

Geografické informační systémy

GIS

Tomáš Vaníček

Stavební fakulta ČVUT

Thákurova 7, Praha Dejvice

vanicek@fsv.cvut.cz

<http://kix.fsv.cvut.cz/~vanicek>

Digitální mapy

- Rastrové obrázky (například www.mapy.cz)
- Vektorové obrázky
- Geografické databáze

Vektorová geografická data

Vrstva (hladina, coverage, layer)

Typy geografických dat

- Data polohová
- Data popisná
- Data topologická

Geometrické typy objektů

- Body
- Linie (lomené čáry)
- Plochy (polygony)
- (3D tělesa)
- ...

Měřítko mapy

- Měřítko analogové mapy
- Měřítko digitální mapy

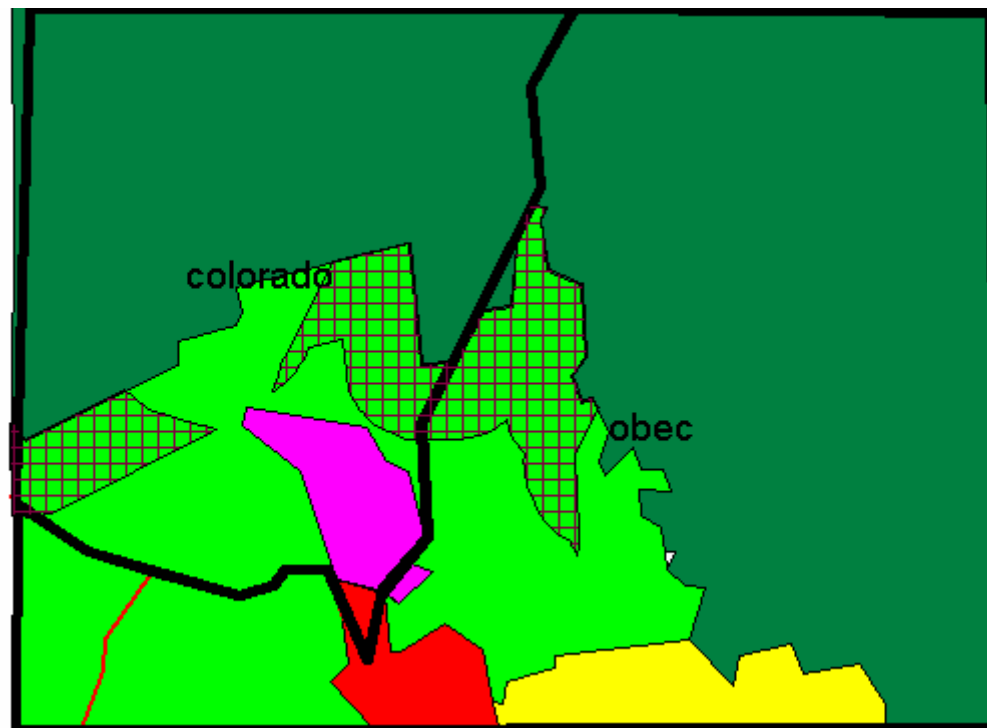
Manipulace s geografickými daty

- Získávání dat
- Ukládání dat
- Zobrazování dat
- Analýzy dat

Související obory

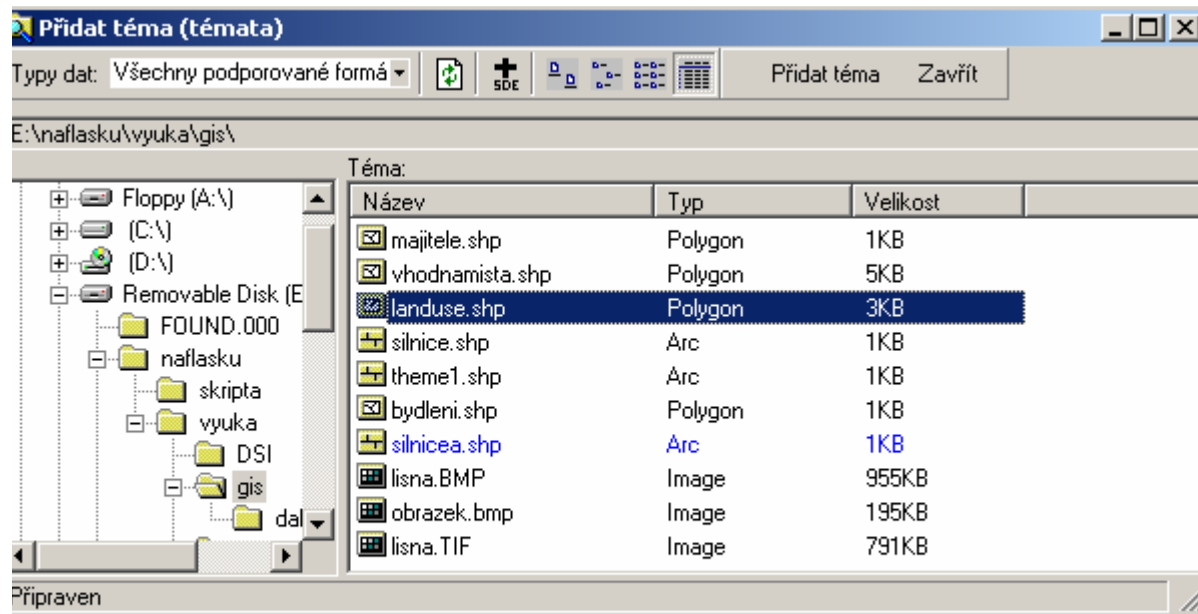
- (obecné) informační systémy
- (obecná) počítačová grafika
- Geodezie
- Dálkový průzkum Země
- Navigace
- Digitální modelování terénu

Vytvoření mapové kompozice





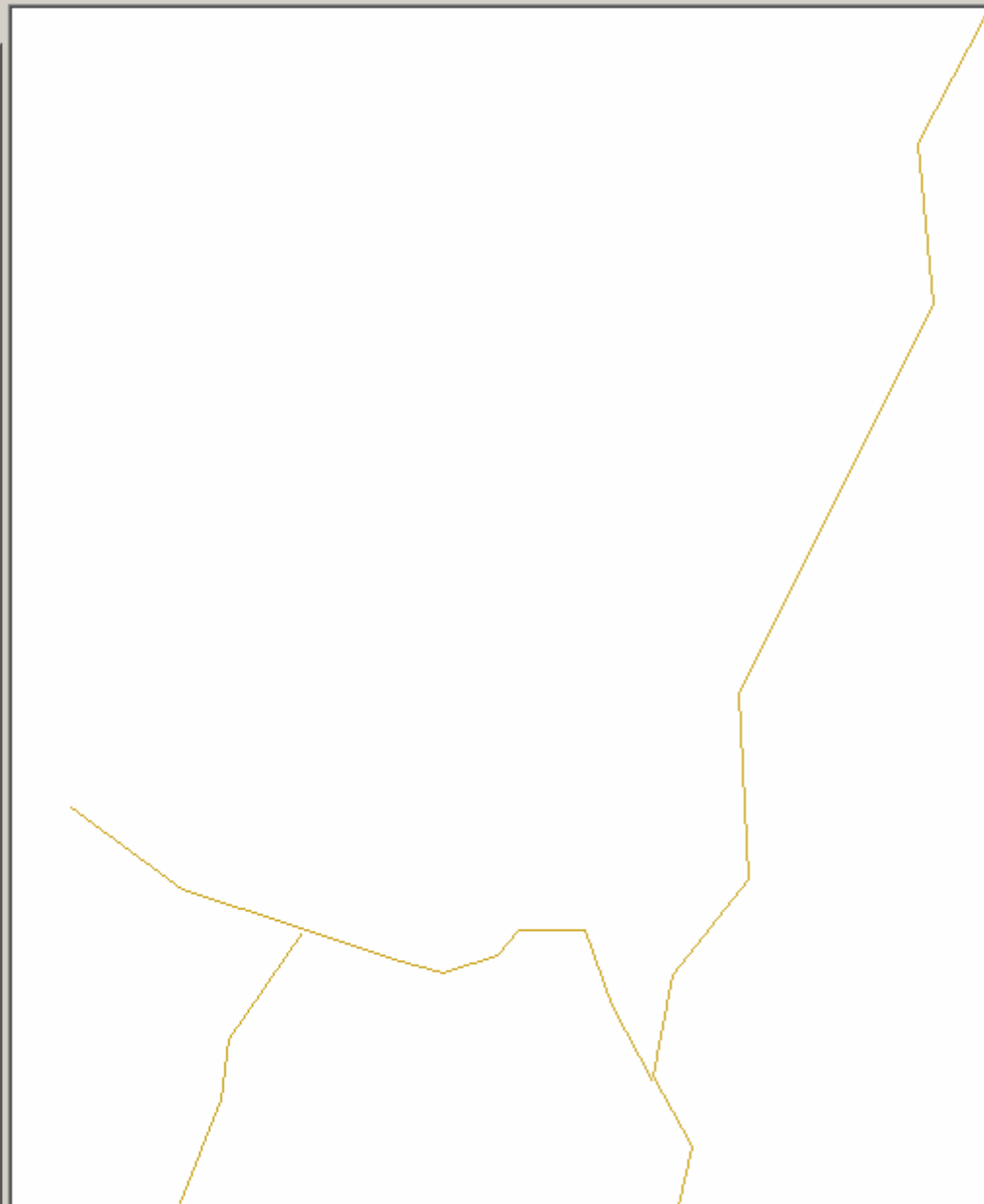
álí | www |





ál ní | www |

SILNICE





ál ní | WWW |

SILNICE

/

Charakteristiky tématu

Barva

Základní barvy:

Vlastní barvy:

Definovat vlastní barvy >>

OK

Storno

Barva:

Styl: Solid line

Post: 3

OK

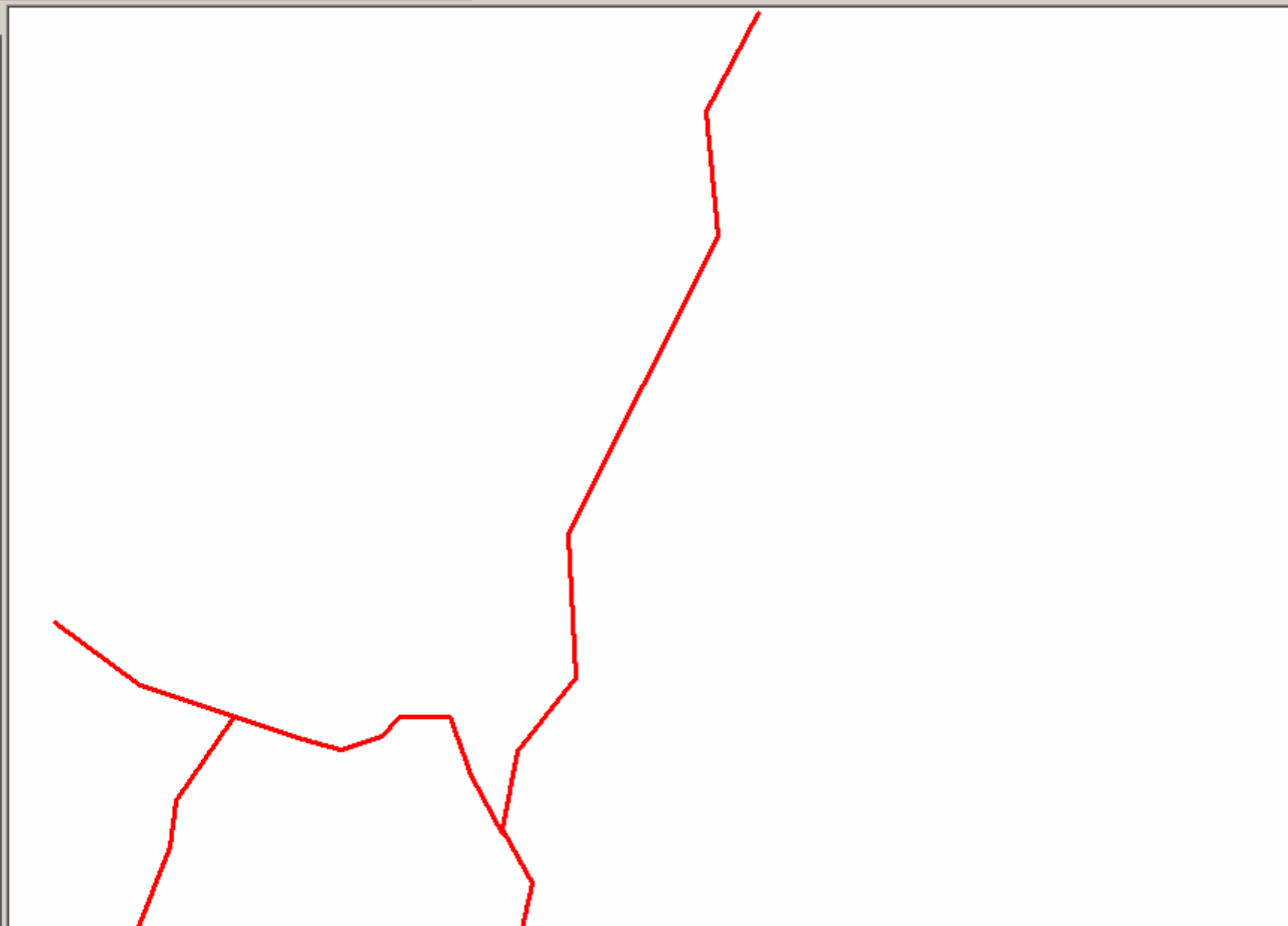
Zrušit

Použít



álí | www |

SILNICE



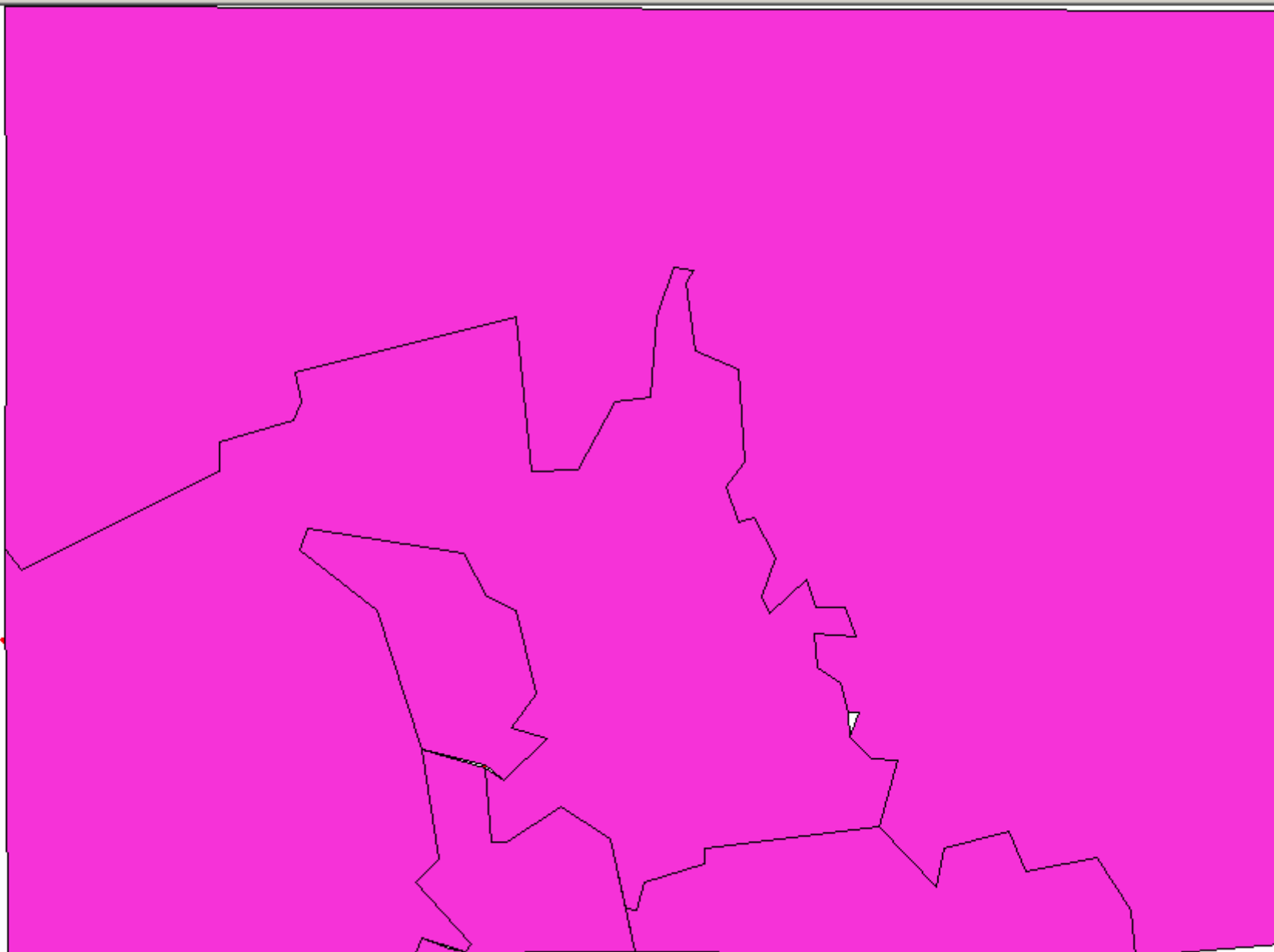


álň | WWW

LANDUSE1



SILNICE



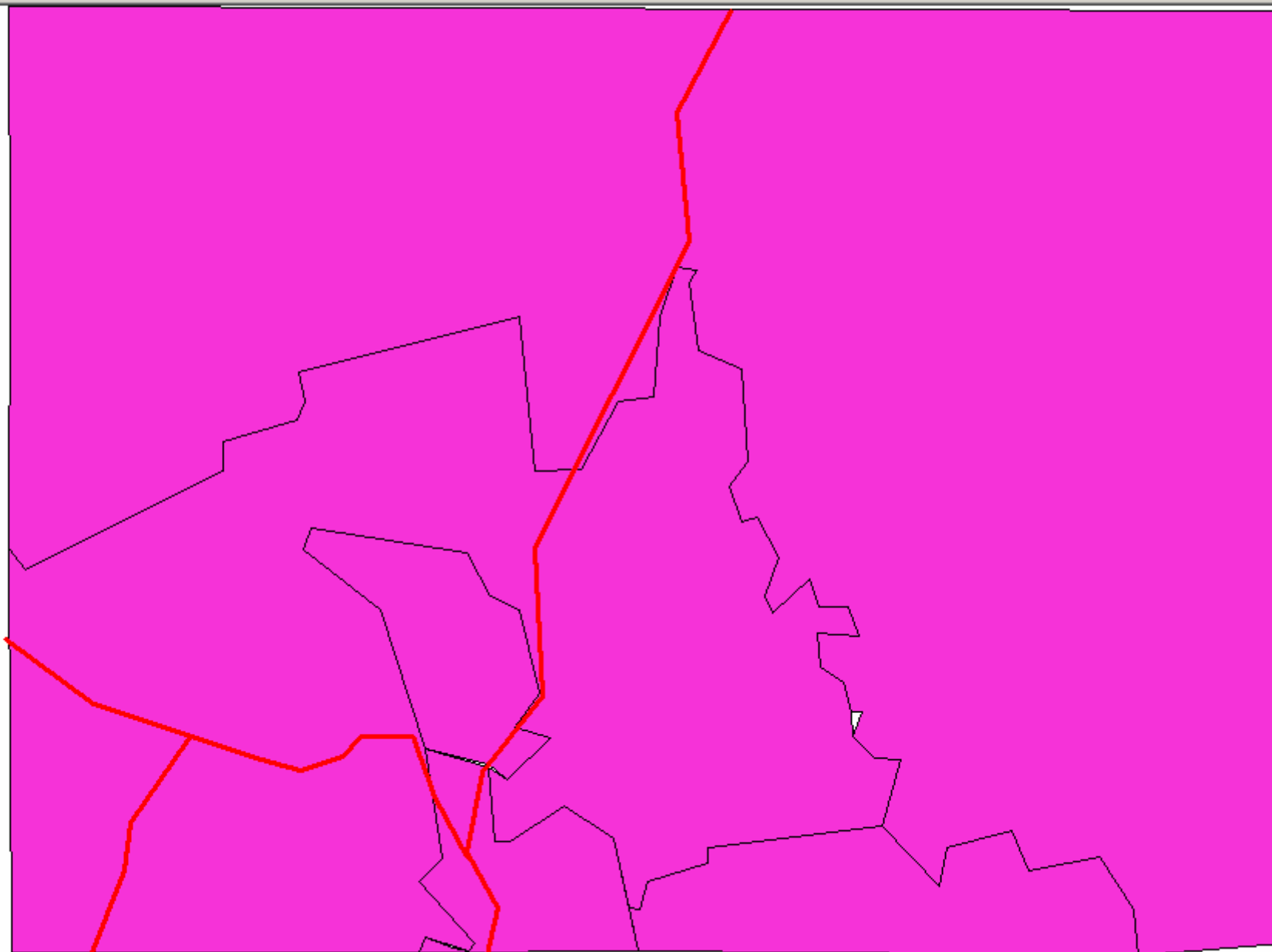


álí | www |

SILNICE



LANDUSE1





ál ní | WWW |

SILNICE



LANDUSE1



Charakteristiky tématu

Název tématu

landuse1

Typ klasifikace

☐ Jediný symbol
 ☒ Specifická hodnota
 ☐ Třídy
 ☐ Standardní popisy
 ☐ Popisy bez překryvů

Klasifikace Specifická hodnota zobrazí každou jedinečnou hodnotu nalezenou ve vybraném poli jiným symbolem.

Diskrétní hodnoty a symboly:

LANDUSE1 (typ)

bydlení

farma

les

louka

pole

Pole

typ

☐ Odstranit hranici?

OK

Zrušit

Použít



ál ní WWW

SILNICE

LANDUSE1



Charakteristiky tématu

Název tématu landuse1

Typ klasifikace

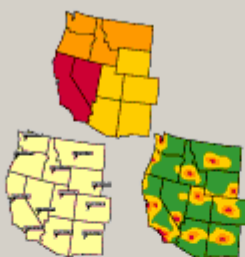
- ☐ Jediný symbol
- ☒ Specifická hodnota
- ☐ Třídy
- ☐ Standardní popisy
- ☐ Popisy bez překryvů

Klasifikace
nalezenou

Diskrétní

LANDUSE1

- hranice
- les
- louka
- pole



Vlastnosti symbolu

Zvolte charakteristiky symbolu.

Barva:

Styl: Solid fill

Velikost: 0

Barva obrysu:

OK

Zrušit

☐ Odstranit hranici?

OK

Zrušit

Použít



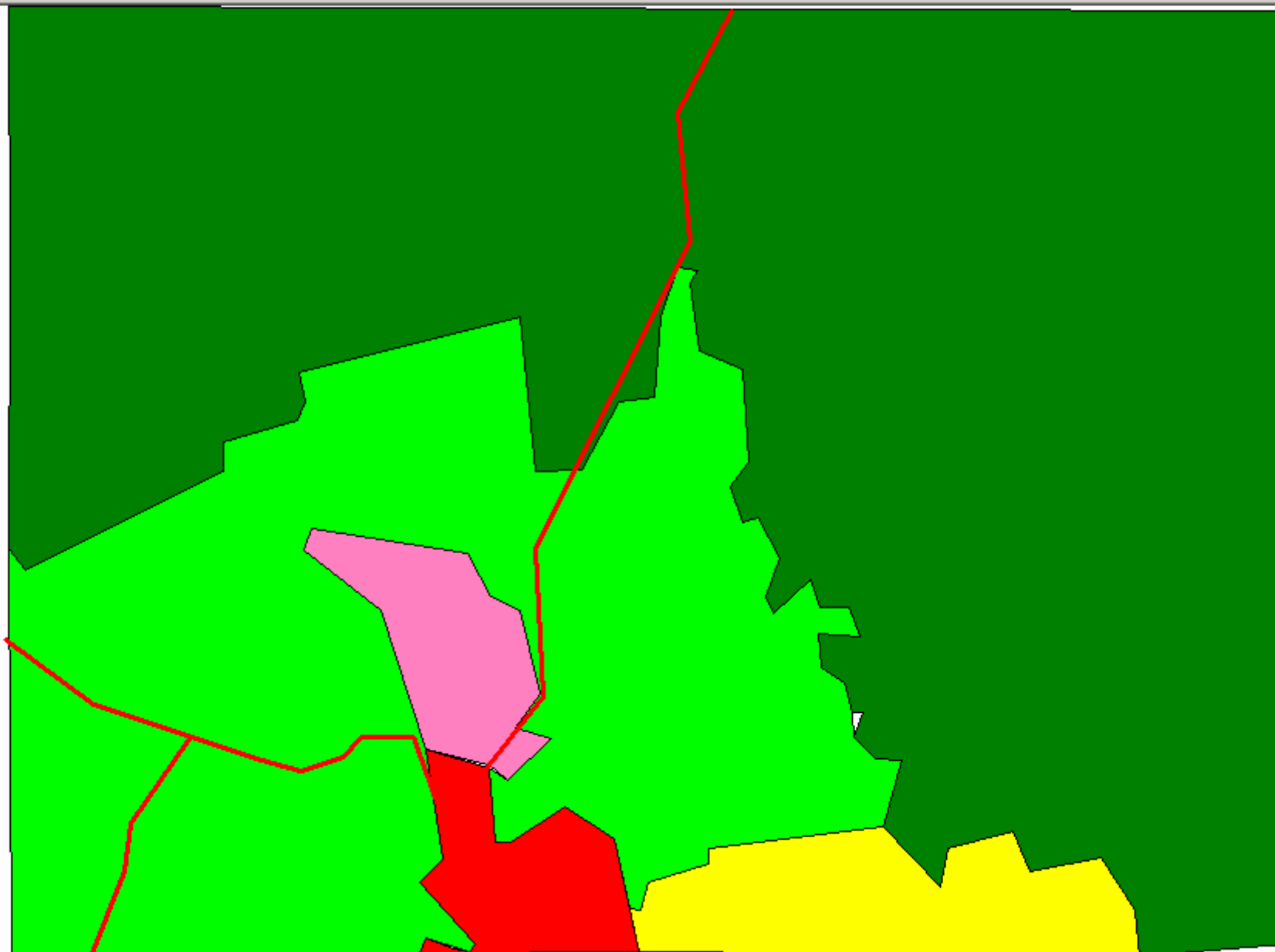
álí | www |

SILNICE



LANDUSE1 (typ)

- bydlení
- farma
- les
- louka
- pole





ál ní WWW

MAJITELE



SILNICE



LANDUSE1 (typ)



bydlení
farma
les
louka
pole

Charakteristiky tématu

Název tématu majitele

Typ klasifikace

☒ Jediný symbol
☐ Specifická hodnota
☐ Třídy
☐ Standardní popisy
☐ Popisy bez překryvů

Klasifikace Jediný symbol zobrazí všechny prvky z tématu stejným symbolem.

Barva:

Styl: Transparent fill

Velikost: 5

Charakteristiky symbolu...

OK

Zrušit

Použít



álí | WWW

MAJITELE



SILNICE



LANDUSE1 (typ)

- bydlení
- farma
- les
- louka
- pole

Charakteristiky tématu

Název tématu

Typ klasifikace

- ☐ Jediný symbol
- ☐ Specifická hodnota
- ☐ Třídy
- ☒ Standardní popisy
- ☐ Popisy bez překryvů

Klasifikace Standardní popisy popíše prvky hodnotou vybraného pole

Pole pro popis:

Zarovnat vodorovně

Zarovnat svisle

Font:

Pole s odsazením X:

Pole s odsazením Y:

☒ Kreslit prvky
☐ Povolit duplicity
☒ Zaoblit text
☐ Otočit
☐ Rostáhnout

Úhel natočení



álí | www |

MAJITELE

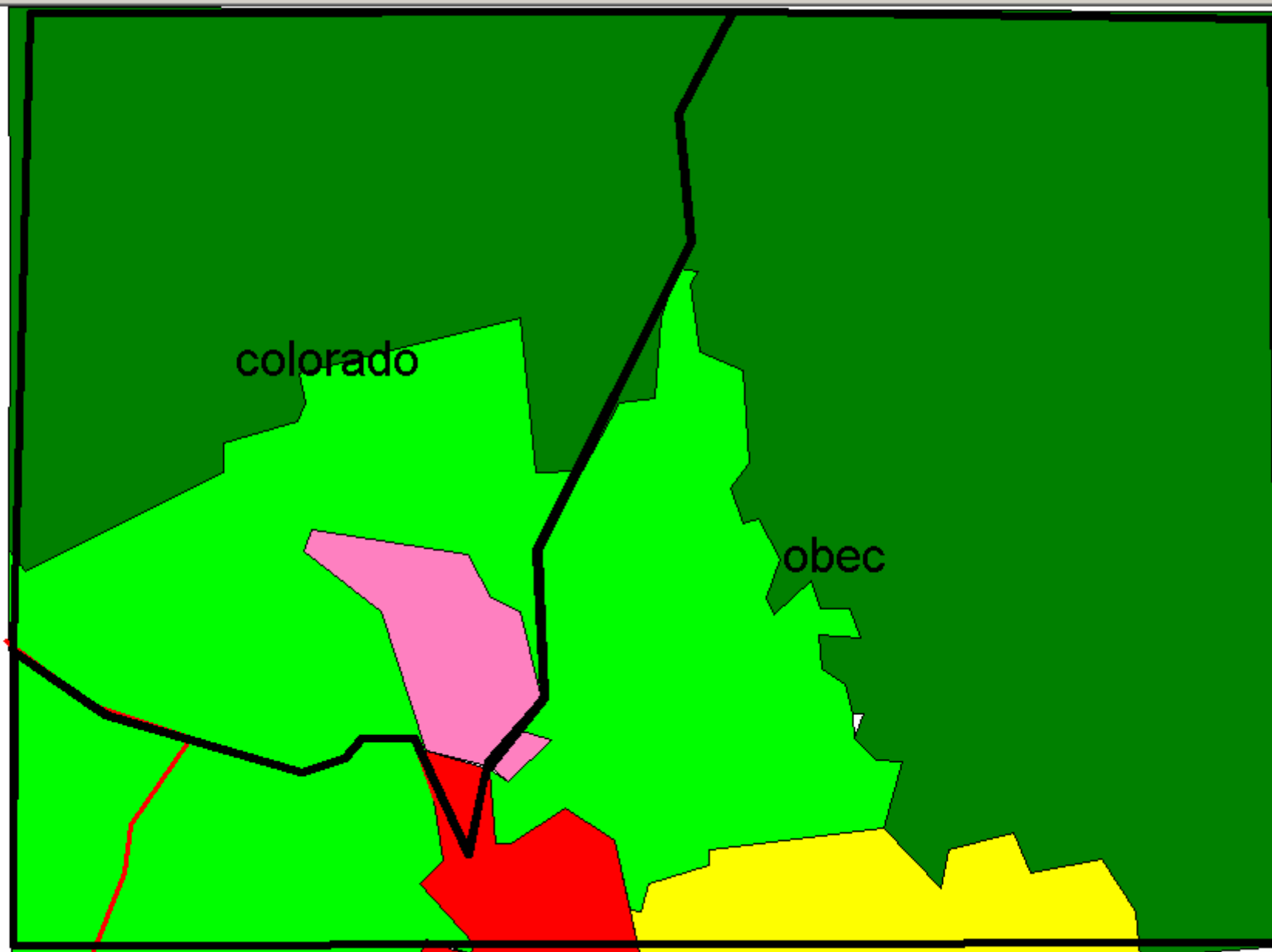


SILNICE



LANDUSE1 (typ)

- bydlení
- farma
- les
- louka
- pole





álí | WWW

VHODNAMISTA



MAJITELE



SILNICE



LANDUSE1 (typ)

- bydlení
- farma
- les
- louka
- pole

Charakteristiky tématu

Název tématu

vhodnamista

Typ klasifikace

☒ Jediný symbol
☐ Specifická hodnota
☐ Třídy
☐ Standardní popisy
☐ Popisy bez překryvů

Klasifikace

Jediný symbol zobrazí všechny prvky z tématu stejným symbolem.

Barva:

Styl:

Solid fill

Solid fill

Transparent fill

Horizontal fill

Vertical fill

Upward diagonal fill

Downward diagonal fill

Cross fill

Diagonal cross fill

Velikost:

OK

Zrušit

Použít



álí | www |

VHODNAMISTA



MAJITELE



SILNICE



LANDUSE1 (typ)



bydlení



farma



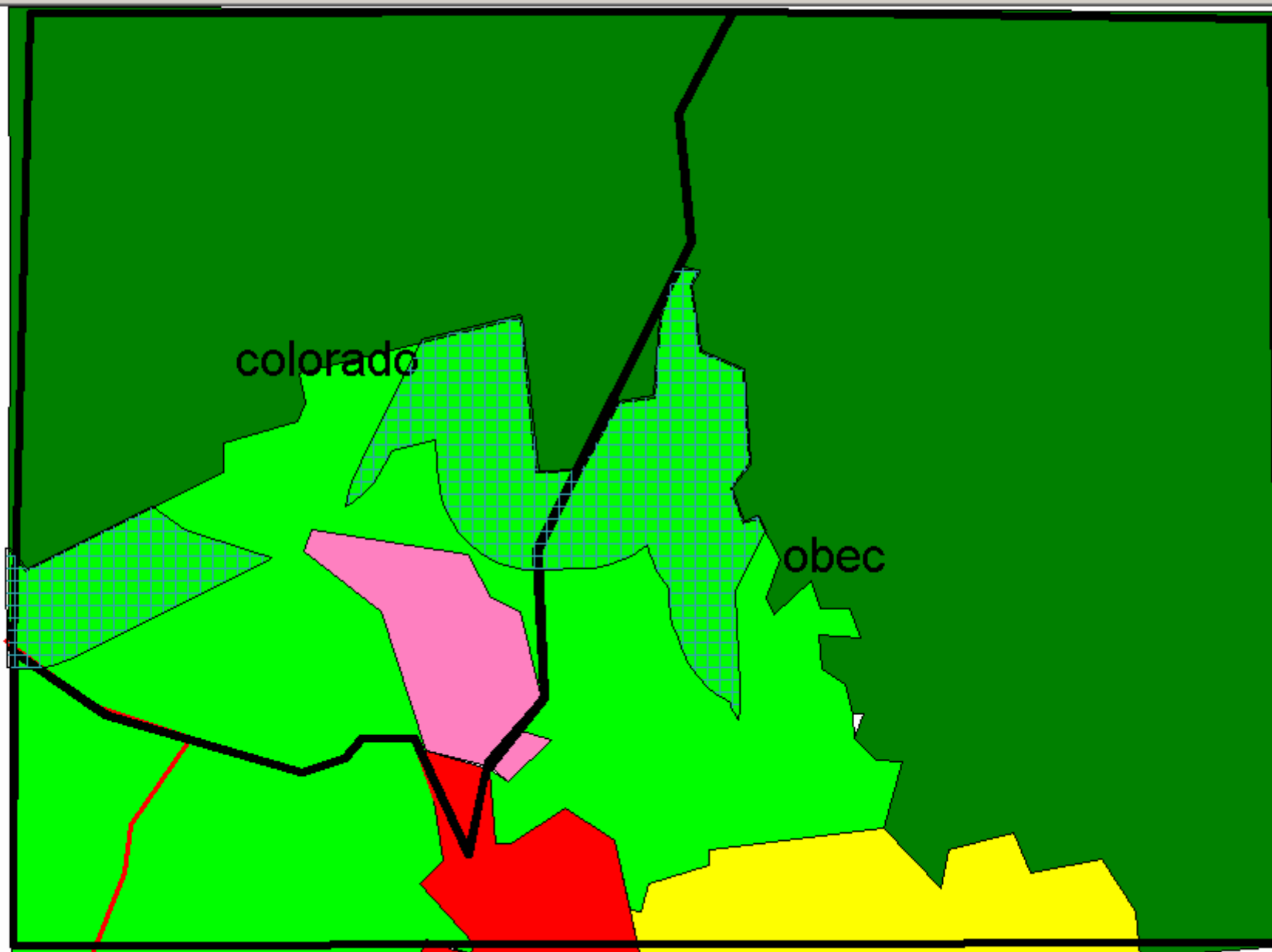
les



louka

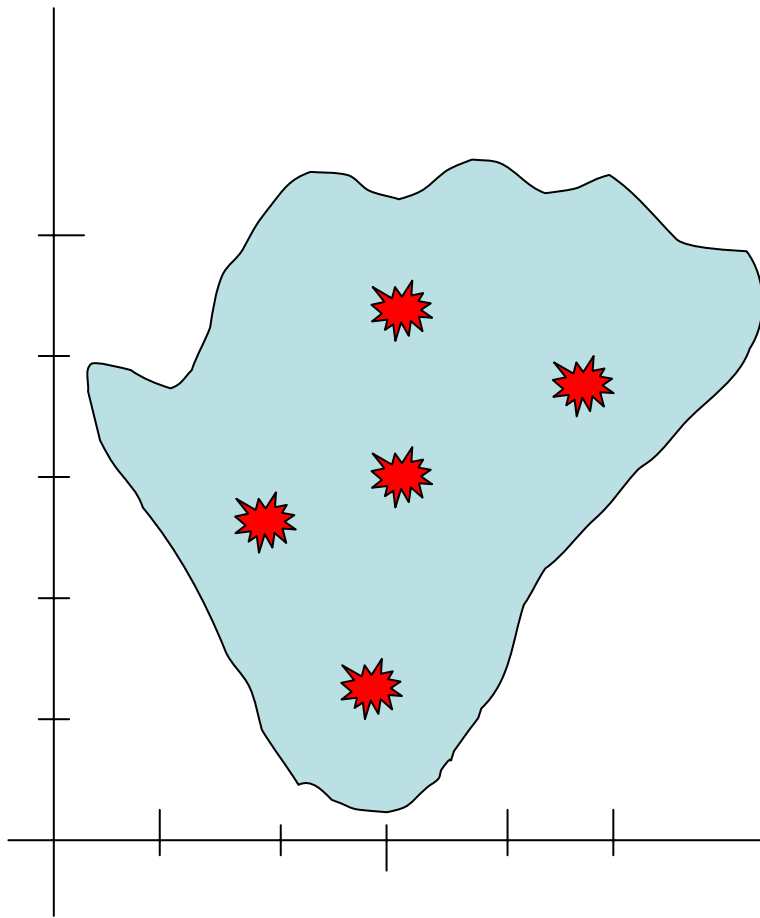


pole



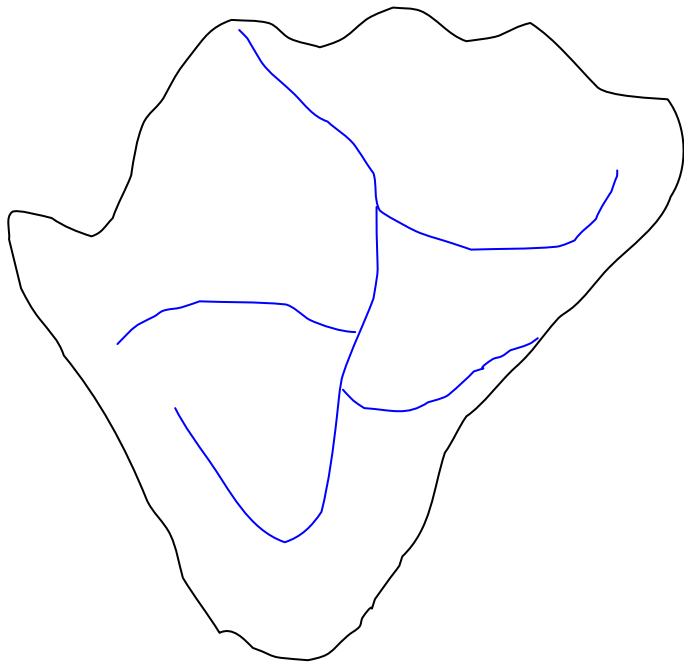
Datové struktury GIS

Bodová vrstva



Id	X	Y	Popis
1	1,8	2,8	Plzeň
2	2,8	1,1	ČB
3	3,1	3	Praha
4	3	4,1	Ústí
5	4,5	3,9	HK

Liniová vrstva



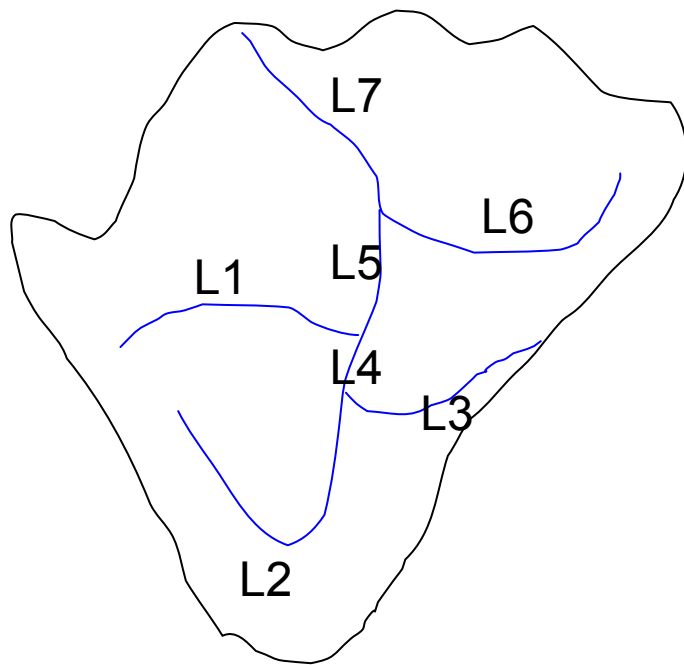
Co bude jedna položka
tabulky

- bude to jeden úsek linie

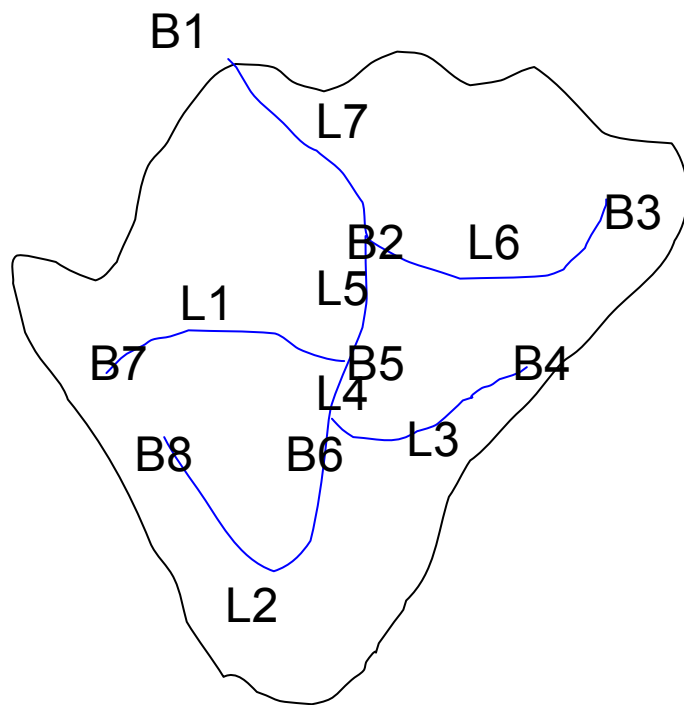
Linie budou orientované

Linie budou jen lomené čáry

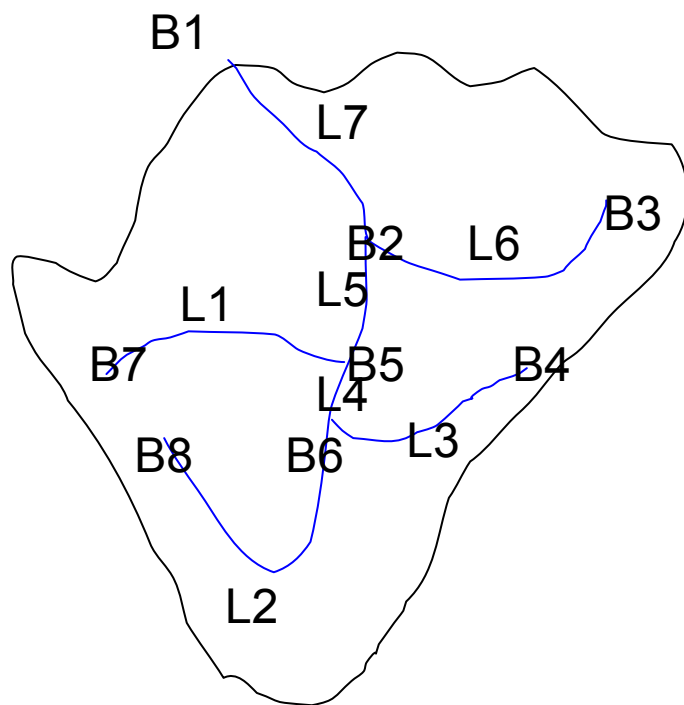
Liniová vrstva



Indukovaná bodová vrstva

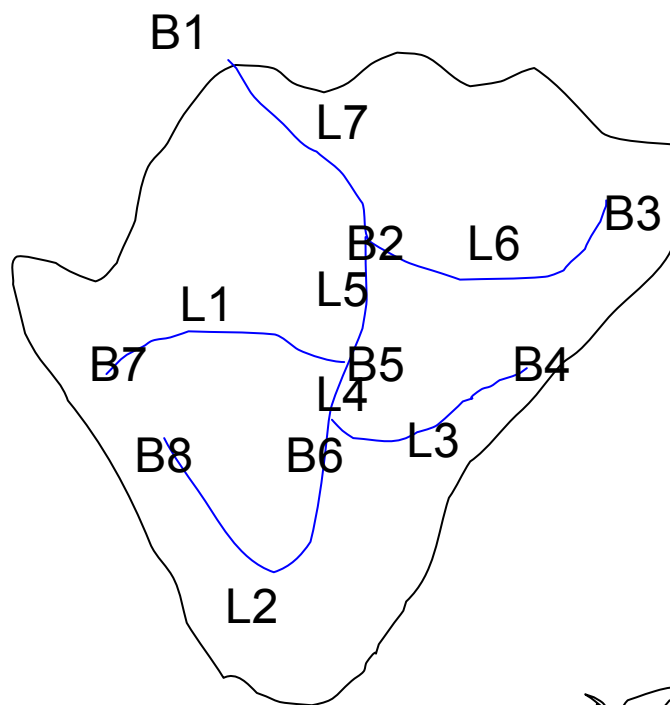


Tabulka bodové vrstvy



Id	X	Y	Popis
B1	...	...	Např
B2	...	...	Průtok
B3	...	...	
B4	...	...	
B5	...	...	
B6	...	...	
B7	...	...	
B8	...	...	

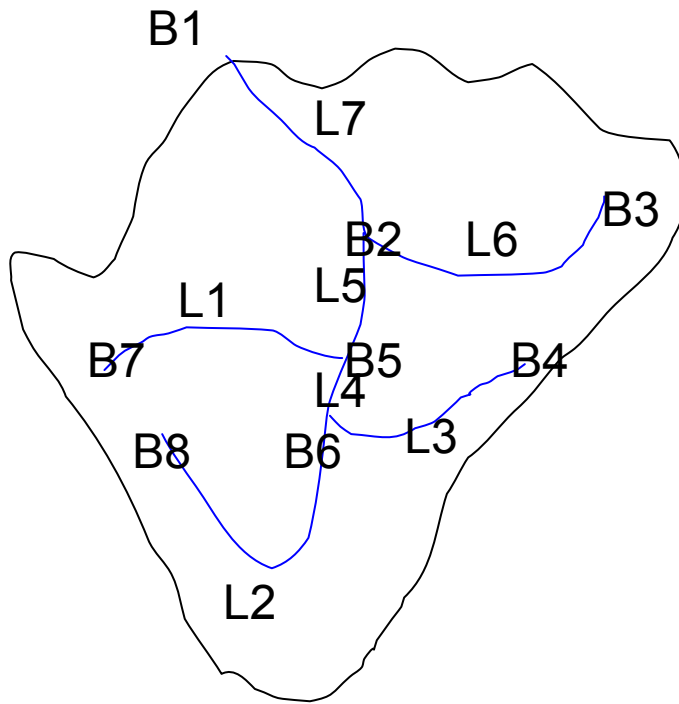
Tabulka liniové vrstvy



Id	Souř.	popis
L1		Berounka
L2		Vltava
L3		Sázava
L4		Vltava
L5		Vltava
L6		Labe
L7		Labe

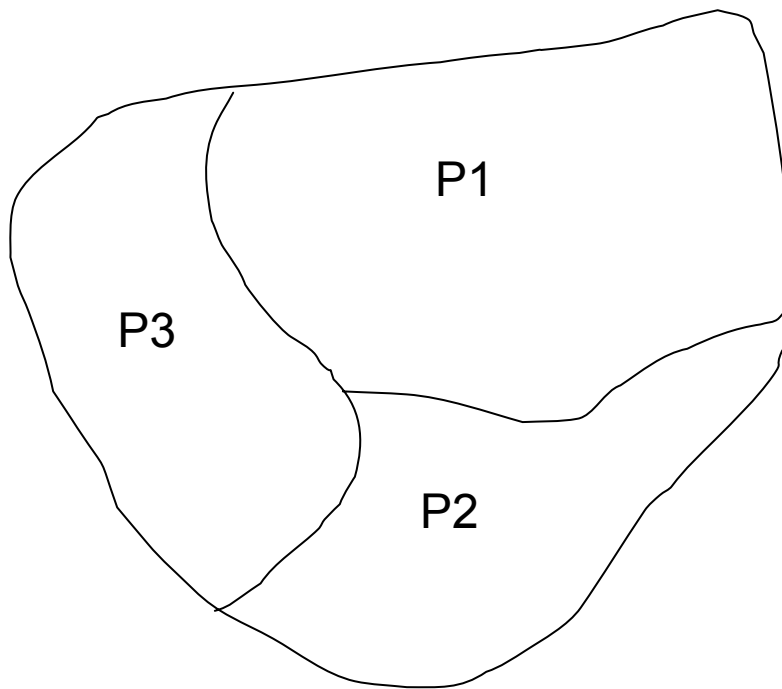
X1y1x2y2.....

A - N topologie

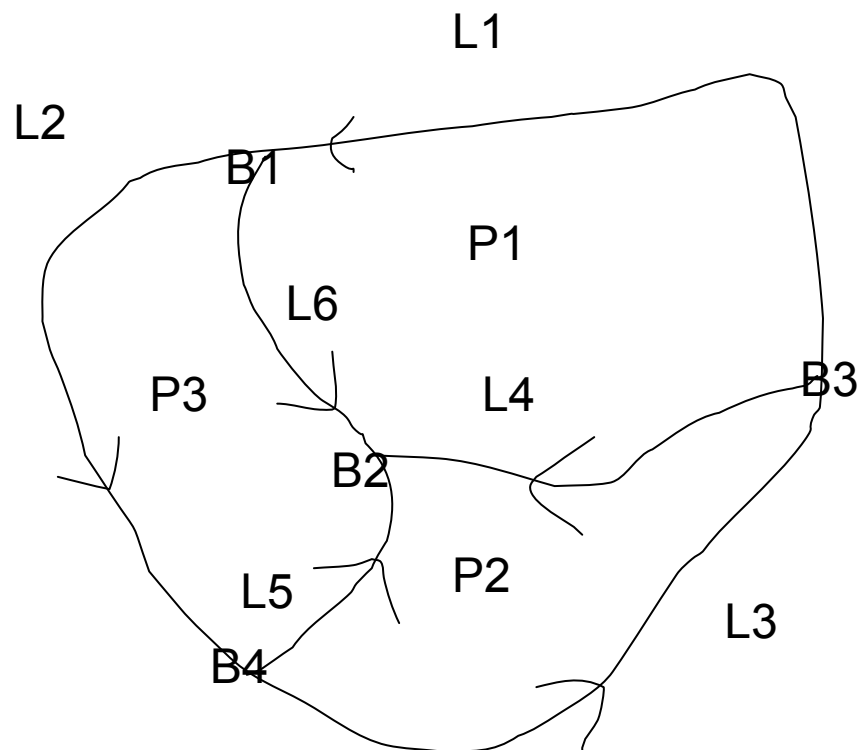


Id	Souř	Popis	PV	KV
L1			B7	B5
L2			B8	B6
L3			B4	B6
L4			B6	B5
L5			B5	B2
L6			B3	B2
L7			B2	B1

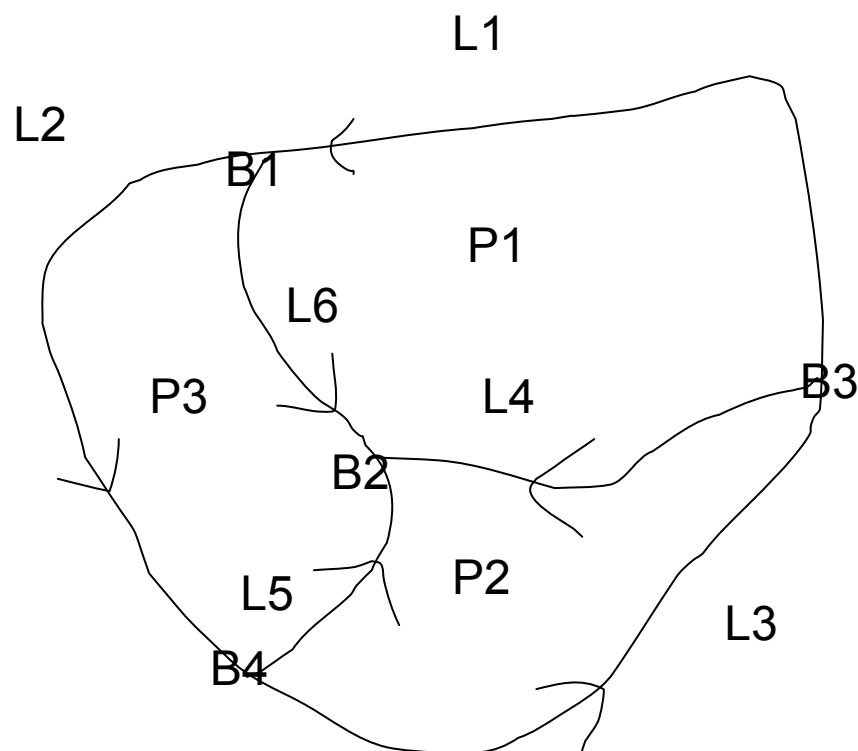
Polygonová vrstva



Indukovaná liniová a bodová vrstva

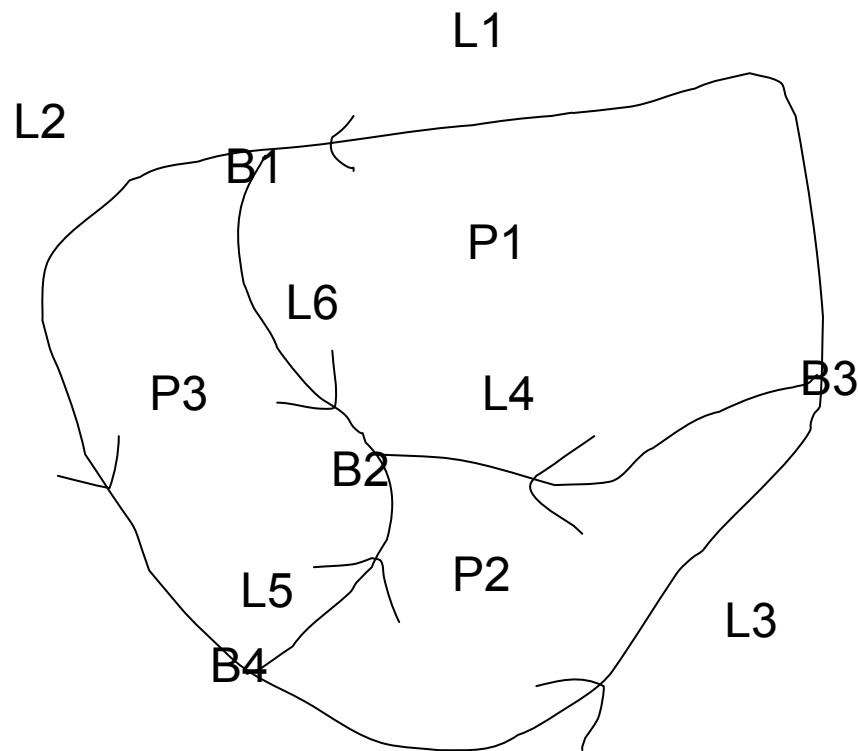


Tabulka bodové vrstvy



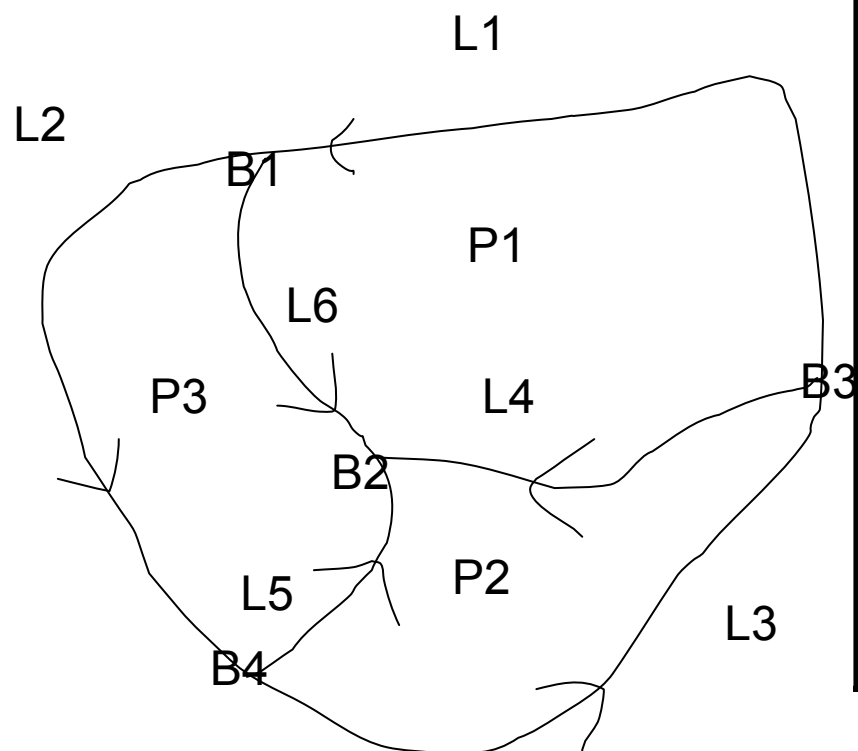
Id	X	Y	Popis
B1			
B2			
B3			
B4			

Tabulka liniové vrstvy s A-N topologií



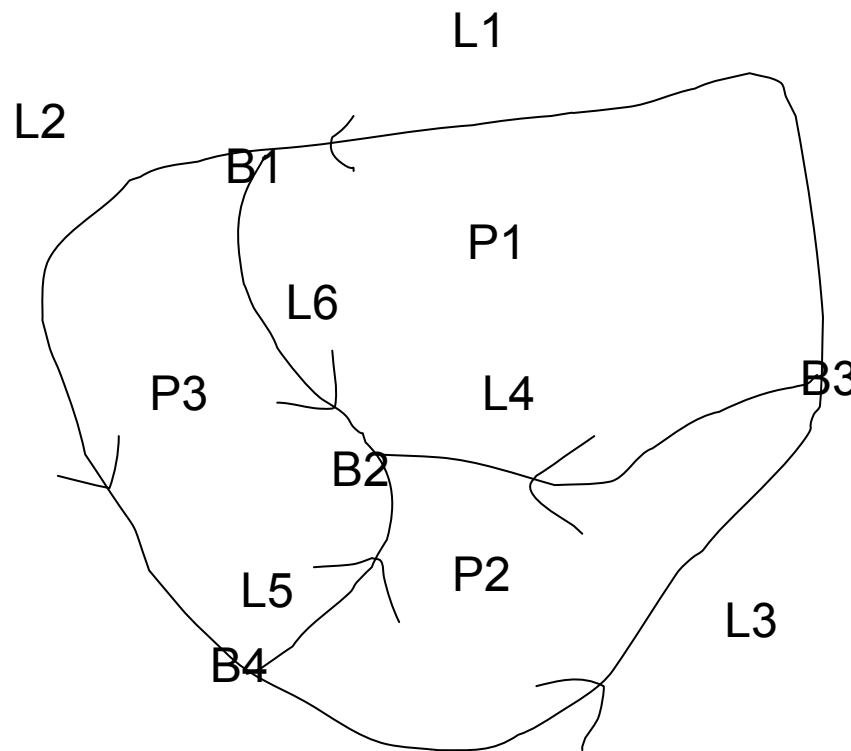
Id	sou	Pop	Pv	KV
L1			B3	B1
L2			B1	B4
L3			B4	B3
L4			B3	B2
L5			B4	B2
L6			B1	B2

Tabulka plošné vrstvy



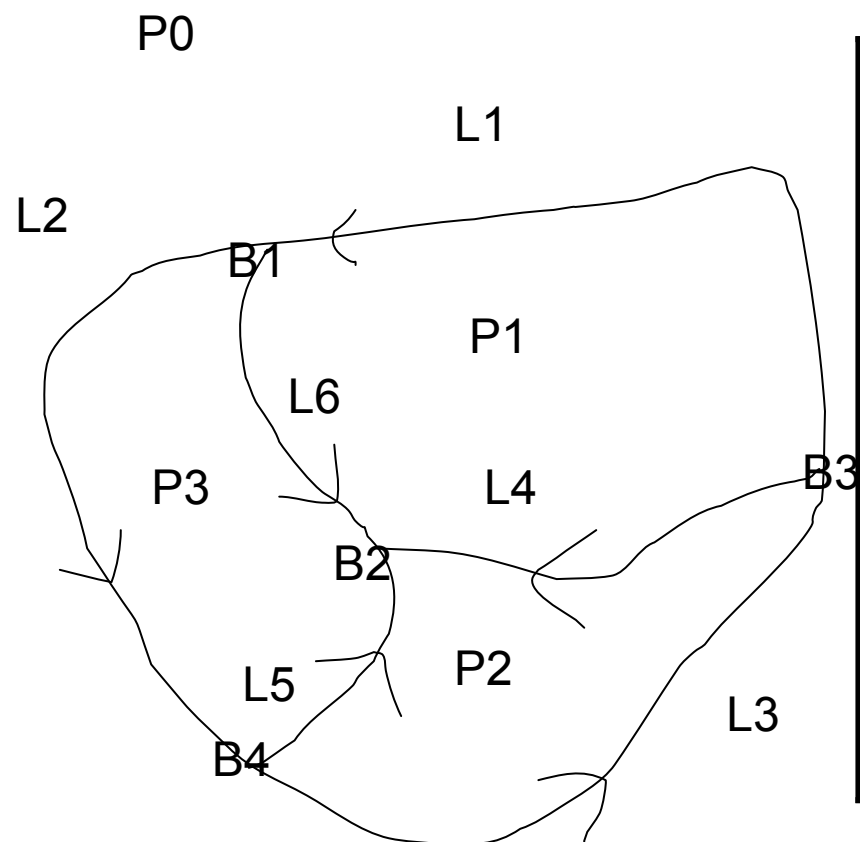
Id	Hranice	Popis
P1	L1 L6 – L4	Bla
P2	L5 –L4 –L3	Bla
P3	L5 –L6 L2	Blabla

P-A topologie



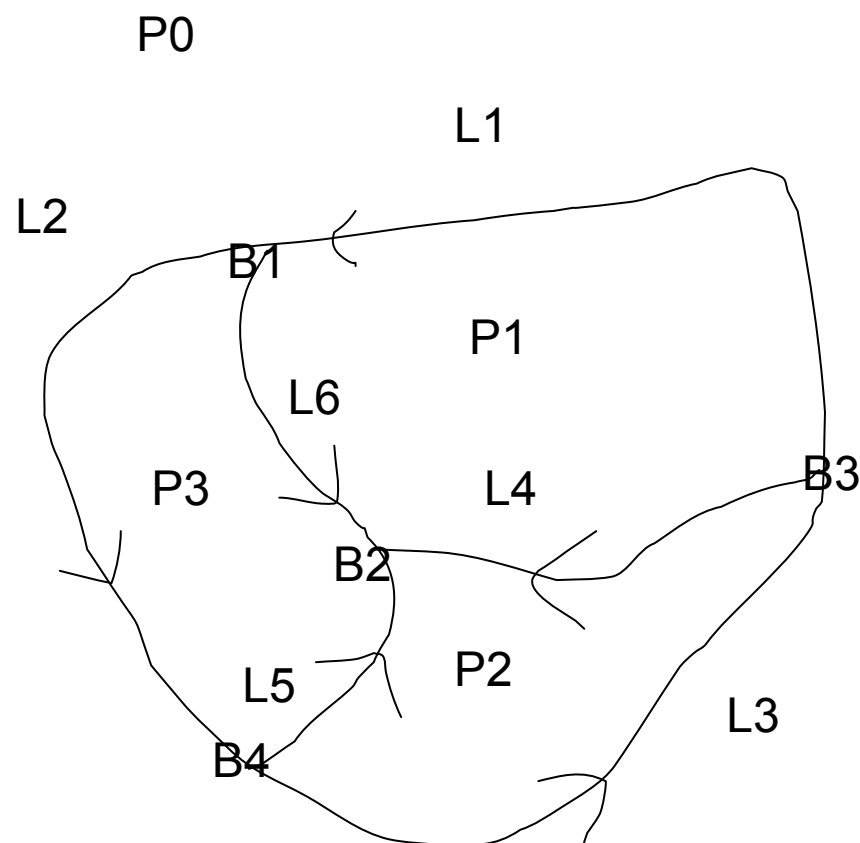
Id	S	P	PV	KV	LP	PP
L1			B3	B1	P1	
L2			B1	B4	P3	
L3			B4	B3	P2	
L4			B3	B2	P2	P1
L5			B4	B2	P3	P2
L6			B1	B2	P1	P3

Vnější plocha P0



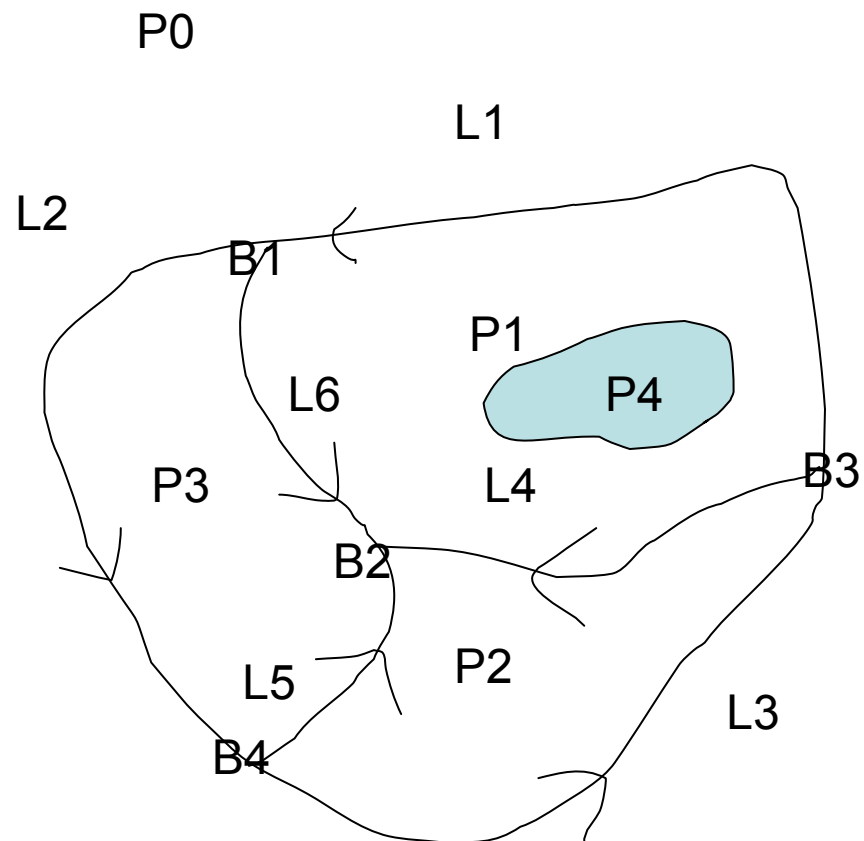
Id	S	P	PV	KV	LP	PP
L1			B3	B1	P1	P0
L2			B1	B4	P3	P0
L3			B4	B3	P2	P0
L4			B3	B2	P2	P1
L5			B4	B2	P3	P2
L6			B1	B2	P1	P3

Vnější plocha P0

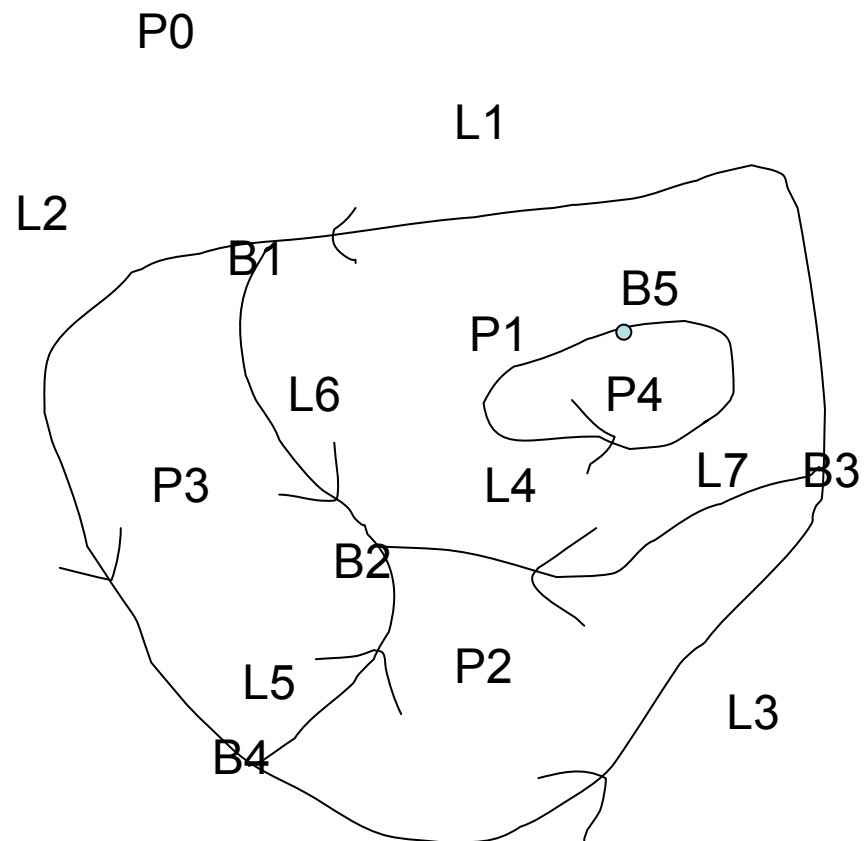


Id	Hranice	Popis
P1	L1 L6 -L4	Bla
P2	L5 -L4 -L3	Bla
P3	L5 -L6 L2	Blabla
P0	L1 L2 L3	

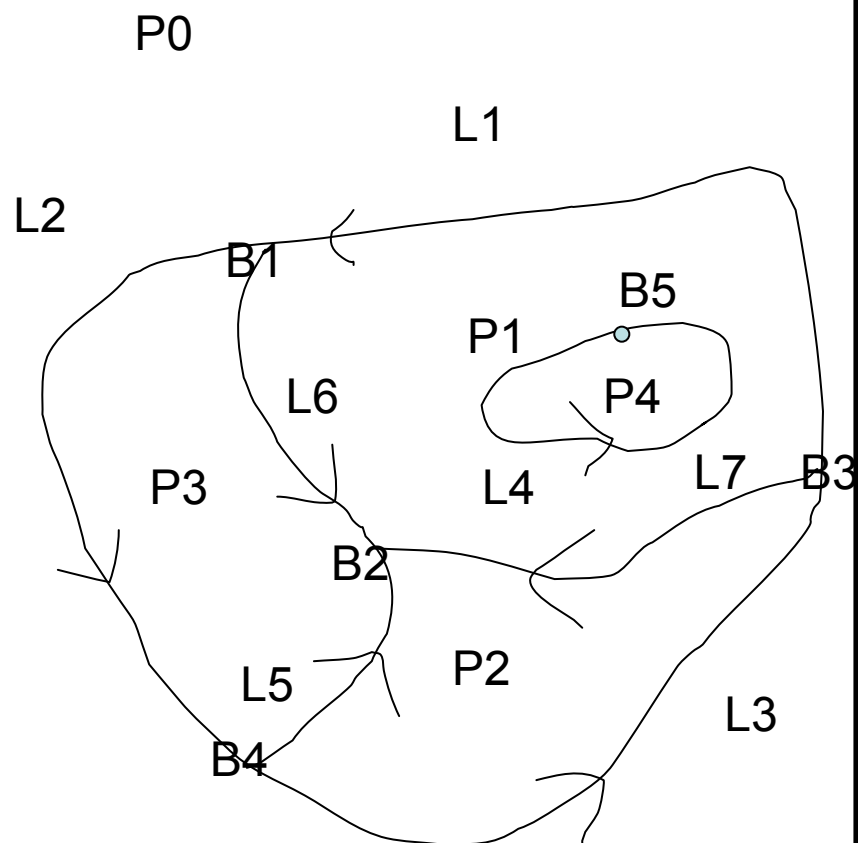
Uzavřená plocha



Uzavřená plocha

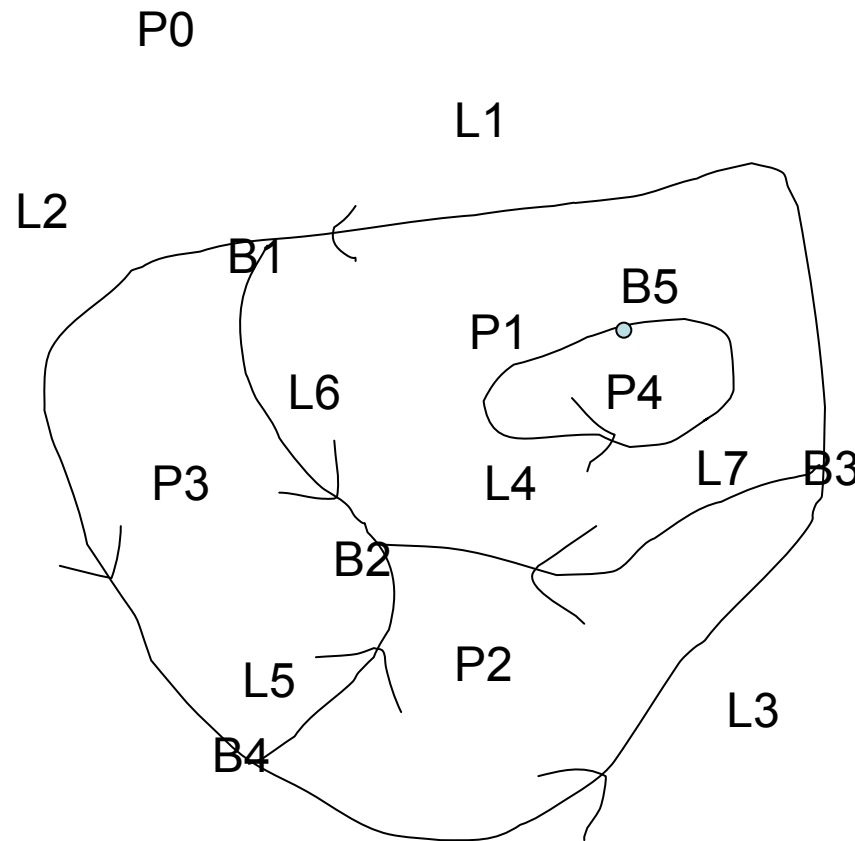


Uzavřená plocha



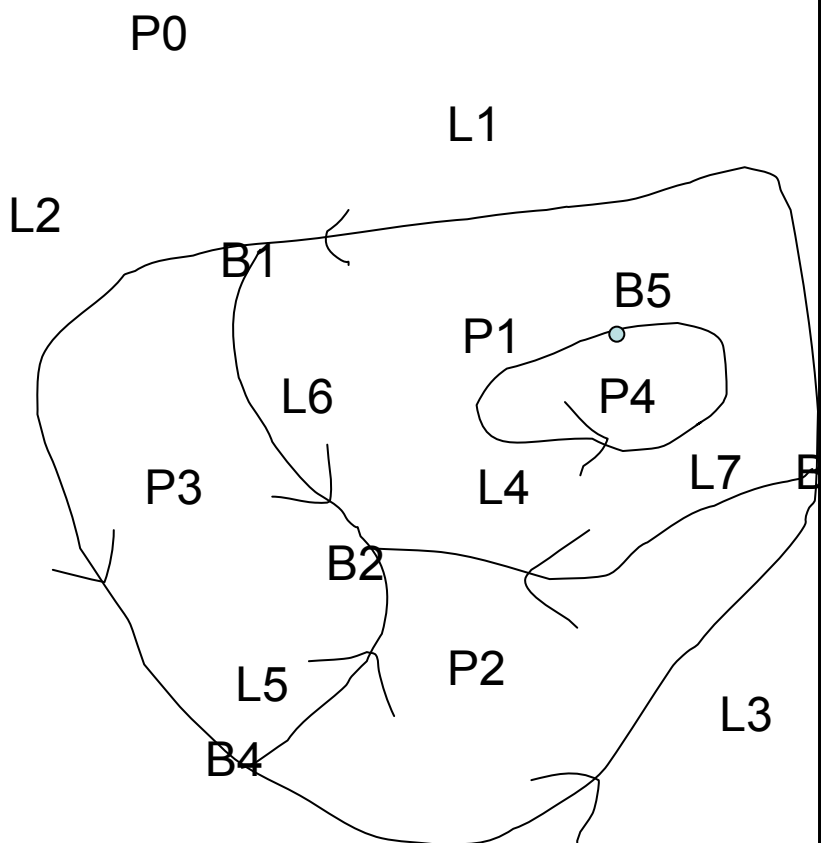
Id	X	Y	Popis
B1			
B2			
B3			
B4			
B5			

Uzavřená plocha



Id	S	P	PV	KV	LP	PP
L1			B3	B1	P1	P0
L2			B1	B4	P3	P0
L3			B4	B3	P2	P0
L4			B3	B2	P2	P1
L5			B4	B2	P3	P2
L6			B1	B2	P1	P3
L7			B5	B5	P4	P1

Uzavřená plocha



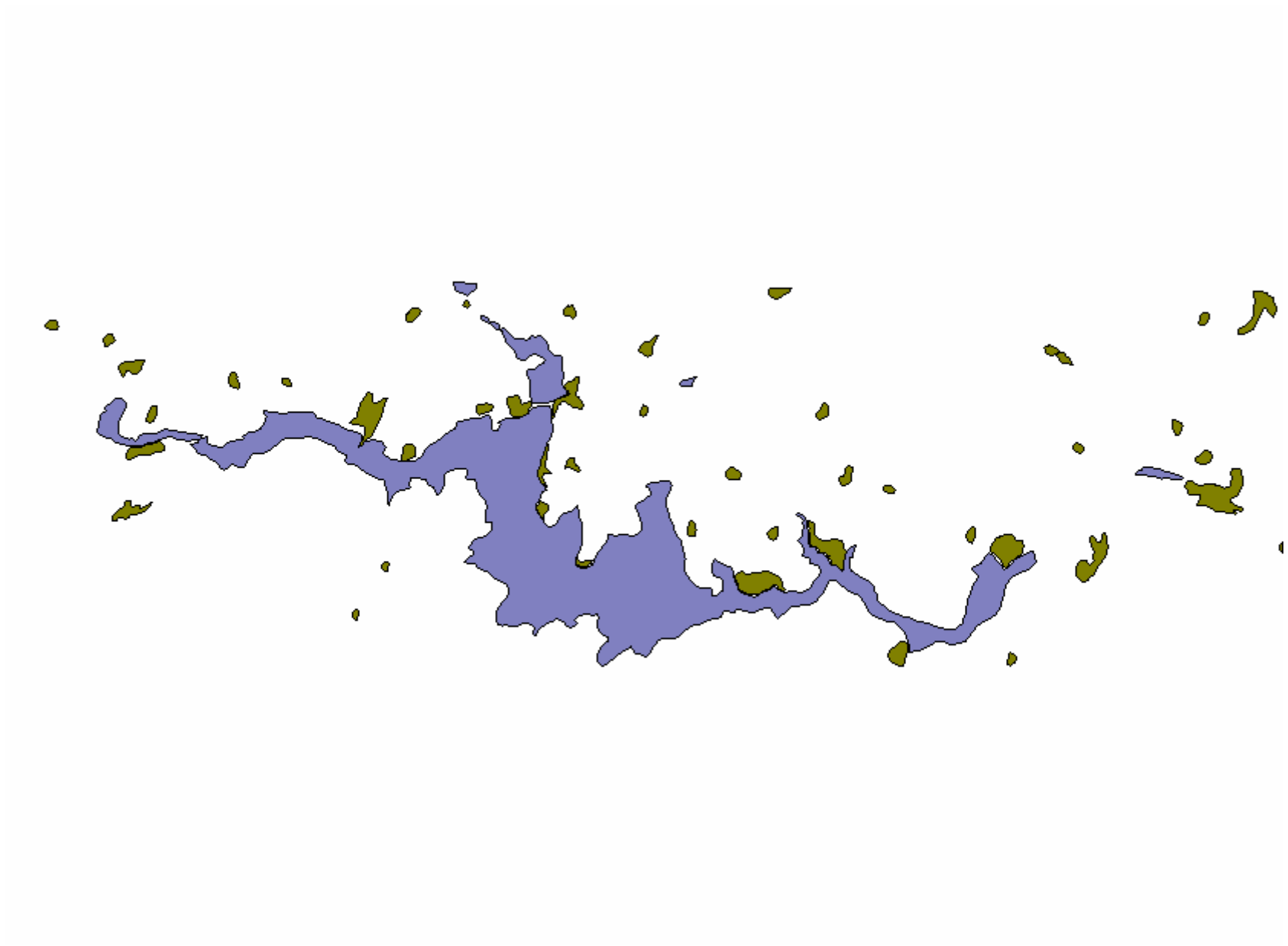
Id	Hranice	Popis
P1	L1 L6 – L4 / L7	Bla
P2	L5 –L4 –L3	Bla
P3	L5 –L6 L2	Blabla
P4	L7	
P0	L1 L2 L3	

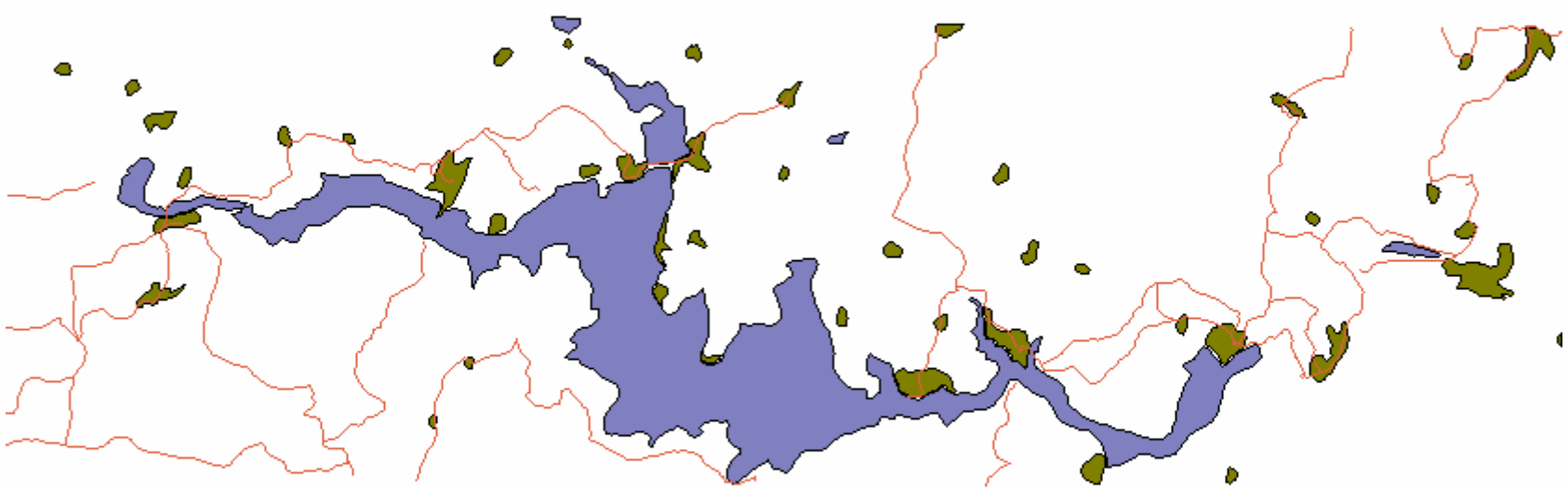
Referenční body

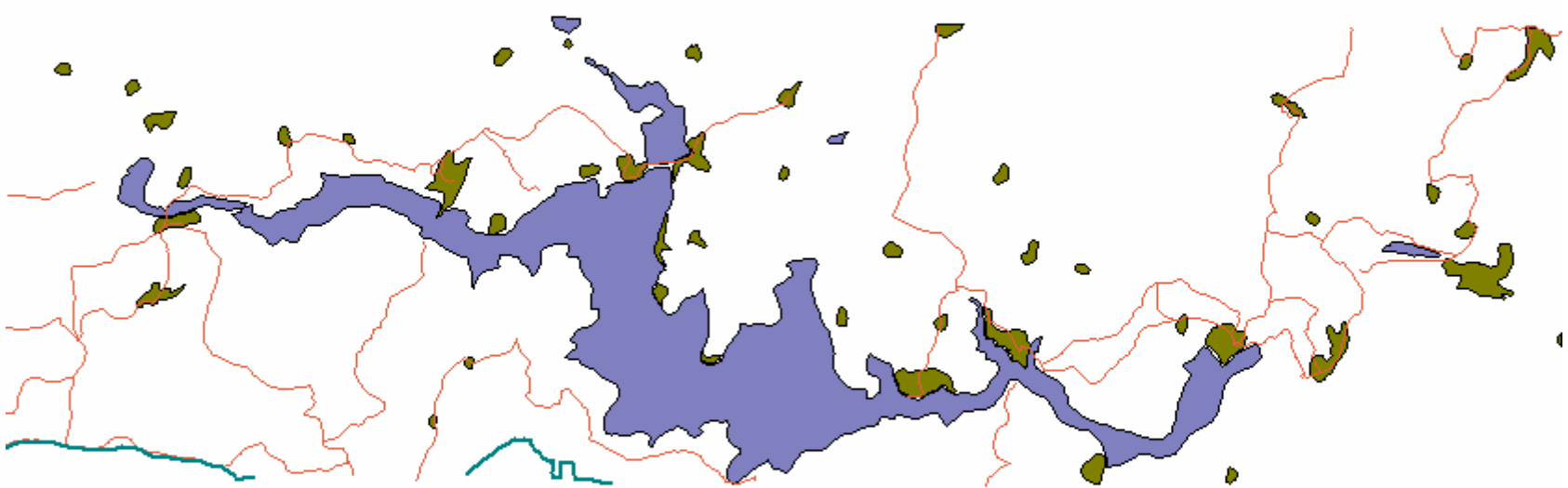
Geografická analýza

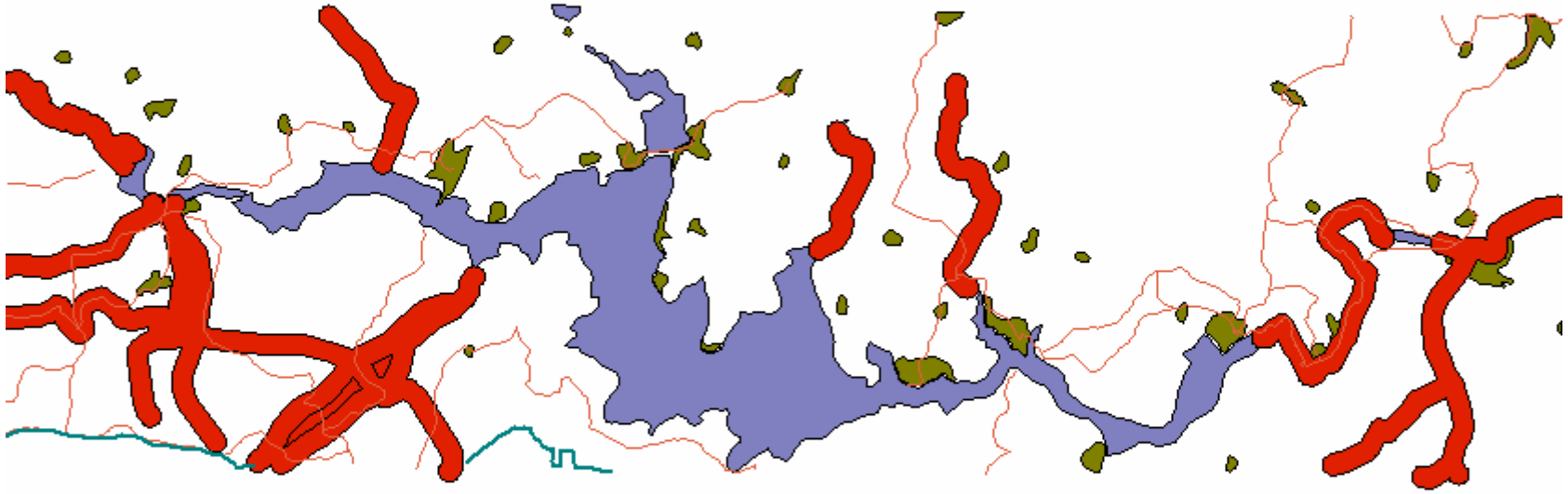
- Operace
 - Metrické
 - Buffer
 - Databázové
 - Filtrace
 - Faktorizace
 - Topologické
 - Sjednocení
 - Průnik
 - rozdíl

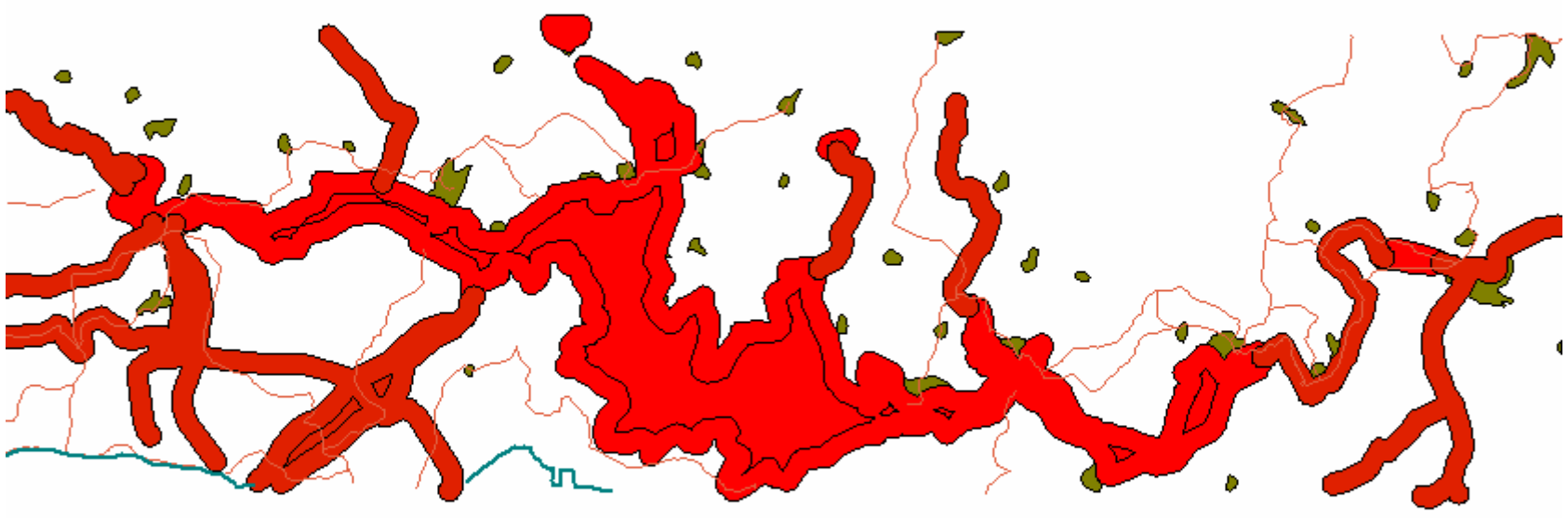


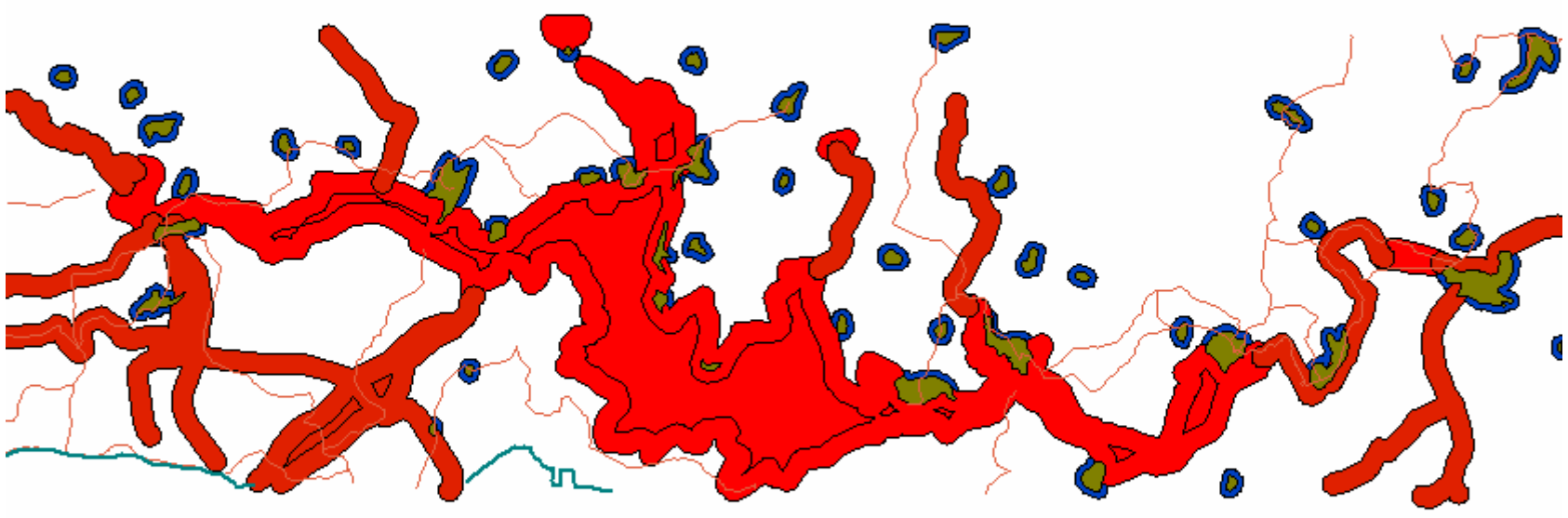


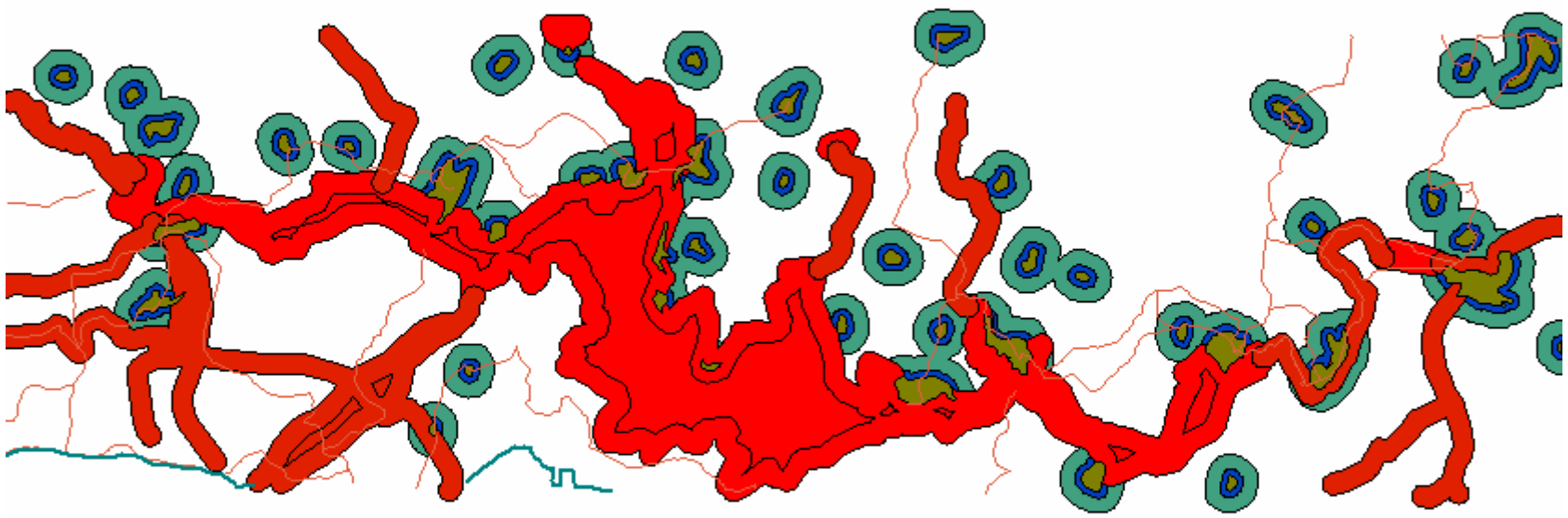


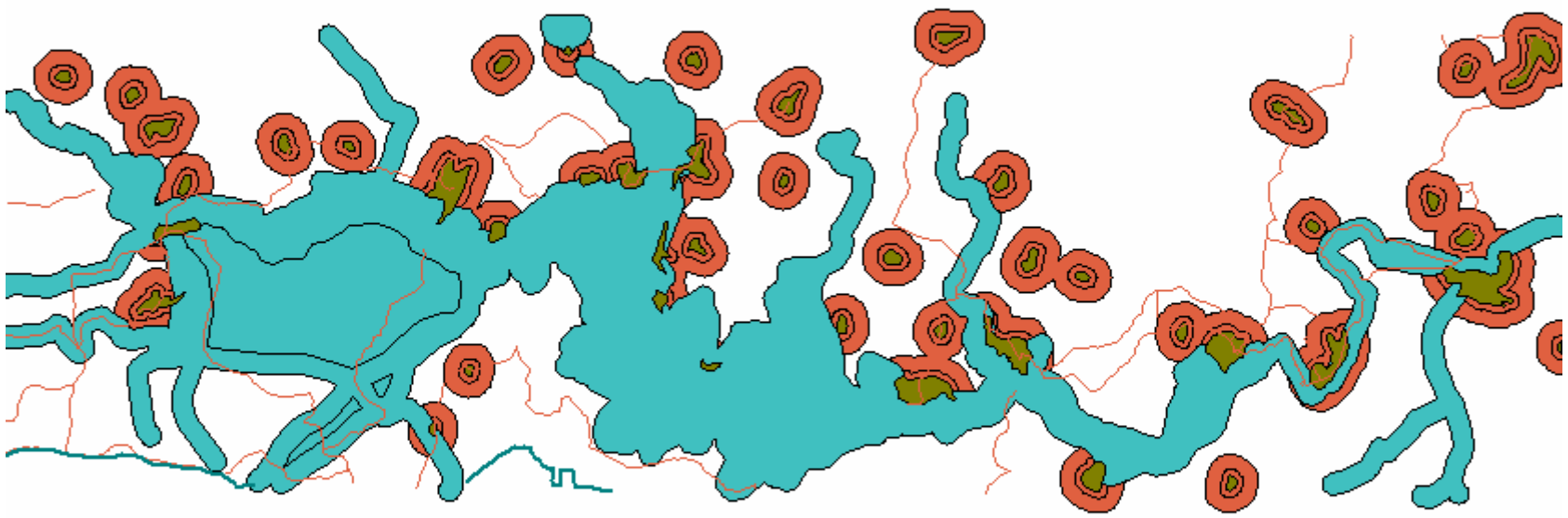


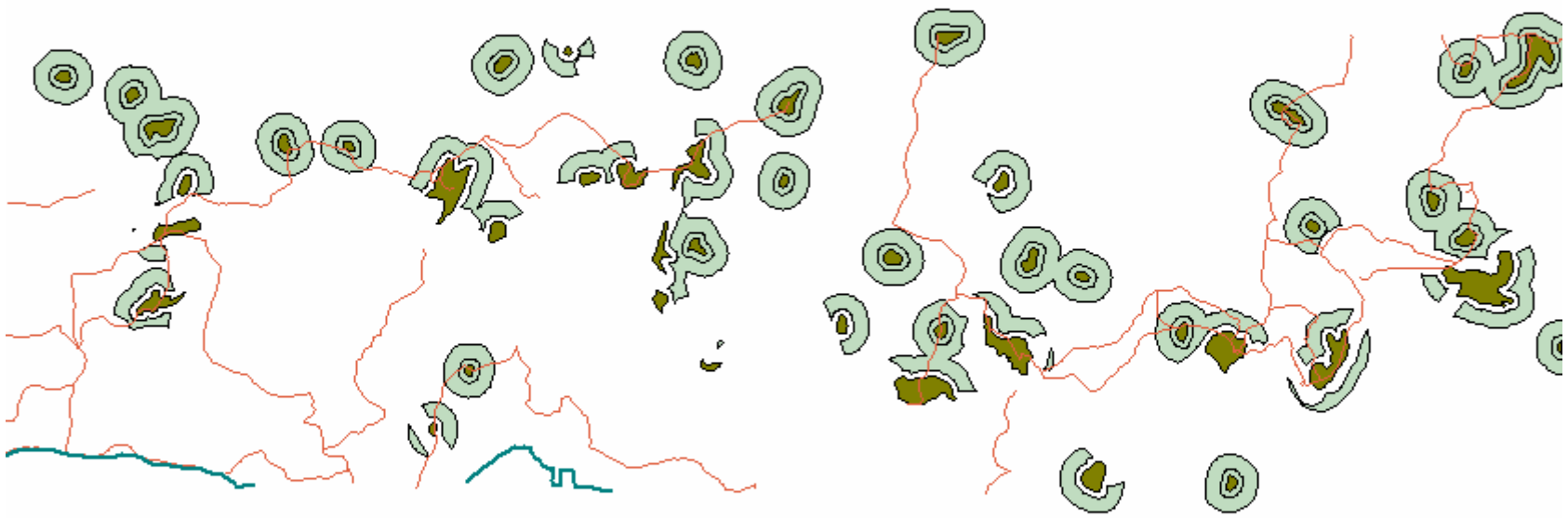


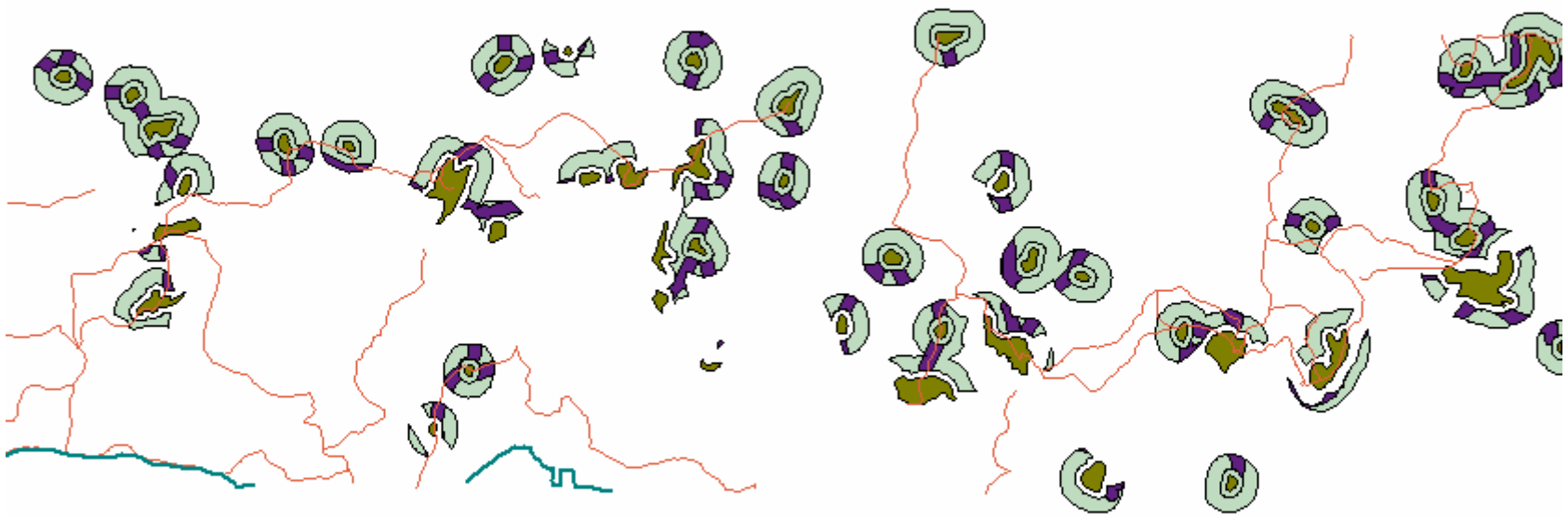


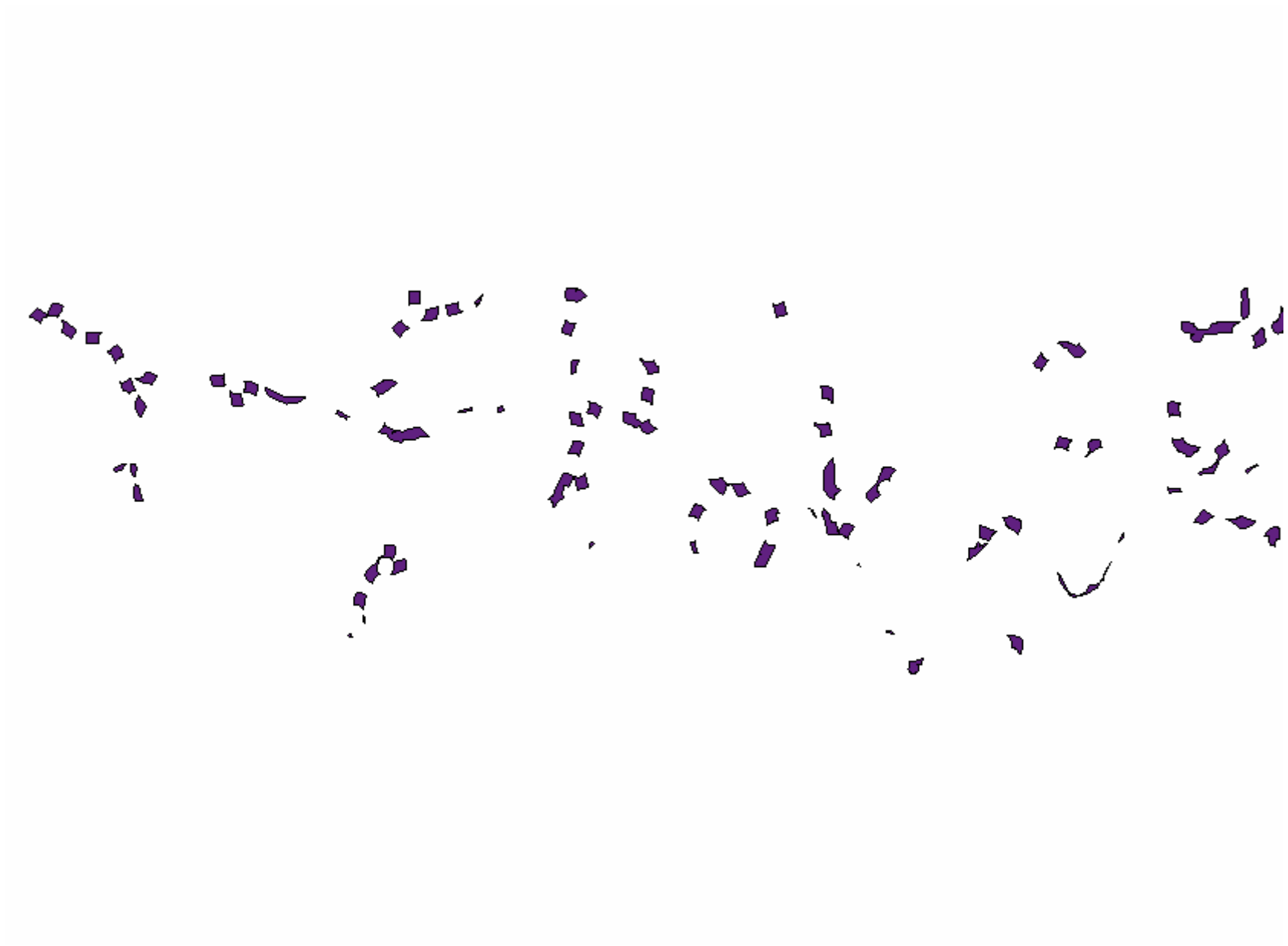




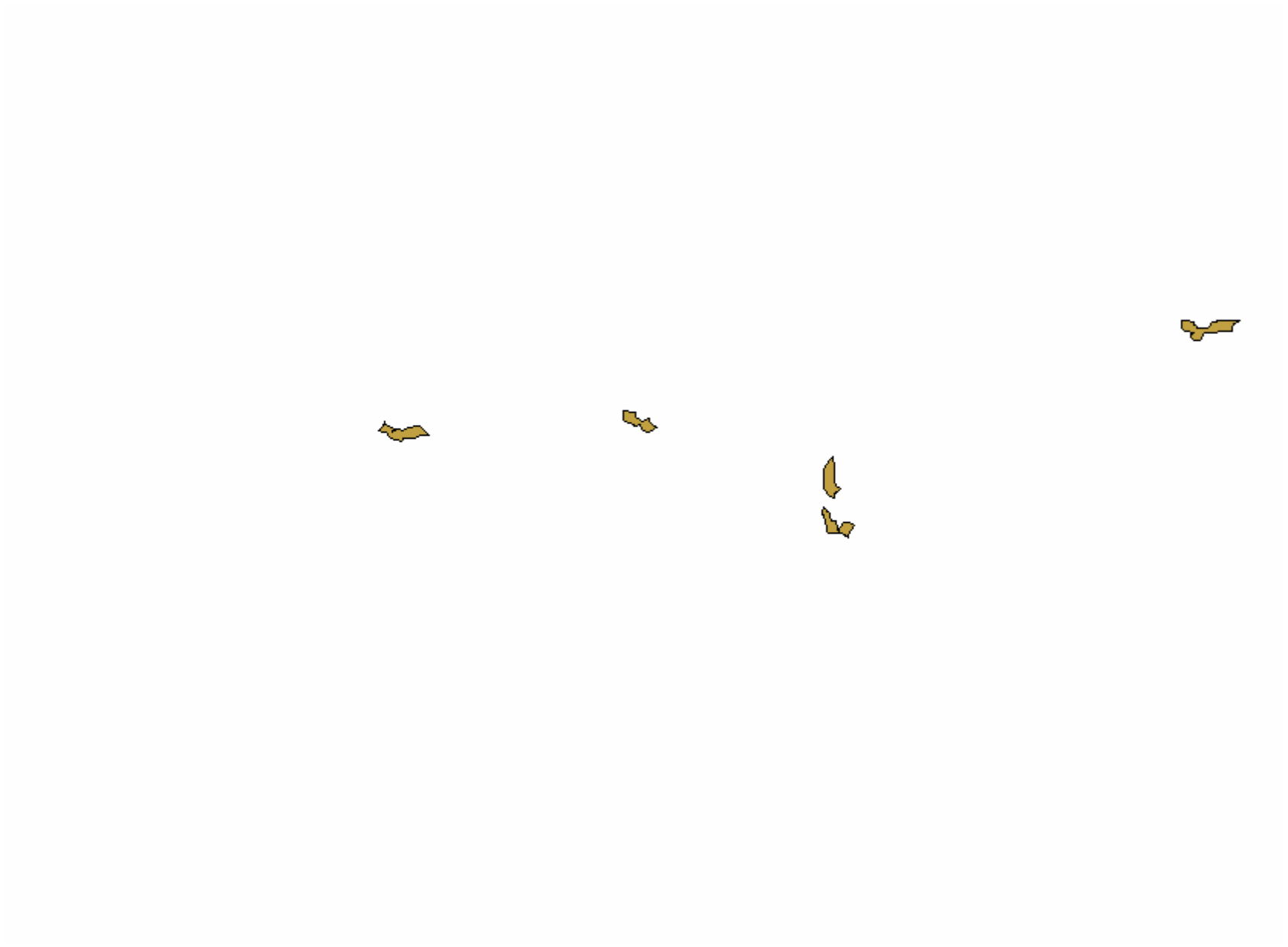


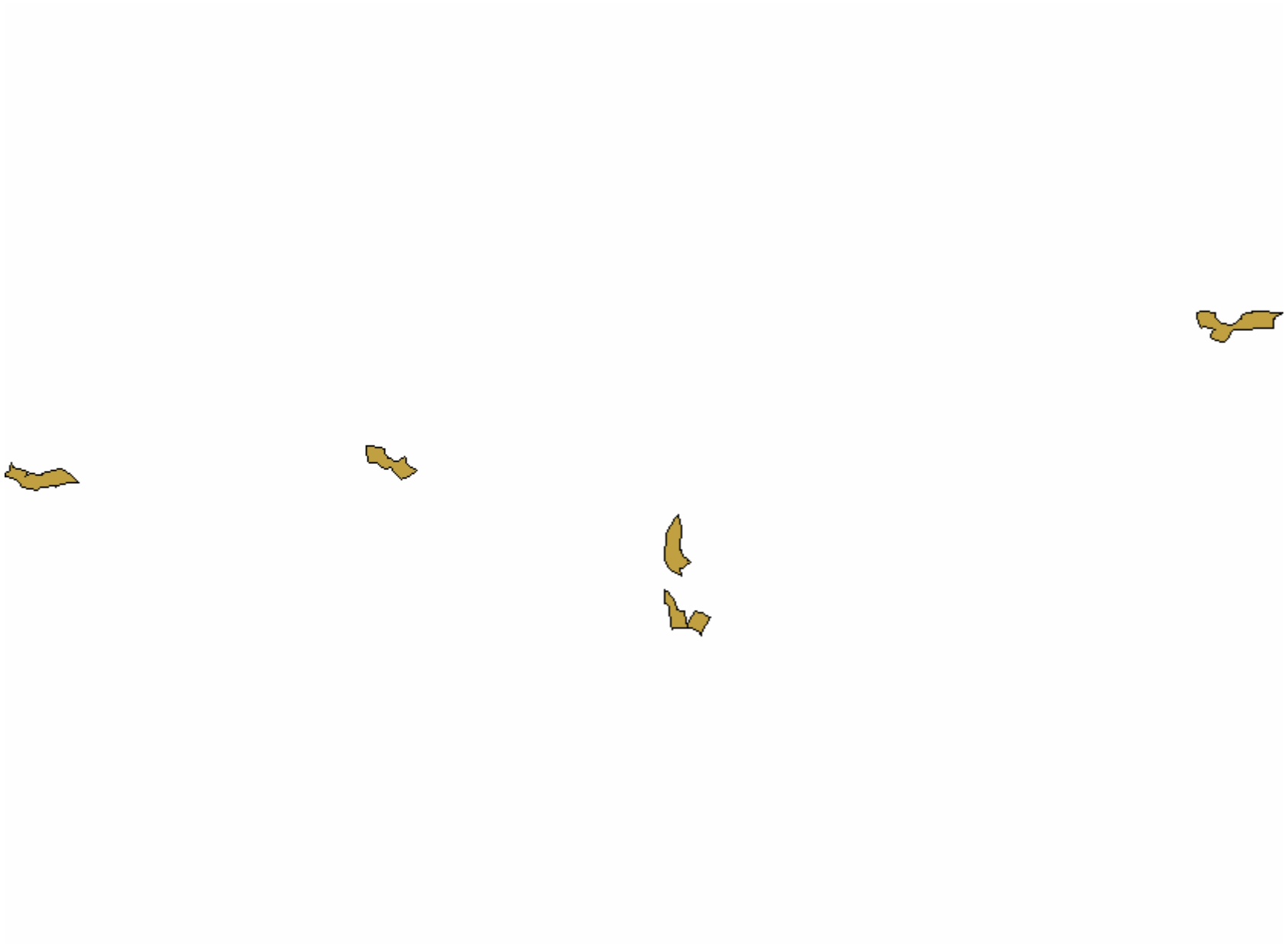












Geodetické souřadné systémy

Souřadné systémy v GISech

- Globální (pro celou Zemi)
- Lokální
- Přímé souřadné systémy (georeferencing)
- Pomocí kódování (geocoding)

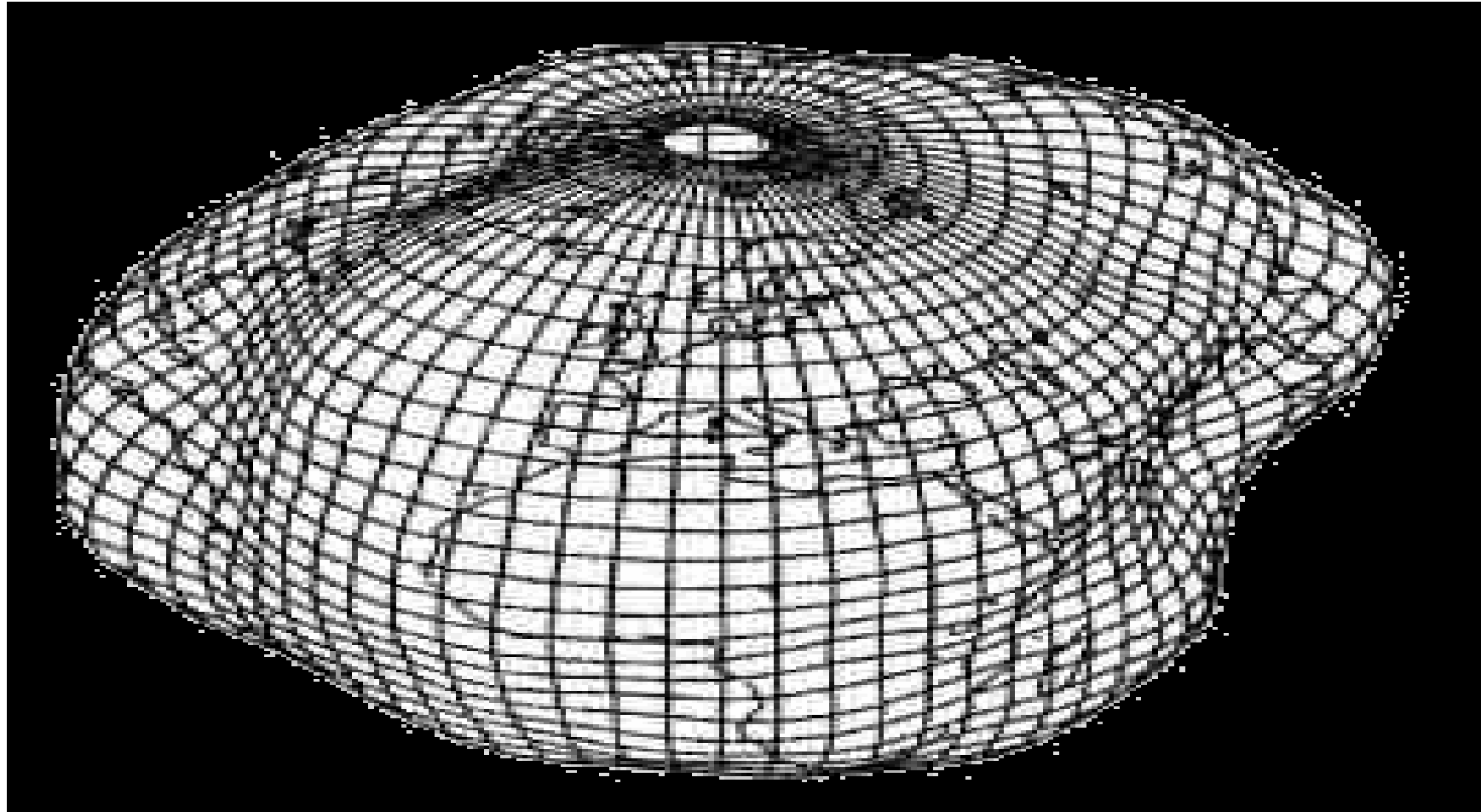
Globální přímé souřadné systémy

- Kartézské (x,y,z)
- Sférické (z.šířka, z.délka, popř. nadm. Výška)
- Kartézské po převedení povrchu Země do roviny (x,y)

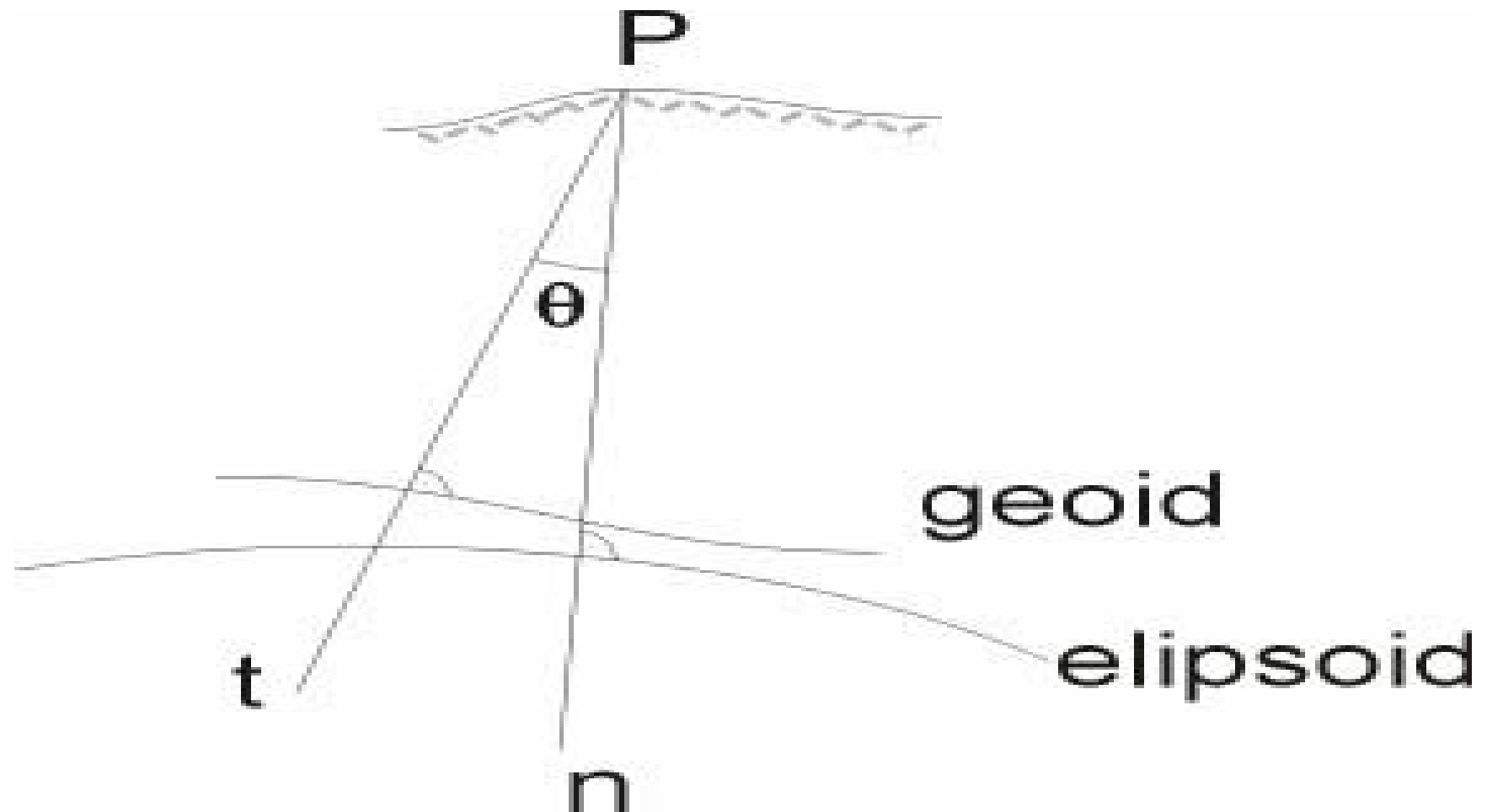
Určení souřadnic bodu na povrchu Země

- 1. Projekce bodu na povrch geoidu
- 2. Projekce geoidu na rotační elipsoid
- 3. Stanovení sférických souřadnic na elipsoidu
- 4. Promítnutí povrchu elipsoidu na do roviny rozvinutelnou plochu (válec, kužel,..)
- 5. Rozvinutí plochy do roviny
- 6. Stanovení kartézských souřadnic.

Geoid



Referenční elipsoid



Používané referenční elipsoidy

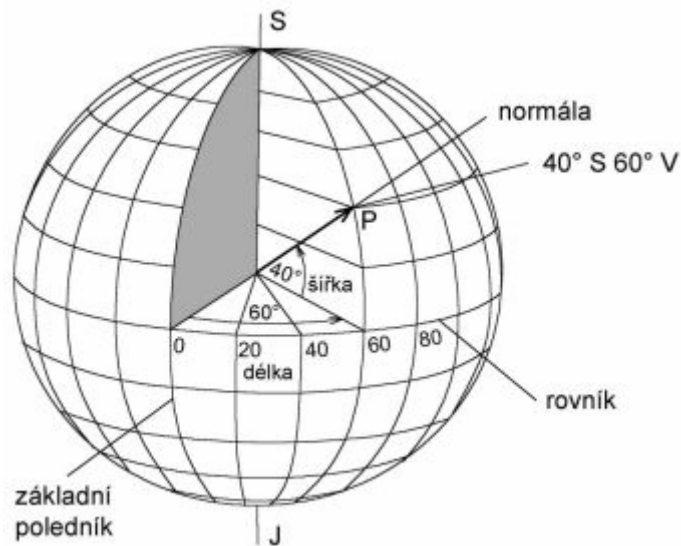
Název	Rok	Hlavní poloosa	Vedlejší poloosa	Zploštění	
Bessel	1841	6377397	6356078	299	Faro
Krasovskij	1940	6378245	6356863	298	Pulkovo
WGS-84	1984	6378137	6356752	298,3	těžiště

Převod mezi elipsoidy

- Krasovskij → WGS84
- $DX = +23$
- $DY = -124$
- $DZ = -84$
- $DA = -108$
- $DF = +0,0048076$

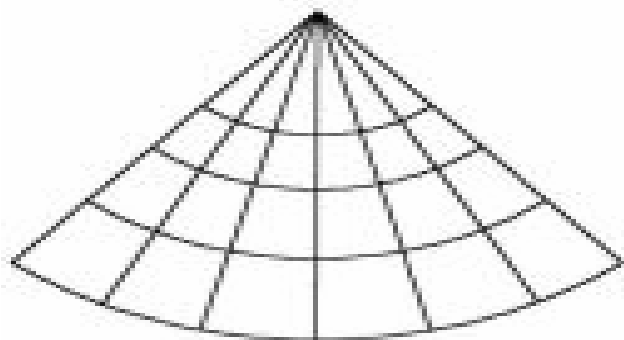
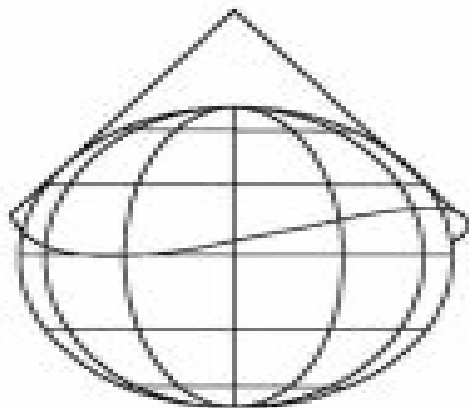
Souřadnice na elipsoidu

- Zeměpisná délka a šířka

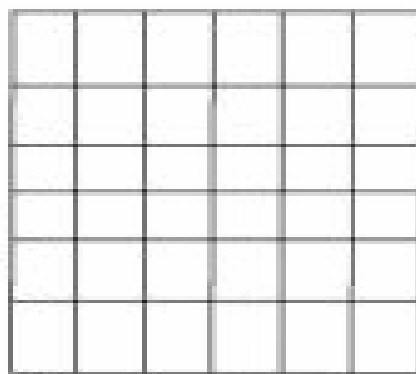
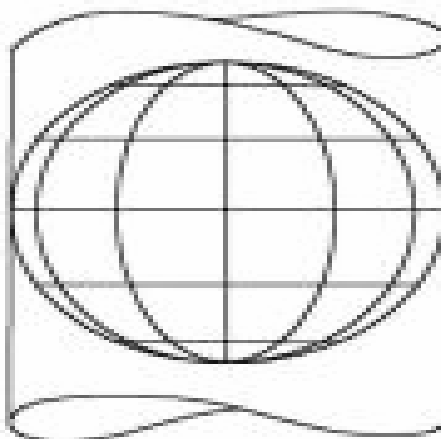


Zobrazení elipsoidu do roviny

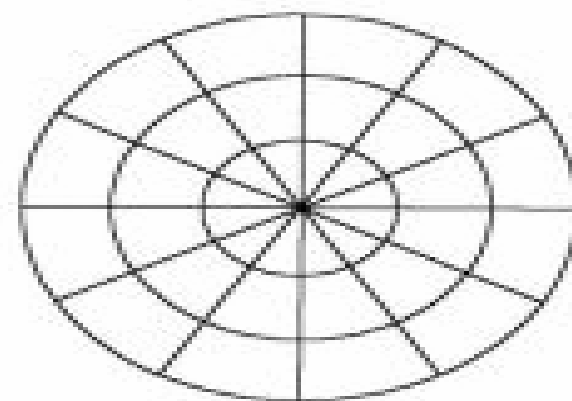
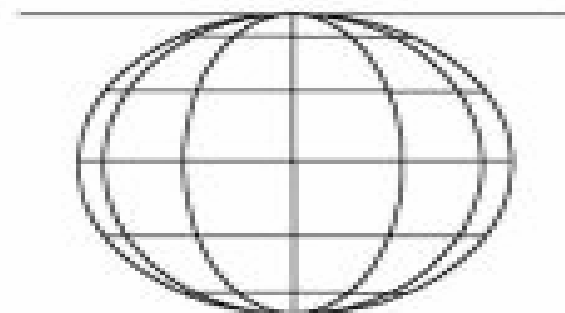
Kuželové



válcové



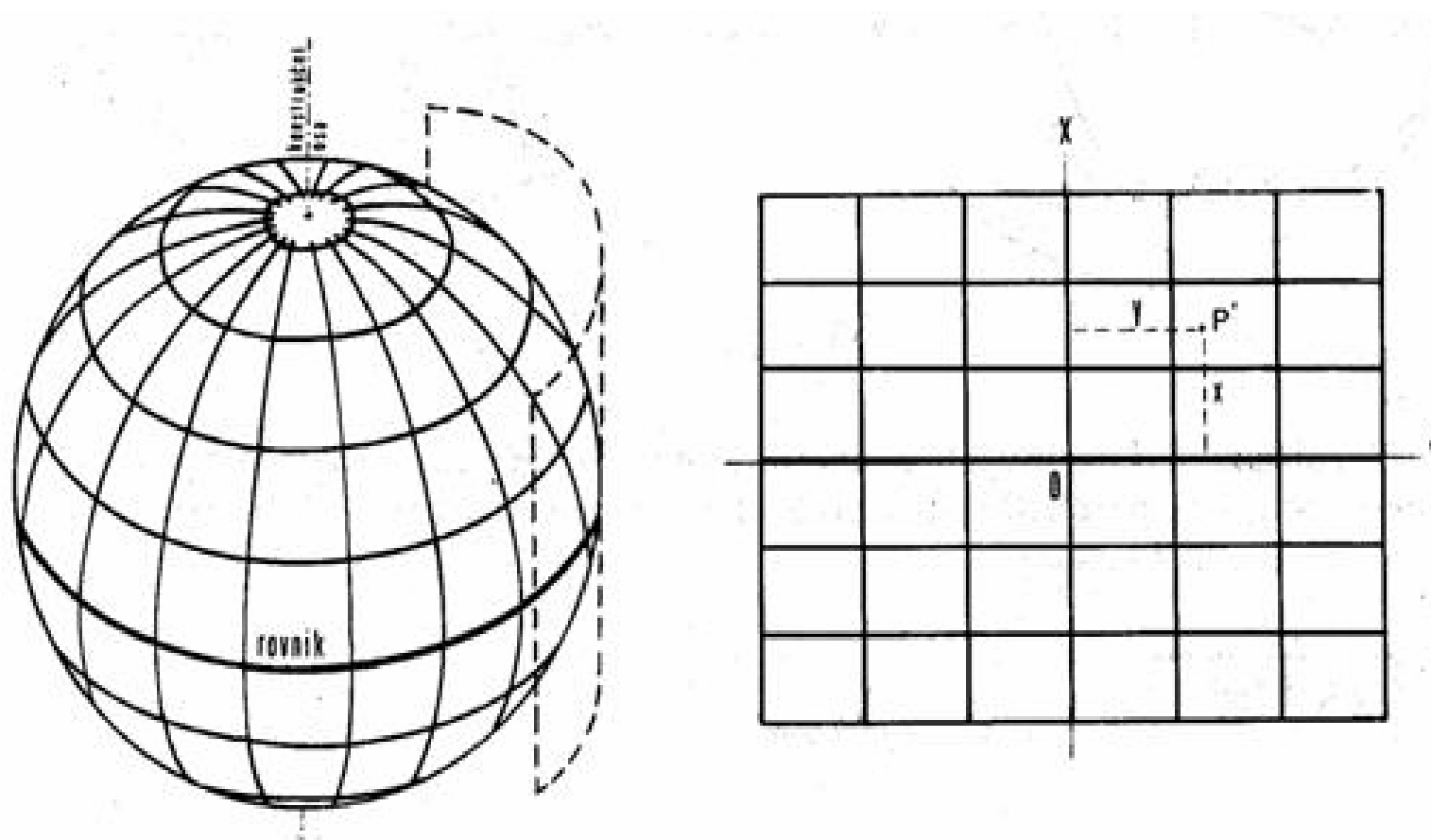
azimutální



Zobrazení elipsoidu do roviny

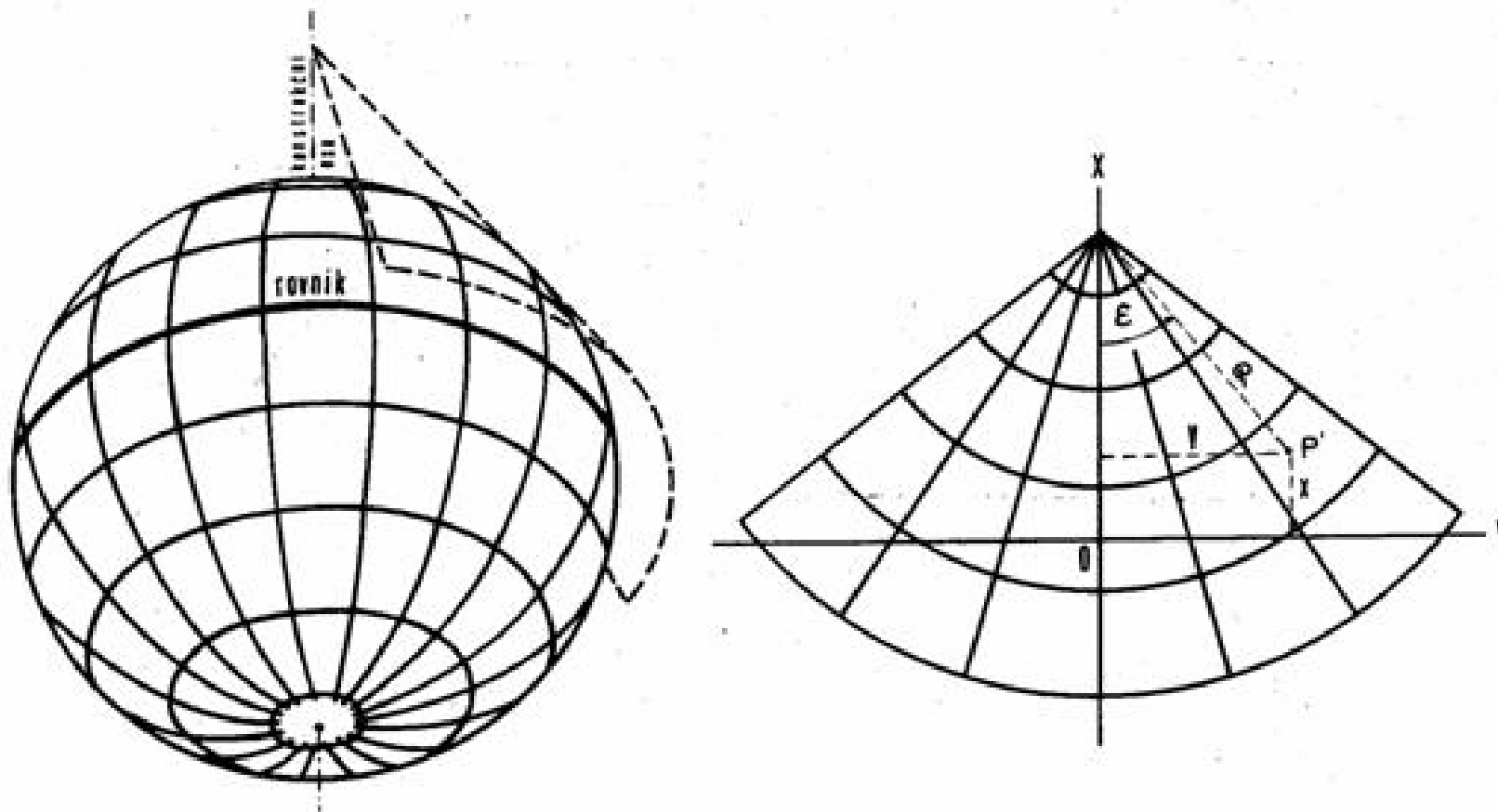
- konformní (stejnoúhlá)
- ekvidistantní (stejnodélná)
- kompenzační (vyrovnávací)

Válcové zobrazení



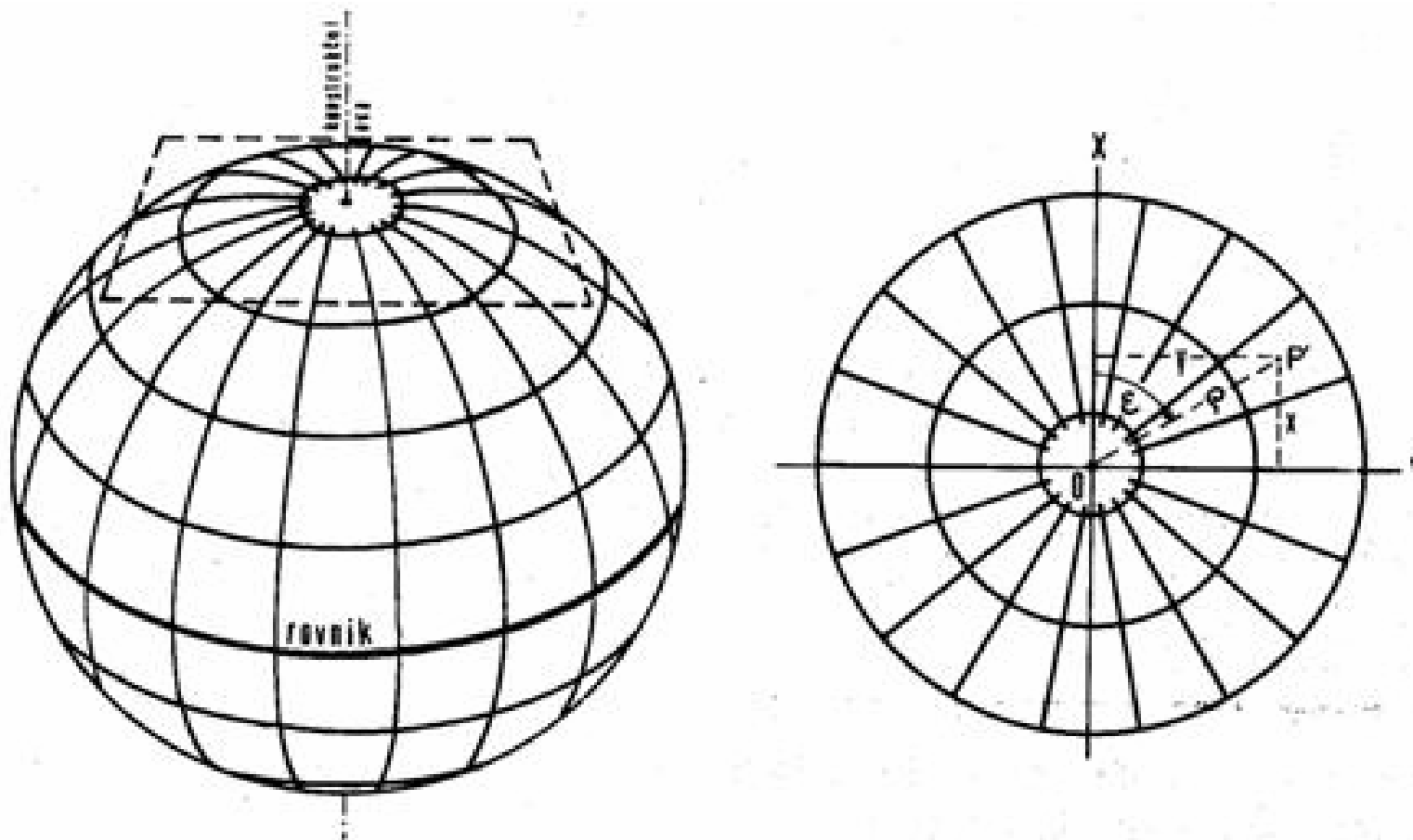
Zachovává úhly, zkresluje délky a plochy

Kuželové zobrazení



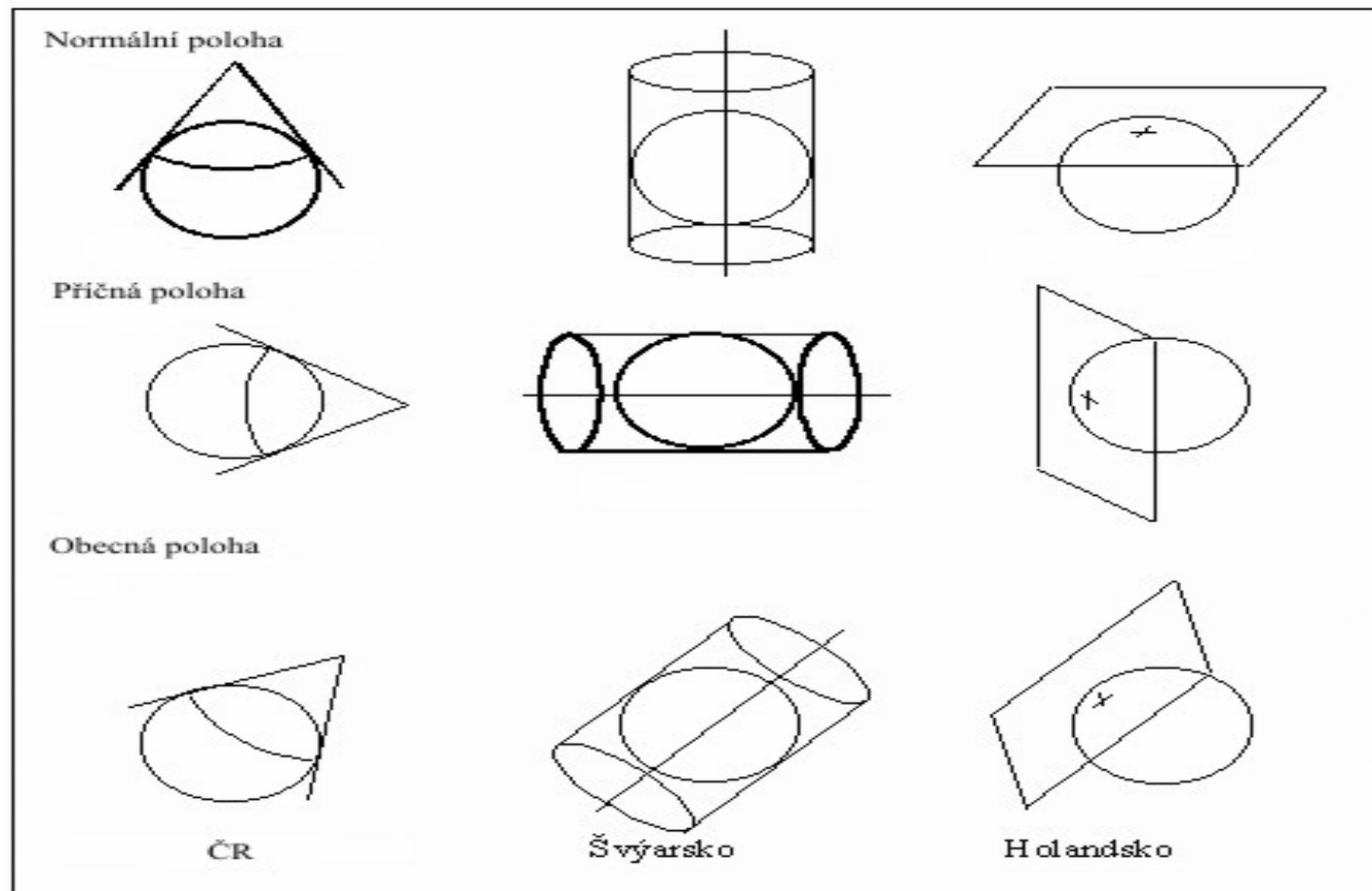
Zachovává plochy, zkresluje úhly

Azimutální (rovinné) zobrazení

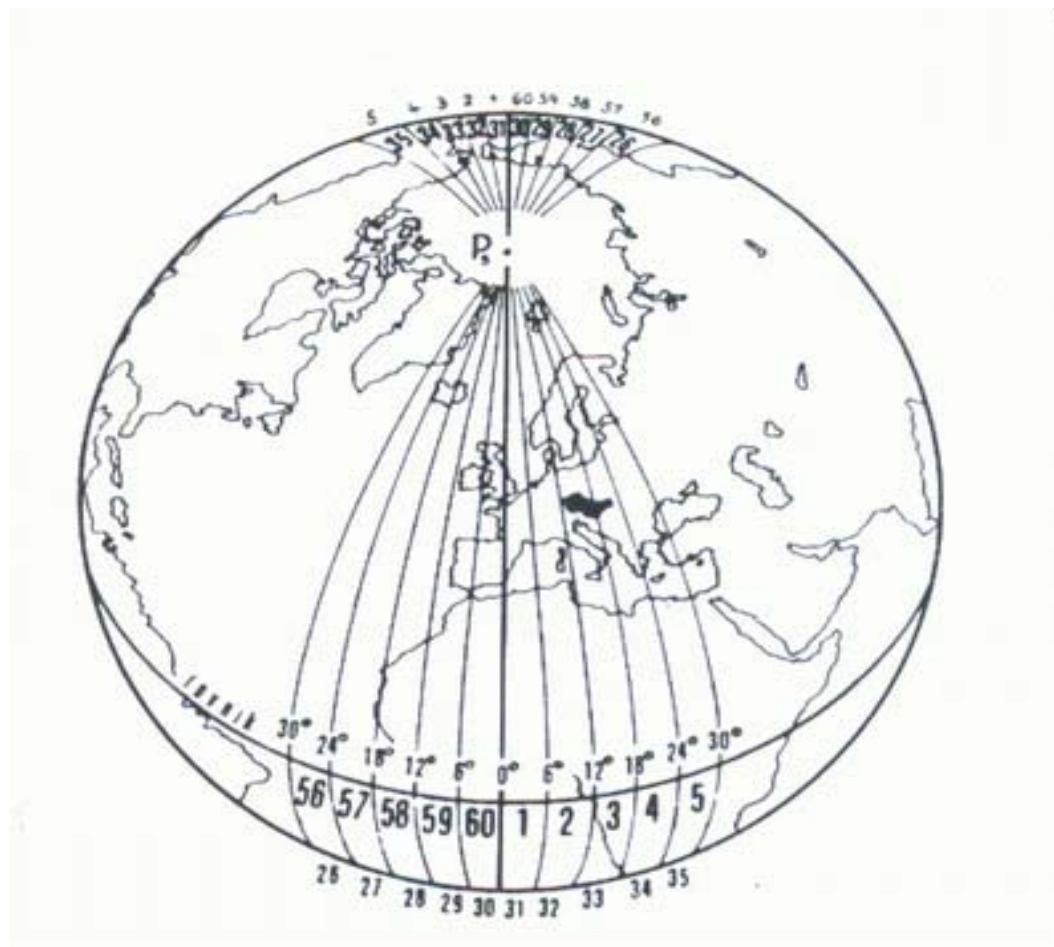


Zachovává délky, zkresluje úhly

Poloha zobrazovacího kužele



Gaussovo zobrazení (UTM)



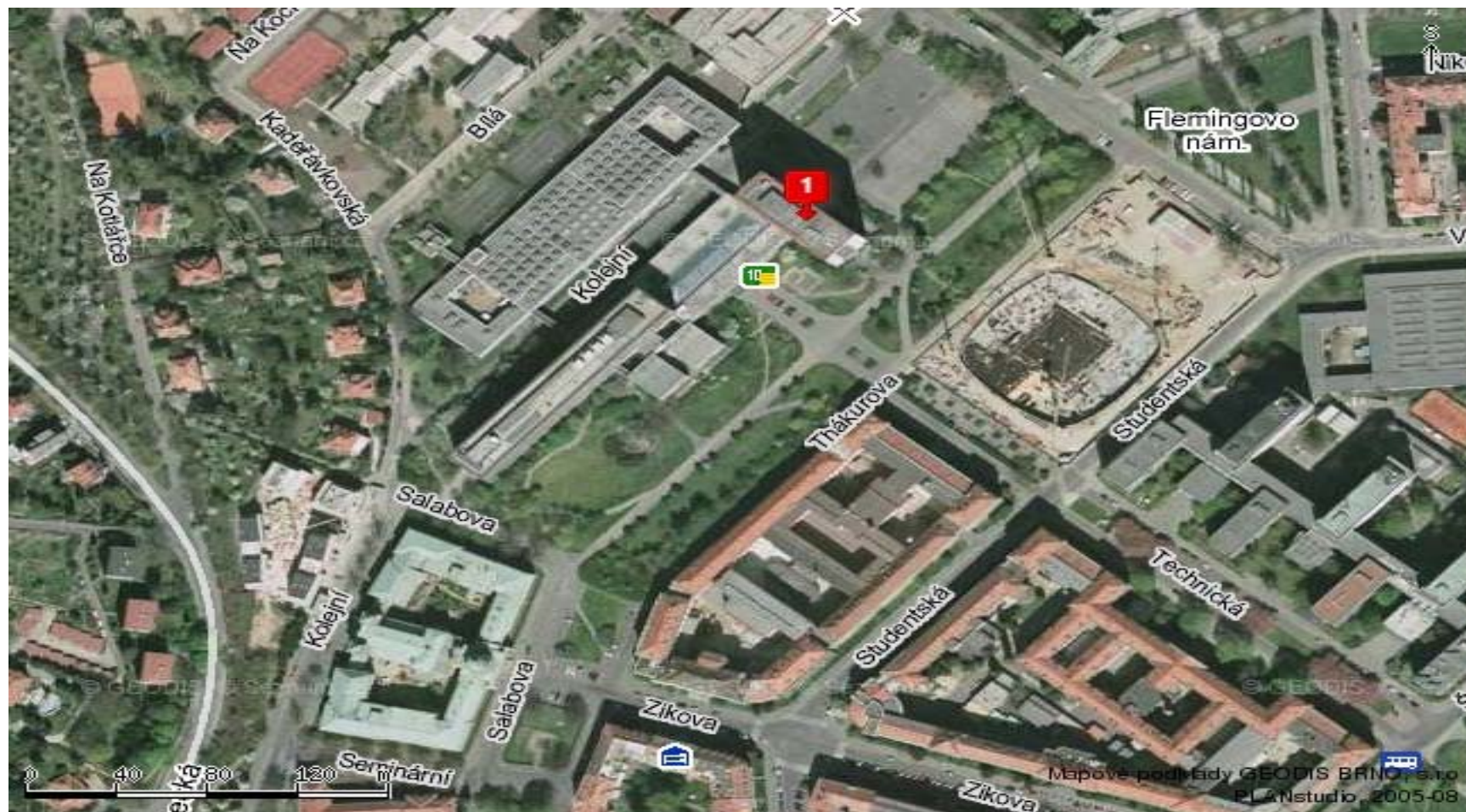
Geodetický souřadný systém

- Datum (elipsoid)
- Základní rovina a poledník
- Způsob zobrazení do roviny (zobrazovací rovnice)
- Počátek souřadnic

Používané souřadné systémy

Název	Datum	Rovina a poledník	Zobrazení	Počátek
S-JTSK (Křovák)	Bessel	Rovník, Faro	Kuželové	Herrman skogel
S-42 (Pulkovo)	Krasov skij	Rovník Greenwich	Gaussovo	Pól
WGS 84	WGS 84	Rovník Greenwich	UTM Gaussovo	Pól

Adresa (Praha, Thákurova 7)



Globální polohovací systémy

Global Position System

(GPS)

Jaké systémy existují

- NAVSTAR (USA) (=„GPS“)
- Glonass (Rusko)
- Galileo (EU)
- ? Beidou (Čína)
- ?? Indie, Japonsko
- ??? Pákistan, Izrael, Brazílie, Korea

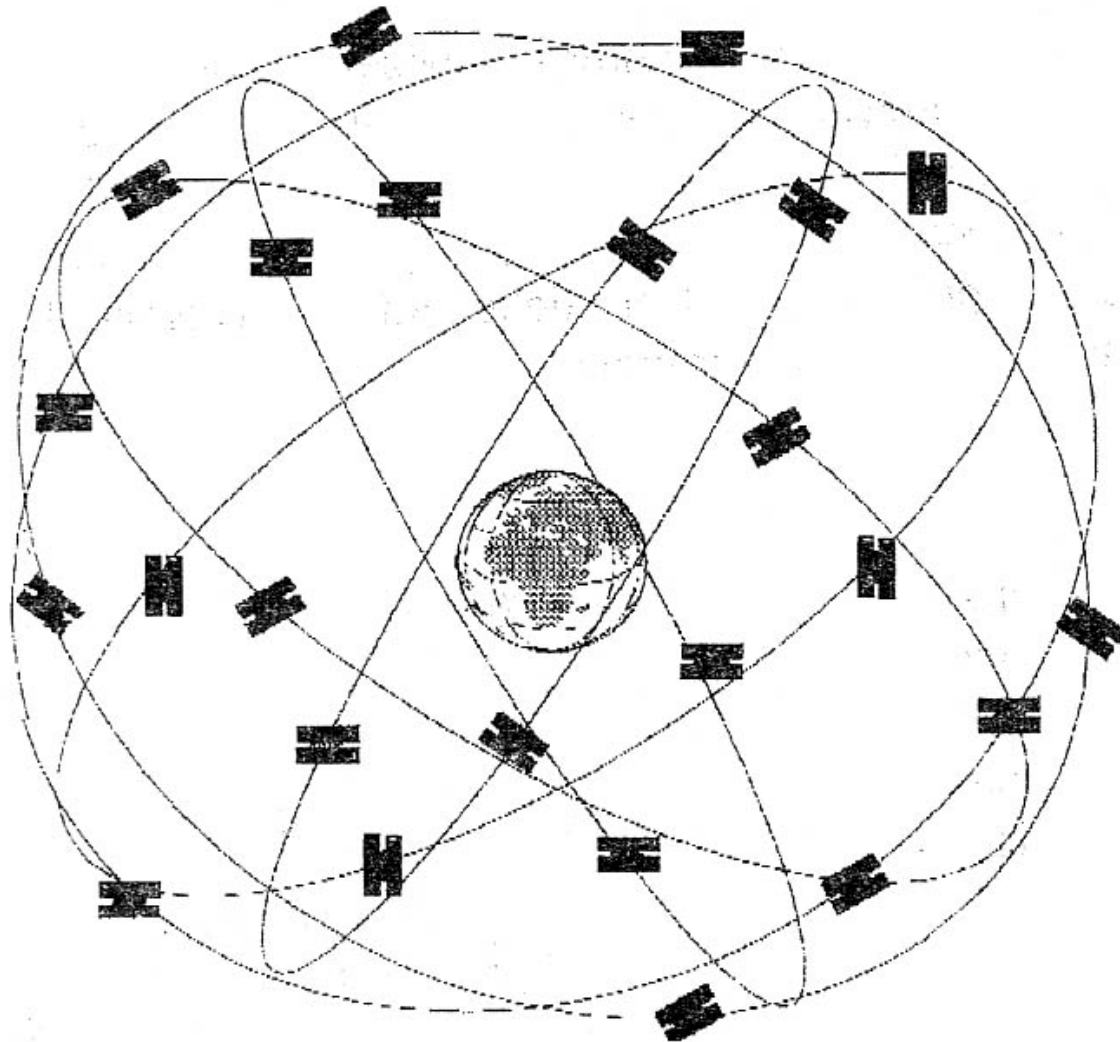
Princip GPS

- Kosmický element
- Řídící element
- Uživatelský element

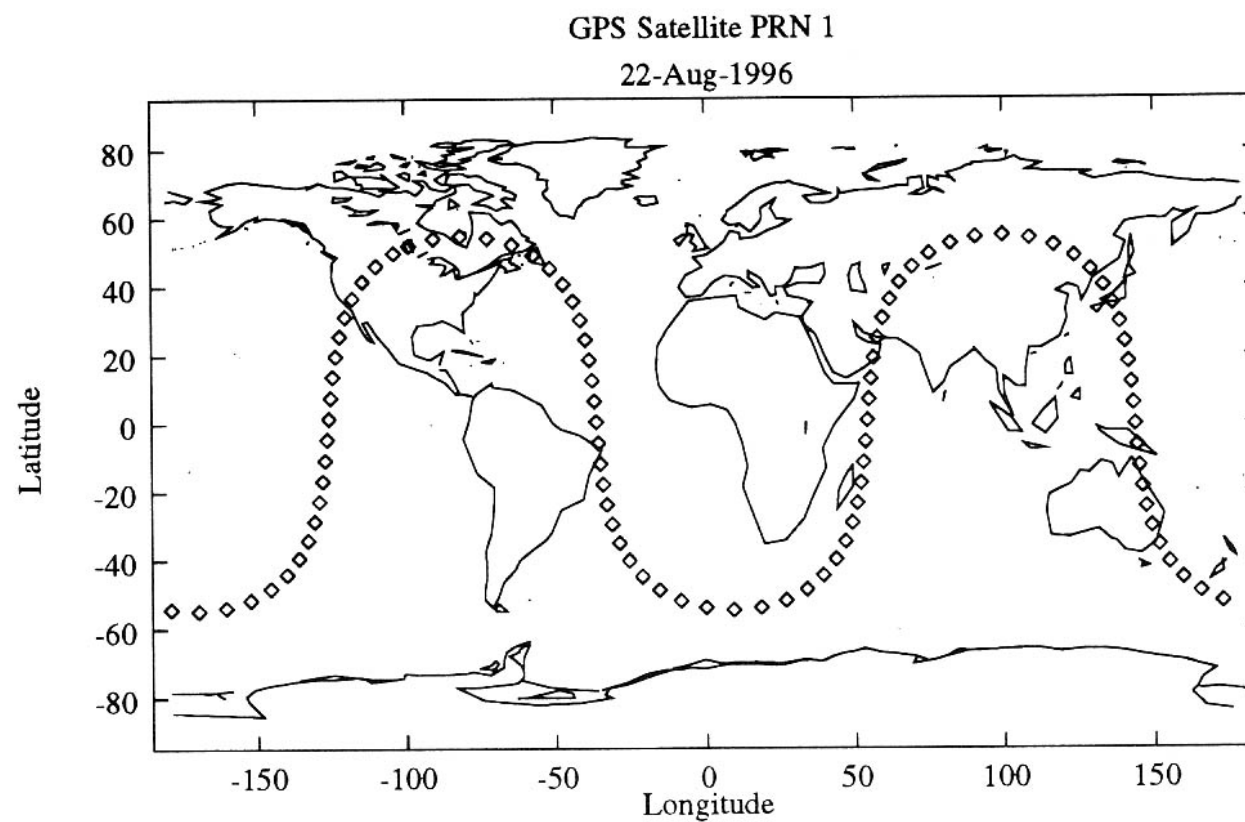
Kosmický element

- 27 družic (24 funkčních, 3 náhradní)
- 6 oběžných drah po 4 družicích
- Úhel oběžné dráhy 55 stupňů
- Výška 20200 km na povrchu Země

Kosmický segment



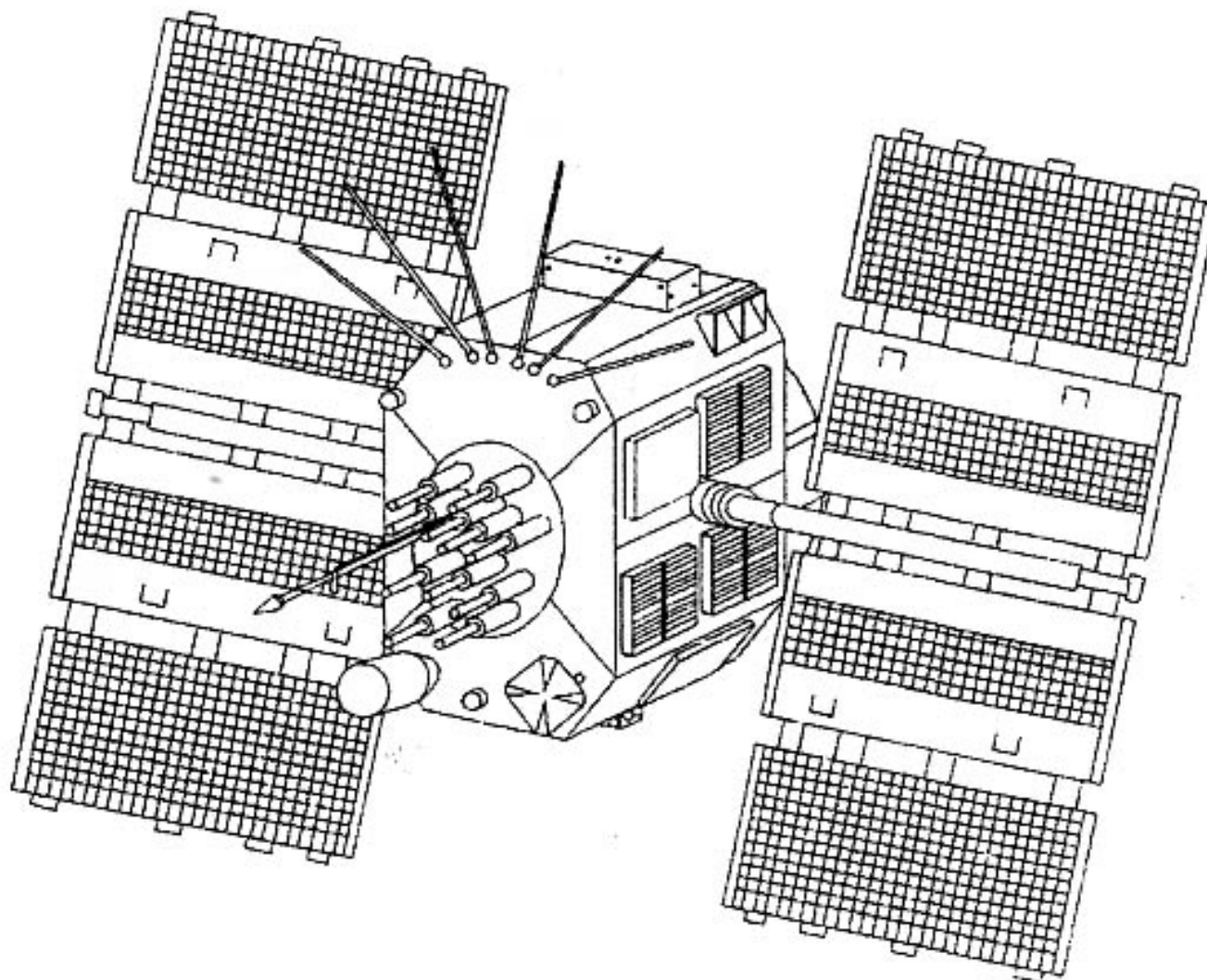
Dráha družice



Vybavení družic

- Vysílač
- Atomové hodiny
- Procesor
- další přístroje sloužící k jiným vojenským úkolům (detekce výbuchů jaderných náloží)
- sluneční baterie,

Družice

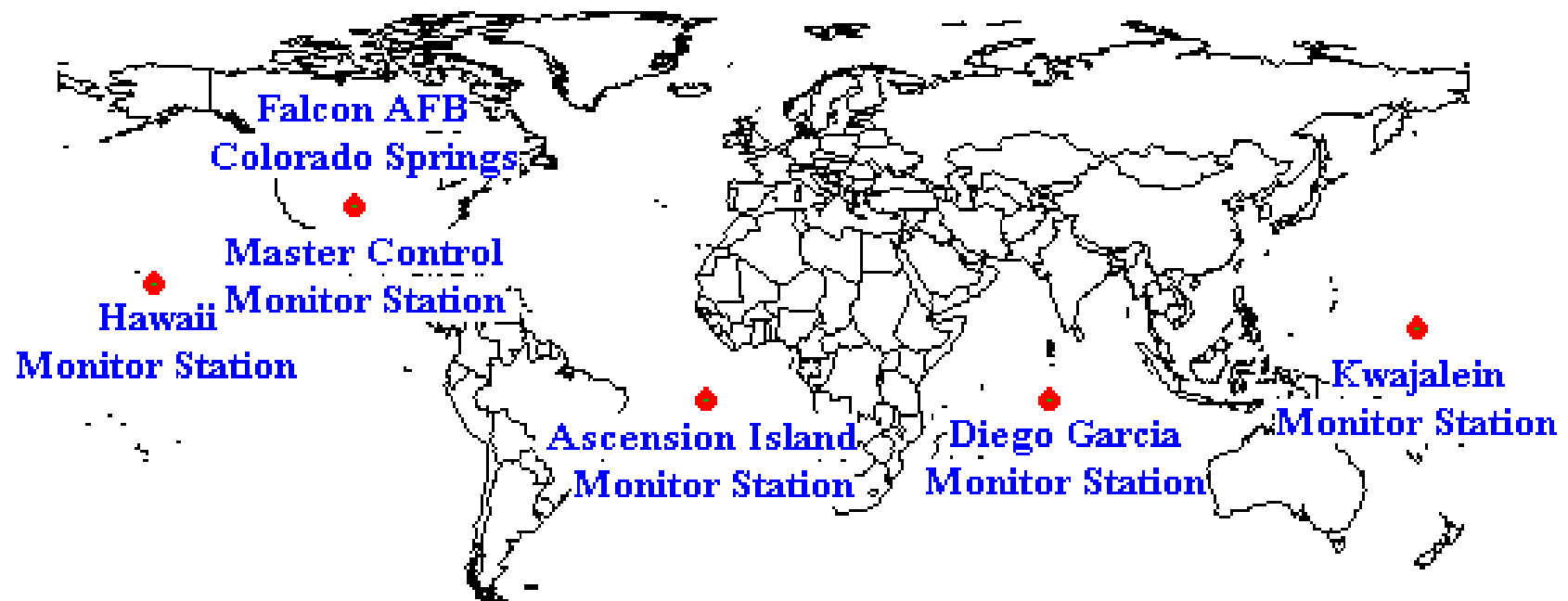


Řídící segment

- Velitelství (Los Angeles)
- Řídící centrum (Colorado Springs)
- Řídící (povelové) stanice
 - Ascencion (jižní Atlantik)
 - Diego Garcia (Indický oceán)
 - Kwajalein (Polynésie)
 - Cape Canaveral (Florida)
- 18 monitorovacích stanic

Řídící segment

Peter H. Dana 5/27/95



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

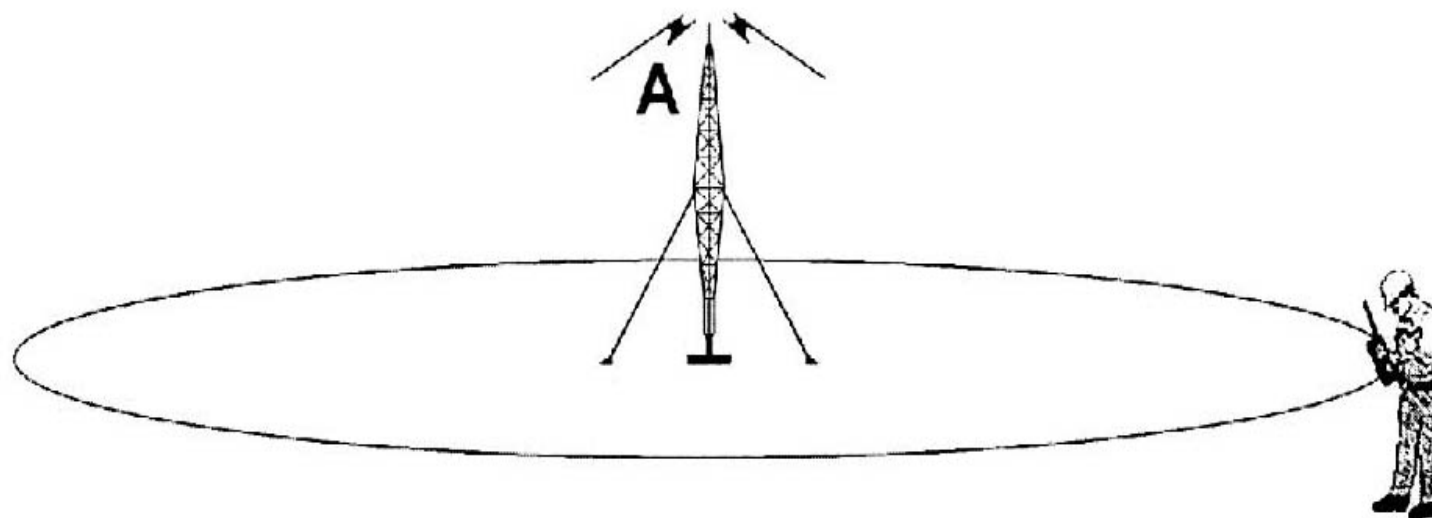
Monitorovací stanice

- Havaj
- Colorado Springs
- Cape Canaveral
- Ascension Island
- Diego Garcia
- Kwajalein
- Fairbanks (Aljaška)
- Papeete (Tahiti)
- Washington DC (USA)
- Quitto (Ekvádor)
- Buenos Aires (Argentina)
- Hermitage (Anglie)
- Pretoria (Jižní Afrika)
- Manama (Bahrain)
- Osan (Jižní Korea)
- Adelaide (Austrálie)
- Wellington (Nový Zéland)

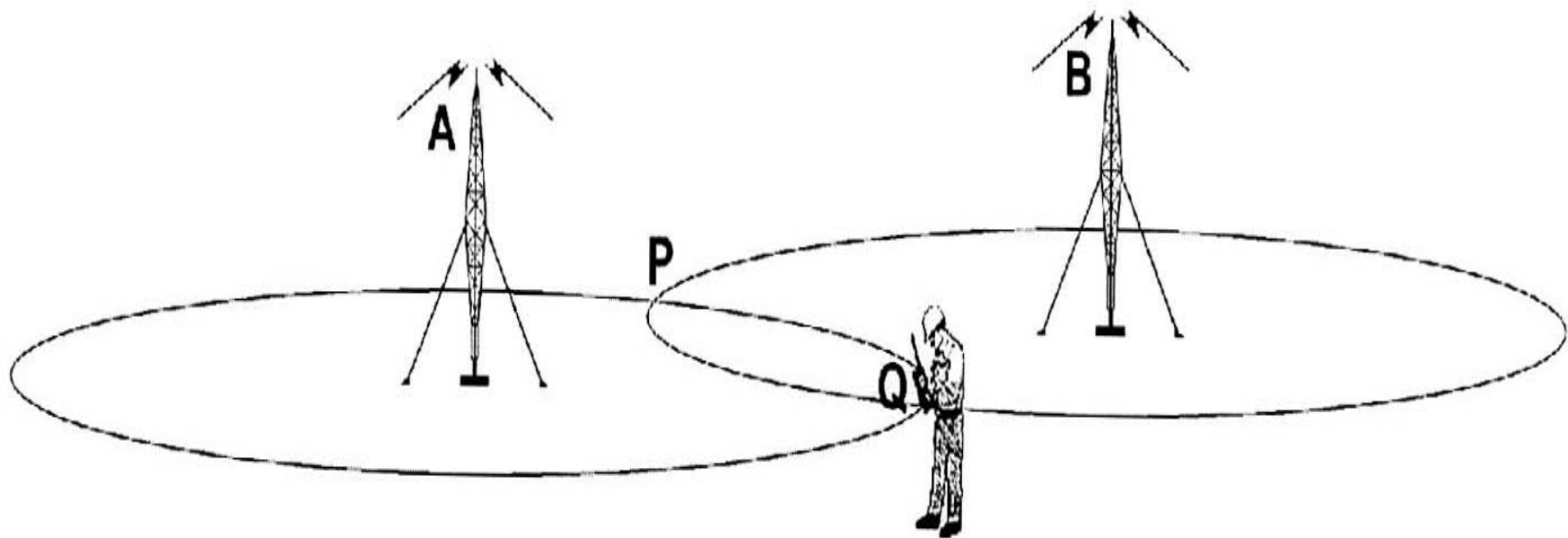
Uživatelský segment

- Autorizovaní uživatelé (mají k dispozici kód pro signál na frekvenci $L2 = 1227,62$ MHz), především armáda USA)
- Ostatní uživatelé (používají nekódované vysílání na frekvenci $L1 = 1575,42$ Mhz)

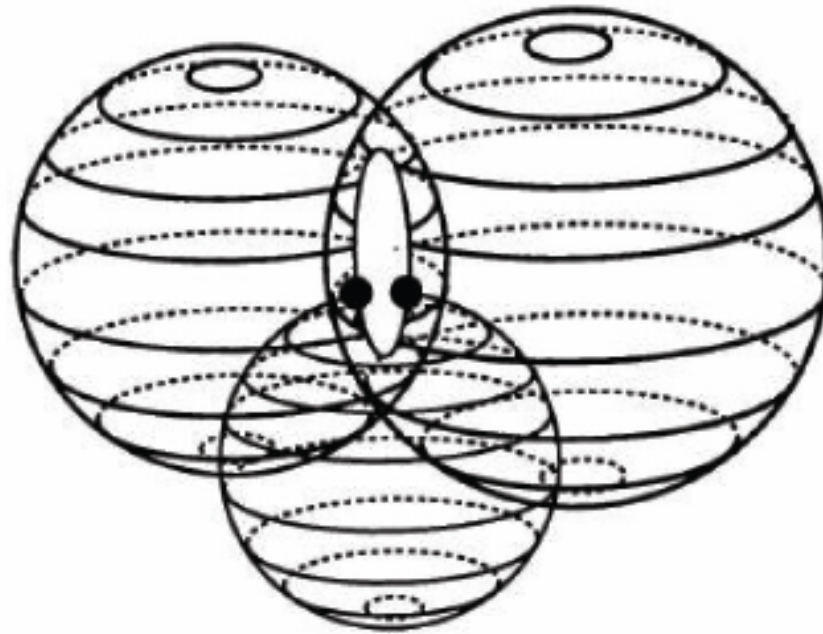
Princip určování polohy vzdálenost od 1 bodu



Vzdálenost od 2 bodů



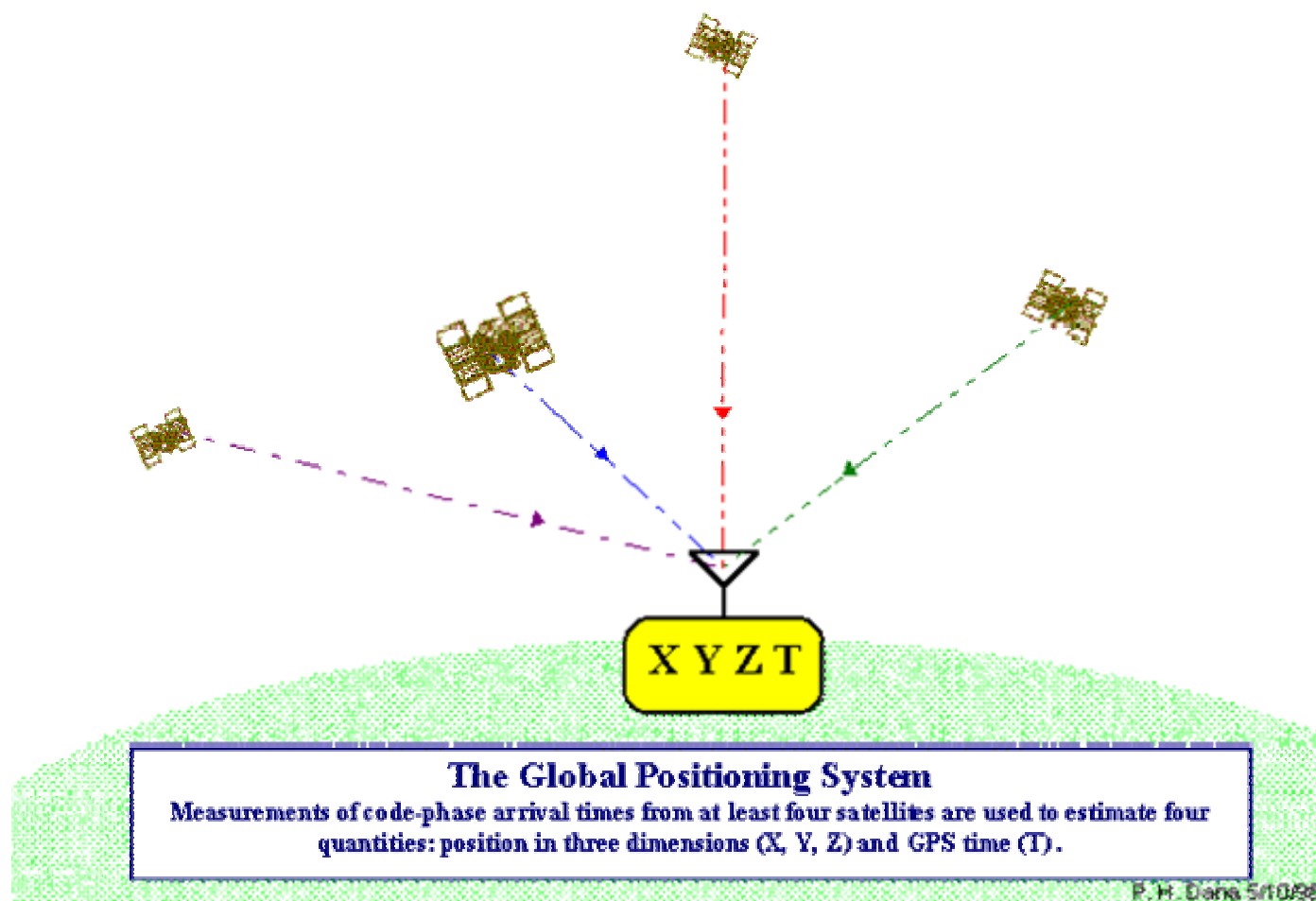
Vzdálenost od 3 bodů



Jak určím vzdálenost od družice

- Kódová metoda (družice vysílá kód v přesně daném čase), jednoduché, ale nepřesné, potřebuji určit přesný čas.
- Fázová (družice vysílá několik signálů, zkoumám jejich vzájemný fázový posun)
- Dopplerovská

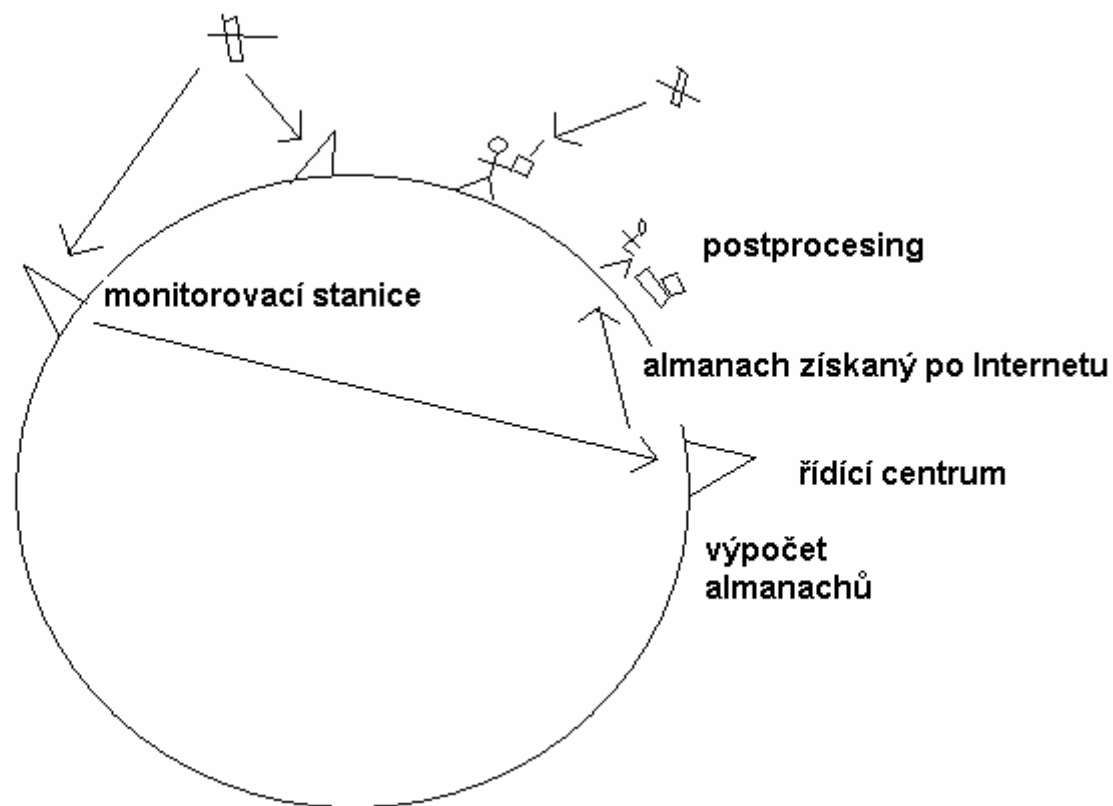
Určení polohy ve 4 rozměrném prostoru (x,y,z,t)



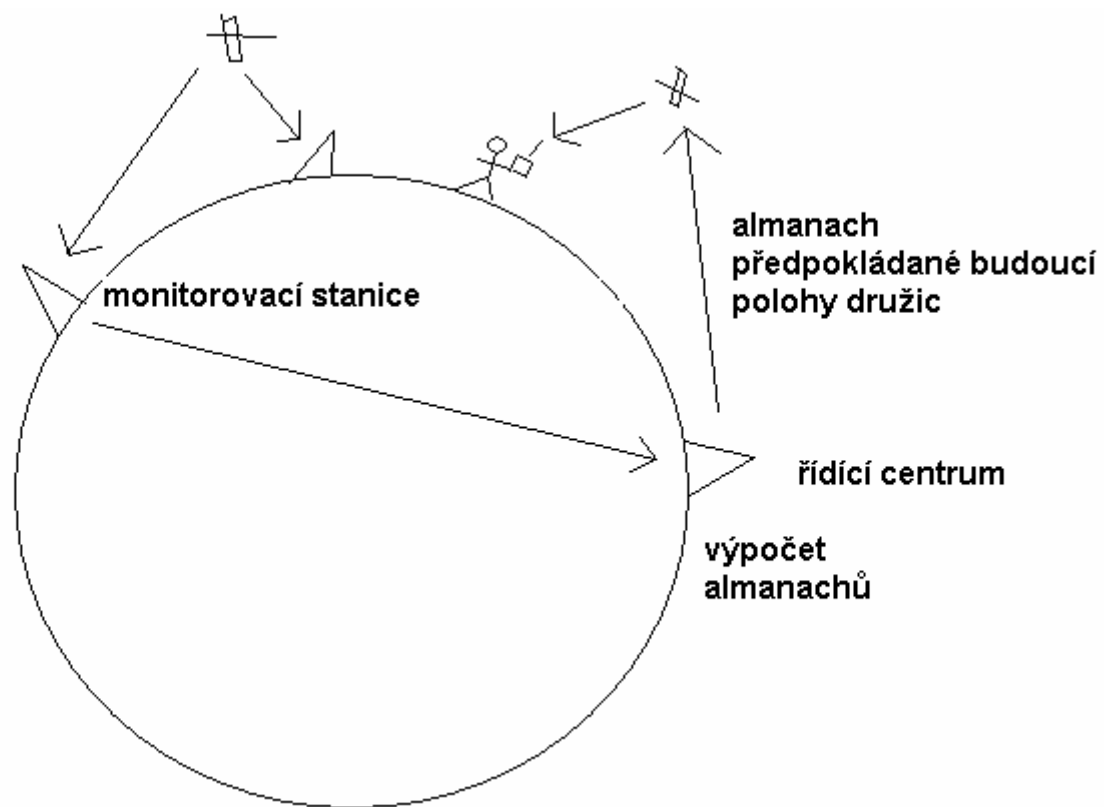
Almanach

- Tabulka polohy družic
 - Skutečné (postprocesing), přesnost v řádu mm, obvykle spojeno s fázovou metodou měření vzdáleností
 - Předpokládané budoucí (on-line práce), přesnost v řádu metrů až decimetrů, obvykle spojeno s kódovou metodou

Post Processing

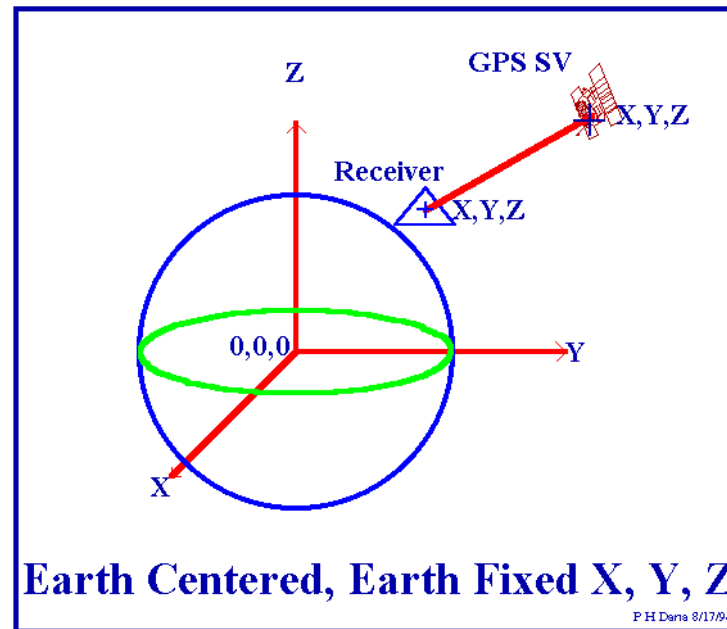


On line práce



Souřadnice systému GPS

- Elipsoid WGS 84
- Kartézské souřadnice x, y, z (počátek ve středu Země)



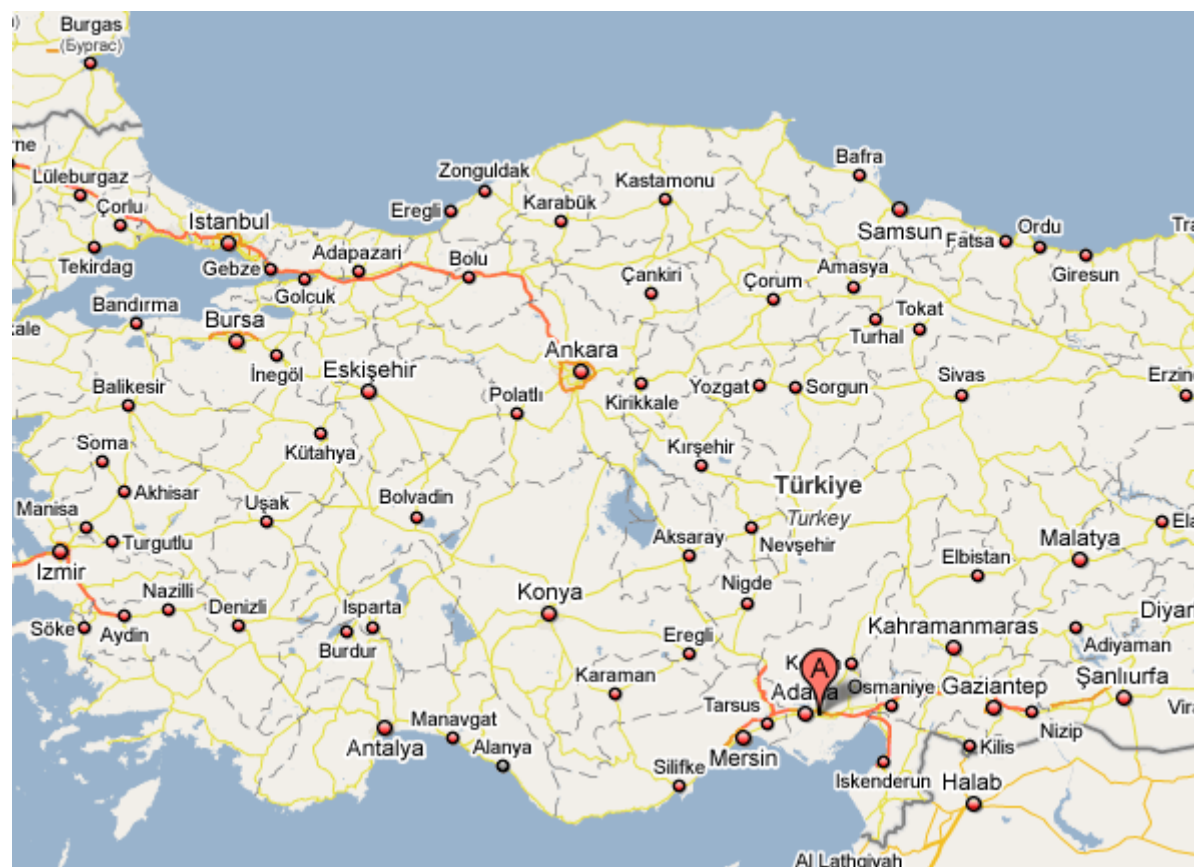
Uživatelský segment transformuje

- Sférické souřadnice na elipsoidu WGS 84
- Kartézské souřadnice v systému UTM
- Kartézské (sférické) souřadnice v systému S-42 (prosté přičtení konstant)
- Jiné souřadnice (Křovák,...)

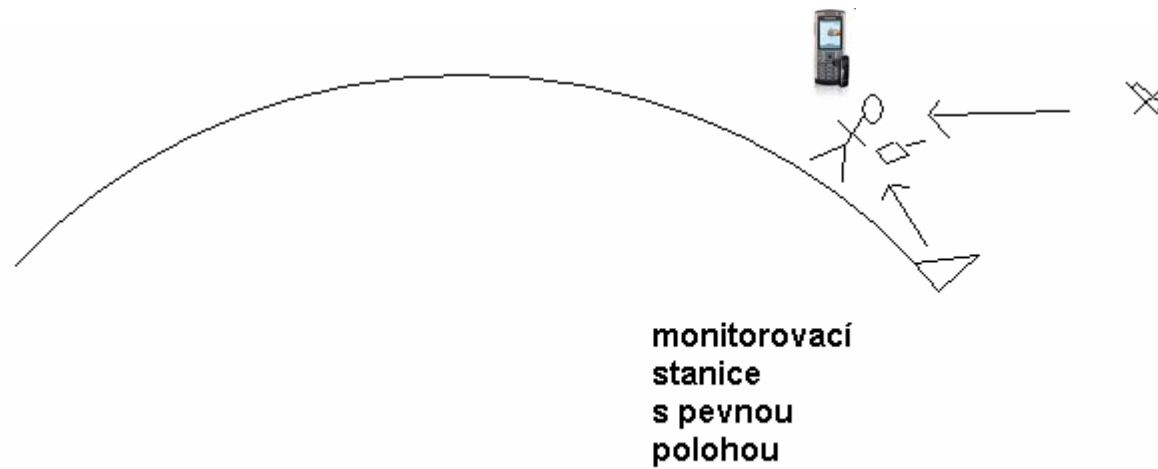
Zdroje nepřesností systému

- **Satelitní hodiny**
 - jedna biliontina sekundy nepřesnosti satelitních hodin způsobí v měřené délce k satelitu chybu 30 cm
 - použity velmi přesné atomové hodiny
- **Hodiny přijímače**
 - chyba hodin přijímače je uvažována jako čtvrtý neznámý parametr pro navigaci
- **Chyba dráhy satelitu**
 - přesnost výpočtu polohy záleží na tom, jak přesně známe polohu satelitů
 - dráhy satelitů monitorovány ze Země z několika monitorovacích stanic
- **Atmosférické vlivy: ionosféra, troposféra**
 - zmenšují ho dvoufrekvenční přijímače
- **Záměrné chyby v systému**
 - Oficiálně odstraněny v roce 2001

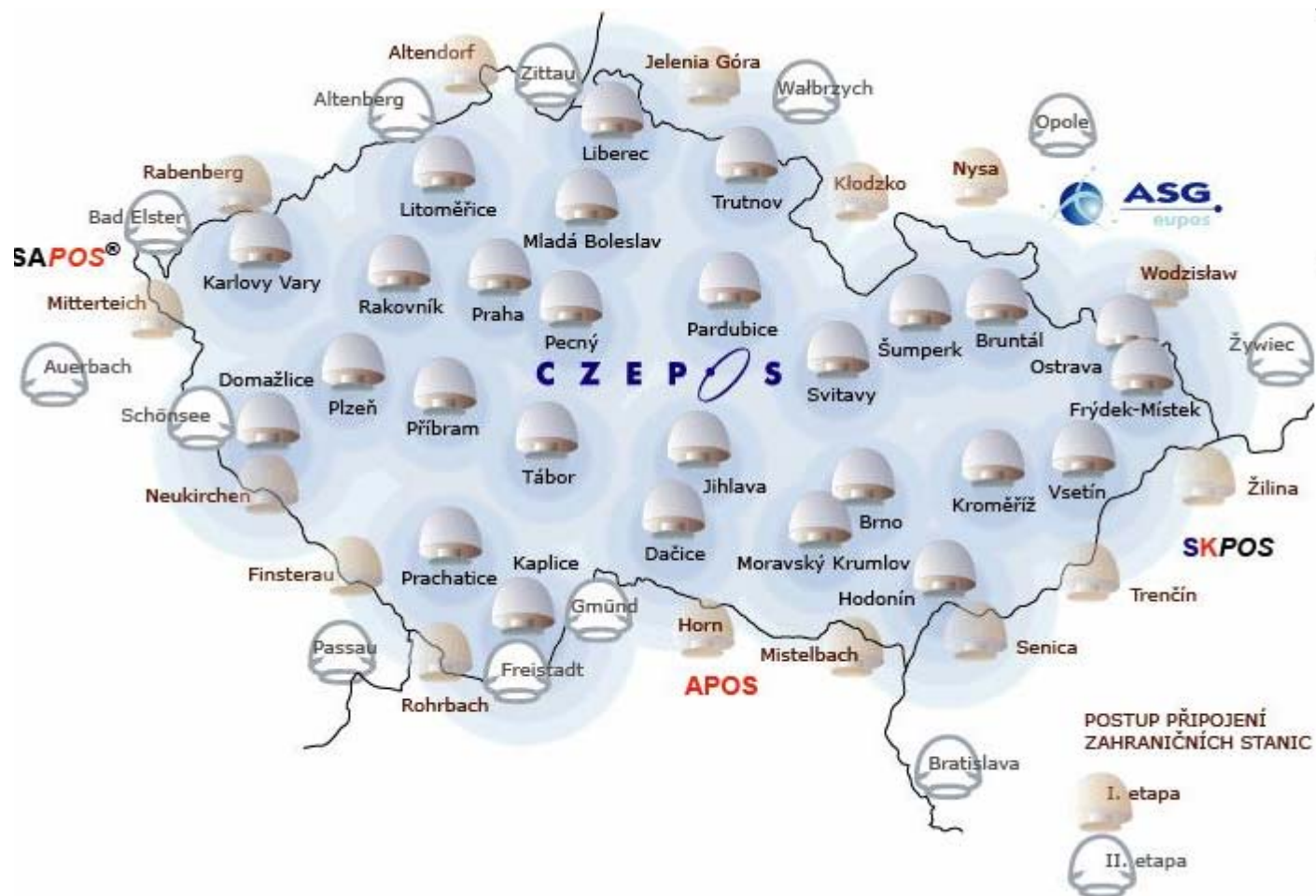
Záměrné chyby v systému



Diferenciální GPS



Sít' stanic CZEPOS



Lokální diferenciální GPS

- Letiště
- Vodní cesty (pobřeží USA)
- Fotbalový stadion
-

Navigační systémy

- GPS (určení polohy)
- Mapa
- Software
 - Zobrazení polohy
 - Výpočet optimální trasy (Dijkstrův algoritmus + heuristiky)

RDS (Radio Data System)

- **PS: Program Service** - Název rozhlasové stanice
- **PI: Program Identification** - Identifikace programu pomocí unikátního kódu.
- **AF: Alternative Frequencies**
- **RT: Radiotext** - přenos krátkých textových zpráv na display rádia
- **TA: Traffic - Announcement identification** - Informace o tom že je právě teď vysílána dopravní informace. Tato hlášení způsobí např. zastavení přehrávání CD nebo kazety a pustí se automaticky poslech rádia
- **CT: Clock-Time and date** - přenos času a data

RDS

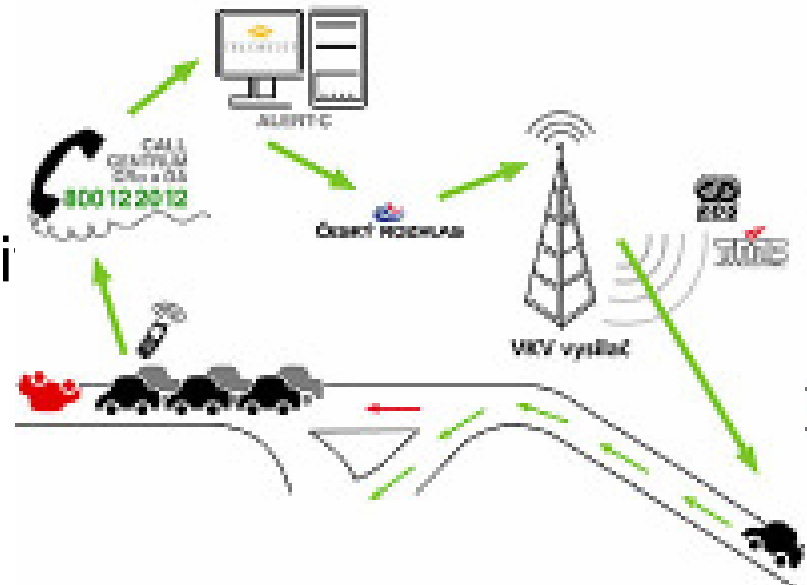
- TMC (Traffic Message Channel)

- V Praze

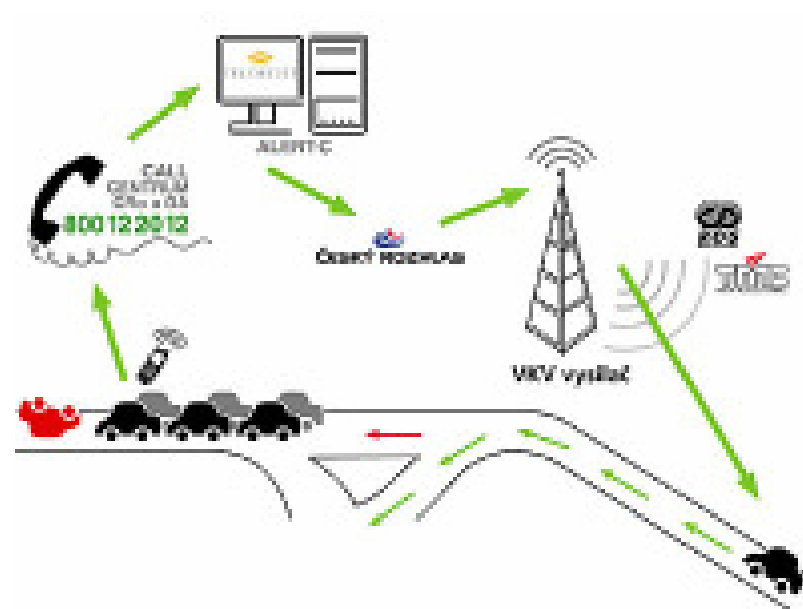
- Regina 92,6 FM
 - Radiožurnál 94.6 FM

- Jinde

- Teleasist+Global Assi



RDS - TMC



RDS – TMC ve světě

- Evropa
 - Rakousko, Pobaltské státy, Česko, Dánsko, Finsko, Norsko, Švédsko, Maďarsko, Nizozemí, Belgie, Německo, Francie, Švýcarsko, Velká Británie, Španělsko
- USA+Kanada
- Austrálie
- Irán

GPS pro geodety



Fázová metoda měření

Postprocessing

Diferenciální GPS

Glonass

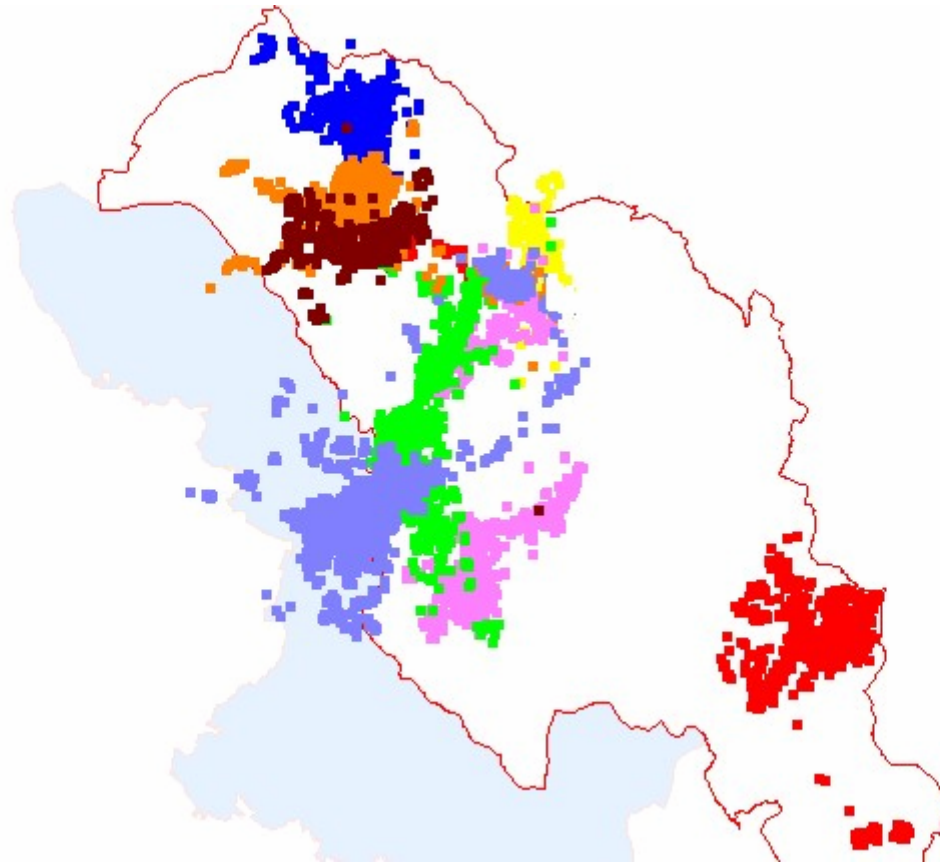
Mobilní telefony s GPS



Turistika s GPS

- Větší mechanická odolnost
- Měření nadmořské výšky
- Trasové body (Waypointy)
(<http://gps.waypoint.org>)

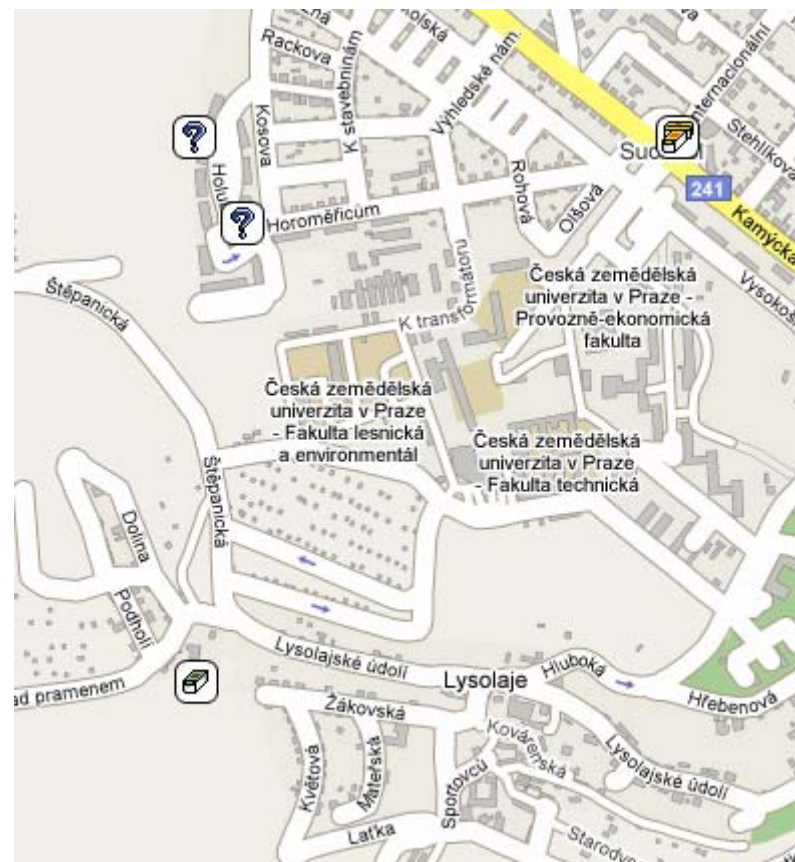
Telemetry



Zábava s GPS

- GPS Drafting
- Skryše
 - Geocaching (www.geocaching.com)
 - „Granko poklady“

Geocaching



Geocaching

[Geocaching Home](#) > [Seek](#) > View Cache Details

GC19KA

Housle

A cache by [Ondra Strnad](#)

Hidden: 2/23/2008

Size:  (Small)

Difficulty: ★★☆☆☆

Terrain: ★★☆☆☆ (1 is easiest, 5 is hardest)

 Greyed out links are only available to [Premium Members](#). 

N 50° 07.551 E 014° 22.011 [\[Other Conversions\]](#)

UTM: 33U E 454742 N 5552815

In Czech Republic

Print:

 [Simple](#) [\[No Logs\]](#) [\[5 Logs\]](#) [\[10 Logs\]](#) |  [Driving Directions](#) **NEW!**

Download: [\[Read About Waypoint Downloads\]](#)

[LOC Waypoint File](#)

[GPX eXchange File](#)

[Send to GPS](#)

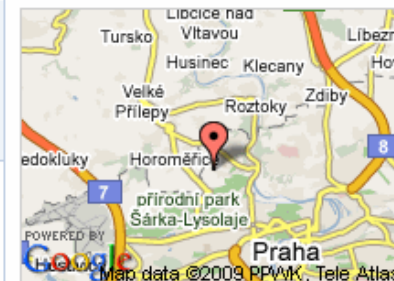
[Send to Phone](#)



Please note: To use the services of geocaching.com, you must agree to the terms and conditions [in our disclaimer](#).

Navigation

-  [log your visit](#)
-  [view gallery](#)
-  [watch listing](#)
-  [ignore listing](#)
-  [bookmark listing](#)



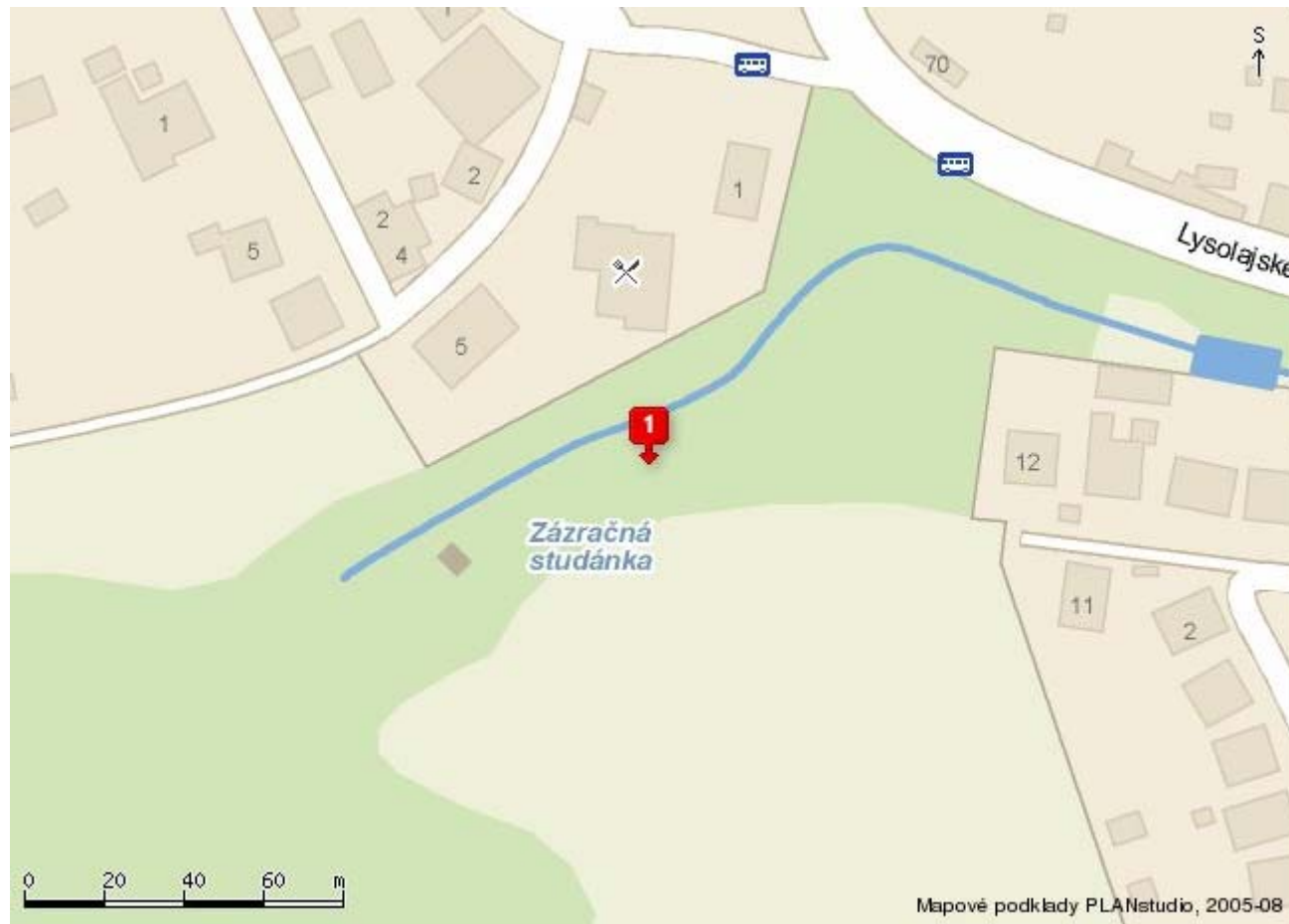
3 user(s) watching this cache.

Attributes

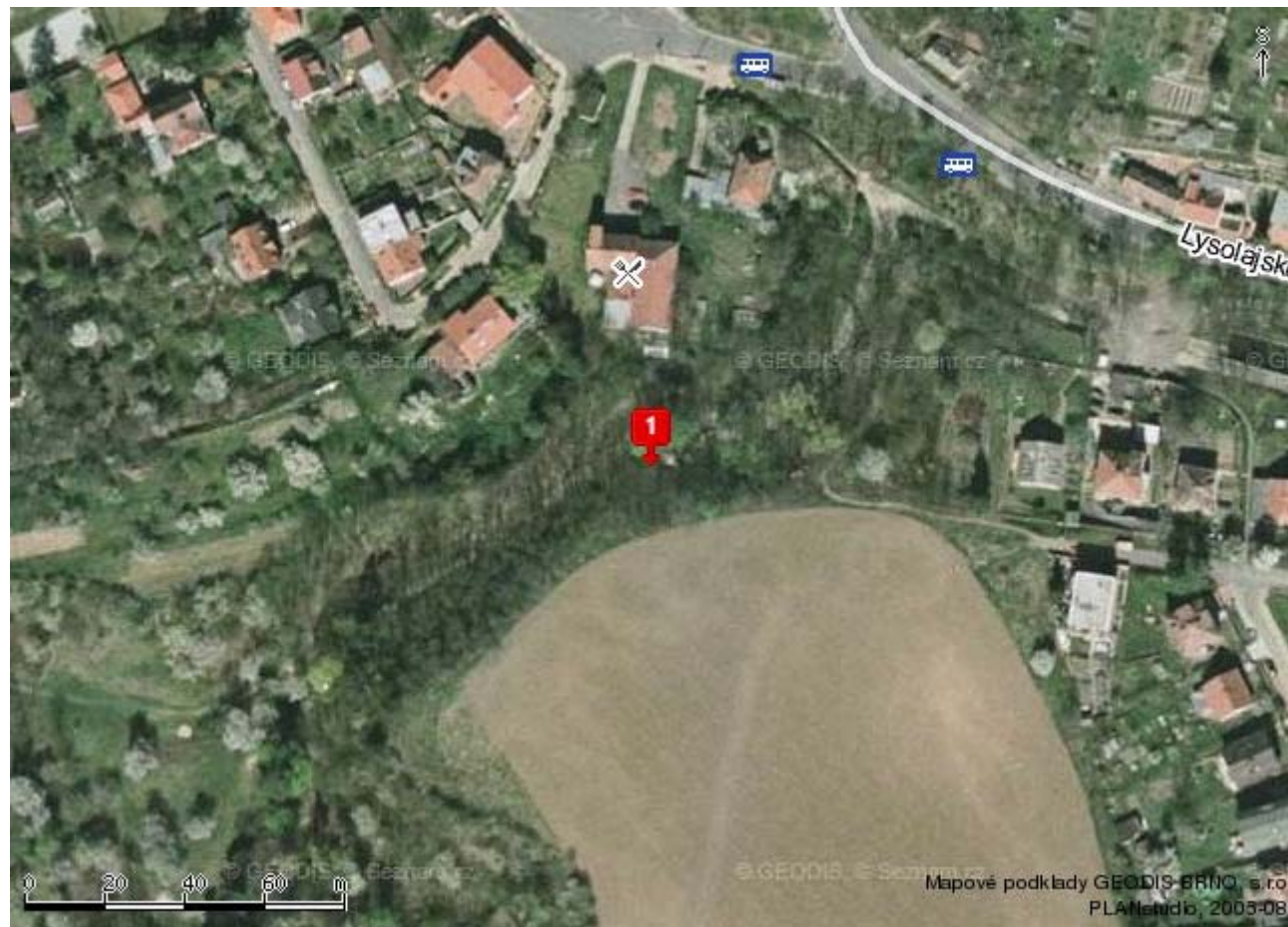


Cache se nachází v Praze 6 Lysolajích - parku Housle. Terén je dobrý.
Doporučuji ale chodit po cesticce, protože dolu je to velký strmý kopec asi 20

Geocaching



Geocaching



Získávání dat

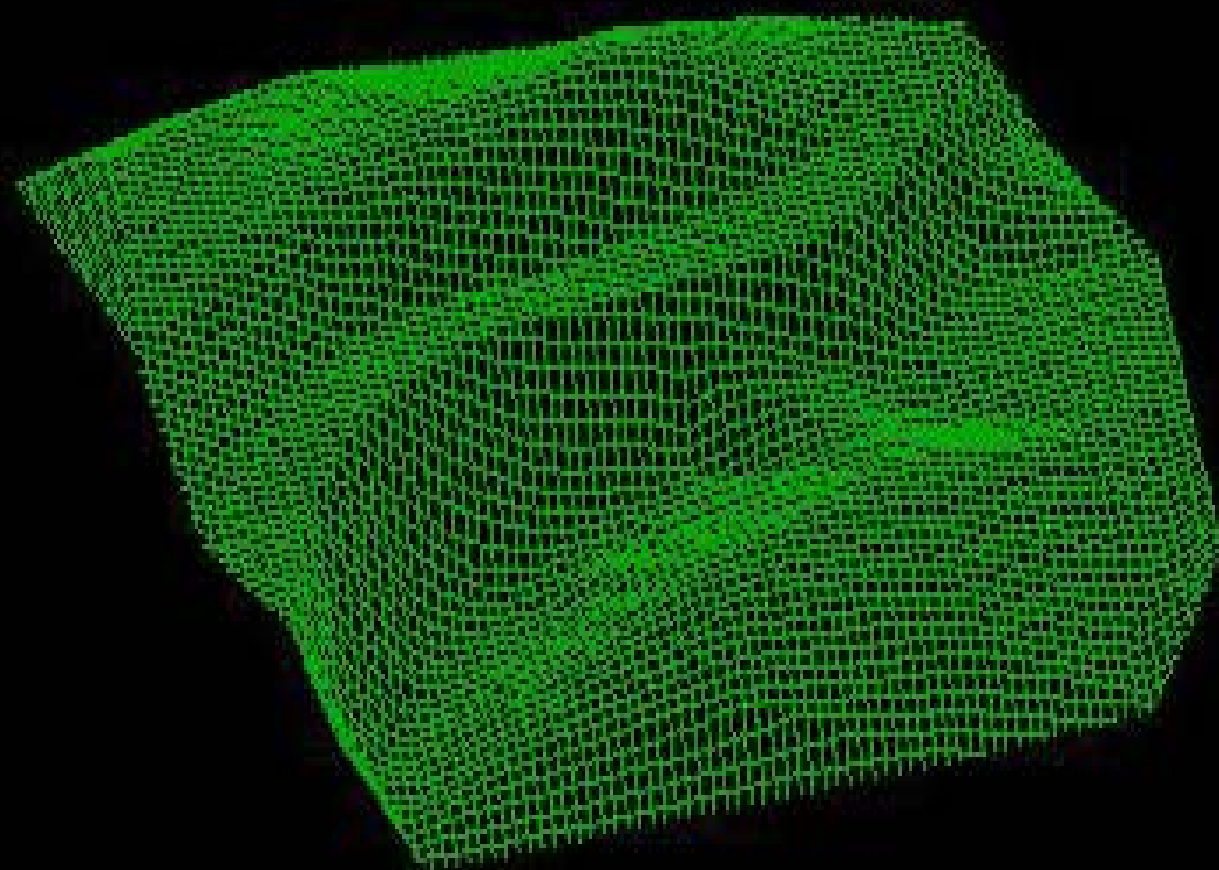
- Přímé geodetické měření
- GPS
- Dálkový průzkum Země
- Laserové skenování

Vyhodnocování leteckých snímků

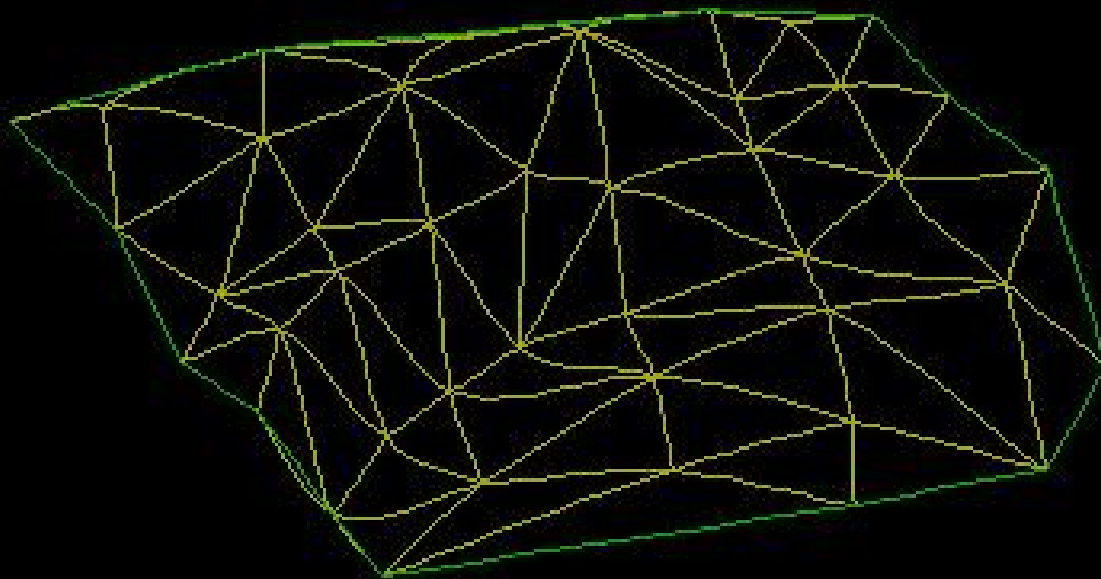
- Orthogonalizace
- Generalizace
- Klasifikace

Digitální modelování terénu

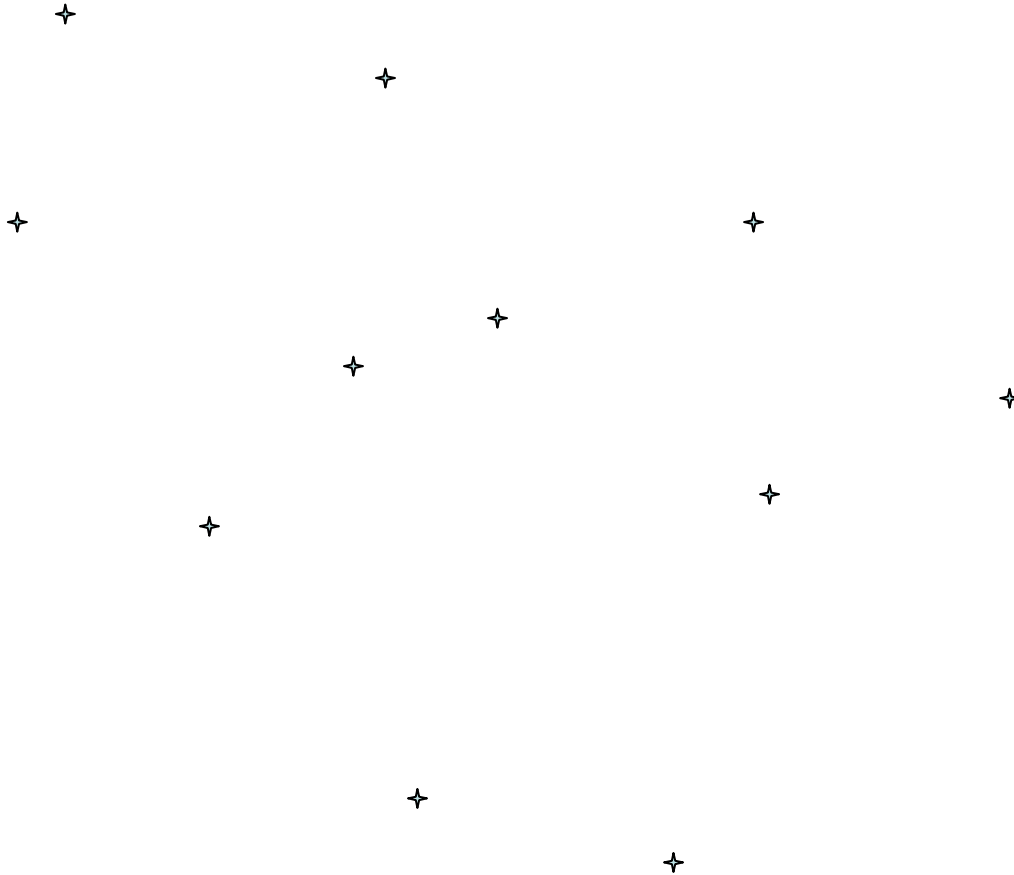
- Digitální modelování terénu
- Rastrové modely
- Plátové modely
- Triangulace
- Singularity
- Zaoblování plátů



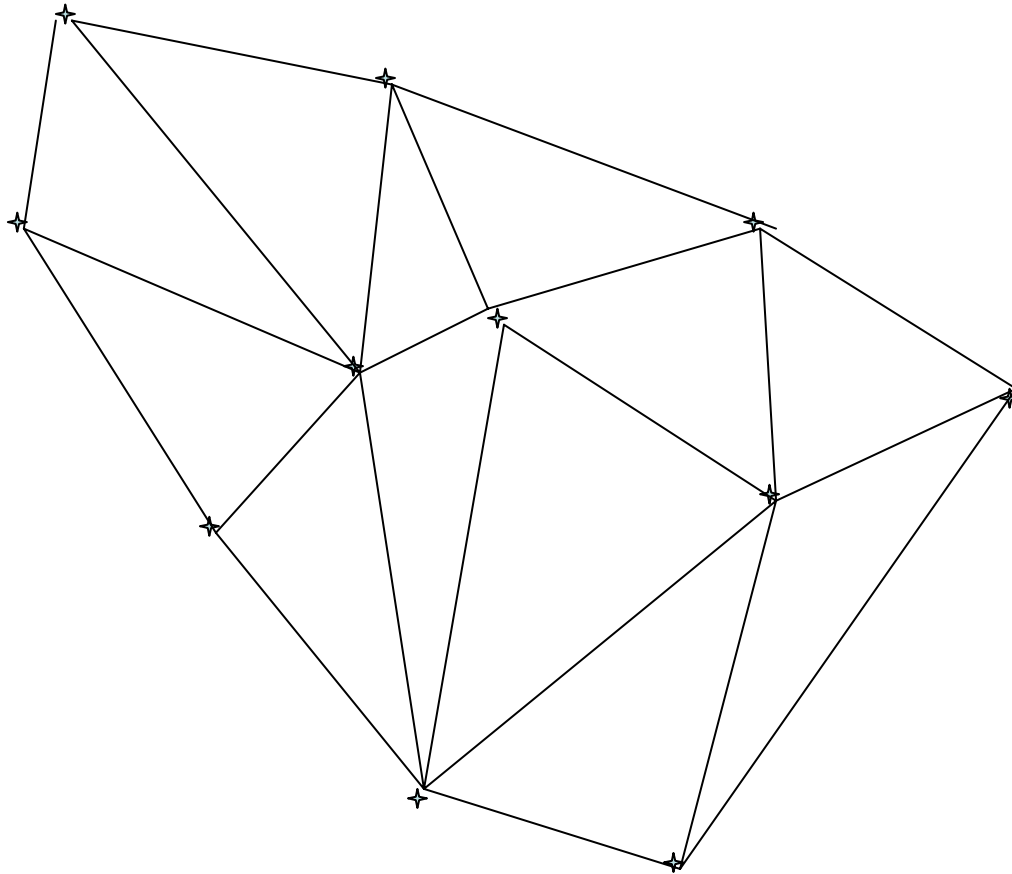
Plátový DMT



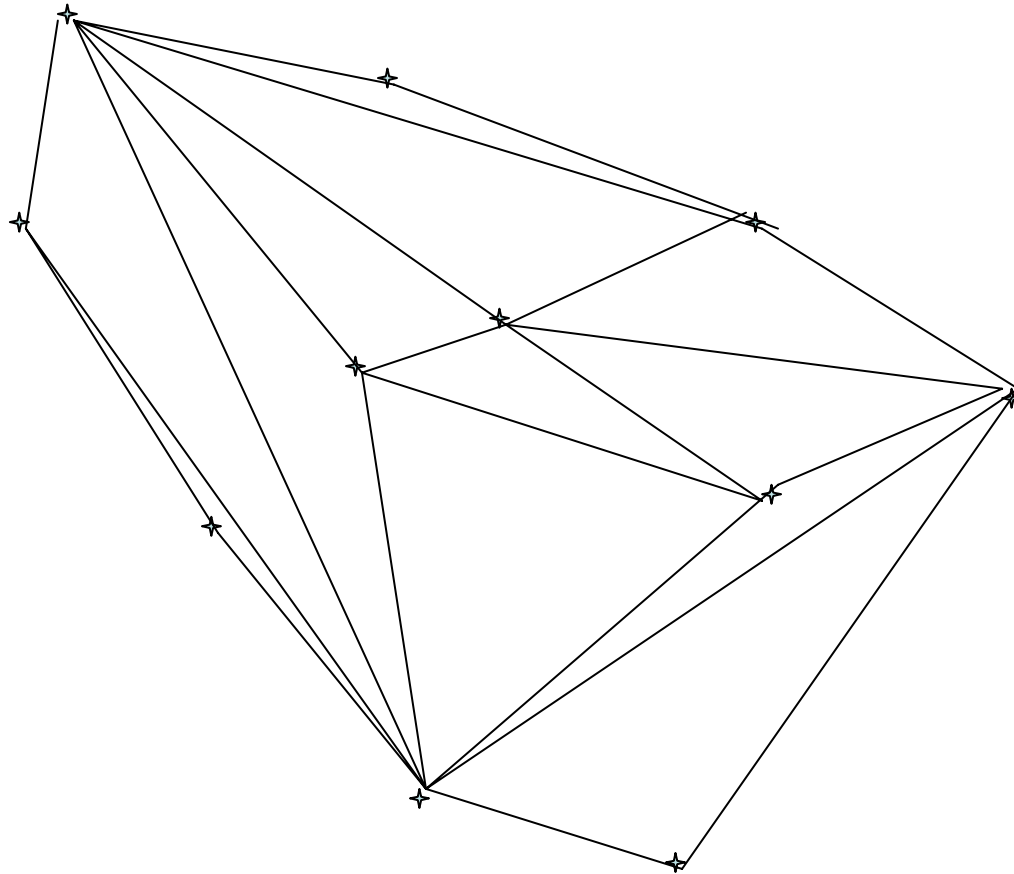
Triangulace



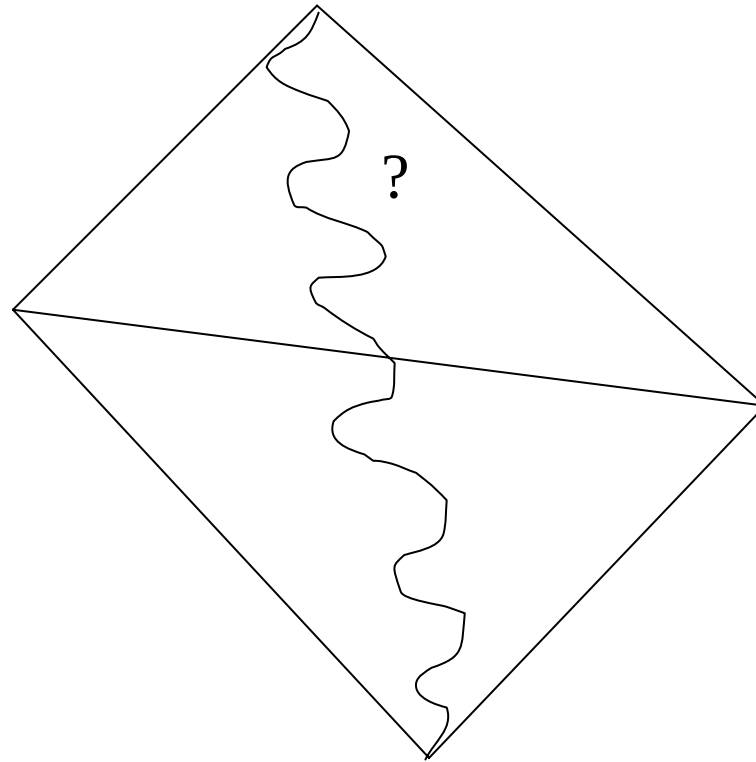
Triangulace



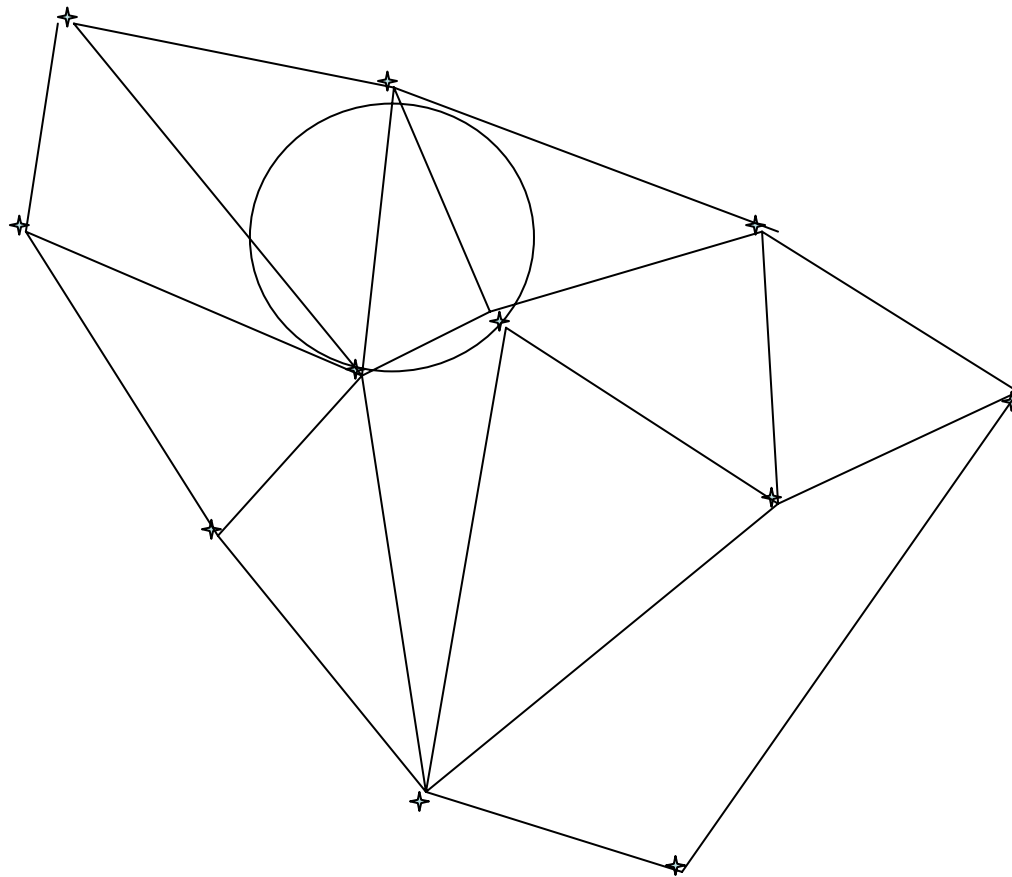
Triangulace



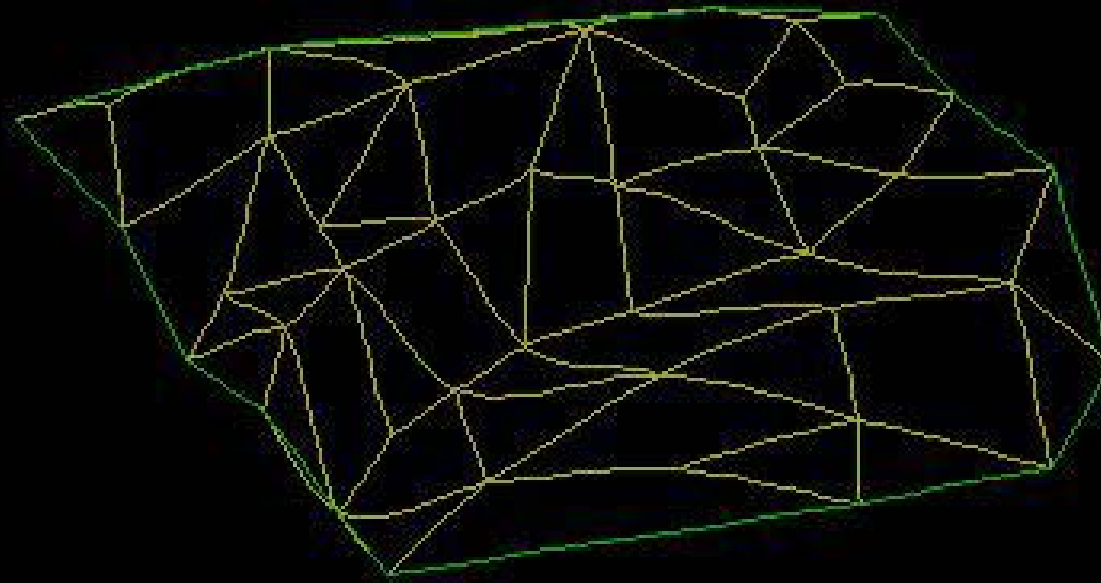
Minimální délky hran



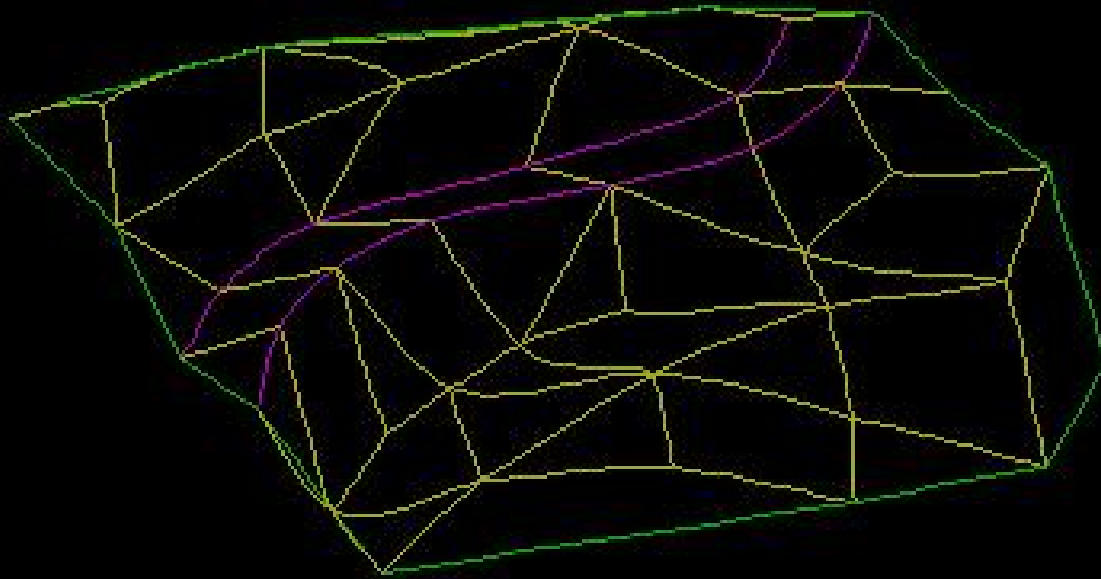
Delenayova podmínka



Optimalizace trojúhelníkových plátů na čtyřúhelníkové



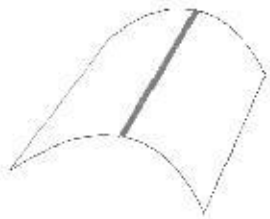
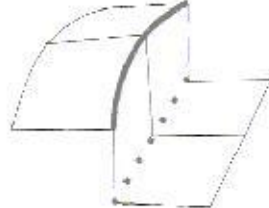
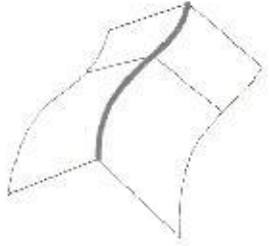
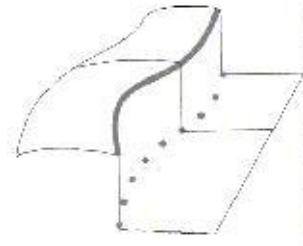
Singularity



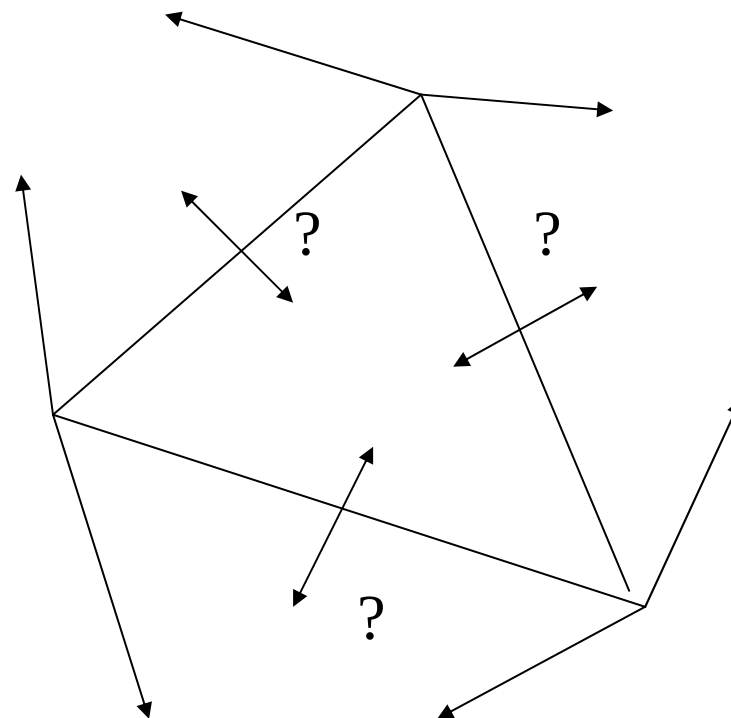
Klasifikace singularit

- Druh hrany
 - úsečka
 - křivka ve vertikální rovině
 - obecná křivka
- Typ navázání plátů
 - hladké navázání
 - ostré navázání
 - zlom

Klasifikace singularit

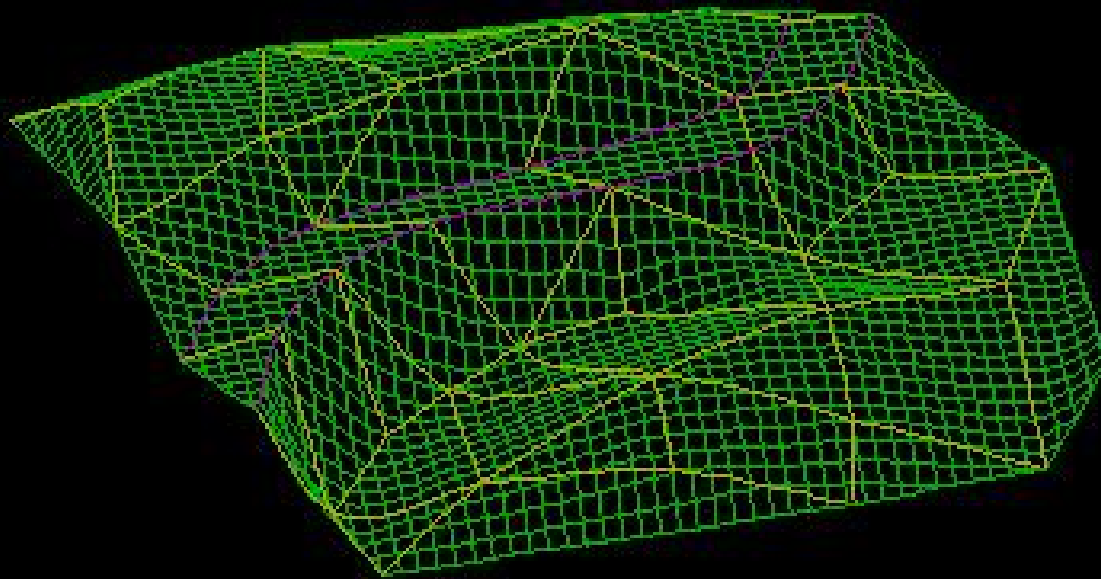
	Hladké napojení	Óstré napojení	Zlom
Úsečka			
2D křivka (pro souřadnice souřadné)			
3D křivka			

Zaoblovací problém

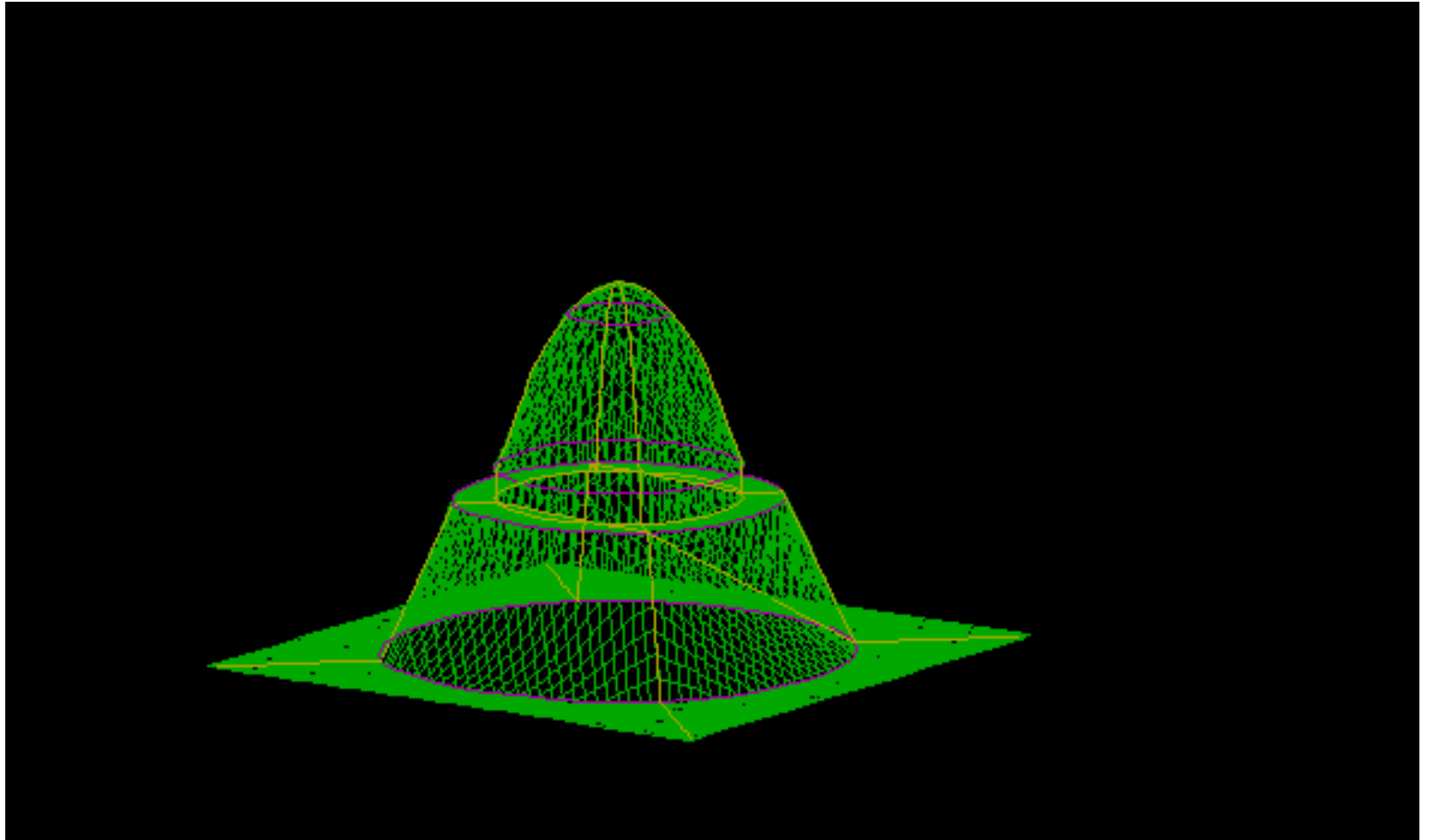


$$Z = ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ez + f$$

Zobrazení modelu



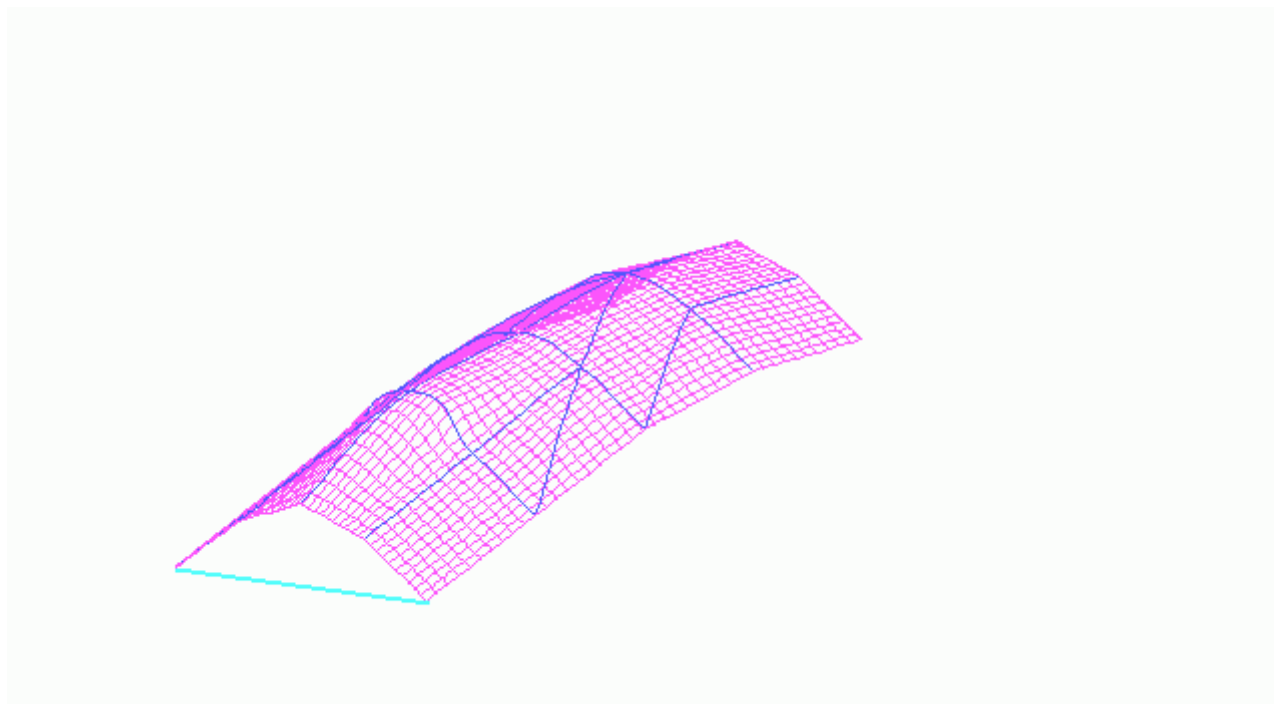
Pak se dá modelovat všelico



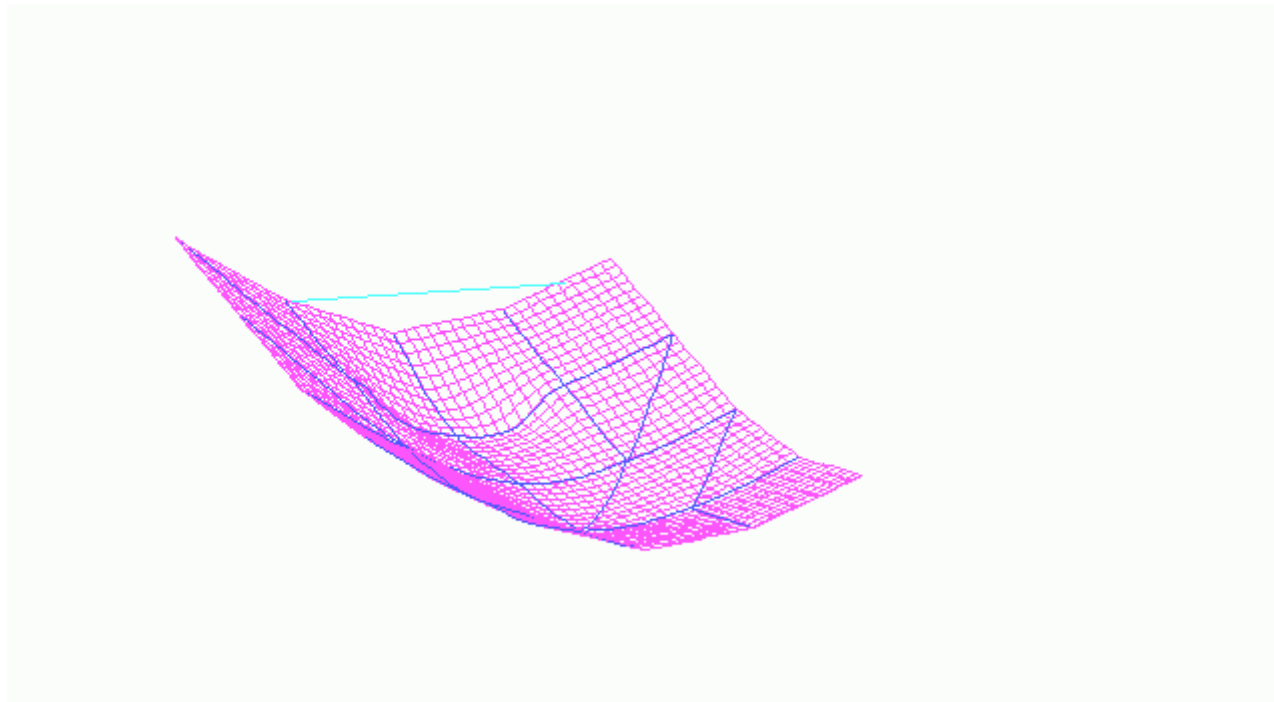
Základní terénní tvary

- Konkávní
 - Vrstevnicově
 - Spádnícově
- Konvexní
 - Vrstevnicově
 - Spádnícově

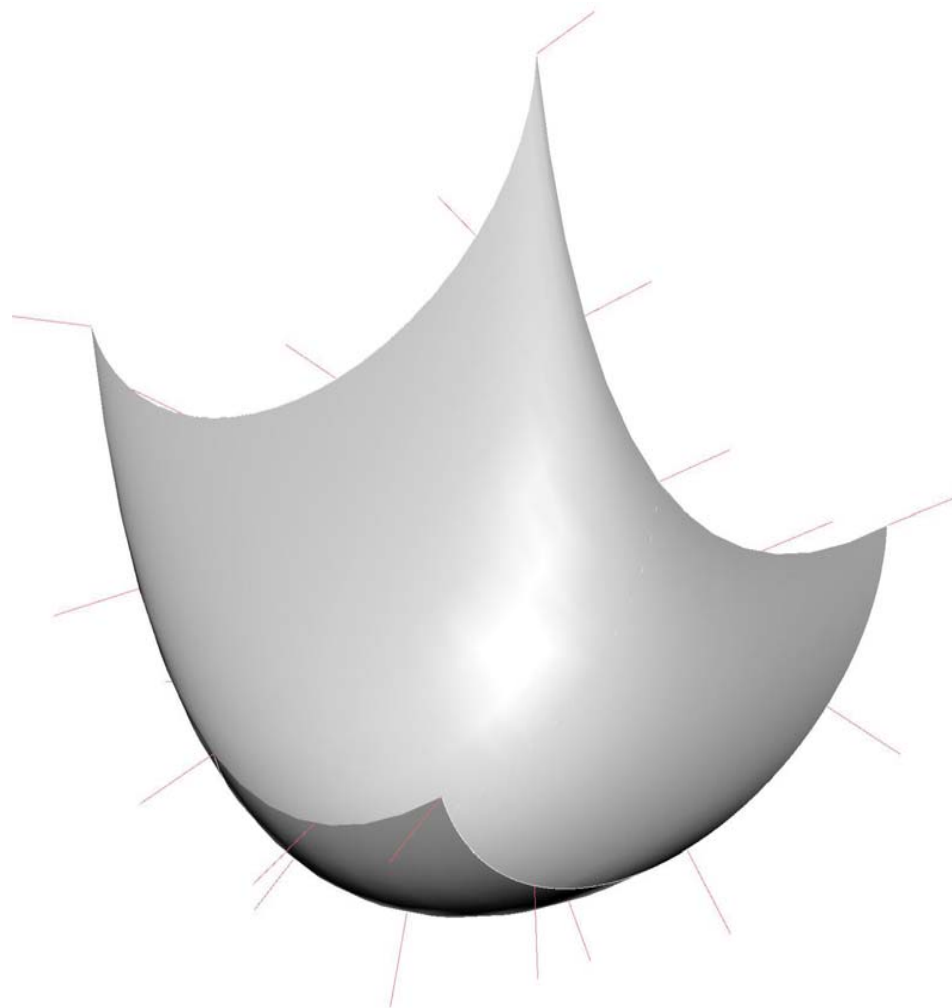
Vrstevnicově konkávní tvar



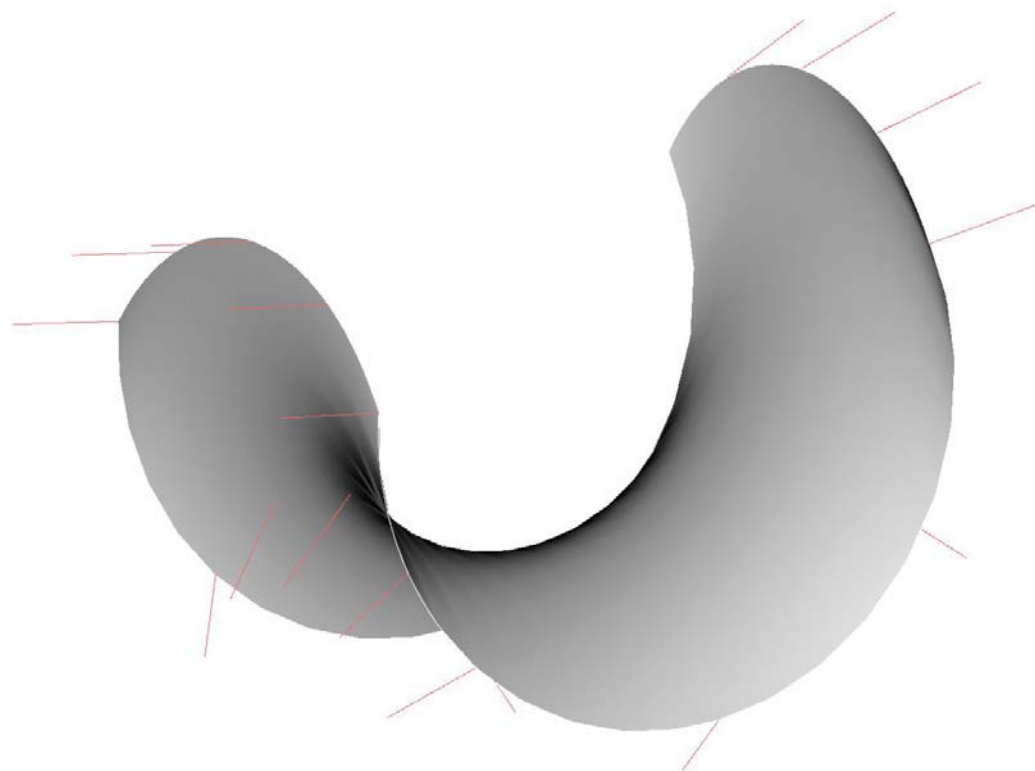
Vrstevnicově konvexní tvar



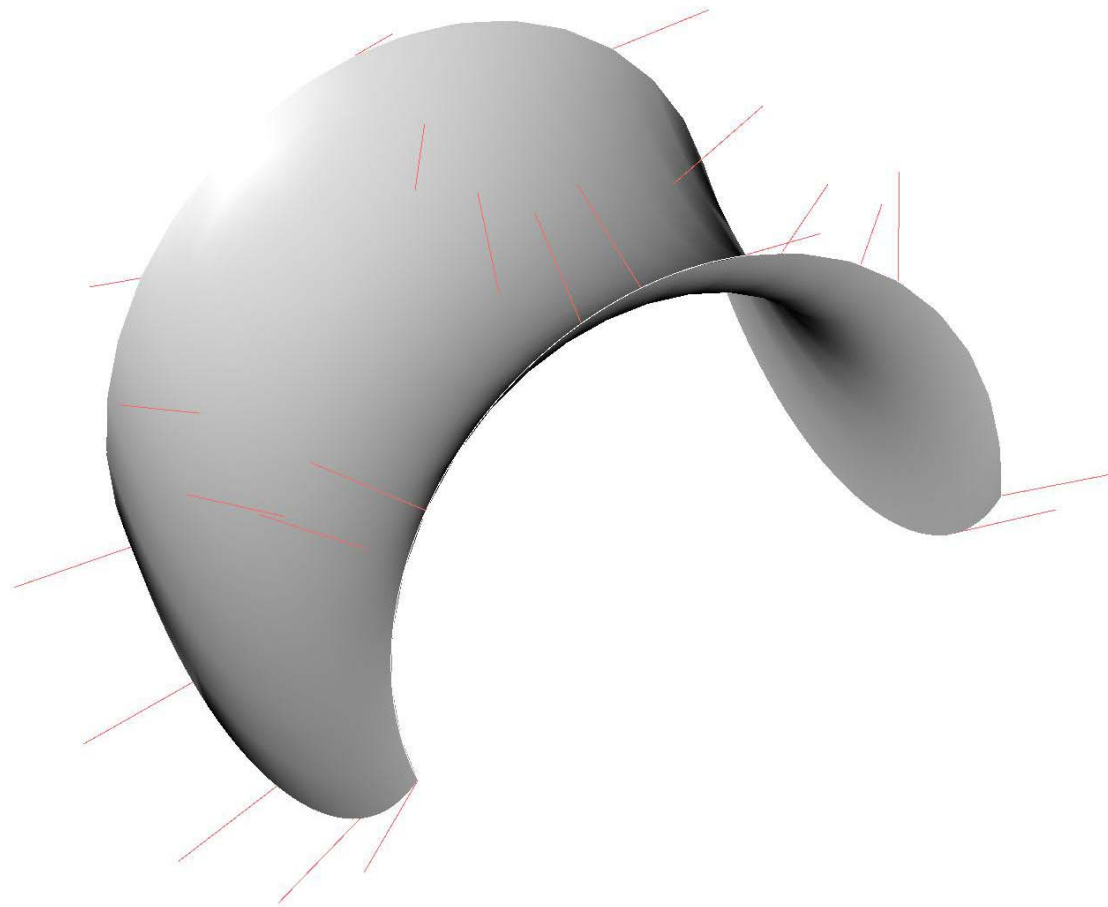
Konvexně konvexní tvar



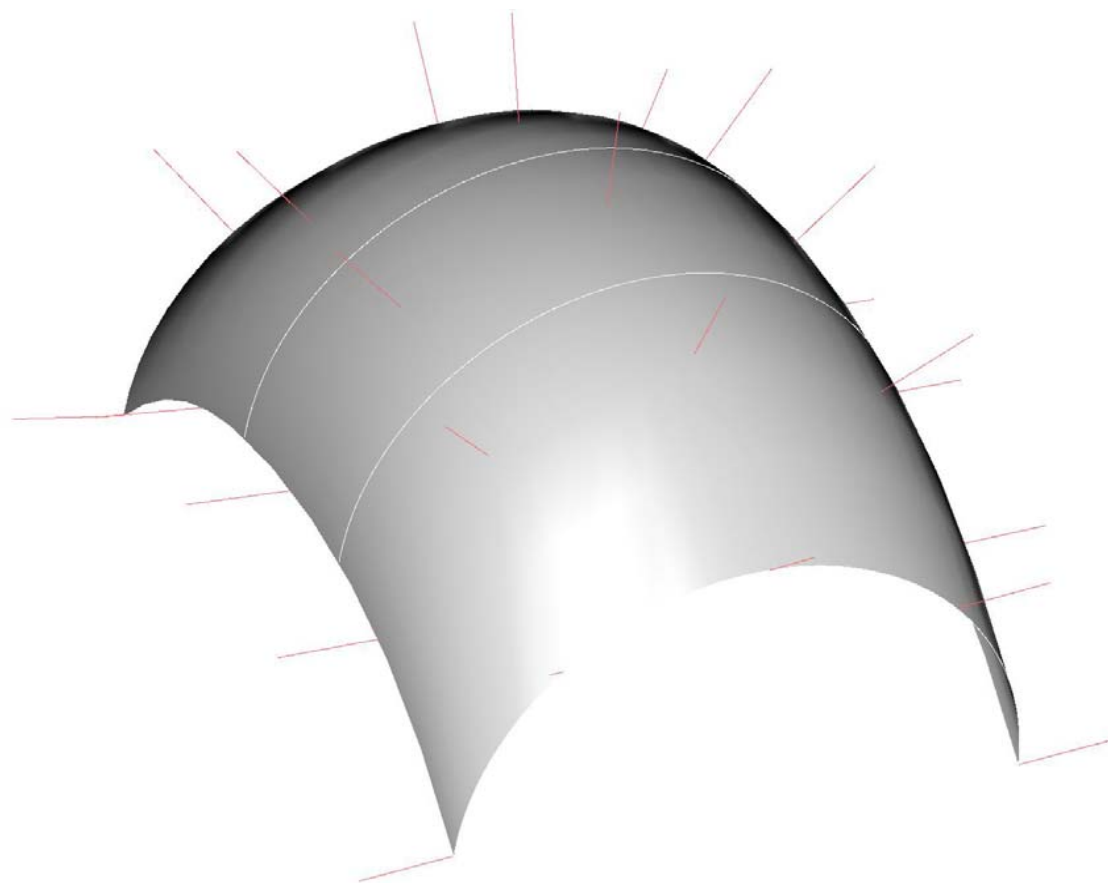
Konvexně konkávní tvar



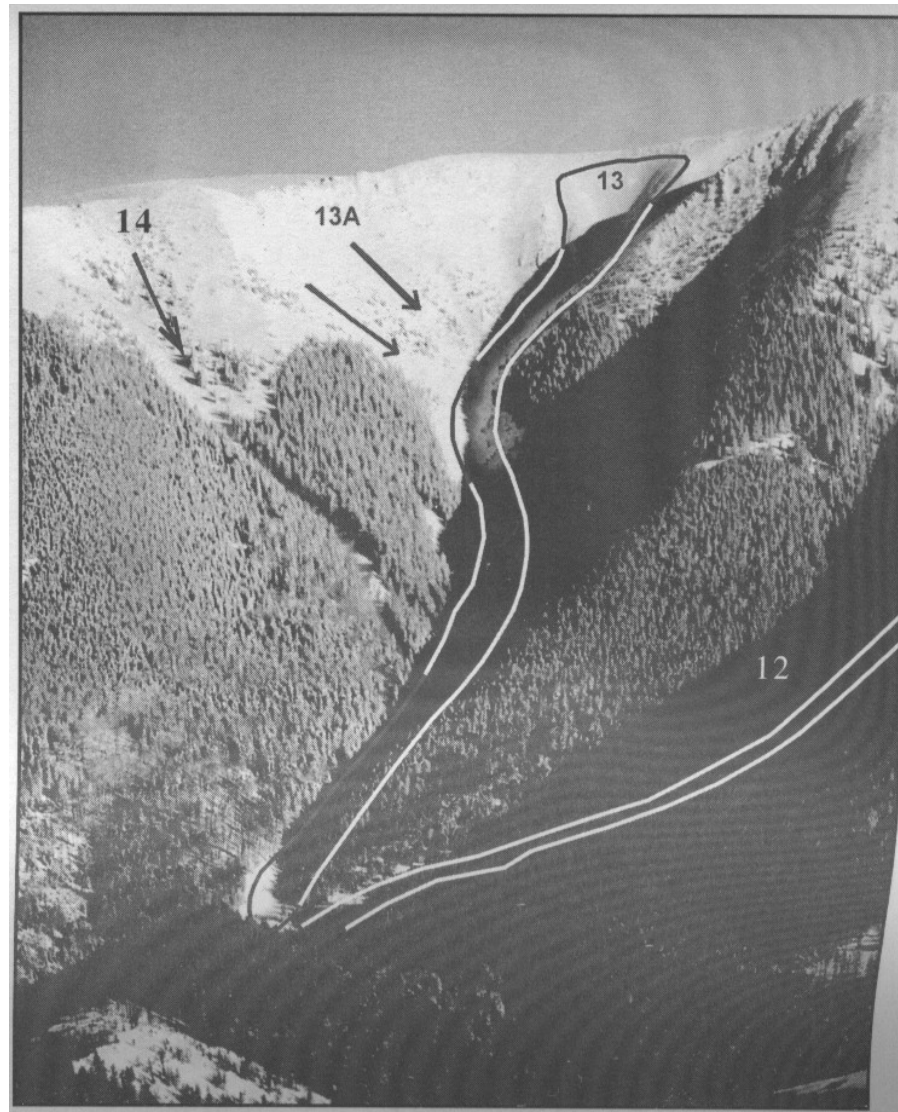
Konkávně konvexní tvar



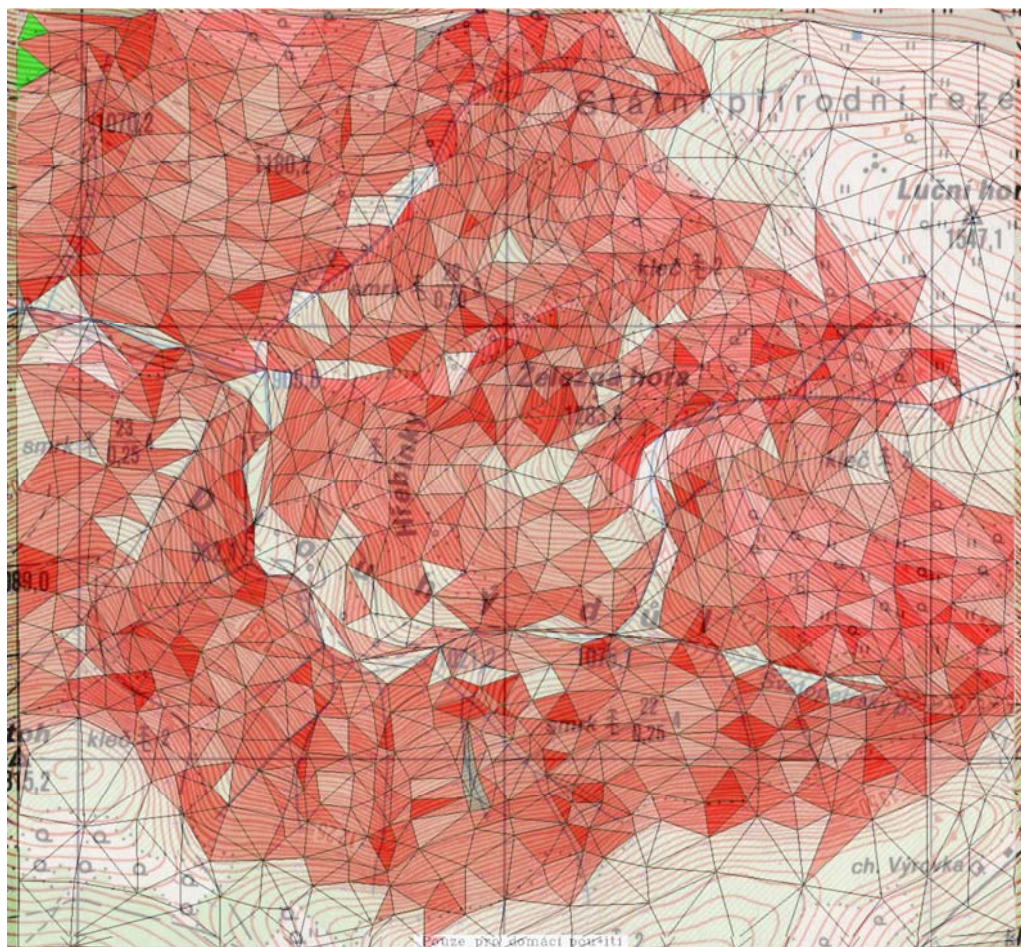
Konkávně konvexní tvar



Lavinové nebezpečí v horách



Analýza lavinového nebezpečí



Rumunsko, pohoří Almaj, pokrytí signálem pro mobilní telefony

