

Geol. vjesnik	Vol. 41	str. 51—74	Zagreb 1988.
---------------	---------	------------	--------------

UDK 551.312:551.782.1

Izvorni znanstveni rad

Miocenski slatkovodni sedimenti područja Sinja u srednjoj Dalmaciji

Ante SUSNJARA¹ i (Krešimir SAKAC²

¹Geološki zavod, Sachsova 2, p. p. 283, YU — 41000 Zagreb

²Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, YU — 41000 Zagreb

Miocenske slatkovodne naslage okolice Sinja podijeljene su prema superpozicijskom slijedu, litološkom sastavu, fosilnom sadržaju i okolišu u kojem su taložene, na tri dijela unutar kojih je izdvojeno više facijesa. Bazalne lokalno ugljenosne naslage složenog sastava taložene su uz jaki terigeni utjecaj. Jednolični vapnenački lapori, prhki glinoviti vapnenci srednjeg dijela naslaga odgovaraju jezerskoj sredini. U najmlađim ugljenosnim naslagama smjenjuju se ugljeviti sedimenti s glinovitim mikritima i algalnim mikritima, koji su nastali u izmjenično močvarnoj i jezerskoj sredini. Bazalne i ugljenosne naslage bogate su fosilima. Navode se značajni taksoni. Daju se osnovna obilježja tektonike razmatranog područja.

Miocene freshwater deposits of the Sinj area were divided into three parts with the respect to the superposition, lithological composition, fossil assemblage and environment. Within the each part several facies units were distinguished. The strong terrigenous influence existed during the deposition of basal partly coal-bearing sediments of the complex composition. Uniform, loose, clayey limestones and calcareous marls of the middle part of deposits belong to the lacustrine sedimentary environment. The alternation of coaly sediments, with the clayey micrite and algal micritic limestones respectively, has been observed in the youngest coal-bearing sediments. They were deposited, respectively, in the boggy and lacustrine environment, one after another. The basal and coal-bearing sediments are fossil-abundant. The significant taxons, as well as, the main tectonic peculiarities of the investigated area, have been quoted.

UVOD

Geološki zavod sa suradnicima proveo je višegodišnja istraživanja slatkovodnih miocenskih naslaga Sinjskog polja, Petrovog polja i područja uz gornji tok rijeke Cetine u Dalmaciji. Glavni cilj ovih istraživanja bio je utvrđivanje načina pojavljivanja i rasprostranjenosti ležišta ugljena miocenske starosti naznačenih područja. U terenskim istraživanjima koja su se sastojala od izrade detaljne geološke karte i bušenja na odabranim lokalitetima, sudjelovali su uz autore još i Antun Gabrić, Boris Lukšić i Vili Percinger. Petrografske analize brojnih uzoraka različitih miocenskih sedimentata izradila je Biserka Šćavničar, dok su obiman novoprikupljeni paleontološki materijal obradile Božena Jović (palinološke

analize), akademik Vanda Kochansky-Devidé (kongerije), Andrejka Žagar-Sakač i Zlata Jurišić-Polšak (ostala malakološka fauna), te Ana Sokač (ostrakodi).

Zahvaljujući ovim istraživanjima dobiveni su novi zanimljivi podaci o lateralnim i vertikalnim izmjenama facijesa unutar naoko jednoličnih laporovitih i karbonatnih dijelom ugljenonosnih naslaga, zatim o osobitostima okoliša u kojem se vršila sedimentacija, te o tektonskom položaju ovih naslaga. Kako je sinjsko područje najpotpunije istraženo, to se u ovom radu iznose podaci o miocenskim sedimentima tog prostora. Ugodna nam je dužnost zahvaliti svim navedenim suradnicima na pomoći i korisnim savjetima.

DOSADAŠNJA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA MIOCENSKIH NASLAGA OKOLICE SINJA

Miocen okolice Sinja istraživalo je s različitih aspekata više autora, pa je o tamošnjim sedimentima, fosilima, rudnim i drugim pojavama objavljeno mnogo radova.

Prve natuknice o geologiji okolice Sinja nalazimo u znamenitom djelu Fortisa (1774, 1984), odnosno kod Lovrića (1776, 1948). Prve navode o sastavu naslaga mlađeg tercijara sinjskog područja daje Lanza (1855, odnosno u Zepharovichu, 1853), koje kasnije (Lanza, 1859) svrstava u pliocen. Hauer (1862) ističe da ugljenonosni neogen Dalmacije ima obilježja slatkovodne sedimentacije, te da ga se može usporediti s pontskim kongerijskim naslagama Bečkog bazena (Hauer, 1868). Suprotno tome, Neumayr (1869), nakon obrade malakološke faune prikupljene na lokalitetima Ribarić i Turjaci u okolici Sinja, te Miočić kod Drniša, nalazi mnogo novih vrsta, ali kako posve nedostaju pontski oblici, zaključuje da starost ovih naslaga nije posve jasna.

Brusina, koji je u nizu radova od godine 1870. pa do 1902. dosad najdetaljnije obradio malakološku faunu ovih naslaga Dalmacije, također je isprva bio mišljenja da se radi o pliocenu (1874). Kasnije (1897) odlučuje se za miocensku pripadnost, jer nalazi velike razlike u sastavu ove faune s brojnim endemskim oblicima, i one levanta i ponta Panonskog prostora.

Kerner (1905 a, b) je detaljno proučio miocenske sedimente okolice Sinja. Podijelio ih je na 9 članova (1916 a), a njihovu rasprostranjenost prikazao na geološkoj karti (1914). Posebno je opisao pojave i ležišta lignita (1916 b). Proučavao je i makrofloru neogena (1905 c, 1916 c) te utvrdio da se radi o biljnim zajednicama močvarnog okoliša i suhog tla. Premda je bio mišljenja da je ova flora miocenske starosti, ipak je same naslage označio kao neogenske (1916 a).

Nedoumice, pa otud i razlike u stanovištima o starosti slatkovodnih neogenskih naslaga Dalmacije, odnosno okolice Sinja, slijedile su i nakon navedenih istraživanja. Tako Wenz (1929—1930) analizirajući dotad obrađenu faunu gastropoda »Melanopsidnih lapora« Dalmacije zaključuje da je donjopontska. Kühn (1928) smatra da se radi o tortonu i sarmatu, a kasnije (1951) nalazi dosta zajedničkih srednjomiocenskih obli-

ka u ovom području i Grčkoj. Sarmatsku starost prihvaća Anić (1951—53), a potvrdu toga Takšić (1968) nalazi u fosilima kopnenih sisavaca iz ugljenonosnih naslaga Goručice kod Sinja, s pretpostavkom da bi najviši dio tamošnjih neogenskih naslaga dijelom mogao pripadati pliocenu.

Povezujući u jednu paleogeografsku cjelinu prostore slatkovodne predtortonske sedimentacije Dalmacije, Hercegovine i Bosne s južnim rubom Panonskog bazena, Kochansky-Devidé (1976), te Kochansky-Devidé & Slišković (1978), detaljnom analizom kongerijskih fauna, utvrdili su da su se tu razvile endemične vrste koje zajedno s oblicima *Congerina* šire rasprostranjenosti odgovaraju otnangu i karpatu, možda i egenburgu. Dijelovi ovih područja mogli su imati produženu slatkovodnu sedimentaciju još i u badenu, moguće i u sarmatu, na što upućuju slojevi s velikim oblicima kao što su *Congerina frici* Brusina i *C. aletici* Kochansky-Devidé. Ovaj rad bitan je doprinos dokumentiranog određivanja starosti slatkovodnih neogenskih naslaga u dijelu Dinarida, pa tako i onih okolice Sinja. Zanimljivo je stoga istaći da je do sličnog zaključka o srednjomiocenskoj starosti sinjskog neogena došla Jović u neobjavljenom radu (1978) prema palinološkim analizama. Uslijedili su i drugi radovi u kojima se dokumentira miocenska starost ovih naslaga u okolici Sinja. Tako je Sokač (1980) utvrdila da se u ostrakodnoj fauni nalaze i takvi oblici koji su isključivo miocenski. Bužek (1982 a, b) ističe da se fosilni ostaci submerzne biljke *Ceratotratiotes sinjanus* (Kerner), koji su prvo opisani s nalazišta u okolici Sinja, nalaze također i u miocenskim sedimentima drugih područja Evrope. Slično tome Žagar-Sakač & Sakač (1987) nalaze ostatke rizoma inače raširene miocenske vrste lopoča *Nymphaea arethusae* Brogniarth na više lokaliteta u okolici Sinja. Jurišić-Polšak (1979) navodi pak u analizi neritida da su oblici Sinja srednjomiocenski dok je u radu o fosarulidima (1984) utvrdila postupni razvoj visokog oblika vrste *F. tricarinatus* Brusina u slojevima miocenskih naslaga Strmendolca kod Trilja. Žagar-Sakač & Sakač (1984) opisuju nalazišta uniocejske faune slatkovodnih miocenskih naslaga Dalmacije, pa tako i onih okolice Sinja. Odatle je Žagar-Sakač (1986) prikupila primjerke vrste *Unio katzeri* Brusina, te utvrdila novim podvrstama njihov razvojni niz, koji proširuje novim oblicima vrste *Unio rackianus* Brusina (1987).

Posljednjih godina intenzivnije su istraživani sedimenti slatkovodnog neogena Dalmacije, kao i mineralne sirovine s njima povezane. Proučavaju se ležišta neogenskih boksita (Šušnjara, 1974, Šušnjara & Šćavničar, 1976, 1978), kao i tufovi koji do tada nisu bili poznati u neogenskim naslagama ovog područja (Šušnjara, 1973, te Šušnjara & Šćavničar, 1974).

Rasprostranjenost neogenskih (miocenskih) naslaga okolice Sinja, te njihov tektonski položaj, dat je na Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, listovima Sinj i Omiš, a napomene o njihovim obilježjima u odgovarajućim tumačima karata (Papeš i dr., 1982, Raić i dr., 1984, odnosno Marinčić i dr., 1976, te Marinčić i dr., 1977).

GLAVNA OBILJEŽJA MIOCENSKIH NASLAGA PODRUČJA SINJA

U miocenu u široj okolici Sinja, taloženi su različiti pretežno laporoviti sedimenti. Mjestimično ima glina, tufova, ugljena, te silta i pješčenjaka, a u bazi su im na više mjesta boksitične gline i glinoviti boksiti. Većinom su ovi sedimenti bogati fosilima, pretežno je to malakološka fauna, česti su ostaci močvarne makroflora i suhog tla, prisutni su mikrofosili (ostrakodi, polen i dr.), nađeni su malobrojni fosilni ostaci kopnenih sisavaca. Dio ovih organizama, kao što su kongerije, mogle su živjeti u brakičnim vodama, no većinom se radi o isključivo slatkovodnim oblicima. Zajednice fosila upućuju na miocensku starost, kako to navodi veći autor.

Miocenske naslage okolice Sinja mogu se podijeliti na tri dijela; to su: ¹M — Bazalne naslage, ²M — Vapnenački lapori i glinoviti vapnenci, te ³M — Ugljenonosne naslage (sl. 3). U izdvojenim dijelovima miocenskih naslaga ima i facijelnih raznolikosti. Najizrazitije su u bazalnom dijelu naslaga, gdje se mogu izdvojiti: šareni lapori, starije ugljenonosne naslage i lapori s kongerijama. Sedimenti srednjeg dijela naslaga (²M) jednolični su na cijelom istraživanom prostoru. U donjem dijelu ugljenonosnih naslaga (³M) ističu se lako uočljivi kongerijski lapori.

Bazalne naslage — ¹M

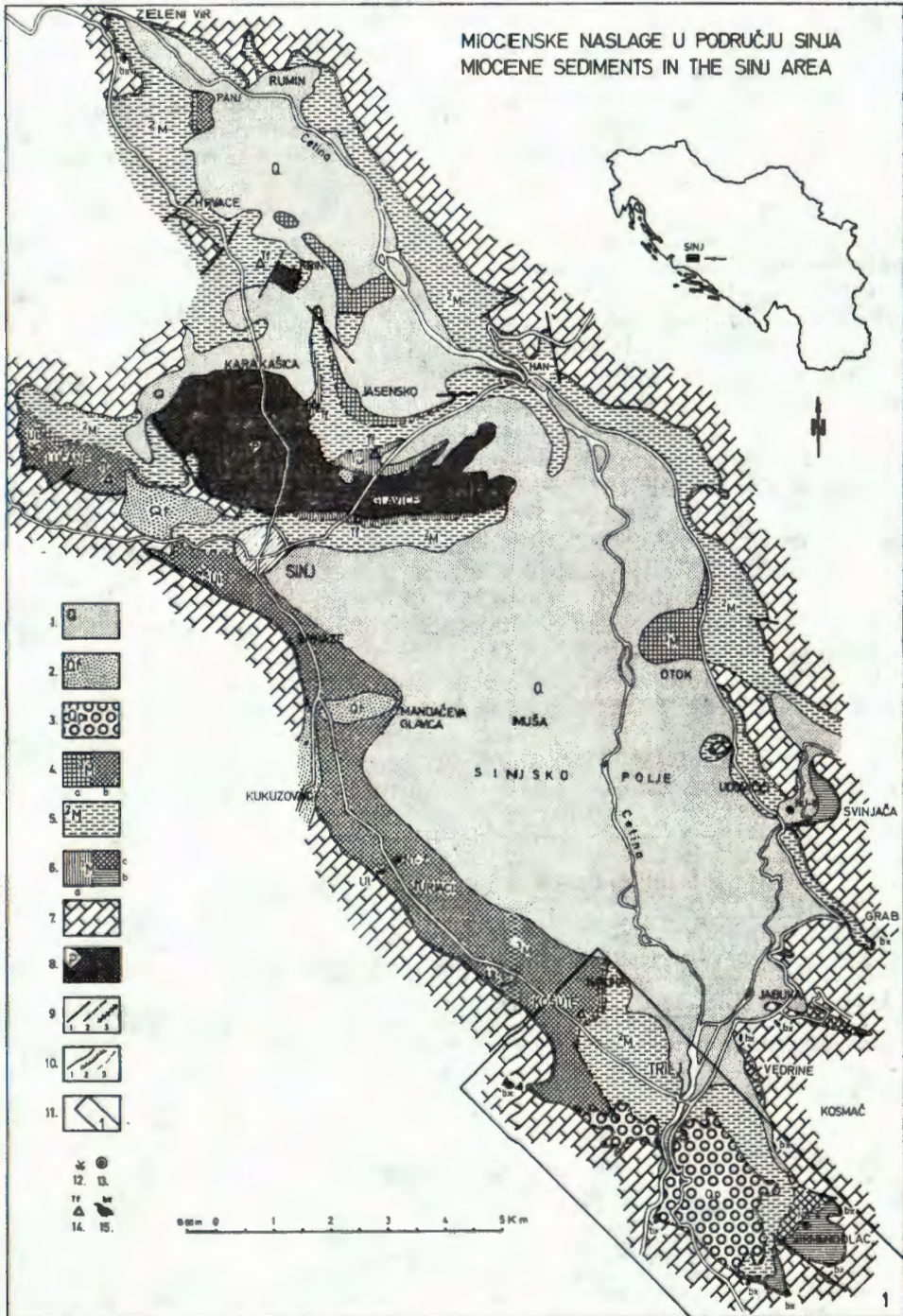
Prema facijelnim obilježjima bazalne miocenske naslage Sinja podijeljene su na: a) šarene lapore, b) starije ugljenonosne naslage i c) lapore s kongerijama. Takav razvoj bazalnih miocenskih naslaga posljedica je različitosti litološkog sastava podloge te različitog sastava terigenog klasta spiranog s okolnih površina paleoreljefa.

Sl. 1. Rasprostranjenost miocenskih naslaga u području Sinja

Kvartar 1—3. 1. Različiti sedimenti kvartara — Q. 2. Fluvioglacialni sedimenti — Qf. 3. Konglomerati i pješčenjaci u izmjeni s laporima — Qp. Miocen 4—6. 4. Ugljenonosne naslage — ³M: a) Kongerijski lapori, b) Mlađe ugljenonosne naslage. 5. Vapnenački lapori i glinoviti vapnenci — ²M. 6. Bazalne naslage — ¹M: a) Šareni lapori, b) Starije ugljenonosne naslage, c) Lapori s kongerijama. 7. Mezozojske i paleogenske pretežno karbonatne stijene. 8. Gornjopermske naslage (evaporiti, klastiti i karbonatni sedimenti), te pojave eruptivnih stijena. 9. Rasjed: 1. Utvrđen, 2. Pretpostavljen, 3. Dijapirski kontakt. 10. Geološka granica: 1. Normalna, 2. Erozijsko-diskordantna, 3. Postepeni prijelaz. 11. Položaj sl. 2. 12. Rudnik ugljena — napušten. 13. Istražna bušotina. 14. Izdanak tufa. 15. Ležište glinovitog boksita i boksitične gline.

Fig. 1. Extension of Miocene sediments in the Sinj area

Quaternary 1—3. 1. Different Quaternary sediments — Q. 2. Fluvio-glacial sediments — Qf. 3. Conglomerates and sandstones in alteration with marls — Qp. Miocene 4—6. 4. Coal-bearing beds — ³M: a) Congeria marls, b) Younger coal-bearing beds, 5. Calcareous marls and clayey limestones — ²M. 6. Basal beds — ¹M: a) Different colored marls, b) Older coal-bearing beds, c) Marls with Congerias. 7. Predominantly carbonate beds. Mesozoic and Paleogene. 8. Upper Permian deposits (evaporite, clastics and carbonate sediments) and eruptive occurrences. 9. Fault: 1) Asserred, 2) Pressumed, 3) Diapiric contact. 10. Geological boundary: 1) Normal, 2) Erozijski diskordance, 3) Gradual transition. 11. The position of fig. 2. 12. Coal mine — abandoned. 13. Bore-hole. 14. Tuff outcrop. 15. Clayey bauxite and bauxitic clay deposits.



a) Šareni lapori. U Glavicama kraj Sinja, te u nedalekoj Karakašici i u Krinu kod Hrvaca, bazalne miocenske naslage sastoje se od šarenih modrosivih, crvenkastih i žučkastih lapora. U slabije dislociranim dijelovima terena oni leže eroziono-diskordantno na permskim evaporitima, klastitima i karbonatnim stijinama, dijelom i na donjotrijaskim klastitima. Ovi primarni odnosi miocenskih naslaga s podlogom dijelom su poremećeni dijapirizmom, kako je to dobro vidljivo u otkopima sadroloma u Karakašici.

Raznovrsni petrografski sastav podloge miocenskih naslaga ima odraza u bazalnim slojevima šarenih lapora. U njima česte su pojave fragmentata, valutica i čestica navedenih permskih i donjotrijaskih stijena, kao i karbonatnih stijena različite starosti neogenskog paleokopna. Šareni lapori okolice Sinja navise izravno prelaze u vapnenačke lapore i glinovite vapnene srednjeg dijela miocenskih naslaga.

Litološki sastav bazalnih miocenskih naslaga u užoj okolici Sinja je dosta raznovrstan. To su šareni pretežno tanko uslojeni lapori u kojima se ističu ulošci i leće žučkastih pjeskovitih lapora s limonitskim kongrekcijama, kao i ulošci fino laminiranih siltoznih bijelih lapora. U Glavicama i u Karakašici u starijem dijelu ovih naslaga pojavljuju se tanki slojevi kristalovitričnih i vitričnih tufova. Mjestimično ima tankih leća pješčenjaka s dvovrsnim detritusom. Nekarbonatni detritus je od kvarca, čerita, ortokvarcita, škriljavaca, muskovita, biotita i klorita, a karbonatni od djelomično abradiranih monokalcitnih zrna i čestica mikritskog vapnena. Cement pješčenjaka je kalcitni, većinom je mikrokristaliničan. Sadržaj CaCO_3 iznosi oko 60% (Tab. II, sl. 4).

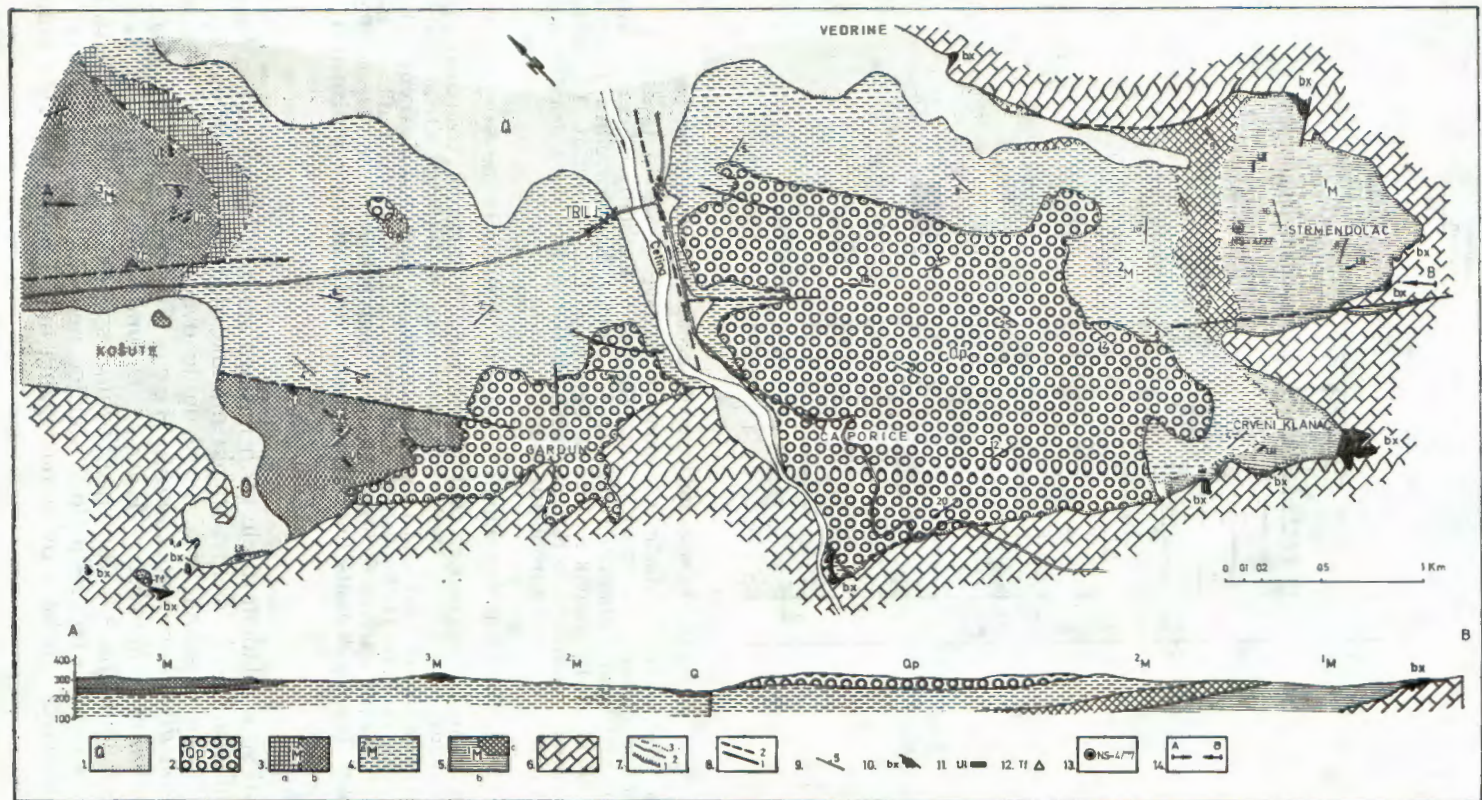
Najznačajniji fosili ovih naslaga su bodljasti plodovi akvatične biljke koju je Kerner (1905 c) opisao kao *Ceratophyllum sinjanum* Kerner, pa je po tome čitav kompleks naslaga imenovao kao »Ceratophyllum« slojevi. Bužek (1892 a, b) revizijom je utvrdio pripadnost ove vrste rodu *Ceratostratiotes* s navodom o njezinoj miocenskoj pripadno-

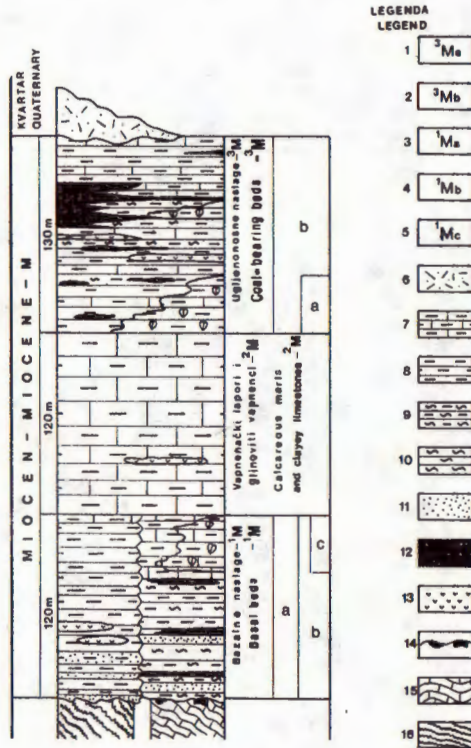
Sl. 2. Geološka karta područja Trilja

Kvartar 1—2. 1. Različiti sedimenti kvartara — Q. 2. Konglomerati i pješčenjaci u izmjeni s laporima — Qp. Miocen 3—5. 3. Ugljenonosne naslage — ³M: a) Kongerijski lapori, b) Mlađe ugljenonosne naslage. 4. Vapnenački lapori i glinoviti vapnenci — ³M. 5. Bazalne naslage — ³M: b) Starije ugljenonosne naslage, c) Lapori s kongerijama. 6. Stijene različitog sastava i starosti u podlozi neogenskih naslaga. 7. Geološka granica: 1. Eroziono-diskordantna, 2. normalna, 3. postepeni prijelaz. 8. Rasjed: 1. utvrđen, 2. pretpostavljen. 9. Položaj sloja. 10. Glinoviti boksit i boksitična glina. 11. Izdanak ugljena. 12. Izdanak tufa. 13. Istražna bušotina. 14. Položaj geološkog profila.

Fig. 2. Geological map of the Trilj area

Quaternary 1—2. 1. Different Quaternary sediments — Q. 2. Conglomerates and sandstones in alternation with marls — Qp. Miocene 3—5. 3. Coal-bearing beds — ³M: a) Congeria marls, b) Younger coal-bearing beds. 4. Calcareous marls and clayey limestones — ³M. 5. Basal beds — ³M: b) Older coal-bearing beds, c) Marls with Congerias. 6. Rocks of different composition and age at the base of Neogene sediments. 7. Geological boundary: 1. Erosional discordance, 2. Normal, 3. Gradual transition. 8. Fault: 1. Asserted, 2. Presumed. 9. Dip and strike of a bed. 10. Clayey bauxite and bauxitic clay. 11. Coal outcrop. 12. Tuff outcrop. 13. Bore-hole. 14. Situation of geological profiles.





Sl. 3. Geološki stup miocenskih naslaga u području Sinja

1. Kongerijski lapor. 2. Mlađe ugljenonosne naslage. 3. Šareni lapor. 4. Starije ugljenonosne naslage. 5. Lapor s kongerijama. 6. Različiti sedimenti kvartara. 7. Vapnenački lapor i glinoviti vapnenac. 8. Lapor. 9. Kalcitna glina i glinoviti lapor. 10. Glina. 11. Pješčenjak i siltit. 12. Ugljen. 13. Tuf. 14. Boksit. 15. Mezozojske i paleogenske pretežno karbonatne stijene. 16. Gornjopermske i donjotrijaske naslage (evaporiti, klastiti i karbonatni sedimenti).

Fig. 3. The Geologic Column of Miocene deposits in the Sinj area

1. Congeria marls. 2. Younger coal-bearing beds. 3. Different colored marls. 4. Older coal-bearing beds. 5. Marls with Congerias. 6. Different Quaternary sediments. 7. Calcareous marl and clayey limestone. 8. Marl. 9. Calcareous clay and clayey marl. 10. Clay. 11. Sandstone and siltstone. 12. Coal. 13. Tuff. 14. Bauxite. 15. Predominantly carbonate beds. Mesozoic and Paleogene. 16. Upper Permian and Lower Triassic deposits (evaporite, clastics and carbonate sediments).

sti. Česti su u mlađem dijelu ovih naslaga šarenih lapora otisci lišća, iglice konifera, kao i dijelovi stapki monokotiledonskog močvarnog bilja. Prikupljenim otiscima lišća utvrđena je ova taksonomska pripadnost: *Taxodium distichum miocenicum* Heer, *Castanea kubinyi* Kováts, *Cinnamomum scheuchzeri* Heer, *Dryandroides lignitum* Unger, *Juglans acuminata* Al. Braun, i *Pinus* sp., dakle oblika koji su inače poznati s mnogih nalazišta flore starijeg neogena. Jović (1978, neobjavljeno) navodi da se u ovim naslagama nalazi neleteći polen inapertu-

ratne forme dubius tipa porodica Cupressaceae i Taxodiaceae, što odgovara močvarnom staništu. Određena su dva tipa: *Inapertupollenites dubius* (R. Potonié) = Taxodiaceae, Cupressaceae, te *Inapertupollenites magnus* (R. Potonié) = Pseudotsuga, Chlorophyceae. Izneseno je stanovište da se radi o srednjomiocenskim formama. Uz navedene fosile pojedini slojevi sadrže i kućice puževa, osobito vrste rodova *Bythinia* i *Melanopsis*, ali u manjem broju nego u istovremenim naslagama okolice Trilja.

Opisane naslage šarenih lapora imaju ukupnu debljinu do 100 m, no u pružanju debljina im se mijenja uglavnom zbog razvedenog paleoreljeva.

b) Starije ugljenonosne naslage. Ove naslage rasprostranjene su u široj okolici Trilja (Strmendolac i Svinjača), dok dvije manje pojave koje nisu izdvojene na geološkoj karti nalaze se u Ruminu i Otoku. Leže s jakom erozionom diskordancijom na jurskim i krednim karbonatnim stijenama. Raznovrsnost litološkog sastava, pojave ugljena i fosilifernost glavna su obilježja ovih sedimenata. Tu se lateralno i vertikalno izmjenjuju lapori, silt, ugljeviti karbonatni sedimenti, ugljeviti lapori, gline i pojave ugljena. Sedimenti su većinom drobivi, stoga lako podložni površinskom trošenju, pa su pretežno prekriveni tankim pokrovom produkata rastrožbe. Kako je cjelovit slijed slojeva dobro vidljiv jedino u jezgrama bušotina, to smo kao primjere litoloških izmjena u ovim naslagama odabrali dijelove dviju bušotina; NS-4 iz Strmendolca i NU-6 iz Svinjače (sl. 4).

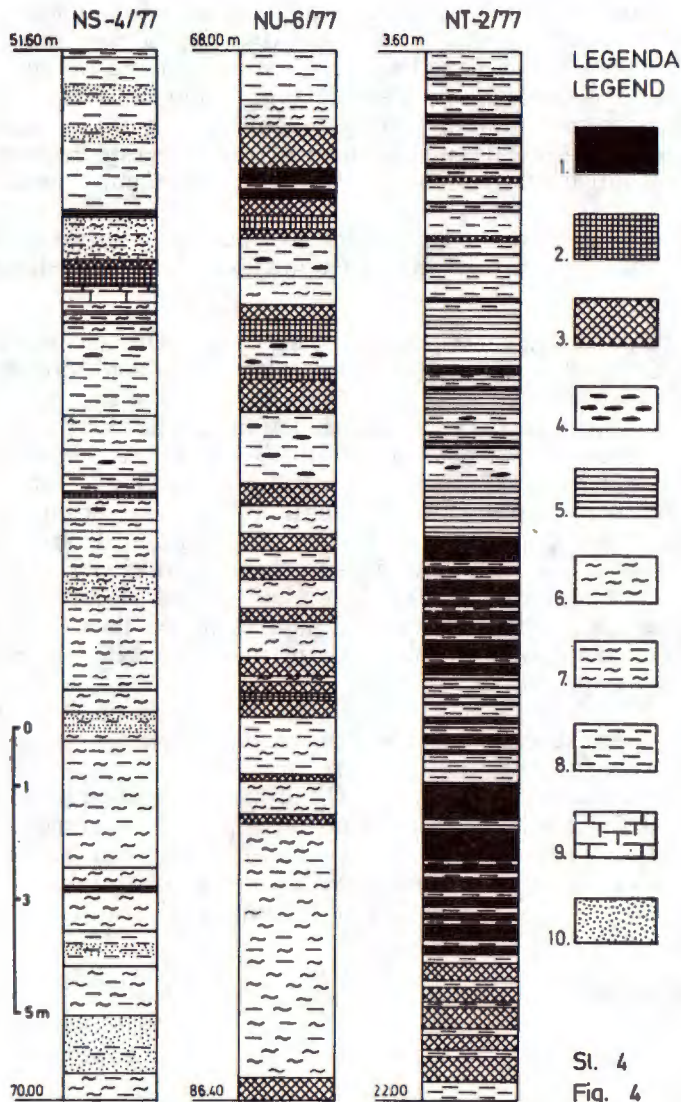
Bušotina NS-4 bušena je do 80 m, ali nije dosegla podlogu miocenskih naslaga. U višem dijelu bušotine bili su slabo fosiliferni lapori. Oni su djelomično siltozni i glinoviti, sadrže proslojke siltoznog slabo vezanog pješčenjaka i sitnozrnog pijeska. Glinovita komponenta postepeno se povećavala u sedimentima s dubinom bušotine, jer se stariji dio naslaga sastoji od glina, vapnenačkog silta i glinovitih siltoznih lapora. Ugljevita komponenta prisutna je u formi tankih slojeva, proslojaka lignita, ugljevitih glina i glinovitog ugljena. Ovakve pojave učestalije su u jezgrama dubljeg dijela bušotine.

Bušotina NU-6 bušena je kroz miocenske naslage područja Svinjače do dubine od 107 m. U odnosu na bušotinu NS-4 ovdje je znatniji udio vapnenačke komponente. U višem dijelu bušotine prevladavali su lapori, idući naniže povećavala se glinovita komponenta, a usporedno s tim i pojave ugljena.

Petrografske analize pokazale su da je ugljevita komponenta u ovim naslagama dijelom vezana uz karbonatne sedimente. To su onkolitno-algalni produkti, odnosno kriptagalni mikriti s primjesama glinovite i ugljevite komponente. Inače, ugljen se u ovim naslagama ne pojavljuje u debljini pogodnoj za eksploataciju. Može se tek napomenuti da su tanki slojevi ugljena učestaliji u Svinjači.

Glina je značajan sastojak bazalnog dijela miocenskih naslaga u području Trilja, gdje se pojavljuje u Strmendolcu i u Svinjači. U Strmendolcu bila je eksploatirana u gliništu gdje joj je debljina iznosila 3 do 6 m. Osnovni joj je sastojak montmorilonit (49%).

Fosilni ostaci u ovim naslagama su ostrakodi roda *Cypridopsis*, ostaci algi, osobito oogoniji haraceja, inkrustirano biljno korijenje, polen i veo-



Sl. 4. Geološki profili dijelova bušotina

Legenda: 1. Ugljen. 2. Laporoviti ugljen ili ugljeviti lapor. 3. Glinoviti ugljen ili ugljevita glina. 4. Trunje ugljena. 5. Laminarna izmjena ugljena i lapora ili gline. 6. Glina. 7. Kalcitna glina ili glinoviti lapor. 8. Lapor. 9. Vapnenački lapor ili glinoviti vapnenac. 10. Silt ili pijesak.

Fig. 4. Geological profiles of parts of bore-holes

Legend: 1. Coal. 2. Marly coal or carbonaceous marl. 3. Clayey coal or carbonaceous clay. 4. Coal particulates. 5. Laminated coal and marl or clay alternation. 6. Clay. 7. Calcareous clay or clayey marl. 8. Marl. 9. Calcareous marl or clayey limestone. 10. Silt or sand.

ma brojni gastropodi. Prema Jurišić-Polšak (1984) karakterističan je miocenski oblik *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina, od kojeg su se razvili ovdje prisutni oblici *F. tricarinatus susnjarae* Jurišić-Polšak i druge vrste i podvrste ovog roda.

Ukupna debljina starijih ugljenonosnih naslaga u okolici Trilja iznosi više od 100 m, kako je to utvrđeno bušenjem.

c) Laporiskongerijama. Ovaj lokalni facijes bazalnog dijela miocenskih naslaga u području Trilja pojavljuje se u izdancima u Strmendolcu, Vedrinama i Jabuci. U Crvenom klanecu može se pratiti njihov lateralni prijelaz u ugljenonosne lapore, a u Strmendolcu njihov postupni prijelaz u vapnenačke lapore i glinovite vapnence srednjeg dijela miocenskih naslaga (²M). Ovaj dio bazalnih miocenskih naslaga obiluje fosilima. To su različite vrste gastropoda rodova *Melanopsis*, *Fossarulus*, *Lithoglyphus* i dr., te školjkaši, kongerije i unionide. *Congeria drvarensis* Toulai najznačajniji je fosil, njezine ljušture su veoma brojne u pojedinim slojevima. Ova varijabilna vrsta inače je poznata samo u miocenskim naslagama Dalmacije i zapadne Bosne. Od unionida prisutne su dvije vrste; *U. katzeri katzeri* Brusina i *U. katzeri tricarinatus* Zagarsakač, obje poznate isključivo u slatkovodnim miocenskim naslagama Dalmacije i Bosne. Opisane naslage imaju ukupnu debljinu do 40 metara.

Vapnenački lapori i glinoviti vapnenci — ²M

Srednji dio miocenskih naslaga široko je rasprostranjen u području Sinja. Suvisli se njihovi izdanci pružaju duž sjeveroistočnog ruba Sinjskog polja od Zelenvira preko Hana i Otoka do Graba. Zauzimaju znatnu površinu terena u Hvarcama, Lučanima i Glavicama kod Sinja, kao i u okolici Trilja, od Košuta do Strmendolca.

Ove naslage konkordantno leže na bazalnim naslagama (¹M), a gdje ove nisu bile taložene, leže eroziono-diskordantno na različitim predneogenskim stijenama. Navise postupno perlaze u mlađi dio miocenskih naslaga (³M).

Vapnenački lapori i glinoviti vapnenci pretežno su slabo uslojeni ili debelo uslojeni, relativno tvrdi, jednoličnog izgleda, na svježem prijelomu sivkasti, a na trošnim površinama izdanaka blijedožućkasti i bjeličasti, pa otud često korišten pogrešni naziv »bijeli lapori«. Na mnogo mjesta, primjerice u Glavicama, te oko Trilja, izgrađuju izrazitiji reljef izbrazdan jarcima strmih strana. Koriste ih za lokalnu gradnju kuća. Petrografske analize uzoraka uzetih na više lokaliteta s izdanaka i iz jezgara istražnih bušotina, pokazale su da su to glinoviti kriptalgalni mikriti u kojima ima rekristaliziranih biogenih čestica, te kristalimični mikrospiriti. Oni u prosjeku sadrže 85 do 95% CaCO₃.

Nedostatak fosila jedno je od glavnih obilježja srednjeg dijela miocenskih naslaga razmatranog područja. Tako se u Sinjskom polju nedaleko Trilja samo mjestimično mogu naći jezgre *Congeria drvarensis* Toulai i unionida, te slabo očuvani ostaci makroflora. U Glavicama i na Sušnjevači kod Sinja u starijem dijelu ovih naslaga nailazi se na jezgre plodova *Ceratostratiotes sinjanus* (Kerner), a u mlađim slojevima ostaci alga

(Chlorophyceae) i jezgre kućica puževa od kojih su najbrojnije vrste *Melanopsis sinjanus* Brusina i *Fossarulus tricarinatus* Brusina.

Debljina srednjeg dijela miocenskih naslaga je oko 120 m.

Ugljenonosne naslage — ³M

Najmlađi dio miocenskih naslaga u području Sinja glavni je nosilac pojava i ležišta ugljena. U njima se mogu razlikovati i izdvojeni su u priloženoj geološkoj karti: a) kongerijski lapori i b) mlađe ugljenonosne naslage.

a) Kongerijski lapori. Ugljenonosne naslage najmlađeg dijela miocenskih sedimenata obično započinju kongerijskim laporima, kao u Košutama. Međutim, kongerijski lapori nisu suvislo razvijeni u području Sinja, negdje nedostaju, kao u Glavicama i Ruduši, a negdje se pojavljuju kao lako uočljiv facijes unutar samih ugljenonosnih naslaga, primjerice u Lučanima. Najmlađi dio miocenskih sedimenata u sinjskom području kontinuirano se nastavlja na vapnenačke lapore i glinovite vapnence (²M), ali u zapadnom obodnom dijelu leži izravno na gornjokrednim vapnencima s erozionom diskordancijom.

U ovom facijesu prevladavaju vapnenački lapori unutar kojih ima slojeva glinovitih vapnenaca, dok su u Lučanima zastupljeni pretežno glinovitim sivim laporima. Naslage su dobro uslojene, fosiliferne, ukupne debljine do 50 m.

Od fosila u ovim naslagama najbrojnije su kongerije, kojih je više vrsta. To su veliki oblici *C. drvarensis* Toulouza, *C. frici* Brusina i *C. aletici* Kochansky-Devidé, uz koje dolaze i druge isključivo miocenske forme kao što su *C. jadrovi* Brusina, *C. dalmatica* Brusina i *C. nitida* Kochansky-Devidé. Na više mjesta mnogo je unionida, osobito u iskopima irigacionih kanala u Sinjskom polju. To su *Unio katzeri katzeri* Brusina, *U. katzeri biocostatus* Žagar-Sakač, te podvrste *U. rackianus* Brusina (Žagar-Sakač, 1987).

U Hrvacama, a osobito u Jasenskom i Karakašici, obilati su talusi algi, te odlomci *Carex tertiaria* Unger kojih je tolika množina da zrakastim i rešetkastim strukturama prekrivaju čitave slojne plohe. Tu je moguće razaznati i dijelove drugog močvarnog bilja, primjerice rod *Arundo* i *Phragmites*, kao i otiske lišća listopadnog raslinstva. Posvuda su brojni gastropodi, to su vrste rodova *Melanopsis*, *Fossarulus*, te sitnih oblika *Orygoceras*, *Ancylus*, *Caspia* itd. S nalazišta Muša u Sinjskom polju i Lučana opisani su fosili rizoma lopoča vrste *Nymphaea arethusae* Brongnart, koji su također nađeni u slatkovodnim miocenskim naslagama u drugim područjima Evrope (Žagar-Sakač & Sakač, 1987).

b) Mlađe ugljenonosne naslage. Najbolje su otkrivene uzduž zapadnog oboda Sinjskog polja, gdje se kao suvisla zona pružaju od zaseoka Prcela u Košutama, preko Turjaka i Brnaza do doline Ruduša kod Sinja. Dalje prema sjeverozapadu nalazimo ih u Lučanima, na Pačini glavi i Hrvacama, te koritu rijeke Cetine kod Panja. Otkrivene su nadalje ispod kvartarnog pokrova na više mjesta u iskopima irigacionih kanala u središnjem i sjeverozapadnom dijelu Sinjskog polja, a vjerojatno ih ima i u većem dijelu Hrvatačkog polja i u polju Jasenskog, gdje su ispod pokrova aluvija utvrđene bušenjem, odnosno u plićem oknu.

Mlađe ugljenonosne naslage sastoje se od bjeličastih, sivih i smeđastih lapora, vapnenačkih lapora, te ugljevito-glinovitih slojeva, zatim ugljevito-vapnenačkih slojeva kao i tankih slojeva tufa. Petrografskim analizama utvrđeno je da se radi većinom o slabo dijageneziranim poroznim, mekanim, prhkim karbonatnim sedimentima sa sadržajem CaCO_3 od 80% do 87%. Sedimenti su sitnozrni, dijelom mikritske strukture. Kalcitni detritus je čest. Primjese ugljevitih supstancije su redovita pojava, pa o količini ovih primjesa ovisi i boja sedimenta. Moguće je razlikovati dva tipa ovih karbonatnih sedimentata, jedni su sa homogenom teksturom i mikritskom strukturom, a drugi su sa biosedimentnom laminiranom teksturom nastalom kao posljedica životne djelatnosti modrozelenih algi.

Ugljenonosne naslage veoma su fosiliferne. Najbrojnija je i najbolje proučena malakofauna, osobito gastropodi s brojnim vrstama mnogih rodova što ih je opisao s više nalazišta u bližoj okolici Sinja još Brusina (1907 i drugi radovi). To su Stuparuša, Krolin bunar, Ruduša, Turjaci i drugi lokaliteti. Ovdje stoga navodimo nekoliko podataka dobivenih novijim istraživanjima.

Iz jezgara bušotina lociranih na rubnom sjeverozapadnom dijelu Sinjskog polja između Košuta i Brnaza određeni su ovi oblici gastropodne faune: *Prosothenia dalmatina* (Neumayr), *Amnicola* (A.) *torbariana* (Brusina), *Theodoxus* (Th.) *sinjanus* (Brusina), *Lithoglyphus tripaloni* Brusina, *Orygoceras cornucopiae* Brusina, *Melanopsis visiniana* Brusina, *Fossarulus stachei* Neumayr, *Carychium pachychilus* Sandberger i niz drugih vrsta (determinacija Z. Jurišić-Polšak).

Palinološkim analizama (Jović, 1978, neobjavljeno) određeni su *Inaperturopollenites dubius* (R. Potonié) = Taxodiaceae, Cupressaceae, *I. polyformosus* (Thiergart) = Sequoia, *Monocolpollenites serratus* (R. Potonié) = cf. Scyadopites, *Tricolpollenites cingulum pusillus* (R. Potonié) = Castanea, kao i drugi mikroflorni elementi koji kao zajednica upućuju na srednjomiocensku starost. Ova palinološka analiza pokazuje kvantitativnu prevagu igličastog nad lisnatim drvećem. Cupressaceae i Taxodiaceae odgovaraju močvarnom staništu, dok Palmae, Rutaceae, Engelhartia itd. pripadaju bujnoj, vlažnoj suptropskoj vegetaciji okolnog suhog tla.

Ostrakodna fauna prema A. Sokač (1980) pokazuje da se većinom radi o malobrojnim i slabo očuvanim slatkovodnim oblicima. Određeni su *Paralimocythere rostrata* (Straub), *Potamocypris fulva* (Brady), *Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson) i *D. cylindrica* (Straub). Osim toga prisutni su oblici genera: *Herpetocypris*, *Potamocypris*, *Candona*, *Cyprinostis*, *Cypria* itd. Ovi ostrakodi upućuju na relativno plitkovodnu slatkovodnu sredinu s obilnom submerznom florom.

Zbog cjelovitog prikaza fosila najmlađeg dijela miocenskih naslaga u području Sinja potrebno je još navesti nalaz miocenskih sisavaca u ugljenonosnim slojevima rudnika lignita Ruduša, koji pripadaju prema Takšiću (1968) vrstama *Mastodon* (*Trilophodon*) *angustidens longirostris* Kaup, *Stenofiber jaegeri* Kaup i *Aceratherium minutum* Cuvier.

Ukupna debljina ugljenonosnih lapora (³M) je različita, jer su najmlađe naslage sinjskog miocena bile najizložene eroziji. Najveća debljina utvrđena im je u bušotinama duž zapadnog ruba Sinjskog polja gdje u Turjacima i Košutama iznosi oko 130 m.

KVARTAR

Kvartarni sedimenti značajni su jer u većem dijelu sinjskog područja prekrivaju miocenske naslage. S obzirom na sastav i uvjete postanka na geološkoj karti (sl. 1) izdvojena su tri tipa kvartarnih sedimentata.

Konglomerati i pješčenjaci u izmjeni s laporima — Qp

Sedimenti navedenog sastava nalaze se u području Trilja gdje izgrađuju brdo Gardun i prostor između Čaponica, Crvenog klanca, Vedrina i Trilja.

U podlozi ovih kvartarnih naslaga su gornjokredni vapnenci i miocenski sedimenti različite starosti, što nedvojbeno pokazuje njihov diskordantni položaj. Kutnu i eroziju diskordanciju s miocenskim sedimentima moguće je pratiti duž čitavog njihovog protezanja, jer su takvi kontakti dobro otkriveni. Uz to, za razliku od miocenskih sedimentata, u ovim naslagama dobro je razvijena kosa slojevitost, kao i nagla lateralna izmjena litološkog sastava (konglomerat-pješčenjak-glinoviti lapor) kao odraz brze sedimentacije uz visoku energiju voda koje su donosile klastični materijal u prostor sedimentacije.

Konglomerati u ovim sedimentima prevladavaju. Oni se sastoje od valutica jurskih, krednih i paleogenskih karbonatnih stijena, podređeno i drugog sastava i porijekla, promjera valutica do 10 cm, rjeđe većih dimenzija. Vezivo konglomerata je laporovito, stoga su većinom slabije vezani. Slojevitost je neujednačena. Pješčenjaci su sastavljeni od detritusa istog porijekla kao i valutice konglomerata. Pješčenjaci se nepravilno izmjenjuju s konglomeratima, a imaju uglavnom dobro izraženu uslojevnost. Glinoviti lapori nepravilno se u obliku slojeva i različito debelih leća pojavljuju unutar konglomerata i pješčenjaka. Vjerojatno potječu od pretaloženih, erozijom razorenih lapora miocenskih naslaga.

Starost opisanih sedimentata nije pouzdano utvrđena. Fosili u njima nisu nađeni. Kerner (1916) pretpostavlja da su taložene u mlađem pliocenu, dok Marinčić i dr. (1969) smatraju da se radi o fluvio-glacijalnim sedimentima pleistocena, što je prihvatljivije. Debljina im je u prosjeku oko 50 m.

Fluvio-glacijalni sedimenti — Qf

Ove naslage većinom se nalaze na istaknutim pozicijama. Tako one izgrađuju vrškove brojnih uzvisina u Glavicama, brdo Sušnjavaču, Nebesa, predio kod Kukuzovca, pa glavicu sinjske tvrđe itd. Sastoje se od nesortiranog i slabo vezanog pretežno grubog klasta koji potječe od stijena različitog sastava okolnog područja, kao što je brdo Visoka poviše Sinja,

Visočica, ali i onih udaljenijih, primjerice planina Svilaja. Različita je veličina klasta, to su fragmenti, odlomci pa i čitavi blokovi stijena bez ikakve zaobljenosti. Preteže klast potekao od karbonatnih mezozojskih i paleogenskih naslaga, ali ima fragmenata trijaskih klastita, malmskih rožnjaka itd. Ovi sedimenti ponegdje su gotovo monomiktini, kao u Brnazama i Mandačevoj glavici, gdje se sastoje od fragmenata i velikih blokova krednih vapnenaca, tako da su ovi materijali ranije uvrštavani u kredu (Kerner, 1914, Papeš i dr., 1982).

Fluvioglacialni sedimenti nastali su u pleistocenu u razdoblju snažne denudacije, djelomično možda djelovanjem, odnosno otapanjem leda (?). No način njihova postanka i mehanizam njihova transporta nije još pouzdan odreden.

Različiti sedimenti kvartara — Q

U sinjskom području nalaze se i druge kvartarne tvorevine koje su u geološkoj karti izdvojene kao cjelina. To su naplavine rijeke Cetine, različiti dezintegrati okolnih stijena, kao i sedimenti tresetišta i močvara. Sastoje se od glina, treseta, šljunaka, pijesaka i dr.

GENETSKI UVJETI TALOŽENJA MIOCENSKIH NASLAGA U SINJSKOM PODRUČJU

U početku slatkovodne sedimentacije često su se mijenjali uvjeti taloženja, vjerojatno uslijed smjenjivanja umjereno sušnih i vlažnih perioda. Stoga se naizmjenično talože biogeni i terigeni sedimenti, pa imaju višestruku izmjenju glinovitog ugljena i ugljena, s glinama, laporovitim, siltoznim i ugljevitim glinama, rjeđe laporima. U močvarama gdje se vršila akumulacija biogenog materijala, za vrijeme klimatskih promjena, vjerojatno vlažnih perioda, bio je veći prinos terigenog materijala, pa se talože glinoviti sedimenti.

Povećanjem stalnog nivoa vode, postepeno močvare prelaze u jezera, pa sve više dominiraju laporoviti sedimenti. U ovoj fazi još je uvijek značajan prinos terigenog glinovitog materijala. Daljnjim razvojem bazena uspostavljaju se jednolični uvjeti tipične jezerske sedimentacije sa trajno preplavljenim sedimentacijskim prostorom. Kroz dugi period taloži se kalcitni mulj s malim primjesama terigenog glinovitog detritusa. Tako je nastala preko 100 m debela serija vapnenačkih lapora i glinovitih vapnenaca bez pojava ugljena i s malobrojnim fosilima. Ovi glinoviti vapnenci su porozni, često mekani i prhki pa po vanjskom izgledu sličje laporima.

Zapunjavanjem sedimentacijskog prostora i oplicavanjem jezera ponovo se uspostavljaju uvjeti močvarne sredine, pa se talože mlađe ugljenonosne naslage. Laporoviti sedimenti izmjenjuju se sa ugljevitim talozima. Ugljen se pojavljuje u slojevima, proslojcima, ili su laporoviti sedimenti prožeti ugljevitom supstancom. Ove naslage su vrlo fosiliferne pa puževi i školjkaši često dolaze u velikim masama.

Mikroskopski je utvrđeno da su među karbonatnim sedimentima zastupljena dva različita tipa koji se izmjenjuju. Jedan s homogenom teksturom i mikritskom strukturom i drugi s biosedimentnom laminiranom teksturom (stromatolitske kore ili onkoidna tekstura), koja je posljedica životne aktivnosti modrozelenih algi.

Mikritski sedimenti predstavljaju bijeli karbonatni mulj, vjerojatno jezerske faze, tj. trajno preplavljene sedimentacijske prostore. No možda su također algalnog porijekla, nastali razaranjem mineraliziranog, ali ne cementiranog stromatolita i algalnog prostirača. Stromatolitski tip nastao je posredstvom modrozelenih algi u ekstremno plitkim uvjetima, a u niskim zaravnima, uz rubove jezera ili depresijama preplavljivanih periodički.

Proslojci i lamine ugljena u tijesnoj su zajednici s karbonatnim lećastim i korastim laminama, formirajući laminirane ugljevito-karbonatne članove.

Iako su ugljevite tvorbe inkompatibilne s karbonatnim stromatolitskim tvorbama modrozelenih algi, može se prema Montyju (1975) objasniti njihovo zajedničko taloženje u neogenu ovog područja. Lokalni reljef i dubina slatkovodne sredine može odrediti raspodjelu sedimenta. Pri tome vertikalna izmjena ugljevitih i algalnih vapnenačkih taloga mogu se interpretirati na više načina. To je moglo nastati fluktuacijama nivoa vode ili periodičkim izmjenama vlažnih i umjereno suhih sezona, što je pogodovalo rastu modrozelenih algi. Formiranje močvara i tresetišta uz rubove plitkih jezera s bujanjem akvatičke vegetacije u doba vlažnih perioda bilo je povoljno za formiranje ugljena. Poplavljenost močvara slatkom vodom nije smjela trajati suviše dugo, jer bi stagnirajuća voda spriječila stromatolitski rast. Za umjereno sušnih perioda usporen je razvoj i kolonizacija viših biljaka, ali su kratkotrajne kiše i plimatske oscilacije omogućile dovoljnu vlagu za rast tankih kora algalnog prostirača. Moguće je nadalje da su valovi doplavljivali jezerski biogeni detritus u području izmjenično preplavljivanih zaravni ili da je za vrijeme jačih kiša biogena materija donesena iz obalnog područja, što je vjerojatnije, s obzirom da se u obodnim dijelovima bazena najčešće nalaze deblji slojevi ugljena koji se prema centralnim dijelovima bazena obično stanjuju i isklinjuju. Oba načina objašnjavaju specifično pojavljivanje ugljena u sinjskom području u obliku diskontinuiranih slojeva, proslojaka i lamina uklopljenih u karbonatne i laporovite sedimente.

Razumljivo je da u čitavom razmatranom sedimentacijskom prostoru nisu bili podjednaki povoljni uvjeti za akumulaciju biljne materije. U većem bazenu kao što je Sinjsko polje, najpovoljniji uvjeti za postanak ugljenih ležišta bili su u zaljevima nekadašnjeg jezera (Lučani, Rudaša i dr.) i u djelomično preplavljenim njegovim obodnim dijelovima (Turjaci i Košute). Pri tome pored bilja koje je raslo u samim tresetištima i močvarama, u stvaranju ležišta ugljena mogla je sudjelovati i šumska vegetacija čiji su biljni ostaci s kopnenih površina povremeno snažani bujičnim vodama za vrijeme jačih kiša. Slični uvjeti mogli su postojati i u području današnjeg gornjeg toka rijeke Cetine, gdje se u Potravlju nalazi dosad najveće poznato ležište lignita Dalmacije.

EVOLUCIJA GEOLOŠKIH ZBIVANJA
U PODRUČJU SEDIMENTACIJE MIOCENSKIH NASLAGA SINJA

Krajem paleogena i početkom neogena u široj okolici Sinja nastala je kao posljedica tektonskih pokreta uska izdužena paleodepresija izgrađena od permskih, mezozojskih i paleogenskih stijena. Isprva se u tom prostoru u miocenu, u dijelovima veoma razvedenog krškog paleoreljefa, akumuliraju glinoviti boksiti i boksitične gline, a potom nakon postupne inundacije slijedi slatkovodna sedimentacija, koja je trajala približno od karpata do sarmata. U tom razdoblju nastali su naprijed opisani miocenski sedimenti čija ukupna debljina iznosi cca 400 m. Vjerojatno u pliocenu uslijedilo je lagano boranje ovih sedimenata, a potom i njihovo parcijalno lomljenje uzrokovano radijalnom tektonikom. Izvjesno značenje u tome imala su i dijapirska kretanja gornjopermskog evaporitsko-klastično-karbonatnog kompleksa, koja su započela još prije miocenske slatkovodne sedimentacije, a nastavila su se i kasnije, stvorivši istaknute kupolaste tektonske strukture u predjelu Glavica i u Karakašici. U pleistocenu uslijedila je veoma snažna fluvio-glacijalna erozija praćena akumulacijom velikih količina klastičnih sedimenata u nižim dijelovima terena, osobito u prijašnjem prostoru miocenske slatkovodne sedimentacije. Istovremeno nastaju kao posljedica erozije glavni oblici reljefa sinjskog područja. U nastaloj riječnoj dolini rijeke Cetine, u Sinjskom polju, te u podnožju okolnih planina talože se različiti dezintegrati stijena i aluvijalni, odnosno fluvijalni nanosi.

Uslijed navedenih zbivanja kontakti miocenskih naslaga i njihove podloge većinom su eroziono-diskordantni, međutim i rasjedne granice nisu rijetkost. U Jabuci, Grabu, a posebno u Rudama i Strmendolcu, registrirani su rasjedi duž kojih su vapnenci podloge izdizani, a miocenske naslage relativno spuštene. U većini slučajeva radi se o obnovljenim starijim rasjedima, koje možemo pratiti dalje u naslagama podloge miocena. Na izdignutim blokovima mezozojskih naslaga mjestimično su zaostali erozioni ostaci miocenskih naslaga (Kosmaš), koji potvrđuju vertikalnu tektonsku dislociranost miocenskih naslaga, ali i to da je rasprostiranje miocenskih naslaga uokolo Sinjskog polja bilo znatno veće.

Miocenske naslage u samom Sinjskom polju relativno su blago tektonski poremećene. Generalno su nagnute pod kutem 5—10° prema zapadu-sjeverozapadu. Lagano su borane i presječene nevelikim brojem rasjeda što koincidiraju sa glavnim sistemima rasjeda obodnog područja izgrađenog od karbonatne podloge.

Uzevši pojednostavljeno, miocen Sinjskog polja ima formu prema zapadu i sjeverozapadu blago nagnute ploče. Stoga u jugoistočnom i istočnom dijelu polja je na površini bazalni i srednji dio naslaga (¹M i ²M), dok je na suprotnom dijelu njegov najmlađi dio (³M). Tako su bazalne naslage (¹M) otkrivene u krškim uvalama Strmendolac i Svinjača. One su pod blagim kutom nagnute prema zapadu i sjeverozapadu, lokalno i prema jugoistoku. Nagib njihovih slojeva u prosjeku nije veći od 10°. U središnjem i istočnom dijelu polja na površini je srednji dio miocenskih naslaga (²M), koje su također blago nagnute prema zapad—sjeverozapadu. Isti položaj slojeva imaju i ugljenonosne naslage (³M) u središnjem dijelu Sinjskog polja, u predjelu Muša, koje su tek uz zapadni obod polja mjestimično jače borane, rasjedima lomljene pa stoga s različitim nagi-

bima slojeva. Tako u uvali Ruduše ugljenonosne naslage (³M) formiraju usku izduženu rasjedima presječenu sinklinalu, koja se lagano otvara prema jugoistoku kod Brnaza. Jedna slabo izražena sinforma konstatirana je kod zaseoka Kalina. U Prclama slojevi ugljenonosnih naslaga (³M), a podno Garduna i one srednjeg dijela (²M) blago su nagnute, dijelom razlomljene duž manjih rasjeda. U Lučanima, nastavku tektonske strukture Ruduše, nešto su složeniji odnosi unutar miocenskih naslaga, pri čemu dominira asimetrična sinklinala s ugljenonosnim naslagama (³M) koju je detaljnije opisao Kerner (1905 b).

Ovakav položaj miocenskih naslaga upućuje na to da je prvotno čitavo Sinjsko polje, pa i nešto širi prostor bio prekriven miocenskim naslagama, pri čemu su ugljenonosne naslage (³M) imale najveću rasprostranjenost. Nakon postmiocenskih tektonskih izdizanja uslijedilo je u pleistocenu erodiranje miocenskih sedimenata. Ono je bilo najintenzivnije u istočnom i jugoistočnom, najviše izdignutom dijelu s miocenskim naslagama, te su ovdje one otkrivene do svog bazalnog dijela. U tektonski manje izdignutom, a od erozije zaštićenijem zapadnom dijelu polja stoga su se sačuvale u najvećoj debljini najmlađe miocenske naslage.

Osim toga eroziona aktivnost i akumulacija klastičnih sedimenata u pleistocenu imaju znatnog udjela na današnji raspored i veličinu izdanačka miocenskih naslaga. Tako je erozija u fluvijalnim razdobljima pleistocena uzrokovala snažnu denudaciju relativno mekih miocenskih sedimenata, što je bilo potencirano kolebanjem nivoa eroziona baze, kada su urezani kanjoni Cetine i njezinih pritoka. Istovremeno velika količina tekućica visoke energije kretanja, koja je nosila velike količine gruboklastičnog materijala, mogla je dovesti do zatrpavanja depresije s miocenskim sedimentima. Tako ove naslage dobijaju mlad pokrov koji ih štiti, barem djelomično, od daljnje erozije.

Današnja morfološka situacija u ovom području nastala je mladim procesima. Na to navodi znatna erodiranost pleistocenskih sedimenata nastalih fluvio-glacialnim procesima u svim područjima njihova taloženja. Stoga ih danas nalazimo na mnogo mjesta poviše miocenskih sedimenata na morfološki istaknutim pozicijama, primjerice na brdu Nebesa, Šušnjevači, na Gardunu, Mandačevoj glavici itd. Na taj način posve mlada erozija ponovno otkriva neogenske naslage na različitim pozicijama u području Sinja.

KRATAK OPIS MINERALNIH SIROVINA VEZANIH UZ MIOCENSKE NASLAGE

Uz miocenske sedimente vezane su pojave i ležišta glinovitih boksita i boksitičnih glina, te tufova i ugljena.

Glinoviti boksiti i boksitične gline — bx

Glinovitih boksita i boksitičnih glina u bazi miocenskih naslaga ima na više mjesta u okolici Sinja. Najvažnije pojave i ležišta su u Strmendolcu, Crvenom klanecu, Vedrinama, Jabuci, Grabu, Čaporicama i Košutama u okolici Trilja, zatim u predjelu sjeverno od Hrvaca, te kod Peruće. Ležišta idu u red srednjih i većih ležišta boksita Dalmacije. Podina su im

karbonatne stijene različite mezozojske i paleogenske starosti. Pretežno su to gornjokredni rudistni vapnenci. Krovina su ovih boksita isključivo miocenske naslage.

Prema kemijskom sastavu to su visokosilicijski boksiti, jer sadrže više od 17% komponente SiO_2 . Mineralni sastav im je većinom jednoličan. Glavni su minerali hidrargilit i kaolinit, uz koje su redovito prisutni hematit i getit. Prema navedenom ova ležišta i pojave odgovaraju glinovitim boksitima i boksitičnim glinama. Karakteristični kemijski sastav i glavne mineralne sastojke prikazuje tabela 1 prema analiziranom uzorku boksita iz Crvenog klanca kraj Trilja.

Tabela — Table 1
Glinoviti boksit, Crveni klanac, Trilj
Clayey bauxite, Crveni klanac, Trilj

Kemijski sastav u % Chemical composition in %		Mineralni sastav Mineral composition
SiO_2	17,57	
Al_2O_3	41,39	
Fe_2O_3	14,95	Hidrargilit — Gibbsite
TiO_2	2,48	Kaolinit — Kaolinite
CaO	0,14	Hematit — Hematite
MgO	0,54	
K_2O	0,22	Getit — Goethite
Na_2O	0,09	
Gub. žar.	22,00	
Ukup.	99,38	

Prema geološkom položaju te mineralnom i kemijskom sastavu, glinoviti boksiti okolice Sinja odgovaraju boksitima koji su u Dinaridima općenito označeni kao neogenski (Sakač, 1973). Istovjetnih boksita ima i u drugim područjima Dalmacije, koja su kao i ova sinjskog područja istražili Sušnjara (1974) te Sušnjara & Ščavničar (1976 i 1978).

Tuf — Tf

Navedeno je da se tufovi nalaze u sva tri dijela miocenskih naslaga područja Sinja. U bazalnom dijelu naslaga (¹M) su u Glavicama i Karakašići, u srednjem dijelu (²M) registrirani su u Hrvacama, a u ugljenonosnim laporima (³M) u Lučanima i Košutama.

Tufovi se pojavljuju u obliku slojeva ili leća, kojih je jedan do četiri, s debljinom od 0,2 do 3 m. Tufovi u Hrvacama sadrže dobro očuvane fosile karboniziranog bilja, a u Lučanima uz tufove dolaze tufitični klastiti, odnosno siltozne gline i siliti. Svi ovi tufovi su sitnozrni, a pripadaju vitričnim i kristalovitričnim piroklastitima (tab. I, sl. 1—4). Osnovna im je masa devitricirano vulkansko staklo u kojem ima kristaliziranih minerala. Prevladavaju feldspati i kvarc, rjeđi je tridimit. Od teških mine-

rala redovito su prisutni biotit, apatit, cirkon, hornblenda i ilmenit. Tufovi oklice Sinja detaljno su obrađeni u radu Šušnjara & Šćavničar (1974).

Ugljen (lignit) — U1

Protivno dosadašnjem stanovištu da su sve pojave i ležišta ugljena u sinjskom području u istom stratigrafskom nivou, novijim istraživanjima utvrđena su dva ugljenonosna horizonta.

Stariji je vezan za bazalne naslage (¹M) s pojavama lignita uz istočni i južni obod Sinjskog polja, dok je drugi vezan za najmlađi dio miocenskih naslaga (²M) s brojnim pojavama i ležištima uz zapadni i sjeverozapadni rub polja, te u dolini rijeke Cetine i Lučanima.

U Strmendolcu i Svinjači u sastavu bazalnih naslaga mnogo je površinskih indikacija ugljena, koje su zajedno s pogodnom paleomorfologijom, duboko uvučenim zaljevima neogenskog jezera, upućivali na mogućnost postojanja većih akumulacija ugljena u dubljim dijelovima ovog područja. Međutim istraživanjem se naišlo samo na tanje slojeve i proslojke ugljena, te ugljevitih gline i ugljevitih lapore, kako je to prikazano u izabranim dijelovima profila istraženih bušotina na oba lokaliteta (sl. 4).

U sastavu mlađih ugljenonosnih naslaga brojne su pojave i ležišta ugljena s većim zadebljanjima u Ruduši, Turjacima, Košutama, te Lučanima i Potravlju. Ova ležišta su složenog litološkog sastava. Redovito se u produktivnoj seriji ugljen pojavljuje u više slojeva međusobno odjeljenih laporima, glinovitim laporima te siltoznim i ugljevitim laporima i glinama. Pojedina ležišta ugljena mogu biti znatne debljine. Tako u Ruduši »glavni« ugljeni sloj s jalovim ulošcima debeo je do 30 metara. U Potravlju ugljeni slojevi su svrstani u tri slojne grupe u kojima se debljina ugljena mijenja, a iznosi:

- I slojna grupa od 0,5— 5,4 m
- II slojna grupa od 1,5—17,4 m
- III slojna grupa od 1,7—15,9 m

U Turjacima u napuštenom površinskom kopu debljina ugljena s tanjim jalovim ulošcima iznosi do 12 m. U ostalim nalazištima debljina pojedinačnih ugljenih slojeva obično ne prelazi 2,5 m.

Ugljeni Sinjskog miocenskog bazena pripadaju lignitima. Kvalitet im je različit i varira od srednjeg do kvalitetnog lignita, što se vidi iz priloženih analiza sa ležišta Košuta (Tabela 2). Ovi ugljeni mjestimično su radioaktivni, naročito u Potravlju i Lučanima.

Ležišta, kao i većina izdanaka ugljena, nalaze se uz zapadni i sjeverozapadni rub Sinjskog polja, osim ležišta Potravlje (izvan priložene geološke karte), koje je danas preplavljeno jezerom HE Peruća. Istraživanjem nastavka ležišta ugljena i ugljenonosnih naslaga od ruba Sinjskog polja prema središnjem dijelu sedimentacijskog prostora, utvrdilo se da relativno debeli ugljeni slojevi prelaze u niz tanjih slojeva i proslojaka koji se izmjenjuju s laporitim, karbonatnim i glinovitim sedimentima.

Tabela — Table 2
 Kemijski sastav ugljena Košuta, (*M)
 Chemical composition of the coal, Košute (*M)

	1	2
Ukupna vlaga — loss of ignition	37,8	25,5
Higrovlaga — moisture	16,2	6,0
Pepeo — ash	10,7	26,4
S gorivi — S combustible	1,0	0,5
S ukupni — S total	2,1	1,7
Koks — Coke	33,9	43,4
Sagor. topl. Kcal/kg — heat of combustion — Kcal/kg	3420	2000
Ogrijevna moć Kcal/kg — fuel power — Kcal/kg	3030	1690

Interval bušotine NT-3/77 1 = 79,3—81,1 m
 Borehole interval NT-3/77 2 = 96,0—97,0 m

Analizu izradio: Prof. Lovreček

Česta je laminarna izmjena ugljena s laporima i prhkim karbonatnim sedimentima, kako je to prikazano u dijelu profila jedne od bušotina iz područja Turjaka (sl. 4).

Primljeno: 15. 12. 1987.

LITERATURA

- Anić, D. (1951—53): Starost naslaga sa smeđim ugljenom u Bosni, Hercegovini i Dalmaciji. *Geol. vjesnik*, 5—7, 73—110. Zagreb.
- Brusina, S. (1870): Monographie der Gattung Emmericia un Fossarulus. *Verh. zool.-bot. Gesell.*, 20, 925—938. Wien.
- Brusina, S. (1874): Fossile Binnen-Mollusken aus Dalmatien, Kroatien und Slavonien. 138 p. Zagreb.
- Brusina, S. (1897): Gragja za neogensku malakološku faunu Dalmacije, Hrvatske i Slavonije uz neke vrste iz Bosne, Hercegovine i Srbije. *Djela Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 18, 1—43. Zagreb.
- Brusina, S. (1902): Iconographia molluscorum fossilium in tellure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegovinae, Serbiae et Bulgariae inventorum. Atlas, 10 p, 30 tab. Zagreb.
- Brusina, S. (1907): Naravoslovne crtice sa sjeveroistočne obale Jadranskog mora. Prilog poznavanju neogenske faune mekušaca Dalmacije. *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 169, *Matem. priro. razr.*, 41, 207—227. Zagreb.
- Bužek, Č. (1982a): Nález plodů rodu *Ceratotratiotes* Gregor v miocénu jižní Moravy. *Zemni plyn a nafta*, 27/4, 365—378. Praha.
- Bužek, Č. (1982b): *Ceratotratiotes* Gregor an extinct water plant of uncertain affinity from the European Miocene. *Vestník ustav. geol.*, 57/5, 285—294. Praha.
- Fortis, A. (1774): *Viaggio in Dalmazia*. Presso Alvise Milocco, I, VIII + 180 + 47, II, 4 + 204. Venezia.
- Fortis, A. (1984): Put po Dalmaciji. (Prijevod Mate Maras), *Globus*, I—XXVII, 1—303. Zagreb.
- Hauer, F. (1862): Bericht über die Übersichts-aufnahmen in Mitteldalmatien. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 3, 240—241. Wien.
- Hauer, F. (1868): Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie nach den Aufnahmen der k. k. Geol. Reichsanstalt. Blatt 10. Dalmatiens. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 18/3, 431—454. Wien.
- Jović, B. (1978): Palinološke analize neogenskih ugljenonosnih naslaga srednje Dalmacije. Fond struč. dokum. Geol. zavod, Zagreb. (Neobjavljeno — Unpublished.) Zagreb.

- Jurišić-Polšak, Z. (1979): Miocenske i pliocenske neritide u Hrvatskoj. *Paleont. Jugosl.*, 22, 1—50. Zagreb.
- Jurišić-Polšak, Z. (1984): Novi fosarulusi u slatkovodnom neogenu Dalmacije (južna Hrvatska). *Rad Jugosl. akad. znar. umjetn.*, 411, *Razr. prir. znan.*, 20, 197—208. Zagreb.
- Kerner, F. (1905a): Reisebericht aus dem mittleren Cetinagebiete. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 11, 241—244. Wien.
- Kerner, F. (1905b): Gliederung der Sinjaner Neogenformation. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 6, 127—165. Wien.
- Kerner, F. (1914): Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungarn. Monarchie 1:75000, Sinj und Spalato. *Verl. Geol. Reichsanst.* Wien.
- Kerner, F. (1916a): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Österr.-Ungarn. Monarchie 1:75000, Sinj und Spalato. *Geol. Reichsanst.* 116 p. Wien.
- Kerner, F. (1916b): Die Lignitvorkommen im oberen Cetinatale. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 13/14, 288—289. Wien.
- Kerner, F. (1916c): Alt und jungtertiäre Pflanzenreste aus dem obere Cetinatale. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 8, 180—191. Wien.
- Kochansky-Devidé, V. (1976): O slatkovodnim mekušcima srednjeg miocena Hrvatske, Bosne i Hercegovine. 8. jugosl. geol. kongres, 2, 125—130. Ljubljana.
- Kochansky-Devidé, V. & Slišković, T. (1978): Miocenske kongerije Hrvatske, Bosne i Hercegovine. *Paleont. jugosl.*, 19, 1—98. Zagreb.
- Kühn, O. (1928): Das Alter der braunkohlenführenden Tertiärs von Bosnien, der Herzegowina und Dalmatien. *Centralbl. Miner. Geol. Paleont. (B)*, 569—571. Wien.
- Kühn, O. (1951): Süßwassermiozän von bosnischen Typus in Griechenland. *Geol. Ann. Greece*, 5. Athens.
- Lanza, F. (1855): Ueber die geologischen Verhältnisse in Dalmatien. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 6/4, 898—899. Wien.
- Lanza, F. (1859): Viaggio in Inghilterra e nella Scozia passando per la Germania, il Belgia e la Francia. 300 p. Trieste.
- Lovrich, I. (1776): Osservazioni di Giovanini Lovrich sopra diverse pezzi del viaggio in Dalmazia del signor abbatto Alberto Fortis coll'aggiunta della vita di Socivisa. Presso F. Sansoni. Venezia.
- Lovrić, I. (1948): Bilješke o putu po Dalmaciji opata Alberta Fortisa i život Stanislava Sočivice. (Prijevod Mihovil Kombol) Izd. Jugosl. akad. znan. umjetn. 229 p. Zagreb.
- Marinčić, S., Korolija, B. & Majcen, Ž. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100 000, list Omiš. Izd. Savez. geol. zavod. Beograd.
- Marinčić, S., Korolija, B., Mamučić, P., Magaš, N., Majcen, Ž., Brkić, M. & Benček, Đ. (1977): Tumač Osnovne geološke karte SFRJ, 1:100 000, list Omiš. Izd. Savez. geol. zavod, 15 p. Beograd.
- Monty, C. L. V. (1975): An important but overlooked geological setting the freshwater blue, green algal calcareous marsh. IX Congres intern. de Sedimentologie, 1, 225—233. Nice.
- Neumayr, M. (1869): Beiträge zur Kenntniss fossilier Binnenfaunen. I Die Dalmatinischen Süßwassermergel. *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 19/3, 355—382. Wien.
- Olujić, J. (1936): Ueber die geschlossenen progressiven Entwicklungsreihen der Schellen der pontischen Prosothenia. (Vorläufige Mitteilung.) *Arch. Molluskenk.*, 68/3, 118—120. Frankfurt/M.
- Papeš, J., Magaš, N., Marinković, R., Sikirica, V. & Raić, V. (1982): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100 000, list Sinj. Izd. Savez. geol. zavod. Beograd.
- Raić, V., Papeš, J., Sikirica, V. & Magaš, N. (1984): Tumač Osnovne geološke karte SFRJ, 1:100 000, list Sinj. Izd. Savez. geol. zavod, 52 p. Beograd.
- Sakač, K. (1973): Stratigrafski položaj i opće karakteristike boksitnih ležišta. II jugosl. simp. istr. ekspl. boksita. A-XV, 20 p. Tuzla.
- Sokač, A. (1980): Miocenski ostrakodi Sinjskog polja. *Geol. vjesnik*, 31, 137—144. Zagreb.
- Stache, G. (1863): Sitzung am 3 März 1863. (Geologie von Dalmatien.) *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 13/1, (Verh.), 18. Wien.
- Sušnjara, A. (1973): Tuffs in Neogene deposits of Central Dalmatia. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, A, 18/7—9, 140—141. Zagreb.

- Sušnjara, A. (1974): Clayey bauxites in Central Dalmatia. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, A, 19, 7—8. Zagreb.
- Sušnjara, A. & Šćavničar, B. (1974): Tufovi u neogenskim naslagama srednje Dalmacije (južna Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 27, 239—253. Zagreb.
- Sušnjara, A. & Šćavničar, B. (1976): Akcesorni teški minerali u boksitima i karbonatnim stijenama podine boksita. IV jugosl. simp. istraž. eksploat. boksita. 53—66. Hercegovini.
- Sušnjara, A. & Šćavničar, B. (1978): Heavy minerals as provenance indices of tertiary bauxites in Dalmatia (Yugoslavia). 4th Intern. Congress for the Study of Bauxites, Alumina and Aluminium. ICSOBA, 2, 822—837. Athens.
- Takšić, A. (1968): Die Vertebratenfauna aus dem Goručicatal bei Sinj. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, A, 13/3—4, 74—75. Zagreb.
- Wenz, W. (1929—30): Gastropoda extramarina tertiaria. Catalog II—IV, 421—3387. Verl. W. Junk, G. Wahler. Berlin—Neubrandenburg.
- Zepharovich, V. R. (1853): Verzeichniss der an die k. k. Geologischen Reichsanstalt gelangten Einsendung von Mineralien, Gebirgsarten, Petrefacten u. s. w. (Lanza, F. Izvještaj o geološkim istraživanjima Dalmacije.) *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 4/1, 157—158. Wien.
- Zagar-Sakač, A. (1986): Unio katzeri Brusina iz miocenskih slatkovodnih naslaga Dalmacije (južna Hrvatska). *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 424, *Razr. prir. znan.*, 21, 167—186. Zagreb.
- Zagar-Sakač, A. (1987): Unionacejska fauna slatkovodnih miocenskih naslaga srednje Dalmacije. *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 431, *Razr. prir. znan.*, 22, 69—91. Zagreb.
- Zagar-Sakač, A. & Sakač, K. (1984): Nalazište unionacejske faune neogenskih (miocenskih) naslaga Dalmacije. *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 411, *Razr. prir. znan.*, 20, 209—230. Zagreb.
- Zagar-Sakač, A. & Sakač, K. (1987): Novi nalazi fosilnih lopoča (Nymphaeaceae) u terciarnim naslagama Dalmacije. *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 431, *Razr. prir. znan.*, 22, 207—218. Zagreb.

Miocene freshwater sediments of the Sinj area — Middle Dalmatia

A. Sušnjara and K. Sakač

Miocene of the Sinj area, Dalmatia is characterized by the successive deposition of predominant marly and clayey limestones, belonging to the alteration of boggy and lacustrine freshwater environment. Clays, tuffs (plate I, fig. 1—4), together with lignite deposits can be found sporadically. Additionally, the base of Neogene sediments is characterized by deposits and occurrences of clayey bauxites. The characteristic chemical composition, as well as the mineral content of bauxites are given in the table 1, while the chemical composition of coals reader can find in the table 2, pertaining to the part written in the Croatian language.

Miocene deposits of the Sinj area were divided into three parts according to the lithologic composition, conditions during the deposition and fossil assemblages, respectively. Within deposits several facies were distinguished. The simplified lithologic composition of these deposits is quoted in the fig. 3. Gastropods, with numerous endemic forms are the most frequent among fossils in investigated sediments. They were studied in detail in the several paleontologic papers by Brusina (1870, 1874, 1897, 1902 etc.). The significant ones are mollusks belonging to the genus *Congeria*, with the tier of species which enable correlation with adjoining areas of the freshwater sedimentation in Herzegovina, Bosnia and the south rim of the Panonian Basin (Kochansky-Devidé and Slišković, 1978). Furthermore, the evolutionary lineage of forms of genus *Unio*, can be found (Zagar-Sakač, 1986, 1987), as well as the numerous fossils of submerzion flora, and the amount of remnants of dry-land plant community (Kerner, 1905c, 1916, Bužek, 1982a, b, Zagar-Sakač & Sakač, 1987), and ostracods (Sakač, 1980). In addition, pollen and other fossil remnants were investigated in these, rather fossiliferous sediments.

The investigated Miocene sediments lie with the strong discordance over the various rocks of the Upper Permian (evaporites, clastics, limestones), Mezozoik (predominantly carbonate rocks, namely limestones), and Paleogene (limestones and calcareous clastics).

The Neogene sediments are weakly dislocated, plicated and broken mostly due to the action of vertical faults (fig. 1 and 2). The oldest basal sediments (¹M) are mostly confined to the southeastern part of Sinjsko polje, while in the broader Sinj area, around Lučani and Hrvace, the younger part of coal-bearing sediments (²M) are developed, following the general inclination of the whole complex unit toward the northwest. In the gap between them uniform calcareous marls and clayey loose limestones (³M) are broadly spreaded.

The age of Miocene sediments of the Middle Dalmatia, more exactly the vicinity of Sinj is subject to various opinions. Mainly, it is considered to be the span between the Middle Miocene and Sarmatian (Kühn, 1928, 1963; Kochanský-Devidé & Slišković, 1986 and others). According to general characteristics the following conditions of sedimentation are presumed. In the initial phase the old pre-Neogene relief was flooded following by terrigenous materials which were carried down from the adjacent areas to the relatively shallow freshwater boggy environment. The multitudinous alteration of marls, silty and carbonaceous clays, clayey coals and coals (¹M) is the result of the alternately biogeneous and terrigenous sediments deposition. By the permanent water level raising bogs were gradually changed to lakes leading to the sedimentation of marls. In the lasting permanently submerged basin environment, after the monotonous lacustrine sedimentation had been established, the calcareous mud with the sparse impurities of terrigenous clay-like detritus (²M) was deposited. These sediments are porous, soft and loose and according to the external appearance they resemble marls. Moreover, these sediments are named »white marls« in the Sinj area and in the geologically identical regions (i. e. Bosnia and Herzegovina).

The coal-bearing sediments were deposited once again after the sedimentation basin had been filled up, following by the shallowing of lake and the foundation of boggy conditions. These sediments are consisted of marls, clayey calcareous mudstones, together with layers, sublayers and deposits of coals (³M). In the Miocene sediments of Sinj area, two various types of carbonate sediments, in the mutual alteration, are presented. The former is characterized by the homogenous structure and micritic texture, and the later with the biosedimentary laminated structure.

The micritic sediments is the white carbonate mud grew up during the lacustrine sedimentary phase. The one with the laminated structure represents the stromatolitic crust developed due to the growth and metabolic activity of blue-green algae in the shallow part of basin, along the lake rims and/or in the periodically flooded bog depressions. Coal sublayers and laminae are in the close relationship with the calcareous lens-like and crust-like laminae forming the coal-carbonate-bearing members.

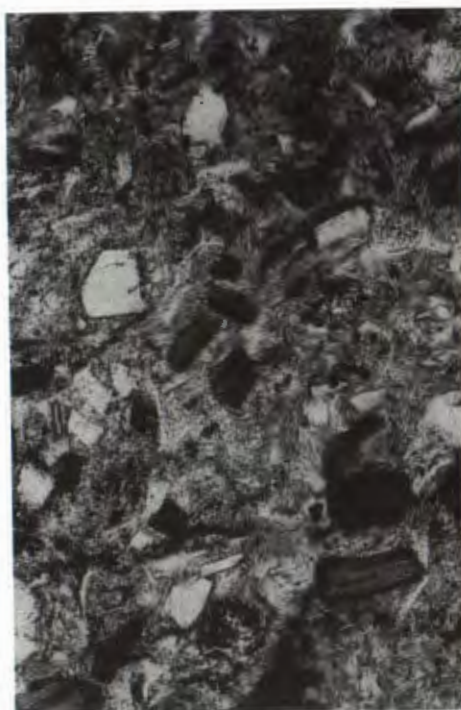
This rather unusual feature, that is, the occurrences of coal substances within carbonate sediments, leads to the conclusion of specific sedimentary conditions which can be explained by the periodically water level fluctuation and wet and temperately dry seasons alteration. This favor the growth of blue-green algae, together with carrying down the biotritus by streams during the heavy rains from the adjacent coastal regions. A discontinuous appearance of coals within the Neogene sediments of the investigated area is the results of the mentioned depository conditions exchange.

TABLA — PLATE I

- 1—2. Kristalno-vitrični tuf. ¹M. Lokality Turjaci. 55 x
Crystal-vitric tuff. ¹M. Locality Turjaci. 55 x
- 3—4. Vitrični tuf. ¹M. Lokality Glavice. 90 x
Vitric tuff. ¹M. Locality Glavice. 90 x



1



2



3



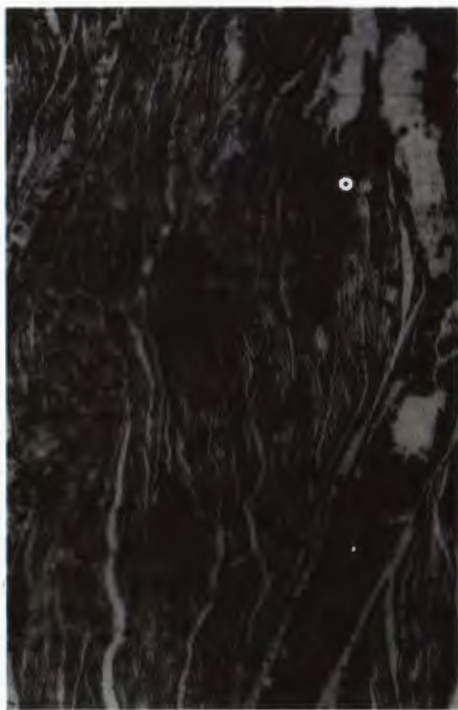
4

TABLA — PLATE II

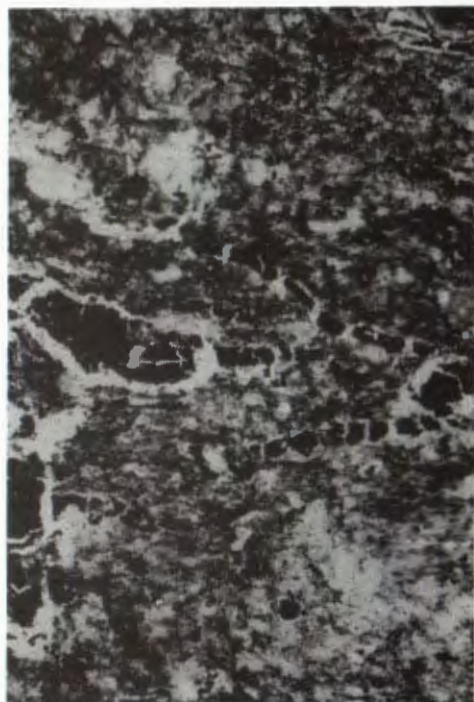
1. Ugljevita glina s piritom. ¹M. Lokalityet Svinjača. 55 x
Pyritic carbonaceous claystone. ¹M. Locality Svinjača. 55 x
2. Laminirana ugljevita glina. ¹M. Lokalityet Svinjača 55 x
Laminated carbonaceous claystone. ¹M. Locality Svinjača. 55 x
3. Glinoviti mikrosparit s ugljevitom tvari. ²M. Lokalityet Brnaze. 55 x
Clayey microsparite with the carbonaceous matter. ²M. Locality Brnaze: **55** x
4. Kvarc-kalkarenit. ²M. Lokalityet Glavice. 55 x
Quarz-kalkarenite. ²M. Locality Glavice. 55 x



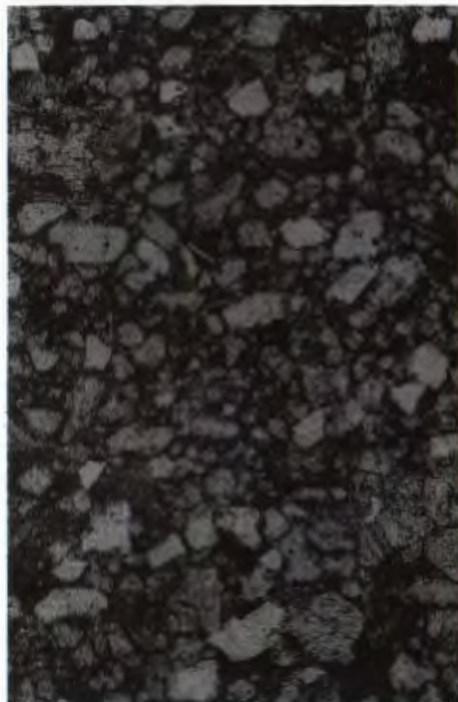
1



2



3



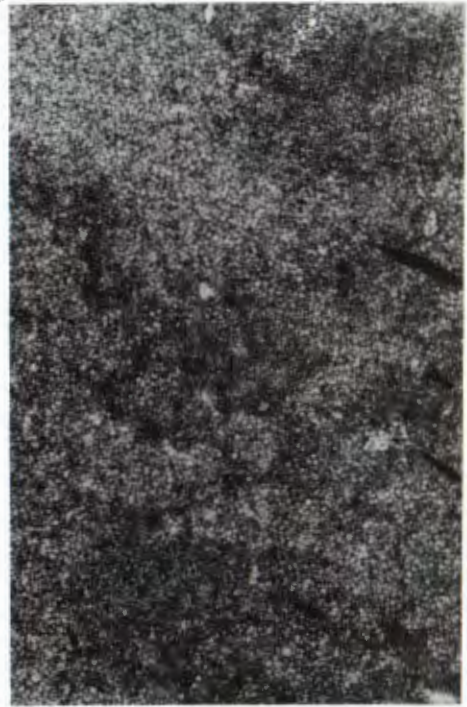
4

TABLA — PLATE III

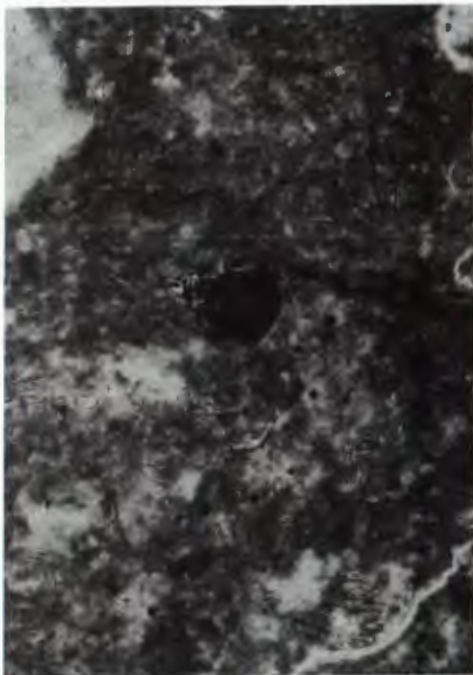
1. Slabo glinoviti mikrit. ³M. Lokalitet Turjaci. 55 x
Poorly clayey micrite. Locality Turjaci. 55 x
2. Slabo glinoviti mikrit s trunjem ugljevite tvari. ²M. Lokalitet Glavice. 55 x
Poorly clayey micrite with carbonaceous particulates. ²M. Locality Glavice. 55 x
- 3—4. Detalj iz kriptalgalnog mikrita. ³M. Lokalitet Brnaze. 55 x
Detail of the cryptalgal micrite. ³M. Locality Brnaze. 55 x



1



2



3



4

TABLA — PLATE IV

1. Laminirani ugljevito-vapnenački sediment s biodetritusom. ³M. Lokalitet Košute. 55 x
Laminated carbonaceous and calcareous sediment with biodetritus. ³M. Locality Košute. 55 x
2. Laminirani ugljevito-vapnenački sediment. ³M. Lokalitet Košute. 55 x
Laminated carbonaceous and calcareous sediment. ³M. Locality Košute. 55 x
3. Laminirani ugljeviti, glinoviti lapor. ¹M. Lokalitet Strmendolac. 55 x
Laminated carbonaceous and clayey marl. ¹M. Locality Strmendolac. 55 x
4. Rekristalizirani (kriptalgalni) laminit. ¹M. Lokalitet Svinjača. 55 x
Recrystallized (cryptalgal) laminite. ¹M. Locality Svinjača. 55 x

