

## O NEKIM PERIGLACIJALNIM POJAVAMA U PLEISTOCENU SLAVONIJE

*S 1 slikom u tekstu*

U profilima pleistocenskih taložina Slavonije ustanovljene su po prvi puta neke periglacialne pojave. Beskarbonatna praporna ilovina poligonalne makrostrukture (»mramorirana ilovina«), koja je karakteristična za mokro tlo tundra, konstatirana je u brojnim pleistocenskim profilima u okolici Slavonske Orahovice i Podravske Slatine. Zanimljivi »ledeni klinovi«, koji spadaju u najčešće periglacialne tvorevine srednjoevropskog pleistocena, ustanovljeni su kod Sirača jugoistočno od Daruvara.

U današnjim periarktičkim područjima vladaju posebni klimatski uvjeti, koji su u pojedinostima ipak dosta različiti. Vrlo značajan i odlučujući faktor u takvim područjima uz vodu je velika hladnoća, pa uslijed posebnih klimatskih uvjeta ne samo da dolazi do trajno smrznutog tla, već i do čitavog niza karakterističnih promjena u strukturi tla, pojavi raznih fenomena na površini tla itd. Sve te pojave mogu se uglavnom razdijeliti u dvije grupe: u »išarana smrznuta tla« ili »strukturna tla« (krioturbacije) i »tekuća tla« (soliflukcije).

Danas su već dosta dobro protumačene posebne pojave, koje su ustanovljene osobito u užim, više puta i u širim, rubnim područjima današnjeg arktičkog leda. Jedna od posljedica vrlo niskih temperatura su trajno smrznuta tla, a na njihovoj površini nastaju razne tvorevine i to prvenstveno klinaste pukotine, koje su često međusobno povezane pa tvore strukturna tla. Tako npr. K. L e f f i n g w e l l (1915) opisuje iz područja trajno smrznutog tla Aljaske pojave nazvane »ledeni klinovi« (ice wedges, Eiskeile). To su u obliku klina ledene žile, koje se spuštaju u tlo i po više metara u dubinu. Njihov postanak autor tumači kontrakcijskim pukotinama, koje nastaju kod velike hladnoće smrznutog tla. Za vrijeme kratkog ljetnog otopljenja ispunjavaju se takve pukotine vodom; ona se u narednoj zimi opet zaledi, obujam se ponovo povećava i pukotine se na taj način proširuju. Tokom vremena nastaju prema ovom shvaćanju pretežno 0,5–1 m, a u pojedinim slučajevima i do 2,5 m široke pukotine. Prema promatranjima T. T. P a t e r s o n a (1940) na Baffinovoj zemlji također se pojavljuju klinaste pukotine u

pjeskovito-šljunkovitim tlima; one su većim dijelom samo nekoliko centimetara široke, no kod nekih širina doseže 1–1,50 m, dok njihova dubina nije bila ustanovljena. Ovakve klinaste pukotine ispunjene ledom tvore u tlu nepravilni poligonalni sistem. Nakon otapanja leda s površine silazi u njih različit klastičan materijal i on ih postepeno ispunjuje.

Za vrijeme pojedinih hladnih faza pleistocena bila je Evropa i Sjeverna Amerika na velikom prostoru pokrivena kontinentalnim ledom. U ondašnjim periglacialnim područjima, tj. u jednom dijelu srednje Evrope, subalpskom i subkarpatskom području, vladali su takvi klimatski uvjeti, kakvi danas postoje u rubnoj zoni arktičkog leda. Kao dokaz takvim klimatskim uvjetima služe vrlo brojne i različite periglacialne tvorevine, koje se susreću u pleistocenskim profilima mnogih lokaliteta Poljske, Rusije, Čehoslovačke, Njemačke itd. (P. W o l d s t e d t 1954, J. K. C h a r l e s w o r t h 1957 i drugi). Treba napomenuti da periglacialne pojave nisu samo vezane na neposrednu užu ili širu zonu uz arktički led, već se one pojavljuju i izvan područja sa stalno smrznutim tlom. Njih su brojni kvartarolozi promatrali posvuda gdje su klimatski odnosi dopuštali, da se površinsko tlo izmjenično zamrzava i opet otkravljuje (C, T r o l l 1944).

Alpe su u pleistocenu bile pokrivena debelim ledenim oklopom i prema navodima S. B r o d a r a (1960, str. 34) bio je znatan dio sjevernog područja Jugoslavije pod režimom periglacialne klime. U profilima pleistocenskih taložina na području sjeverne Jugoslavije morale bi prema navodima spomenutog autora postojati razne periglacialne tvorevine i to tim više, što su naši sjeverni krajevi uslijed regresije Jadranskog mora za vrijeme maksimuma glacialnih faza bili prilično udaljeni od mora, tj. bili su pod utjecajem oštrog kontinentalnih klimatskih režima. No kod nas su do sada pleistocenski sedimenti vrlo malo istraživani, pa su periglacialne pojave primijećene samo rijetko u nekim bolje proučenim profilima.

U Jugoslaviji su prvi puta krioturbacijske pojave ustanovljene u profilu pleistocenskih taložina gliništa ciglane u Bobovku kod Kranja, na mjestu gdje su otkriveni ostaci mamuta (I. R a k o v e c 1954 i S. B r o d a r 1960). Periglacialne pojave nadalje navodi M. Š i f r e r (1959) iz profila šljunčara između sela Zastenice i Podčudnić na Grobničkom polju. Prema ovom autoru je temeljna taložina A soliflucijska iz hladne dobe, a više položena taložina C ukazuje na strukturalna tla. Krioturbacijske pojave poznate su i u profilima pećinskih sedimenata; S. B r o d a r (1960) ih navodi iz Mornove zijalke kod Šoštanja, Betalovog spodomla kod Postojne i Parske golobine kod Parja južnije od Pivke.

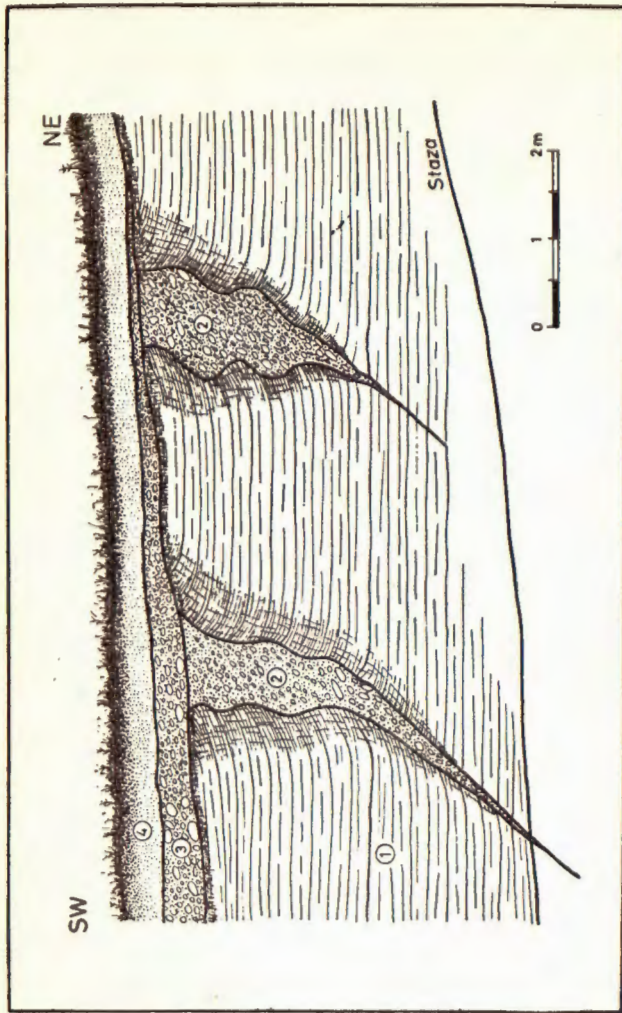
Detaljnija istraživanja pleistocenskih taložina vršena su u novije vrijeme za potrebe kompleksne geološke karte SNRJ i to u široj okolini Slavonske Orahovice, Podravske Slatine i Daruvara (M. M a l e z 1961, 1963a i 1963b). Prilikom tih istraživanja uočene su u nekim profilima

pleistocenskih taložina pojave i tvorevine, koje su mogle jedino nastati u klimatskom režimu periglacialnog područja. Novija istraživanja su pokazala (J. Fink 1959, Đ. Janeković 1960 i drugi), da se u vlažnoj klimi naše klimatske zone za vrijeme würma na južnom i jugozapadnom obodu Panonskog basena taložio beskarbonatski prapor, u kome nema ni traga kalcijuskog karbonata. Takav sediment poznat je u literaturi pod imenom lesna ili praporna ilovina. U isto je vrijeme (würm) u suhoj klimi na području Panonskog basena formiran prapor bogat kalcijuskim karbonatom i ispunjen karbonatnim konkrecijama (»praporne lutke«) i to je »pravi« prapor po klasičnom shvaćanju. Za vrijeme posljednje glacijacije razvijao se spomenuti eolskim putem nataloženi beskarbonatni prapor u tlo sa sličnim morfološkim karakteristikama i strukturom, kakvo danas postoji u hladnim polarnim zonama, tj. beskarbonatni prapor se razvijao u tlo poligonalne strukture (»mramorirane ilovine«). Takvo fosilno tlo eolskih sedimenta na južnom i jugozapadnom obodu Panonskog basena poznato je pod imenom »mokro tundra-tlo« (Tundra-Nassboden). Ovakvo tlo karakterizirano je makrostrukturom poligonalne građe, koja je nastala kao posljedica snažnih periodskih smrzavanja i odmrzavanja.

Pojava spomenute beskarbonatne pleistocenske praporne ilovine s lijevo izraženom poligonalnom makrostrukturom (»mramorirane ilovine«) postoji u širokom rasprostranjenju na listu karte Orahovica 52 i Podravska Slatina 53, M 1 : 50.000. Vrlo lijepi upravo klasičan primjer ovakve »mramorirane ilovine«, koja je karakteristična za mokro tundra tlo, promatrali smo u svježije iskopanim jamama za temelje nekog građevinskog objekta na poljoprivrednom dobru u Zdencima, zatim u profilu pleistocenskih taložina na lijevoj obali potoka Iskrice (Gerjasnice) nedaleko mosta u zapadnom dijelu mjesta Feričanci itd.

Vrlo zanimljive periglacialne tvorevine otkrivene su prilikom istraživanja kvartarnih naslaga na listu Daruvar 52, M 1 : 50.000 (M. Malez 1963b). Tom prilikom uočeni su kod sela Sirača jugoistočno od Daruvara tzv. »ledeni klinovi« (Eiskeile, ice wedges). To su klinaste pukotine, koje su i više metara duboko usječene u tlo, a kako je već prije napomenuto, nastale su snažnim periodskim smrzavanjem i odmrzavanjem vode u pukotinama tla. Kasnije su takve pukotine obično ispunjene klastičnim materijalom iz krovni taložina. O postanku »ledenih klinova« i ostaloj problematici vezanoj za takve tvorevine raspravljali su G. Selzer (1936), W. Soergel (1938), J. Pelišek (1953), J. Sekyra (1958), J. Tyráček (1959), K. Žebera (1958) i brojni drugi kvartarolozi. Pojava »ledenih klinova« u periglacialnim područjima je vrlo česta i njihova pojava sigurno dokazuje maksimum u fazi određene glacijacije, pa je na taj način omogućeno stratigrafsko tumačenje nekog pleistocenskog profila.

»Ledeni klinovi« iz Sirača prikazani su shematski na sl. 1 u tekstu. Oni se nalaze u usjeku staze što vodi iz zapadnog dijela Sirača prema



Sl. 1. Profil kroz taložine s »ledenim klinovima« kod Sirača jugoistočnije od Daruvara. 1. pliocenski bijeli lapor, 2. kvarciti šljunak i pijesak, 3. taložina terase potoka Bjajete (šljunak, pijesak i zelenkasti pjeskujasti mulj) i 4. beskarbonatna praporna ikovina i humozna zemlja.

Abb. 1. Profil durch die Ablagerungen mit Eiskeilen bei Sirač, südöstlich von Daruvar. 1. pliozäne weisse Mergel, 2. Quarzschotter und Sand, 3. Ablagerung der Bachterrasse Bjajeta (Schotter, Sand und grünlicher sandiger Schlamm) und 4. karbonatfreie lehmige Löss und Humuserde.

vinogradima na koti 242 i Pijanovom brdu (usjek se proteže sjeverozapadnije od crkve u Siraču). Navedena staza usječena je u pliocenskim bijelim laporima, koji su na površini dosta rastrošeni i glinoviti. U ovim su laporima (sl. 1, 1) na više mjesta duboko usječene pukotine u obliku klina; njihova najveća širina kreće se između 0,75–1,20 m, a usječeni su u dubinu od 2,80 do preko 4 metra. Na bočnim stijenama klinastih pukotina lapori su uslijed periodskog smrzavanja i odmrzavanja leda unutar pukotine zgrajčeni i komprimirani, te su u uskoj

zoni uz rubove impregnirani željezovito-manganskim spojevima. Klinaste pukotine ispunjene su šljunkom i grubim pijeskom (sl. 1, 2). Šljunak i pijesak sastoje se iz kvarcita i drugih kremenastih stijena slavonskog gorja, a valutice i zrna pijeska su subangularna, što ukazuje na ne baš predugi transport (materijal potieče najvjerojatnije s Papuka i Ravne gore). Pliocenski bijeli lapori zajedno s »ledenim klinovima« bili su pokriveni naplavinom šljunka, pijeska i zelenkastog pjeskuljastog mulja (sl. 1, 3) i to je vjerojatno ostatak gornjopleistocenske terase potoka Bijele. Ova terasa viša je za oko 15–18 m od današnjeg korita spomenutog potoka. Navedeni sediment terase prekriven je u profilu s relativno tankim slojem praporne beskarbonatne ilovine i na površini tankim slojem humozne zemlje (sl. 1, 4).

Spomenuti »ledeni klinovi« kod Sirača bili su uspoređeni s brojnim takvim tvorevinama u pleistocenskim profilima srednjoevropskih lokaliteta. Po svojem obliku, strukturi i načinu postanka ledeni su klinovi kod Sirača gotovo posve istovetni s istim oblicima, koje je opisao K. Žebera (1958, str. 16–18, sl. 2) iz Privora na Všetatsku u Čehoslovačkoj. Osnovna razlika je samo u tome, što su »ledeni klinovi« (mrazové klíny) na čehoslovačkom lokalitetu usječeni u krednim laporima, a naši su kod Sirača nastali u pliocenskim laporima.

Većina »ledenih klinova« u periglacialnom području srednjoevropskog pleistocena nastala je za vrijeme maksimalnih zahlađenja u riškoj ili virmskoj glacijaciji. »Ledeni klinovi« u Siraču najvjerojatnije su nastali u drugom stadijalu virmske glacijacije (würm II); u drugom virmskom interstadijalu (würm II/III) oni su bili prekriveni klastičnim sedimentima terase potoka Bijele, a nešto kasnije za vrijeme trećeg virmskog stadijala (würm III) terasa je prekrivena beskarbonatnom prapornom ilovinom. Stratigrafska, odnosno kronološka interpretacija profila u Siraču može se pomaknuti i u starije faze gornjeg, pa čak i srednjeg pleistocena, jer na žalost u nijednoj pleistocenskoj taložini u okolici Sirača nisu otkriveni fosili ili kakva druga dokumentacija, koja bi pružila čvrsti oslonac kod raščlanjavanja ovih taložina.

Do sada su »ledeni klinovi« bili isključivo poznati iz pleistocena periglacialnog područja srednje Evrope. Njihova konstatacija, a i pojava ostalih krioturbacijskih tvorevina južnije od Alpa, ukazuje na snažna zahlađenja u doba riške i virmske glacijacije i vjerojatno će se takve i slične periglacialne pojave otkriti i u buduću kod sve intenzivnijeg i detaljnijeg proučavanja kvartara u našim krajevima.

Primljeno 5. 4. 1964.

Geološko-paleontološka zbirka  
i laboratorij za krš JAZU  
Zagreb, Demetrova 18

## LITERATURA

- Brodar, S., 1960, Periglacialni pojavi v sedimentih Slovenskih jam. Geograf. vestnik, 32. Ljubljana.
- Charlesworth, J. K., 1957, The Quaternary Era. I a. II. Arnold Edit. London.
- Fink, J., 1959, Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. Mitt. Österr. Bodenkund. Ges., 3. Wien.
- Janeković, Đ., 1960, Starost i geneza pseudogleja na beskarbonatnom praporu jugozapadnog oboda Panonskog bazena. Hab. rad Poljoprivred. fakult. Sarajevo. (Rukopis).
- Leffingwell, K., 1915, Ground-ice wedges the dominant form of ground-ice on the North Coast of Alaska. Journ. Geol., 23. Chicago.
- Malez, M., 1961, Kvartarne naslage na geološkim kartama lista Orahovica 52 i 53, M 1:50.000. Fond struč. dok. Inst. za geol. istr. SRH, 3415. Zagreb.
- Malez, M., 1963a, Kvartarne naslage na geološkoj karti Podravska Slatina 53, M 1:50.000. Fond struč. dok. Inst. za geol. istr. SRH, 34. Zagreb.
- Malez, M., 1963b, Kvartarne naslage na geološkoj karti Daruvar 52, M 1:50.000. Fond struč. dok. Inst. za geol. istr. SRH, 35. Zagreb.
- Paterson, T. T., 1940, The effects of frost action and solifluxion. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 96. London.
- Pelišek, J., 1953, Periglaciální zjevy ve spráších okoli Brna. Sbor. Čs. spol. zeměp., 58. Praha.
- Rakovec, I., 1954, O fosilnih slonih iz Slovenije. Razprave, 2, Razr. za prirod. vede, 4. Slov. akad. znan. umet. Ljubljana.
- Sekyra, J., 1958, Poznámky ke kvartéru severního Německa. Anthropozoikum, 7 (1957). Praha.
- Selzer, G., 1936, Diluviale Lösskeile und Lösskeilnetze aus der Umgebung Göttingens. Geol. Rundschau, 27. Stuttgart.
- Soergel, W., 1938, Diluviale Eiskeile. Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 90. Berlin.
- Šifrer, M., 1959, Obseg pleistocenske poledenitve na Notranjskem Snežniku. Geograf. zbornik, 5. Ljubljana.
- Troll, C., 1944, Diluvialgeologie und Klima. Geol. Rundschau, 34, 7/8. Stuttgart.
- Tyráček, J., 1959, Periglaciální zjevy u Hranic. Anthropozoikum, 8 (1958). Praha.
- Woldstedt, P., 1954, Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs. I. 2. Aufl., Enke Verl. Stuttgart.
- Zebera, K., 1958, Československo ve starší době kamenné. Praha.

M. MALEZ

ÜBER EINIGE PERIGLAZIALE ERSCHEINUNGEN  
IN DEM PLEISTOZÄN SLAVONIENS

In neuerer Zeit wurden detaillierte Forschungen der Pleistozänablagerungen zum Zweck einer komplexen geologischen Karte der Sozialistischen Föderativen Republik Jugoslawien unternommen. Diese Forschungen wurden in der weiteren Umgebung von Slavonka Orahovica, Podravska Slatina und Daruvar durchgeführt. Gelegentlich dieser Forschungsarbeiten wurden in einigen Profilen der Pleistozän-schichten Erscheinungen und Bildung bemerkt, die nur im klimatischen Regime des periglazialen Bereichs entstehen konnten.

Zur Zeit des Würm hatte sich südlichen und südwestlichen Rande des Pannonischen Beckens in feuchtem Klima karbonatfreier Löss abgelagert. Dieses Sediment ist in der Literatur unter der Bezeichnung »lehmiger Löss« bekannt.

In demselben Zeitabschnitt formierte sich in trockenem Klima auf demselben Bereich ein an Kalziumkarbonat reicher Löss, der mit Karbonatkonkretionen ausgefüllt war; dies ist, nach der klassischen Auffassung, der »echte« Löss.

Zur Zeit des Würm entwickelte sich der karbonatfreie Löss im Boden unter ähnlichen morphologischen Charakteristiken und in ähnlicher Struktur, wie sie heute in den kalten Polarzonen bestehen, das heisst, der karbonatfreie Löss entwickelte sich in einem Boden von polygonaler Struktur (»marmorisierter Lehm«).

Ein solcher fossiler Boden eolischer Sedimente, am südwestlichen Rande des Panonischen Beckens ist unter der Bezeichnung »Tundra-Nassboden« bekannt.

Der erwähnte karbonatfreie lehmige Löss mit einer schön ausgeprägten polygonalen Makrostruktur (marmorisierter Lehm) ist in breiter Ausdehnung in der Umgebung von Slavovska Orahovica und Podravska Slatina vorhanden. Ein schönes Beispiel von solchem »marmorisierten Lehm« konnten wir in den frisch ausgeworfenen Gruben, die für das Fundament eines Bauobjektes in Zdenci ausgegraben wurden, wie auch auf dem linken Ufer des Iskrice Baches bei Feričanci usw. beobachten.

Sehr beachtenswerte periglaziale Bildungen wurden in der Umgebung von Daruvar entdeckt. Bei dem Dorfe Sirač wurden charakteristische »Eiskeile« bemerkt. Diese sind auf Textbild 1 schematisch dargestellt. Diese Eiskeile befinden sich in einem Einschnitt des von Sirač gegen Pijanovo brdo führenden Fusswegs.

Der erwähnte Fussweg ist in pliozäne weisse Mergel eingehauten. In diesen Mergeln sind an mehreren Stellen keilförmige, mit Schotter und grobem Sand ausgefüllte Spalten eingeschnitten. Die pliozänen weissen Mergel waren zusammen mit den Eiskeilen von Schlammanschwemmungen der Bach-Terrasse des Baches Bijela überdeckt. Diese Ablagerung besteht aus Schotter, Sand und grünlichem sandartigem Schlamm. Das erwähnte Sediment der Terrasse ist mit einer karbonatfreien lehmigen Lössschicht überdeckt, und auf der Oberfläche dieser Schicht noch mit einer dünnen Lage Humuserde.

Die Eiskeile bei Sirač sind mit zahlreichen derartigen Bildungen in pleistozänen Profilen mitteleuropäischer Lokalitäten verglichen worden. Ihrer Form, wie auch ihrer Struktur und ihrer Entstehungsart nach sind die Eiskeile von Sirač nahezu vollkommen identisch mit ebensolchen Formen, die von K. Žebera (1958, 16-18, Abb. 2) aus Privor na Všetatsku in der Tschechoslowakei beschrieben worden sind.

Der grundlegende Unterschied liegt nur darin, dass die Eiskeile in der tschechoslowakischen Lokalität in Mergel der Kreide und jene bei Sirač in pliozäne Mergel eingeschnitten sind.

Es ist am glaubwürdigsten anzunehmen, dass die Eiskeile in Sirač im Würm-II-Stadial entstanden sind; im Würm-II/III-Interstadial waren diese mit klastischen Sedimenten der Terrasse des Baches Bijela überdeckt und im Würm-III-Stadial wurde über diese Schicht eolisch karbonatfreier lehmiger Löss gelagert.

*Angenommen am 5. April 1964*

*Geologisch-paläontologische Sammlung  
und Laboratorium für Karst  
der Jugoslawischen Akademie,  
Zagreb, Demetrova 18.*