

Souřadnicové systémy

- Studijní materiál v PDF k MK2
- Standard OGC - OpenGIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services
- Manuál k Proj

Souřadnicové systémy

- Studijní materiál v PDF k MK2
- Standard OGC - OpenGIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services
- Manuál k Proj

Obsah

- 1 Definice SRS, základní pojmy
- 2 Formáty pro definování SRS a jejich transformací
- 3 Databáze parametrů

- SRS = Spatial reference system = Souřadnicový referenční systém
- Terminologie dle ČCSN/ISO-19111, OGC

Definice souřadnicového referenčního systému (SRS) a jeho parametrů je nutnou součástí prostorových dat. Informace o SRS definuje spojitost souřadnic se zemským povrchem. Z pohledu GIS, kdy často musíme kombinovat data vztažená k různým SRS, je také jednoznačná definice SRS důležitým krokem k úspěšné přenositelnosti dat mezi jednotlivými softwarovými produkty.

- SRS = Spatial reference system = Souřadnicový referenční systém
- Terminologie dle ČCSN/ISO-19111, OGC

Definice souřadnicového referenčního systému (SRS) a jeho parametrů je nutnou součástí prostorových dat. Informace o SRS definuje spojitost souřadnic se zemským povrchem. Z pohledu GIS, kdy často musíme kombinovat data vztažená k různým SRS, je také jednoznačná definice SRS důležitým krokem k úspěšné přenositelnosti dat mezi jednotlivými softwarovými produkty.

Základní pojmy:

- **Souřadnicový systém** (coordinate system) se rozumí množina matematických pravidel, podle nichž jsou souřadnice přiřazovány k bodům. Souřadnicový systém obsahuje definici souřadnicových os a jednotek.

Základní pojmy:

- **souřadnicový referenční systém (SRS)** souřadnicový referenční systém - souřadnicový systém spojený se Zemí pomocí **datumu**.

Základní pojmy:

- **Geodetické datum** - parametr nebo soubor parametrů, které definují počátek, měřítko a orientaci **souřadnicového referenčního systému** viz ISO19111. Dle (Vanicek) je geodetickým datumem např. elipsoid, nebo geoid.

Základní pojmy:

- **souřadnicový systém zobrazení (projected coordinate reference system)** - dvojrozměrný souřadnicový systém vzešlý z kartografického zobrazení (dle ISO19111).

Základní pojmy:

- **Konverze souřadnic (coordinate conversion)** – tímto pojmem rozumíme operaci, ve které nedochází ke změně datumu. Vztah mezi souřadnicovými systémy je jednoznačně definován. Příkladem konverze je kartografické zobrazení nebo přepočet ze zeměpisných souřadnic na geocentrické.
- **Transformace souřadnic (coordinate transformation)** – změna souřadnic z jednoho souřadnicového referenčního systému do jiného souřadnicového referenčního systému založeného na odlišném datumu, a to prostřednictvím vztahu jedna ku jedné. Transformace souřadnic používá parametry (transformační klíč), které jsou empiricky odvozeny z množiny bodů o souřadnicích známých v obou souřadnicových referenčních systémech.

Základní pojmy:

- **Konverze souřadnic (coordinate conversion)** – tímto pojmem rozumíme operaci, ve které nedochází ke změně datumu. Vztah mezi souřadnicovými systémy je jednoznačně definován. Příkladem konverze je kartografické zobrazení nebo přepočet ze zeměpisných souřadnic na geocentrické.
- **Transformace souřadnic (coordinate transformation)** – změna souřadnic z jednoho souřadnicového referenčního systému do jiného souřadnicového referenčního systému založeného na odlišném datumu, a to prostřednictvím vztahu jedna ku jedné. Transformace souřadnic používá parametry (transformační klíč), které jsou empiricky odvozeny z množiny bodů o souřadnicích známých v obou souřadnicových referenčních systémech.

- Pojmem **transformační klíč** rozumíme množinu hodnot transformačních parametrů dané metody.
- Pojmem **lineární transformace** rozumíme transformaci, v níž obrazem přímky je přímka, tzn. je zachována kolinearita.

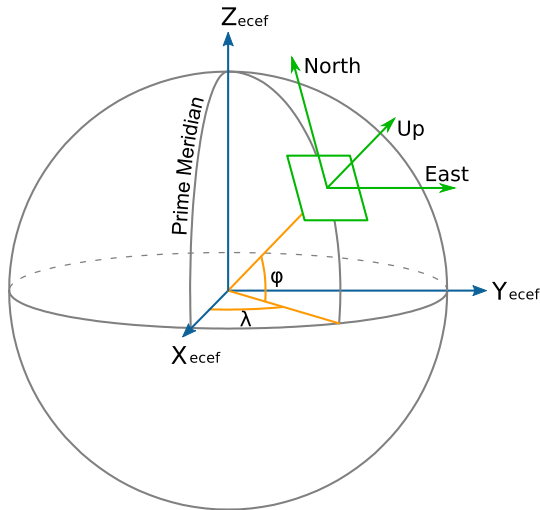


Figure : Vztah mezi jednotlivými souřadnicovými systémy (převzato z http://en.wikipedia.org/wiki/Geodetic_system)

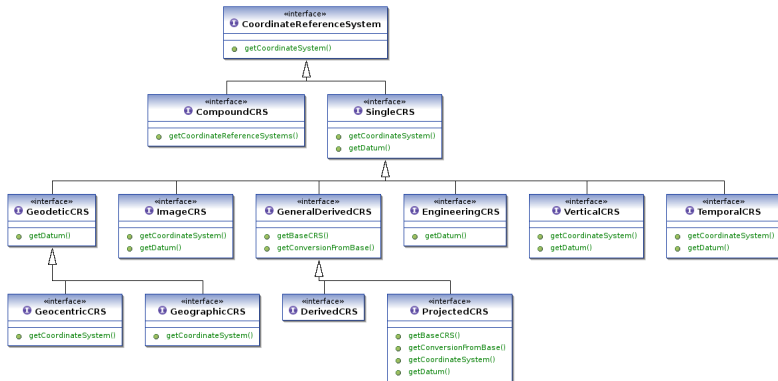


Figure : UML Rozdělení souřadnicových referenčních systémů

V rámci jednoho datumu (např. Besselova elipsoidu a rámce S-JTSK) lze na souřadnice nahlížet ve třech různých souřadnicových systémech:

- Rovinných x, y
- Geografických φ, λ
- Geocentrických X, Y, Z

- Převod souřadnic (φ, λ, H) na (X, Y, Z) V případě, že chceme převést souřadnice pomocí Helmertovy 3D transformace, musíme nejprve z φ, λ vypočítat geocentrické pravúhlé souřadnice X, Y, Z podle následujících vztahů:

$$\begin{aligned} X &= (N + H) \cos \varphi \cos \lambda \\ Y &= (N + H) \cos \varphi \sin \lambda \\ Z &= ([1 - e^2] + H) \sin \varphi . \end{aligned} \tag{1}$$

Elipsoidická výška H je rovna součtu jeho normální výšky H_n a výšky ζ kvazigeoidu (geoidu) Q nad elipsoidem E .

$$H = H_n + \zeta$$

- Transformace souřadnic (X, Y, Z) na (φ, λ, H)
Geodetickou délku λ vyjádříme z prvních dvou rovnic (1)

$$\tan \lambda = \frac{Y}{X}.$$

Pro geodetickou šířku φ je odvození složitější a je nutné použít iteraci – viz Vysgeod.

- Výsledné iterační vzorce:

První přibližnou hodnotu geodetické šířky vypočteme ze vztahu:

$$\tan \varphi' = \frac{Z (1 + e'^2)}{\sqrt{X^2 + Y^2}}. \quad (2)$$

K hodnotě φ' určíme odpovídající N' :

$$N' = \frac{a}{\sqrt{1 - e'^2 \sin^2 \varphi'}}. \quad (3)$$

A dosadíme do následujícího přesného vztahu, čímž určíme druhou přibližnou hodnotu φ'' :

$$\tan \varphi'' = \frac{Z + N' e'^2 \sin \varphi'}{\sqrt{X^2 + Y^2}}. \quad (4)$$

Pro třetí aproximaci bude platit:

$$\tan \varphi''' = \frac{Z + N'' e'^2 \sin \varphi''}{\sqrt{X^2 + Y^2}}. \quad (5)$$

Obsah

- 1 Definice SRS, základní pojmy
- 2 Formáty pro definování SRS a jejich transformací
- 3 Databáze parametrů

WKT - Well Known Text

- <http://www.spatialreference.org/>
- <http://test.sensors.lesprojekt.cz/webref/>

Geography Markup Language - GML viz
<http://www.spatialreference.org/>

Formát Proj4 viz <http://www.spatialreference.org/>

Obsah

- 1 Definice SRS, základní pojmy
- 2 Formáty pro definování SRS a jejich transformací
- 3 Databáze parametrů

Databáze EPSG

- EPSG - European Petroleum Survey Group (EPSG) vytvořila v roce 1985 databázi geodetických parametrů určenou pro definici referenčních souřadnicových systémů a jejich převodů. V roce 2005 se EPSG změnila na Surveying and Positioning Committee, spadající pod International Association of Oil and Gas Producers (OGP). Dnes se používá označení EPSG databáze.

EPSG je databáze parametrů určených především pro:

- Jednoznačné identifikování souřadnicového referenčního systému.
- Definování transformací a konverzí mezi jednotlivými souřadnicovými referenčními systémy.

Databáze EPSG je distribuovaná jako databáze ve formátu MS Access 97 nebo jako sada SQL příkazů pro RDBMS PostgreSQL, MySQL nebo Oracle.

EPSG je databáze parametrů určených především pro:

- Jednoznačné identifikování souřadnicového referenčního systému.
- Definování transformací a konverzí mezi jednotlivými souřadnicovými referenčními systémy.

Databáze EPSG je distribuovaná jako databáze ve formátu MS Access 97 nebo jako sada SQL příkazů pro RDBMS PostgreSQL, MySQL nebo Oracle.

Kromě samotné databáze poskytuje organizace i řadu metadat a dalších informací, včetně vzorců zobrazení a transformací. K dispozici jsou tyto dokumenty:

- 'Use of the EPSG Geodetic Parameter Dataset' - přehled o tom, co je EPSG databáze, kdy a jak vznikla, co obsahuje, jak jsou uspořádány informace, jak se s databází EPSG dá pracovat.
- 'Coordinate Conversions and Transformations including Formulas' - detailní popis operací na souřadnicích (coordinate operations) zahrnutých v EPSG (tato data jsou samozřejmě i v samotné databázi EPSG, zde jsou ale uvedena obecnější formou).

Samotná aktualizace databáze probíhá zpravidla jednou ročně.

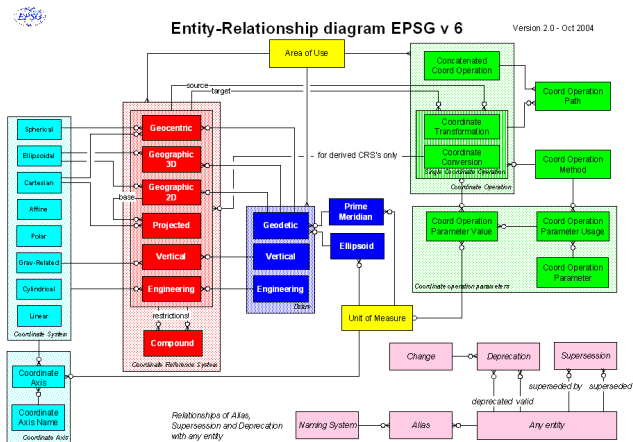


Figure : Databáze EPSG - převzato z epsg

Databáze ESRI ... viz ArcGIS

Užitečné odkazy:

- <http://spatialreference.org/>
- <http://epsg.io/>
- <http://www.epsg-registry.org/>
- <http://www.epsg.org/>

Cvičení

- Porovnejte dostupné souřadnicové referenční systémy se zobrazením v databázi EPSG a v programu QGIS a ArcMAP pro S-JTSK. Podporu jednotlivých systémů přehledně vypište do tabulky a vhodně je rozdělte podle vlastností. Do tabulky doplňte také podporované systémy mapových služeb ČUZK.