bratislava: $\varphi = 48.142301°, \lambda = 17.100122°$

- Válcové ekvidistantní zobrazení

$$\begin{aligned} x &= R\lambda \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

- Mercator-Sansonovo zobrazení

$$\begin{aligned} x &= R\lambda\cos\varphi \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

- Kuželové ekvidistantní zobrazení, kde $u_0 = 45° N$

$$\begin{aligned} x &= R(\frac{1}{\tan u_0} + (u_0 - u))\cos(v \sin u_0) \\ y &= R(\frac{1}{\tan u_0} + (u_0 - u))\sin(v \sin u_0) \end{aligned}$$

- Gnomonická projekce

$$\begin{aligned} \rho &= R\tan(90° - \varphi) \\ \varepsilon &= \lambda. \end{aligned}$$

5. Spočtěte souřadnice kartografického pólu pro válcové zobrazení v obecné poloze navržené tak, aby bylo vzhledem k délkovému zkreslení optimální pro území vymezené těmito body: $P_1 = [50° N, 15° E]$, $P_2 = [45° N, 20° E]$, $P_3 = [60° N, 25° E]$, $P_4 = [55° N, 30° E]$.

6. Spočtěte dva mezilehlé body loxodromy dané koncovými body $P_1 = [50° N, 15° E]$ a $P_2 = [60° N, 30° E]$. Volte krok $\Delta v = 5°$.

7. Spočtěte dva mezilehlé body ortodromy dané koncovými body $P_1 = [50° N, 15° E]$ a $P_2 = [60° N, 30° E]$. Volte krok $\Delta v = 5°$.

8. Jsou dány souřadnice kartografického pólu $K = [50° N, 15° E]$. Nalezněte bod $P_{max} = [u_{max}, v]$, ve kterém kartografický rovník vztažený k tomuto pólu dosahuje maximální zeměpisné šířky.

2 Výpočty na elipsoidu

1. V bodě $P = [50° N, 15° E]$ určete poloměr $R = \sqrt{MN}$ referenční koule aproximující Besselův elipsod.
2. Určete poloměr R referenční koule za podmínky, aby tato měla stejný objem/povrch jako Besselův elipsoid.
3. V bodě $P = [50° N, 15° E]$ spočtěte následující charakteristiky vztažené k Besselově elipsoidu: ψ, β, N, X, Y, Z.
4. Určete zeměpisnou šířku bodu, ve kterém bude největší rozdíl mezi φ, ψ.
5. Určete zeměpisnou šířku bodu, ve kterém bude největší rozdíl mezi φ, β.
6. Z prostorových geocentrických souřadnic $X =$, $Y =$, $Z =$ bodu P určete jeho zeměpisné souřadnice φ, λ vztažené k Besselově elipsoidu.

3 Kartografická zobrazení

1. Spočtěte délku obrazu rovnoběžky $\varphi = 50°$ v následujících kartografických zobrazeních (výsledky uveďte na km) a seřaďte zobrazení vzestupně dle této hodnoty. Vypočtené hodnoty uspořádejte do přehledné tabulky.

   - Kuželové ekvidistantní zobrazení ($\varphi_0 = 50°, 1NR$)

   $$\begin{aligned} \varrho &= \rho_0 + R(\varphi_0 - \varphi) \\ \varepsilon &= n\lambda. \end{aligned}$$

   - Mercator-Sansonovo zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \cos\varphi \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

   - Eckert V zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= \frac{R\lambda(1+\cos\varphi)}{\sqrt{2+\pi}} \\ y &= \frac{2R\varphi}{\sqrt{2+\pi}}. \end{aligned}$$

2. Spočtěte délku obrazu rovnoběžky $u = 60°$ v následujících kartografických zobrazeních (výsledky uveďte na km) a seřaďte zobrazení vzestupně dle této hodnoty. Vypočtené hodnoty uspořádejte do přehledné tabulky, $R = 6380$ km.

   - Válcové ekvidistantní zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

   - Mercator-Sansonovo zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \cos\varphi \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

   - Azimutální konformní zobrazení

   $$\begin{aligned} \rho &= 2R \tan\frac{90° - \varphi}{2} \\ \varepsilon &= \lambda. \end{aligned}$$

3. Seřaďte následující kartografická zobrazení podle délky obrazu základního poledníku:

   - Válcové ekvidistantní zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

   - Mercator-Sansonovo zobrazení

   $$\begin{aligned} x &= R\lambda \cos\varphi \\ y &= R\varphi. \end{aligned}$$

   - Kuželové ekvidistantní zobrazení, kde $u_0 = 45°N$

   $$\begin{aligned} x &= R(\frac{1}{\tan u_0} + (u_0 - u)) \cos(v \sin u_0) \\ y &= R(\frac{1}{\tan u_0} + (u_0 - u)) \sin(v \sin u_0) \end{aligned}$$

- Ortografická projekce

$$\begin{aligned}\rho &= R\sin(90^\circ - \varphi)\\ \varepsilon &= \lambda.\end{aligned}$$

4. Turista vyrazil z bodu $A = [50^\circ, 15^\circ]$ severním směrem do bodu $B = [50^\circ 07', 15^\circ]$, poté východním směrem do bodu $C = [50^\circ 07', 15^\circ 05']$, jižním směrem do bodu $D = [50^\circ, 15^\circ 05']$ a následně se vrátil do bodu A. O kolik procent se zkrátila/prodloužila celková délka obrazu trasy pochody turisty v níže uvedených kartografických zobrazeních vzhledem ke skutečnosti (tj. nahradíme -li Zemi koulí s poloměrem $R = 6378$km)? Zobrazení seřaďte vzestupně podle této hodnoty. Výsledek zaokrouhlete na metry.

   - Válcové ekvidistantní zobrazení

   $$\begin{aligned}x &= Rv\\ y &= Ru\end{aligned}$$

   - Válcové ekvivalentní zobrazení

   $$\begin{aligned}x &= Rv\\ y &= R\sin u\end{aligned}$$

   - Azimutální konformní zobrazení

   $$\begin{aligned}\rho &= 2R\tan\frac{90^\circ - u}{2}\\ \varepsilon &= v.\end{aligned}$$

5. V níže uvedených azimutálních zobrazeních (normální poloha) spočtěte plochu obrazu severní polokoule a seřaďte je vzestupně dle této hodnoty. Výsledky zaokrouhlete na 1000 km^2.

   - Azimutální ekvidistantní zobrazení

   $$\begin{aligned}\rho &= R(90^\circ - u)\\ \varepsilon &= v.\end{aligned}$$

   - Azimutální konformní zobrazení

   $$\begin{aligned}\rho &= 2R\tan\frac{90^\circ - u}{2}\\ \varepsilon &= v.\end{aligned}$$

   - Azimutální ekvivalentní zobrazení

   $$\begin{aligned}\rho &= 2R\sin\frac{90^\circ - u}{2}\\ \varepsilon &= v.\end{aligned}$$

   - Ortografická projekce

   $$\begin{aligned}\rho &= R\sin(90^\circ - u)\\ \varepsilon &= v.\end{aligned}$$

   - Válcové ekvidistantní zobrazení

   $$\begin{aligned}x &= Rv\\ y &= Ru.\end{aligned}$$

- Mercator-Sansonovo zobrazení

$$
\begin{aligned}
x &= Rv\cos u \\
y &= Ru.
\end{aligned}
$$

6. Psí spřežení vyrazilo ze severního pólu jižním směrem po poledníku $v = 15°$. Na rovnoběžce $u = 89°$s.š. pokračovalo východním směrem. Na poledníku $v = 15°20'$ se obrátilo severním směrem a po tomto poledníku dorazilo na severní pól. V níže uvedených azimutálních zobrazeních (normální poloha) spočtěte celkovou délku trasy (obraz rovnoběžky je kružnice!) a seřaďte je vzestupně dle této hodnoty.

   - Azimutální ekvidistantní zobrazení

$$
\begin{aligned}
\rho &= R(90° - u) \\
\varepsilon &= v.
\end{aligned}
$$

   - Azimutální konformní zobrazení

$$
\begin{aligned}
\rho &= 2R\tan\frac{90° - u}{2} \\
\varepsilon &= v.
\end{aligned}
$$

   - Ortografická projekce

$$
\begin{aligned}
\rho &= R\sin(90° - u) \\
\varepsilon &= v.
\end{aligned}
$$

7. Obraz bodu P v kartografickém zobrazení leží ve vzdálenosti 12000 km od obrazu severního pólu. Určete, ve kterém z níže uvedených kartografických zobrazeních leží bod P na jižní polokouli a spočtěte jeho zeměpisnou šířku.

   - Azimutální ekvidistantní zobrazení

$$
\begin{aligned}
\rho &= R(90° - u) \\
\varepsilon &= v.
\end{aligned}
$$

   - Azimutální konformní zobrazení

$$
\begin{aligned}
\rho &= 2R\tan\frac{90° - u}{2} \\
\varepsilon &= v.
\end{aligned}
$$

   - Válcové ekvivalentní zobrazení

$$
\begin{aligned}
x &= Rv \\
y &= R\sin u
\end{aligned}
$$

8. Seřaďte azimutální projekce (5) navržené v normální poloze vzestupně podle hodnot m_p počítaného v bodě o souřadnicích $P = [50°, 15°]$.

9. Seřaďte azimutální projekce (5) navržené v normální poloze vzestupně podle vzdálenosti obrazu jižního pólu od obrazu severního pólu.

10. Seřaďte válcové projekce podle délky obrazu základního poledníku.

4 Zákony zkreslení

1. V zobrazení se zachovanými zeměpisnými souřadnicemi určete v bodě $P = [50° N, 15° E]$ délková zkreslení ve směru poledníku a rovnoběžky.

2. Spočítejte meridiánovou konvergenci v bodě $P = [50°, 15°]$ pro Mercator-Sansonovo zobrazení, střední poledník volte $v_0 = 10°$

$$\begin{aligned} X &= Rv \cos u, \\ Y &= Ru. \end{aligned}$$

3. Spočítejte meridiánovou konvergenci obrazu poledníku v bodě $P = [50° N, 16° E]$ pro transverzální Mercatorovo zobrazení se základním poledníkem $v_0 = 15° E$.

4. Určete hlavní paprsky a, b v bodě $P = [50° N, 15° E]$ pro Mercator-Sansonovo zobrazení.

5. Které ze tří následujících zobrazení má nejmenší délkové zkreslení v bodě $P = [50°, 15°]$:

   (a) Stereografická projekce,

   (b) Mercatorovo zobrazení,

   (c) Lambertovo kuželové konformní zobrazení, $u_0 = 50°$.

6. Území je vymezeno těmito body: $P_1 = [50° N, 15° E]$, $P_2 = [40° S, 15° E]$, $P_3 = [40° S, 20° E]$, $P_4 = [50° N, 20° E]$. Jaké bude zkreslení m_r na jeho okraji, použijeme -li válcové ekvidistantní zobrazení v normální poloze, za předpokladu:

   (a) nezkreslená rovnoběžka vede středem území.

   (b) na okrajích požadujeme stejné hodnoty zkreslení: $m_{rs} = m_{rj} = 1 + c$ a $m_{r0} = 1 - c$.

7. Území je vymezeno těmito body: $P_1 = [50° N, 15° E]$, $P_2 = [45° N, 15° E]$, $P_3 = [45° N, 20° E]$, $P_4 = [50° N, 20° E]$. Jak se liší hodnoty m_r na severním okraji tohoto území u kuželového ekvivalentního zobrazení, zvolíme -li:

   (a) jednu nezkreslenou rovnoběžku jdoucí středem území,

   (b) pól = bod.

   (c) dvě nezkreslené rovnoběžky $u_1 = 46° N$, $u_2 = 49° N$; u_0 volte v polovině intervalu u_1, u_2.

8. Ve kterém kartografickém zobrazení svírají v bodě $P = [50° N, 15° E]$ obrazy poledníku a rovnoběžky nejmenší úhel

   (a) Stereografická projekce

$$\begin{aligned} x &= 2R \tan \frac{90° - u}{2} \cos v, \\ y &= 2R \tan \frac{90° - u}{2} \sin v, \end{aligned}$$

   (b) Mercatorovo zobrazení,

$$\begin{aligned} x &= R \ln \left[\tan \left(\frac{u}{2} + 45° \right) \right], \\ y &= Rv, \end{aligned}$$

   (c) Eckertovo V. zobrazení

$$\begin{aligned} X &= Rv \frac{1 + \cos u}{\sqrt{2 + \pi}}, \\ Y &= \frac{2}{\sqrt{2 + \pi}} Ru. \end{aligned}$$

9. Ve kterém kartografickém zobrazení je bodě $P = [50°N, 15°E]$ nejmenší hodnota meridiánové konvergence?
   (a) Stereografická projekce,
   (b) Mercator-Sansonovo zobrazení,
   (c) Mercatorovo zobrazení.
   (d) Eckert V. zobrazení.
10. Rozhodněte, zda zobrazení dané rovnicemi
$$\begin{aligned} x &= 2R\tan(\frac{\pi}{4} - \frac{u}{2})\cos v, \\ y &= 2R\tan(\frac{\pi}{4} - \frac{u}{2})\sin v, \end{aligned}$$
je a) konformní b) ortogonální.
11. Je zobrazení dané zobrazovacími rovnicemi
$$\begin{aligned} x &= 2R\sin(\frac{\pi}{4} - \frac{u}{2})\cos v, \\ y &= 2R\sin(\frac{\pi}{4} - \frac{u}{2})\sin v, \end{aligned}$$
ekvivalentní?
12. Ověřte, zda zobrazení dané rovnicemi
$$\begin{aligned} x &= R\tan u\cos v, \\ y &= R\frac{\sin v}{\cos u}. \end{aligned}$$
je či není a) ortogonální, b) konformní.
13. Ověřte, zda zobrazení dané rovnicemi
$$\begin{aligned} x &= R\tan u\cos v, \\ y &= R\frac{\sin v}{\cos u}. \end{aligned}$$
je či není ekvivalentní.
14. Jak velké území (uvažujte území kruhového tvaru) lze zobrazit v plánu (tečná rovina) s měřítkem 1:10 000, aniž by se graficky projevil vliv délkového zkreslení? Výslednou hodnotu zaokrouhlete na km, potřebné vzorce odvoďte. Grafickou přesnost mapy uvažujte 0.1 mm.
15. Území tvaru obdélníku je vymezeno rohovými body $P_1 = [48°N, 13°E]$, $P_2 = [48°N, 16°E]$, $P_3 = [44°N, 13°E]$, $P_4 = [44°N, 16°E]$. Určete počet poledníkových pásů v transverzálním Mercatorově zobrazení a jejich šířku, chceme-li zájmové území zobrazit tak, aby délkové zkreslení na okrajích činilo maximálně 10 cm/km.
16. Pro území ve tvaru sférického čtyřúhelníku s vrcholy $P_1 = [5°N, 10°E]$, $P_2 = [5°N, 20°E]$,$P_3 = [5°S, 20°E]$, $P_4 = [5°S, 10°E]$ navrhněte azimutální konformní zobrazení v obecné poloze tak, aby na okrajích území bylo minimální délkové zkreslení. Hodnotu délkového zkreslení na okraji území spočtěte a uveďte na 5 desetinných míst. Poloměr Země $R = 6378$km.
17. Jaká může být maximální šířka poledníkového pásu u válcového konformního zobrazení v příčné poloze, má -li být na okrajích maximální délkové zkreslení 10cm/km? Výsledek uveďte ve stupních i v kilometrech pro zeměpisnou šířku $\varphi = 50°$ a $\varphi = 0°$, volte $R = 6380$km.
18. Ověřte, zda zobrazení dané rovnicemi
$$\begin{aligned} x &= \frac{2R}{\sqrt{2\pi}}\cos u\cos v, \\ y &= \frac{2R}{\sqrt{2\pi}}\cos u\sin v, \end{aligned}$$
je či není ekvivalentní.

19. Rozhodněte, zda zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} x &= Rv, \\ y &= \frac{R}{2} \ln \frac{1+\sin u}{1-\sin u}, \end{aligned}$$

je a) konformní, b) ortogonální.

20. Rozhodněte, zda jednoduché zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} x &= R(90-u)\cos v \left(\frac{\cos u_0}{90-u_0} \right), \\ y &= R(90-u)\sin \left(v\frac{\cos u_0}{90-u_0} \right), \end{aligned}$$

je:

(a) konformní,
(b) ekvivalentní.

21. Odvoďte vztah pro výpočet azimutů extrémních délkových zkreslení a s jeho použitím určete hodnoty extrémních délkových zkreslení v bodě $P = [50^\circ N, 15^\circ E]$ v kartografickém zobrazení daném rovnicemi

$$\begin{aligned} x &= Rv\cos u, \\ y &= Ru. \end{aligned}$$

22. Rozhodněte, zda zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} x &= R\sqrt{2}\sin\frac{u}{2}, \\ y &= \frac{R\sqrt{2}}{\pi} v\cos\frac{u}{2}, \end{aligned}$$

je či není konformní.

23. Rozhodněte, zda kartografické zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} X &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} Rv\sqrt{1-\sin u}, \\ Y &= \sqrt{\pi}R(1-\sqrt{1-\sin u}), \end{aligned}$$

je, či není,

(a) konformní,
(b) ekvivalentní,
(c) ortogonální.

24. Dokažte, že kartografické zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} X &= \frac{R}{2} \ln \frac{1+\cos u \sin v}{1-\cos u \sin v}, \\ Y &= R \arctan \frac{\tan u}{\cos v}, \end{aligned}$$

je ortogonální.

25. Které kartografické zobrazení má v bodě $P = [50^\circ N, 15^\circ E]$ menší meridiánovou konvergenci

(a) Cassini-Soldnerovo

$$\begin{aligned} x &= R \arcsin (\cos u \sin v), \\ y &= R \arctan \frac{\tan u}{\cos v}, \end{aligned}$$

(b) Mercator-Sansonovo

$$
\begin{aligned}
x &= Rv\cos u,\\
y &= Ru.
\end{aligned}
$$

26. Pro území ve tvaru sférického čtyřúhelníku s vrcholy $P_1 = [50°N, 10°E]$, $P_2 = [50°N, 30°E]$,$P_3 = [30°N, 30°E]$, $P_4 = [30°N, 10°E]$ zobrazeném v Mercator-Sansonově zobrazení

$$
\begin{aligned}
x &= Rv\cos u,\\
y &= Ru.
\end{aligned}
$$

spočtěte hodnotu globálního Airyho kritéria v nevážené/vážené variantě s kroky $\Delta u = \Delta v = 10°$. Centrální poledník volte tak, aby procházel středem územím.

27. Dokažte, že azimutální konformní zobrazení je ortogonální.

28. Dokažte, že válcové ekvivalentní zobrazení je ortogonální.

29. Dokažte, že je Mercator-Sansonovo zobrazení

$$
\begin{aligned}
x &= Rv\cos u,\\
y &= Ru.
\end{aligned}
$$

ekvivalentní.

30. Ve kterých bodech je Mercator-Sansonovo zobrazení ortogonální?

31. Ve kterých bodech má Mercator-Sansonovo zobrazení nejmenší a největší hodnoty meridiánové konvergence?

32. Rozhodněte, zda zobrazení dané rovnicemi

$$
\begin{aligned}
x &= Rv,\\
y &= R\sin u,
\end{aligned}
$$

je konformní či ekvivalentní.

33. Je zobrazení dané rovnicemi ekvivalentní?

$$
\begin{aligned}
x &= R \frac{1+\cos u}{\sqrt{2+\pi}} v,\\
y &= R\frac{2u}{\sqrt{2+\pi}}.
\end{aligned}
$$

34. Je zobrazení dané rovnicemi ekvivalentní?

$$
\begin{aligned}
x &= \sqrt{\frac{3}{\pi}} Rv(2\cos\frac{2u}{3} - 1),\\
y &= \sqrt{3\pi} R\sin\frac{u}{3}.
\end{aligned}
$$

35. Rozhodněte, zda zobrazení dané rovnicemi

$$
\begin{aligned}
x &= R[\sin v\cos u - \cos v(1-\sin u)],\\
y &= -R[\cos v\cos u + \sin v(1-\sin u)],
\end{aligned}
$$

je ekvivalentní.

36. Mapa vyhotovená ve stereografické projekci má měřítko 1: 1 000 000. Jak velké území v mapě můžeme zobrazit, aniž by na okrajích byl vizuálně patrný vliv zkreslení? Potřebné vztahy pro zkreslení včetně zobrazovacích rovnic odvoďte, výsledek uveďte ve stupních i kilometrech.

37. V azimutální gnomonické projekci (normální poloha) leží bod P na rovnoběžce $u = 80°$ s.š. Na jaké rovnoběžce musí ležet ve stereografické projekci, aby oba body měly stejnou hodnotu m_p?

38. Ve válcovém ekvivalentním zobrazení (normální poloha) leží bod P na rovnoběžce $u = 10°$ s.š. Na jaké rovnoběžce musí ležet ve válcovém ekvidistantním zobrazení, aby oba body měly stejnou hodnotu m_r?

39. Rozhodněte, zda kartografické zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} X &= \frac{2}{\sqrt{6\pi}} Rv\sqrt{4 - 3\sin u}, \\ Y &= \sqrt{\frac{2\pi}{3}} R(2 - \sqrt{4 - 3\sin u}), \end{aligned}$$

je ekvivalentní.

40. Rozhodněte, zda kartografické zobrazení dané rovnicemi

$$\begin{aligned} X &= Rv\frac{\cos u}{\cos(u/2)}, \\ Y &= 2R\sin(u/2), \end{aligned}$$

je a) ekvivalentní, b) konformní.

41. Jak široké území můžeme zobrazit v

- Mercatorově zobrazení (normální poloha, tečný válec),
- Stereografické projekci (normální poloha),

aby délkové zkreslení bylo menší než 50cm/km. Vztahy pro zkreslení odvoďte. Šířku území uveďte v km, $R = 6380$ km.

42. Ověřte, zda zobrazení dané funkcemi

$$\begin{aligned} x &= Rv, \\ y &= R\ln\frac{1 + \sin u}{\cos u}, \end{aligned}$$

je či není konformní.