

Od ledeniške krnice do čelne morene

Ledeniki – dinamične tvorbe, ki spreminjajo Zemljino površino

Besedilo: Mateja Ferk in Miha Pavšek¹

Vsak ljubitelj vzpetega sveta se na svoji gorniški poti prej ko slej sreča z ledeniki, pred tem pa (praviloma ...) vsaj z osnovami gibanja v ledeniškem svetu in ledeniško vravno tehniko. Čeprav že pred tem beremo, vidimo in izvemo marsikaj o njih, pa je vse drugače, ko se srečamo z njimi v živo. Med vzponom na gorske vršace je vedno dovolj časa za razmišljanje, pa ne samo o tem, zakaj, s kom in s čim smo tam, temveč tudi o nastanku in značilnostih ter dinamiki naravnih pojavov, ki nas obkrožajo. Eno od zanimivejših zgodb o gorskem svetu nam pripovedujejo ledeniki, in to vse od dolinskega parkirišča pa do znamenja na vrhu gore. Njihova zgodba pa je v resnici ravno obrnjena, saj se prične tam, kjer je naša šele malo čez polovico, v krnicah pod visokogorskimi vršaci ...

Ledene dobe

Ledeni pokrovi in ledeniki prekrivajo okoli desetino površja našega planeta in zadržujejo približno več kot 30 milijonov km³ sladke vode, kar je okoli tri četrtnine vse sladke vode na Zemlji. V preteklih geoloških dobah je obseg poledenelega površja precej nihal. V zemeljski zgodovini so strokovnjaki do sedaj prepoznali vsaj pet večjih ledenih dob, najbolj znana in raziskana pa je zadnja oziroma najmlajša, kvartarna ledena doba. V njej se je zvrstila serija hladnejših obdobij, imenovanih glaciali ali stadiali, med njimi pa so bila toplejša obdobja, imenovana interglaciali ali interstadiali.

V preteklosti so omenjali zgolj štiri ohladitvene faze, imenovane po rečicah na severnem obrobju Alp (Mindel, Günz, Riss in Würm), danes

pa vemo, da je bilo teh obdobij precej več. Trenutno smo v obdobju interglaciala, imenovanega holocen, ki se je začel pred okoli 10.000 leti, še zmeraj pa v kvartarni dobi. Nenehno prostorsko širjenje in krčenje obsega poledenitve sta z odnašanjem kamninskega gradiva z enih ter odlaganjem tega materiala na drugih območjih izrazito preoblikovala velik del površja. Zaradi velikosti, raznolikosti in slikovitosti teh oblik spadajo ledeni pokrovi in ledeniki ter ledeniško preoblikovane pokrajine med najzanimivejše na Zemlji. Ker gre v največji meri za vzpeti svet, so ta območja deležna pogostega obiska najrazličnejših obiskovalcev gora.

Raznolikost ledenikov

Glede na geografsko pojavljanje ločimo dva osnovna tipa poledenitve: celinsko (ledeniški pokrovi

Ledenik Baltoro v Karakorumu je največji na svetu. Foto: Marko Prezelj

prekrivajo zlasti celino in niso pod močnim vplivom oblikovanosti podlage) ter alpsko poledenitev (ledeniki nastanejo v gorskih območjih, od koder se v nižine stekajo po dolinah). Gledano z vidika jugovzhodne Evrope lahko določimo še tretji, to je dinarski tip poledenitve (na dinarskih kraških planotah so bili oblikovani zlasti ledeniški pokrovi in krniški ledeniki, v nižje predele pa so se spuščali odtočni ledeniki). V pleistocenu sta bila na območju Slovenije razvita alpski (Julijske Alpe, Karavanke, Kamniško-Savinjske Alpe in Pohorje) ter dinarski tip poledenitve (Snežnik, Trnovski gozd). Oblika ali morfologija posameznih ledenikov sta odvisni od lokalnih



¹ Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU.



podnebnih razmer in izoblikovanosti podlage.

Vsak posamezni ledenik je glede na obliko in lokacijo edinstven. Prav zaradi tega obstaja vrsta različnih tipov ledenikov, ki jih glede na značilno zgradbo in oblike združujemo v tri večje skupine: ledeniške pokrove in kape, ledenike, odvisne od izoblikovanosti podlage, ter morske ledenike. Procese in oblike, ki so povezani z delovanjem ledenikov in ledu, obravnava veda o ledenikih ali glaciologija.

Ledeniške ali glacialne procese v splošnem delimo na erozijske, kjer prevladuje odnašanje kamninske podlage, akumulacijske, kjer prevladuje odlaganje erodiranega gradiva, ter fluvialne (posredno ledeniške), ki so posledica delovanja vodotokov, odtekajočih izpod ledenikov. Ravno kamenine so tiste, še posebej če so tik pod vrhovi gora drugačne kot spodaj

v dolini, ki nam pogosto razkrijejo izvorno območje posameznih ledenikov. Ne smemo pa pozabiti, da se tudi precej raje krušijo na mestih, kjer jih je nekdaj prekrival ledeni pokrov, zato velja biti tam toliko pozornejši na padajoče kamenje.

Spreminjanje ledenikov

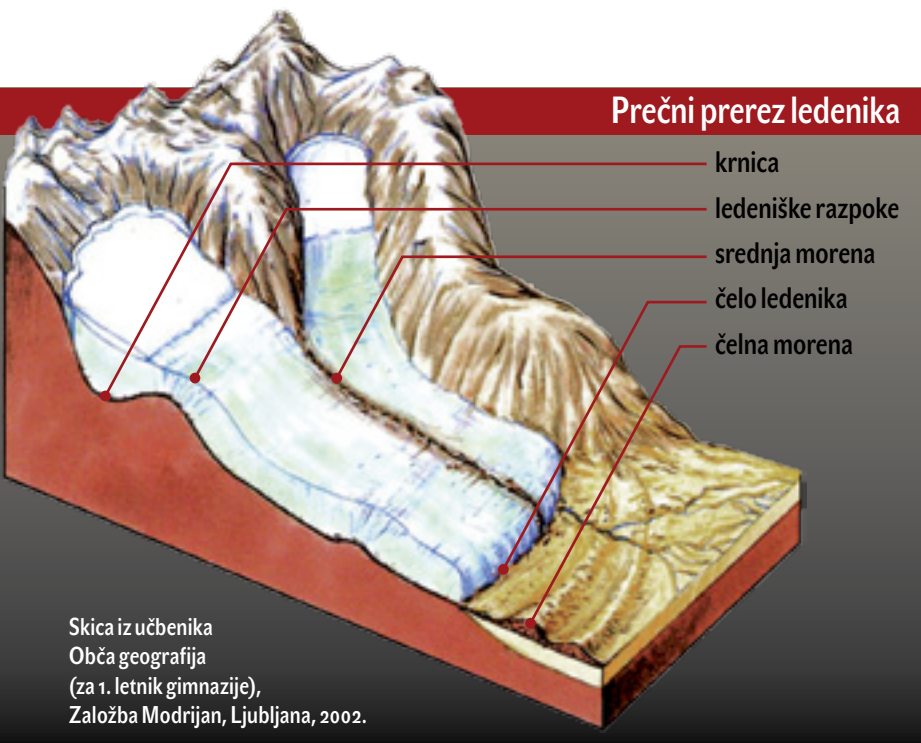
Osnovna pogoja za nastanek ledenikov sta dovolj nizka temperatura in zadostna količina snežnih padavin. Takšne razmere so najznačilnejše za visoke geografske širine in visokogorje, kjer je tudi v današnjih podnebnih razmerah še omogočen obstoj ledenikov. Naraščanje ali zmanjševanje količine ledu sta odvisna od razmerja med dotokom snežnih mas in njihovim taljenjem. Zaradi teh značilnosti so ledeniki dinamične tvorbe, ki se neprestano spreminjajo in prilagajajo okoljskim spremembam; ledeniki

rastejo in se talijo, spreminjajo obliko in smer premikanja, delujejo mehaniko na kamninsko podlago ter premeščajo velike količine kamninskega gradiva različnih velikosti, ob tem pa se sproščajo tudi ogromne količine vode, ki odteka izpred njih.

Posamezni ledenik na ta način vzpostavlja energetsko in snovno ravnovesje med območjem kopičenja ledu in območjem njegovega izteka. Nekaj takega ravnovesja in obilo izkusenj ter spretnosti potrebujemo tudi vsi, ki bi se radi seznanili z ledeniškiimi značilnostmi od blizu ali pa le prečkali njihovo slikovito površje.

Nastanek krnic in dolin

Tisti del, kjer se kopiči sneg in delanov led, ledenik pa raste, imenujemo erozijski del ledenika ali redišče. Zaradi naraščanja debeline snega in ledu se v odvisnosti od naklona



Skica iz učbenika
Obča geografija
(za 1. letnik gimnazije),
Založba Modrijan, Ljubljana, 2002.

kamninske podlage in pritiska zgoraj ležečih ledeniških plasti začne ledena gmota premikati. Na strmejših pobočjih se ledenik začne premikati že pri debelini ledu okoli 15 metrov. V povprečju obsega redišče skoraj dve tretjini površine celotnega ledenika. Debelina ledu in pritisk premikajoče se ledene gmote na podlago povzročata na tem delu ledenika učinkovito in globoko erozijo kamninske podlage.

Z vtekanjem vode v razpoke v kamninski podlagi in njenim zmrzovanjem se pod vplivom zmrzalnega prepevanja od podlage lomijo, trgajo in luščijo kamninske gmote različnih velikosti in oblik. Odlomljeni kamninski kosi nato zamrznejo v ledenik in postanejo del tovara, ki ga nosi s seboj. Ker prenašajo ledeniki v sebi velike količine kamninskega gradiva, ne deluje na podlago samo led, temveč jo drgne in brusi tudi kamninski tovor. Drobni delci zdrobljene kamnine delujejo na podlago kot brusni papir in jo "spolirajo". Kadar je v spodnjem delu ledenika zamrznjen večji kamninski blok, lahko ta na podlagi pusti črtasto drsno sled v obliki ledeniških raz.

Po umiku ledenikov se v zgornjem delu najpogosteje razkrijejo velike polkrožne kotanje, imenovane krnice, ki se prek pragov in okrešljev nadaljujejo v globoke in široke ledeniške doline, katerih prečni prerez ima obliko črke U. Če so se v glavno ledeniško dolino stekali še manjši, stranski ledeniki, imamo po umiku ledenikov nad glavno dolino še višje,

stranske ledeniške ali obvisle doline. Voda, ki priteka iz obviselih dolin, pogosto pada v slikovitih slapovih v glavno dolino.

Zdaj veste, zakaj moramo včasih na poti iz gorskih dolin pod najvišje vrhove – zadnji del vzpona nanje je po navadi najbolj strm – že v srednjem delu poti gristi kolena bolj, kot smo pričakovali ob načrtovanju ture ...

Kamninski material, ki ga ledenik odtrga s podlage, ter gradivo, ki pade na ledenik z okoliških pobočij ali ga prinese veter, se premikata skupaj s tokom ledenika do konca območja redišča, kjer se začne ledeniška akumulacija.

Mejo med rediščem in tališčem ledenika predstavlja ravnovesna meja ali ELA (izraz izhaja iz začetnic poimenovanja v angleščini: equilibrium line altitude) oziroma tista nadmorska višina, nad katero led v glavnem nastaja, medtem ko pod njo večinoma izginja. V grobem jo lahko za določen, sicer manjšinski tip ledenikov v zmernih geografskih širinah enačimo s snežno mejo. Pred desetletji je bila na območju Alp še tik pod našimi najvišjimi gorami, danes pa je že krepko prek 3000 metrov.

Odlaganje kamninskega gradiva

Območje ledeniške akumulacije se imenuje tališče ali območje taljenja ledenika. To pomeni, da je akumulacija snega in ledu manjša od taljenja, zaradi česar se prostornina ledu na letni ravni zmanjšuje. V tem delu so ledeniki mnogo bolj razčlenjeni z razpokami, zato je priporočljivo, da

jih prečkamo čim višje. Na njihovi površini prevladujejo podolžne razpoke, ki se pahljačasto raztekajo proti čelu ledenika. To predstavlja najnižjo točko oziroma območje, do koder seže ledenik.

Pod ravnovesno mejo na območju ledeniške akumulacije se ob ledenikih, pod njimi in pred njimi kopiči nesortirano kamninsko gradivo ali til, ki ga ledeniki nosijo s seboj. Dokler ledeniki v zgornjem delu (redišče) še rastejo, se ledene gmote premikajo. Njihovo delovanje lahko ponazorimo z delovanjem tekočih stopnic. Vse gradivo, ki ga nosijo s seboj, se na območju taljenja ledenika odlaga iz enostavnega razloga – ko se led enkrat stali, ni več transportnega sredstva, ki bi nosil gradivo naprej, saj voda, ki odteka izpred ledenika, nima tolikšne moči, da bi lahko sproti odnašala vse gradivo. Dlje kot ledeniki vztrajajo na istem mestu, kar je odvisno tudi od ustaljenih podnebnih razmer, večje so količine tila, ki se nabira ob njih.

Najznačilnejše akumulacijske oblike tila so morene. Ob robovih oziroma bokih ledenikov se oblikujejo bočne morene, pred koncem oziroma čelom ledenika pa čelne. Grbine iz tila, ki ostanejo po dnu ledeniške doline po umiku ledenikov, imenujemo talne morene. Hitreje in enakomerneje kot je umikanje ledenikov, manj izrazite so čelne morene, ki ostanejo za njimi. Če se ob umiku ledenika pojavi daljše obdobje stagnacije čela ledenika oziroma ta dlje časa vztraja na istem mestu, imamo opravka s čelnimi morenami, ki so znak umikalnih stopenj ali stadijev ledenika.

V primeru, da se umikanje ledenika ustavi in začne ledenik ponovno rasti, se sledi prejšnjih akumulacij, predvsem umikalnih stadijev, zabrišejo. Zato talne morene in umikalni stadiji vedno predstavljajo le razmere, ki so vladale ob zadnji poledenitvi. Kadar vode talečnega se ledenika zastajajo za čelno moreno, ker nimajo kam odteči, imamo opravka z ledeniškim jezerom, kakršna sta po nastanku tudi naše Bohinjsko in Blejsko jezero.

Odtokanje vode izpod ledenikov

Ledeniki se v čelnem delu ne prestando talijo, zato izpred njih odteka velike količine vode z značilno mlečno barvo (ledeniška voda ali lednica), ki ji rečemo proglacialni tok. S seboj odnašajo mnogo kamninskega gradiva in njihovo mehansko delovanje

(erozija) na rečno strugo takoj pod ledeniki je zelo izrazito. Proglacialni tokovi so pogosto oblikovali globoke soteske in korita. Ob koncu sotesk, kjer se doline razširijo ali preidejo v širše kotline, pa so tovrstni tokovi nasuli obsežne vršaje iz fluvioglacialnega gradiva (ledeniško gradivo, ki ga je preložila tekoča voda). V vršajih pod ledeniki so včasih odloženi tudi ogromni zaobljeni kamninski bloki, ki po dimenzijah daleč presegajo velikost običajnega fluvioglacialnega proda.

Transport in akumulacijo takšnih velikih blokov so omogočili tako imenovani ledeniški izbruhi. To je pojav, ko se iz ledenika naenkrat sprostijo

ogromne količine vode, ki je bila zajezena z ledom ali čelno moreno. V tem primeru se stali ledena zapora ali pa zaradi povečanega pritiska akumulirane vode pride do predrtja morenskega nasipa. Ob tem lahko nastane poplavni val, ki odnese vse pred seboj in material odloži daleč vstran ter mnogo nižje v dolini ali kotlini. Nekaj podobnega so skušali preprečiti tudi lansko poletje nad Chamonixom na ledeniku Tete Rousse, kjer je pred 120 leti že prišlo do ledeniškega izbruha, ki je terjal 175 življenj.

Z geomorfološkim proučevanjem sledi poledenitev v preteklosti ne prepoznavamo le učinkov ledu na morfološko preoblikovanje pokrajine, ampak nam značilnosti poledenitve, predvsem hitrost napredovanja in umikanja ledenikov, razkrivajo dragocene podatke o podnebnih spremembah nekoč. Samo s

podrobnim raziskovanjem dogajanja v preteklosti in razumevanjem procesov lahko pravilno razumemo trenutne podnebne razmere na Zemlji in poskušamo predvideti, kakšni so podnebni trendi za prihodnost.

Ob opazovanju ledenikov in ledeniško preoblikovanega sveta se tudi ljubitelji gora zavedamo svoje minljivosti in hkrati enkratnosti, zato se s toliko večjim veseljem vsakič znova vračamo med gore ter ledeniško preoblikovane nižje vzpetine in doline. Morda šele tam dodobra občutimo vso mogočnost planeta, na katerem živimo in se nam tako velikodušno razdaja, mi pa smo včasih do njega prav mačehovski. Ledeniki nas postopoma že zapuščajo, le koliko časa bo imela potrpljenje z nami naša mati Zemlja? Morda smo prav v tem oziru vsi, ki zahajamo v gorska nedrja, njeno zadnje ali pa morda celo edino upanje ...

Do table na fotografiji je še pred 30 leti segal znameniti ledenik Pasterza pod Großglocknerjem. Foto: Bojan Erhartič

