



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET



STRUKTURNA GEOMORFOLOGIJA

ak. god. 2012/13.

Bruno Tomljenović

Uvod

STRUKTURNA GEOMORFOLOGIJA

je grana geomorfologije koja proučava uzajamno djelovanje između tektonskih pokreta i geomorfoloških procesa te njihov utjecaj na formiranje reljefa u tektonski aktivnim područjima Zemljine kore (modificirano prema *Hugget, 2007*). U američkim i engleskim udžbenicima poznata je pod nazivom *Tectonic Geomorphology*!

- U današnje vrijeme to je izrazito interdisciplinarna znanost, koja integrira metode i postupke te koristi podatke geoznanstvenih disciplina među kojim se naročito ističu:
 - Tektonika i strukturna geologija
 - Geomorfologija (geomorfometrija)
 - Seizmologija i seizmotektonika
 - Stratigrafija (naročito kvartara)
 - Geodezija
 - Klimatologija i dr.



- **Geomorfologija**, tj. znanost o morfologiji (reljefu) površine Zemlje, pored Strukturne geomorfologije uključuje i:
 - ❑ **Historijsku geomorfologiju**, koja nastoji rekonstruirati razvitak reljefa kroz vrijeme. Temelji se na tzv. aktualističkom principu po kojem je *sadašnjost ključ za razumijevanje prošlosti*.
 - ❑ **Podmorsku geomorfologiju** (engl. *Submarine geomorphology*) koja predstavlja specijalističku granu geomorfologije koja izučava morfologiju, podrijetlo i razvitak morskog i oceanskog dna.
 - ❑ **Planetarnu geomorfologiju** koja izučava morfologiju površine ostalih planeta Sunčeva sustava i njihovih prirodnih satelita (npr. Mjeseca, Marsa, Jupitera).
 - ❑ **Klimatsku geomorfologiju** koja izučava međudjelovanje između klimatskih i geomorfoloških procesa na Zemlji.
 - ❑ **Geomorfometriju** koja izučava i kvantitativno opisuje reljef npr. analizom terena i površinskim modeliranjem u digitalnom obliku (Digitalni Elevacijski Modeli).
 - ❑ **Primjenjenu geomorfologiju** koja izučava ljudsko djelovanje i učinke na reljef Zemlje.

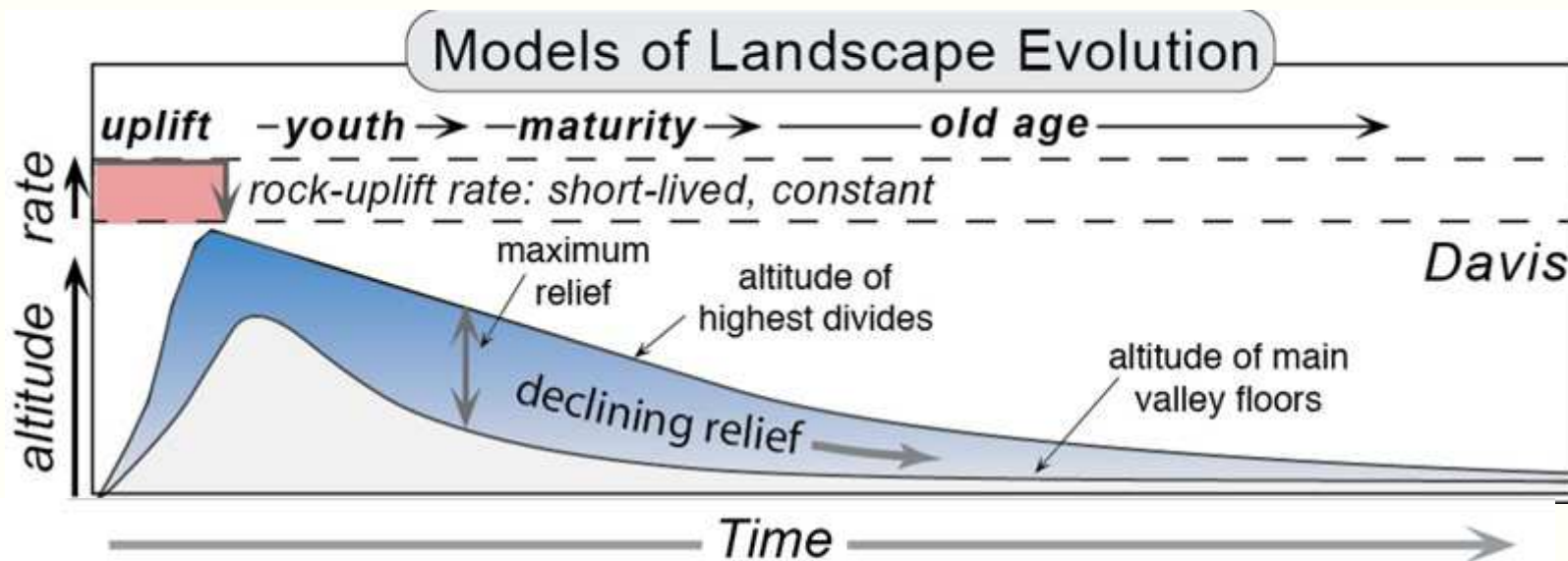


- Izvori korišteni u pripremi nastavnog materijala za predavanje i vježbe:
 - ❖ Burbank, D.W. & Anderson, R.S. (2012): *Tectonic Geomorphology*.- 2nd ed., Wiley-Blackwell Science Pub., Oxford, 454 str.
 - ❖ Hugget, R.J. (2007): *Fundamentals of Geomorphology*.- Routledge, London, 458 str.
 - ❖ Keller, A.E. & Pinter, N. (2002): *Active Tectonics*.- 2nd ed., Prentice Hall, New Jersey, 362 str.
 - ❖ Odabrani članci publicirani u znanstvenim časopisima (naročito iz časopisa "Geomorphology")
 - ❖ OGK 1:100.000 listovi i tumači
 - ❖ Topografske karte RH
 - ❖ Refleksijski seizmički profili dostupni za područje RH
 - ❖ Seizmološke/seizmotektonske karte i podaci žarišnih mehanizama potresa
 - ❖ reljefne karte Google Earth (<http://www.maps-for-free.com/>) i DEM (Digitalni elevacijski model/i) za područje RH



1. Aktivna tektonika i modeli razvoja reljefa

- **Davisov model** (William Morris Davis, 1899.) opisuje tzv. *Geomorfološki ciklus* koji uključuje "mladi" (početni), "zreli" i "kasni" (završni) stadij u razvoju reljefa. Ciklus započinje vrlo izrazitim tektonskim impulsom (u pravilu izdizanjem), nakon čijeg prestanka slijedi dugotrajan period u kojem egzogeni čimbenici i procesi (erozija) dovode do postupnog snižavanja reljefa, pa na kraju i do potpunog zaravnavanja Zemljine površine.

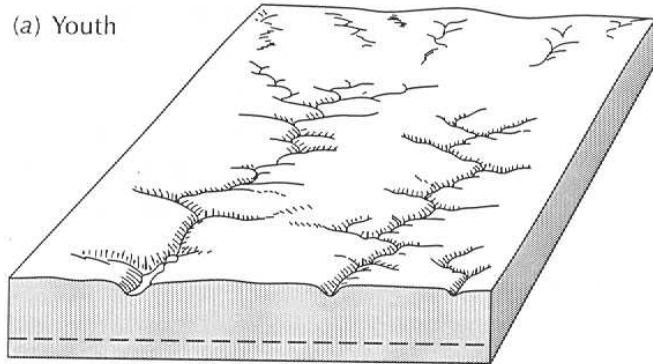


(Iz Burbank & Anderson, 2012; modificirano prema Summerfield, 1991)

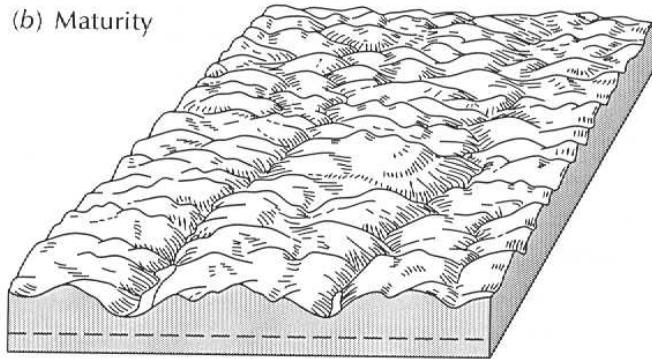


Idealizirani prikaz geomorfološkog ciklusa prema Davisu

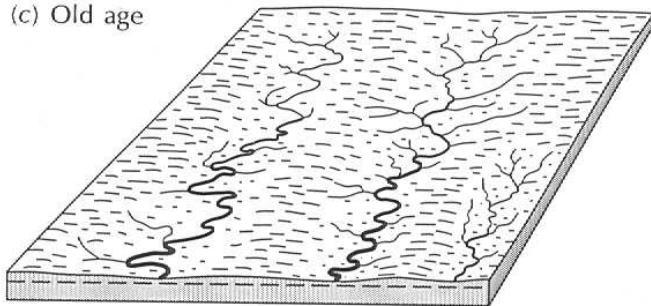
(a) Youth



(b) Maturity



(c) Old age

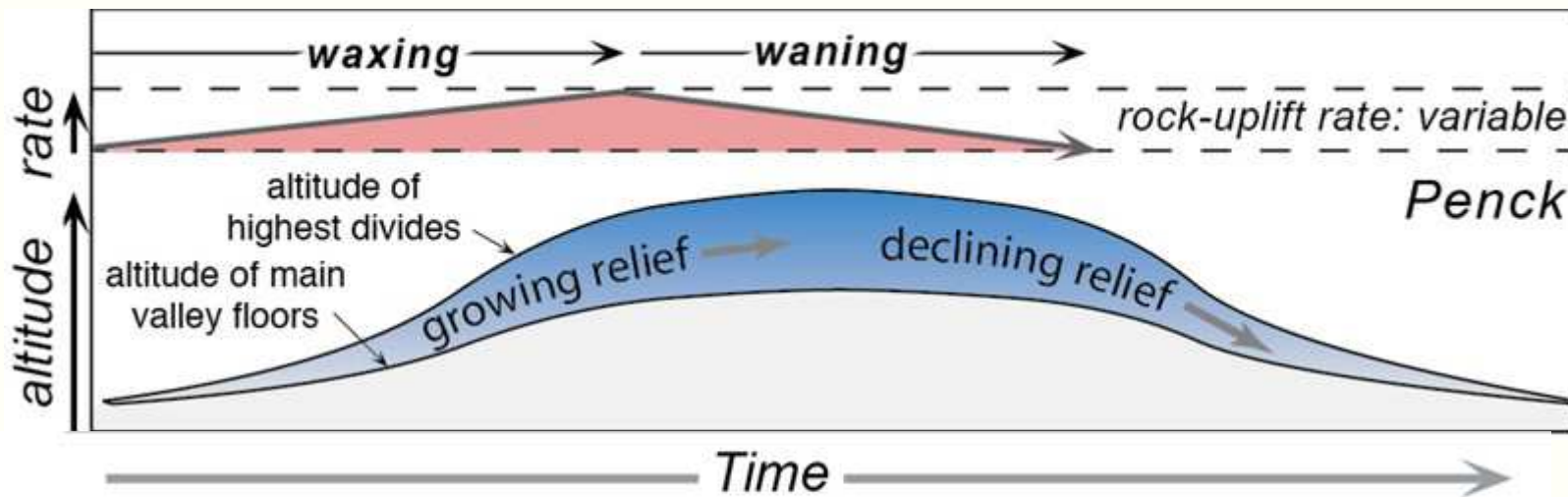


- a) Mladi, početni stadij: rijetka drenažna mreža, riječni profili u obliku slova V, bez razvijenih poplavnih ravnica, granice slivova slabo izražene;
- b) Zreli stadij: dobro razvijena i povezana drenažna mreža, česte i dobro razvijene poplavne ravnice, reljef vrlo izražen (maksimalna razlika u nadmorskoj visini između vrhova i dolina);
- c) Kasni, završni stadij: drenažna mreža ponovno rijetka u kojoj dominira nekoliko velikih rijeka, prostrane poplavne ravnice s izraženim meandrima, teren između rijeka tek malo viši.

(Iz Hugget, 2007 preuređeno prema Holmes, 1965)

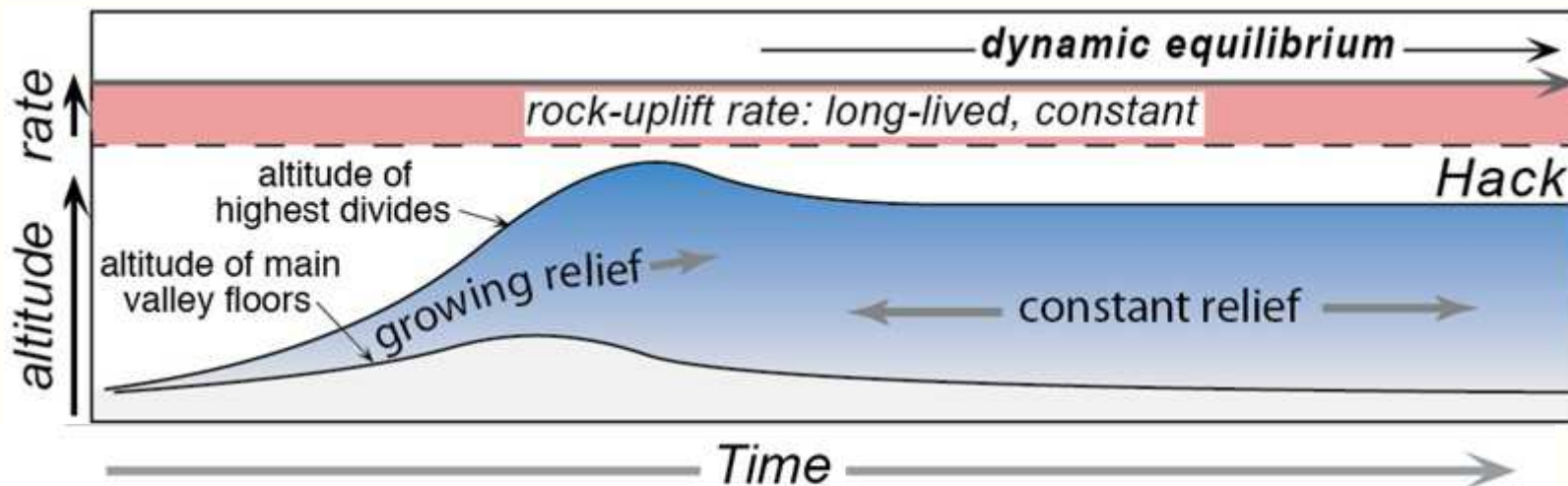


- **Penckov model** (Walther Penck, 1953) je model u kojem intenzitet i utjecaj tektonskih pokreta na formiranje reljefa postupno raste tijekom vremena do svog maksimuma, nakon čega također postupno slabi. Dakle, trenutni reljef predstavlja produkt međusobnog nadmetanja između istovremenih tektonskih (konstruktivnih) i erozijskih (destruktivnih) procesa. Slabljenjem tektonskih pokreta, utjecaj erozije na formiranje reljefa postaje naglašeniji.



(Iz Burbank & Anderson, 2012; modificirano prema Summerfield, 1991)

- **Hackov model** (John Hack) pretpostavlja da konstruktivni i destruktivni procesi u formiranju reljefa (tektonsko izdizanje / erozija) traju kroz dugi vremenski period, pri čemu postupno dolazi do tzv. **dinamičke ekvibracije reljefa**. To zapravo znači da tektonsko izdizanje (koje pridonosi formiranju reljefa) se trenutno poništava istovremenim, jednakim i destruktivnim djelovanjem erozije čime se postiže uravnoteženi reljef kroz dulji vremenski period.
 # Porast reljefa je ograničen: kako reljef postaje sve više izraženiji, tako jačaju i sile koje dovode do njegove destrukcije (erozija, gravitacija, odroni i klizanja na padinama i dr.)



(Iz Burbank & Anderson, 2012; modificirano prema Summerfield, 1991)

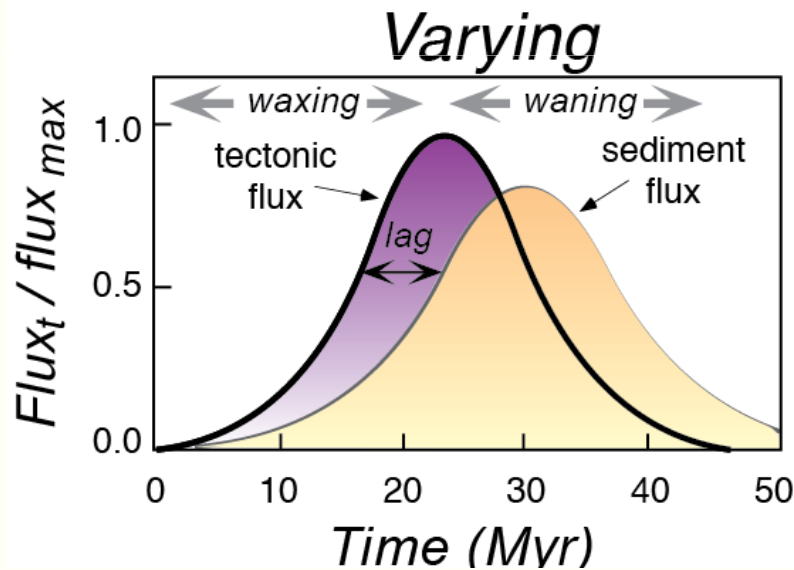
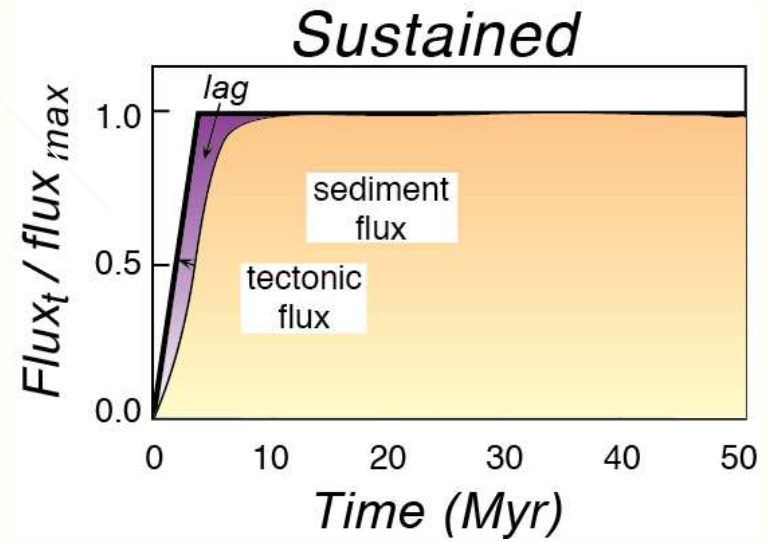
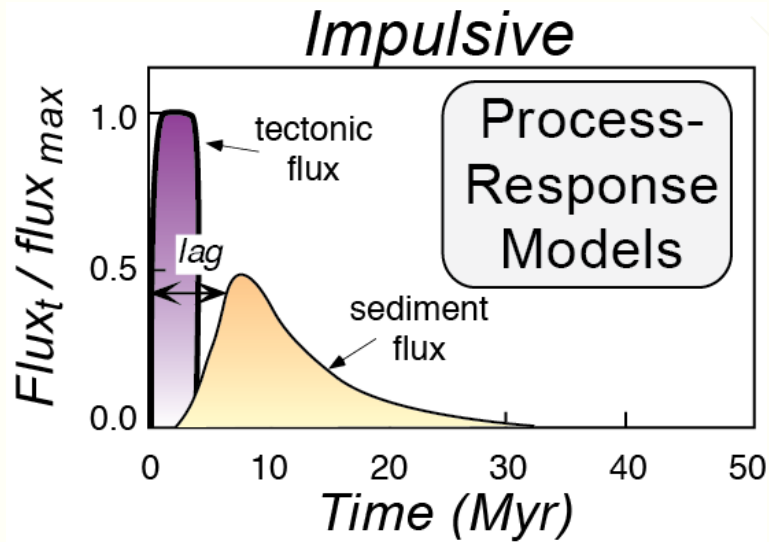
➤ U kojoj je mjeri svaki od predloženih modela primjenjiv u stvarnosti?

- ❖ Jedan od načina kojim bismo mogli odgovoriti na ovo pitanje jest da poznajemo i usporedimo **vrijeme trajanja** tektonskih pokreta (tj. konstruktivnih čimbenika stvaranja reljefa) s vremenom trajanja egzogenih procesa trošenja i erozije (tj. destruktivnih čimbenika stvaranja reljefa).

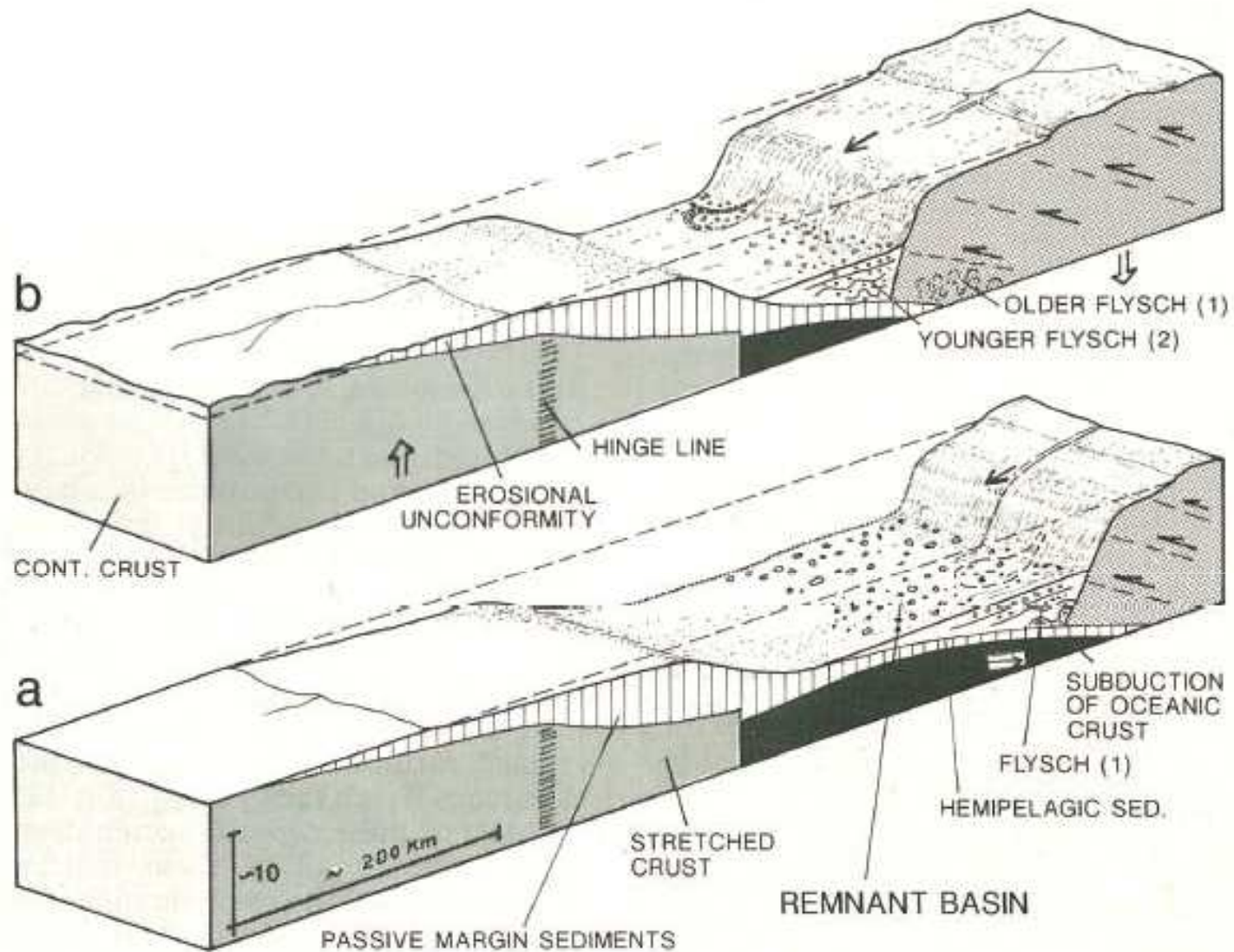
Primjer: poznavanje povratnog vremena potresnih događaja koji dovode do stvaranja reljefa i brzine erozije kojim se poništava reljef

- ❖ Prema **Kooi & Beaumont (1996)** u razvoju reljefa redovito postoji određeni vremenski odmak između konstruktivnih i destruktivnih procesa s obzirom da je **geomorfološki sustav u pravilu inertan sustav**. Ta inertnost očituje se i u odmaku između vremena aktivnosti tektonskih pokreta i vremena kada zbog erozije dolazi do izrazitog taloženja naslaga zabilježenih u orogenskim područjima (npr. taloženja naslaga fliša i molase)

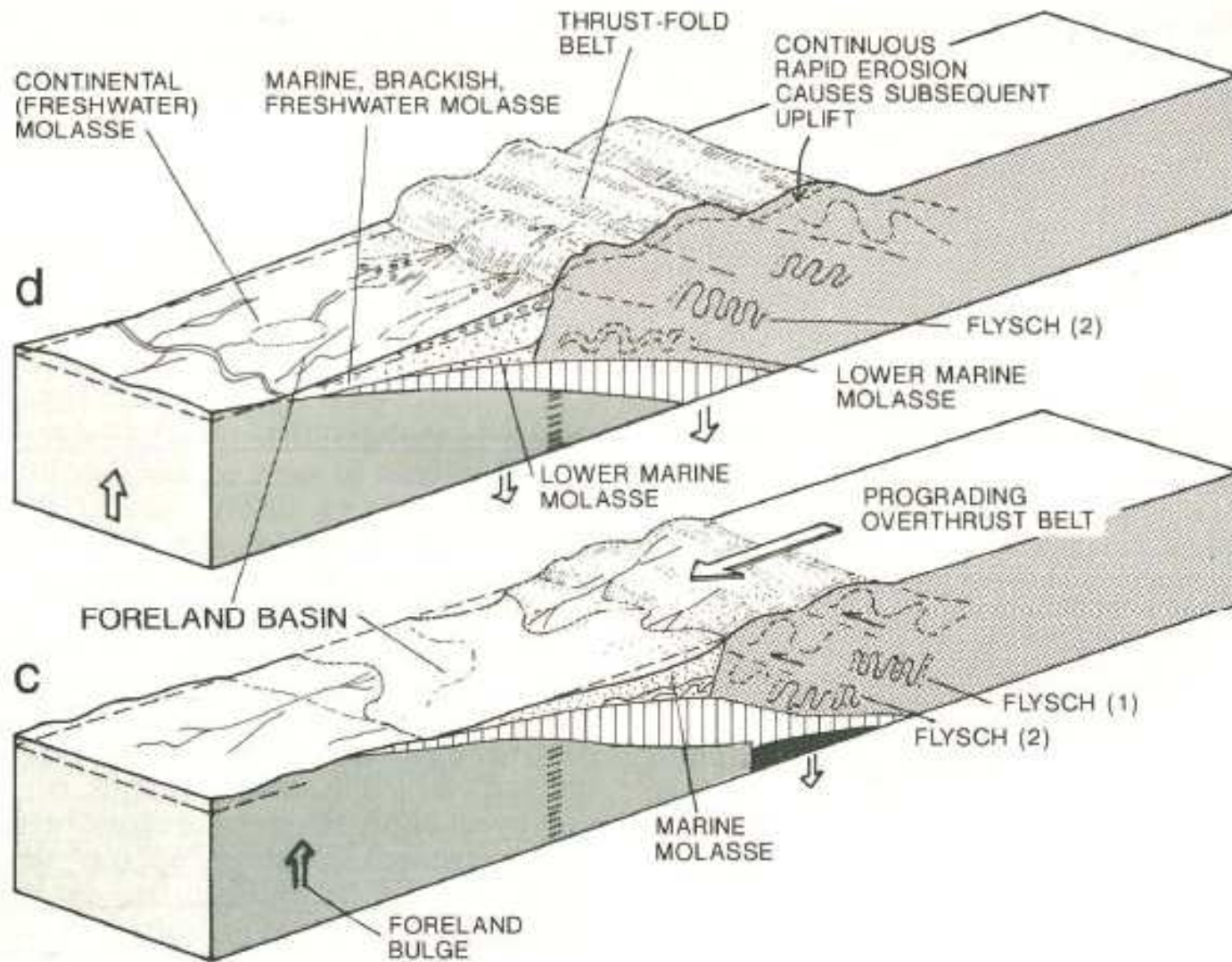




Modeli uzajamnog odnosa između tektonskih pokreta i erozijom izazvanog taloženja u planinskim područjima (prema Kooi & Beaumont, 1996, iz Burbank & Anderson, 2012). Uočava se podudarnost s prethodno opisanim modelima razvoja reljefa.

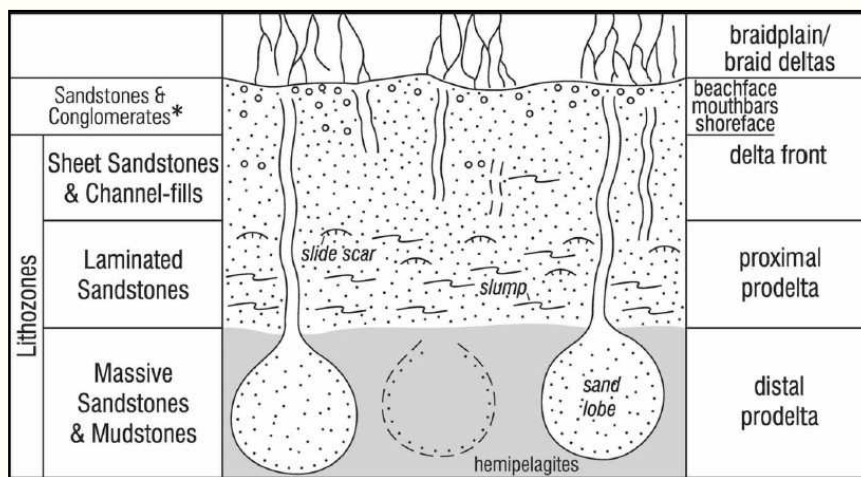
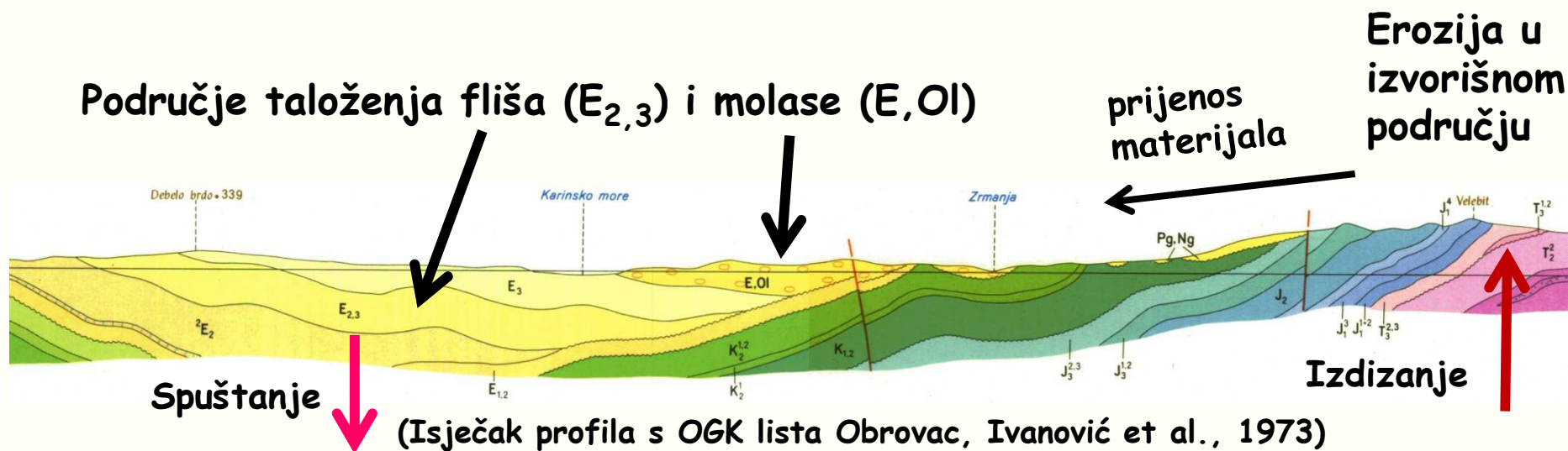


Model tektonsko-taložnog razvoja u predgorskom bazenu (iz Einsele, 1992)



Model tektonsko-taložnog razvoja u predgorskom bazenu (iz Einsele, 1992)

➤ **Primjer: Taloženje naslaga fliša i molase u orogenskom pojasu vanjskih Dinarida u Ravnim Kotarima**



Taložni model za predgorski (engl. *foreland*) bazen na području Ravnih Kotara (nije u mjerilu, pogled odozgo; iz Babić & Zupanić, 2008).



- **Primjer: Recentno taloženje klastičnih naslaga na gorskom čelu u formi aluvijalne lepeze kod mjesta Gilgit u Pakistanu**



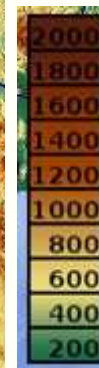
(Iz Veličan, 2009; isto, ipak ne baš tako lijepo može se vidjeti i na Google Earth)



Vježba 1. Na temelju karte reljefa za područje Hrvatske dostupne na adresi <http://www.maps-for-free.com/> izdvojite područja koja bi po svojim morfološkim značajkama odgovarala nekom od opisanih modela u razvoju reljefa? Obrazložite svoju interpretaciju i navedite koje biste još podatke trebali uzeti u obzir da bi ona bila pouzdana!



Reljefna karta Hrvatske i okolnog područja (<http://www.maps-for-free.com/>)



IZVORI SLIKA, TABLICA, CRTEŽA I LITERATURNI NAVODI:

- Burbank, D.W. & Anderson, R.S. (2012): *Tectonic Geomorphology*, 2nd ed.- Wiley-Blackwell Science Pub., Oxford, 454 str.
- Babić, Lj. & Zupanič, J. (2008): *Evolution of a River-fed Foreland Basin Fill: The North Dalmatian Flysch Revisited (Eocene, Outer Dinarides)*.- *Natura Croatica*, 17/4, 357-374.
- Einsele, G. (1992): *Sedimentary Basins*.- Springer-Verlag, 628 str.
- Holms, A. (1965): *Principles of Physical Geology*.- Thomas Nelson & Sons, London.
- Hugget, R.J. (2007): *Fundamentals of Geomorphology*.- Routledge, London, 458 str.
- Ivančić, A., Sakač, K., Marković, S., Sokač, B., Šušnjar, M., Nikler, L. & Šušnjara, A. (1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Obrovac*.- Inst. geol. istraž. Zagreb, Sav. geol. zavod Beograd.



IZVORI SLIKA, TABLICA, CRTEŽA I LITERATURNI NAVODI:

- Kooi, H. & Beaumont, C. (1996): Large-scale geomorphology: classical concepts reconciled and integrated with contemporary ideas via a surface processes model. - *Journal of Geophysical Research*, 101, 3361-3386.
- Summerfield, M.A. (1991): *Global Geomorphology*.- Longman Scientific Technical, Essex, England, 537 str.
- Veličan, B. (2009): *Odavde do tralalala - putovanje svilenom cestom*.- Algoritam, Zagreb, 153 str.

