

# **Ekologie moří, oceánů a oceánobiologie**

*Jan Helešic ([helesic@sci.muni.cz](mailto:helesic@sci.muni.cz))*

*Edmund Sedláč ([medin@mail.muni.cz](mailto:medin@mail.muni.cz))*

*Exkurze*

*Vladimír Uvíra ([uvira@prfnw.upol.cz](mailto:uvira@prfnw.upol.cz))*

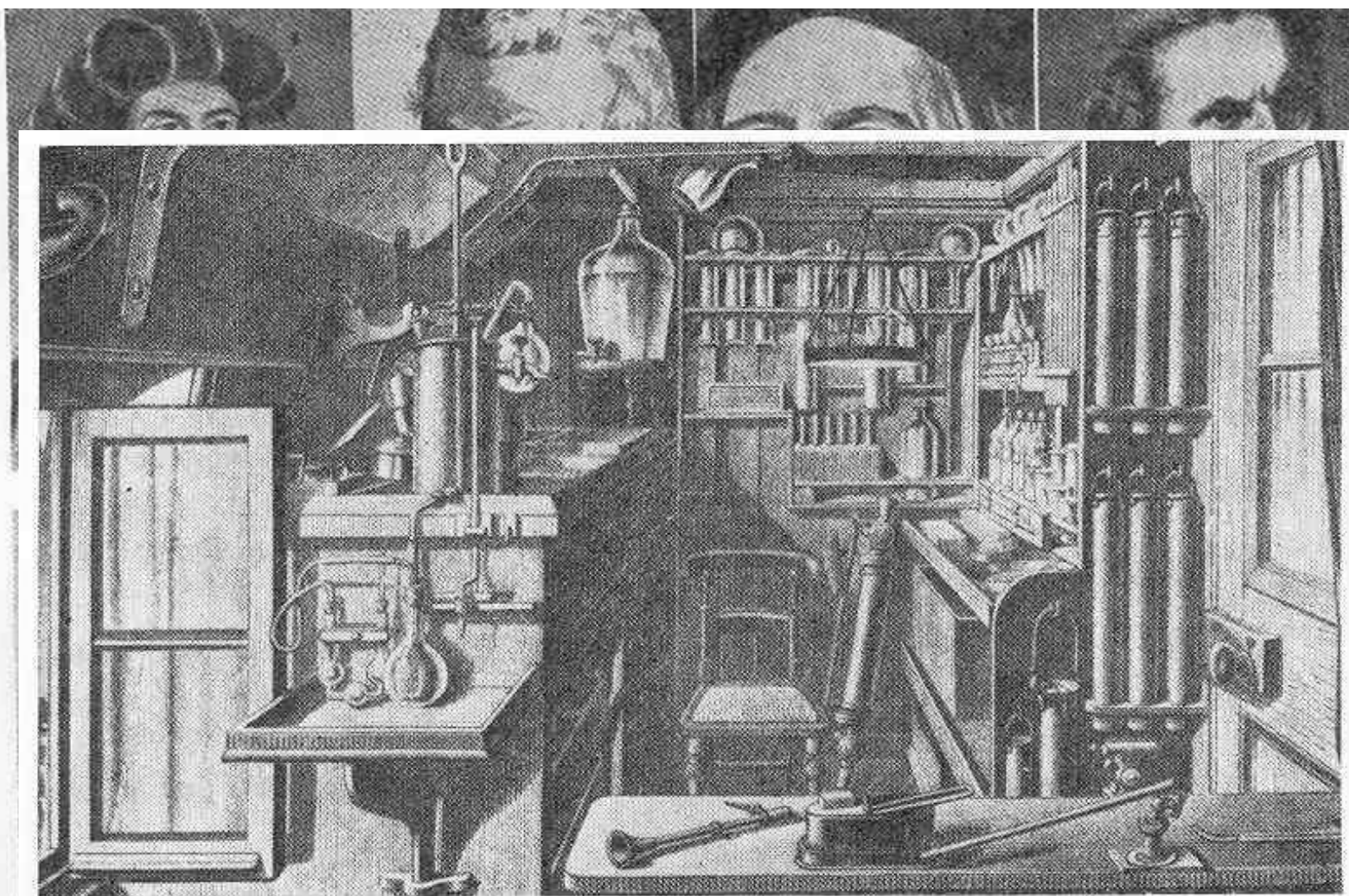
*Adam Petrusek ([petrusek@cesnet.cz](mailto:petrusek@cesnet.cz))*

# Syllabus

- **Základy oceánografie ;**
- **Funkce a prostředí;**
- **Procesy v otevřeném moři;**
- **Prostředí dna pobřeží;**
- **Procesy na dně od pobřeží do hlubin oceánů;**
- **Vliv člověka na mořské ekosystémy;**
- **Mořské organismy;**
- **Organizmy otevřeného moře;**
- **Organizmy mořského dna.**

# Učebnice

- **Kukal Z. a kol.: Základy oceánografie. Academia Praha 1977**
- **Levinton J.S.: Marine biology. Function, biodiversity, ecology. Oxford Univ. Press, New York, 2001**
- **Byatt A., Fothergill A., Holmes M.: Modrá planeta – Přírodopis oceánů, BBC Knižní klub Praha 2002**
- **Thurman V.H. Trujillo A.P.: Oceánografie Computer Press Praha, 2005**

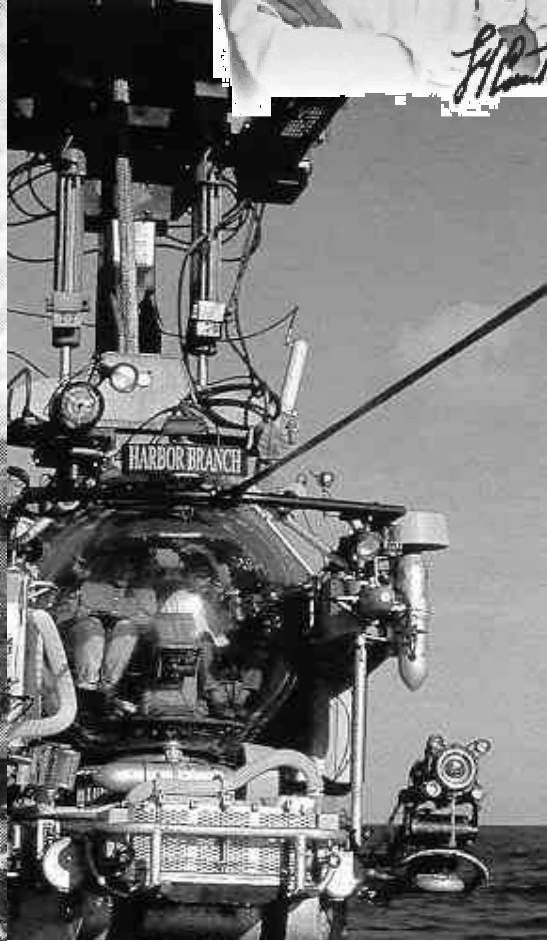
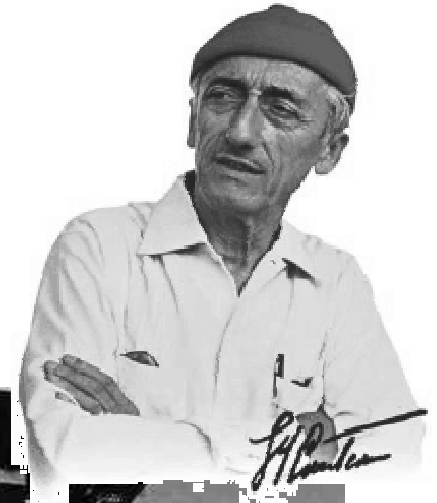


Obr. 2.9. Chemická laboratoř na lodi H. M. S. Challenger. Uskutečnila více než 1000 analýz mořské vody i mořských sedimentů.

Obr. 2.3. Význační objevitelé moří a oceánografové. V horní řadě zleva doprava: Vasco da Gama (1469—1524), Fernão Magalhães (1480—1521), Kryštof Kolumbus (1450—1506), James Cook (1728—1779). Ve spodní řadě: Eduard Forbes (1790—1855), M. F. Maury (1820—1903), Alexander Agassiz (1822—1891), John Murray (1839—1908).

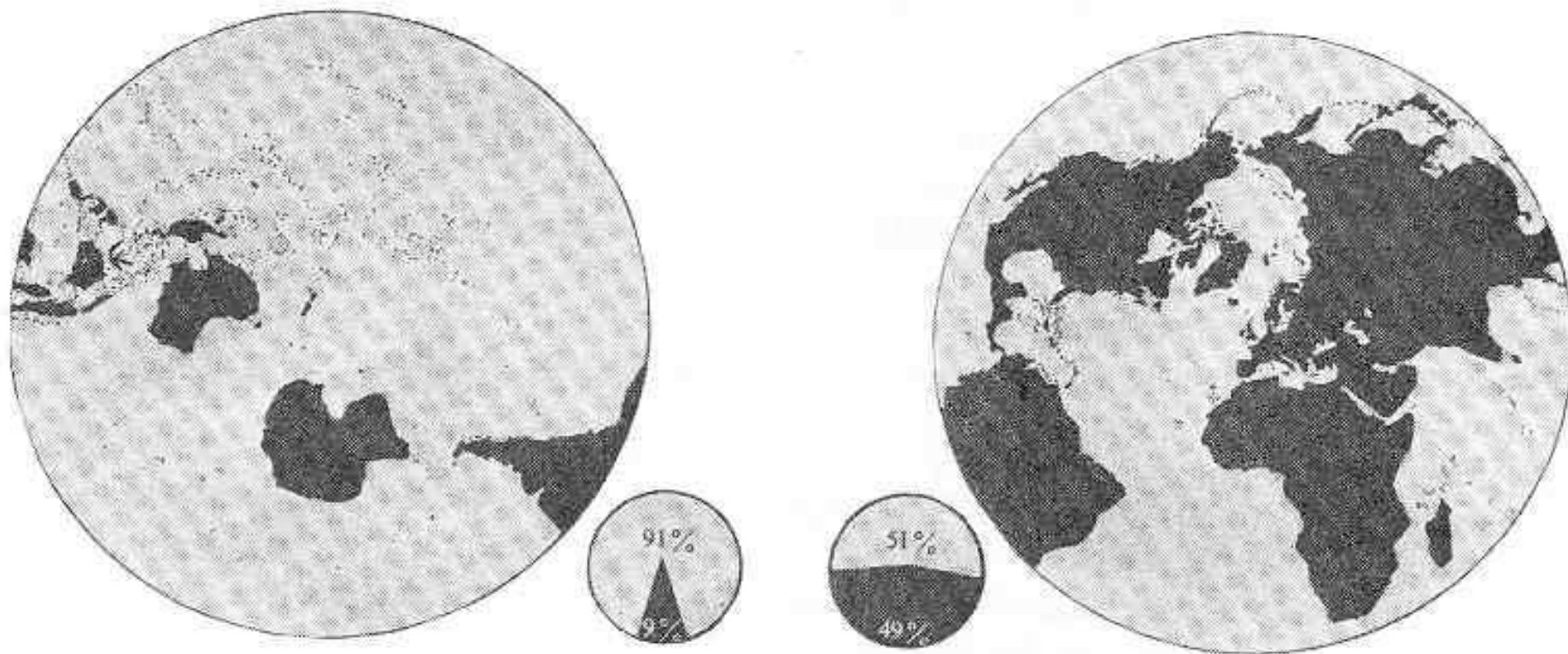


vy



- Jacques Cousteau
- Marine National
- 1886
- Marine National
- Hole
- Friday

# Modrá planeta – Prostředí



Obr. 3.1. „Oceánská“ a „pevninská“ zemská polokoule. Pól oceánské polokoule je v Oceánii, pól pevninské polokoule ve Francii. I na pevninské polokouli však svou plochou převládá oceán, jak znázorňují přiložené diagramy. Podle E. Brunse a kol. (1972).



ИСТОЧНИКИ

# Vznik pevnin a oceánů

## ROZPAD PANGAEY



Před 225 miliony let



Před 130 miliony let

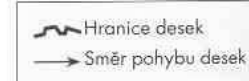
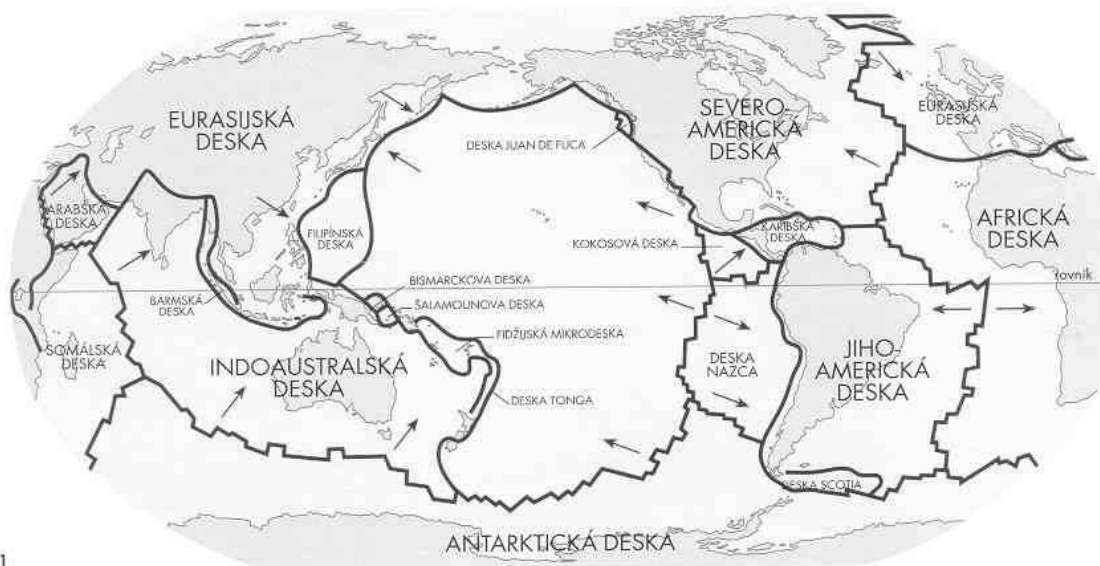


Před 80 miliony let

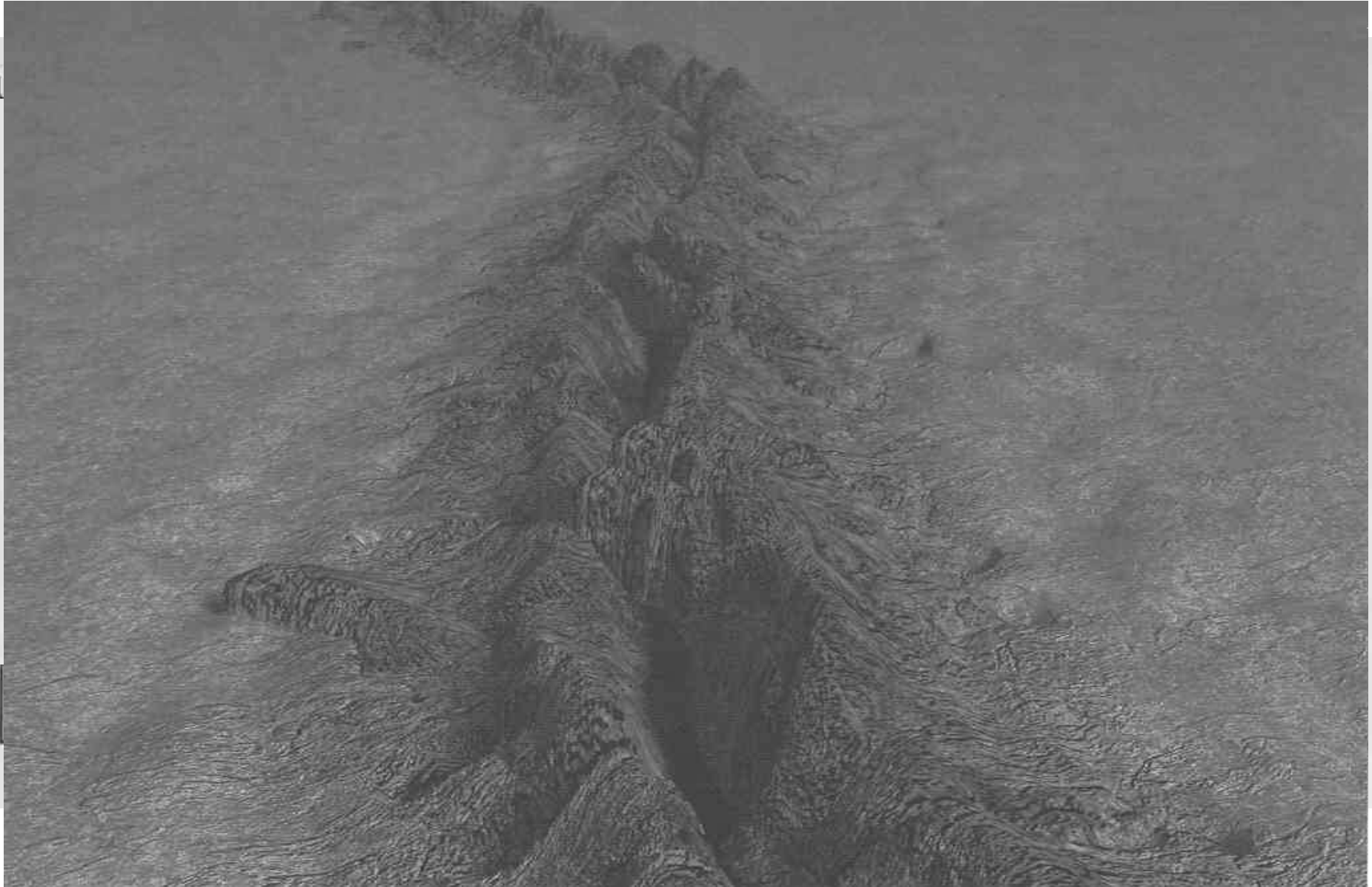


Dnes

## ROZDĚLENÍ POVRCHU ZEMĚ NA LITOSFÉRICKÉ DESKY



# Jak to funguje a vypadá

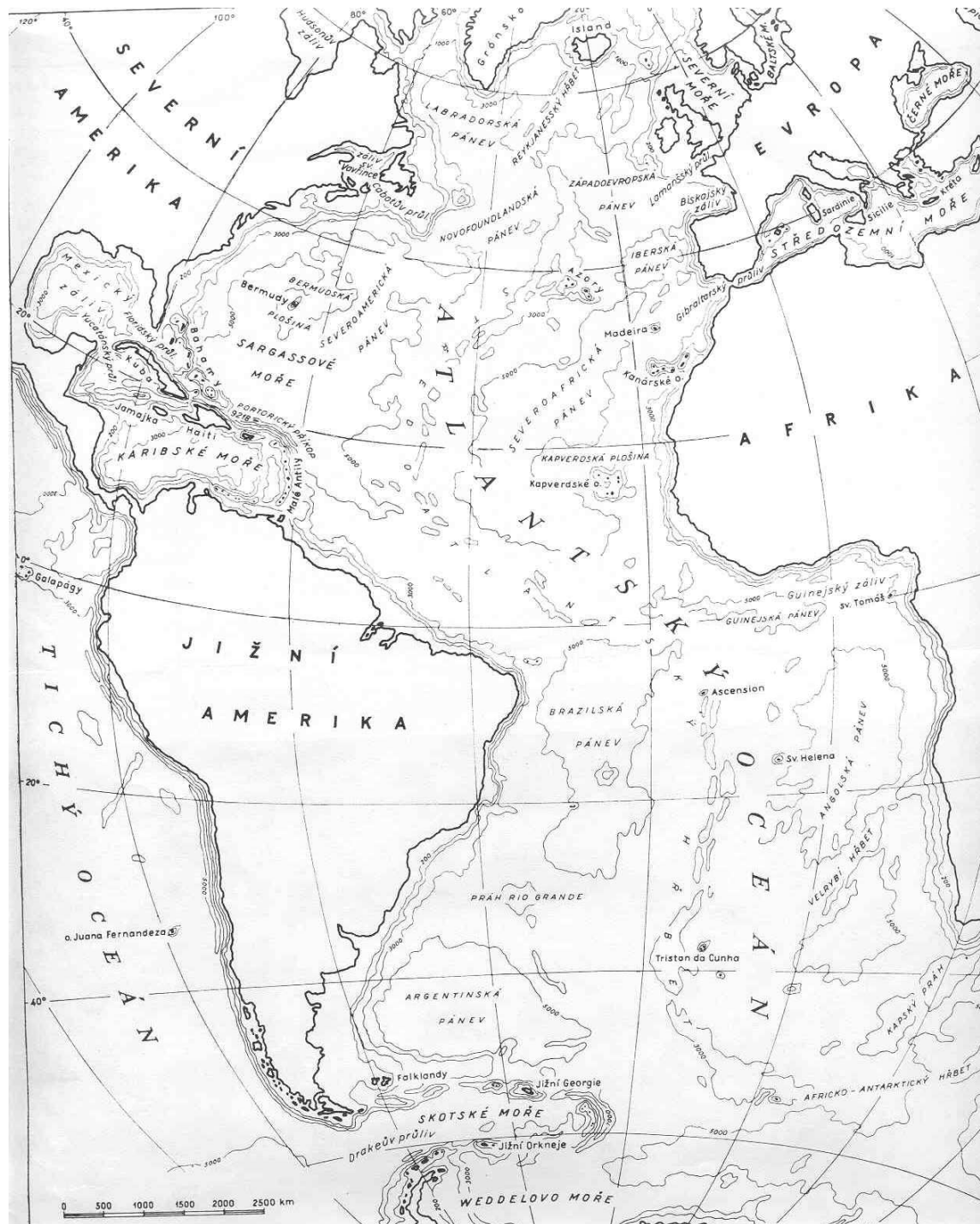




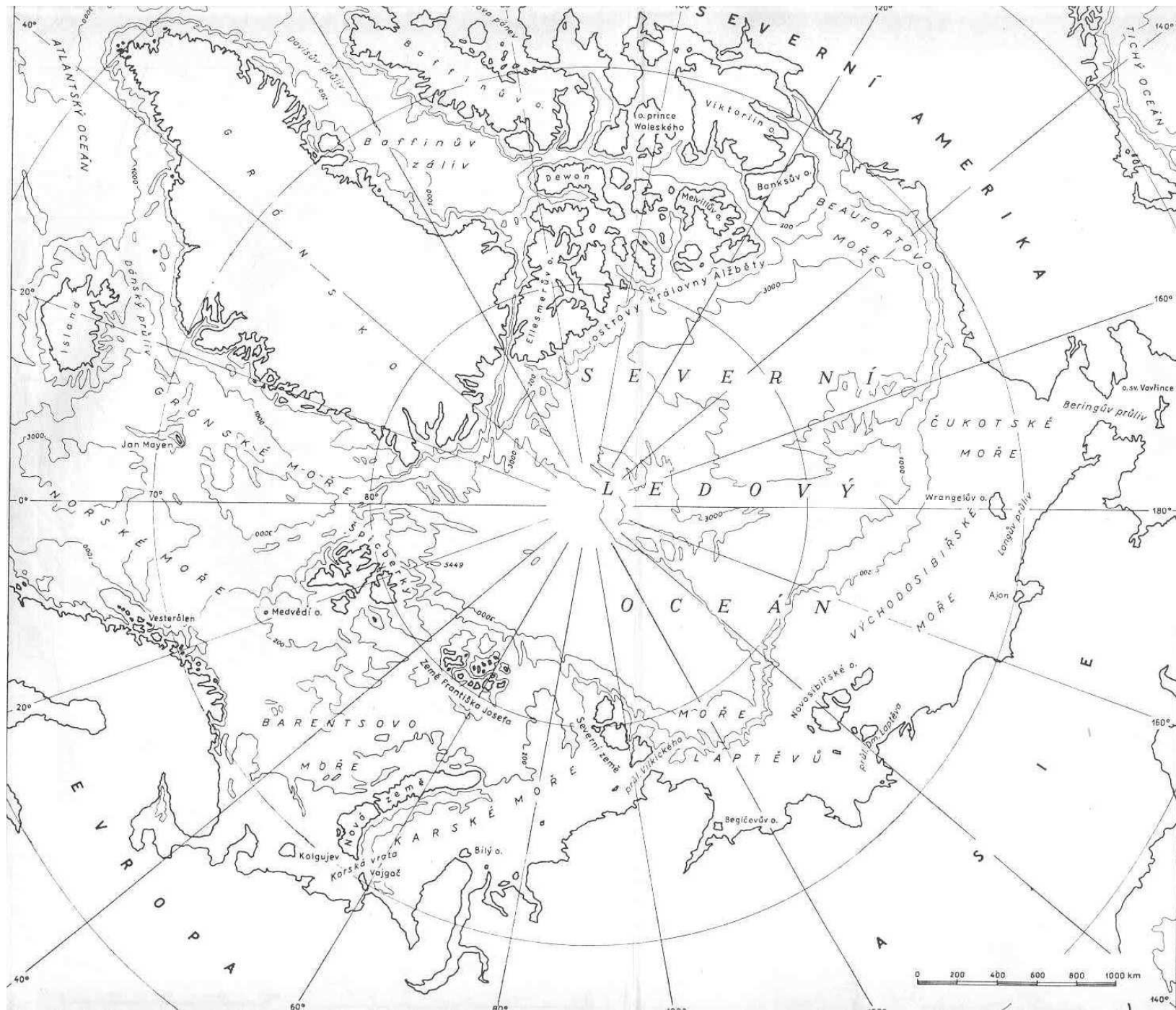


# Světové oceány a moře

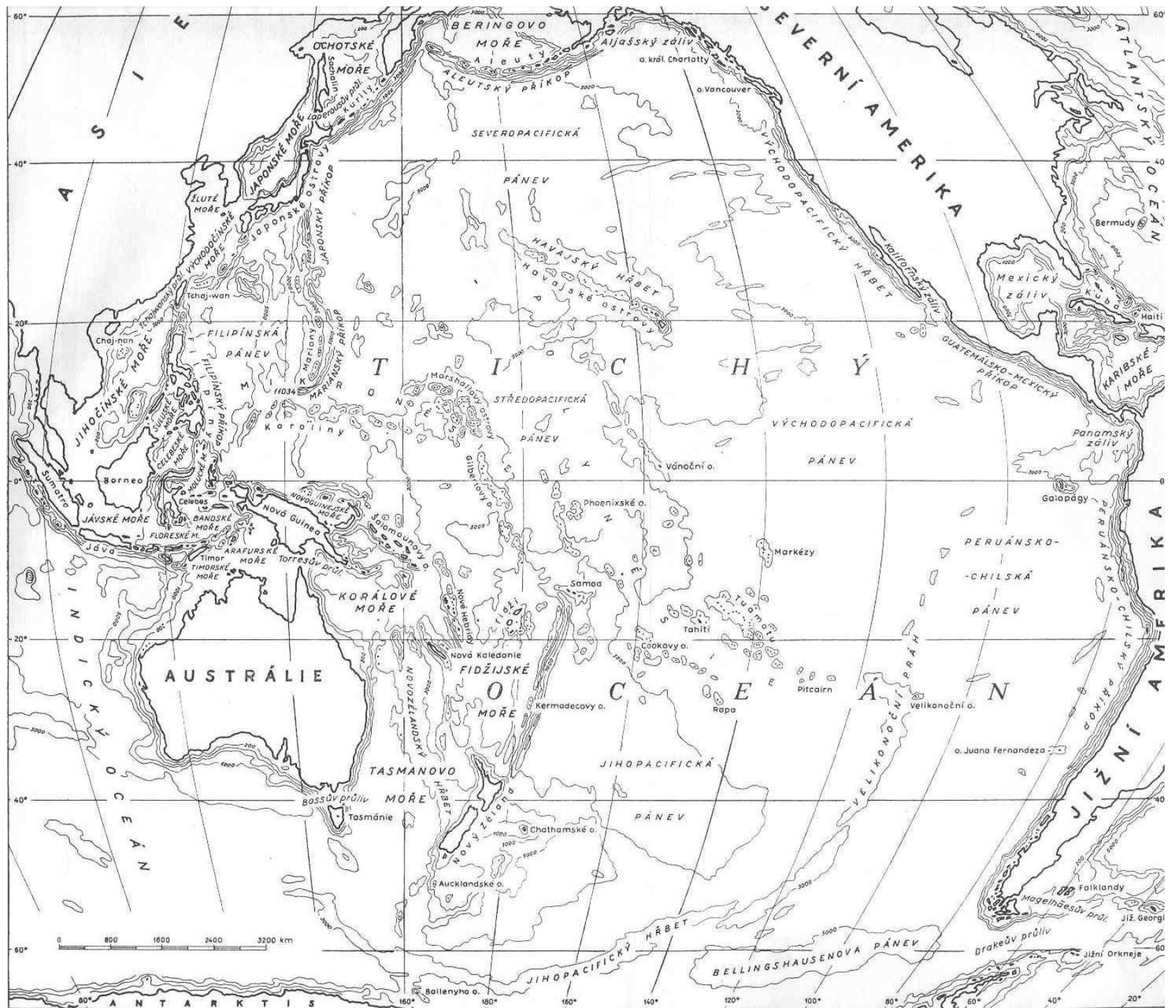
Oceán	Plocha km <sup>2</sup>	Střední hloubka m	Objem vody km <sup>3</sup>
Atlantský oceán			
s okrajovými a vnitřními moři	91 140 800	3332	337 541 000
bez okrajových a vnitřních moří	82 441 500	3926	323 613 000
Tichý oceán			
s okrajovými a vnitřními moři	179 679 000	4028	723 699 000
bez okrajových a vnitřních moří	165 246 200	4284	707 555 000
Indický oceán			
s okrajovými a vnitřními moři	74 917 000	3897	291 945 000
bez okrajových a vnitřních moří	73 443 000	3963	291 030 000
Severní ledový oceán	13 100 000		17 000 000



Název	Přibližná rozloha km <sup>2</sup>	Největší hloubka m
Guinejský záliv	1 533 000	5540
Středozemní moře	2 505 000	5120
Marmarské moře	11 600	1355
Černé moře	423 000	2245
Azovské moře	38 000	14,5
Biskajský záliv	194 000	5311
Irské moře	110 000	272
Severní moře	575 000	602
Baltské moře	384 700	459
záliv sv. Vavřince	45 000	200
Mexický záliv	1 543 000	4023
Karibské moře	2 754 000	7100
Sargasové moře		neurčitě vymezeno
Skotské moře	neurčitě vymezeno	6468
Weddellovo moře	neurčitě vymezeno	8268



Název	Přibližná rozloha km <sup>2</sup>	Největší hloubka m
Grónské moře	1 205 000	4846
Norské moře	1 457 000	3960
Barentsovo moře	1 360 000	610
Karské moře	883 000	620
Moře Laptěvů	540 000	3347
Východosibiřské moře	660 000	200
Čukotské moře	582 000	200
Beaufortovo moře	476 000	4683
Hudsonův záliv	520 000	274
Baffinovo moře	689 000	>2300

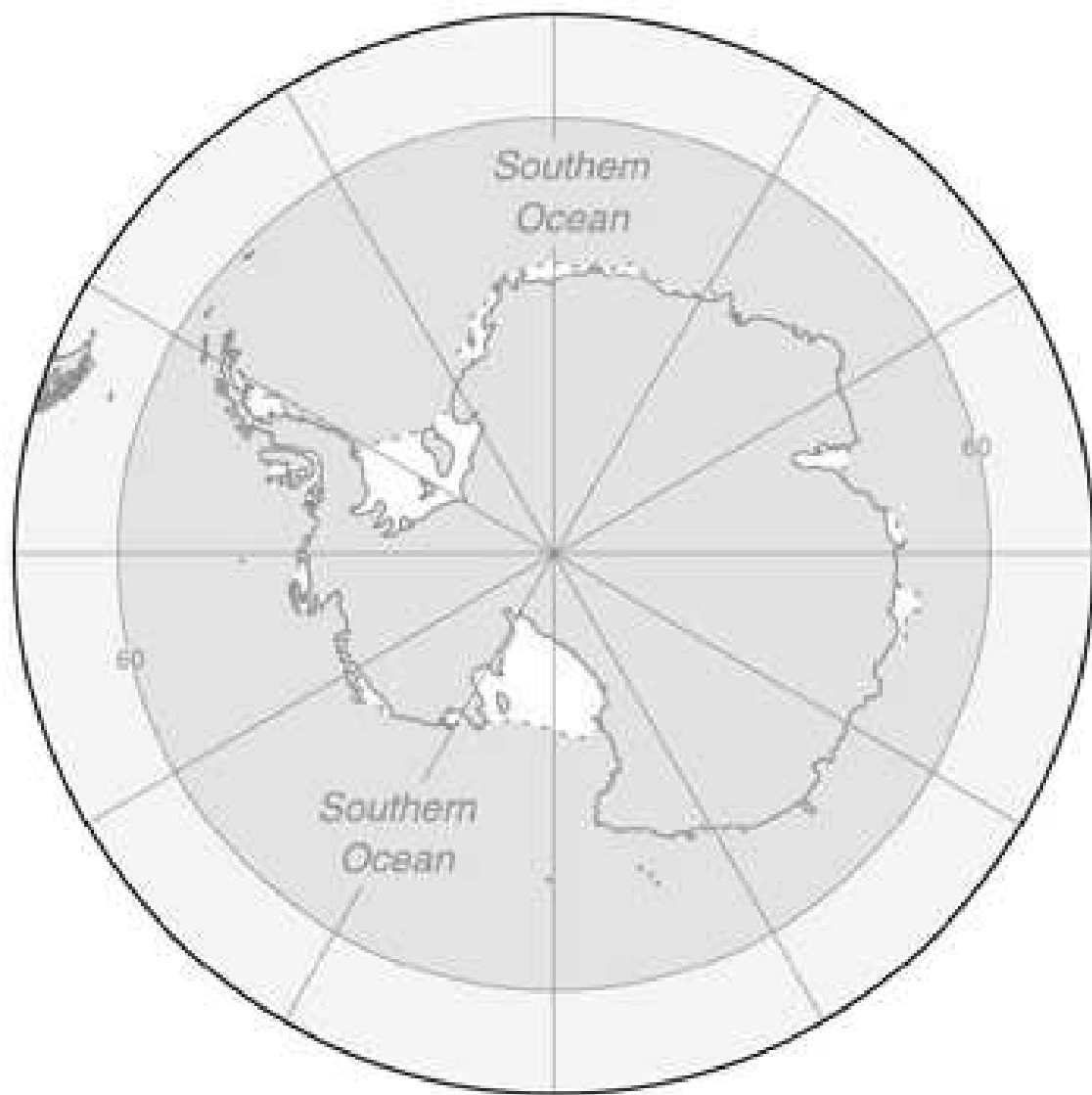


Název	Přibližná rozloha km <sup>2</sup>	Největší hloubka m
Panamský záliv	300 000	200
Kalifornský záliv	177 000	3127
Aljašský záliv	1 200 000	5659
Beringovo moře	2 304 000	4773
Ochotské moře	1 589 843	3374
Japonské moře	977 000	4226
Východočínské moře	752 000	2717
Žluté moře	400 000	106
Jihočínské moře	3 447 000	5420
Jávské moře	480 000	89
Baliské moře	119 000	1590
Floreské moře	121 000	5140
Sawuské moře	110 000	3470
Bandské moře	695 000	7360
Seramské moře	230 000	5318
Halmaherské moře	120 000	2309
Molucké moře	250 000	4750
Celebeské moře	280 000	6220
Suluské moře	260 000	5580
Novoguinejské moře	40 000	2609
Korálové moře	4 791 000	7661
Tasmanovo moře	3 000 000	5943
Fidžijské moře	neurčitě vymezeno	5500
Rossovo moře	neurčitě vymezeno	1400 (?)
Bellingshausenovo moře	neurčitě vymezeno	4792 (?)





Název	Přibližná rozloha km <sup>2</sup>	Největší hloubka m
Timorské moře	450 000	3200
Arafurské moře	650 000	3680
Andamanské moře	800 000	4171
Bengálský záliv	2 200 000	4500
Arabské moře	7 456 000	5300
Ománský záliv	230 000	3474
Perský záliv	239 000	152
Adenský záliv	310 000	2020
Rudé moře	437 000	2604
Suezský záliv	30 000	80
Akabský záliv	10 000	1828



**Plocha: 20,327 mil km<sup>2</sup>**

**Pobřeží: 17 986 km**

**Hloubky: 4000-5000m**

**Max.hl.: 7235m**

**Zalednění**

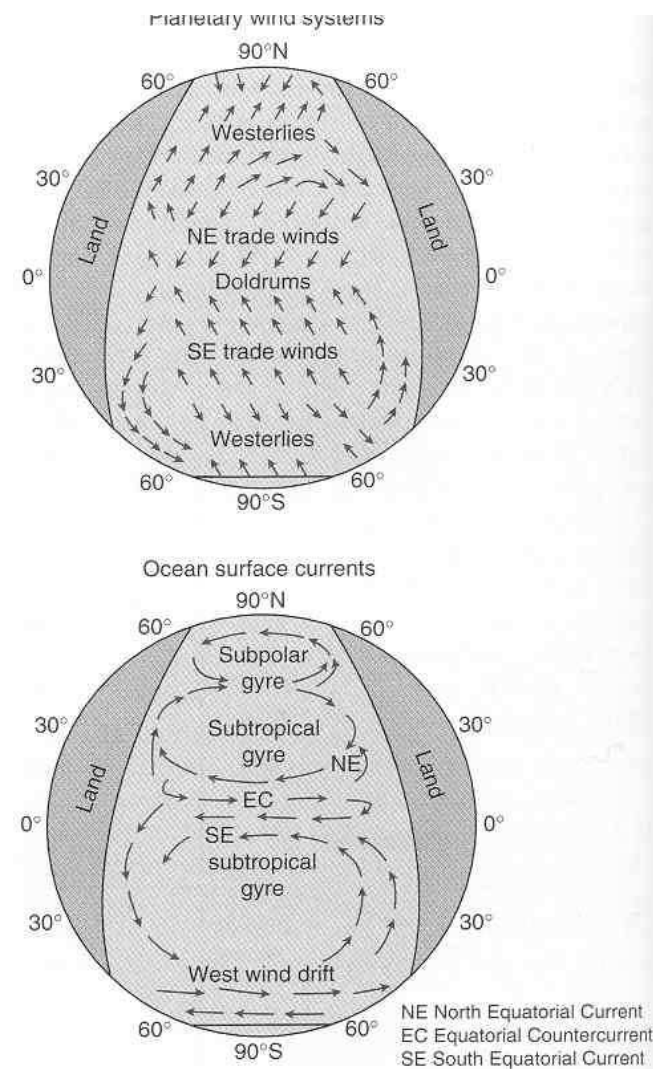
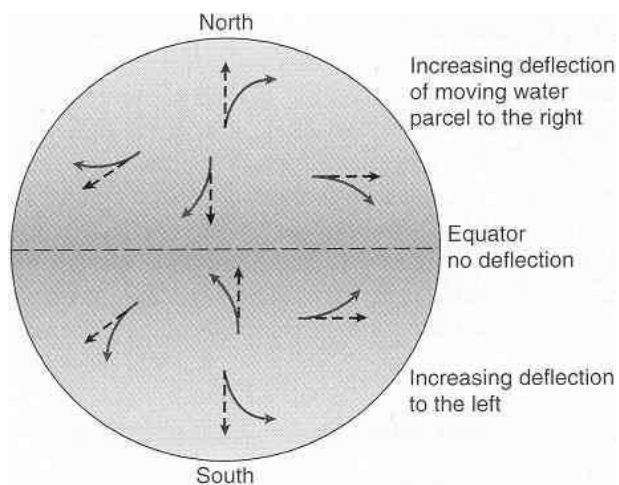
**Březen – 2,6 mil km<sup>2</sup>**

**Září – 18,8 mil km<sup>2</sup>**

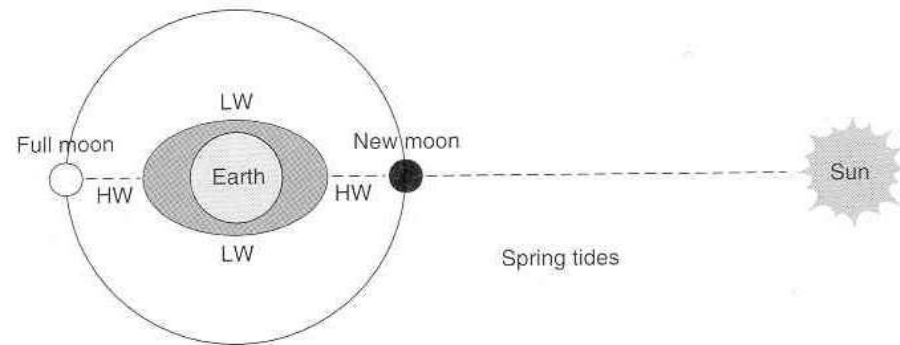
# Oceánská fyzika

- **Pohyby vody**
  - Póly a rotace země
  - Slapové jevy
  - Mořské proudy, vlny a vítr
- **Teplo, teplota a hustota mořské vody**
- **Led na mořské hladině**
- **Světlo a barva vody**

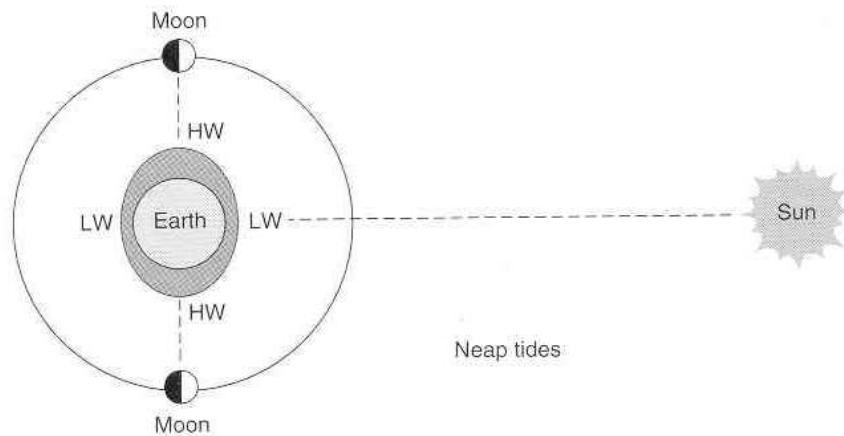
# Póly a rotace země Coriolisovy síly



# Slapové jevy



Spring tides



Neap tides

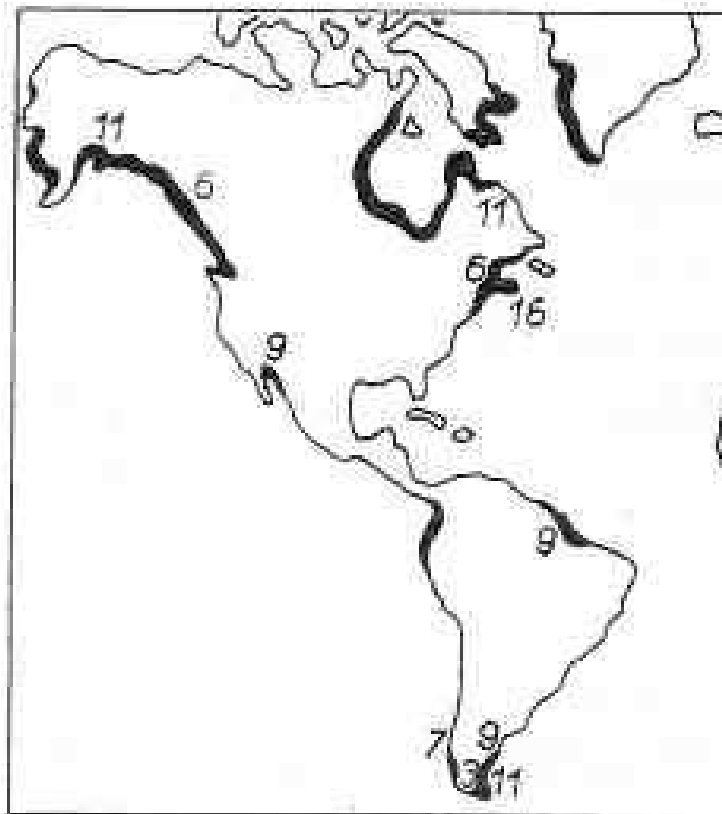
Měsíční den – 24h50m

Půldenní dmutí  
perioda 6h12m

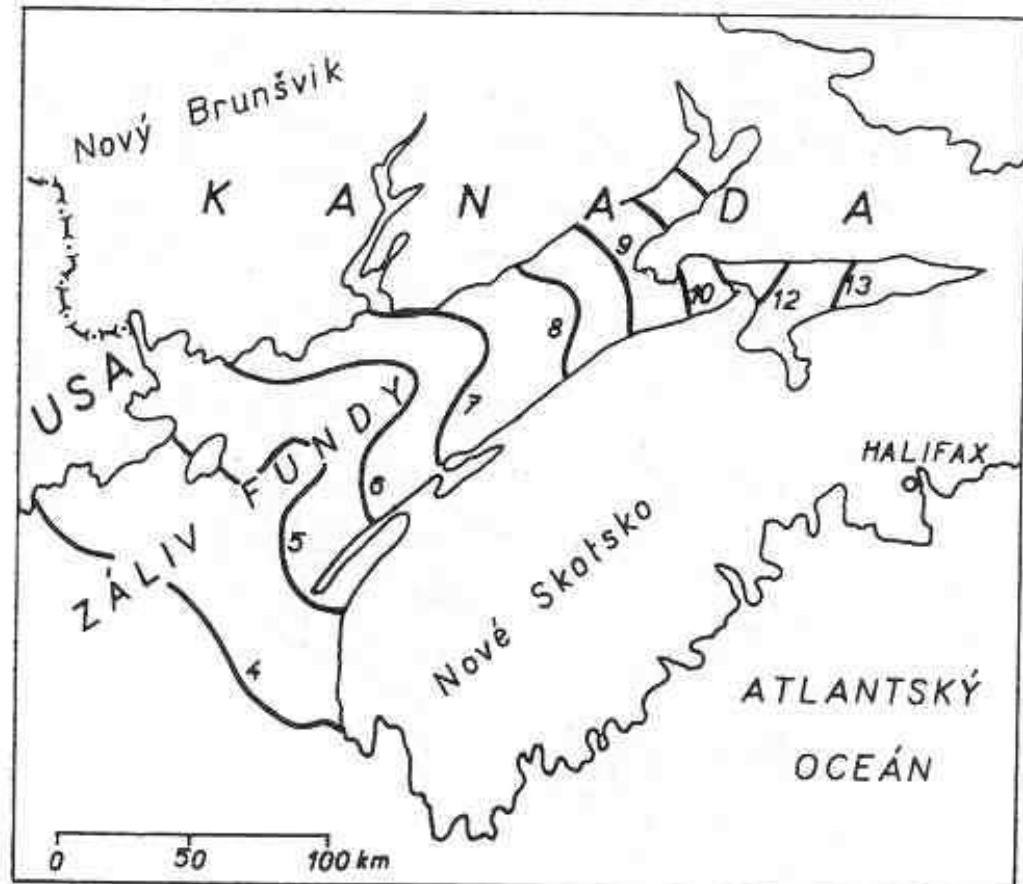
Délka přílivové vlny  
v oceánech až 23300km

# Hluchý a skočný příliv

Tab. 7.12



Japonsko	Tókjó	Tichý oceán
Jáva	Djakarta	Jávské
Austrálie	Melbourne	Bassův průliv
Nový Zéland	Wellington	Tichý oceán
Havaj	Honolulu	Tichý oceán
USA	San Francisco	Tichý oceán
Kuba	La Habana	Mexický záliv

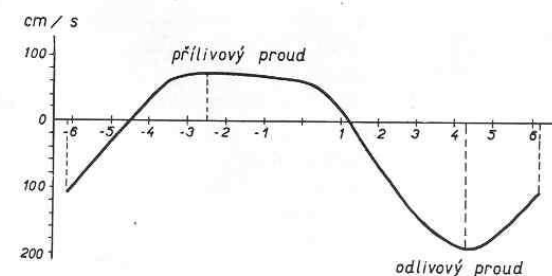
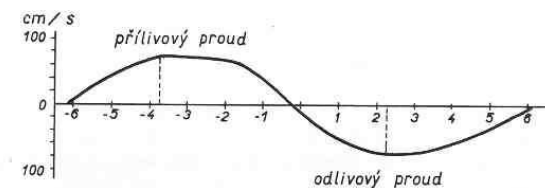


Obr. 7.30. Výška přílivové vlny v zálivu Fundy na kanadském pobřeží. Nejužší části zálivu jsou místem nejvyššího přílivu na světě. Podle G. Sagera (1959).

# Přílivová vlna (příboj) a proudění

Dosah přílivové vlny v některých světových řekách u moří se silným dmutím (podle G. Sagera 1959)

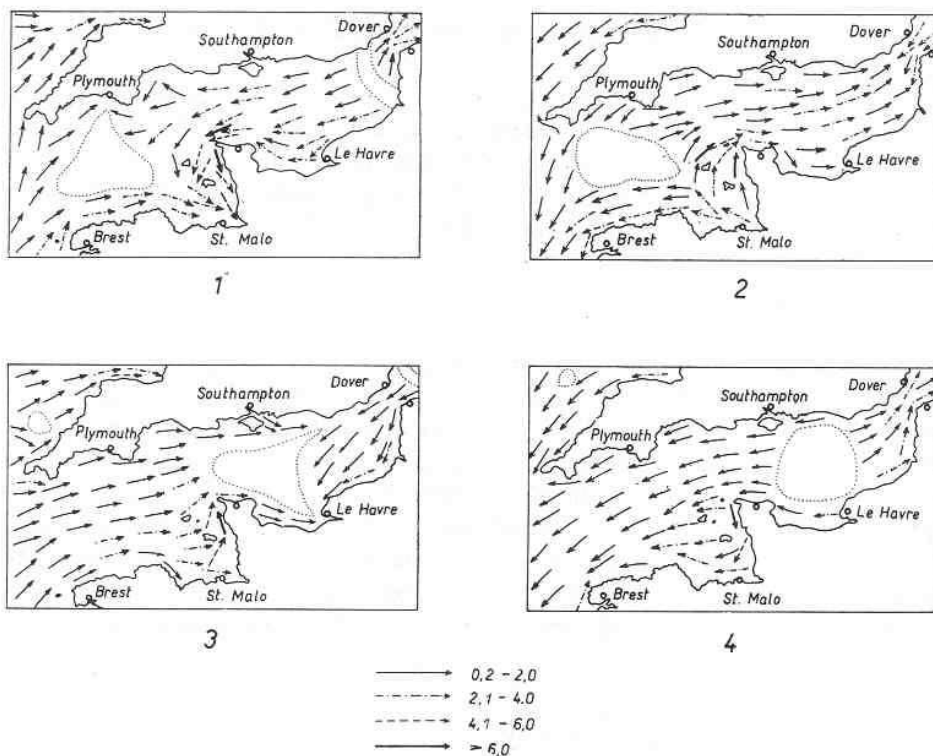
Řeka	Země	Místo, kde je nejdále od ústí řeky zřetelné dmutí	Vzdálenost od ústí řeky v km
Labe	NSR	Geesthacht	150
Weser	NSR	Hemelingen	70
Ems	NSR	Papenburg	40
Schelde	Belgie	Gent	70
Seine	Francie	u Rouenu	150
Charente	Francie	Cognac	80
Garonne	Francie	u Bordeaux	150
Temže	Anglie	Teddington	100
Hooghly	Indie	u Kalkaty	195
Meghna	Indie		210
Hudson	USA	Troy	250
Jang-c'-tiang	Čína	Nanking	přes 300
Řeka sv. Vavřince	Kanada	Trois Rivieres	přes 700
Amazonka	Brazílie	Óbidos	850
Chatanga	SSSR		500



Obr. 7.33. Křivky udávající rychlosti výčasových proudů. Na vodorovné ose je zachycen čas v hodinách. Obě křivky jsou výsledkem měření v době skočného přílivu. Nahoře u Wilhelmshavenu, dole u Cuxhavenu. U spodní křivky lze zřetelně pozorovat větší maximální rychlosti odlivového proudu než proudu přílivového. Podle G. Sagera (1959).



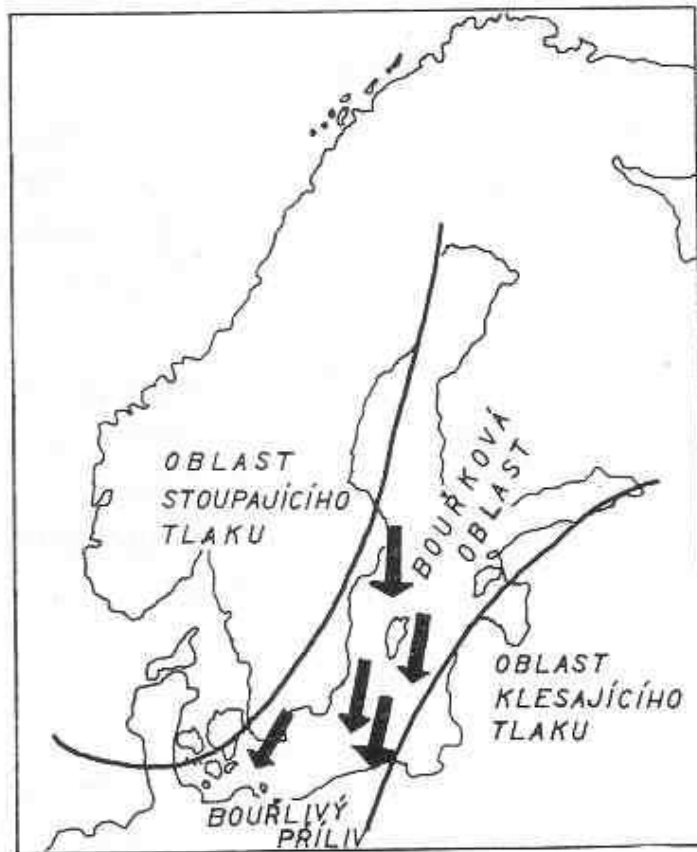
# Přílivová vlna (příboj) a proudění



Oblast	Země	Přílivový proud cm/s	Odlivový proud cm/s
Ostrov Sylt	NSR	144,20	97,85
Ostrov Texel	Nizozemí	72,10	154,50
Orkneje	V. Británie	> 360,50	> 360,50
Hebridy	V. Británie	360,50	360,50
Dover	V. Británie	257,50	144,20
Calais	Francie	154,50	154,50
St. Malo	Francie	309,00	309,00
La Rance	Francie	463,50	412,00
Lofoty	Norsko	až 824,00	
Saltfjord	Norsko		až 824,00

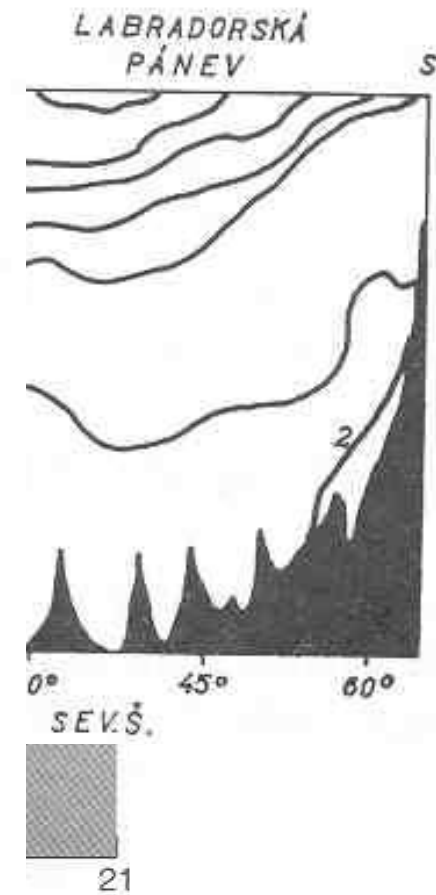
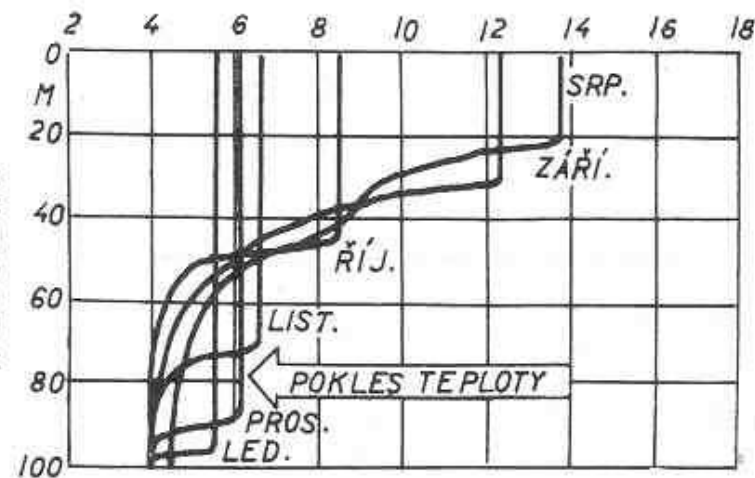
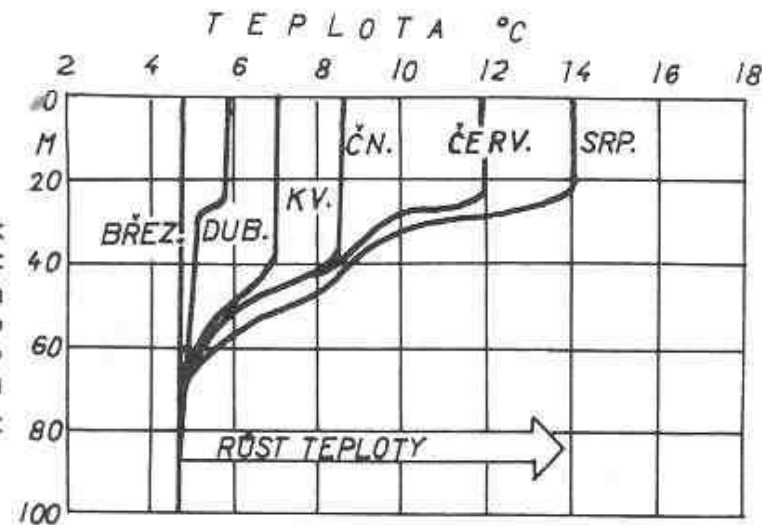
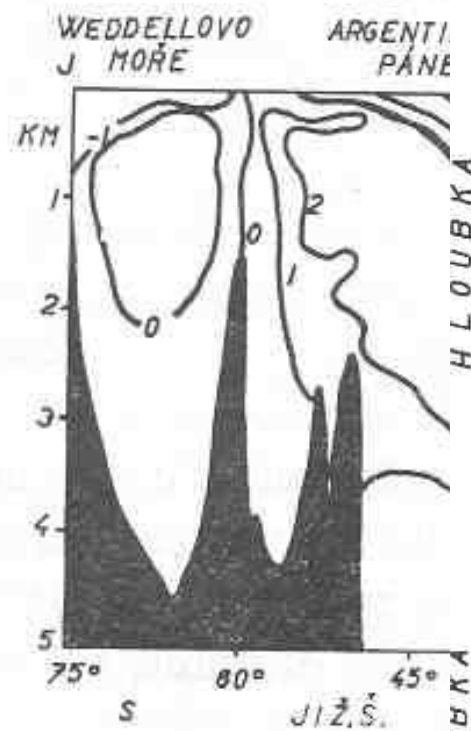
Obr. 7.34. Výčasové proudy v Lamanšském průlivu v době skočného přílivu. 1. 2 hodiny po projití Měsíce greenwichským poledníkem, 2. 5 hodin po projití Měsíce, 3. 8 hodin po projití Měsíce, 4. 11 hodin po projití Měsíce. Různá síla šipek značí různou rychlost proudů (v uzlech). Podle G. Sagera (1959).

# Bouřlivý příliv



Měsíc	Počet bouřlivých přílivů	Měsíc	Počet bouřlivých přílivů
leden	106	červenec	4
únor	116	srpen	19
březen	90	září	28
duben	26	říjen	55
květen	5	listopad	62
červen	13	prosinec	116
celkem			640

# Teplo, teplota, hustota

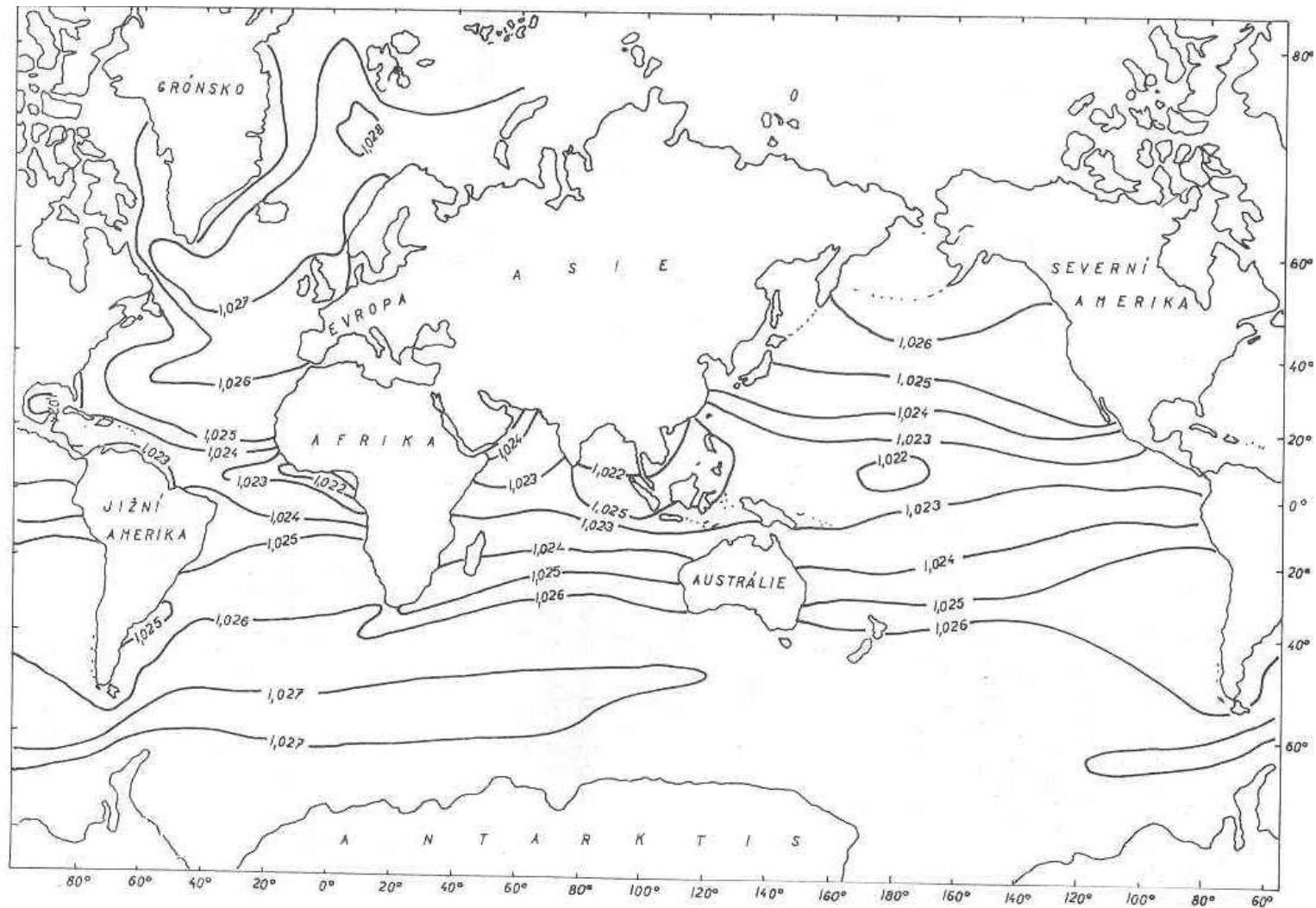


# Teplota vody

PRŮM



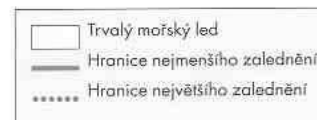
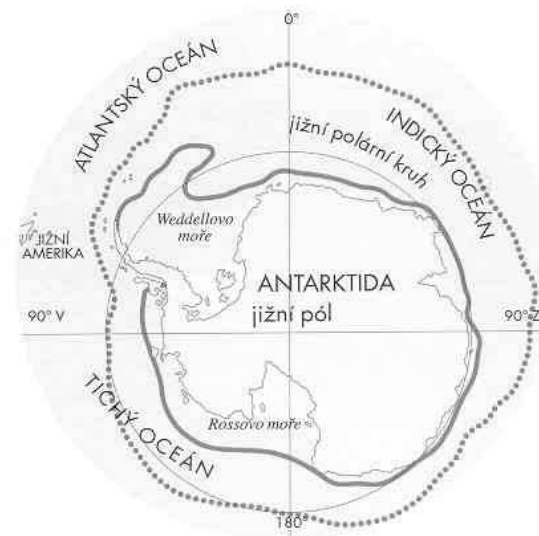
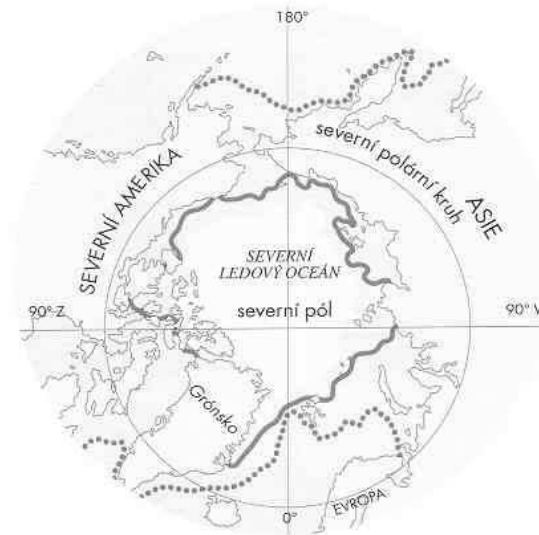
# Hustota vody



Obr. 6.14. Mapa světového oceánu s izoliniemi hustoty mořské vody. Podle E. Brunse (1958).

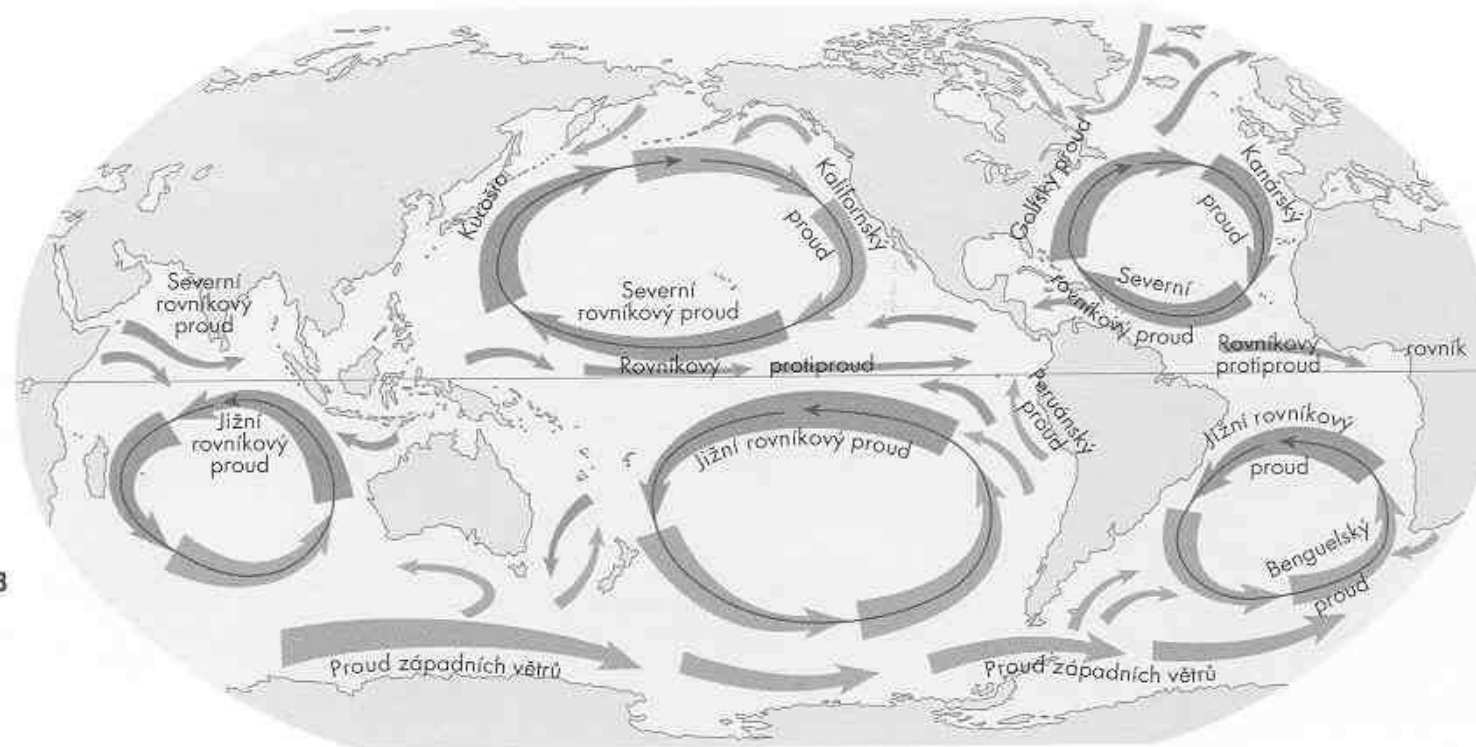
# MAPY NEJMENŠÍHO A NEJVĚTŠÍHO ROZŠÍŘENÍ MOŘSKÉHO LEDU BĚHEM ROKU

## Led



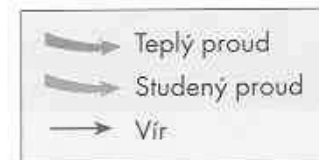
# Mořské proudy, vlny a vítr

## OCEÁNSKÉ PROUDY

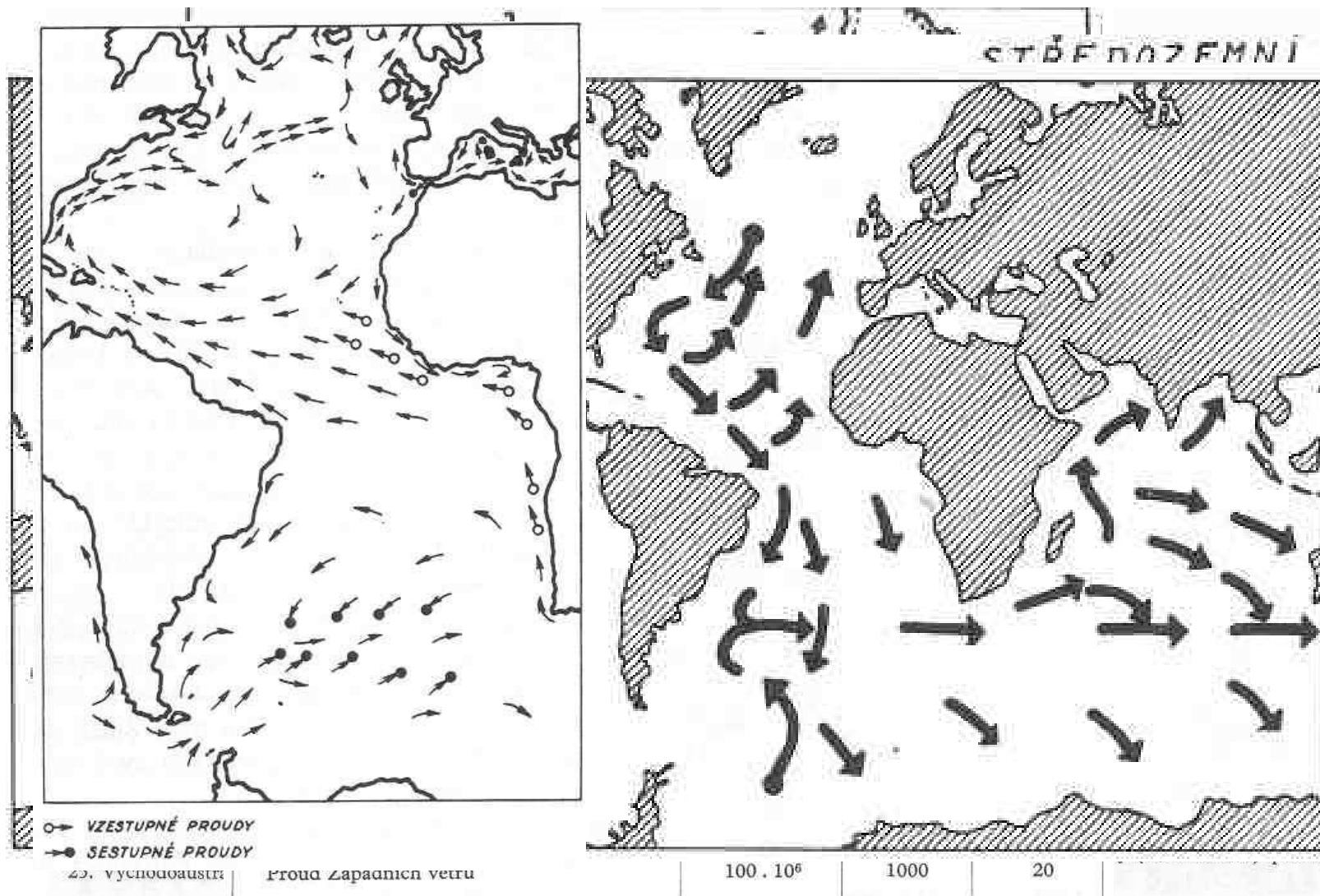


3

1



# Mořské proudy





# Vlny

**Nejvyšší vlna 35 m vysoká – rychlost 102 km/h**

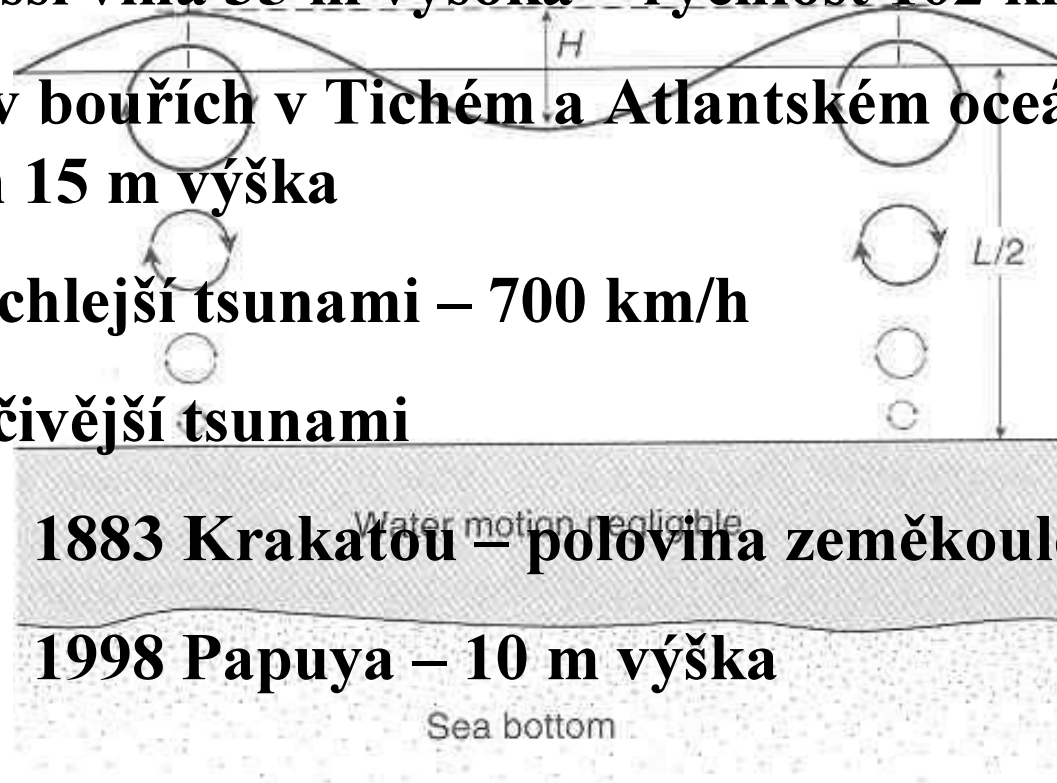
**Vlny v bouřích v Tichém a Atlantském oceánu  
kolem 15 m výška**

**Nejrychlejší tsunami – 700 km/h**

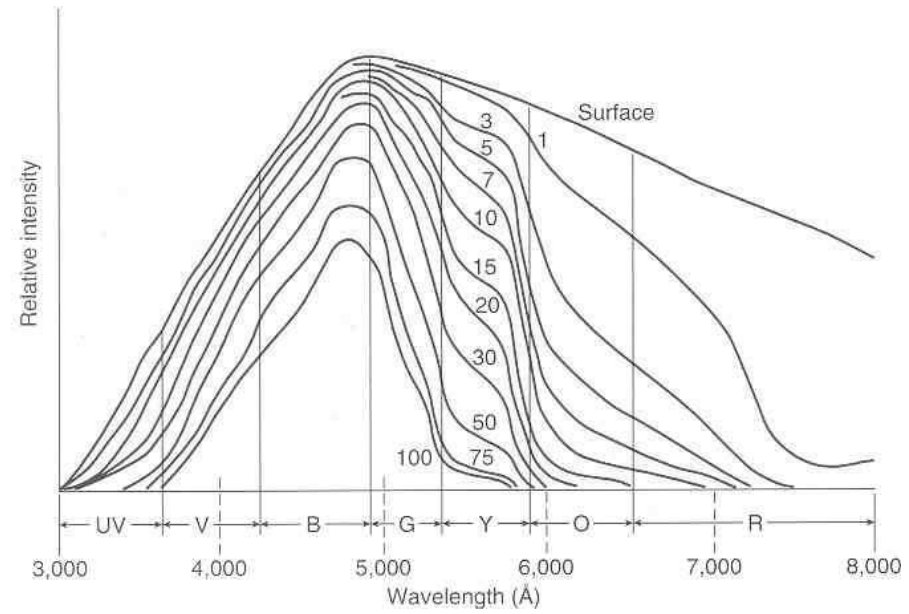
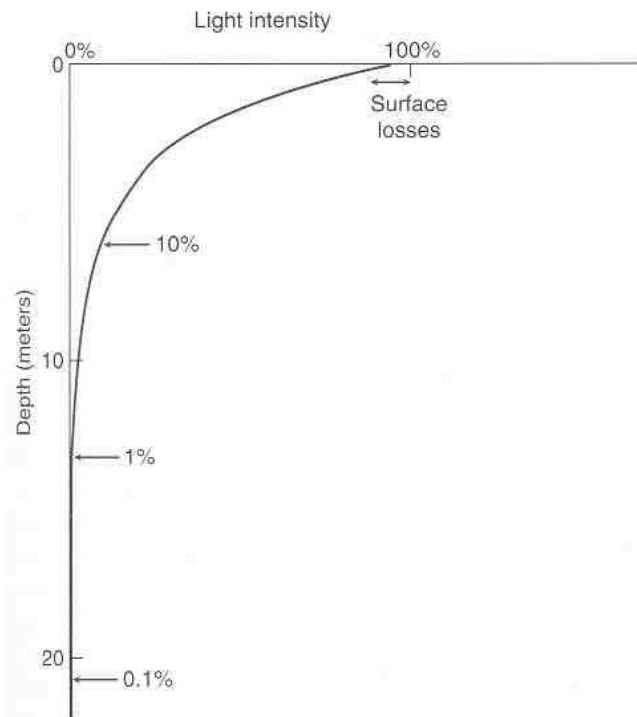
**Nejničivější tsunami**

**1883 Krakatou – polovina zeměkoule**

**1998 Papua – 10 m výška**



# Světlo



# Světlo

- **Eufotická – trofogenní vrstva**
- **Dysfotická vrstva – kompenzační bod**
- **Afotická – trofolytická vrstva**
- **Elevace slunce**
  - **do 60° odraz 2 - 6%**
  - **80° odraz 35%**
  - **nad 90° odraz 99 – 100%**
  - **vlnění ztráta 3 – 9 %**

# **Chemie mořské vody**

- 1. Salinita**
- 2. Rozpuštěné plyny**
- 3. Živiny a jejich cyklus**
- 4. Křemík**
- 5. Železo a mangan**

# Salinita

- $\text{Na}^+$  – 10,6 g/kg
- $\text{K}^+$  – 0,38 g/kg
- $\text{Ca}^{2+}$  – 0,40 g/kg
- $\text{Mg}^{2+}$  – 1,27 g/kg
- $\text{Cl}^-$  – 19,0 g/kg
- $\text{SO}_4^{2-}$  – 2,65 g/kg

**Stenohaliní organismy**

**Euryhaliní organismy**

1. **poikiloosmotické o.**
2. **homoiosmotické o.**

# Rozpuštěné plyny

- **Kyslík**
  - Rozpustnost dle teploty max. kolem 14mg/l
  - Souvislost s eufotickou zónou
  - Hlubková distribuce ovlivňována mořskými proudy a stratifikací (tropy min. 300 – 1000m)
- **Oxid uhličitý**
  - 300x rozpustnější ve vodě
  - Koncentrace od 0,4 mg/l (30°C) do 1,1mg/l (0°C)
- **Dusík**
  - V mořské vodě 8,4 – 14,5 mg/l
  - Elektrochemická a fotochemická fixace max. 35 mg/m<sup>3</sup>/rok ve formě nitrátů
  - Biochemická fixace 140-700 mg/m<sup>3</sup>/rok jako nitráty

# Rozpuštěné plyny

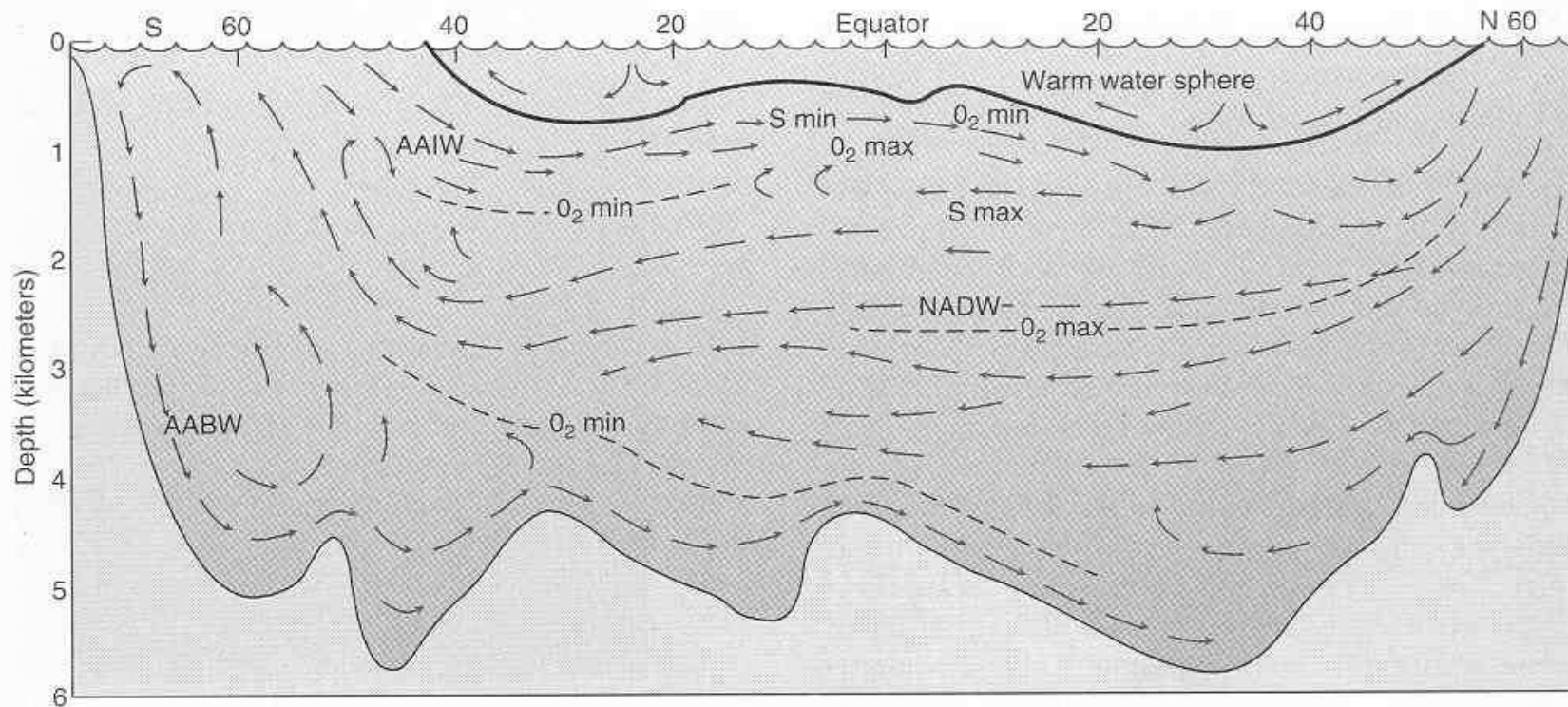


Fig. 2.16 Thermohaline deep circulation of the Atlantic Ocean. Water masses are as follows: AABW, Antarctic bottom water; AAIW, Antarctic intermediate water; NADW, North Atlantic deep water. (From Gerhard Neumann and Willard J. Pierson Jr., *Principles of Physical Oceanography*, copyright © 1966. Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc.)

# Dusík a jeho cyklus

- **Formy dusíku**
  - **Aerobní prostředí**
    - **Nitrifikace** →  $\text{NO}_3^-$
  - **Anoxické prostředí**
    - **Amonifikace** →  $\text{NH}_4^+$
  - **Anaerobní prostředí**
    - **Denitrifikace** →  $\text{NH}_3$  ( $\text{N}_2$ )



# Fosfor a jeho cyklus

- **Partikulovaná forma**
- **Rozpuštěná forma**
  - Povrch oceánů 0 – 20  $\mu\text{g/l}$
  - Hlubinné zóny 40 – 80  $\mu\text{g/l}$
- **Doba obnovení 1 – 56 hodin (ve sladkovodních systémech sekundy-minuty)**
- **Poměr N:P 7:1**

# Křemík

- **Partikule, koloidy a rozpuštěný**
- **Křemičitany**
- **Zima (La Manche) 200 – 400  $\mu\text{g/l}$**
- **Léto (La Manche) kolem 10  $\mu\text{g/l}$**

# Železo a mangan

- **Velké sezónní a místní kolísání**
- **Fe 3 – 70  $\mu\text{g/l}$**
- **Esenciální živina pro fotoautotrofní organismy**
- **Významná složka krevních pigmentů**
  - Hemoglobin, haemerythrin, chlorocruorin
- **Cytochrom-enzymatický cyklus**