

# Klimatologie a hydrogeografie

## Lekce 7

Podpovrchové vody,  
Hydrologie jezer a bažin,  
Základy oceánografie,  
Interakce oceán - atmosféra



RNDr. Jiří Jakubínský, Ph.D. | 27. 11. 2018

## Podpovrchové vody

- **hydrologie podpovrchových vod**
  - voda pod zemským povrchem jako součást oběhu vody v krajině
  - vztahy mezi vodou a horninovým prostředím → příznačné fyzikální a chemické vlastnosti vody
- základní řešené otázky:
  - zdroje vzniku a doplňování zásob podzemních vod (PZV)
  - pohyb PZV v horninovém prostředí určitých vlastností
  - režim a bilance zásob PZV
  - horizontální a vertikální rozmístění PZV
  - fyzikální a chemické vlastnosti a výskyt organismů
  - metody zjišťování zásob PZV a jejich jímání
  - ochrana zdrojů PZV

## Podpovrchové vody

- **zdroje vzniku a doplňování PZV**
  - **juvenilní voda**
    - magmatického původu
    - zemská kůra: molekuly vodíku a kyslíku → vodní pára
    - v chladnějších vrstvách přechod do kapalného stavu
    - slučování s povrchovou vodou
    - aktivní sopečná činnost, vody horkých pramenů a gejzírů
    - malá část PZV
  - **vadózní (mělká) voda**
    - stálá složka oběhu vody
    - kondenzační voda × infiltrační voda
    - fosilní PZV

3

## Podpovrchové vody

- **druhy vody v horninách**
  - výskyt PZV ve volných prostorech v horninách
  - sopečné horniny, zvětraliny a půdy: **průliny**
  - pevné horniny: **pukliny** (trhliny, praskliny)
  - **pásmo provzdušnění** → půdní vláh
  - **pásmo nasycení** → podzemní voda
  - **PŮDNÍ VLÁHA**
    - **vodní pára** – vypařování kapalné vody v horninách, kondenzace
    - **adsorpční (adhezni) voda** – blanky na povrchu zrn a puklin, poutané adsorpčními silami, vznik z vodní páry i z infiltrujících a filtrujících vody



zdroj: Netopil, 1984

4

## Podpovrchové vody

- **kapilární voda**
  - v pórech menších než 1 mm a puklinách menších než 0,25 mm
  - na povrch poutána kapilární silou
  - trvalý výskyt v jemnozrnných sypkých horninách nad hladinou PZV → vznik pásma kapilárního zdvihu
  - vertikální pohyby spolu s hladinou PZV
  - vznik možný i ve svrchní vrstvě půdy (při vsaku srážek)
  - „zavěšená voda“
- **vsakující voda**
  - pronikání z povrchu do půdy a dále prasklinami, trhlinami a volnými prostory
  - vliv gravitační síly
  - část se zadržuje na povrchu hornin jako kapilární a adsorpční voda
  - hloubka závislá na množství srážek, druhu povrchu i spotřebě na jiné druhy půdní vody
- **půdní led**

5

## Podpovrchové vody

- **PODZEMNÍ VODA**
  - výskyt vázán na horniny se schopností vodu pojmout a předávat (štěrky, štěrkopísky, pískovce, slepence, sopečné tufy, porézní lávy ...)
  - nutný obsah pórů a puklin větších než kapilárních
  - pohyb důsledkem gravitační síly
  - s vyšším hydrostatickým tlakem může proudit i póry a kapilárními puklinami
  - výskyt PZV až do hloubky 6,5 km v rámci **podzemní hydrosféry**
  - 3 pásma z hlediska výměny s vodou povrchové hydrosféry:
    - **pásma svrchní** (sladká, slabě mineralizovaná voda)
    - **střední pásmo** (zpomalená výměna vody, silnější mineralizace, vyšší teplota, zvýšený obsah síranů – síranaté vody [smrděavky], hořké vody [šaratice])
    - **spodní pásmo** (velmi silná mineralizace, často slané vody, vysoký obsah chloridů)

6

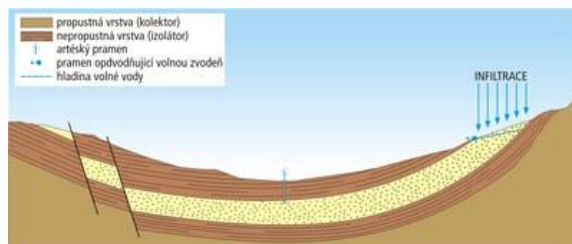
## Podpovrchové vody

- obtížná identifikace polohy hranic pásem → **mělké a hluboké zvodně**
- podle pohybu vody rozlišujeme **průlinovou a puklinovou vodu**
- **PRŮLINOVÁ VODA**
  - přemísťuje se **filtrací** či **filtračním prouděním**
  - čištění a mineralizace
  - prům. rychlost jen **cm – dm/den** (v hrubozrnných pískách max. metry/den)
  - výškový rozsah určen polohou nepropustného podloží a polohou hladiny vody (nebo polohou nadložní nepropustné vrstvy) – **mocnost zvodně**
  - **volná × napjatá hladina** podzemní vody
  - otvor ve vrchní nepropustné vrstvě → **výstupná (piezometrická) výška**
    - negativní / pozitivní výstupná výška
  - výškový rozdíl mezi napjatou hladinou a výstupnou výškou = **velikost hydrostatického tlaku**
  - absolutní výšková poloha volné hladiny zvodně – **hydroizohypsy / napjaté hladiny – hydroizopiezy**

7

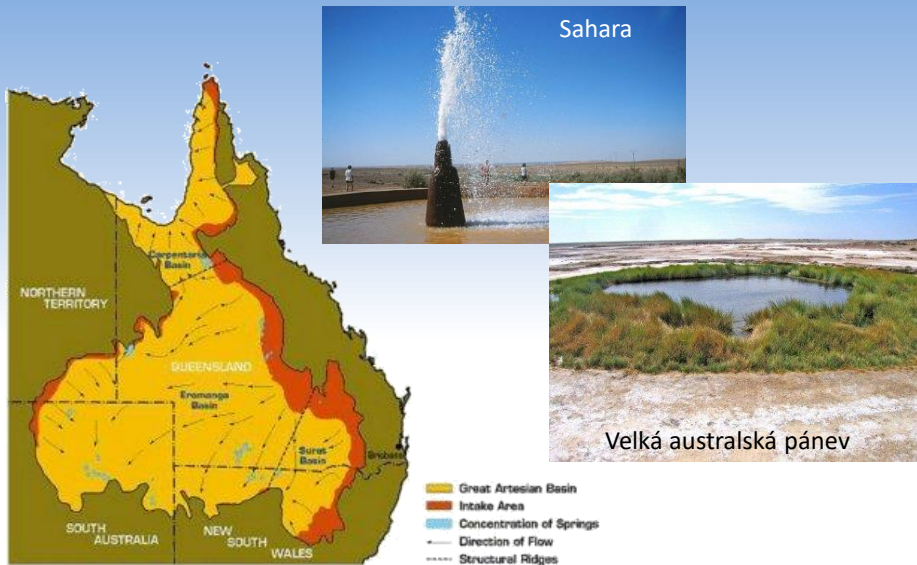
## Podpovrchové vody

- **artéská voda**
  - průlinová podzemní voda s napjatou hladinou
  - tlak narušuje artéský strop
  - artéská pánev – mísovitě prohnuté vrstvy sedimentárních hornin rozdílné propustnosti (pískovce, jíly, ...)
  - napájení artéských zvodní v oblasti výstupu propustných vrstev na povrch
  - oblast přetlaku
  - Velká australská pánev



8

## Podpovrchové vody

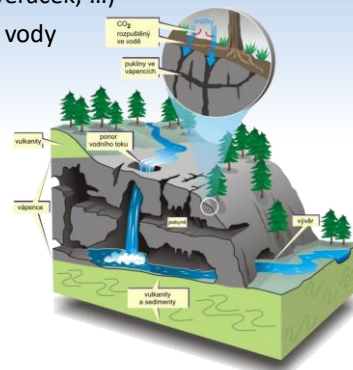


9

## Podpovrchové vody

### • PUKLINOVÁ VODA

- pohyb vlivem gravitace
- krátká doba setrvání v horninovém prostředí → slabá mineralizace a nedostatečná filtrace vody
- výrazná roční amplituda teploty vody (zejm. při povrchu)
- krasové vody (systém závrťů, ponorů, vyvěraček, ...)
- „hladové prameny“ – periodické krasové vody

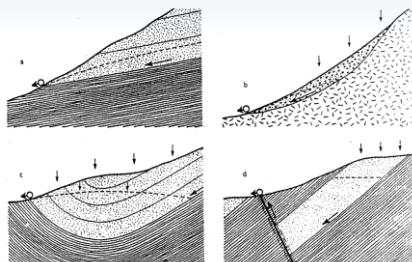
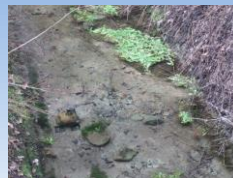


10

## Podpovrchové vody

### • PRAMENY

- přirozený výtok vody na zemský povrch
- **vydatnost pramene** [ $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
- zjevný × utajený
- soustředěný × rozptýlený
- **prameny stálé, občasné (periodické), epizodické**
- prameny sestupné × výstupné
- **druhy pramenu dle vlastností horninového prostředí zvodně**
  - vrstevnaté prameny
  - puklinové prameny
  - vzduté prameny
  - suťové prameny



zdroj: Kettner, 1948

11

## Podpovrchové vody

- **prameny dle teploty vody:**
  - studené (prům. teplota nepřesahuje prům. teplotu vzduchu v lokalitě)
  - teplé (termy,  $t > 20\text{ °C}$ )
    - vlažné (hypotermie,  $t \leq 37\text{ °C}$ )
    - teplé (termální,  $t < 50\text{ °C}$ )
    - vřídla (termy,  $t \geq 50\text{ °C}$ )
- **prameny dle obsahu minerálních látek**
  - prosté
  - minerální (více než 1 g rozpuštěných látek na 1 l vody)
- **prameny dle charakteru obsažených minerálních látek**
  - kyselky ( $\text{CO}_2$ , Lázně Kyselka)
  - alkalické prameny (uhličitan sodný, Bílina)
  - železité prameny (uhličitan železnatý, Kynžvart, Toušeň)
  - slánice (min. 15 ‰ NaCl, Luhačovice)
  - hořké prameny (síran hořečnatý, Šaratice, Zaječice u Mostu v Čechách)
  - sírné (sirovodíkové) prameny (sirovodík, Ostrožská Nová Ves)

12

## Hydrologie jezer a bažin

- **jezero** – uzavřená, přirozená deprese zemského povrchu, vyplněná vodou
- tvořeno horninovým prostředím, flórou a faunou na dně i vznášející se ve vodě
- členění jezer podle hydrologických, morfometrických, morfografických, fyzikálních, chemických a biologických kritérií
- **dělení dle charakteru přítoku a odtoku vody**
  - bezodtoká
  - odtoková (otevřená)
  - průtočná
  - konečná
- reliktní jezera
- **dělení dle původu jezerní pánve**
  - hrazená
  - kotlinová (např. tektonická, ledovcová, krasová, vulkanická, alasy)
  - údolní
  - smíšeného původu



13

## Hydrologie jezer a bažin

- **dělení jezer dle geologických a geomorfologických podmínek, které formovaly jezerní pánve**
  - **jezera tektonického původu**
    - riftové zóny
    - časté kryptodeprese
    - Bajkal, Tanganika, Malawi, Ukerewe, Titicaca ...
  - **jezera vulkanického původu**
    - kalderová (hrazená lávovými proudy, Crater Lake [Oregon, USA], Pinatubo [Filipíny], Albano [Itálie], Nikaragua, ...)
    - maary (explozivní krátery, Porýní, Kanárské ostrovy, ...)
  - **ledovcová jezera**
    - nepravidelný půdorys i reliéf dna
    - často bezodtoká
    - zdroj vody: srážky, PZV
    - zanikání říční sedimentací u průtočných jezer
    - horské ledovce → jezera v oblasti ablace a ukládání morén (**hrazená jezera**) a v oblasti vyživování ledovců (**karová jezera**)
    - Ženevské, Bodamské, Gardské jezero, ...

14

## Hydrologie jezer a bažin

- **jezera říčního původu (údolní)**
  - výsledek erozní a akumulační činnosti vodního toku
  - mělká a rozlehlá jezera
  - mrtvá říční ramena, zaškrbené meandry
  - zásobována vodou za povodní
  - zarůstání vegetací → bažiny
  - typicky v deltách velkých toků – Dunaj, Volha, Mississippi, ...
- **pobřežní jezera mořského původu**
  - v oblasti limanů
  - postupné „vyslazování“
  - zarůstání vegetací → bažiny, poldry, marše
- **jezerní pánve eolického původu**
  - vyváté terénní deprese v pustinných oblastech
  - nesoudržné zvětralinové usazeniny
  - velmi mělké a rozlehlé pánve zaplavované periodicky či epizodicky vodou
  - časté solné kůry, slané bažiny, šoty

15

## Hydrologie jezer a bažin

- **krasová jezera**
  - karbonátové horniny
  - jezera trvalá, občasná, dočasná
  - v **poljích**
  - malá krasová jezera i v podzemních prostorách (zahrazení dna jeskyň zřícenými stropy, za sifony, sintrovými hrázemi, apod.)
  - napájena převážně krasovou podzemní vodou – specifický termický a chemický režim



Plitvička jezera



Feneos polje, Peloponnes

16



## Hydrologie jezer a bažin



17

## Hydrologie jezer a bažin



18

## Hydrologie jezer a bažin

- **dělení dle teplotního režimu**
  - teplá / chladná / studená
- **dle chemického složení vody**
  - sladkovodní / solná / minerální
- **dle biologického hlediska**
  - eutrofní / oligotrofní / dystrofní



19

## Hydrologie jezer a bažin

- **bažiny**
  - části zemského povrchu s trvale nebo po delší dobu roku zamokřenou i mělce zaplavenou půdou, porostlou vlhkomilnými a vodomilnými rostlinami
  - často vzniklé zarůstáním jezerních pánví nebo zvýšením hladiny PZV
  - **dělení dle vegetačního krytu:**
    - bažiny ekvatoriálních šířek s porosty deštných lesů, trav i vodních rostlin, na pobřeží moří s mangrovovými porosty
    - bažiny vlhkých tropů a subtropů s porosty rákosů, trav i vysokých dřevin (bahenní cypřiše, blahovičnický)
    - bažiny suchých tropů a subtropů s nahromaděnou solí a slanomilnou vegetací (playas)
    - bažiny mírných šířek – slatiny, slatinná rašeliniště a vrchoviště, na pobřeží moří marše

20

## Hydrologie jezer a bažin

- **slatiny**
  - vznik zanášením či zarůstáním jezer, mrtvých říčních ramen a zaplavovaných údolí řek v nejnižších polohách
  - akumulace minerálních látek
  - typické pásmovité uspořádání vegetace a půd
  - po okrajích kyselé prostředí vlhkých půd (glejí) – možný vznik rašeliníšť
- **slatinné rašeliníště**
  - terénní deprese na dnech říčních údolí nebo kotlin v rovinatém terénu
  - nedokonalý odtok vody, vysoká hladina PZV (hlavní zdroj vody)
  - minimální mineralizace (srážky, PZV) → rozvoj rašeliníku
  - v ČR název „blata“ (jižní Čechy)
- **vrchoviště (vrchovištní rašeliníště)**
  - terénní deprese ve vyšších polohách, napájená zejm. dešťovou vodou
  - typický vypouklý tvar
  - rašeliník, suchopýr, borovice blatka, kleč, ...

21

## Hydrologie jezer a bažin



22

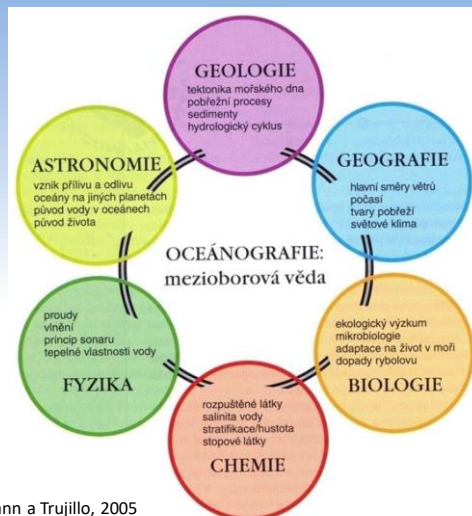
## Umělé vodní plochy

- **rybník**
  - uměle vytvořené vodohospodářské dílo, v ČR cca 21 000
  - chov ryb, vodní drůbeže
  - rybníční soustavy
  - **zdroj vody:**
    - srážková voda dopadající do jejich povodí („nebeský rybník“)
    - podzemní voda (pramenný rybník)
    - vodní tok
      - průtočné / obtočné rybníky
    - napájené říční vodou přívodními kanály (Zlatá stoka)
  - Rožmberk (489 ha), Máchovo jezero (max. hloubka 12 m), Staňkovský rybník (objem 6,6 mil. m<sup>3</sup>)
- **přehrada**
  - funkce energetická, protipovodňová, zásobovací, dopravní, rekreační, produkční (chov ryb)
  - Lipno I (4909,8 ha), Dalešice (85,5 m), Orlický (716,5 m<sup>3</sup>)

23

## Základy oceánografie

- fyzická oceánografie (fyzikální vlastnosti mořské vody a její pohyb, interakci oceán – atmosféra)
- chemická oceánografie
- biologická oceánografie
- mořská geologie a geofyzika
- aplikovaná oceánografie

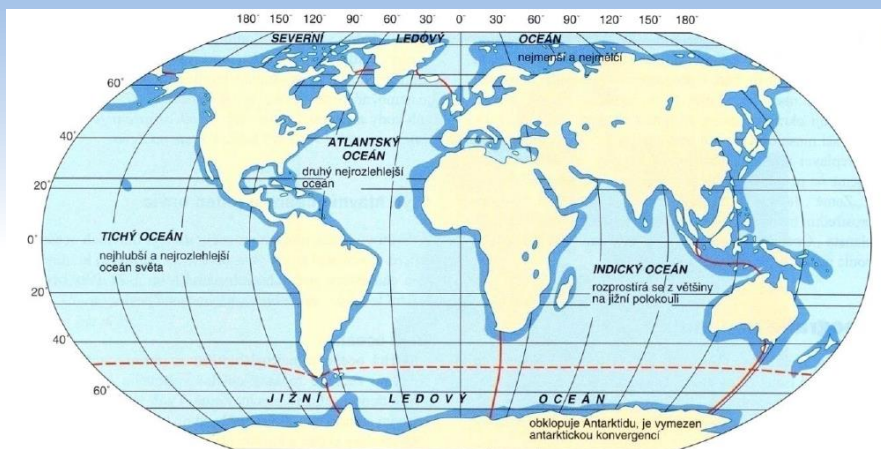


zdroj: Thurmman a Trujillo, 2005

24

## Základy oceánografie

- ČÁSTI SVĚTOVÉHO OCEÁNU
- Tichý, Atlantský, Indický, Severní ledový a Jižní ledový oceán (od r. 2000)



zdroj: Thurmann a Trujillo, 2005

25

## Základy oceánografie

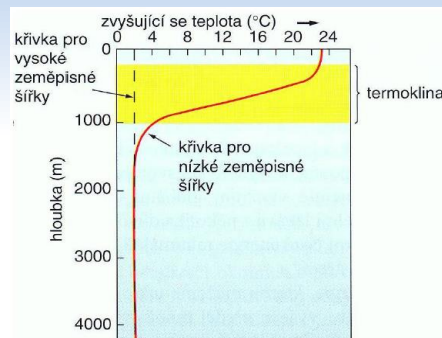
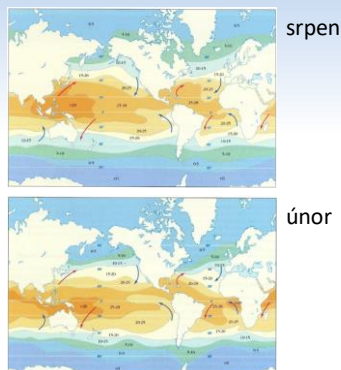
- členění světového oceánu
  - oceány
  - moře (okrajová / vnitřní + „středozevní moře“)
  - zálivy a zátoky (malé části oceánu či moře vnikající do pevniny, někdy však charakter okrajových moří!)
  - průlivy
- FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MOŘSKÉ VODY
  - teplota vody
    - zdroj energie: pohlcování slunečního záření, konvektivní přenos tepla pod hladinou, kondenzace vodní páry na hladině
    - ochlazování vlivem vyzařování z hladiny, konvektivním přenosem tepla a výparem
    - horizontální (z nižších do vyšších z. š.) i vertikální přenos tepla (konvekční proudění a tubulence)
    - termohalinní konvekce – změna hustoty vody podmíněná teplotou a salinitou
    - prům. teplota svrchní vrstvy mořské vody = 17,4 °C (min. -1,9 °C; max. +30 °C)

26

## Základy oceánografie

- **teplota hlubinných vod**

- **tropický – mírný pás:** výrazný pokles s hloubkou (skočná vrstva-termoklina)
- v hloubce 2 km průměrná teplota cca 2–4 °C
- **polární moře:** od hloubky několika desítek metrů do cca 300–500 m nárůst teploty z -1,9 °C na 0 °C, homogenní studená vrstva až ke dnu



zdroj: Thurmanna a Trujillo, 2005

27

## Základy oceánografie

- **hustota mořské vody**

- závislost na teplotě, salinitě a tlaku
- při salinitě 35 ‰, teplotě 0 °C je **hustota 1,028**
- při teplotě 20 °C je hustota 1,024
- nárůst hustoty s rostoucí salinitou a klesající teplotou (platí jen při nízké salinitě – cca do 10 ‰) – **max. hustota při 4 °C**
- nárůst hustoty s rostoucím tlakem
- nárůst hustoty od tropických šířek po polární oblasti
- **pyknoklina**



zdroj: Thurmanna a Trujillo, 2005

28

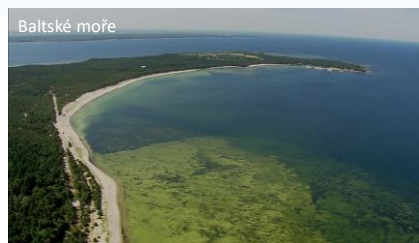
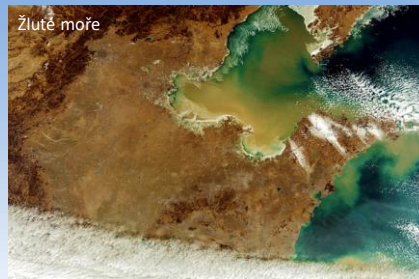
# Základy oceánografie

- **barva mořské vody**

- závislost na množství biogenní a minerální suspenze – vliv na intenzitu pohlcování paprsků světelného spektra
- velké množství minerální suspenze (jíl, silt) – žlutavá až hnědavá barva
- velké množství planktonu – zelená barva
- menší množství planktonu – modrá barva
- nejchudší oblasti z hlediska obsahu planktonu (mořské pouště), nejčastěji 40° s.š.–40° j.š. – kobaltově modrá barva (např. Sargasové moře)
- vnitřní a okrajová moře mírného pásu + studená polární moře – zelená až zelenohnědá barva
- názvy moří podle specifického zbarvení
  - Žluté moře, Bílé moře, Rudé moře, ...
- průhlednost mořské vody měřena Secchiho deskou

29

# Základy oceánografie



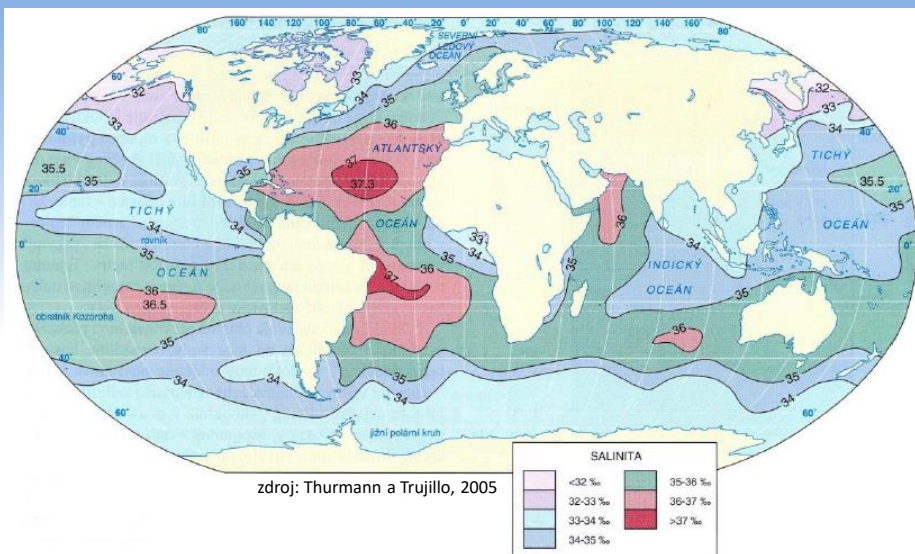
30

## Základy oceánografie

- **CHEMICKÉ SLOŽENÍ MOŘSKÉ VODY**
  - nejvýrazněji složení a vlastnosti mořské vody ovlivňují soli ( $\emptyset$  3,5 %)
  - salinita [% , ‰] – celkové množství pevných látek a plynů, rozpuštěných v 1 litru mořské vody
  - nejvíce zastoupené soli: chlorid sodný, chlorid hořečnatý, síran hořečnatý, síran vápenatý, síran draselný, uhličitán vápenatý
  - prům. salinita mořské vody = 35 ‰
  - max. v tropických šířkách (37 ‰), min. v polárních oblastech (35–33 ‰)
  - Rudé moře (42 ‰), Baltské moře (4–6 ‰)
  - v okrajových a vnitřních mořích mírného pásu salinita nižší – převaha srážek nad výparem, přítok říčních vod
  - v okrajových a vnitřních mořích tropického pásu salinita vyšší – převládající výpar
  - s rostoucí hloubkou salinita mírně klesá
  - brakické vody
  - skočná vrstva změny salinity s hloubkou (400–1000 m) – haloklina

31

## Základy oceánografie



32



## Základy oceánografie

### • LED NA MOŘSKÉ HLADINĚ

- teplota zámrazu mořské vody při salinitě 35 ‰ a hustotě 1,028 činí  $-1,9\text{ °C}$
- sůl se z ledu postupně vylučuje vertikální difúzí
- nový led = jiskřivě bílá barva / starý led = našedlý či namodralý
- rychlost tvorby ledové pokrývky je dána mírou rozvlnění hladiny, sněžením, salinitou, zásobami tepla ve svrchní i hluboké vrstvě vody
- max. rozsah ledu (konec zimy na J polokouli) – cca 24 mil. km<sup>2</sup> světového oceánu
- tabulový led – souvislý ledový pokryv o mocnosti až do 2,5 m
- ledová návrš – nakupení ledu rozlámaného vlivem vlnění
- ledová tříšť (drift) – roztávání ledové návrše
- „pack ice“ – víceletý led o mocnosti přes 10 m
- iceberg (ledová hora) – velká ledová kra, vynášená z polárních oblastí až po 30° z. š. (obvykle útržky grónského pevninského ledovce či antarktického ledovcového štítu)

33

## Základy oceánografie

### • ROZPTÝLENÉ ČÁSTICE V MOŘSKÉ VODĚ (SUSPENZE)

- anorganická suspenze (pevné částice přinášené řekami, větrem, ...)
- organická suspenze
  - fytoplankton
  - zooplankton
- větší rozvoj planktonu v chladnější a více okysličené vodě – nárůst obsahu planktonu do vyšších z. š. a směrem k pobřeží



34

# Základy oceánografie

## • POHYBY MOŘSKÉ VODY

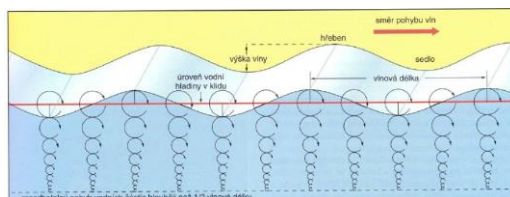
- pohyb v uzavřených drahách – vlnění
- přemísťování vody ve vertikálním či horizontálním směru – mořské proudění, mořské proudy a mořské dmutí
- astronomické a atmosférické vlivy
- geodynamické vlnění (sopečná a zemětřesná činnost) – tsunami
- příčiny vzniku pohybů mořské vody:
  - přitažlivá síla Měsíce a Slunce (mořské dmutí)
  - všeobecná cirkulace atmosféry (povrchové proudy)
  - nerovnoměrné ohřívání vody v různých zeměpisných šířkách
  - rozdílná salinita (hlubinné proudění)
  - gradienty atmosférického tlaku (vlnění)
  - vliv podmořského zemětřesení (tsunami)
  - sopečná činnost (tsunami)

35

# Základy oceánografie

## • vlnění

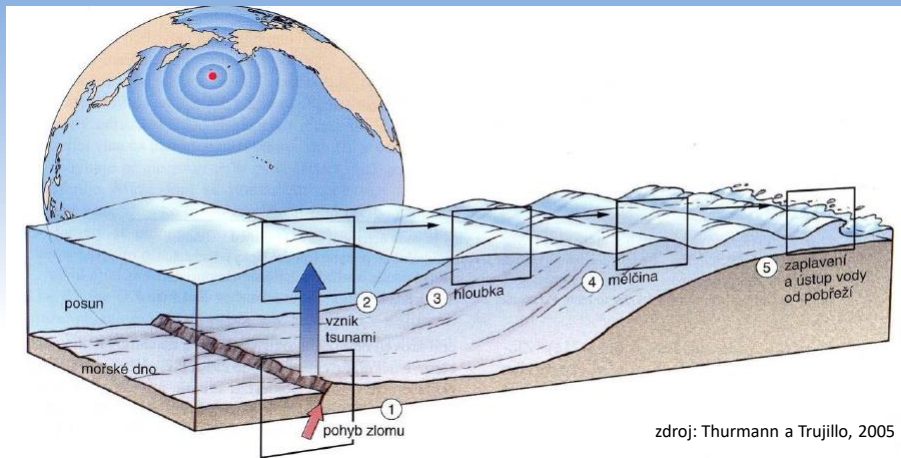
- pohyb vodních částic po uzavřených, kruhu blízkých drahách
- vlnění eolické, vnitřní, stojaté (sěše), geodynamické a rázové
- základní parametry vlny:
  - **délka vlny** – horizontální vzdálenost mezi dvěma hřbety
  - **výška vlny** – vertikální vzdálenost mezi nejvyšším bodem hřbetu a nejnižším bodem za ní následující vpadliny
  - **perioda vlny** – doba mezi přechodem dvou po sobě následujících hřbetů vln stejným bodem
  - **rychlost vlny** – podíl délky vlny a její periody



zdroj: Thurmann  
a Trujillo, 2005

36

## Základy oceánografie



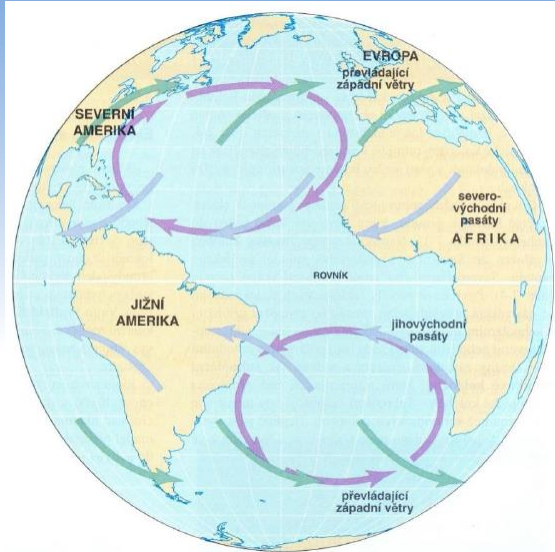
37

## Základy oceánografie

- **mořské proudění**
  - vliv na lokální salinitu, teplotu vody, vlastnosti ovzduší nad mořem i pobřežím pevnin
  - výrazná **interakce s atmosférou**
  - hlavní příčiny vzniku oceánského proudění:
    - vzdušné proudění v přízemních vrstvách atmosféry souvisící se všeobecnou cirkulací vzduchu na Zemi, působením pravidelných a stálých větrů vznikají nucené proudy zvané **driftové**
    - odlišná teplota a salinita částí oceánských mas vody
    - celková bilance oběhu vody nad oceány a moři jako výsledek vzájemné výměny vody mezi oceány a pevninou i mezi oceány a jejich částmi
    - setrvačnost driftových proudů (**volné proudy**)
    - vyrovnávání úbytku vody přítokem ze sousední oblasti (vyrovnávací čili **komenzační protiproud**)
    - vlnění a slapové jevy, vyvolávající **periodické proudy** při pobřeží nebo mezi řetězy ostrovů

38

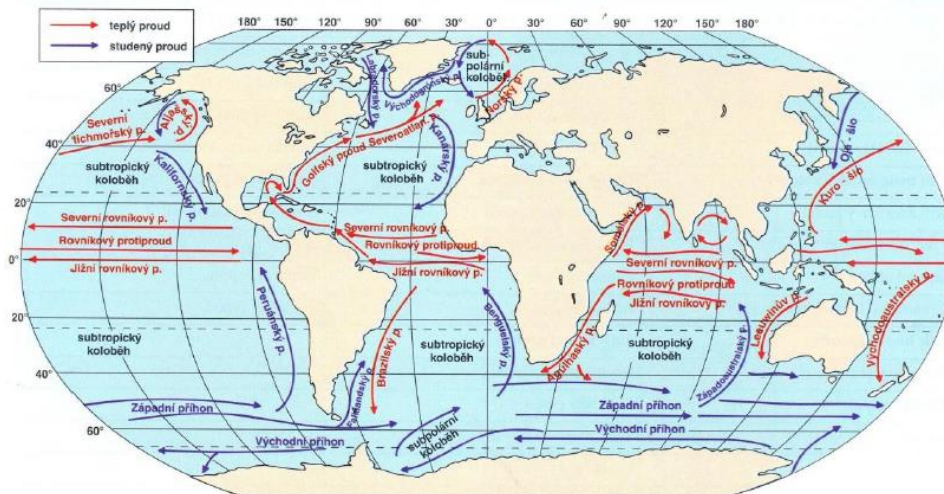
# Základy oceánografie



zdroj: Thurmann a Trujillo, 2005

39

# Základy oceánografie

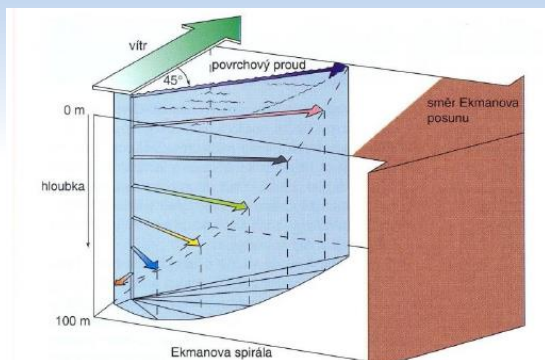


zdroj: Thurmann a Trujillo, 2005

40

## Základy oceánografie

- **směr proudů ovlivněn:**
  - rozložením pevnin
  - tvarem pobřeží
  - reliéfem mořského dna
  - rotací Země (Ekmanova spirála)

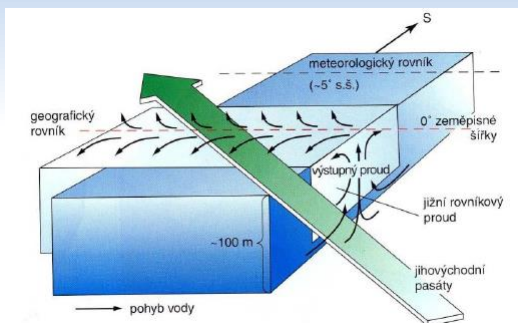


zdroj: Thurmman a Trujillo, 2005

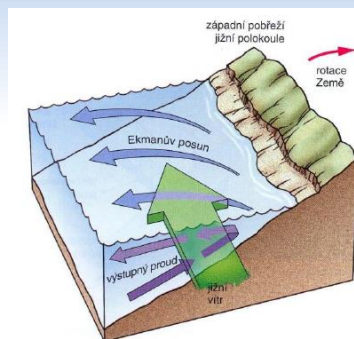
41

## Základy oceánografie

- **výstupné mořské proudy**
  - vznik:
    - při **proudové divergenci** v oblasti rovníku (Severní a Jižní rovníkový proud) – rovníkový výstupný proud - výstup chladné a na živiny bohaté vody
    - výstup vody při pobřeží



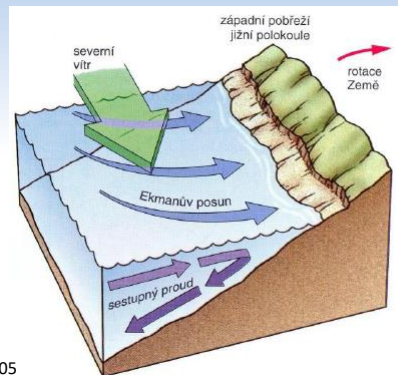
zdroj: Thurmman a Trujillo, 2005



42

# Základy oceánografie

- **sestupné mořské proudy**
  - vznik:
    - při **proudové konvergenci** – styk dvou a více proudů v uzlovém bodě
    - např. Golský, Labradorský a Východní grónský proud – konvergence – hromadění vody a její pokles ke dnu
    - sestup vody při pobřeží

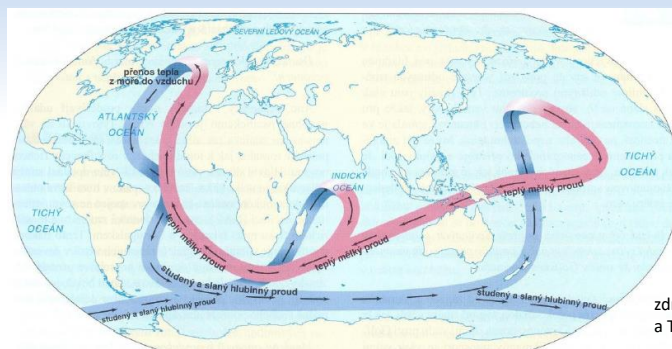


zdroj: Thurmann a Trujillo, 2005

43

# Základy oceánografie

- **systémy povrchových mořských proudů v rámci jednotlivých oceánů**
  - viz skripta Ruda (2014)
- **HLUBINNÉ PROUDĚNÍ**
  - příčina = rozdíly v hustotě mořské vody (→ salinita, teplota vody)
  - **termohalinní cirkulace**
  - povrchové + hlubinné proudění = **pásová cirkulace**



zdroj: Thurmann a Trujillo, 2005

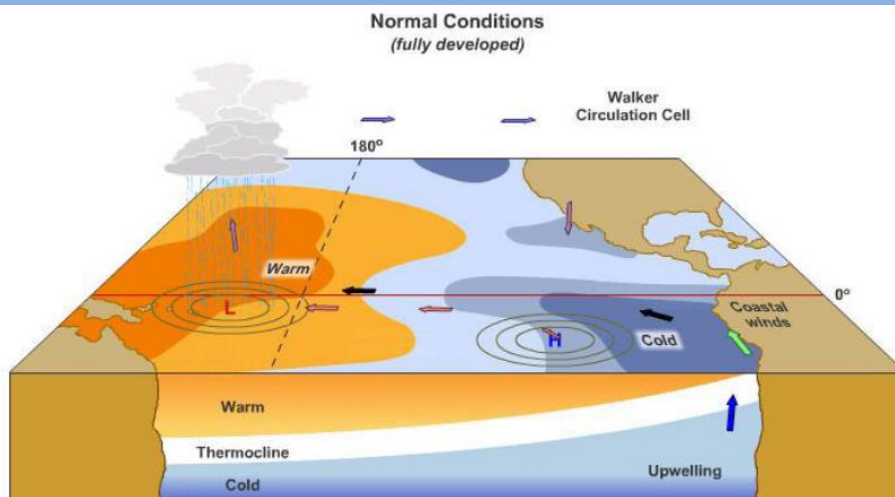
44

## Interakce oceán – atmosféra

- **EL NIÑO – jižní oscilace (ENSO)**
  - periodicky se vyskytující oslabení intenzity studeného Peruánského (Humboldtova) proudu a oteplení povrchových vod při západním pobřeží J Ameriky
  - kolísání atmosférického tlaku
  - „normální“ podmínky
    - Z pobřeží J Ameriky: anticyklona v subtropických šířkách
    - Z Pacifik: celoroční oblast nízkého tlaku vzduchu → intenzivní výpar → vysoké srážkové úhrny, vznik JV pasátů
    - stálá cirkulace vzduchu ovlivňuje pohyb mořské vody – „teplý pacifický bazén“
    - **Walkerova cirkulační buňka**
    - intenzita oscilace určena **Indexem jižní oscilace** – rozdíl tlaku vzduchu při hladině sv. oceánu měřeného na Tahiti a v Darwinu
    - kladná hodnota indexu = **teplá fáze (El Niño)**
    - záporná hodnota indexu = **chladná fáze (La Niña)**

45

## Interakce oceán – atmosféra



zdroj: Geoscience Animation Library, 2005

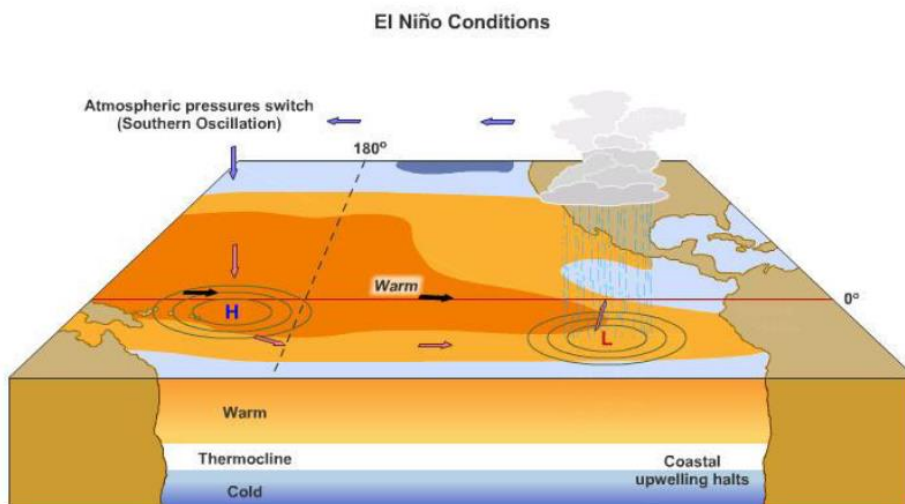
46

## Interakce oceán – atmosféra

- **teplá fáze (El Niño)**
  - narušení Walkerovy cirkulační buňky
  - oslabení či zastavení JV pasátů
  - teplý pacifický bazén se přesouvá na východ
  - výrazný nárůst teploty povrchové vody až o 10 °C
  - oslabení výstupného proudění u pobřeží J Ameriky (nebo i sestupné proudy!)
  - oblast nízkého tlaku u pobřeží J Ameriky – srážky, tropické cyklóny, ...
  - období sucha v Austrálii
  - perioda výskytu cca 3–7 let
  - doba trvání 7–9 měsíců

47

## Interakce oceán – atmosféra



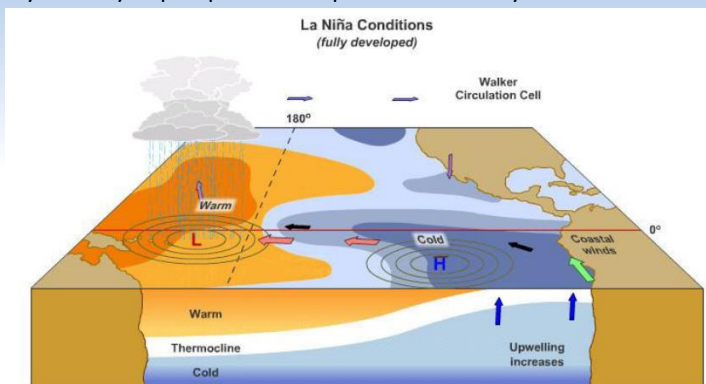
zdroj: Geoscience Animation Library, 2005

48



# Interakce oceán – atmosféra

- studená fáze (La Niña)
  - přichází po El Niňu
  - výrazné tlakové rozdíly mezi Z a V části Tichého oceánu – intenzivní JV pasáty
  - výrazné výstupné proudění u pobřeží J Ameriky

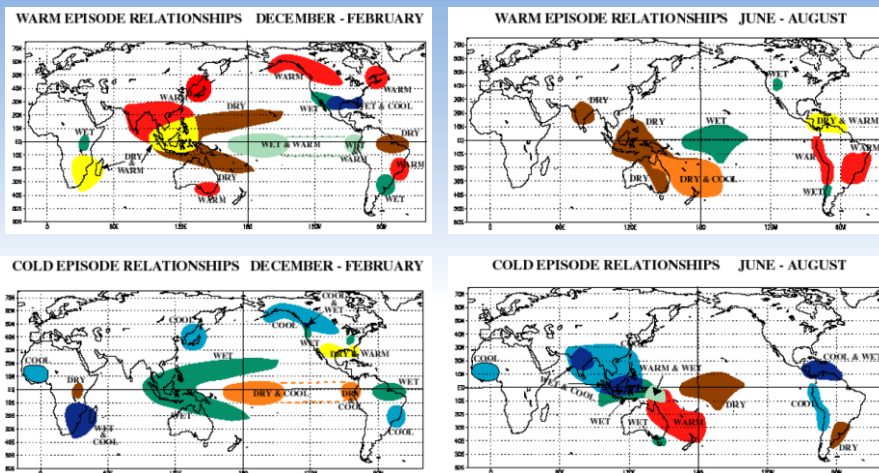


zdroj: Geoscience Animation Library, 2005

49

# Interakce oceán – atmosféra

- dopady na počasí ve světě

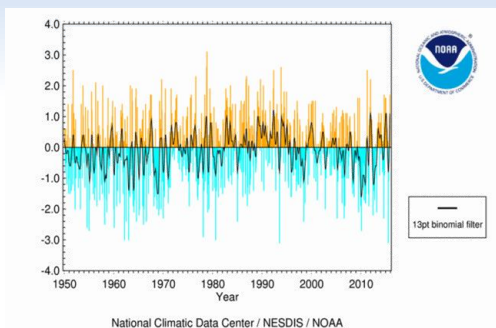


zdroj: NOAA, 2011

50

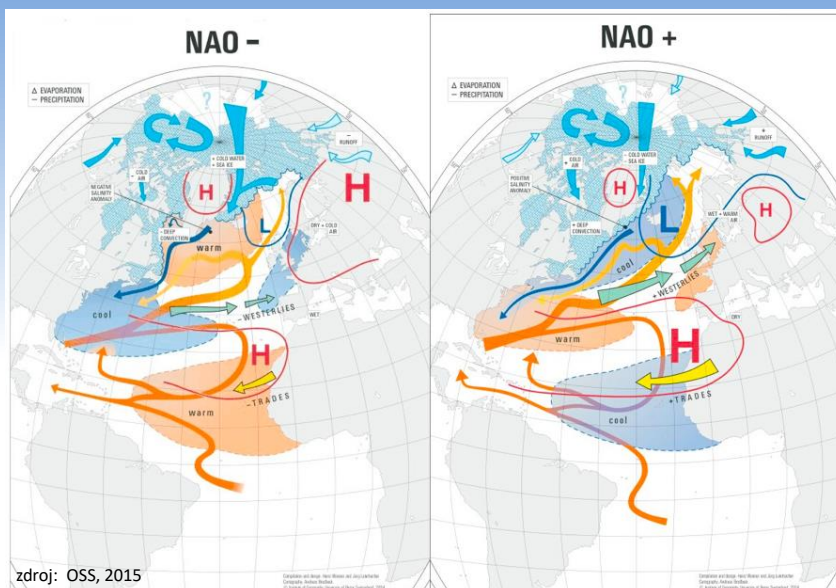
# Interakce oceán – atmosféra

- Severoatlantická oscilace (NAO)
  - změny atmosférického tlaku mezi oblastí Azorských ostrovů a Islandem
  - velký rozdíl tlaku = vysoké hodnoty indexu NAO+ = zesílené západní proudění vzduchu (chladnější léta a teplejší zimy, vlhčí počasí v Evropě)
  - malý rozdíl tlaku = NAO- = extrémní hodnoty teplot v létě i zimě, nízké srážkové úhrny
  - patrný vliv také na počasí v S Americe (východní pobřeží) a ve Středomoří



51

# Interakce oceán – atmosféra



52