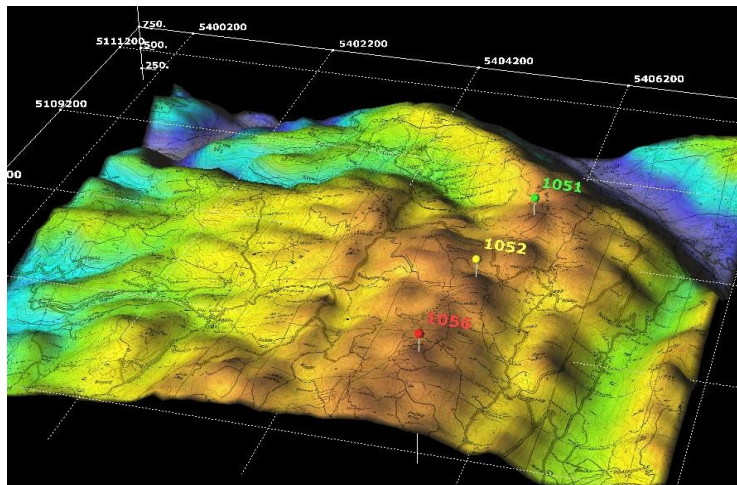


Modelovanie geopriestoru

Model a abstrakcia

- Model je akákoľvek zjednodušená abstrakcia reality
- Abstrakcia je proces prechodu poznania od zmyslovej úrovne k racionálnej
- Mapa je model reálneho sveta
- Modelovanie je zjednodušené opisovanie a zobrazovanie objektov a javov reálneho sveta



Geoobjekt

V geografii sa geoobjekt vzťahuje na objekt skutočne existujúci na Zemi, na ktorý možno jednoznačne odkazovať pomocou geodát.

Pre potreby geometrického modelovania poznáme objekty rôznej dimenzie:

- **bezrozmerné 0D** – majú polohu ale nie dĺžku ani plochu
- **jednorozmerné 1D** – priame úseky čiar s konečnou dĺžkou, ale nemajú plochu, napr. úsek cesty (arc)
- **dvojrozmerné 2D** – polygóny majúce konečnú plochu, jazero
- **trojrozmerné 3D** – telesá, polyhedrony

Pri zobrazení a analýze dynamiky geoobjektov sa zavádza čas ako 4. dimenzia – meteorológia, prehľad teplôt za určité obdobie, ...

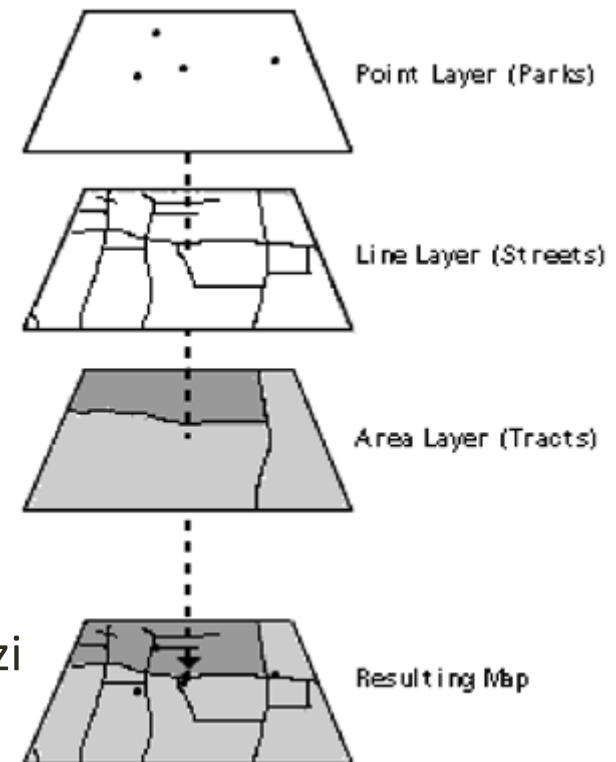
Špecifiká geoobjektov

Priestorová rozlíšiteľnosť súvisí s kartografickou mierkou. Mierka sa používa pre časovú a priestorovú rozlíšiteľnosť

Priestorové procesy predstavujú priestorovú variabilitu geoobjektov. Priestorová analýza týchto procesov je dôležitou súčasťou všetkých geovied. Napr. priebeh nadmorskej výšky v lokalite

Priestorové vzťahy sú geometrické (vzdialenosti X a Y) a topologické napr. popísaná hranica medzi dvomi parcelami

Rozloženie informácií vo vrstvách



Zásady mapovej vrstvy

Vrstva zahŕňa objekty rovnakej dimenzie:

- bodové – meračské body, kóty, kartografické znaky
- líniové – rieky, cesty, železnice
- polygónové – typ pôdy, parcely, krajinný kryt

V jednej vrstve sú objekty jednej témy. Témy je ťažké od seba oddeliť, zlúčiť ich je vždy možné

Kombinácia vrstiev môže viesť k odvodeniu nových geoobjektov s novou topológiou, geometriou alebo atribútmi.

V programovacích jazykoch je vrstva premenná veličina

vrstva A = výpočet (vrstva 1, vrstva2, ...)

Výhody tvorby vrstiev:

- možnosť vytvárať tematické hierarchie
- analýzy, editácie a prístupy k údajom sú riešené špecificky pre každú vrstvu
- vyhľadávanie podľa atribútov je veľmi rýchle
- možnosť vybudovania systému topologických vzťahov medzi objektmi

Nevýhody vrstvového prístupu:

- kladie väčší dôraz na metaúdaje (vysvetlenia, definícia a pod. „Odra je rieka“)
- zložitejšie zostavovanie kľúčových slov kombinujúcich viac atribútov
- manipulácia s väčším počtom súborov - vrstva je prenositeľný súbor

Metaúdaje (Metadáta)

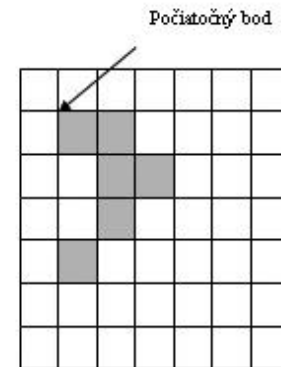
Metadáta sú štrukturované dáta nesúce informácie o primárnych dátach. Môžu reprezentovať jednoduché pomenovanie informácií o zdroji, ale aj zložitejšie štruktúrované záznamy. Opisujú aspekty dokumentov a dát ako sú **definícia, štruktúra a administratíva**

Príklad:

94001 je číselný údaj, ktorého význam bez ďalších súvislostí nepoznáme. Pridaním metadát môžeme z čísla 94001 získať poštové smerovacie číslo Nových Zámkov. Na opis metadát sa používa napríklad značkovací jazyk XML `<psc>94001</psc>`.

Reprezentácia priestorových údajov

- Explicitná reprezentácia - **rastrový model**
- Implicitná reprezentácia - **vektorový model**



Raster je spojito rozložená informácia v ohraničenom priestore

Vektor je konečné množstvo ohraničených geoobjektov

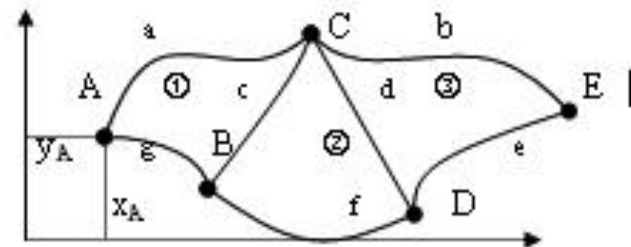
Príklady:

Vektor: všetky siete, líniové objekty - neprerušenosť línií, napojenosť línií, ohraničené plochy – pozemky, body - umiestnenie objektu

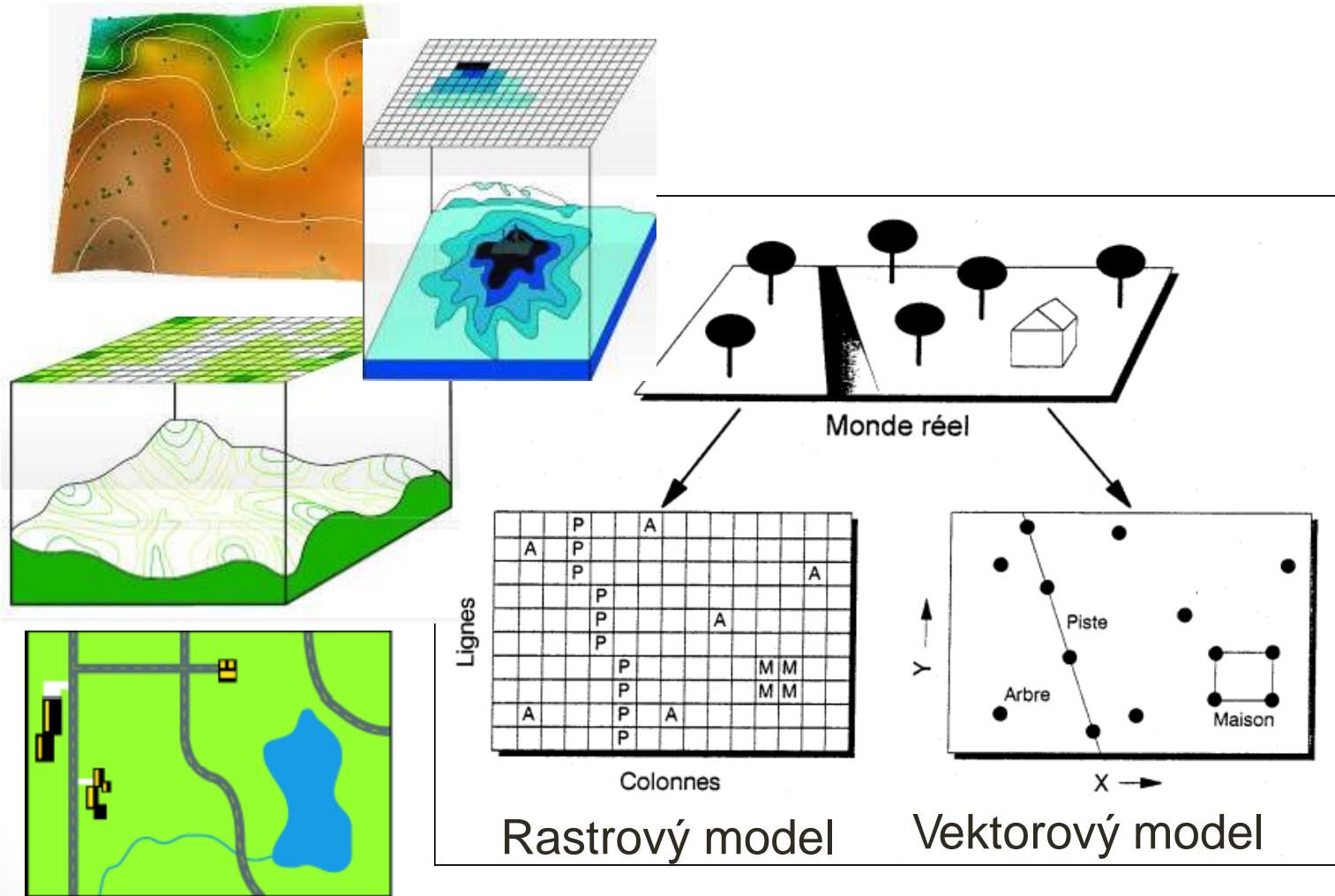
Raster: výškový model, modely priemerných teplôt, zrážok, všetky snímky z DPZ,

meteorologické modely,

plochy bez ohraničenia a geometrickej presnosti

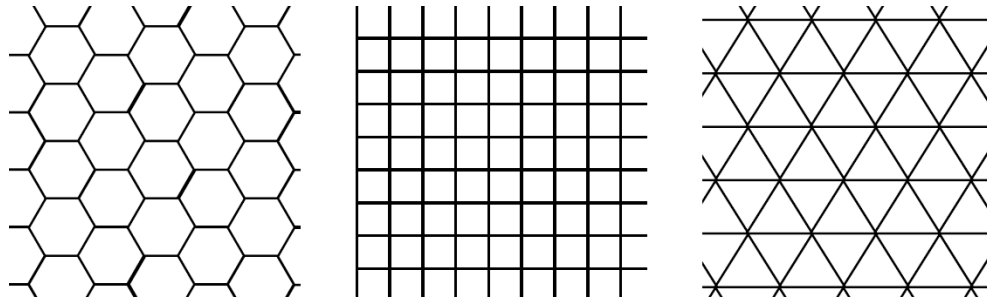


Rastrový a vektorový model



Pravidelná rastrová reprezentácia

Rastrová reprezentácia vychádza z rozdelenia záujmovej oblasti pravidelnou mriežkou na jednotlivé časti nazývané bunka (cell, pixel), kde každý vrchol je zdieľaný minimálne tromi bunkami - **tesalácia**



Základnou vlastnosťou rastrovej reprezentácie je **rozlíšenie**. Je to číslo popisujúce vzťah medzi vzdialenosťou v realite a v rastrovej reprezentácii

Nepravidelná rastrová reprezentácia - TIN model

Rozdelenie priestoru na nepravidelné trojuholníkové plochy s premenlivou veľkosťou a tvarom

Využíva sa pri modelovaní terénu a povrchov.

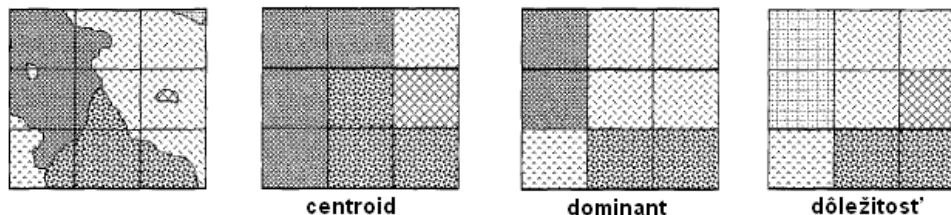
Zo vstupného súboru bodov sa pomocou triangulácií vytvorí sieť trojuholníkov, ktoré súvislo pokrývajú celý povrch.

Ak sa pri konštrukcii siete kladie dôraz na tvar trojuholníka hovoríme o **tvarovo závislých trianguláciách** (minimalizácia súčtu dĺžok strán, minimálna výška trojuholníka, ...)

Ak sa kladie dôraz na informácie ovplyvňujúce tvorbu trojuholníkov ide o **údajovo závislé triangulácie** (najčastejšie odvodené hodnoty vzťahujúce sa k dvom trojuholníkom so spoločnou hranou)

Kvalita zobrazenia v rastrí

- spôsob priradenia hodnôt jednotlivým bunkám



- veľkosť bunky – zmenšením rozmeru bunky rastie nárok na pamäť – kompresie (**TIFF, GIF, PNG, JPG, BMP, ...**)
- rozlíšenie atribútových hodnôt – farby:
 - 1 bunka = 1 bit – binárny raster (0- čierna, 1 - biela)
 - 1 bunka = 8 bitov – 256 celočíselných hodnôt (VGA color)
 - 1 bunka = 8x3 bitov (true color) 1,6 mil. celočíselných hodnôt
 - 1 bunka = 32 bitov (Super true color)
 - 1 bunka = 48 bitov (Deep color)

Formáty rastrových údajov

TIFF (Tagged-Image File Format) – bol navrhnutý v roku 1987 ako otvorený grafický formát s možnosťou rôznej farebnej hĺbky a s rôznymi spôsobmi kompresie. Informácie vo formáte TIFF môžu byť uložené od monocolor (1 bit) cez 8 bitovú, 24 bitovú až po 48 bitovú farebnú hĺbku v RGB, CMYK, prípadne iných farebných škál.

GIF (Graphics Interchange Format) – rastrový formát pre obrazy s menším počtom farieb (256) a teda pre čiarové mapy. Používa bezstratovú kompresiu.

PNG (Portable Graphics Network) – formát vznikol ako alternatíva GIF. Umožňuje využívať farebnú hĺbku 1, 2, 4 a 8 bitov a takisto aj TrueColor s možnosťou osembitovej priehľadnosti a prekladaného zobrazovania. Formát obsahuje aj metaúdaje pre vyhľadávanie (textové polia). Používa bezstratovú kompresiu.

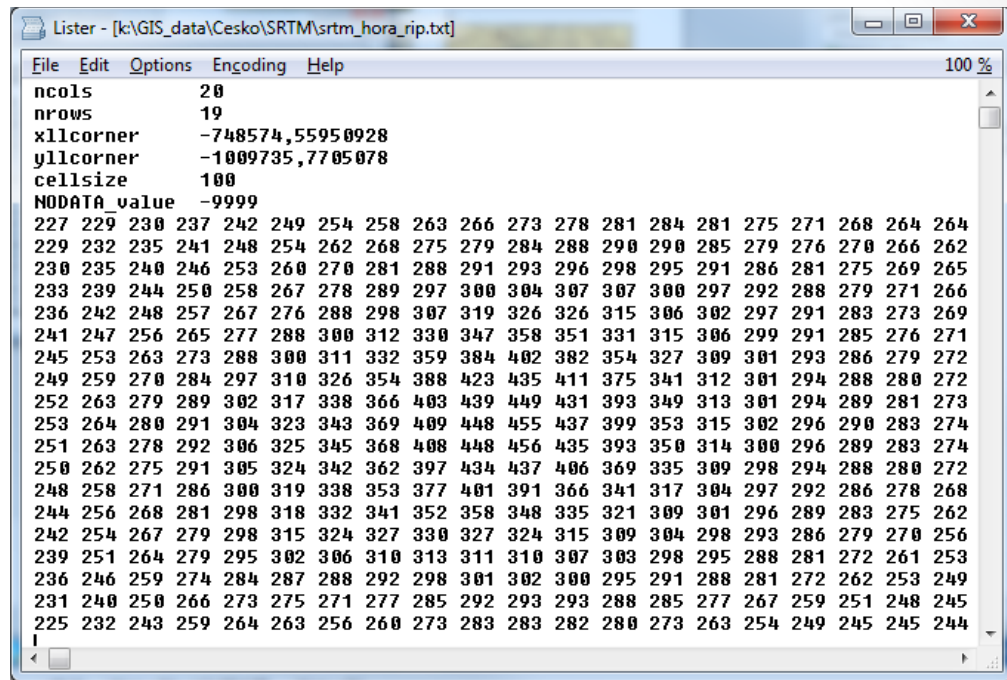
JPG (Joint Photographic Experts Group) – je vhodný pre obrazy s veľkou farebnou paletou a hladkými prechodmi medzi farbami. Je nevhodný pre obrazy s malým počtom farieb a s hranami (ostré prechody medzi farbami). Používa stratovú kompresiu. Novým nástupcom formátu JPG je od roku 2000 formát JPEG2000, ktorý znižuje veľkosť súboru, podporuje stratovú i bezstratovú kompresiu s možnosťou rozdelenia na segmenty (s rôznou kvalitou kompresie).

NTF (National Imagery Transmission Format) je základný formát pre digitálne snímky s možnosťou uloženia niekoľkých snímok v jednom súbore až do veľkosti 10 GB.

ECW (Enhanced Compression Wavelet) je patentovaná obrazová kompresia optimalizovaná pre letecké a satelitné obrazy s možnosťou georeferencie. Obrazové údaje využívajú až 65 535 farieb

BMP, DIB – veľmi jednoduchý a nekomprimovaný formát systému Windows a OS/2. Môže využívať 1, 4, 8, 16 a 24 bitovú farebnú hĺbku s možnosťou priehľadnosti (ďalší 8-bitový súbor)

Rastrový súbor



The screenshot shows a text editor window titled 'Lister - [k:\GIS_data\Cesko\SRM\srmt_hora_rip.txt]'. The window displays the header information for a raster file, including the number of columns (20), rows (19), corner coordinates (xllcorner: -748574,55950928; yllcorner: -1009735,7705078), cell size (100), and a nodata value (-9999). Below the header is a grid of 19 rows and 20 columns of numerical data.

```
ncols      20
nrows     19
xllcorner  -748574,55950928
yllcorner  -1009735,7705078
cellsize   100
NODATA_value -9999
227 229 230 237 242 249 254 258 263 266 273 278 281 284 281 275 271 268 264 264
229 232 235 241 248 254 262 268 275 279 284 288 290 290 285 279 276 270 266 262
230 235 240 246 253 260 270 281 288 291 293 296 298 295 291 286 281 275 269 265
233 239 244 250 258 267 278 289 297 300 304 307 307 300 297 292 288 279 271 266
236 242 248 257 267 276 288 298 307 319 326 326 315 306 302 297 291 283 273 269
241 247 256 265 277 288 300 312 330 347 358 351 331 315 306 299 291 285 276 271
245 253 263 273 288 300 311 332 359 384 402 382 354 327 309 301 293 286 279 272
249 259 270 284 297 310 326 354 388 423 435 411 375 341 312 301 294 288 280 272
252 263 279 289 302 317 338 366 403 439 449 431 393 349 313 301 294 289 281 273
253 264 280 291 304 323 343 369 409 448 455 437 399 353 315 302 296 290 283 274
251 263 278 292 306 325 345 368 408 448 456 435 393 350 314 300 296 289 283 274
250 262 275 291 305 324 342 362 397 434 437 406 369 335 309 298 294 288 280 272
248 258 271 286 300 319 338 353 377 401 391 366 341 317 304 297 292 286 278 268
244 256 268 281 298 318 332 341 352 358 348 335 321 309 301 296 289 283 275 262
242 254 267 279 298 315 324 327 330 327 324 315 309 304 298 293 286 279 270 256
239 251 264 279 295 302 306 310 313 311 310 307 303 298 295 288 281 272 261 253
236 246 259 274 284 287 288 292 298 301 302 300 295 291 288 281 272 262 253 249
231 240 250 266 273 275 271 277 285 292 293 293 288 285 277 267 259 251 248 245
225 232 243 259 264 263 256 260 273 283 283 282 280 273 263 254 249 245 245 244
```

Hlavička obsahuje sprievodné údaje o rozmeroch rastra (počet riadkov a stĺpcov), spôsobe kompresie, tvare bunky, reálnych rozmeroch bunky prípadne o polohe a orientácii rastra v referenčnom priestore

Hodnoty jednotlivých buniek rastra po riadkoch zhora nadol

Poloha buniek je definovaná v lokálnom diskretnom súradnicovom systéme. Začiatok je v ľavom hornom rohu, os x smeruje zľava doprava a os y zhora dole. **Súradnice** sa udávajú v tvare dvojíc stĺpcových a riadkových indexov

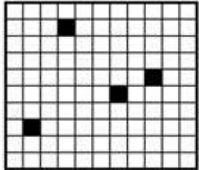

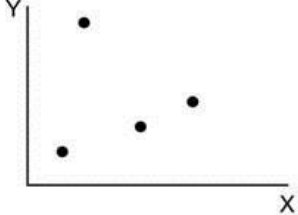
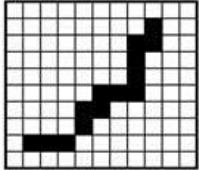

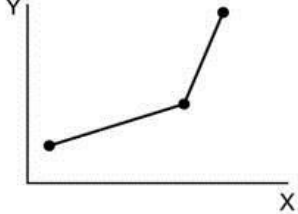
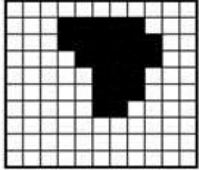
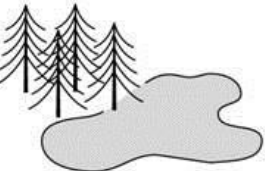
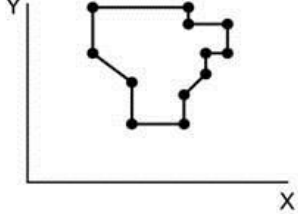
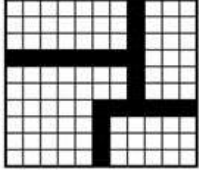
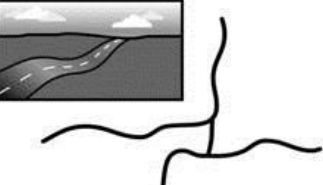
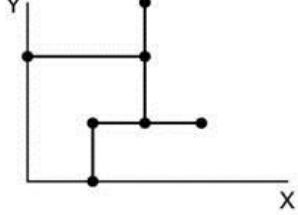
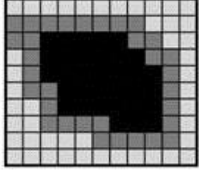

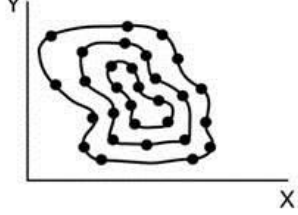
Georeferencovanie

Transformácia do globálneho súradnicového systému pomocou vlíčovacích bodov

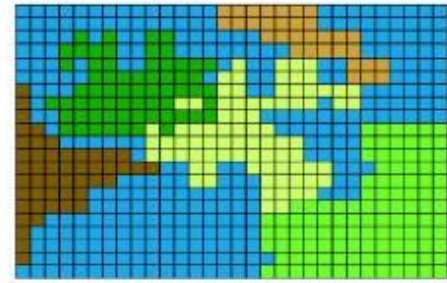
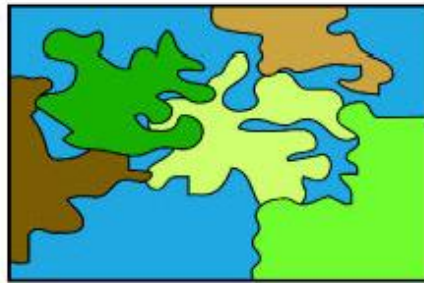
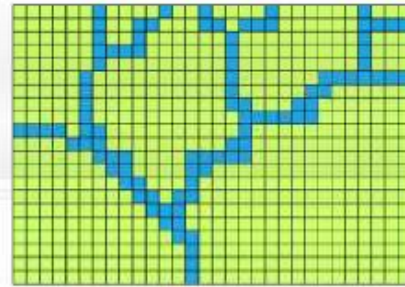
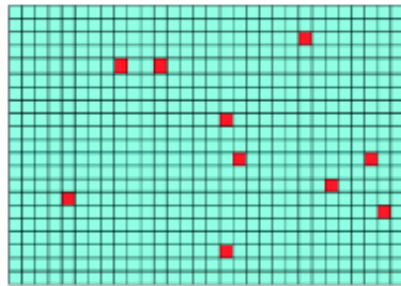
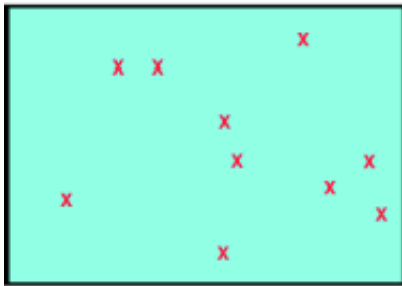
Na presné georeferencovanie musíme poznať geometrickú definíciu rastra:

- súradnice začiatku súradnicových osí rastra,
- uhol natočenia osí x a y,
- krokovú vzdialenosť rastra (rozmer bunky),
- počty buniek v smere osi x a y

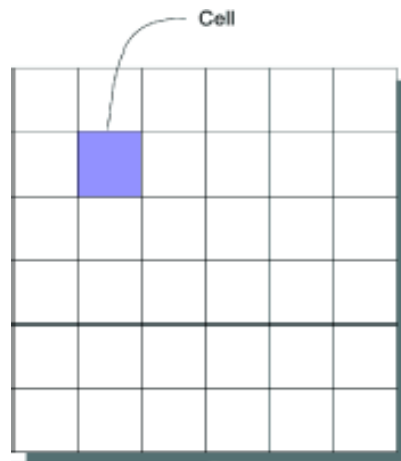
Po georeferencovaní sa niekedy vykoná aj prevzorkovanie rastra, to zn. po definovaní správnej polohy každej bunky rastra dochádza aj k definovaniu novej hodnoty bunky

Rastrová reprezentácia		Vektorová reprezentácia
	 <p data-bbox="803 265 929 339"> × × BOD - Hotel </p>	
	 <p data-bbox="755 572 944 594">Línia - el. vedenie</p>	
	 <p data-bbox="794 829 925 851">Plocha - les</p>	
	 <p data-bbox="774 1086 964 1108">Sieť - komunikácie</p>	
	 <p data-bbox="774 1343 925 1365">Povrch - terén</p>	

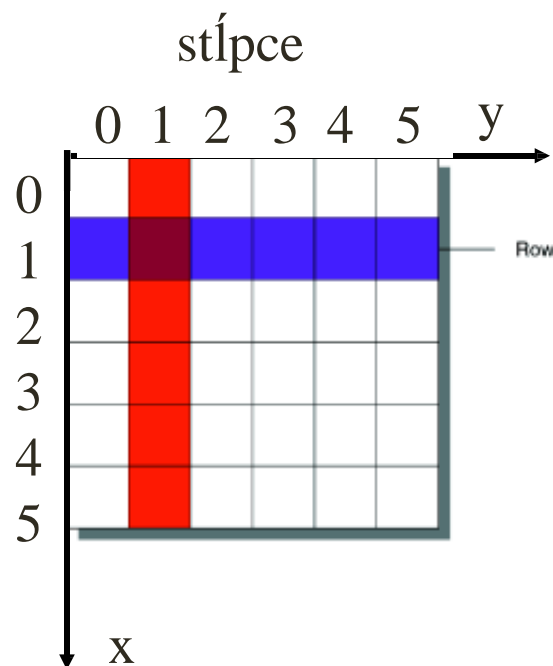
Konvertovanie reálneho sveta do diskkrétnej formy



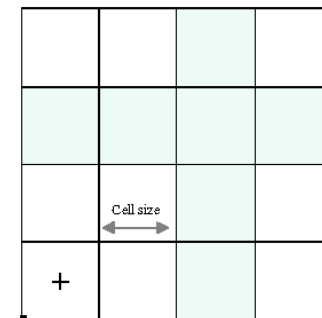
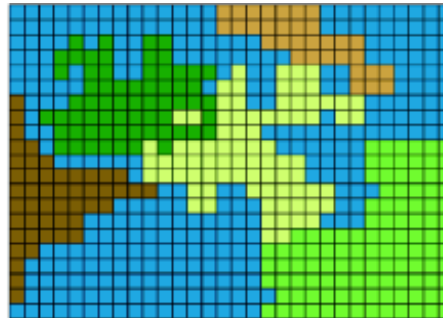
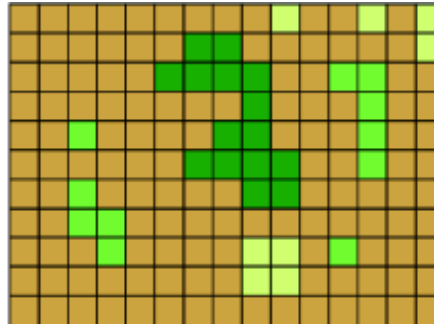
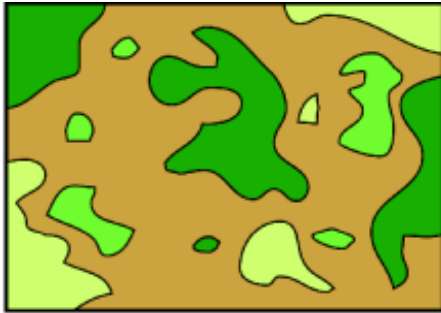
Pixel ako základný prvok rastra



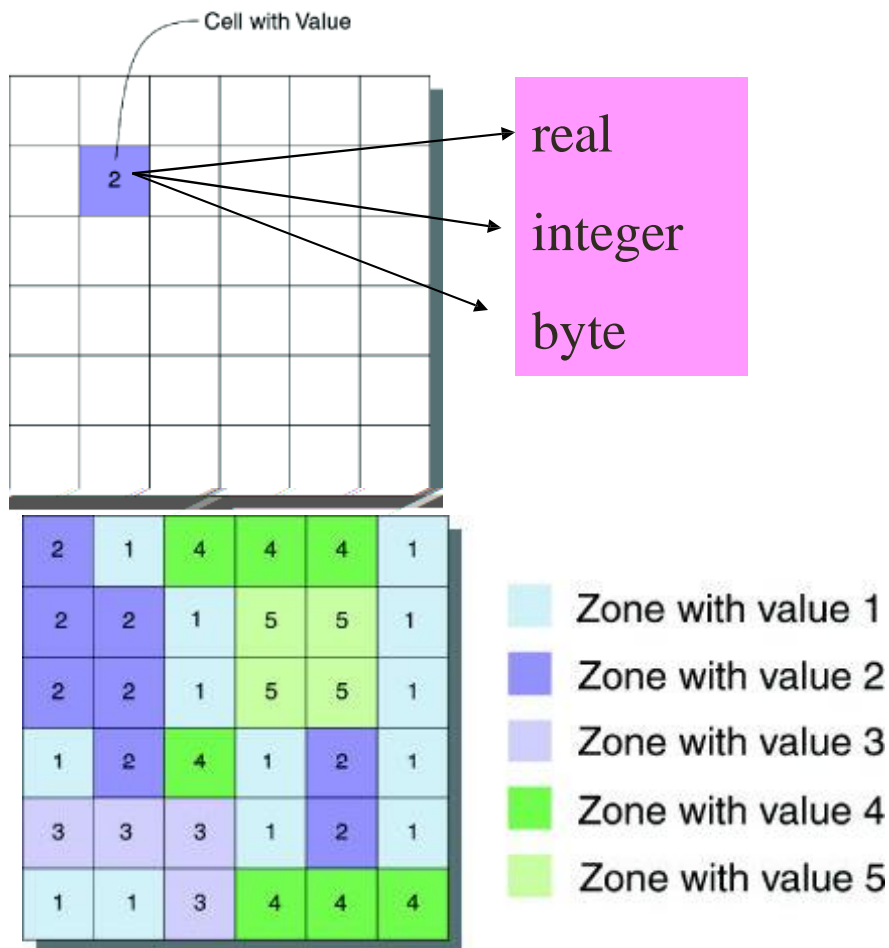
riadky



Rozlišovacia schopnosť rastra



Atribút pixla, typ údajov, logická štruktúra



Vektorová reprezentácia údajov

Vektorový model je jedným z najviac využívaných údajových modelov pre zobrazovanie grafických informácií

Objekty vektorovej reprezentácie sú poskladané z elementov (bod, úsečka, kružnica, krivka a pod.), ktoré sú matematicky definované.

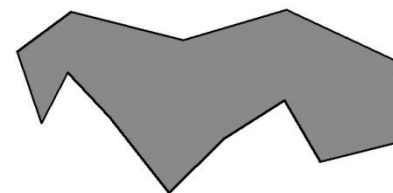
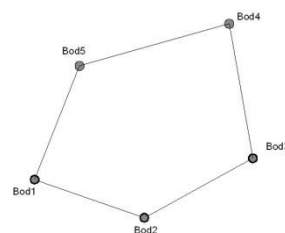
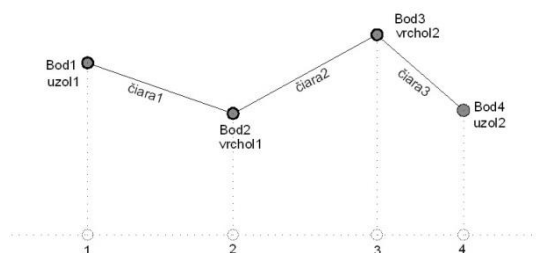
Pomocou takýchto jednoduchých elementov sa vytvárajú zložitejšie priestorové objekty

Prvky vektorovej reprezentácie

Bod (point) – poloha, uzol v topologickom zmysle

Čiara (line) – spojenie dvoch bodov čiarou krivkou, v topologickom zmysle hrana (edge) alebo oblúk (arc)

Polygón – uzavretý reťazec, vrátane priestoru (plocha, area)



Najjednoduchší vektorový model je **špagetový model** - každý objekt je samostatným logickým záznamom v digitálnom súbore a je definovaný ako reťazec súradníc

Ak sa v údajovom modeli uchovávajú priestorové vzťahy medzi jednotlivými objektmi, hovoríme **o topologickom modeli**

Rozlišovacia schopnosť

Schopnosť geografických informácií rozlišovať detaily v čase, priestore a tematickom obsahu.

Rozlišovacia schopnosť je vždy konečná, pretože neexistuje nekonečne presný merací systém a grafické objekty sú zámerne generalizované.

Dve digitálne mapy s rovnakou presnosťou, ale rozdielnou rozlišovacou schopnosťou, majú z hľadiska geografických informačných systémov rôznu kvalitu

Analógové mapy – fyziologické vlastnosti oka

Digitálne mapy - minimálna veľkosť mapovanej jednotky (účel mapy), zohľadnenie kvality tlačových výstupov

Administratíva obyvateľov

- Ulice – vektor
- Domy, poschodia, bytové jednotky – vektor
- Rozvodne sietí – vektor
- Významné budovy, nemocnice školy- vektor
- Analýza GIS: dostupnosť, bezpečnosť, hustota a množstvo parkov, športovísk, obchodnej siete, možnosti parkovania a pod.

Turistický GIS

- Výškový model – raster
- Rieky, potoky – vektor
- Cyklochodníky, turistické cesty – vektor
- Vodné plochy – vektor
- Zaujímavé miesta – vektor

Zdroje dát: existujúce mapy, letecké snímky, cestovné poriadky

GIS analýza: hľadanie cesty s ohľadom na ?, profil cesty, ...

Regionálna správa

- Výškopis – raster
- Parcely – vektor - poľnohospodárstvo, bývanie, továrne, ceny pozemkov, ...
- Doprava – vektor – letisko, cesty, železnice
- Prvky krajiny – rieka, les – raster

Analýza GIS: vzdialenosti, viditeľnosť, projekty veternej elektrárne a pod.

Modely terénu

- **DEM** (Digital Elevation Model) – digitálny výškový model, pri ktorom je pre každý bod konkrétneho územia definovaná jeho výška, najčastejšie reprezentovaný v rastrovom formáte
- **DTM** (Digital Terrain Model), u nás **DMR** – model, ktorý vytvára predstavu o tvare povrchu konkrétneho územia bez objektov na jeho povrchu a umožňuje odvodzovanie výšok medziľahlých bodov. Najčastejšie je reprezentovaný nepravidelným trojuholníkovým rastrom. Odkryté povrchy po ktorých chodíme
- **DML** (Digital Landscape Model) – digitálny model povrchu, v ktorom sa okrem priebehu povrchu reliéfu modeluje aj jeho pokrývka. V niektorých literatúrach sa označuje ako **DSM** – Digital Surface Model. Aj vrcholky stromov, strechy budov, steny, ...

Zobrazenie rozhraní geosféry

Geosféry sú reprezentované farbami a objektami v schematickom priečno reze krajinou:

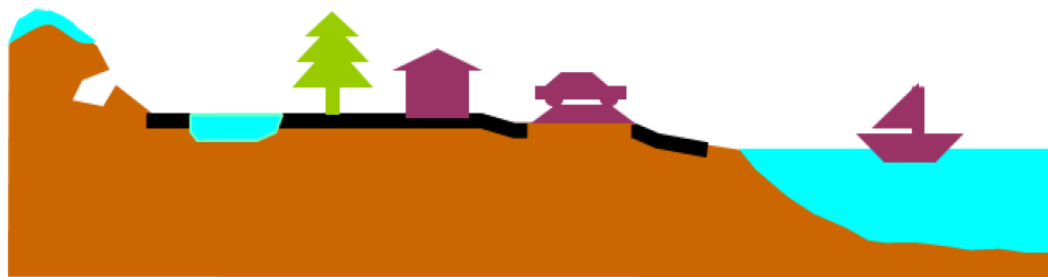
hnedá – litosféra

čierna – pedosféra

modrá - hydrosféra vrátane vody v pevnom skupenstve

zelená – biosféra

fialová -antroposféra

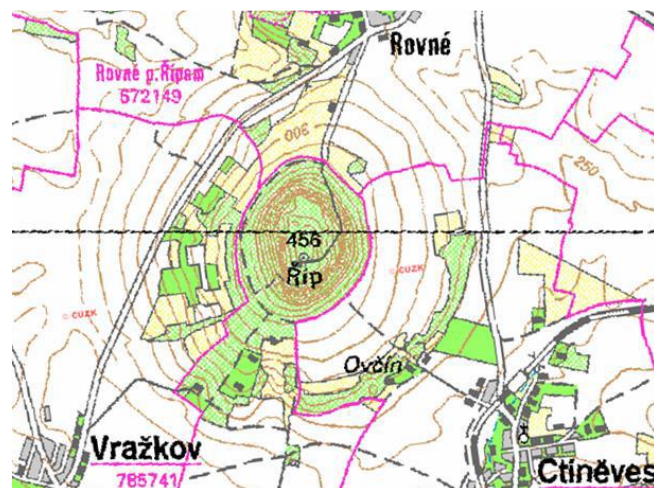


Reprezentácie georeliéfu

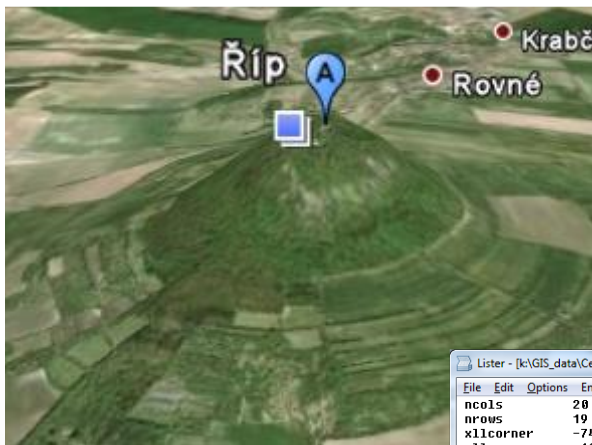
- Skutočný pohľad no horu Říp a sama o sebe je analógovým modelom povrchu.
- Topografická mapa je ďalším príkladom analógového modelu. Müllerova mapa Českých zemí z roku 1720 znázorňuje georeliéf obrázkovou formou ako bočný pohľad na horu bez vzťahu k mierke mapy.



- Neskôr počas prvého vojenského mapovania v 60-tych rokoch 18. storočia bola hora znázornená ortogonálnym priemetom do roviny proporcionálne k mierke mapy a jej reliéf vyjadrený rozličnou hustotou šrafáže v závislosti od sklonu svahu.
- Moderné mapy používajú vrstevnice a oveľa presnejšiu projekciu zemského povrchu do roviny (e).

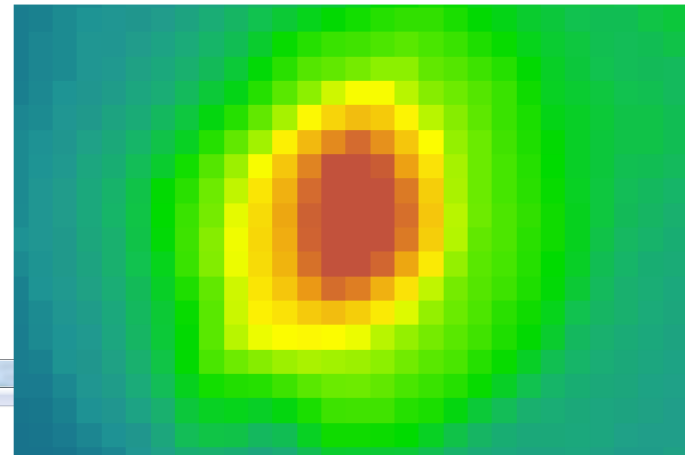


- Perspektívny pohľad na horu Říp je zobrazením digitálneho modelu reliéfu (DMR) s naloženou ortofotosnímkou.
- DMR je digitálnou reprezentáciou reliéfu, ktorá je v pamäti počítača zapísaná v textovom formáte formou dvojdimenzionálnej matice hodnôt nadmorských výšok. Ide o rastrový údajový formát, v ktorom majú hodnoty výšok v štvorcovej sieti pravidelný rozostup 100x100 metrov.
- Dvojdimenzionálne DMR zobrazenie v spojitaj farebnej škále



```

Lister - [c:\GIS_data\Cesko\SRTM\srtm_hora_rip.txt]
File Edit Options Encoding Help
ncols 20
nrows 19
xllcorner -748574,55958928
yllcorner -1089735,7705878
cellsize 100
NODATA value -9999
227 229 230 237 242 249 254 258 263 266 273 278 281 284 281 275 271 268 264 264
229 232 235 241 248 254 262 268 275 279 284 288 290 290 285 279 276 270 266 262
230 235 240 246 253 260 270 281 288 291 293 296 298 295 291 286 281 275 269 265
233 239 244 250 258 267 278 289 297 300 304 307 307 300 297 292 288 279 271 266
236 242 248 257 267 276 288 298 307 319 326 326 315 306 302 297 291 283 273 269
241 247 256 265 277 288 300 312 330 347 358 351 331 315 306 299 291 285 276 271
245 253 263 273 280 300 311 332 359 384 402 382 354 327 309 301 293 286 279 272
249 259 270 284 297 310 326 354 388 423 435 411 375 341 312 301 294 288 280 272
252 263 279 289 302 317 338 366 403 439 449 431 393 349 313 301 294 289 281 273
253 264 280 291 304 323 343 369 409 448 455 437 399 353 315 302 296 290 283 274
251 263 278 292 306 325 345 368 408 448 456 435 393 350 314 300 296 289 283 274
250 262 275 291 305 324 342 362 397 434 437 406 369 335 309 298 294 288 280 272
248 258 271 286 300 319 338 353 377 401 391 366 341 317 304 297 292 286 278 268
244 256 268 281 298 318 332 341 352 358 348 335 321 309 301 296 289 283 275 262
242 254 267 279 298 315 324 327 330 327 324 315 309 304 298 293 286 279 270 256
239 251 264 279 295 302 306 310 313 311 310 307 303 298 295 288 281 272 261 253
236 246 259 274 284 287 288 292 298 301 302 300 295 291 288 281 272 262 253 249
231 240 250 266 273 275 271 277 285 292 293 293 288 285 277 267 259 251 248 245
225 232 243 259 264 263 256 260 273 283 283 282 280 273 263 254 249 245 245 244
  
```



Kartografická reprezentácia georeliéfu

Metóda kótovania

Metóda vrstevníc

Metóda šrafovania

Metóda tieňovania

Metóda farebnej hypsometrie

Pohl'adové metódy

Metóda vrstevníc

Líniové vyjadrenie

Interval vrstevníc

Vrstevnice

Základné

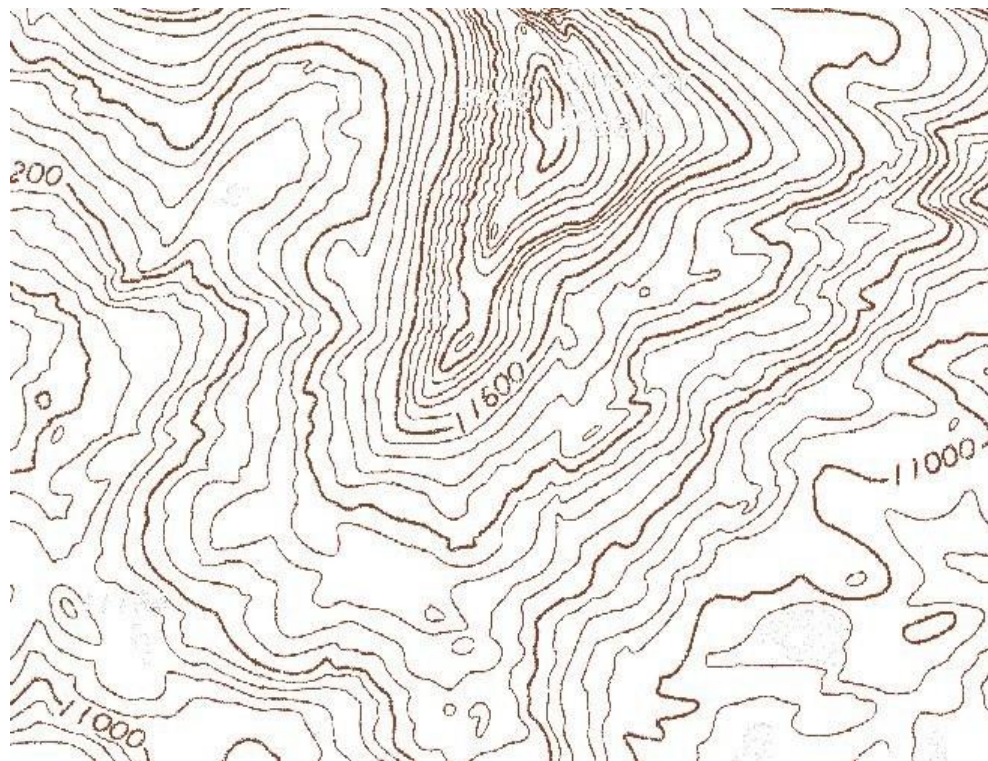
Zvýraznené

Doplnkové

Pomocné

Popisky

Spádovky



Metóda šrafovania

Šrafy

Kresliarske

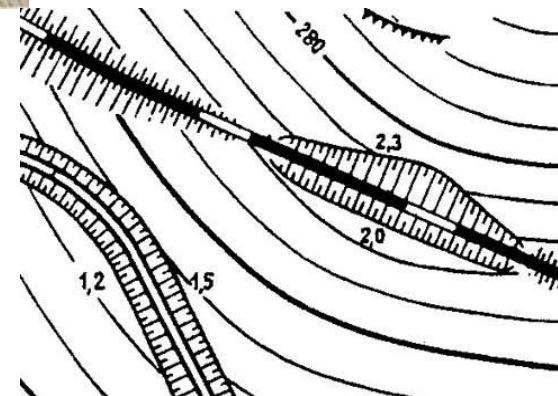
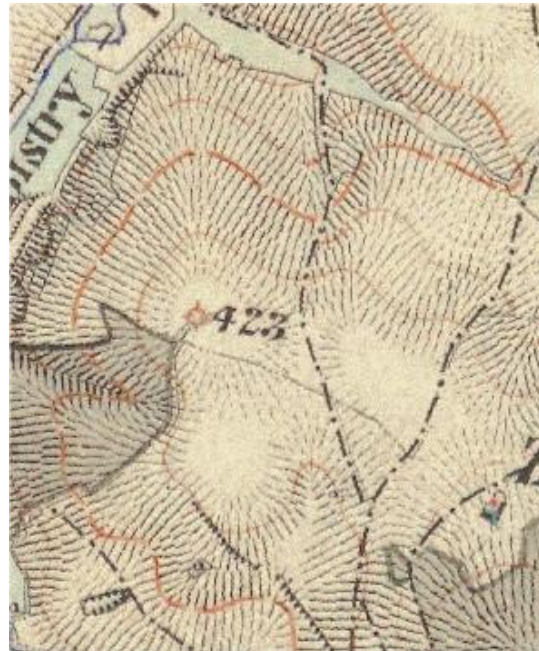
Krajinné

Sklonové

Tieňové

Technické

Fyziografické



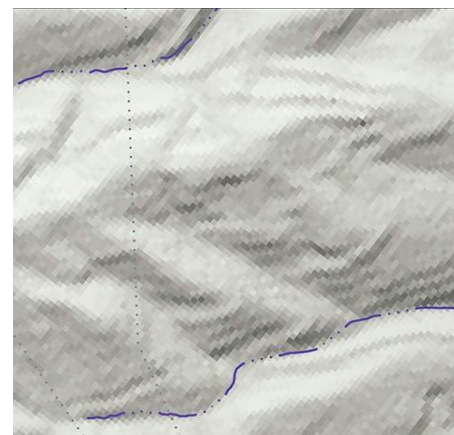
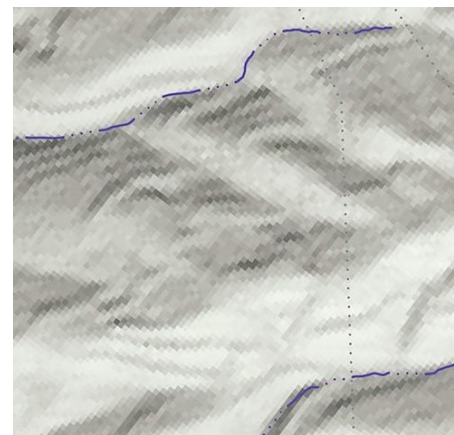
Metóda tieňovania

Smer osvetlenia

- prirodzený
- konvenčný

Výpočet osvetlenia:

Uhol medzi vektorom lúča a vektorom normály. Vektor normály sa vypočíta z prvých parciálnych derivácií výšky alebo uhlov sklonu a orientácie

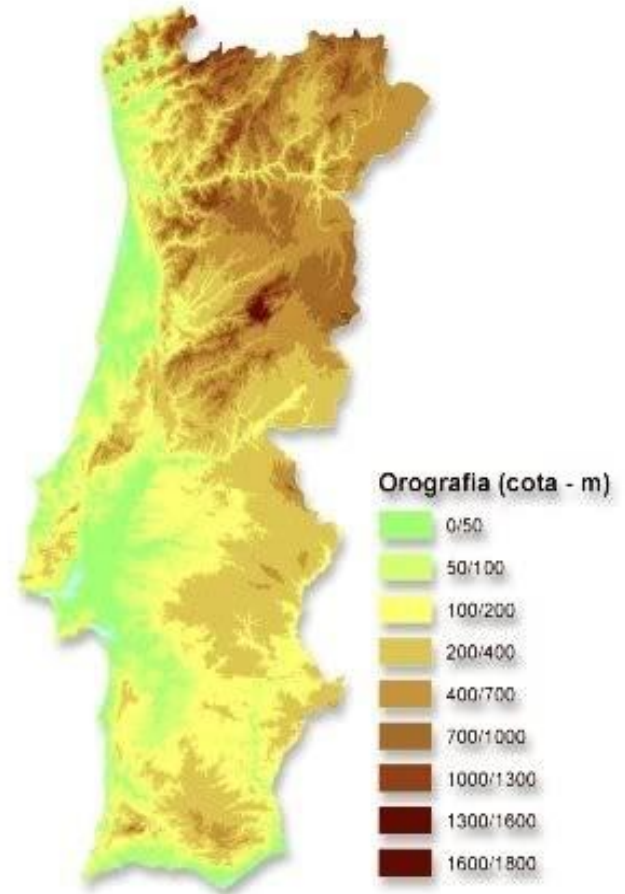


Metóda farebnej hypsometrie

Vychádza z vrstevnicových vyjadrenia

Priestorové vnímanie spektra

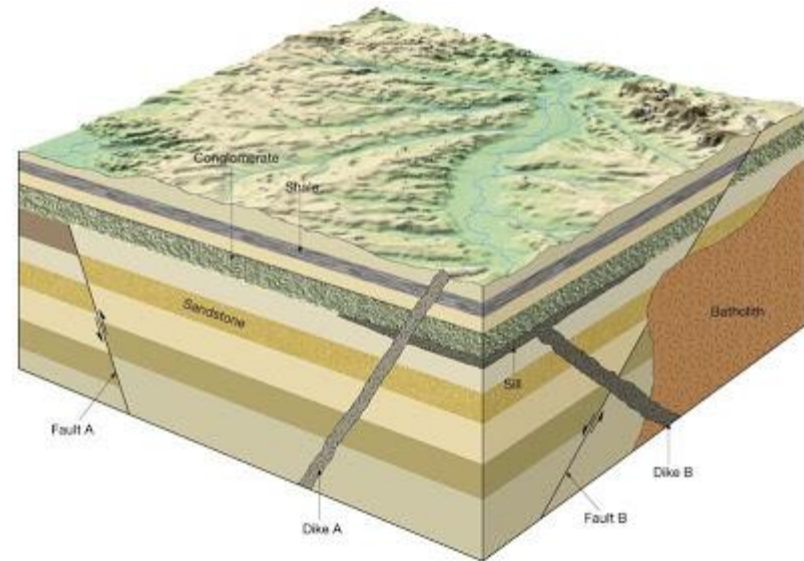
STATISTICKÝ ÚRAD SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Pohľadové metódy

Kopčeková metóda

Blokdiagramy

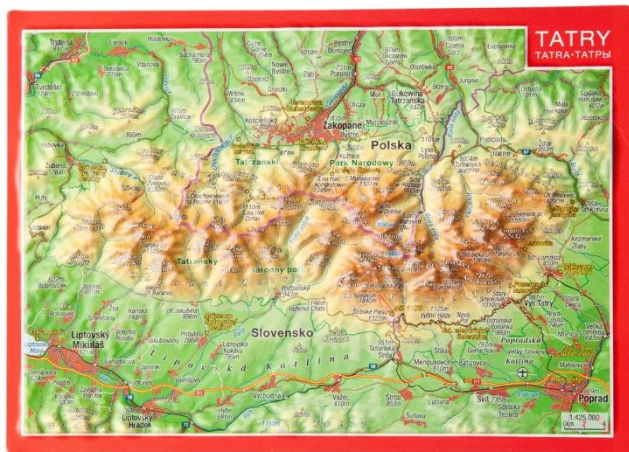


Pohľadové metódy

Reliéfne mapy

Anaglyfy

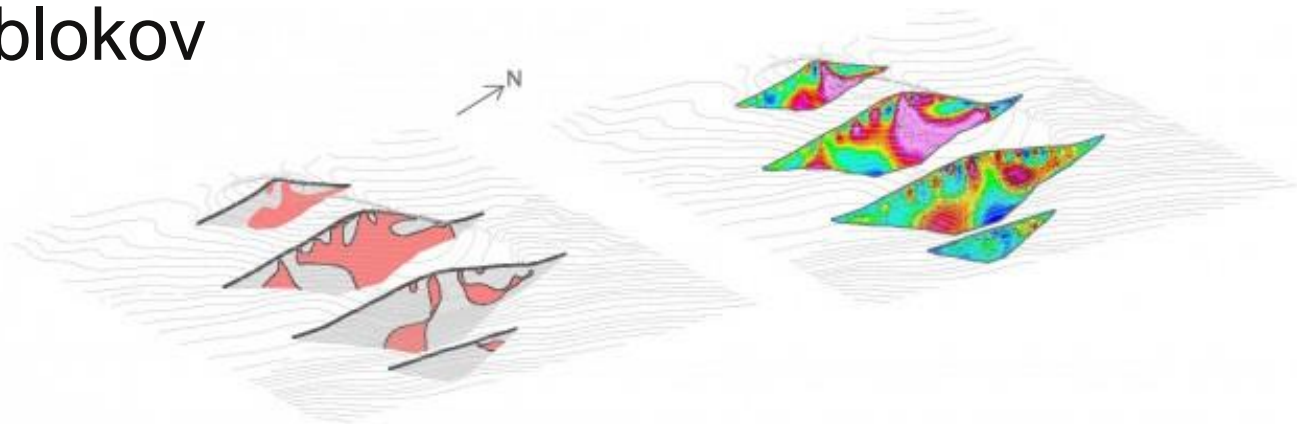
- sprostredkujú stereoskopické videnie (softvér, okuliare)
- filter dvoch zložiek farby
- posun podľa výškovej zložky v smere spojnice očí (paralaxy)
- využíva priestorový vnem vznikajúci v mozgu



Pohľadové metódy

Metóda rezov

Metóda blokov

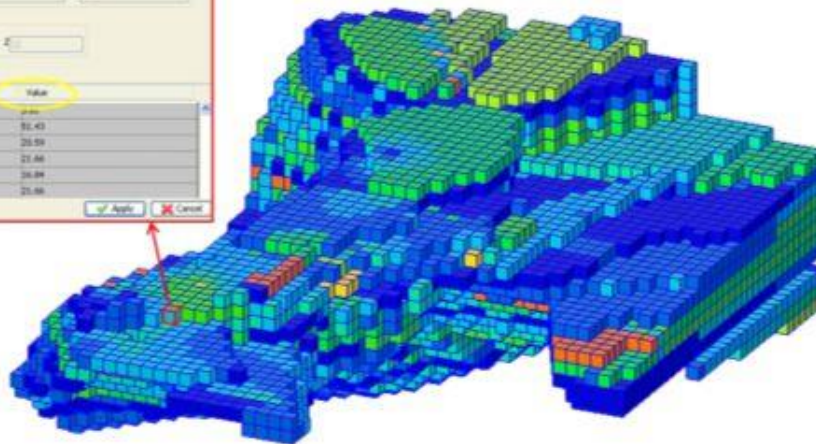


Block control

Block size

Attribute	Value
1. P000	0.00
2. P001	01.43
3. P002	02.59
4. P003	03.66
5. P004	04.66
6. P005	05.66

Apply Cancel



Výpočet perspektívneho pohľadu

Miesto pozorovateľa

Horizontálny uhol

Vertikálny uhol

Vzdialenosť

Miesto pohľadu

Rotácia

Zmena mierky v smere pohľadu

Zmena mierky v kolmom smere (so vzdialenosťou)

Pridanie výškovej zložky

Zobrazenie modelov

Animácia (film)

- dynamická zmena polohy pozorovateľa
- zaznamenanie sekvencie snímok, ktoré sú samy o sebe statické a zobrazujú pohyb po malých krokoch
- Pri rýchlom zobrazovaní týchto snímok za sebou vďaka zotrvačnosti ľudského oka splynú do pohyblivého obrazu
- snímky sa musia prehrávať takou rýchlosťou, ktorú ľudské oko nepostrehne <https://www.youtube.com/watch?v=07d2dXHYb94>

Simulácia

- dynamická zmena témy
- predstieranie nejakého procesu alebo objektu (simulácia výrobných procesov montážnej linky)
<https://www.youtube.com/watch?v=AqjxwjZVKgk>

Virtuálna realita dynamická zmena polohy aj témy



ChryEngine Advanced 2015.0 - Zürich Mi-Kino Master Plan.rvt

File Edit Select Layer Graph Shapes Search Scripts Window Help

Scene 01

Search for objects, objects or attributes

- Master Plan Mi-Kino (177 objects, 1 selected)
- Vegetation (Frame Layer) (19176 objects)
- Building Footprints OSM (23389 objects)
- Terrain, Satellite

Dashboard (Beta) 01

Gross Floor Area (m2)

Category	Gross Floor Area (m2)
Office	~18000
Resid	~18000
Retail	~8000

Mix %