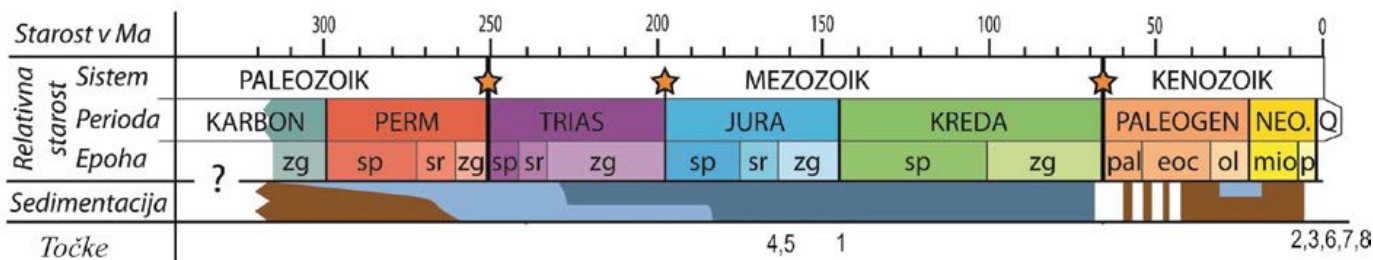


# Od toplih oceanov do hladnih ledenikov

Dolina Triglavskih jezer

Andrej Šmuc<sup>1</sup>



**N**a GEO-izletu si bomo ogledali kamnine, sedimente (grušč in ledeniški material) ter jezera v dolini Triglavskih jezer med Kočo pri Triglavskih jezerih ter Zasavsko kočo na Prehodavcih. Dolina Triglavskih jezer je izredno zanimiva, saj v njej lahko opazujemo več geoloških posebnosti. Kamnine, ki jo gradijo, so nastajale 236–140 Ma (Ma = milijon let) pred sedanostjo na robu toplega Neotetidnega oceana, medtem ko so gruščni, ledeniški sedimenti in jezera mnogo mlajši. Pričajo nam o dogodkih v zadnjih 2,6 Ma, ko so skozi dolino večkrat polzeli ledeniki in se seveda do današnjega časa tudi stopili.

Najstarejše kamnine v Dolini Triglavskih jezer so plastoviti in masivni apnenci iz obdobja zgornjega triasa ter spodnje jure (236–185 Ma pred sedanostjo). Nastajali so v toplem in plitvovodnem okolju Julijske karbonatne platforme (za neznane pojme glej *Planinski vestnik*, 2014, št. 6, str. 7–12). Globina morske vode ni presegala 200 metrov, pogosto pa je bilo območje celo tako plitvo, da je bilo v pasu plimovanja.

V času srednje in zgornje jure (170–150 Ma pred sedanostjo) je sledilo tektonsko aktivno obdobje razpiranja (angl. rifting) in območje je razpadlo na več blokov, ki so se potopili do različnih globin. Območje doline je pripadalo le deloma potopljeni globljevodni podmorski planoti, ki jo imenujemo Julijski prag. Prag je bil potopljen pod 200 metrov, vendar ne globlje kot približno

Slika 1 Geološka časovna lestvica (okrajšave: sp – spodnji; sr – srednji; zg – zgornji; neo – neogen; Q – kvartar; pal – paleogen; eoc – eocen; ol – oligocen; mio – miocen; p – pliocen) in sedimentacijska okolja (rjava – kontinentalni, večinoma rečni sedimenti; svetlo modra – plitvomorsko, temno modra – globokomorsko) z umeščenimi opisanimi geološkimi točkami. Z zvezdicami so označeni časi največjih izumrtij.

**GEO-izlet:** Koča pri Triglavskih jezerih–Zasavska koča na Prehodavcih  
**Izhodišče:** Koča pri Triglavskih jezerih. Sem pridemo od Savice po zahtevni poti čez Komarčo (dobre 3 ure) ali preko Komne po nezahtevni poti (približno 5 ur). V tem primeru je skupni čas hoje na celotni krožni poti 10–15 ur, zato priporočamo prenočevanje v eni izmed koč. Izlet lahko združimo z delom GEO-izleta s planine Blato (*Planinski vestnik*, 2014, št. 8, str. 14–17); v tem primeru je skupni čas izleta približno 10 ur.

**Težavnost poti:** Nezahtevna označena pot.  
**Čas:** 2 h (v eno smer)

**Koristen pripomoček pri raziskovanju:** Lupa z 10-kratno povečavo.

500 metrov. Na takih globinah morsko dno "pometajo" močni morski tokovi, ki povzročijo nastanek čisto posebnih kamnin. Te so običajno rdeče barve in vsebujejo veliko fosilov amonitov, zato se jih je pri naših sosedih prijelo ime Rosso Ammonitico, mi pa jih imenujemo prehodavska formacija. V Sloveniji je tak tip kamnine izredno redek in ga najdemo le na nekaterih mestih v Julijcih, najlepše pa je viden ravno v Dolini Triglavskih jezer.

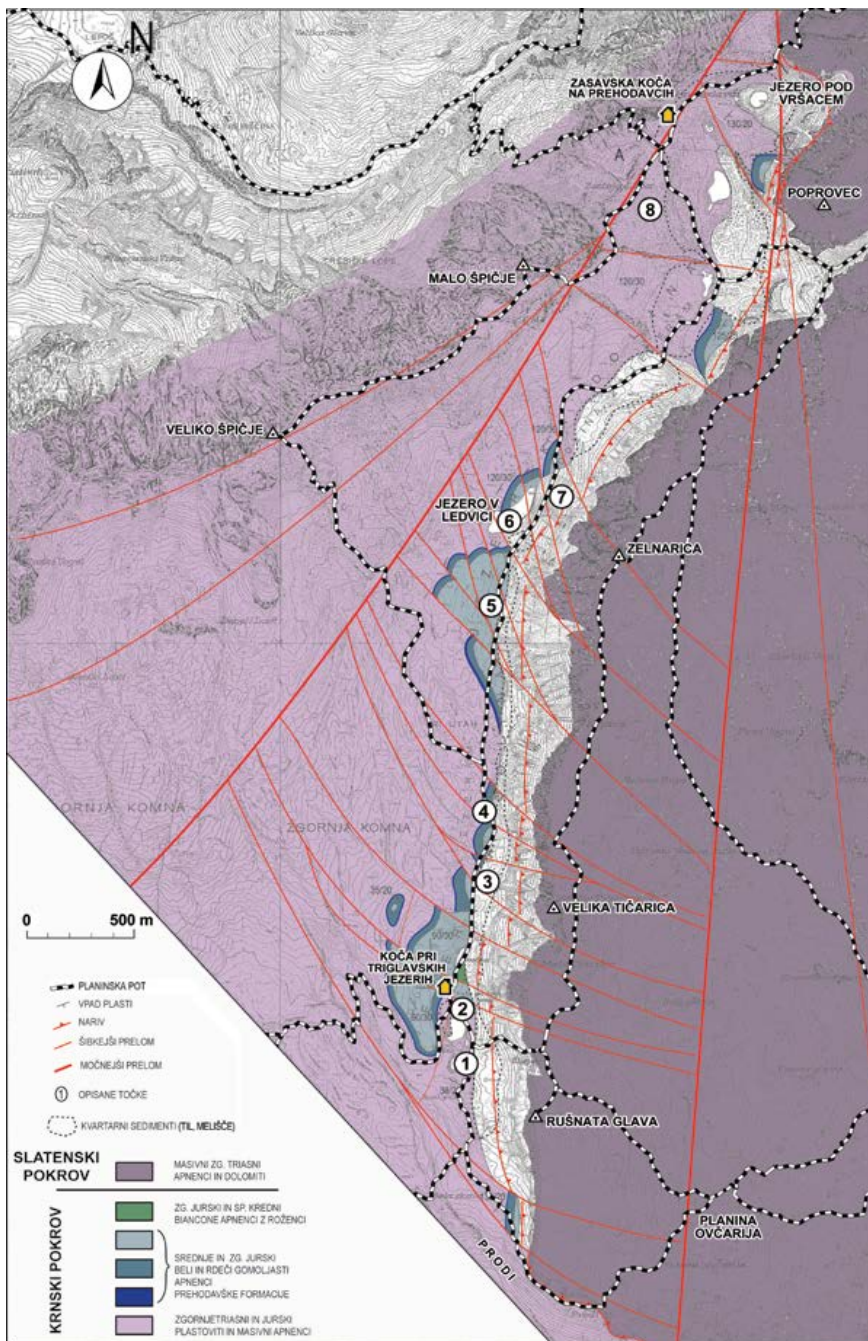
Kasneje, v obdobjih zgornje jure in spodnje krede (150–140 Ma pred sedanostjo), se je teren postopoma poglobil in postal del tako imenovanega Slovenskega bazena, v katerem so se v mirnem, globokomorskem okolju

odlagali zelo drobnozrnati svetlo sivi apnenci z roženci. Te apnence imenujemo biancone apnenci in so najmlajše kamnine, ki jih najdemo v dolini. V obdobju krede so se začeli tektonski premiki, ki so korenito spremenili reliefno podobo. Namesto raztezanja je nastopilo stiskanje (kompresija) ozemlja, ki je v več fazah do danes povzročilo gubanje, narivanje in dvigovanje celotnega območja Slovenije. Za območje Julijskih Alp je značilno, da so bili ti procesi še posebej aktivni v zadnjih 20 Ma, intenzivno pa se dogajajo še danes. Dolina Triglavskih jezer je zato strukturno zelo zapletena. V njej lahko opazujemo gube, narive (nariv Slatenskega pokrova na Julijski pokrov; glej tudi *Planinski vestnik*, 2014, št. 8, str. 14–17) in številne prelome.

V obdobju kvartarja (zadnjih 2,6 Ma) so po dolini večkrat polzeli ledeniki, ki so za seboj pustili številne sledi v obliki značilnih ledeniških sedimentov, moren, obrušeni skal ipd.

Današnje podobo Doline Triglavskih jezer tvorijo obsežna melišča vzdolž vzhodnega dela doline ter seveda jezera, po katerih je tudi dobila ime. Melišča in jezera predstavljajo najnovejše poglavje v njenem geološkem razvoju. Tako prva kot druga so nastala šele v približno zadnjih deset tisoč letih po umiku ledeniškega pokrova.

<sup>1</sup> Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.



Slika 2  
Geološka karta Doline Triglavskih jezer z vrisanimi točkami in planinskimi potmi iz katastra poti PZS (2014). Točke opisujejo izrazite reliefno-geološke oblike, zato natančnejše koordinate niso podane. Oblikovanje: Nina Rman, Petra Žvab Rožič, Simon Mozetič

Krnski pokrov. Slatenski pokrov gradi vzhodni rob Doline Triglavskih jezer (masiv Vršakov, Zelnarice in Tičarice), osrednji in zahodni del doline pa pripadata Julijskemu pokrovu. Narivni stik doline je skoraj popolnoma prekrit z obsežnimi melišči. Naslednja geomorfološka posebnost je klinasta tlorisna oblika doline, ki je v južnem delu široka več kot 2500 metrov, v severnem pa le 500 metrov. Posebna je tudi stopničasta oblika doline, ki je razdeljena na posamezne izrazite stopnje, ki se stopničasto spuščajo od njenega severnega dela proti južnemu. Razlog za te oblike so zapletena tektonska dogajanja, ki so najprej povzročila narivanje, nato pa še razkosanje doline na "stopnice".

### 3. Ledeniške akumulacijske in erozijske oblike

V času ledenih dob so skozi dolino večkrat polzeli ledeniki. S seboj so prenašali velike količine materiala, s katerim so erodirali in brusili podlago, ter ga prej ko slej tudi odložili. Tak ledeniški sediment geologi imenujemo til, njegovo nakopičenje v značilni morfološki obliki pa morena. Ledeniški sedimenti so v dolini pogosti in jih najdemo po njeni celotni dolžini, vendar se nikjer ne pojavljajo v velikih ali debelih morenskih nasipih. Čeprav so pogosti, jih težko opazimo, saj so večinoma prekriti z rastlinjem. Na poti od Dvojnega jezera do Ledvice nas na vzhodni strani doline spremlja izrazit morenski hrbet. Pri Koči pri Triglavskih jezerih je zelo lepo vidna ledeniška grbina z repom (angl. craig and tail), ki nastane, ko ledenik polzi čez konveksne izbokline in v "zavetrju" teh skal odloži nekakšen "rep" ledeniškega gradiva. Golo kamnito površje pred vhodom v kočjo predstavlja konveksno izboklino, preko katere je teklen ledenik in v smeri proti Dvojnemu jezeru odložil veliko sedimenta. Slednji tvori značilen morenski hrbet, ki v Petem jezeru oblikuje izrazit pomol. Sledovi ledeniške erozije so vidni v večjem delu Doline Triglavskih jezer. Na severni obali Petega jezera so na

## Opisi točk

### 1. Pretrti biancone apnenci

Apnenci tipa biancone so v Dolini Triglavskih jezer redki. Najdemo jih le neposredno na planinski poti pri Šestem jezeru. Ti sivi, zelo drobnozrnati apnenci z roženci so nastali v globokem morju pred 150–140 Ma. Običajno so tankoplastnati in vsebujejo gomolje temnejših rožencev, tu pa so apnenci zaradi bližine narivnice močno zgrabani in tektonsko pretri ter so videti skrilavi, čeprav to niso. Sestavljajo jih s prostim očem vidni aptihi (pokrovčki amonitnih hišic) ter mikroskopsko majhni planktonski fosilni organizmi kalpionele, ki sodijo med praživali. Vmesni gomolji

rožencev vsebujejo predvsem radiolarije – mreževce (tudi planktonske praživali). Radiolarije, ki svoje skelete gradijo iz kremenice, so bile zelo pogoste v morjih v obdobju jure, potem pa so jih nadomestili planktonski organizmi, ki gradijo skelete iz karbonata.

### 2. Panorama izpred Koče pri Triglavskih jezerih

Pogled proti severu nam razkrije glavne geomorfološke značilnosti Doline Triglavskih jezer. Ima izrazit asimetrični prečni prerez v smeri vzhod-zahod s prepadnim vzhodnim robom, skoraj ravnim dnom in razmeroma položnim zahodnim pobočjem. Slednje je nastalo zaradi narivanja Slatenskega pokrova na



**Točka 2** Pogled od Petega jezera proti severu. Lepo so vidna obširna melišča na vzhodnem delu doline ter njena klinasta oblika; dolina se v zgornjem delu namreč zelo zoži. Foto: Matej Fister



**Točka 4** Obogatitev kamnine z železo-manganovimi gomolji v spodnjem delu prehodavske formacije Foto: Mojca Zega

zglajeni živoskalni podlagi ohranjene ledeniške raze. Na poti proti Jezeru v Ledvici lahko od daleč v ostenju grebena Lepega Špičja opazujemo tri manjše krnice (redišče ledenika), prav tako nas na celotni poti spremlja ledeniško zglajeno in valovito površje, ki ga imenujemo mutonirano površje (franc. roche moutonnée).

#### 4. Rdeči apnenci z železo-manganovimi (Fe-Mn) gomolji

Na točki opazujemo rdeče valovito plastnate apnence, ki sodijo v spodnji del

prehodavske formacije in so se odlagali v globljevodnem okolju Julijskega praga. Apnence gradijo številni fosilni ostanki, med katerimi so najpogostejši odlomki morskih lilij, foraminifere, polži in amoniti. Predvsem pa so značilni skorjasti gomolji (konkrecije) iz manganovih in železovih oksidov, ki jih poljudno imenujemo kar manganovi gomolji. Obogatitve jurskih plasti s temi minerali lahko opazujemo na več krajih v Julijskih Alpah, najlepše pa so vidne ravno tu ter še na Mangartu. Tukaj konkrecije dosegajo premer celo več

kot 10 centimetrov. Poleg nakopičenj v konkrecijah, ki predstavljajo le en tip obogatitve z Fe-Mn oksidi, lahko opazujemo tudi posamezne nezvezne Fe-Mn skorje po površini kamnin in tudi druge oblike. Fe-Mn gomolji nastajajo v posebnih sedimentacijskih razmerah ter kažejo na obdobja, ko se je na morsko dno odlagala le neznatna količina sedimenta, kar je povezano z delovanjem močnih morskih tokov, ki so hkrati odnašali tanke sloje že odloženih sedimentov in preprečevali usedanje novih.

**Točka 7** V jezerih izvajamo različne raziskave; na sliki je predstavljeno vzorčenje (vrtanje) v jezerske sedimente na dnu Jezera v Ledvici. Foto: Maja Andrič



**Točka 8** Dolina Triglavskih jezer je močno zakrasela; med najlepše oblike sodijo predvsem škraplje in žlebiči. Foto: Tomislav Popit





**Točka 5a** Rdeči gomoljasti apnenci z amoniti, ki sodijo v prehodavško formacijo. Opazni so bolj svetli, rožnati gomolji v temnejši osnovi.  
Foto: Andrej Šmuc



**Točka 5b** Nekaj centimetrov velik fosil amonitne hišice  
Foto: Mojca Zega

## 5. Rdeči gomoljasti apnenci z amoniti

Tu opazujemo apnence najvišjega oziroma najmlajšega dela prehodavške formacije. Za njih je značilna rdeča barva ter dobro razvita gomoljasta, povita plastnatost, ki je lepo vidna zaradi barvnega kontrasta med večinoma rožnatimi gomolji in rdečo, ponekod tudi rahlo laporasto osnovo. Gomolji so zelo različnih dimenzij, od mikroskopskih drobcev do takih, ki dosegajo 10 centimetrov premera. Del gomoljev predstavljajo tudi amonitne hišice.

Amoniti so zagotovo najimunitnejši fosili v Dolini Triglavskih jezer. Znanih je vsaj osem rodov, največ pa jih najdemo pri Močivcu, v okolici Ledvice in pod Vršaki. Taki apnenci predstavljajo značilen sediment podmorskih planot. Zanimivo je tudi, da danes nikjer na svetu ne najdemo okolja, v katerem bi se odlagale take kamnine. V tujini nekateri apnenci te vrste predstavljajo zelo cenjen okrasni kamen, v Sloveniji pa so izredno redki in jih zato ekonomsko ne izkoriščamo.

## 6. Jezera – primer Jezero v Ledvici

Dolina Triglavskih jezer je najbolj znana po jezerih. Njihov nastanek še ni popolnoma pojasnjen, saj se pojavljajo v popolnoma kraškem svetu, kjer jezer običajno ni. Po zadnjih raziskavah naj bi nastala približno v zadnjih 10.000 letih kot posledica skupnega delovanja tektonike,

ledeniške sedimentacije ter kamninske sestave podlage. Jezerski sedimenti predstavljajo dragocen zapis o klimatskih spremembah in delovanju geoloških dejavnikov v preteklih obdobjih. Jezera v Dolini Triglavskih jezer so še posebej primerna za študije regionalnih okoljskih sprememb, saj njihova nedostopnost omogoča dolgoročnejšo ohranitev podatkov o klimatskih in okoljskih spremembah. Jezerski sedimenti so tudi izredno dobri kazalniki sedanjega človeškega vpliva na okolje, ki se kaže predvsem v povečanju onesnaženja, spreminjanju trofičnih stanj jezer ipd. Zato v jezerih intenzivno izvajamo različne raziskave (merjenja, vrtnanja v jezersko dno ipd.), s katerimi poskušamo prepoznati pretekle klimatske dogodke, okoljske spremembe, potresno dejavnost ter onesnaženje doline.

## 7. Melišča pod masivom Vršakov, Zelnarice in Tičarice

Obsežna melišča, ki se pod masivom Vršakov, Zelnarice in Tičarice raztezajo v dolžini več kot pet kilometrov, spremljamo na celotni planinski poti med obema kočama v Dolini Triglavskih jezer. Melišča predstavljajo strma, z rastlinstvom redkeje porasla pobočja stožčaste oblike. Sestavljajo jih različno veliki ostrorobi kosi (klasti) kamnin, ki so popadali s strmih sten. Velikost in oblika klastov sta odvisni od plastovitosti kamnine v steni ter od njene tektonske

pretrtosti. Tudi v Dolini Triglavskih jezer se trgajo predvsem tam, kjer so kamnine tektonsko zelo pregnetene. Preperevanje zaradi zmrzali dodatno poveča razpoke in povzroča padanje kamenja na melišča, k temu procesu pa aktivno prispevajo tudi potresi. Ko kamen pade na melišče, se njegova pot ne konča, saj se počasi, a neprenehoma premika navzdol. Te premike v posameznih delih melišč lahko sprožijo naravni procesi (potresi, nevihte, plazovi) pa tudi človek in gorske živali, ki plezajo tam preko.

## 8. Kraške oblike

Dolina Triglavskih jezer je oblikovana v karbonatnih kamninah, ki so podvržene intenzivnim procesom zakrasevanja. Kraški pojavi kot posledica kemičnega raztapljanja kamnin so izredno pestri, zato se bomo osredotočili le na najbolj pogoste in opazne oblike, kot so žlebiči in škraplje. Žlebiči so vzporedne in podolgovate korozijske vdolbine, ki se pojavljajo na nagnjenih golih kamnitih površinah. Najdemo jih po celotni dolini, posebej pa so lepo vidni na zahodni obali Jezera v Ledvici. Škraplje predstavljajo korozijsko poglobljene in razširjene razpoke, ki dosegajo dimenzije od nekaj centimetrov do več metrov. Na nekaterih delih doline (predvsem pod grebenom Velikega Špičja) je območje tako gosto posejano s škrapljami, da ga imenujemo kar škrapljišče. ●