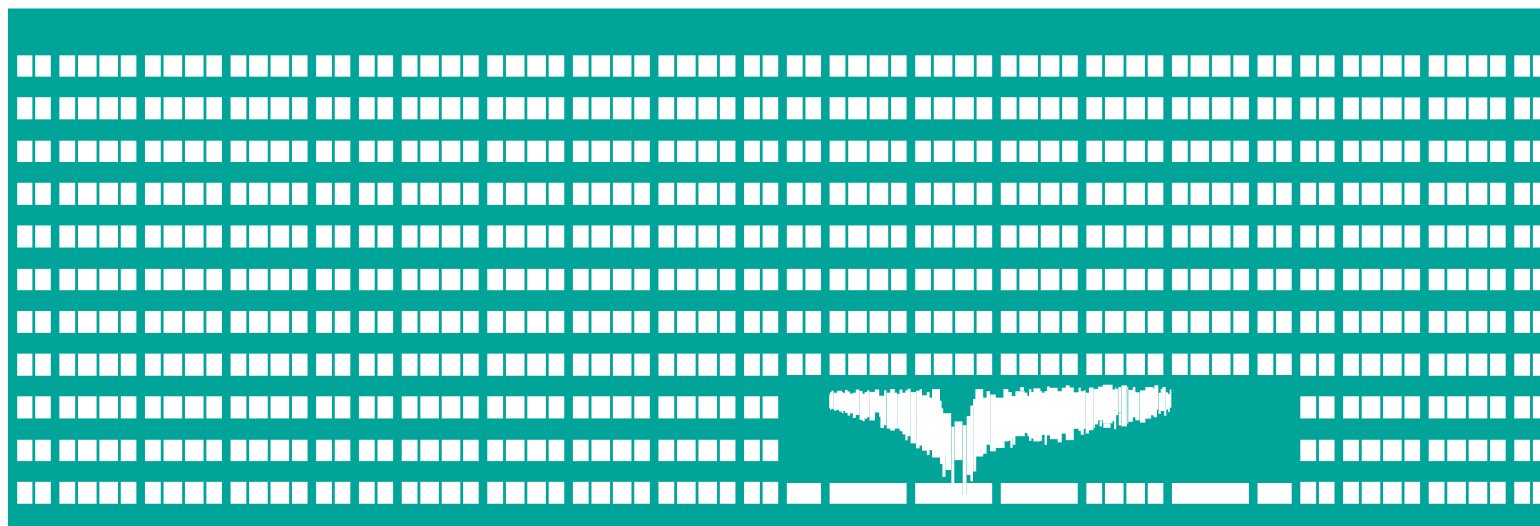


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Základy geoinformatiky

11 Digitální modely reliéfu

Michal Kačmařík

A924, tel.: 5512

<http://gis.vsb.cz>

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

E-mail: michal.kacmarik@vsb.cz

- Co je to DMR (DMT, DMP)
- Geoprvky používané pro popis reliéfu
- Zdroje dat pro DMR
- Datové modely používané pro DMR
- Analytické úlohy řešené nad DMR
- Metody vizualizace DMR
- Oblasti využití DMR
- Výškopisná data pro ČR

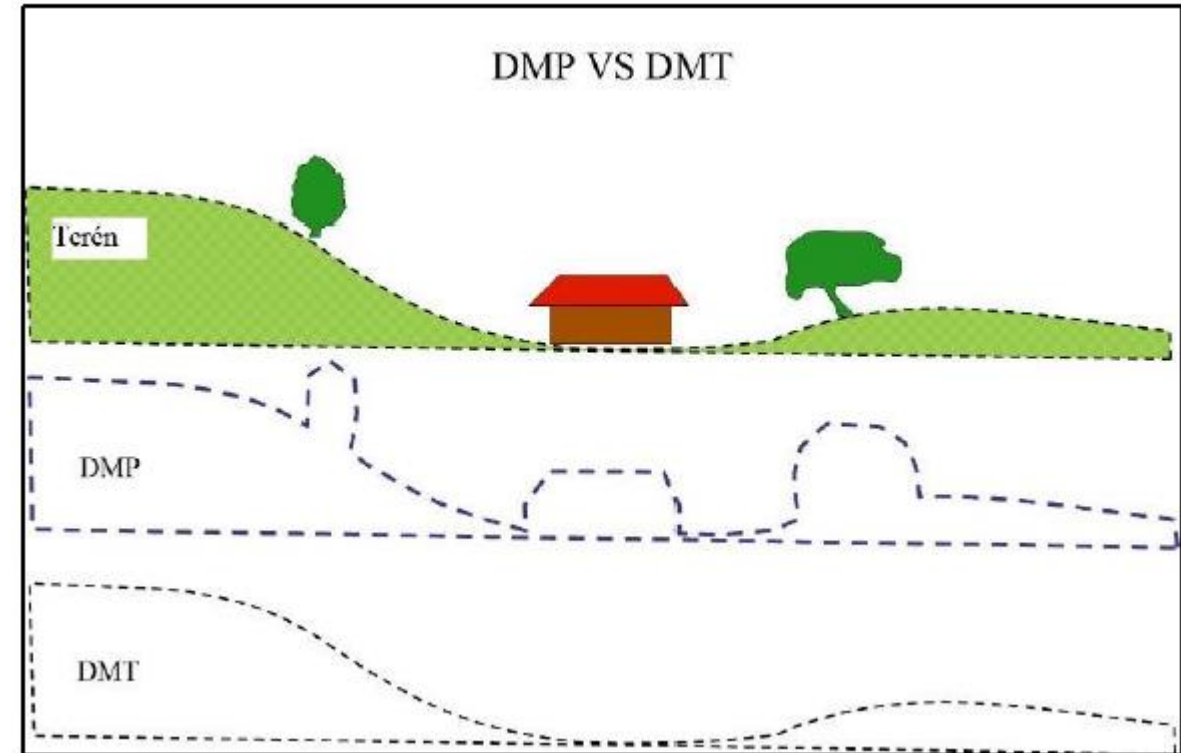
Co je to DMR

- DMR = digitální model reliéfu
- hojně používaná geoinformační technologie
- vyvíjí se od konce 50. let 20. století

DMR je digitální reprezentací zemského povrchu, složenou z dat a interpolačního algoritmu, umožňujícího odvozovat nadmořské výšky v libovolných bodech nacházejících se uvnitř modelované oblasti.

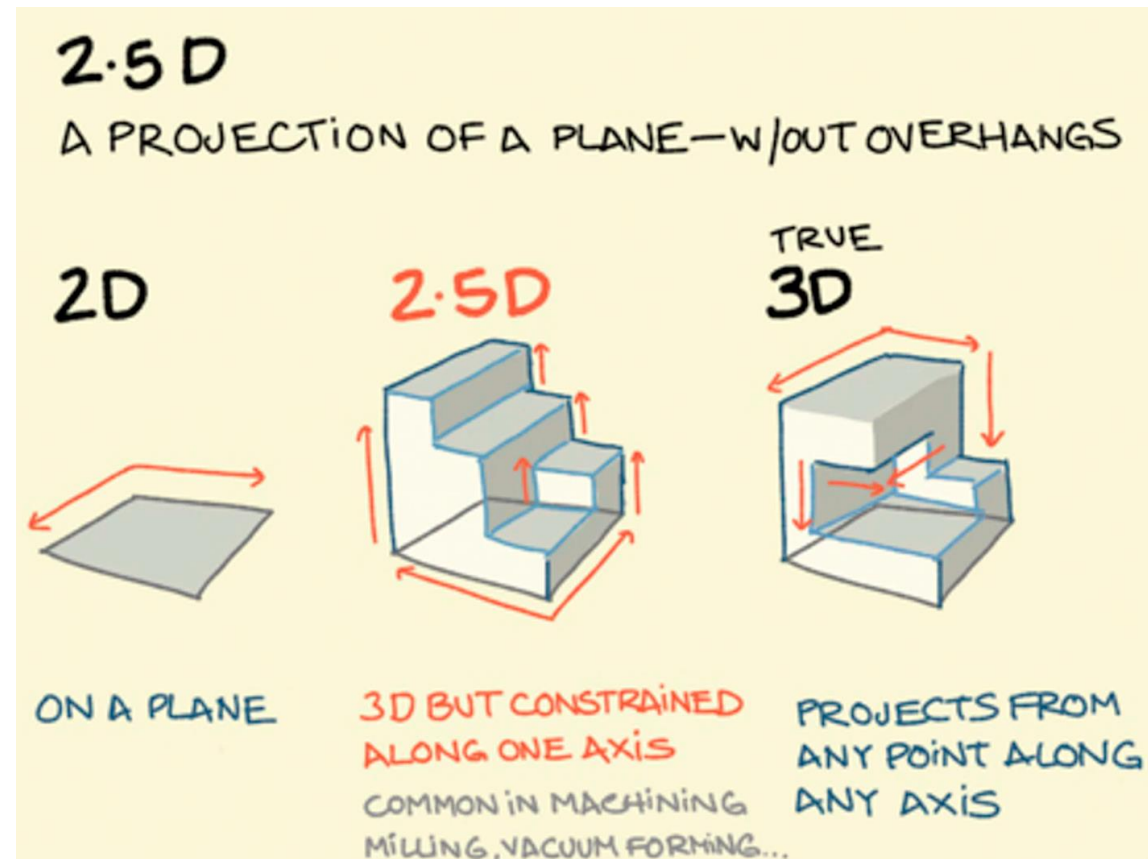
Varianty DMR

- DMR = obecný pojem pro digitální výškový model (angl. DEM)
- **DMT** (angl. DTM) = **Digitální model terénu** (Digital terrain model)
 - Digitální model reprezentující pouze průběh samotného terénu
- **DMP** (angl. DSM) = **Digitální model povrchu** (Digital surface model)
 - Digitální model reprezentující průběh terénu plus všech objektů na něm stojících (vegetace, budovy, atd.)



Co je to DMR

- DMR je typicky 2.5D = jedna výška pro jednu sadu horizontálních souřadnic



Geoprvky používané pro popis reliéfu

- bodové
- liniové
- plošné

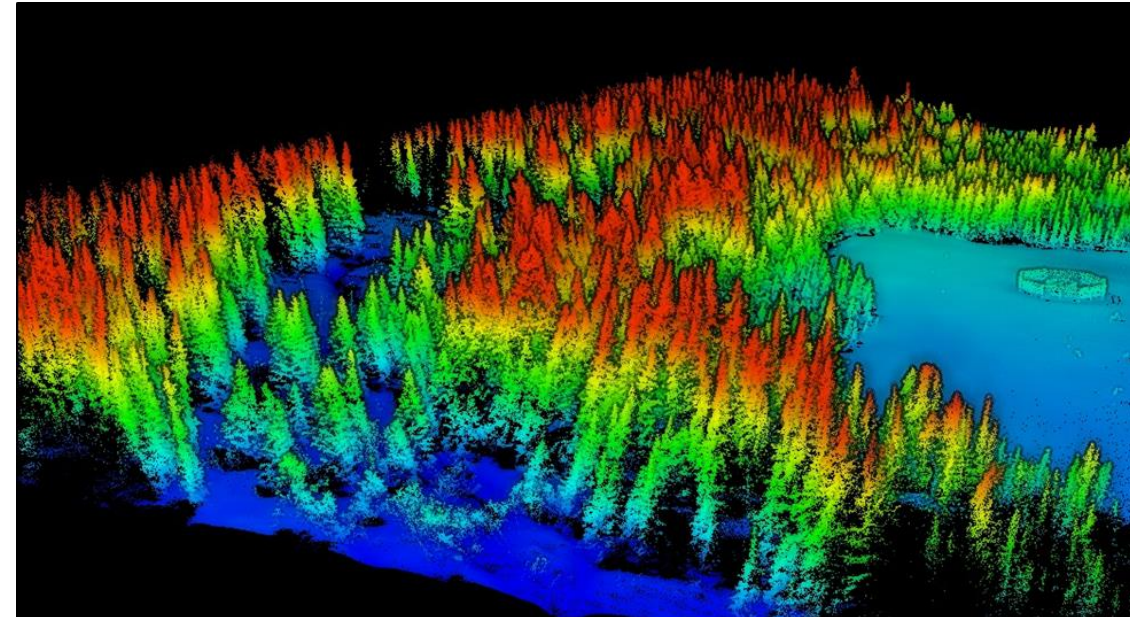
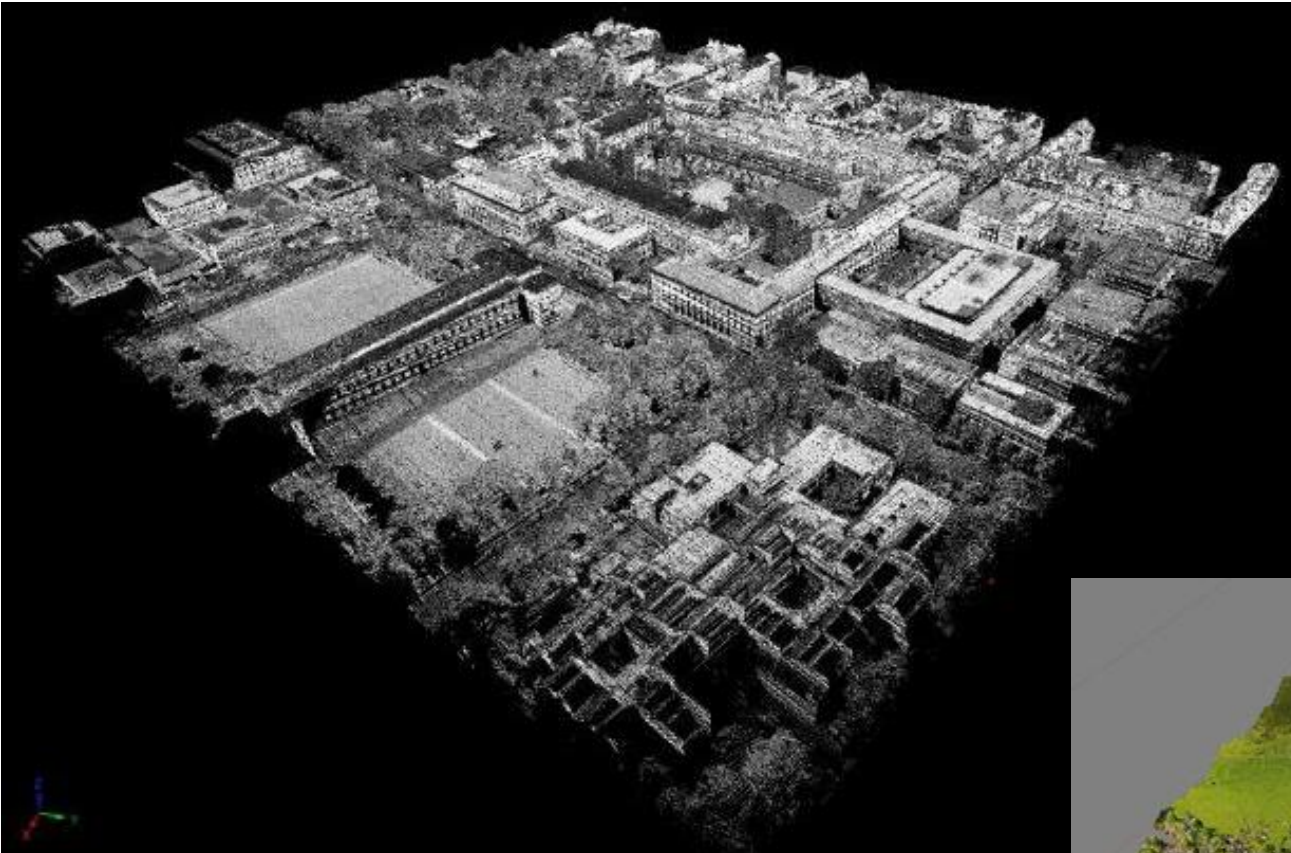
- horizontální poloha (x,y)
- nadmořská výška (h)
- doplňková informace (l) – prvky definující tvar terénu (vrchol, hřeben, linie s výraznou změnou výšky, ...)

Zdroje dat pro DMR

- geodetická měření (nivelace)
- pozemní či letecké laserové skenování
- měření GNSS
- fotogrammetrická měření (bezpilotní letadla, letadla)
- digitalizace vrstevnic
- družicové (radarové) záznamy
- jiné zdroje

- Množina bodů reprezentujících terén či objekty na něm stojící
- Každý bod má specifikovány horizontální polohu (souřadnice X, Y) a svoji výšku
 - případně další informace jako je barva, odrazivost, apod.
- V současnosti velmi často používaný vstup pro odvození DMR
- Vzniká laserovým skenováním či fotogrammetrickým zpracováním překrývajících se fotografií
- Pořízení z povrchu země či ze vzduchu (bezpilotní letadla, pilotovaná letadla)

Mračno bodů

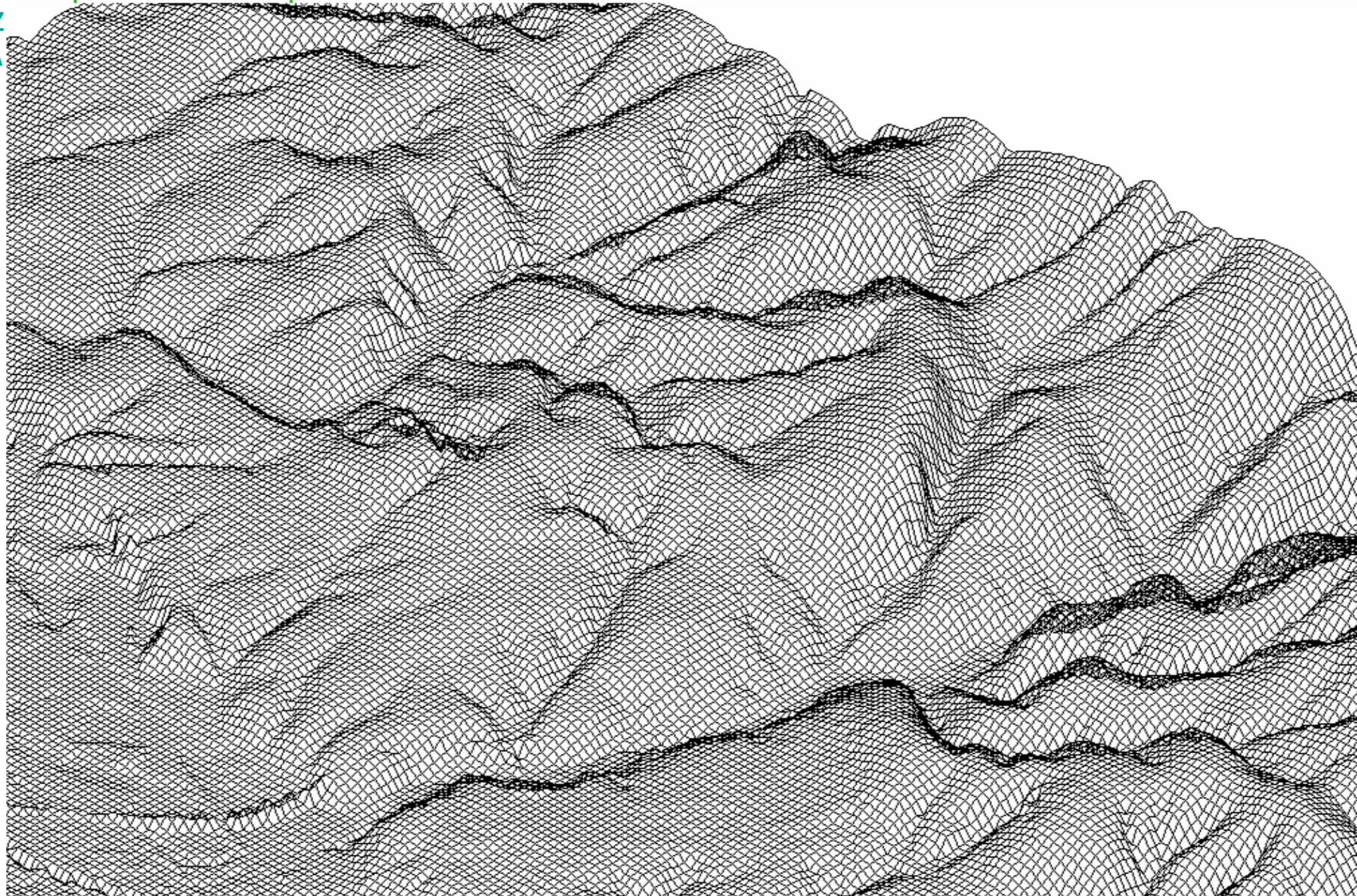


Datové modely používané pro DMR

- Grid
- TIN
- Oba vytvářejí spojitý povrch

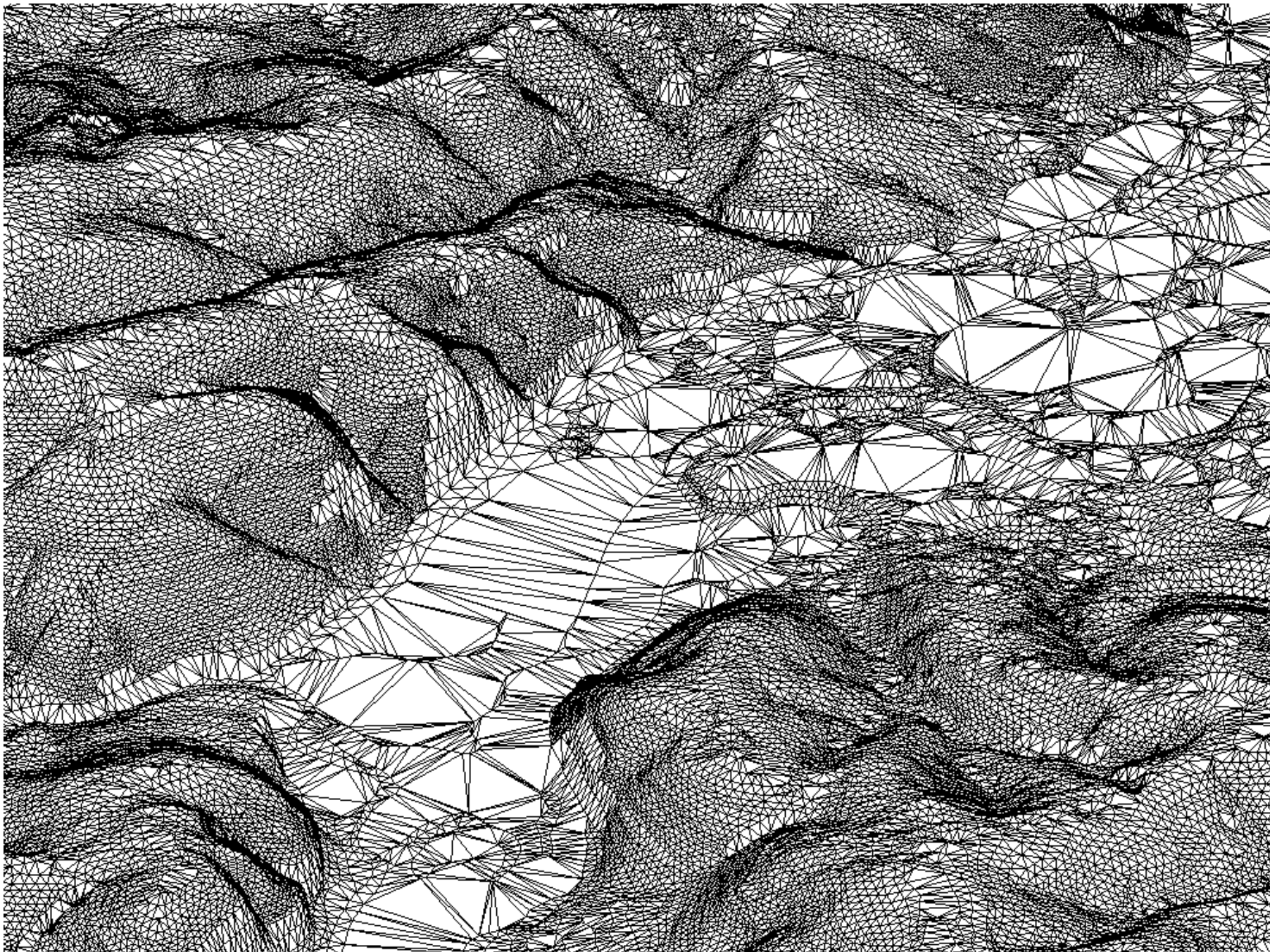
Datový model typu grid

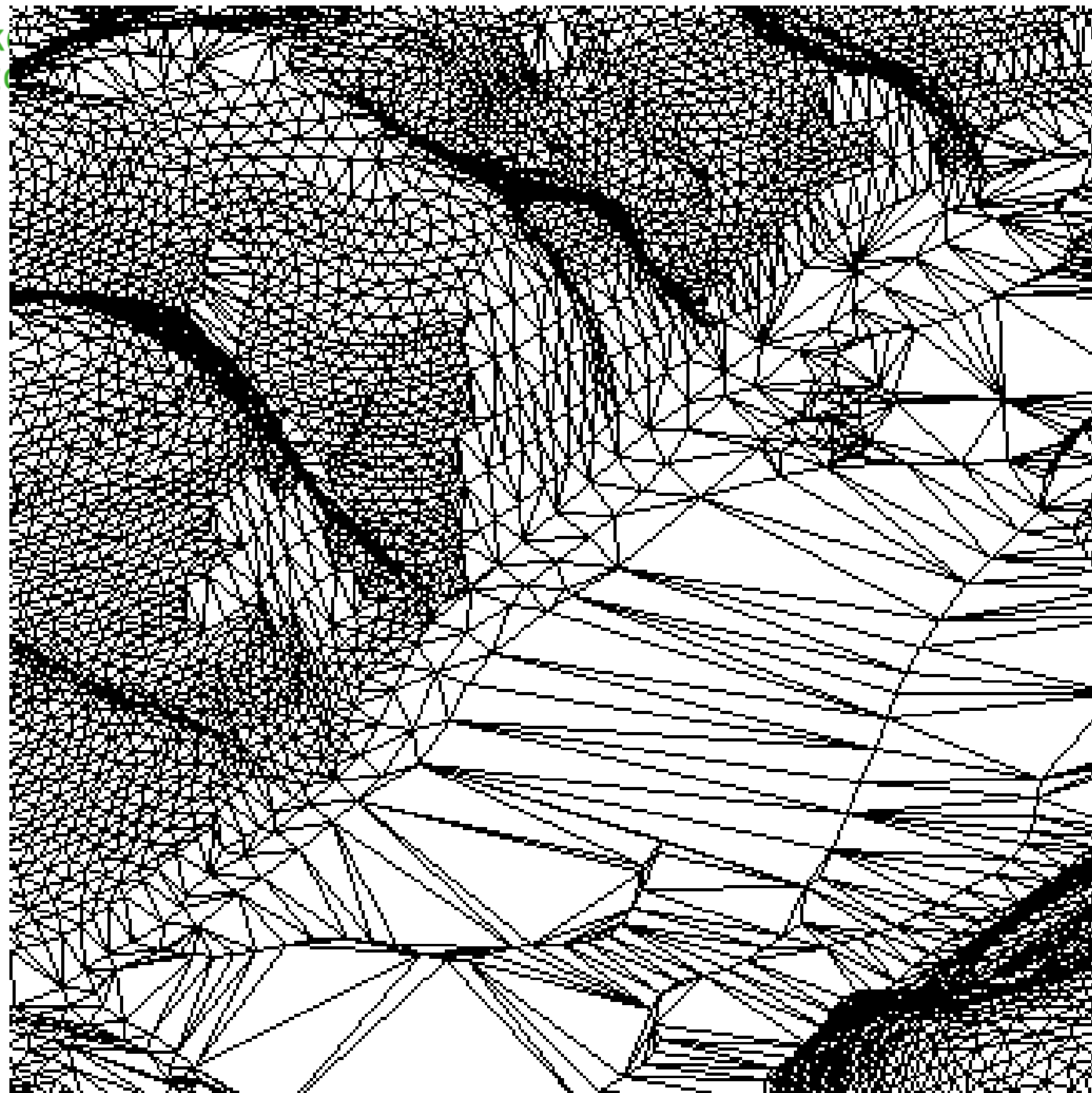
- matice pravidelně rozmístěných výškových bodů
- elementární jednotkou je bod
- běžně ale pracujeme s buňkou 2x2 body
- někdy označován jako rastrový DMR



Datový model typu TIN

- z angl. Triangular Irregular Network
- **množina nepravidelných trojúhelníků**
- pro většinu případů **přesnější a účinnější prostředek pro reprezentaci reliéfu** (selhává pouze při reprezentaci plochého reliéfu)
- trojúhelníkové plošky jsou rovinné
- může reprezentovat téměř jakýkoliv povrch, včetně „děr“
- hranice modelované oblasti může mít libovolný tvar
- prostorové rozlišení TIN může být proměnlivé, závisí na rozlišení původních dat
- topologická datová struktura





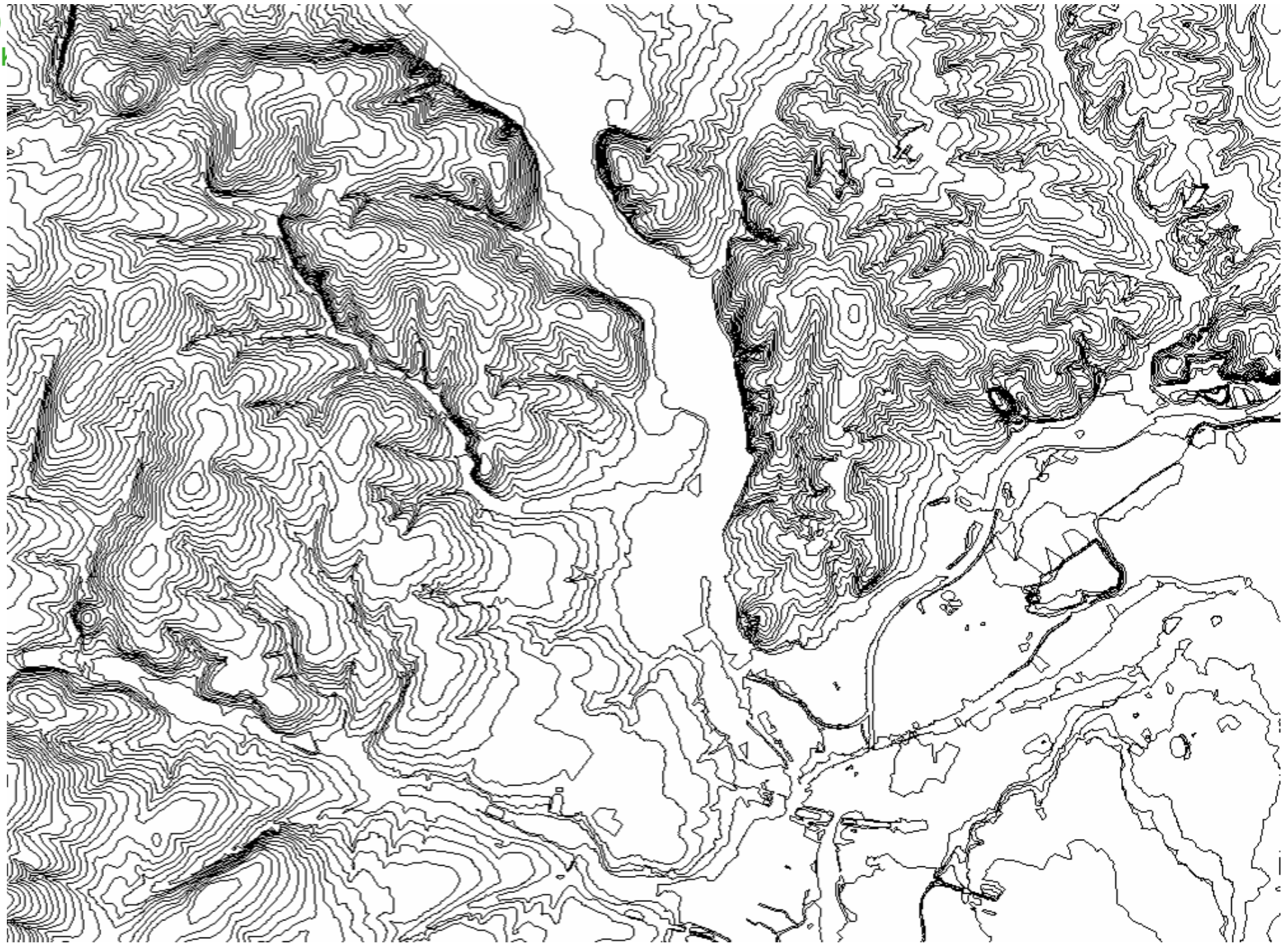
Metody vizualizace DMR

- ortografické
- izometrické
- pokročilé

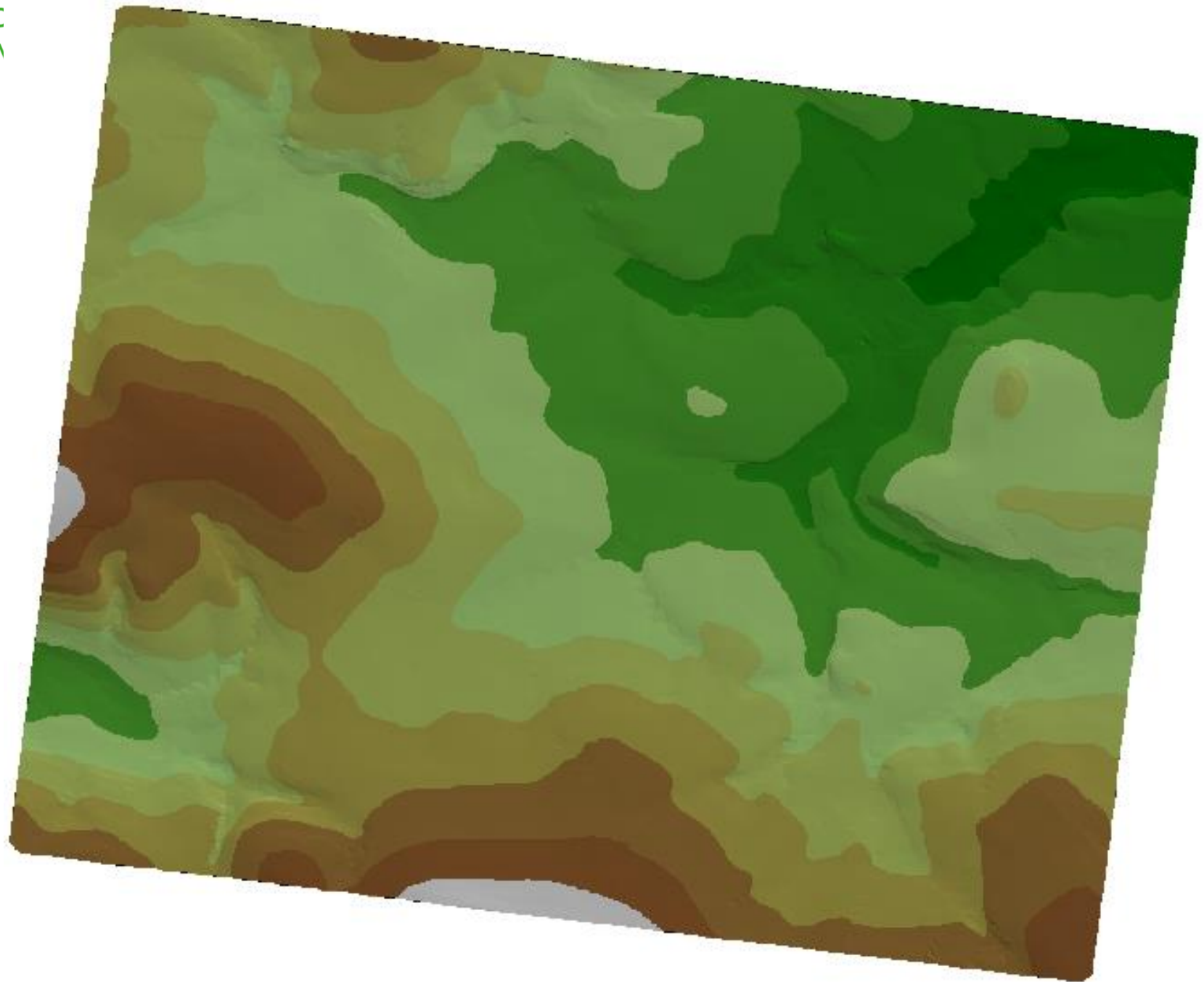
Ortografické metody vizualizace

Ortografický pohled = pohled kolmo shora v každém bodě
typický příklad = klasická 2D mapa

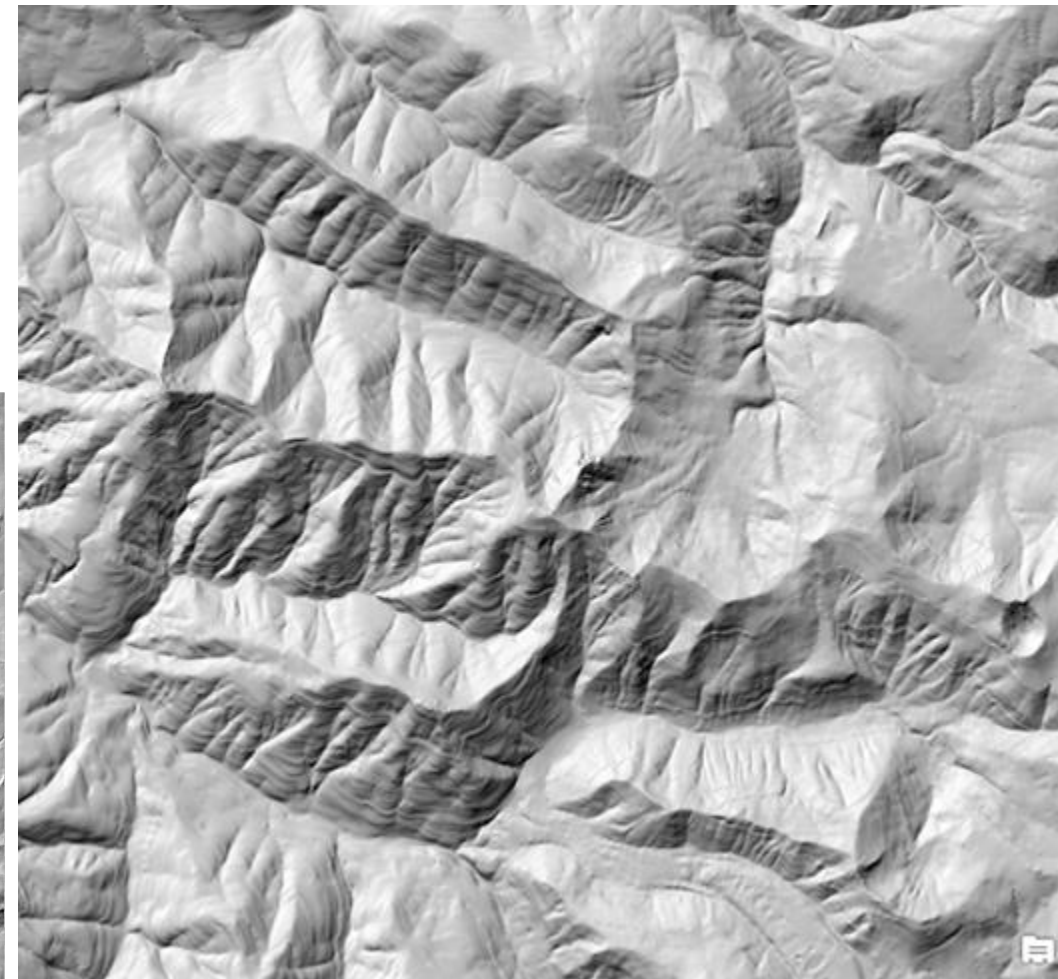
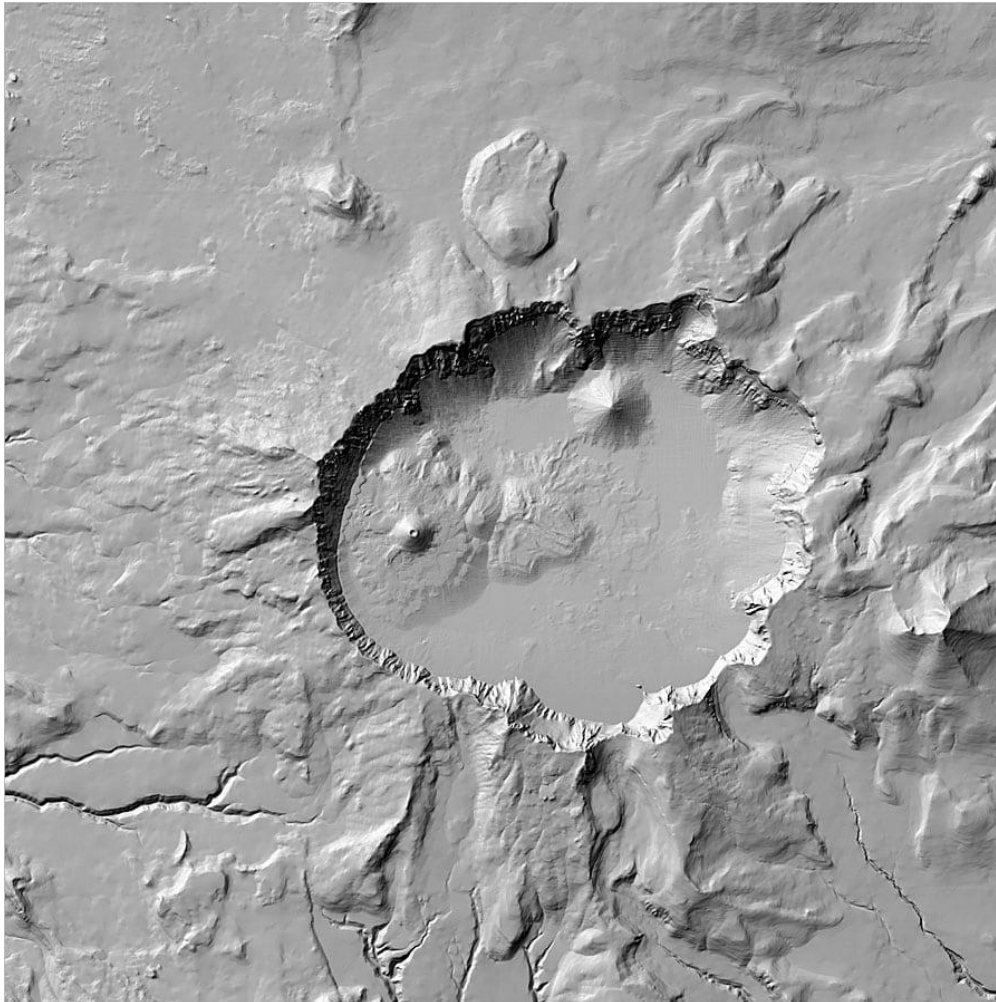
**vizualizace
pomocí
vrstevnic**



vizualizace obarováním



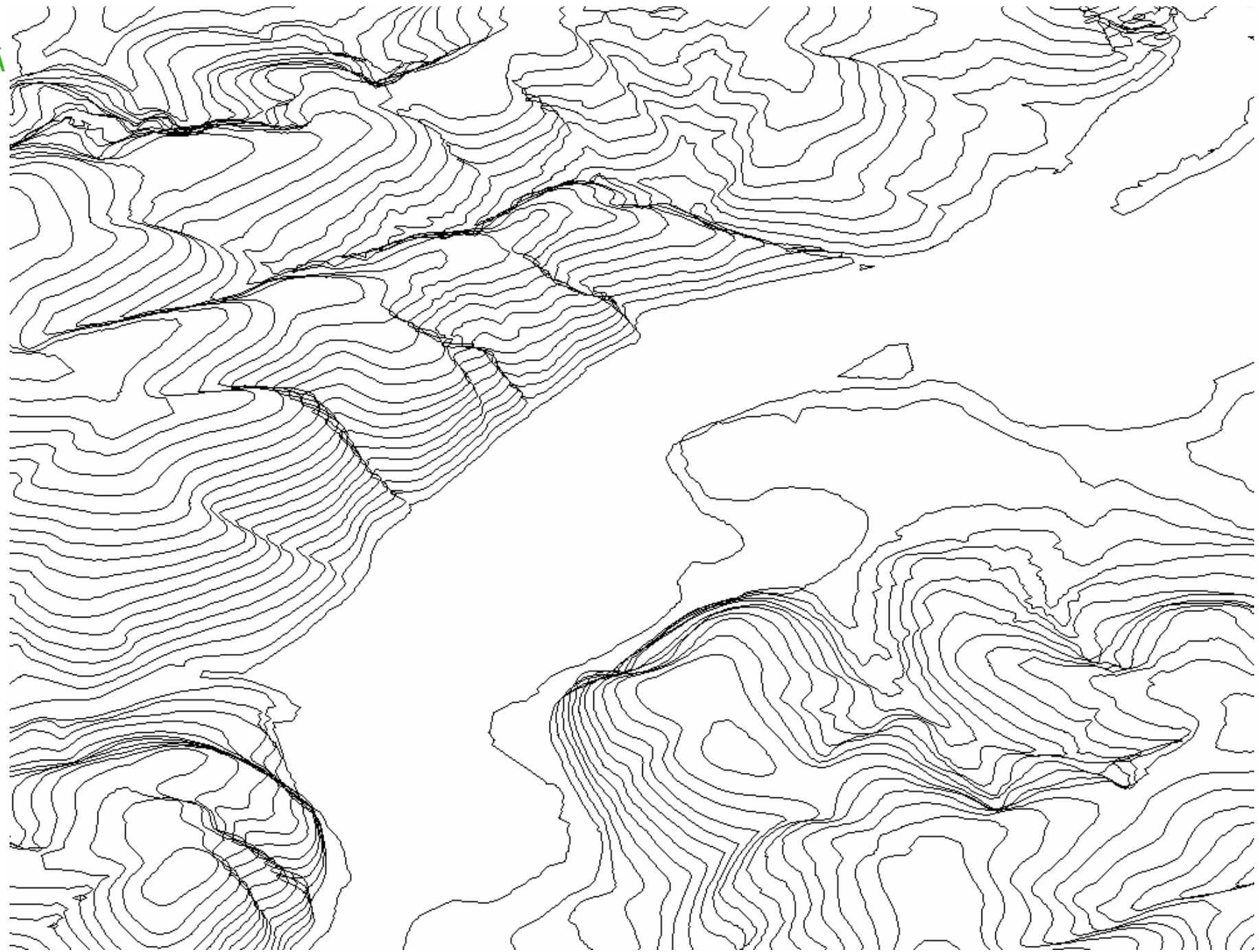
**vizualizace
stínováním
(stínovaný
reliéf =
hillshade)**



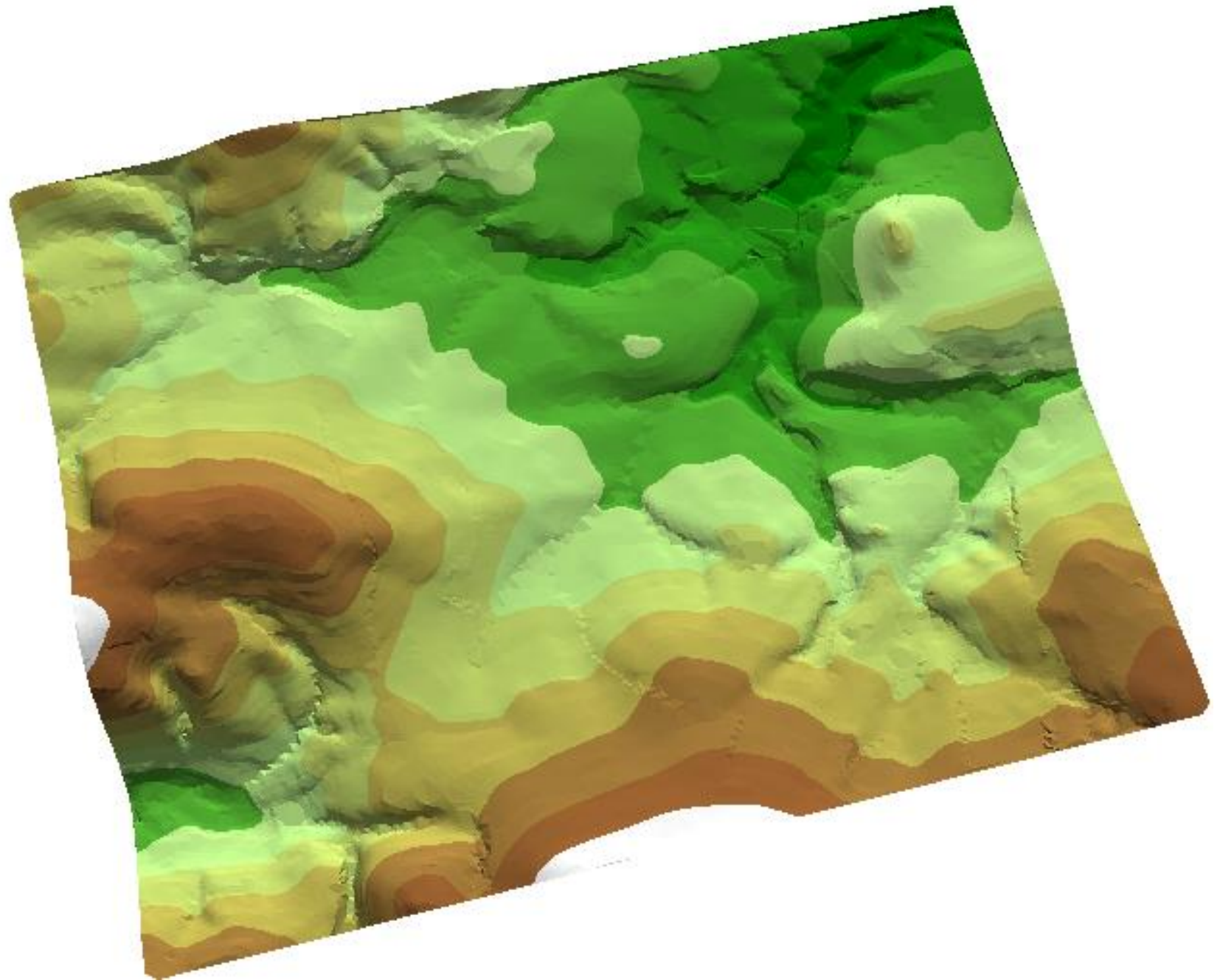
Izometrické metody vizualizace

Izometrické zobrazení (izometrie) je šikmé zobrazení zachovávající vzdálenosti

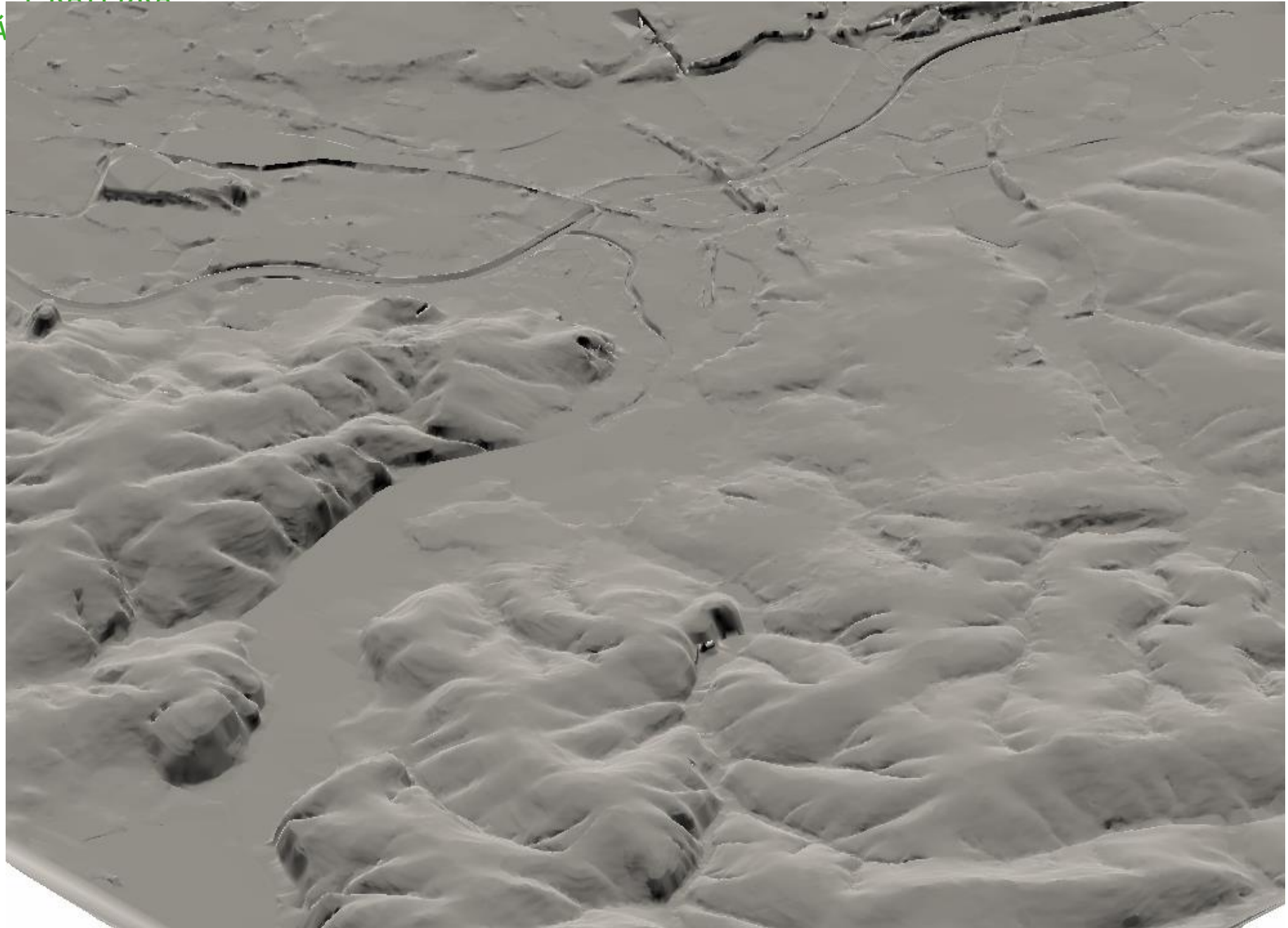
**vizualizace
pomocí
vrstevnic**



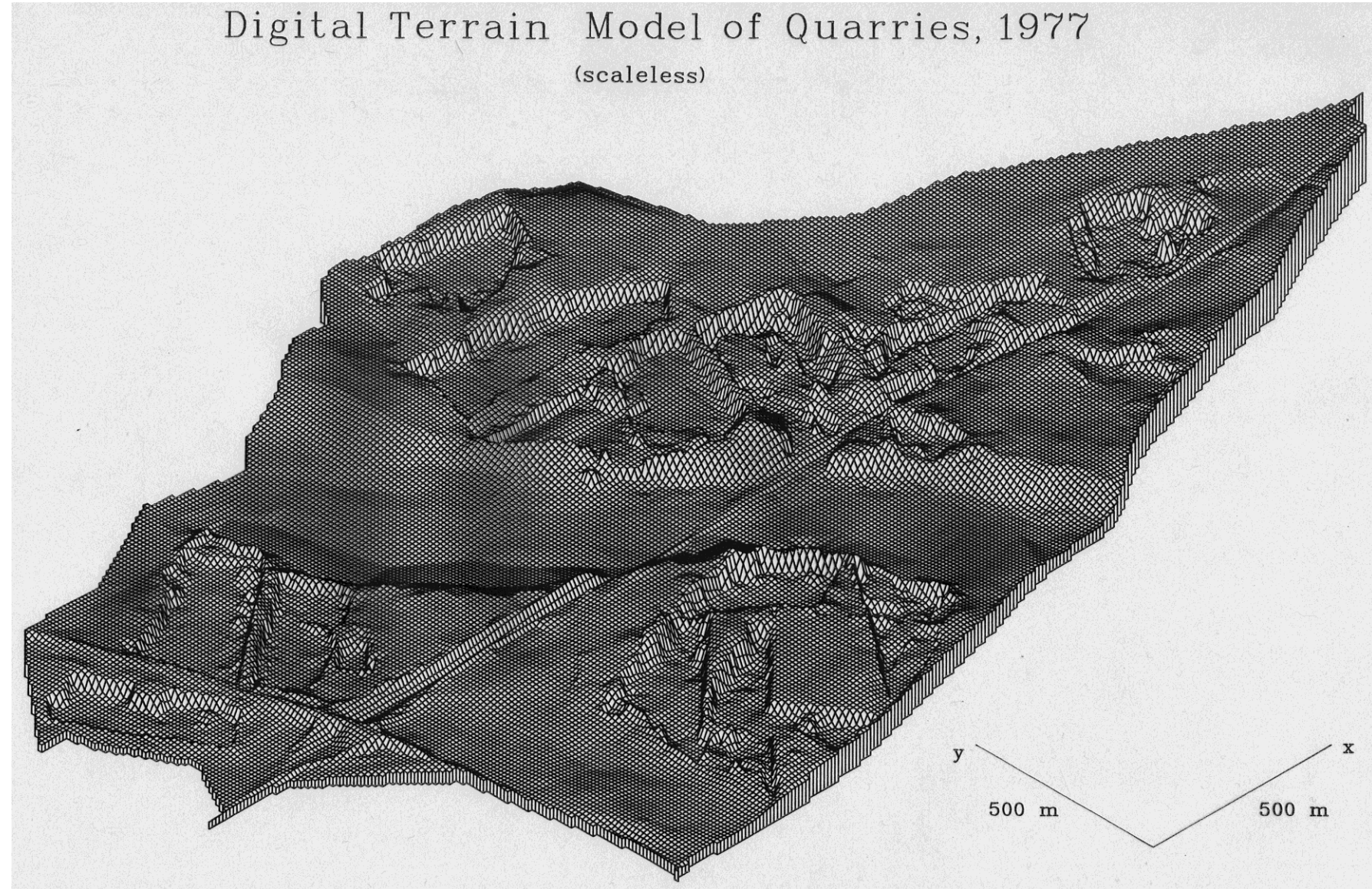
vizualizace obarvováním



**vizualizace
stínováním
(stínovaný
reliéf =
hillshade)**



vizualizace sítí vertikálních řezů

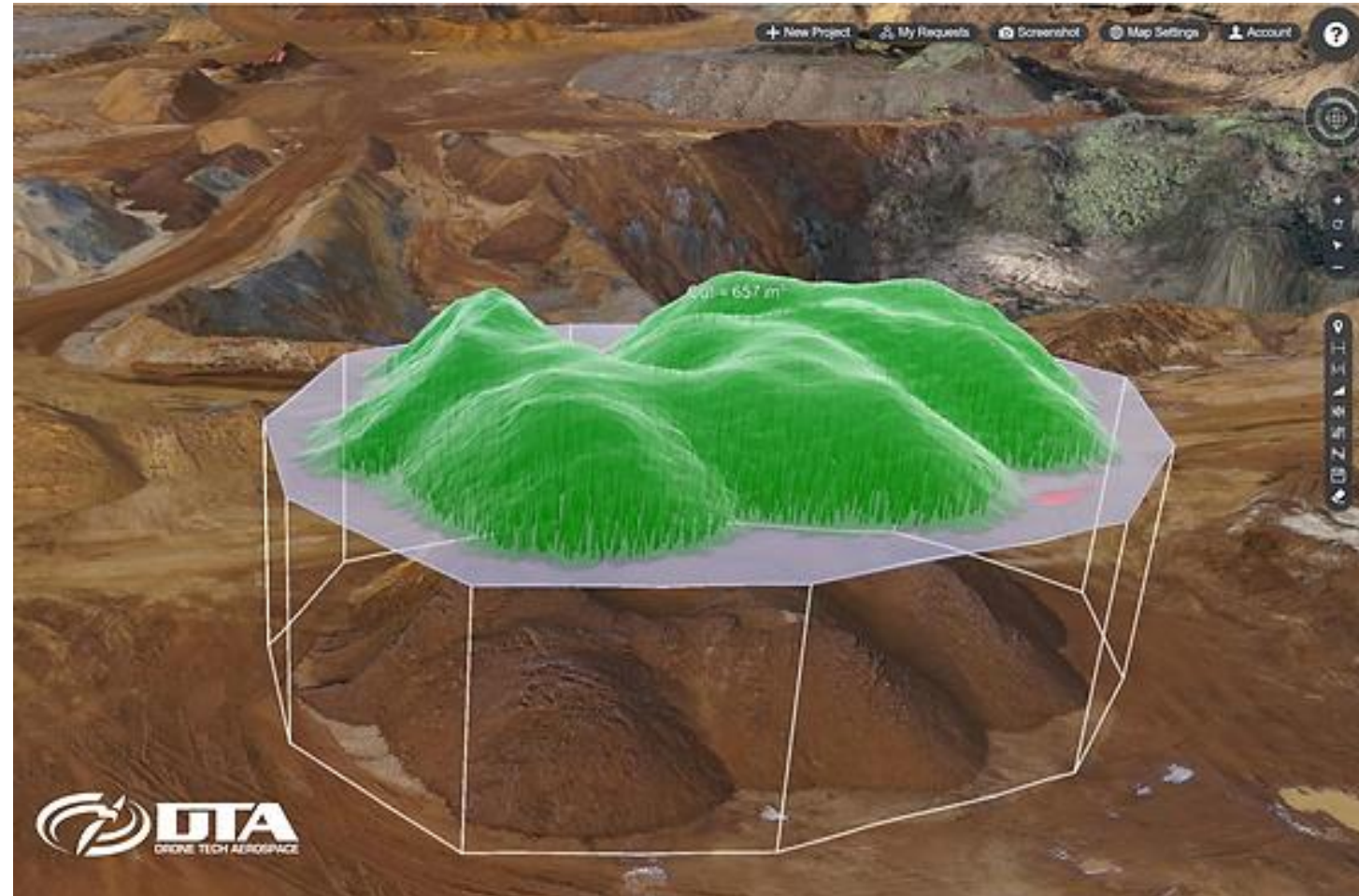
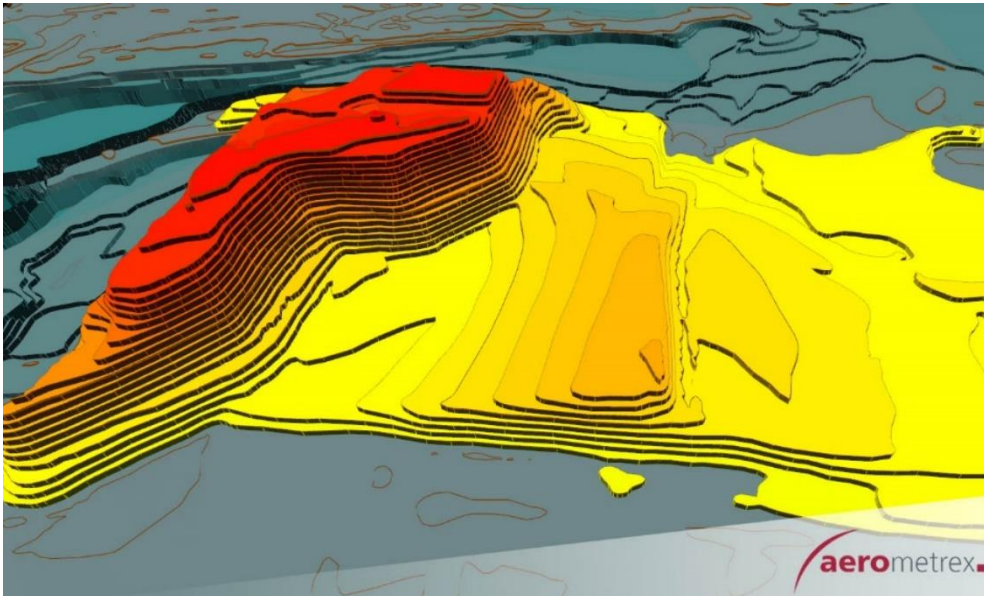


Analytické úlohy řešené nad DMR

- objemové výpočty
- analýzy viditelnosti
- morfometrické analýzy (např. orientace a sklon svahů)
- analýzy drenážních sítí, odtokových poměrů, povodí apod.

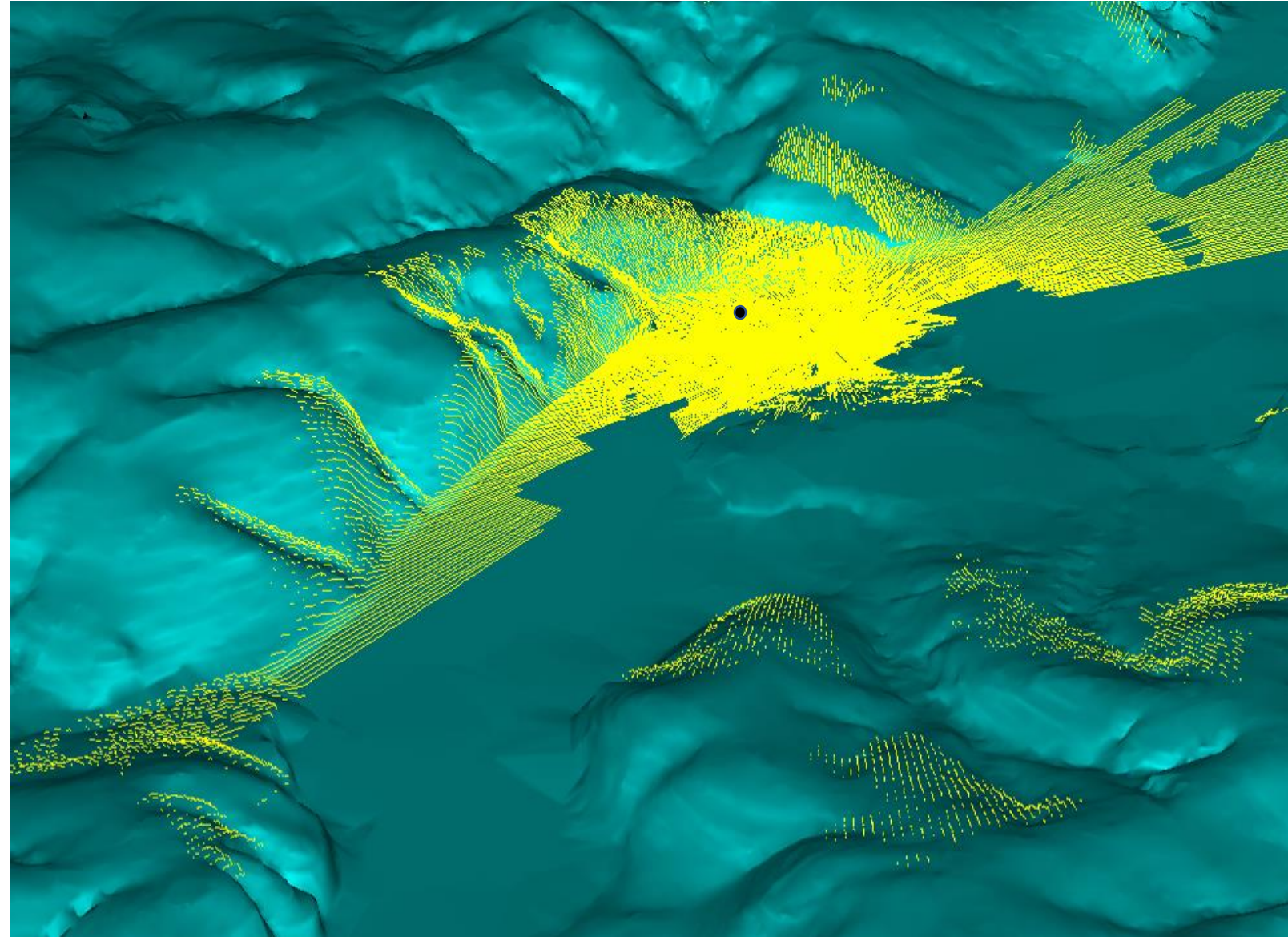
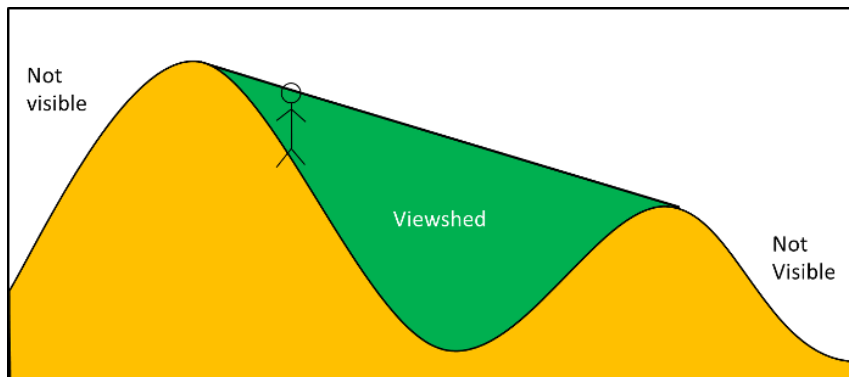
Objemové výpočty

- Stanovení objemu odtěženého či uskladněného materiálu

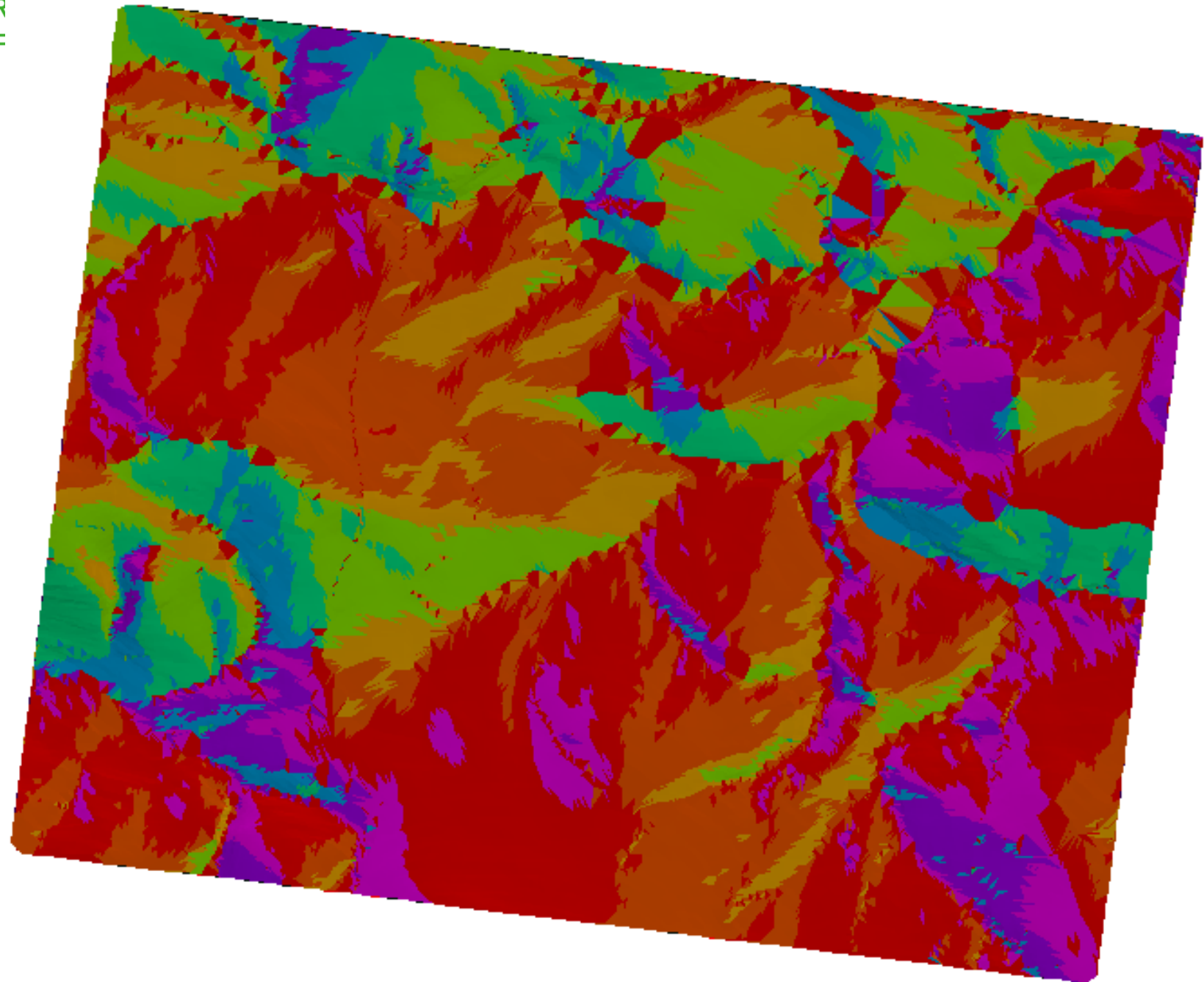


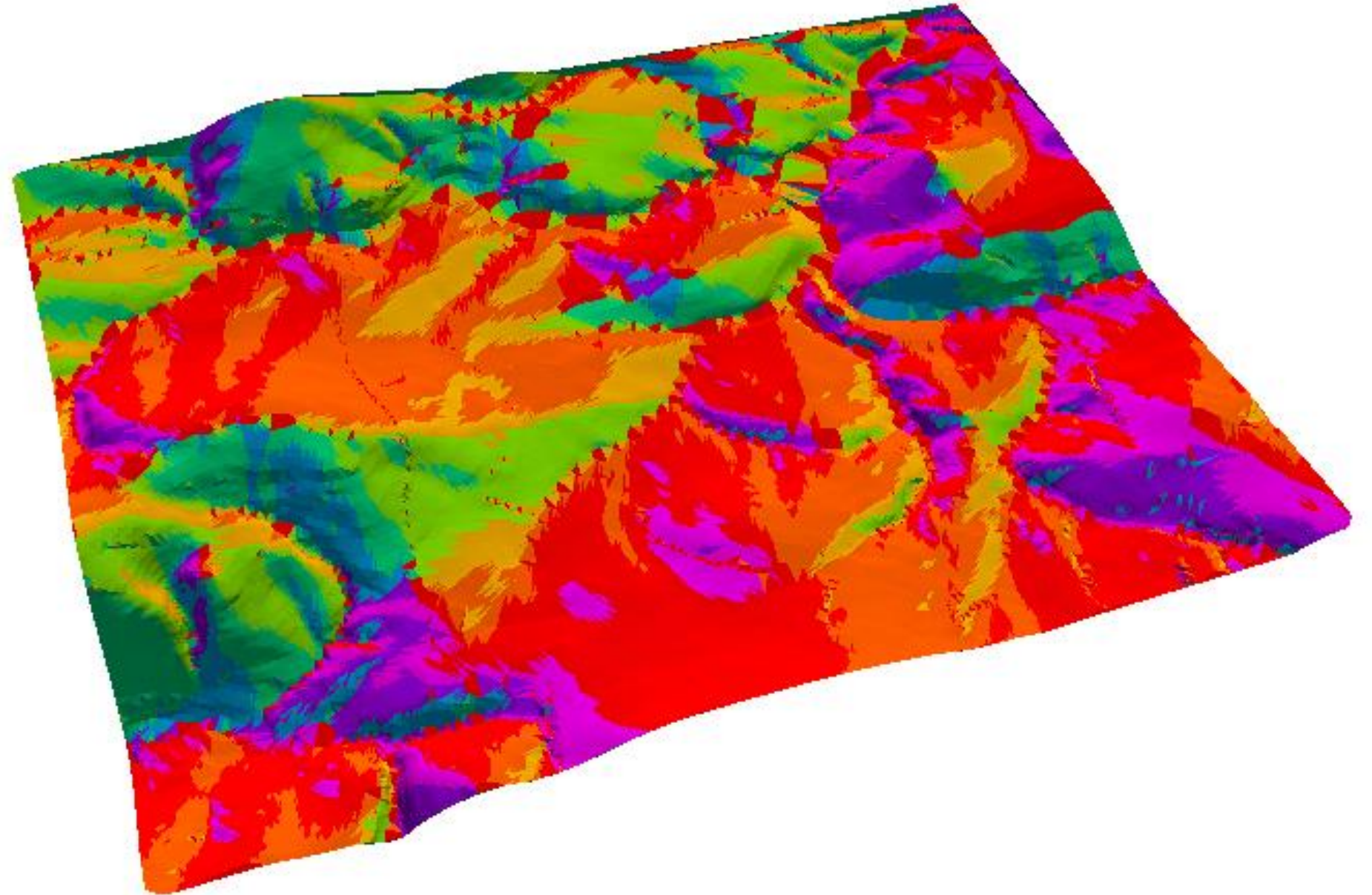
Analýzy viditelnosti

- Slouží pro určení části DMR, které (ne)budou viditelné ze zadaného bodu či linie (případně sady bodů či linií)

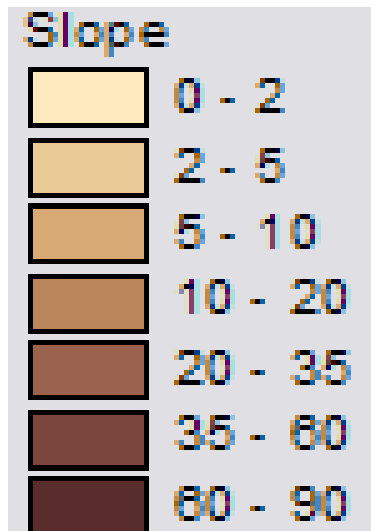


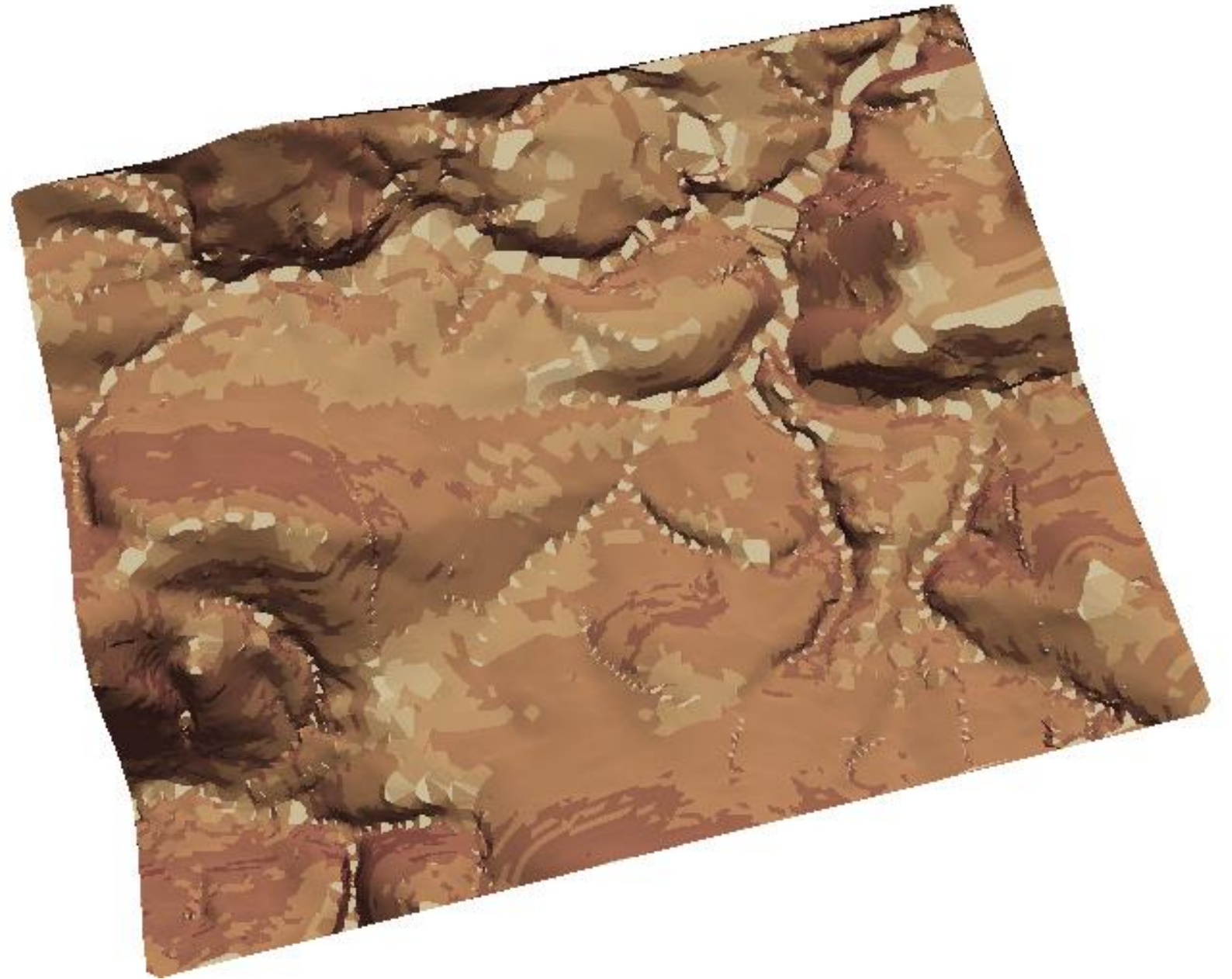
- Výstup analýzy orientace svahů





- Výstup analýzy sklonu svahů



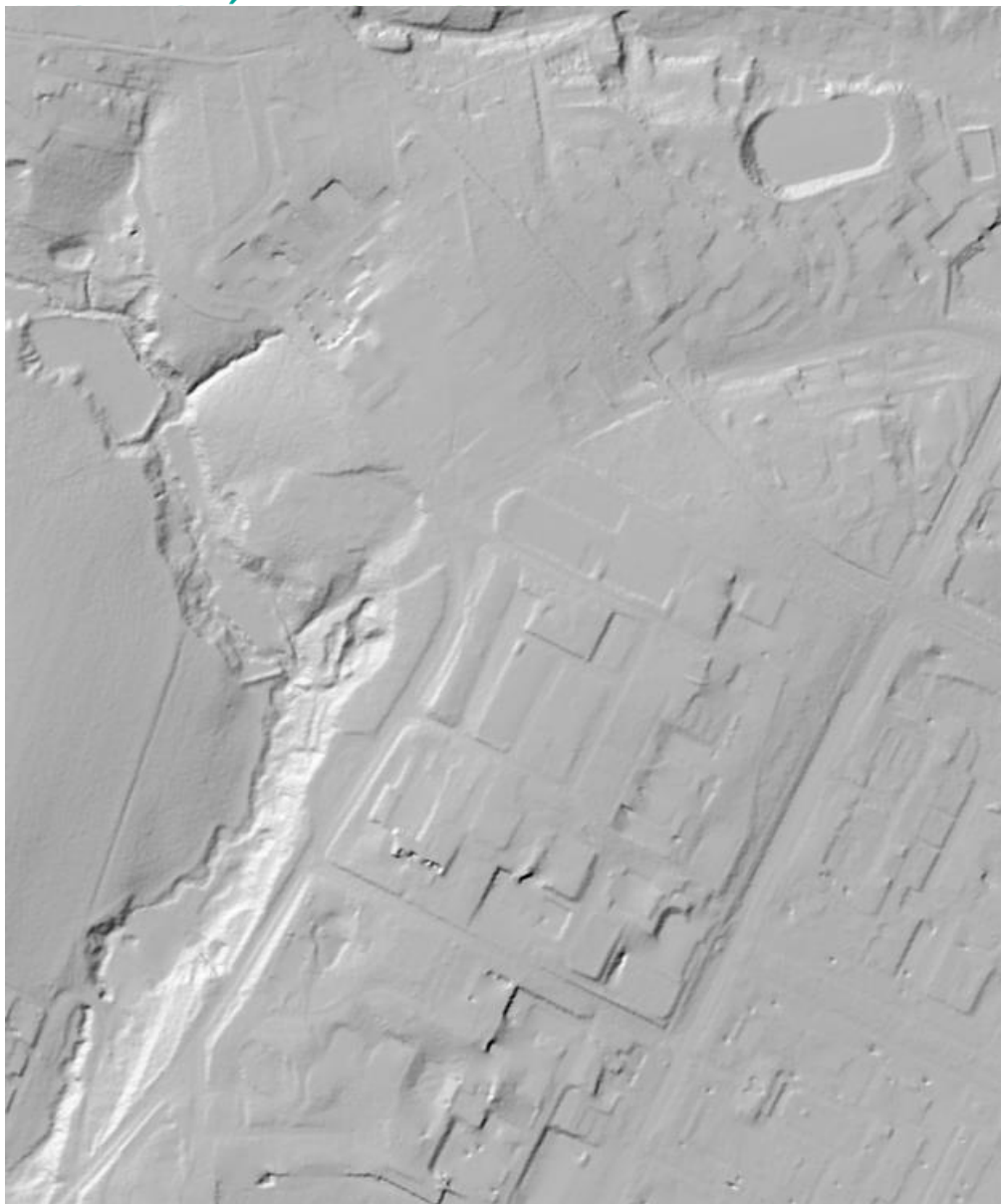


- Odvození drenážní sítě (modře) a rozvodnic (žlutě) z DMR

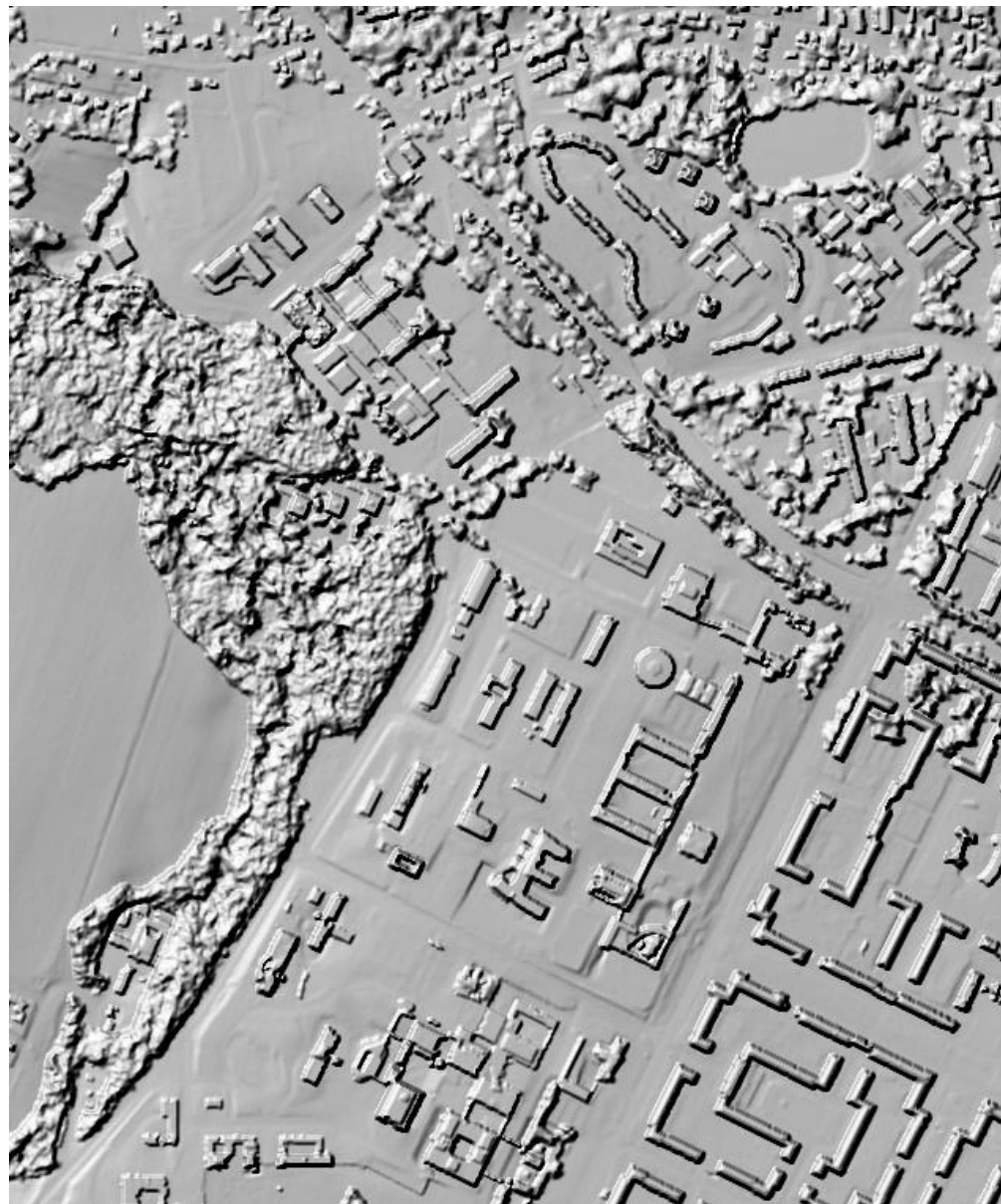


- Stavitelství
- Územní plánování, urbanismus
- Hydrologie, hydrologické a hydrogeologické modelování
- Povrchové dobývání surovin, skládky
- Dálkový průzkum Země a fotogrammetrie (geometrické korekce, ortogonalizace)
- Hodnocení přírodních rizik (eroze půdy, sesuvy půdy, poklesy poddolovaných území, ...)
- Budování rádiových sítí (mobilní operátoři)
- Turistika
- Vojenství

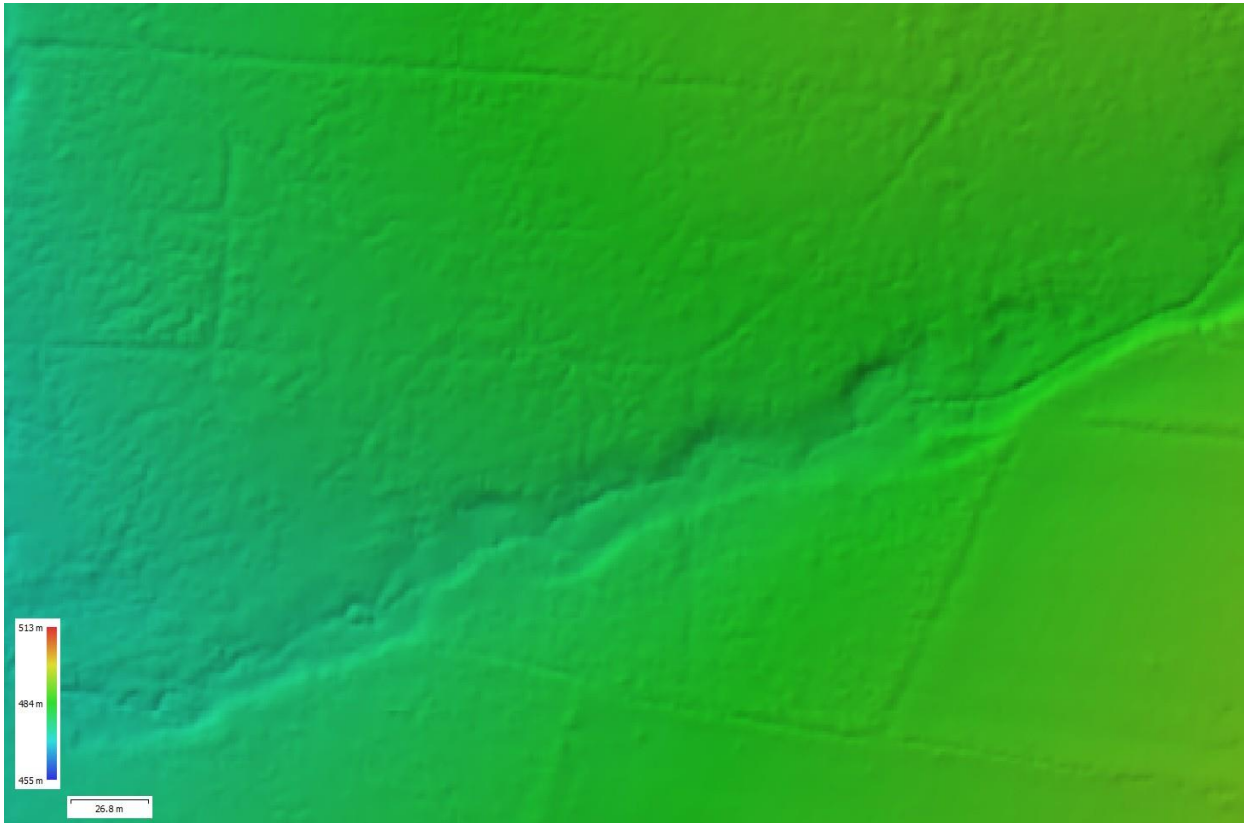
- ZABAGED
 - Vrstevnice s krokem 5, 2, 1 m či GRID 10x10 m
 - střední chyba výšky cca 1-2 m v odkrytém terénu, 1-2 m v intravilánu, 2-5 m v zalesněných územích
- Výstupy z leteckého laserového skenování realizovaného v letech 2009-2013
 - Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G)
 - Grid 5x5 m reprezentující terén
 - střední chyba výšky 0.3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu
 - Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (**DMR 5G**)
 - TIN reprezentující terén
 - střední chyba výšky 0.18 m v odkrytém terénu a 0.3 m v zalesněném terénu
 - Digitální model povrchu České republiky 1. generace (**DMP 1G**)
 - TIN m reprezentující terén a objekty na něm
 - střední chyba výšky 0.4 m pro přesně vymezené objekty (budovy) a 0.7 m pro objekty přesně neohraničené (lesy, vegetace)



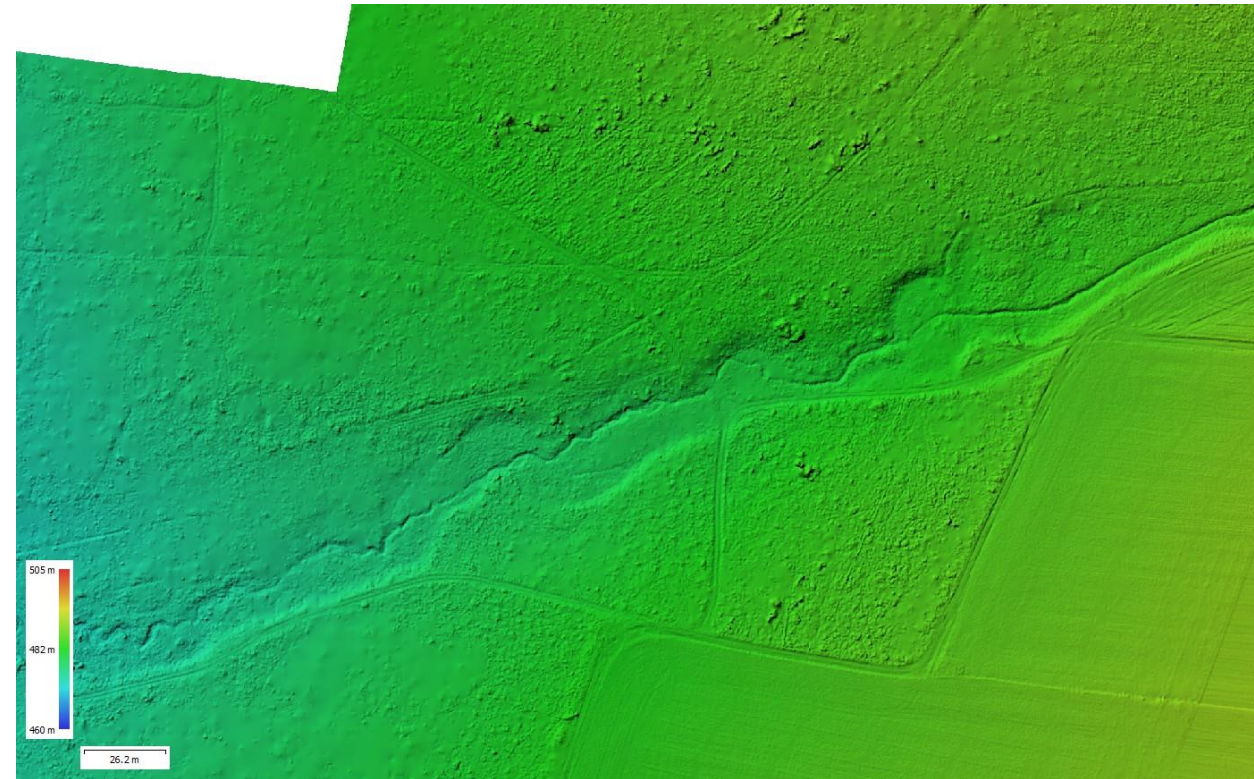
Ukázka DMR 5G



Ukázka DMP 1G



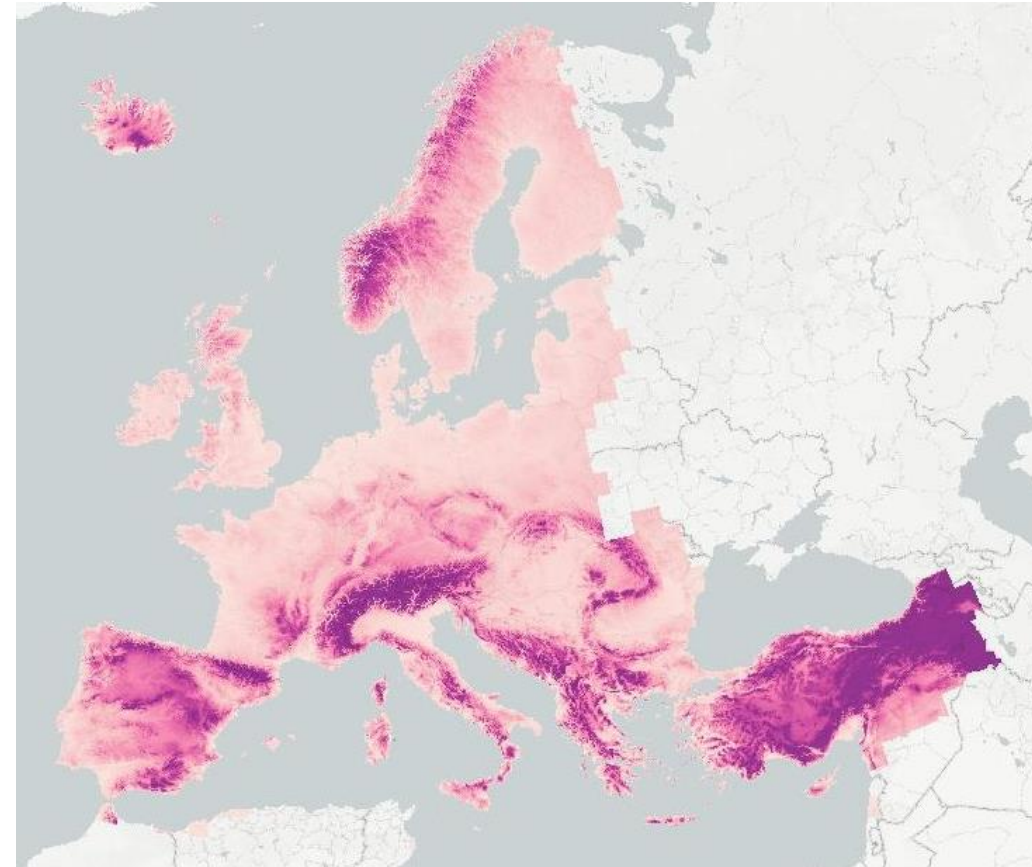
Ukázka DMT odvozeného z dat DMR 5G,
rozlišení 1 m/pixel



Ukázka DMT odvozeného z laserového
skenování z bezpilotního letadla (dronu),
rozlišení 5 cm/pixel

- EU-DEM 1.1

- Digitální model povrchu pro území Evropy
- Dostupný zdarma (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem>)
- Grid 25x25 m
- založený na globálních produktech SRTM a ASTER GDEM
- Celková střední chyba výšky (RMSE) = 2.9 m, v ČR 2.3 m



Výškopisná data pro ČR

- DEM EEA-10 (Copernicus)

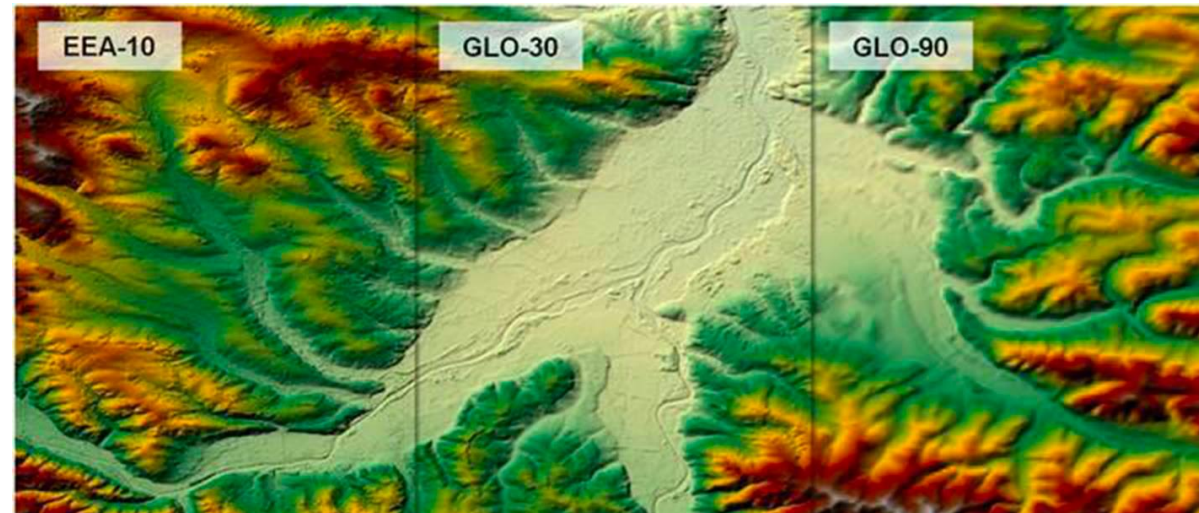
- Digitální model povrchu pro území Evropy

- Omezená dostupnost pro veřejnost

- (<https://spacedata.copernicus.eu/en/web/guest/collections/copernicus-digital-elevation-model>)

- Grid 10x10 m

- založený na snímcích TanDEM-X z let 2011 až 2015



Zdroj: <https://spacedata.copernicus.eu/en/web/guest/collections/copernicus-digital-elevation-model>

Děkuji za pozornost

Michal Kačmařík

michal.kacmarik@vsb.cz

www.vsb.cz