

Zdeněk Máčka

20051 Geomorfologie (1)

Čím se zabývá
geomorfologie?



Geomorfologie

γη (= Země), μορφη (= tvar), λογος (= rozprava)

Název geomorfologie se objevil poprvé po r. 1850 v Německu, v dnešním smyslu ho po r. 1890 začali používat američtí geologové
(W.J. McGee /1893/, G.K. Gilbert, W.M. Davis)

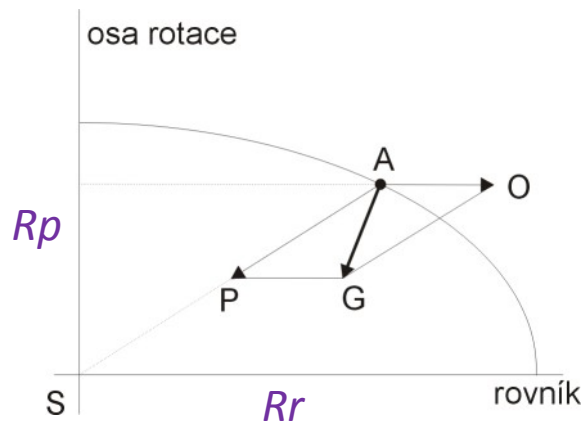
Jaký má tedy Země tvar?

Země je koule. To ví každý 😊



Je tomu skutečně tak?

Země je elipsoid



průměrný poloměr = 6 367 km

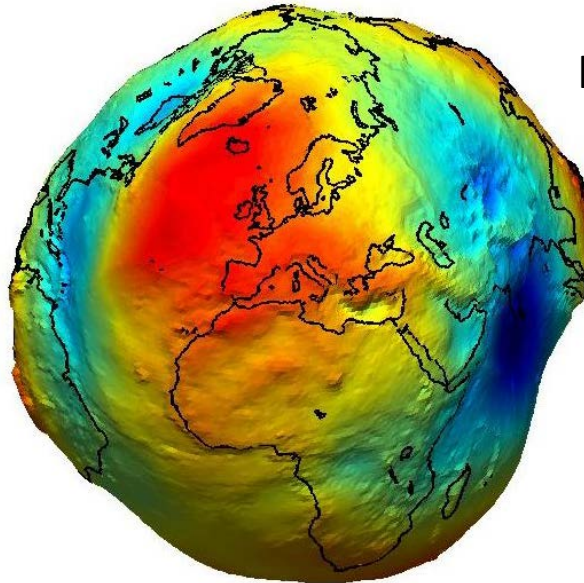
průměr na rovníku o 43 km větší než na pólu

$$Rr/Rp = 1,0033$$

Besselův, Heyfordův, Krasovského, IAG 1967

WGS 84 (revize v r. 2004)

Země je geoid



klidná střední hladina moří, které jsou spojené i pod kontinenty

Earth Gravity Model 2008
(EGM 2008)

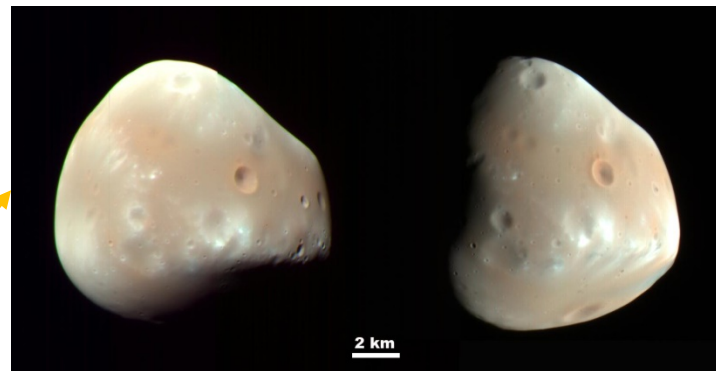
Proč je vlastně Země kulatá?



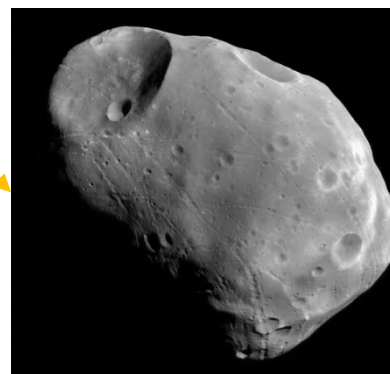
Obrázek ukazuje skutečný poměr velikosti Země a Měsíce

Některá tělesa Sluneční soustavy totiž nejsou.

?



Deimos



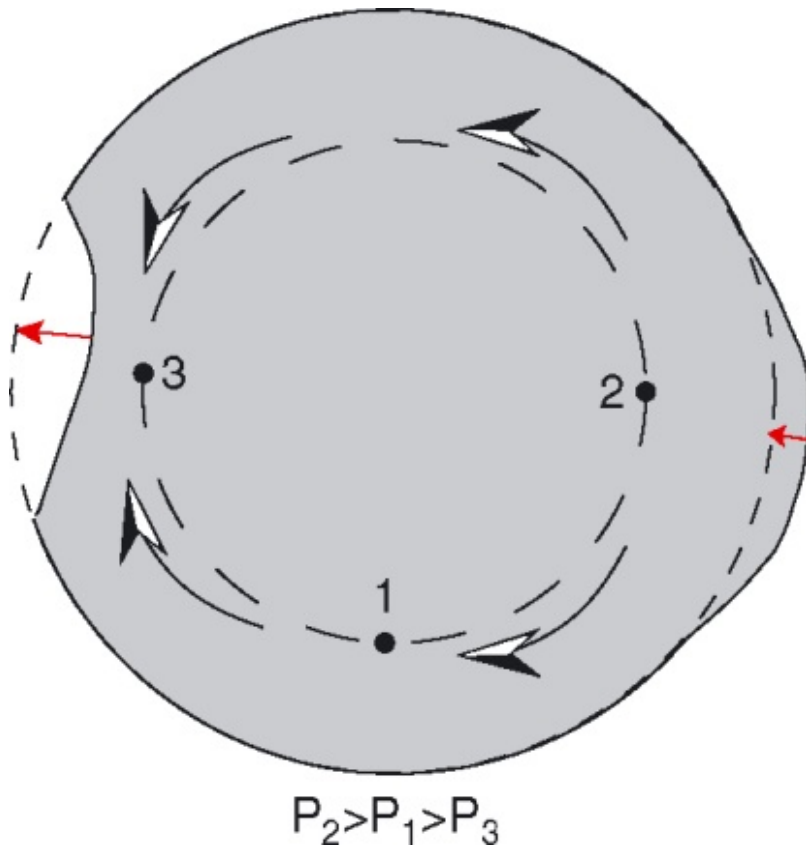
Phobos



21 Lutetia

Země je kulatá protože ...

... dosáhla stavu hydrostatické rovnováhy



Tímto se ovšem nezabývá geomorfologie, ale ...

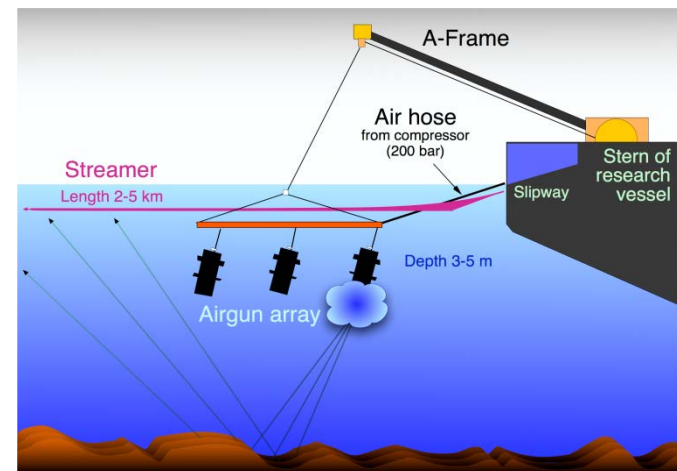
Geodézie ...

... je vědecký a technický obor, který pomocí geometrických a fyzikálních metod získává údaje metrického a fyzikálního charakteru o Zemi či jejích částech a zjišťuje geometrické údaje pro tvorbu map a pro potřeby jiných oborů.

Geofyzika ...

... je založena na studiu různých fyzikálních polí existujících v zemském tělese a jeho okolí.

např. *seismologie* – zkoumá pole sesimických (elastických) vln vznikajících při zemětřesení



Mořský seismologický průzkum

Čím se tedy zabývá geomorfologie?

1. Jaký je OBJEKT geomorfologie?

RELIÉF



výtvarné umění
basreliéf, hautreliéf



geografie
georeliéf

Kambodža, chrám Bayon



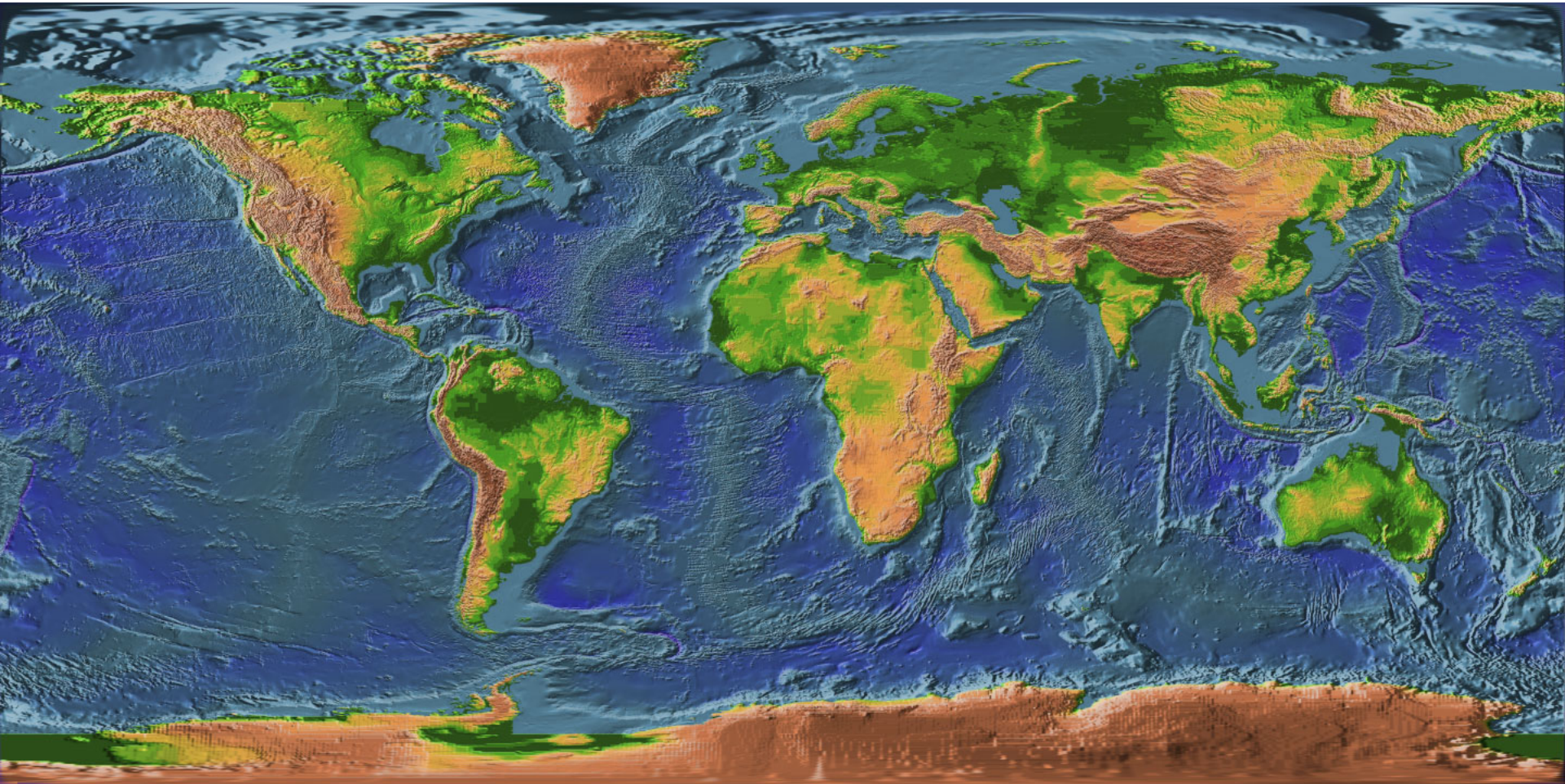
Utah, La Sal Mountains, NP Arches, panorama 360°

GEORELIÉF = svrchní plocha zemské kůry, utváření reliéfu Země

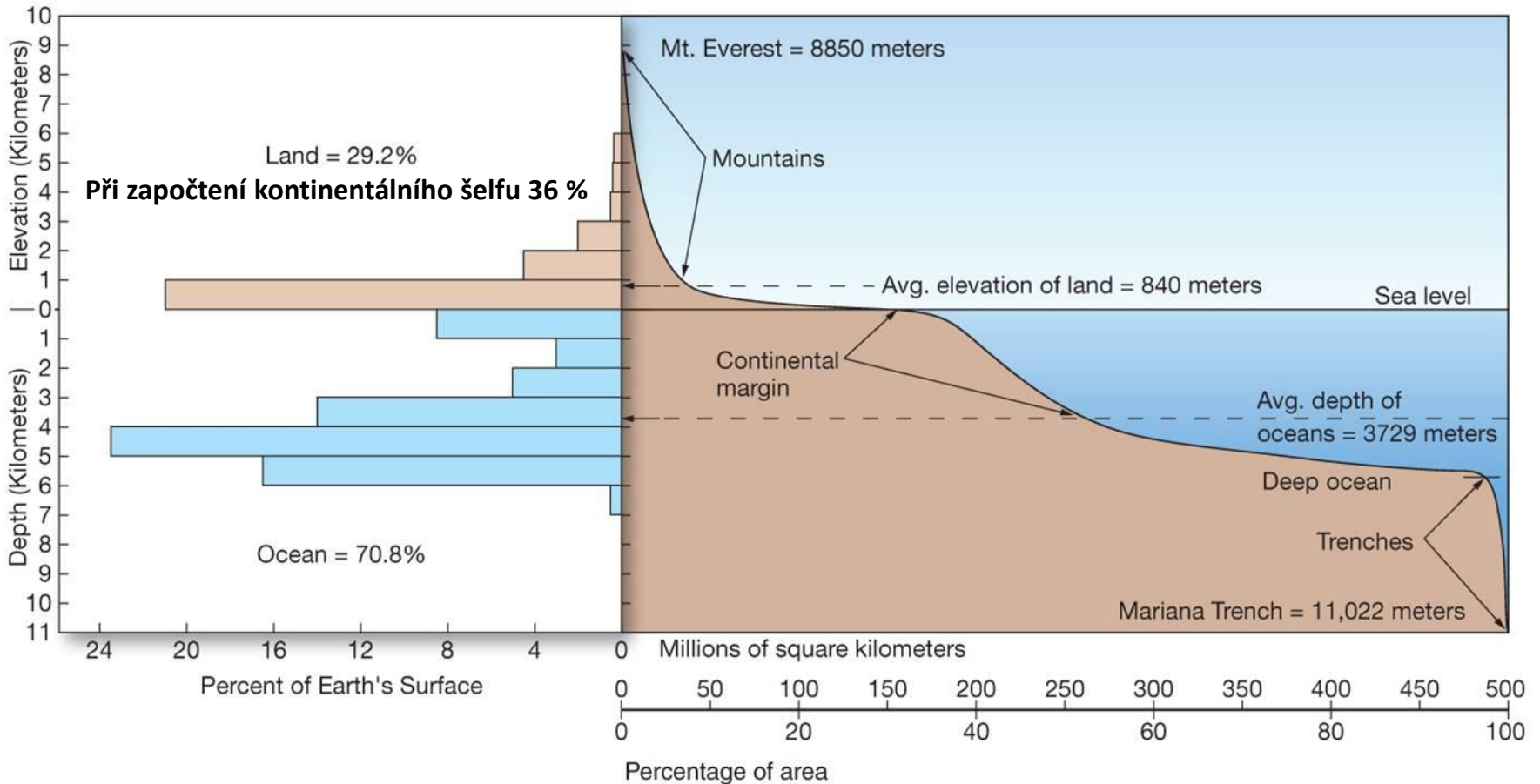
RELIÉF KRAJINY (J. Demek)

land surface form /tvar celého zemského povrchu/
spojitý; pokrývá celou Zemi (povrch souší i dno oceánů)

tento povrch lze popsat změnami nadmořských výšek v prostoru
(= pole nadmořských výšek)



Hypsometrická křivka Země



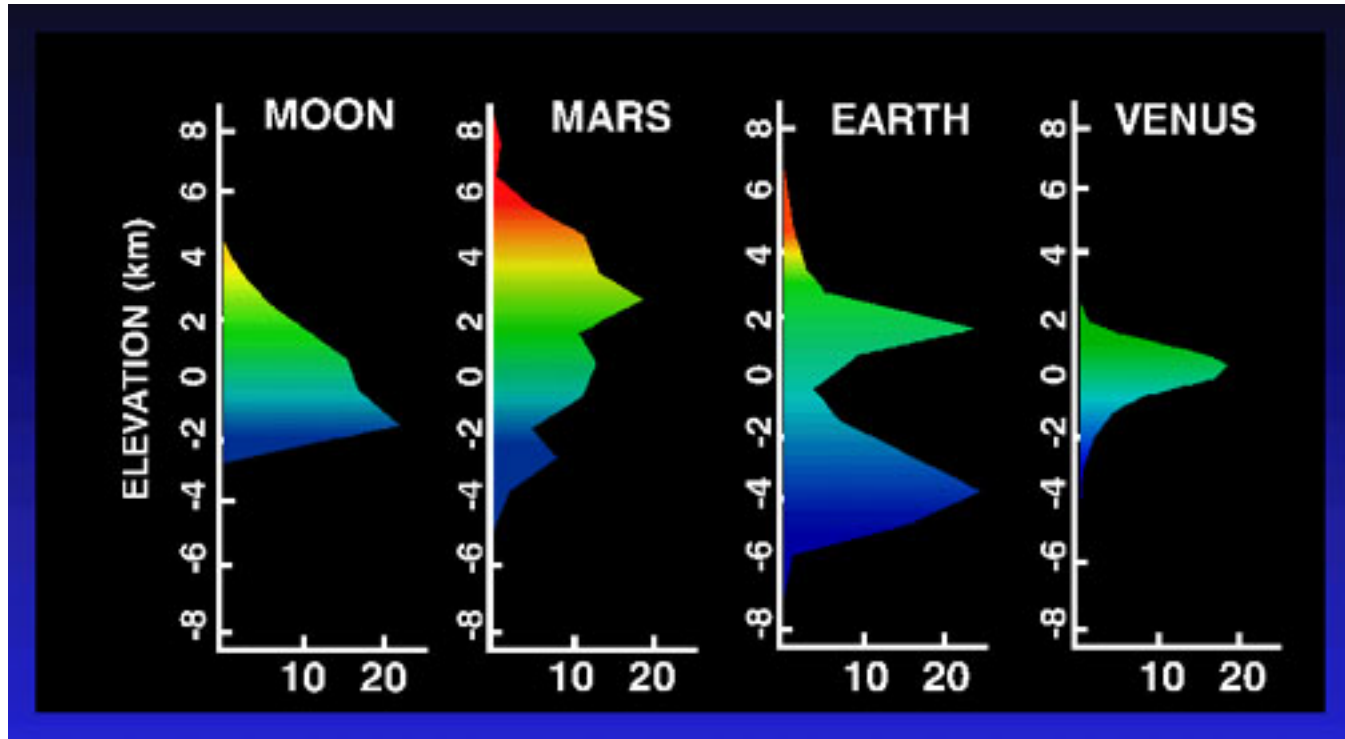
© 2011 Pearson Education, Inc.

průměrná výška zemského povrchu: - 2,1 km
převýšení ≈ 20 km odpovídá 0,31 % zemského poloměru

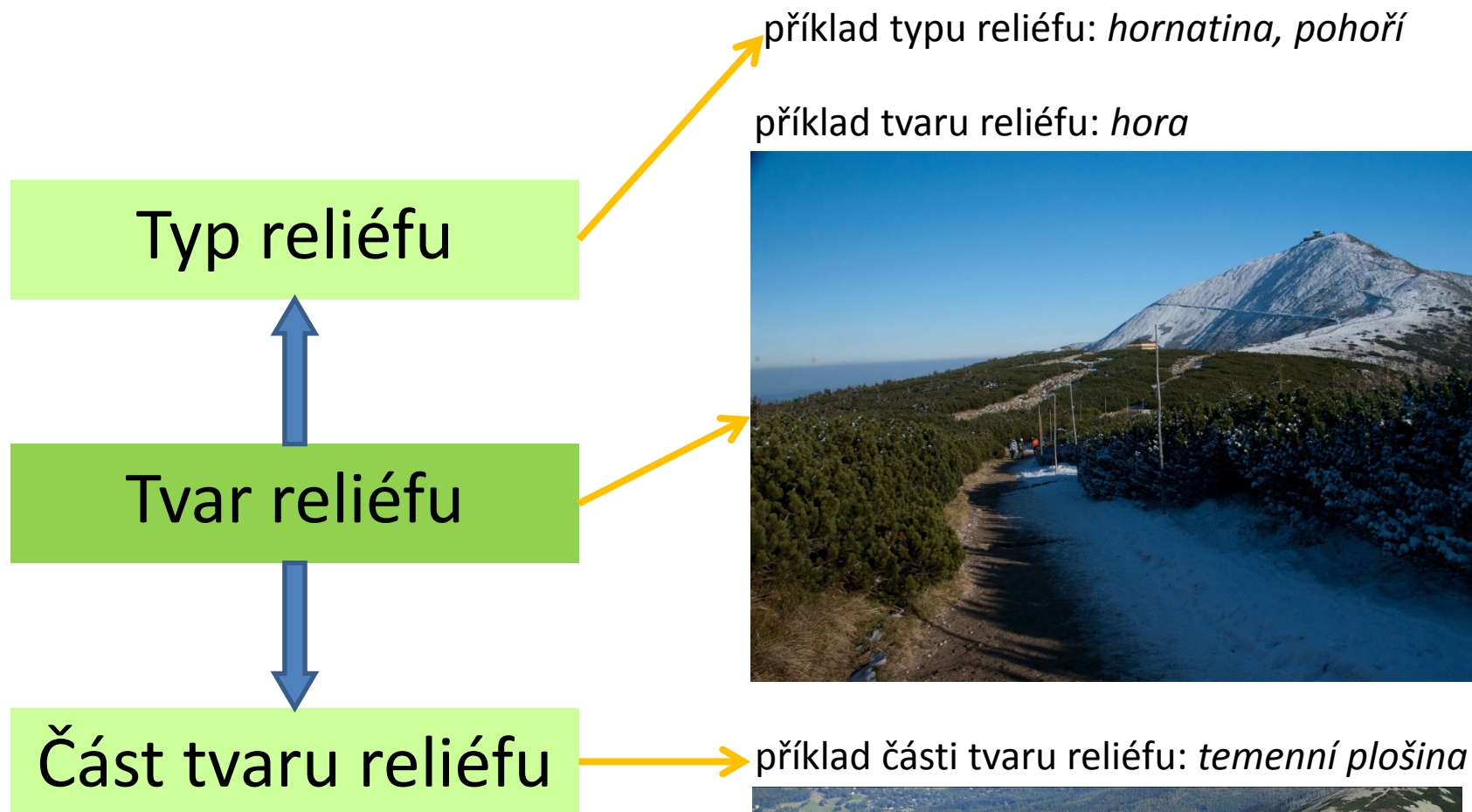
Hypsometrická (hypsografická) křivka:

graf ukazující podíl zemského povrchu ležícího v různých nadmořských výškách (součtová čára)

A jak je to jinde ve Sluneční soustavě?



Georeliéfem se zabýváme obvykle po menších kouscích ...



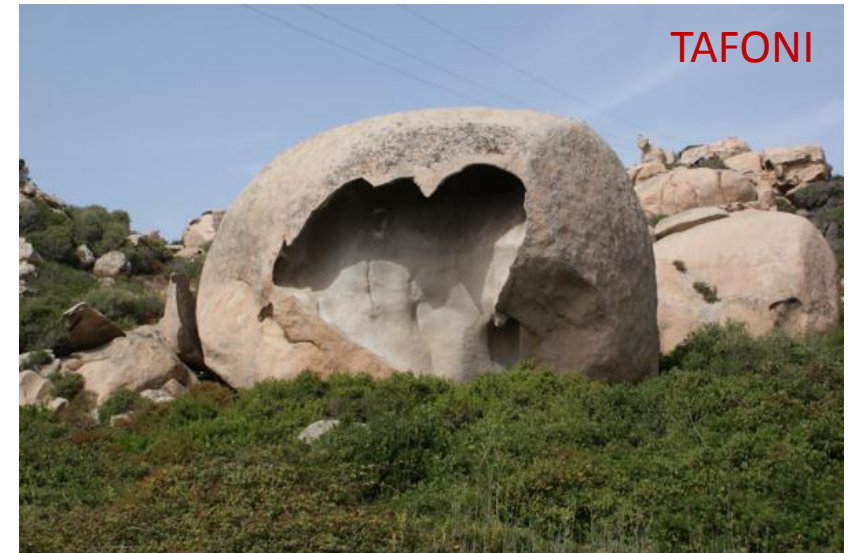
Tvary reliéfu

vypuklé (konvexní) --- vyvýšeniny (elevace)



Tvary reliéfu

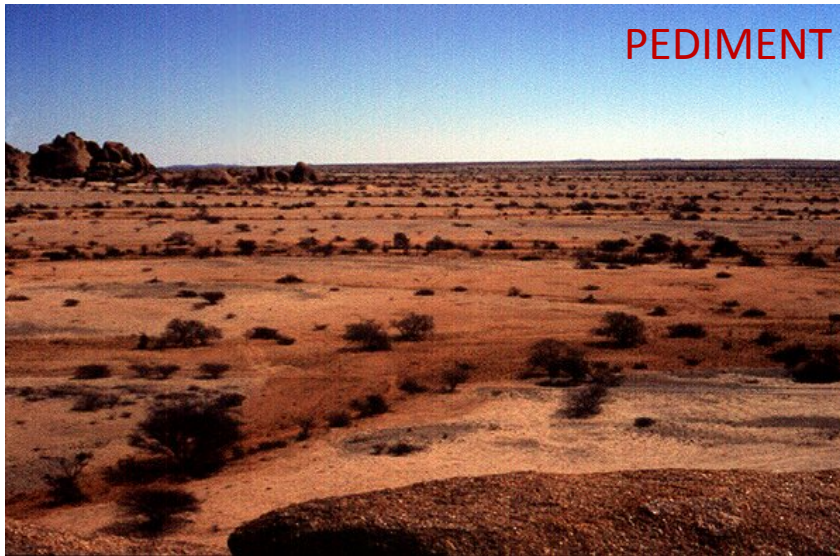
vhlobené (konkávní) --- sníženiny (deprese)



Tvary reliéfu

Plošina = rovný povrch se sklonem do 2°

rovné (planární) Planina = plošina ve větší nadmořské výšce (ve vrchovině n. hornatině)



A teď v obecnější rovině ...

PAHOREK

převýšení do 150 m

VRCH

převýšení 150-300 m

HORA

převýšení 300-600 m

VELEHORA



Lomnický štít (2 633,8 m n.m.)

ŠTÍT: skalnatý vrchol velehory

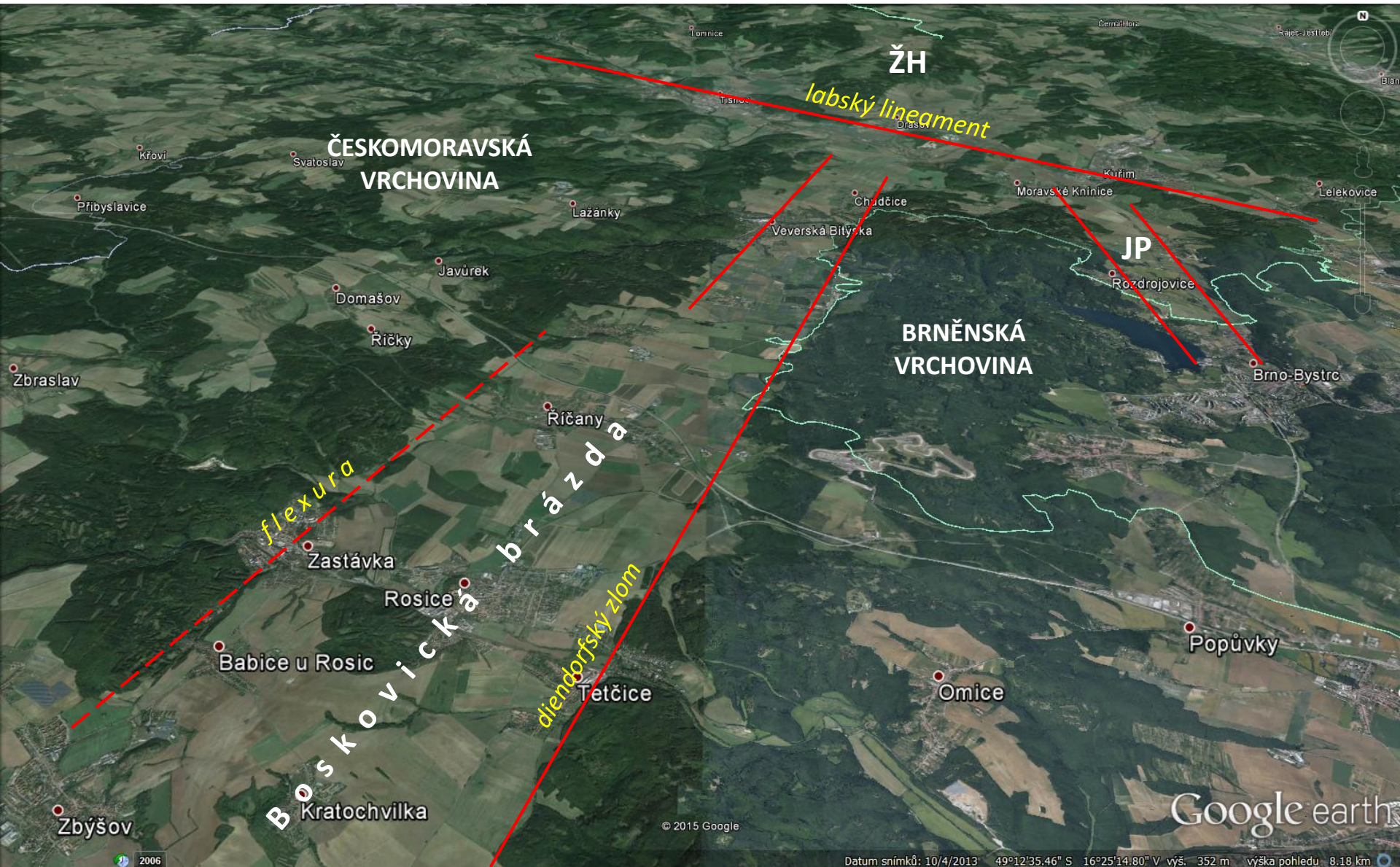
KOTLINA

BRÁZDA

BRÁNA

ÚVAL

Boskovická brázda



Google earth

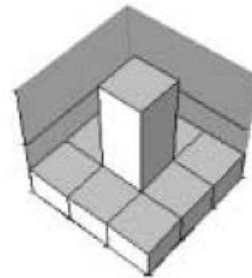
© 2015 Google

Datum snímku: 10/4/2013 49°12'35.46" S 16°25'14.80" V výš. 352 m výška pohledu 8.18 km

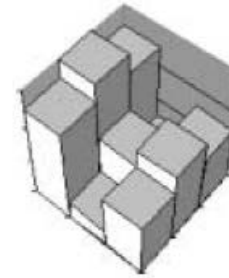
2006

What is a landform?

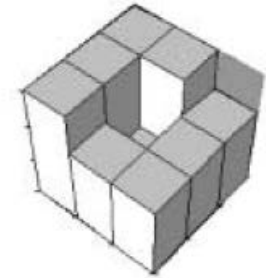
- *landform* /(individuální) tvar reliéfu/
 - nespojitý; ohraničený segment zemského povrchu
 - hranice mohou být:
 - zřetelné, ostré
 - fuzzy – při zjišťování, kde tvar začíná či končí, se můžeme pěkně zapotit☹



Peak

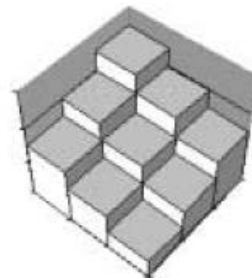


Pass

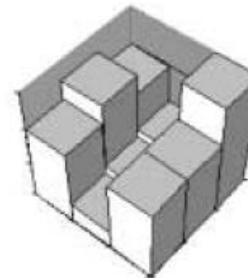


Pit

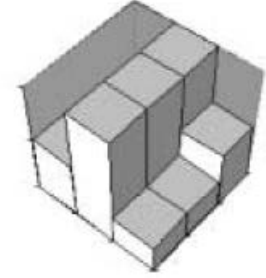
Základní morfografické třídy



Plane



Channel

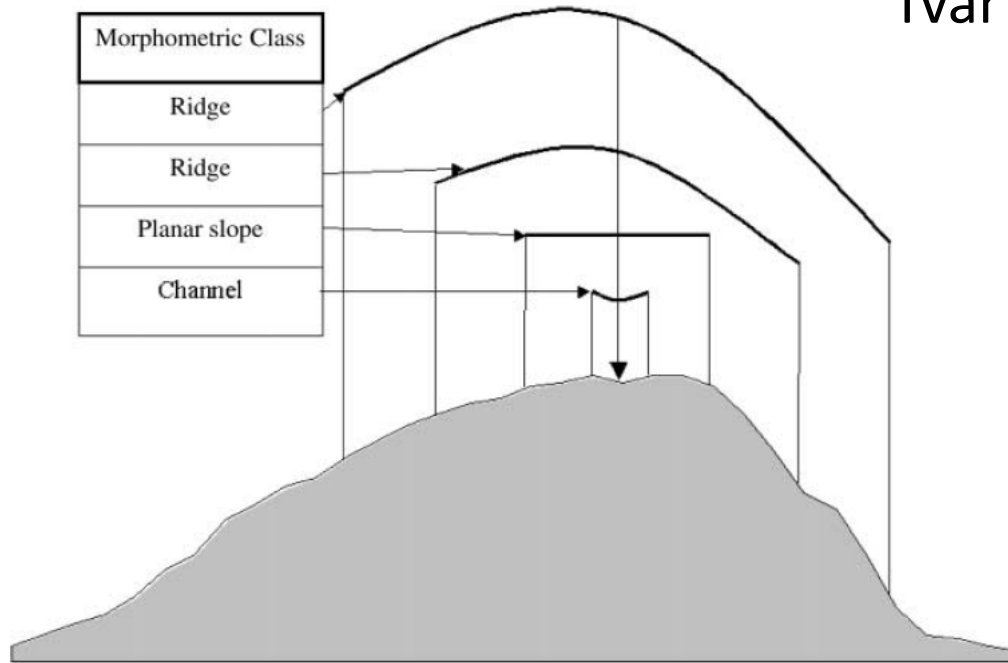


Ridge

Figure 1 The six morphometric classes as represented by a gridded elevation model

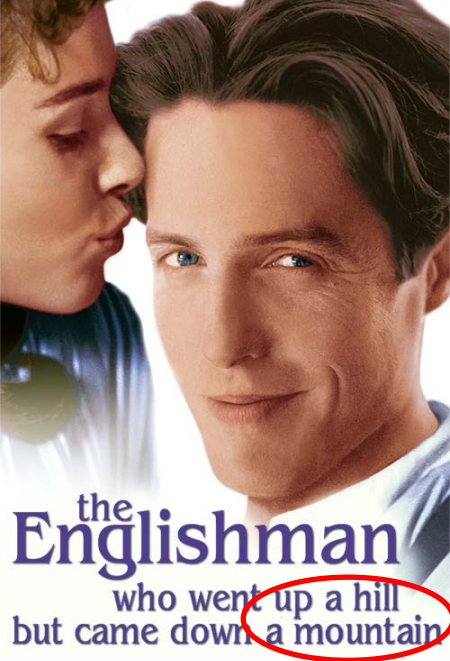
What (where) is a mountain?

Fuzziness of multi-scale landscape morphometry



Tvar reliéfu se mění se změnou
prostorového měřítka

Figure 2 The morphometric class at the point indicated by the vertical arrow varies as shown with the scale over which it is measured



Kopec nebo hora?

*Takto ovšem k věci přistupuje
geodet, ne geomorfolog.*

Gyrn Moelfre (Fynnon Garw), střední Wales, 523 m

hranice mezi **kopcem** a **horou** stanovena v GB na
1000 stop
vyvýšeniny pod 1000 ft nezaneseny na
královských mapách

Analýza rozdílů mezi skutečnými
nadmořskými výškami vrcholů a výškami
trigonometrických bodů ve vybraných
geomorfologických okrscích Západních Karpat
v okolí Zlína

bakalářská práce
Kristýna JUŘINOVÁ (2013)



Příl. 47: Klencov TB a nejvyšší bod

Typy reliéfu

DEFINICE:

Víceméně výrazně omezené území se stejným vzhledem a stejnou genezí, závislou na horninách a jejich uložení, na stejném souboru geomorfologických pochodů a stejné historii vývoje.

Příbuzné termíny z angličtiny: land system, landscape type, physiographic province

Základní dva typy reliéfu:

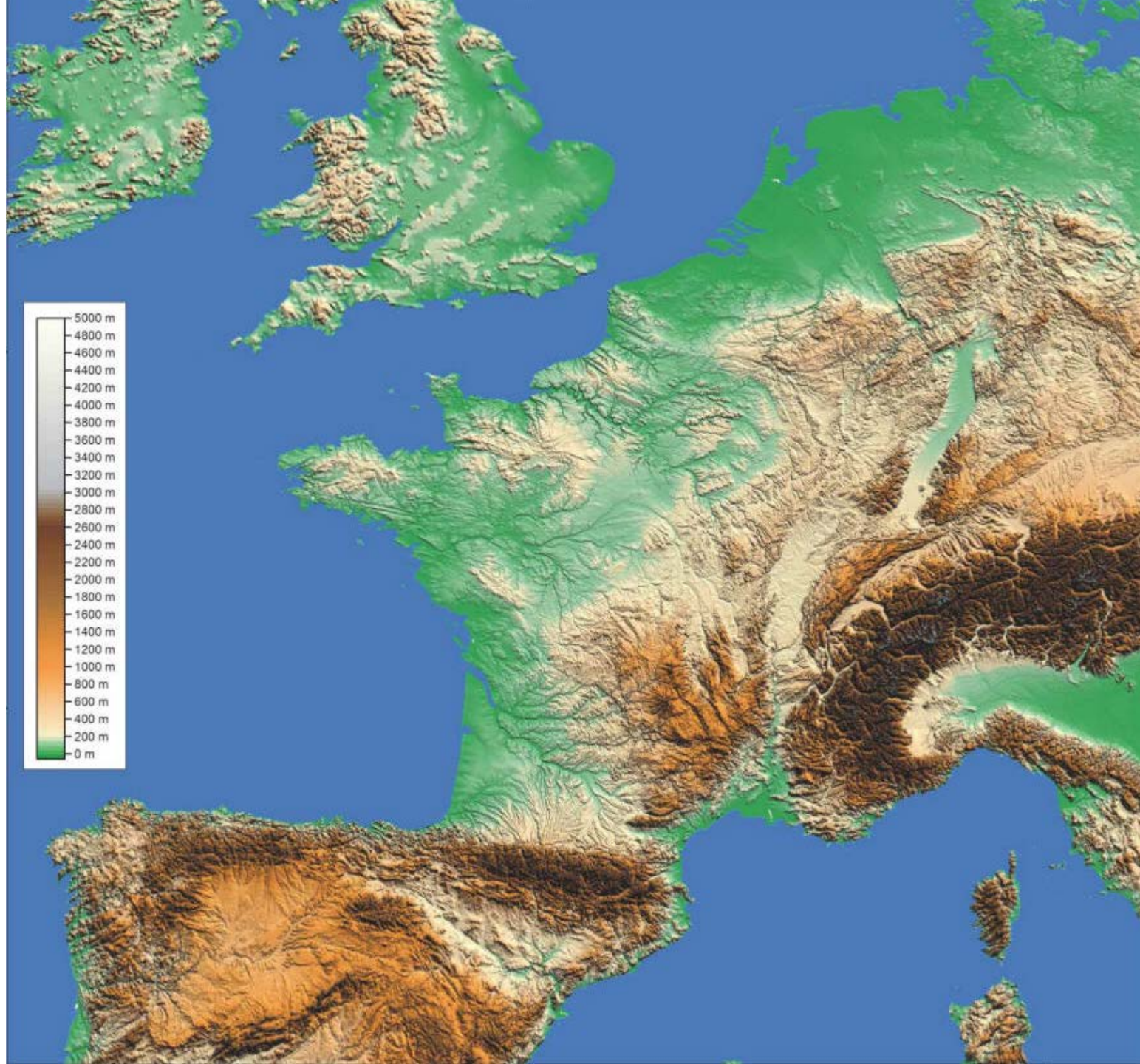
- NÍŽINA

< 200 m; (sub)horizontálně uložené nezpevněné n. málo zpevněné sedimenty; *rovina* n. *pahorkatina*; převýšení max. 75 m

- VYSOČINA

> 200 m; zvlněná n. členitá; podle převýšení se dělí na *pahorkatiny*, *vrchoviny*, *hornatiny* a *velehornatiny*

Typy reliéfu západní Evropy



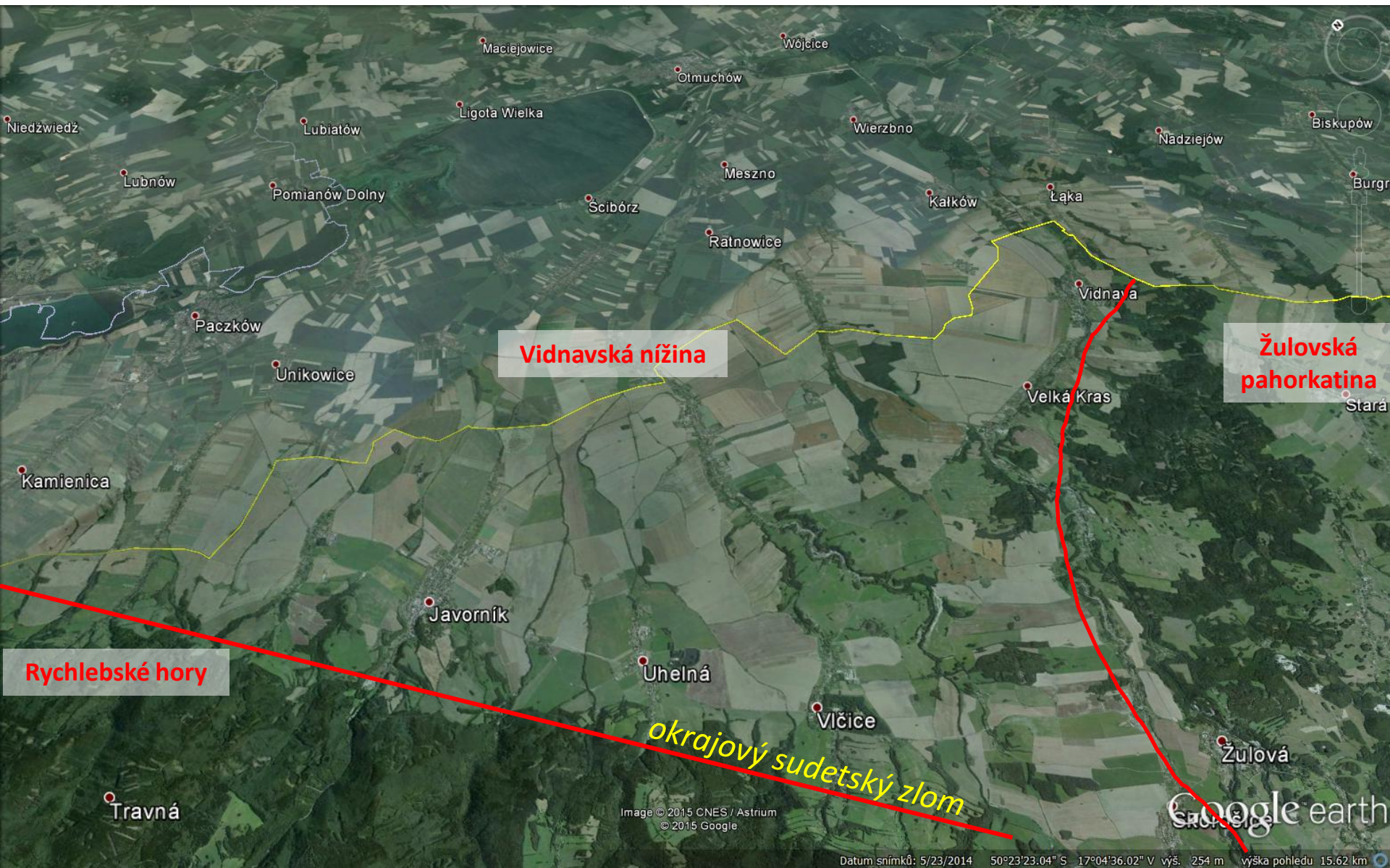
Morfometrické typy reliéfu (výšková členitost)

	převýšení	nadmořská výška
<i>Roviny</i>	< 30	< 200
<i>Ploché pahorkatiny</i>	3–75	200–450
<i>Členité pahorkatiny</i>	75–150	450–600
<i>Ploché vrchoviny</i>	150–200	600–750
<i>Členité vrchoviny</i>	200–300	750–900
<i>Ploché hornatiny</i>	300–450	900–1200
<i>Členité hornatiny</i>	450–600	1200–1600
<i>Velehornatiny</i>	> 600	> 1600

Výšková členitost se stanovuje ve čtvercích 4x4 km (16 km²)

Na Slovensku v kruzích o průměru 4 km (12,56 km²)

Příklady základních typů reliéfu (ČR)



Vidnavská nížina



Rychlebské hory, Vysoký hřbet



Žulovská pahorkatina, v pozadí Rychlebské hory

Paradoxy klasifikace reliéfu podle výškové členitosti – *Sýkořská hornatina, pohoří nedaleko od Brna*

Sýkořská hornatina u Lomnice

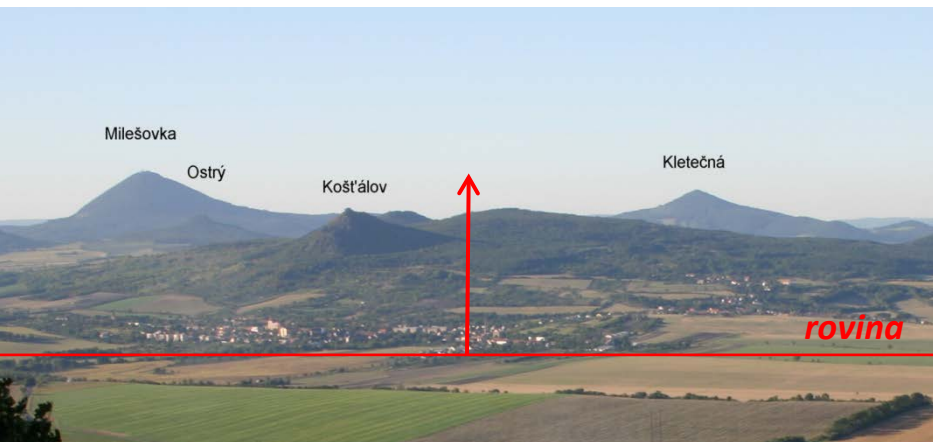


Sýkoř (702 m n.m.)

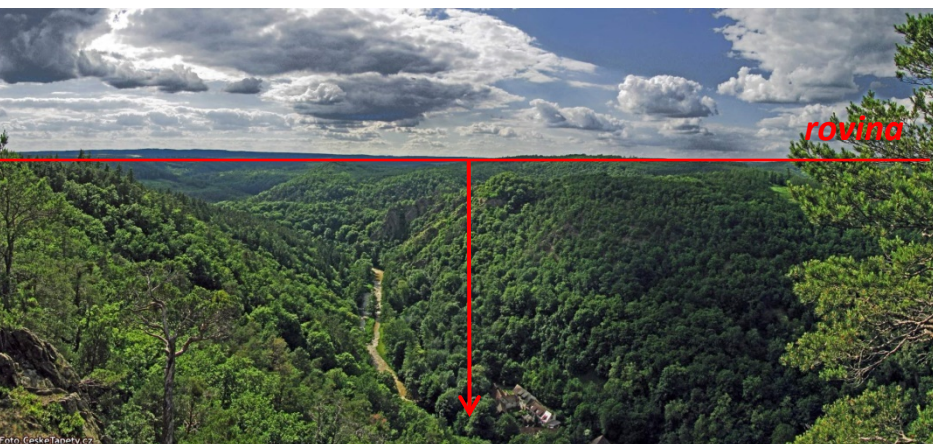
Převýšení vrcholu Sýkoře oproti údolnímu dnu Svratky ca. 400 m → plochá hornatina
Lokální patrioté jsou šťastní

Paradoxy klasifikace reliéfu podle výškové členitosti – vrchovina bez vrchů

členitá vrchovina až plochá hornatina



členitá vrchovina ???

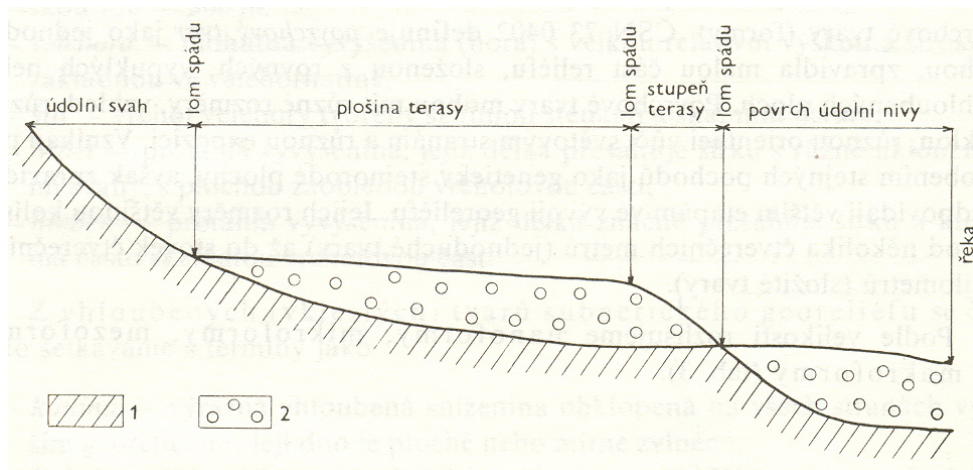


Části tvarů reliéfu

1. geneticky stejnorodé povrchy (**GSP**; J. Demek)
2. elementární formy reliéfu (**EFR**; J. Minár)

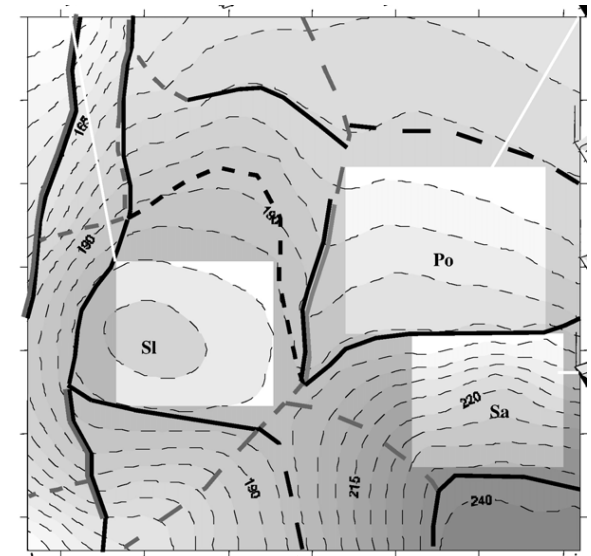
GSP

příklad s říční terasou



- homogenous elementary forms
- land elements

EFR



Legend

— contourlines

Genesis

- Block landslide slope
- Cryopediment
- Cryopediment (denuded)
- Cryopediment (subsided)
- Denudational slope
- Exhumed abrasion surface
- Fault slope (with river cliff)
- Floodplain
- Fluvial erosional slope
- Planation surface (P1)
- Quarry cliff
- Quarry flat

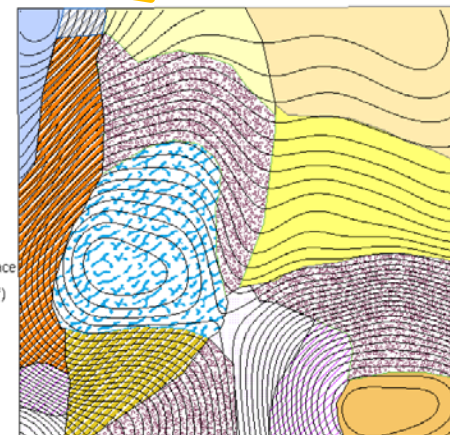


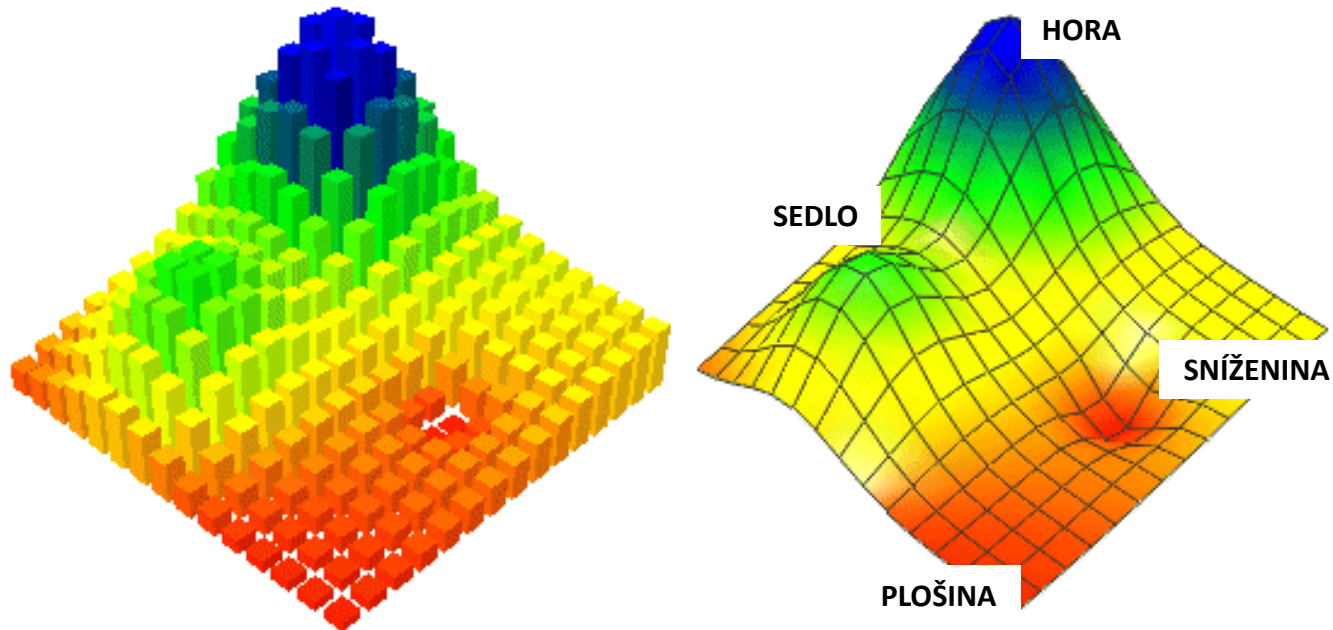
Figure 3. Geomorphological map of the Slovinec area, delineated manually on the basis of the elementary forms concept.

Vymezování tvarů reliéfu a jejich částí

digital elevation model (DEM)

zjednodušená definice:

hodnoty (nadmořských) výšek vztažené k bodům uspořádaným do mřížky (gridu) v kartézských souřadnicích



Česká republika

Digitální model reliéfu (DMR)

Digitální model terénu (DMT)

<http://geoportal.cuzk.cz/>

- ČÚZK: DMR 5G

zpoplatněný

S-JTSK, výškový systém Balt po vyrovnání

vertikální přesnost: 0,18 m v otevřeném, 0,3 m v zalesněném terénu

letecké laserové skenování 2009-13 → dokončení DMR pro celou ČR v r. 2015

<http://www.arcdata.cz/>

- Arcdata Praha: Digitální model reliéfu ČR

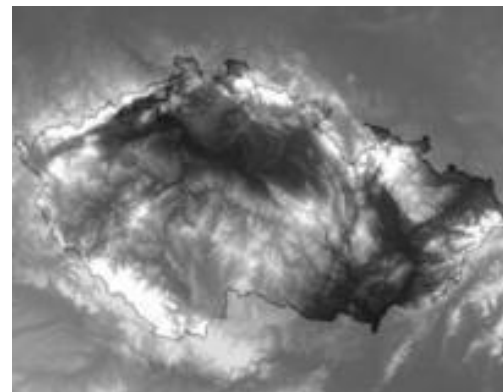
volně dostupný

WGS 84, pixel 90x60 m (střední Evropa)

přesnost: 15 m horizontálně, 12 m vertikálně

výřez z DMR povrchu souše celého světa

The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), 2000



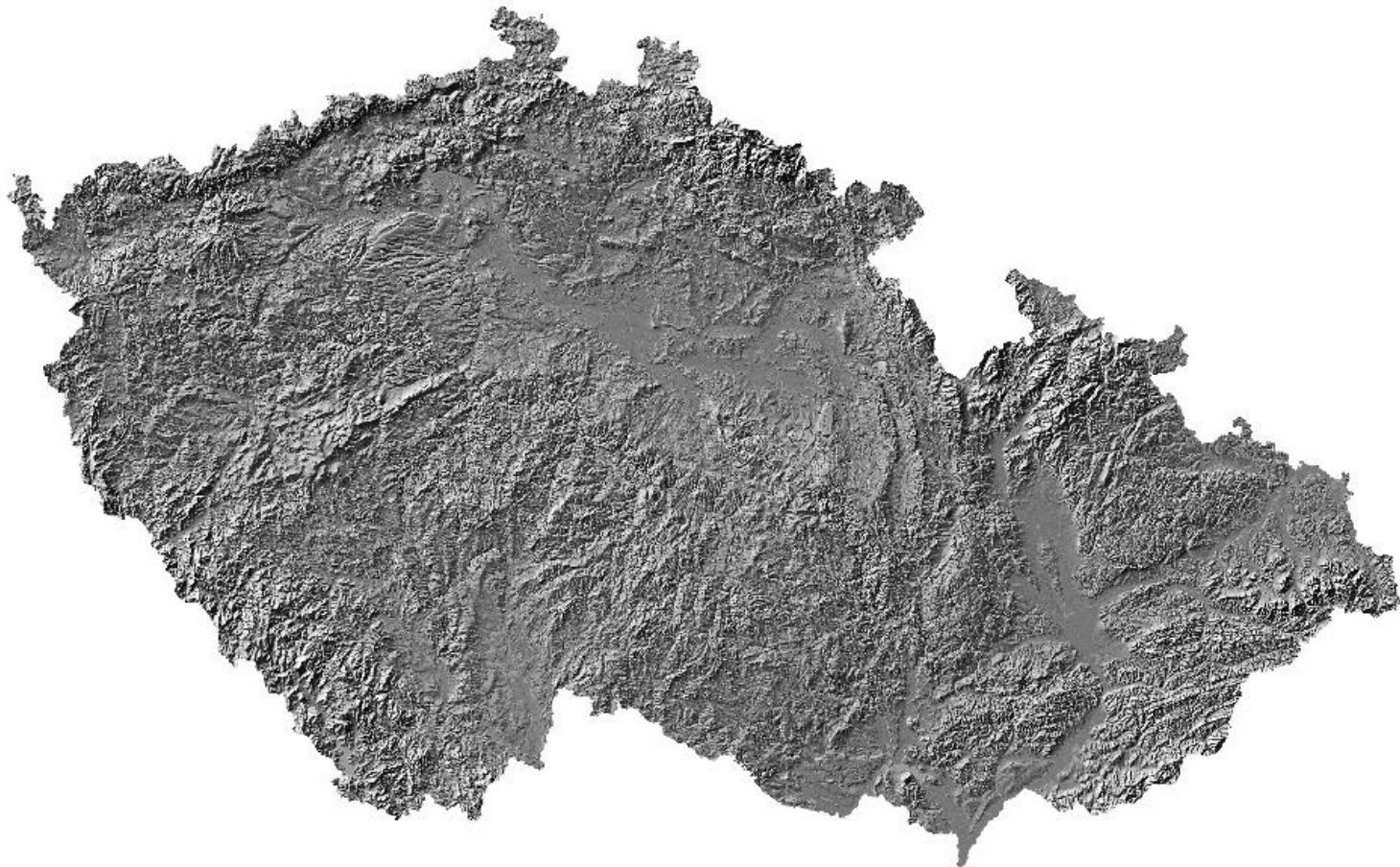
<http://geoportal.cuzk.cz/>

- ČÚZK: Stínovaný model reliéfu ČR (DMR 4G)

prohlížečící služba WMS – Stínovaný model reliéfu (WMS – TEREN)

šikmý osvit terénu ze SZ

vstupní data: DMR 4G ve formě gridu 5x5 m

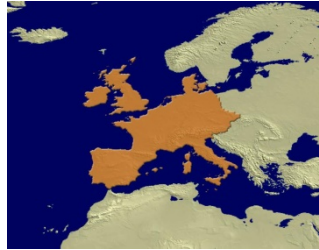


Jak takový vlastně DEM vzniká?

DŘÍVE:

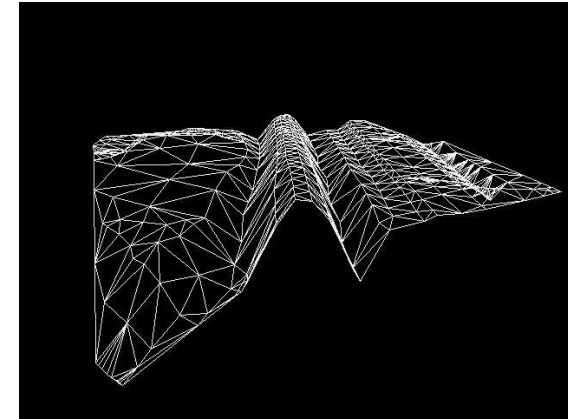
- Digitalizace (vektorizace) vrstevnic na mapách středních měřítek (1:50 000, 1:25 000)

rozlišení: třeba jen 100 m



- Letecké radarové snímání

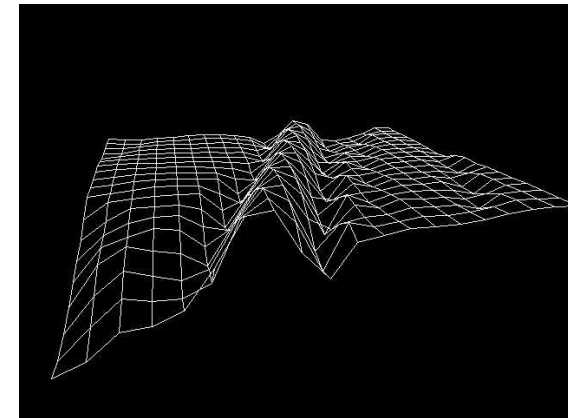
rozlišení: různé
západní Evropa, NextMAP IFSAR, rozlišení 5 m (DSM + DTM)
Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR)



DNES:

- Letecké laserové skenování (LiDAR)

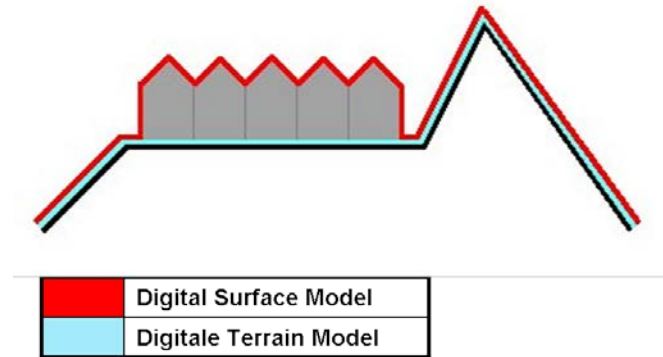
rozlišení: 1 m už je generalizace, vertikálně 0,3 m



- ✓ digital surface model (DSM), digital terrain model (DTM)
- ✓ souřadnice X, Y, H
 - vektorový DEM, nepravidelná trojúhelníková síť (TIN) (např. DMR ČR 5G)
 - rastrový DEM, mříž (grid) (např. DMR 5R 4G, 5x5 m)

What is a landsurface?

digitální model povrchu ↔ digitální model terénu



LiDARový DEM otevírá otázku, co je to zemský povrch

Vegetace (stromy, keře) --- pryč s nimi

Budovy --- ???

přírodní reliéf --- dejme je pryč

povodně, stabilita svahů --- spíše ponechat

Zářezy a násypy silnic a železnic

antropogenně přemodelovaný reliéf --- asi ponechat,
vymezit jako zvláštní tvary reliéfu

Čím se tedy zabývá geomorfologie?

2. Jaký je PŘEDMĚT geomorfologie?

Odpověď: Řešení vztahů v rámci objektu

W.M. Davis: *Reliéf je funkcí struktury, procesu a času*

materiál

horniny zemské kůry: litologie, úložné poměry a střídání hornin, projevy aktivní tektoniky

geomorfologický proces (synonymum: reliéfový proces)

fyzikální, chemická a biologická podstata těchto procesů a jejich rychlost

čas

Jak dlouho tvar reliéfu existuje? *datování reliéfu, stáří reliéfu*

Jak se v průběhu své existence měnil? Jaká byla jeho stádia vývoje? *historie*

Geomorfologie je věda, která se zabývá studiem tvarů zemského povrchu, jejich genezí a stářím.

Geomorfologie je interdisciplinární věda na pomezí geografie a geologie.

Vlastnímu popisu geometrie povrchových tvarů se detailně věnuje topografie.

Shrňme to v nřkolika bodech ...

- Jak tvary vypadají? --- MORFOGRAFIE (popis tvarů)
- Jaké mají tvary geometrické vlastnosti? --- (GEO)MORFOMETRIE (měření tvarů)
- Jakým způsobem tvary vznikly? --- MORFOGENEZE (vysvětlení vzniku tvarů)
- Kdy tvary vznikly? Jak jsou staré? --- MORFOCHRONOLOGIE (datování tvarů)
- Jaké procesy na tvarech aktuálně probíhají? ---- MORFODYNAMIKA (objasnění geomorfologických procesů)

O čem *je* tento předmět:

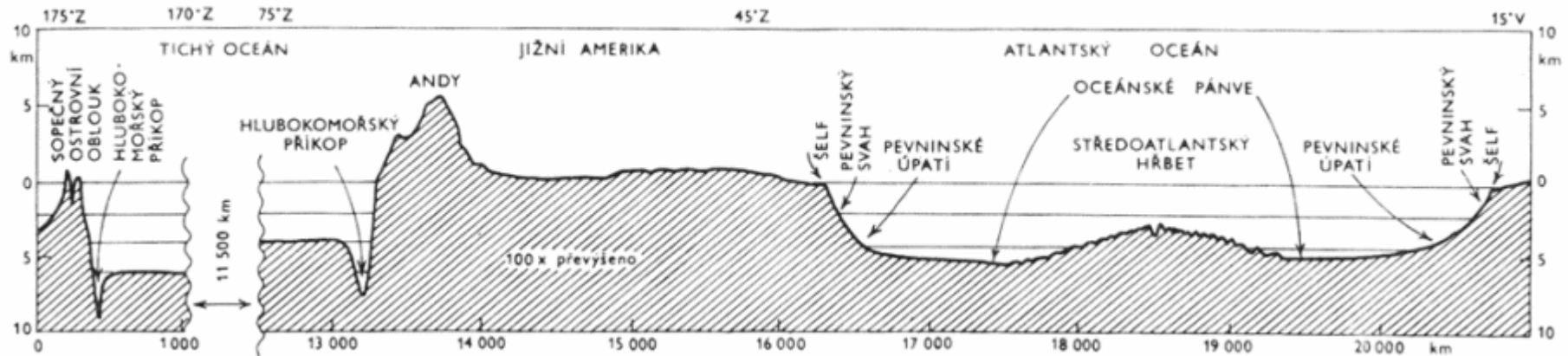
- *terra firma* (povrch souše)

O čem tento předmět *není*:

- reliéf oceánského dna
- reliéf dalších těles Sluneční soustavy (Měsíc, Mars, ...)

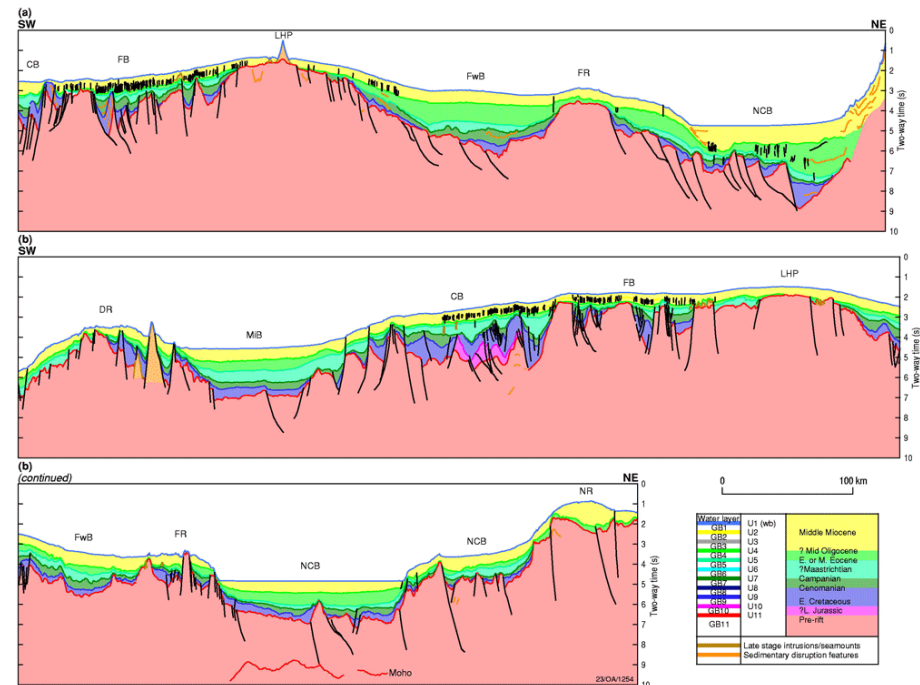
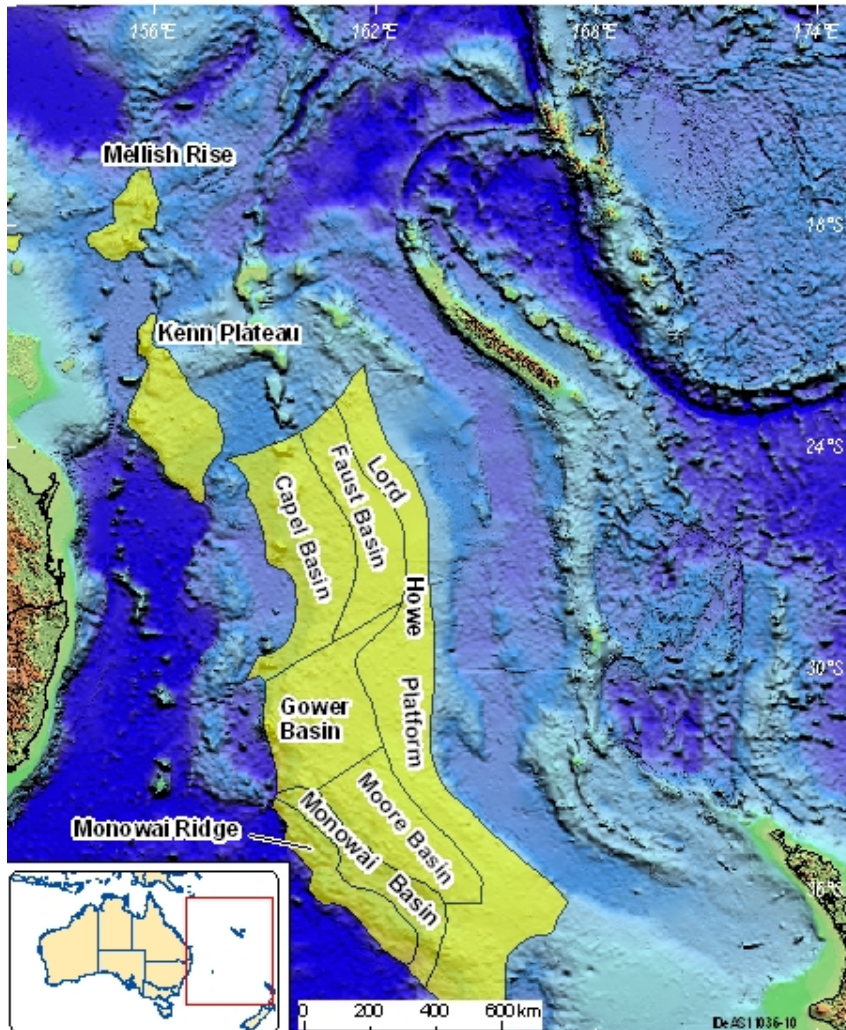
Reliéf oceánského dna

- Podmořské okraje pevnin (pevninská kůra)
- Přejídná zóna (kůra přejídného typu)
- Lože oceánu (oceánská kůra)

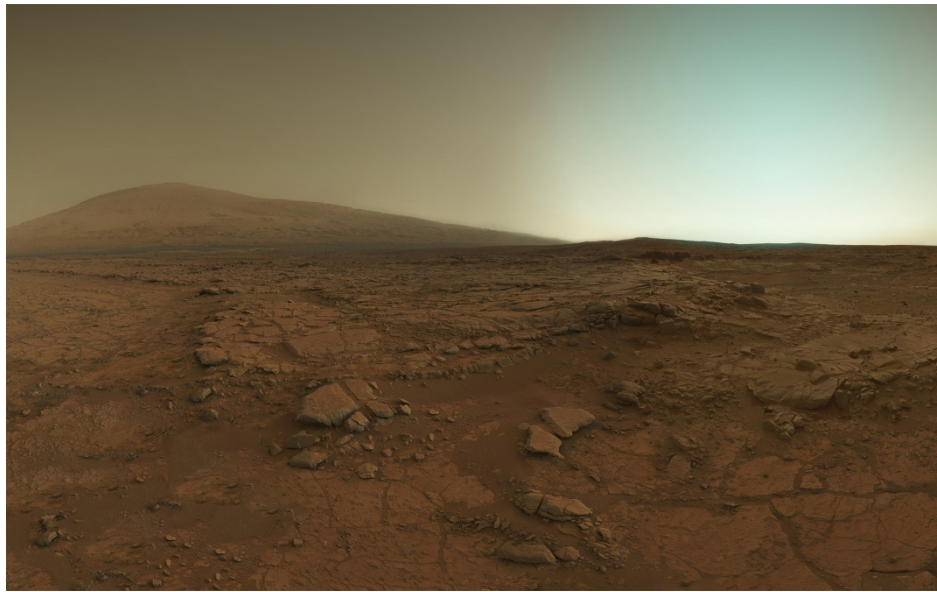


Profil znázorňující základní morfostruktury dna oceánů

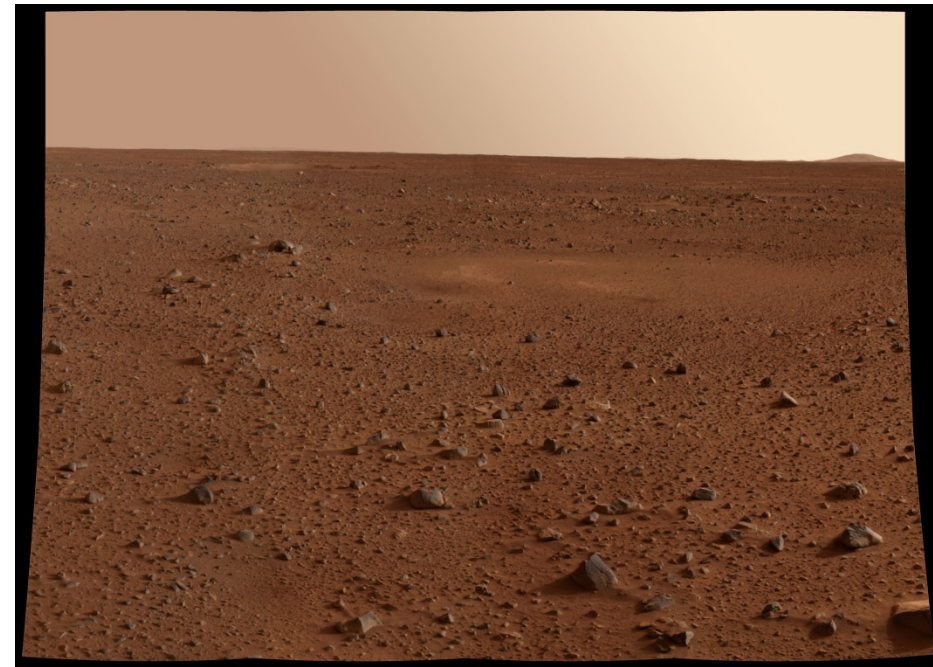
příklad tvaru oceánského dna: Lord Howe Rise (Howeská plošina)



Ostatní tělesa sluneční soustavy - Mars



Rover Curiosity
(od 2012)



Rover Spirit (2004)



skalní povrchy + regolit

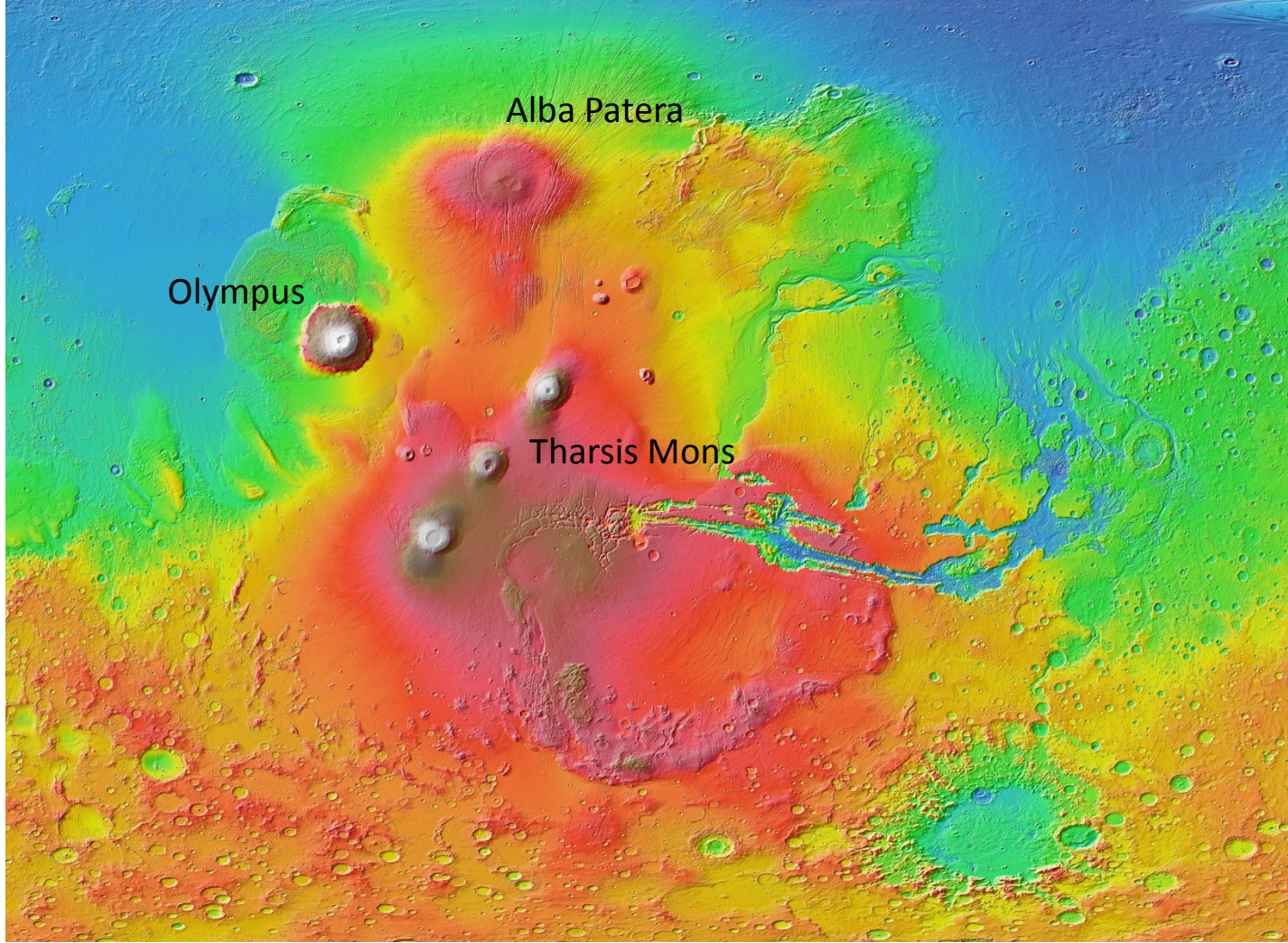
doložené reliéfotvorné pochody:

- vulkanizmus
- gravitační svahové procesy
- eolická činnost
- fluviální eroze a akumulace

eolická činnost --- hrance

Reliéf Marsu

vulkanizmus



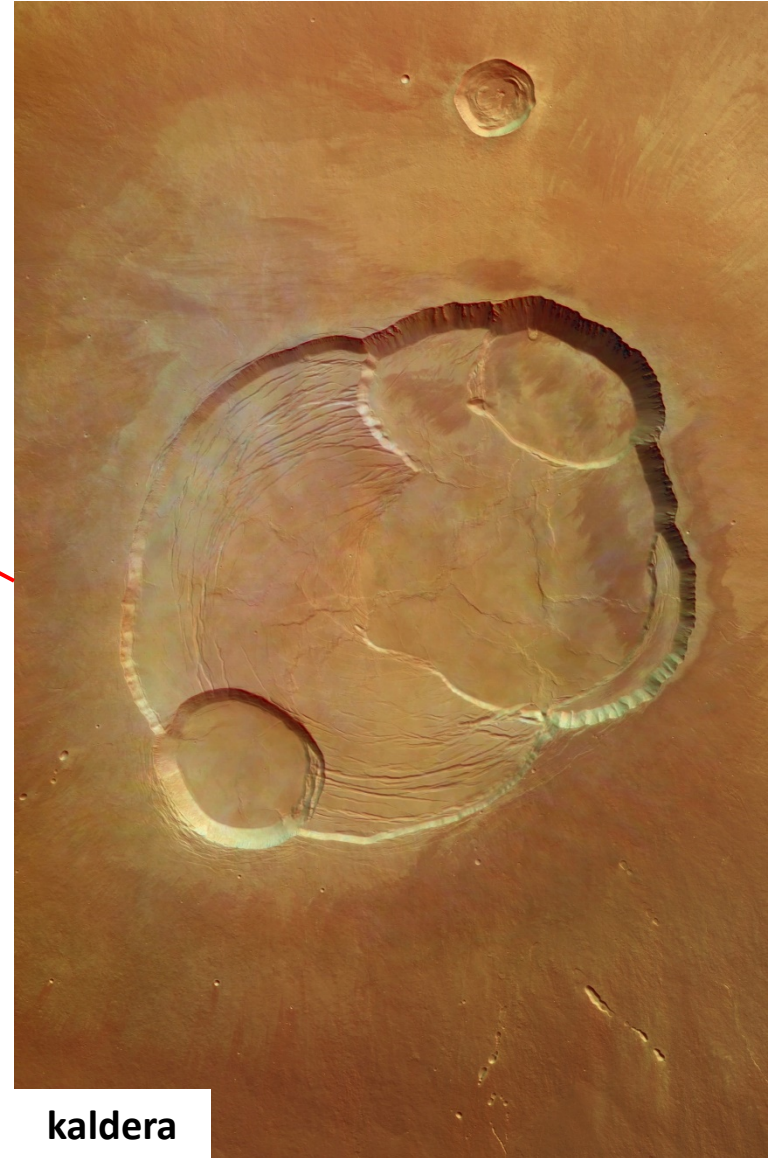
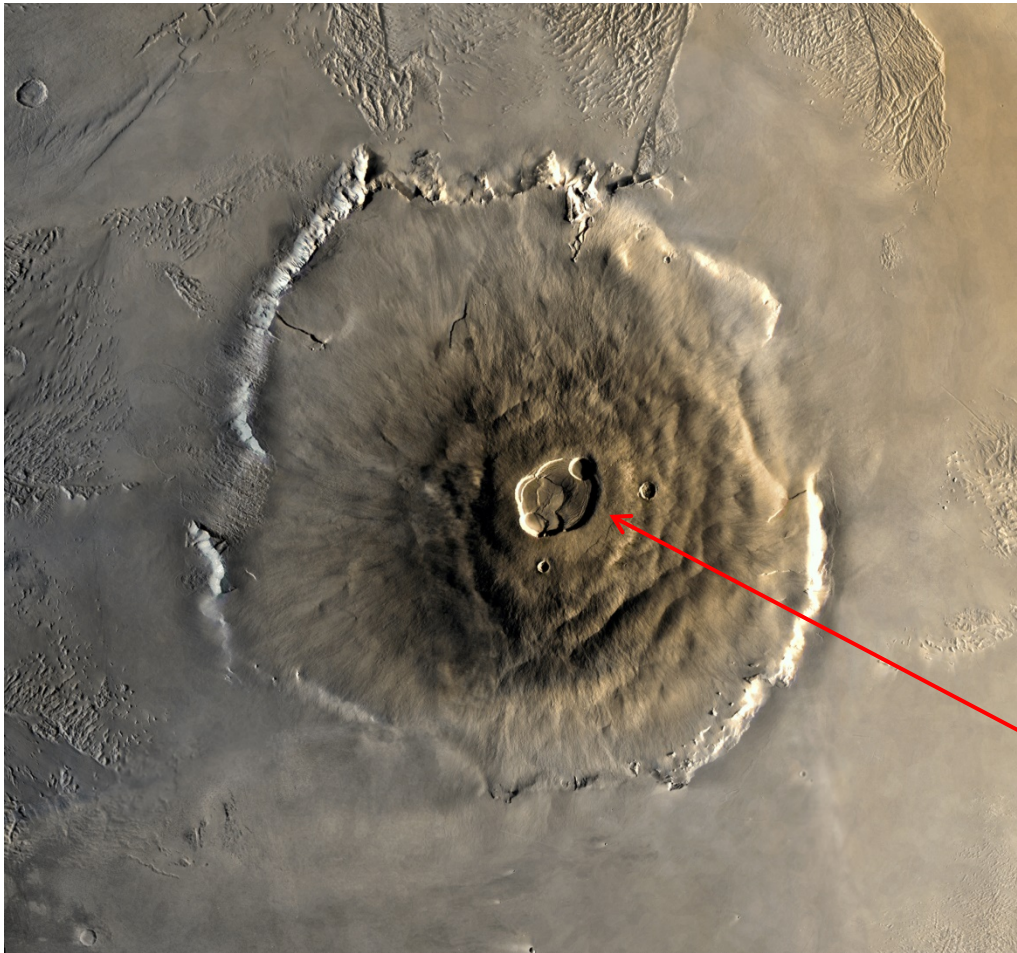
Vulkanické oblasti:

- Tharsis
 - sopky: Olympus Mons, Tharsis Mons /Acraeus M., Pavonis M., Arsia M./, Alba Patera
- Elysium Planitium
- Tyrhena Patera

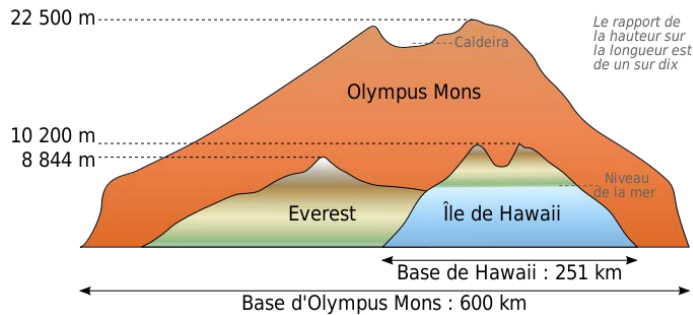
THARSIS

Reliéf Marsu

Olympus Mons



Comparaison des dimensions d'Olympus Mons, de l'île de Hawaïi et de l'Everest



kaldera

Reliéf Marsu

modelační činnost vody

zlom



magma



uvolnění podpovrchové vody



MEGAPOVODEŇ

