



ДГТХ

Универзитет у Новом Саду  
Природно-математички факултет  
Департман за географију, туризам и хотелијерство

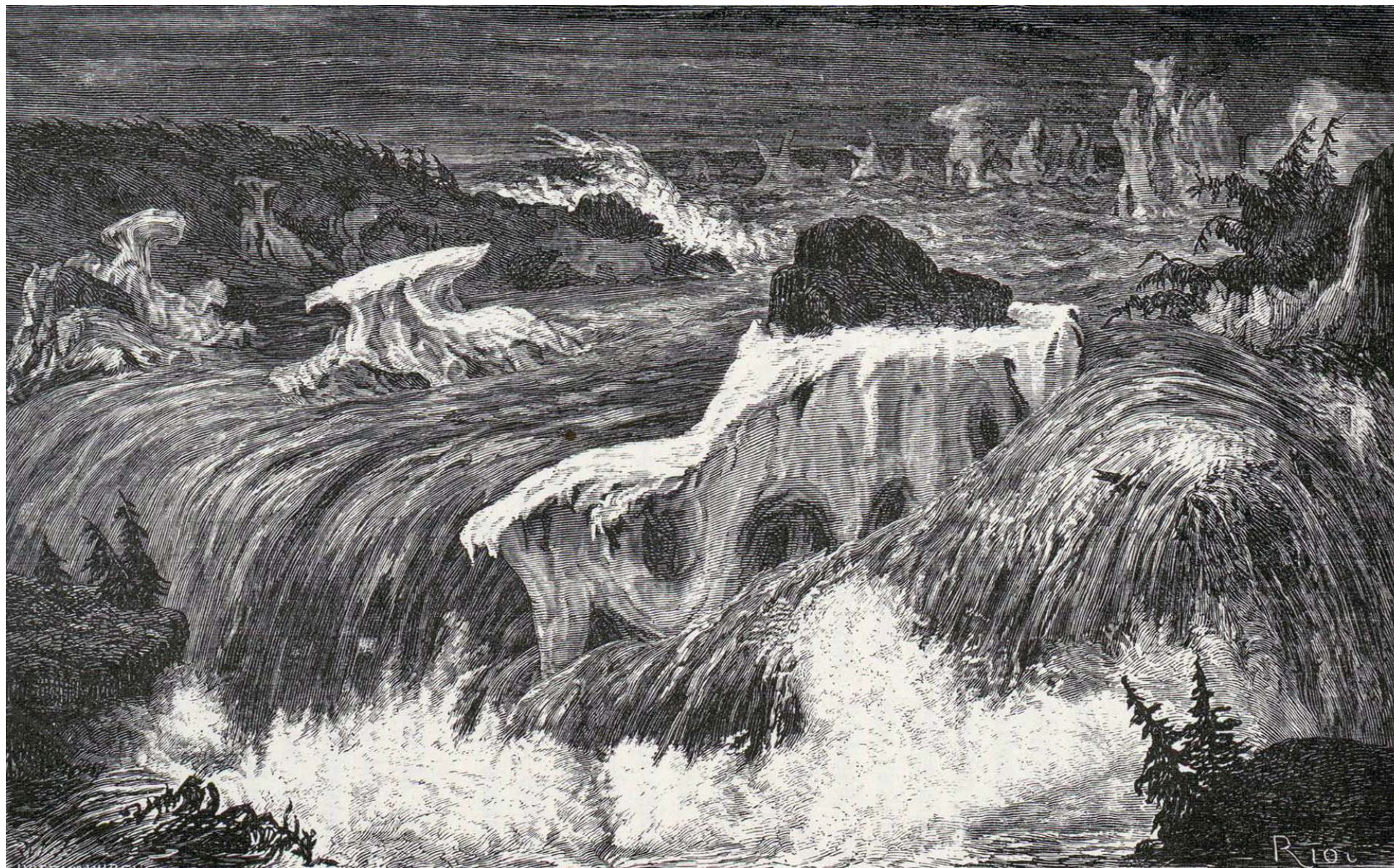
**Др Млађен Јовановић**

*Катедра за Физичку географију*



**ЕРАТИЧКИ БЛОК**  
“лутајуће камење” (XVII-XIX в)





Приказ библијског потопа у Европи (Figuier, 1863)

# НЕСШАТЕЛСКО ПРЕДАВАЊЕ

1837.

LOUIS AGASSIZ

*1807-1873.*





Просторије Швајцарског природњачког друштва у којем је одржано “Нешателско предавање” 1837. године

---

# DISCOURS

PRONONCÉ A L'OUVERTURE DES SÉANCES

DE LA

**SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES,**

A NEUCHÂTEL LE 24 JUILLET 1837,

PAR

**L. AGASSIZ, PRÉSIDENT.**

---

MESSIEURS, TRÈS-CHERS AMIS ET CONFÉDÉRÉS,

Depuis long-temps les membres de la section neuchâteloise de notre Société désiraient avec impatience voir arriver le moment où ils pourraient inviter leurs confrères de toute la Suisse à se réunir chez eux. Des circonstances indépendantes de leur volonté, et



**AUSZUG**

**AUS DEM BRIEFE DES HERRN D<sup>r</sup> SCHIMPER**

**UEBER DIE EISZEIT,**

**AN PR. AGASSIZ, PRÆSIDENT DER GESELLSCHAFT<sup>(1)</sup>.**



Wäre ich nicht unglücklicher Weise verhindert  
auf die naturforschende Versammlung nach Neuchâtel



**Jean-Pierre Perraudin**  
1767-1858.

**Jean de Charpentier**  
1786-1855.



**Ignace Venetz**  
1788-1859.

**Louis Agassiz**

*Пикник крај ледника Цермат (Zermatt), Études sur les glaciers, 1840*



179 1840  
Etudes  
DES GLACIERS  
PAR  
L. AGASSIZ



Dessinés d'après nature

et Lithographiés  
par

J<sup>e</sup> BÉTTANNIER

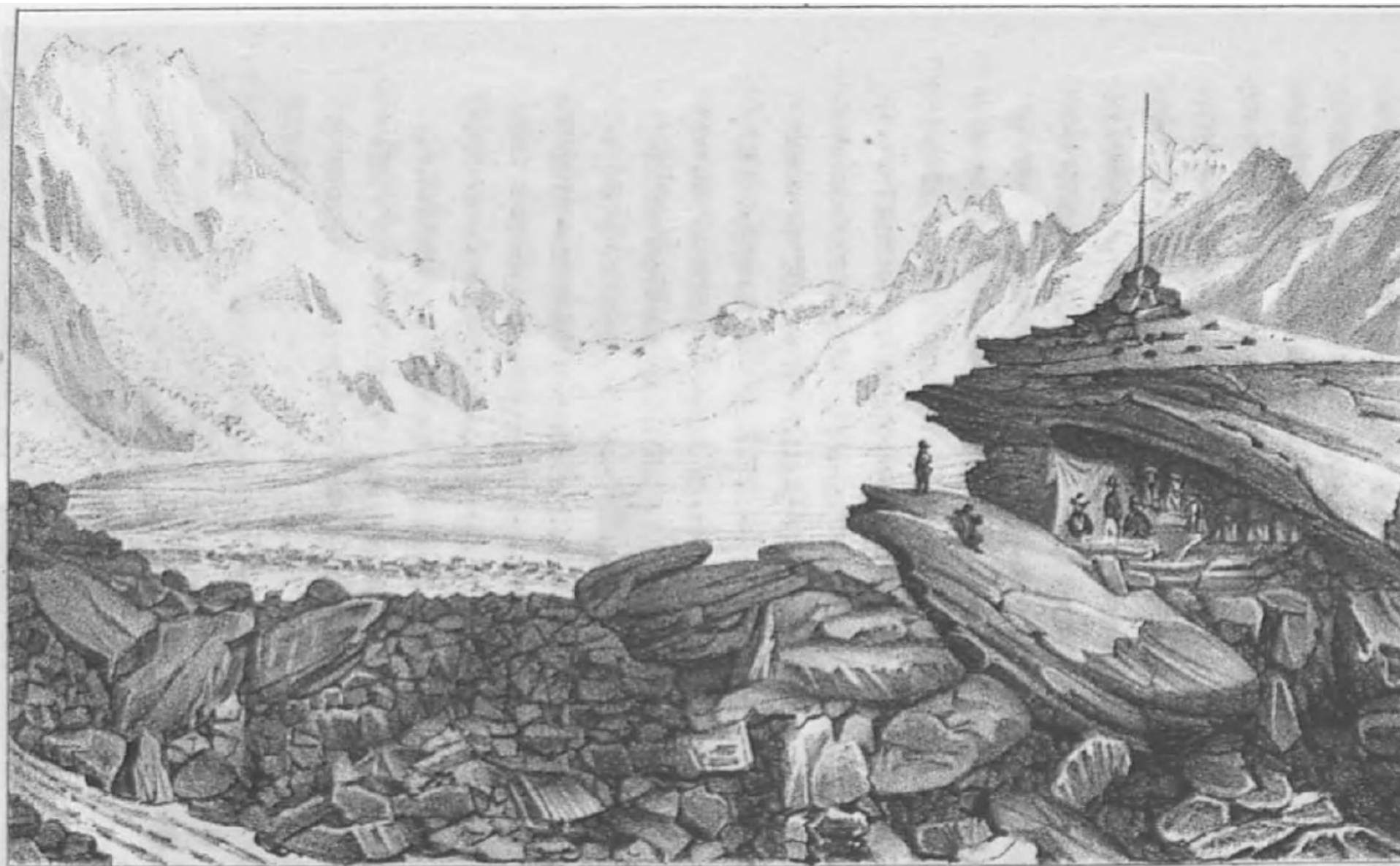
1840.

à la Lithographie

H. NICOLET

à Neuchâtel

Suisse



HOTEL DES NEUCHÂTELOIS,  
sur la Mer de glace du Lauter Aar et du Finster Aar,  
Côte Méridional.



Надгробни споменик  
Кембриџ, Масачусетс, САД

# ЗАБОРАВЉЕНИ ПИОНИРИ ГЛАЦИЈАЛНЕ ТЕОРИЈЕ

## GLETSCHER

Термин „глечер“ је први пут употребљен на Чудијевој (Aegidius Tschudi) карти Швајцарске из 1538. године.

Теолог, а касније и професор на будућем Циришком универзитету, Зимлер (Josias Simler), је 1574. године, у монографији посвећеној кантону Вале, описао ледник Роне



Abbildung des Gletschers im Gant.  
*Effigies montis glacigena in Grin*  
 G  
 delmalde in der Herrschafft Bern.  
*Deha Sylva Bernaticu vulgo dicti*  
 LATSCHER



A. Das Eyß oder Gletscher so vom Boden auff wachset, und alles vnsich stoß mit vngestuhm vnd vielem Krachen. B. der fluß Lütchinen so vnter dem Eyß herfür quillet  
 C. Wohnungen, mit welchen man dem Gletscher halt weichen müssen. D. Hoch gebürge mit Ewigem Schnee bedeckt.

Isf. Plopp. figurau.

# РАЗЛОЗИ НАСТАНКА ЛЕДЕНИХ ДОБА

**терестрични**



**астрономски**

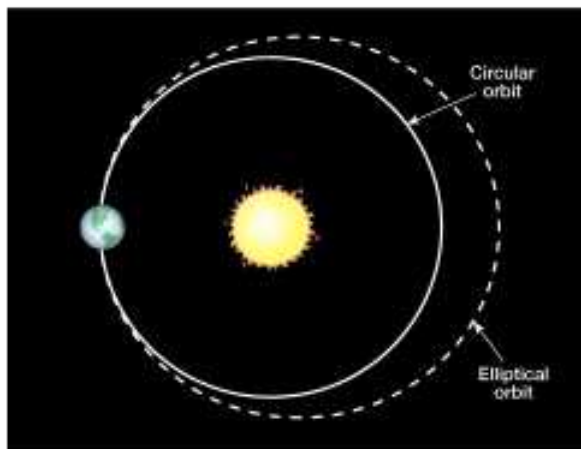




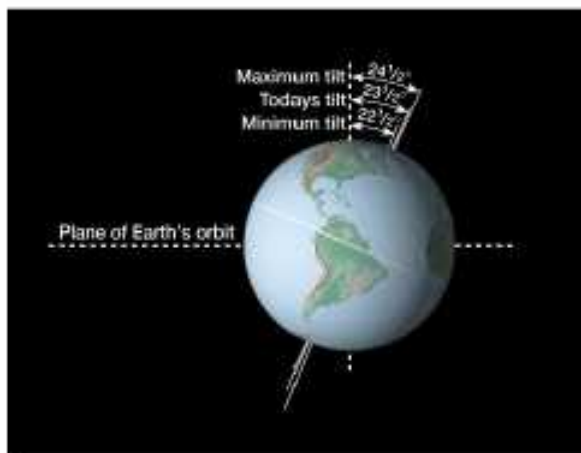
**Wladimir Peter Körppen** МилуТИН МИЛАН МИЛАНКОВИЋ **Alfred Lothar Wegener**  
1846. St. Petersburg 1879. Даль 1880. Berlin  
†1940. Graz †1958. Београд †1930. Grønland

# АСТРОНОМСКИ РАЗЛОЗИ НАСТАНКА ЛЕДЕНОГ ДОБА

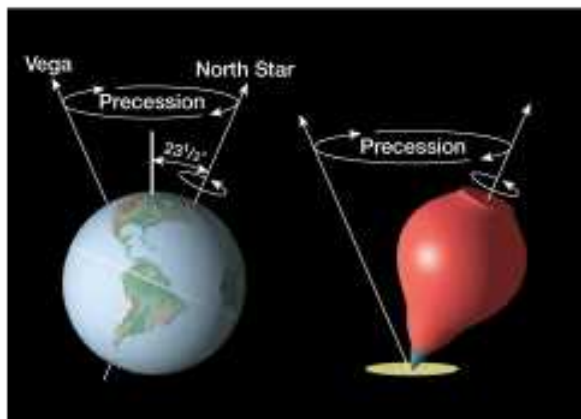
ПРОМЕНА ЕКСЦЕНТРИТЕТА ЕКЛИПТИКЕ  
100.000 год



A.



B.

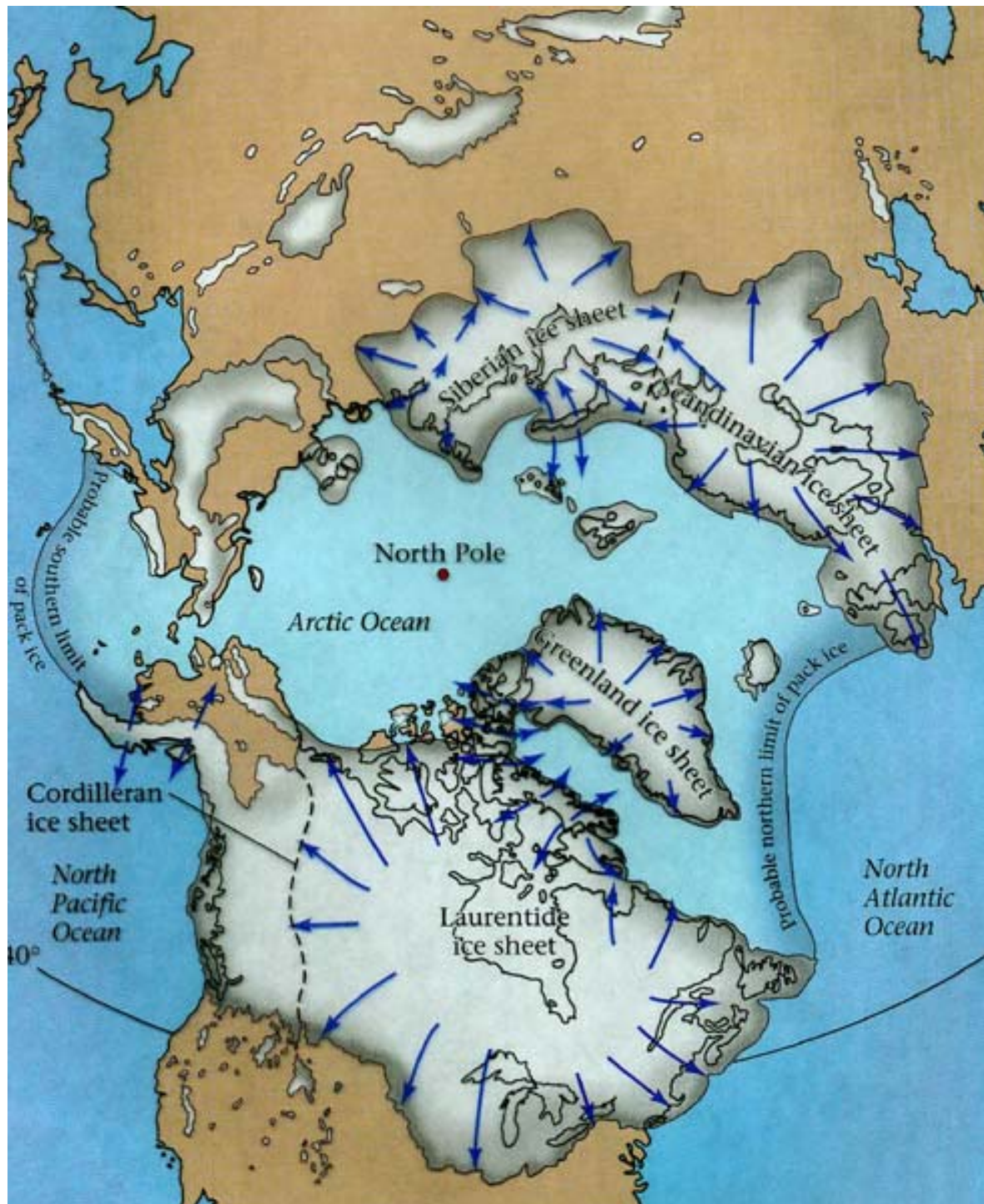


C.

ПРОМЕНА НАГИБА ЗЕМЉИНЕ ОСЕ  
22°1' – 24°5'  
41.000 год

ПРЕЦЕСИЈА  
23.000-19.000





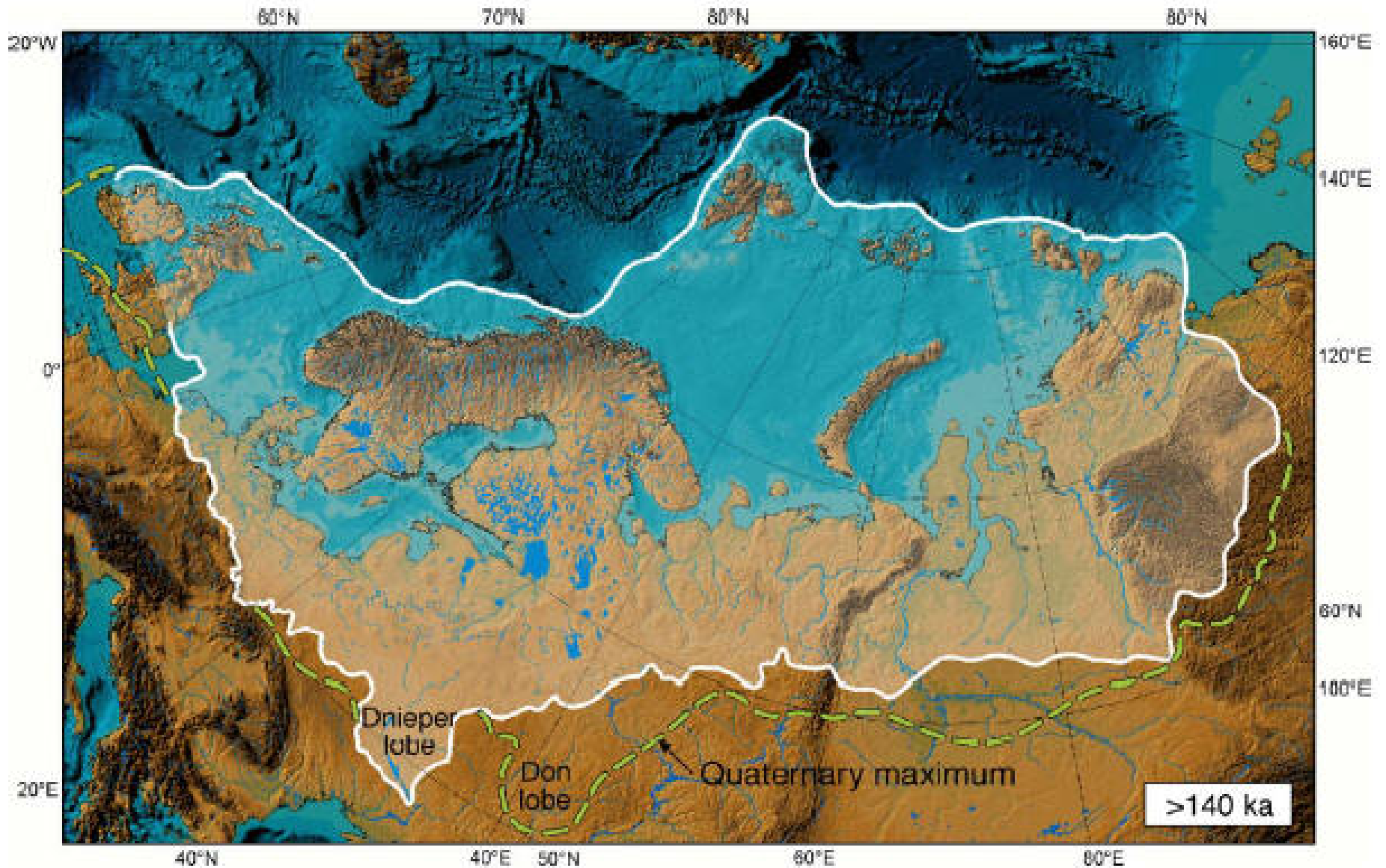
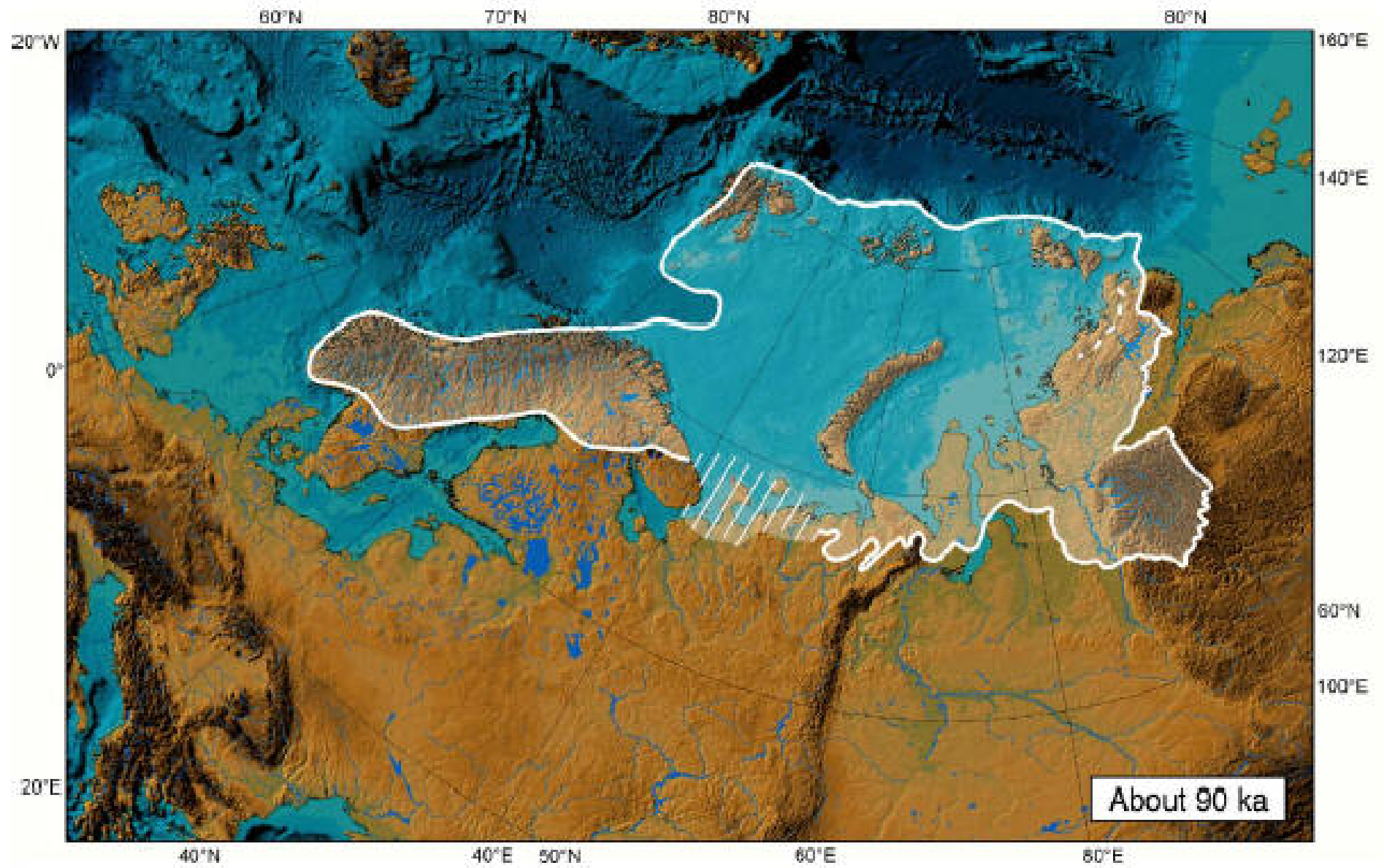
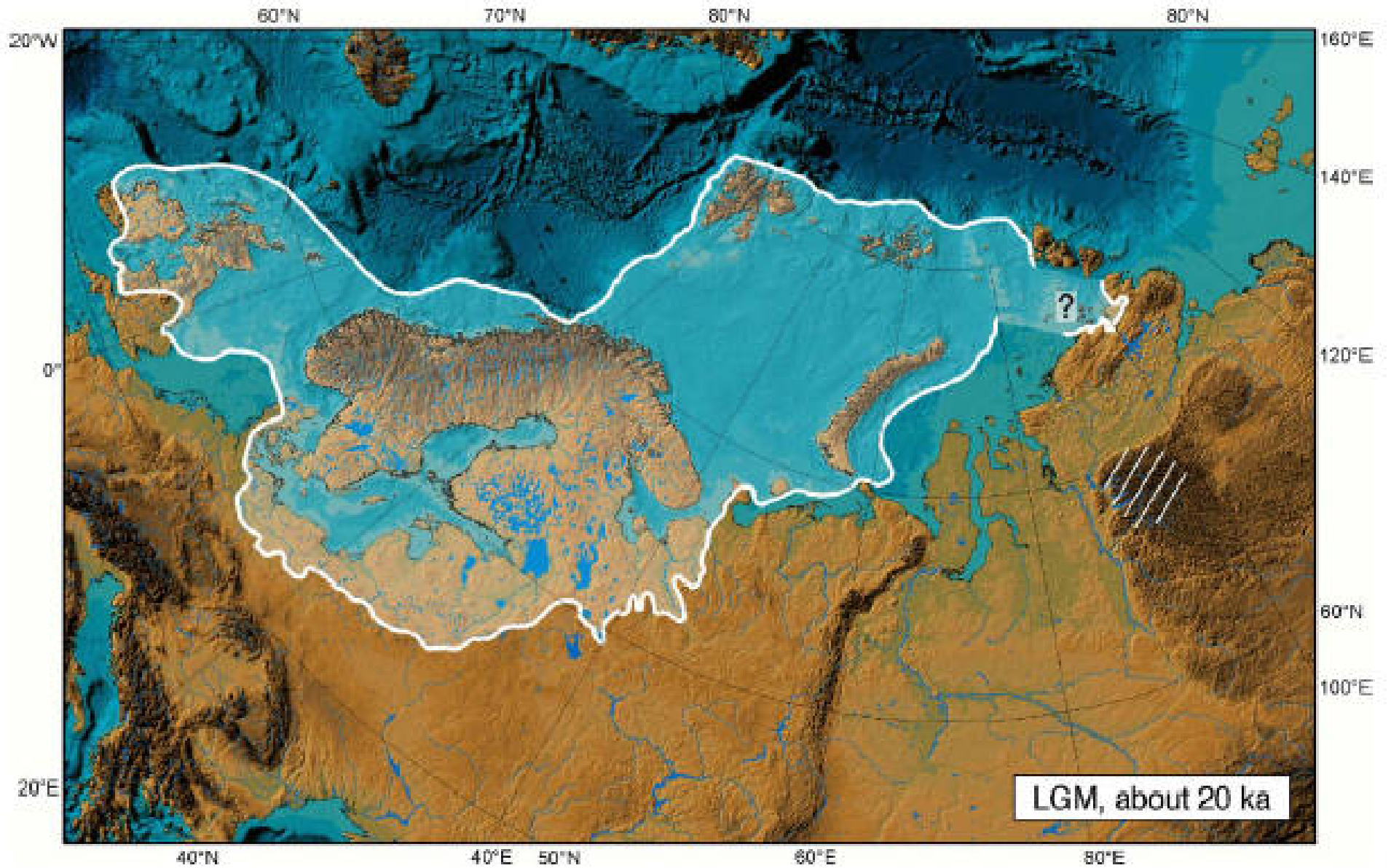


Fig. 13. A reconstruction of the maximum ice-sheet extent in Eurasia during the Late Saalian (c. 160–140 ka), based on review of published material. The ice sheet extent in Russia and Siberia during the Saalian is discussed further by Astakhov (2004). The corresponding ice limit on the European continent further west follows the Drenthe line (cf. Ehlers et al., 2004) and the boundary of the Dnieper lobe (cf. Velichko et al., 2004). The approximate maximum extent of the Quaternary glaciations (drift limit) is indicated by a dotted line. Notice that some other ice sheets and glaciers that existed at this time (Iceland, Greenland, Alps and other places) are not shown on this reconstruction.

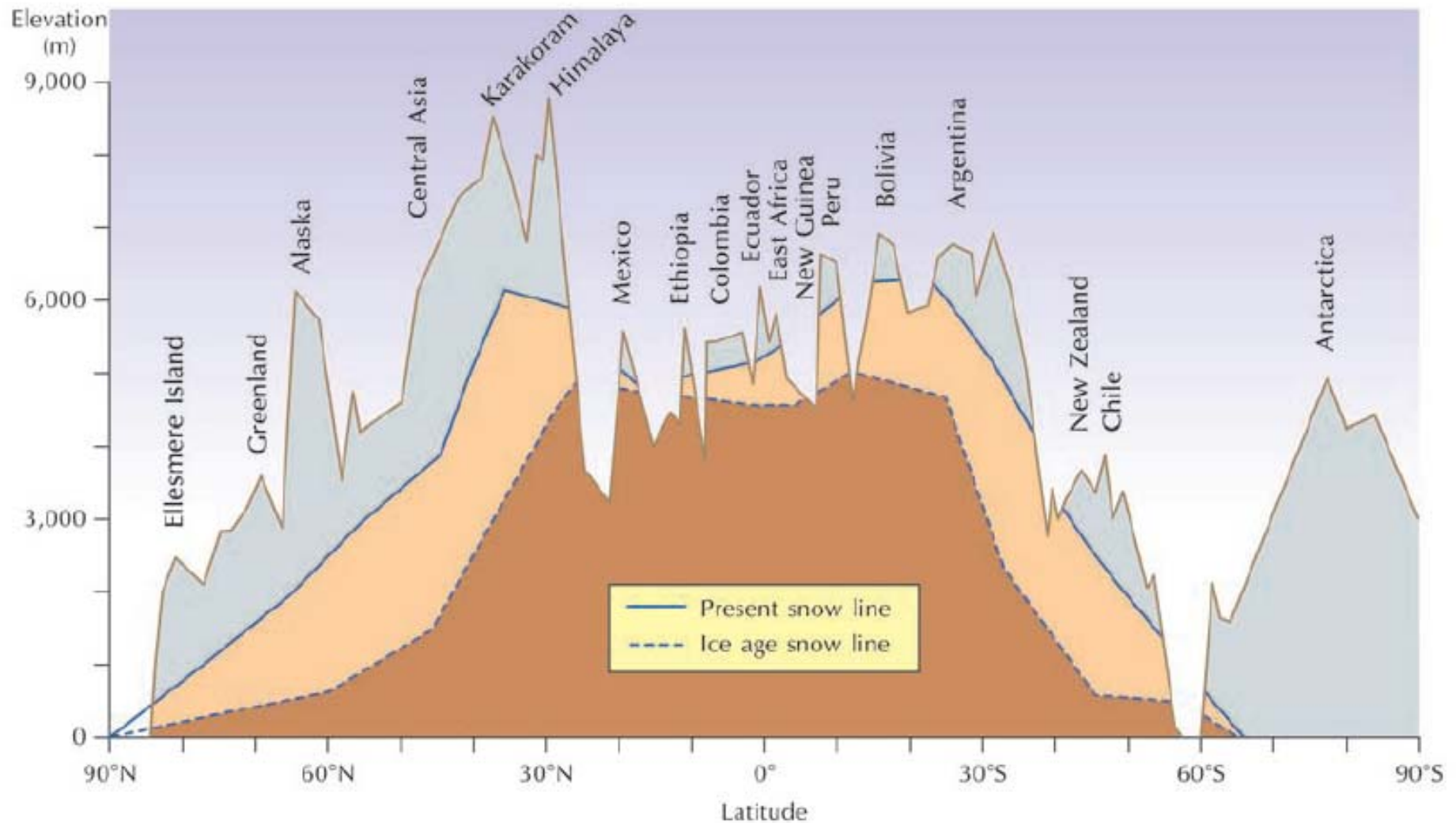




**МАЈЛО ЛЕДЕНО ДОБА  
1550 - 1850 .**



# ВИСИНА ДОЊЕ СНЕЖНЕ ГРАНИЦЕ



**Figure 10.6** Latitudinal cross-section of the highest summits and highest and lowest snowlines. *Source:* Adapted from Barry and Ives (1974)



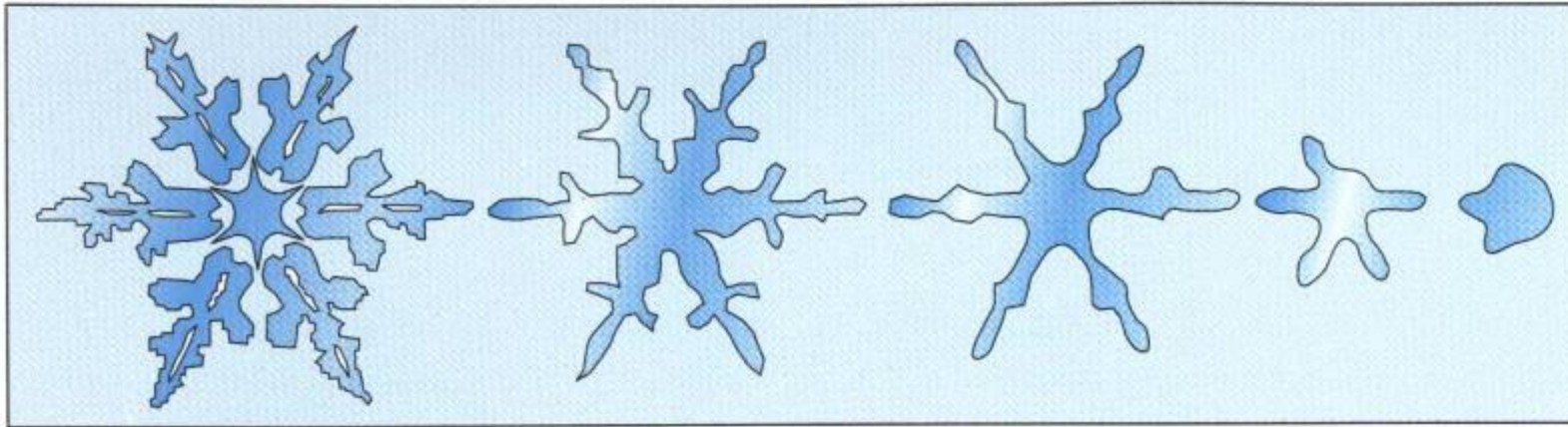
**Ледници Килиманцара**

# ФОРМИРАЊЕ ЛЕДНИЧКОГ ЛЕДА



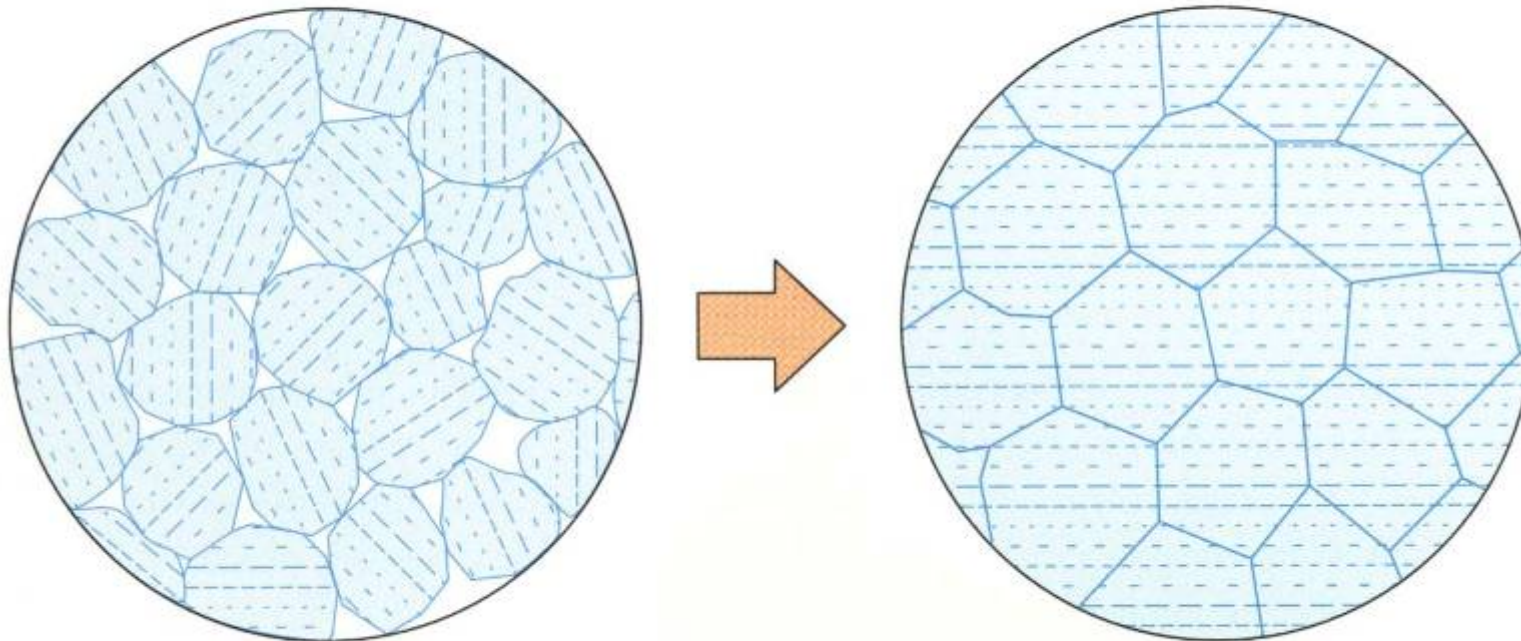
ЦИРК





**a**

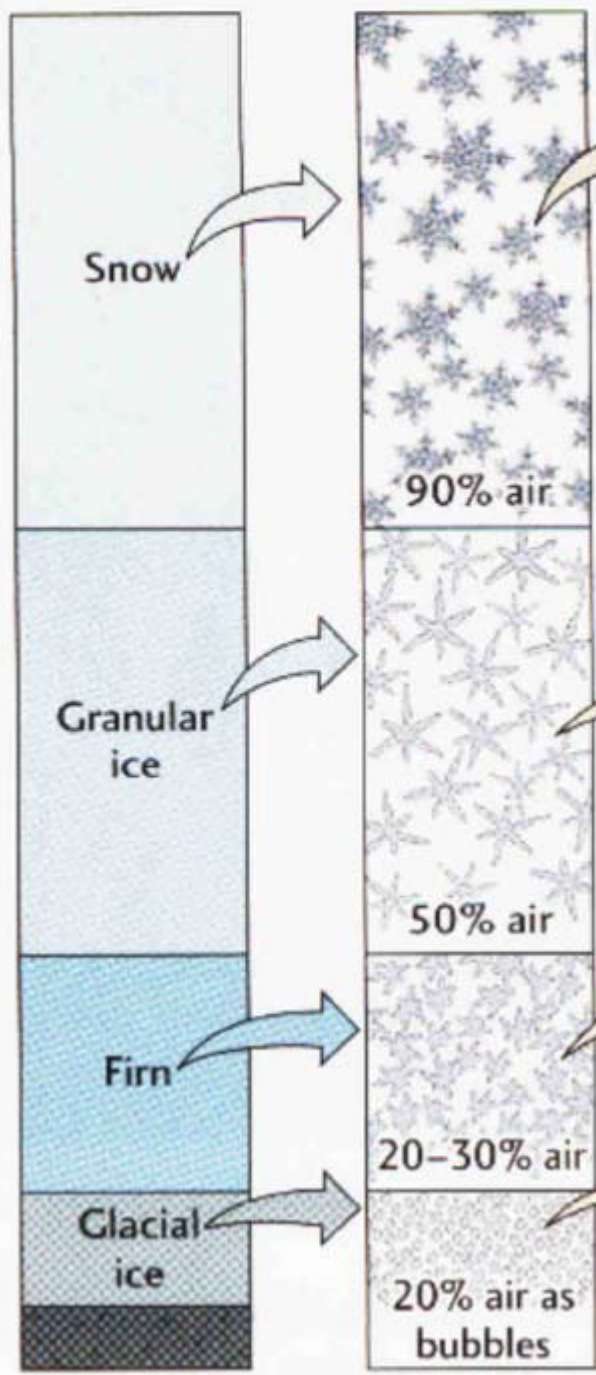
## СТВАРАЊЕ ЛЕДНИЧКОГ ЛЕДА



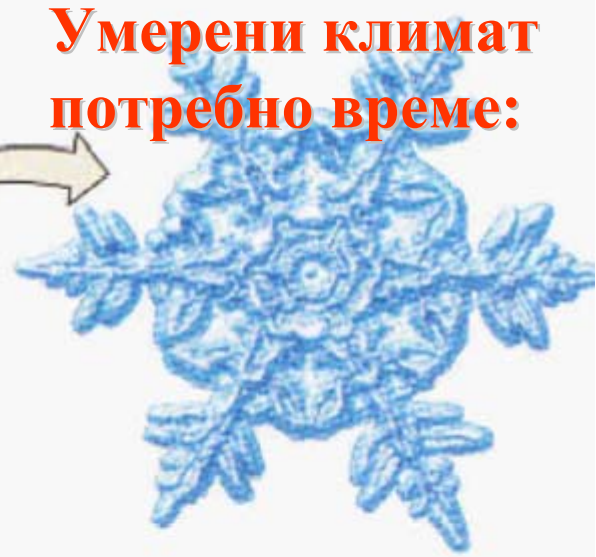
FIRN

GLACIER ICE

**b**



**Умерени климат  
потребно време:**



**2 дана**



**1-2 године**



**3-5-10 година**

**25-35 m снега**

**100 m**

(1.000- 2.500 г)

**Спец. тежина**

**0,05-0,07 g/cm<sup>3</sup>**

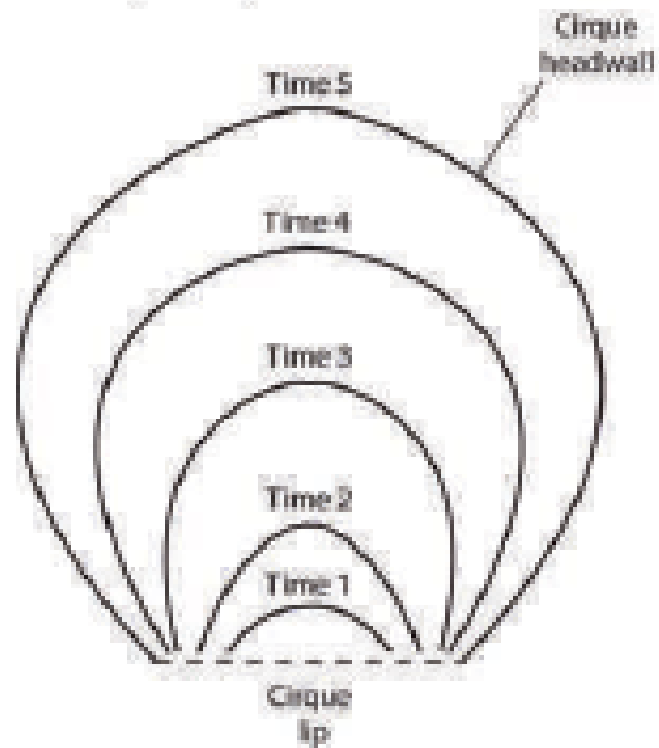
**0,4-0,8 g/cm<sup>3</sup>**

**0,85-0,9 g/cm<sup>3</sup>**

**на Антарктику**

# РАЗВОЈ ЦИРКА

A: Cirque in plan



B: Cirque in profile



Weissmies (4023 m), Швајцарска

Сахарски песак



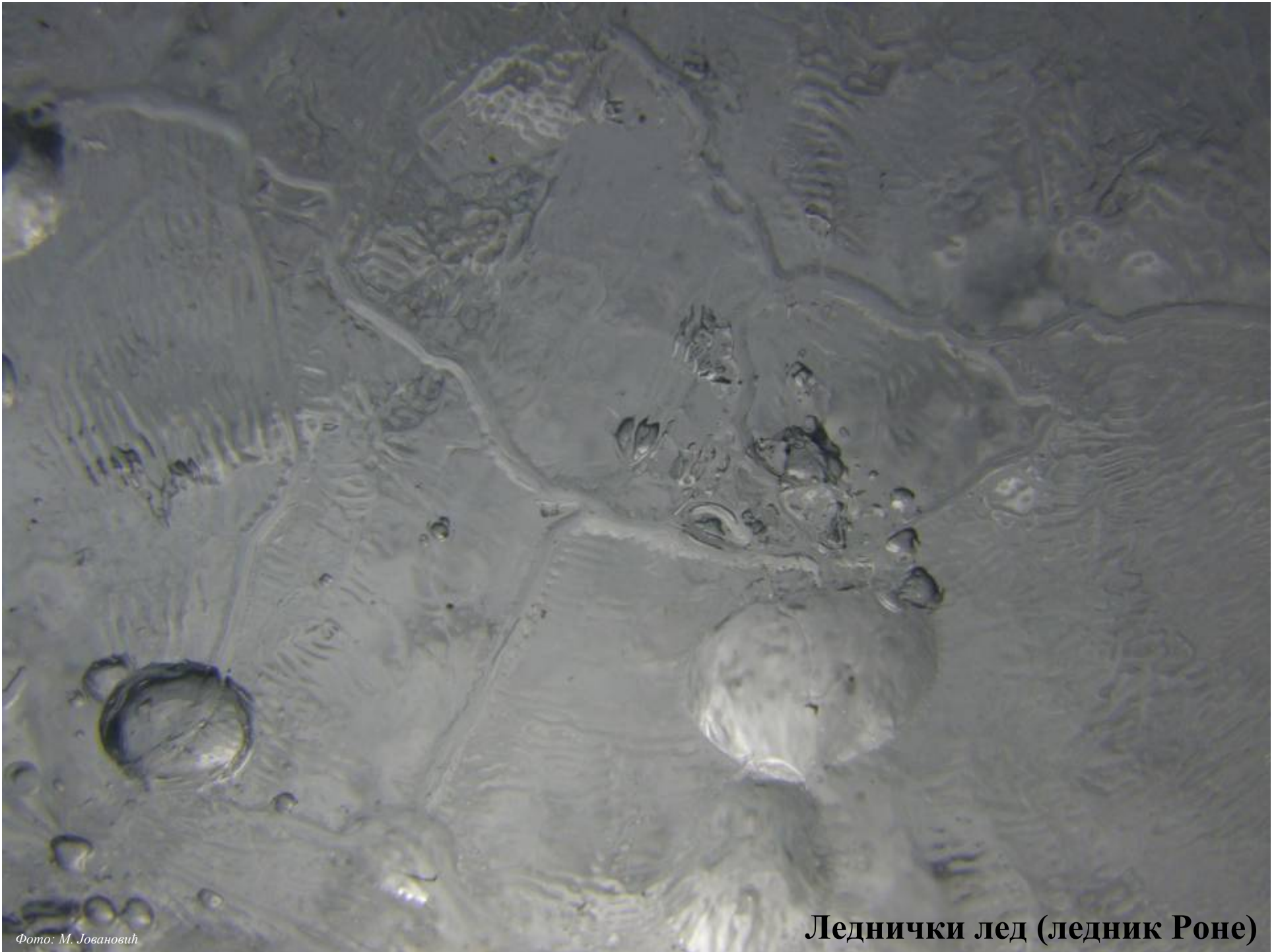


Фото: М. Јовановић

**Леднички лед (ледник Роне)**

## Ледничка долина

Oberaargletscher, Oberaarsee (2303 m), Triebtensee (2365 m), Unteraargletscher, Grimsensee (1909 m)



*Фото: М. Јовановић*



## Чело ледника, ледник Роне





*Фото: М. Јовановић*

**Чело ледника, Фиш ледник/Fiesch gletscher**



**Валов -фосилна ледничка долина**  
Црвена Рона



# Валов -фосилна ледничка долина Lauterbrunnen



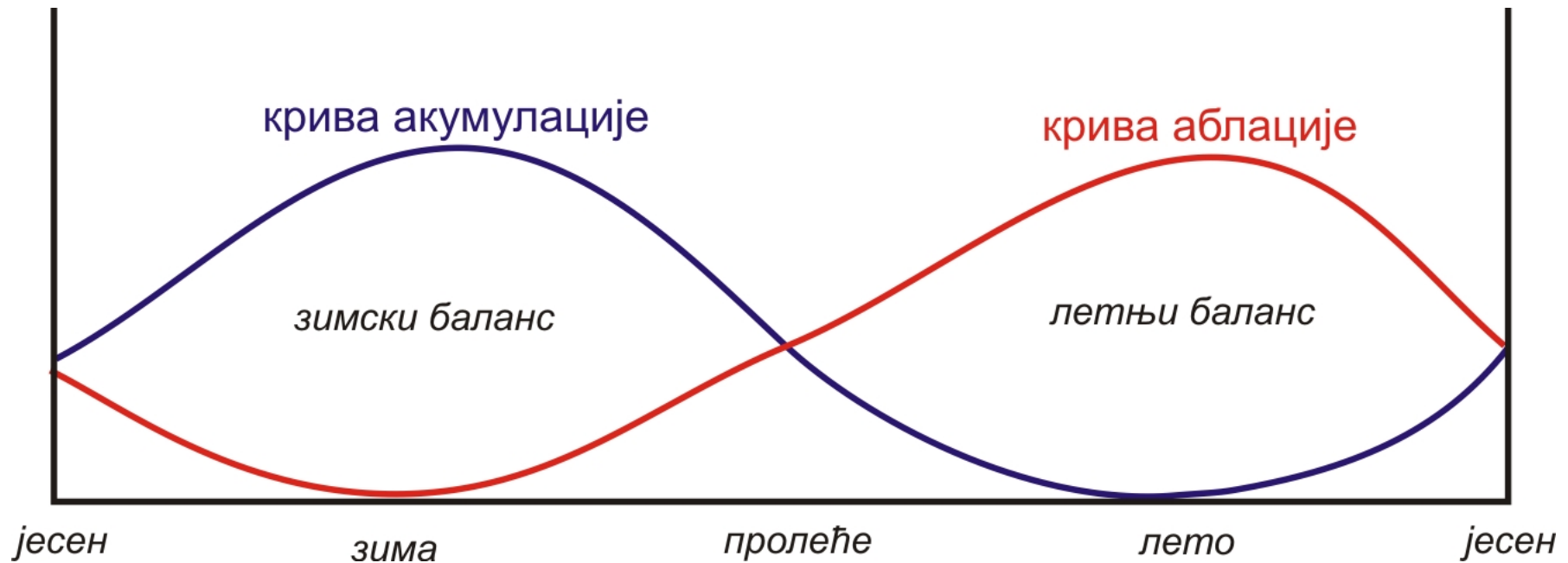
Фото: М. Јовановић

# Валов -фосилна ледничка долина Baechligletscher



Фото: М. Јовановић

# ГОДИШЊИ БАЛАНС ЛЕДНИКА



а) летњи = зимски?

б) летњи >> зимски?

в) летњи << зимски?

+ПРИНОСИ

+снег

+град

+мраз

+лавински снег

+киша

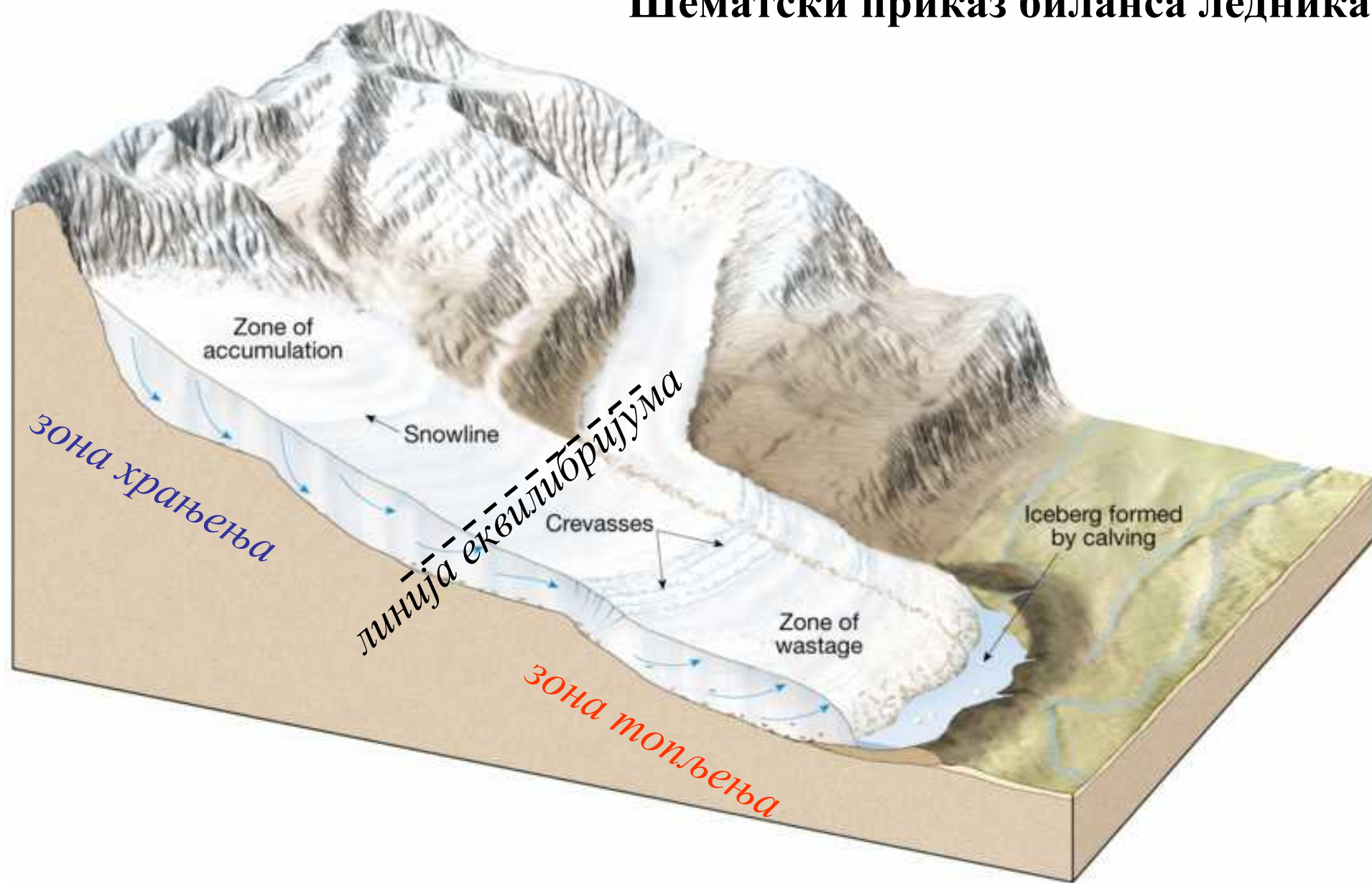
- АБЛАЦИЈА

-топљење леда

-комадање/откидање  
ледених блокова

-сублимација

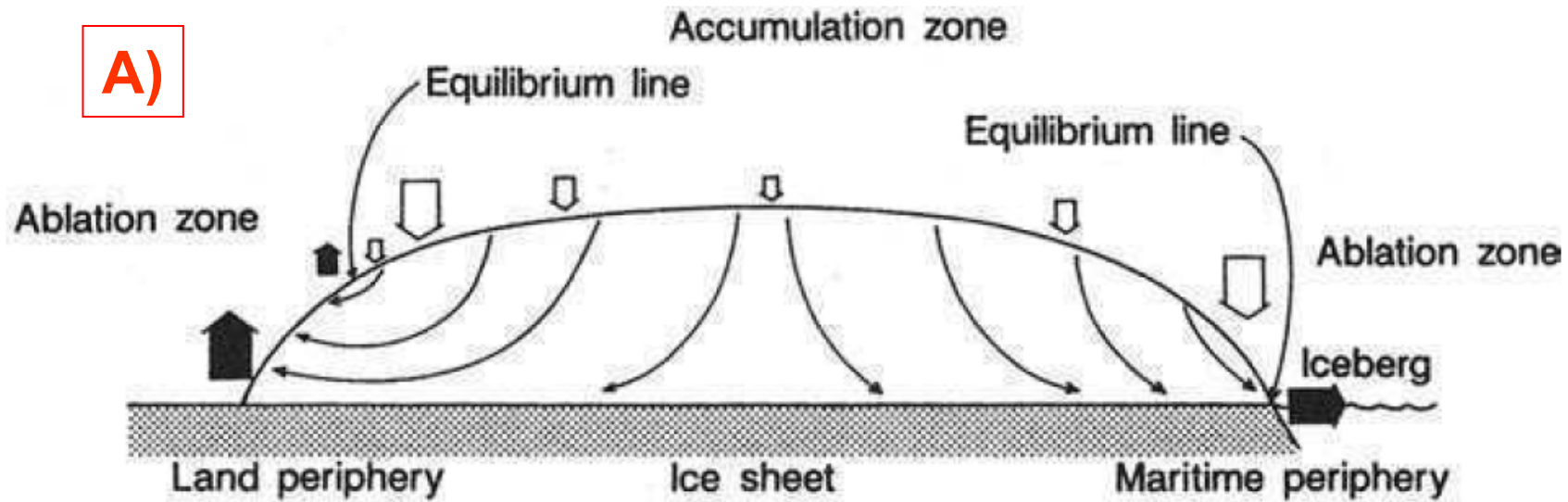
# Шематски приказ биланса ледника



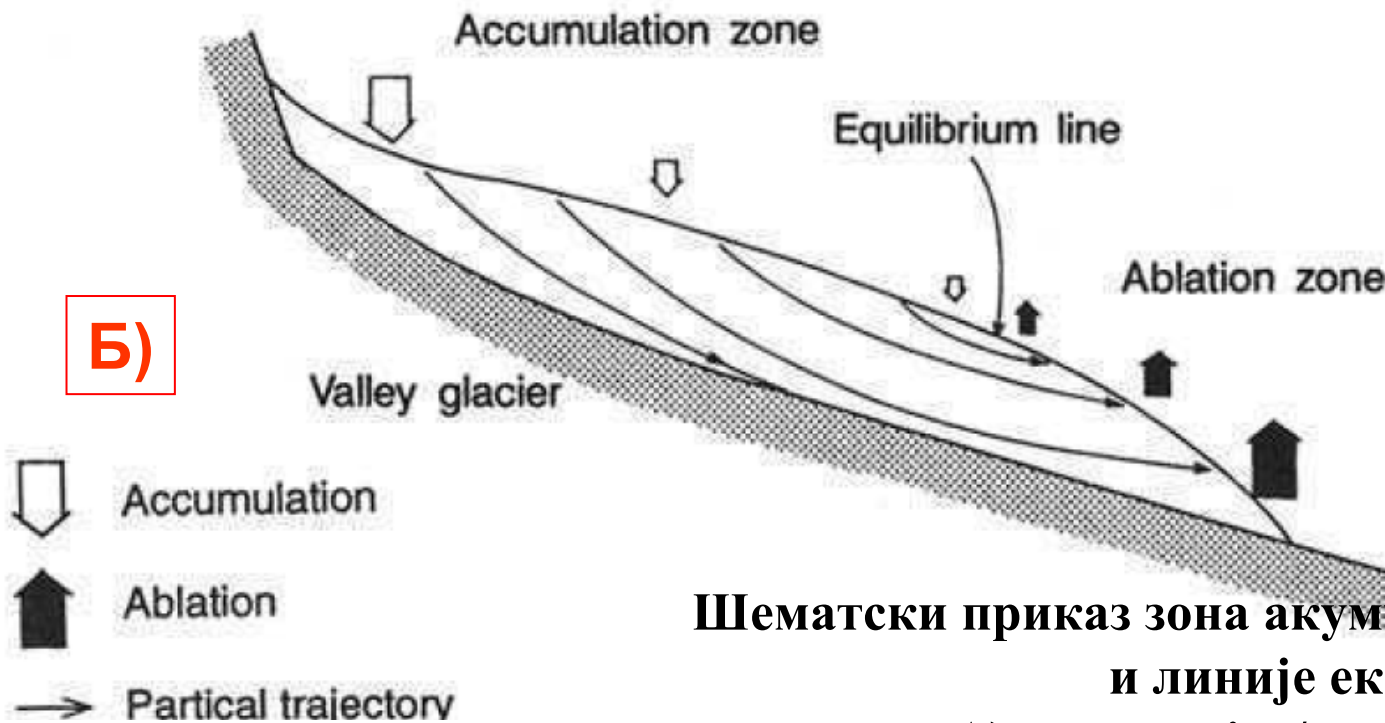
Линија фирна ~ линија еквилибријума



**A)**

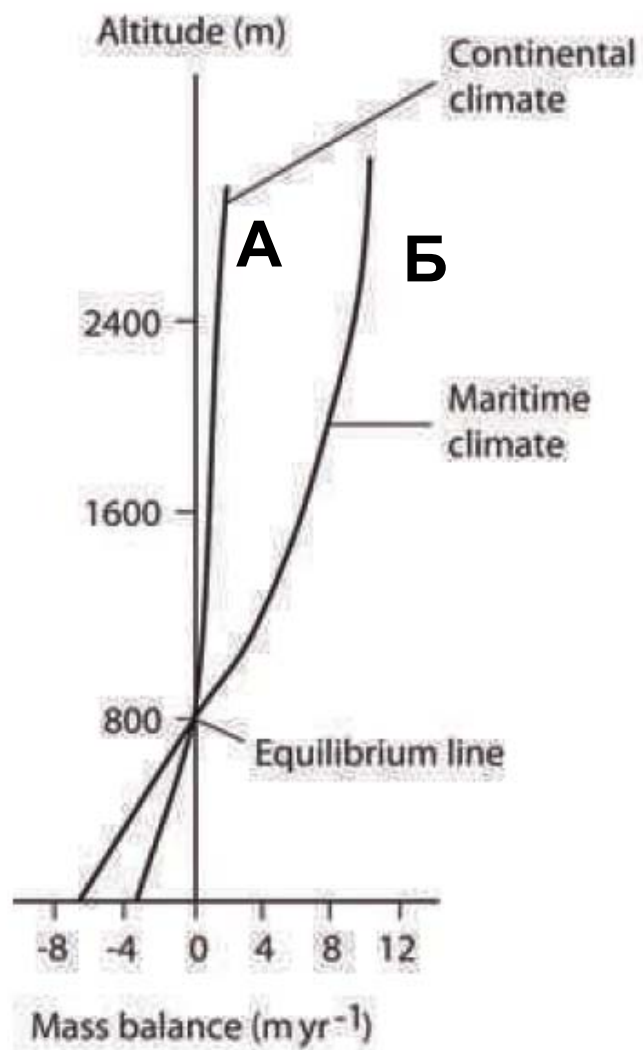


**Б)**

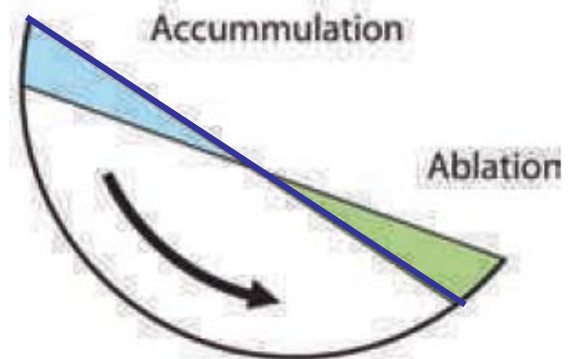


**Шематски приказ зона акумулације, аблације и линије еквилибријума, код А) инландајса/платоског ледника и Б) долинског ледника**

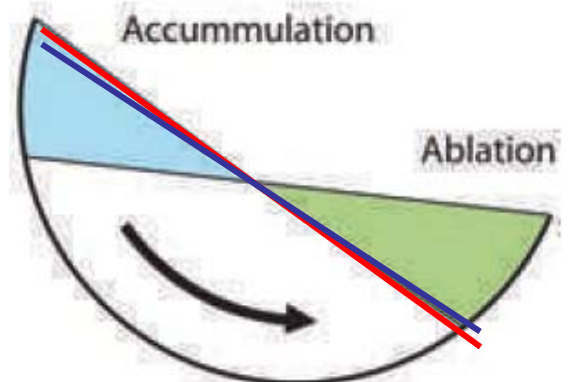
# Однос између климе и нето масеног биланса



A: Continental climate



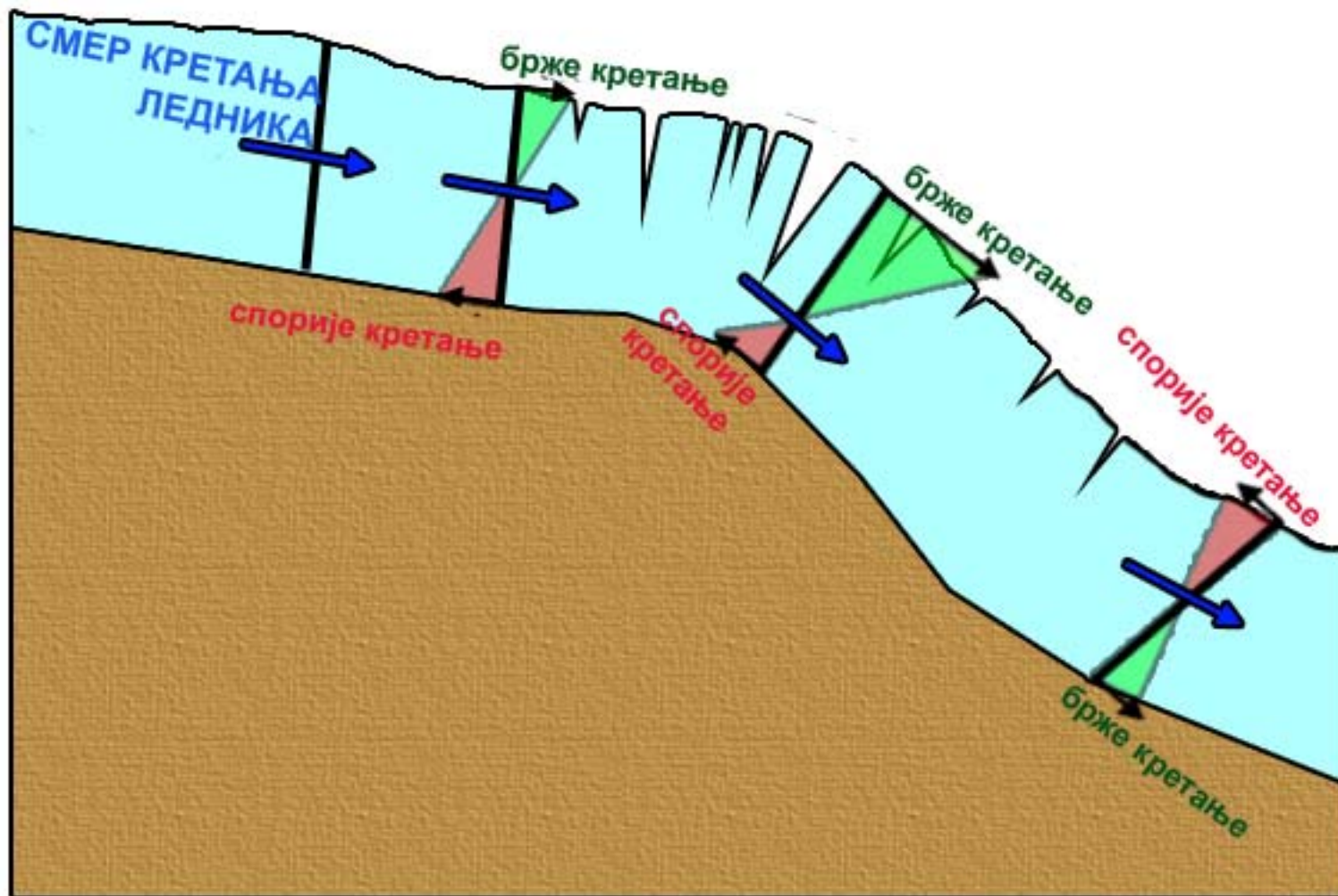
B: Maritime climate



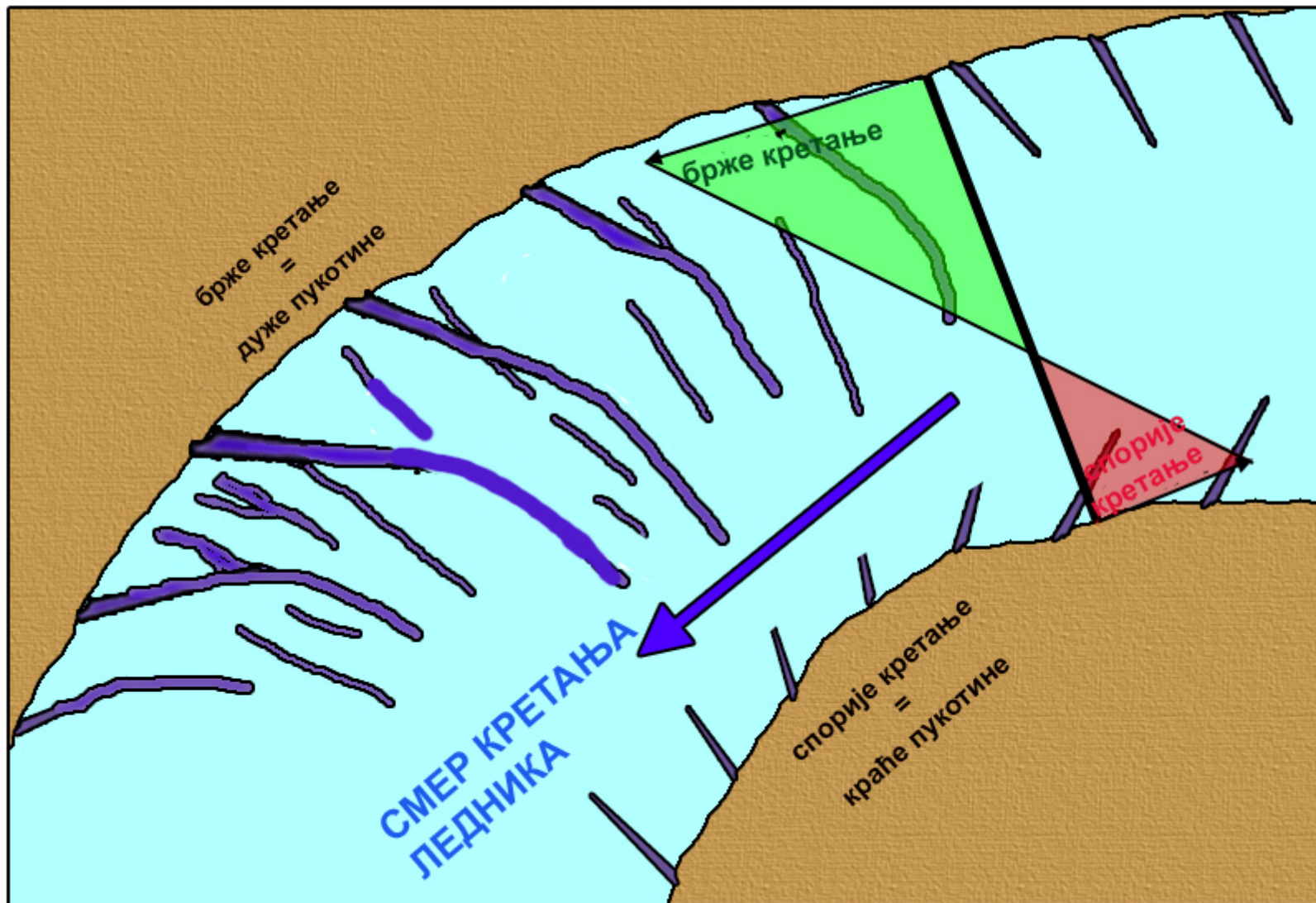




# УНУТРАШЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – ПУКОТИНЕ



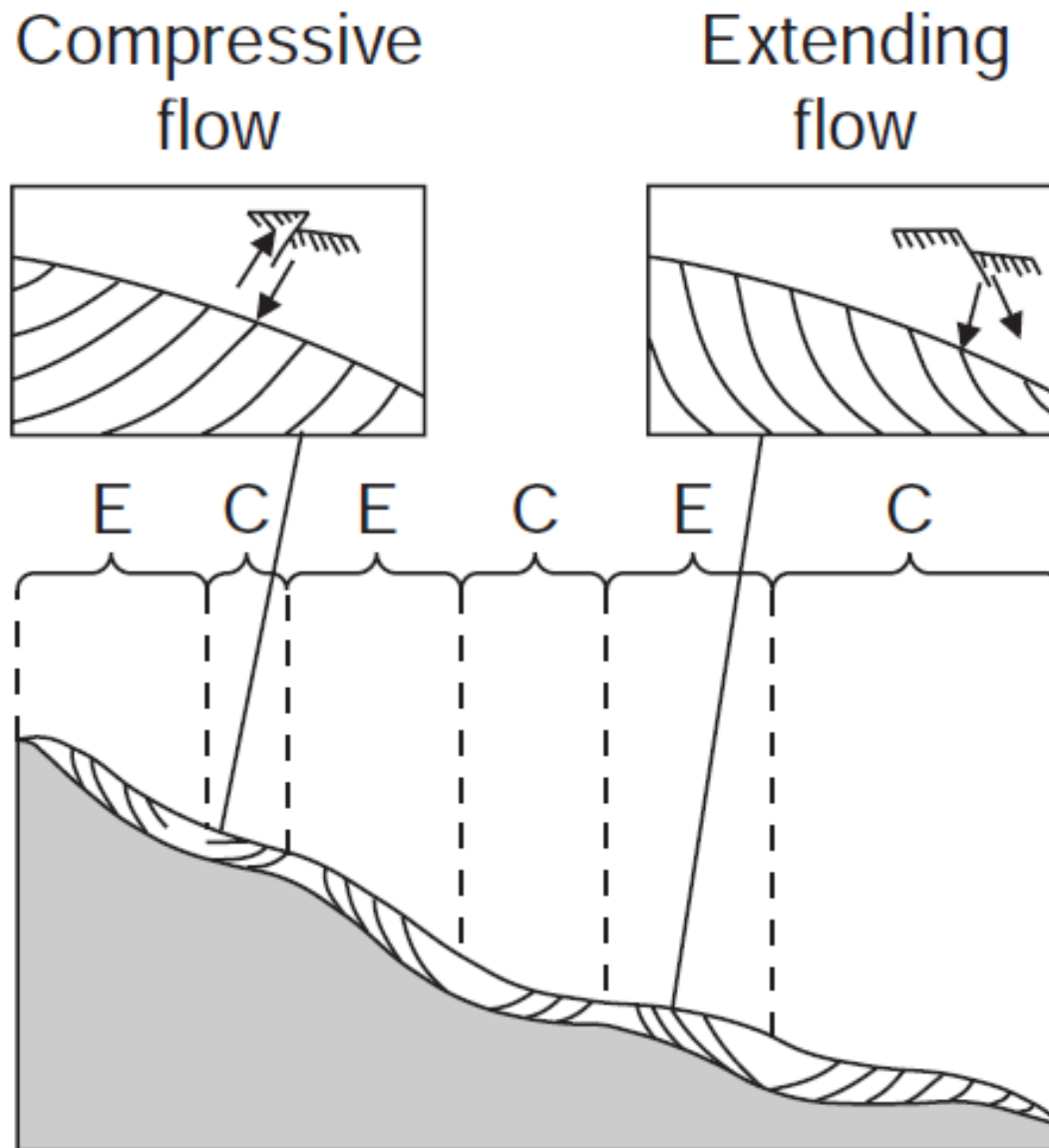
# УНУТРАШЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – ПУКОТИНЕ



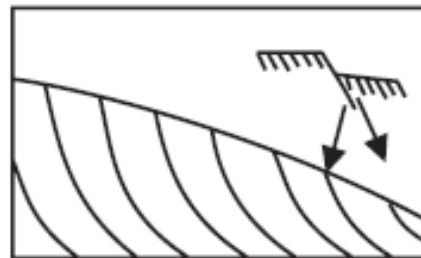
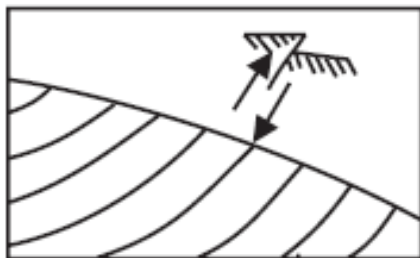
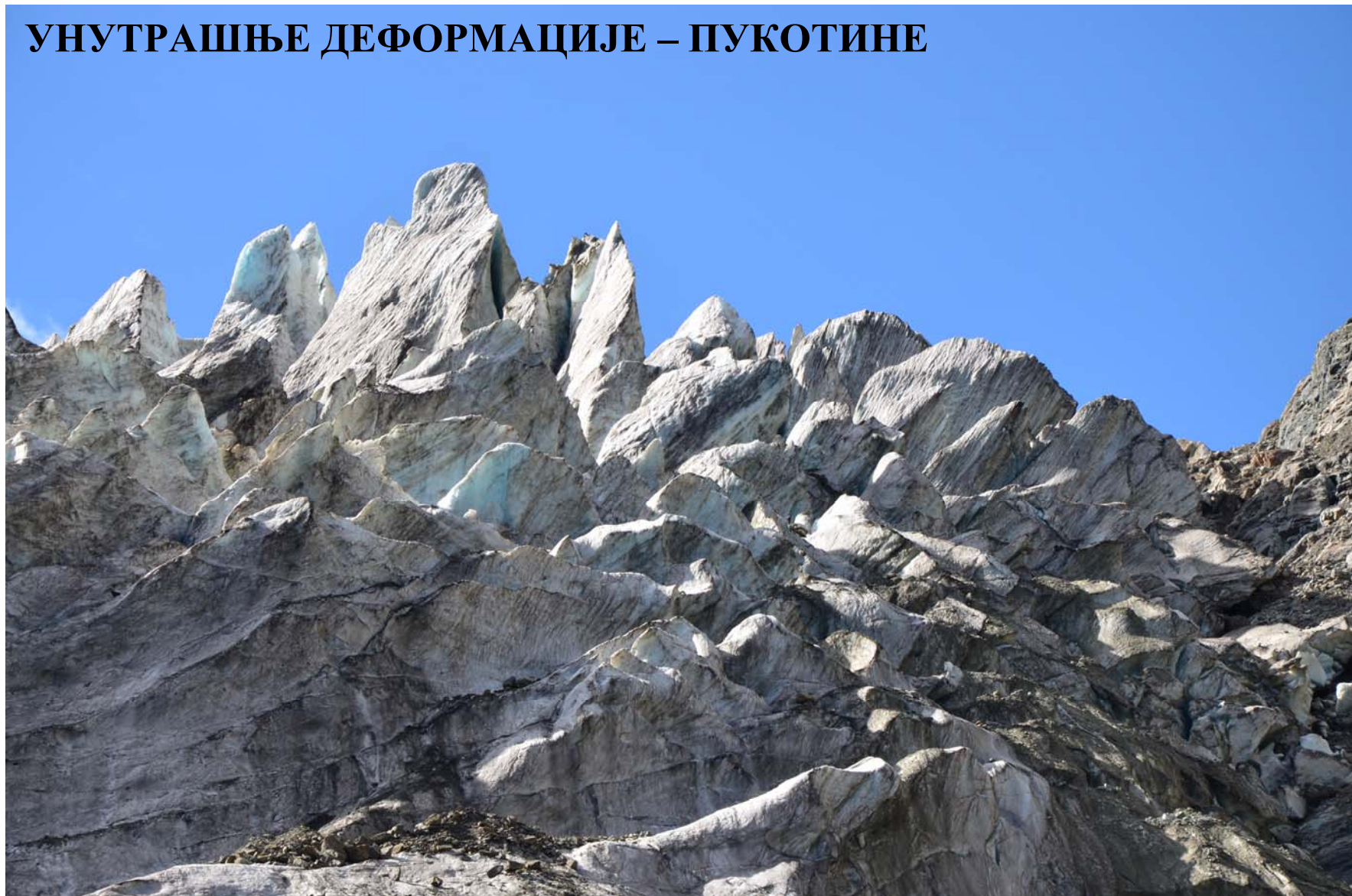
# УНУТРАШЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – ПУКОТИНЕ



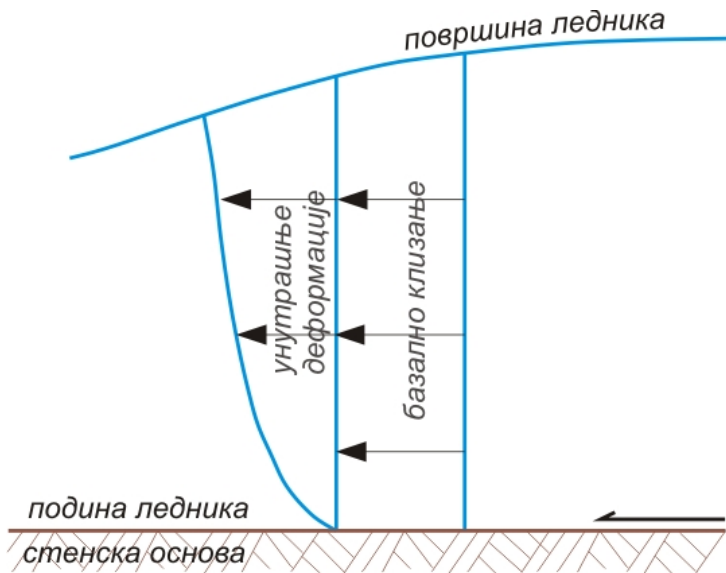
# УНУТРАШЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – ПУКОТИНЕ



# УНУТРАШЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ – ПУКОТИНЕ

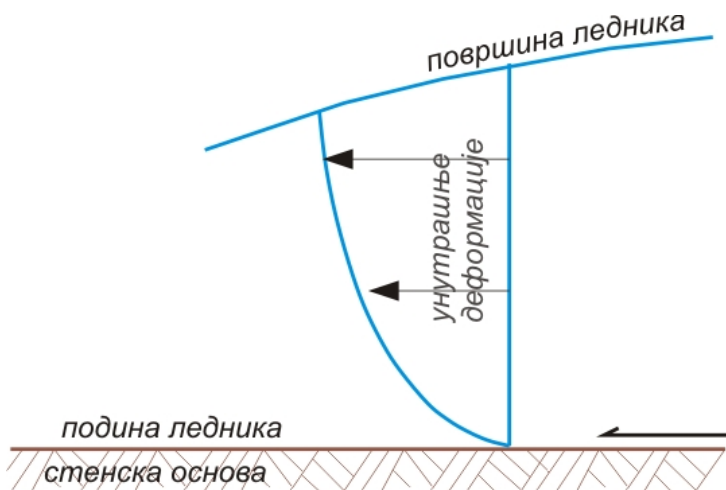


# МЕХАНИЗАМ КРЕТАЊА ЛЕДНИКА



## “ТОПЛИ” ледник

(доњи слојеви леда се константно топе и “подмазују” контакт лед/стена)



## “ХЛАДНИ” ледник

(замрзнути до подине)

**“ХЛАДНИ” ледник**  
(замрзнути до подине)

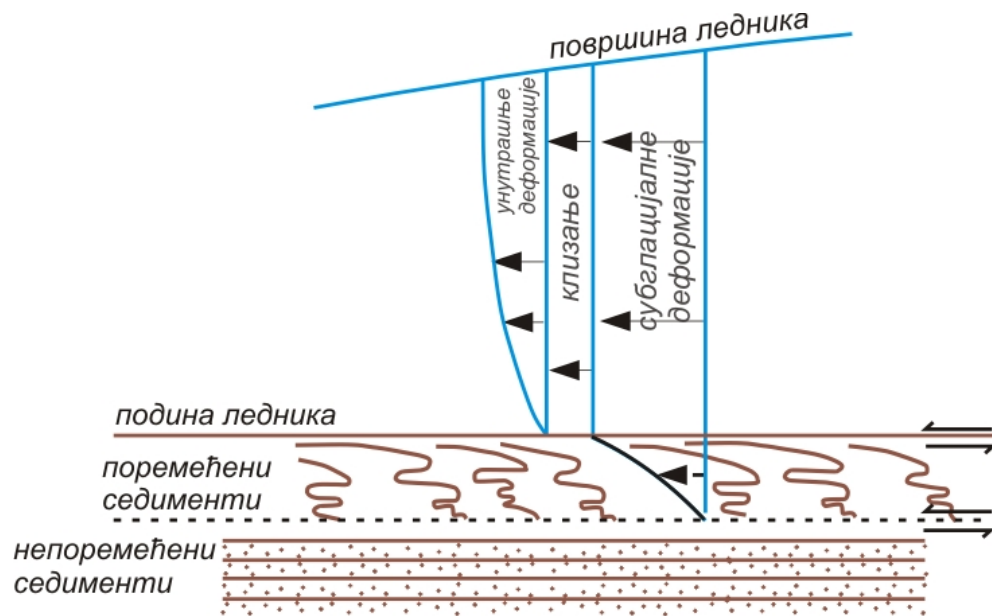


Rhone Glacier on the flank of Taylor Valley, in the Dry Valleys of Victoria Land,



# МЕХАНИЗАМ КРЕТАЊА ЛЕДНИКА – унутрашње деформације





**“ТОПЛИ” ледник**  
на деформисаним седиментима



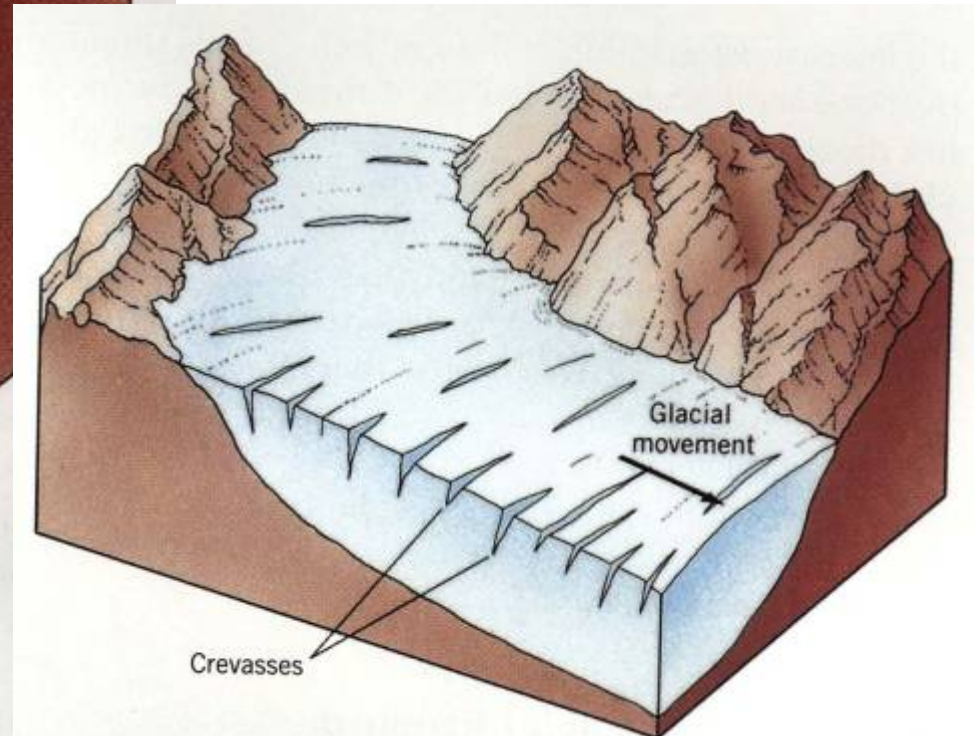
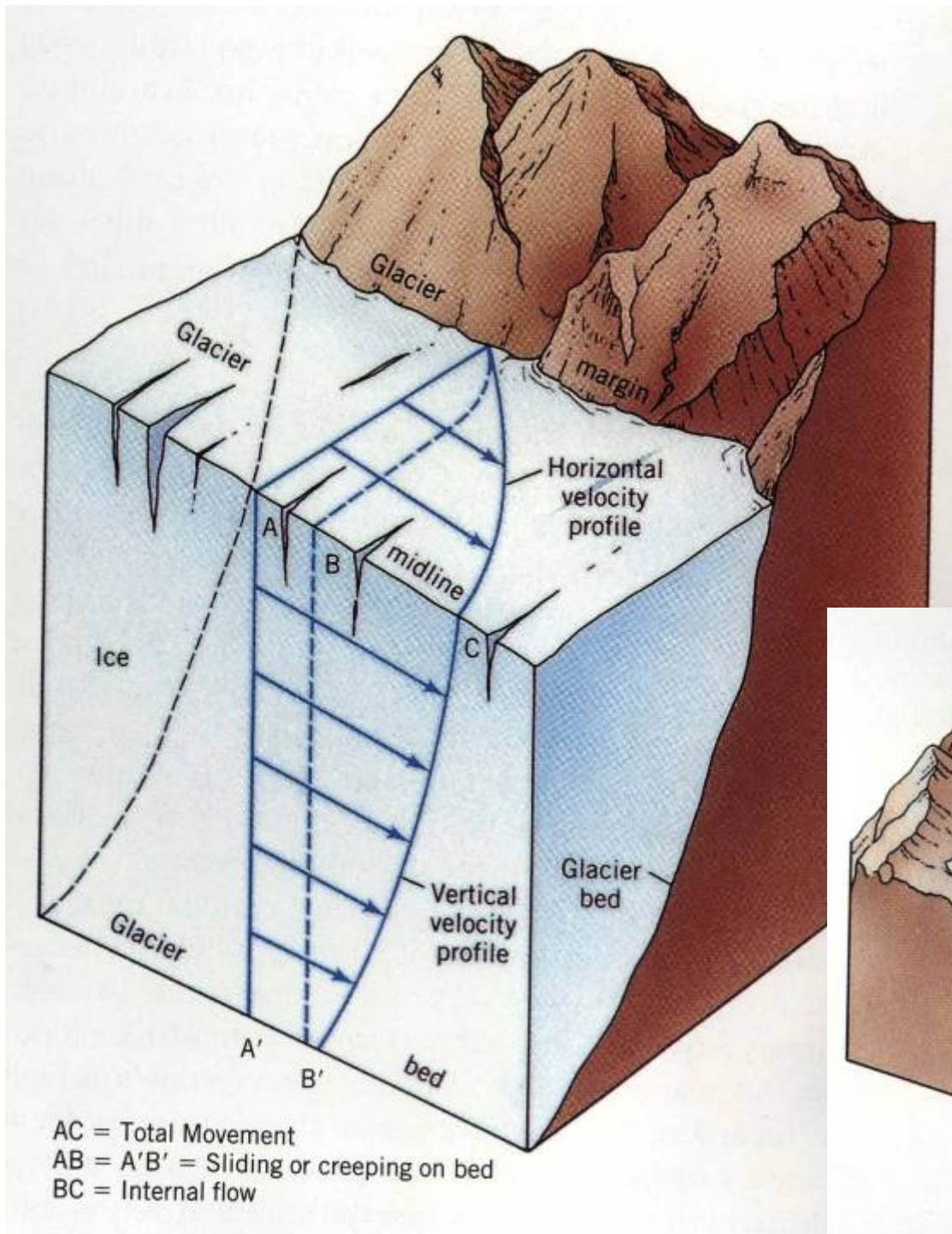
**“ТОПЛИ” ледник**  
на недеформисаним седиментима

# БРЗИНА ЛЕДНИКА

3-300 м/год

1-2 км/ГОД (падови топографске површине, велики градијент масеног биланса)

7-12 км/ГОД (“ледене струје” инландајса на Антарктику и Гренланду)



# БАЗАЛНИ ТЕРМАЛНИ РЕЖИМ ЛЕДНИКА

ТЕМПЕРАТУРА У ОСНОВИ ЛЕДНИКА (БАЗАЛНА ТЕРМПЕРАТУРА)  
је одређена балансом између

**1) топлоте генерисане у подини ледника**

**и**

**2) температурног градијента леда** (који одређује на који начин ће се ослобађати генерисана топлота)

**1) Топлота се у подини ледника генерише на три начина:**

**1.1) геотермална енергија која се у лед преноси из земљине коре**

**1.2) трењем између леда и топографске основе**

**1.3) трењем насталим унутрашњим деформацијама у телу ледника**

**2) Температурни градијент зависи од:**

**2.1) температуре у основи ледника**

**2.2) температуре на површини ледника**

**2.3) дебљине леда**

**2.4) термалне проводљивости леда**

# БАЗАЛНИ ТЕРМАЛНИ РЕЖИМ ЛЕДНИКА

## А) “ТОПЛИ ЛЕД” – базално топљење

**више топлоте се генерише у основи ледника него што се ослободи**

Генерисана базална топлота > ослобођена топлота

Топлотни унос > топлотни губици

## Б) ЕКВИЛИБРИЈУМ

**количина створене топлоте истоветна је количини ослобођене**

Генерисана базална топлота = ослобођена топлота

Топлотни унос = топлотни губици

## В) “ХЛАДНИ ЛЕД”

**топлота створена у основи ледника се брзо спроводи кроз ледник и ослобађа**

Генерисана базална топлота < ослобођена топлота

Топлотни унос < топлотни губици

# БАЗАЛНА ТЕМПЕРАТУРА ЛЕДНИКА

зависи од:

## 1) Дебљина леда: дебљи лед = виша базална температура

Лед делује као изолатор; дебљи лед – боља изолација

*испод 2000 м леда, температура топљења је  $-1,6^{\circ}\text{C}$  (уместо  $0^{\circ}\text{C}$ )*

## 2) Стопа акумулације – температура новог снега и адвективно кретање

Ако је снег ниже температуре него лед, допринеће хлађењу ледника. У случају да је топлији – подигнуће температуру ледника. Падавине унутар инландајса – снижаваће Температуре ледника; обилније падавине на његовом ободу – повећање температуре хладан/сув снег – топлији/влажан снег

## 3) Површинска температура ледника

Повећање/снижавање температуре на површини ледника доводи до повећања/снижавања температуре у основи ледника;  $+1^{\circ}\text{C}$  на површини =  $+1^{\circ}\text{C}$  у основи

*Латентна топлота – замрзавање 1 g сочнице/снежнице доводи до повећања температуре 160 g околног леда/снега за  $1^{\circ}\text{C}$ .*

# БАЗАЛНА ТЕМПЕРАТУРА ЛЕДНИКА

зависи од:

## 4) Геотермалне топлоте

Лед делује као изолатор; дебљи лед – боља изолација

## 5) Топлоте настале трењем

бржи ледник = више топлоте настале трењем

## УСЛОВИ НАСТАНКА “ХЛАДНИХ ЛЕНДИКА”:

танки

спори

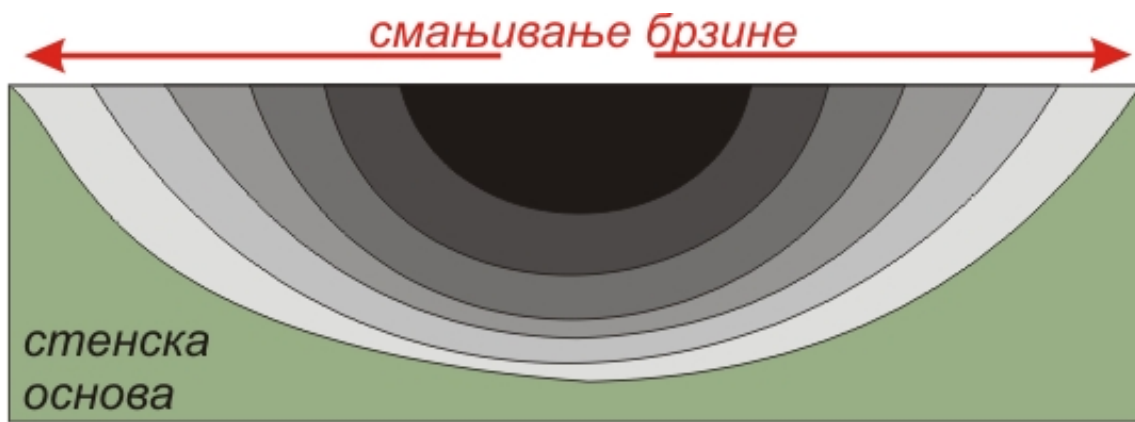
мало или одсуство површинског отапања током лета

## УСЛОВИ НАСТАНКА “ТОПЛИХ ЛЕНДИКА”:

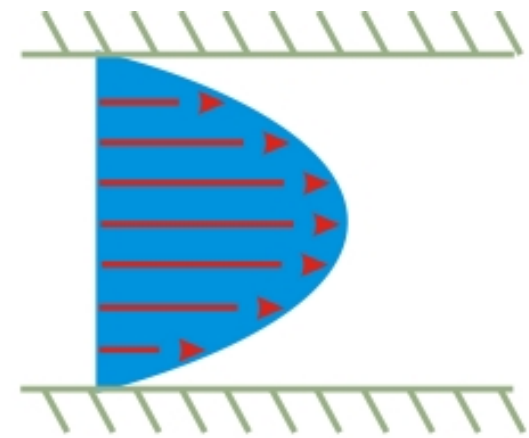
велике дебљине

брзи

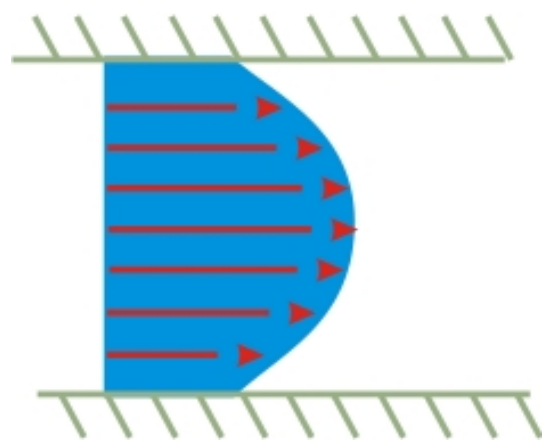
интензивно отапање током лета



без базалног клизања

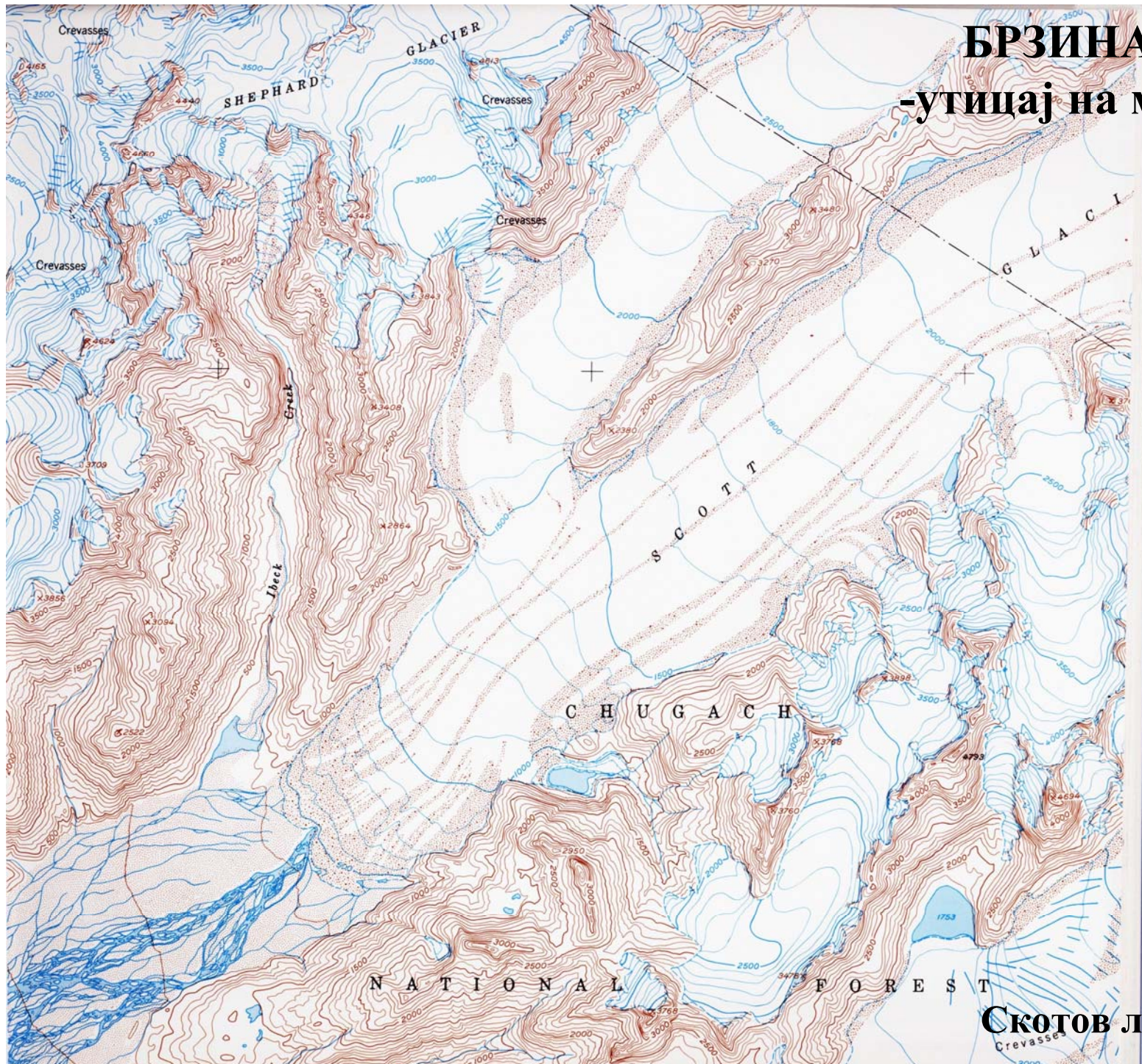


са базалним клизањем



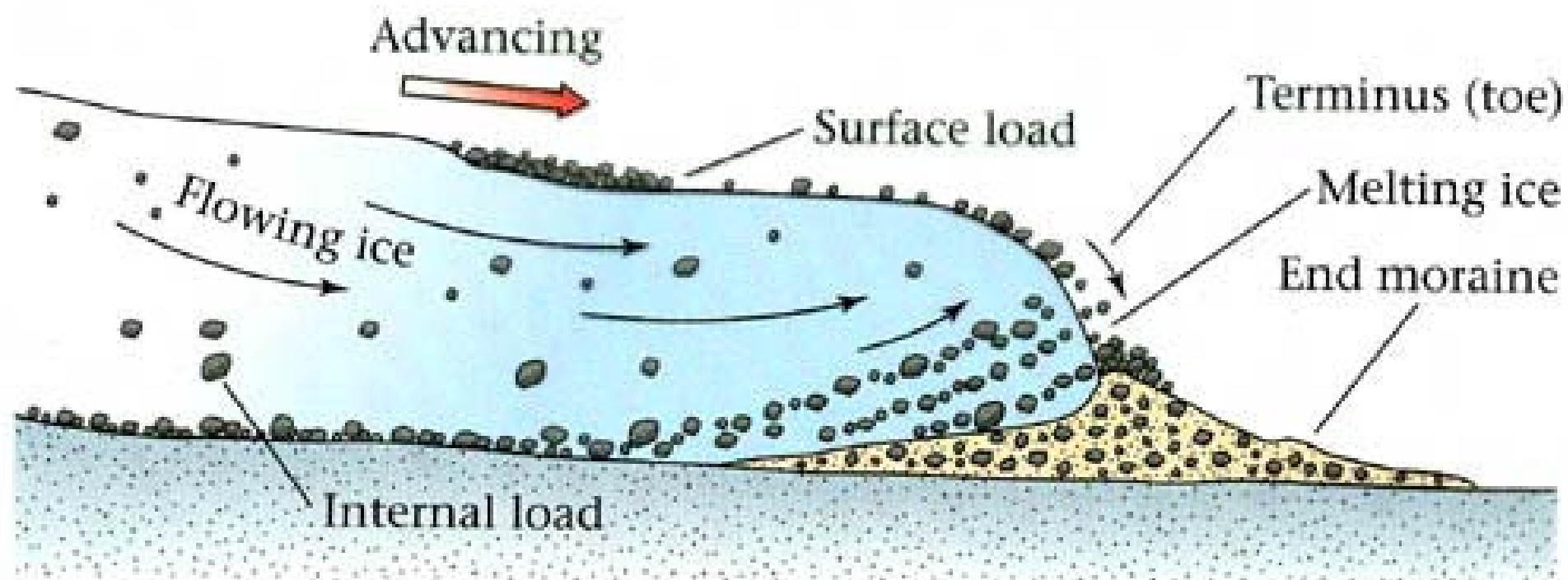
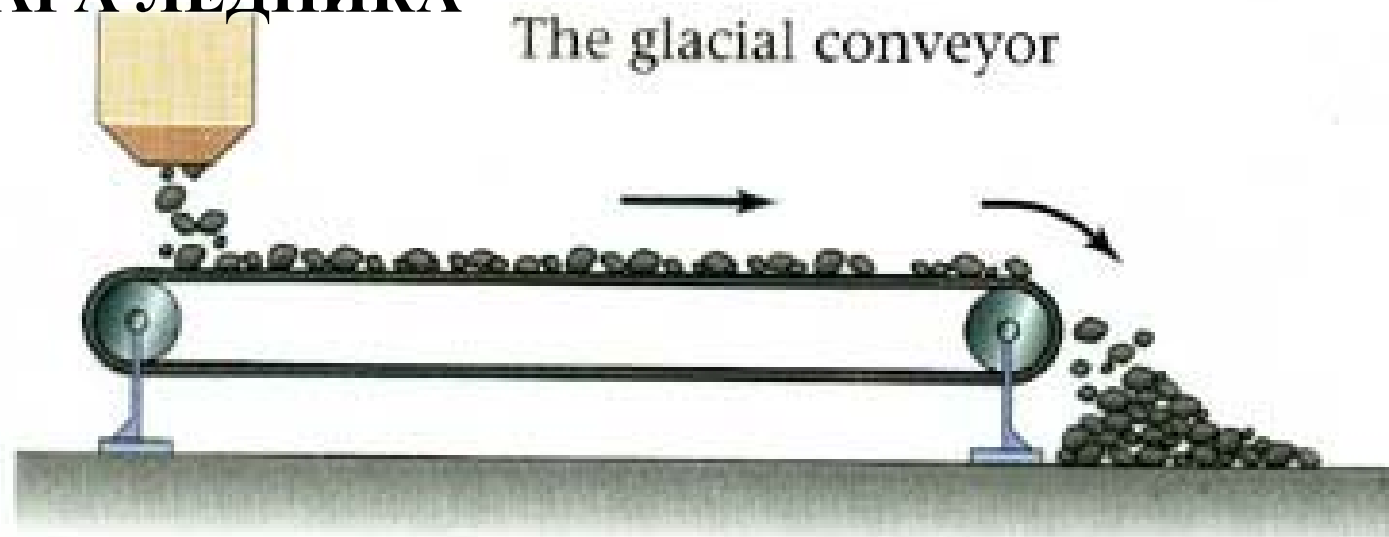


# БРЗИНА ЛЕДНИКА -утицај на морфологију ледника

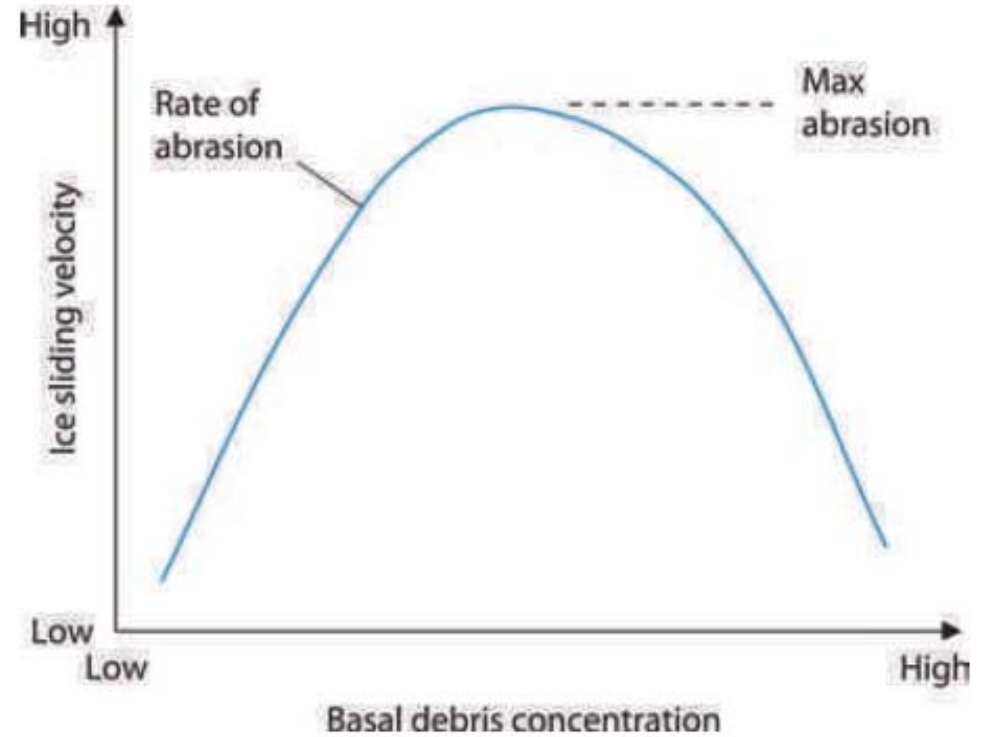
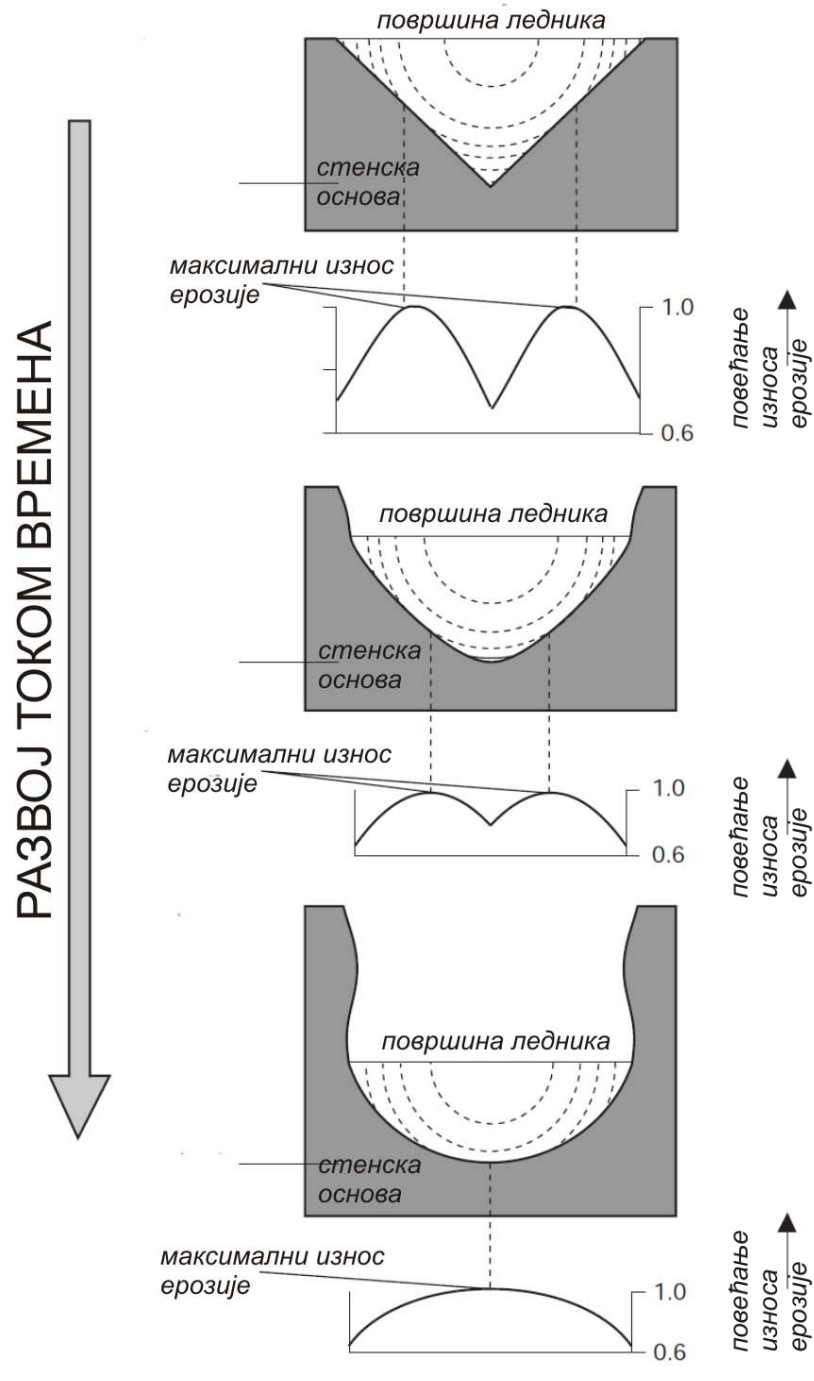


Скотов ледник, Аљаска

# ЕРОЗИОНА СНАГА ЛЕДНИКА



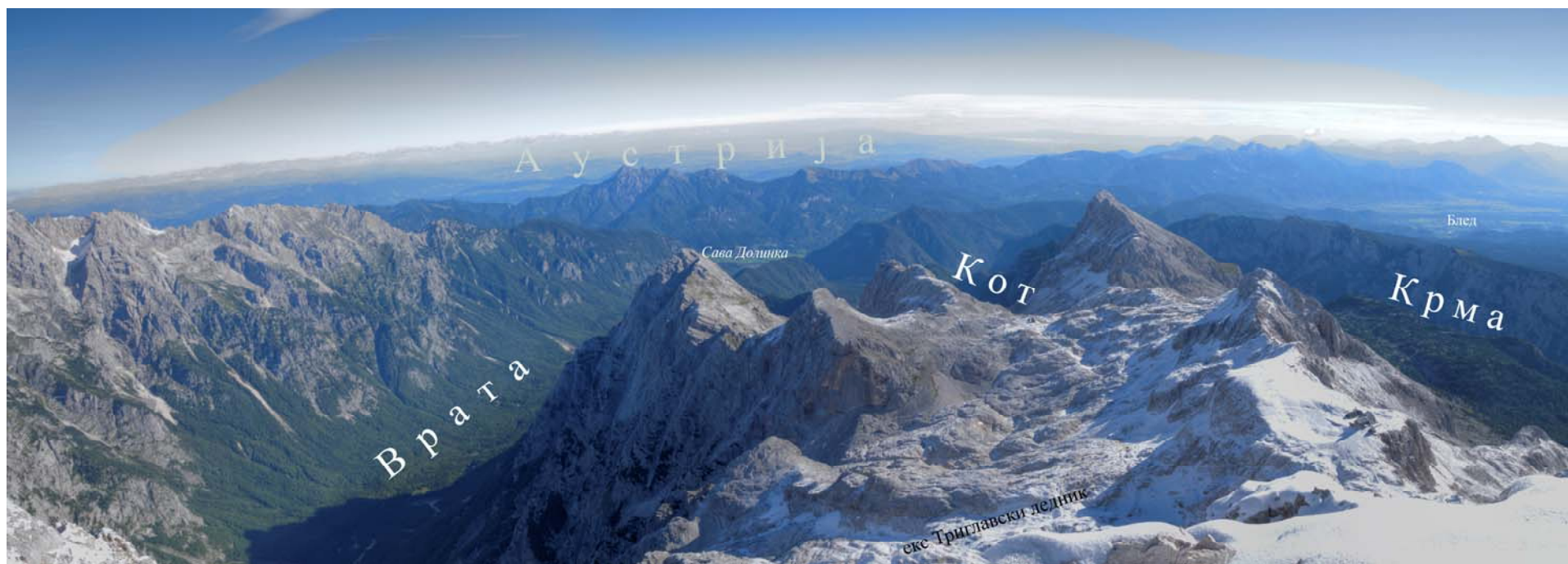
# ЕРОЗИОНА СНАГА ЛЕДНИКА



Однос између брзине базалног клизања, количине транспортованог материјала и интензитета ерозије

# ЕРОЗИОНА СНАГА ЛЕДНИКА

## ледничке долине



# Arête

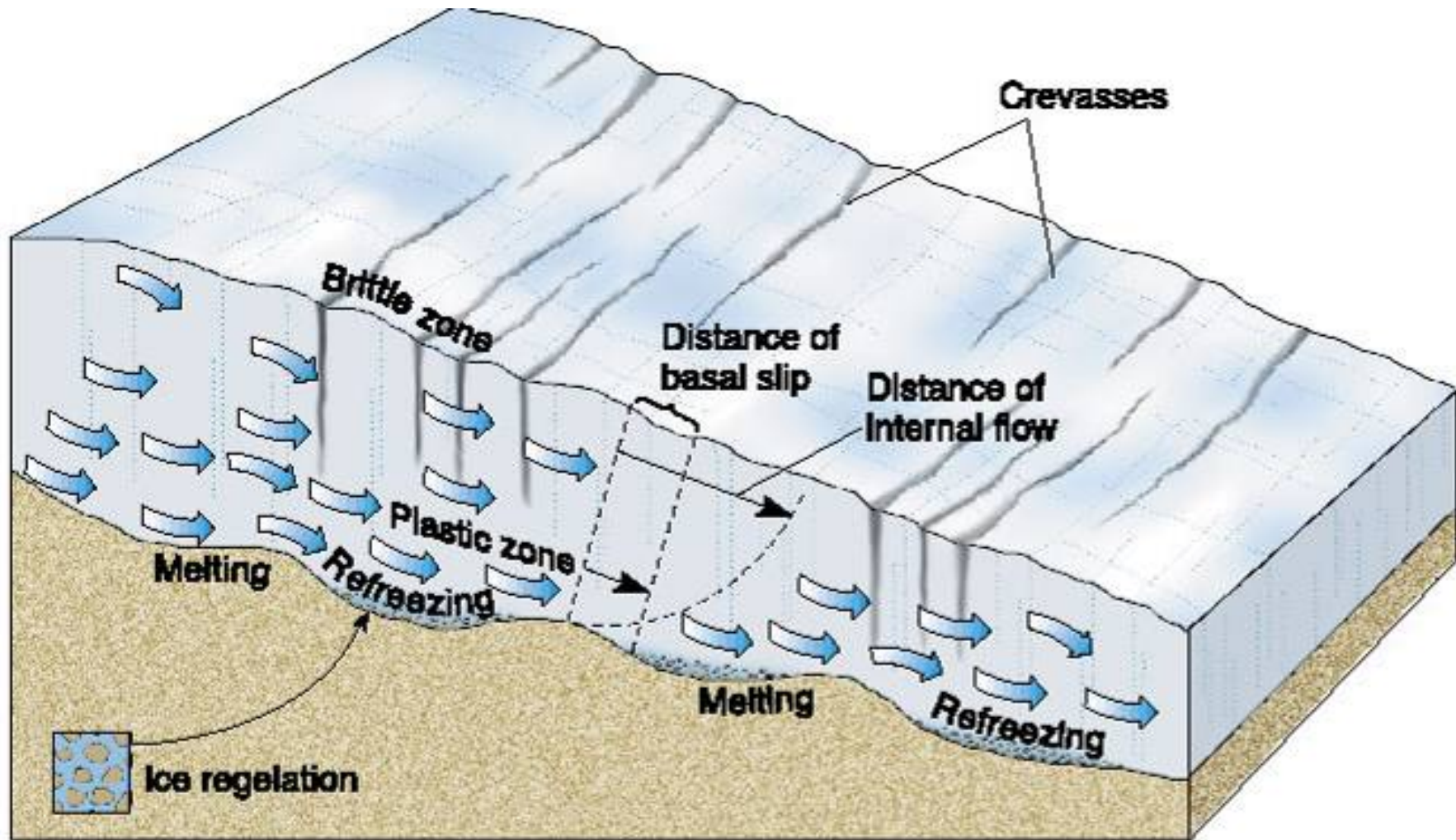




<http://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/horn-en.html>

**ХОРН**  
**(Матерхорн)**

# ЕРОЗИОНА СНАГА ЛЕДНИКА



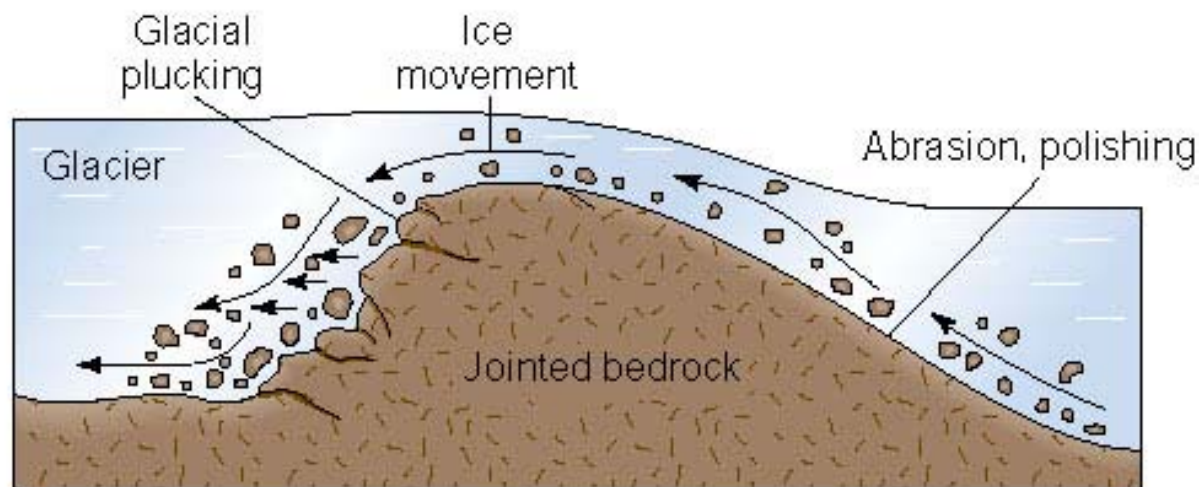
(a)

# Мутонирана стена

*Roche moutonnée*

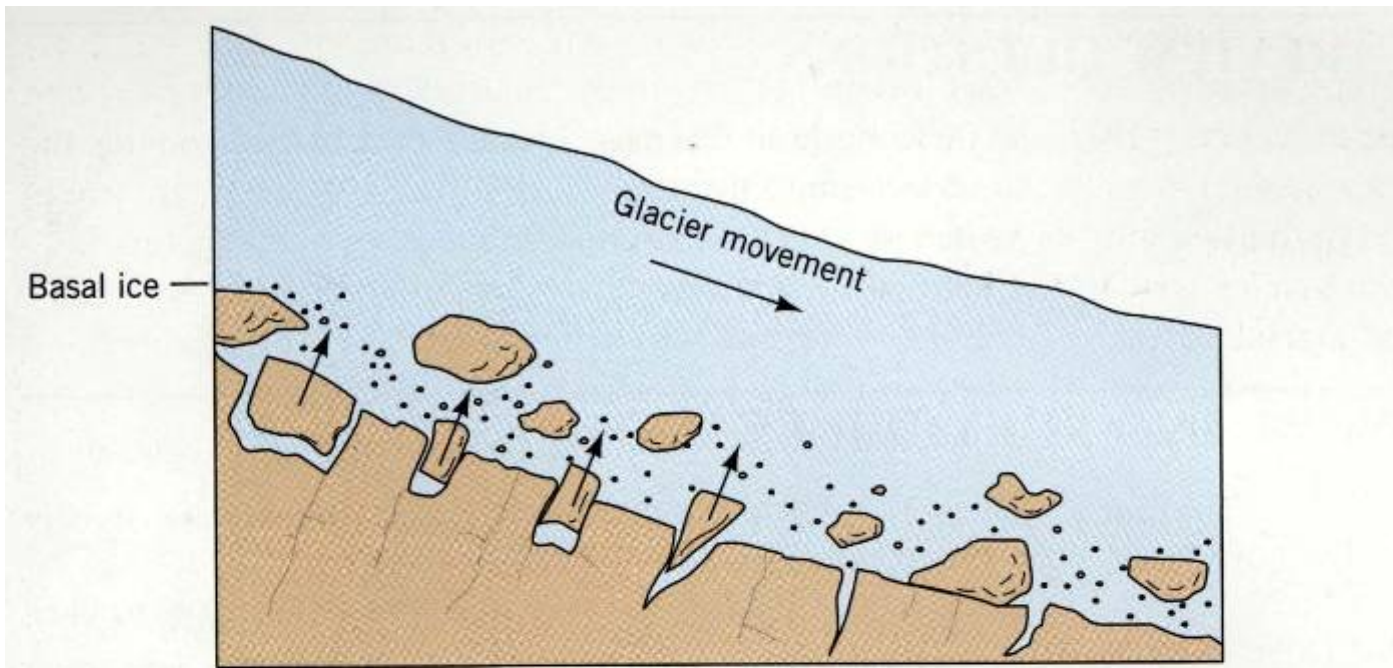


(a)

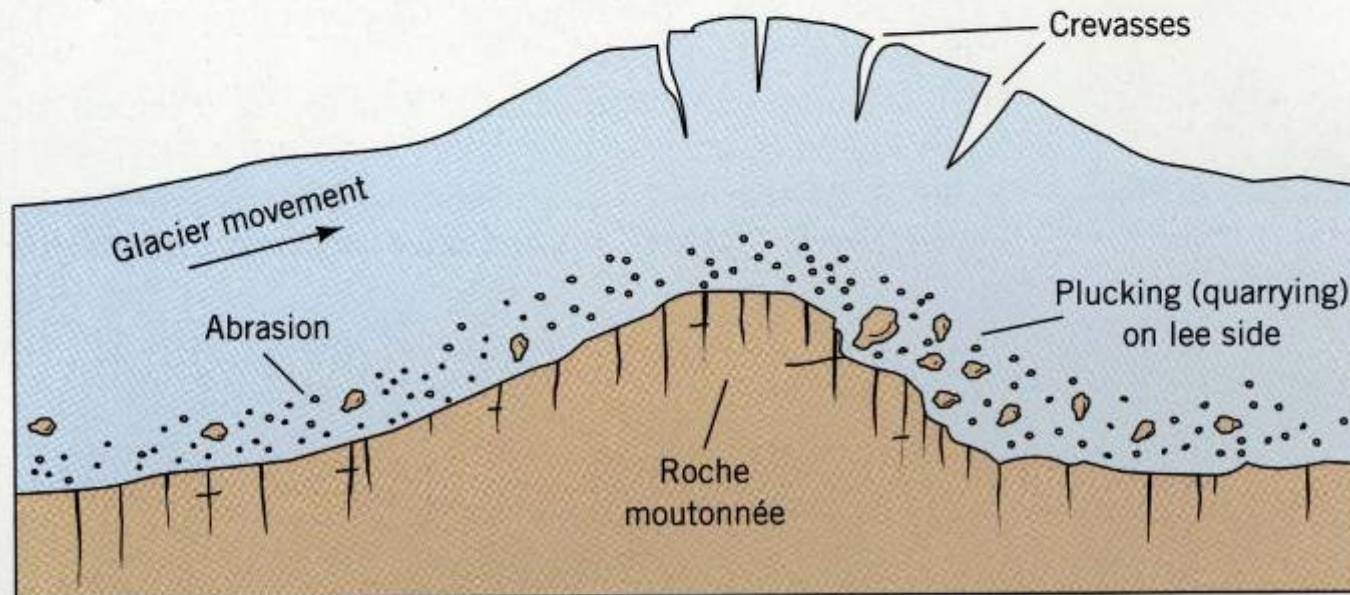


(b)





**a**



**b**

# Полиране површине, ледник Роне



*Фото: М. Јовановић*

# Стрије, Фиш ледник/Fiesch gletscher



# Стрије, Фиш ледник/Fiesch gletscher



Фото: М. Јовановић



# MOPEHE

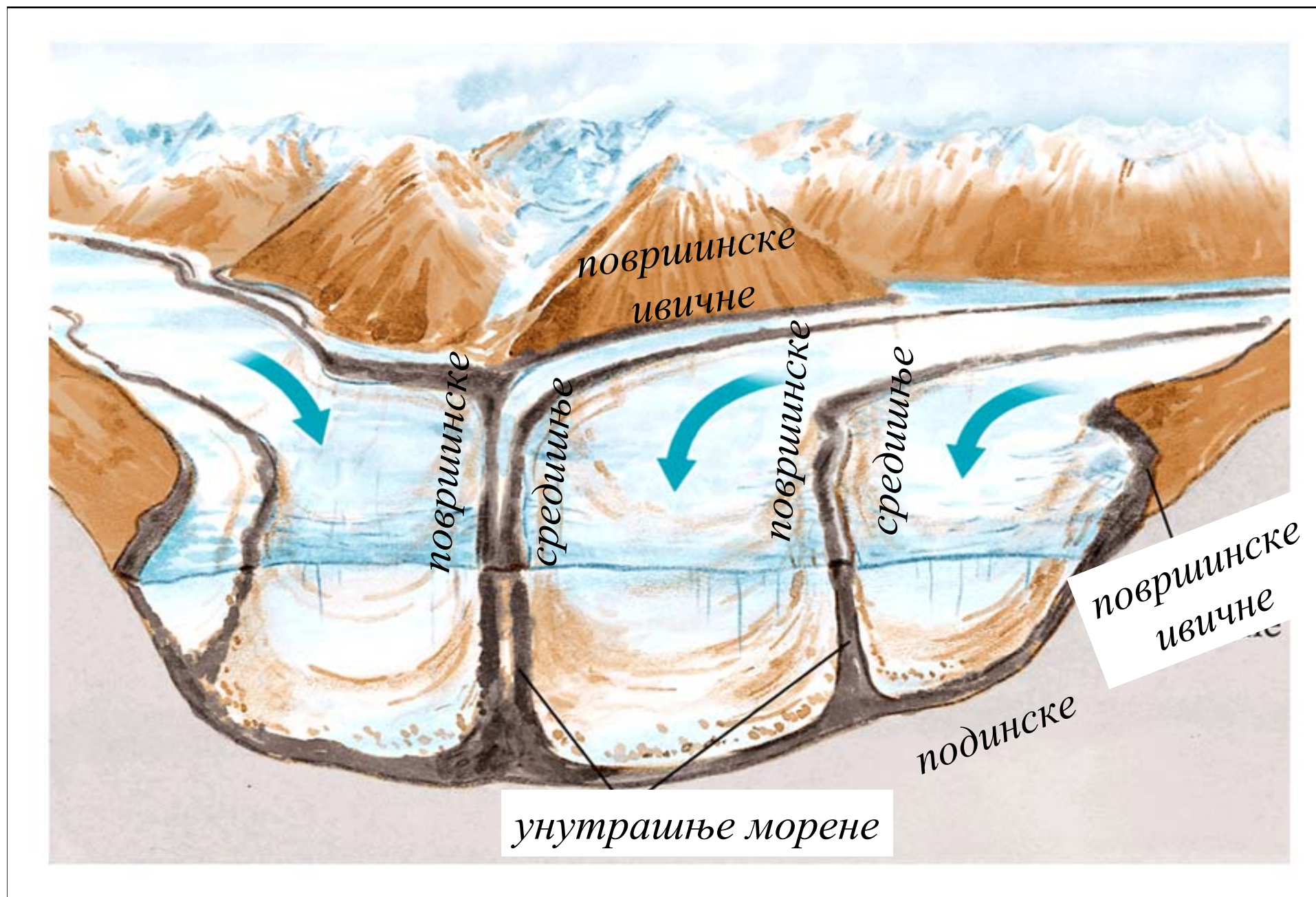


Tongas National Forest, Alaska

# Површинске средишње морене



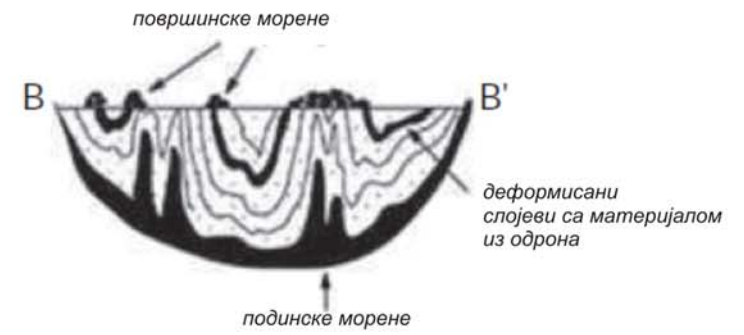
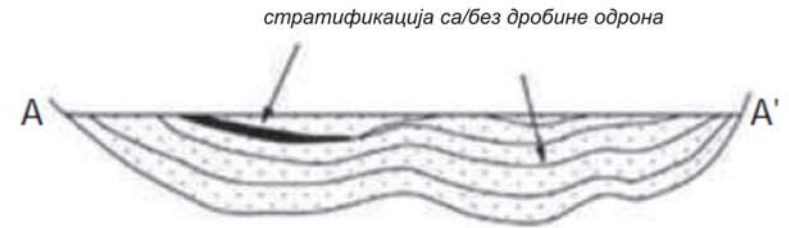
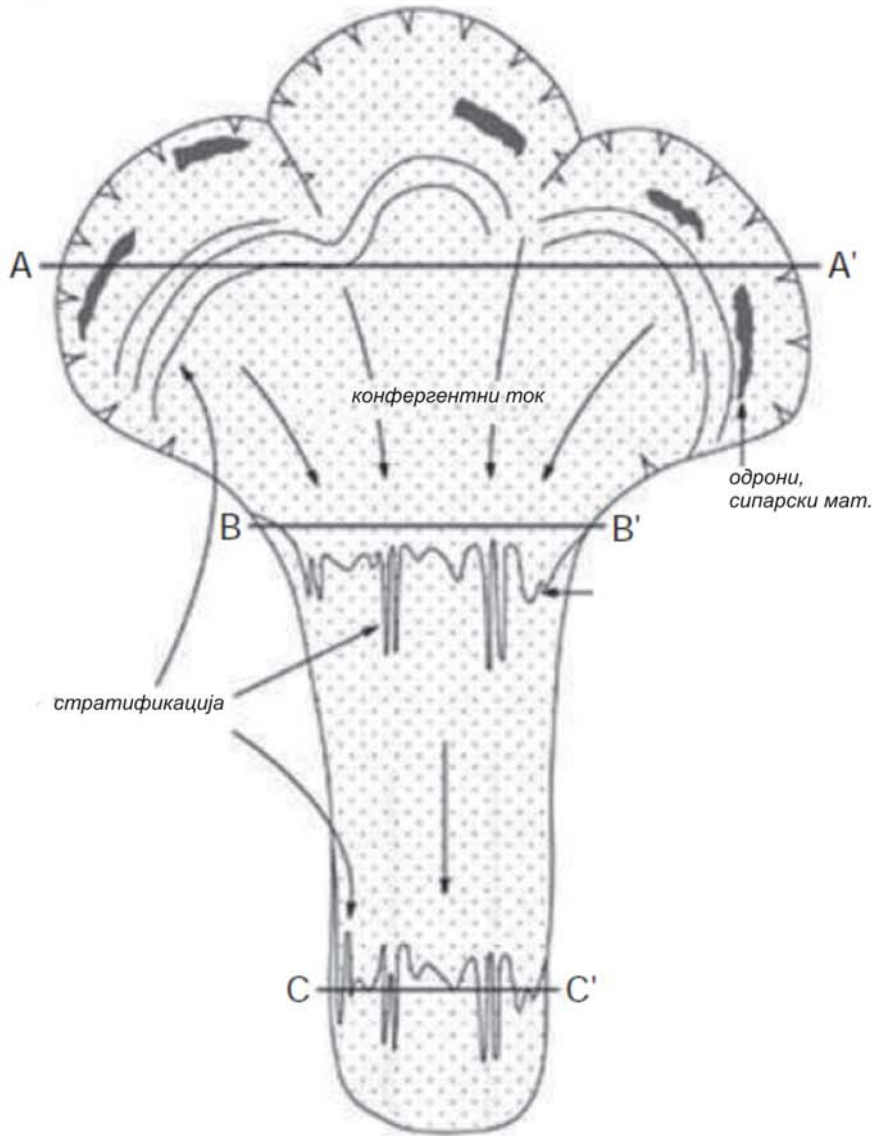
# Морене





# Морене

A.



# Чеона морена - Fiesch gletscher

*Фото: М. Јовановић*



**Чеона морена**  
- Fiesch gletscher



*Фото: М. Јовановић*

# Чеона морена



Фото: М. Јовановић

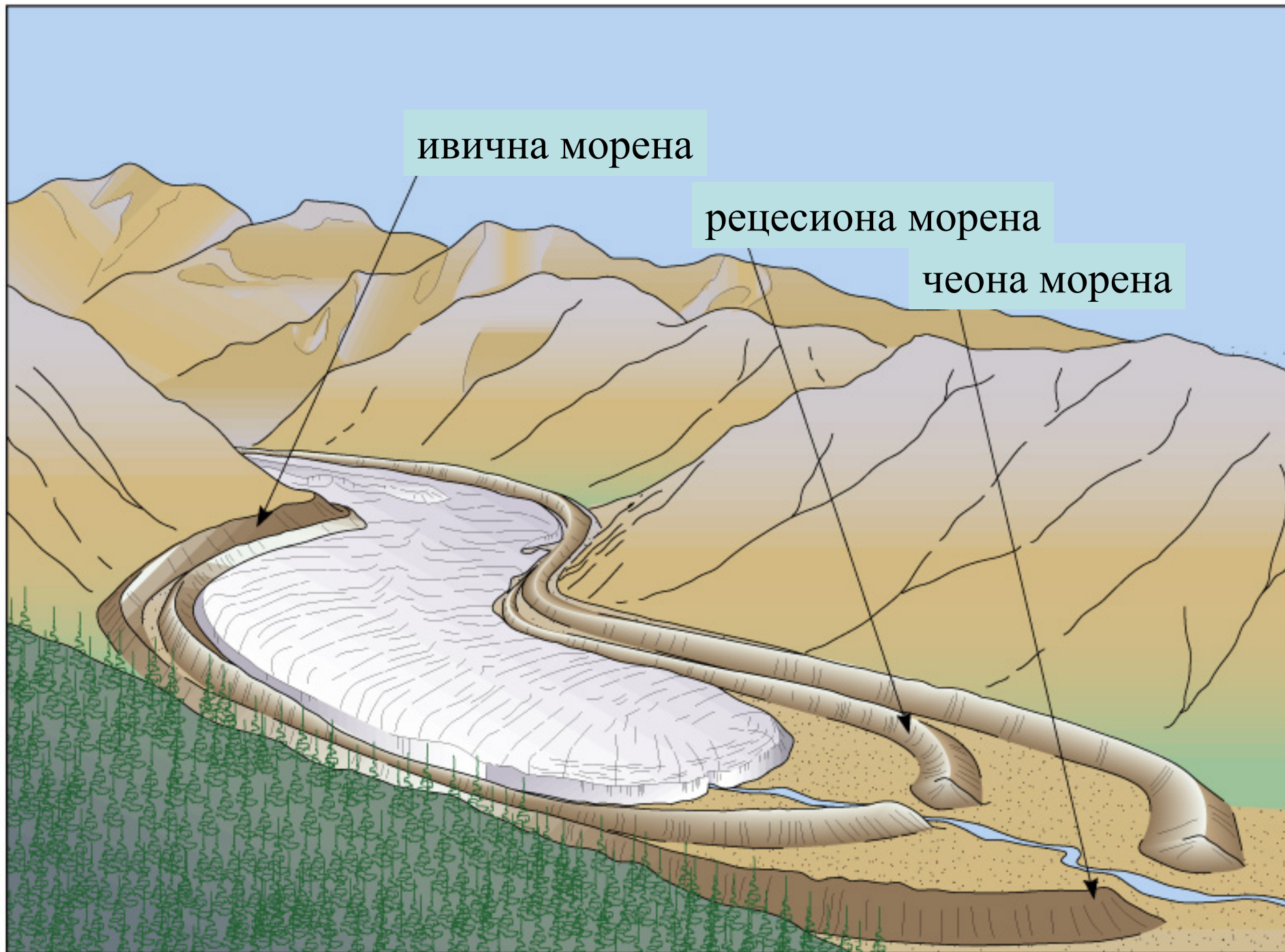
# Чеона морена



ивична морена

рецесиона морена

чеона морена





**Сипарски материјал –  
-површинска морена  
Baechligletscher**

# Моренски материјал

Baechligletscher



Фото: М. Јовановић



# Моренски материјал

Baechligletscher



Фото: М. Јовановић

# Моренски материјал

Baechligletscher



Фото: М. Јовановић

# Унутрашња морена

ледник Роне



Фото: М. Јовановић



1728 m

©2009 Google  
©2009 Earth Spot Image  
US Dept of State Geographer  
Image ©2009 TerraMetrics  
35°29'08.77" N 77°03'04.87" E elev 4854 m

©2009 Google

Eye alt 8.53 km

# ПУКОТИНЕ У ЛЕДНИЦИМА



# ПУКОТИНЕ У ЛЕДНИЦИМА

-Baechligletscher



Фото: М. Јовановић



# ПУКОТИНЕ У ЛЕДНИЦИМА

Ледник Роне





# ТИПОВИ ЛЕДНИКА

## 1.1. Планинска глацијација

1.1.1. снежанички (циркусни)

1.1.2. покајнички

1.1.3. долински ледници (алпски, хималајски)

1.1.4. viseћи

1.1.5. обновљени (регенерирани)

1.1.6. суподински (аљаски)

## 1.2. Регионална глацијација

1.2.1. Исланд, Скандинавско п.о.

ледена поља (ајсфелди) – платоски (скандинавски)

ледене реке (ајстреми)

1.2.2. Гренланд, Антарктик

инландајс (континентални ледник)



*Фото: М. Јовановић*

**?СНЕЖАНИК?**

**ЛЕДНИК**

**Дебели намет, Велика Карлица,  
Дурмитор**

## ЦИРКУСНИ/ВИСЕЋИ ЛЕДНИК



Mount Edith Cavell, Jasper National Park, Canada

Аконкагва

ПОКАЈНИЧКИ ЛЕДНИК



Аконкагва

# ДОЛИНСКИ ЛЕДНИК



# ЛЕДНИК АЛЕЧ, АЛПИ



5.35 km

Pointer 46°25'16.12" N 8°09'26.24" E elev 1458 m

© 2007 Tele Atlas

© 2007 Cnes/Spot Image  
Streaming ||||| 100%

© 2007 Google™

Eye alt 19.07 km

# АЛПИ



Image © 2007 DigitalGlobe  
© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 TerraMetrics  
© 2007 Tele Atlas

© 2007 Google™

Pointer 46°47'22.31" N 9°51'19.77" E elev 1833 m Streaming 100% Eye alt 3.03 km

# ХИМАЛАЈСКИ ТИП



4.20 km

Image © 2007 TerraMetrics  
© 2007 Europa Technologies  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2007 Google™

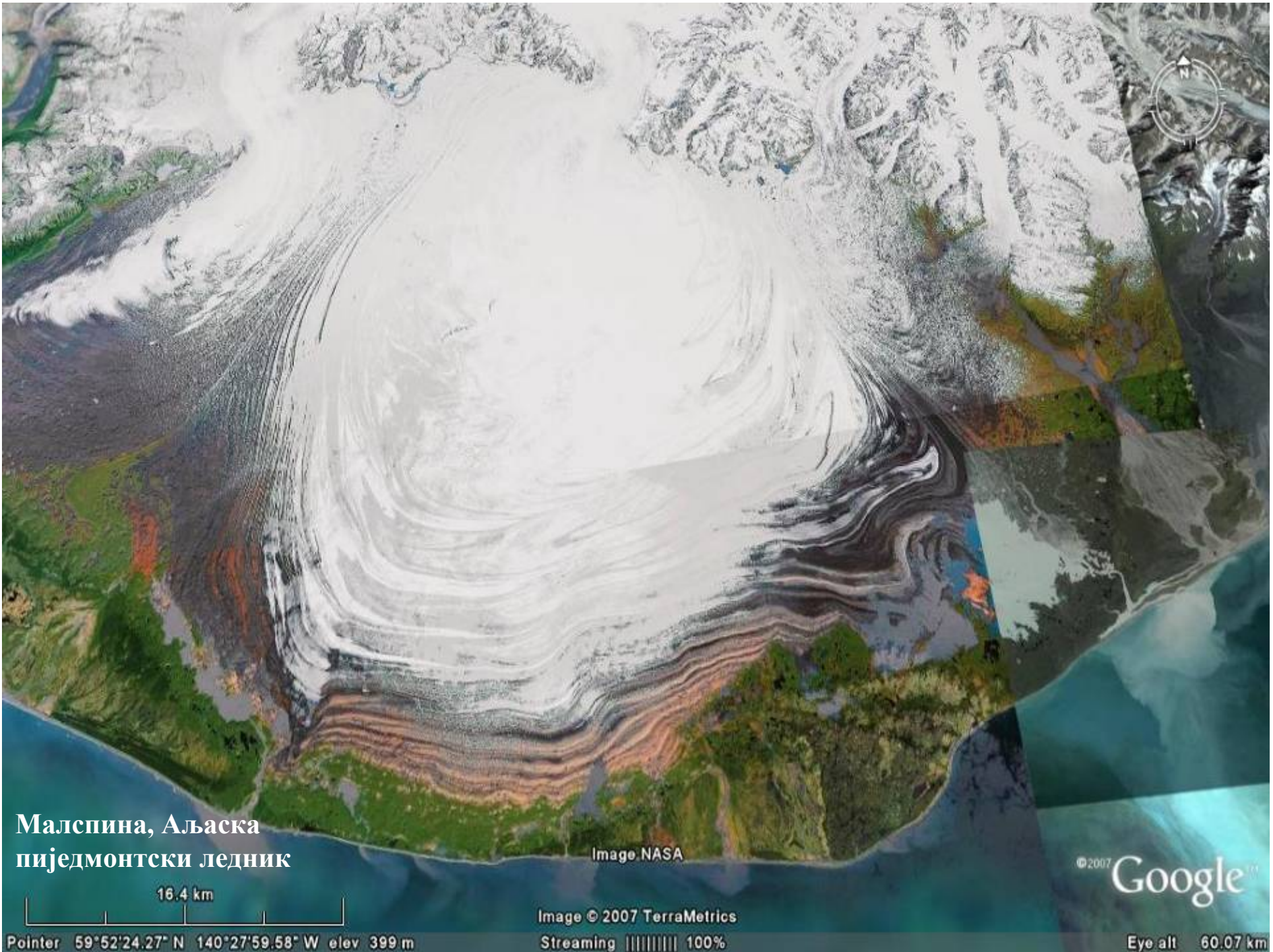
Pointer 28°06'04.98" N 90°10'10.24" E elev 4286 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 17.74 km







Малспина, Аљаска  
пиједмонтски ледник

16.4 km

Image NASA

Image © 2007 TerraMetrics

Streaming ||||| 100%

© 2007 Google™

Eye alt 60.07 km

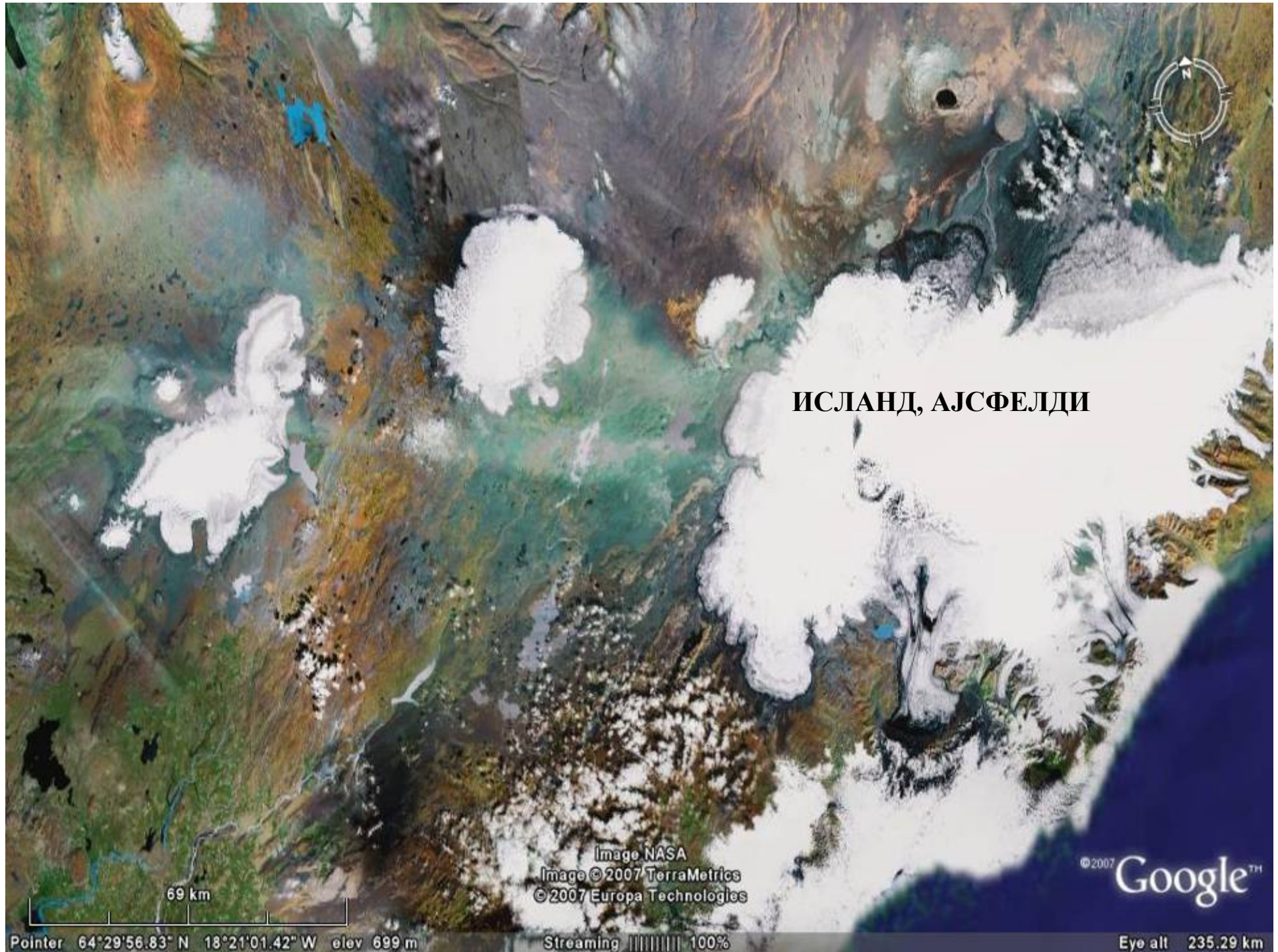
Pointer 59°52'24.27" N 140°27'59.58" W elev 399 m



**Камениги ледник, Кашкасу,  
Каракол, Киргистан**



**Камени ти ледник, Кашкасу,  
Каракол, Киргистан**



ИСЛАНД, АЈСФЕЛДИ

Image NASA  
Image © 2007 TerraMetrics  
© 2007 Europa Technologies

© 2007 Google™

69 km

Pointer 64°29'56.83" N 18°21'01.42" W elev 699 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 235.29 km

ИСЛАНД,  
АЈСФЕЛД и АЈСТРЕМИ



Image © 2007 TerraMetrics  
© 2007 Europa Technologies

© 2007 Google™

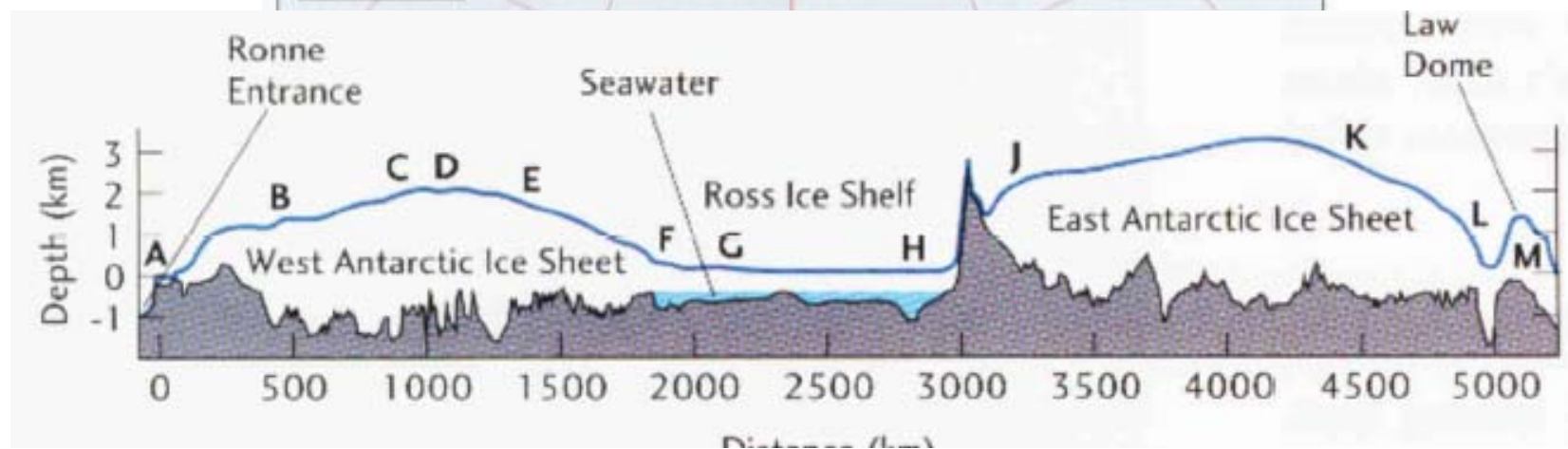
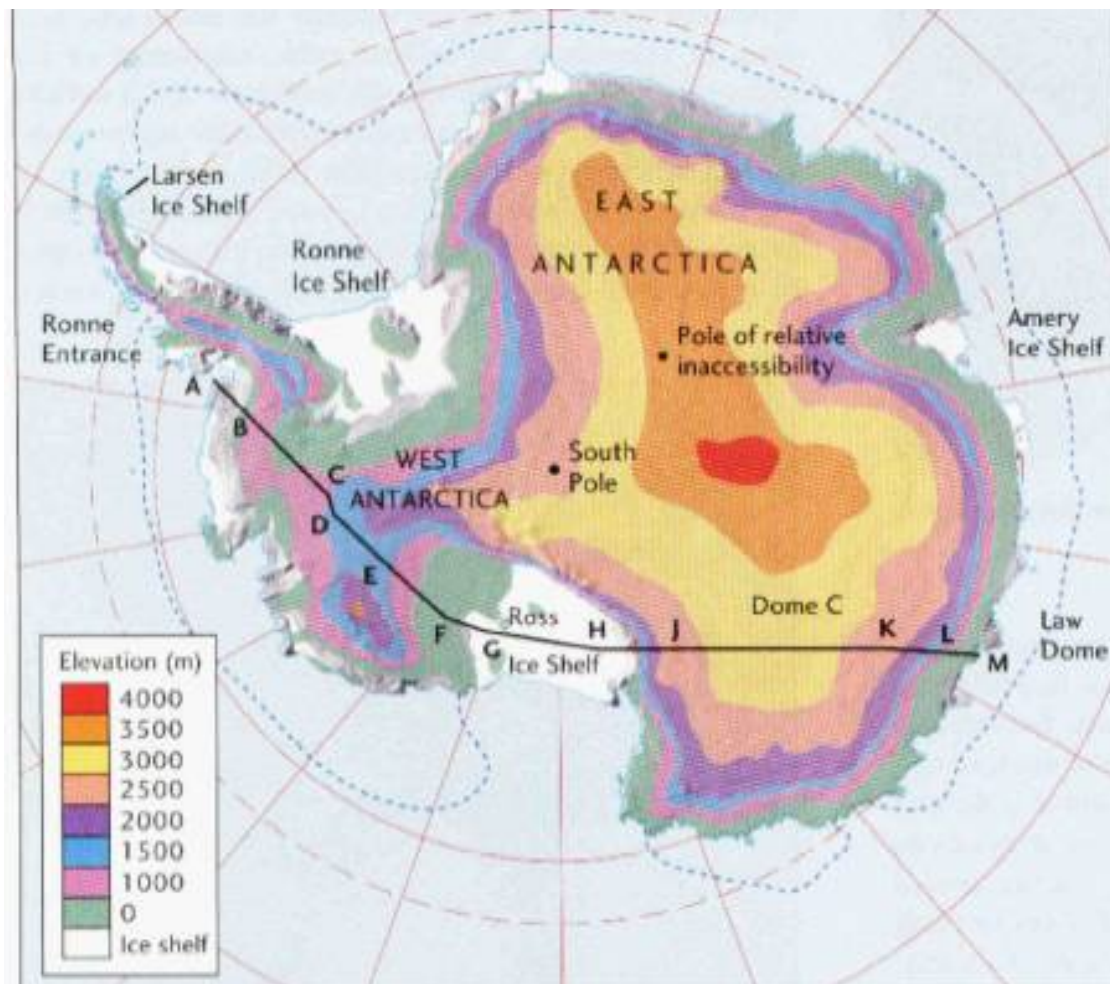
Pointer 64°22'39.46" N 15°22'26.29" W elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 51.13 km

# ИНЛАНДАЈС







**ГЛАЦИЈАЛНИ  
АКУМУЛАТИВНИ  
ОБЛИЦИ**



Tasman River with Mount Cook

**ФЛУВИОГЛАЦИЈАЛНИ  
ОБЛИЦИ**





Флувиоглацијалне наслаге

**Marriot hotel, Almaty/Алмати,  
Казакхстан**





# ЛЕДНИЧКЕ ДОЛИНЕ

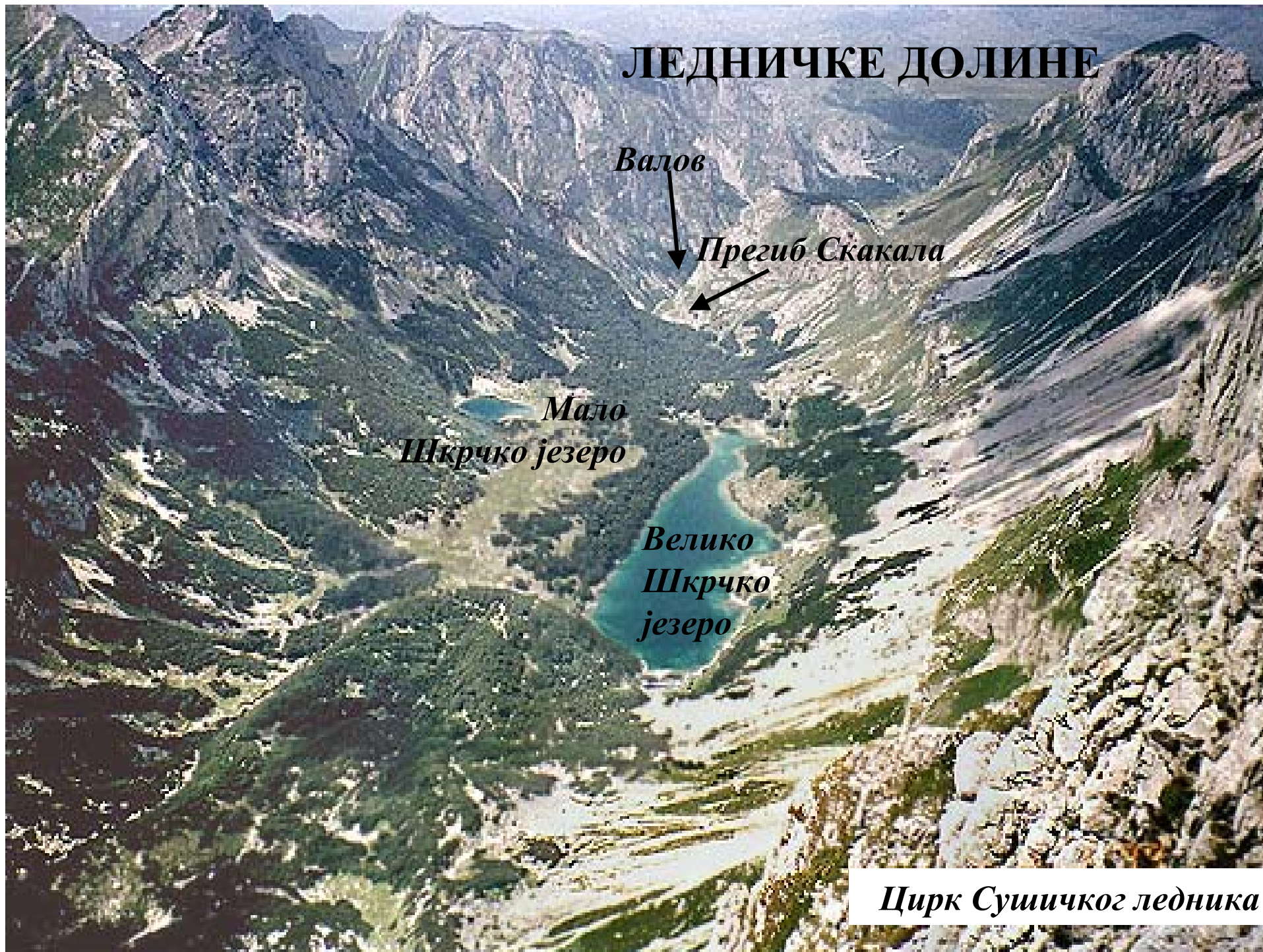
*Валов*

*Прегиб Скакала*

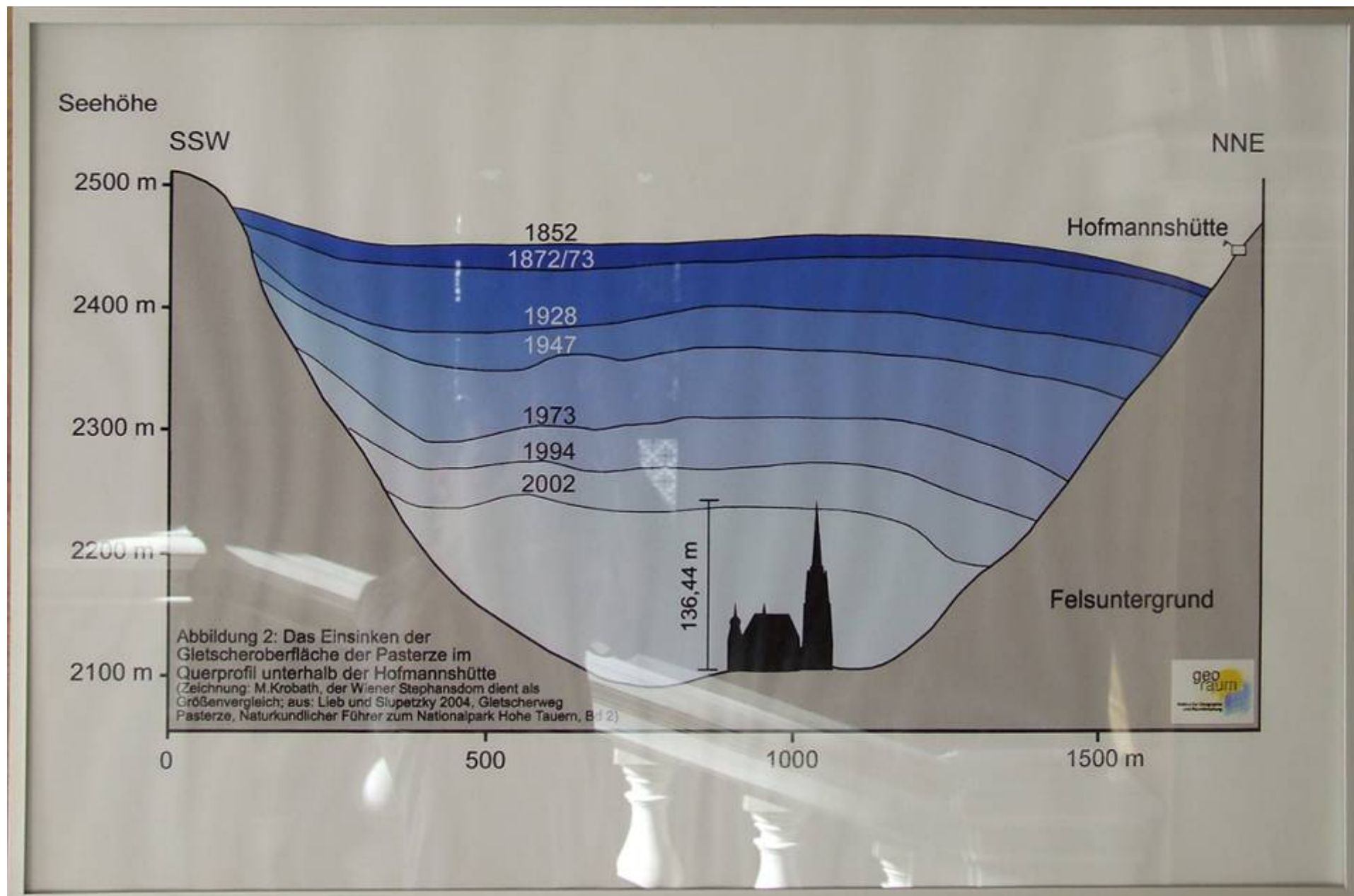
*Мало  
Шкрчко језеро*

*Велико  
Шкрчко  
језеро*

*Цирк Сушичког ледника*



# БУДУЋНОСТ ПРОЦЕСА





[http://www.swisseduc.ch/glaciers/big\\_melt/index-de.html](http://www.swisseduc.ch/glaciers/big_melt/index-de.html)

<http://www.swisseduc.ch/glaciers/>



ДГТХ

Универзитет у Новом Саду  
Природно-математички факултет  
Департман за географију, туризам и хотелијерство

**Др Млађен Јовановић**

*Катедра за Физичку географију*

