

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta aplikovaných věd
Katedra matematiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Matematický model
třídy jednoduchých zobrazení

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a následné obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem pod vedením vedoucího bakalářské práce tuto práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Plzni, 23.8.2006

.....

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Magdaléně Baranové, za pomoc a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině, zvláště pak manželovi za podporu a trpělivost, rodičům za pomoc a dětem za shovívavost.

Nesmím zapomenout ani na přátele, kteří mi radili a pomáhali.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je shrnout a porovnat postupy výpočtů v matematické kartografii týkajících se jednoduchých zobrazení. Vytvoření programu pro výpočet rovinných souřadnic a kartografických zkreslení. Program umožní rychlé získání výsledku a tím i možnost volby nejvýhodnějšího zobrazení pro daný případ.

Abstrakt

The goal of my bachelor work is to sum up and compare the procedures of calculations in the mathematical cartography referring to the simple map projections. I want to deal with a creation of the programme for calculation of the plane coordinations and the cartographic distortions. The programme will allow a quick obtaining of the result and therefore it gives the possibility of choice of the most advantageous map projection for the particular case.

Klíčová slova

Matematická kartografie, kartografická zobrazení, zkreslení

Key words

Mathematical cartography, cartographic map projections, distortions

Obsah

Úvod.....	7
1 Základní soustava kartografického zobrazování.....	8
2 Obecné vlastnosti třídy jednoduchých zobrazení	11
3 Postup odvození a další výpočty ve třídě jednoduchých zobrazení.....	14
3.1 Kuželová zobrazení.....	15
3.1.1 Konformní kuželová zobrazení	15
3.1.1.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou.....	17
3.1.1.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami.....	19
3.1.1.3 pól se zobrazí jako bod.....	19
3.1.2 Ekvivalentní kuželová zobrazení	20
3.1.2.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou.....	22
3.1.2.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami.....	22
3.1.2.3 pól se zobrazí jako bod.....	23
3.1.3 Ekvidistantní kuželová zobrazení (ekvidistantní v polednicích).....	24
3.1.3.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou.....	25
3.1.3.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami.....	26
3.1.3.3 pól se zobrazí jako bod.....	26
3.1.4 Ekvidistantní kuželové zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách).....	27
3.1.5 Další vyrovnávací kuželová zobrazení	27
3.2 Azimutální zobrazení.....	28
3.2.1 Konformní azimutální zobrazení	28
3.2.2 Ekvivalentní azimutální zobrazení	30
3.2.3 Ekvidistantní azimutální zobrazení (ekvidistantní v polednicích).....	32
3.2.4 Ekvidistantní azimutální zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách).....	34
3.2.5 Další vyrovnávací azimutální zobrazení	34
3.3 Válcová zobrazení.....	35
3.3.1 Konformní válcová zobrazení	35
3.3.1.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou – tečné.....	36
3.3.1.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami – sečné.....	37
3.3.2 Ekvivalentní válcová zobrazení	37

3.3.2.1	s jednou nezkreslenou rovnoběžkou – tečné.....	38
3.3.2.2	se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami – sečné.....	38
3.3.3	Ekvidistantní válcová zobrazení (ekvidistantní v polednicích).....	39
3.3.3.1	s jednou nezkreslenou rovnoběžkou – tečné.....	40
3.3.3.2	se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami – sečné.....	40
3.3.4	Ekvidistantní válcové zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách).....	41
3.3.5	Další vyrovnávací válcová zobrazení	41
4	Porovnání klasického a obecného výpočtu.....	42
5	Program.....	43
5.1	O programu.....	43
5.1.1	Java Builder 2005.....	43
5.1.2	Tvorba programu.....	43
5.1.3	Zdrojový kód – ukázka.....	46
5.2	Práce s programem (Návod k programu).....	47
	Závěr.....	50
	Seznam zdrojů.....	51
	Seznam obrázků.....	53
	Seznam příloh.....	54
	Přílohy.....	55

Úvod

Součástí předmětu Matematická kartografie je seznámení studentů oboru Geomatika na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni se základními třídami zobrazování. Jako stěžejní bych sem zařadila třídu jednoduchých zobrazení, jakož to nejjednodušší možný případ zobrazování.

Cílem mé práce je uceleně sepsat varianty jednoduchých zobrazení. Ukázat původ vzniku rovnic, kterými jsou tato zobrazení definována, a s tím související porovnání jednotlivých cest.

Jeden z postupů vychází přímo ze základní soustavy kartografického zobrazování, jejímž jedním z řešení je i třída jednoduchých zobrazení (viz 1. kapitola).

Jednoduchá zobrazení lze dělit podle několika faktorů (2.kapitola). Při výběru jednotlivých zobrazení jsem použila stromovou strukturu. V úvahu jsem brala pouze zobrazení v normální poloze. Prvním kritériem jsem zvolila typ rozvinutelné plochy, tzn. kužel, rovina, válec. Druhou podmínkou mi byl typ zkreslení – konformní, ekvivalentní, ekvidistantní v polednicích, ekvidistantní v rovnoběžkách, další vyrovnávací (mezi vyrovnávací zobrazení patří totiž i zobrazení ekvidistantní). Poslední rozdělení se týká polohy, a to tečné, sečné nebo zobrazování pólu jako bodu (v případě kuželových zobrazení) – kapitola 3.

Zobrazení ekvidistantní v rovnoběžkách a další vyrovnávací zobrazení jsou uváděna pouze pro kompletnost dokumentace a v programu již nejsou zachyceny. Jejich užívání v praxi je totiž minimální.

Jak již jsem naznačila, vše je završeno programem, který ukazuje již pouze výtah z jednotlivých zobrazení a umožňuje výpočet rovinných souřadnic, konstant (odlehlost poledníků, konstanta určující tvar sítě, poloměr základní rovnoběžky) a zkreslení (zkreslení v poledníku, rovnoběžce a plošné zkreslení).

S pomocí tohoto programu by neměl být pro nikoho problém během pár okamžiků získat požadovaný výsledek týkající se jednoduchých zobrazení. Jednoduchý návod, jak s tímto programem pracovat, je sepsán v kapitole 5.2. Pevně doufám, že tato práce pomůže k lepší orientaci a k zjednodušení (urychlení) výpočtů v matematické kartografii.

1 Základní soustava rovnic kartografického zobrazování

Kartografické zobrazování je vlastně přenos údajů změřených na referenční ploše kulové nebo elipsoidické do roviny (cílem je utvořit rovinný obraz). Máme tedy dvě regulární plochy S_1 (se systémem křivočarých souřadnic (U, V)) a $S_2(x, y)$. Referenční plochou je v tomto případě koule.

Vzájemné zobrazení jedné plochy na druhou určíme pomocí 1. kvadratických forem ploch.

1. kvadratická forma: $ds^2 = EdU^2 + 2FdUdV + GdV^2$, E, F, G – Gaussovy koeficienty, spojitě, dvakrát diferencovatelné funkce křivočarých souřadnic (U, V) .

Uzeměpisná šířka

Vzeměpisná délka

Potom námi hledané zobrazení je dáno rovnicemi:

$$Z: x = x(U, V) \quad dx = \frac{\partial x}{\partial U} dU + \frac{\partial x}{\partial V} dV$$

$$y = y(U, V) \quad dy = \frac{\partial y}{\partial U} dU + \frac{\partial y}{\partial V} dV$$

Máme-li tedy získat tyto zobrazovací rovnice, musíme určit parciální derivace $\frac{\partial x}{\partial U}, \frac{\partial x}{\partial V}, \frac{\partial y}{\partial U}, \frac{\partial y}{\partial V}$.

Na tyto parciální derivace se však váží podmínky– čtyři navzájem nezávislé, které je nutno zvolit. Zobrazení jsou definována charakteristikami zobrazení – ty jsou funkcemi těchto parciálních derivací. Stačí tedy zvolit čtyři navzájem nezávislé charakteristiky zobrazení a zobrazení je definováno. Ostatní charakteristiky se pak vyjádří jako funkce námi čtyř zvolených.

Kteroukoliv charakteristiku zobrazení můžeme vyjádřit pomocí koeficientů 1. kvadratické formy E, F, G .

$$E = \left(\frac{\partial x}{\partial U} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U} \right)^2 \quad F = \frac{\partial x}{\partial U} \frac{\partial x}{\partial V} + \frac{\partial y}{\partial U} \frac{\partial y}{\partial V} \quad G = \left(\frac{\partial x}{\partial V} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V} \right)^2$$

Charakteristiky zobrazení:

- m_pzkreslení v polednicích

$$m_p = \frac{F_2(x, y)}{F_1(U, V)} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial U} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U} \right)^2}$$

- m_rzkreslení v rovnoběžkách

$$m_r = \frac{F_2(x, y)}{F_1(U, V)} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V} \right)^2}$$

- ψazimut, který svírá obraz parametrické křivky U s kladnou osou x

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\frac{\partial y}{\partial U}}{\frac{\partial x}{\partial U}}$$

- γmeridiánová konvergence

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\frac{\partial y}{\partial V}}{\frac{\partial x}{\partial V}}$$

- Θúhel, který svírají obrazy rovnoběžek a poledníků

$$\Theta = g - y$$

$$e = \Theta - \frac{p}{2}$$

- εzkreslení úhlu mezi obrazem poledníku a obrazem rovnoběžky
(na referenční ploše svírají poledníky a rovnoběžky úhel 90°)

Nyní již máme zavedeny všechny čtyři nezávislé charakteristiky zobrazení. Můžeme tedy definovat zobrazovací rovnice. Po několika úpravách získáme soustavu dvou parciálních diferenciálních rovnic – základní soustava rovnic v teorii zobrazení, která váže všechny čtyři zvolené charakteristiky m_p, m_r, ψ, Θ

$$\frac{\partial \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial U}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U}\right)^2}}{\partial V} - \frac{\partial \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2}}{\partial U} \cos \Theta + \frac{\partial \psi}{\partial U} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2} \sin \Theta + \frac{\partial \Theta}{\partial U} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2} \sin \Theta = 0$$

$$\frac{\partial y}{\partial V} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial U}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial U}\right)^2} - \frac{\partial \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2}}{\partial U} \sin \Theta - \frac{\partial y}{\partial U} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2} \cos \Theta - \frac{\partial \Theta}{\partial U} \sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial V}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial V}\right)^2} \cos \Theta = 0$$

Tato soustava je kvazilineární (koeficienty jsou funkcemi neznámých funkcí).

Výsledkem je určení všech čtyř charakteristik zobrazení a tedy i parciálních derivací

$$\frac{\partial x}{\partial U}, \frac{\partial x}{\partial V}, \frac{\partial y}{\partial U}, \frac{\partial y}{\partial V}$$

Úpravou základní soustavy rovnic dostanu soustavu Eulerovu – Urmajevovu (charakteristiky zobrazení $m_p, m_r, \gamma, \varepsilon$)

$$m_r \cdot \cos U \frac{\partial g}{\partial U} = \frac{\partial m_p}{\partial V} \sec e + m_r \cdot \cos U \frac{\partial e}{\partial U} + \cos U \operatorname{tge} \frac{\partial m_r}{\partial U} - m_r \cdot \sin U \operatorname{tge}$$

$$-m_p \frac{\partial g}{\partial V} = \frac{\partial m_p}{\partial V} \operatorname{tge} + \cos U \sec e \frac{\partial m_r}{\partial U} - m_r \cdot \sin U \sec e$$

Tato soustava parciálních diferenciálních rovnic zajišťuje všechna zobrazení kulové plochy do roviny. Je to soustava dvou parciálních rovnic se čtyřmi neznámými funkcemi, takže má dva stupně volnosti. Abychom ji mohli dourčit, musíme ji vložit do cesty dvě podmínky.

Nejprve klademe podmínku na jednu charakteristiku nebo na vzájemný vztah dvou, tří nebo všech čtyř charakteristik. Všechny možných způsobů, jak částečně dourčit soustavu, podmínkovou funkcí je tedy 15.

Aby zobrazení byla ortogonální nám zajistí podmínka na $e = 0$ (tzv. nezkreslení úhlu mezi poledníkem a rovnoběžkou).

$$e\left(U, V, \frac{\partial e}{\partial U}, \frac{\partial e}{\partial V}\right) = 0$$

Když je $e = 0$, pak $\frac{\partial e}{\partial U} = 0$ I $\frac{\partial e}{\partial V} = 0$

Čím se nám Eulerova – Urmajejova soustava zúžila na :

$$m_r \cdot \cos U \frac{\partial g}{\partial U} = \frac{\partial m_p}{\partial V}$$

$$-m_p \frac{\partial g}{\partial V} = \cos U \frac{\partial m_r}{\partial U} - m_r \cdot \sin U$$

Druhou podmínku klademe na jednu charakteristiku, nebo na vzájemný vztah dvou nebo tří zbývajících charakteristik (7 možných způsobů)

Společnou vlastností jednoduchých zobrazení je také ta, že se poledníky zobrazují jako přímky. To závisí na meridiánové konvergenci γ . Má-li být poledník přímkou (v zobrazení), pak meridiánová konvergence γ musí být pouze funkcí zeměpisné délky V .

$$g\left(U, V, \frac{\partial g}{\partial U}, \frac{\partial g}{\partial V}\right) = 0$$

$$g = n \cdot V \quad n = konst,$$

$$\frac{\partial g}{\partial U} = 0 \quad \text{I} \quad \frac{\partial g}{\partial V} = n$$

A tím dostáváme soustavu dvou parciálních diferenciálních rovnic definujících třídu jednoduchých zobrazení.

Je to tato soustava:

$$\frac{\partial m_p}{\partial V} = 0$$

$$-n \cdot m_p = \cos U \frac{\partial m_r}{\partial U} - m_r \cdot \sin U$$

Tato rovnice bývá uváděna ve tvaru: $\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = \frac{n \cdot m_p}{\cos U}$

2 Obecné vlastnosti třídy jednoduchých zobrazení

Jednoduchá zobrazení se nazývají také pravá nebo ortogonální, protože úhel mezi obrazem poledníků a rovnoběžek se nezkrusluje, je stále 90° . Každá z rovinných souřadnic i výrazy pro zkruslení jsou funkcí pouze jedné souřadnice na referenční ploše U nebo V u koule (v případě že by se jednalo o elipsoid, značíme pak zem. šířku φ a zem. délku λ).

$$\begin{array}{lll} r = f(U) & e = n.V & \text{pro polární rovinné souřadnice (kuželová a azimutální zobrazení)} \\ X = g(U) & Y = k.V & \text{pro pravoúhlé rovinné souřadnice (válcová zobrazení)} \end{array}$$

U.....zeměpisná šířka

V.....zeměpisná délka

n.....konstanta, určující tvar, odlehlost poledníků

k.....určuje polohu zobrazování, konkrétní válcové plochy – tečná, sečná

Zobrazení dělíme z několika hledisek:

a) podle zkruslení

konformní (úhlojevné) – $m_p = m_r$, u tohoto zobrazení se nezkruslují úhly, ale zato plošná zkruslení jsou velká

ekvivalentní (plochojevné) – $m_p \cdot m_r = 1$, zde se nezkruslují plochy, velká jsou ale úhlová zkruslení

ekvidistantní (déklojevné) – v určité soustavě křivek se nezkruslují délky (např. ve směru poledníků $m_p = 1$ nebo rovnoběžek $m_r = 1$). Celá mapa (jak poledníky, tak rovnoběžky zároveň) však být ekvidistantní nemůže. Ekvidistantní zobrazení řadíme mezi vyrovnávací.

vyrovnávací – u nich se zkruslují plochy i úhly, ale pouze v malém rozsahu = úhlová zkruslení nedosahují takových hodnot jako v případě ekvivalentních zobrazení, plošná jako u konformních zobrazení, v praxi se používají nejčastěji. Mezi vyrovnávací zobrazení patří i zobrazení ekvidistantní.

b) podle zobrazovací plochy

na rozvinutelné plochy – kužel, rovina, válec (= jednoduchá zobrazení)

na kulovou plochu (zobrazení elipsoidu na kouli)

polykonická zobrazení

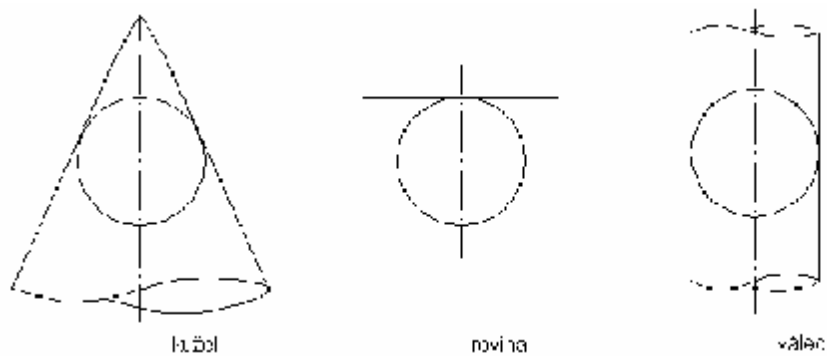
polyedrická zobrazení

nepravá zobrazení

obecná zobrazení

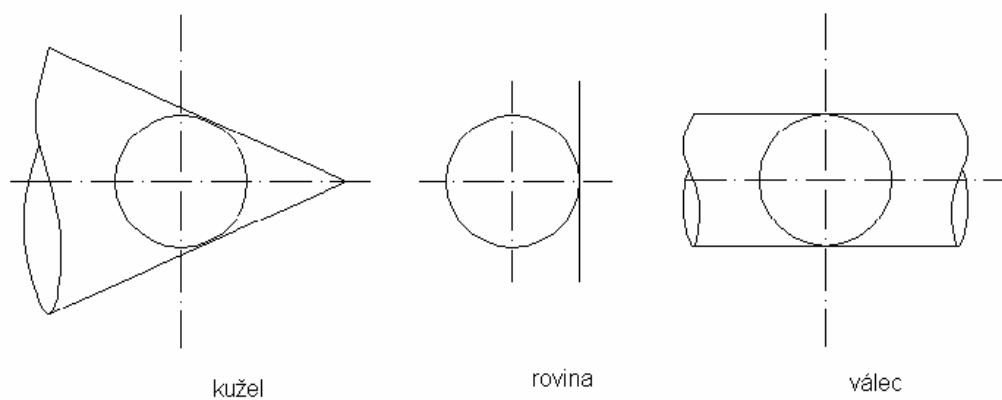
c) podle polohy zobrazovací plochy

normální (pólová) poloha - je taková, kdy osa válce, kužele nebo normála roviny splývá se zemskou osou



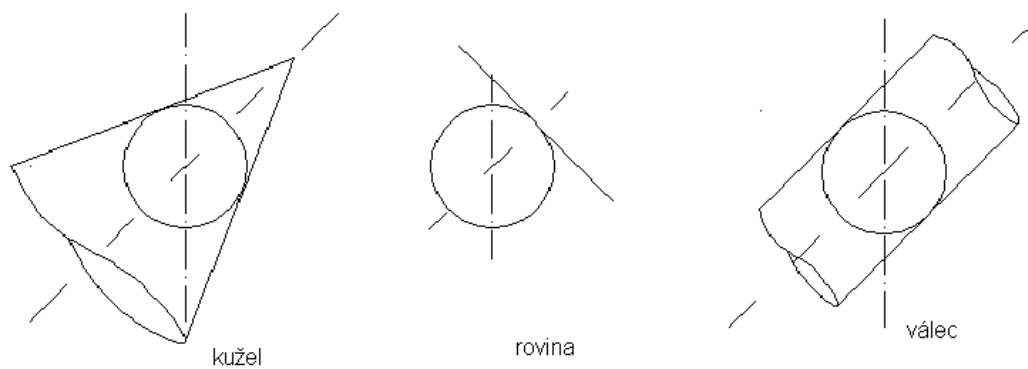
Obr.1 – Normální poloha zobrazovací plochy

příčná (transverzální) poloha - je taková, při níž osa válce, kužele nebo normála roviny je kolmá na zemskou osu, leží v rovině rovníku



Obr.2 – Příčná poloha zobrazovací plochy

obecná (šikmá) poloha



Obr.3 – Obecná poloha zobrazovací plochy

tečná – při této poloze se kuželová, resp. válcová plocha dotýká zemského povrchu

sečná - kuželová, resp. válcová plocha protíná zemský povrch

V této práci se zaměřím převážně na jednoduchá zobrazení konformní, ekvivalentními a ekvidistantní v polednicích v normální poloze (tečná i sečná). Zobrazení ekvidistantní v rovnoběžkách a další vyrovnávací zobrazení budou zmíněny také, ale jen pro úplnost, z důvodu jejich nepříliš častého využití.

3 Postup odvození a další výpočty ve třídě jednoduchých zobrazení

Jednoduchá zobrazení můžeme vypočítat či odvodit třemi různými způsoby: elementární cestou, klasicky nebo obecným způsobem. Ne vždy je možno použít všechny uvedené způsoby.

- 1) Elementární cestou nazýváme přístup, kdy k získání zobrazovacích rovnic stačí užití elementární matematiky.
- 2) Klasický postup skrývá řešení diferenciálních rovnic.
- 3) Obecný přístup vychází ze základní zobrazovací rovnice. V něm jsou jednoduchá zobrazení definována soustavou rovnic:

- $$\frac{dm_r}{dU} = m_r \cdot \operatorname{tg} U - \frac{n \cdot m_p}{\cos U}$$

- n.....konstanta určující tvar
- a) $n \in (0,1)$ kuželová zobrazení
 - b) $n = 1$ azimutální zobrazení
 - c) $n = 0$ válcová zobrazení

m_pzkreslení v poledníku
 m_rzkreslení v rovnoběžce

- $k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 \neq 0 \wedge k_2 \neq 0$

Je třeba zajistit podmínku ekvivalence $m_p \cdot m_r = 1$ a konformity $m_p = m_r$. Jinak zapsáno pro ekvivalenci $m_p \cdot m_r - 1 = 0$ nebo konformitu $m_p - m_r = 0$. Existuje jednoduché řešení. Zavedeme dvě konstanty k_1 a k_2 tak, pokud by $k_1 = 0$, jednalo by se o zobrazení ekvivalentní; pokud by $k_2 = 0$, zobrazení by bylo konformní.

3.1 Kuželová zobrazení

Obraz geografické sítě připomíná rozvinutou kuželovou plochu. Poledníky se zobrazují jako svazek přímek o středu V' (obraz vrcholu kužele), rovnoběžky jako soustava soustředných kružnic opsaných středu V' . Poledníky a rovnoběžky jsou na sebe kolmé.

Základní rovnoběžka má poloměr ρ_0 . Póly ($U = \pm 90^\circ$) se zobrazují jako kruhový oblouk o poloměru $r = f(\pm 90^\circ)$ nebo ve speciálním případě jako bod.

Rovnoběžky jsou ekvideformátami (křivky se stejným zkreslením) – zkreslení závisí pouze na zeměpisné šířce.

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = -\frac{dr}{R.dU}$$
$$m_r = \frac{r.de}{R.\cos U.dV} = \frac{n.r}{R.\cos U}$$

Konkrétní zobrazení dostaneme určením funkce $F(U_0 - U)$ a volbou konstant ρ_0 a n , do základní zobrazovací rovnice

$$r = r_0 + F(U_0 - U) \quad e = n.V$$

Rovnice pro obecný výpočet kuželových zobrazení:

$$n \in (0,1) \Rightarrow$$

$$\frac{dm_r}{dU} = m_r \cdot \operatorname{tg} U - \frac{n.m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0$$

Konstanty volíme podle způsobu přiřazení kuželové plochy:

- tečné (s 1 nezkreslenou rovnoběžkou)
- sečné (s 2 nezkreslenými rovnoběžkami)
- pól se zobrazí jako bod

Pro kuželová zobrazení je $n \in (0,1)$, tzn. $e = n.V$, pak obrazy poledníků tvoří svazek přímek (hraniční paprsky $e = 0^\circ$ a $e = n.360^\circ$ nesplývají) a obrazy rovnoběžek jsou oblouky soustředných kružnic mezi hraničními paprsky.

3.1.1 Konformní kuželová zobrazení

1. Toto zobrazení nelze odvodit elementární cestou.
2. Pro klasické odvození uvažujeme podmínku konformity

$$m_p = m_r$$

$$-\frac{dr}{R.dU} = \frac{n.r}{R.\cos U}$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{-n.dU}{\cos U}$$

$$r = r_0 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0}{2} + \frac{p}{4}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + \frac{p}{4}\right)} \right]^n \quad e = n.V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} = m_r \cdot \operatorname{tg} U - \frac{n.m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p.m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = 0 \wedge k_2 = \text{konst.} \neq 0 \Rightarrow m_p - m_r = 0 \Rightarrow m_p = m_r$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = \frac{n.m_p}{\cos U} \quad (\text{Tuto rovnici lze řešit pomocí metody: separace proměnných.})$$

$$\frac{dm_r}{dU} = m_r \cdot \left(\operatorname{tg} U - \frac{n}{\cos U} \right)$$

$$m_r = \frac{C}{\cos U \cdot \operatorname{tg}^n\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)} \quad (\text{Řešením jsme dostali } m_r, \text{ což je zkreslení v rovnoběžce,}$$

které, jak víme se dá vypočítat i jako $\frac{n.r}{R.\cos U}$. Nyní oba tyto vztahy porovnáme.)

$$\frac{n.r}{R.\cos U} = \frac{C}{\cos U \cdot \operatorname{tg}^n\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)}$$

$$r = \frac{RC}{n \cdot \operatorname{tg}^n\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)} \quad (\text{Konstantu } C \text{ dourčíme z podmínky, aby se rovnoběžka } U_0$$

zobrazila kružnicí o poloměru ρ_0 , tj. $r_0 = \frac{RC}{n \cdot \operatorname{tg}^n\left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ\right)}$.)

$$C = \frac{r_0 \cdot n \cdot \operatorname{tg}^n\left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ\right)}{R}$$

Dosazením dostáváme zobrazovací rovnici konformních kuželových zobrazení (rovnoběžka U_0 se zobrazí jako kružnice o poloměru ρ_0).

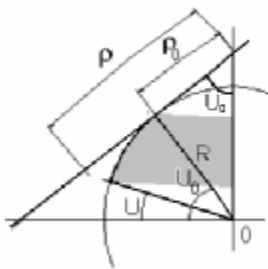
$$r = r_0 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0 + p}{2} + \frac{p}{4}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + \frac{p}{4}\right)} \right]^n \quad e = n.V$$

Chceme-li získat zobrazovací rovnice konkrétního konformního zobrazení, musíme dourčit konstantu ρ_0 a parametr n .

3.1.1.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou – Lambertovo konformní zobrazení

Dourčení konstant r_0 a n . Podmínku, kterou zde klademe je: $m_r = \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = 1$ pro $U = U_0$, tzn. nezkreslená rovnoběžka U_0 .

1) Nejjednodušší (elementární) způsob:



$$r_0 = R \cdot \cotg U_0$$

$$r_0 = \frac{R \cdot \cos U_0}{n} \Rightarrow n = \sin U_0$$

Obr.4 - Dourčení konstant r_0 a n

2) Řešením diferenciálních rovnic:

$$\frac{dm_r}{dU} = \frac{n}{R} \cdot \frac{\frac{dr}{dU} \cos U + r \cdot \sin U}{\cos^2 U} = 0 \Rightarrow \frac{dr}{dU} \cos U + r \cdot \sin U = 0, U = U_0$$

$$\frac{dr}{dU} = -\frac{R^2}{n} \cdot \frac{\cos U}{r} \quad (\text{Po dosazení získáme následující rovnici.})$$

$$-\frac{R^2}{n} \cdot \frac{\cos^2 U_0}{r_0} + r_0 \cdot \sin U_0 = 0$$

$$r_0^2 = \frac{R^2}{n} \cdot \frac{\cos^2 U_0}{\sin U_0} \quad (\text{Vzhledem k podmínce } r_0 = \frac{R \cdot \cos U_0}{n} \text{ platí.})$$

$$n = \sin U_0 \Rightarrow r_0 = R \cdot \cotg U_0$$

$$r = R \cdot \cotg U_0 \frac{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U_0 + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]^{\sin U_0}}{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]} \quad e = \sin U_0 \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$\begin{aligned} m_p &= - \frac{dr}{R \cdot dU} = - \frac{\left(R \cdot \cotg U_0 \frac{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U_0 + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]^{\sin U_0}}{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]} \right)'}{R} = \\ &= - \frac{R \cdot \cotg U_0 \cdot \left[\operatorname{tg} \left(\frac{U_0 + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]^{\sin U_0}}{R} \cdot (-\sin U_0) \cdot \frac{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]}{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]^{\sin U_0}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right)} \cdot \frac{1}{2} = \\ &= \frac{\cos U_0}{\cos U} \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\sin U_0} \\ m_r &= \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = \frac{\sin U_0 R \cdot \cotg U_0 \frac{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U_0 + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]^{\sin U_0}}{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U + \frac{p}{4}}{2} \right) \right]}}{R \cdot \cos U} = \frac{\cos U_0}{\cos U} \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\sin U_0} \\ P = m_p = m_r &= \frac{\cos^2 U_0}{\cos^2 U} \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{2 \sin U_0} \end{aligned}$$

Konformní kuželové zobrazení bylo aplikováno i na našem území. Jedná se o tzv. Křovákovo dvojité konformní zobrazení v obecné poloze. Bylo pojmenováno po svém autorovi Ing. Josefu Křovákovi. Výchozí referenční plochou zvolil Besselův elipsoid, který zobrazil na kouli. Dále transformoval souřadnice na kouli na kartografické – obecná poloha. Kouli pak zobrazil do roviny konformním kuželovým zobrazením. Nakonec přetransformoval polární souřadnice na rovinné (X, Y).

3.1.1.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami

Rovnice tohoto zobrazení získáme dosazením $m_{r1} = \frac{n \cdot r_1}{R \cdot \cos U_1} = 1$ a $m_{r2} = \frac{n \cdot r_2}{R \cdot \cos U_2} = 1$ do zobrazovací rovnice konformního zobrazení. Tímto postupem získáme opět konstanty r_0 a n .

$$n = \frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}$$

$$r = \frac{\cos U_1}{\cos U_2} \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}}$$

$$e = \frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = - \frac{dr}{R \cdot dU} = - \left(\frac{\cos U_1}{\cos U_2} \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}} \right)'$$

$$m_r = \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = \frac{\cos U_1}{\cos U_2} \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}} \cdot \frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \ln \operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}$$

$$P = m_p \cdot m_r$$

Zde bych chtěla říct, že jsem se setkala s určitými nesrovnalostmi, které neumím opravit. V průběhu výpočtu došlo k vykrácení proměnných R a U . To je příčinou stále jednoho výsledku pro všechna U a nesmyslnými výsledky u jednotlivých zkreslení. Postup výpočtu byl zvolen jako u ostatních zobrazení s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami.

V případě Křovákovy zobrazení se jedná také o konformní kuželové zobrazení se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami (v obecné poloze), ale zde byla zavedena multiplikační konstanta, kterou byl přenásoben poloměr základní rovnoběžky. (Jedná se o stejný obrat, jako kdybychom nahradili tečný kužel sečným kuželem.)

3.1.1.3 pól se zobrazí jako bod

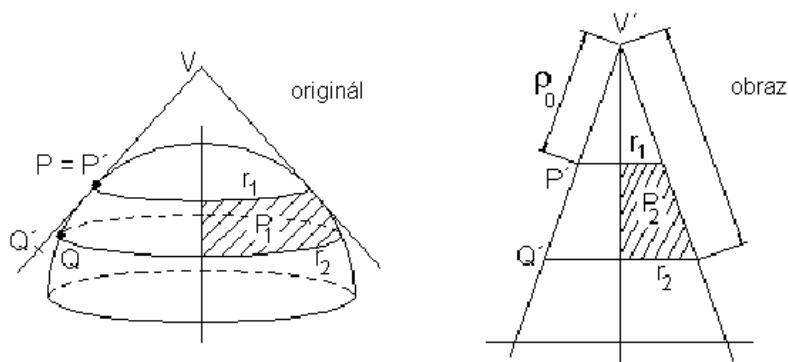
V tomto případě volíme nulový poloměr obrazem pólu, pro $U = 90^\circ$ je $r = 0$.

$$r = r_0 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0 + p}{2} + \frac{p}{4}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + \frac{p}{4}\right)} \right]^n$$

Po dosazení získáme: $\operatorname{tg} 90^\circ \rightarrow$ není definován. Z toho vyplývá, že se nejedná o zobrazení.

3.1.2 Ekvivalentní kuželová zobrazení

1. Toto zobrazení lze odvodit i elementární cestou a to za podmínky, že musí dojít k rovnosti obsahu kulové výseče P_1 a obsahu kuželové výseče P_2 .



Obr.5 – Ekvivalentní kuželové zobrazení

2. Při klasickém odvození vycházíme z podmínky ekvivalence

$$m_p \cdot m_r = 1$$

$$-\frac{dr}{R \cdot dU} \cdot \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = 1$$

$$\frac{-n \cdot r \cdot dr}{R^2} = \cos U \cdot dU$$

$$r^2 = \frac{-2R^2}{n} \sin U + C \quad U = U_0, \quad r = r_0$$

$$r_0^2 = \frac{-2R^2}{n} \sin U_0 + C$$

$$C = r_0^2 + \frac{2R^2}{n} \sin U_0$$

$$r^2 = r_0^2 + \frac{2R^2}{n} (\sin U_0 - \sin U) \quad e = n \cdot V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = \frac{n \cdot m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = \text{konst} \neq 0 \wedge k_2 = 0 \Rightarrow m_p \cdot m_r = 1$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{1}{m_r} \frac{n}{\cos U} \quad (\text{Bernoulliho diferenciální rovnice – použitím substituce}$$

převědeme na lineární diferenciální rovnici.)

$$\text{SUB: } z = m_r^2$$

$$\frac{dz}{dU} = 2m_r \frac{dm_r}{dU}$$

$$\frac{dz}{2dU} - z \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{n}{\cos U} \quad (\text{Metoda variace konstanty.})$$

$$\frac{dz}{dU} = 2z \cdot \operatorname{tg} U$$

$$\frac{dz}{z} = 2 \cdot \operatorname{tg} U \cdot dU$$

$$\ln|z| = -2 \ln|\cos U| + \ln C$$

$$z = \frac{C}{\cos^2 U}$$

(Nyní dosadíme do lineární diferenciální rovnice.)

$$\frac{dz}{dU} = \frac{dC}{\cos^2 U dU} + 2C \frac{\sin U}{\cos^3 U}$$

$$\frac{dC}{2 \cdot \cos^2 U dU} = -\frac{n}{\cos U}$$

$$dC = -2 \cdot n \cdot \cos U dU$$

$$C = -2n \cdot \sin U + C_1$$

←

$$\text{SUB: } z = \frac{C_1 - 2n \sin U}{\cos^2 U} = m_r^2 \quad (\text{Vzhledem k tomu, že } m_r \text{ se dá vypočítat i jako}$$

$$\frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} \text{. Oba tyto vztahy porovnáme.)}$$

$$\frac{n^2 r^2}{R^2 \cos^2 U} = \frac{C_1 - 2n \sin U}{\cos^2 U}$$

$$r^2 = C_1 \frac{R^2}{n^2} - \frac{2R^2 \cdot \sin U}{n} \quad (\text{Získali jsme zobrazovací rovnici. Konstantu } C_2 = C_1 \frac{R^2}{n^2}$$

zvolíme tak, aby se rovnoběžka U_0 zobrazila kružnicí o

poloměru ρ_0 .) $C_2 = r_0^2 + \frac{2R^2}{n} \sin U_0$

$$r^2 = r_0^2 + \frac{2R^2}{n}(\sin U_0 - \sin U) \quad e = n.V$$

3.1.2.1 s jednou nezakreslenou rovnoběžkou

Dourčení konstant r_0 a n . Podmínku, kterou zde klademe je: $m_r = \frac{n.r}{R.\cos U} = 1$ pro $U = U_0$.

$$r = \frac{R.\cos U_0}{n} \quad n = \sin U_0$$

$$r_0 = R.\cotg U_0$$

$$r = \sqrt{R^2.\cotg^2 U_0 + \frac{2.R^2(\sin U_0 + \sin U)}{\sin U_0}} \quad e = \sin U_0.V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = \left(\frac{\sqrt{R^2.\cotg^2 U_0 + \frac{2.R^2(\sin U_0 + \sin U)}{\sin U_0}}}{R} \right) =$$

$$= \frac{R}{2R} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{\cos^2 U_0 + 2 \sin^2 U_0 - 2 \sin U_0 \sin U}{\sin^2 U_0}}} \cdot \frac{-2 \cos U}{\sin U_0} = \frac{\cos U}{\sqrt{1 + \sin^2 U_0 - 2 \sin U_0 \sin U}}$$

$$m_r = \frac{n.r}{R.\cos U} = \frac{\sin U_0 \sqrt{R^2.\cotg^2 U_0 + \frac{2.R^2(\sin U_0 + \sin U)}{\sin U_0}}}{R.\cos U} = \frac{\sqrt{1 + \sin^2 U_0 - 2 \sin U_0 \sin U}}{\cos U}$$

$$P = m_p . m_r = 1$$

3.1.2.2 s dvěmi nezakreslenými rovnoběžkami – Albersovo zobrazení

Rovnice tohoto zobrazení získáme dosazením $m_{r1} = \frac{n.r_1}{R.\cos U_1} = 1$ a $m_{r2} = \frac{n.r_2}{R.\cos U_2} = 1$ do zobrazovací rovnice ekvivalentního zobrazení. Tímto postupem získáme opět konstanty r_0 a n .

$$r_0 = \frac{R^2}{n^2} (\cos^2 U_1 - 2n(\sin U_0 - \sin U_1)) \quad n = \frac{\sin U_1 + \sin U_2}{2}$$

$$r = \frac{2R}{\sin U_1 + \sin U_2} \sqrt{\cos^2 U_1 + (\sin U_1 + \sin U_2)(\sin U_1 - \sin U)} \quad e = \frac{\sin U_1 + \sin U_2}{2} \cdot \nu$$

Vzorce pro zkreslení:

$$\begin{aligned} m_p &= \frac{\left(\frac{2R}{\sin U_1 + \sin U_2} \sqrt{\cos^2 U_1 + (\sin U_1 + \sin U_2)(\sin U_1 - \sin U)} \right)'}{R} = \\ &= \frac{2R}{\sin U_1 + \sin U_2} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\cos^2 U_1 + (\sin U_1 + \sin U_2)(\sin U_1 - \sin U)}} \cdot \cos U (\sin U_1 + \sin U_2) \\ &= \frac{\cos U}{\sqrt{1 + \sin U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \sin U - \sin U_2 \sin U}} \\ m_r &= \frac{\frac{\sin U_1 + \sin U_2}{2} \cdot \frac{2R}{\sin U_1 + \sin U_2} \sqrt{\cos^2 U_1 + (\sin U_1 + \sin U_2)(\sin U_1 - \sin U)}}{R \cdot \cos U} = \\ &= \frac{\sqrt{1 + \sin U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \sin U - \sin U_2 \sin U}}{\cos U} \end{aligned}$$

$$P = m_p \cdot m_r = 1$$

3.1.2.3 pól se zobrazí jako bod - Lambertovo ekvivalentní zobrazení

V tomto případě volíme nulový poloměr obrazu pólu, pro $U = 90^\circ$ se $r = 0$

$$r_0 = R \cdot \sqrt{\frac{2(1 - \sin U_0)}{n}} \quad n = \frac{1 + \sin U_0}{2}$$

$$r = 2R \sqrt{\frac{1 - \sin U}{1 + \sin U_0}} \quad e = \frac{1 + \sin U_0}{2} \cdot \nu$$

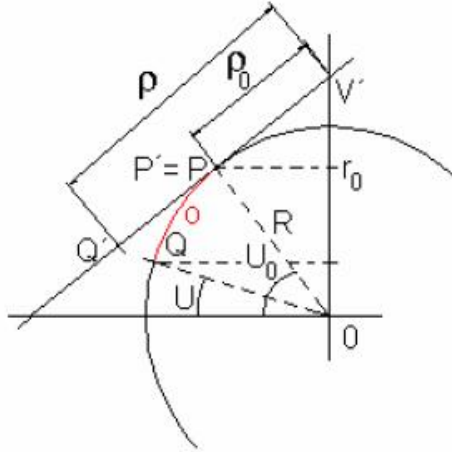
Vzorce pro zkreslení:

$$\begin{aligned} m_p &= 2 \frac{1}{\sqrt{1 + \sin U_0}} \cdot (\sqrt{1 - \sin U})' = \frac{2}{\sqrt{1 + \sin U_0}} \cdot \frac{\cos U}{2 \cdot \sqrt{1 - \sin U}} = \frac{\cos U}{\sqrt{(1 + \cos U_0)(1 - \sin U)}} \\ m_r &= \frac{(1 + \sin U_0)R \sqrt{\frac{1 - \sin U}{1 + \sin U_0}}}{R \cdot \cos U} = \frac{\sqrt{(1 + \cos U_0)(1 - \sin U)}}{\cos U} \end{aligned}$$

$$P = m_p \cdot m_r = 1$$

3.1.3 Ekvidistantní kuželová zobrazení (ekvidistantní v polednicích)

1. I v tomto případě můžeme použít pro odvození zobrazovacích rovnic elementárního způsobu.



$$r = r_0 + o$$

$$o = R(U_0 - U)$$

Obr.6 – Ekvidistantní kuželové zobrazení

2. Při klasickém odvození použijeme opět podmínku a to :

$$m_p = -\frac{dr}{R.dU} = 1$$

$$r + C = -RU \quad U = U_0, \quad r = r_0 \Rightarrow$$

$$r_0 + C = -R.U_0 \quad C = r_0 + R.U_0$$

$$r = r_0 + R(U_0 - U) \quad e = n.V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \text{tg} U = -\frac{n \cdot m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = k_2 = \text{konst} \neq 0 (\text{např. } k_1 = k_2 = 1) \Rightarrow m_p = 1$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \text{tg} U = -\frac{n}{\cos U}$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$$

$$\frac{dm_r}{m_r} = \operatorname{tg} U dU$$

$$\ln|m_r| = -\ln|\cos U| + \ln C \quad \frac{dm_r}{dU} = \frac{dC}{\cos U dU} + \frac{C \cdot \sin U}{\cos^2 U} \quad (\text{Dosadíme do původní rovnice.})$$

$$m_r = \frac{C}{\cos U}$$

$$dC = -n dU$$

$$C = -n \cdot U + C_1$$

$$m_r = \frac{C_1 - n \cdot U}{\cos U} \quad (\text{Víme, že } m_r \text{ lze také vypočítat jako } \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} .)$$

$$\frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = \frac{C_1 - n \cdot U}{\cos U}$$

$$r = \frac{R \cdot C_1}{n} - R U$$

(Konstantu C_1 dourčíme z podmínky, aby se rovnoběžka U_0 kružnicí

o poloměru ρ_0 , tj. $r_0 = \frac{R \cdot C_1}{n} - R U_0$.)

$$C_1 = \frac{n r_0}{R} + n U_0$$

$$r = r_0 + R(U_0 - U)$$

$$e = n \cdot V$$

3.1.3.1 s jednou nezkreslenou rovnoběžkou – Ptolemaiovo zobrazení

Dourčení konstant r_0 a n . Podmínku, kterou zde klademe je: $m_r = \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = 1$ pro $U = U_0$.

$$n = \sin U_0$$

$$r_0 = R \cdot \operatorname{cotg} U_0$$

$$r = R \cdot \operatorname{cotg} U_0 + R(U_0 - U)$$

$$e = \sin U_0 \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{\sin U_0 \cdot R \cdot \operatorname{cotg} U_0 + R(U_0 - U)}{R \cdot \cos U} = \frac{\cos U_0 + \sin U_0 (U_0 - U)}{\cos U}$$

$$P = m_p \cdot m_r = \frac{\cos U_0 + \sin U_0 (U_0 - U)}{\cos U}$$

3.1.3.2 se dvěma nezkreslenými rovnoběžkami – De L'Isleovo zobrazení

Rovnice tohoto zobrazení získáme dosazením $m_{r1} = \frac{n \cdot r_1}{R \cdot \cos U_1} = 1$ a $m_{r2} = \frac{n \cdot r_2}{R \cdot \cos U_2} = 1$ do zobrazovací rovnice ekvidistantního zobrazení. Tímto postupem získáme opět konstanty r_0 a n .

$$r_0 = \frac{R(U_2 - U_1) \cdot \cos U_1 - R(U_0 - U_1)}{\cos U_1 - \cos U_2} \quad n = \frac{\cos U_1 - \cos U_2}{U_2 - U_1}$$

$$r = \frac{R(U_2 - U_1) \cdot \cos U_1 - R(U - U_1)}{\cos U_1 - \cos U_2} \quad e = \frac{\cos U_1 - \cos U_2}{U_2 - U_1} \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{\frac{\cos U_1 - \cos U_2}{(U_2 - U_1)} \left[\frac{R(U_2 - U_1) \cdot \cos U_1 - R(U - U_1)}{\cos U_1 - \cos U_2} \right]}{R \cdot \cos U} = \frac{(U_2 - U) \cos U_1 + (U - U_1) \cos U_2}{\cos U}$$

$$P = m_p \cdot m_r = \frac{(U_2 - U) \cos U_1 + (U - U_1) \cos U_2}{\cos U}$$

3.1.3.3 pól se zobrazí jako bod

Do zobrazovací rovnice dosadíme nulový poloměr obrazu pólu – pro $U = 90^\circ$ se $r = 0$

$$r = R(90^\circ - U) \quad e = \frac{\cos U_0}{(90^\circ - U_0)} \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{\frac{\cos U_0}{(90^\circ - U_0)} R(90^\circ - U)}{R \cdot \cos U} = \frac{\cos U_0}{\cos U} \frac{90^\circ - U}{90^\circ - U_0}$$

$$P = m_p \cdot m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U} \frac{90^\circ - U}{90^\circ - U_0}$$

3.3.4 Ekvidistantní kuželové zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách)

$$m_r = \frac{r \cdot de}{R \cdot \cos U \cdot dV} = \frac{n \cdot r}{R \cdot \cos U} = 1$$

$$r = \frac{R \cdot \cos U}{n} \quad e = n \cdot V$$

Volba konstanty n se provádí opět způsoby již dříve popsány.

3.3.5 Další vyrovnávací kuželová zobrazení

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{n \cdot m_p}{\cos U}$$
$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 \neq 0 \wedge k_2 \neq 0 \wedge k_1 \neq k_2$$

Zahrnují jak podmínku ekvivalence, tak i konformity.

3.2 Azimutální zobrazení

Azimutální zobrazení jsou limitním případem kuželových zobrazení, kdy vrchol kužele má „nulovou“ výšku nad zemským povrchem a $n = 1$ (poledníky vyplňují celý horizont).

V zobrazovacích rovnicích se nepoužívá hodnot $[U, V]$, ale U se transformuje na zenitovou vzdálenost $y = 90^\circ - U$. U výsledných vzorců budou uvedeny obě varianty. (Vzorce nepřevedeny na zenitovou vzdálenost jsou totiž použity v programu.)

Zobrazuje se na rovinu kolmou na spojnici středu koule a kartografického pólu (bod dotyku roviny). Obraz kartografického pólu leží ve středu zobrazovacího území. Obrazy poledníků tvoří svazek přímk, které mezi sebou svírají stále stejný úhel jako na referenční ploše, o středu v kartografickém pólu. Rovnoběžky jsou opět soustředné kružnice o stejném středu jako poledníky (v kartografickém pólu).

Vzorce pro zkreslení:

$$m_r = \frac{r}{R \cdot \cos U} = \frac{r}{R \cdot \sin y}$$

$$m_p = -\frac{dr}{R \cdot dU} = \frac{dr}{R \cdot dy}$$

Rovnice pro obecný výpočet azimutálních zobrazení:

$$n = 1 \Rightarrow$$

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_p}{\cos U}$$
$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0$$

3.2.1 Konformní azimutální zobrazení – stereografická projekce

1. Elementární odvození – nelze odvodit,

lze ale odvodit geometricky – stereografická projekce (princip promítání, kdy střed promítání je umístěn v protilehlém pólu k bodu dotyku zobrazující roviny)

2. Klasická cesta

$$m_p = m_r$$

$$\frac{dr}{R \cdot dy} = \frac{r}{R \cdot \sin y}$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{dy}{\sin y}$$

$$r = \frac{2 \cdot \sin y}{1 + \cos y}$$

$$r = 2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2} \quad e = V$$

$$(r = 2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \frac{90^\circ - U}{2})$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = 0 \wedge k_2 = \text{konst.} \neq 0 \Rightarrow m_p = m_r$$

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_r}{\cos U}$$

$$m_r = C \frac{\operatorname{tg}^2 \frac{U}{2} + 1}{\left(\operatorname{tg} \frac{U}{2} + 1\right)^2} \quad (\text{U azimutálních zobrazení můžeme zkusit v rovnoběžce})$$

$$\text{vyjádřit také jako } m_r = \frac{r}{R \cdot \sin y} = \frac{r}{R \cdot \sin(90^\circ - U)} = \frac{r}{R \cdot \cos U}.$$

Oba tyto vztahy porovnáme.)

$$\frac{r}{R \cdot \sin(90^\circ - U)} = C \frac{\operatorname{tg}^2 \frac{U}{2} + 1}{\left(\operatorname{tg} \frac{U}{2} + 1\right)^2}$$

$$r = C \cdot R \frac{\cos U}{1 + \sin U} \quad (\text{Nahradíme zeměpis. šířku U pólou odlehlostí } \psi, y = 90^\circ - U.)$$

$$r = C \cdot R \operatorname{tg} \frac{y}{2} \quad (\text{Můžeme vytvořit libovolné množství konformních azimutálních zobrazení a to určením partikulárních řešení diferenciální rovnice.})$$

Zůstaneme ale u tradičního použití azimut. zobrazení a dosadíme pól jako bod

$$U = 90^\circ \rightarrow y = 0^\circ \Rightarrow C = 2$$

$$r = 2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2} \quad e = V$$

$$(r = 2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \frac{90^\circ - U}{2})$$

Vzorce pro zkreslení:

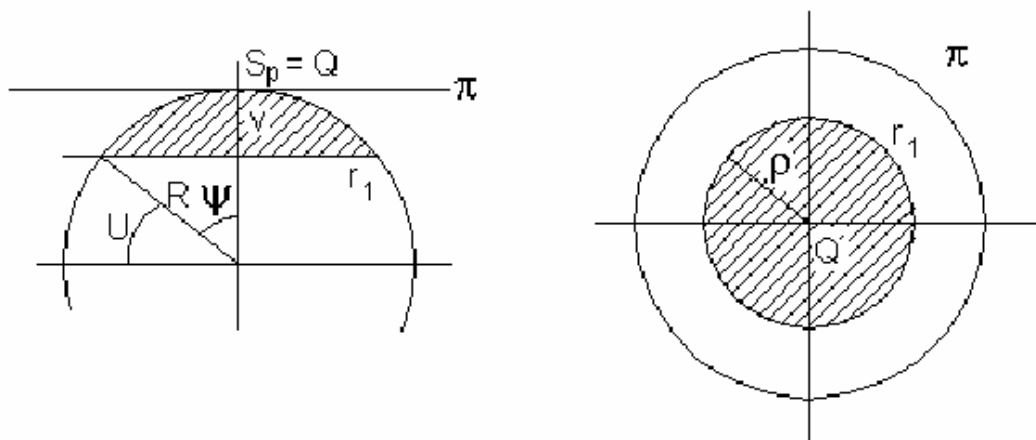
$$m_p = \frac{\left(2.R.\operatorname{tg}\frac{y}{2}\right)'}{R} = \frac{1}{\cos^2\frac{y}{2}} = \frac{1}{\cos^2\frac{90^\circ - U}{2}} = \frac{2}{1 + \sin U}$$

$$m_r = \frac{2.R.\operatorname{tg}\frac{y}{2}}{R \sin y} = \frac{2}{1 + \cos y} = \frac{2}{1 + \sin U}$$

$$P = m_p \cdot m_r = \frac{4}{(1 + \sin U)^2}$$

3.2.2 Ekvivalentní azimutální zobrazení - Lambertovo ekvivalentní zobrazení

1. V tomto případě můžeme opět použít elementární cestu odvození zobrazovacích rovnic.



Obr.7 – Ekvivalentní azimutální zobrazení

2. Při klasickém odvození opět vycházíme z podmínky ekvivalence:

$$m_p \cdot m_r = 1$$

$$\frac{dr}{R \cdot dy} \cdot \frac{r}{R \cdot \sin y} = 1$$

$$\frac{r^2}{2} + C = -R \cdot \cos y$$

$$r^2 + C = -2R \cdot \cos y \quad r = 0, y = 0^\circ \Rightarrow C = 2R \quad (\text{Podmínka, aby se pól zobrazil jako bod.})$$

$$r = 2R \cdot \sin \frac{Y}{2} \quad e = V$$

$$(r = 2R \cdot \sin \frac{90^\circ - U}{2})$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = \text{konst} \neq 0 \wedge k_2 = 0 \Rightarrow m_p \cdot m_r = 1$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{1}{\cos U} \cdot m_r^{-1} \quad (\text{Bernoulliho diferenciální rovnice – použitím substituce převedeme na lineární diferenciální rovnici.})$$

$$\text{SUB: } z = \frac{1}{m_r^{-1-1}} = m_r^2$$

$$\frac{dz}{dU} = 2m_r \frac{dm_r}{dU}$$

$$\frac{dz}{2dU} - z \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{1}{\cos U} \quad (\text{Metoda variace konstanty.})$$

$$\frac{dz}{dU} = 2z \cdot \operatorname{tg} U$$

$$\frac{dz}{z} = 2 \cdot \operatorname{tg} U dU$$

$$\ln|z| = -2 \ln|\cos U| + \ln C$$

$$z = \frac{C}{\cos^2 U}$$

(Nyní dosadíme do lineární diferenciální rovnice.)

$$\frac{dz}{dU} = \frac{dC}{\cos^2 U dU} + 2C \frac{\sin U}{\cos^3 U}$$

$$\frac{dC}{2 \cdot \cos^2 U dU} = -\frac{1}{\cos U}$$

$$dC = -2 \cdot \cos U dU$$

$$C = -2 \cdot \sin U + C_1$$

←

$$\text{SUB: } z = \frac{C_1 - 2 \sin U}{\cos^2 U} = m_r^2 \quad (\text{Vzhledem k tomu, že } m_r \text{ se dá vypočítat i jako } \frac{r}{R \cdot \cos U}.)$$

Nyní oba tyto vztahy porovnáme.)

$$\frac{r^2}{R^2 \cos^2 U} = \frac{C_1 - 2 \sin U}{\cos^2 U}$$

$r^2 = C_1 R^2 - 2R^2 \cdot \sin U$ (Získali jsme zobrazovací rovnici. Konstantu $C_2 = C_1 R^2$ zvolíme tak, aby se rovnoběžka U_0 zobrazila kružnicí o poloměru ρ_0 .) $C_2 = r_0^2 + 2R^2 \sin U_0$

$$r^2 = r_0^2 + 2R^2(\sin U_0 - \sin U)$$

Nyní by neměl být problém dourčit zobrazovací rovnici a tím získat libovolné ekvivalentní azimutální zobrazení. Chceme – li aby se pól zobrazil jako bod, položíme podmínky : $U_0 = 90^\circ, r_0 = 0 \Rightarrow C_2 = 2R^2$

$$r^2 = 2R^2(1 - \sin U) \quad (\text{Nahradíme zeměpis.šírku } U \text{ pólou odlehlostí } \psi, \psi = 90^\circ - U .)$$

$$r = 2R \cdot \sin \frac{\psi}{2} \quad e = \psi$$

$$(r = 2R \cdot \sin \frac{90^\circ - U}{2})$$

Vzorce pro zkreslení:

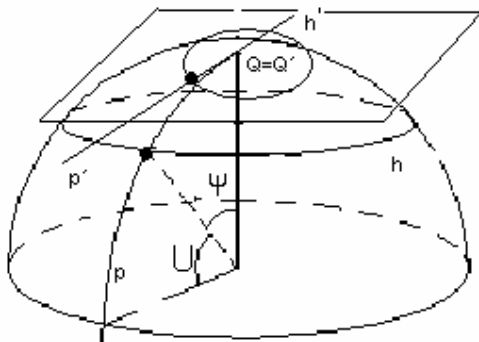
$$m_p = \frac{\left(2R \cdot \sin \frac{\psi}{2}\right)'}{R} = \frac{2R \cos \frac{\psi}{2} \cdot \frac{1}{2}}{R} = \frac{2R \cdot \sin \frac{\psi}{2}}{R \sin \psi} = \cos \frac{\psi}{2} = \cos \frac{90^\circ - U}{2}$$

$$m_r = \frac{2R \cdot \sin \frac{\psi}{2}}{R \sin \psi} = \frac{2 \sqrt{\frac{1 - \cos \psi}{2}}}{\sin \psi} = 2 \sqrt{\frac{1}{2(1 + \cos \psi)}} = \frac{1}{\cos \frac{\psi}{2}} = \frac{1}{\cos \frac{90^\circ - U}{2}}$$

$$P = m_p \cdot m_r = 1$$

3.2.3 Ekvidistantní azimutální zobrazení (ekvidistantní v polednicích) – Postelovo zobrazení

1. Elementární způsob odvození



Obr 8 – Ekvidistantní azimutální zobrazení

2. Podmínkou pro odvození rovnice je opět požadavek ekvidistance v polednicích

$$m_p = \frac{dr}{R \cdot dy} = 1$$

$$r + C = R \cdot y \quad r = 0, y = 0^\circ \Rightarrow C = 0$$

$$r = R \cdot y \quad e = V$$

$$(r = R \cdot (90^\circ - U))$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = k_2 = \text{konst} \neq 0 (\text{např. } k_1 = k_2 = 1) \Rightarrow m_p = 1$$

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{1}{\cos U}$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$$

$$\frac{dm_r}{m_r} = \operatorname{tg} U dU$$

$$\ln|m_r| = -\ln|\cos U| + \ln C$$

$$m_r = \frac{C}{\cos U}$$

$$\frac{dm_r}{dU} = \frac{dC}{\cos U dU} + \frac{C \cdot \sin U}{\cos^2 U} \quad (\text{Dosadíme do původní rovnice.})$$

$$dC = -dU$$

$$C = -U + C_1$$

$$m_r = \frac{C_1 - U}{\cos U}$$

(Známe, m_r lze také vypočítat jako $\frac{r}{R \cdot \cos U}$.)

$$\frac{r}{R \cdot \cos U} = \frac{C_1 - U}{\cos U}$$

$$r = RC_1 - RU$$

(Opět budeme požadovat, aby se nám zobrazil pól jako bod, tedy $U = 90^\circ$ a $r = 0$. Dosazením získáme výslednou rovnici.)

$$r = R(90^\circ - U)$$

(Zavedeme i pólovou odlehlost.)

$$r = R \cdot y$$

$$e = V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{R \cdot (90^\circ - U)}{R \cdot \cos U} = \frac{90^\circ - U}{\cos U}$$

$$P = \frac{90^\circ - U}{\cos U}$$

3.2.4 Ekvidistantní azimutální zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách) - ortografická projekce

$$m_r = \frac{r}{R \cdot \sin y} = 1$$

$$r = R \cdot \sin y$$

$$e = V$$

Ortografická projekce – zobrazení lze odvodit i geometrickou cestou užitím protínání, kdy střed protínání je umístěn v nekonečnu

3.2.5 Další vyrovnávací azimutální zobrazení

$$\frac{dm_r}{dU} - n \cdot \operatorname{tg} U = -\frac{m_p}{\cos U}$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 \neq 0 \wedge k_2 \neq 0 \wedge k_1 \neq k_2$$

Zahrnují jak podmínku ekvivalence, tak i konformity.

3.3 Válcová zobrazení

Jedná se opět o limitní případ kuželových zobrazení, kdy se vrchol kužele vzdálí do nekonečna. Obraz geografické sítě tvoří rozvinutou válcovou plochu, její osa je totožná se zemskou, v případě normální polohy.

Poledníky tvoří jednu osnovu rovnoběžných přímek, rovnoběžky druhou. Tyto osnovy jsou na sebe navzájem kolmé. Obrazy poledníků jsou od sebe stejně vzdálené – tuto vzdálenost udává konstanta k . Rovnoběžky jsou opět ekvideformátami.

Rovnice pro obecný výpočet:

$$n = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0$$

Zkreslení:

$$m_r = \frac{dY}{R \cdot \cos U \cdot dV} = \frac{k}{R \cdot \cos U}$$

$$m_p = \frac{dX}{R \cdot dU}$$

Výpočet konstanty k :

- tečná poloha : $k = R$

- sečná poloha : $k = R \cos U_0$

Z rovnice pro výpočet délkového zkreslení v rovnoběžce je zřejmé, že s narůstající zeměpisnou šířkou hodnota zkreslení rychle stoupá, takže pro $U = 90^\circ$ je $m_r = \infty$.

Nejmenšího zkreslení dosahují kolem dotykové rovnoběžky (zeměpisné, resp. kartografické).

3.3.1 Konformní válcová zobrazení

1. Žádné konformní zobrazení, takže ani konformní válcové zobrazení, nelze odvodit elementární cestou. (Pozor konformní azimutální zobrazení lze odvodit geometricky, a to stereografickou projekcí.)

2. Zůstaneme u odvození klasického – předpoklad konformity:

$$m_p = m_r$$

$$\frac{dX}{R \cdot dU} = \frac{k}{R \cdot \cos U}$$

$$dX = \frac{k}{\cos U} dU$$

$$X + C = k \cdot \text{Intg} \left(\frac{U}{2} + \frac{P}{4} \right)$$

$$U = 0^\circ, X = 0 \Rightarrow C = 0$$

(Požadavek, aby se rovník zobrazil do roviny Y.)

$$X = k \cdot \text{Intg} \left(\frac{U}{2} + \frac{P}{4} \right)$$

$$Y = k \cdot V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \text{tg} U = 0$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0$$

$$k_1 = 0 \wedge k_2 = \text{konst.} \neq 0 \Rightarrow m_p = m_r$$

$$m_r = \frac{C}{\cos U}$$

$$(m_p = m_r, m_p = \frac{dX}{R \cdot dU})$$

$$\frac{dX}{R \cdot dU} = \frac{C}{\cos U}$$

$$dX = \frac{R \cdot C}{\cos U} dU$$

$$X + C = k \cdot \text{Intg} \left(\frac{U}{2} + \frac{P}{4} \right)$$

$$Y = k \cdot V$$

3.2.1.1 s nezkreslenou rovnoběžkou (tečná poloha) – Mercatorovo zobrazení

Tečná poloha válcové plochy podél rovníku: $U = 0$ a $m_r = 1 \Rightarrow C = 1, k = R$

$$X = R \cdot \text{Intg} \left(\frac{U}{2} + \frac{P}{4} \right)$$

$$Y = R \cdot V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = \frac{1}{\cos U}$$

$$m_r = \frac{1}{\cos U}$$

$$P = \frac{1}{\cos^2 U}$$

Známější podobou je UTM – univerzální transverzální Mercatorovo zobrazení. Jedná se o Mercatorovo zobrazení v příčné poloze, kdy se válec dotýká referenční koule podél zvoleného poledníku.

3.3.1.2 s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami (sečná poloha)

V případě sečné polohy je $k = R \cdot \cos U_0$, tvar zobrazovacích rovnic je:

$$X = R \cdot \cos U_0 \operatorname{Intg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right) \quad Y = R \cdot \cos U_0 V$$

Vzorce pro zkreslení:

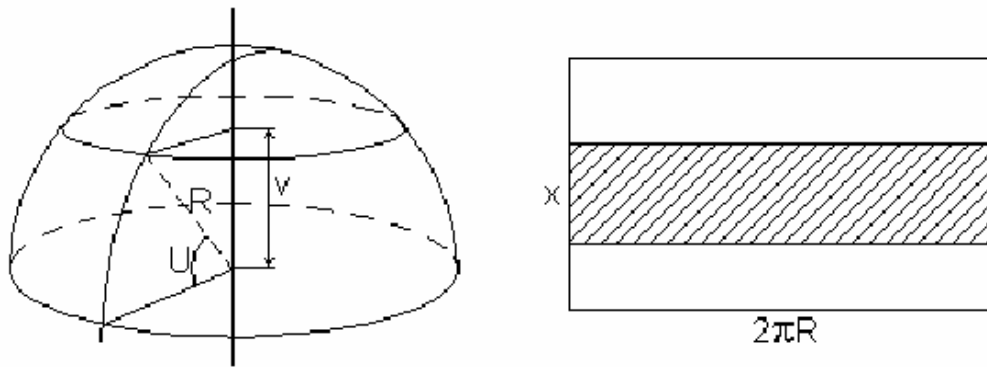
$$m_p = \frac{\cos U_0}{\cos U}$$

$$m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$$

$$P = \frac{\cos^2 U_0}{\cos^2 U}$$

3.3.2 Ekvivalentní válcové zobrazení

1. Pro odvození můžeme využít elementární způsob.



Obr.9 – Ekvivalentní válcové zobrazení

2. Odvození klasickým způsobem

$$m_p \cdot m_r = 1$$

$$\frac{dx}{R \cdot dU} \cdot \frac{k}{R \cdot \cos U} = 1$$

$$X + C = \frac{R^2}{k} \sin U \quad Y = k \cdot V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$$
$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = \text{konst} \neq 0 \wedge k_2 = 0 \Rightarrow m_p \cdot m_r = 1$$

$$m_r = \frac{C}{\cos U} \quad (m_p \cdot m_r = 1, m_p = \frac{dX}{R \cdot dU})$$

$$\frac{dX}{R \cdot dU} \cdot \frac{C}{\cos U} = 1$$

$$dX = \frac{R \cdot \cos U}{C} dU \quad Y = k \cdot V$$

Konstanta C bude dourčena až volbou přiřazené válcové plochy (tečná, sečná).

3.3.2.1 s nezkreslenou rovnoběžkou (tečná poloha) – Lambertovo izocylindrické zobrazení

$$m_r = \frac{C}{\cos U} \quad (\text{Nezkreslen zůstal rovník, volíme podmínky: } U = 0^\circ, m_r = 1 \Rightarrow C = 1, k = R)$$

$$m_r = \frac{1}{\cos U}$$

$$m_p = \cos U \quad (m_p = \frac{dX}{R \cdot dU})$$

$$dX = R \cos U dU$$

$$X = R \cdot \sin U \quad Y = RV$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = \cos U$$

$$m_r = \frac{1}{\cos U}$$

$$P = 1$$

3.3.2.2 s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami (sečná poloha) – Behrmannovo zobrazení

V případě sečné polohy se $k = R \cdot \cos U_0$, tvar zobrazovacích rovnic je:

$$X = \frac{R}{\cos U_0} \sin U \quad Y = R \cdot \cos U_0 V$$

Vzorce pro zkreslení:

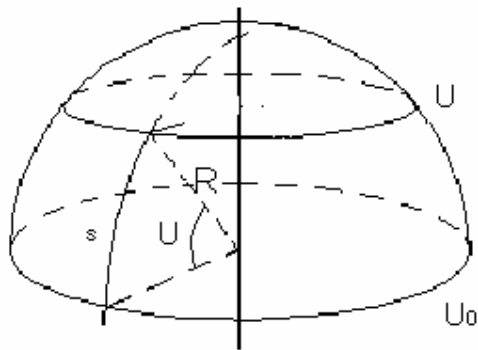
$$m_p = \frac{\cos U}{\cos U_0}$$

$$m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$$

$$P = 1$$

3.3.3 Ekvidistantní válcové zobrazení (ekvidistantní v polednicích)

1. Elementární postup



$$s = R \cdot \text{arc}(U - U_0) = R \cdot \text{arc} U = RU$$

Obr.10 – Ekvidistantní válcové zobrazení

2. Klasický způsob odvození:

$$m_p = \frac{dX}{R \cdot dU} = 1$$

$$X + C = RU$$

$$Y = k \cdot V$$

3. Obecný výpočet

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \text{tg} U = 0$$

$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 = k_2 = \text{konst.} \neq 0 \quad m_p = 1$$

$$m_p = \frac{dX}{R.dU} = 1$$

$$X + C = R.U$$

$$Y = k.V$$

Konstanta C bude dourčena až volbou přiřazené válcové plochy (tečná, sečná).

3.3.3.1 s nezkreslenou rovnoběžkou (tečná poloha) – Marinovo zobrazení, tzv. čtvercová mapa

$$X = 0, U = 0^\circ \Rightarrow C = 0$$

V případě tečné polohy je $k = R$, tvar zobrazovacích rovnic je:

$$X = R.U$$

$$Y = R.V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{1}{\cos U}$$

$$P = \frac{1}{\cos U}$$

3.3.2.2 s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami (sečná poloha) – tzv. obdélníková mapa

V případě sečné polohy je $k = R \cdot \cos U_0$, tvar zobrazovacích rovnic pak:

$$X = R.U$$

$$Y = R \cdot \cos U_0 V$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = 1$$

$$m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$$

$$P = \frac{\cos U_0}{\cos U}$$

3.3.4 Ekvidistantní válcové zobrazení (ekvidistantní v rovnoběžkách)

$$m_r = \frac{k}{R \cdot \cos U} = 1 \quad \text{nelze nikdy splnit pro všechna } U$$

Diferenciální rovnice $\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$ určuje funkci $m_r = m_r(U)$. Nemohu tedy položit podmínku na $m_r = 1$, to znamená $k_1 \neq -k_2$. Neexistují válcové zobrazení ekvidistantní v rovnoběžkách.

3.3.5 Další vyrovnávací válcová zobrazení

$$\frac{dm_r}{dU} - m_r \cdot \operatorname{tg} U = 0$$
$$k_1(m_p \cdot m_r - 1) + k_2(m_p - m_r) = 0 \quad k_1 \neq 0 \wedge k_2 \neq 0 \wedge k_1 \neq k_2$$

Zahrnují jak podmínku ekvivalence, tak i konformity.

4 Porovnání klasického a obecného odvozování

Získávání zobrazovacích rovnic za pomoci elementárních výpočtů je dobré především pro představu a snazší chápání daného zobrazení. Bohužel, ne všechna zobrazení lze touto cestou dosáhnout, a proto tento postup odvození není vhodný.

Klasický výpočet – výpočet diferenciálních rovnic, vychází z porovnávání vztahů délkového zkreslení v poledníku a v rovnoběžce. Je to tradiční způsob získávání rovnic potřebných pro výpočet rovinných souřadnic.

Určení zobrazovacích rovnic obecným způsobem dává větší možnosti v určování zobrazení požadovaných vlastností než přístup klasický. V našem případě nám umožňuje neomezené množství zobrazení uvnitř třídy jednoduchých zobrazení, především v oblasti vyrovnávacích zobrazení. Avšak zobrazovací rovnice jsou poměrně složité.

Při určování rovnic jiné třídy bychom postupovali obdobně. Řešení Eulerovy-Urmajeovy soustavy parciálních diferenciálních rovnic za použití jiné podmínkové funkce. Tímto se však ve své práci prozatím zabývat nebudu. Více o řešení soustavy Euler-Urmajeovy např. v [4].

5 Program

5. 1 O programu

Na Fakultě aplikovaných věd se od školního roku 2003/2004 v rámci předmětů Počítače a programování 1 (PPA1) a Počítače a programování 2 (PPA2), povinných předmětů pro všechny studenty této fakulty, vyučuje programovací jazyk Java. Z tohoto důvodu je i tento program zpracován v tomto programovacím jazyce.

5.1.1 Java Builder 2005

Tento způsob programování (v tomto prostředí) mi byl doporučen známými, kteří mají s programováním v Javě více zkušeností. Podle představ a podmínek, které jsem si na program kladla, měl být a je na grafických základech. Snadné zpracování této stránky programu mi umožnil Java Builder 2005. Například na rozdíl od hodně rozšířeného prostředí Eclipse umožňuje Java Builder jednodušší vkládání grafických komponent a se zadáváním výpočtových vzorců se také nevyskytly žádné komplikace.

Je to prostředí, které je volně přístupné na internetu a je možné ho stáhnout na http://www.borland.com/downloads/download_jbuilder.html. Na této stránce je k dispozici plná verze bez registrace, přibližně 100 Mb. Lze samozřejmě použít i jiný zdroj. Po zadání „Java Builder2005“ ve vyhledávači <http://www.google.com> se zobrazí více variant, stránek s tímto tématem. Některé se věnují pouze teorii, jiné umožňují i stažení (demo verze, trial,....). Ne všechny zobrazené stránky se samozřejmě týkají programování. Najde to i takové, které s námi hledaným programem mají jen málo společného - název.

Java Builder Foundation, verze 2005 nabízí spolupráci ve více platformách – Windows, Linux, Solaris, Mac OS. Používala jsem verzi pro Windows, protože je mi nejbližší. Instalace programu je poměrně jednoduchá, stačí pozorně číst a nechat se vést pokyny.

Po spuštění programu (Java Builder) se objeví klasické „Windowsovské okno“. V jeho horní části se nachází nástrojová lišta obsahující varianty – soubor, úpravy, hledání, zobrazit, projety, spustit, nástroje, okno, pomoc,... (Program pracuje v anglickém jazyce.) Pomocí těchto nástrojů se vytvoří nový (požadovaný) projekt (program).

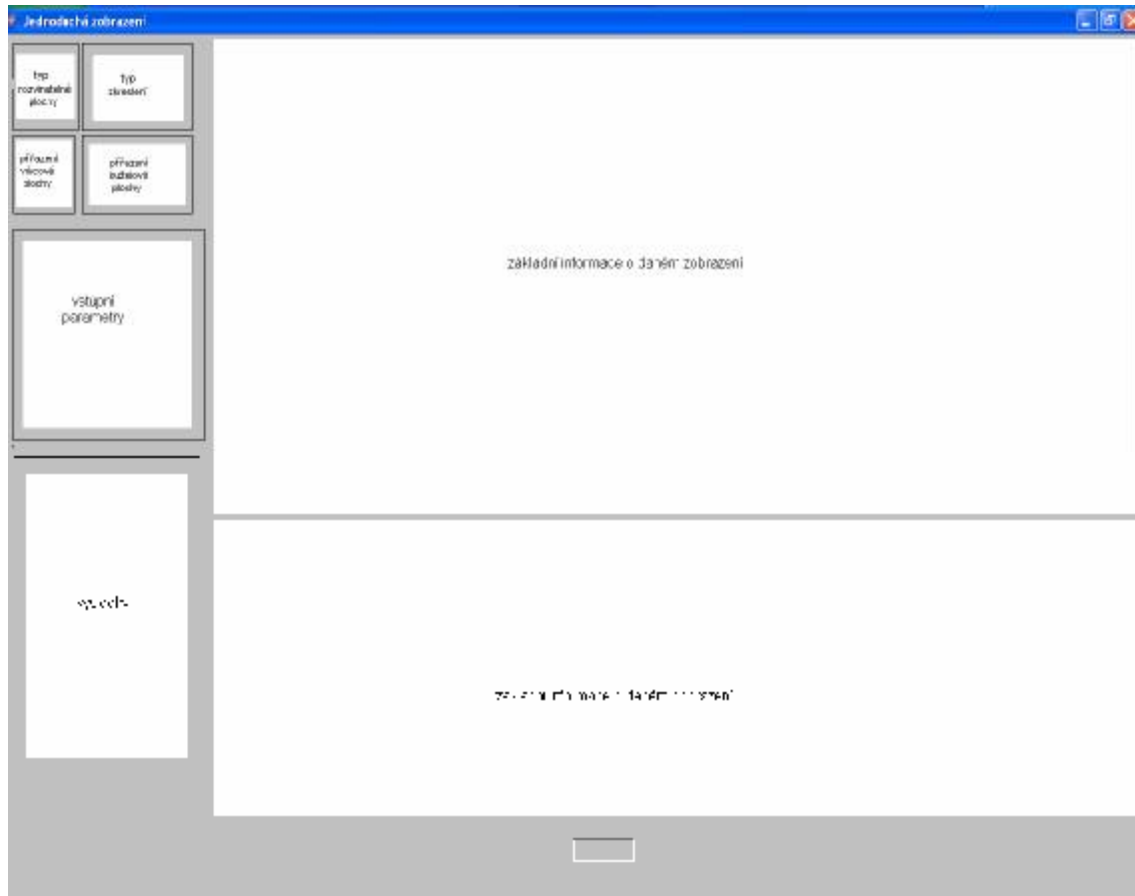
5.1.2 Tvorba programu

Program je vytvořen jako projekt v rámci programu Borland JBuilder, verze 2005 pro Windows. Není možné zde popsat každý krok, který byl proveden při tvorbě programu. Zdrojový kód má téměř 1000 řádek a je v práci uveden jako součást příloh.

Před samotným programováním je důležité promyslet, co vše od programu chceme, co má umět, jaké požadavky má splňovat a jak má být řešen vizuálně. Hlavním požadavkem na tento program bylo, aby uměl spočítat rovinné souřadnice jednotlivých kartografických zobrazení. K tomu bylo nutné vytvořit část, kde by byla možnost výběru zobrazení, část, kde by se zadávaly proměnné a poslední část, která by zobrazovala výsledky. K těmto „pracujícím“ částem byla přidána ještě jedna část, kterou nelze bez zásahu do pomocných souborů měnit,

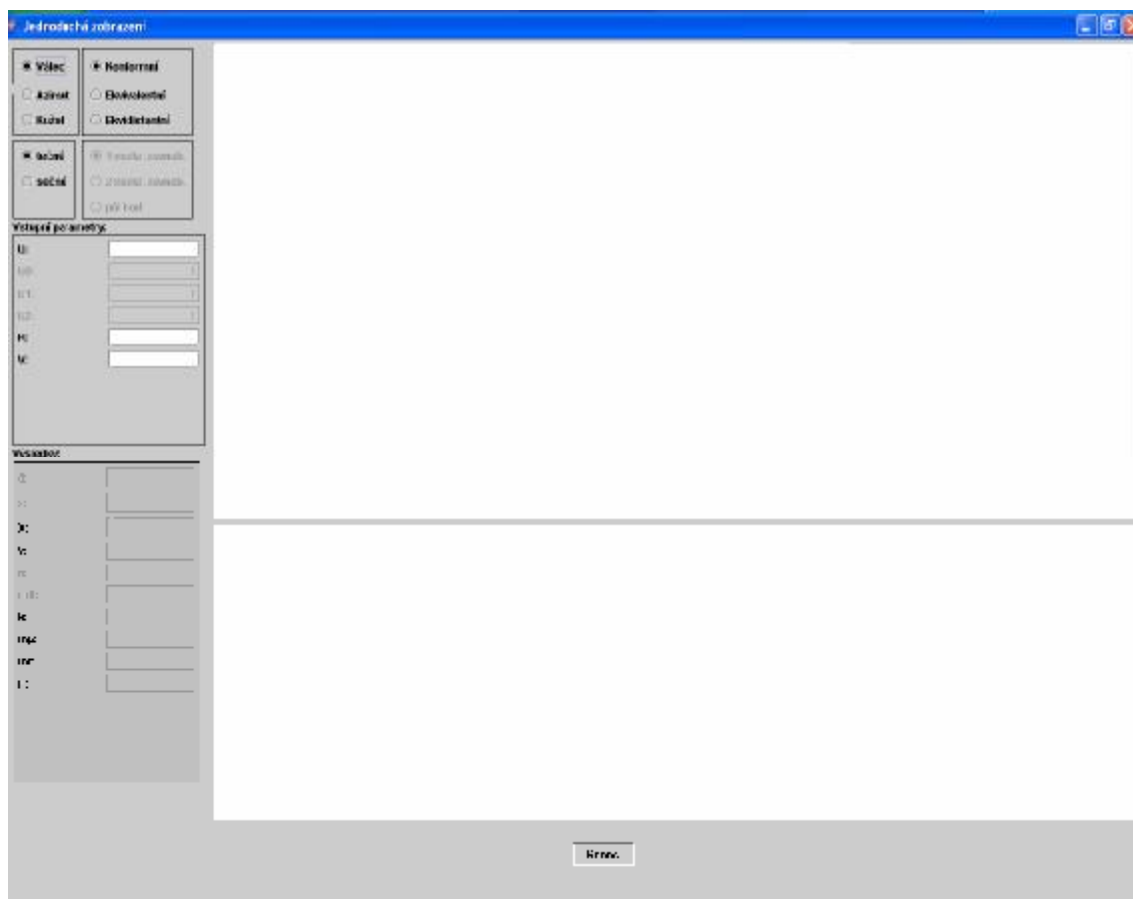
zobrazující stručné informace k jednotlivým zobrazením (název zobrazení, základní zobrazovací rovnice, popis proměnných, výsledné vzorce pro výpočet). Pokud tedy víme, co potřebujeme, můžeme přistoupit k programování.

Základní data byla naimportována již z předpřipravených souborů. Jedná se například o podklady pro tvorbu panelů, rámu, okrajů (hran), tlačítek nebo uzpůsobování klávesnicí či číselného formátu. Pak již závisí na představě a požadavcích, jak má být okno rozděleno a podle toho vytvořit požadovaný počet panelů s danými rozměry.



Obr.11 – Rozdělení okna programu

Okno je rozděleno na 9 základních panelů. Jednotlivé panely jsou v kódu označeny čísly od 1 do 9. Do těchto panelů jsou pak umísťovány další panely, tlačítka a rámečky. Vše je označeno příslušným názvem.



Obr.12 – Rozmístění rámečků a tlačítek

Dále bylo nutné nadefinovat kombinace tlačítek a přiřadit jim již konkrétní výstupy a úkoly. Jednotlivé varianty ukazují již konkrétní zobrazení. Díky předem vytvořeným obrázkovým souborům jsou zde vyobrazeny základní informace o daném zobrazení. Ukázka okna programu je zařazena v kapitole 5.2.

Také podle toho, jaká je právě zvolená kombinace tlačítek, je možné zadávání proměnných. Ne vždy je možno vyplnit celý rozsah nabídky, např. pokud máme zvoleno tečné zobrazení, zůstanou nám pro zadání nepřístupné proměnné U_1, U_2 – dvě nezkreslené rovnoběžky. Aby mohl program počítat musí znát vzorce umožňující mu spočítat požadovaný výsledek vybrané kombinace do zdrojového kódu. Zadávání úhlových proměnných je zvoleno ve stupních. Vzorce jsou zapsány tak, aby si v případě potřeby daný úhel převedly na radiány a pak zpět – výsledek opět ve stupních. Podrobnější vysvětlení v kapitole 5.2 Práce s programem (Návod k programu). Program počítá v rozsahu počítačové kalkulačky. Číselný formát je nastaven, aby zaokrouhloval na 2 desetinná místa.

V průběhu práce byl program rozšířen o výpočet konstant (poloměr základní rovnoběžky, konstantu určující tvar kuželových zobrazení - n , odlehlost poledníků - k) a výpočet kartografických zkreslení (délkové zkreslení v poledníku – m_p , v rovnoběžce - m_r a plošné zkreslení - P).

5.1.3 Zdrojový kód

Ukázka zadání vzorců pro výpočet rovinných souřadnic a kartografických zkreslení v případě azimutálního zobrazení.

```
else if (jRadioButton2.isSelected()) { // azimut
    if (jRadioButton4.isSelected()) { // konformní
        setroepsnro0mpmrP(
            2 * R * Math.tan((Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) / 2), //ρ
            V, //ε
            1, //n
            0, // ρ0
            2 / (1 + Math.sin (U * Math.PI / 180)), //mp
            2 / (1 + Math.sin (U * Math.PI / 180)), //mr
            4 / Math.pow((1 + Math.sin (U * Math.PI / 180)),2) //P
        );
    } else if (jRadioButton5.isSelected()) { // ekvivalentní
        setroepsnro0mpmrP(
            2 * R * Math.sin((Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) / 2),
            V,
            1,
            0,
            1/( Math.cos((Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) / 2)),
            Math.cos((Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) / 2),
            1
        );
    } else if (jRadioButton6.isSelected()) { // ekvidistantní
        setroepsnro0mpmrP(
            R * (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) ,
            V,
            1,
            0,
            1,
            (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180)/ Math.cos(U * Math.PI / 180),
            (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180)/ Math.cos(U * Math.PI / 180)
        );
    }
}
```

5.2 Práce s programem (Návod k programu)

Program se spouští v rámci programu Java Builder 2005. Spouštěcí soubor se jmenuje Vzorcel.jpx. Po otevření toho souboru se na pracovní ploše JBuilderu objeví zdrojový kód programu a kliknutím na tlačítko „Run Project“ se program spustí.

Na monitoru se zobrazí nové „Windows“ okno nesoucí název Jednoduchá zobrazení. Okno je rozděleno na čtyři skupiny panelů. První tři, umístěné v levé části okna, slouží k výběru zobrazení, k zadávání proměnných a vypsání výsledků – tzv. pracovní skupiny (části). Čtvrtá, zabírající zbytek 2/3 okna, zobrazuje stručné informace k vybranému zobrazení.

První skupinu, vlevo nahoře, tvoří 4 panely sloužící k výběru zobrazení. První panel obsahuje tlačítka rozdělení podle typu zobrazovací plochy – válec, azimut, kužel. Vybraný druh zobrazení označíme jednoduchým kliknutím myši na vyznačené místo.

Druhý panel, vpravo od prvního, rozděluje jednoduchá zobrazení podle zkreslení – konformní, ekvivalentní, ekvidistantní. Opět značíme kliknutím myši.

Další dva panely se týkají přiřazené polohy rozvinutelné plochy. Z důvodu snazšího programování bylo přistoupeno k samostatnému rozdělení pro válec a pro kužel (azimutální zobrazení se dále nedělí). Pokud tedy je zvolen za rozvinutelnou plochu v prvním z panelů válec, nasměruje nás program k zvolení varianty mezi tečným a sečným přiřazením válcové plochy. Pokud je vybrán kužel, nabízí program rozdělení: s jednou nezkreslenou rovnoběžkou (= tečné), s dvěma nezkreslenými rovnoběžkami (= sečné), pól jako bod. Stejně jako v předchozích případech se vybraná varianta označí kliknutím myši na příslušnou značku. Nezáleží na pořadí v jakém je kombinace sestavena. Program reaguje na každou provedenou změnu. Jediná chyba, které se lze v této části programu dopustit, může být způsobena nepozorností. Je nutné si uvědomit, že je třeba správně označit všechny tři (v případě azimutálního zobrazení jen dvě) části kombinace. Doporučuji proto kontrolu vybrané soustavy.

Podle toho, jaká kombinace je zvolena, zobrazí program v pravé části příslušný obrázek s informacemi o vybraném zobrazení a umožní zadávání vstupních proměnných.

Druhá skupina, vlevo uprostřed, nazvaná vstupní parametry, umožňuje měnit proměnné:

U.....zeměpisná šířka bodu na referenční ploše kulové, jehož rovinné souřadnice počítáme

U₀.....zeměpisná šířka nezkreslené (dotykové) rovnoběžky

U₁.....zeměpisná šířka první nezkreslené rovnoběžky

U₂.....zeměpisná šířka druhé nezkreslené rovnoběžky

R.....poloměr referenční koule (Země)

V.....zeměpisná délka bodu na referenční ploše kulové, jehož rovinné souřadnice počítáme.

Podle zvolené kombinace v první skupině panelů, program povolí změnu pouze potřebných parametrů pro výpočet. Ne vždy jsou všechna políčka k dispozici. Například v případě azimutálních zobrazení zůstávají nedostupné kolonky pro vyplnění hodnot U₀, U₁, U₂.

Číselná hodnota parametru se zapisuje do rámečku příslušícímu ke každé proměnné. Úhlové proměnné je třeba zapisovat ve stupních.. Pro názornost uvedu příklad: U = 39°15' ⇒ do příslušné kolonky na řádce U: запиші 39,25. V případě neúhlové metrické proměnné, která se zde vyskytuje pouze jedna a to R (zemský poloměr), záleží na uživateli, jaké jednotky zvolí. Musí si pouze uvědomit, že se jeho volba odrazí i na výsledku.

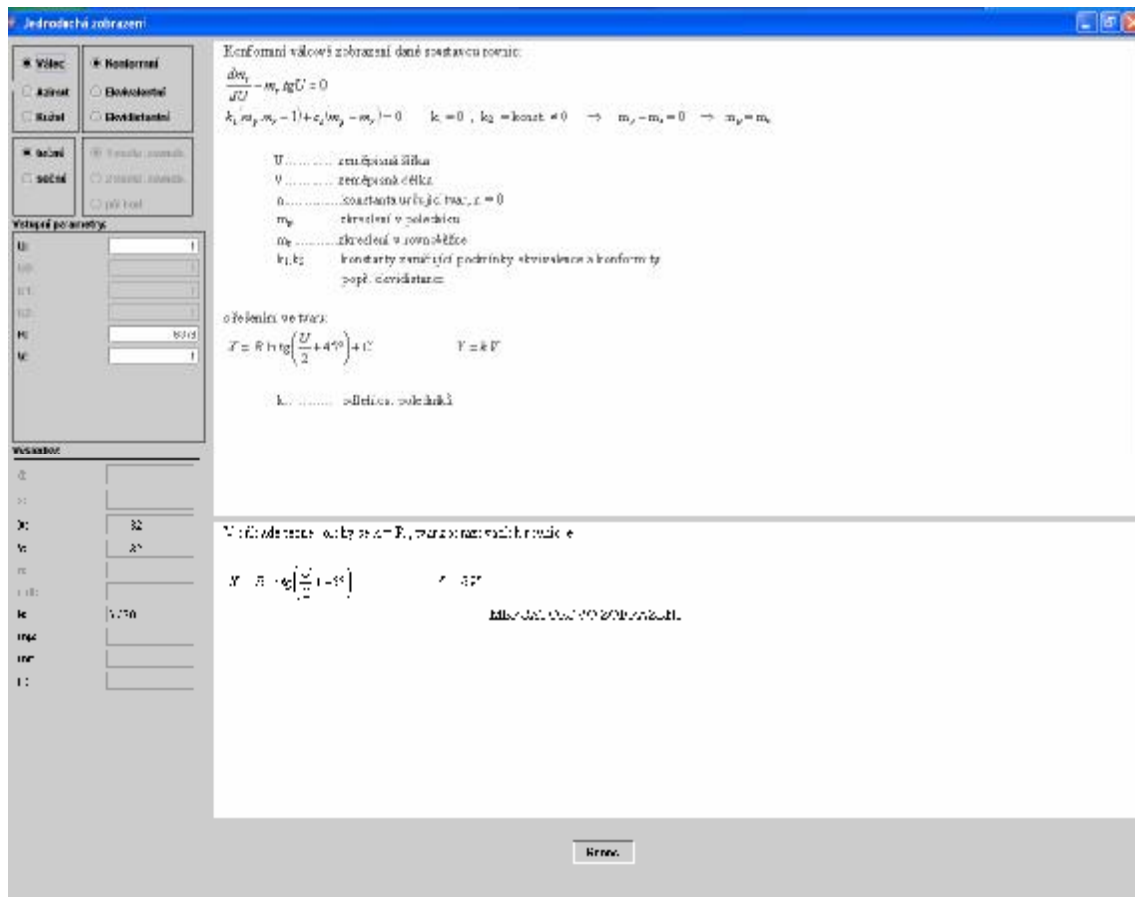
Na počátku programu jsou neznámé předvoleny (pro úhly 1°, poloměr koule R = 6378). Program si provedenou změnu pamatuje. Po výměně zobrazení zůstávají hodnoty proměnných nezměněny, program však s nimi aktivně nepracuje, automaticky nepřepočítává. Aby je vzal opět na vědomí, je potřeba hodnoty potvrdit. To provedeme buď opětovným

přepsáním jedné z hodnot nebo kliknutím (najetím) do jednoho z políček a stisknutím klávesy Enter. Program okamžitě přepočte výsledek.

Výsledky se zobrazují v rámci třetí „pracovní“ skupiny panelů – vlevo dole. Tento panel již není aktivní v pravém slova smyslu. Nedá se sem již nic vkládat, zapisovat, přepisovat, ani jinak upravovat výsledek. Zde je vytvořeno místo k vypsání deseti možných výstupů. (Nikdy nejsou použity všechny zároveň. Některá se týkají pouze válcových zobrazení – rovinné souřadnice X, Y a poledníková odlehlost k. Rovinné polární souřadnice ρ a ϵ a konstanty ρ_0 , n jsou výstupy týkající se kuželových a azimutálních zobrazení. Ke každému zobrazení je spočteno zkreslení v poledníku m_p , v rovnoběžce m_r a plošné zkreslení P.

Program je nastaven tak, aby výsledek zaokrouhloval na dvě desetinná místa, což znamená, zadáváme-li proměnné v metrech, výsledek ukáže hodnotu, zaokrouhlenou na centimetry a v případě úhlů se přesnost pohybuje v řádech minut, ne vteřin. Víím, že to není ideální, ale bohužel nejsem v zadávání číselných formátů v Javě příliš zblhlá a toto je nejlepší výsledek, který se mi povedl.

Poslední čtvrtá skupina panelů se dělí pouze na dvě části – horní a dolní obrázek. Rozkládá se na dvou třetinách okna. Zde se vypisují základní informace o daném zobrazení. Zařadila jsem sem název příslušného zobrazení, soustavu rovnic z níž se vychází při obecném řešení, podmínky kladené na konstanty, vysvětlivky k proměnným, výsledné vzorce pro výpočet. Do těchto obrázků nejde v rámci programu nic dopisovat. (Obrázky jsou jsem importovány z příložených souborů.)



Obr.13 – Ukázka okna programu

Myslím si, že program je sestaven tak, aby každý jeho uživatel, i přes jeho neznalost, s ním uměl zacházet. Na uživateli je jen si volit příslušné kombinace a měnit proměnné, a tím získávat požadované rovnice a konkrétní výsledky.

Závěr

Při zpracování této bakalářské práce jsem prohloubila své vědomosti z matematické kartografie týkající se jednoduchých zobrazení. Poznala jsem nová zobrazení, která sice nemají v praxi příliš mnoho uplatnění, avšak do této skupiny patří. Uvědomila jsem si, že může existovat více způsobů, jak se dostat k správnému řešení. Také jsem opět pokročila v oblasti programování.

Myslím si, že zadání bakalářské práce se mi podařilo splnit. Při sepisování jednoduchých zobrazení jsem se řídila stromovou strukturou. V úvahu jsem brala pouze normální polohu. Z tohoto důvodu nejsou některá známá a používaná zobrazení do této práce zařazena – např. UTM – Univerzální Transverzální Mercatorovo zobrazení a další. Oproti tomu jsou zde uvedena některá nepříliš známá zobrazení.

Program funguje podle mých představ a schopnosti programování. I když vím, že i tady je možné zlepšení – číselný formát (pět desetinných míst), převedení (kompilace) programu na společný spouštěcí soubor pro všechny verze Javy (*.jar). Zkompilovaný soubor totiž neobsahuje instrukce pro konkrétní procesor, ale obsahuje tzv. ByteCode - neboli mezikód, který umožní spuštění na jakémkoli počítači, na kterém je nainstalován Java Virtual Machina nebo jiné podobné zařízení.

Tato práce by se dala rozšířit o příčnou a obecnou polohu, o projekce, v rámci programu pak o grafy zkreslení, Tissotovu indikatrix a další.

Seznam zdrojů

Publikace

- [1] Hojovec, V. : Matematická kartografie, ČVUT, Praha, 1984
- [2] Buchar, P. : Matematická kartografie 10, ČVUT, Praha, 2002
- [3] Fiala, F. : Matematická kartografie, ČSAV, Praha, 1955
- [4] Pyšek, J. : Matematická kartografie , Plzeň ZČU 1995
- [5] Pyšek, J. : Kartografie a topografie: I. Kartografie, ZČU, Plzeň, 1999
- [6] Pyšek, J. : Obecné pojetí kartografických zobrazení, Geodetický a kartografický obzor, 25/67, 1979, č.11, str. 295 - 300
- [7] Pyšek, J. : Třída jednoduchých zobrazení , Geodetický a kartografický obzor, 26/68, 1980, č.2, str. 27 - 32
- [8] Pyšek, J. : K obecnému řešení jednoduchých válcových zobrazení, Geodetický a kartografický obzor, 28/70, 1982, č.7, str. 174 - 178
- [9] Pyšek, J. : Obecné řešení azimutálních zobrazení , Geodetický a kartografický obzor, 29/71, 1983, č.6, str. 141 - 152
- [10] Pyšek, J. : Obecné řešení kuželových zobrazení , Geodetický a kartografický obzor, 30/72, 1984, č.9, str. 211 - 220
- [11] Kuchař, K. : Přehled matematické kartografie, Praha, 1971
- [12] Herout, P.: Učebnice jazyka Java, Kopp, Č. Budějovice, 2000
- [13] Herout, P.: Učebnice jazyka Java II, Kopp, Č. Budějovice, 2001
- [14] Eckel, B.: Myslíme v jazyce Java I, Grada, Praha 2000
- [15] Eckel, B.: Myslíme v jazyce Java II, Grada, Praha 2000
- [16] Virius M.: Java pro zelenáče, Noecortex, Praha, 2001
- [17] Keogh, J. : Java bez předchozích znalostí, Computer Press, 2005
- [18] Spell, B. : Java – programujeme profesionálně, Compute Press, 2002

Internetové zdroje

[19] Borland JBuilder Downloads [online].Poslední revize 11.8.2006

URL: http://www.borland.com/downloads/download_jbuilder.html

[20] Download Java 2 Platform, Standart Edition, v 1.4.2 (J2SE) [online].

Poslední revize 11.8.2006

URL: <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/download.html>

[21] JBuilder Lesson 1 - Hello World! [online].Poslední revize 5.6.2006

URL: <http://www.javacoffeebreak.com/tutorials/jbuilder/lesson01/index.html>

[22] Naučte se základy jazyky Java [online].Poslední revize 27.12.2004

URL: http://java.renkol.com/datove_typy_a_operatorovy.html

[23] Pitner, T.: Programování v jazyce Java [online].2001-2003

URL: <http://www.fi.muni.cz/~tomp/slides/pb162/toc.html>

[24] Builder [online].Poslední revize 11.8.2006

URL: <http://www.builder.cz/java/>

[25] Z. Kotala, P. Toman: Java[online].Poslední revize 4.2.2001

URL: <http://dione.zcu.cz/java/sbornik/toc.html>

[26] Baranová, M.: Multimediální výukové texty [online].Poslední revize 11.8.2006

URL: http://www.gis.zcu.cz/studium/mk2/multimedialni_texty/index.html

Seznam.obrázků

Obr.1 – Normální poloha zobrazovací plochy [26]

Obr.2 – Příčná poloha zobrazovací plochy [26]

Obr.3 – Obecná poloha zobrazovací plochy [26]

Obr.4 – Dourčení konstant ρ_0 a n [4]

Obr.5 – Ekvivalentní kuželové zobrazení [26]

Obr.6 – Ekvidistantní kuželové zobrazení [26]

Obr.7 – Ekvivalentní azimutální zobrazení [26]

Obr.8 – Ekvidistantní azimutální zobrazení [4]

Obr.9 – Ekvivalentní válcové zobrazení [26]

Obr.10 – Ekvidistantní válcové zobrazení

Obr.11 – Rozdělení okna programu

Obr.12 – Rozmístění rámečků a tlačítek

Obr.13 – Ukázka okna programu

Seznam příloh

A) Zdrojový kód

B) Vzorce pro rovinné souřadnice

C) Vzorce pro zkreslení

PŘÍLOHY

A) Zdrojový kód

```
package Vzorcel;

import java.io.*;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import java.awt.*;
import javax.swing.JRadioButton;
import javax.swing.*;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import com.borland.jbcl.layout.PaneLayout;
import com.borland.jbcl.layout.*;
import java.beans.PropertyChangeEvent;
import java.beans.PropertyChangeListener;
import javax.swing.event.ChangeEvent;
import javax.swing.event.ChangeListener;
import java.awt.event.WindowEvent;
import javax.swing.border.Border;
import java.awt.image.BufferedImage;
import javax.imageio.*;
import java.awt.event.KeyEvent;
import java.awt.event.KeyAdapter;
import java.text.NumberFormat;

/**
 * <p>Title: Vzorcel</p>
 *
 * <p>Description: </p>
 *
 * <p>Copyright: Copyright (c) 2006</p>
 *
 * <p>Company: </p>
 *
 * @author not attributable
 * @version 1.0
 */
public class Frame1 extends JFrame {
    JRadioButton jRadioButton1 = new JRadioButton();
    JRadioButton jRadioButton2 = new JRadioButton();
    JRadioButton jRadioButton3 = new JRadioButton();
    ButtonGroup buttonGroup1 = new ButtonGroup();
    JRadioButton jRadioButton4 = new JRadioButton();
    JRadioButton jRadioButton5 = new JRadioButton();
    JRadioButton jRadioButton6 = new JRadioButton();
    ButtonGroup buttonGroup2 = new ButtonGroup();
    JButton jButton1 = new JButton();
    GridBagLayout gridBagLayout1 = new GridBagLayout();
    JPanel jPanel1 = new JPanel();
```



```

JPanel jPanel2 = new JPanel();
JPanel jPanel3 = new JPanel();
XYLayout xYLayout1 = new XYLayout();
XYLayout xYLayout2 = new XYLayout();
//JPanel jPanel4 = new JPanel();
Imager jPanel4 = new Imager();
Border border1 = BorderFactory.createLineBorder(SystemColor.controlText, 2);
Imager jPanel5 = new Imager();
JPanel jPanel6 = new JPanel();
JRadioButton jRadioButton7 = new JRadioButton();
JRadioButton jRadioButton8 = new JRadioButton();
JPanel jPanel7 = new JPanel();
JRadioButton jRadioButton9 = new JRadioButton();
JRadioButton jRadioButton10 = new JRadioButton();
JRadioButton jRadioButton11 = new JRadioButton();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout1 = new VerticalFlowLayout();
ButtonGroup buttonGroup3 = new ButtonGroup();
ButtonGroup buttonGroup4 = new ButtonGroup();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout2 = new VerticalFlowLayout();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout3 = new VerticalFlowLayout();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout4 = new VerticalFlowLayout();
JPanel jPanel8 = new JPanel();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout5 = new VerticalFlowLayout();
JPanel jPanelR = new JPanel();
JLabel jLabelR = new JLabel();
JTextField jTextFieldR = new JTextField();
GridLayout gridLayout1 = new GridLayout();
JPanel jPanelU = new JPanel();
JTextField jTextFieldU = new JTextField();
JLabel jLabelU = new JLabel();
JPanel jPanelU0 = new JPanel();
JLabel jLabelU0 = new JLabel();
JTextField jTextFieldU0 = new JTextField();
JPanel jPanelU1 = new JPanel();
JTextField jTextFieldU1 = new JTextField();
JLabel jLabelU1 = new JLabel();
JPanel jPanelU2 = new JPanel();
JTextField jTextFieldU2 = new JTextField();
JLabel jLabelU2 = new JLabel();
JPanel jPanelV = new JPanel();
JTextField jTextFieldV = new JTextField();
JLabel jLabelV = new JLabel();
JLabel jLabel1 = new JLabel();
JLabel jLabel2 = new JLabel();
JPanel jPanel9 = new JPanel();
VerticalFlowLayout verticalFlowLayout6 = new VerticalFlowLayout();
JPanel jPanelro = new JPanel();
JPanel jPanelleps = new JPanel();
JPanel jPanelX = new JPanel();
JPanel jPanelY = new JPanel();

```

```

JLabel jLabelro = new JLabel();
JLabel jLabeleps = new JLabel();
JLabel jLabelX = new JLabel();
JLabel jLabelY = new JLabel();
JPanel jPaneln = new JPanel();
JTextField jTextFieldn = new JTextField();
JLabel jLabeln = new JLabel();
JPanel jPanelro0 = new JPanel();
JTextField jTextFieldro0 = new JTextField();
JLabel jLabelro0 = new JLabel();
JPanel jPanelk = new JPanel();
JTextField jTextFieldk = new JTextField();
JLabel jLabelk = new JLabel();
JPanel jPanelmp = new JPanel();
JTextField jTextFieldmp = new JTextField();
JLabel jLabelmp = new JLabel();
JPanel jPanelmr = new JPanel();
JTextField jTextFieldmr = new JTextField();
JLabel jLabelmr = new JLabel();
JPanel jPanelP = new JPanel();
JTextField jTextFieldP = new JTextField();
JLabel jLabelP = new JLabel();
JTextField jTextFieldro = new JTextField();
JTextField jTextFielddeps = new JTextField();
JTextField jTextFieldX = new JTextField();
JTextField jTextFieldY = new JTextField();
GridLayout gridLayout2 = new GridLayout();
public Frame1() {
    try {
        jbInit();
        jButton_stateChanged(null);
    } catch (Exception ex) {
        ex.printStackTrace();
    }
}

public static void main(String[] args) {
    Frame1 frame1 = new Frame1();
}

private void jbInit() throws Exception {
    this.setTitle("Jednoduchá zobrazení");
    this.getContentPane().setLayout(xYLayout2);
    jButton1.setToolTipText("");
    jButton1.setText("Konec");
    jButton1.addActionListener(new Frame1_jButton1_actionAdapter(this));
    jButton1.setSelected(true);
    jButton1.setText("Válec");
    jButton1.addChangeListener(new Frame1_jButton1_changeAdapter(this));
    jButton2.addChangeListener(new

```

```

        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton3.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton4.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton5.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton6.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton7.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton8.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton9.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton10.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton11.addChangeListener(new
        Frame1_jRadioButton_changeAdapter(this));
jRadioButton2.setText("Azimut");
jRadioButton3.setText("Kužel");
jRadioButton4.setText("Konformní");
jRadioButton5.setText("Ekvivalentní");
jRadioButton6.setText("Ekvidistantní");
jRadioButton7.setText("tečné");
jRadioButton8.setText("sečné");
jRadioButton9.setText("1 nezkr. rovnob.");
jRadioButton10.setText("2 nezkr. rovnob.");
jRadioButton11.setText("pól bod");
jLabelR.setText("R:");
jLabelU.setText("U:");
jLabelU0.setText("U0:");
jLabelU1.setText("U1:");
jLabelU2.setText("U2:");
jLabelV.setText("V:");
jRadioButton4.setSelected(true);
jPanel2.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel2.setLayout(verticalFlowLayout3);
jPanel3.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel3.setLayout(verticalFlowLayout4);
jButton1.setText("Konec");
jButton1.addActionListener(new Frame1_jButton1_actionAdapter(this));
jPanel4.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
xYLayout2.setWidth(761);
xYLayout2.setHeight(624);
jPanel5.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel6.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel6.setLayout(verticalFlowLayout2);
jRadioButton7.setSelected(true);
jPanel7.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));

```

```

jPanel7.setLayout(verticalFlowLayout1);
jRadioButton9.setEnabled(false);
jRadioButton9.setSelected(true);
jRadioButton10.setEnabled(false);
jRadioButton11.setEnabled(false);
jPanel8.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel8.setLayout(verticalFlowLayout5);
jPanelR.setLayout(gridLayout1);
jLabelU0.setText("U0:");
jPanelU0.setLayout(gridLayout1);
jLabelU.setText("U:");
jPanelU.setLayout(gridLayout1);
jPanelU1.setLayout(gridLayout1);
jPanelU2.setLayout(gridLayout1);
jPanelV.setLayout(gridLayout1);
jLabel1.setText("Vstupní parametry:");
jLabel2.setText("Výsledky:");
jLabelro.setText("\u03B4:"); // ro
jLabeleps.setText("\u03B5:"); // epsilon
jLabelX.setText("X:");
jLabelY.setText("Y:");
jLabeln.setText("n:");
jLabelro0.setText("ro0:");
jLabelk.setText("k:");
jLabelmp.setText("mp:");
jLabelmr.setText("mr:");
jLabelP.setText("P:");
jTextFieldU.setText("1");
jTextFieldU0.setText("1");
jTextFieldU1.setText("1");
jTextFieldU2.setText("1");
jTextFieldR.setText("6378");
jTextFieldV.setText("1");
jTextFieldU.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldU0.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldU1.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldU2.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldR.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldV.setHorizontalAlignment(SwingConstants.TRAILING);
jTextFieldU.addPropertyChangeListener(new
    Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));
jTextFieldU0.addPropertyChangeListener(new
    Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));
jTextFieldU1.addPropertyChangeListener(new
    Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));
jTextFieldU2.addPropertyChangeListener(new
    Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));
jTextFieldR.addPropertyChangeListener(new
    Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));
jTextFieldV.addPropertyChangeListener(new

```

```

Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(this));

jTextFieldU.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jTextFieldU0.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jTextFieldU1.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jTextFieldU2.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jTextFieldR.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jTextFieldV.addKeyListener(new Frame1_jTextField_keyAdapter(this));
jPanel9.setBorder(BorderFactory.createLineBorder(Color.black));
jPanel9.setLayout(verticalFlowLayout6);
jTextFieldro.setEditable(false);
jTextFieldeps.setEditable(false);
jTextFieIdX.setEditable(false);
jTextFieIdY.setEditable(false);
jTextFieIdn.setEditable(false);
jTextFieIdro0.setEditable(false);
jTextFieIdk.setEditable(false);
jTextFieIdmp.setEditable(false);
jTextFieIdmr.setEditable(false);
jTextFieIdP.setEditable(false);
jPanelro.setLayout(gridLayout2);
jPaneleps.setLayout(gridLayout2);
jPanelX.setLayout(gridLayout2);
jPanelY.setLayout(gridLayout2);
jPaneln.setLayout(gridLayout2);
jPanelro0.setLayout(gridLayout2);
jPanelk.setLayout(gridLayout2);
jPanelmp.setLayout(gridLayout2);
jPanelmr.setLayout(gridLayout2);
jPanelP.setLayout(gridLayout2);
buttonGroup1.add(jRadioButton1);
buttonGroup1.add(jRadioButton2);
buttonGroup1.add(jRadioButton3);
buttonGroup2.add(jRadioButton4);
buttonGroup2.add(jRadioButton5);
buttonGroup2.add(jRadioButton6);
jPanel2.add(jRadioButton1);
jPanel2.add(jRadioButton2);
jPanel2.add(jRadioButton3);
jPanel3.add(jRadioButton4);
jPanel3.add(jRadioButton5);
jPanel3.add(jRadioButton6);
this.getContentPane().add(jPanel17, new XYConstraints(90, 108, -1, 90));
this.getContentPane().add(jPanel15, new XYConstraints(240, 538, 1035, 333));
this.getContentPane().add(jPanel14, new XYConstraints(240, 5, 1035, 526));
this.getContentPane().add(jPanel11, new XYConstraints(10, 45, -1, -1));
jPanel6.add(jRadioButton7);
jPanel6.add(jRadioButton8);
jPanel7.add(jRadioButton9);
jPanel7.add(jRadioButton10);

```

```

jPanel7.add(jRadioButton11);
this.getContentPane().add(jPanel6, new XYConstraints(10, 108, -1, 90));
this.pack();
//this.setSize(600, 600);
Dimension screenSize = Toolkit.getDefaultToolkit().getScreenSize();
Dimension frameSize = this.getSize();
if (frameSize.height > screenSize.height) {
    frameSize.height = screenSize.height;
}
if (frameSize.width > screenSize.width) {
    frameSize.width = screenSize.width;
}
this.setLocation((screenSize.width - frameSize.width) / 2, (screenSize.height -
frameSize.height) / 2);
buttonGroup3.add(jRadioButton7);
buttonGroup3.add(jRadioButton8);
buttonGroup4.add(jRadioButton9);
buttonGroup4.add(jRadioButton10);
buttonGroup4.add(jRadioButton11);
this.getContentPane().add(jPanel2, new XYConstraints(10, 9, 76, -1));
this.getContentPane().add(jPanel3, new XYConstraints(90, 9, 127, -1));
jPanelU0.add(jLabelU0);
jPanelU0.add(jTextFieldU0);
jPanel8.add(jPanelU);
jPanelR.add(jLabelR);
jPanelR.add(jTextFieldR, null);
jPanel8.add(jPanelU0);
jPanel8.add(jPanelU1);
jPanelU.add(jLabelU);
jPanelU.add(jTextFieldU);
jPanel8.add(jPanelU2);
jPanelU0.add(jLabelU0);
jPanelU0.add(jTextFieldU0);
jPanelU1.add(jLabelU1);
jPanelU1.add(jTextFieldU1);
jPanel8.add(jPanelR);
jPanelU2.add(jLabelU2);
jPanelU2.add(jTextFieldU2);
jPanel8.add(jPanelV);
jPanelV.add(jLabelV);
jPanelV.add(jTextFieldV);
this.getContentPane().add(jButton1, new XYConstraints(650, 897, -1,-1));
this.getContentPane().add(jPanel9, new XYConstraints(10, 474, 215, 354));
jPanel9.add(jPanelro);
jPanelro.add(jLabelro);
jPanelro.add(jTextFieldro);
jPanel9.add(jPaneleps);
jPaneleps.add(jLabeleps);
jPaneleps.add(jTextFieldeps);
jPanel9.add(jPanelX);

```

```

jPanelX.add(jLabelX);
jPanelX.add(jTextFieldX);
jPanel9.add(jPanelY);
jPanelY.add(jLabelY);
jPanelY.add(jTextFieldY);
jPanel9.add(jPaneln);
jPaneln.add(jLabeln);
jPaneln.add(jTextFielDn);
jPanel9.add(jPanelro0);
jPanelro0.add(jLabelro0);
jPanelro0.add(jTextFielDro0);
jPanel9.add(jPanelk);
jPanelk.add(jLabelk);
jPanelk.add(jTextFielDk);
jPanel9.add(jPanelmp);
jPanelmp.add(jLabelmp);
jPanelmp.add(jTextFielDmp);
jPanel9.add(jPanelmr);
jPanelmr.add(jLabelmr);
jPanelmr.add(jTextFielDmr);
jPanel9.add(jPanelP);
jPanelP.add(jLabelP);
jPanelP.add(jTextFielDP);
this.getContentPane().add(jLabel2, new XYConstraints(10, 455, 80, -1));
this.getContentPane().add(jLabel1, new XYConstraints(10, 198, -1, -1));
this.getContentPane().add(jPanel8, new XYConstraints(10, 215, 220, 239));
}

```

```

public void enableBoxes(
    boolean R,
    boolean U,
    boolean U0,
    boolean U1,
    boolean U2,
    boolean V,
    boolean ro,
    boolean eps,
    boolean X,
    boolean Y,
    boolean n,
    boolean ro0,
    boolean k,
    boolean mp,
    boolean mr,
    boolean P

) {
jLabelR.setEnabled(R);
jTextFieldR.setEnabled(R);
jTextFieldR.setEditable(R);

```

```

jLabelU.setEnabled(U);
jTextFieldU.setEnabled(U);
jTextFieldU.setEditable(U);
jLabelU0.setEnabled(U0);
jTextFieldU0.setEnabled(U0);
jTextFieldU0.setEditable(U0);
jLabelU1.setEnabled(U1);
jTextFieldU1.setEnabled(U1);
jTextFieldU1.setEditable(U1);
jLabelU2.setEnabled(U2);
jTextFieldU2.setEnabled(U2);
jTextFieldU2.setEditable(U2);
jLabelV.setEnabled(V);
jTextFieldV.setEnabled(V);
jTextFieldV.setEditable(V);
jLabelro.setEnabled(ro);
jLabelep.setEnabled(eps);
jLabelX.setEnabled(X);
jLabelY.setEnabled(Y);
jLabeln.setEnabled(n);
jLabelro0.setEnabled(ro0);
jLabelk.setEnabled(k);
jLabelmp.setEnabled(mp);
jLabelmr.setEnabled(mr);
jLabelP.setEnabled(P);

}

public void jButton2_actionPerformed(ActionEvent e) {
    //this.dispose();
    System.exit(0);
}

public String loadFormula(String fileName) {
    String s = "";
    try {
        BufferedReader in = new BufferedReader(new FileReader(fileName));
        String str;
        while ((str = in.readLine()) != null) {
            s = s + str + "\n";
        }
        in.close();
    }
    catch (IOException e) {
        System.out.print("Nepodařilo se načíst soubor se vzorcem: "+fileName);
    }
    return s;
}

public void jButton1_stateChanged(ChangeEvent e) {

```



```

boolean t = true;
boolean f = false;

String FileName1a = jRadioButton1.isSelected() ? "valec" :
    jRadioButton2.isSelected() ? "azimut" :
    jRadioButton3.isSelected() ? "kuzel" :
    "neznamy";
String FileName1b = jRadioButton4.isSelected() ? "kon" :
    jRadioButton5.isSelected() ? "ekviv" :
    jRadioButton6.isSelected() ? "ekvid" :
    "neznamy";
String FileName1 = FileName1a + " " + FileName1b + ".png";

String FileName2a = "";

String FileName2 = "";

try {
    jPanel4.setImage(FileName1);
} catch (IOException ex) {
    System.out.println(ex.toString() + " | FileName1: " + FileName1);
}

if (jRadioButton1.isSelected()) { // valec
    jRadioButton7.setEnabled(true);
    jRadioButton8.setEnabled(true);
    jRadioButton9.setEnabled(false);
    jRadioButton10.setEnabled(false);
    jRadioButton11.setEnabled(false);
    FileName2a = jRadioButton7.isSelected() ? "teč" :
        jRadioButton8.isSelected() ? "seč" :
        "neznamy";
} else if (jRadioButton2.isSelected()) { // azimut
    jRadioButton7.setEnabled(false);
    jRadioButton8.setEnabled(false);
    jRadioButton9.setEnabled(false);
    jRadioButton10.setEnabled(false);
    jRadioButton11.setEnabled(false);
    FileName2a = "dole";
} else if (jRadioButton3.isSelected()) { // kuzel
    jRadioButton7.setEnabled(false);
    jRadioButton8.setEnabled(false);
    jRadioButton9.setEnabled(true);
    jRadioButton10.setEnabled(true);
    jRadioButton11.setEnabled(true);
    FileName2a = jRadioButton9.isSelected() ? "1" :
        jRadioButton10.isSelected() ? "2" :
        jRadioButton11.isSelected() ? "pol" :
        "neznamy";
}

```

```

FileName2 = FileName1a + " " + FileName1b
            + (FileName2a.length()>0 ? " " : "")
            + FileName2a + ".png";

try {
    jPanel5.setImage(FileName2);
} catch (IOException ex) {
    System.out.println(ex.toString() + " | FileName2: " + FileName2);
}

if (jRadioButton1.isSelected()) { // valec
    if (jRadioButton7.isSelected()) { // tecne
        enableBoxes(t, t, f, f, t, f, f, t, t, f, f, t, t, t, t);
    } else if (jRadioButton8.isSelected()) { // secne
        enableBoxes(t, t, t, f, f, t, f, f, t, t, f, f, t, t, t);
    }
} else if (jRadioButton2.isSelected()) { // azimut
    enableBoxes(t, t, f, f, f, t, t, f, f, f, f, f, t, t, t);
} else if (jRadioButton3.isSelected()) { // kuzel
    if (jRadioButton9.isSelected()) { // 1 nezkr. rovnob.
        enableBoxes(t, t, t, f, f, t, t, f, f, t, t, f, t, t, t);
    } else if (jRadioButton10.isSelected()) { // 2 nezkr. rovnob.
        enableBoxes(t, t, t, t, t, t, t, f, f, t, t, f, t, t, t);
    } else if (jRadioButton11.isSelected()) { // pol bod
        if (jRadioButton4.isSelected()) { // komformni
            enableBoxes(f, f, f, f, f, t, t, f, f, t, t, f, t, t, t);
        } else if (jRadioButton5.isSelected()) { // ekvivalentni
            enableBoxes(t, t, t, f, f, t, t, f, f, t, t, f, t, t, t);
        } else if (jRadioButton6.isSelected()) { // ekvidistantni
            enableBoxes(t, t, t, f, f, t, t, f, f, t, t, f, t, t, t);
        }
    }
}
}

private void setXYkmpmrP(double X, double Y, double k, double mp, double mr, double
P) {
    NumberFormat nf = NumberFormat.getInstance();
    jTextFieldX.setText(nf.format(X));
    jTextFieldY.setText(nf.format(Y));
    jTextFieldk.setText(nf.format(k));
    jTextFieldmp.setText(nf.format(mp));
    jTextFieldmr.setText(nf.format(mr));
    jTextFieldP.setText(nf.format(P));
}

private void setroepsnro0mpmrP(double ro, double eps, double n, double ro0, double mp,
double mr, double P) {

```

```

NumberFormat nf = NumberFormat.getInstance();
jTextFieldro.setText(nf.format(ro));
jTextFieldeps.setText(nf.format(eps));
jTextFieldn.setText(nf.format(n));
jTextFieldro0.setText(nf.format(ro0));
jTextFieldmp.setText(nf.format(mp));
jTextFieldmr.setText(nf.format(mr));
jTextFieldP.setText(nf.format(P));
}

private void computer() {
    jTextFieldro.setText("");
    jTextFieldeps.setText("");
    jTextFieldX.setText("");
    jTextFieldY.setText("");
    jTextFieldn.setText("");
    jTextFieldro0.setText("");
    jTextFieldk.setText("");
    jTextFieldmp.setText("");
    jTextFieldmr.setText("");
    jTextFieldP.setText("");

    try {
        double U = (new Double(jTextFieldU.getText())).doubleValue();
        double U0 = (new Double(jTextFieldU0.getText())).doubleValue();
        double U1 = (new Double(jTextFieldU1.getText())).doubleValue();
        double U2 = (new Double(jTextFieldU2.getText())).doubleValue();
        double R = (new Double(jTextFieldR.getText())).doubleValue();
        double V = (new Double(jTextFieldV.getText())).doubleValue();

        if (jRadioButton1.isSelected()) { // valec
            if (jRadioButton4.isSelected()) { // komformni
                if (jRadioButton7.isSelected()) { // tecne
                    setXYkmpmrP(
                        R * Math.log(Math.tan(U * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4)),
                        R * V * Math.PI / 180,
                        R,
                        1 / Math.cos (U * Math.PI / 180),
                        1 / Math.cos (U * Math.PI / 180),
                        1 / (Math.cos (U * Math.PI / 180) * Math.cos (U * Math.PI / 180))
                    );
                }
            } else if (jRadioButton8.isSelected()) { // secne
                setXYkmpmrP(
                    Math.cos(U0 * Math.PI / 180) * R *
                    Math.log(Math.tan(U * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4)),
                    Math.cos(U0 * Math.PI / 180) * R * V * Math.PI / 180,
                    R * Math.cos(U0 * Math.PI / 180),
                    Math.cos (U0 * Math.PI / 180) / Math.cos (U * Math.PI / 180),
                );
            }
        }
    }
}

```

```

        Math.cos (U0 * Math.PI /180) / Math.cos (U * Math.PI /180),
        (Math.cos (U0 * Math.PI /180) * (Math.cos (U0 * Math.PI /180)) /
(Math.cos (U * Math.PI /180) * Math.cos (U * Math.PI /180)))
    );
}
} else if (jRadioButton5.isSelected()) { // ekvivalentni
    if (jRadioButton7.isSelected()) { // tecne
        setXYkmpmrP(
            R * Math.sin(U * Math.PI /180),
            R * V * Math.PI /180,
            R,
            Math.cos (U * Math.PI /180),
            1/ Math.cos (U * Math.PI /180),
            1
        );
    } else if (jRadioButton8.isSelected()) { // secne
        setXYkmpmrP(
            R * Math.sin(U * Math.PI /180) / Math.cos(U0 * Math.PI /180),
            R * Math.cos(U0 * Math.PI /180) * V * Math.PI /180,
            R * Math.cos(U0 * Math.PI /180),
            Math.cos (U * Math.PI /180) / Math.cos (U0 * Math.PI /180),
            Math.cos (U0 * Math.PI /180) / Math.cos (U * Math.PI /180),
            1
        );
    }
} else if (jRadioButton6.isSelected()) { // ekvidistantni
    if (jRadioButton7.isSelected()) { // tecne
        setXYkmpmrP(
            R * U * Math.PI /180,
            R * V * Math.PI /180,
            R,
            1,
            1/ Math.cos (U * Math.PI /180),
            1/ Math.cos (U * Math.PI /180)
        );
    } else if (jRadioButton8.isSelected()) { // secne
        setXYkmpmrP(
            R * U * Math.PI /180,
            R * V * Math.cos(U0 * Math.PI /180) * Math.PI /180,
            R * Math.cos(U0 * Math.PI /180),
            1,
            Math.cos (U0 * Math.PI /180) / Math.cos (U * Math.PI /180),
            Math.cos (U0 * Math.PI /180) / Math.cos (U * Math.PI /180)
        );
    }
}
} else if (jRadioButton2.isSelected()) { // azimut
    if (jRadioButton4.isSelected()) { // komformni
        setroepsnro0mpmrP(
            2 * R * Math.tan((Math.PI / 2 - U * Math.PI /180) / 2),

```

```

V ,
1,
0,
2 / (1 + Math.sin (U * Math.PI /180)),
2 / (1 + Math.sin (U * Math.PI /180)),
4 / Math.pow((1 + Math.sin (U * Math.PI /180)),2)
);
} else if (jRadioButton5.isSelected()) { // ekvivalentni
setroepsnro0mpmrP(
2 * R * Math.sin((Math.PI / 2 - U * Math.PI /180) / 2),
V ,
1,
0,
1/( Math.cos((Math.PI / 2 - U * Math.PI /180) / 2)),
Math.cos((Math.PI / 2 - U * Math.PI /180) / 2),
1
);
} else if (jRadioButton6.isSelected()) { // ekvidistantni
setroepsnro0mpmrP(
R * (Math.PI / 2 - U * Math.PI /180) ,
V ,
1,
0,
1,
(Math.PI / 2 - U * Math.PI /180)/ Math.cos(U * Math.PI/180),
(Math.PI / 2 - U * Math.PI /180)/ Math.cos(U * Math.PI/180)
);
}
} else if (jRadioButton3.isSelected()) { // kuzel
if (jRadioButton4.isSelected()) { // komformni
if (jRadioButton9.isSelected()) { // 1 nezkr. rovnob.
setroepsnro0mpmrP(
R / Math.tan(U0 * Math.PI /180) *
Math.pow( // mocnina
(Math.tan(U0 * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4) /
Math.tan(U * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4)),
Math.sin(U0 * Math.PI /180)),
Math.sin(U0 * Math.PI /180) * V ,
Math.sin(U0 * Math.PI/180),
R / Math.tan(U0 * Math.PI/180),
Math.cos (U0 * Math.PI/180) / Math.cos (U * Math.PI /180) *
Math.pow( // mocnina
(Math.tan(U0 * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4) /
Math.tan(U * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4)),
Math.sin(U0 * Math.PI /180)),
Math.cos (U0 * Math.PI/180) / Math.cos (U * Math.PI /180) *
Math.pow( // mocnina
(Math.tan(U0 * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4) /
Math.tan(U * Math.PI /180 / 2 + Math.PI / 4)),
Math.sin(U0 * Math.PI /180)),

```

```

Math.pow(Math.cos(U0 * Math.PI / 180), 2) / Math.pow(Math.cos(U * Math.PI
/ 180), 2) *
Math.pow( // mocnina
(Math.tan(U0 * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4) /
Math.tan(U * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4)),
2 * Math.sin(U0 * Math.PI / 180))
);
} else if (jRadioButton10.isSelected()) { // 2 nezkr. rovnob.
double citatel1 = Math.tan(U1 * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4);
double jmenovatel1 = Math.tan(U2 * Math.PI / 180 / 2 + Math.PI / 4);
double citatel2 = Math.log(Math.cos(U2 * Math.PI / 180)) -
Math.log(Math.cos(U1 * Math.PI / 180));
double jmenovatel2 = Math.log(Math.tan(U1 * Math.PI / 180 / 2 +
Math.PI / 4)) -
Math.log(Math.tan(U2 * Math.PI / 180 / 2 +
Math.PI / 4));
double zlomek1 = citatel1 / jmenovatel1;
double zlomek2 = citatel2 / jmenovatel2;
setroepsnro0mpmrP(
Math.cos(U1 * Math.PI / 180) / Math.cos(U2 * Math.PI / 180) *
Math.pow(zlomek1, zlomek2), // mocnina zlomek1 na zlomek2
zlomek2 * V,
zlomek2,
0,
zlomek2 * Math.cos(U1 * Math.PI / 180) / Math.cos(U2 * Math.PI / 180)
*
Math.pow(zlomek1, zlomek2) / R * Math.cos(U * Math.PI / 180),
zlomek2 * Math.cos(U1 * Math.PI / 180) / Math.cos(U2 * Math.PI / 180)
*
Math.pow(zlomek1, zlomek2) / R * Math.cos(U * Math.PI / 180),
zlomek2 * Math.cos(U1 * Math.PI / 180) / Math.cos(U2 * Math.PI / 180)
*
Math.pow(zlomek1, zlomek2) / R * Math.cos(U * Math.PI / 180) *
zlomek2 * Math.cos(U1 * Math.PI / 180) / Math.cos(U2 * Math.PI / 180) *
Math.pow(zlomek1, zlomek2) / R * Math.cos(U * Math.PI / 180)
);
} else if (jRadioButton11.isSelected()) { // pol bod
setroepsnro0mpmrP(
0,
V,
0,
0,
0,
0,
0
);
}
} else if (jRadioButton5.isSelected()) { // ekvivalentni
if (jRadioButton9.isSelected()) { // 1 nezkr. rovnob.
setroepsnro0mpmrP(

```

```

Math.sqrt(R * R / (Math.tan(U0 * Math.PI /180) * Math.tan(U0 * Math.PI
/180)) +
    2 * R * R *
    (Math.sin(U0 * Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180) /
    Math.sin(U0 * Math.PI /180))),
Math.sin(U0 * Math.PI /180) * V ,
Math.sin(U0 * Math.PI/180),
R / Math.tan(U0 * Math.PI/180),
Math.cos(U * Math.PI /180) / Math.sqrt(1 + Math.sin(U0 * Math.PI /180)
* Math.sin(U0 * Math.PI /180)
- 2 * Math.sin(U0 * Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180)),
Math.sqrt(1 + Math.sin(U0 * Math.PI /180) * Math.sin(U0 * Math.PI /180)
- 2 * Math.sin(U0 * Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180)) /
Math.cos(U * Math.PI /180),
1
);
} else if (jRadioButton10.isSelected()) { // 2 nezkr. rovnob.
setroepsnro0mpmrP(
    2 * R / (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180)) *
    Math.sqrt(Math.cos(U1 * Math.PI /180) * Math.cos(U1 * Math.PI /180)
    +
    (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180)) *
    (Math.sin(U1 * Math.PI /180) - Math.sin(U * Math.PI /180))),
    (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180)) / 2 * V ,
    (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180)) / 2,
    4 * R * R * (((Math.cos(U1 * Math.PI /180) * (Math.cos(U1 * Math.PI
/180))
- ((Math.sin(U1 * Math.PI /180) + ( Math.sin(U2 * Math.PI /180)) *
(Math.sin(U0 * Math.PI/180) - Math.sin(U1 * Math.PI /180))))
/ (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180))
/ (Math.sin(U1 * Math.PI /180) + Math.sin(U2 * Math.PI /180) )))),
    Math.cos(U * Math.PI /180) / Math.sqrt(1 + Math.sin(U1 * Math.PI /180) *
Math.sin(U2 * Math.PI /180)
- Math.sin(U1 * Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180) - Math.sin(U2 *
Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180)),
    Math.sqrt(1 + Math.sin(U1 * Math.PI /180) * Math.sin(U2 * Math.PI /180)
- Math.sin(U1 * Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180) - Math.sin(U2 *
Math.PI /180) * Math.sin(U * Math.PI /180)) / Math.cos(U * Math.PI /180),
1
);
} else if (jRadioButton11.isSelected()) { // pol bod
setroepsnro0mpmrP(
    2 * R *
    Math.sqrt((1 - Math.sin(U * Math.PI /180)) / (1 + Math.sin(U0 * Math.PI
/180))),
    (1 + Math.sin(U0 * Math.PI /180)) / 2 * V ,
    (1 + Math.sin(U0 * Math.PI /180)) / 2,
    R * Math.sqrt((1 - Math.sin(U * Math.PI /180)) / (1 + Math.sin(U0 *
Math.PI /180))),

```

```

        Math.cos(U * Math.PI / 180) / Math.sqrt((1+Math.cos(U0 * Math.PI
/180))*(1-Math.sin(U * Math.PI / 180))),
        Math.sqrt((1+Math.cos(U0 * Math.PI / 180))*(1-Math.sin(U * Math.PI
/180))) / Math.cos(U * Math.PI / 180),
        1
    );
}
} else if (jRadioButton6.isSelected()) { // ekvidistantni
    if (jRadioButton9.isSelected()) { // 1 nezkr. rovnob.
        setroepsnro0mpmrP(
            R / Math.tan(U0 * Math.PI / 180) + R * (U0 * Math.PI / 180 - U * Math.PI
/180),
            Math.sin(U0 * Math.PI / 180) * V ,
            Math.sin(U0 * Math.PI / 180),
            R / Math.tan(U0 * Math.PI / 180),
            1,
            (Math.cos(U0 * Math.PI / 180) + Math.sin(U0 * Math.PI / 180) * (U0 *
Math.PI / 180 - U * Math.PI / 180)) / Math.cos(U * Math.PI / 180),
            (Math.cos(U0 * Math.PI / 180) + Math.sin(U0 * Math.PI / 180) * (U0 *
Math.PI / 180 - U * Math.PI / 180)) / Math.cos(U * Math.PI / 180)
        );
    } else if (jRadioButton10.isSelected()) { // 2 nezkr. rovnob.
        setroepsnro0mpmrP(
            (R * (U2 * Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180) * Math.cos(U1 * Math.PI
/180)) /
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) - Math.cos(U2 * Math.PI / 180)) - R * (U +
U1) * Math.PI / 180,
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) - Math.cos(U2 * Math.PI / 180)) / (U2 *
Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180) * V ,
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) - Math.cos(U2 * Math.PI / 180)) / (U2 *
Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180),
            (R * (U2 * Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180) * Math.cos(U1 * Math.PI
/180)) /
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) - Math.cos(U2 * Math.PI / 180)) - R * (U0
+ U1) * Math.PI / 180,
            1,
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) * (U2 * Math.PI / 180 - U * Math.PI / 180) +
Math.cos(U2 * Math.PI / 180) * (U * Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180)) / Math.cos(U *
Math.PI / 180),
            (Math.cos(U1 * Math.PI / 180) * (U2 * Math.PI / 180 - U * Math.PI / 180) +
Math.cos(U2 * Math.PI / 180) * (U * Math.PI / 180 - U1 * Math.PI / 180)) / Math.cos(U *
Math.PI / 180)
        );
    } else if (jRadioButton11.isSelected()) { // pol bod
        setroepsnro0mpmrP(
            R * (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180),
            Math.cos(U0 * Math.PI / 180) / (Math.PI / 2 - U0 * Math.PI / 180) * V ,
            Math.cos(U0 * Math.PI / 180) / (Math.PI / 2 - U0 * Math.PI / 180),
            0,
            1,
        );
    }
}
}

```



```

        Math.cos(U0 * Math.PI / 180) * (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) /
Math.cos(U * Math.PI / 180) / (Math.PI / 2 - U0 * Math.PI / 180),
        Math.cos(U0 * Math.PI / 180) * (Math.PI / 2 - U * Math.PI / 180) /
Math.cos(U * Math.PI / 180) / (Math.PI / 2 - U0 * Math.PI / 180)
    );
    }
}
} catch (Exception e) {
    System.out.println("Calculation error: " + e.toString());
    jTextField0.setText("");
    jTextFieldeps.setText("");
    jTextFieldX.setText("");
    jTextFieldY.setText("");
    jTextFieldn.setText("");
    jTextField00.setText("");
    jTextFieldk.setText("");
    jTextFieldmp.setText("");
    jTextFieldmr.setText("");
    jTextFieldP.setText("");
}
}

protected void processWindowEvent(WindowEvent e) {
    super.processWindowEvent(e);
    if (e.getID() == WindowEvent.WINDOW_CLOSING) {
        System.exit(0);
    }
}

public void jTextField_propertyChange(PropertyChangeEvent evt) {
    computer();
    //System.out.println("TEST1");
}

/*
public void jTextField_keyPressed(KeyEvent e) {
    computer();
}
*/

public void jTextField_keyReleased(KeyEvent e) {
    computer();
}
}

class Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter implements
    PropertyChangeListener {

```

```

private Frame1 adaptee;
Frame1_jTextField_propertyChangeAdapter(Frame1 adaptee) {
    this.adaptee = adaptee;
}

public void propertyChange(PropertyChangeEvent evt) {
    adaptee.jTextField_propertyChange(evt);
    //System.out.println("TEST2");
}
}

class Frame1_jTextField_keyAdapter extends KeyAdapter {
    private Frame1 adaptee;
    Frame1_jTextField_keyAdapter(Frame1 adaptee) {
        this.adaptee = adaptee;
    }

    /*
    public void keyPressed(KeyEvent e) {
        adaptee.jTextField_keyPressed(e);
    }
    */

    public void keyReleased(KeyEvent e) {
        adaptee.jTextField_keyReleased(e);
    }
}

class Frame1_jRadioButton_changeAdapter implements ChangeListener {
    private Frame1 adaptee;
    Frame1_jRadioButton_changeAdapter(Frame1 adaptee) {
        this.adaptee = adaptee;
    }

    public void stateChanged(ChangeEvent e) {
        adaptee.jRadioButton_stateChanged(e);
    }
}

class Frame1_jButton1_actionAdapter implements ActionListener {
    private Frame1 adaptee;
    Frame1_jButton1_actionAdapter(Frame1 adaptee) {
        this.adaptee = adaptee;
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        adaptee.jButton2_actionPerformed(e);
    }
}

```

}
}

B) Vzorce pro rovinné souřadnice

		konformni	ekvivalentni	ekvidistantni
kužel	1 nezkresl. rovn.	$r = R \cdot \cot g U_0 \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\sin U_0}$ $e = \sin U_0 \cdot V$	$r = \sqrt{R^2 \cdot \cot^2 g^2 U_0 + \frac{2 \cdot R^2 (\sin U_0 + \sin U)}{\sin U_0}}$ $e = \sin U_0 \cdot V$	$r = R \cdot \cot g U_0 + \frac{R p \cdot (U_0 - U)}{180^\circ}$ $e = \sin U_0 \cdot V$
	2 nezkresl. rovn.	$r = \frac{\cos U_1}{\cos U_2} \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\operatorname{Intg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \operatorname{Intg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)}}$ $e = \frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\operatorname{Intg} \left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ \right) - \operatorname{Intg} \left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ \right)} \cdot V$	$r = \frac{2R}{\sin U_1 + \sin U_2} \sqrt{\cos^2 U_1 + (\sin U_1 + \sin U_2)(\sin U_1 - \sin U_2)}$ $e = \frac{\sin U_1 + \sin U_2}{2} \cdot V$	$r = \frac{R(U_2 - U_1) \cdot \cos U_1 - R(U - U_1)}{\cos U_1 - \cos U_2}$ $e = \frac{\cos U_1 - \cos U_2}{U_2 - U_1} \cdot V$
	pól bod	<p>není zobrazení</p> $r = 0$ $e = 0$	$r = 2R \sqrt{\frac{1 - \sin U}{1 + \sin U}}$ $e = \frac{1 + \sin U_0}{2} \cdot V$	$r = R(90^\circ - U)$ $e = \frac{\cos U_0}{(90^\circ - U_0)} \cdot V$
azimut	$r = 2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \frac{90^\circ - U}{2}$ $e = V$	$r = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{90^\circ - U}{2}$ $e = V$	$r = R(90^\circ - U)$ $e = V$	
válec	tečné	$X = R \cdot \operatorname{Intg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)$ $Y = R \cdot V$	$X = R \cdot \sin U$ $Y = R \cdot V$	$X = R \cdot U$ $Y = R \cdot V$

	<p style="text-align: center;">sečné</p> $X = R \cdot \cos U_0 \operatorname{Intg} \left(\frac{U}{2} + 45^\circ \right)$ $Y = R \cdot \cos U_0 V$	$X = \frac{R}{\cos U_0} \sin U$ $Y = R \cdot \cos U_0 V$	$X = R \cdot U$ $Y = R \cdot \cos U_0 V$
--	--	--	--

C) Vzorce pro zkreslení

	konformni	ekvivalentni	ekvidistantni
kužel	$m_p = \frac{\cos U_0}{\cos U} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{\sin U_0}$ $m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{\sin U_0}$ $P = \frac{\cos^2 U_0}{\cos^2 U} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{2 \sin U_0}$	$m_p = \frac{\cos U}{\sqrt{1 + \sin^2 U_0 - 2 \sin U_0 \sin U}}$ $m_r = \frac{\sqrt{1 + \sin^2 U_0 - 2 \sin U_0 \sin U}}{\cos U}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{\cos U_0 + \sin U_0 (U_0 - U)}{\cos U}$ $P = \frac{\cos U_0 + \sin U_0 (U_0 - U)}{\cos U}$
	$m_p = \left(\frac{\cos U_1}{\cos U_2} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right) - \ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)}} \right)^R$ $m_r = \frac{\cos U_1 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right) - \ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)}}}{\cos U_2 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)} \right]^{\frac{\ln \cos U_2 - \ln \cos U_1}{\ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_1}{2} + 45^\circ\right) - \ln \operatorname{tg}\left(\frac{U_2}{2} + 45^\circ\right)}}}$ $R \cdot \cos U$ $P = m_p \cdot m_r$	$m_p = \frac{\cos U}{\sqrt{1 + \sin U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \sin U - \sin U_2 \sin U}}$ $m_r = \frac{\sqrt{1 + \sin U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \sin U - \sin U_2 \sin U}}{\cos U}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{(U_2 - U) \cos U_1 + (U - U_1) \cos U_2}{\cos U}$ $P = \frac{(U_2 - U) \cos U_1 + (U - U_1) \cos U_2}{\cos U}$

	<p>není zobrazení</p> $m_p = 0$ $m_r = 0$ $P = 0$	$m_p = \frac{\cos U}{\sqrt{(1 + \cos U_0)(1 - \sin U)}}$ $m_r = \frac{\sqrt{(1 + \cos U_0)(1 - \sin U)}}{\cos U}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U} \frac{90^\circ - U}{90^\circ - U_0}$ $P = \frac{\cos U_0}{\cos U} \frac{90^\circ - U}{90^\circ - U_0}$
azimut	$m_p = \frac{1}{\cos^2 \frac{90^\circ - U}{2}} = \frac{2}{1 + \sin U}$ $m_r = \frac{2}{1 + \sin U}$ $P = \frac{4}{(1 + \sin U)^2}$	$m_p = \frac{1}{\cos \frac{90^\circ - U}{2}}$ $m_r = \cos \frac{90^\circ - U}{2}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{90^\circ - U}{\cos U}$ $P = \frac{90^\circ - U}{\cos U}$
válec	$m_p = \frac{1}{\cos U}$ $m_r = \frac{1}{\cos U}$ $P = \frac{1}{\cos^2 U}$	$m_p = \cos U$ $m_r = \frac{1}{\cos U}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{1}{\cos U}$ $P = \frac{1}{\cos U}$
	$m_p = \frac{\cos U_0}{\cos U}$ $m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$ $P = \frac{\cos^2 U_0}{\cos^2 U}$	$m_p = \frac{\cos U}{\cos U_0}$ $m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$ $P = 1$	$m_p = 1$ $m_r = \frac{\cos U_0}{\cos U}$ $P = \frac{\cos U_0}{\cos U}$

