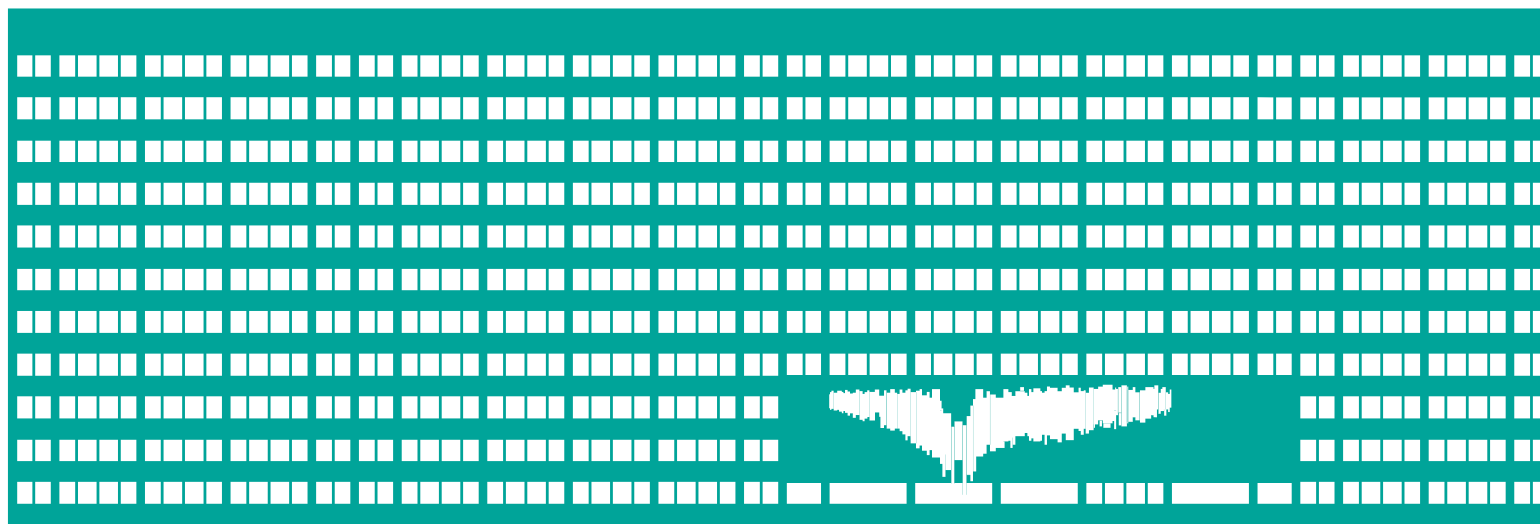


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Základy geoinformatiky 6

Určování polohy v prostoru

Michal Kačmařík

A924, tel.: 5512

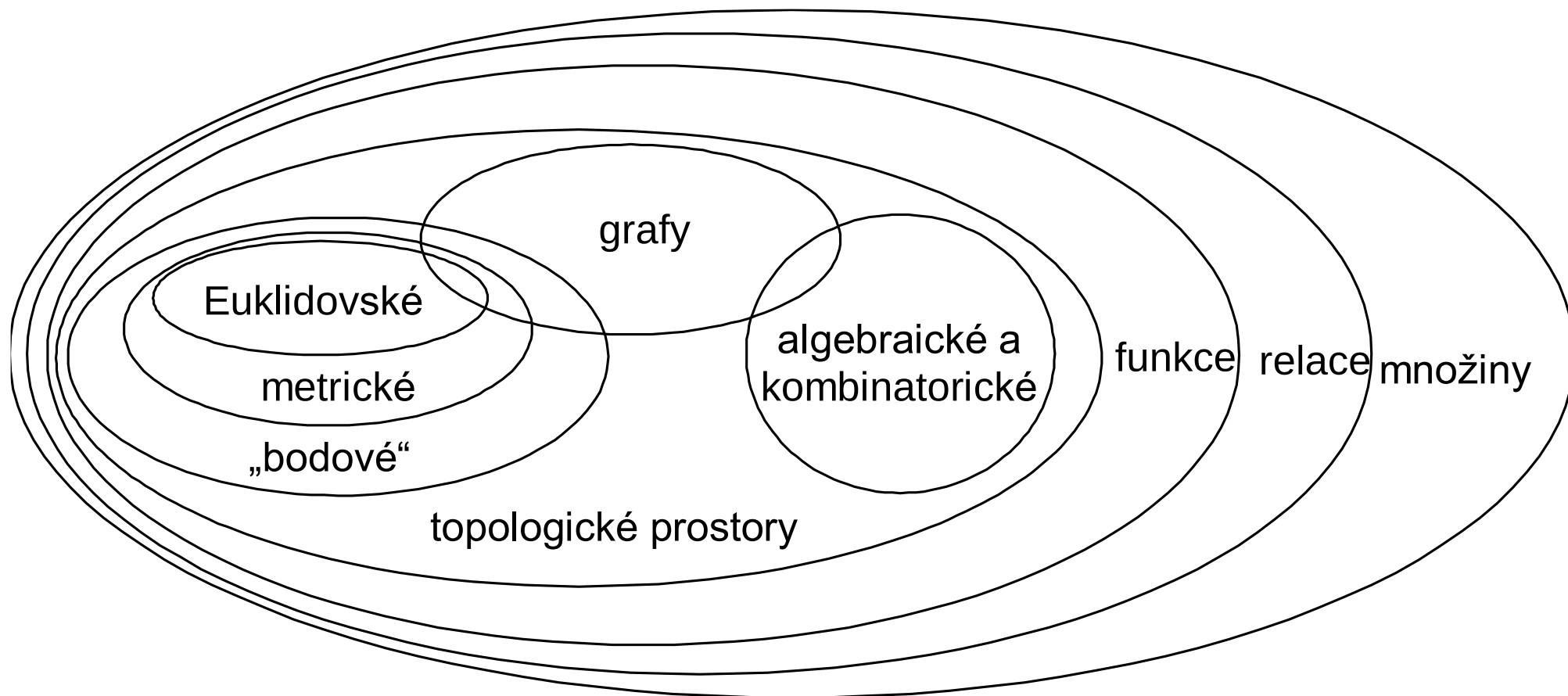
<http://gis.vsb.cz>

<https://gis.vsb.cz/pracoviste/lide/kacmarik/>

E-mail: michal.kacmarik@vsb.cz

- Matematické prostory
- Referenční systém, referenční rámec, souřadnicový systém
- Přímé určování polohy
- Kartografická zobrazení
- Prostorové referenční systémy používané v ČR
- Nepřímé určování polohy

Matematické prostory



Topologický prostor

Topologie je matematická disciplína, která studuje vzájemné prostorové vztahy geometrických objektů.

Někdy se jí říká geometrie bez souřadnic.

Pracuje s tzv. **topologickým prostorem**.

Prostorové vztahy geoprvků

bod leží	▪ na koncovém bodu linie (uzlu) – koincidence ▪ na hranici polygonu ▪ uvnitř polygonu ▪ vně polygonu
linie	▪ nekříží sebe sama ▪ dotýká se polygonu ▪ protíná polygon
polygon je	▪ jednoduchý / komplexní
dva polygony	▪ se dotýkají ▪ se protínají (překrývají) ▪ jsou disjunktní

Tyto vztahy se vyhodnocují pomocí **topologických operací**, které pracují v topologickém prostoru a nevyžadují znalost souřadnic geoprvků. Jedná se například o zjišťování konektivity, sousednosti, souvislosti apod.

Pro ilustraci lze uvést i příklady netopologických operací:

- měření/počítání vzdáleností,
- azimut z jednoho bodu k druhému,
- plocha polygonu,
- apod.

Pro tyto operace je typické, že se opírají o znalost souřadnic geoprvků a nepracují proto v topologickém prostoru, nýbrž zpravidla v prostoru Euklidovském.

- Mají definovanou tzv. **metriku**.
- Ta splňuje následující kritéria:
 - $d(A,B) \geq 0$ a $d(A,B) = 0$ tehdy a jen tehdy, je-li $A = B$,
 - $d(A,B) = d(B,A)$ (podmínka symetrie),
 - $d(A,B) \leq d(A,C) + d(C,B)$ (podmínka trojúhelníkové nerovnosti).

Metrické prostory

Nejčastěji se používají dvě metriky:

- **Euklidovská**, určená pro měření vzdáleností v prostorech s kontinuálními souřadnicovými systémy,
- **Manhattanovská**, určená pro měření vzdáleností v prostorech s diskrétními souřadnicovými systémy a v prostorech, kde je možné se pohybovat pouze podél dvou navzájem kolmých sítí rovnoběžek.

Euklidovská metrika (též Euklidovská vzdálenost) je definovaná vztahem

$$d_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Manhattanovská metrika (též Manhattanovská vzdálenost) je definovaná vztahem:

$$d_{i,j} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

Metrické prostory - Manhattan



- Matematická abstrakce běžného prostoru, v němž se odehrává náš každodenní život
- Jako první se jím zabýval Euclides cca 300 let před naším letopočtem. Sestavil systém postulátů a definic, z nichž byly odvozeny teoremy geometrie, které byly používány od nepaměti měřiči, konstruktéry, stavaři, fotogrammetry, ...
- V 17. století zavedl Descartes (1596-1650) do Euklidovského prostoru pravoúhlý souřadnicový systém (říkáme mu kartézský souřadnicový systém – angl. cartesian coordinate system) a umožnil tak propojení geometrie s aritmetikou a algebrou.

Euklidovský prostor

- N -rozměrný kartézský souřadnicový systém v n -rozměrném Euklidovském prostoru E^n se skládá z n navzájem kolmých souřadnicových os, které se protínají ve společném počátku a používají stejné měrné jednotky.
- Každá uspořádaná n -tice reálných čísel $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, kde $x_i \in R$, definuje právě jeden bod v tomto souřadnicovém systému (a tím i v Euklidovském prostoru).
- V Euklidovském prostoru je definována metrika pro měření vzdáleností. Je to tedy prostor metrický.

Určování polohy v prostoru - základní pojmy

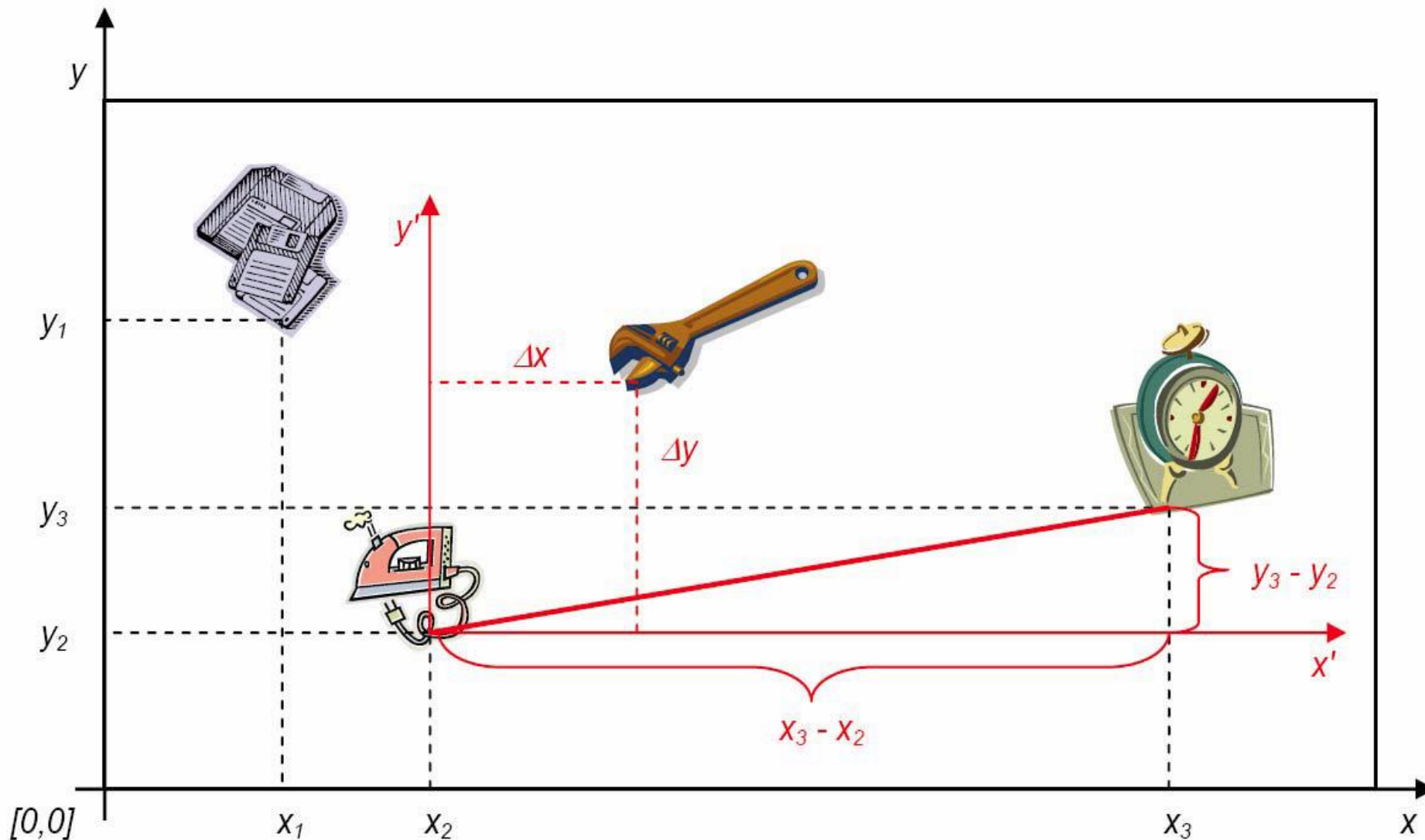
Prostorový referenční systém (angl. Spatial Reference System)

- koncept, zahrnující základní teorii a standardy určování polohy v prostoru
- soubor konstant, algoritmů = množina dohodnutých parametrů (např. rychlost světla, velikost hlavní poloosy referenčního elipsoidu) a způsobů výpočtů dalších parametrů
- technologie = pozorovací techniky a jejich použití dle dohodnutého způsobu

Prostorový referenční rámec (angl. Spatial Reference Frame)

- praktická realizace prostorového referenčního systému
- soubor objektů (hvězd, v terénu stabilizovaných bodů, apod.), kterým jsou přiřazeny souřadnice a velikosti jejich změn v čase (velocity)

Prostorový referenční rámec



Klasifikace prostorových referenčních systémů

- způsob určování polohy (*přímý/nepřímý*),
- prostorový rozsah (*globální/lokální*),
- spojitost (*kontinuální/diskrétní*),
- závislost určování polohy na jiných geoprvcích (*absolutní/relativní*),
- k čemu se vztahují (*k Zemi/ k rovině/ k linii*),
- v jakém směru určují polohu (*horizontální/vertikální*).

Způsob určování polohy

- přímo – pomocí souřadnic
- nepřímo – pomocí geokódů

- **Globální prostorový referenční systém** – pro určování polohy v rozsáhlém areálu, nejčastěji na úrovni celého státu, resp. celého povrchu Země; zpravidla vázán na konkrétní kartografické zobrazení.
- **Lokální prostorový referenční systém** – pro velice malá území, jako je jedna stavba, území jedné továrny apod.; zpravidla bez jakékoliv vazby na globální prostorový referenční systém.

- **kontinuální prostorový referenční systém** – poloha se může v daném prostorovém referenčním systému měnit plynule a spojitě, bez náhlých skoků,
- **diskrétní prostorový referenční systém** – poloha se může měnit pouze skokově, nespojitě.

Závislost určování polohy na jiných geoprvcích

Absolutní prostorové referenční systémy:

- jednoznačně definovaný počátek, směr a orientace souřadnicových os a vztah k zemskému tělesu,
- zpravidla jsou definované v rámci konkrétního kartografického zobrazení,
- poloha geoprvků se určí jako vzdálenost podél souřadnicových os od společného počátku,
- v rámci absolutního prostorového referenčního systému je pak možné provádět mimo jiné i výpočty vzdáleností mezi dvojicemi geoprvků apod.

Závislost určování polohy na jiných geoprvcích

Relativní prostorové referenční systémy:

- nemají jednoznačně definovaný počátek ani směr a orientaci os a nemají ani definovaný vztah k zemskému tělesu,
- není s nimi spojeno jakékoliv kartografické zobrazení,
- při určování polohy geoprvku vycházejí z polohy jiného, v území dobře a jednoznačně identifikovatelného geoprvku, který je zvolen jako lokální počátek,
- ve vztahu k tomuto geoprvku jsou definovány směry a orientace lokálních souřadnicových os a odměřením vzdáleností podél těchto os se určí relativní poloha určovaného geoprvku ve vztahu ke známému geoprvku,
- v takovém prostorovém referenčním systému zpravidla nelze počítat vzdálenosti geoprvků (snad jen s výjimkou situace, kdy je pro určení polohy dvou geoprvků použit stejný počátek a stejné směry a orientace souřadnicových os).

K čemu se vztahují

- **Prostorové referenční systémy vztahující se k Zemi** – umožňují určovat polohu kdekoliv na zemském povrchu, případně i kdekoliv v zemském tělese a jeho přilehlém okolí; často jsou definované v rámci konkrétního kartografického zobrazení.
- **Prostorové referenční systémy vztahující se k rovině** – zpravidla definované v rámci konkrétního kartografického zobrazení a většinou jsou výsledkem zobrazení povrchu zemského do roviny.
- **Prostorové referenční systémy vztahující se k linii** – nejsou obvykle vázány na žádné kartografické zobrazení a jsou založeny na odměřování vzdáleností podél zadané linie.

V jakém směru určují polohu

- **Prostorové referenční systémy pro určování polohy v horizontálním směru** – jsou běžněji využívány. Platí to i pro geoinformační systémy, které dodnes pracují převážně s dvourozměrným prostorem. Tyto prostorové referenční systémy umožňují určovat polohu geoprvků kdekoliv na zemském povrchu.
- **Prostorové referenční systémy pro určování polohy ve vertikálním směru** – používají se méně často. V prostředí geoinformačních systémů se používají v případě potřeby, například když pracujeme s digitálními modely reliéfu. Umožňují určit, v jaké nadmořské výšce (případně jak hluboko pod povrchem) se geoprvek nachází.

Přímé určování polohy

- polohu geoprvku **vyjadřujeme pomocí souřadnic** vyjádřených v tzv. **souřadnicovém referenčním systému**
- základní pojmy:
 - datum
 - souřadnicový systém
 - souřadnicový referenční systém

Přímé určování polohy – základní pojmy

- **Datum** definuje polohu počátku, měřítko a orientaci os souřadnicového systému
- Geodetické datum – vyjadřuje vztah souřadnicového systému k Zemi. Používá se jako základ pro dvoj- a trojrozměrné systémy. Obvykle vyžaduje i definici elipsoidu.
- Výškové datum – popisuje vztah tíhově založených výšek k Zemi.
- Technické datum nebo též lokální datum – je takové, které nespadá ani do jedné z výše uvedených kategorií. Popisuje vztah souřadnicového systému k místní referenci.

Souřadnicový systém

- sada matematických pravidel pro specifikování způsobu, jakým jsou souřadnice přiřazovány k bodům v prostoru
- systém určený údaji o referenční ploše, orientaci sítě na ní, jejím měřítku, referenčním bodu (počátek) a užitém kartografickém zobrazení.
- Pro potřeby popisu polohy geoprvků musí souřadnicový systém splňovat určitou podmínku – musí být vztažený k Zemi prostřednictvím **datumu**. Pak ho označujeme jako **souřadnicový referenční systém**

Přímé určování polohy

Souřadnicový systém musí splňovat tři základní podmínky:

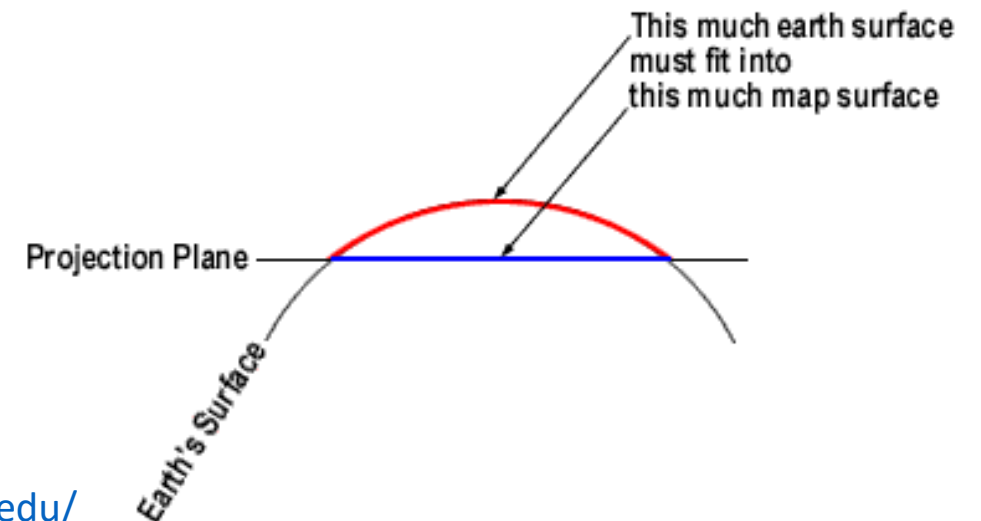
- Prostorová reference musí být jednoznačná, to znamená, že dva geoprvky se stejnou prostorovou referencí (polohou) musí být identické. Různé prostorové reference proto musí definovat různé geoprvky.
- Prostorová reference musí být kvantifikovatelná, musí být vyjádřitelná prostřednictvím metrické stupnice.
- Musí být definovaná tzv. **metrika** umožňující měření vzdálenosti $d(A,B)$ mezi dvojicí bodů A a B .

Zemský povrch je zakřivený a nepravidelný

Chceme-li určitou velkou část zemského povrchu (kde již nelze zanedbat jeho zakřivení) zobrazit na ploché mapě, musíme provést v zásadě následující transformace:

1. Redukci měřítka tak, aby se zobrazovaná oblast vešla na list papíru požadované velikosti.
2. Systematickým způsobem převést zakřivený povrch Země do roviny při zachování prostorových vztahů.

Tomuto postupu se říká **kartografické zobrazení**.



Matematicky lze tuto transformaci zapsat (zjednodušeně) ve tvaru:

$$x = f_1(\varphi, \lambda)$$

$$y = f_2(\varphi, \lambda)$$

a schematicky naznačit

$$(\varphi, \lambda) \longrightarrow (x, y)$$

3 parametry: délky, plochy, úhly

nelze sestrojit mapu, kde by byly všechny 3 parametry zachovány bez zkreslení

Ve skutečnosti – složitější postup, využívající celé řady mezikroků, pracujících s různými tzv. **referenčními plochami** (jsou matematicky definované):

- referenční elipsoid (zploštělý na pólech)
- referenční koule
- plocha rozvinutelná do roviny – kužel, válec, rovina
- referenční rovina:
 - přímo použitelná jen pro malé oblasti (v okruhu cca 10-15 km kolem tečného bodu)
 - vodorovné úhly a vzdálenosti v rovině a na kouli téměř shodné
 - vertikální odchylka roviny od koule na okraji oblasti již cca 15 m

Plocha rozvinutelná do roviny

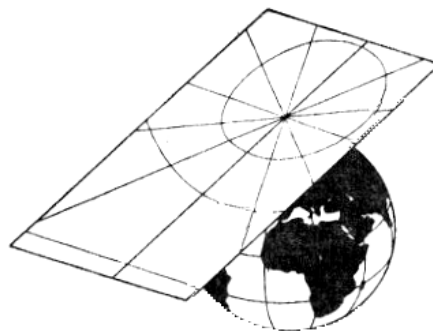
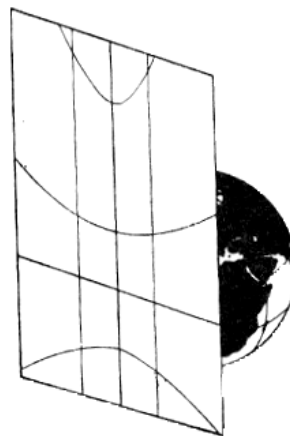
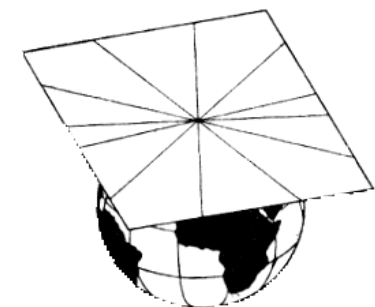
Poloha zobrazovací plochy

normální

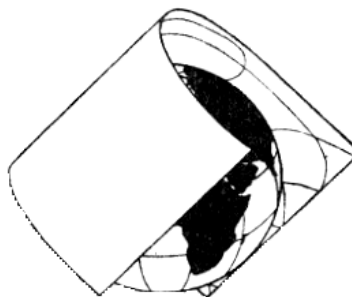
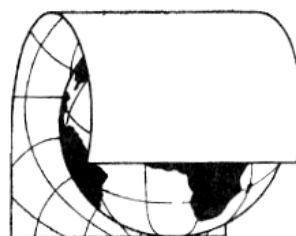
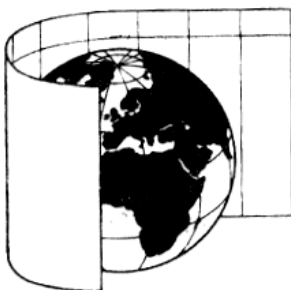
příčná

šikmá (obecná)

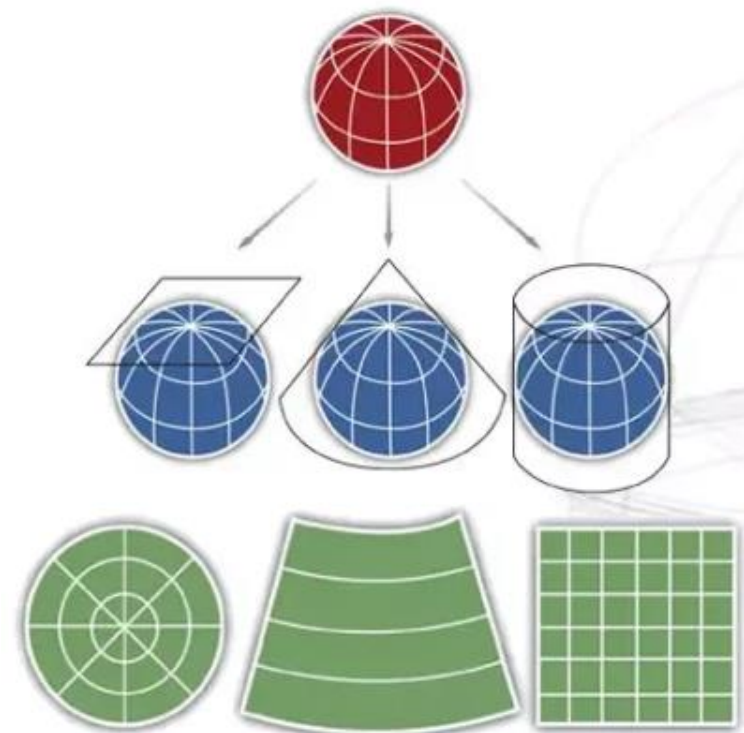
A
z
i
m
u
t
á
l
n
í



V
á
l
c
o
v
á



K
u
ž
e
l
o
v
á



Zdroj: <https://mettatec.com/cartographic-projections/>

Při zobrazení zemského povrchu do roviny lze vždy zachovat pouze některé vlastnosti zobrazení – úhly, délky nebo obsahy ploch

Proto vznikají kartografická zkreslení:

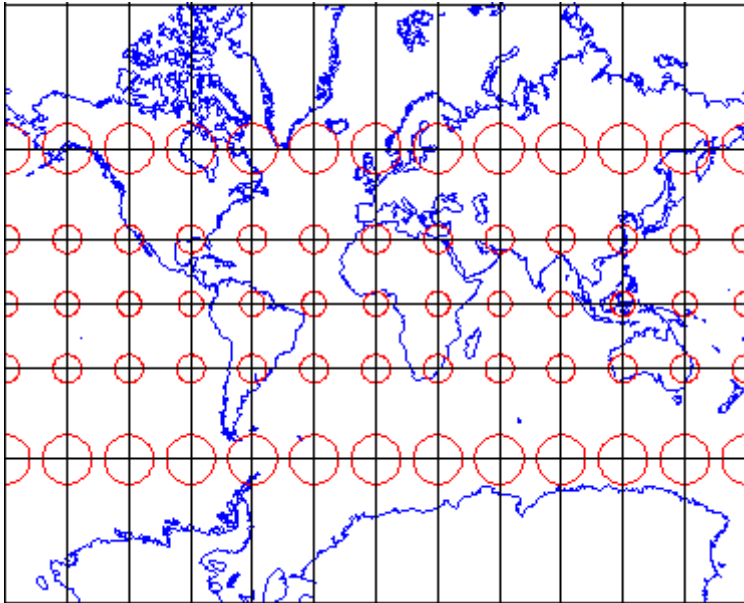
- délkové
- plošné
- úhlové

Kartografická zobrazení

- **ekvidistantní** – eliminují zkreslení délek určité soustavy čar, **zachovávají všechny délky**
- **ekvivalentní** – zachování obsahu ploch, velká úhlová zkreslení
- **konformní** – zachování úhlů, velká zkreslení obsahu ploch
- **kompensační** – snižují úhlové i plošné zkreslení na střední míru

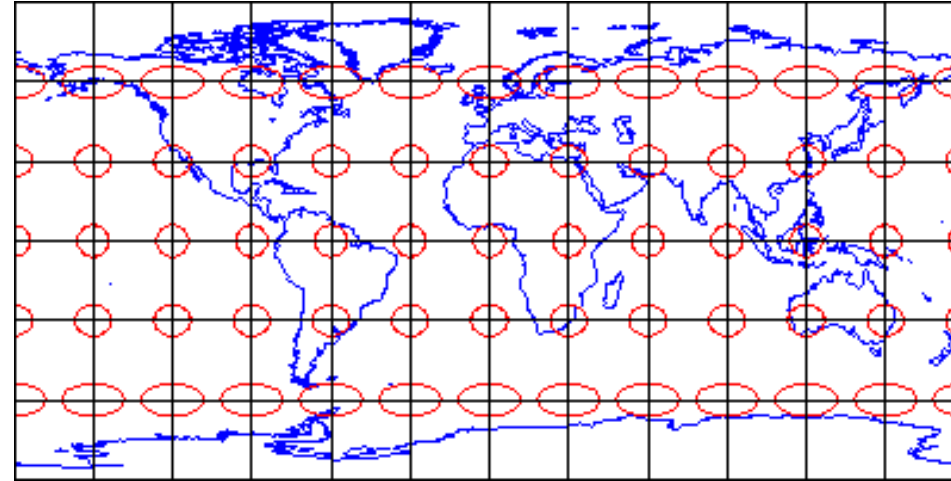
Kartografické zobrazení

Mercatorovo zobrazení (válec)
konformní = zachování úhlů,
zkreslení ploch závisí na zem. šířce)

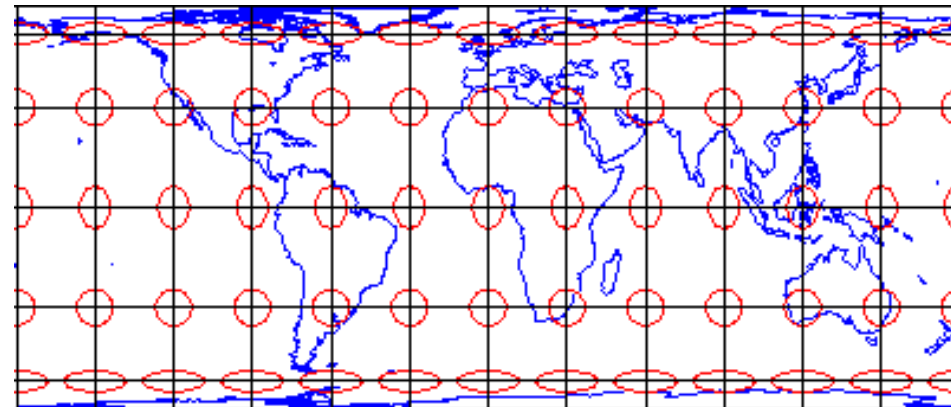


<https://thetruesize.com/>

Ekvidistantní zobrazení = zachování délek

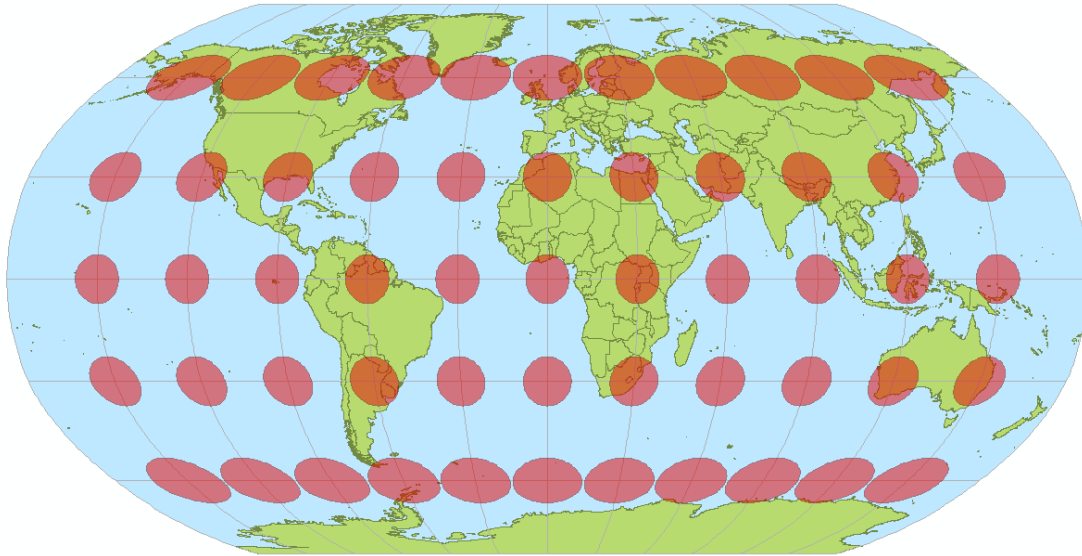


Ekvivalentní zobrazení = zachování ploch



Kartografické zobrazení

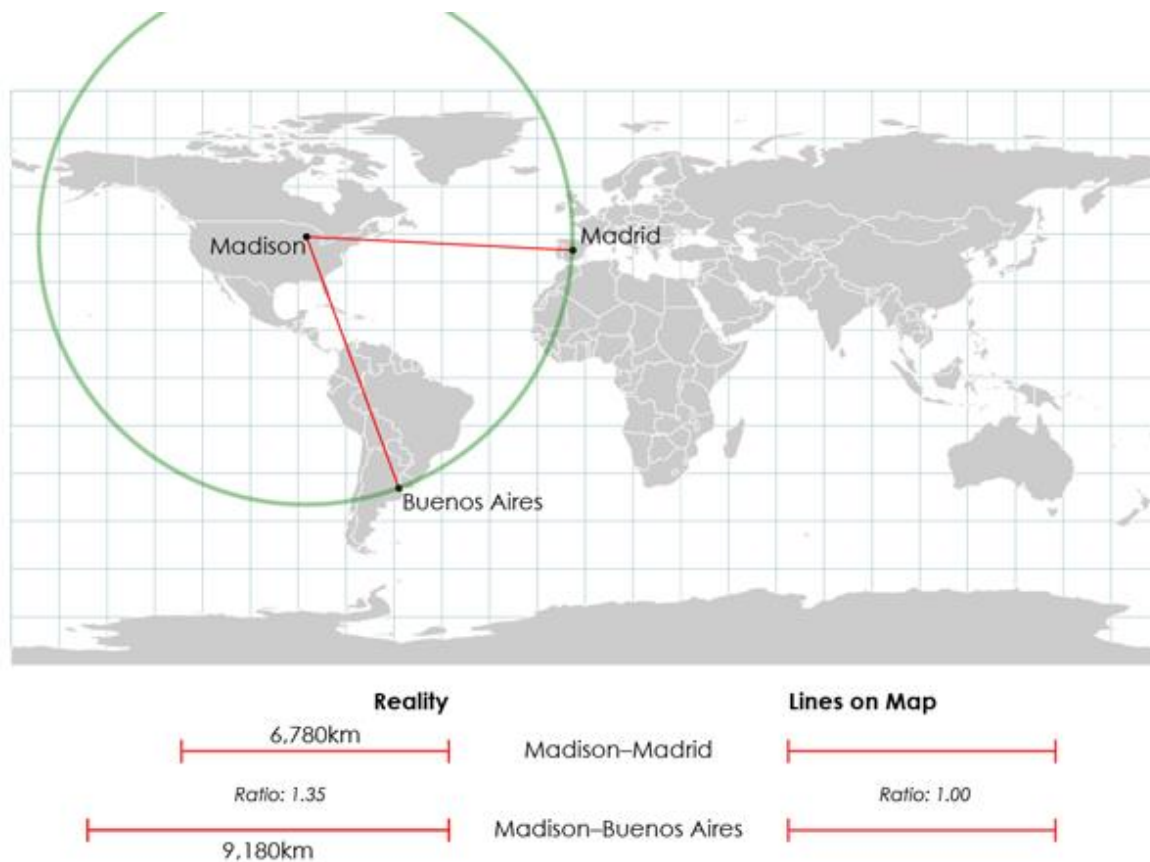
Robinsonovo zobrazení (válec)
kompenzační



Zdroj:

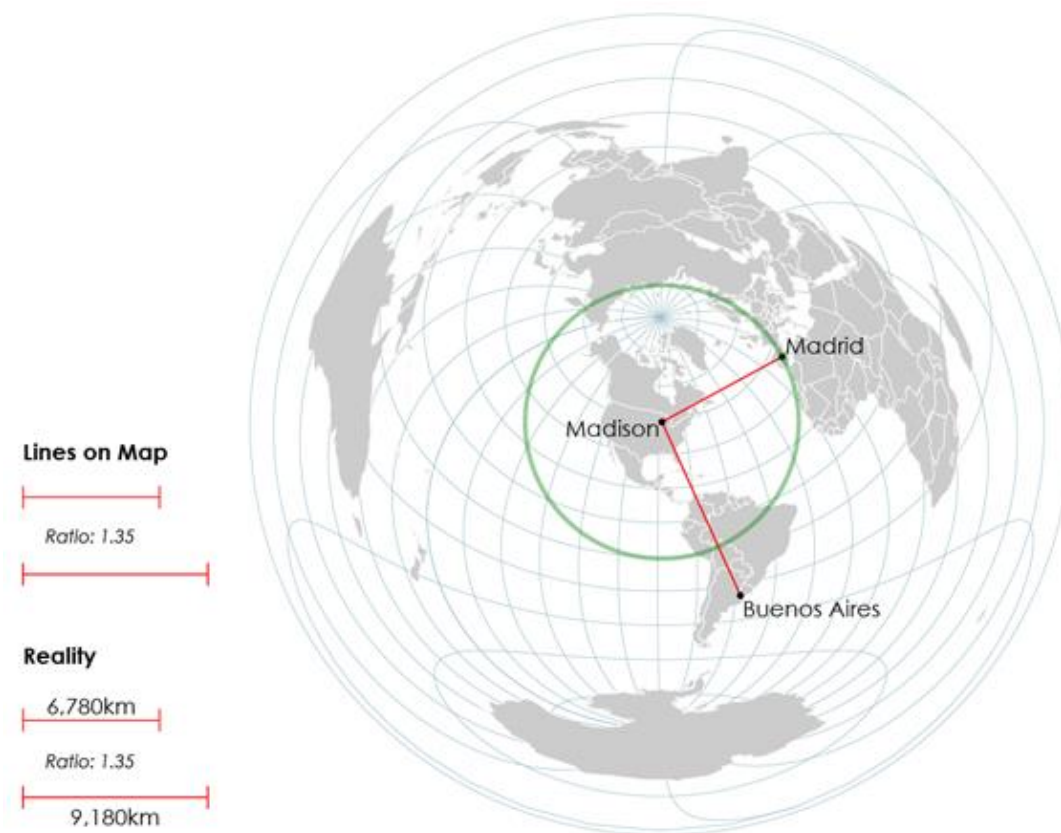
https://cs.wikipedia.org/wiki/Mapov%C3%A9_zobrazen%C3%AD#/media/Soubor:Tissot_robinson.png

Ekvirektangulární zobrazení (válec), délky zkresleny



Ukázka zkreslení délek

Azimutální (rovina) ekvidistanční
zobrazení, délky nezkresleny



Prostorové referenční systémy používané v České republice

Vláda České republiky vydala nařízení č. 159/2023 Sb., kterým stanovila geodetické referenční systémy závazné na území našeho státu:

a) Prostorové systémy

- 1. Světový geodetický systém 1984 (WGS84),**
2. Evropský terestrický referenční systém 1989 (ETRS89),

b) rovinné souřadnicové systémy

- 1. Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK),**
2. Světový geodetický systém 1984 v Lambertově kuželovém konformním zobrazení (WGS84-LCC),
- 3. Světový geodetický systém 1984 v univerzálním transverzálním Mercatorově zobrazení poledníkových zón (WGS84-UTMzn, kde „zn“ je číslo zóny),**
4. Evropský terestrický referenční systém 1989 v Lambertově azimutálním stejnoplochem zobrazení (ETRS89-LAEA),
5. Evropský terestrický referenční systém 1989 v Lambertově kuželovém konformním zobrazení (ETRS89-LCC),
6. Evropský terestrický referenční systém 1989 v univerzálním transverzálním Mercatorově zobrazení poledníkových zón (ETRS89-TMzn, kde „zn“ je číslo zóny),

Prostorové referenční systémy používané v České republice

Vláda České republiky vydala nařízení č. 159/2023 Sb., kterým stanovila geodetické referenční systémy závazné na území našeho státu:

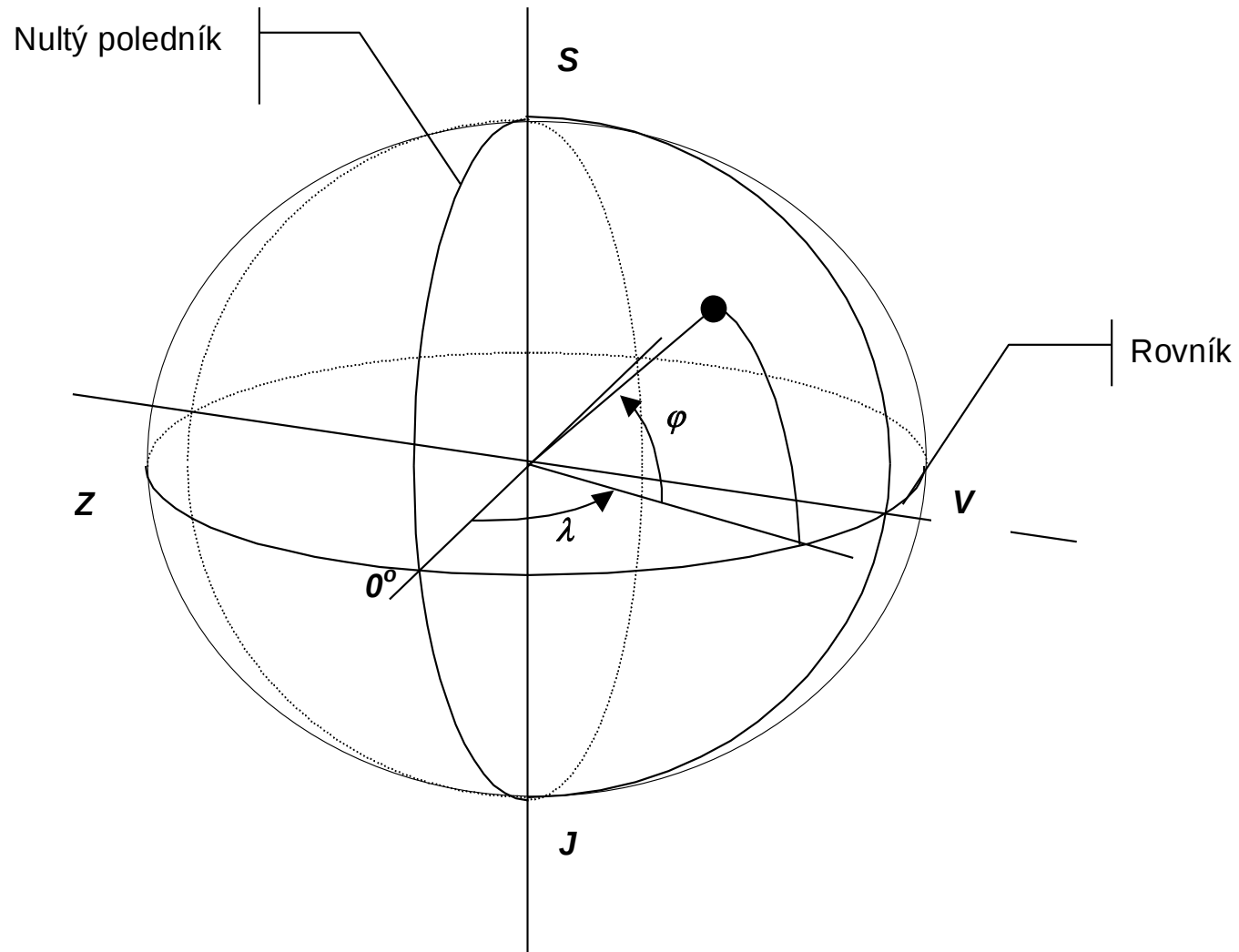
c) Výškové systémy

1. Evropský výškový referenční systém (EVRS),
- 2. Výškový systém baltský - po vyrovnání (Bpv),**
3. Světový výškový referenční systém 1996 (WGS84-EGM96),
4. Světový výškový referenční systém 2008 (WGS84-EGM2008),

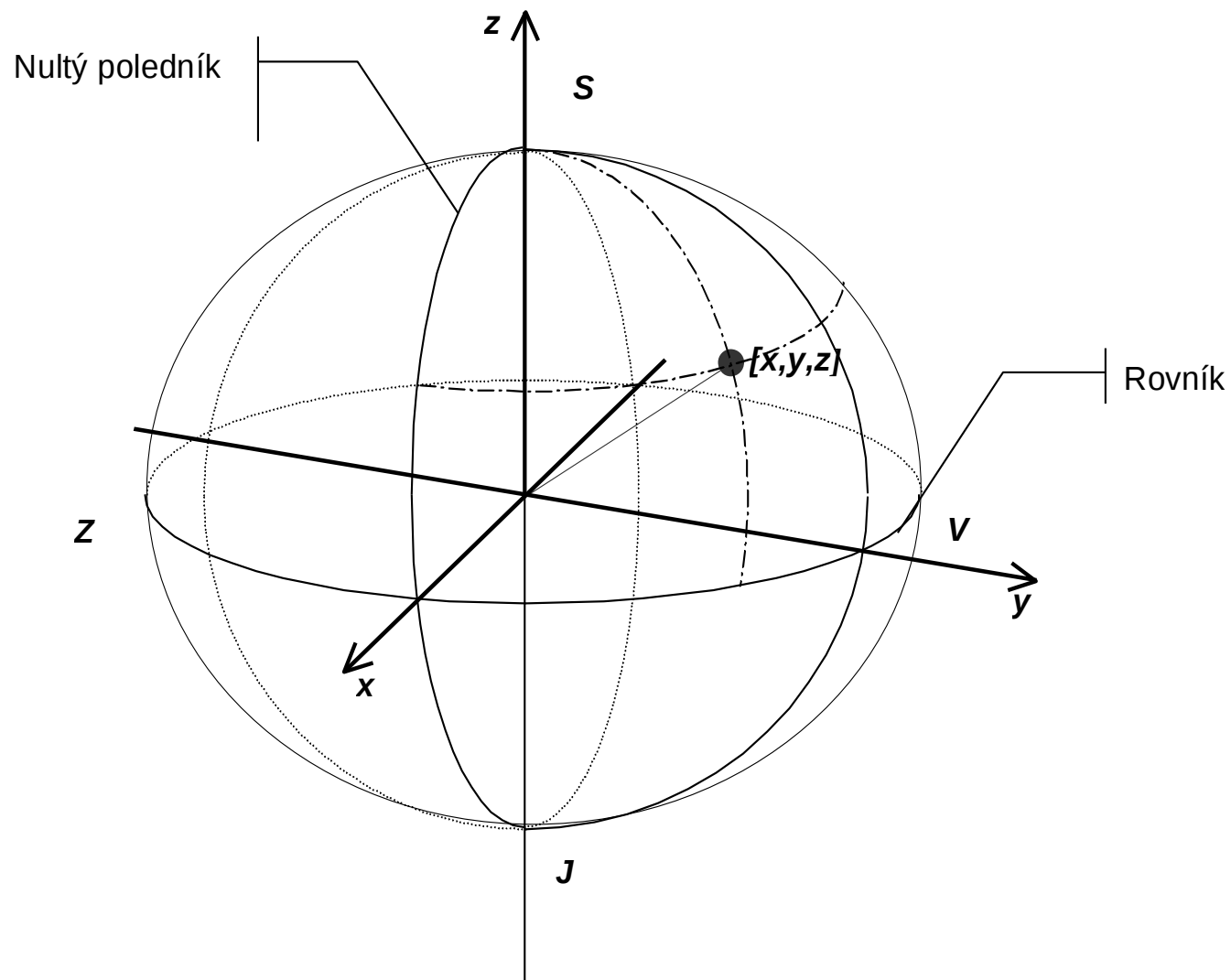
d) Tíhový systém 2010 (S-Gr10).

- Globální souřadnicový systém pro určování 3d polohy
- Jedná se o tzv. ECEF systém (Eart Centered Earth Fixed):
 - Referenční plochou je elipsoid
 - Počátek systému je v hmotném středu Země (= geocentrický systém)
 - Osa x prochází průsečíkem rovníku a nultého poledníku, osa z je totožná se střední osou rotace Země, osa y doplňuje systém na pravoúhlý, pravotočivý
- Využíván navigačním systémem GPS a státy NATO
- Minimální systematické rozdíly vůči Mezinárodnímu terestrickému referenčnímu systému (ITRS), který je také ECEF
- Souřadnice je možno určovat ve dvojí podobě:
 - Geografické souřadnice (φ – zeměpisná šířka, λ – zeměpisná délka, h – výška nad elipsoidem)
 - Geocentrické souřadnice (X, Y, Z : měřeny v délkových jednotkách od počátku systému podél jednotlivých os)

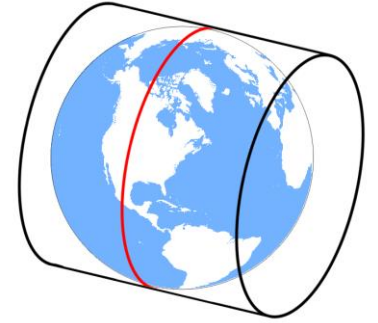
Geografické souřadnice



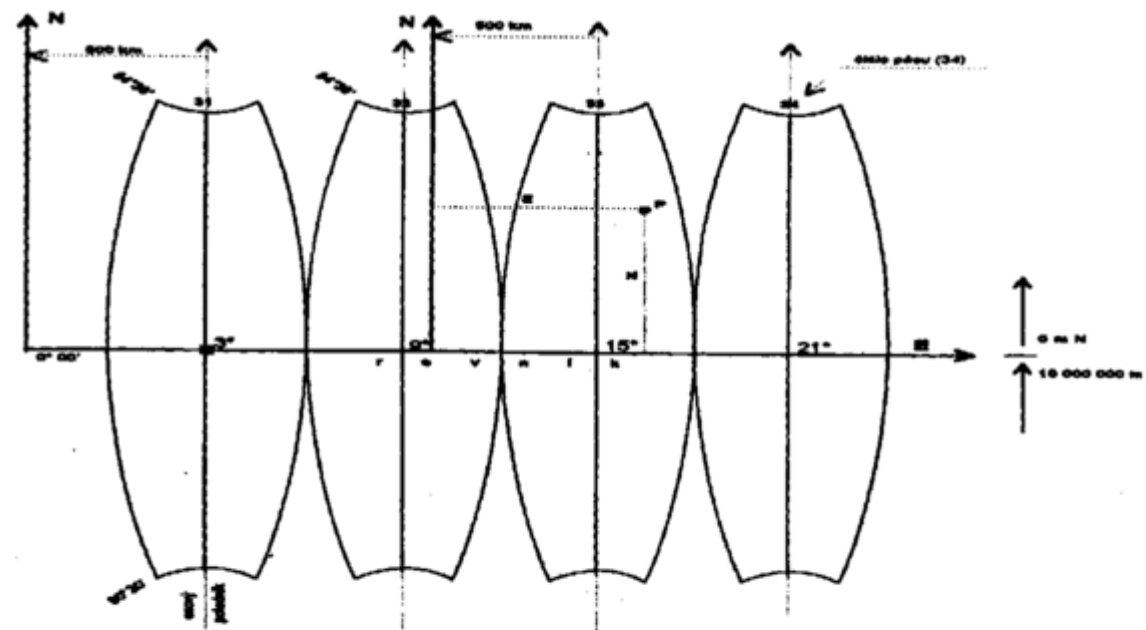
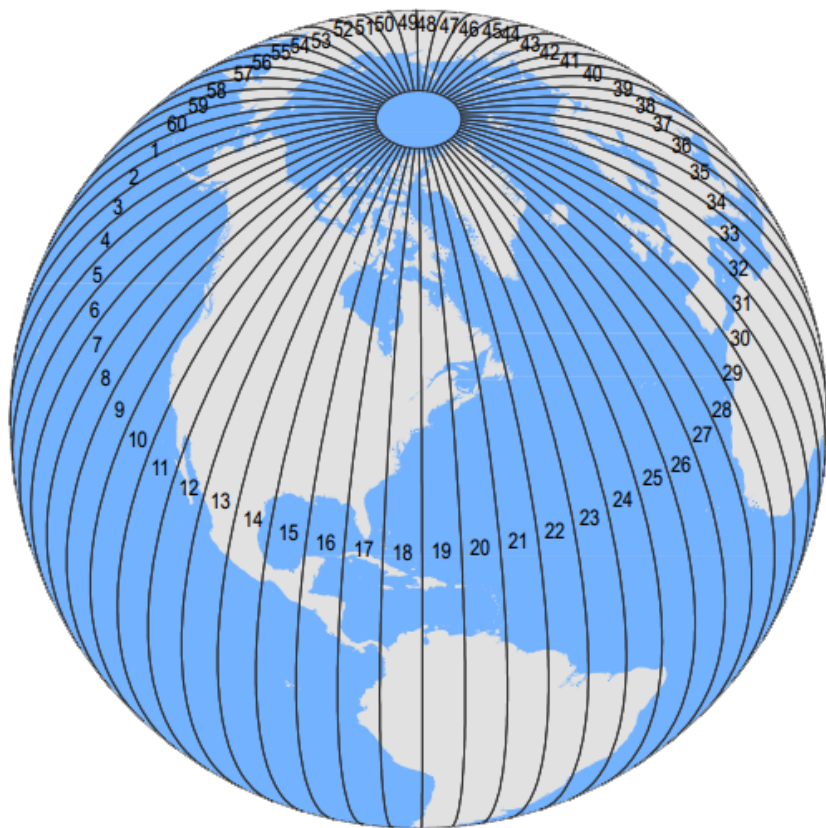
Geocentrické (kartézské) souřadnice



- s. s. vycházející z WGS84 provádějící převod zemského povrchu do roviny
- využito univerzální transversální Mercatorovo (UTM) kartografické zobrazení (konformní válcové zobrazení poledníkových pásů v příčné poloze)
- slouží pro území mezi 80° jižní a 84° severní zem. šířky
- systém je tvořen soustavou 60 poledníkových zón o šířce 6 °, číslovaných od 1 do 60
- každá zóna má svůj počátek v průsečíku středového poledníku zóny s rovníkem. Od něj se měří vzdálenost v metrech po ose x rostoucí od středového poledníku směrem na východ (tzv. *eastings*, E) a po ose y rostoucí od rovníku směrem na sever (tzv. *northings*, N)
- pro dosažení kladných souřadnic v rámci zóny se k ose E přičítá 500 km. Pro dosažení kladných souřadnic na ose N je na jižní polokouli možné přičítat 10 000 km
- území České republiky leží v zónách 33N a 34N



WGS84-UTMzn



Poledníkové zóny WGS84-UTM

Zdroj: <https://gisgeography.com/utm-universal-transverse-mercator-projection/>

Poledníkové zóny WGS84-UTM převedené do roviny

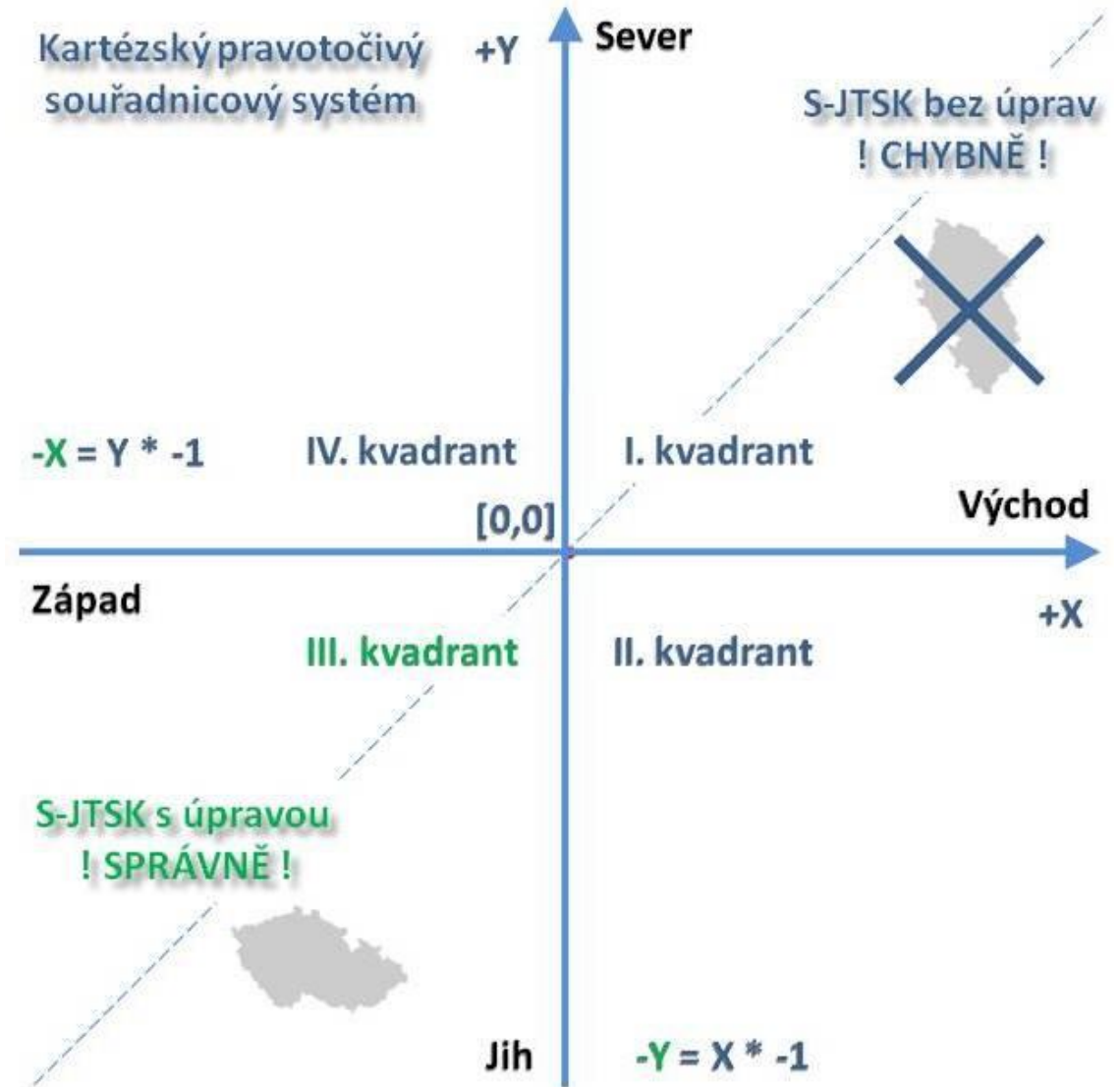
Zdroj: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02s03.html>

- European Terrestrial Reference System 89
- terestrický referenční systém používaný v Evropě
- odvozen z ITRS, ale pevně svázán s euroasijskou kontinentální deskou, díky čemuž jsou systematické posuny souřadnic nejméně o řád nižší (ročně mm oproti cm)
- realizace na základě sítě pozemních měřících stanic na území Evropy s využitím metod SLR, VLBI a GNSS

- pravoúhlý souřadnicový systém pro území ČR a Slovenska
- v 1. kvadrantu, kladná část osy X směřována k jihu, kladná část osy Y k západu
- hodnota souřadnice X je vždy větší než souřadnice Y
- využívá Křovákovo zobrazení (dvojitě kuželové konformní zobrazení v šikmé poloze, převádějící Besselův elipsoid do roviny prostřednictvím referenční koule)
 - cílem zobrazení bylo získat pravoúhlý s. s., kde bude celé protáhlé území Československa v 1. kvadrantu (obě souřadnice kladné)
 - zkreslení délek v rozmezí -10 až +14 cm na 1 km
- mapy českého území v Křovákově zobrazení nejsou orientovány přesně na sever, mapa pootočena v kladném směru o cca 5 až 9 stupňů (pootočení stoupá směrem k západu)

- varianta S-JTSK pro použití v GIS (CAD) systémech
- Původní souřadnice S-JTSK jsou transformovány do třetího kvadrantu prohozením osy X a Y a jejich vynásobením hodnotou -1
- orientace os tedy odpovídá klasickému kartézskému systému, kdy osa X směřuje na východ a osa Y směřuje na sever, na území ČR jsou obě souřadnice záporné
- EPSG kód 5514

S-JTSK Krovak EastNorth



Zobrazení ČR

s. s. S-JTSK



Poměr stran obrázků není nijak upraven!

Zdroj: podkladová mapa ESRI Human Geography

s. s. WGS84



s. s. WGS84-UTM33N



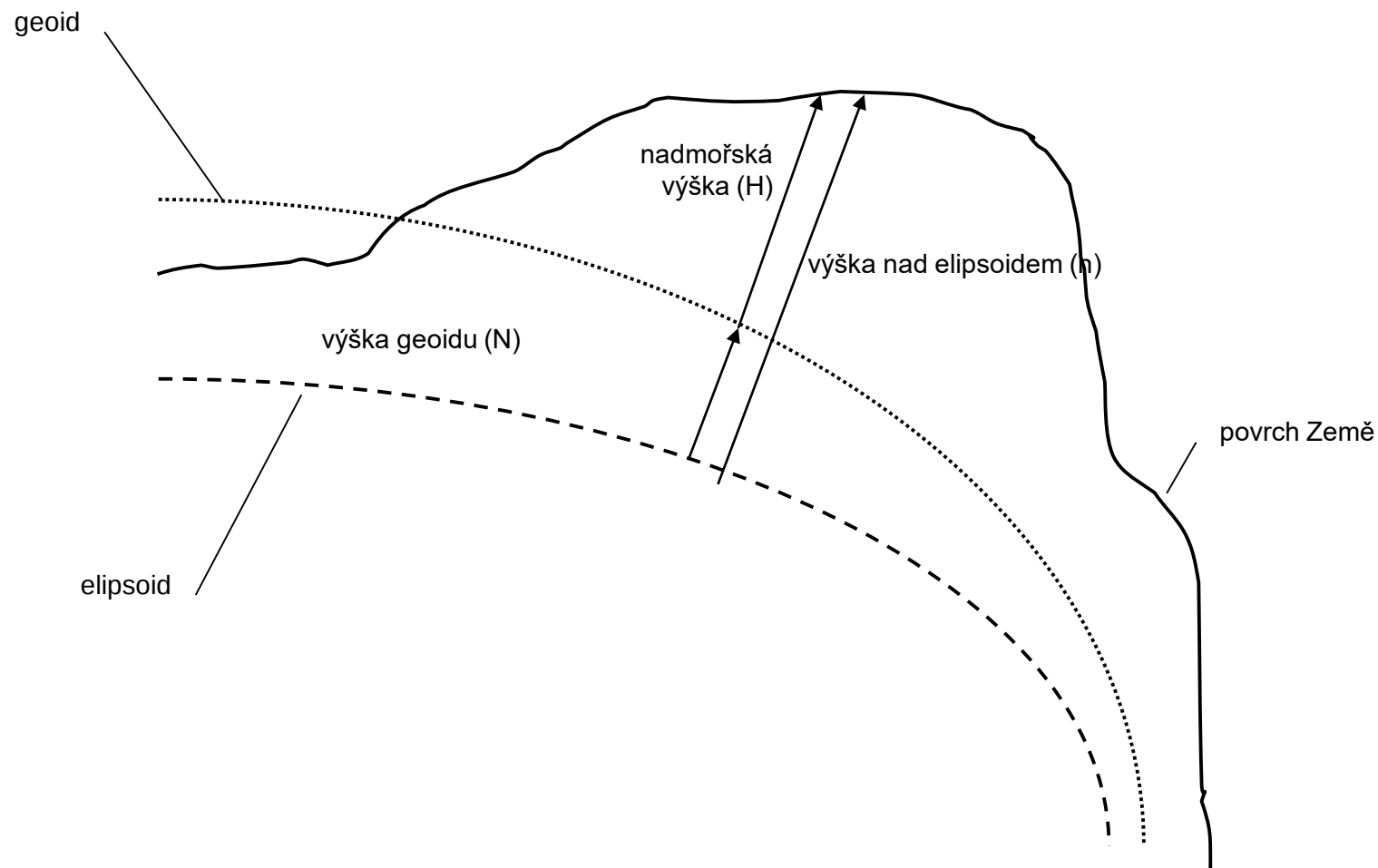
Ukázky souřadnic ve vybraných s. s.

souřadnicový systém	lokalita: budova A, VŠB-TUO	přibližný rozsah souřadnic v rámci území ČR
WGS84	z. š. = 49,833583°N z. d. = 18,163949°E	z. š.: od 48,5°N do 51,1°N z. d.: od 12,1°E do 18,9°E
WGS84-UTM, zóna 34N	E = 296 062 m N = 5 523 986 m	záleží na zóně
S-JTSK	X = 1 101 045 m Y = 479 128 m	X: od 935 000 do 1 227 000 m Y: od 431 000 do 902 000 m
S-JTSK Krovak East North	X = -479 128 m Y = -1 101 045 m	X: od -902 000 do -431 000 m Y: od -1 227 000 do -935 000 m

Souřadnicové systémy pro určování vertikální polohy (výšky)

- Důležitost referenční plochy, ke které se výška vztahuje
- **Výška nad elipsoidem**, resp. **elipsoidická výška h** – je měřena od elipsoidu podél kolmice procházející měřeným bodem. Tvar elipsoidu je jednoduše popsán matematicky.
- **Nadmořská výška (výška nad geoidem) H** – je měřena od geoidu podél tížnice procházející měřeným bodem. Geoid je definovaný jako hladinová plocha zemského tíhového potenciálu, která odpovídá střední hladině oceánů a moří. Tvar geoidu je nepravidelný, není proto možné popsat jej matematicky, je potřeba jej vyjádřit modelem.
- elipsoid WGS84: odchylky ± 100 m od geoidu (na území ČR cca mezi -42 a -47 m)

Souřadnicové systémy pro určování vertikální polohy



- používá se pro určování výšek v zadaném areálu
- nejsou výsledkem kartografického zobrazení
- zpravidla určují nadmořskou výšku ve vztahu ke zvolené srovnávací hladině nebo k danému referenčnímu bodu – mořskému vodočtu

Výškový systém baltský - po vyrovnání (Bpv)

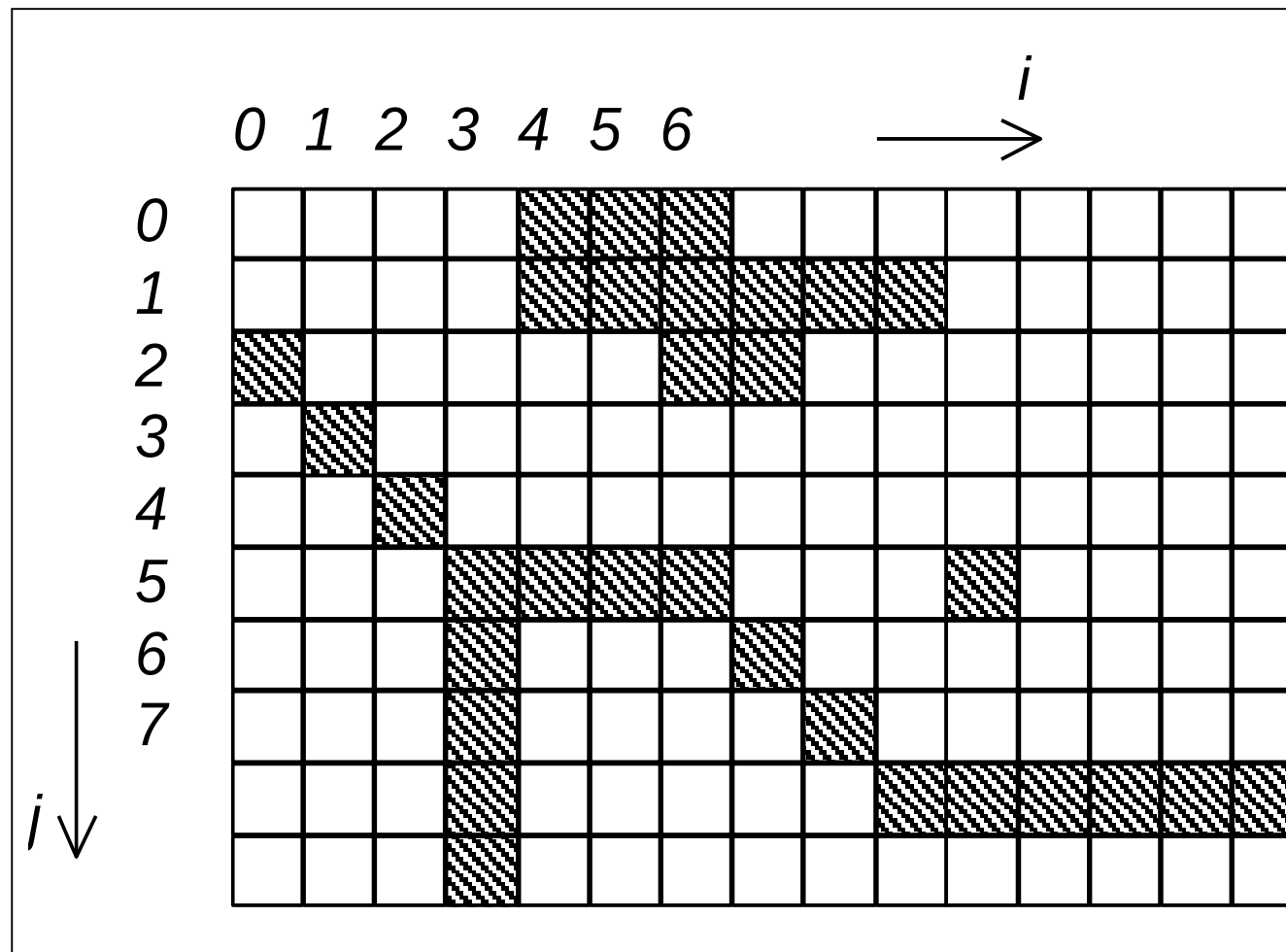
- výchozí bod systému Bpv = mořský vodočet v Kronštadtu
- systém je dále definován souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí
- využíván od roku 1957



Mořský vodočet v Kronštadtu
Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/>

Doplňující příklady běžně využívaných s. s. pro určování horizontální polohy

Diskrétní souřadnicový systém v rovině



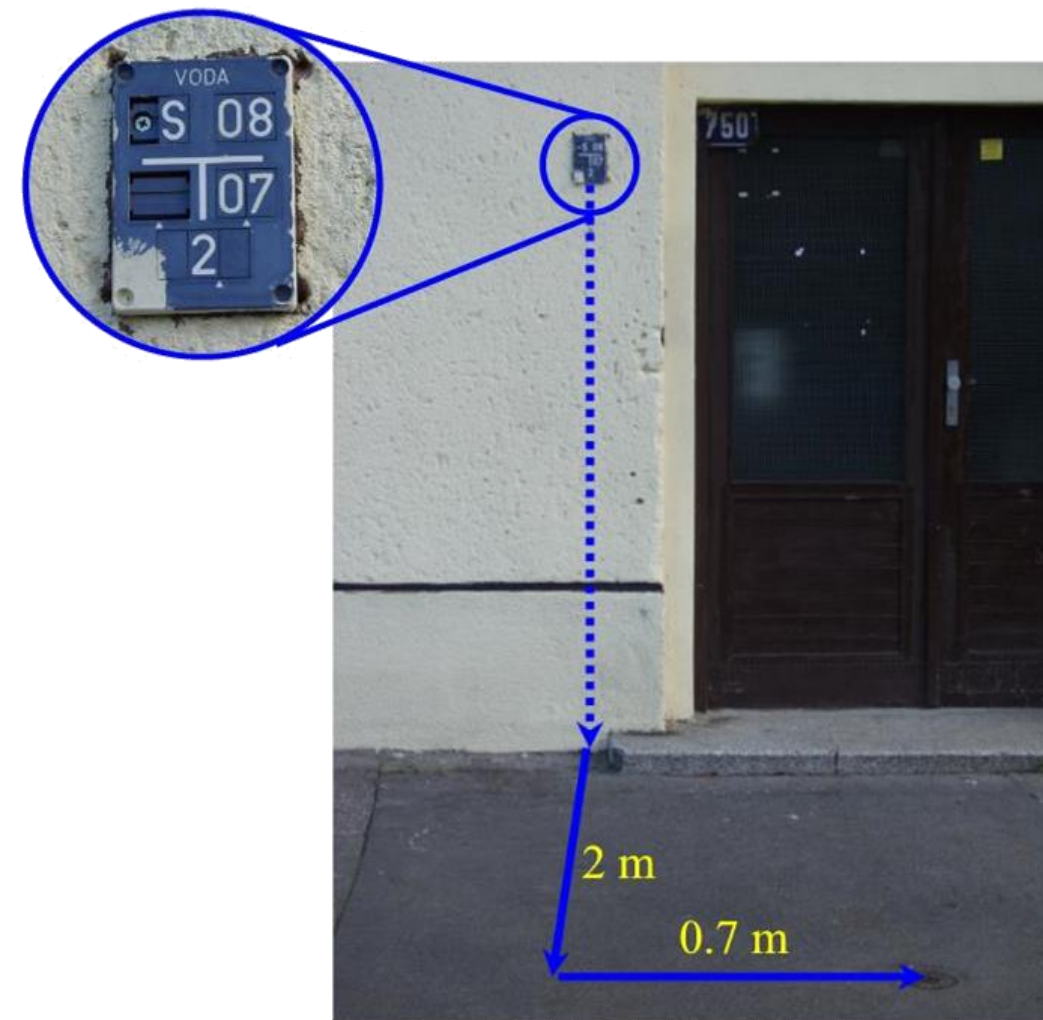
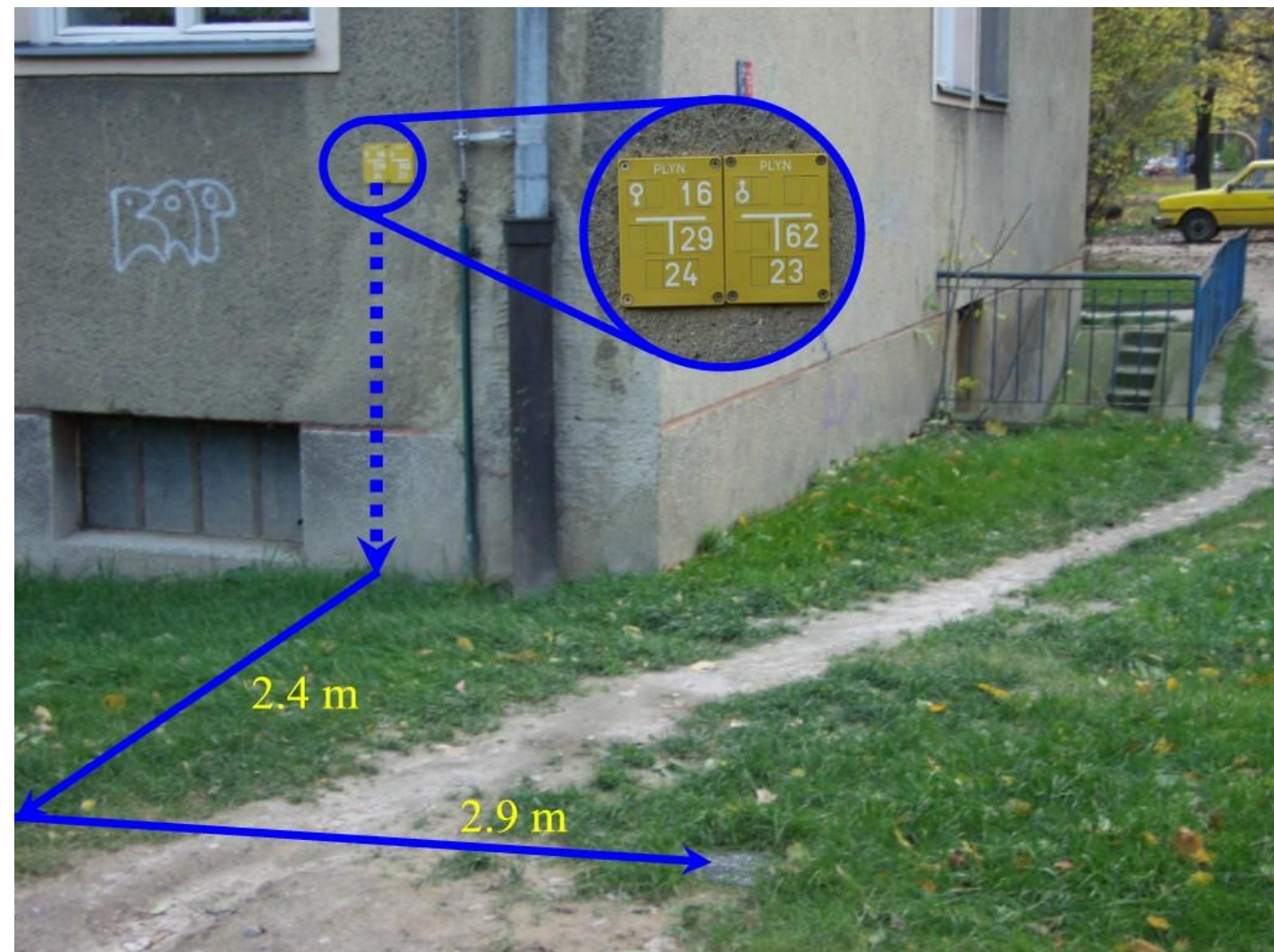
Lokální kontinuální souřadnicový systém

- vztahuje se k rovině
- náhodně zvolený počátek, směr a orientace os
- platí jen v omezeném areálu (podnik, stavba, zastávka MHD apod.)
- zpravidla bez vazby na globální systém
- výhodou je snadné použití
- nevýhodou problematická vazba na globální systém

- určování relativní polohy
- podél linie (řeka, dálnice, silnice, železnice)
- od zvoleného počátku (začátek dálnice, křižovatka silnic apod.)
- problematická pravidelná aktualizace údajů o poloze geoprvků
- problém s generalizací digitální reprezentace linií



Souřadnicové systémy správců inženýrských sítí



Nepřímé určování polohy

Geokód je kód používaný pro nepřímé určování polohy.

Příklady: **adresa**, název zastávky, státu, obce, řeky, ...

- bodové
- liniové
- plošné

I pro určování vertikální polohy.

- v prostoru reprezentovány bodovými geoprvky
- mohou být:
 - nepravidelné – v prostoru reprezentovány náhodně rozmístěnými bodovými geoprvky (adresy, zastávky apod.)
 - pravidelné – většinou umělé systémy tvořené pravidelnou sítí bodů

- v prostoru reprezentovány liniovými geoprvky
- mohou být:
 - nepravidelné (uliční síť, říční síť, silniční síť apod.)

Plošné geokódy

- v prostoru reprezentovány plošnými geoprvky
- mohou být:
 - nepravidelné (zóny dopravního systému, jednotky územně správního členění apod.)
 - pravidelné – zpravidla opět umělé, tvořené nejčastěji pravidelnou sítí čtverců

- Systém pro určení horizontální polohy libovolného místa na Zemi (buňka 3x3 m) s využitím kombinace tří slov
- ///umlít.rajská.boudy určení polohy budovy rektorátu VŠB-TUO
- <https://what3words.com/uml%C3%ADt.rajsk%C3%A1.boudy>
- Obdobný systém vytvořený společností Google:
- Open Location Code (OCL), další název = Plus Codes
- <https://maps.google.com/pluscodes/>
- Poloha určená kombinací alfanumerických znaků

Doporučené zdroje

- <https://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/body.htm>
- <https://www.axismaps.com/guide/map-projections>
- [Video: Terrestrial Reference Frames - Connecting the World through Geodesy](#)

Děkuji za pozornost

Michal Kačmařík

michal.kacmarik@vsb.cz

www.vsb.cz