

Geologie sedimentárních pánví

K. Martínek, LS 2019, 2/1, St 12,20 – 14,40 h G1

Typy pánví a pánevní analýza

13.3. Seminar Jef Vandenberghe – fluvial systems

1. úvod (0,5 h) 20.3.

typy pánví, geotektonická pozice, tepelný tok, potenciál k zachování, délka života, subsidenční historie, stratigrafický záznam

kratonické pánve (0,5 h)

"sag" basins – "průhybové" pánve

pánve na horizontálních posunech (2 h)

mořské, kontinentální pull-apart pánve

2. riftové pánve (3 h) 27.3. David Uličný (GfÚ AV ČR)

kontinentální rifty, mořské rifty, pasivní kontinentální okraje

3. praktika (2 h) (mikrotužka + pastelky s sebou !) 3.4.

interpretace seismických řezů – riftové a strike-slip pánve; identifikace typu pánve

4. subdukční systémy (3 h) 17.4.

oceánské p., ofiolity, předobloukové p., zaobloukové p., retro-arc p., meziobloukové p., intraobloukové p., hlubokomořské příkopy, akreční prizma

5. orogenní pánve (3 h) 10.4. David Uličný (GfÚ AV ČR)

předpolní pánve, piggy-back (nesené) pánve

6. komplexní pánevní historie (1 h) 24.4.

pánevní inverze

praktika (2 h) (mikrotužka + pastelky s sebou !)

interpretace seismických řezů – kratonické, subdukční, předpolní, piggy-back pánve, pánevní inverze; identifikace typu pánve

Metody studia pánevní výplně

3. reflexní seismika (1 h) 3.4.

základní principy, migrace řezů, 3D seismika

praktika – interpretace 2D řezů, stratigrafické i strukturní aspekty

1. a 8.5. st. svatek

7. stratigrafie (1/2 h) 15.5.

erozní báze, fyzická stratigrafie, litostratigrafie, genetická stratigrafie, sekvenční stratigrafie, alostratigrafie

magnetometrie, gravimetrie, karotáž (1/2 h)

geofyzikální metody studia pánví – pánevní podloží, výplň, isopachové mapy

praktika (2 h) (mikrotužka + pastelky s sebou !)

korelace profilů, stanovení stratigrafického rámce; korelace karotážních profilů jako stratigrafický nástroj

8. subsidenční historie (1 h) 22.5. v K2 St? 17,20-19,40

kompakce, dekompakce, backstripping, subsidenční křivky

praktika (2 h)

subsidenční analýza MSExccl

9. pánevní modelování (2x3 h) 22.5. St? v K2

termální historie, odraznost vitrinitu, analýza štěpných stop apatitu a zirkonu, fluidní inkluze, 1D, 2D, 3D a 4D modely pánevního vývoje, MOVE

10. seminář (2 h) po 22.5.

studentské prezentace odborné literatury, diskuse

29.5. 12,20 G1 zkouška (3 h) – esej + interpretace seismického nebo karotážního řezu

Požadavky ke zkoušce: aktivní účast na praktikách, prezentace odborného textu, zkouška – alespoň 70%

Čtení:

Základní

P.A. Allen a J.R. Allen (2005): *Basin Analysis, Principles and Applications*. 2nd ed., Blackwell, 549 pp.

Doplňkové

C.J. Busby a R.V. Ingersoll (1995): *Tectonics of Sedimentary Basins*. Blackwell, 579 pp.

G. Einsele (2000): *Sedimentary Basins, Evolution, Facies, and Sediment Budget*. 2nd ed., Springer, 792 pp.

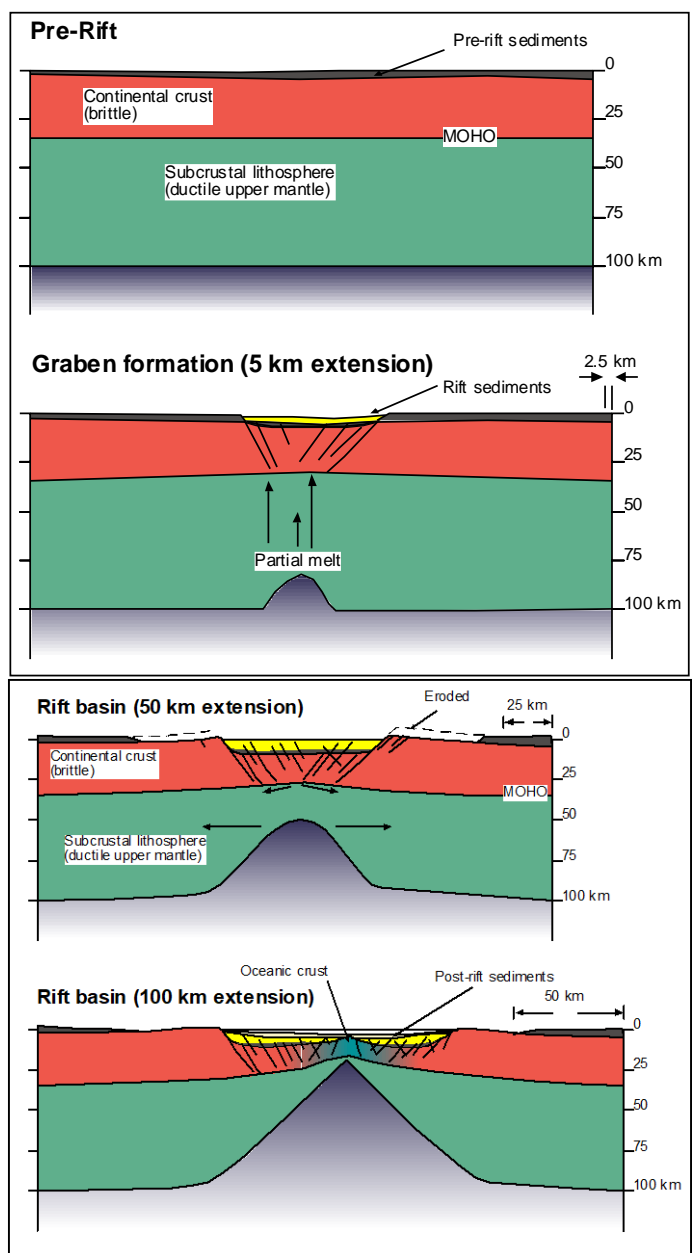
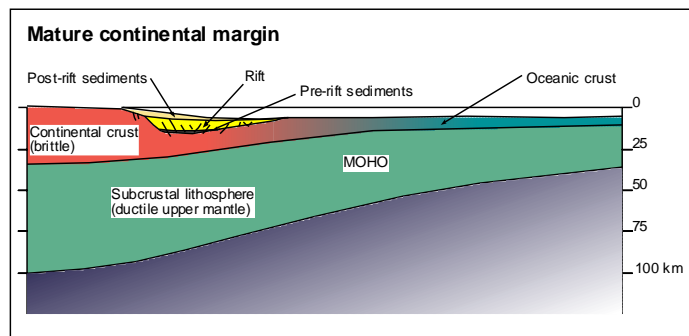
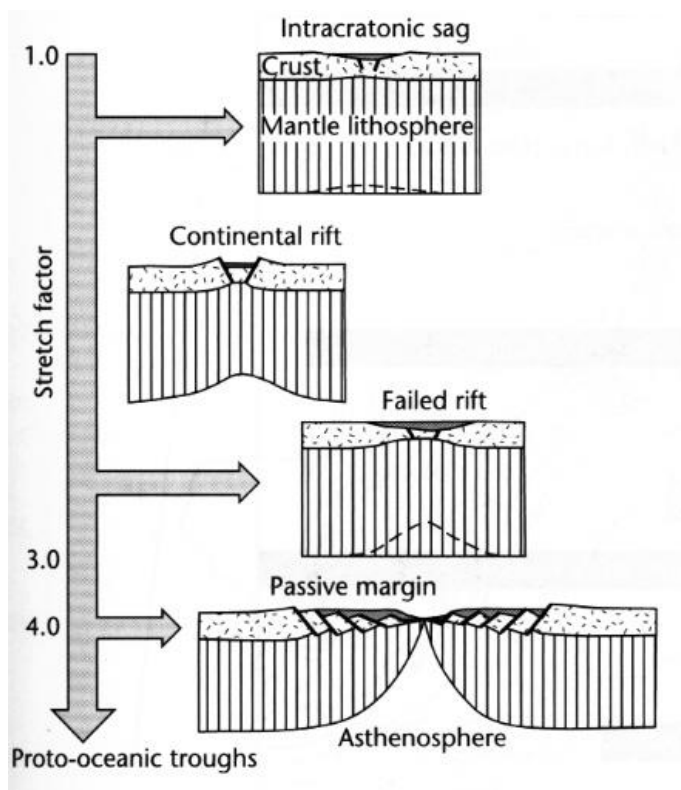
M. Wangen (2010): *Physical Principles of Sedimentary Basin Analysis*. CUP, Cambridge, 527 pp.

Vybrané kapitoly

G. Nichols (2004): *Sedimentology and Stratigraphy*. Blackwell, 355 pp. Kapitoly 17 – 24.

M. Leeder (2005): *Sedimentology and Sedimentary Basins, From Turbulence to Tectonics*. Blackwell, 592 pp. Kapitoly 1 a 8.

Riftové pánve



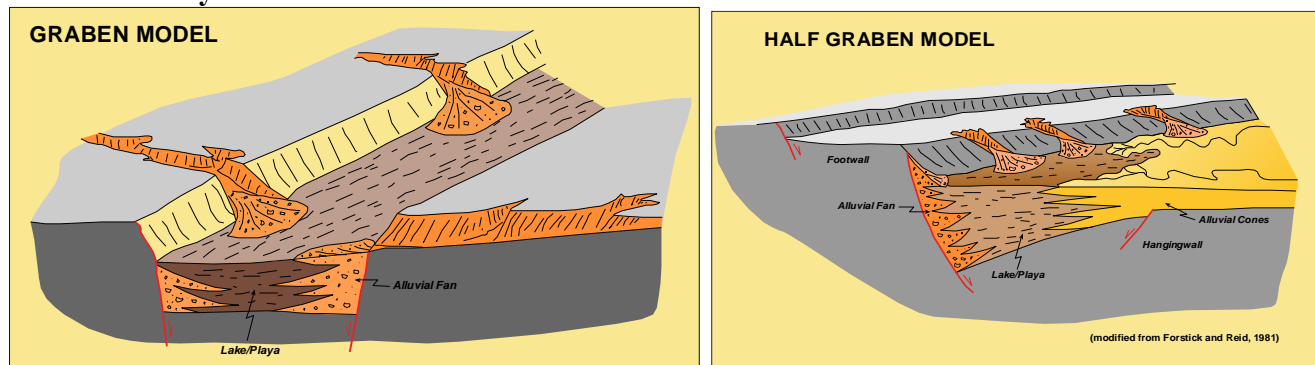
Terestrická riftová údolí s kontinentální kůrou jsou obvykle asociována s bimodálním vulkanismem. Vznikají v různých geotektonických pozicích:

- kratony bez vztahu k orogenezi (Východní Afrika)
- intrakontinentální související s kontinentální kolizí (Rýnský prolom)

- transtenzní rifty podél transformních zlomů (Mrtvé moře)
- komplexní desková rozhraní (např. subdukčně-transformní rift Rio Grande)

Pokud rifting přestane být aktivní vytváří se kratonická pánev, pokud pokračuje, vzniká nová oceánská pánev.
 růstové zlomy – poklesové zlomy s aktivním displacementem během sedimentace

Riftové modely



Graben – příkopová propadlina - strmé okraje ohraničené poklesovými zlomy, symetrická výplň, předpokládá rovné planární kontinuální zlomy s konstantním displacementem

Half-graben – polopříkop – hlavní poklesové zlomy podél jednoho okraje, asymetrická výplň, zlomy jsou zakřivené, lystrické, riftové údolí je segmentované, dílčí half-grabeny jsou propojené přechodnými zónami a zlomy; depocentrum je podél hlavního poklesového zlomu, přínos klastik hlavně z podložního bloku,

Sedimentární modely

- kontinentální pánev s vnitřní drenáží
- kontinentální pánev s osní drenáží
- příbřežní mořská pánev (záliv)
- příbřežní/šelfová pánev s karbonátovými faciemi

Pánve na horizontálních posunech – strike-slipové p.

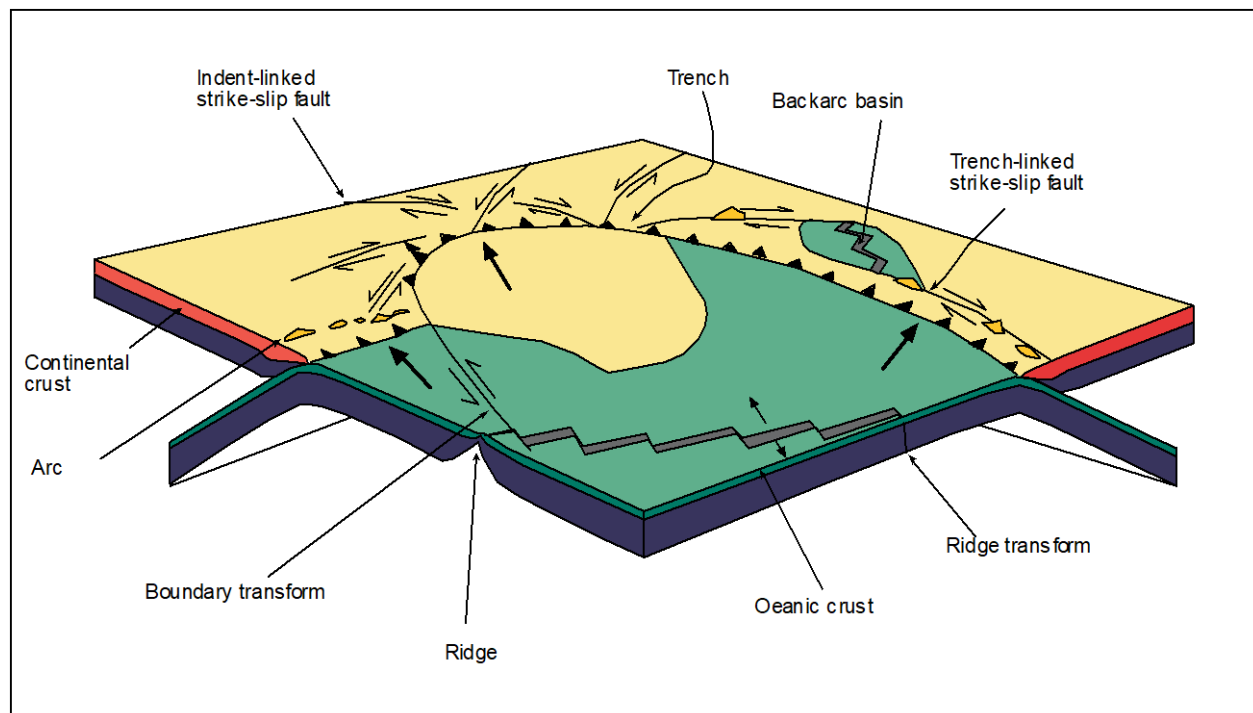
Zlomové systémy

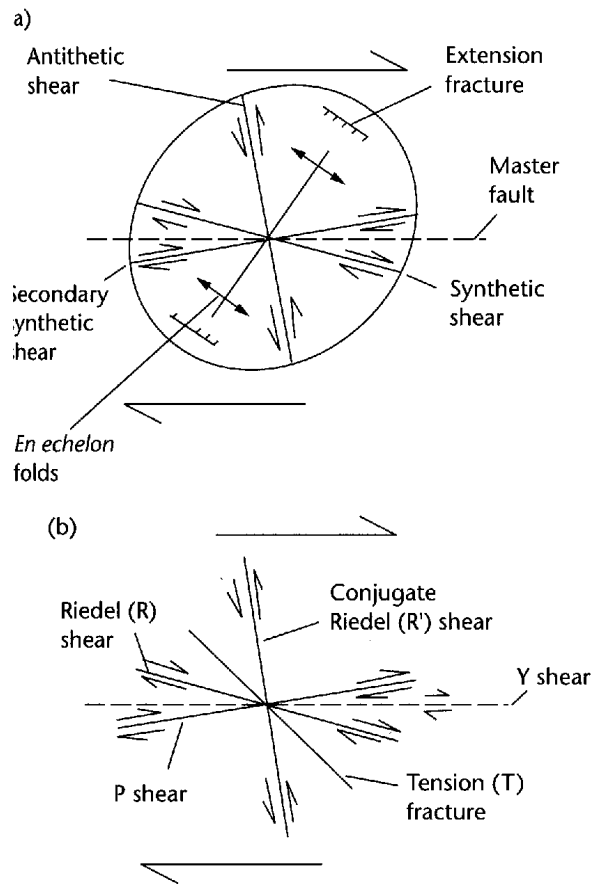
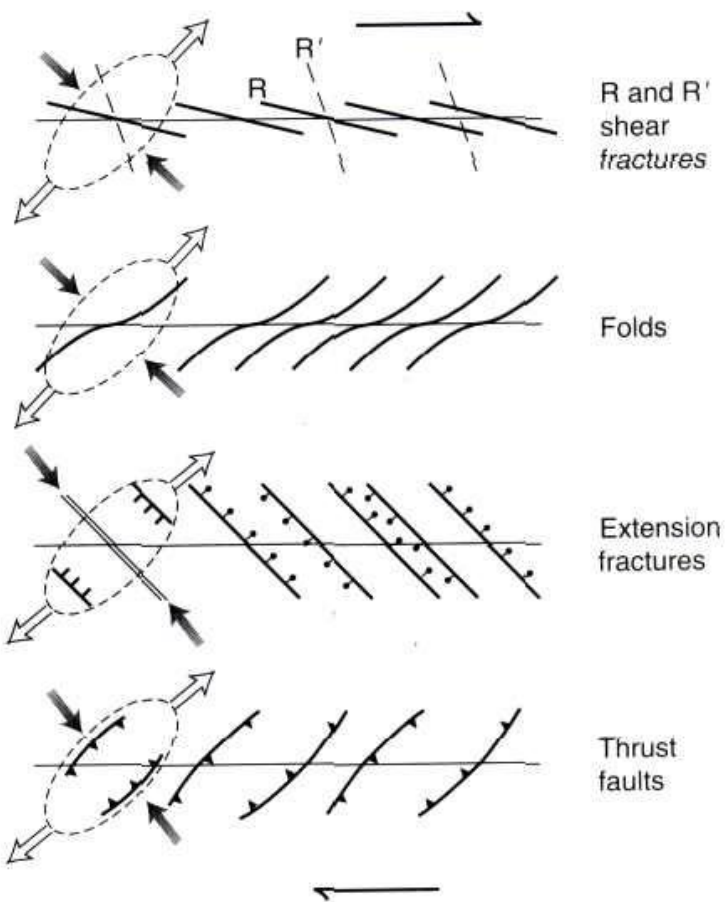
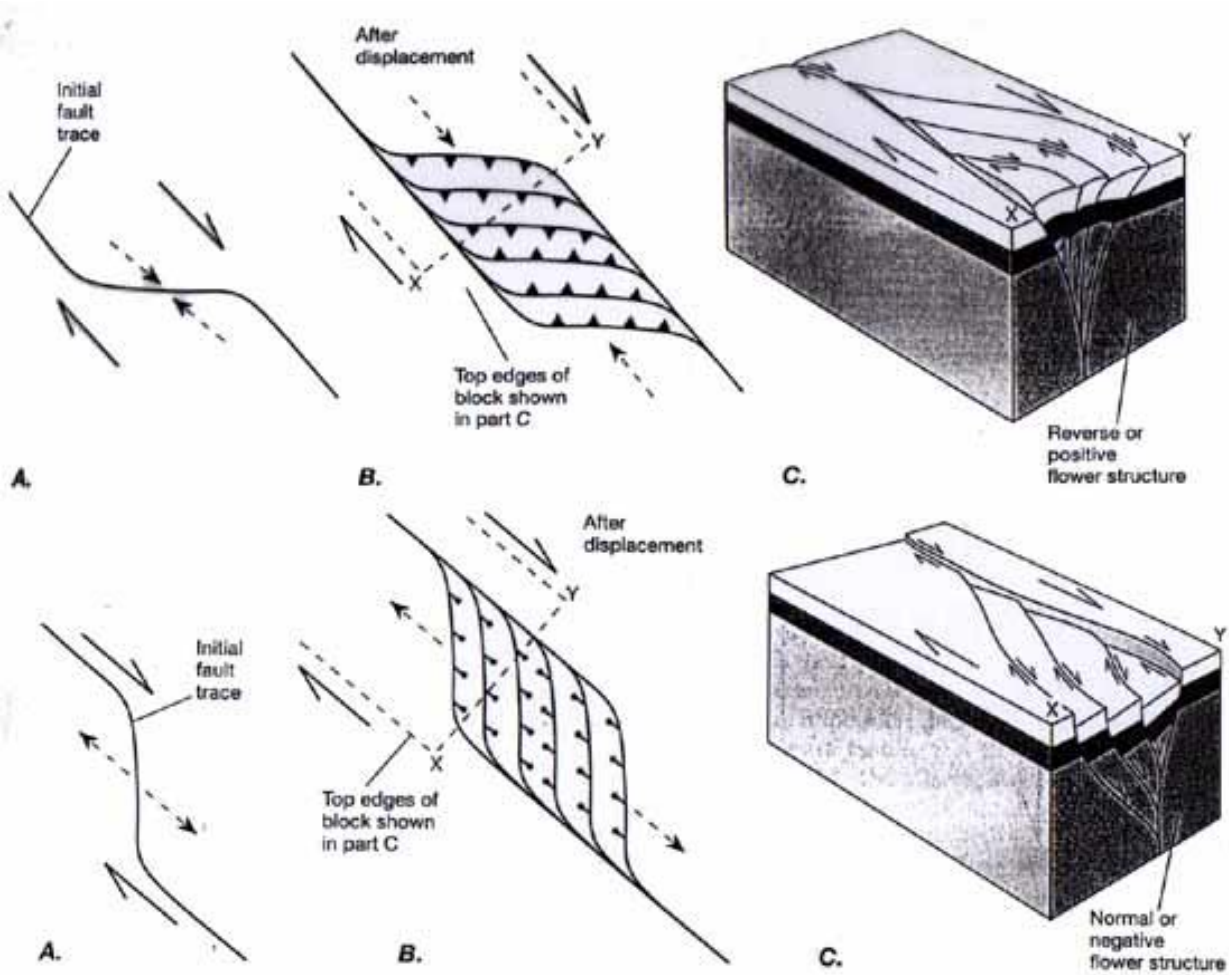
může se jednat o transformní zlomové systémy, které tvoří hranice litosf. desek i o menší vnitrodeskové zlomy
 transformní zlomy – deskové nebo zlomy oddělující např. dílčí half-grabeny

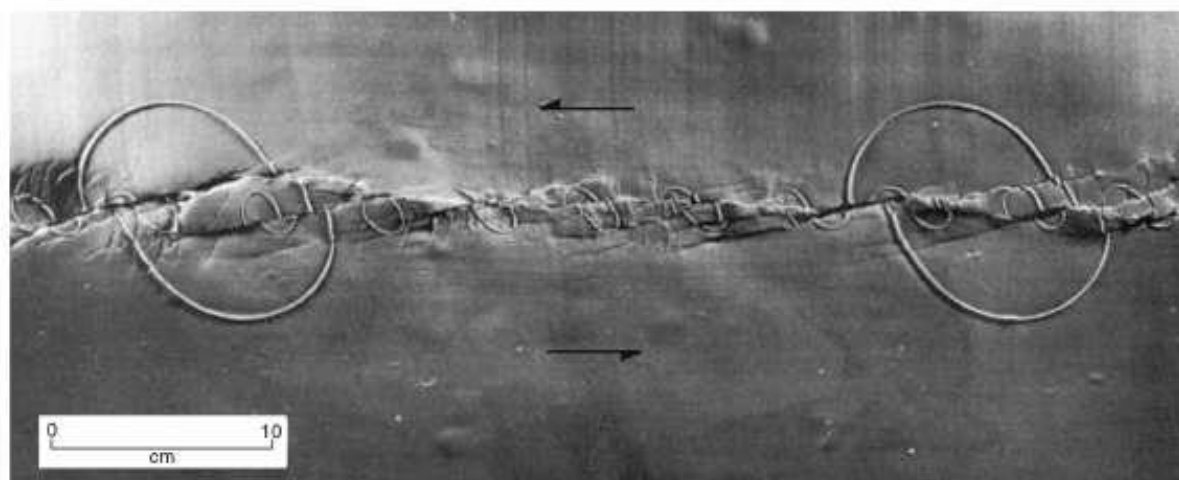
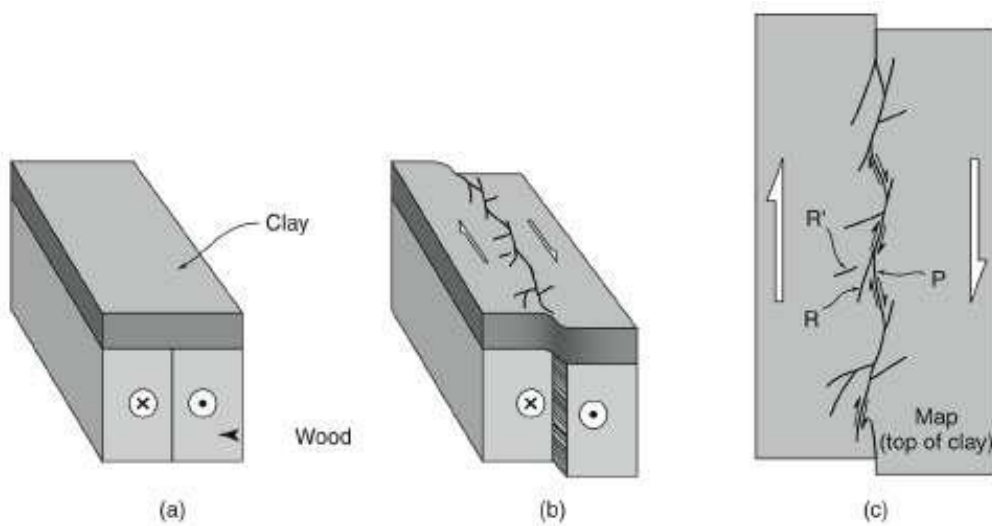
tektonický režim – transtenzní, transpresní

zlomy – zakřivené, strmé, větvcí se, s úkrokem (stepover, offset), často s geometrií en-echelon kompenzující regionální napětí

převážně horizontální displacement, s dílčí vertikální komponentou







(d)

FIGURE 19.14 A laboratory model of strike-slip fault development. [a] Before deformation, a clay cake rests on two wooden blocks that were pressed together. The clay represents the weak uppermost crust, and the wood blocks represent the stronger lower crust. The vertical boundary between the two blocks represents the strike-slip fault. [b] As deformation begins, Riedel shears develop in the clay cake. [c] A map view of the top surface of the clay cake, showing a later stage of deformation, in which Riedel shears have been linked by P fractures. A throughgoing fault has just developed. [d] An example of a clay-cake experiment, this one for left-lateral shear.

Pánve

díky tektonickému režimu a rychlé subsidenci jsou pánve úzké a hluboké

Sedimentace

extrémní laterální faciální změny

asymetrická výplň

velké mocnosti sed. výplně

rychlá sedimentace

více zdrojů klastického materiálu, časté změny zdrojů

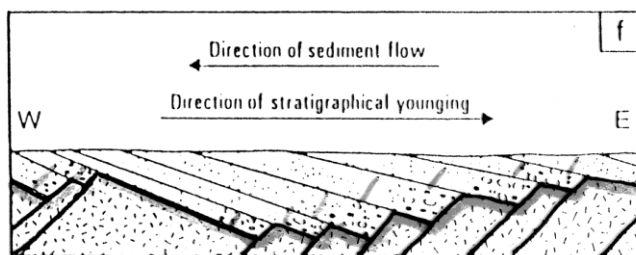
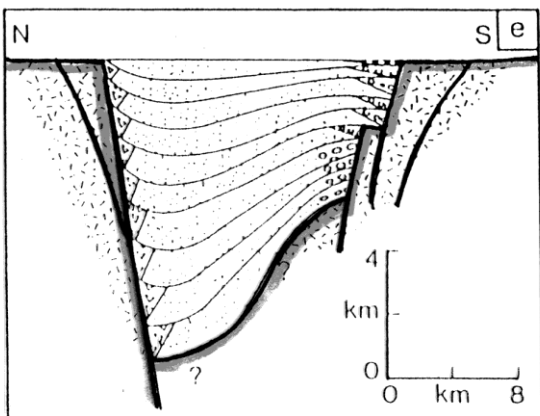
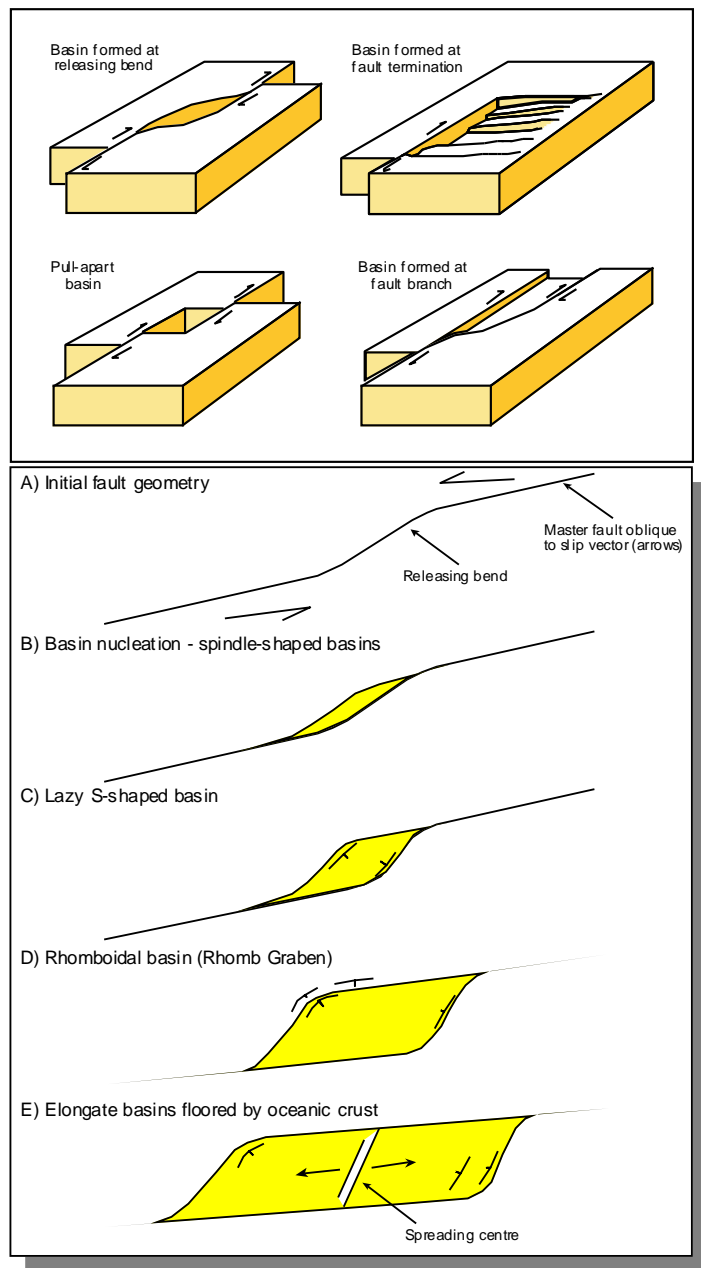
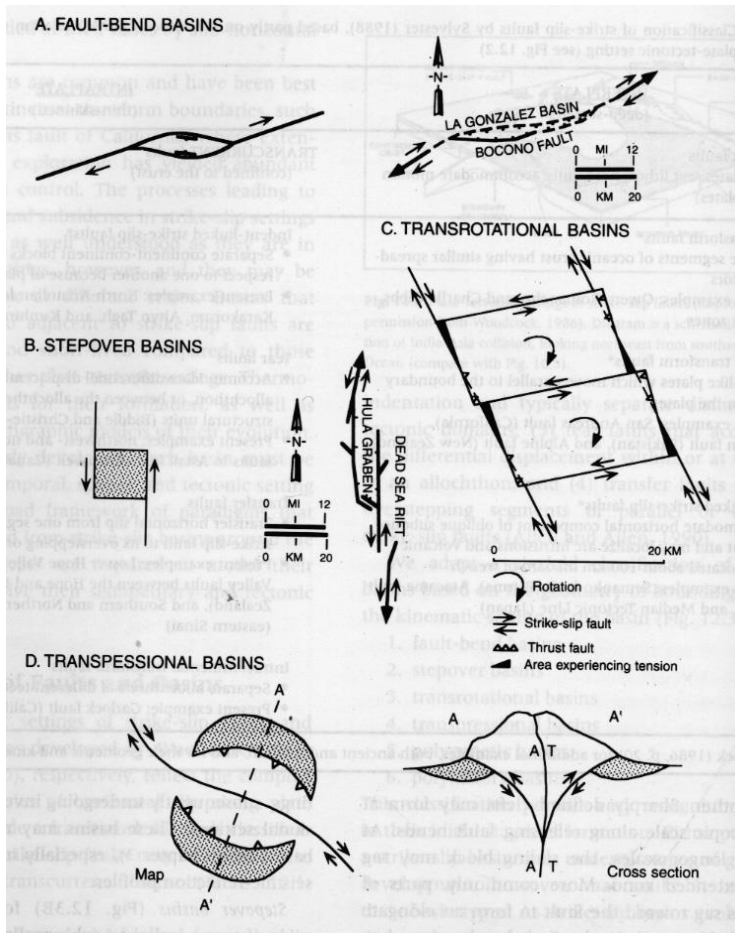
časté diskordance vlivem synsedimentární tektoniky (zlomy, vrásy) – velmi obtížné korelace mezi pánvemi ale i vnitropánvní

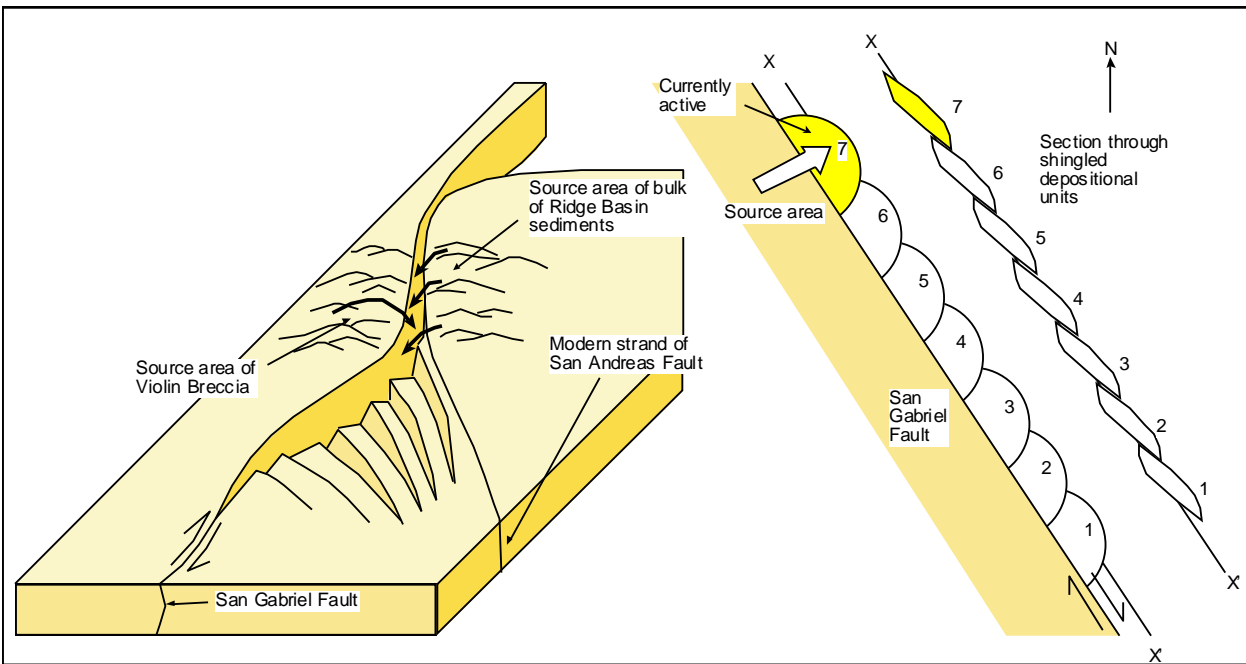
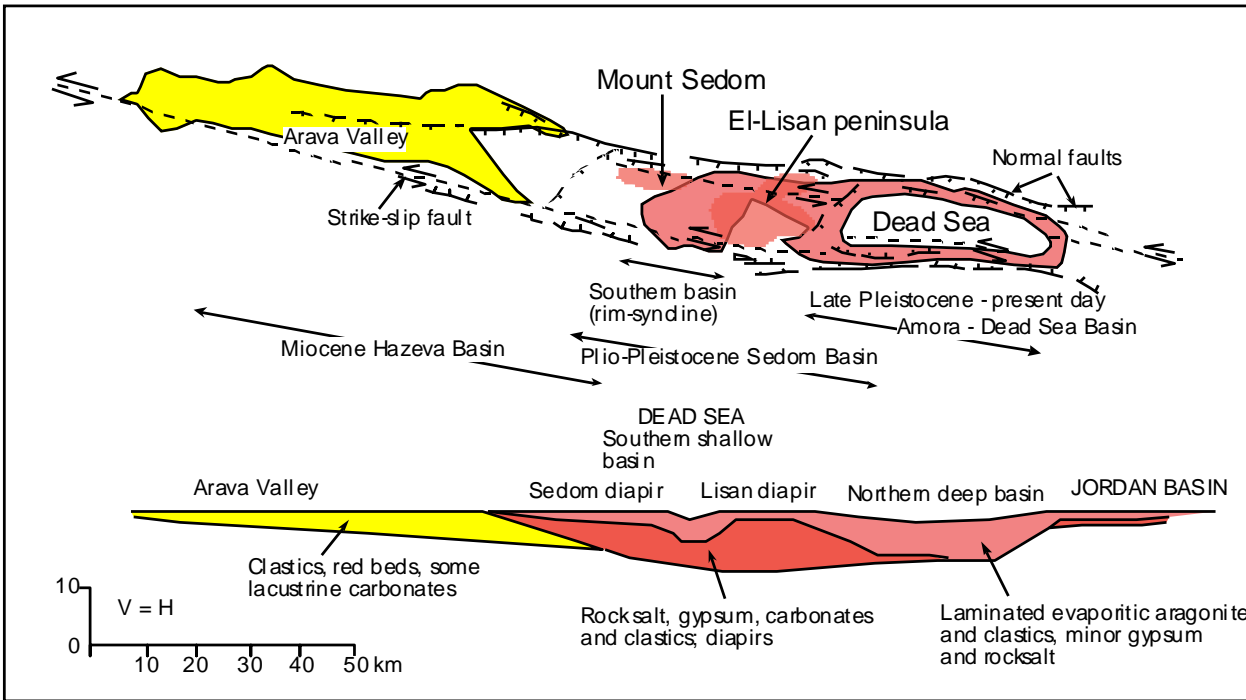
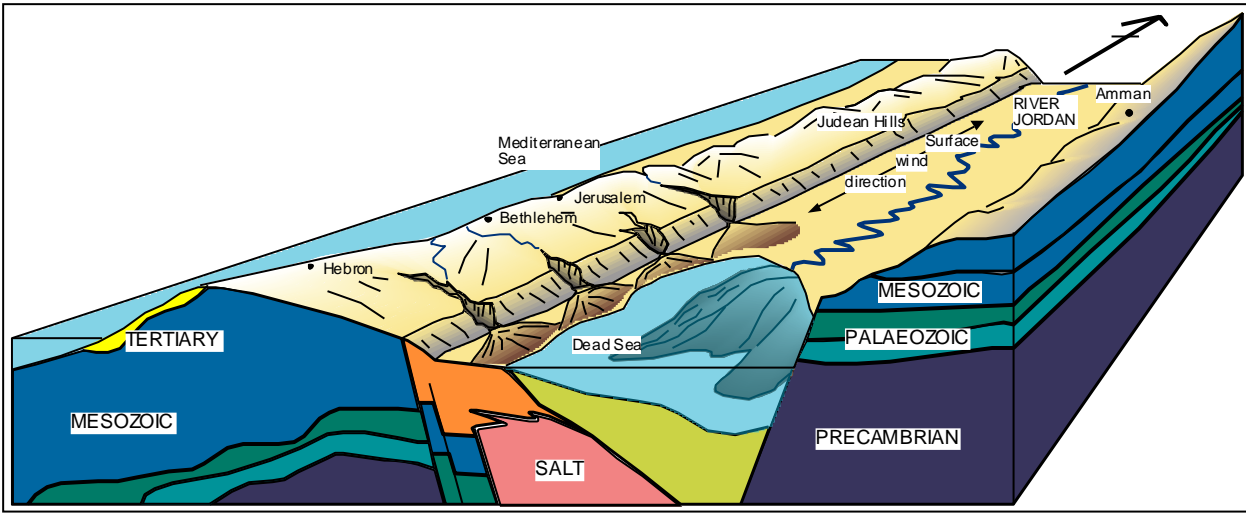
obvykle tři fáze strike-slipové sedimentace:

transtenzní fáze

sedimentační fáze (vyplňování pánve)

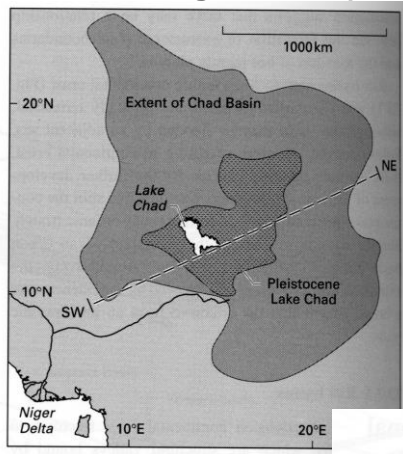
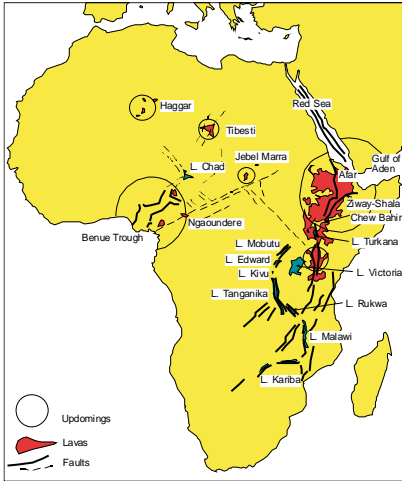
transpresní fáze





migrace facií podél okrajového zlomu

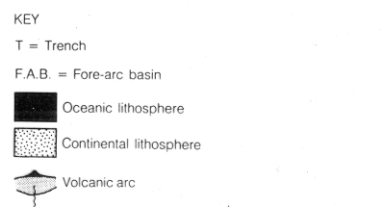
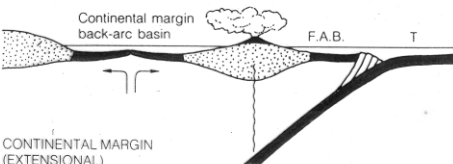
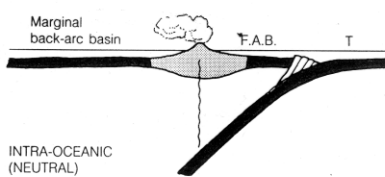
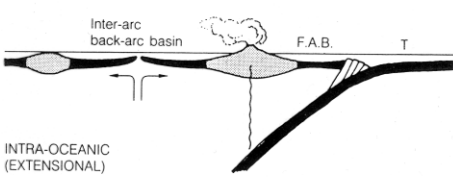
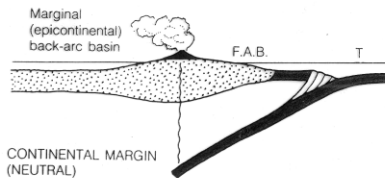
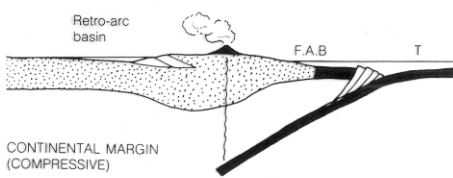
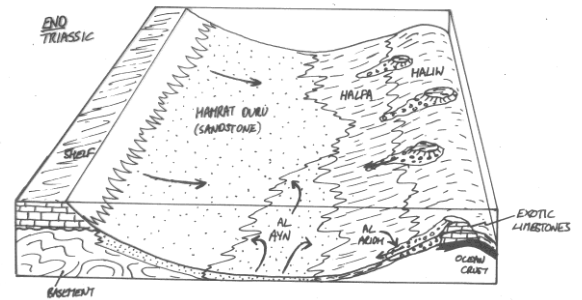
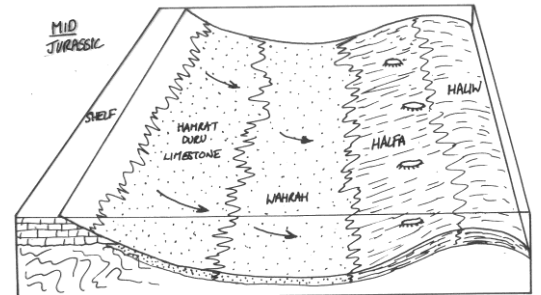
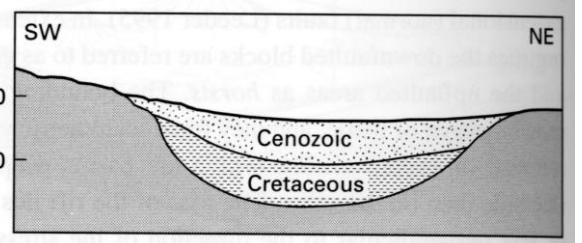
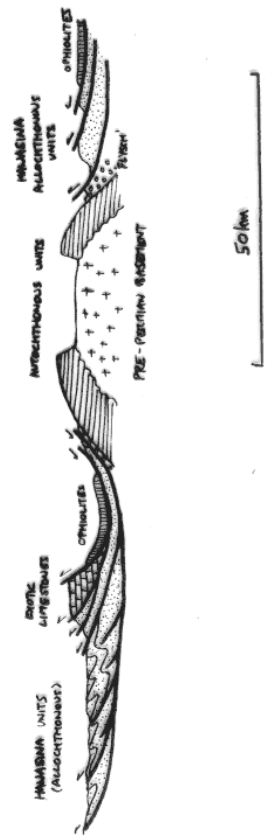
Kratonické pánve (Intracratonic or "sag" basins)



regionální subsidence, bez výrazných zlomů, termální subsidence – chladnutí kůry
 1) velmi malá kontinentální extenze, nestačil se vytvořit rift; *Lake Eyre, paleoz.-kenoz., stř. Austrálie; Witwatersrand, proterozoikum, j. Afrika; křída-paleogén j. Arábie*
 sedimentační rychlost v řádu m/Ma
 2) opuštěný rift – "aulacogen", rifting se zastavil před driftovou fází, nevytvořila se oc. kůra, subsidence vyšší než pouze chladnutím kůry, napětí v kůře poblíž aktivních orogenů, první desítky m/Ma; *Čadské jezero, z. Afrika, křída-paleogén*

Oceánské pánve (Ocean basins, Remnant basins)

recentní – oc.kůra, bez vztahu k ostrovním obloukům/příkopům
 1) oc.kůra klesá se vzdáleností od oc.riftu – chladnutí
 2) rovnováha mezi bioproduktivitou ve fotické zóně a rozpouštěním schránek
 3) vzdálenost od kontinentálních okrajů ovlivňuje množství terigenního materiálu – nejčastěji turbidity
 4) příměs eolického materiálu a glacienních eratik (dropstones)
 CCD, pelagické mikritic. laminované vápence v okolí riftu, dál křemitá bahna – silicity, pelagické jíly – laminované břidlice
sedimentární záznam – fragmenty zachovány v kolizních pásmech; subdukce, inkorporace do akrečních komplexů ofiolity, ofiokality – relikty oc.kůry a pelagických sedimentů obdukované během kolize na okraj kontinentu *ofiolity v Alpách, v Ománu, na Kypru – Tethydní oc.kůra Newfoundland, Variscidy – paleozoický oceán Iapetus*



Subdukční systémy (Arc-trench systems)

lokální a regionální tektonika
 subdukce oc. kůry, tavení v hl. 90-150 km
 vzdálenost mezi příkopem a ostr. obloukem závisí na úhlu subdukce: stará chladná oc. kůra - 70°, mladá, teplá kůra – 20-30°
extenzní oblouky – intraoceánské, trench rollback, z. Pacifik (Mariánský p.) – strmá subdukce, zaoblouková p., bazické vulkanity – nízký reliéf – malá produkce sedimentů
kompresní oblouky – na kontinentálním okraji, konvergence desek rychlejší než trench rollback, Andy – mělká subdukce,

intermed. a kyselý magmatismus, vysoký reliéf, velký objem sedimentů
neutrální oblouky – Aleuty (s.Pacifik), Sundy (Indonésie)

Hlubokomořské příkopy a akreční prizmata

příkopy – strmá subdukce – úzké (5 km) a hluboké (9 km),

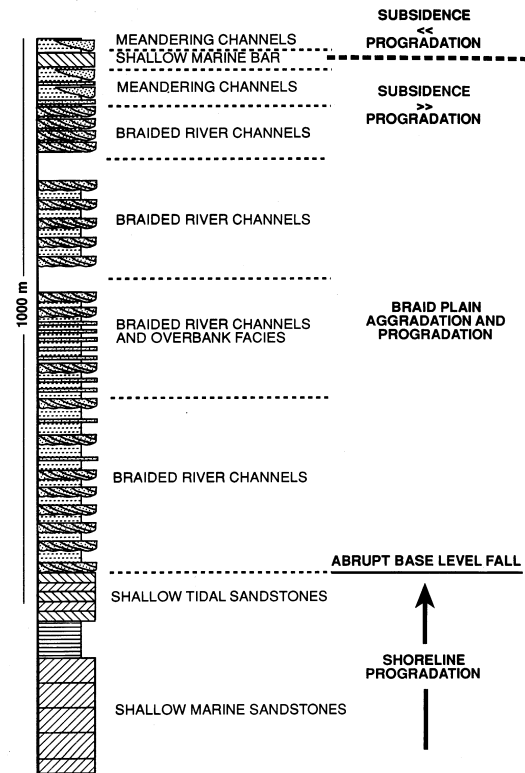
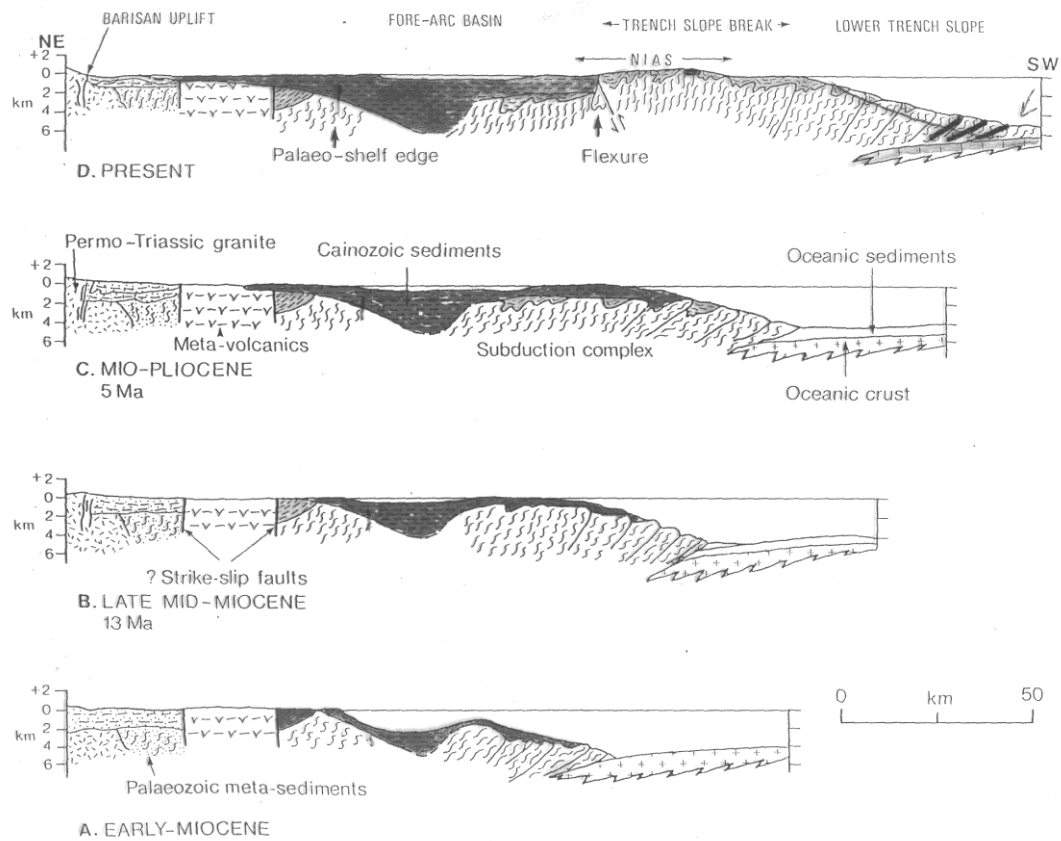
Mariánský p.

mělká subdukce, hodně sedimentů v akrečním prizmatu - široké (přes 10 km) a mělké (3-5 km)

mocnosti sedimentů – 200 m Pacifik, 2500 m příkop Peru-Chile
 zdroje sedimentů – pelagické, často pos CCD, skluzky z akrečního p., z předobloukové p. - hlubokovodní vějíře, často turbidity, osní transport (příkop Sumatry)

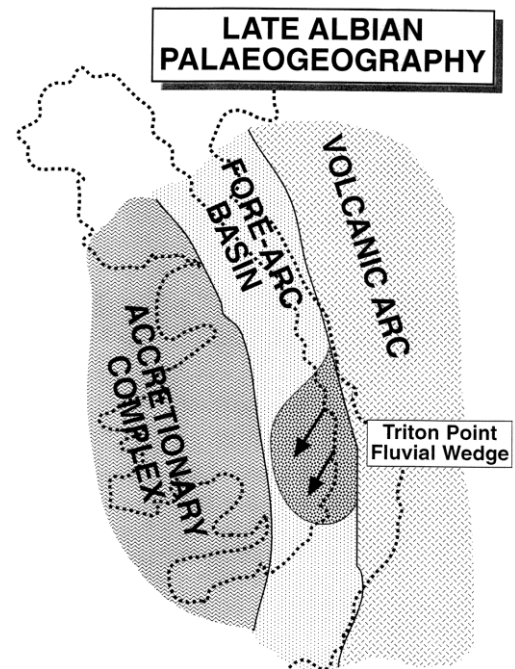
akreční prizmata – příkrovová stavba, jednotlivé šupiny (výrazně rotované) mají komplexní stratigrafii s příkopovými sedimenty nahoře a pelagickými s. a ofiolity na bázi

řídící mechanismy – rychlost a úhel subdukce, mocnost subdukovaných sedimentů, rychlost sedimentace, distribuce sedimentů v příkopu
 příklad – *Javánský příkop; Jižní vysočina, Skotsko*

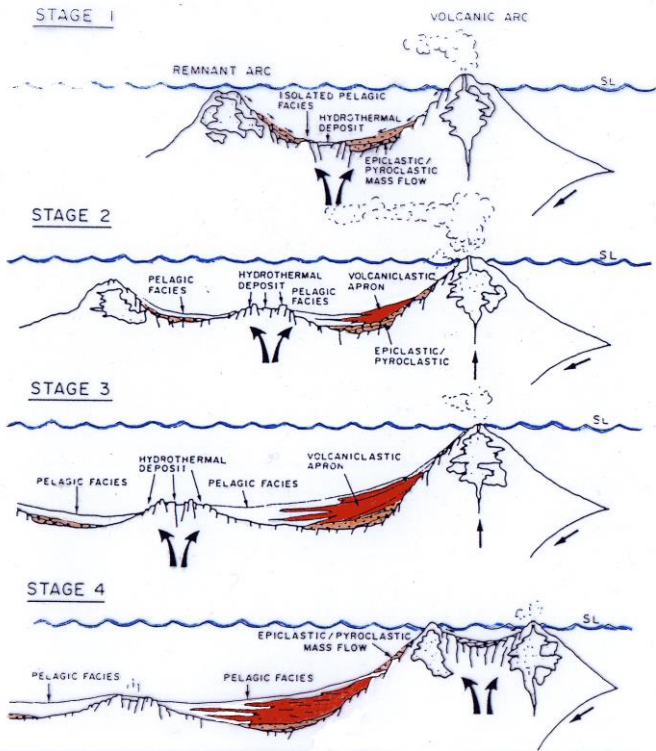


Předobloukové pánve

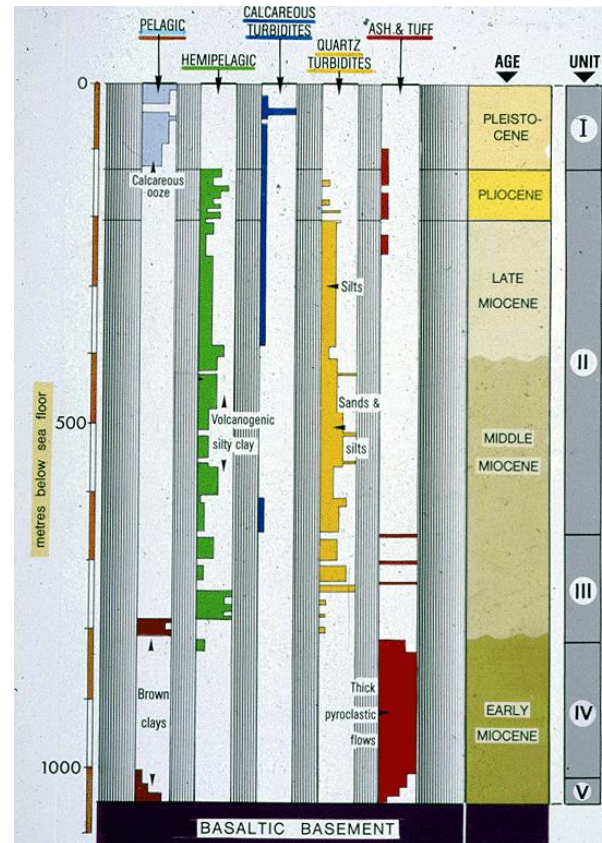
šířka závisí na strmosti subdukce
 okraje pánve – stratigrafické (transgrese na akreční prizma nebo prstovité přechody s vulkanosedimenty oblouku) nebo tektonické
 zdroje sedim. – magmatický oblouk, vnější oblouk, podélný transport z kontinentu
 geometrie výplně řízena: mocností sedim. na subdukující desce, rychlostí přínosu sedim. z příkopu, rychlostí přínosu sedim. do pánve, rychlostí a orientací subdukce, doba subdukce
 šelfové p. – *Nikaragua, Peru*
 skloněné – výrazný akreční klín, malá pánve – *Tongžský p., Mariánský p.*
 terasovité p. – malé akreční prizma – *Aleutský, Manilský příkop*
 pánve s hřbety – dobře vyvinuté akr.pr., vynořeno, tvoří hřbet – *Aleuty, Sumatra*



Zaobloukové a obloukové pánve (Back-arc, Intra-arc)



intraobloukové pánve – extenze v oblasti magmatického oblouku, tektonomagmatický kolaps ve vulkanických oblastech, lokální extenze na vystupujících plutonitech, převážně poklesové zlomy; pánve malé (km, mocnost až stovky m), velká rychlost sedimentace, komplexní faciální přechody, řídicí faktory – magmatické, tektonické, sedimentární i eustatické procesy



Atacama, Chile

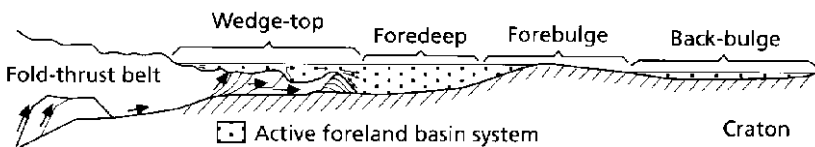
zaobloukové pánve – 3 typy pánví v zaobloukové pozici:

- 1) inter-arc, pánve mezi aktivním a neaktivním (remnant) magm. obloukem, aktivní spreading (Mariany, Malé Antily)
- 2) na kontinentální okraji, aktivní spreading, nová oc.kůra, část kont. kůry součástí magm. oblouku (Japonsko)
- 3) okrajové pánve, není spreading, část oc.kůry za magm. obloukem, nejedná se o zaobloukovou pánve s.s. (jz. Pacifik)

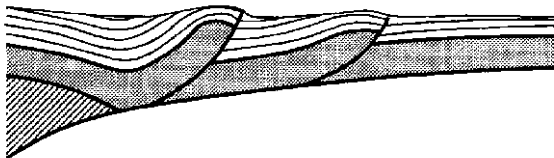
tři fáze ve vývoji pánve:

- 1) iniciační rifting, nemnoho vulkaniklastik
- 2) vyvinutý spreading, část magm.oblouku odriftována na opačný konec pánve – neaktivní, zbytkový oblouk (remnant arc), vulkaniklastický lem kolem aktivního oblouku
- 3) zralá pánve, kromě vulkanoklastik významné též pelagické sedimenty, výrazná asymetrie, vulkanoklastika pouze podél akt.vulk.oblouku

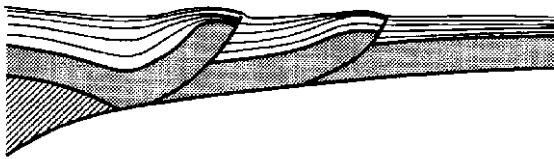
také hydrotermální uloženiny bohaté Fe a Mn, vápnité biogenní kaly; hlavní řídicí mechanismy – spreading a vulkanismus pánve *Suluského a Celebského moře*



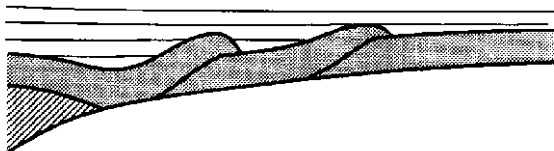
A. proclonic sedimentation



B. symclonic sedimentation



C. postclonic sedimentation



Předpolní pánve (Foreland b.)

pánve mezi orogenní frontou a přilehlým kratonem, dva hlavní typy:

1) **periferní p.p.**, p. nad riftovanými kont. okraji, které byly subdukované během kolize kontinent-kontinent (Alpská molasa, Indo-Gangská p. v předpolí Himaláji)

2) **retroarc p.p.**, p. na kontinentální straně kont. magm. oblouku, za magm. obloukem (východoandské p.)

piggy-back p., p. formované a nesené na aktivních příkrovových pásmech, subtyp p. p., mohou být periferní i retroarc hlavní charakteristiky p.p.: flexura litosféry díky zatížení příkrovu, geometrie závislá na orogenních faktorech i na rigiditě litosféry, výrazná asymetrie výplně, max. subsidence podél orogénu, stěhování depocentra (5-15 mm/rok) během progresu příkrovů, subsidenč. rychlosti mohou být řádově vyšší ve srovnání s extenzními p.

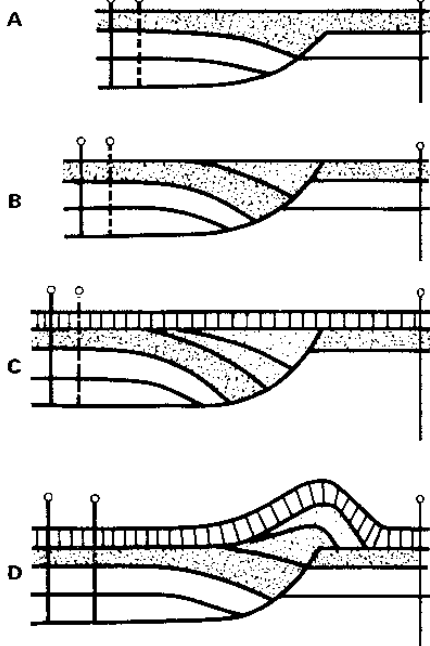
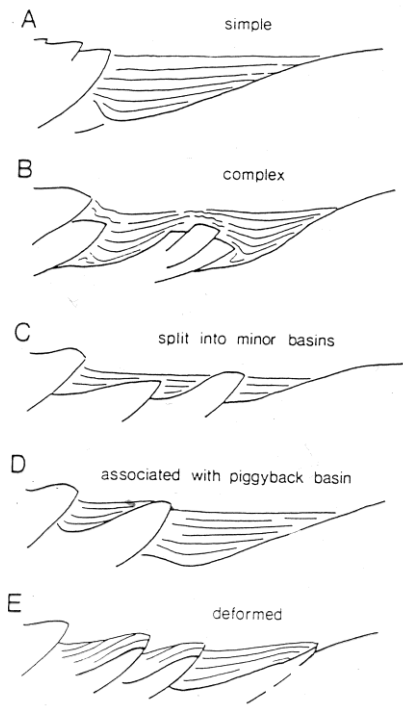


FIG. 1. Graphical construction of a simple listric growth fault subsequently inverted. A, B and C show progressive extension and deposition of a synrift fill (shaded); D shows the subsequent inversion geometry.

p.p. často naložené na starších sedimentech pasivních kont. okrajů; starší sedimenty jsou často hlubokovodní, jemnozrnné, turbiditní – tzv. **flyš** mladší – mělkovodní až kontinentální, tzv. **molasa**
 z hlediska proveniencie má pánevní výplň často inverzní stratigrafii
 piggy-back p. – né všechny pánve nad příkrovy, může se jednat i o zbytky sedimentů p.p., piggy-back p. sedimentace musí probíhat na hřbetu orogénu; mohou být kanibalizovány během vývoje příkrovů
 předpolní elevace (forebulge) – řádově pomalý uplift, může mít vliv na distribuci mělkovodních a kontinentálních facií
Western Interior, Alpy, Východopyrenejská p.p., Helenidská p.p., kulm Hornoslezské p.

Pánevní inverze

Inverze obecně – oblast, která prodělala několik fází subsidence a výzdvihu
 Positivní inverze – nejprve subsidence pak výzdvih
 Negativní inverze – výzdvih se změnil na subsidenci
 Často se používá pro oblasti, které byly nejprve v extenzním (subsidence) a pak v kompresním (výzdvih) režimu.

- může se jednat o reaktivaci poklesových zlomů za vzniku násunů
- stupeň inverze – o kolik se to nasunulo zpět, koncept nulového bodu
- strmé poklesové struktury se obtížně reaktivují kompresně

Západní francouzské Alpy a kratonické pánve sz. alpského předpolí zahrnují mesozoické extenzní pánve, které byly v křídě a kenozoiku reaktivovány během alpské kolize.

Intenzivní inverze – severní tethydní okraj v západních fr. Alpách
 Slabá inverze – pánve v Keltském moři, z. Británie

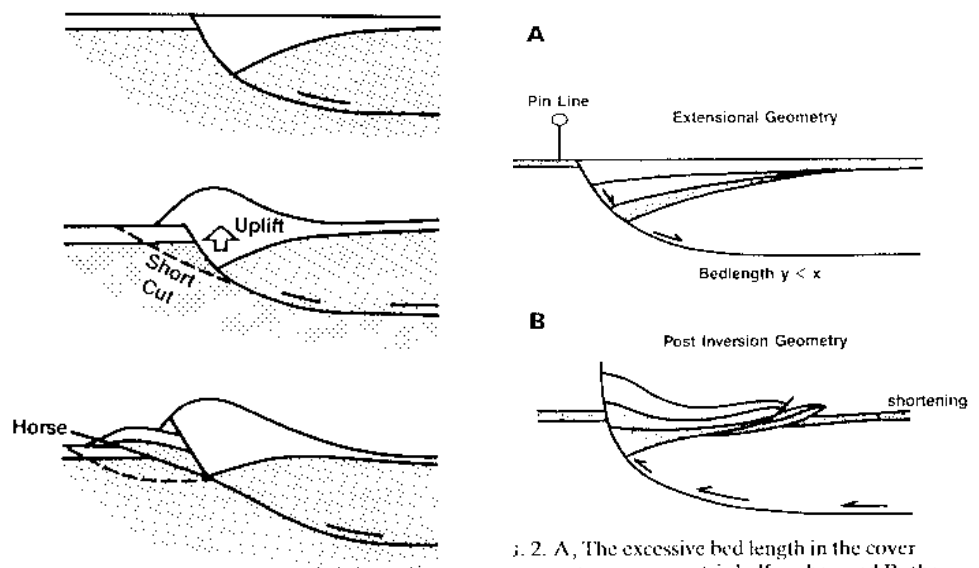


FIG. 2. A, The excessive bed length in the cover prece to an asymmetric half-graben and B, the accommodation structures that develop during inversion of the half-graben (in part after Bally 1984).

FIG. 19. Model for the development of a footwall shortcut thrust system.

prezentace odborného textu:

- vliv klimatických změn na změny v přínosu klastik do pánve: dva kontrastní příklady
Leeder, M.R., Harris T., Kirkby M.J., 1998. Sediment supply and climate change: implications for basin stratigraphy. Basin Research 10 (1), 7-18.
- rekonstrukce predeformační geometrie pánevní výplně, seismika, 3D modelování
Back et al 2008. Three-dimensional restoration of original sedimentary geometries in deformed basin fill, onshore Brunei Darussalam, NW Borneo. Basin Research (2008) 20, 99–11.
- sedimentárně-tektonický vývoj předpolní pánve, Ebro Basin
Jones et al 2004. Time lag of syntectonic sedimentation across an alluvial basin: theory and example from the Ebro Basin, Spain. Basin Research (2004) 16, 467–488.
- numerické modelování subsidence v předpolní pánvi, karbon v sz. Evropě
Kombrink et al. 2008. Late Carboniferous foreland basin formation and Early Carboniferous stretching in Northwestern Europe: inferences from quantitative subsidence analyses in the Netherlands. Basin Research (2008) 20, 377–395.
- historie pohřbení Swiss Molasse Basin na základě AFTA, odraznosti vitrinitu a biomarkerů
Mazurek et al. 2006. Unravelling the multi-stage burial history of the Swiss Molasse Basin: integration of apatite fission track, vitrinite reflectance and biomarker isomerisation analysis. Basin Research (2006) 18, 27–50.
- 3D model messinské události v panonské pánvi
Csato et al. 2013. A three-dimensional stratigraphic model for the Messinian crisis in the Pannonian Basin, eastern Hungary. Basin Research (2013) 25, 121–148.
- pánevní modelování paleogenní pánve v asociaci s diapirismem, sz. Německo
Brandes et al. 2012. Basin modelling of alignite-bearing salt rim syncline: insights into rim syncline evolution and salt diapirism in NW Germany. Basin Research (2012) 24, 699–716.
- kenozoická sedimentace v Severním moři – syntéza
Anell et al. 2012. A synthesis of Cenozoic sedimentation in the North Sea. Basin Research (2012) 24, 154–179.
- analogový model aluviálního vějíře
Rohais et al 2012. Sedimentary record of tectonic and climatic erosional perturbations in an experimental coupled catchment-fan system. Basin Research (2012) 24, 198–212.
- struktura listrického zlomu, delta Nigeru, 3D seismika
Maloney et al 2012. Structure of the footwall of a listric fault system revealed by 3D seismic data from the Niger Delta. Basin Research (2012) 24, 107–123.
- seismická a sekvenční stratigrafie delty s lávovými proudy
Wright et al 2012. Application of seismic and sequence stratigraphic concepts to a lava-fed delta system in the Faroe-Shetland Basin, UK and Faroes. Basin Research (2012) 24, 91–106.
- Rajchl-Uličný 2005 Most Basin
- Uličný – genetická stratigrafie CKP