

# Dopad změny klimatu na vodní zdroje ve světě

(obnovitelné zdroje vody, největší spotřebitelé, tání ledovců)



Prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.  
Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta  
Katedra fyzické geografie a geoekologie

Světový den vody, Kongresové centrum, Praha, 21.3. 2025

Water means Life - L'aua es vita – Wasser heisst Leben –  
No hay vida sin agua – Voda znamená život

2 miliardy lidí v 80 státech světa trpí chronickým nedostatkem vody

1,2 miliardy lidí nemá přístup k pitné vodě (WMO)

2,5 miliardy lidí (36 %) není napojeno na čistírny odpadních vod

2/3 světové populace trpí chorobami vlivem nedostatku nebo  
špatné kvality vody (WHO)

Co může způsobit rostoucí tlak na vodní zdroje ?

- Sociální nestabilita
- Migrace ze suchých regionů
  - Války o vodu ?

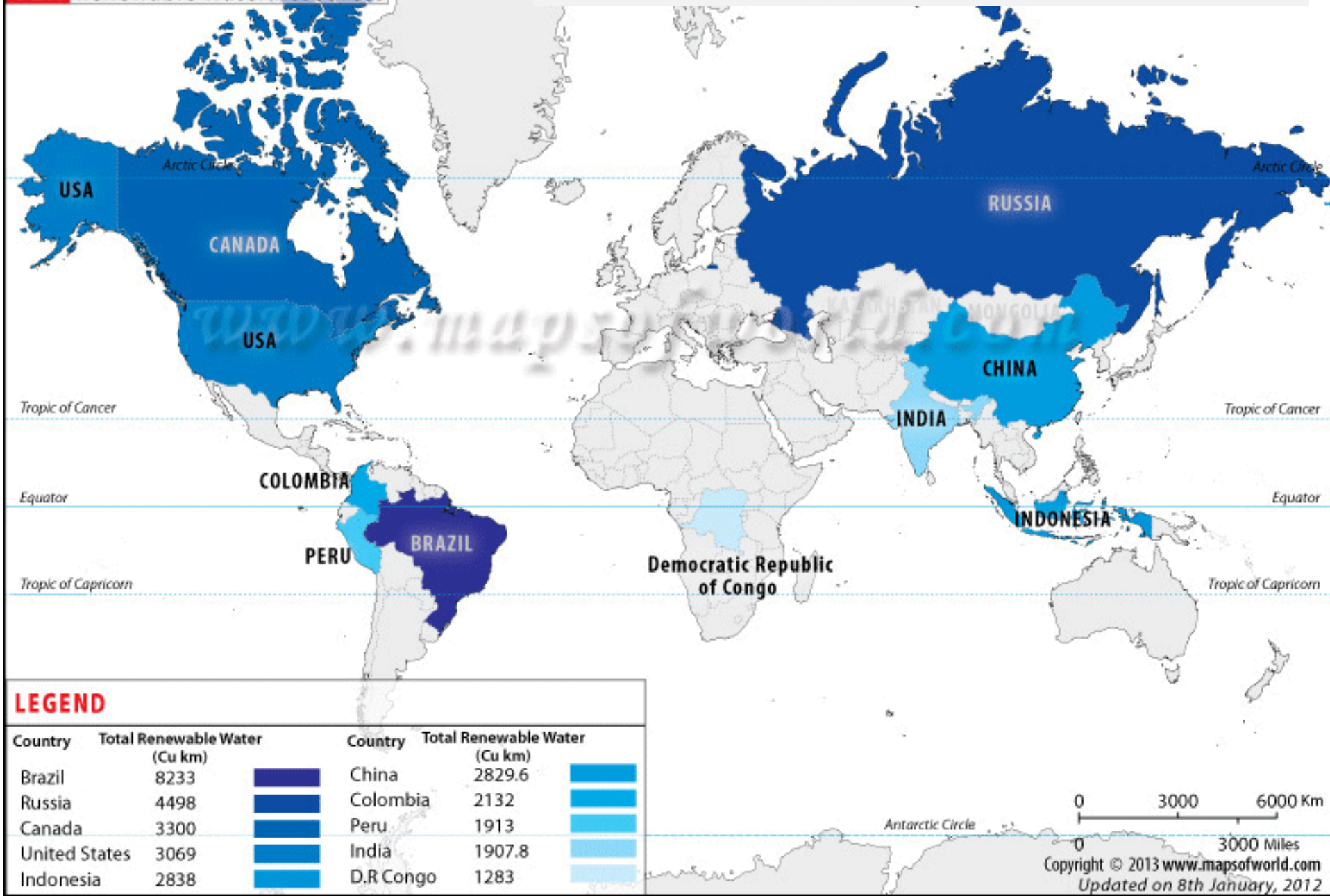
## Rozdílné přírodní poměry: různá odtoková výška na kontinentech

Oceánie	1560 mm
Jižní Amerika	658
Severní Amerika	324
Asie	312
Evropa	271
Antarktida	165
Afrika	136
Austrálie	37
<b>ZEMĚ</b>	<b>314 mm</b>

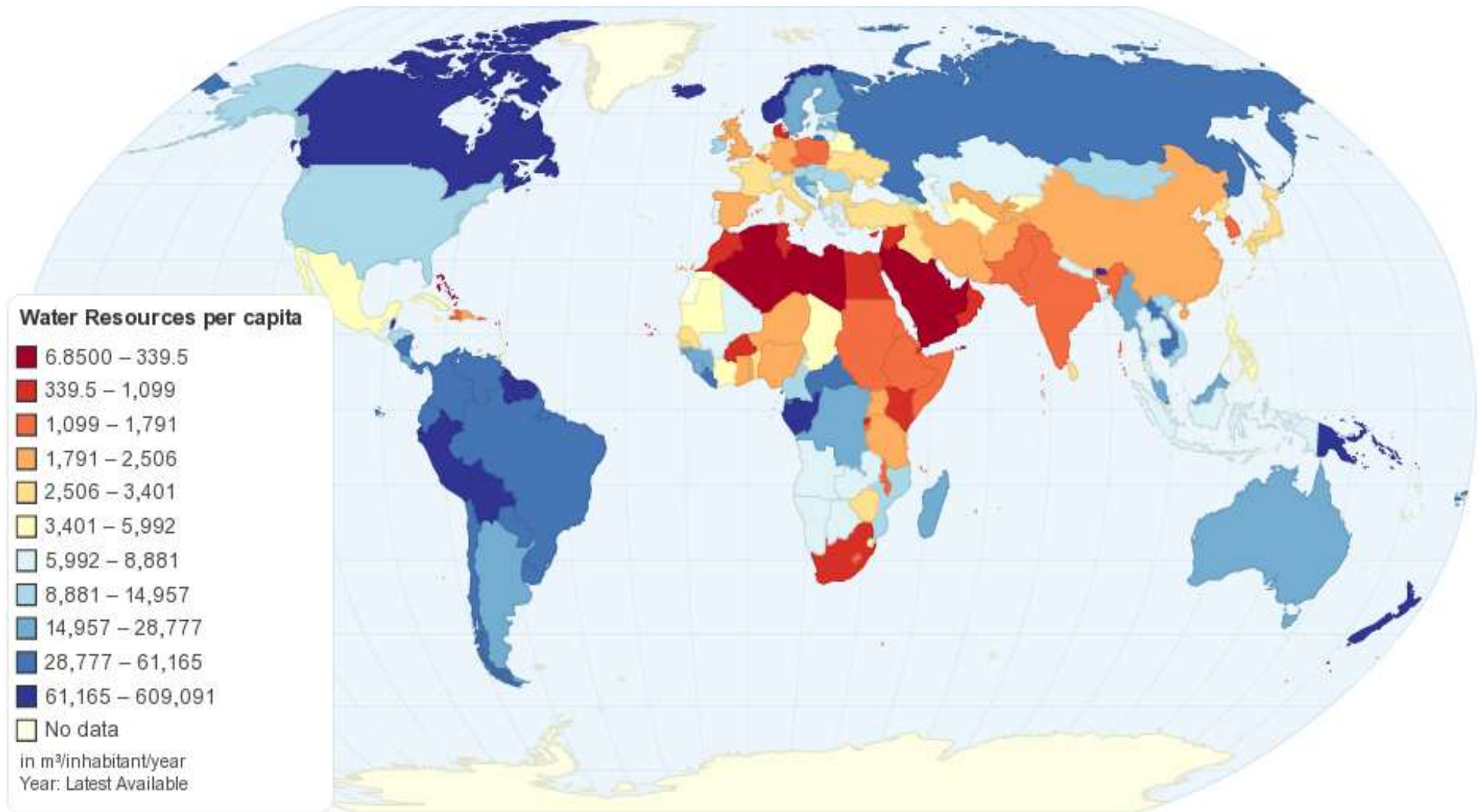
# WORLD

## TOP TEN Countries by Total Renewable Water Resources

## Obnovitelné vodní zdroje



# Vodní zdroje na obyvatele ve státech



Zobrazeno v tis. m<sup>3</sup>/obyv. /rok



# Státy s nejmenšími zásobami obnovitelné vody na Zemi



# Rozdíly v zásobách vody mezi státy

Na každého obyvatele Islandu připadá přes 674 000 m<sup>3</sup> vody.

Vynikající podmínky mají Guyana, Fr. Guyana, DR Kongo, Kanada , Bhútán, Nový Zéland, Norsko (112 000 m<sup>3</sup>), Švédsko a Finsko (23 000)

V Česku asi 1500 m<sup>3</sup> vody/obyv., na Slovensku 9200 m<sup>3</sup>/obyv.).

Podobně jako ČR je na tom Polsko, hůře Německo (1300 m<sup>3</sup>/obyv.) a Maďarsko (600 m<sup>3</sup>/obyv.)

Postsovětská Střední Asie: Kyrgyzstán (8550), Tádžikistán (7700), Uzbekistán (540), Turkmenistán (270)

X

Kuwait a Katar nemají prakticky žádnou sladkou vodu...

# Globální spotřeba vody ve světě

- Od r. 1950 stoupla spotřeba vody asi 3,5krát.
- Na území bývalého Československa stoupla spotřeba vody mezi léty 1950 a 1990 přibližně 4krát! (z 5,5 km<sup>3</sup> na 21 km<sup>3</sup>)
- Dříve se velikost spotřeby dávala do souvislosti s hospodářskou vyspělostí zemí.
- Dnes však nejvyspělejší země spotřebu vody omezují vlivem **recyklace** i vyspělých technologií (např. Izrael 75%, USA, Japonsko asi 60% spotřebované vody, Švýcarsko, Rakousko přes 30%)

## Specifická spotřeba vody:

- USA - cca 2160 m<sup>3</sup>/obyv./rok
- kolem 500 m<sup>3</sup>/obyv./rok (Maroko, Honduras, Srí Lanka)
- pod 20 m<sup>3</sup>/obyv./rok (Guinea-Bissau, Mali, Mauritánie)

## Denní spotřeba na obyvatele:

Katar 650 l/obyv./den, UAE 550 l/obyv./den !!!



# Struktura spotřeby vody ve světě

SVĚT: 70 % zemědělské závlahy

20 % průmysl

10 % pitná voda.

Indie - na závlahy až 93%  
spotřebované vody

USA - průmysl a energetika cca  
50% z celkové spotřeby

Česko: vysoký podíl  
spotřebované pitné vody ve  
srovnání s vyspělými zeměmi

38 % pitná voda

32 % průmysl a služby

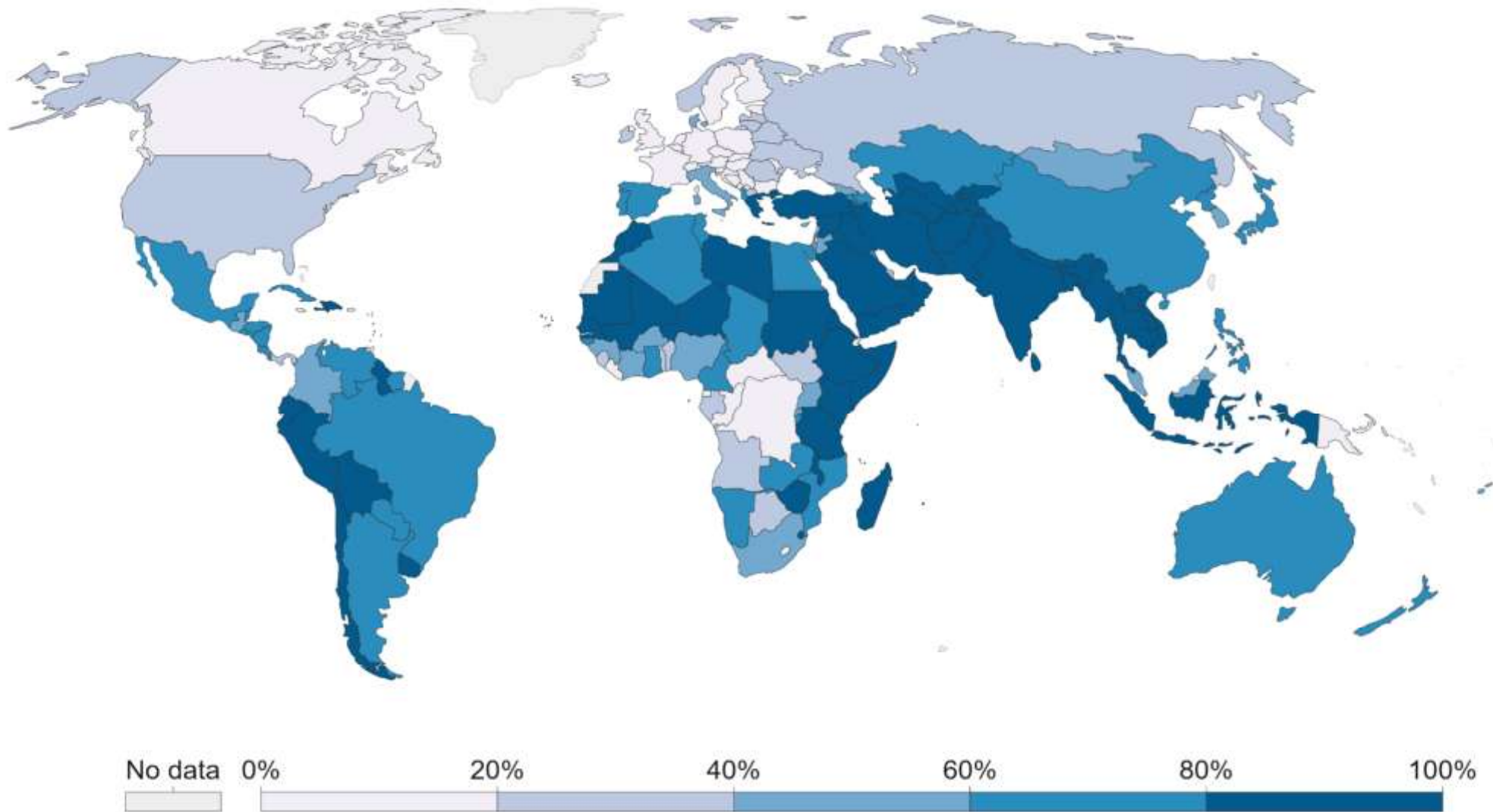
26 % energetika

4 % zemědělství

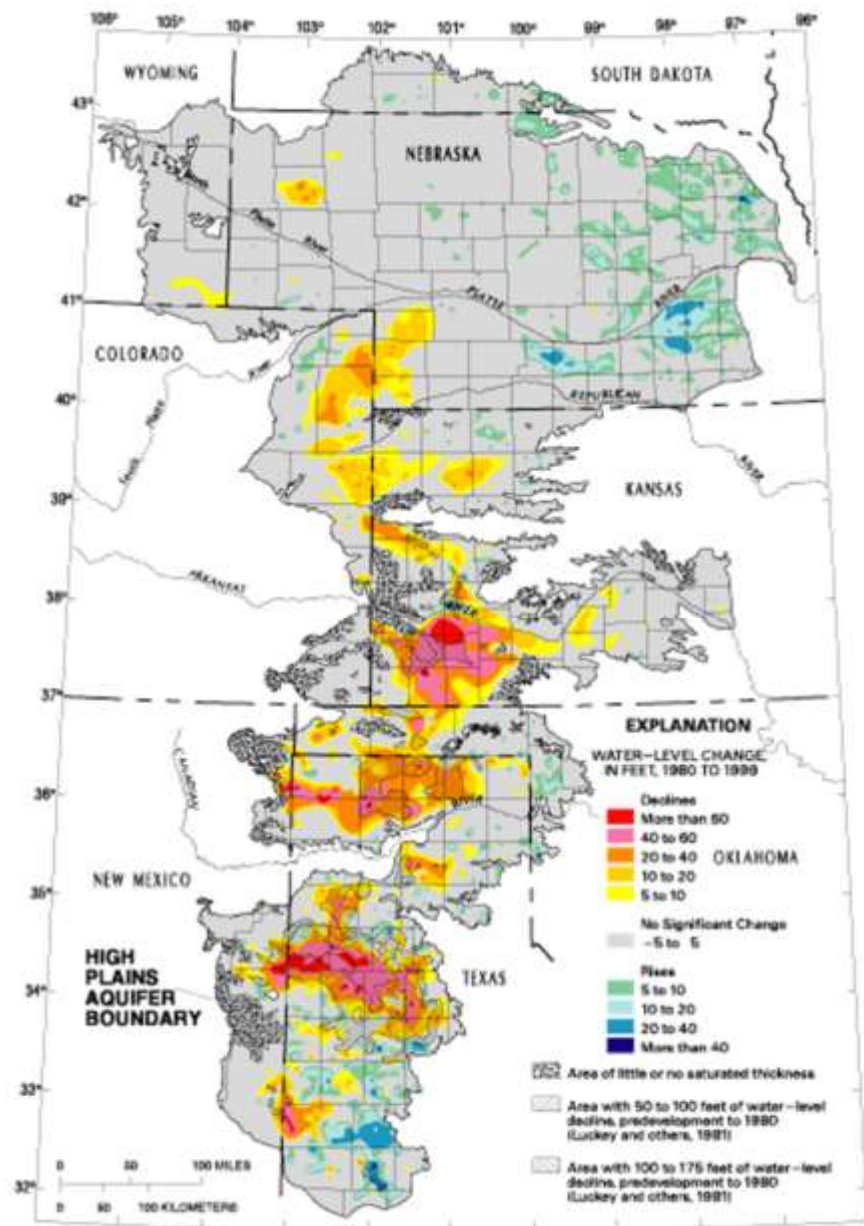
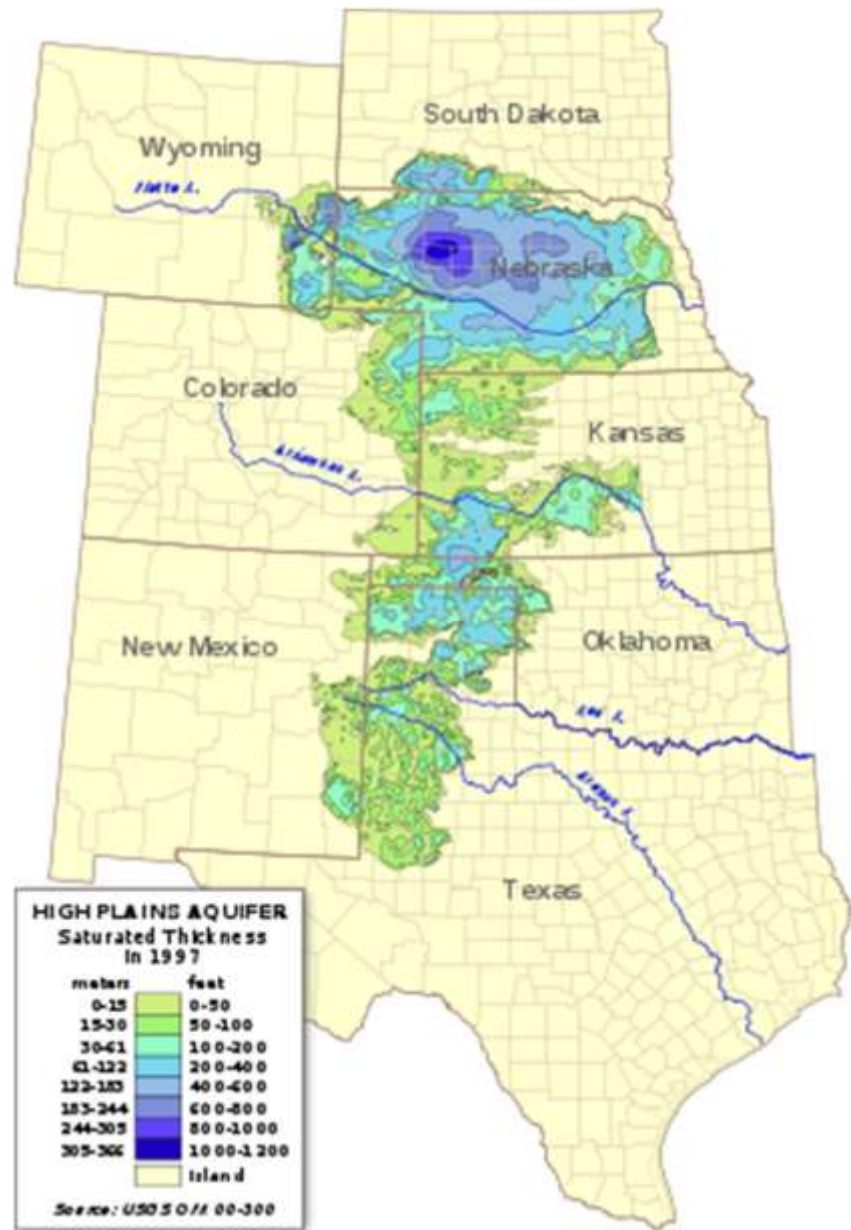


Dubaj: zavlažování golfového  
hřiště v poledne (40°C)

# Podíl odběrů vody v zemědělství na celkové spotřebě

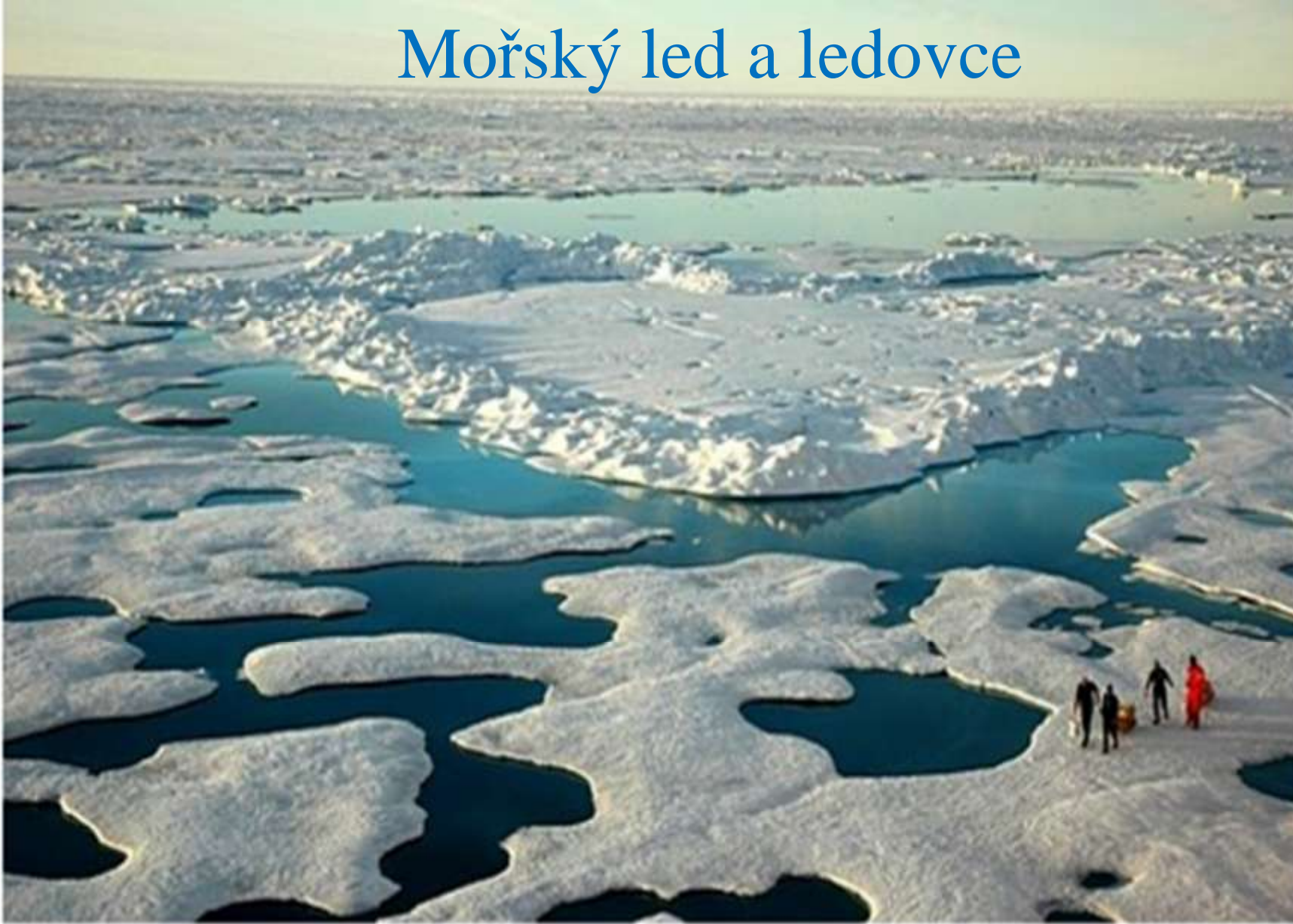






**Ogallala kolektor:** 27% zavlažované plochy USA, 30% podzemních vod USA, zásobuje 2,3 mil. obyv.

# Mořský led a ledovce



**Arktida:** oblast severního geografického pólu

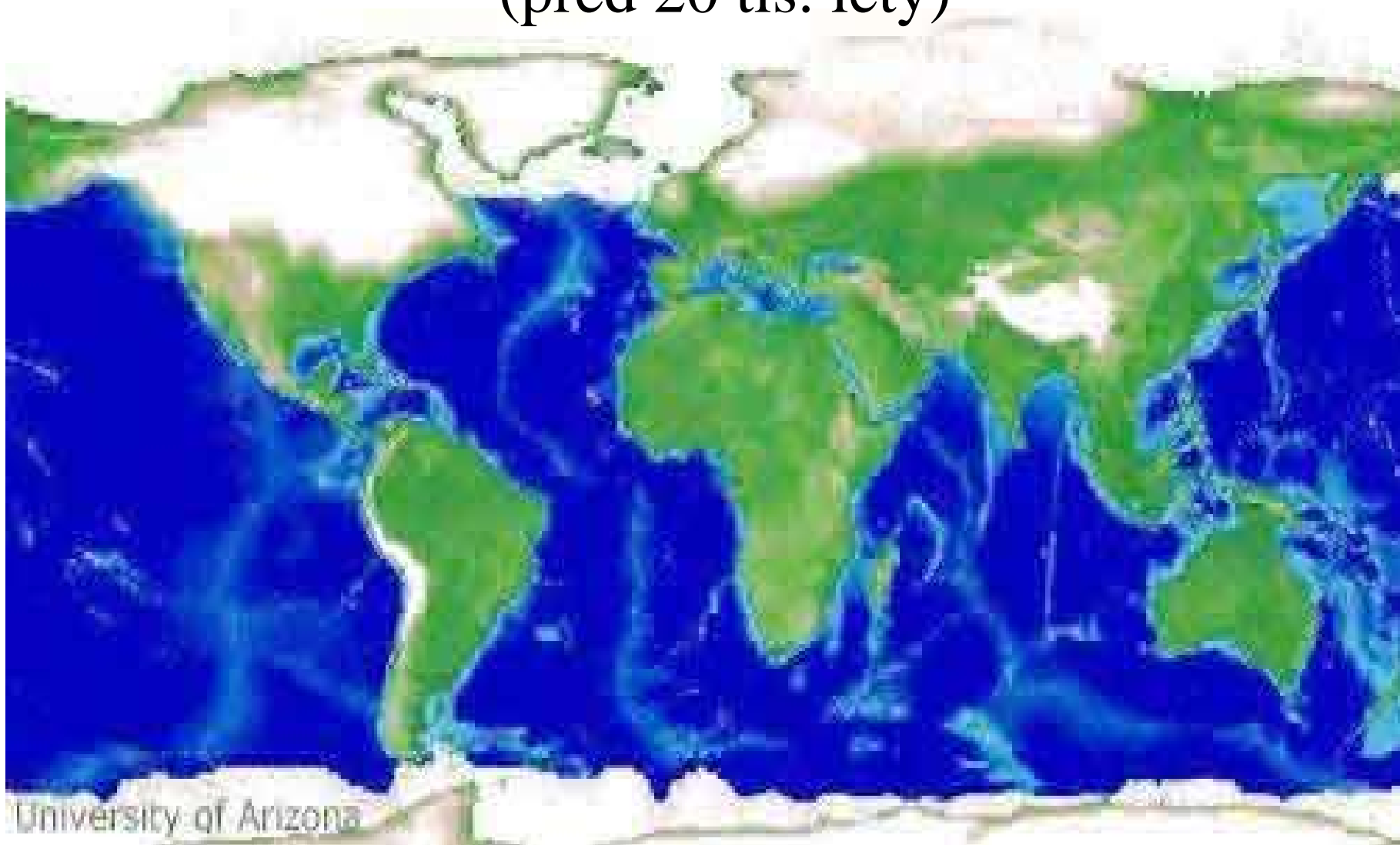


# Ledovce a mořský led: ukazatelé oteplování klimatu

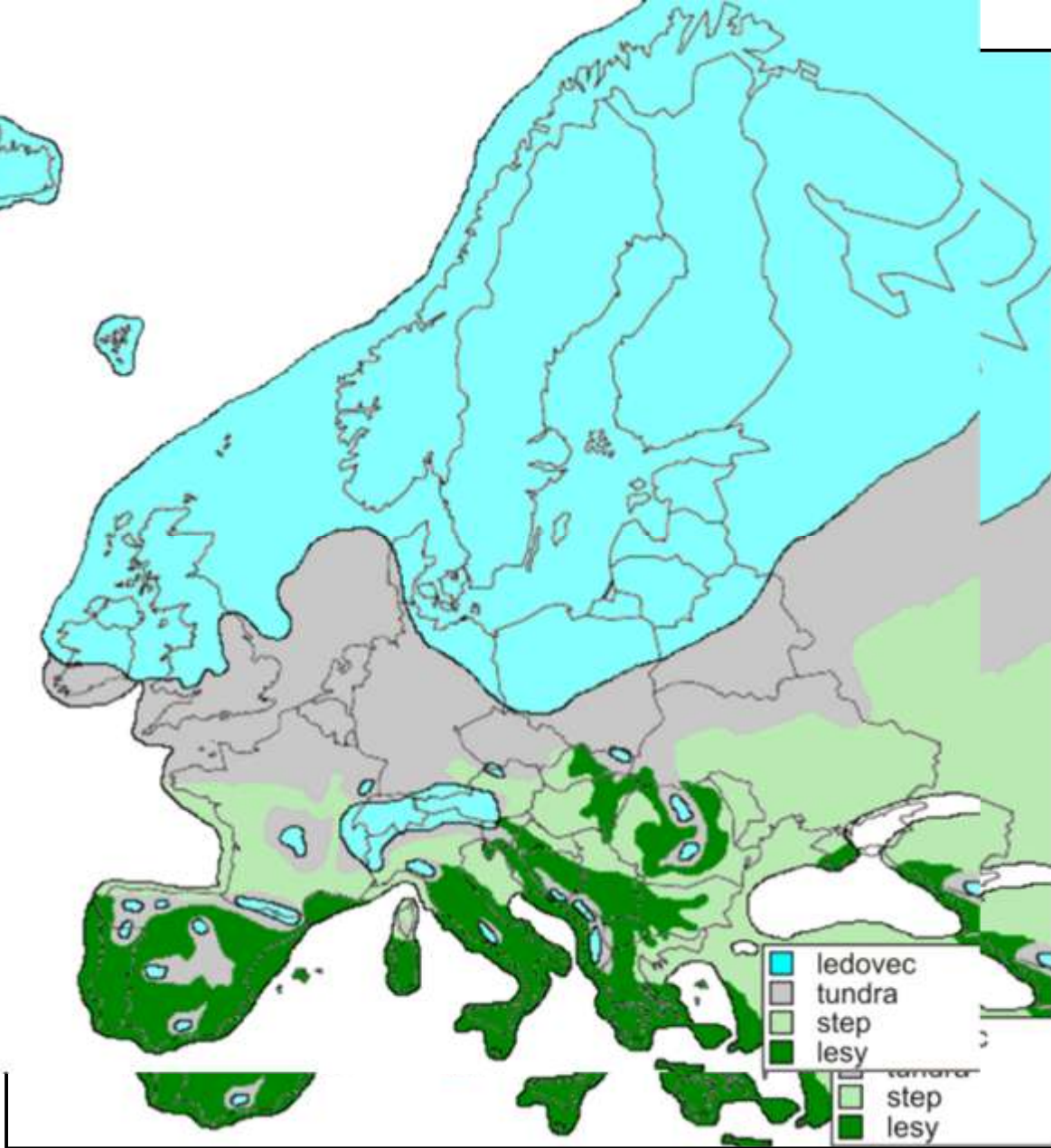
- Převážná část sladké vody na pevnině (kolem 74 %) je akumulována v ledovcích, které zaujímají plochu přes 14,9 miliónů km<sup>2</sup>, tj. asi 10 % plochy souše.
  - *Antarktický pevninský ledovec* - 90 % ledovcové hmoty na pevnině (mocný až přes 4000 m)
  - *Grónský pevninský ledovec* - 8 % (průměrně 1500 m)
  - Další ledovce pevninského typu – Kanadské arktické souostroví (153 000 km<sup>2</sup>), Alaska Range – Coastal Mts. (USA, Kanada, 92 500 km<sup>2</sup>), Svalbard (57 000 km<sup>2</sup>), Novaja Zemlja (24 300 km<sup>2</sup>), Severnaja Zemlja (17 500 km<sup>2</sup>), země Františka Josefa (13 730 km<sup>2</sup>), Island (11 252 km<sup>2</sup>)
- Kdyby roztály všechny ledovce, stoupla by hladina oceánu asi o 66 m!



# Ledovce na Zemi v poslední době ledové (před 20 tis. lety)



Hladina oceánu byla asi o 122 m níže než dnes.  
Před 125 tis. lety asi o 5 m výše než dnes.

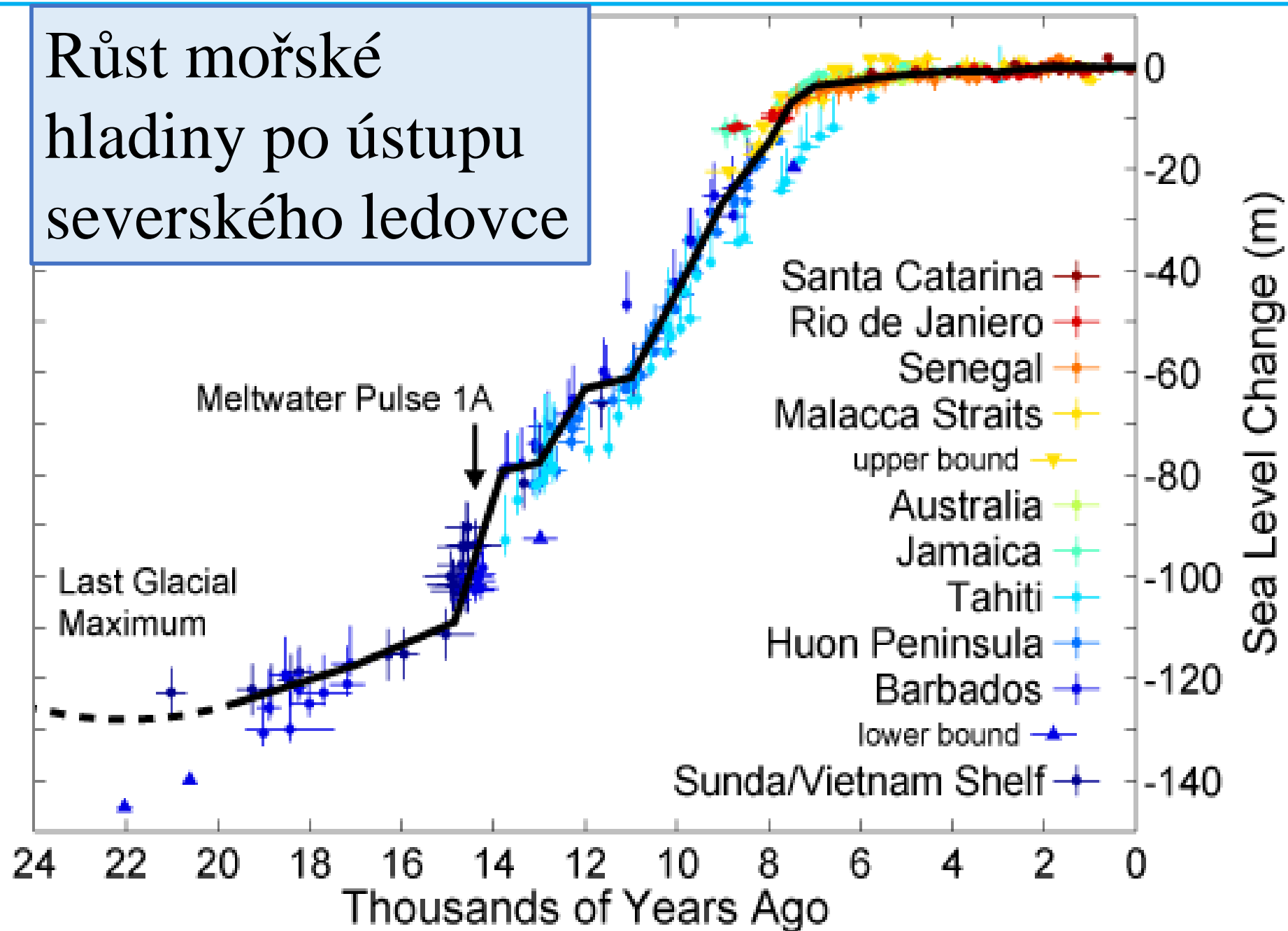


Viselský glaciál v Evropě



Glaciál Wisconsin v Severní Americe

# Růst mořské hladiny po ústupu severského ledovce







Autor:  
CIA World Fact Book –  
File:Arctic.svg, from the CIA

World Fact Book, Volné dílo,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7894803>

# Severní ledový oceán

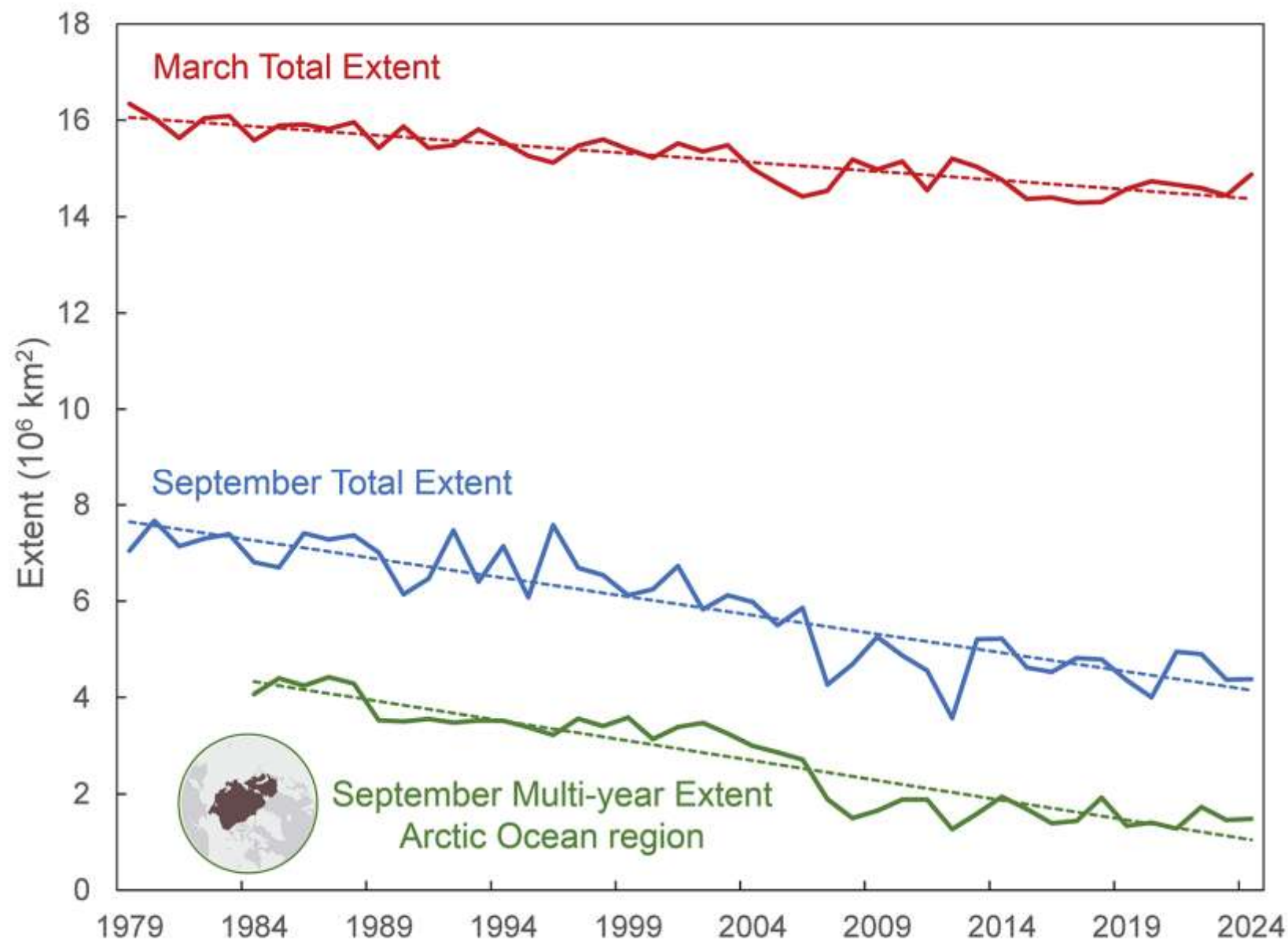
- Mořský led (před změnou klimatu): Během léta roztála asi 1/3 objemu mořského ledu, každou zimu se ho tvořilo více, než ho v létě roztálo. Přebytek (asi 6 000 km<sup>3</sup>) v podobě ledových ker do Atlantiku a Pacifiku.
- Arktická pánev: asi 3 až 4 m mocná vrstva víceletého ledu - „packeis“
- Každé léto pruh volné vody podél Eurasie, tzv. „*polynja*“ (ledem nepokryté místo)

Průměrné roční teploty vzduchu v Arktidě rostly v posledních dvou až třech dekádách **dvojnásobně** ve srovnání s globálním průměrným růstem teplot.



# Změna klimatu v Arktidě

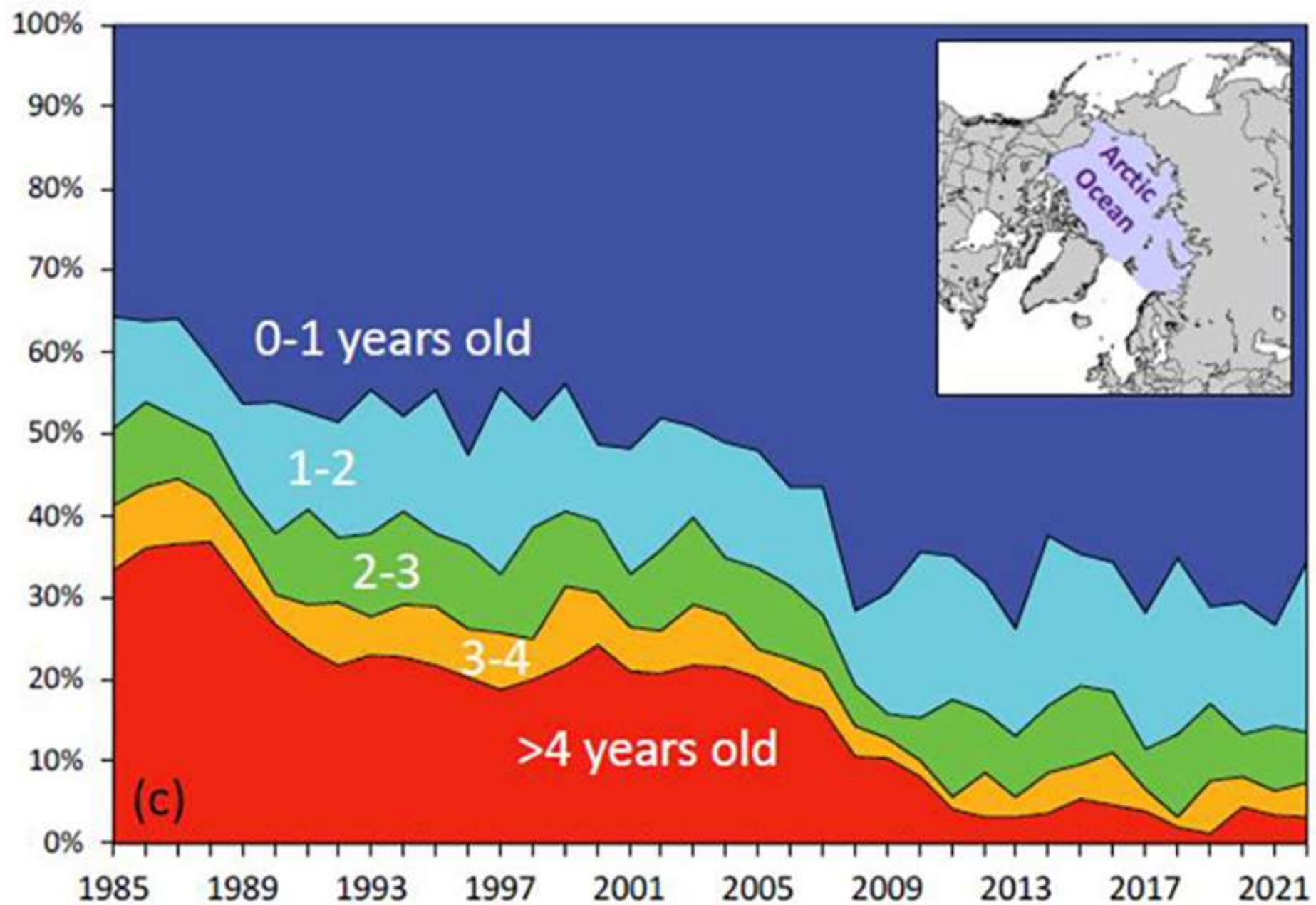
- **„Arktické zesílení“** trendu globálního oteplování je převážně výsledkem redukce odrazivosti zemského a oceánského povrchu v souvislosti s ***úbytkem mořského ledu, ledovců a sněhové pokrývky*** na souši arktických pevnin.
- Vlivem mořských proudů se změna klimatu v Arktidě uplatňuje i v severovýchodním Atlantiku (hlavně Grónského moře) a v celé oblasti Kanadského arktického souostroví.
- Současný rychlý úbytek mořského ledu doprovázen ***zrychlenou dynamikou oteplování povrchových vod*** oceánu → Tmavší otevřené vodní plochy absorbují více slunečního záření než mořský led, který ho odráží.
- Teplejší voda pak podporuje intenzivnější tání ledové pokrývky.
- V nejteplejších letech 2007, 2012 a v posledních třech letech byly povrchové vody v oblastech bez ledové pokrývky **až o 5° C teplejší**, než činí dlouhodobý průměr (nejteplejší Beaufortovo m., Čukotské m. a Moře Laptěvů).



**Rozsah mořského ledu v Arktidě v období 1979 až 2024**



Dosud nejmenší rozsah ledové pokrývky v Severním ledovém oceánu  
16.9. 2012, **3,41 mil. km<sup>2</sup>**

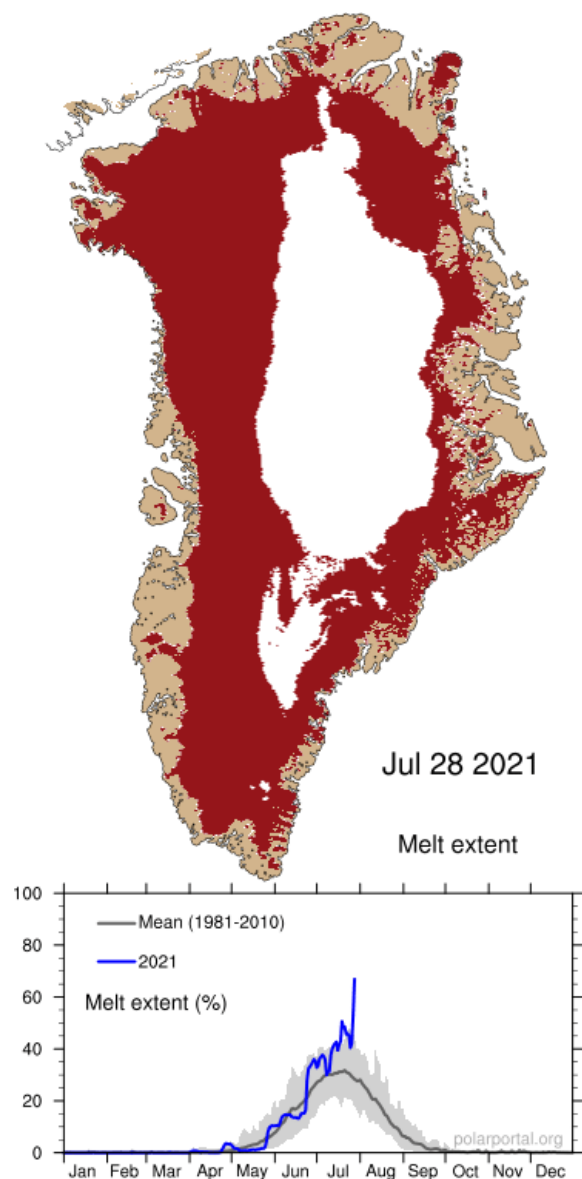


Postupný úbytek víceletého ledu

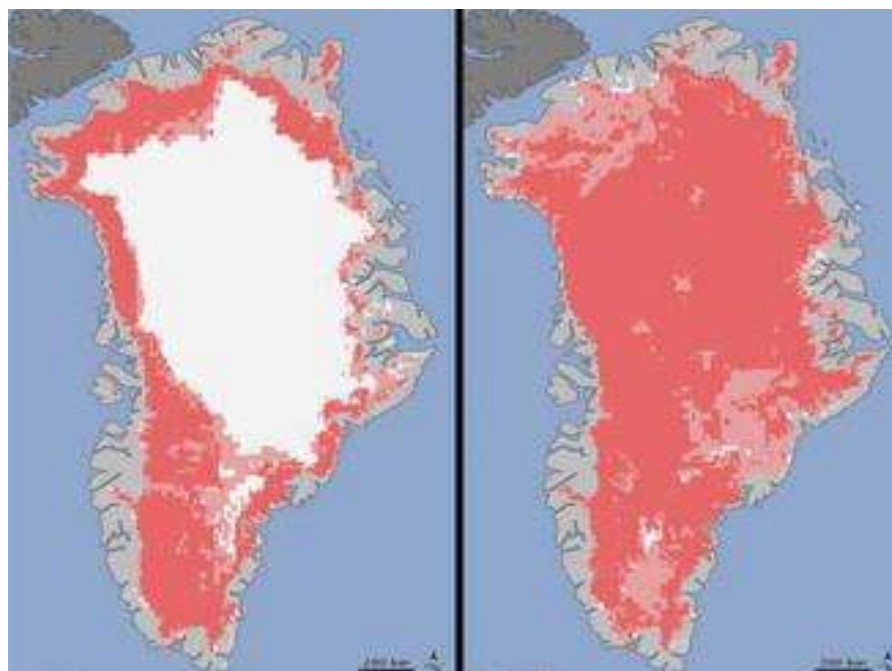


# Grónský kontinentální ledovec

- Největší zaledněná plocha severní polokoule s druhým nejmohutnějším ledovcem na Zemi.
- Je v něm akumulováno asi 2,93 miliónů km<sup>3</sup> ledovcové hmoty.
- Pokud by Grónský ledovec zcela roztál, stoupla by hladina světového oceánu přibližně o sedm metrů!



8.7. 2012



12.7. 2012





**Tání Grónského ledovce,**  
ročně úbytek od 350 do 400 miliard tun ( $\text{km}^3$ ), v roce 2019  
600 miliard tun!




Ledovcová řeka na severovýchodě Grónska,  
asi 600 km od pobřeží!





## Příčinné souvislosti změny klimatu v Arktidě

- Vlivem významné klimatické změny - úbytek zalednění, rozpad mořského ledu, oteplování moří.
- Ledová krusta kolem severního pólu se ztenčila o 46 %, do roku 2040 by se mohl úplně rozpustit arktický ledový příkrov ?? (názor některých vědců)  
 [vzestup zájmu o region s novými možnostmi.](#)
- V arktických oblastech Ruska velké zásoby *niklu, mědi, uhlí, zlata, uranu, wolframu a diamantů*. V asijském Rusku též zásoby *ropy a zemního plynu*.
- Severoamerické arktické oblasti (Aljaška, severní Kanada) bohaté na *měď, nikl, železo, uran, zemní plyn a ropu* (především na Aljašce).

**V šelfech SLO** podle USGS: asi 15% světových zásob ropy a 30% světových zásob plynu.

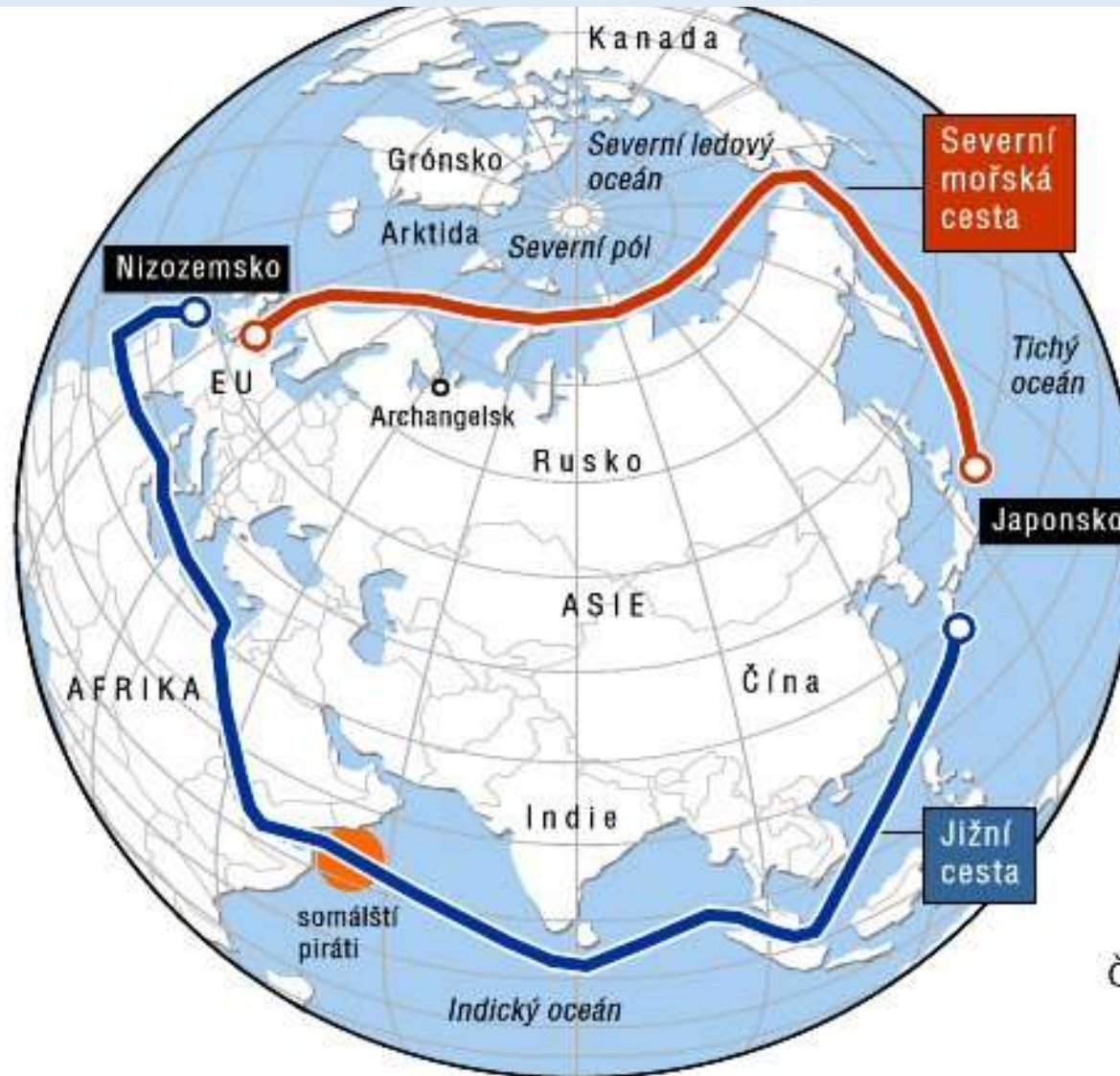
## Severní mořská cesta

- První proplul Severní mořskou cestou A. E. Nordenskjöld v letech 1878 až 1879.
- Cesta dlouhá 5 600 km byla dosud splavná jen pro námořní konvoje provázené ledoborci. První hladinovým plavidlem s jaderným pohonem byl ledoborec Lenin, který od roku 1960 provázel lodě.
- Navigační doba před změnu klimatu: Novyj Port (7.7. – 29.10., celkem 114 dní), Dikson (17.7. – 13.10., 90 dní), Bulun (3.6. – 20.10., 138 dní), Russkoe Ustie (16.6. – 4.10., 111 dní), Nižněkolymsk (6.6. – 5.10., 121 dní).
- Podle různých údajů se současné období navigace prodloužilo v jednotlivých přístavech Severní mořské cesty o 1 až 2 měsíce.
- Ruská federace se v současné době vážně zabývá myšlenkou přeměnit Severní mořskou cestu v mezinárodní dopravní koridor.
- Momentálně má Rusko na severu **pět jaderných a čtyři dieselové ledoborce**, další čtyři – jeden jaderný a tři dieselové – se staví.

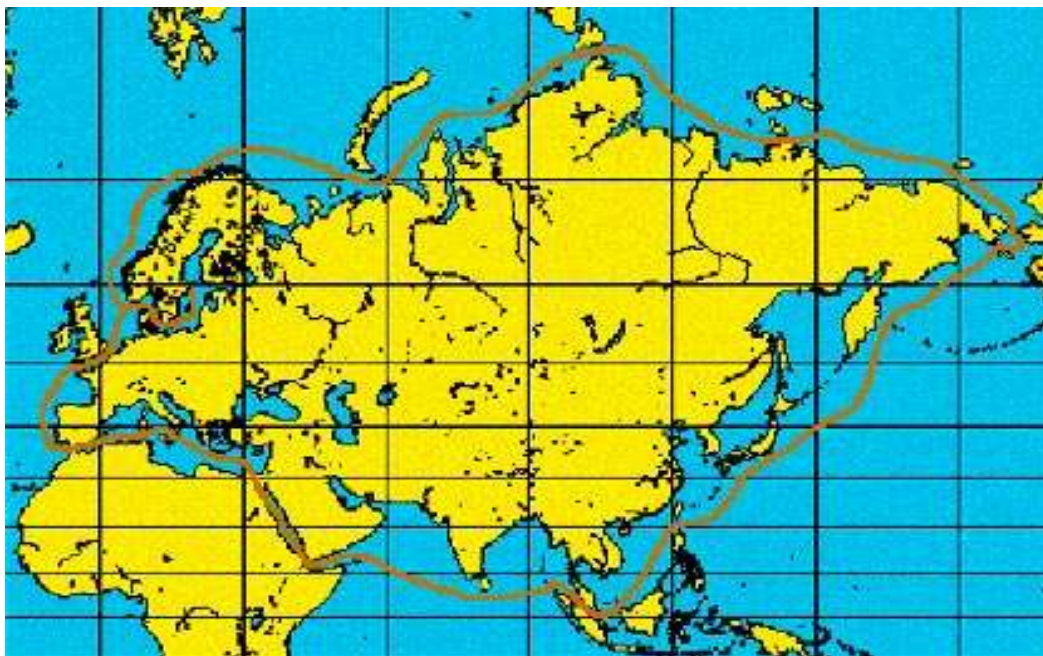


# Porovnání plavebních tras mezi Japonskem a západní Evropou

## Severní mořská cesta - klasická jižní cesta přes Suezský průplav.



Mezi Londýnem a Jókohamou, lze využít trasy přes Panamský průplav (23 300km) nebo plout přes Malacký průliv a Suezský průplav (21 200 km). Přes SZ nebo SV průjezd možno ušetřit asi 1/3 délky.



**Severovýchodní průjezd (1878-79)**



**Adolf Erik Nordenskiöld**  
(1832 - 1901)



**Lod' Vega**







**Roald Amundsen (1872-1928)**

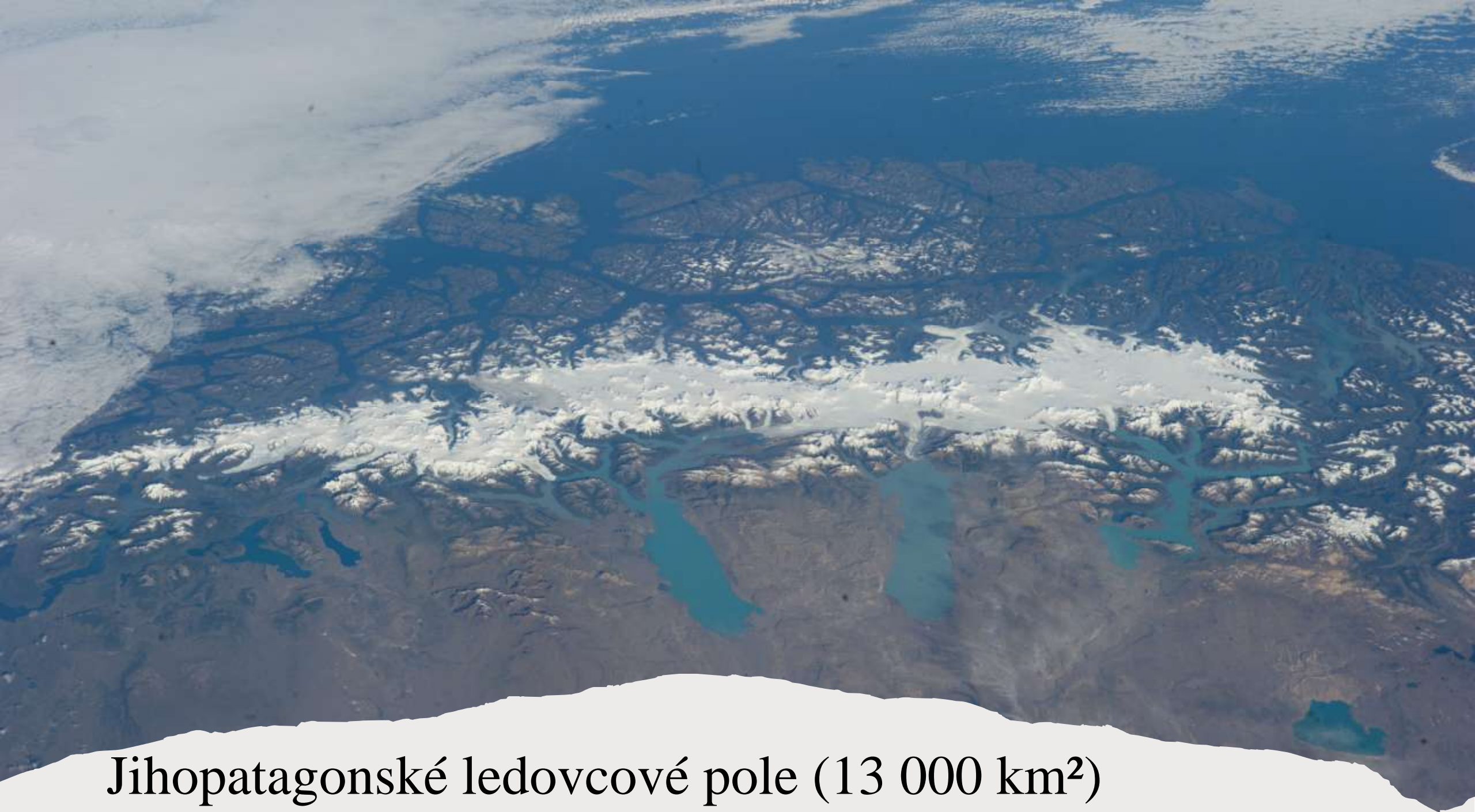
**Lod' Gjöa**

**Severozápadní průjezd (1903 – 1906)**

# Horské ledovce

- 0,6 % objemu ledovců na Zemi
- Asie – 89 000 km<sup>2</sup> (Himálaj 33 000 km<sup>2</sup>, Karākoram 13 660 km<sup>2</sup>, Tian Shan 8 600 km<sup>2</sup>, Pamir a Alajské pohoří (8 400 km<sup>2</sup>)
- Jižní Amerika – 25 000 km<sup>2</sup> (Andy)
- Evropa – Alpy (3 600 km<sup>2</sup>), Skandinávské pohoří (3200 km<sup>2</sup>)
- Oceánie – N. Zéland (cca 1000 km<sup>2</sup>), N. Guinea (15 km<sup>2</sup>), dnes 0 ?
- Afrika – 15 km<sup>2</sup> (Ruwenzori, Mt. Kenya, Kilimanjaro), dnes asi 10 km<sup>2</sup>
- Sněžná čára – stoupá ve většině světových velehor





Jihopatagonské ledovcové pole (13 000 km<sup>2</sup>)

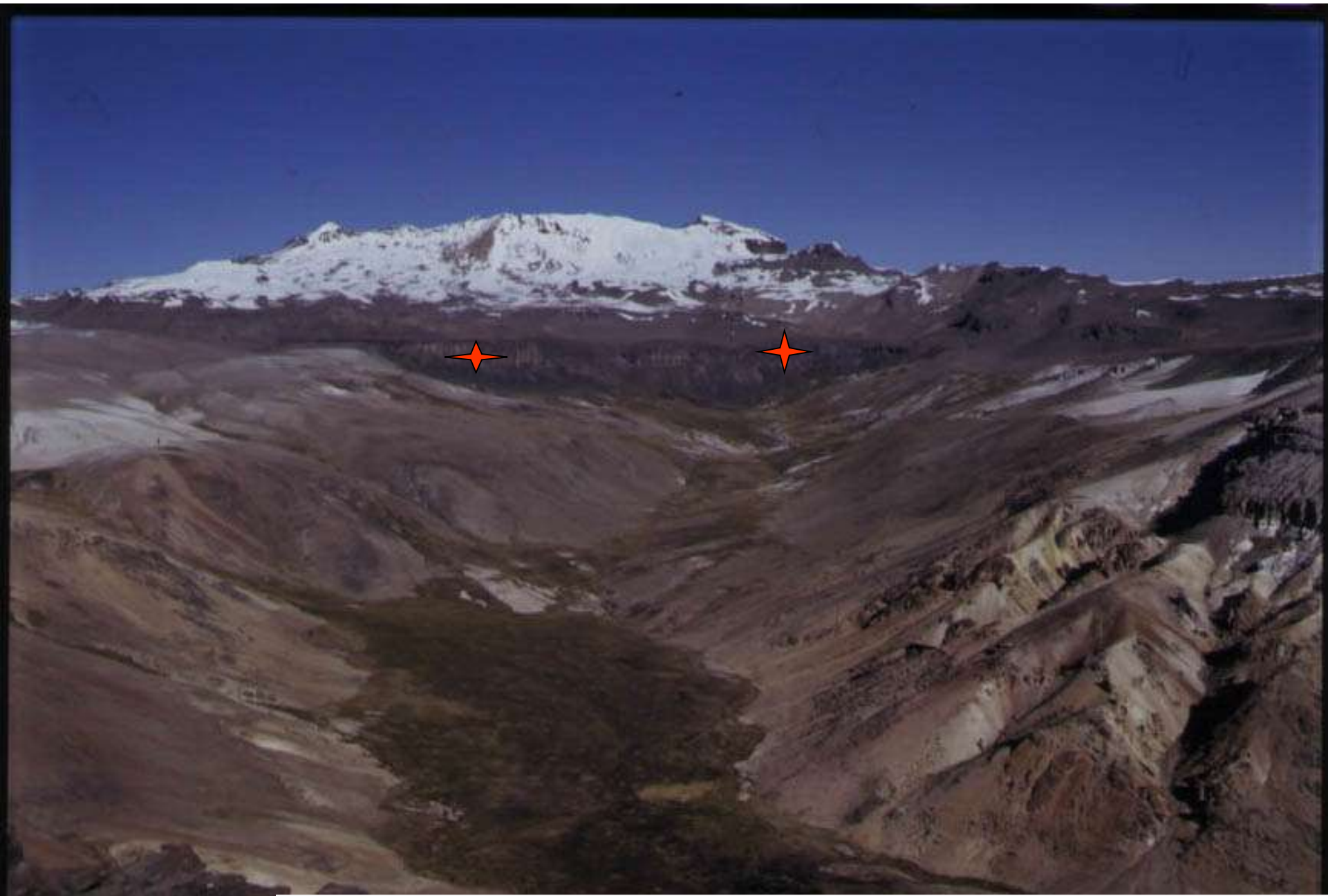




**N.P. Los Glaciares  
(Argentina)**



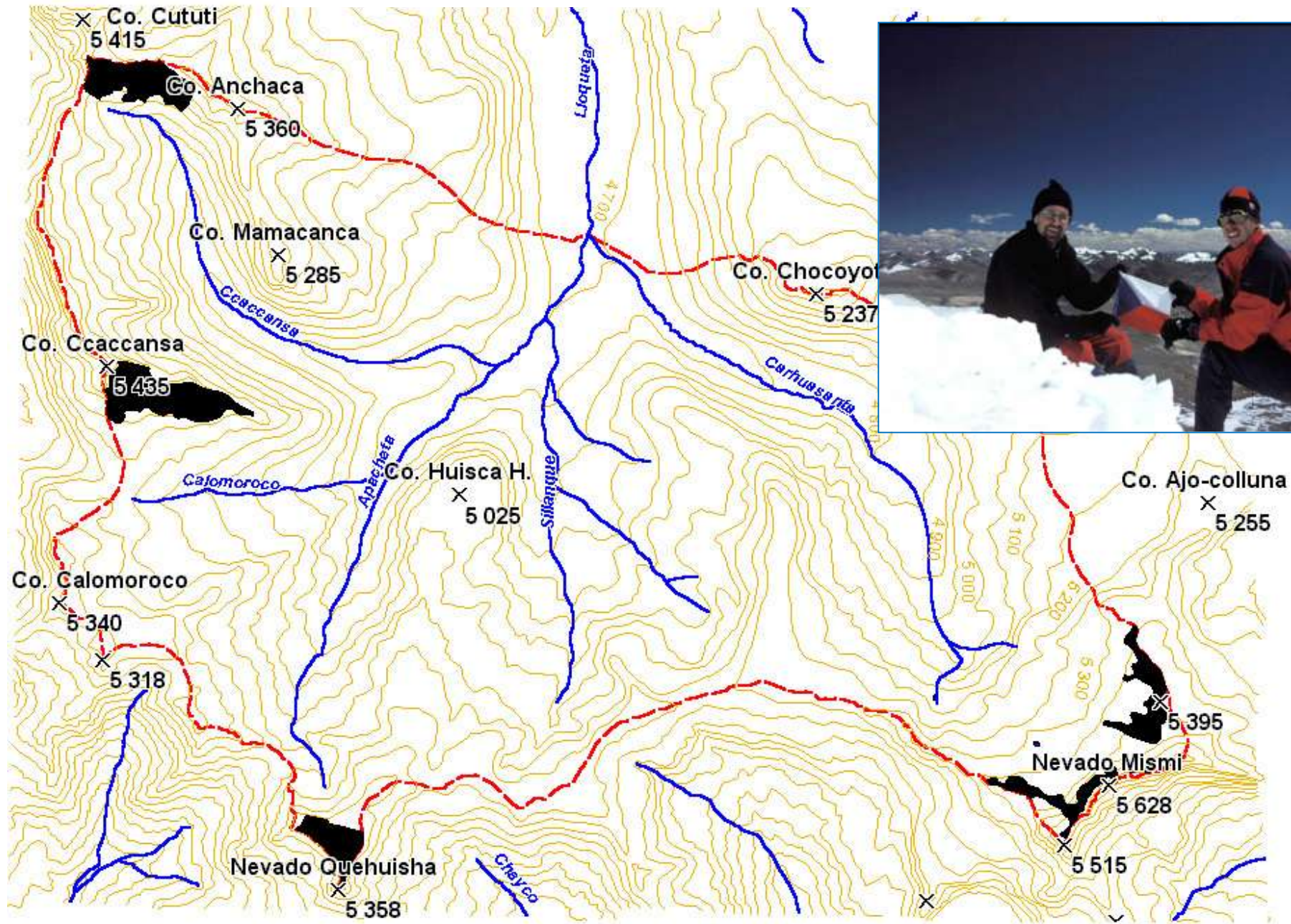




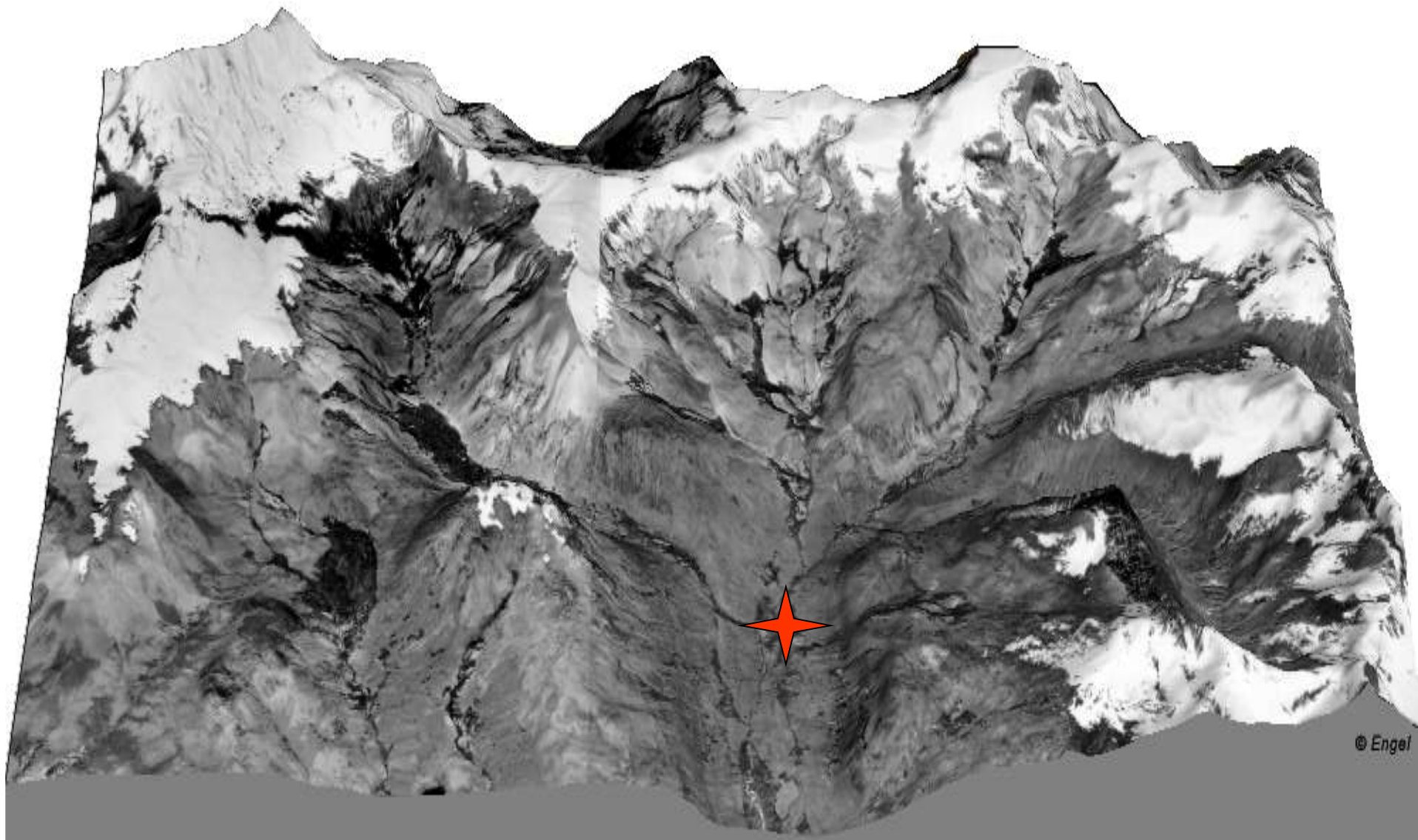
Rio Carhuasanta a Nevado Mismi (5628 m)



# Rozšíření ledovců v pramenné oblasti (2000)





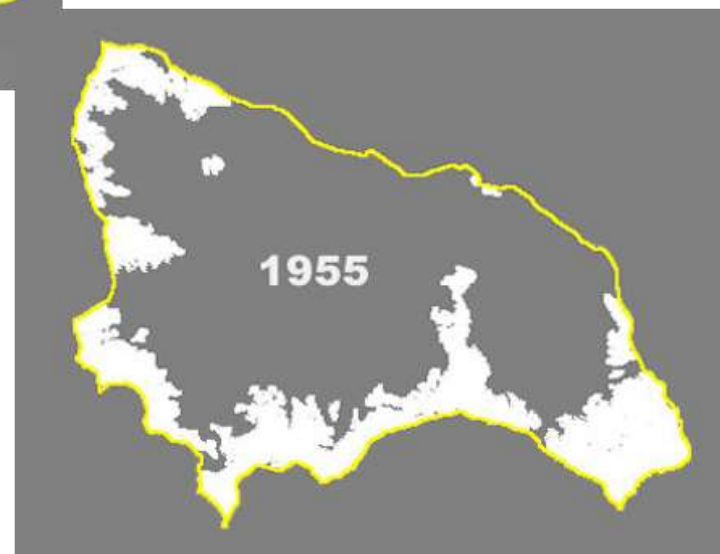


3D model pramenné oblasti Amazonky

# Vývoj zalednění v období 1955 - 2000



**Poslední ledovec**  
roztál v pramenné oblasti  
v roce 2008







Nejvýše položená klimatická stanice v Latinské Americe (5 280 m n.m.), satelitní přenos dat, česká firma Fiedler, bezporuchový provoz od 2016/11



Nudo Coropuna (6425 m), jižní Peruánské Andy



# Katedra fyzické geografie a geoekologie (zahraniční projekty)

od roku 2005:

→ 3 projekty v Kyrgyzstánu  
(2 rozvojové projekty vlády ČR,  
1 projekt od NATO)



Česko-kyrgyzská výzkumná základna  
Adygine

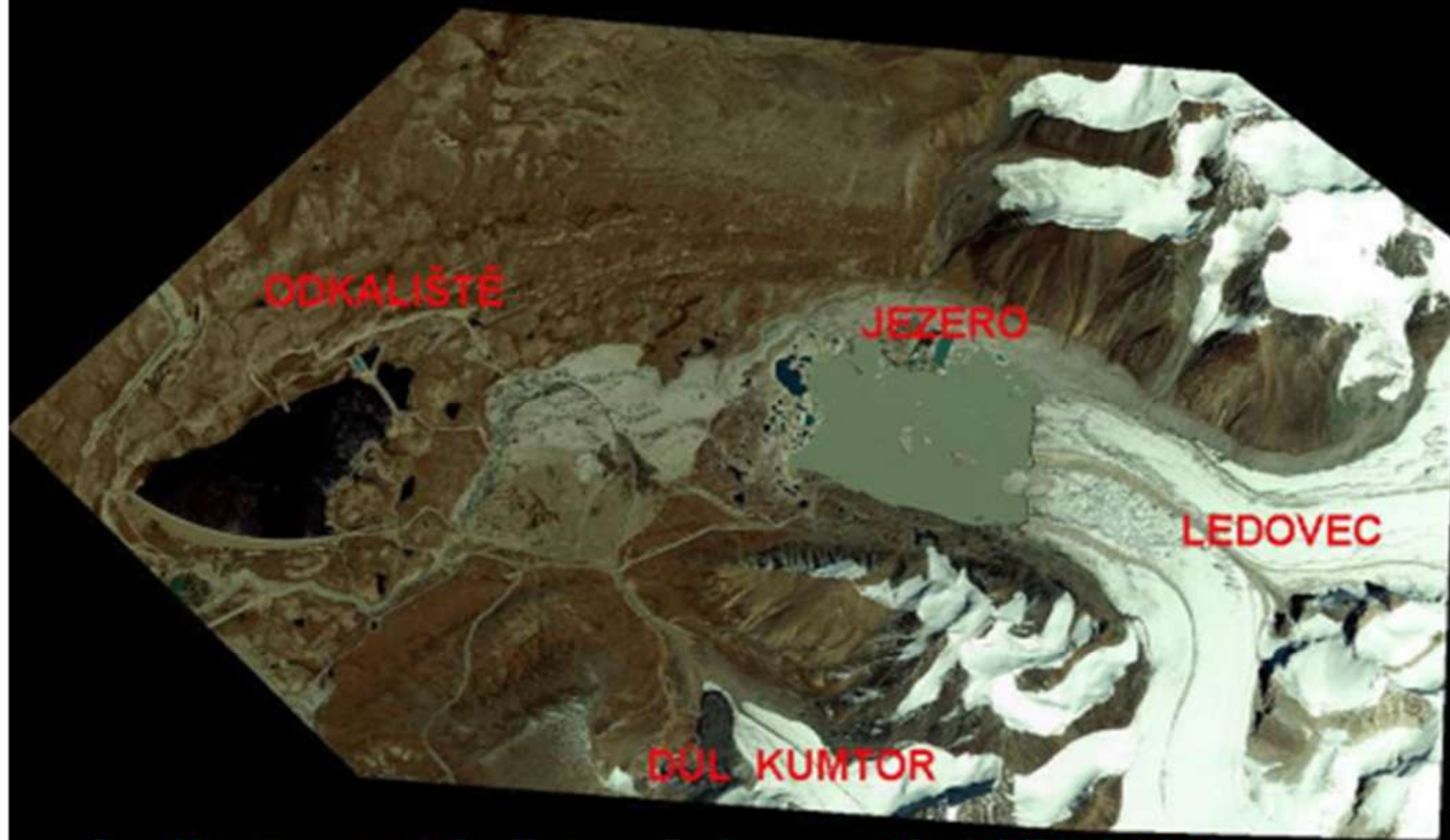
Jezero Petrova







**Jezero Petrova a ledovec Petrova**



**Satelite image of the Petrov Lake area (QuickBird 2003)**





## Petrov Glacier retreat (1957-2006)

	Total retreat (m)	Annual retreat (m/y)
1869-1957	1330	15.1
1957-1980	570	24.8
1980-1990	380	38.0
1990-1999	390	43.3
<b>1999-2006</b>	<b>430</b>	<b>61.4</b>





*Děkuji vám  
za pozornost!*