

Geol. vjesnik	28	153—164	6 tabli	Zagreb, 1975
---------------	----	---------	---------	--------------

551.76(161.16.46)

**ANTUN SIMUNIĆ i OTO BASCH**

### **STRATIGRAFIJA KVARTARNIH SEDIMENATA ZAGREBAČKOG POSAVLJA**

Na temelju terenskih i laboratorijskih istraživanja kvartarni sedimenti podijeljeni su na pleistocenske i holocenske. U pleistocenu su izdvojeni sedimenti kopnenog i močvarnog lesa. Na profilima bušotina izvršena je podjela pleistocenskih naslaga na temelju međusobne izmjene močvarnih i fluvijatilnih sedimenata. U njima je nađena fosilna fauna mekušaca, predstavljena autohtonim vodenim i alohtonim kopnenim vrstama. Holocenu pripadaju naslage proluvija, aluvijalni sedimenti I. savske terase te aluvijalni sedimenti recentnih tokova i poplavnih područja Save.

#### **UVOD I GEOGRAFSKI PREGLED**

Istraživano područje predstavlja dio Zagrebačkog Posavlja, koji se prostire od Zagreba na zapadu do šire okolice Sesveta i Ivanja Reke na istoku. Geološko snimanje obrađenog terena, zajedno s izvedenim bušotinama, izvršeno je u okviru radova na Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, za list Ivanić-Grad, krajem 1972. i početkom 1973. godine.

U geološkom kartiranju sudjelovali su članovi Instituta za geološka istraživanja iz Zagreba, dip. inž. geologije: O. Basch i K. Šikić, kao i student geologije I. Hečimović. Determinaciju jezgara iz bušotina izvršili su A. Šimunić, O. Basch, M. Pikija i D. Jamičić. Odredbe sakupljene makrofaune izvršio je A. Šimunić, dok je palinološki materijal obradila B. Jović-Erceg. Sedimentološke analize izvršila je R. Mutić.

Zahvaljujemo kolegicama B. Erceg-Jović i R. Mutić što su nam dozvolile dijelomično korištenje rezultata palinoloških odnosno sedimentoloških analiza. Također se zahvaljujemo svim kolegama koji su kao suradnici sudjelovali u terenskim istraživanjima.

PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

O kvartarnim sedimnetima okolice Zagreba postoje brojni radovi.

Đ. Pilar (1877) je pretpostavljao, na osnovi isprutanih kamenih blokova i nesortiranih fragmenata stijena, oledbu na Zagrebačkoj gori (Medvednica).

D. Gorjanović-Kramberger (1907) pobio je ovu tvrdnju. On smatra, da su pojave isprutanog kamenja mogle nastati pretaložavanjem blokova isprutanih tektonikom. Slojevitost Zagrebačke terase smatra također pojavom koja govori protiv tvrdnje Đ. Pilara. U geološkoj karti Zagreb s tumačem, D. Gorjanović-Kramberger (1908) obradio je i područje koje je opisano u ovom radu. Kvartarne sedimente podijelio je na obrončani terasni divulj, te dolinski aluvij. Smatrao je da je u dolini Save postojala kontinuirana sedimentacija od gornjeg pliocena do kvartara, ali da su ti sedimenti naknadno erodirani.

J. Cvijić (1924) opisao je Zagrebačku terasu kao abrazioni oblik posljednjeg, odnosno jednog od posljednjih stanja pliocenskog jezera.

M. Malez (1956, 1957, 1958./59, 1961a i b, 1963 i 1965) je u mnogobrojnim radovima obrađivao kvartarne pećinske sedimente, kao i fosilne vertebrate iz okolice Zagreba.

Intenzivna istraživanja kvartarnih naslaga okolice Zagreba započela su nakon velike poplave rijeke Save 1964. godine. N. Nowinska & dr. (1967.) opisuju hidrološke karakteristike aluvijalnog vodonosnog horizonta na područje Zagreba, zajedno s njegovim pokrovnim i podinskim sedimentima.

P. Miletić & D. Borčić (1967) dali su pregled stanja podzemnih voda na području Zagreba i istražili međusobnu ovisnost podzemnih i površinskih voda.

D. Borčić & dr. (1968a) objavljuju nove podatke o obliku i prostornom rasporedu šljunčano-pjeskovitog horizonta na širem području Zagreba.

Podatke o razini podzemnih voda, koji su dobiveni na temelju svakodnevnih mjerenja, zajedno s njihovom interpretacijom, dala je D. Borčić & dr. (1968b).

Brojne podatke o hidrološkim karakteristikama terena Zagrebačkog Posavlja dali su A. Capar & D. Borčić (1971).

Podaci o tektonskoj građi ravničarskog područja okolice Zagreba veoma su manjkavi. Osim D. Gorjanović-Krambergera (1908), koji je pisao o tektonskim uzrocima postanka Zagrebačke terase, postoje radovi novijeg datuma, koji se djelomično odnose na terene između Zagreba i Sesveta. M. Hanich (1967) daje fotogeološku obradu šire okolice Dugog Sela, dok su V. Kranjec & dr. (1972), na osnovi analize dubinsko-strukturnih i strukturno-geomorfoloških podataka, dali prikaz neotektonskih pokreta na području između Zagreba i Siska.

## OPIS GEOLOŠKE GRAĐE TERENA

Teren prikazan na geološkoj karti (Tabla IV) predstavljen je nizin-skim, zaravnjenim područjem, koje se od toka rijeke Save širi prema sjeveru i seže do južnih obronaka Medvednice. Ovo je područje izgrađeno od kvartarnih naslaga, koje genetski predstavljaju eolski sedimenti (pleistocen), te aluvijalni i proluvijalni sedimenti (holocen). Na južnim, niskim obroncima Medvednice izdvojeni su sedimenti gornjeg pliocena, koji su u znatnoj mjeri pokriveni tankim lesnim pokrivačem.

### Pliocen

#### Gornji pliocen $Pl_3Q_1$ ?

Naslage gornjeg pliocena izdvojene su sjeverno od Zagreba na području perivoja Maksimir, između tokova potoka Štefanovec i Trnava, te zapadno od Sesveta. To su slatkovodni sedimenti, koji genetski odgovaraju naslagama fluvijalno-jezerskog i djelomično proluvijalnog tipa. U osnovi leže diskordantno na različitim članovima neogena. Predstavljaju bočne ekvivalente gornjopaludinskih naslaga s tim, da im gornja granica nije definirana, jer postoji mogućnost prelaza u donji pleistocen. Izgrađuju ih šljunci u izmjeni s krupnozrnatim, šljunkovitim pijescima i rjeđe glinama. Šljunci su pretežno nesortirani. Sastoje se od slaboablijenih valutica stijena različitog sastava, najčešćeg promjera do 5 cm koje su uložene u glinom onečišćene, grube, nevezane pijeske. Pretežno su valutice nastale rastrožbom paleozojskih stijena Medvednice pa su najčešće izgrađene od zelenih škriljavaca, kristaliničnih vapnenaca i kvarca.

Fauna u gornjopliocenskim naslagama na obrađenom području nije nađena. Dokaz njihove starosti predstavlja nalaz makrofaune u istovrsnim naslagama kod Majdačkog sela kraj Zagreba, koja prema K. Šikiću & dr. (1972) odgovara donjem dijelu gornjopaludinskih slojeva Slavonije. Palinološke analize iz ugljevitih glina s istog lokaliteta ukazuju na njihovu pliocensku starost.

### Kvartar

#### Pleistocen

Geneza pleistocenskih sedimenata vezana je za taloženje čestica pretežno siltnih dimenzija, koje su na područje Zagrebačkog Posavlja donesene vjetrom. Ovisno o mediju sedimentacije, ovi su eolski sedimenti međusobno izdvojeni i prikazani na geološkoj karti (Tabla IV).

Močvarni les ( $w_{slb}Q_1$ ) leži na području između Zagreba na zapadu, do šire okolice Ivanja Reke na istoku. Na temelju analize profila

bušotina (Tabla V) dio naslaga, koji je u obliku lesne zaravni otkriven na površini i prikazan na geološkoj karti, odgovara trećem virmanskome stadijalu ( $W_3$ ). Nastao je na prostorima pokrivenim vodom, mješanjem eolskog i barskog taloga. Prilikom kopanja kanala južno od Sesveta, u naslagama močvarnog lesa nađena je makrofauna mekušaca, koji žive u vodenioj sredini, zajedno s organizmima prilagođenim kopnenim stepskim uvjetima. Ovo miješanje faune s primarno različitim staništa dokaz je geneze sedimenata u kojima je nađena.

Sedimenti močvarnog lesa najčešće su sivoplave ili sivozelene boje. U granulometrijskom sastavu čestice veličine silta sudjeluju i do 70%. Ostatak otpada na čestice veličinskog područja gline i pijeska. Karakteristično je da sadrže određen postotak kalcijeva karbonata (8-25%), koji se mjestimično izlučuje kao vapnene konkrecije, ili rjeđe u obliku tipičnih prapornih lutaka. Prema podacima iz bušotine IG-1, istočno od Resnika, debljina močvarnog lesa, koji je taložen u trećem virmanskome stadijalu, iznosi 15 metara.

Les ( $wlQ_1$ ) izdvojen je na brežuljkastom području, koje se proteže od Sesveta prema istoku. Taloži se istovremeno s barskim lesom, samo što su čestice nošene vjetrom, prilikom postanka ovih sedimenata, padale na kopnene površine. Kasnije, pod utjecajem atmosferičja s jedne i podzemnih voda s druge strane nastaju sedimenti, koje su u literaturi poznati pod nazivom pseudoglej. Makroskopski su to tzv. »šarene« odnosno »mramoraste« ilovače, žućkastosmeđe boje s nepravilno prošaranim, sivim, zaglinjenim dijelovima, koji su nastali naknadnim pretaložavanjem glinene supstance u pukotine poligonalna oblika. Česte su pojave impregnacije limonitnom supstancom, kao i izlučivanje siltno-limonitnih konkrecija u dijelovima sedimenata koji su jače izloženi trošenju. Značajnu karakteristiku sastava lesa na ovim područjima predstavlja nedostatak kalcijeva karbonata (beskarbonatni les), koji je pod djelovanjem gore navedenih procesa otapanjem odstranjen iz ovih sedimenata. S tim je u vezi i nedostatak fosila, jer su nježne kućice gastropoda također izlužene. Granulometrijski sastav ovih sedimenata podudara se s onim kod naslaga močvarnog lesa. Prevladavaju čestice siltne dimenzija, kojih ima do 70%.

Mjestimično se sedimenti lesa mogu naći kao tanji (1-2 m debljine) pokrivač preko naslaga močvarnog lesa. Ova se pojava može objasniti zasipavanjem i postepenim smanjivanjem vodenih površina u toku sedimentacije materijala donesenog vjetrom. Na taj način dio močvare postao je kopnena površina, odnosno medij taloženja lesa. Na terenu u dubljim zasjecima mjestimično je vidljiv postepen prelaz močvarnog lesa u kopneni.

Značajno je napomenuti da les, kao tanak pokrov, leži preko gornjopliocenskih sedimenata na uzvišenjima Maksimira, G. Dubrave i zapadno od Sesveta. Na glinokopu ciglane »Prigorka« u Sesvetama debljina mu iznosi 7 metara.

## Holocen

Sedimenti holocena nastali su pod utjecajem površinskih vodenih tokova. Ovisno o načinu postanka, podijeljeni su na proluvijalne i aluvijalne naplavine.

**Proluvij (p r Q<sub>2</sub>):** Proluvijalne naslage leže na sedimentima barskog lesa kao tanak nanos u području između Zagreba i Sesveta. Mjestimično im je, na boku korita potoka Štefanovec, registrirana vidljiva debljina od 1,5–2 m. Genetski su vezane na povremeno snažnije erodiranog materijala vodama s okolnih uzvišenja. Zbog toga su proluvijalne naslage nesortirane. Izgrađene su od pretaloženog lesa u obliku onečišćenih siltovnih glina, zaglinjenih siltova i pijesaka. Slabo zaobljeni i nezaobljeni fragmenti, i rjeđe valutice koje također u njima dolaze, nastale su rastrožbom prekvartarnih stijena Medvednice.

Aluvijalni sedimenti I. savske terase (a<sub>1</sub>Q<sub>2</sub>) predstavljani su gruboklastičnim nanosom, nastalim kao produkt energije riječnog toka, koji leži na području između Zagreba i Ivanja Reke. Tokom holocena došlo je do nanašanja velikih količina fluvijatilnog materijala u područje Savske potoline. Istovremeno s akumulacijom vrše se i procesi erozije lesne zaravnj, čije je formiranje već završeno u trećem virmanskom stadijalu. Pri tome su, zbog malog pada riječne doline, procesi dubinske erozije slabo izraženi, dok je naprotiv bočna erozija mnogo intenzivnija. Ona se manifestirala usjecanjem u sedimente močvarnog lesa i stvaranjem terasnog odsjeka, koji se pruža od sjevernih dijelova Zagreba do Ivanje Reke. Ovaj tersani odsjek označava krajni domet tokova savskih voda prema sjeveru i ujedno predstavlja granicu između holocenskih aluvijalnih sedimenata i pleistocenskog močvarnog lesa.

I. savska terasa izgrađena je od šljunaka i pijesaka, koji se međusobno bočno i vertikalno izmjenjuju. Šljunci su izgrađeni od valutica različitog petrografskog sastava. Prevladavaju valutice karbonatnih stijena, ali su često izgrađene i od različitih pješčenjaka, rožnaca, tufova, dijabaza, spilita i škriljavaca. U sastavu pijesaka prevladavaju zrna kvarca. Pijesci su najčešće slabo sortirani, šljunkoviti s prelazom u pjeskovite šljunke. Rjeđe su pojave leća pjeskovitih glina.

Na profilu bušotine IG-2, koja je locirana neposredno uz rub I. savske terase, debljina aluvijalnog nanosa iznosi cca 8 metara. Prema podacima iz literature debljina šljunčano-pjeskovitog horizonta raste od ruba prema koritu Save, pa se mjestimično spominju debljine veće od 50 metara.

Aluvijalni sedimenti poplavnih područja i recentnih tokova Save (a p Q<sub>2</sub>) izdvojeni su na jugoistočnom dijelu Zagreba (Borovje), kao i dalje prema istoku niz tok Save od Žitnjaka do Hrušćice. Nastali su u kasnijoj fazi tečenja savskih voda, kada se formiralo područje pretaložavanja, već ranije nanesenih fluvijatilnih sedimenata, s tim da riječni tok i dalje nosi materijal u savsku nizinu. Tok

rijeke urezuje se u istaložen fluvijatilni nanos, tvoreći na taj način terasni odsjek, koji ujedno predstavlja granicu između nanosa recentnih tokova Save i sedimenata I. savske terase. Povremene oscilacije vodostaja neposredno su utjecale na promjene glavnog riječnog toka. Tako su se formirali meandri, sprudovi i mrtvaje kao fenomeni veoma karakteristični za ovo područje.

U današnje vrijeme, kada se intenzivno radi na regulaciji Save, promjene neposredne okoline glavnog riječnog korita neznatne su i veoma rijetke, te nemaju trajniji karakter. Uglavnom su vezane na jače poplave.

Aluvijalni sedimenti poplavnih područja i recentnih tokova Save litoški se ne razlikuje od sedimenata I. savske terase. Sastoje se od šljunka i pijesaka, te podređeno muljeva i pjeskovitih glina.

#### PRIKAZ PROFILA BUŠOTINA

Da bi se mogli utvrditi superpropozicijski odnosi genetskih tipova i odrediti njihova detaljnija stratigrafska pripadnost, izbušene su dvije bušotine. Prva, IG-1 (Tabla V), bila je izbušena u lesnoj zaravni istočno od sela Resnik, a druga, IG-2 (Tabla VI), oko 700 m južnije u I. savskoj terasi. Bušotina IG-1 nabušila je četiri horizonta močvarnog lesa i tri šljunčano-pjeskovita horizonta. Završena je u močvarnom lesu na dubini od 120,20 m. Jezgra je mjestimično bila vrlo bogata na fosilnoj makrofauni, dok mikrofosili nisu nađeni. Bušotina IG-2 bila je mnogo plića. Započeta je u holocenskim fluvijatilnim sedimentima Save, a završena je u fosilnom aluviju prvog virmskog interstadijala ( $W_1-W_2$ ), na dubini od 46,70 m. Ona je bila mnogo siromašnija na fosilnoj makrofauni. Holocenski sedimenti I. savske terase u bušotini IG-2 imaju debljinu oko 8 m. Sastoje se od izmjene pijeska i šljunka. Bušotina IG-1 već je na dubini od 0,30 m ušla u prvi horizont močvarnog lesa, koji je debeo oko 15,20 m. U bušotini IG-2 ovaj horizont debeo je 3,5 m, pa se može pretpostaviti da je djelomično erodiran tokom holocena. Granulometrijskim analizama utvrđeno je da se močvarni les u svim horizontima sastoji od 60-70% silta, 10-30% glinovite komponente i oko 10% sitnozrnatog pijeska. Modalnom analizom lake i teške mineralne frakcije, koju je izvršila R. Mutić (1973), utvrđeno je da močvarni les u obadvi je bušotine ima približno isti mineralni sastav. Među prozirnim mineralnim zrnima dominiraju epidot, granat i amfibol, a prisutni su još cirkon, rutil, turmalin, apatit i dr. U lakoj mineralnoj frakciji prevladava kvarc, dosta se često pojavljuju feldspati i muskovit, dok su čestice stijena nešto rjeđe. Po mineralnom sastavu močvarni les iz okolice Zagreba ne razlikuje se od močvarnog lesa iz okolice Slavenskog Broda (Šimunić & dr., 1973). U svim horizontima močvarnog lesa B. Erceg-Jović (1974) utvrdila je mali broj polenovih zrna slijedećih rodova: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pseudotsuga* i spore gljiva.

Velika debljina močvarnog lesa ukazuje na miješanje eolskih i vodenih sedimenata, uz konstantno spuštanje terena. Na debljinu močvarnog lesa utjecalo je i deluvijalno pretaložavanje lesa s kopna. Kod toga je dolazilo i do prenašanja kopnene »lesne« faune mekušaca, koja se miješala s vodenom. Za rješavanje stratigrafske problematike mnogo je značajnija kopnena fauna, jer je osjetljivija na klimatske promjene. U gornjem horizontu močvarnog lesa u bušotini IG-1 nađene su slijedeće vrste mekušaca, karakteristične za vodenu sredinu: *Valvata cristata* Müll., *Lymnaea truncatula* (Müll.), *Planorbis planorbis* (L.) i *Pisidium nitidum* Jen., a s kopna su pretaložene vrste: *Carichium tridentatum* (R. s.), *Pupilla muscorum* (L.), *Trichia hispida* (L.), *Vallonia tenuilabris* (A. Br.), *Succinea oblonga* Drap., *S. putris* (L.) i *Discus perspectivus* (Mühe). Od kopnenih vrsta za hladnu klimu značajne su *Pupilla muscorum*, *Trichia hispida* i *Vallonia tenuilabris*. Ova posljednja vrsta je prema V. Ložek u (1964) karakterističan fosil za hladnu klimu. Prema istom autoru, vrsta *Trichia hispida* je karakteristična za gornji virm Podunavlja. Ona se pojavljuje u velikom broju samo u prvom lesnom horizontu. Ista vrsta vrlo je raširena u gornjopleistocenskom lesu Podravine (Šimunić, 1963), gdje su uz nju nađeni ostaci mamuta (Malez, 1973).

Ispod močvarnog lesa u obadvije bušotine nabušeni su fluvijatilni sedimenti. Prvo se pojavljuju veće količine krupnozrnatog pijeska s rijetkim valuticama šljunka. U tom dijelu bušotine IG-1 nađene su vrste: *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Aegopinella* cf. *ressmanni* (West.) i *Vitrea crystallina* (Müll.). Navedene vrste nisu osjetljive na klimatske promjene, pa su mogle živjeti na prelazu stadijala i interstadijala. U nižim dijelovima prevladava šljunak nad krupnozratim pijeskom. Promjer valutica iznosi oko 2 cm, a rjeđe se pojavljuju valutice promjera do 8 cm. Valutice su dobro zaobljene, ali nisu sortirane. Izgrađene su iz fragmenata raznih eruptiva, pješčenjaka, kvarca, škriljavaca i vapnenaca. Debljina prvog šljunčano-pjeskovitog horizonta u obadvije bušotine iznosi oko 10 m. Velika debljina fluvijatilnih sedimenata, kao i velik promjer valutica, ukazuje na bitnu promjenu sredine sedimentacije, što je uvjetovano značajnijom promjenom klimatskih prilika. Prema F. Cojneru (1938), svaka faza nanosa riječnog šljunka odgovara vlažnijem i toplijem dobu umjerene klime. U ovom šljunčano-pjeskovitom horizontu nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci, pa je on na osnovi superpozicije uvršten u drugi virmski interstadijal ( $W_2-W_3$ ).

Ispod šljunka ponovno dolazi močvarni les, čija debljina u obadvije bušotine iznosi 10 m. U gornjem dijelu ovog horizonta u bušotini IG-1 nađene su slijedeće vrste mekušaca, karakteristične za hladnu klimu: *Vertigo arctica* (Wall.) i *Succinea putris* (L.). U bušotini IG-2 nađene su: *Fagotia esperi* (Fér.), *Lymnaea truncatula* (Müll.), *Planorbarius* cf. *corneus* (L.), *Gyraulus laevis* (Adl.), *Vitrea crystallina* (Müll.), *Pisidium amnicum* (Müll.) i *P. nitidum* Jen. Od ovih mekušaca samo je vrsta

*Vitrea crystallina* živjela na kopnu, dok su ostale živjele u bari i nisu osjetljive na klimatske promjene. Ovaj horizont močvarnog lesa uvršten je u drugi virmski stadijal ( $W_2$ ).

U prvom virmskom interstadijalu ( $W_1$ - $W_2$ ) istaloženo je oko 22 m fluvijatilnih sedimenata. Bušotina IG-2 završena je u tom horizontu na dubini od 46,70 m. Sedimenti iz ovog horizonta istog su granulometrijskog i mineralnog sastava kao i fluvijatilni sedimenti iz viših horizonata. U bušotini IG-2 na dubini od 45,70 m nabušen je oko 70 cm debeli proslojak pjeskovitog silta, u kojem je nađena dosta brojna makrofauna. Određene su vrste: *Theodoxus danubialis* (C. Pfr.), *Valvata naticina* Menke, *Fagotia acicularis* (Fér.), *F. esperi* (Fér.) i *Pisidium amnicum* (Müll.). Navedene vrste žive i danas u polagano tekućoj vodi savskih rukava i u obližnjim barama, pa se može zaključiti da se klima u prvom virmskom interstadijalu nije mnogo razlikovala od današnje.

Ispod fluvijatilnih sedimenata ponovo su nabušene naslage močvarnog lesa, koji je taložen u prvom virmskom stadijalu ( $W_1$ ). Njegova debljina iznosi oko 16 m. U ovim sedimentima nađene su vrste mekušaca karakteristične za vodenu sredinu. To su: *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfr.), *Lymnaea truncatula* (Müll.), *Pisidium amnicum* (Müll.) i *P. nitidum* Jen., kao i fragmenti kućica roda *Clausilia*, koji su pretaloženi s kopna.

Na 73,50 m pojavili su se sivi pijesci i slabo zaobljeni šljunci. U ovim sedimentima nisu nađeni makrofosili, ali je iz dubine od 77 m B. Erceg-Jović (1974) odredila zrna polena vrbe, ljeske, hrasta i trava. Nalaz polena ukazuje na klimu koja je vrlo slična današnjoj. Debljina naslaga šljunka i pijeska u ovom horizontu iznosi 19 m. Na dubini od 82,50 m pojavljuje se 2 m debeli proslojak pjeskovitog silta, koji ukazuje na slabljenje vodenog toka ili na oplićavanje. Fluvijatilni sedimenti iz ovog horizonta uvršteni su u ris-virmski interglacijal ( $R_2$ - $W_1$ ).

Nakon fluvijatilnih sedimenata bušotina je ponovno ušla u debele naslage močvarnog lesa, koji je bio istaložen tokom riškog glacijala. Debljina ovih sedimenata, bez bitne litološke promjene, iznosi preko 27 m. Zbog ovako velike debljine ne može se zaključiti, da li se radi o cijelom riškom glacijalu ili samo o drugom riškom stadijalu. U ovom horizontu nađena je vrlo brojna fauna mekušaca, koja ukazuje na hladnu klimu, kakva vlada danas u stepama i tundrama ili na visokim planinama, kao i na vodenu sredinu sedimentacije. Na hladnu klimu ukazuju vrste roda *Vertigo*, koje prema V. Ložeku (1964) danas žive u tundrama i na visokim planinama (preko 2000 m). Osim mekušaca, koji su već bili navedeni u trećem virmskom stadijalu, iz ovog horizonta određene su još i slijedeće vrste: *Valvata piscinalis* (Müll.), *Anisus spirorbis* (L.), *Vertigo alpestris* (Adl.), *V. arctica* (Wall.), *V. substriata* (Jffr.), *Semilimax semilimax* (Fér.), *Euconulus fulvus* (Müll.), *Clausilia* cf. *pumila* (C. Pfr.) i *Pisidium amnicum* (Müll.).



Bušotina IG-1 završena je u ovom horizontu močvarnog lesa, pa se tako nije mogla utvrditi čitava debljina, sastav i podloga pleistocenskih sedimenata.

#### PREGLED REZULTATA

Na području Zagrebačkog Posavlja izdvojeni su sedimenti gornjeg pliocena, pleistocena i holocena.

U gornji pliocen uvršteni su klastični sedimenti fluvijatilno-limničkog i proluvijalnog tipa. Oni leže diskordantno na različitim članovima neogena. Gornja im granica nije poznata, pa postoji mogućnost da prelaze i u donji pleistocen.

Od pleistocenskih naslaga na površini su otkriveni samo eolski sedimenti, koji su predstavljeni kopnenim i močvarnim lesom. Taloženi su istovremeno, samo što su čestice silta i sitnozrnog pijeska padale u različite sredine sedimentacije. Kopneni les bio je tokom interglacijala, odnosno interstadijala, podvrgnut intenzivnoj rastrožbi. Pod utjecajem atmosferilija i podzemnih voda iz njega je nastao karakterističan beskarbonatni sediment, tzv. pseudoglej.

U ovim je područjima, zajedno s obrađenom karakterističnom fosilnom faunom mekušaca, prvi puta dokazana prisutnost sedimenata močvarnog lesa. Na njih, za razliku od kopnenog lesa, procesi rastrožbe nisu imali značajniji utjecaj. Zbog nedostataka cirkulacije vode, u sastavu močvarnog lesa ostao je sačuvan kalcijev karbonat. To je i razlog da je u njemu ostala sačuvana fosilna fauna mekušaca, koja se sastoji od autohtonih vodenih i alohtonih kopnenih vrsta.

Na istraživanom području izbušene su dvije bušotine. Prva bušotina, IG-1, naišla je na četiri horizonta močvarnog lesa i na tri horizonta fluvijatilnih sedimenata, koji se međusobno izmjenjuju. Plića bušotina, IG-2, probušila je holocenske aluvijalne naslage, dva horizonta močvarnog lesa i dva horizonta fluvijalnih sedimenata. Ova izmjena sedimenata ukazuje na klimatske promjene koje su prouzrokovale taloženje močvarnog lesa u hladnim i nanašanje fluvijatilnih sedimenata u toplijim intervalima pleistocena. Pored toga što su profili bušotina omogućili da se shvati geneza i izvrši stratigrafska raščlamba pleistocenskih naslaga, veoma su značajni i podaci o građi proučenog dijela stupa kvartarnih sedimenata. Međusobno se, naime, izmjenjuju nepropusni sedimenti močvarnog lesa s propusnim fluvijatilnim naslagama. Budući da se ovdje radi o tipovima sedimenata koji bi za opisano područje mogli imati regionalan karakter, detaljnije upoznavanje njihovog rasprostranjenja imalo bi veliki značaj za hidrogeologiju.

Važno je napomenuti da su iznijeti rezultati geoloških istraživanja tek naznačili potrebu daljnjeg proučavanja nizinskog dijela Zagrebačkog Posavlja.

Primljeno 01. 04. 1975.

Institut za geološka istraživanja,  
Sachsova 2, 41000 Zagreb

## LITERATURA

- Borčić, D., Capar, A., Čakarun, I., Kostović, K., Miletić, P. & Tufekčić, D. (1968a): Prilog daljnjem poznavanju aluvijalnog vodonosnog horizonta na širem području Zagreba. — Geol. vjesnik, 21, 303—309, Zagreb.
- Borčić, D., Capar, A., Čakarun, I., Kostović, K. & Miletić, P. (1968b): Noviji podaci o zavisnosti vodostaja podzemne vode i vodostaja Save na području Zagreba. — Geol. vjesnik, 21, 311—316, Zagreb.
- Capar, A. & Borčić, D. (1971): Regionalna hidrogeološka istraživanja Zagrebačkog Posavlja. — Fond str. dok. 4993, Inst. za geol. istr., Zagreb.
- Cojner, F. (1938): Hronologija pleistocena. — Glas Srpske Kralj. akad., 1, 87, 3—78, Beograd.
- Cvijić, J. (1924): Geomorfologija, 1, 588 str., Beograd.
- Erceg-Jović, B. (1974): Palinološke analize — List Ivanić-Grad. — Fond str. dok. Inst. za geol. istr., Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1907): Da li je bila gora Zagrebačka oledena i kako je postala Zagrebačka terasa. — Glasn. hrv. naravosl. dr., 19, 37—43, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologijska prijedlogna karta i tumač geologijske karte Zagreb. Izdanje Geol. povjer. 5, str. 75, Zagreb.
- Hanich, M. (1967): O rezultatima fotogeološke obrade područja između Save i Drave na primjeru šire okolice Dugog Sela. — Nafta, 18/1—2, 9—11, Zagreb.
- Kranjec, V., Prelogović, E. & Hernitz, Z. (1972): Strukturno-geomorfološko proučavanje neotektonskih gibanja u dijelu Posavine između Zagreba i Siska, te obziri kod planiranja gradnji. — Zborn. rad. 2. jugosl. simpoz. o hidrogeol. i inž. geol. u Sarajevu, 2, 163—186, Beograd.
- Ložek, V. (1955): Měkhyši československého kvartéru. — Rozpr. Ustr. Geol., 17, 475, str., 12 tab., Praha.
- Ložek, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpr. Ustr. Geol., 31, 374 str., 31 tab., Praha.
- Malez, M. (1956): Die Höhle Veternica, eine neue paläolithische Fundstelle in Kroatien. — Bull. scient., 3/1, 11—12, Zagreb.
- Malez, M. (1957): Paleontološko istraživanje pećine Veternice u 1955. god. — Ljetopis JAZU, 62, 280—294, 6 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1958): Neki noviji rezultati paleontološkog istraživanja pećine Veternice. — Paleont. jugosl., 1, 1—24, 8 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1958/59): Das Paläolithikum der Veternica Höhle und der Bärenkult. — Quartär, 10/11, 171—188, Bonn.
- Malez, M. (1961a): Pećina Veternica kao paleolitsko nalazište s tragovima kulta medvjeda. — II. jugosl. speleol. kongr., Split, 123—138, 4 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1961b): Nalaz dvaju pleistocenskih sisavaca kod Zagreba i pregled okolnih nalazišta. — Geol. vjesnik, 14, 63—88, 3 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1963): Kvarterni fauna pećine Veternice u Medvednici. — Paleont. jugosl., 5, 1—193, 41 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1965): Pećina Veternica u Medvednici. I. Opći speleološki pregled. II. Stratigrafija kvartarnih taložina. — Acta geologica, 5, 175—237, 14 tab., Zagreb.
- Malez, M. (1973): Kvarterni naslage šire okolice Podravske Slatine i Orahovice u Slavoniji. — Radovi centra za organizaciju naučnog rada u Vinkovcima, 2, 5—55, Zagreb.
- Miletić, P. & Borčić, D. (1967): Prilog poznavanju podzemnih voda na području Zagreba. — Geol. vjesnik, 20, 285—291, Zagreb.

- Mutić, R. (1973): Mineraloško i granulometrijsko ispitivanje gornjopleistocenskih rastresitih uzoraka iz profila bušotina IG-1, IG-2 i IG-3: List Ivanić-Grad, 1972. — Fond. str. dok. Inst. za geol. istr., Zagreb.
- Nowinska, N., Miletić, P., Borčić, D. & Tufekčić, D. (1967): Prilog poznavanju vodonosnog horizonta na užem području Zagreba. — Geol. vjesnik, 20, 293—301, Zagreb.
- Pilar, Dj. (1877): Tragovi oledbe na podnožju Zagrebačke gore. — Rad JAZU, 39, 233—235, Zagreb.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, An. (1972): Tumač Osnovne geološke karte SFRJ za list Zagreb. — Savezni geološki zavod (u štampi), Beograd.
- Šimunić, An. (1963): Pleistozäne Weichtiere aus einigen Lokalitäten der Podravina. — Bull. scient., 8, 1/2, 3—4, Zagreb.
- Šimunić, An., Šparica, M. & Šimunić, Al. (1973): Kvartarne naslage na području Slavonski Brod — Staro Petrovo selo. — Geol. vjesnik, 26, 73—82, tab. 3, Zagreb.

An. ŠIMUNIĆ et O. BASCH

SUR LA STRATIGRAPHIE DES SÉDIMENTS QUATÉRNAIRES DE LA  
PLAINE DE LA SAVA DANS LA RÉGION DE ZAGREB-SESVETE  
(CROATIE)

Les sédiments quaternaires de la région de Zagreb-Sesvete, dans la plaine de la Sava, sont divisés en couches pléistocènes et holocènes (pl. I). Nous avons séparé aussi les sédiments du Pliocène supérieur; on peut supposer qu'ils passent en continuité dans le Pléistocène inférieur. Au Pléistocène sont attribués les types génétiques du loess et du «loess de marais», ainsi que les anciens sédiments fluviaux. A l'Holocène appartiennent les sédiments proloviaux et les alluvions de la Sava.

Le loess est répandu à l'Est de Sesvete. A cause des changements pédogénétiques et de la dissolution des carbonates, dans ce loess on ne trouve aucun reste de fossiles et son appartenance stratigraphique n'a pu être établie d'une manière précise.

Le «loess de marais» s'étend à l'Est de Zagreb. Au cours du Pléistocène, dans la région examinée de la plaine de la Sava se sont effectués, le long des failles marginales, des abaissements progressifs du terrain. Dans la dépression ainsi formée se sont développés les marais, dans lesquels, au cours de la période glaciaire, les vents ont apporté le silt et le sable à grains fins, et, pendant l'interglaciaire, y ont été déposés les sédiments fluviaux. Les sédiments éoliens se sont mêlés avec les sédiments de marais et c'est ainsi que se sont développées les couches épaisses de «loess de marais». Le sondage IG-1 (pl. II) a traversé 4 horizons de «loess de marais» et 3 horizons d'anciens sédiments fluviaux. Le sondage moins profond, IG-2 (pl. III), a traversé les dépôts alluviaux de l'Holocène, 2 horizons de «loess de marais» et 2 horizons d'anciens sédiments fluviaux.

Dans les sédiments du «loess de marais», a été trouvée une caractéristique faune fossile de Mollusques. On a pu déterminer les espèces qui ont vécu dans les marais ainsi que les espèces terrestres transportées par le vent des régions voisines steppiques. Pour le froid climat steppique sont caractéristiques les espèces terrestres: *Pupilla muscorum* (L.), *Vallonia tenuilabris* (A. B.), *Trichia hispida* (L.), *Vertigo arctica* (Wal.), *V. alpestris* Ald., *V. substriata* (Jffr.), *Succinea oblonga* (Drap.) et beaucoup d'autres. Pour le milieu de marais sont caractéristiques les espèces: *Lyminaea truncatula* (Müll.), *Pisidium amnicum* (Müll.), *P. nitidum* Jen. et d'autres.

Pendant le climat plus chaud, c'est à dire au cours de l'interglaciaire Riss-Würm et des stades interglaciaires du Würm, se sont déposées des couches épaisses de cailloux et de sables. Dans ce cas, les sédiments fluviaux correspondent à l'ancien sol («sol fossile») s'étant développé sur la terre ferme pendant le climat plus chaud. Dans les sédiments fluviaux du premier stade interglaciaire de Würm (pl. III), ont été trouvés les Mollusques caractéristiques pour un climat chaud. On a pu déterminer les espèces suivantes: *Fagotia acicularis* (Fér.), *F. esperi* (Fér.), *Theodoxus danubialis* (C. Pfr.), *Valvata naticina* (Ménke) et *Pisidium amnicum* (Müll.). L'analyse des cailloux et des sables de l'interglaciaire Riss-Würm, effectuée par Mme B. Erceg-Jović (1974), a montré la présence de pollen du saule, du noisetier, du chêne et celui des herbes. D'après les Mollusques cités et d'après le pollen, on peut conclure que, pendant l'interglaciaire Riss-Würm et pendant les stades interglaciaires de Würm, le climat ne différait pas sensiblement du climat actuel.

Dans l'Holocène, on peut distinguer les types génétiques suivants: proluvion, alluvion de la première terrasse de la Sava, puis l'alluvion des terrains d'inondation et celle des cours récents de la Sava.

Dans la région de Zagreb-Sesvete, les couches proluviales relativement minces recouvrent les sédiments du «loess de marais». Cette proluvion est formée d'impures argiles silteuses et sableuses devenues par le remaniement des sédiments éoliens, puis de fragments faiblement arrondis, plus rarement de galets, provenant de la désintégration des roches préquaternaires de la montagne de Medvednica. En même temps, dans les parties centrales de la dépression de la Sava, s'est déposée une grande quantité de sédiments fluviaux. Parallèlement à l'accumulation, sous l'influence du cours d'eau de la rivière, se déroulent les processus de l'érosion latérale dans les sédiments du «loess de marais». Alors se sont déposés les sables et les cailloux de la première terrasse de la Sava, et, parallèlement, s'est effectuée la formation de l'escarpement de la terrasse, qui marque l'extrême déplacement des cours d'eau de la Sava vers le nord et représente tout à la fois la limite entre les dépôts alluviaux holocènes et les sédiments du «loess de marais». Plus tard, à cause du déplacement du cours d'eau fluvial dans un espace déjà très proche de l'actuel lit de la Sava, se produit un remaniement partiel des sédiments de la première terrasse de la Sava et se forment les dépôts alluviaux des surfaces d'inondation et ceux des cours d'eau récents de la Sava.

Reçu le 29 mars 1975.

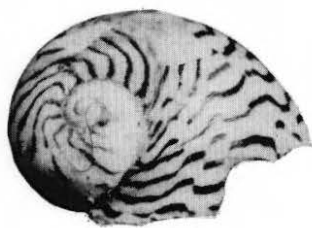
Institut des recherches géologiques  
Sachsova 2, 41000 Zagreb

TABLA — PLANCHE I

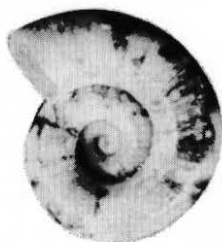
Kvartarni mekušci Zagrebačkog Posavlja  
Mollusques quaternaires de Zagrebačko Posavlje

1	<i>Theodoxus danubialis</i> (C. Pfr.)	V. 4,6 mm; S. 6,2 mm
2	<i>Valvata cristata</i> Müll.	V. 1,0 mm; S. 3,0 mm
3	<i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfr.)	V. 8,3 mm; S. 5,8 mm
4	<i>Fagotia esperi</i> (Fér.)	V. 8,3 mm; S. 4,0 mm
5	<i>Fagotia acicularis</i> (Fér.)	V. 14,7 mm; S. 4,8 mm
6	<i>Carychium tridentatum</i> (Rs.)	V. 2,2 mm; S. 0,8 mm
7,8	<i>Lymnaea truncatula</i> (Müll.)	V. 4,0 mm; S. 2,1 mm
9,10	<i>Anisus spirorbis</i> (L.)	V. 1,2 mm; S. 5,0 mm

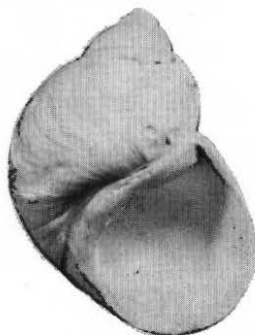
V. = hauteur, S. = largeur



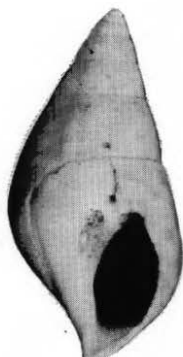
1



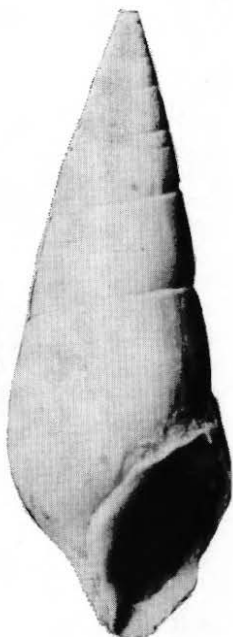
2



3



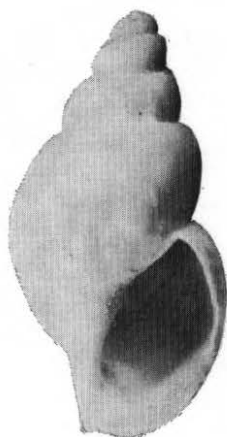
4



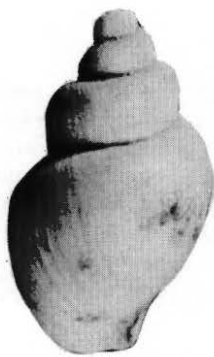
5



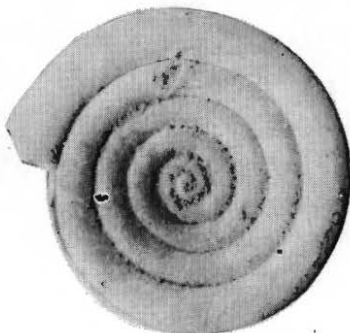
6



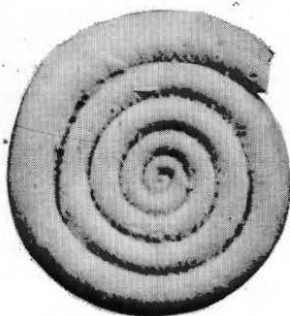
7



8



9



10

TABLA — PLANCHE II

Kvartarni mekušci Zagrebačkog Posavlja

Mollusques quaternaires de Zagrebačko Posa vlje

1,2,3	<i>Gyraulus laevis</i> (Adl.)	V. 0,7 mm; Š. 2,7 mm
4	<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müll.)	V. 6,2 mm; Š. 2,7 mm
5	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	V. 3,8 mm; 2,2 mm
6	<i>Pupilla muscorum</i> (L.) (typica)	V. 3,4 mm; Š. 2,1 mm
7,8	<i>Vertigo genesii</i> (Grd.)	V. 2,2 mm; Š. 1,3 mm
9	<i>Succinea oblonga</i> Drap.	V. 6,4 mm; Š. 3,3 mm
10,11	<i>Semilimax semilimax</i> (Fér.)	V. 1,9 mm; Š. 3,0 mm; D. 4,5 mm
12,13,14	<i>Aegopinella cf. ressmanni</i> (West.)	V. 2,7 mm; Š. 4,3 mm

V. = hauteur, Š. = largeur, D. = longueur

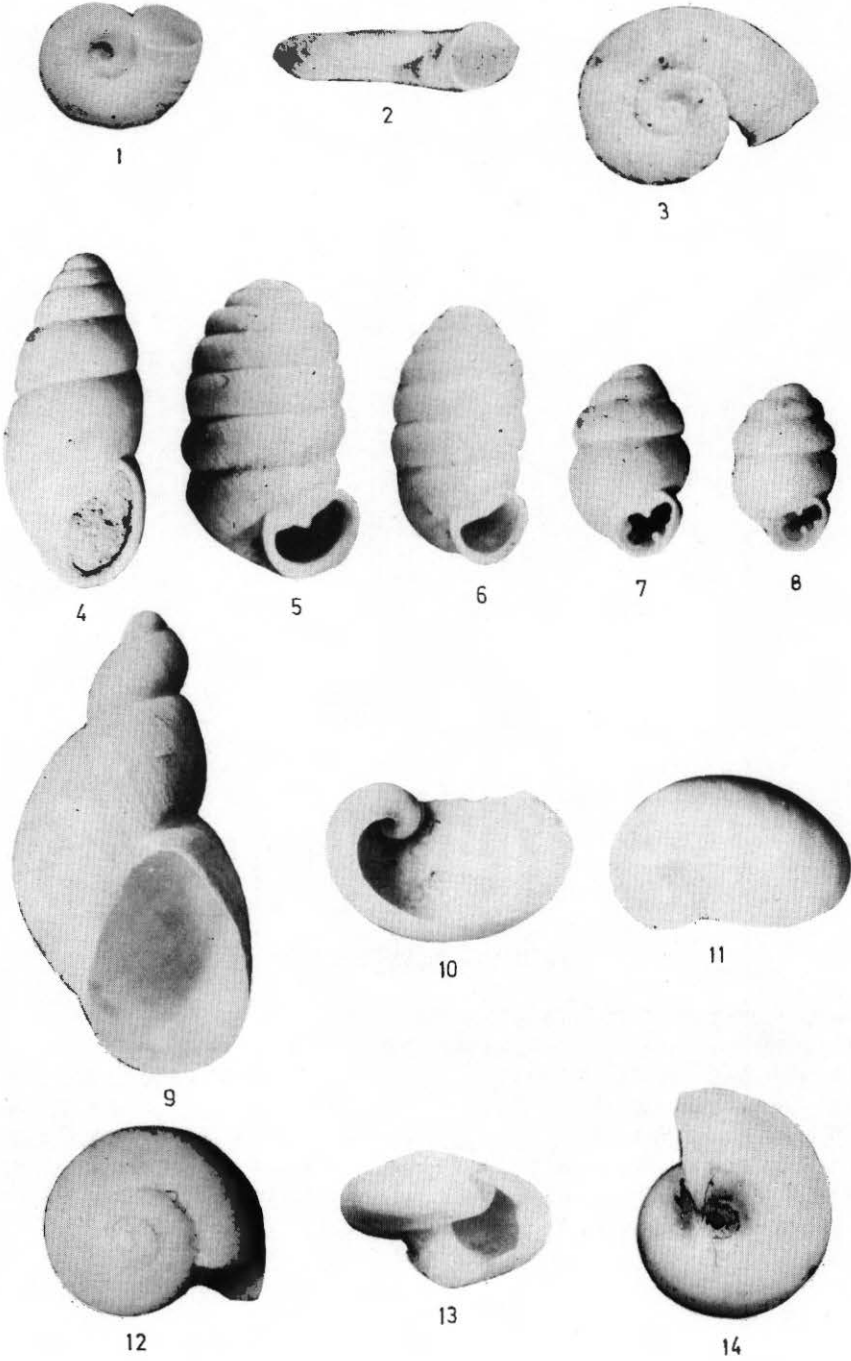


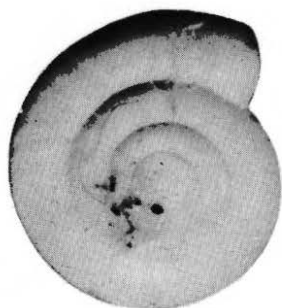
TABLA — PLANCHE III

Kvartarni mekušci Zagrebačkog Posavlja  
Mollusques quaternaires de Zagrebačko Posavlje.

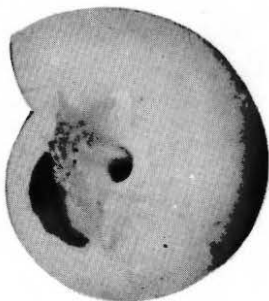
1,2	<i>Vitrea crystallina</i> (Müll.)	V. 1,6 mm; Š. 3,1 mm
3	<i>Clausilia</i> cf. <i>pumila</i> C. Pfr.	Š. 2,9 mm
4,5,6	<i>Trichia hispida</i> (L.)	V. 4,2 mm; Š. 7,3 mm
7,8	<i>Pisidium amnicum</i> (Müll.)	V. 7,8 mm; Š. 5,0 mm; D. 9,7 mm
9,10	<i>Pisidium nitidum</i> Jen.	V. 3,0 mm; Š. 2,4 mm; D. 4,1 mm

V. = hauteur, Š = largeur, D = longueur





1



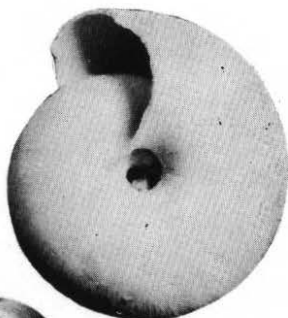
2



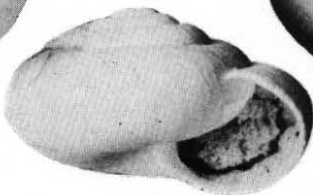
3



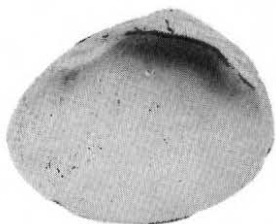
4



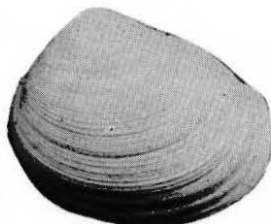
6



5



7



8



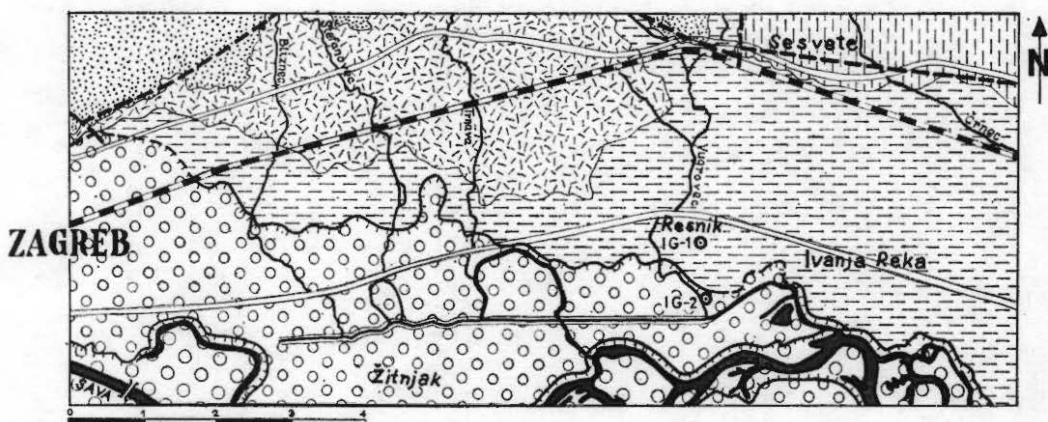
9



10

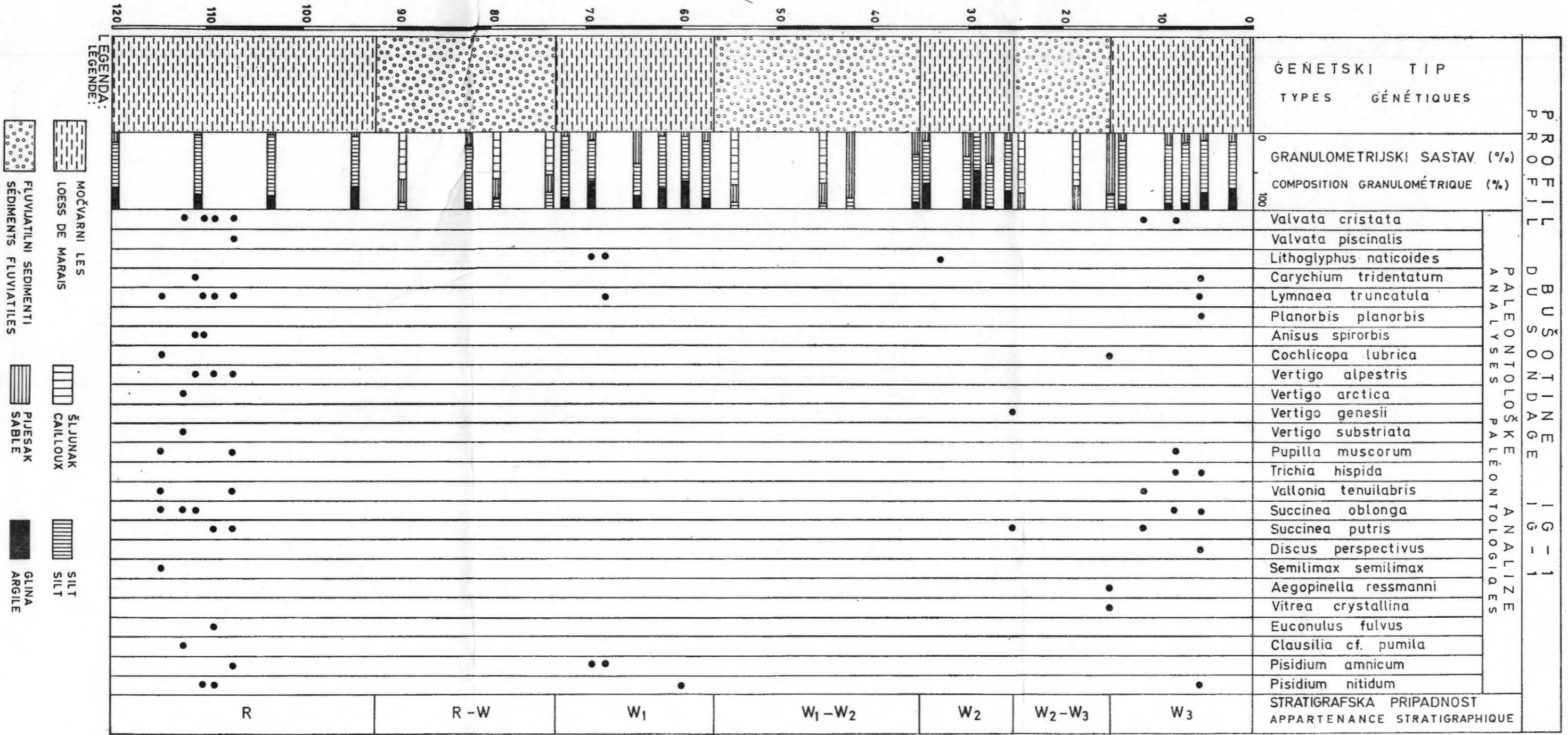
# GEOLOŠKA KARTA KVARTARNIH NASLAGA NA PODRUČJU ZAGREB-SESVETE

CARTE GÉOLOGIQUE DES COUCHES QUATERNAIRES DE  
LA RÉGION DE ZAGREB-SESVETE

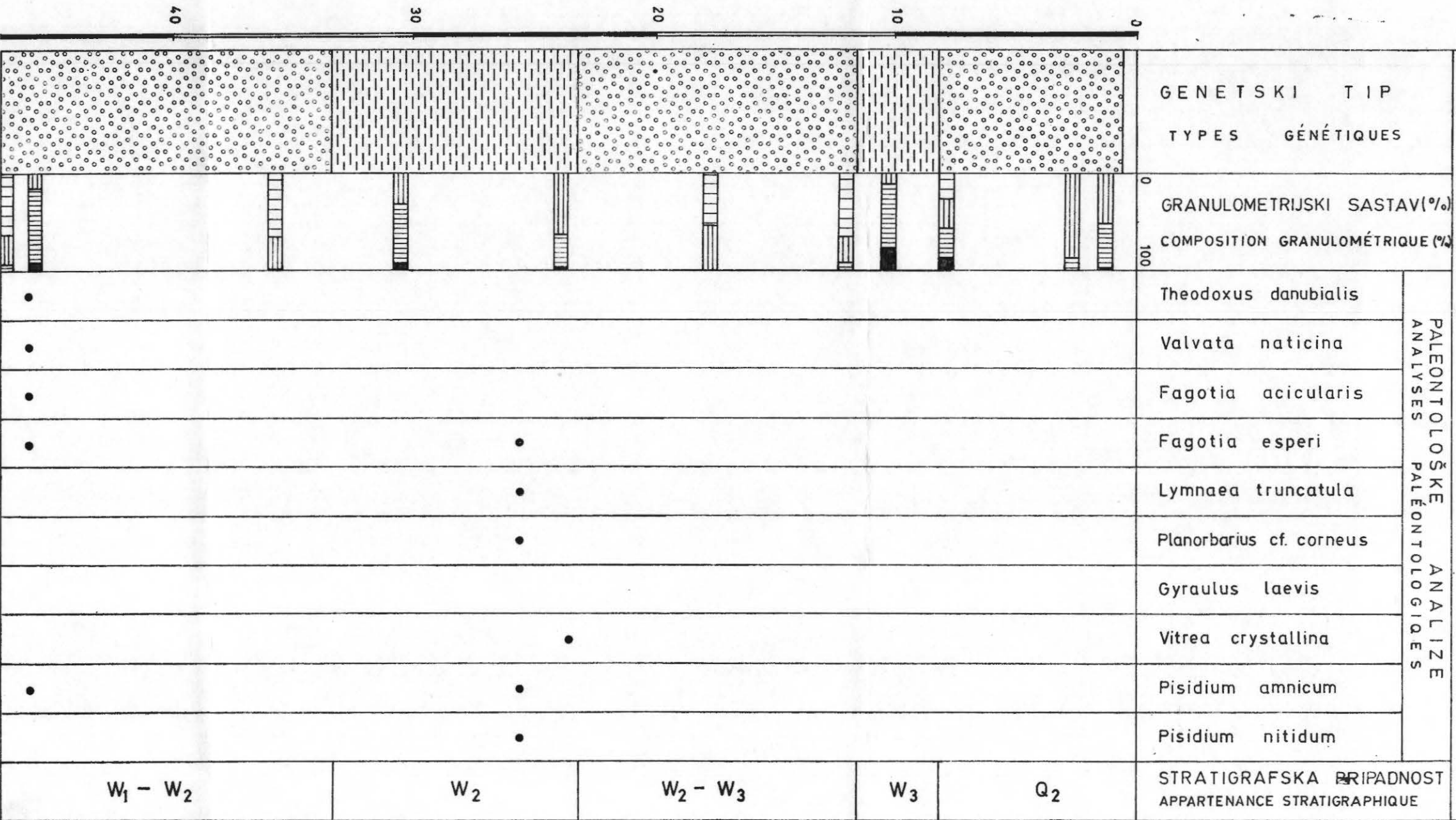


- |  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
|  | apq <sub>z</sub>                 | ALUVIJALNI NANOS POPLAVNIH PODRUČJA I RECENTNIH TOKOVA SAVE<br>ALLUVIONS DES TERRAINS D'INONDATION ET DES RÉCENTS COURS DE LA SAVA |
|  | a <sub>1</sub> q <sub>2</sub>    | ALUVIJ 1. SAVSKE TERASE<br>ALLUVIONS DE LA 1ÈRE TERRASSE DE LA SAVA  |
|  | prq <sub>z</sub>                 | PROLUVIJ<br>PROLLUVION   |
|  | wlq <sub>1</sub>                 | LES<br>LOESS   |
|  | w <sub>3</sub> lba <sub>1</sub>  | MOČVARNI LES<br>LOESS DE MARAIS  |
|  | pl <sub>3</sub> q <sub>1</sub> ? | LIMNIČKO - FLUVIJALNI SEDIMENTI<br>SÉDIMENTS LACUSTRO-FLUVIATILES  |
|  |                                  | TERASNI ODSJEK.<br>ESCARPEMENT DE LA TERASSE   |
|  |                                  | TERASNI ODSJEK, RAZOREN<br>ESCARPEMENT DE LA TERASSE, DÉTRUITE   |
|  |                                  | RASJED POKRIVEN<br>FAILLE CACHÉE   |
|  |                                  | BUŠOTINA<br>SONDAGE  |





PROFIL BUŠOTINE IG-2  
PROFIL DU SONDAGE IG-2



LEGENDA  
LÉGENDE

- MOČVARNI LES  
LOESS DE MARAIS
- ŠLJUNAK  
CAILLOUX
- PIJESAK  
SABLE
- GLINA  
ARGILE
- FLUVIJATIČNI SEDIMENTI  
SÉDIMENTS FLUVIATIILES
- SILT

TABLA - PLANCHE VI