

Krepak stisk roke, pozdrav s prijateljema in našina krama izgine v nahrbtnik. Vsi štirje družno odidemo po Maričkini polici na greben Planjave. Sledi dvajsetmetrski spust po gladkem stolpu v grušnat kotel. Klin se maje. Ko ga skušamo bolje zabiti, se pa odlomi. Kmalu smo na okrešeljki strani Planjave. Megla je izginila in zopet je posijalo sonce. Mudi se nam.

Z doživetji bogat dan se nagiba h kraju. V duši je zrasla nova radost, radost nad srečnimi in nepozabnimi doživetji.

Sreča — to je biti z naravo, jo gledati in z njo govoriti, pravi Tolstoj.

Centralna smer v Planjavi (IV).

2. ponovitev, plezala 18. VI. 1967 Janez Kunstelj in Janez Gradišar (AAO).

## NOVO V LEDENI DOBI

Pavel Kunaver

Mi gorohodci se za ledene razmere in ledenike v Alpah in drugih gorovjih na naši zemlji še posebej zanimamo. Podrobno raziskujejo te pojave meteorologi, geologi, geografi in drugi, nam pa so pri srcu, ker so nam posebno v zadnji ledeni dobi na Zemlji iz malone brezobličnih kameninskih gmot na razne načine nagrmedenih, dvignjenih, nagubanih in narinjenih — izklesali sedanje lepo oblikovane gore in doline. Še danes pa krasi Alpe 1300 večjih in manjših ledenikov, ki pokrivajo s svojo bleščečo odejo 3400 km<sup>2</sup> površja, da ne omenjamo mnogo večje površine ledenikov v Himalaji, Tienššanu, Kordiljerah in Andih, pa orjaškega celinskega ledu v Grönlandiji, in drugod v Arktiki, predvsem pa na Antarktiki. Led je še vedno na delu pri preoblikovanju zemeljskega površja in njegovo delo še vedno proučujemo, kakor tudi vzroke njegovega nastanka, trajanja, pa tudi bodočnosti. Naša znanost je zelo mlada, kakor tudi je človek razmeroma mlad na stari Zemlji. Spoznavanje ledenikov pa je še posebno novejšega datuma.

Posebno trije dogodki so znanstvenike opozorili, da ni vse tako mirno na gorskih ledenikih, kakor

se zdi na prvi pogled na ledenih veletokih med gorami. Ko je šel učenjak de Saussure l. 1788 na Mont Blanc, so njegovi nosači na povratku pustili neko lestev v eni od razpok v vrhnjem delu ledenika Bossons. L. 1832 so jo našli okoli 4500 m proč in niže. Ledenik jo je torej nesel vsako leto okoli 300 m naprej proti dolini. L. 1824 je neki vodnik padel v razpoko na ledeniku Maledetta v Pirenejih. Niso ga mogli najti, dokler ga ledenik sam ni izročil l. 1831, a okoli 1600 m dalje in seveda niže od kraja nesreče. Maledetta je samo pobočni, ne dolinski ledenik. Vsako leto se je premaknil le za okoli 14 m. Plaz je leta 1820 zgrabil tri vodnike iz Chamonixa in jih odnesel v neko razpoko blizu vrha Mont Blanca. Niso jih mogli najti. L. 1861 pa so odkrili njihove ostanke na koncu strmega Bossonskega ledenika, ki je od kraja nesreče oddaljen okoli tri in pol kilometre. Na leto je led z mrtvimi vodniki potoval po 90 m proti dolini.

Ko je bilo raziskovanje v Alpah že zelo v teku, so med drugim opazili, da v zadnjih 100 letih ledeniki zelo nazadujejo. Samo v avstrijskih Alpah so izračunali, da so se ledeniki pokrite površine od leta 1870 do danes povprečno skrajšali za okoli 20 do 25 %, deloma pa celo za 36 %. Veliki ledeniki v Zahodnih Alpah so izgubili na stotine milijonov m<sup>3</sup> svoje vsebine, a še usihajo. Glaciologija je postala važna in pomembna veda, ki je odkrila zanimive, za življenje na Zemlji važne dobe — zanesla pa je tudi neko negotovost in nezaupanje v stalnost sedanjega podnebja. Velike in bistre glave so problemu poledenitve na naši zemlji posvetile mnogo časa in pozornosti, a končnega odgovora na vprašanje »zakaj« še vedno ni.

Po zadnjih ugotovitvah je naša Zemlja okoli 5 milijard let stara. Iz pretežne večine prvobitnih kamenin ne morejo več določno dognati, kakšno je bilo podnebje ob času, ko so te kamenine nastajale. Drugače pa je s tistimi, ki so nastale v zadnji milijardi let in na nekaterih je bilo mogoče dognati, ali so se oblikovale ob sodelovanju ledenikov.

V tej dolgi dobi se je večkrat dogodilo, da so tudi do 3 km debele plasti ledu pokrile večja pobočja na raznih celinah. Okamenine jasno pričajo, da so v vmesnih časih vladale na Zemlji ugodnejša podnebja, topla v danes mrzlih deželah Aljaske, Spitzbergov, Grönlandije in tudi na Antarktiki. Tam so nekoč živele tropske in subtropske živali in rastline.

Zadnja ledena doba, ki jo je preživljala naša Zemlja, se je verjetno začela pred približno 2 1/2 milijona leti. Zapustila nam je v kameninah in

usedlinah zelo jasne priče dogajanj v času od takrat do danes. To zadnje ledeno dobo imenujemo pleistocen.

Zelo natančne raziskave najprej v Alpah, potem pa po vsej Zemlji so dognale, da so to ledeno dobo, pleistocen, prekinjale tople medledne periode. V pleistocenu je debela ledena plast pokrila Evropo do 50<sup>o</sup> severne zemljepisne širine, Severno Ameriko celo do 40<sup>o</sup>, Azijo pa največ do 60<sup>o</sup>. V Alpah so tedaj segli ledeniki do podnožja, npr. pri sedanjem Bodenskem jezeru do njegovega spodnjega konca, pri italijanskih alpskih jezerih do gričev, kjer danes zori južno sadje, pri nas do Mosta na Soči, do bližine Radovljice, savski ledenik je bil čez Korensko sedlo povezan z dravskim ledenikom, itd. Na južni polobli Zemlje razen na Antarktiki ni bilo celinskega ledu, pač pa so se zelo povečali ledeniki v gorovjih; večji obseg pa je dosegla poledenitev v Avstraliji, na Novi Zelandiji in v Patagoniji.

Takratno veliko napredovanje ledenikov je izbrisalo s površja večino prvih stopenj poledenitve, zato se še ni posrečilo dokončno ugotoviti vseh stopenj ledene dobe.

V Evropi so ugotovili poleg nekaj manjših tri glavna velika področja pleistocenske ledene dobe:

1. Alpe s šestimi stopnjami. Med vsako je bila še medledna ali interglacialna toplejša stopnja.
2. Severno in srednjeevropsko področje je imelo pet stopenj.
3. Severno nemško pa štiri stopnje.

V Severni Ameriki so zanesljivo ugotovili štiri glavne poledenitve v pleistocenu; usedline v Karibskem morju in v Atlantskem oceanu pa pričajo o osmih stopnjah.

Začetkoma so glaciologi trdili, da je pleistocenske ledene dobe konec in da živimo sedaj dokončno zopet v toplejši dobi. Ta gotovost pa je polagoma izplahnela in pojavilo se je pomembno vprašanje: Ali ne živimo sedaj le v eni izmed vmesnih toplejših dob pleistocena, ali se ne bo poledenitev v večji ali manjši meri ponovila?

Danes je razloček med srednjo temperaturo na ekvatorju in srednjo temperaturo v polarnih krajih nekaj nad 15<sup>o</sup> C. Fosilije iz toplih vmesnih dob pleistocena dokazujejo, da se temperatura v tropski ni dosti razlikovala od današnje, v polarnih krajih pa je bila vsaj topla, če že ne subtropska ali celo tropska klima. Tudi v predglacialni dobi so bile toplotne razlike med ekva-

torialnimi in polarnimi deželami manjše od današnjih.

Zaradi teh dognanih razlik in nastajanja posameznih stopenj poledenitve v pleistocenu in vmes zaradi ugotovitve občasnih poledenitev v stotinah milijonov let starejših geoloških dob (npr. v permski in karbonski dobi) so se začeli znanstveniki ubadati z vprašanjem, kaj je povzročilo ohladitev in sledečo poledenitev velikih področij na Zemlji.

Izmed astronomskih trditev se ena glasi: Sonce je šlo skozi velikanski oblak kozmične snovi in njegovo obsevanje Zemlje se je temu primerno zmanjšalo. Sodobne ugotovitve pa obratno trdijo, da je v 1 1/2 milijona letih Sonce preteklo ogromno razdaljo, okoli 160 svetlobnih let (1 svetlobno leto = 9,5 bilijonov km), a najnovejši optični in radioteleskopski v tem ogromnem medzvezdnem prostoru niso odkrili nobenega takega oblaka ali kozmične megle... Druga trditev pravi, da je neenakomerno sevanje Sonca povzročilo nastajanje ledenih in toplih dob — sedaj pa dobro vemo, da Sonce ni zvezda preminjevalka.

Naš v svetu dobro znani astronom Milanković je postavil drugo teorijo. Sončno sevanje je odvisno od skupnih vplivov oblike zemeljskega tira, precesije, ekcentricitete idr. Vzporedja med Milankovićevimi ugotovitvami in geološkimi dobami ter klimatskimi cikli niso mogli odkriti. Milanković je pokazal na 50 toplotnih minimov v času 2 1/2 milijona let — pleistocenskih poledenitev pa je mnogo manj.

Tako je ostalo vprašanje o vzrokih velikanskih dogajanj na zemeljskem površju odprto. Rešitve sta se lotila sodelavca City Collegea v New Yorku in Lamontovega geološkega observatorija na Kolumbijski univerzi, Donn in Eroing. Zgradila sta v zadnjih letih novo teorijo, podprto z raziskavami učenjakov v Evropi in Ameriki. Samo na kratko moremo tu priobčiti važne ugotovitve, ki bodo pomagale polagoma pojasniti nastajanje ledenih in vmesnih toplih dob pleistocena — in bodočnosti...

V sedanji geološki dobi so severna in južna polarna področja zelo izolirana od tokov svetovnega oceana in zato tudi od vplivov in izmenjave toplote na zemeljskem površju, saj oceanski tokovi mnogo prispevajo pri porazdelitvi toplote na Zemlji. Severno ledeno morje ločujejo od oceanov Amerika, Evropa in Azija in vrzel med Grönlandijo in Evropo je razmeroma majhna. Nizka temperatura obeh področij je posledica visoke zemljepisne lege, ki povzroča poledenitev.



Motiv hude zime na Veliki planini

Foto Vlasto Kopač

Imamo pa dobre dokaze, da so se velika področja vrhnjih zemeljskih plasti premaknila nad notranjostjo Zemlje. T. i. Paleomagnetizem nam dokazuje med drugim, da je v stotinah milijonih let magnetni tečaj prepotoval ogromno pot in je bil nekoč celo na ekvatorju v Tihem oceanu. Sedanji položaj je dosegel šele v razmeroma novem času, v miocenski dobi, pred nekaj desetimi milijoni let. Zemljepisni tečaji pa so po tej teoriji nekako povezani z magnetnimi tečaji in so vedno v njihovi bližini. Tako je torej tudi zemljepisni severni tečaj v teh silovitih dobah potoval od zahodnega dela Sev. Amerike čez Tih ocean do ekvatorja dalje proti zahodu čez sedanjo Japonsko in vzhodno Sibirijo do današnjega kraja sredi Severnega ledenega morja.

Povod za tako »potovanje tečajev« je drsenje zunanjih plasti Zemlje nad notranjimi, da pridejo v tako zemljepisno lego in višino okoli  $90^{\circ}$ , in so izpostavljene ustreznim klimatskim vplivom.

Tako je razumljivo, da je bil nekoč severni geografski tečaj v severnem Tihem oceanu, južni ali v južnem delu Atlantskega ali sosednjega Indijskega oceana. V takem položaju sta bila oba tečaja v območju prosto se gibajočih in krožečih oceanskih tokov, ki so preprečili zmrzovanje vode in hudo ohladitev zraka, tudi okoli tečajev, saj vemo, da voda bolje in globlje vsrkava in zdržuje toploto kakor celina.

V tem primeru so bile današnje polarne dežele blizu tropskega področja, in tako tudi lahko razumemo živalske in rastlinske okamenine na Grönlandiji, Aljaski in na celini Antarktike. Tak položaj polarnih področij, razprostirajočih se okoli tečajev na oceanih je povzročil dokaj enotne in podobne klimatske razmere po vsej Zemlji — ki so bile v velikem nasprotju s sedanjo razdelitvijo v tropske, zmerne in mrzle pasove.

Tečaji pa so se pomikali dalje in polagoma dospeli do sedanjega položaja. Razvil se je strogo

pasovni podnebni sistem, Kamenine iz teh dob pričajo, da je bil prehod k poslabšanju v visokih zemljepisnih širinah postopen in da se je pričel že pred okoli 60 milijoni leti, v oceanski dobi. Šele ko se je po dolgih dobah podnebje tam okoli tako ohladilo, da se je mogel tvoriti stalni ledeni celinski led — pokrov na obeh najvišjih zemljepisnih širinah, se je začela pleistocenska ledena doba.

Sledeče menjavanje ledenih in toplih — glacialnih in interglacialnih stopenj je bilo nato odvisno od vlage, ki je zadrževala in napajala ledeni pokrov, celinski led. Zakaj so nekatera področja obdržala celinski led, tudi po začetku nove vmesne dobe, druga pa so se ga znebila? Antarktično celino pokriva še sedaj do 2 1/2 km debel celinski led. Z enakim ledenim pokrovom, ne dosti tanjšim, je pokrita tudi Grönlandija, ki meri 2 175 000 km.

Nič ledu pa ni ostalo v Severni Ameriki, kjer se je v posameznih obdobjih pleistocena razprostrl celinski led še bolj na debelo tja dol do ležečih toplih medglacialnih dobah (deloma tudi 40° sev. širine. In ta silovito velika ledena plošča je popolnoma izginila tja gor do same obale Severnega ledenega morja. Imamo celo dokaze, da Antarktika in Grönlandija v medledenih dobah pleistocena nista izgubljali svojega ledu. To dokazujejo posebno usedline v obrežnih morjih, kamor se je usedal iz tajačih se ledenih gor, ki so se lomile od antarktičnih in grönlandskih ledenikov, vsipajoči se ledeniški grušč in pesek. In vendar je srednja temperatura v severni Kanadi, Grönlandiji, pod lediščem — pa je le nezaledenela. Odgovor je razmeroma lahak. Antarktiko in Grönlandijo obdajajo razmeroma tople vode oceanov, ki so dajale tema dvema področjema dovolj padavin za vzdrževanje celinskega ledu v vseh obdobjih pleistocena — glacialnih in interglacialnih.

Ogromna Kanada pa je puščava z nezadostnimi snežnimi padavinami, ki bi mogle vzdrževati celinski led v vseh obdobjih, saj meji na severu na zamrznjeno Severno ledeno morje, na zahodu pa na visoko gorovje, ki ga močijo zahodni vetrovi in kamor se odtekajo tudi tamkajšnje reke. Mehiški zaliv pa je predaleč.

Ko se je severni tečaj šele približeval sedanjem mestu, si lahko mislimo, da je bilo to morje med Evropo, Azijo in Ameriko še nezaledenelo in je oddajalo dovolj vlage sosednji nizki Kanadi, da se je začel delati celinski led in da je obstal, se širil proti jugu tja do 40° in tudi v teh krajših dobah dobival dovolj padavin.

V Sibiriji je bil položaj drugačen. V ogromnem kontinentu je osrednja puščava zadrževala širjenje celinskega ledu, ki se je obdržal le blizu Severnega, začasno še nezamrznjenega morja.

V dolgih dobah pa se je tudi to morje med celinami zadosti ohladilo, medtem ko je celinski led pokrival na široko sedanjo Kanado, Sibirijo, Severno in Srednjo Evropo. Te poledenele pokrajine so si tako ustvarile svoje ledeno podnebje, zadosti ohlajeno morje — sedanje Severno ledeno morje pa je zamrznilo — in tudi nad njim se je zgradilo novo podnebje. Sedaj zamrznjeno morje ni moglo več vzdrževati z vlago celinskega ledu v Kanadi, Sibiriji in Evropi. Začel se je umik celinskih ledenikov.

To teorijo podpirata spredaj imenovana znanstvenika z raziskavami in dognanji na školjkah, oz. s pomočjo kisikovih izotopov v apnenčastih lupinah teh školjk, ki so odvisni od temperature vode, v kateri školjke žive. Te povsem sodobne raziskave, ki upoštevajo oboje — merjenje temperature na osnovi kisikovih izotopov ter radiokarbonsko časovno določanje kažejo, da je poledenitev dosegla višek pred 18 000—20 000 leti, oceanske vode pa se niso ogrele nad t. i. glacialni minimum še tja do pred 12 000—14 000 leti. Zaradi tega je voda v oceanu tudi le malo izhlapela in manjše padavine niso več zadostno »hranile« celinski led — ki se je začel krčiti. Do časa pa, ko se je ocean toliko ogrel, da je začel res zadostno izhlapevati in so se padavine povečale, se je celinski led v Ameriki in Severni Evropi hudo skrčil ter se je to krčenje, tajanje ledu posebno pospešilo pred okoli 11 000 leti. Oceanske usedline kažejo, da se ogrevanje oceana ni ustavilo do pred 2000—3000 leti.

Ti dogodki se ujemajo, ali bolje, so dokazani sedaj le za zadnjo minulo ledeno dobo — stopnjo pleistocena — teorija lahko pojasnjuje tudi menjavanje minulih stopenj te ledene dobe. Tako se je po stajanju celinskega ledu v Ameriki in Evropi dvignila gladina morja in toplotna menjava med Atlantskim oceanom in Arktiko se je povečala, arktični led je polagoma izginil — vmesna sedanja medledena doba pa je samo možnost za začetek nove ledeniške stopnje... Vemo, da se je led na Severnem ledenem morju še hudo stanjšal, da se do nekoč sicer težko dostopnih obal Grönlandije v zadnjih desetletjih mnogo lažje prodre; da se je doba za obisk ladij na Spitzbergih več kakor za polovico podaljšala; da so se mnoge jate rib, posebno polencvk, pojavile precej visoko ob Grönlandiji. Ali pa je mogoče, da bi Severno ledeno morje ostalo brez ledu? Sedanja ledena površina Severnega lede-

## MOJ BRAT JOŽE

Pavel Kunaver



Slam narave se mora ukloniti tudi najtrši dren — in po petinosemdesetih letih plodnega, koristnega življenja, pomembnega tudi za naše planinstvo in raziskovanje nepoznanega podzemnega sveta je odšel od nas tudi Jože Kunaver, moj brat, moj prvi vodnik po naših planinah, moj mentor v planinstvu in mecen v mladih letih. Čeprav vdano klonimo glavo pred neizprosni zakoni narave, je bilo slovo težko. Spomin nanj bo ostal do zadnjega svetala.

Sedem let starejši od mene je bil in postal pravi »starejši brat«, kakršnega bi privoščil vsem mladim ljudem, ki potrebujejo vodnika k lepemu in dobremu.

Po očetu je podedoval vročo ljubezen do lepe, čiste narave, po materi pa mehko, dobro srce in nežnost do vsakogar, ki jo je potreboval. Lepoto narave je začel že zgodaj uživati, ker smo živeli tedaj na robu še popolnoma neraziskanega Kodeljevega blizu brzic Ljubljani na Fužinah — naših Dnjeprskih Porogov — ob razgledu na daljnje snežnike na severu in zahodu. Rudolf Badjura in Rajko Mulaček sto tudi njega privedla v stik z gorami — in vnela se je v njem goreča želja in ljubezen do njih, ki je ugasnila šele, ko se je že kot starček pred tedni zadnjikrat poslovil od njih z Rožnika.

Poleg njega sem rasel jaz kot otrok in deček. V družbi sebi enakih fantov in deklet me je začel jemati s seboj najprej doli na širne travnike Kodeljevega, na Fužine in v tamošnji, takrat še lepi naravni park pod brzicami. Previdno in počasi me je začel voditi na Polhograjske Dolomite, na Krim — vedno obzirno upoštevač moje moči. Nikoli me ni priganjal k hitrejši hoji, le kazal in učil me je.

Pa je prinesel domov prve Planinske Vestnike in mi jih je izročil — in glej, v besedi je vstala pred menoj lepota slovenske zemlje. Nekoč mi je prinesel takrat znameniti Dalla Torrejev in Haritngerjev slikani »Atlas der Alpenflora«, 500 umetniških slik gorskih cvetic! Kakšno razodetje! Drugič je nekje kupil letnike Zeitschrift des deutschen und Österreichischen Alpenvereines, v katerem

nega morja odbija 60—65 % od Sonca prejete svetlobe nazaj v vesoljstvo — nepoledenelo morje pa bi vsrkalo 90 %, odbilo pa samo 10 % svetlobe. Trenutni temperaturni položaj tam gori je delikaten in blizu ravnotežja, ki bi le malo premaknjeno moglo povzročiti hude negativne ali pa pozitivne posledice.

Če bi se Severno ledeno morje, ki meri okoli 16 milijonov km<sup>2</sup>, znebil ledu, bi na leto dobilo  $+2,63 \times 10^{21}$  kalorij, kar je 10-krat več kolikor bi bilo treba, da se staja tam gori na severu ves led enega leta. Precej zapleteni račun pa kaže, da bi to morje za dalj časa ostalo odprto in postalo vzrok, da bi na sedanjih celinah Sev. Amerike, Sev. Evrope in Azije začel zaradi večjih padavin ponovno nastajati in se delati celinski led. Ko bi v zadostnem obsegu zopet pokril ta področja, bi temperatura zopet začela tudi na morju tako padati — da bi začelo tudi morje iznova zmrzovati...

In nauk iz tega? Dokler bodo tečaji na sedanjih izoliranih področjih, lahko pričakujemo dvoje:

1. Še vedno izmenjavanje ledenih in medledenih stopenj. Sedanja ledena doba (sedaj živimo v medledeni stopnji) traja komaj nekaj milijonov let, geologija pa nas uči, da so v davno minulih geoloških dobah trajale ledene dobe tudi po več deset milijonov let.

2. da se bo podnebje na zemlji še dolgo časa delilo na mrzla, zmerno-topla in tropska področja.

In naše Alpe? Zgrajene so sicer deloma iz prastarih kamenin, deloma iz več stotin milijonov let starih hribin pa tudi nekaj mlajših; po nastanku samem pa spadajo Alpe v vrsto mlajših gorovij, ki so le nekaj deset milijonov let stare. Doživela so svojo prvo ledeno dobo z več stopnjami in so z nami, še mnogo mlajšim človeštvom, sedaj v topli medledeni dobi. Ledeniki pa so jih do sedaj tako lepo oblikovali, da vzbujajo v nas občudovanje in ljubezen. Zdaj zelo nazadujejo. Do kdaj, ne vemo. Izrabimo z vsemi silami to njihovo periodo lepote. Kakšne bodo Alpe čez, recimo, 10 000—20 000 let, in kako in od kod jih bo gledal človek, pa »ne pove nobena prat'ka«...

