

Souřadnicové systémy a stanovení magnetického severu

Luděk Krtilčka, Jan Langr

Workshop Příprava mapových podkladů
Penzion Školka, Velké Karlovice 9.-11. 2. 2018

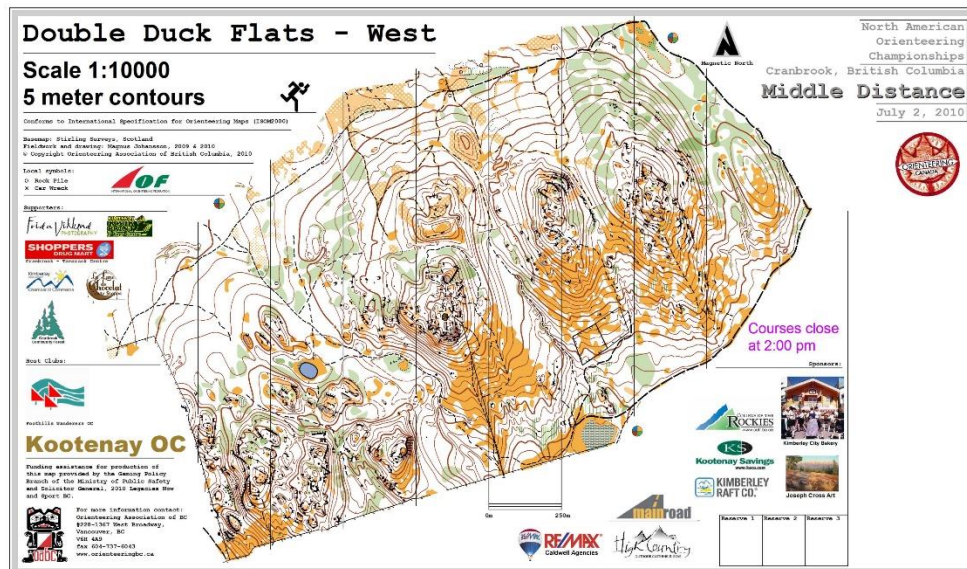
Upozornění

- Tato prezentace opomíjí některé důležité součásti související s geometrickou podstatou map – tvar země, matematické aproximace tvaru Země (referenční elipsoid/koule), typy zobrazovacích ploch, kartografická zobrazení, zkreslení atd.
- Na druhou stranu poskytuje minimální základ k pochopení principu souřadnicových systémů a jejich použití v kartografickém software (OCAD, OO Mapper)

Mapa

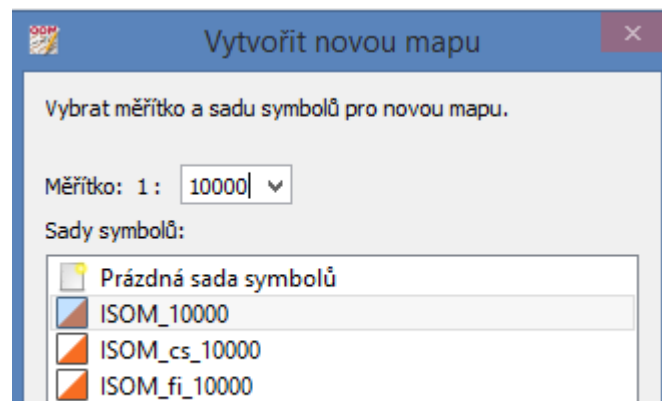
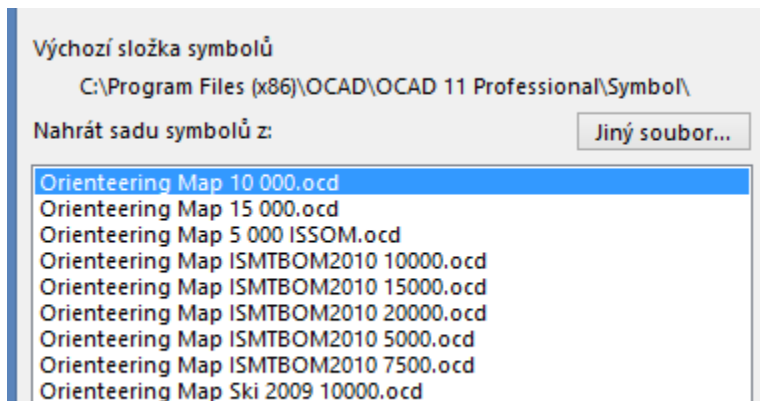
Vlastnosti mapy:

- Nese obraz skutečnosti
- Obraz je zmenšený (měřítko) a rovinný
- Mapa je zkonstruována na základě matematického vztahu
- Pro znázornění rozmístění objektů a jevů jsou použity mapové značky
- Mapa pro OB – speciální mapa středního nebo velkého měřítko určená pro orientaci a sport



Měřítko

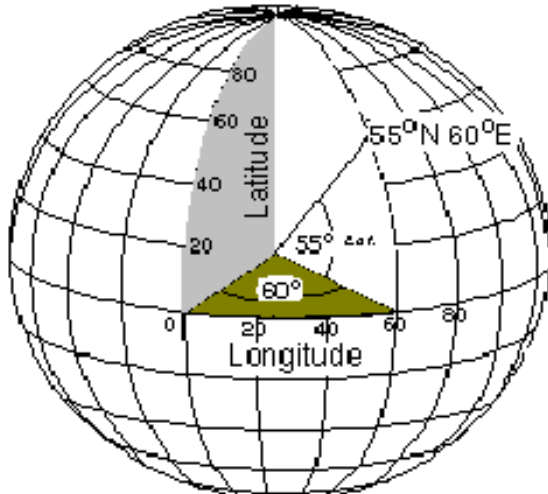
- Udává poměr nezakreslené délky na mapě ku délce ve skutečnosti
- např. 1:15 000 znamená, že
 - 1 metr na mapě = 15 000 metrů ve skutečnosti
 - nebo
 - 1 centimetr na mapě = 15 000 centimetrů ve skutečnosti (délkové jednotky jsou stejné na obou stranách)
 - nebo
 - 1 centimetr na mapě = 150 metrů ve skutečnosti



Souřadnice

- K vyjádření polohy se používají souřadnice

Na kulové ploše



Zeměpisné souřadnice

Příklad:

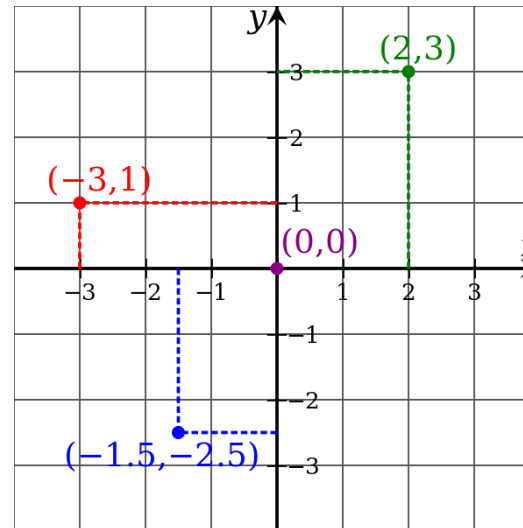
$49^{\circ}58'18.83''$ N

$16^{\circ}59'30.30''$ E

50.195657, 16.943283

-34.355459, 18.495584

V rovině



Pravoúhlé rovinné souřadnice

Příklad:

X=-43.04 mm

papírové souřadnice

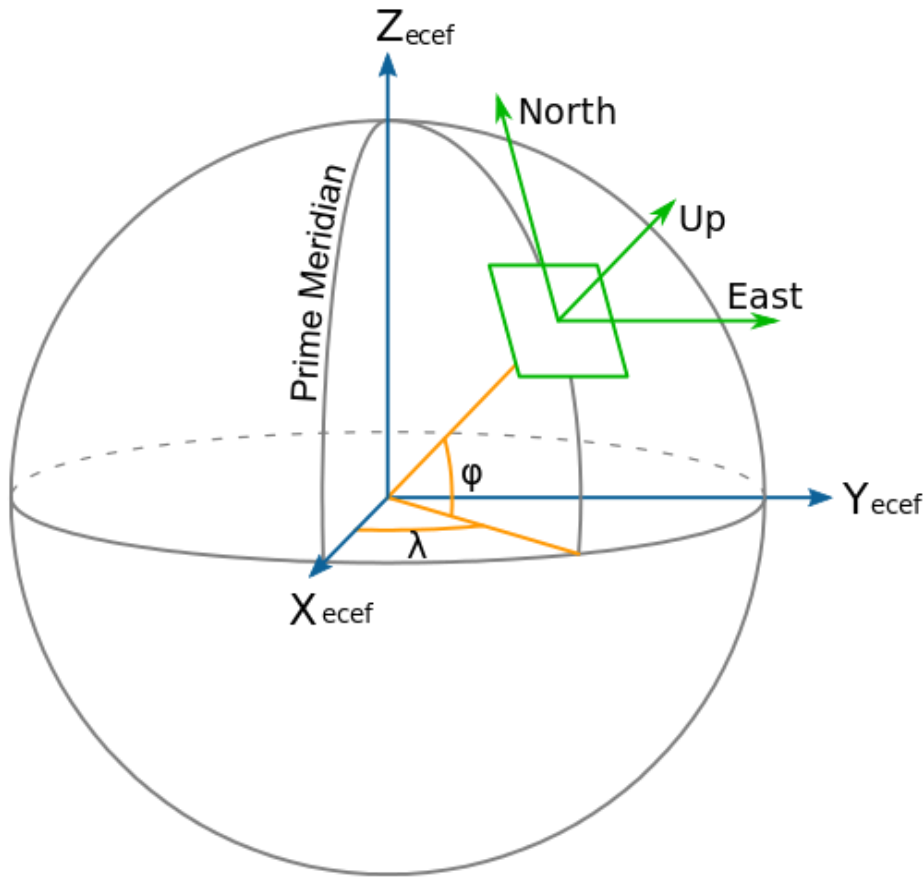
Y=173.16 mm

X=-562126.5 m

reálné souřadnice

Y=-1075220.2 m

Kulová plocha vs. rovina

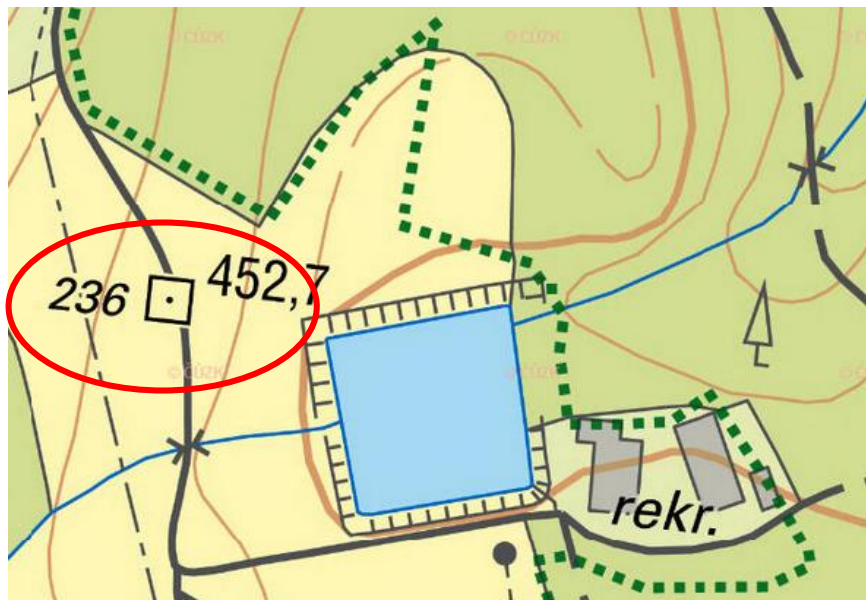


- Kulovou plochu nelze rozvinout do roviny bez zkreslení
- Pomocí různých ref. ploch a zobrazení se snažíme pro různá území odchylky minimalizovat

Souřadnicový systém

- Pozici objektů (jevů) určujeme pomocí souřadnic v rámci souřadnicového systému.
- Jednotlivé státy nebo skupiny států používají lokální souřadnicové systémy, které volbou referenční plochy (většinou elipsoid) a typu zobrazení nejlépe vyhovují danému území (odchyly/zkreslení apod. jsou minimalizovány).
- Souřadnicových systémů je celá řada, v současnosti se používají jak lokální (např. S-JTSK), tak i globální systémy (UTM, WGS-84)
- Každý systém má různě definovaný počátek souřadnic
- Každý systém se kromě názvu dá identifikovat i číselným kódem EPSG

Jeden bod a různé souřadnicové systémy



Výpis souřadnic bodu

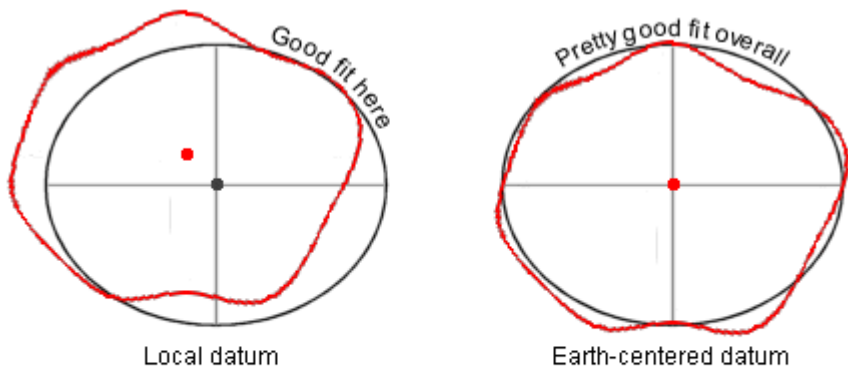
ETRS89 (geographic 2D): B=49°49'25" L=16°06'08"
S-JTSK / Krovak East North: X=-626798 Y=-1087224

Výpis souřadnic bodu

ETRS89 (geographic 2D): B=49°49'25" L=16°06'08"
WGS 84 / UTM zone 33N: E=579299.22 N=5519609.18

Výpis souřadnic bodu

ETRS89 (geographic 2D): B=49°49'25" L=16°06'08"
ETRS89 / LAEA Europe: Y=2986138.88 X=4759598.76



Local datum

Earth-centered datum

- center of mass of geoid
- center of ellipsoid

- tentýž bod bude mít rozdílné zeměpisné souřadnice na různých referenčních plochách (např. elipsoid WGS84 vs. Besselův použitý pro S-JTSK)

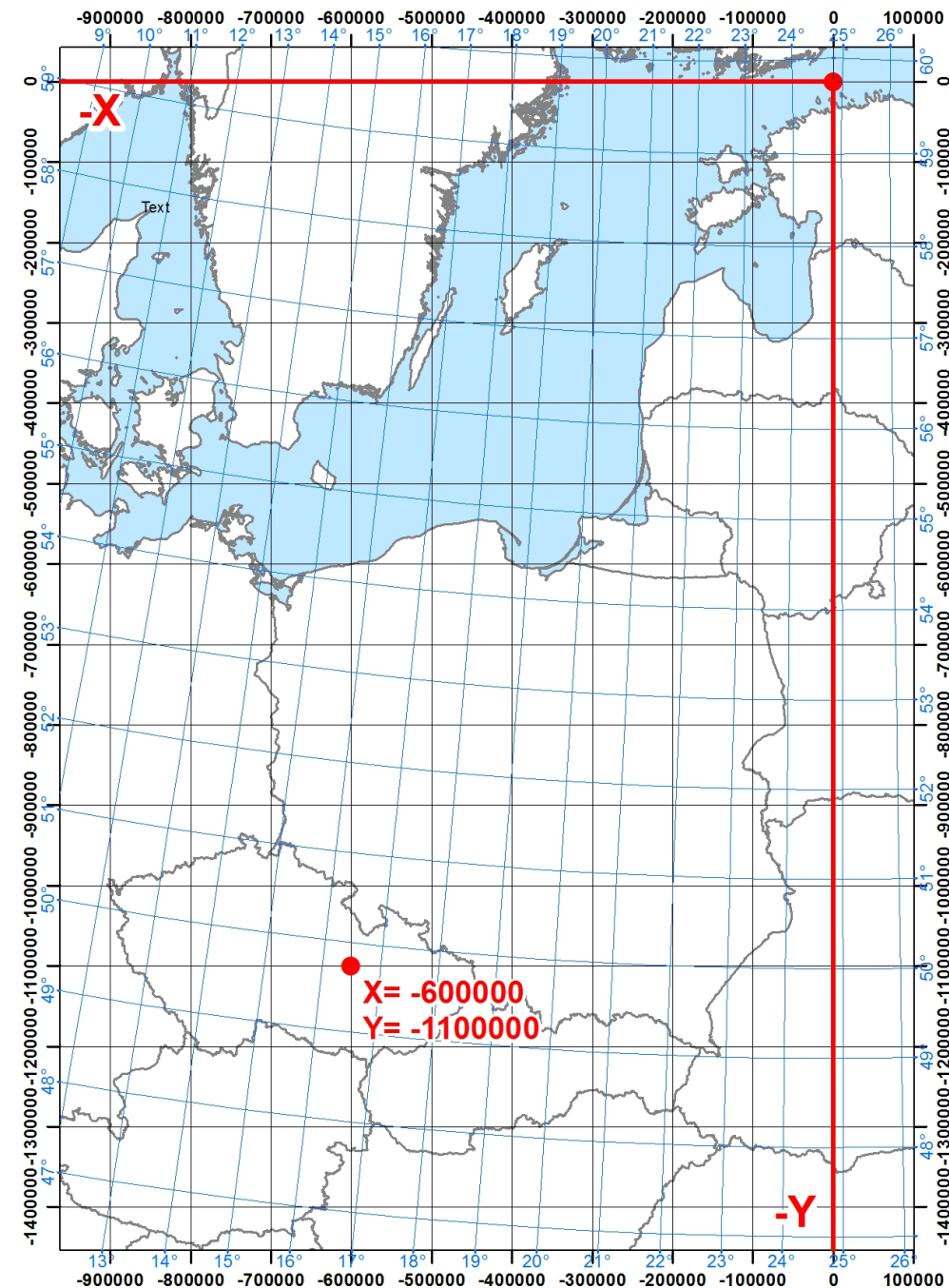
Nejčastěji používané souřadnicové systémy v ČR

- S-JTSK (S-JTSK / Krovak East North)
- WGS 84 / UTM zone 33N

V těchto systémech jsou také nejčastěji k dispozici podkladová data:

- **DMR 4G, 5G** – pouze S-JTSK Krovak EN
- **Ortofoto** - S-JTSK Krovak EN, WGS 84/UTM zone 33N

S-JTSK/Krovak East North EPSG:5514 (ESRI:102067)



- modrá síť – zeměpisné souřadnice v Křovákově zobrazení
- černá síť – rovinné souřadnice S-JTSK
- existuje více variant souřadnicového systému S-JTSK, v kartografických a GIS aplikacích je však S-JTSK/Krovak East North (EPSG: 5514) nejpoužívanější

Souřadnice a kartografický software

Z hlediska nastavení souřadnic lze v kartografickém software (OCAD, OO Mapper) pracovat ve 4 režimech:

1. Papírové (grafické) souřadnice v mm
2. Reálné (místní, lokální) souřadnice v m bez nastavení posunu vůči rovinným souřadnicím
3. Reálné (světové) souřadnice v m bez nastavení souřadnicového systému
4. Reálné (světové) souřadnice v m s nastavením souřadnicového systému

Kvalita práce, přesnost a možnosti:

1, 2 – nejnižší, 3 – standardní, 4 - nejvyšší

Papírové (grafické) souřadnice

- Není nutné vždy pro vytvoření mapy pracovat v určitém definovaném souřadnicovém systému (i když tak ztrácíme řadu výhod)
- Lze pracovat pouze v tzv. Papírových souřadnicích (mm), jedná se o interní systém pravoúhlých souřadnic daného software
- Rozlišení (max. přesnost souřadnic) je 0.01 mm (OCAD)
- Souřadnice 0,0 je většinou v blízkosti středu mapy
- Nastavení: OCAD (Papírové souřadnice), Mapper (Souřadnice mapy = žádné nastavení souř. systému)
- Mapový podklad je nutné ručně adjustovat na čtvercovou síť (mřížku) – pracné, problematické z hlediska přesnosti
- 3 základní účely použití papírových souřadnic:
 - příprava grafického layoutu mapy
 - export a tisk
 - adjustace skenu na čtvercovou mřížku

Měřitko a souřadnicový systém

Měřitko mapy: 1 : 10000

Souřadnice

Papírové souřadnice
Vzdálenost mřížky: 10.0000 mm

Reálné souřadnice
Východně-měřená vzdálen: 0 m
Severně-měřená vzdálenos: 0 m
Úhel: 0.00 stupňů
Vzdálenost mřížky: 1000 m

Souřadnicový systém
Souřadnicový systém není definován
Vybrat...

Přídavné lokální posunutí
Horizontální: 0.00 m
Vertikální: 0.00 m

OK

OCAD

Nastavení souřadnicového systému

Souřadnicový systém

Soustava souřadnic: - žádná -

Referenční bod

Souřadnice mapy: 0,00 mm X 0,00 mm Y Vybrat na mapě
Reálné souřadnice: 0,00 m V 0,00 m S
Zeměpisné souřadnice: 0,00000000 ° S 0,00000000 ° V (Datum: WGS84)

Ukázat referenční bod v:
Při změně souřadnicového systému zachovat: Reálné souřadnice (m) Zeměpisné souřadnice

Sever na mapě
Úhel místního zeměpisného a magnetického poledníku (deklinace): 0,00 ° Vyhledat...
Úhel svíraný svislicemi pravouhého souřadnicového systému a místním zeměpisným poledníkem + deklinace (grivace): 0,00 ° (locked)

Vrátit OK Zrušit Nápověda

OO Mapper

Papírové souřadnice - sken mapového podkladu (fotogrammetrie) před adjustací na síť

OCAD Verze 11.5.8 Professional - University of Ostrava (5267) - [Bez názvu]

Soubor Zobrazit Vybrat Úpravy Symbol Mapa Rozvržení Databáze Podklad DEM GPS Možnosti Okno Nápověda

-1125 -750 -375 0

1500

1125

750

Photogrammetric base map of:
Mount Nemo

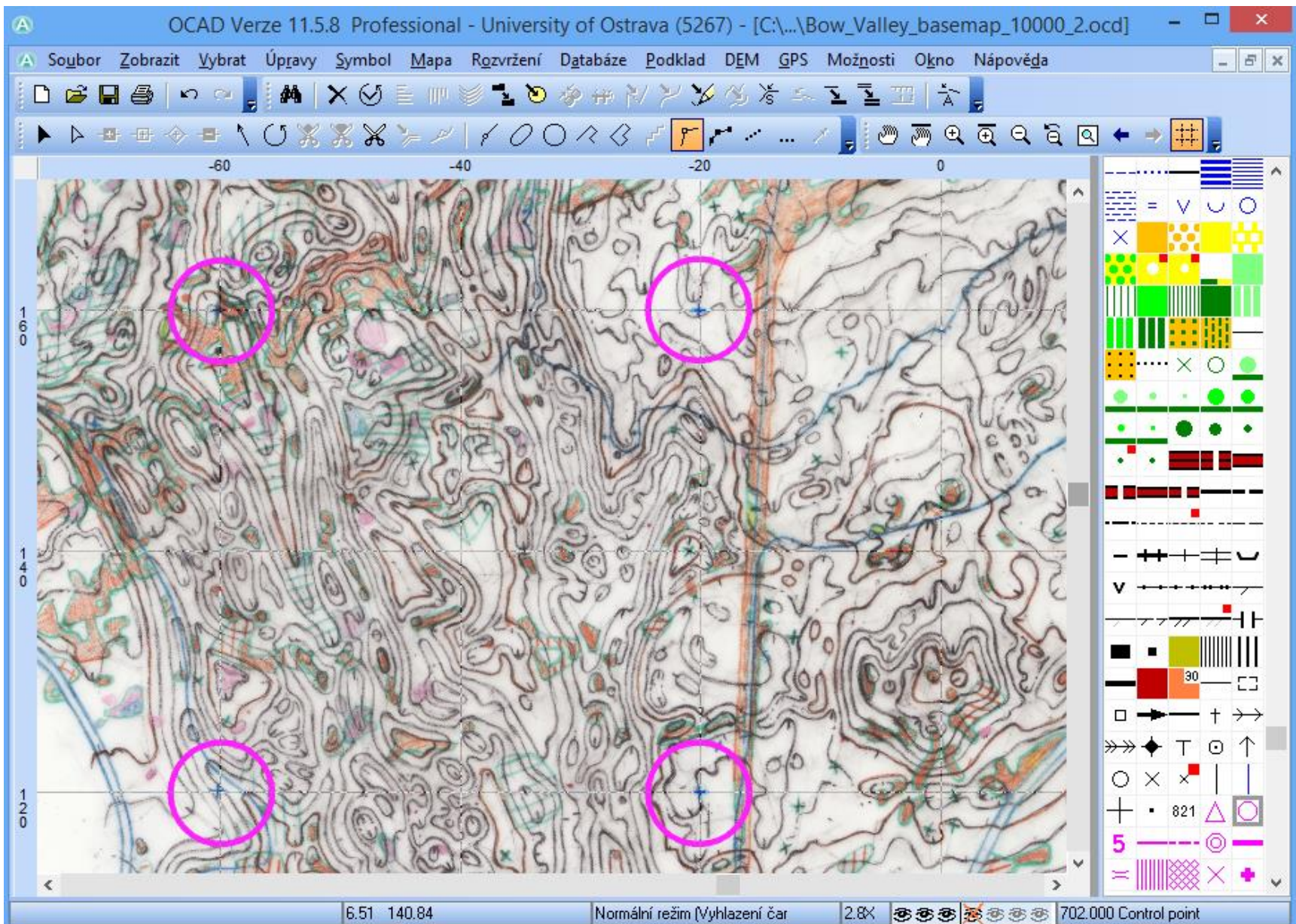
Scale: 1:7500
Contour interval: 5m
Photographs: 04/18/97
North: magnetic
Date: Sept 2005

STIRLING SURVEYS
specialist mapmakers
publishers of footprint maps

Unit 87, Stirling Enterprise Park, Stirling FK7 7RP Scotland
Tel: (+44) 01786 479866 Fax: (+44) 01786 472914
e-mail: pat@stirlingsurveys.co.uk

139 1 387 Normální režim (Vyhazení čar) 1.7X

Papírové souřadnice - sken lesního originálu adjustovaný na síť



Reálné (místní, lokální) souřadnice v m bez nastavení posunu vůči rovinným souřadnicím

- Není definován referenční bod resp. je ponechán jako referenční bod o grafických souřadnicích (0,0), jsou použity reálné jednotky – zpravidla metry (přepočítané z papírových souřadnic grafickým měřítkem mapy)
- Běžný způsob vytváření OB map v OCADu od počátků dodnes, tj. sken topografického originálu se umístí kamkoli na pracovní plochu (zpravidla se středem mapy v blízkosti bodu o souřadnicích (0,0)) a se zachováním měřítka
- Mapové podklady je nutné adjustovat ručně na mřížku
- Je možné nastavit rotaci souřadnicové sítě a vzdálenost mřížky
- Nelze jednoduše prostorově napojit na sousední mapy
- Nelze exportovat prostorově umístěné výstupy

Reálné (místní, lokální) souřadnice v m bez nastavení posunu vůči rovinným souřadnicím

Měřitko a souřadnicový systém

Měřitko mapy: 1 : 10000

Souřadnice

Papírové souřadnice

Vzdálenost mřížky: 100.0000 mm

Reálné souřadnice

Východně-měřená vzdálen 0 m

Severně-měřená vzdálenos 0 m

Úhel: 0.00 stupňů

Vzdálenost mřížky: 1000 m

Souřadnicový systém

Souřadnicový systém není definován

Přídavné lokální posunutí

Horizontální: 0.00 m

Vertikální: 0.00 m

OK

Nastavení souřadnicového systému - OpenOrienteering Mapper unstable 0...

Souřadnicový systém mapy

Souřadnicový systém: - místní -

Měřitkový koeficient: 1,000000

Referenční bod

Papírové souřadnice: 0,00 mm X 0,00 mm Y Vybrat na mapě

Místní souřadnice: 0,00 m E 0,00 m N

Geografické souřadnice: 0,00000000 ° N 0,00000000 ° E (Datum: WGS84)

Ukázat referenční bod v:

Při změně souřadnicového systému zachovat: Rovinné souřadnice (m)
 Geografické souřadnice

Mapový sever

Deklinace: 0,00 ° Vyhledat...

Grivace: 0,00 ° (zamknuto)

Reset OK Cancel Help

Reálné (světové) souřadnice v m bez nastavení souřadnicového systému

- Není zde přímo definován určitý souřadnicový systém, ale jsou použity reálné jednotky souřadnicového systému (zpravidla metry), je shodné prostorové umístění
- Umožňuje již pracovat s georeferencovanými mapovými podklady v rámci jednoho souřadnicového systému (mapové podklady se otevírají ve správné pozici a velikosti, není nutné je adjustovat ručně na mřížku)
- Je nutné definovat souřadnice **referenčního bodu**
- Je možné nastavit rotaci souřadnicové sítě a vzdálenost mřížky v metrech

Měřitko a souřadnicový systém

Měřitko mapy: 1 :

Souřadnice

Papírové souřadnice

Vzdálenost mřížky: mm

Reálné souřadnice

Východně-měřená vzdálenost: m

Severně-měřená vzdálenost: m

Úhel: stupňů

Vzdálenost mřížky: m

Souřadnicový systém

Souřadnicový systém není definován

Přídavné lokální posunutí

Horizontální: m

Vertikální: m

OCAD

Nastavení souřadnicového systému - OpenOrienteering Mapper unstable 0...

Souřadnicový systém mapy

Souřadnicový systém:

Měřitkový koeficient:

Referenční bod

Papírové souřadnice: X Y

Místní souřadnice: E N

Geografické souřadnice: ° N ° E (Datum: WGS84)

Ukázat referenční bod v:

Při změně souřadnicového systému zachovat: **Rovinné souřadnice (m)**

Geografické souřadnice

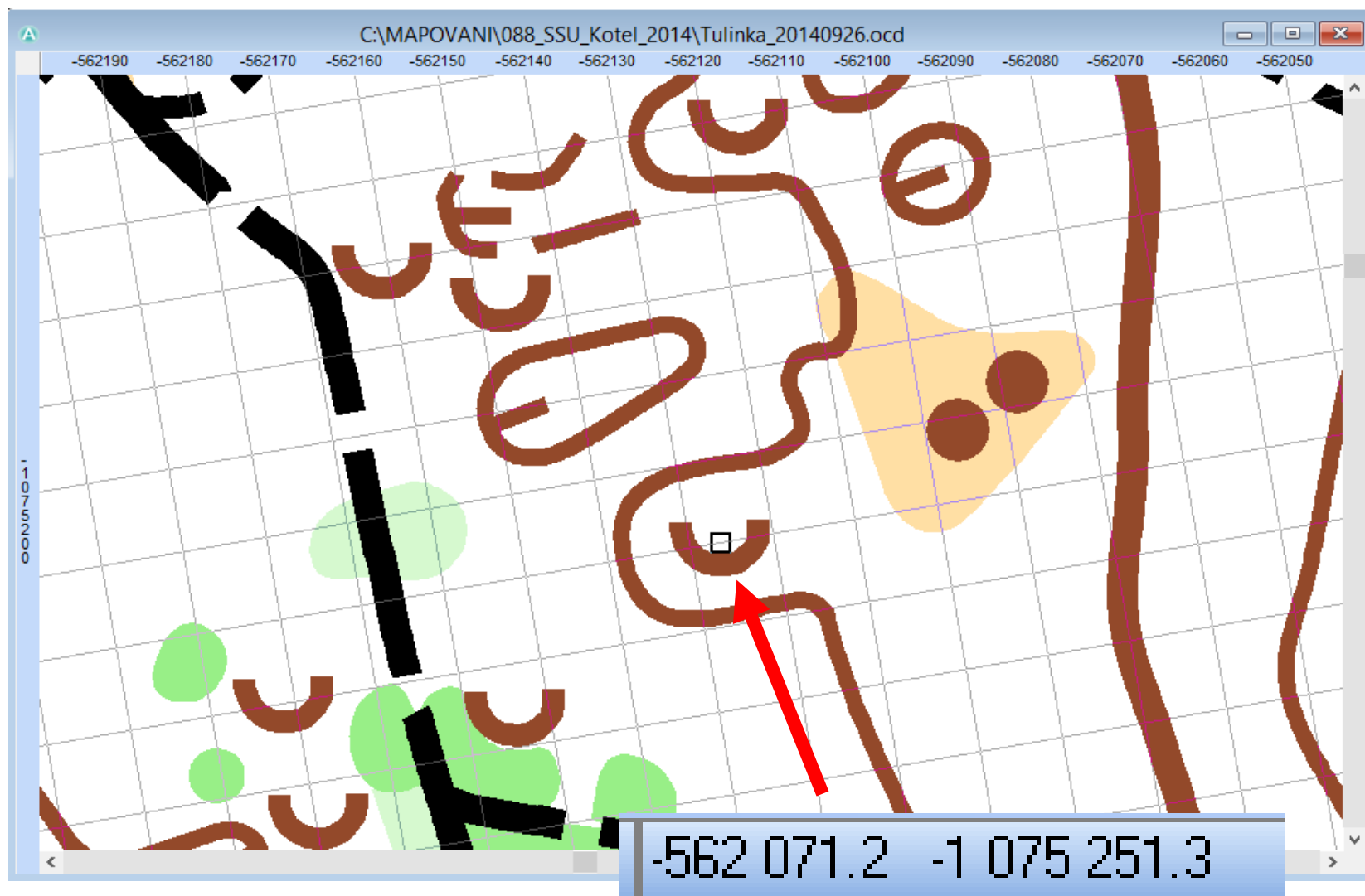
Mapový sever

Deklinace:

Grivace:

OO Mapper
označeno jako
Místní souřadnice!

Reálné souřadnice



Referenční bod (offset, posun)

- OCAD a OO Mapper interně pracují v papírových (grafických) souřadnicích
- Aby bylo možné pracovat s georeferencovanými podklady, je potřeba přiřadit počátku papírových souřadnic 0,0 místní hodnotu použitého souřadnicového systému
- Většinou se jedná o zaokrouhlenou hodnotu km sítě v blízkosti středu mapy
- Hodnotu lze vyplnit ručně nebo lze odsouhlasit navržené hodnoty (navrženy jsou hodnoty posunu pro první otevřený georeferencovaný podklad)

Referenční bod (offset, posun)

Měřítka a souřadnicový systém

Měřítka mapy: 1 : 10000

Souřadnice

Papírové souřadnice

Vzdálenost mřížky: 25.0000 mm

Reálné souřadnice

Východně-měřená vzdálenost: -562000 m

Severně-měřená vzdálenost: -1077000 m

Úhel: 9.90 stupňů

Vzdálenost mřížky: 10 m

Souřadnicový systém

Czech Republic S-JTSK / KROVAK

Přidavné lokální posunutí

Horizontální: 0.00 m

Vertikální: 0.00 m

OK St...

Nastavení souřadnicového systému - OpenOrienteering Mapper unstable 0...

Souřadnicový systém mapy

Souřadnicový systém: - místní -

Měřitkový koeficient: 1,000000

Referenční bod

Papírové souřadnice: 0,00 mm X 0,00 mm Y Vybrat na mapě

Místní souřadnice: -458000,00 m E -1072000,00 m N

Geografické souřadnice: 0,00000000 ° N 0,00000000 ° E (Datum: WGS84)

Ukázat referenční bod v:

Při změně souřadnicového systému zachovat: Rovinné souřadnice (m)

Geografické souřadnice

Mapový sever

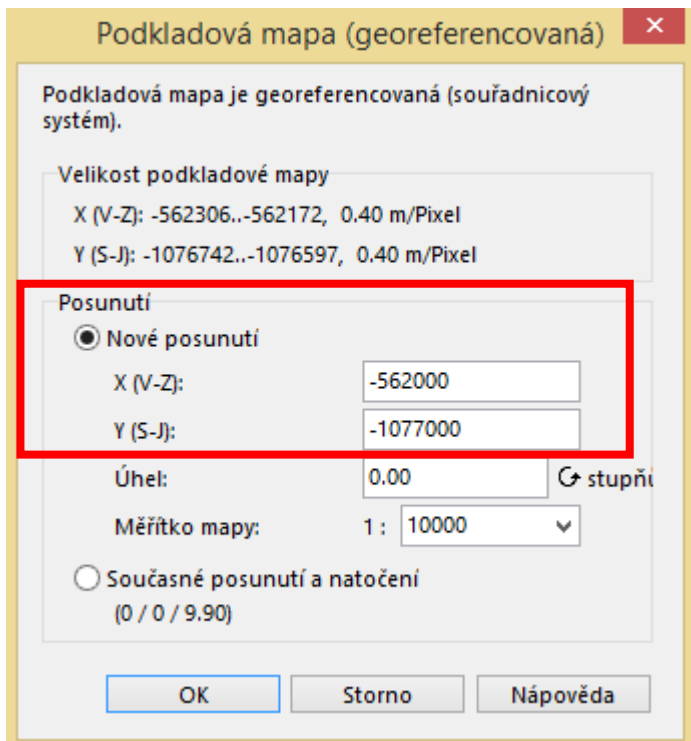
Deklinace: 0,00 ° Vyhledat...

Grivace: 0,00 ° (zamknuto)

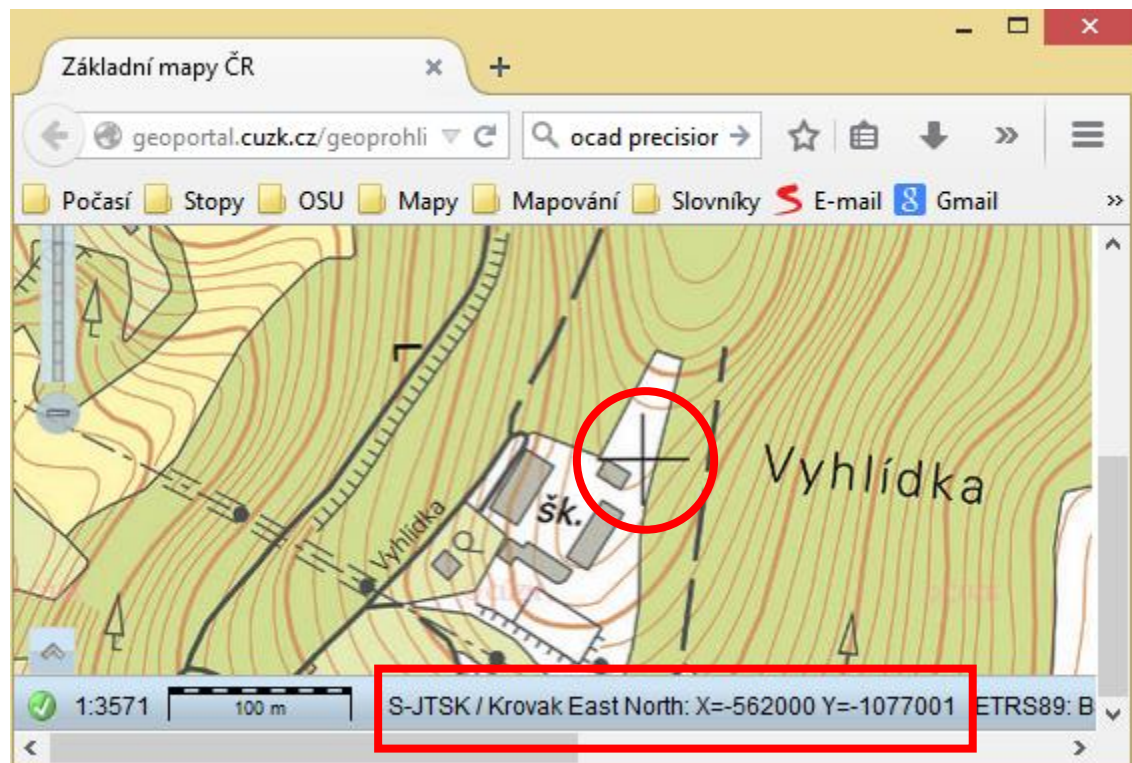
Reset OK Cancel Help

Zjištění hodnoty ref. bodu

- Vyhledání souřadnic přibližného středu mapy nad ZM10 v Geoprohlížeči ČÚZK

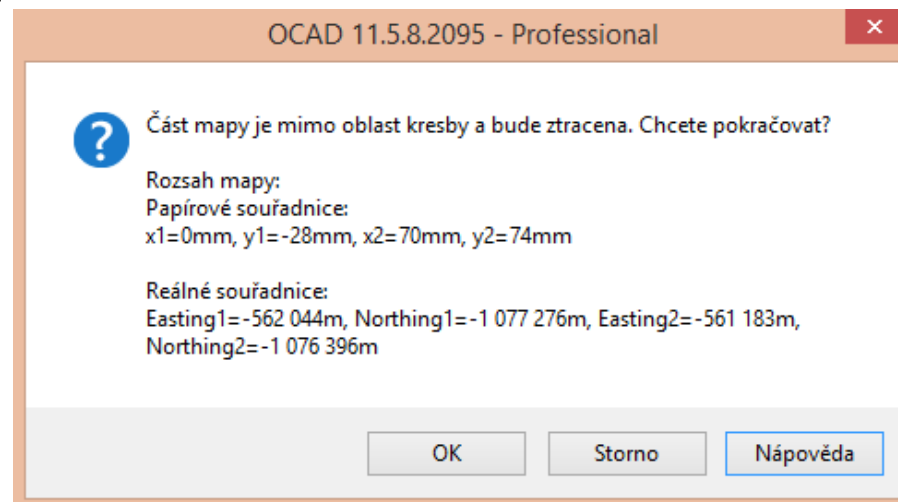


- Návrh na použití souřadnic získaných při otevření georef. podkladu (OCAD)



Referenční bod (offset, posun)

- Rotace mapy probíhá se středem v papírových souřadnicích 0,0, respektive se středem v ref. bodu
- Hodnota referenčního bodu by měla být blízka středu mapy – toto je důležité především v OCADu Standard edition, kde max. velikost mapy je 4×4 m (v měřítku 1:10 000 se jedná o plochu 40×40 km) → není vhodné nechávat hodnoty ref. bodu nulové, problémy při importu dat



Reálné (světové) souřadnice v m s nastavením souřadnicového systému

Použití určitého souřadnicového systému navíc umožňuje:

- Kombinovat mapové podklady z různých systémů (OO Mapper)
- Transformovat do jiného souřadnicového systému (OCAD)
- Používat webové mapové služby (WMS) (OCAD)
- Mapovat pomocí GPS
- Exportovat mapu nebo výběr prvků ve formě georeferencovaných rastrových či vektorových formátů (geoTIFF, Esri shapefile) (OCAD)

Nastavení souř. systému v OCADu

Měřítko a souřadnicový systém

Měřítko mapy: 1 : 10000

Souřadnice

Papírové souřadnice
Vzdálenost mřížky: 25.0000 mm

Reálné souřadnice

Východně-měřená vzdálenost: -562000 m

Severně-měřená vzdálenost: -1077000 m

Úhel: 9.90 stupňů

Vzdálenost mřížky: 250 m

Souřadnicový systém

Czech Republic S-JTSK / KROVAK Vybrat...

Přídavné lokální posunutí

Horizontální: 0.00 m

Vertikální: 0.00 m

OK Storno Nápověda

Souřadnicový systém

Souřadnicový systém: Czech Republic

Zóna: S-JTSK / KROVAK

Mapové datum: S-JTSK

Elipsoid: Bessel_1841

Poloha: Czech Republic

EPSG: 102067 spatialreference.org

Odstranit OK Storno Nápověda

Nastavení souřadnicového systému v OO Mapperu

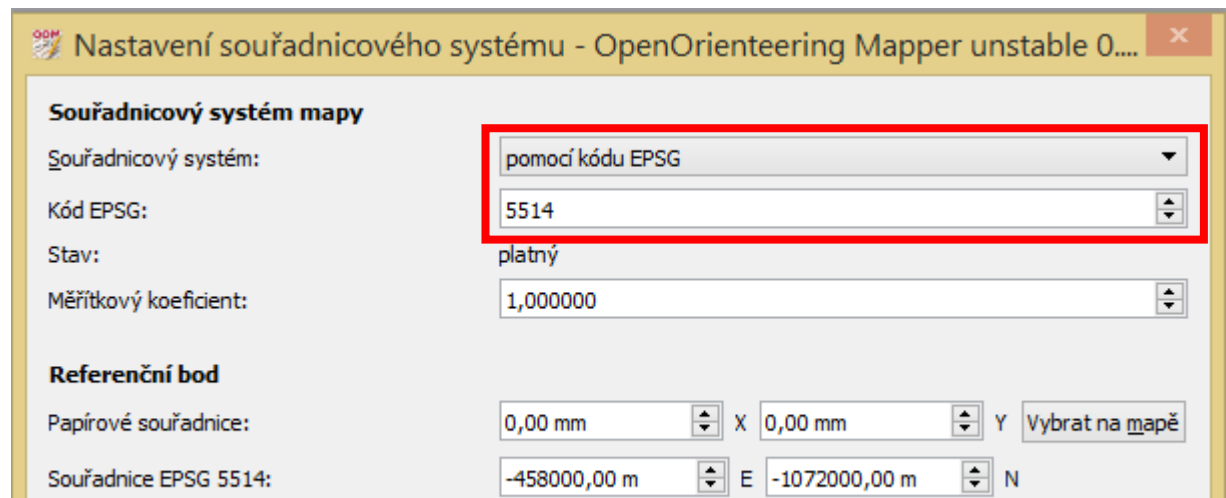
- V základu je zabudováno nastavení pro UTM
- S-JTSK (nebo jakýkoliv další souř. systém) je možné definovat pomocí knihovny PROJ4 a to buď
 - zadáním EPSG kódu
 - z popisu Proj. 4 - definice včetně transformačního klíče:

+proj=krovak +lat_0=49.5 +lon_0=24.833333333333333

+alpha=30.288139722222222 +k=0.9999 +x_0=0 +y_0=0 +ellps=bessel

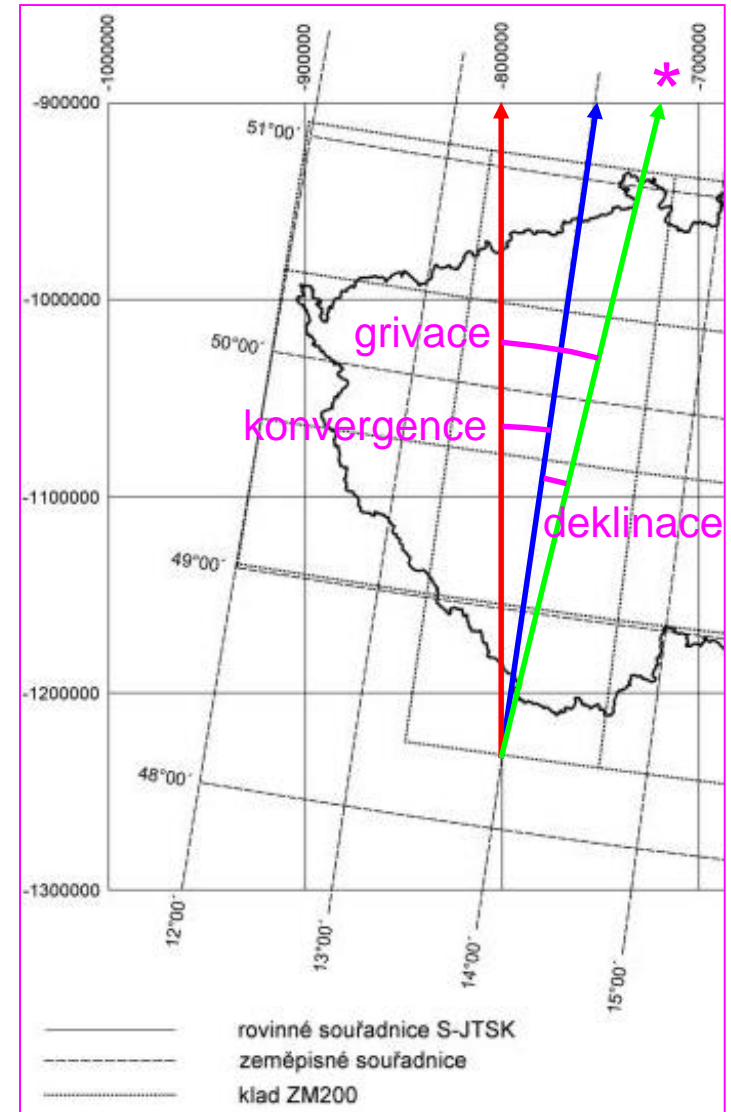
+pm=greenwich +units=m +no_defs

+towgs84=570.8,85.7,462.8,4.998,1.587,5.261,3.56



Určení magnetického severu

- stanovení směru magnetického severu
- *magnetická deklinace* – úhel **místního zeměpisného** a **magnetického poledníku**
- *poledníková konvergence sítě S-JTSK* – úhel, který svírají **svislice souřadnicového systému S-JTSK** a **místní zeměpisný poledník**
- *grivace* - úhel, který svírají svislice souřadnicového systému S-JTSK a místní magnetický poledník
- **grivace = konvergence + deklinace**



Určení magnetického severu

- Mapový portál ČSOS <http://mapy.orientacnisporty.cz/>
- kliknout na horní liště „Pro kartografy“ – načte se zjištění poledníkové konvergence a magnetické deklinace
- najít řešenou oblast a kliknout do mapy
- v levé části se načtou výsledky:
 - zeměpisné souřadnice WGS 84
 - rovinné souřadnice (S-JTSK, UTM 33N, UTM 34N)
 - poledníkové konvergence vůči S-JTSK, UTM 33N, UTM 34N
 - magnetická deklinace a její roční změna
 - grivace (konvergence + deklinace) pro S-JTSK, UTM 33N, UTM 34N

Zeměpisné souřadnice

WGS84: 📍

Lat: 49.96999 Long: 16.96941

Lat: 49°58'11" Long: 16°58'9"

Rovinné souřadnice

S-JSTK: 📍

X=-563115.43 m Y=-1077800.13 m

UTM 33N: 📍

E=641225.18 m N=5537153.26 m

UTM 34N: 📍

E=211000.99 m N=5543083.84 m

Poledníková konvergence

S-JSTK: 5.8951°

UTM33N: -1.5082°

UTM34N: 3.0884°

Kalkulátor magnetické deklinace
(IGRF-12 (2015) Model)

(vztaheno k dnešnímu datu)

Magnetická deklinace: 4° 35.28' | 4.5880°

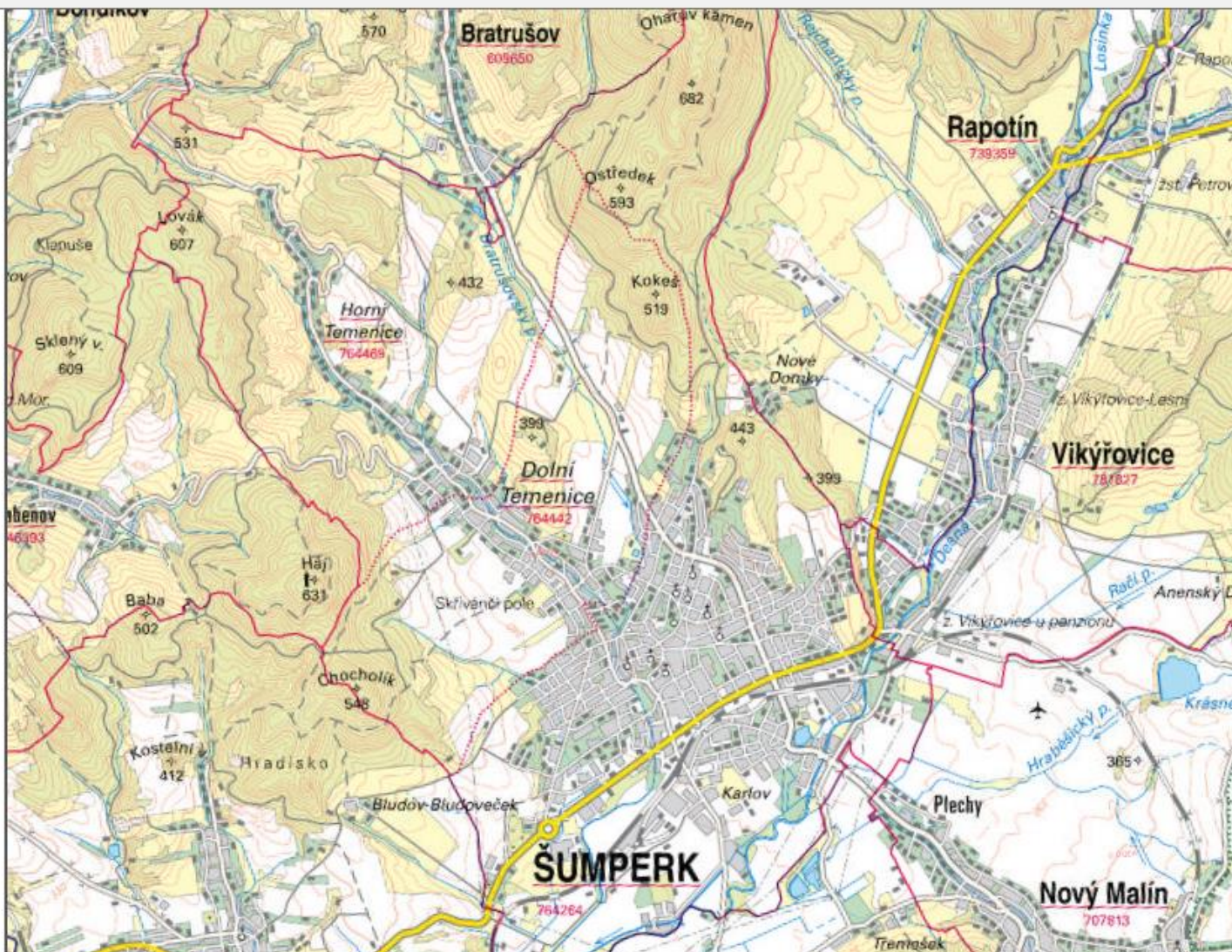
Roční změna: 0.1350°

Grivace (S-JSTK): 10.4831°

Grivace (UTM33N): 3.0798°

Grivace (UTM34N): 7.6764°

Nabližší do KN



Nastavení magnetického severu

- Zjištěnou hodnotu grivace zadáme do pole Úhel

Měřítko a souřadnicový systém

Měřítko mapy: 1 : 10000

Souřadnice

Papírové souřadnice

Vzdálenost mřížky: 50.0000 mm

Reálné souřadnice

Východně-měřená vzdálenost: -562000 m

Severně-měřená vzdálenost: -1077000 m

Úhel: 10.19 ↻ stupňů

Vzdálenost mřížky: 1000 m

Souřadnicový systém

Czech Republic S-JTSK / KROVAK Vybrat...

Přídavné lokální posunutí

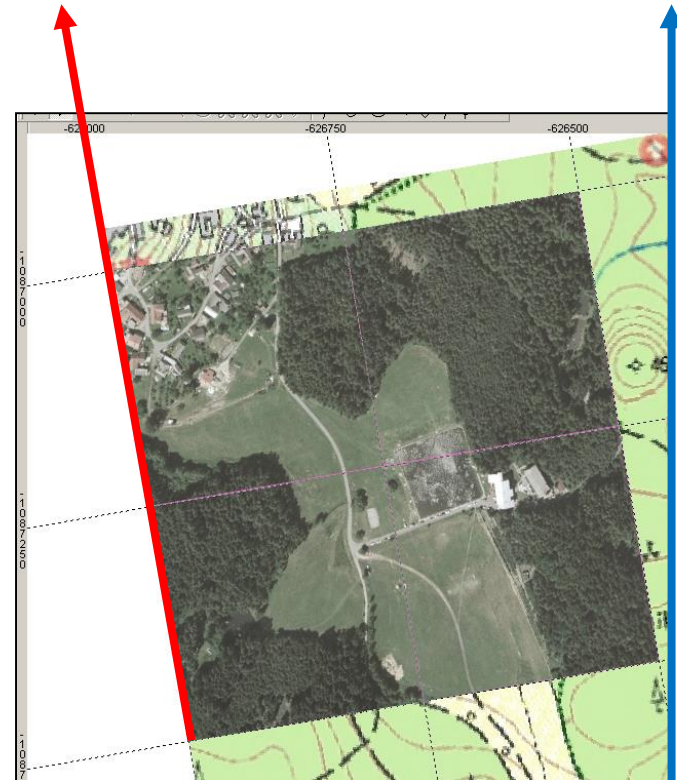
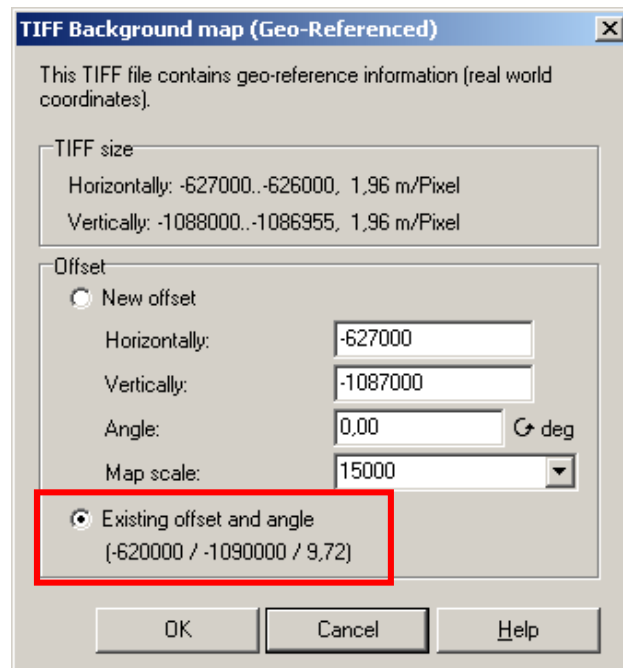
Horizontální: 0.00 m

Vertikální: 0.00 m

OK Storno Nápověda

Nastavení magnetického severu

- soubor je natočen do **směru magnetického poledníku**, reálné souřadnice jsou **stále v S-JTSK**
- jakýkoli referencovaný podklad (ortofoto, ZM10) padne na správné místo !!!
- přepnutím na Papírové souřadnice získám síť orientovanou na magnetický sever



Nastavení magnetického severu v OO Mapperu

The image shows the 'Nastavení souřadnicového systému - OpenOrienteering Mapper' dialog box. It is divided into several sections:

- Souřadnicový systém mapy:** Includes fields for 'Souřadnicový systém' (with a 'pomocí kódu EPSG' link), 'Kód EPSG' (5514), 'Stav' (platný), and 'Měřítkový koeficient' (1,000000).
- Referenční bod:** Includes fields for 'Papírové souřadnice' (0,00 mm X 0,00 mm Y), 'Souřadnice EPSG 5514' (-458000,00 m E -1072000,00 m N), and 'Geografické souřadnice' (50,10995045 ° N 18,42279461 ° E (Datum: WGS84)). There are also links for 'OpenStreetMap' and 'World of O Maps'.
- Mapový sever:** Includes 'Deklinace' (0,00 °) and 'Grivace' (0,00 ° (zamknuto)).

At the bottom are 'Reset', 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons. A red arrow points from the 'Vyhledat..' button in the 'Mapový sever' section to the 'Yes' button in the overlaid dialog box.

The overlaid dialog box is titled 'Vyhledání deklinace online - OpenOrienteering Mapper unstab...'. It contains a question mark icon and the text: 'Magnetická deklinace pro referenční bod 50.11° 18.4228° bude nyní načtena z <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/>. Chcete pokračovat?'. It has 'Yes' and 'No' buttons.

- Deklinaci přepište do pole Deklinace
- Grivace se dopočte automaticky z definice PROJ.4

Model Used:	WMM2015	i
Latitude:	49.9782° N	
Longitude:	16.9837° E	
Date	Declination	
2018-02-04	4.54° E	-0.36° changing by 0.12° E per year

Mapa Satelitní

Bratrušov Rapotín Petrovská Sumpelice Nový Malí

446 44 446 44

Google Podmínky použití Nahlásit chybu v mapě

Mapový sever

Deklinace:

Grivace:

Doporučený postup při založení nového projektu

1. Nový projekt, zvolit odpovídající mapový klíč a měřítko
2. Nastavit souřadnicový systém (zvolte dle souř. systému dostupných mapových podkladů)
3. Nastavit referenční bod pro přibližný střed mapy
4. Určete magnetický sever (grivaci)
5. Nastavte grivaci v software
6. Potvrdit nastavení a uložit projekt
7. Nyní je základní nastavení hotovo a je možno přidávat georeferencované podklady

Zdroje

- **What is a Coordinate System?**

http://edndoc.esri.com/arcsde/9.1/general_topics/what_coord_sys.htm

- **Tvorba map pro OB - Souřadnicové systémy**

<http://tvorbamap.shocart.cz/kartografie/systemy.htm>

- **Geoportál ČÚZK - Souřadnicové systémy**

http://geoportal.cuzk.cz/%28S%283uk1lf1ijf1p3eoynisy0cf%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&side=sit.trans&text=sourad_systemy

- **Mapový portál ČSOS**

<http://csos.tmapserver.cz/>

- **Natural Resources Canada – Magnetic declination calculator**

<http://geomag.nrcan.gc.ca/calc/mdcal-eng.php>