

Planetární zeměpis

- jedna z geografických věd, dříve nazývaný též jako matematický zeměpis
- studuje Zemi jako vesmírné těleso se všemi důsledky z toho pro člověka vyplývajícími
- objektem studia je
 - postavení Země ve vesmíru
 - tvar, velikost a pohyby Země a její důsledky
 - měření času na Zemi

Země jako součást vesmíru

- **vesmír** = pohybující se hmota v nekonečném prostoru (viz kosmologie a astrofyzika)
- v minulosti Země považována za střed vesmíru = **geocentrický názor**
- později zvítězil názor **heliocentrický** (Pythagorejci ve starověku, Koperník, Galilei, Kepler, Newton)
- Země je součástí sluneční soustavy (centrem Slunce) → součástí galaxie Mléčná dráha
- 8 planet (Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun)
- vzdálenost Země od Slunce – 149,6 mil. km = 1 astronomická jednotka = 1AU
- jiné jednotky: l.y. = light years; pc = parseky = 3,26 l.y.
- viditelný vesmír se promítá do **nebeské sféry** = myšlená kulová plocha s nekonečným poloměrem, v jejímž středu stojí pozorovatel
- dávající se na noční oblohu a do které se promítá pohyb všech viditelných těles vesmíru
- pohyb těles na nebeské sféře se děje především v důsledku rotace Země, tedy od V na Z a je různý v různých zeměpisných šířkách
- prostým okem lze na nebeské sféře pozorovat: hvězdy, planety, mlhoviny, komety, meteority, Měsíc, Slunce
- na nebeské sféře lze vymezit následující objekty:
 - Z - zenit = nadhlavník
 - N - nádir = podnožník
 - SP = světový pól (severní a jižní)
 - světový rovník
 - obzor
 - ekliptika = kružnice, ve které rovina oběhu Země kolem Slunce protíná nebeskou sféru
 - γ - jarní bod = průsečík ekliptiky a světového rovníku, bod, kde se nachází Slunce na nebeské sféře v okamžiku jarní rovnodennosti (20.-21.3.)
 - meridián = místní poledník, tj. kružnice vzniknuvší průnikem nebeské sféry a roviny procházející stanovištěm pozorovatele a SSP a JSP
- úhlová výška světového pólu = φ = zeměpisná šířka místa pozorovatele !!! → důležité pro zakreslování pohybu těles po nebeské sféře

astronomické souřadnice

- slouží pro zaznamenávání poloh těles na nebeské sféře
- a) obzorníkové → vycházejí z roviny obzoru, výchozím bodem pro jejich měření je stanoviště pozorovatele ⇒ s časem a místem se mění
 - výška hvězdy = úhel mezi rovinou obzoru a rovinou pohybu hvězdy po nebeské sféře
 - azimut = úhel mezi rovinou místního poledníku a rovinou výškové kružnice hvězdy (Z – hvězda – N)
- b) rovníkové → vycházejí z roviny rovníku a jarního bodu
 - δ - deklinace = úhel mezi rovinou světového rovníku a hvězdou na deklinační kružnici
 - α - rektascenze = úhel od jarního bodu k rovině deklinační kružnice hvězdy
 - t - hodinový úhel = úhel mezi meridiánem a deklinační kružnicí

místopis oblohy

- hvězdy – na 1 polokouli cca 3000 hvězd, vytvářejí souhvězdí (určitá oblast oblohy)
- dle polohy: souhvězdí severního nebe, souhvězdí jižního nebe, souhvězdí rovníková
- dle pozorovatelnosti: cirkumpolární = obtočnová, zapadající a vycházející, v dané šířce nepozorovatelná (horní a dolní kulminace)
- nejjasnější hvězdy dostaly v minulosti vlastní jména arabského původu (např. Vega), dnes označení podle pořadí v souhvězdí

příklady

- 1) Zakreslete polohu hvězdy na nebeské sféře, když víte, že pozorovatel se nachází v $\varphi = XY$, deklinace hvězdy je $\delta = XY$, a rektascenze $\alpha = XY$.
- 2) Zakreslete zdánlivý pohyb hvězdy (Slunce) po nebeské sféře pro pozorovatele v $\varphi = XY$ při deklinaci hvězdy $\delta = XY$.
- 3) Vypočítejte výšku Slunce v okamžiku horní kulminace pro pozorovatele v $\varphi = XY$ při deklinaci hvězdy $\delta = XY$.
 $h_{\text{Slunce}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\text{Slunce}}$ (viz nákres)

zkreslení polohy a tvaru pozorovaných těles

- ⇒ vliv atmosférické refrakce = zakřivení světelného paprsku při průchodu zemskou atmosférou (lámání paprsku vlivem rozdílné hustoty atmosféry)
- důsledky: zploštění Slunce a Měsíce v úplňku, prodloužení délky dne (urychlování východu a opožďování západu), poslední zelený paprsek při západu Slunce (index lomu závisí na vlnové délce světla ⇒ každá barva světelného spektra podléhá refrakci jindy ⇒ poslední zapadají fialová, modrá a zelená)
- ⇒ vliv zkreslení při průmětu tělesa ze skutečné na zdánlivou nebeskou sféru ⇒ při obzoru se nám jeví tělesa větší než v blízkosti zenitu

zdánlivý pohyb hvězdné sféry pro pozorovatele v různých zeměpisných šířkách

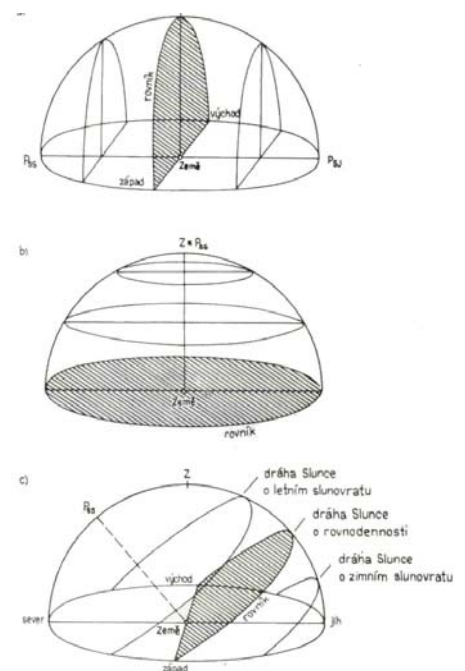
- a) kolmá sféra → $\varphi = 0^\circ$ (rovník), dráhy těles jsou kolmé k rovině obzoru, pozorovatelná jsou tělesa obou hemisfér
- b) rovníková sféra → $\varphi = 90^\circ$ (póly), tělesa se pohybují v rovině rovnoběžné k obzoru, všechna tělesa jsou cirkumpolární
- c) šikmá sféra → $\varphi = x^\circ$

pohyb Slunce v deklinaci

- jarní rovnodennost – 20.3. → $\delta = 0^\circ$
- letní slunovrat – 21.6. → $\delta = 23^\circ 27'$ (obratník Raka)
- podzimní rovnodennost – 23.9. → $\delta = 0^\circ$
- zimní slunovrat – 21.12. → $\delta = -23^\circ 27'$ (obratník Kozoroha)

délka dnů a nocí na Zemi (důsledek oběhu Země kolem Slunce a změn δ a φ)

- a) $\varphi = 0^\circ$ (rovník) → den = noc
- b) $0^\circ < \varphi < 66^\circ 33'$ → den = noc pouze ve dnech rovnodennosti, extrémy během slunovratů
- c) $\varphi > 66^\circ 33'$ → polární den (h Slunce v DK $> 0^\circ$), Slunce během 24 hodin nezapadne pod obzor



Zdánlivý pohyb vesmírných těles pro pozorovatele:
a) na rovníku – kolmá sféra,
b) na severním pólu – rovnoběžná sféra,
c) v obecné zeměpisné šířce φ – šikmá sféra

soumrakové jevy

- světelné paprsky se odrážejí od atmosféry a dopadají na zemský povrch ještě před východem (po západu) Slunce
- ⇒ místo pozorovatele je osvětlováno tak dlouho než Slunce klesne 18° pod obzor
 - a) občanský soumrak → h Slunce = -6°
 - b) nautický soumrak → h Slunce = -12°
 - c) astronomický soumrak → h Slunce = -18°
- soumrak doprovází červánky → dochází k rozkladu světelného spektra, maximální intenzity dosahují červená a žlutá barva

Pohyb Země kolem Slunce = Revoluce

- doba trvání: tropický rok = 365 dní 5 hod 48 min = 365,2422 dní
- průměrná rychlost pohybu: 29,78 km/s
- rychlost je nerovnoměrná ⇒ nejvyšší v přísluní (perihelium), nejnižší v odsluní (afelium), viz 2. Keplerův zákon
- střední vzdálenost: 1 AU = 149,6 mil km
- vzdálenost se mění (eliptická dráha) ⇒ nejbližší v přísluní (3.1.), nejdále v odsluní (4.7.) ⇒ nemá zásadní vliv na teplotní bilanci Země
- sklon zemské osy k ekliptice: $66^\circ 33'$ ⇒ rozhoduje o teplotních rozdílech na Zemi

důsledky pohybu

- 1) změna úhlu dopadu slunečních paprsků na ZP → střídání ročních období
- 2) délka dnů a nocí na Zemi
- 3) klimatické pásy Země (vymezeny pomocí obratníků a polárních kruhů)
- 4) doba oběhu je základem kalendáře
- 5) pozorovatelnost meteorů (v první polovině noci musí meteor Zemi dohnat, aby byly pozorovatelné, v druhé polovině je Země „sbírá“)

Rotace Země

- doba trvání: hvězdný den = 23 h 56 min 4 s X sluneční den = 24 h
- úhlová rychlost: $15^\circ/\text{h}$
- obvodová rychlost: rovník – 465 m/s, pól – 0 m/s
- směr rotace: Z → V

důsledky

- 1) střídání dne a noci
- 2) základ občanské časomíry

Zvláštní pohyby Země

- Precese = otáčivý pohyb zemské osy (perioda 28 000 let)
- Nutace = vlnivý (kmitavý) pohyb zemské osy

Čas

- odevádna se k měření času využívala rotace Země → vztahuje se k nějakému bodu na obloze
- místní čas (sluneční čas) = čas určený pohybem Slunce k místu na Zemi – měřitelný pomocí slunečních hodin
- potřeba sjednocení

1884 – mezinárodní konference ve Washingtonu → zavedení systému pásmových časů

- Země rozdělena do 24 sférických dvojúhelníků ohraničených středními poledníky, východním bodem Greenwichský poledník v Londýně
- $360^\circ \sim 24$ hodin ⇒ $15^\circ \sim 1$ hodina

GMT = greenwich mean time = světový čas → platí v něm čas 0° poledníku, řídí se podle něj doprava, navigace apod.

- z praktických důvodů se stanovily takové tvary časových pásem, které se přizpůsobují hranicím států či jiných územních celků

letní čas – přechod do východního pásma, tj. letní SEC = VEC → prodlouží se světelná část dne, umožňuje rozložení spotřeby energie

datová hranice = čára, na které vzniká a zaniká den – 180° poledník

Kalendář

= souhrn pravidel pro počítání dnů v roce

Egyptský kalendář

- vycházel z pozorování hvězdy Sirius, shodoval se se záplavami na Nilu
- rok → 12 měsíců → 360 dnů + tzv. malý rok (5 dnů)

Juliánský kalendář

- G.J.Caesar (100-40 př.n.l.) ho zavedl v roce 45 př.n.l.
- rok → 12 měsíců → 365 dnů + 4. rok přestupný (366 dnů) ⇒ průměrná délka roku 365,25 dnů X rozdíl od tropického roku (365,2422 dnů) 11 min 14 s ⇒ 1 den navíc za 128 let
- liché měsíce 31 dnů, sudé 30 dnů, únor 29 → Iulius a Augustus vedly k ubrání dne února ve prospěch srpna

Gregoriánský kalendář

- papež Řehoř XIII. vyhlásil 1582 kalendářní reformu
- napravuje odchylku Juliánského kalendáře, katolická církev měla problémy se stanovením velikonoční neděle
- rozdíl s JK byl už 10 dnů ⇒ čtvrtek 4.10.1582 přecházel v pátek 15.10.1582
- stoleté roky budou přestupné pouze v případě, že budou dělitelné beze zbytku 400
- uznaly nejprve pouze katolické státy Evropy, v RUS až v roce 1918 (VRSR v listopadu), pravoslavná církev nepřijala nikdy

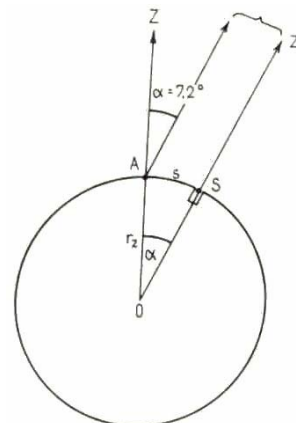
Tvar a rozměry Země

historické určování tvaru a rozměrů Země

starověké Řecko

- Pythagorejci: „Země je kulatá“
- Aristoteles shromáždil důkazy o kulatosti Země: stín Země při zatmění Měsíce, všechny částice mají snahu se uspořádat tak, aby byly stejně vzdálené od středu a nejtěžší aby zaujaly střed (koule)
- Eratosthenés z Kyrény (3.st.př.n.l.) – měřil úhel dopadu slunečních paprsků v den letního slunovratu v Syéně = Assuán (obratník Raka) a v Alexandrii pomocí skafé (polokoule s tyčí), změřil vzdálenost mezi oběma místy na stejném poledníku (5000 stadií) a vyšel z toho, že podíl obvodu Země ku vzdálenosti obou míst je ve stejném poměru jako podíl plného úhlu ke středovému úhlu obou míst
- ⇒ obvod Země 39 – 53 tis. km

9.st. Arabové → zjišťovali délku 1° z.š. pomocí „černého lokte“ (tyč dlouhá 5 m) ⇒ 111 až 113 km



16.st. – lékař Fernel (FRA) určil místo na pařížském poledníku ležící 1° severně od Paříže a vzdálenost změřil z otáček kola $\Rightarrow 111$ km

!přímé měření na zemském povrchu je zdrojem chyb!

17.st. – triangulace – matematik a fyzik Snellius (NIZ)

- $\rightarrow$ vzdálenost dvou míst je měřena pomocí sítě trojúhelníků proložených mezi oběma místy
- $\rightarrow$ trigonometrická síť tvořená trigonometrickými body

1699 – při měření na pařížském poledníku zjistili, že délka 1° z.š. měřená v různých částech poledníku není stejná $\Rightarrow$ Země je zploštělá

- $\Rightarrow$ spor mandarinka X citron = kde je Země zploštělá, zda na pólech (Newton) nebo na rovníku
- $\rightarrow$ pravdu měl Newton

1792 – při měření na pařížském poledníku stanovena nová délková jednotka – METR = 1 desetimilióntina poledníkového kvadrantu Země $\Rightarrow$ 1799 ve FRA, 1876 v R-U

1957 – družicová geodézie $\rightarrow$ 1. umělá družice Země Sputnik 1 (SSSR)

- družice s polární drahou a geostacionární

tvář Země

geoid – nepravidelné těleso $\Rightarrow$ jeho povrch si můžeme představit jako povrch klidné hladiny světového oceánu, který by ve stejné úrovni pokračoval i pod kontinenty (plocha geoidu je ve všech bodech kolmá na směr tíhové síly)

- $\rightarrow$ základ pro udávání nadmořských výšek

rotační elipsoid – jednodušší než geoid, dává se mu přednost v geodézii

- $\rightarrow$ vzniká rotací elipsy kolem své vedlejší poloosy, delší poloosa tvoří poloměr rovníku, kratší poloosa je spojnicí středu Země a pólu $\Rightarrow$ rozdíl cca 21 km
- $\rightarrow$ rozměry určeny na základě družicových měření
- $\rightarrow$ $r = 6\,378$ km (hlavní poloosa)

referenční koule – používá se pro zjednodušení výpočtu v geodézii

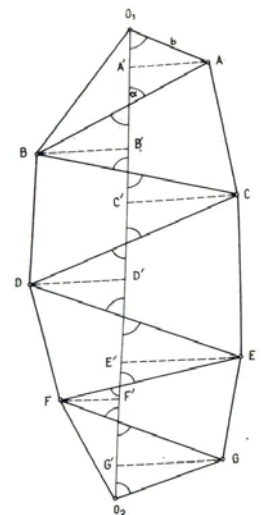
- $\rightarrow$ stejný povrch a objem jako rotační elipsoid
- $\rightarrow$ $r = 6\,371$ km

výškové extrémy ZP

Mt. Everest – 8 848 m.n.m. (1953 – Hillary + Tenzing Norkej)

Mariánský příkop – 10 911 m. (1960 – Jacques Piccard – Trieste)

Mt. Chimborazo (Ekvádor) – 6 268 m.n.m. – díky zploštění nejvzdálenější místo od středu Země



Princip měření vzdáleností metodou triangulace

Měsíc

- přirozená družice Země

- cca čtvrtinový průměr Země (3 476 km), střední vzdálenost je 384 000 km

- pevný povrch rozčleněný v krátery a rozsáhlá „moře“ (plochy ztuhlé lávy)

- 1969-72, Apollo 11-17, Neil Armstrong

pohyb

- rotace kolem vlastní osy

- rotace kolem Země $\Rightarrow$ synchronní rotace se Zemí, tj. jedna strana Měsíce je stále obrácená k Zemi, odvrácená strana není vidět (částečně jsou vidět malé okrajové části díky tzv. libraci = kývavý pohyb Měsíce)

$\Rightarrow$ důvod: doba rotace kolem Země = doba rotace kolem vlastní osy

- doba jednoho oběhu Měsíce kolem Země: 27,3 dne = tzv. siderický měsíc

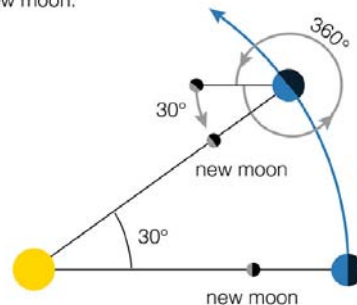
- doba mezi dvěma stejnými fázemi Měsíce: 29,5 dne = tzv. synodický měsíc

fáze měsíce

- při rotaci kolem Země zdánlivě mění svůj tvar X ve skutečnosti se mění tvar Sluncem ozářené části viditelné ze Země

- úplněk, nov

Earth travels about 30° per month around the Sun, so the Moon must orbit around Earth about $360^\circ + 30^\circ = 390^\circ$ from new moon to new moon.



Copyright © 2004 Pearson Education, publishing as Addison Wesley

Zatmění a zákryty

zatmění Slunce

$\rightarrow$ Měsíc se dostane mezi Zemi a Slunce (nov)

a) úplné – pozorovatelné v tzv. pásu totality

b) částečné

c) prstencové = kruhové

- na Zemi průměrně jednou za 18 měsíců, v 1 místě jednou za 370 let

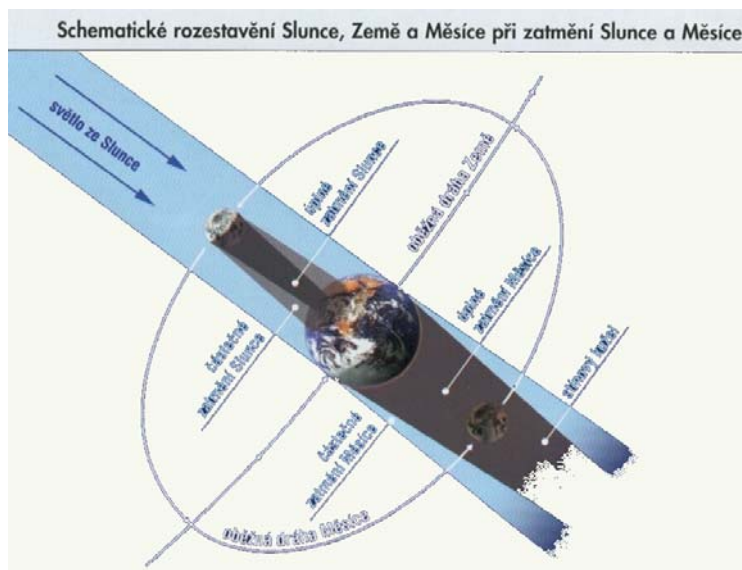
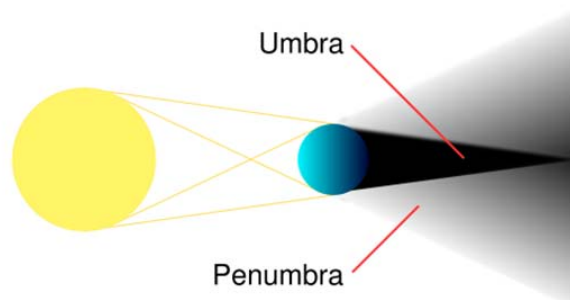
zatmění Měsíce

$\rightarrow$ Země se dostane mezi Slunce a Měsíc (úplněk)

$\rightarrow$ častější než zatmění Slunce

umbra = nejtemnější část stínu

penumbra = polostín



Slapové jevy

= periodické tvarové deformace těles způsobené vzájemným gravitačním působením jednotlivých těles sluneční soustavy

→ intenzita slapového působení je závislá na hmotnosti a vzdálenosti těles (Newtonův zákon)

- na Zemi má vliv gravitační působení Měsíce a Slunce, ostatní jsou zanedbatelné

- Měsíc a Země tvoří vzájemně gravitačně spjatou dvojici, která se otáčí kolem společného těžiště = barycentrum → na částice Země působí jednak gravitační síla Měsíce (čím dále od Měsíce, tím menší) a odstředivá síla daná oběžným pohybem středu Země kolem barycentra (je všude na Zemi stejně velká, působí proti gravitační síle Měsíce a je jí rovna ve středu Země)

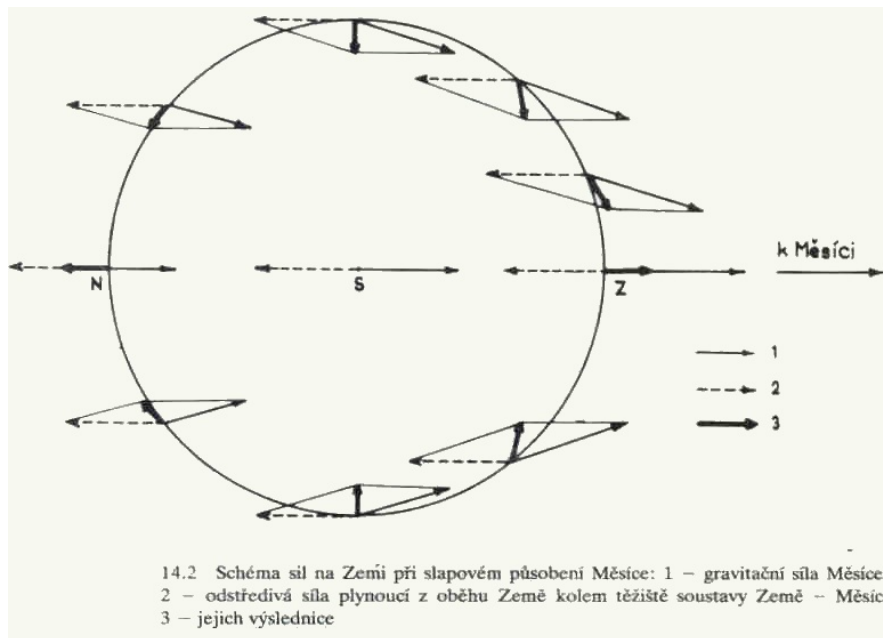
- slapové působení Slunce je asi 2x menší než slapové působení Měsíce

- dle prostředí, kde se slapové účinky projevují:

a) slapy mořské = dmučí

b) slapy zemské kůry

c) slapy atmosféry



Dmučí

- periodické střídání zdvihu (příliv) a poklesu (odliv) mořské hladiny

- v důsledku změn vzájemné polohy Slunce, Země a Měsíce vzniká tzv. půlměsíční nerovnost

→ v době úplňku a novu se gravitační účinky Slunce a Měsíce sčítají = skočný příliv

→ v době $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ Měsíce je gravitační působení Slunce a Měsíce na sebe kolmé = hluchý příliv

- charakter dmučí ovlivňuje tvar pobřeží → nálevkovitá ústí řek = estuária

př. záliv Fundy na východním pobřeží Kanady – výška přílivu až 20 m

př. Magalhaesův průliv, Bristolský záliv, záliv St. Malo

- dmučí zároveň modeluje pobřeží → přílivové plošiny = vaty → při odlivu se vynoří velké plochy, které jsou při přílivu opět zaplavovány, př. NP Wattenmeer (GER)

- přílivový příboj → proti proudu řek (využití vnitrozemských přístavů pro nám.dopravu)

př. Amazonka – tzv. pororoca → až 850 km od ústí

- přílivové elektrárny → La Rance u St.Malo

