

ZIVKO PLETIKAPIC, IVAN GJETVAJ, MARIJA JURKOVIC,
HRVOJE URBIHA i LJERKA HRNCIC¹

GEOLOGIJA I NAFTOPLINONOSNOST DRAVSKE POTOLINE

S 21 tablom u prilogu

SADRŽAJ

Sinopsis

Uvod i povijest istraživanja

Geotektonski položaj, osnovne crte građe i rajonizacija potoline
Stratigrafija, sedimentacija i naftoplinonosnost

- a) Podloga tercijara
- b) Miocen
- c) Pitomača slojevi
- d) Virje slojevi
- e) Ferdinandovac slojevi
- f) Virovitica i Slatina slojevi
- g) Pokrovni slojevi

Zaključak

Literatura

UVOD I POVIJEST ISTRAZIVANJA

U Dravskoj potolini izvode se radovi na istraživanju ležišta nafte i plina od 1855. god. Do konca 1961. prikupljen je u poduzeću »Naftaplin« opsežan dokumentacioni materijal, koji se činio dovoljnim za tumačenje glavnih crta građe potoline i ocjenu perspektiva naftoplinonosnosti.

Unatoč veličine istražnog područja prilično detaljno je raščlanjen dio profila tercijarnih sedimenata u kojima se javljaju ležišta ugljikovodika, kako bi se s dovoljno detalja mogli pratiti strukturni, litofacijelni i hidrogeološki odnosi potrebni za tumačenje naftogeoloških odnosa ispitivanog teritorija.

Karakteristike regionalne diskordancije između predtercijarnih i tercijarnih stijena protumačene su na temelju karte dubina, paleogeološke karte podloge i litofacijelne karte krovnih naslaga, a karakteristike ostalih jedinica strukturnim kartama, kartama debljina, litofacijelnim kartama i hidrogeološkim kartama. Naftna i plinska polja te oblici koji su se na temelju studija orthonodnih karata mogli označiti kao perspektivni za traženje ležišta nafte i plina, prikazani su za svaku ispitivanu jedinicu na kartama prognoza naftoplinonosnosti.

Dravska potolina je lokalna depresija na jugozapadnom dijelu Pannonske kotline. Ispunjena je tercijarnim i kvartarnim sedimentima koji leže diskordantno na podlozi izgrađenoj od paleozojskih i mezozojskih stijena. Stijene podloge vidljive su na okolnim rubnim horstovima:

¹ Autori, geolozi poduzeća »Naftaplin« izradili su ovaj rad na inicijativu i u sistemu istražnih radova koje provodi poduzeće »Naftaplin«.

Kalniku, Moslavačkoj gori, Papuku, Krndiji, Villany-u i Mecsek-u. Ukupna površina potoline iznosi oko 9800 km² od čega SFR Jugoslaviji pripada 6100 km², a ostatak NR Mađarskoj. Duž ovog teritorija teče svojim donjim tokom rijeka Drava po kojoj je potolina dobila ime.

Proučavanje geološke građe svake oblasti je dugotrajan proces u kojem svoje priloge daju poduhvati poduzeti s različitim ciljevima i u različito vrijeme. Lokalizacija područja, perspektivnih za traženje ležišta nafte i plina bila je glavni zadatak, pokretač i cilj istražnih radova na ispitivanju geološke građe Dravske potoline provedenih u posljednjih desetak godina, u okviru sistema istražnih radova koje provodi poduzeće »Naftaplin«, a čiji su rezultati sumirani ovim radom. Prvi pokušaji otkrivanja ležišta ugljikovodika na prostoru Dravske potoline kod Poganca i Ludbrega, datiraju još od 1855. godine. Međutim, o tim pokušajima koji su završeni 1907. godine bez uspjeha, sačuvano je vrlo malo podataka. Nastavak radova, s istim ciljem između dva rata kod Sedlarnice i Marinovca (1922–23. godine), također nije završen uspješnije. Od ukupno 2570 m profila dubokih bušotina izvedenih u tom periodu nije sačuvan ni jedan ozbiljan podatak. Znatno ozbiljnije napore na ovom prostoru poduzeo je njemački kapital preko Petrolej d. d. neposredno pred rat i u toku samog rata, od 1939–1942. god. Tada je uz snimanje regionalne gravimetrijske karte velikog dijela Dravske potoline, izvedeno bušenje dviju istražnih bušotina kod Ludbrega i jedne kod Grubišnog polja s ukupnom dužinom profila od 5227 metara, zatim blizu 30 plitkih istražnih bušotina kod Ludbrega i Poganca, te oko 5 »eksploatacionih« također kod Ludbrega pod nazivom »Bednja« s daljnjih 2350 dubinskih metara. (F. Ožegović, 1944.). Nakon oslobođenja od 1949–52. god. organiziraju se novi pothvati, najprije na strukturi Lepavina, a zatim i na strukturi Sedlarnica, kada je izbušeno 8 dubokih istražnih bušotina, s ukupno 8974 metra, uz znatan broj plitkih istražnih bušotina kod Lepavine, Sokolovca, Mosti i Sedlarnice (A. Rubinić, 1954.).

Međutim, ni ova nastojanja, iako su predstavljala izuzetan napor u to vrijeme, nisu dala željene rezultate u otkrivanju industrijskih rezervi nafte i plina. Ona su naprotiv jasno pokazala, da forsiranje radova na pojedinim lokalitetima, ma kako oni bili logično i stručno odabrani, predstavlja vrlo hazardnu igru, i da je bolje u prvoj fazi istraživanja velika sredstva koja se na taj način troše, primjenom najskuplje tehnike istražnih radova – dubokog bušenja – na ograničenom prostoru, iskoristiti za upoznavanje regionalnih karakteristika građe naftoplinonosnog basena. Tako su stečena praktična iskustva, potkrepljena suvremenim idejama o potrebi basenskog shvaćanja istražnog prostora (L. G. W e k s, 1950. i 1952.; A. I. L e v o r s e n, 1954., I. O. B r o d, 1958.) i novim metodološkim koncepcijama istraživanja prostora u cilju otkrivanja ležišta ugljikovodika (A. G. A l e k s i n, 1959.), uvjetovala novu orijentaciju u izvođenju istražnih radova na području Dravske potoline.

Novi regionalni istražni radovi na području Dravske potoline, čiji je cilj bio prikupljanje dovoljnog broja podataka za proučavanje općih crta građe i objektivnu ocjenu perspektiva naftoplinonosnosti, započeli

su 1956. god. i do momenta pristupanja ovoj sintetskoj obradi podataka uglavnom su uspješno završeni. Izvjesne poteškoće izazvane preorijentacijom na nove metodološke koncepcije, u čijoj primjeni nisu postojala nikakva iskustva, nedostatkom čvrstog programa i skromnim tehničkim mogućnostima izvađača, uvjetovale su izvjesnu neujednačenost gustoće i kvalitete podataka. Nesumnjivo da su ove teškoće i nedostaci našli svoj odraz u sigurnosti prilikom interpretacije i prognoziranja potencijalne naftoplinonosti.

U spomenutoj zadnjoj fazi radova prikupljeno je ukupno preko 95% svih podataka koji su obuhvaćeni ovom sintezom, a to su:

1. Geološka karta svih otkrivenih terena (oko 7% ukupne površine) snimljena u mjerilu 1 : 25.000,
2. Gravimetrijska karta, oko 95% ukupne površine premjereno s gustoćom od jednog stajališta/km². Dopunsko snimanje s većom gustoćom, od 5 stajališta/km² izvedeno je na blizu 60% ukupne površine,
3. Magnetska karta, oko 44% ukupne površine, premjereno s gustoćom od 5 stajališta/km²,
4. Seizmički profili, ukupno oko 1640 km što odgovara prosječnoj gustoći mreže od 0,27 km/km²,
5. Geoelektrične sonde, ukupno oko 435 stajališta s prosječnom gustoćom od 1 sonde/14 km²,
6. Duboke bušotine, ukupno 40 istražnih bušotina s 90337 dubinskih metara. U većini bušotina izvedena su elektrokarotažna i geotermička mjerenja, na 13 bušotina radiokarotažna i na 8 bušotina mjerenja seizmičkih brzina. Ispitivanje slojnih karakteristika izvedeno je u istražnim bušotinama na 16 horizonata.
7. Laboratorijska ispitivanja izvedena na uzorcima stijena i fluida iz dubokih bušotina, ukupno oko 188 paleontoloških, 100 sedimentoloških i petrografskih, 949 fizikalnih analiza kolektora i oko 20 tehničkih analiza voda, nafte i plinova.

Studij geološke građe i naftoplinonosti izveden je u nekoliko etapa, izradom niza internih, stručnih dokumenata. U prvoj etapi obavljeno je raščlanjenje sedimenata i korelacija bušotinskih profila (Ž. Pletikapić), te konstruiran srednji profil sedimentne serije (prilog 1). Na temelju srednjeg profila, na kojem je statistikom svih pojava ugljikovodika utvrđen njihov stratigrafski dijapazon, izvršen je izbor intervala za kartiranje i studij strukturnih (I. Gjetvaj i dr.), litofacijelnih (M. Jurković i H. Urbih a), hidrogeoloških (Lj. Hrnčić) i naftogeoloških (Ž. Pletikapić) odnosa. Objektivna ocjena perspektiva naftoplinonosti izvedena je preko procjene prognoznih rezervi, a poslužit će za usmjeravanje budućih radova na istraživanju i otkrivanju novih ležišta nafte i plina u najperspektivnijim od izdvojenih zona nakupljanja ugljikovodika.

Ovaj je rad pokušaj da se čitava obuhvaćena materija iz spomenutih studija, koje su u formi samostalnih predavanja prikazane na kolokvijima Hrvatskog geološkog društva, sintetizira i oslobodi brojnih detalja, te tako prilagodi interesu šireg kruga geologa.

Autori se u prvom redu zahvaljuju stručnom rukovodstvu poduzeća »Naftaplina«, koje je dozvolilo da se podaci prikupljeni i obrađeni kolektivnim radom stručnih službi u poduzeću u ovom obliku objave. Veliku zahvalnost dugujemo A. Rubiniću i R. Filjaku za pomoć u organizaciji i stručnom nadzoru pri izradi spomenutih internih stručnih dokumenata, B. Galekoviću, B. Hajnšeku, S. Hajnšeku i J. Simonu za neposrednu stručnu suradnju u svim fazama rada, J. Benediku i S. Kordiću za požrtvovnu tehničku suradnju, J. Mrzljaku, A. Nežmahu i V. Kejli za izradu brojnih grafičkih priloga, te D. Ostović za prijepis manuskripta. Također posebno zahvaljujemo Hrvatskom geološkom društvu i Uredništvu Geol. vjesnika na poticaju koji su nam dali za objavljivanje ovog rada i svesrdnoj pomoći na njegovoj pripremi za štampu.

GEOTEKTONSKI POLOŽAJ, OSNOVNE CRTE GRAĐE I RAJONIZACIJA POTOLINE

Dravska potolina se nalazi na području međugorja alpsko-karpatkog i dinarskog orogena, na tzv. Panonskoj masi, u čijoj se građi jasno ističu dva osnovna elementa, podloga i pokrov (I. N. Slavina, 1958).

Prvi osnovni element u građi Panonske mase čine stijene prekambrija i starijeg paleozoika, metamorfozirane i izvanredno naborane u hercinskoj orogenezi. Intruzije ogromnih količina kiselih i bazičnih eruptiva koje su pratile ovu orogenezu, očividno su uvjetovale konsolidaciju Panonske mase.

U gornjem paleozoiku i mezozoiku na masi se očituju neznatna vertikalna kretanja. U sedimentaciji najprije prevladavaju klastici, a zatim karbonatne stijene. Intenzivna kretanja počela su ponovo u donjoj kredi, a odrazila su se stvaranjem velikih lomova i probijanjem uz njih novih intruzija, te boranjem u neposrednoj graničnoj zoni oko Panonske mase.

Na tektonske pokrete alpske orogenetske faze, Panonska masa reagira vrlo diferenciranim pokretima blokova uz stare i nove lomove, pri čemu se u centralnom dijelu i rubnim depresijama stvara najmlađa, neogenska serija pokrova mase.

Na dijelu Panonske mase, koji pripada Dravskoj potolini, vrlo detaljno je ispitana građa ove posljednje serije pokrova, dok je o građi starijih članova dobiven samo grubi uvid preko paleogeološke karte podloge tercijara (prilog br. 4).

Na karti podloge tercijara, izrađenoj na temelju podataka iz dubokih bušotina i geoloških karata rubnih horstova, izdvojeno je nekoliko masiva izgrađenih od paleozojskih stijena. Veliki, sjeveroistočni masiv najvećim dijelom se prostire u Mađarskoj, a zahvaća područje od Kaposvára i Görgetega na zapadu, Donjeg Miholjca na jugu i Mecseka na sjeveroistoku. Južni Papučko-krndijski masiv obuhvaća i dijelove Dravske potoline prekrivene tercijarnim tvorevinama na sjeveru u pojasu

širokom oko 15 km. Moslavačko-vrbovečki masiv prostire se na jugo-zapadnom rubu potoline. Dva manja područja neposrednog kontakta paleozojskih i tercijarnih stijena utvrđena su još kod Mosti i Grubišnog Polja.

Granice rasprostiranja paleozojskih i mezozojskih stijena, do sad prikupljenim podacima, nisu definitivno određene i vjerojatno će daljnim radovima biti korigirane. Napominjemo da su prvi radovi mađarskih geologa, koji su obrađivali ovu materiju (J. Tomor, 1957, G. Kertai, 1957.) pretpostavljali niz zona paralelnih s Bakonjskom šumom, u kojima se smjenjuju paleozojske i mezozojske stijene. U novom radu G. Kertai-a (1962. god.), baziranom na podacima iz novih bušotina, spominje se »šahovski« raspored paleozojskih masiva u građi podloge tercijara na području Mađarske. Ovaj opis znatno više odgovara stanju utvrđenom na području Dravske potoline.

Iako strukturni odnosi mezozojskih tvorevina nisu mogli biti na temelju postojećih podataka ispitani, paleogeološka karta podloge tercijara pokazuje uglavnom podudaranje općeg tektonskog plana ovog područja u vrijeme njihovog stvaranja s tektonskim planom u alpskoj fazi. Görgetški, Papučko-krndijski i Moslavački masiv zadržavali su, u nešto izmijenjenom obliku svoju ulogu istaknutih, pozitivnih elemenata za vrijeme tercijara, kao što su bili i u mezozoiku. Jedino pojas na liniji Kalnik-Inke pokazuje inversiju u strukturnom planu. Ovaj pojas na granici s Murskom potolinom, s potpunim odsustvom ili izrazitom redukcijom tercijarnih sedimenata, predstavljao je u mezozoiku područje taloženja debele serije sedimenata, koji su u alpskoj fazi poremećeni i visoko dignuti.

U formiranju suvremenog strukturnog plana tercijarnih tvorevina na području Dravske potoline najvažniju ulogu su odigrali paleoreljef i vertikalni tektonski pokreti, dok su tangencijalni potisci bili vrlo blagi i od sekundarnog značenja. Konstatiran je čitav niz rasjednih linija od kojih su neke bile aktivne u toku čitavog tercijara. Za ilustraciju možemo navesti da skok glavnog uzdužnog potolinskog rasjeda dostiže u nivou temeljnog gorja veličinu od 2000 m.

Radi jednostavnijeg opisa morfologije tektonskih oblika izvršili smo podjelu obuhvaćenog područja na niz jedinica koje se međusobno razlikuju u tektonskim formama (prilog 2 i 3). To su: Kalnički masiv, Moslavačko-vrbovečki masiv, masiv Papuka i Krndije, masiv Mecsek i Villany, masiv Inke, masiv Görgeteg, Bilogorski masiv, Bjelovarska depresija, Glavna potolinska zona i depresija Berzence. Dat ćemo prikaz tih tektonskih jedinica sa njihovim položajem u potolini, odnosom prema susjednim jedinicama, te bitne karakteristike tektonskih oblika. Moramo napomenuti da jezgre masiva koje nisu prekrivene tercijarnim sedimentima predstavljaju zasebne tektonske jedinice u rangju Dravske potoline. Pod nazivom »Dravska potolina« podrazumijeva se područje unutar prije opisanih granica koje je prekriveno tercijarnim sedimentima. Prilikom opisivanja tektonskih oblika mi ćemo često tretirati oba elementa zajedno, jer neposredno prelaze jedan u drugi.

Kalnički masiv

Kalnički masiv zatvara potolinu sa sjeverozapadne strane. Smjer pružanja masiva je jugozapad-sjeveroistok. Sa tektonskog gledišta to je greben horstovskog tipa. U dijelu masiva koji gravitira prema Dravskoj potolini dominantni elementi su Centralni greben, Subotički horst, te Gornjoriječki strukturni nos. Najviši dio Centralnog grebena izdiže se kao Kalničko gorje čiju jezgru čine trijaski i kredni sedimenti sa plaštem tercijarnih sedimenata. Duž osi grebena slojevi tercijara lagano tonu od centra masiva prema sjeveroistoku, sve do rijeke Drave. Kod Legrada formirano je sedlo koje odvaja Kalnički masiv od susjednog masiva Inke koji čini zasebnu tektonsku jedinicu. Za tektoniku Kalničkog masiva značajni su uzdužni rasjedi, pružanja paralelnog sa osi masiva tj. jugozapad-sjeveroistok. Na južnom krilu masiva gdje slojevi tercijara pokazuju generalni pad prema potolini, konstatirana su dva rasjeda regionalnog karaktera. Južni subotički rasjed proteže se najjužnijim izdancima trijasa na Kalniku, južnom stranom Subotičkog horsta i isklinjava u predjelu Koprivnice. Južno krilo duž rasjeda je spuštено. Sjeverni subotički rasjed proteže se gotovo paralelno sa južnim rasjedom a nalazi se 2 do 3 km bliže Centralnom grebenu. U centru masiva odražava se kao sjeverna granica trijasa prema oligomicenu, dok dalje prema sjeveroistoku omeđuje Subotički horst sa sjeverne strane. Interpretacija seizmičkih profila pokazuje da se taj rasjed produžava u pravcu prema Mađarskoj, odnosno južnom krilu masiva Inke. Kod ovog rasjeda spuštено je sjeverno krilo. Sa ova dva rasjeda formiran je na južnom krilu masiva Subotički horst koji nadvišava Centralni greben, te prema tome predstavlja najvišu tektonsku barijeru koja dijeli Dravsku od Murske potoline. Na Subotičkom horstu izobate pokazuju oblik utonulog antiklinalnog nosa sa padom slojeva prema rubnim rasjedima. Nakon isklinjenja južnog subotičkog rasjeda, antiklinalni nos prelazi u monoklinu boru koja se naslanja na sjeverni subotički rasjed. Na potezu Slanje-V. Poganec-M. Poganec, Centralni greben i Subotički horst presječeni su mladim poprečnim rasjedom dinarskog pružanja.

Gornjo-riječki strukturni nos odvaja se od Centralnog masiva i spušta se od sela Gornja Rijeka prema jugu. Sjeverno od Vrbovca nalazi se sedlo koje odvaja Vrbovečko-moslavački masiv od Kalničkog masiva. Gornjo-riječki strukturni nos zajedno sa grebenom Vrbovačkog masiva čini zapadnu granicu Dravske potoline prema Savskoj potolini.

Moslavačko-vrbovečki masiv

Moslavačko-vrbovečki masiv zatvara Dravsku potolinu sa jugozapada. Izdužen je u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Jezgru mu čini Moslavačka gora sa otkrivenim paleozojskim granitima, gnajsima i dijabazima. Prema sjeverozapadu paleozojske stijene tonu pod naslage tercijara i postavljaju se kao Vrbovečki prag. Središnji dio Vrbovečkog praga je zasebna uzvisina koja je odvojena od Moslavačke gore sedlom kod Čazme, a od Gornjo-riječkog strukturnog nosa, odnosno Kalničkog masiva sedlom sjeverno od Vrbovca. Prema jugozapadu centralni masiv se gra-

na u dva strukturna nosa: Garešnički i Gojlo-Međurić. Između ta dva nosa stvorena je Ilovska depresija – zaseban basen u sklopu Savske potoline.

Garešnički strukturalni nos nastavlja se u smjeru istoka kao Daruvarski strukturalni nos, a razdvaja ih Uljaničko sedlo. Daruvarski strukturalni nos pripada sklopu masiva Papuka i Krndije. Linija osi Garešničkog nosa, Uljaničkog sinklinalnog sedla i Daruvarskog nosa uzeta je kao granica Dravske prema Savskoj potolini, jer predstavlja najvišu barijeru na tom području.

Sjeverna strana Moslavačko-vrbovečkog masiva blago se spušta prema minimumima Bjelovarske depresije. Reljef podloge tercijarnih sedimenata stvara niz strukturalnih noseva koji se od osi masiva protežu prema sjeveru. Mlađi sedimenti taloženi su periklinalno na tim oblicima. Najizrazitiji od tih oblika su: Križevački strukturalni nos koji od centra Vrbovečkog praga tone prema sjeveru i završava kao Križevačka antiklinala, strukturalni nos Dubrava-Markovac, pravca zapad-istok, koji se naslanja na istočni dio Vrbovečkog praga, a brzo se izravnava i spaja sa sinklinalama koje ga okružuju, te konačno strukturalni nos Korenovo, pravca jug-sjever, koji se naslanja na Moslavačku goru. Ovaj posljednji strukturalni nos je i najveći u tom raizu. U bazi, na izdancima pretercijarnih stijena imade širinu od oko 16 km, dok se prema sjeveru naglo sužuje. Kod sela Narte os mu se povija u smjer sjeveroistok uz nagli pad slojeva po osi nosa. U predjelu Bjelovara formiralo se sinklinalno sedlo koje odvaja istočni dio Bilogorskog masiva od Moslavačko-vrbovečkog masiva.

Masiv Papuka i Krndije

Masiv Papuka i Krndije zahvaća prostorno rubno područje na jugoistočnom dijelu potoline.

Zapadna strana masiva zatvara Bjelovarsku depresiju, dok sjeverni rub graniči s Glavnom potolinskom zonom. Na dijelu koji je okrenut prema Bjelovarskoj depresiji dominiraju tektonske linije paralelne onima na Kalničkom masivu, tj. pravcu jugozapad-sjeveroistok. Forme paleoreljefa igrale su i ovdje važnu ulogu pri stvaranju današnjih tektonskih oblika. Daruvarski nos, utonula antiklinala Grubišno Polje i strukturalni nos Miokovićevo predstavljaju utonuli nastavak masiva Papuka i Krndije i njihovih sjevernih ogranaka prema zapadu. Pad slojeva u tom smjeru je blag, dok su osi spomenutih strukturalna na velikoj dužini gotovo horizontalne, te postoji mogućnost da se na njima, detaljnijim istraživanjima, ustanove i zatvoreni maksimumi. Spomenuti strukturalni oblici presječeni su s dva regionalna rasjeda. Glavni poprečni potolinski rasjed proteže se od Uljaničkog sedla, omeđuje Daruvarski nos, siječe antiklinalu Grubišnog Polja, uvjetuje prekid strukturalnih noseva Miokovićevo i Pivnice i nastavlja se preko Glavnog uzdužnog potolinskog rasjeda i Glavne potolinske zone u pravcu sjeveroistoka. Papučko-krndijski rubni rasjed povija se oko centralnog dijela masiva, te prati izdanke pretercijarnih stijena. Na daruvarskoj strani paralelan je s Glavnim poprečnim potolinskim rasjedom, kod sela Miokovićevo se

povija i dobiva dinarski pravac pružanja. S ova dva rasjeda dobivamo stepeničasto spuštanje slojeva od centralnog dijela masiva u Bjelovarsku depresiju.

Os centralnog dijela masiva, koju čine planine Papuk i Krndija, proteže se u dinarskom smjeru. Isti smjer pružanja, sa laganom tendencijom povijanja prema istoku, zadržavaju i strukturni oblici na sjeverozapadnom rubu masiva.

To je niz od tri paralelne antiklinale međusobno odvojene plitkim sinklinalama.

Geografski se odražavaju kao sjeverno prigorje Papuka. Najsjevernija je antiklinala Pivnica sa maksimumom kod sela Babina gora. Na zapadu je presječena Glavnim poprečnim potolinskim rasjedom, dok se prema istoku i sjeveru spušta do uzdužnog potolinskog rasjeda. Za ovu antiklinalu je karakteristično da je izražena samo u tercijarnim sedimentima. Temeljno gorje ovdje pokazuje konstantan, vrlo strm pad prema sjeveru, gdje dolazi do naglog zadebljanja tercijarnih naslaga.

Srednja i najviša antiklinala je Hum-Lipovac. Na njenom tjemenu, koje topografski odgovara uzvisini Budim, nalaze se na površini slojevi II mediterana, te izdanci andezita vjerojatno iste starosti. Sjeverno krilo antiklinale je rasjednuto. Prema zapadu prelazi u strukturni nos Miokovićevo od kojeg je odvojena plitkom sinklinalom, a na istoku, dalje od sela Lipovac, naglo utonjuje i gubi se na Glavnom uzdužnom potolinskom rasjedu.

Antiklinala Macute je treća u tom nizu i visinski najslabije izražena. Od centralnog masiva odvaja se sinklinala uzrokovana papučko-krndijskim rubnim rasjedom.

Kod sela Mikleuš formirana je sinklinala koja se od glavne potolinske zone uvlači u sjeverni rub masiva Papuka i Krndije i predstavlja granicu između zapadne i istočne zone spomenutog područja. Na sjevernom prigorju Papuka tektonske linije su uglavnom dinarskog pravca pružanja. Istočno od Mikleuške sinklinale, osi struktura koje se spuštaju od centra masiva prema Glavnoj potolinskoj zoni imaju smjer sjeveroistok. Dva manja strukturna nosa Humljenski i Orehovački brzo se izravnavaju i gube u potolinskoj zoni. Našički strukturni nos se nastavlja prema sjeveru kao Donjemiholjački plato koji se spušta sa masiva Mecsek-Villany. Ove dvije uzvisine, poznate pod nazivom Našičko-miholjački prag, čine granicu prema Istočnoslavonskom bazenu. Prag je presječen sa dva sedla podjednake visine u nivou temeljnog gorja koja zatvaraju antiklinalu Beničanci. Antiklinala je izdužena u smjeru zapada, stvarajući uski greben čija se os lagano spušta i proteže daleko u potolinu.

Utonuli dio masiva Papuka i Krndije istočno od Mikleuške sinklinale ispresjecan je manjim uzdužnim rasjedima pravca zapad-istok i poprečnim rasjedima pravca sjeveroistok-jugozapad. Rasjedi su najjače izraženi u temeljnom gorju a gube se približno u nivou karotažnog repera DI (gornji dio abih naslaga).

Tektonske jedinice na području Mađarske

Masiv Mecsek-Villany, Inke-Görgeteg, te depresiju Berzence ne možemo detaljnije opisivati, jer se nalaze izvan naših državnih granica i ne posjedujemo dovoljno podataka o njima. Zadržati ćemo se samo na pojedinim dijelovima tih masiva koji se u obliku noseva uvlače dublje u Glavnu potolinsku zonu.

Masiv Villany prelazi na naše područje kao Donjemiholjački plato i Čadavički strukturni nos. Donjemiholjački plato je izdignut starijim polukružnim rasjedom, te su tercijarni sedimenti na njemu taloženi u reduciranoj debljini. Nagibi slojeva su mali, i zadržavaju oblik paleoreljefa. Čadavički greben je najduži i najprostraniji strukturni nos na ovom području. Pružanje osi mu je sjeveroistok-jugozapad. Korijen nosa je na izdancima trijasa uzvisine Villany, a završava se sedlom kod Podravske Slatine na samoj osi Glavne potolinske zone.

Masiv Görgeteg je ishodište za strukturni nos Terezino polje, strukturni nos Podravski Mekiš, antiklinale Ferdinandovac i platoa Ždale. Prve dvije strukture su slabo izražene sa relativno strmim padom slojeva po osi. Nos Terezino polje spušta se prema jugu i stvara, u najdubljem dijelu glavne potolinske zone, prevoj između dva minimuma. Os strukturnog nosa Podravski Mekiš pruža se u smjer jugozapada i spaja se sa antiklinalom Pitomača sedlom kod sela Pitomače. Struktura Ferdinandovac je nastavak strukture Vizvar u Mađarskoj. To je izdužena antiklinala s dinarskim pružanjem. Od platoa Ždale, koji ima paralelno pružanje, a nalazi se nešto sjevernije, dijeli je plitka sinklinala. Jugozapadno krilo antiklinale blago se spušta do osi Glavne potolinske sinklinale. Plato Ždale je izdužen, gotovo horizontalan greben koji odvaja Glavnu potolinsku zonu od depresije Berzence. Najniža tačka grebena je sedlo kod Gole.

Bilogorski masiv

Bilogorski masiv zauzima centralni položaj u našem dijelu Dravske potoline. Pružanje masiva je dinarsko. Od Glavne potolinske zone odvojen je Glavnim uzdužnim potolinskim rasjedom. Rasjed ima veliki skok, a i slojevi uz rasjed pokazuju strmi pad tako da se visinska razlika, između osi masiva i osi potolinske sinklinale u nivou temeljnog gorja, kreće između 2000 i 4000 m. Južna strana masiva je blaže položena i postepeno prelazi u minimume Bjelovarske depresije. Od masiva Kalnika dijeli ga sinklinalno sedlo kod sela Koprivnička Reka. Na jugoistočnom kraju centralni greben masiva utonjuje i gubi se u sinklinali formiranoj uz Glavni poprečni potolinski rasjed. Veza sa masivom Papuka ostvarena je preko strukturnog nosa Cremušina-Gakovo u Bilogorskom masivu i antiklinale Grubišno Polje koja se spušta sa masiva Papuka.

Na središnjem dijelu masiva kod sela Trojstvo i Vrbica centralni greben je presječen rasjedom kojim je zapadni dio masiva doveden u viši položaj od istočnog. Spomenuti rasjed, nazvati ćemo ga Zapadno-bilogorski uzdužni rasjed, ima regionalni značaj. Generalno pružanje mu je dinarsko i omeđuje zapadni dio Bilogorskog masiva prema Bjelo-

varskoj depresiji. U području sjeverno od Bjelovara rasjed povija prema istoku, siječe Bilogorski masiv i spaja se s Glavnim uzdužnim potolinskim rasjedom. Postoji vjerojatnost da se taj rasjed produžuje i preko uzdužnog potolinskog rasjeda, te uzrokuje sinklinalu južno od antiklinale Pitomača.

Zapadni dio Bilogorskog masiva je uzvisina horstovskog tipa s nizom strukturnih oblika. Postanak tih oblika vezan je na manje uzdužne i poprečne rasjede različite starosti. Najizraženiji i ujedno prvi u nizu oblika je antiklinala Lepavina. Os joj je položena zapad-istok. Na zapadu završava sedlom kod Koprivničke Reke, a prema istoku se nastavlja kao struktura Jagnjedovac. Od grebena Lepavina-Jagnjedovac odvaja se u pravcu juga strukturni nos Topolovac. U nastavku Jagnjedovačkog grebena nalazi se struktura Mosti, koja je poprečnim rasjedom dovedena u viši položaj. Na istočnom dijelu Bilogorskog masiva dominiraju antiklinale Šandrovac i Sedlarnica. Uzdignuće kod Šandrovca ima oblik brahiantiklinale na čija tri vrha se nastavljaju strukture: prema sjeveru greben koji povezuje istočni sa zapadnim dijelom Bilogorskog masiva, prema istoku odnosno jugoistoku centralni greben Bilogorskog masiva sa strukturom Sedlarnica, te prema jugozapadu Bjelovarsko sedlo i strukturni nos Korenovo. Na centralnom grebenu, osim antiklinale Sedlarnica, nalaze se još dva manja maksimuma. Oni su izraženi samo u mlađim slojevima dok se u nivou temeljnog gorja stapaju u jedan greben koji tone prema Glavnom poprečnom potolinskom rasjedu.

Glavna potolinska zona

Glavna potolinska zona je područje najdubljih depresija u Dravskoj potolini. Ima oblik izdužene sinklinale sa nekoliko minimuma i dinarskim pravcem pružanja. Južno krilo sinklinale je strmo i presječeno Glavnim uzdužnim potolinskim rasjedom. Na tome krilu formirano je nekoliko strukturnih noseva. Glavne karakteristike tih struktura su blago položeni slojevi i velika debljina tercijarnih sedimenata. Od zapada prema istoku to su: strukturni nos Koprivnički Bregi, strukturni nos Novigrad, antiklinala Pitomača, Virovitičko sedlo, strukturni nos Cabuna, strukturni nos Podravska Slatina, te niz manjih undulacija na potezu Čačinci-Našice, koje smo opisali kao nastavak masiva Papuka i Krndije. Sjeverno krilo sinklinale je mnogo blaže položeno. Nabore na tom dijelu spomenuli smo prilikom opisa masiva koji okružuju glavnu potolinsku zonu sa sjevera. Najdublji minimum sinklinale nalazi se kod Virovitice. Ovdje su tercijarni sedimenti deblji od 6500 m. Od tog minimuma prema sjeverozapadu slojevi se, po osi sinklinale, dosta strmo dižu dok je južni dio minimuma presječen glavnim poprečnim potolinskim rasjedom, tako da se slojevi dosta brzo istanjuju i dobivaju prosječnu vrijednost debljine u sinklinali od oko 4500 m.

Bjelovarska depresija

Bjelovarska depresija je sinklinalno područje okruženo Kalničkim, Moslavačko-vrbovečkim, Papučkim i Bilogorskim masivom.

Ogranci masiva dijele depresiju na niz manjih zatvorenih sinklinala. Strukturni nos Korenovo i antiklinala Šandrovac stvaraju barijeru između zapadne i istočne Bjelovarske sinklinala, dok Križevačka antiklinala odvaja Zapadnobjelovarsku sinklinalu od Podkalničke depresije. Sve te sinklinala nemaju pravilan oblik, pa ne možemo govoriti o nekim izrazitim pravcima pružanja njihovih osi. Zajednička im je karakteristika da se granaju u svim smjerovima, stvarajući na taj način niz sinklinalnih uvala koje omeđuju ogranke okolnih masiva.

STRATIGRAFIJA, SEDIMENTACIJA I NAFTOPLINONOSNOST

Najveći broj izvornih podataka za studij stratigrafije, sedimentacije i naftoplinonosti Dravske potoline dali su profili dubokih bušotina. Kako je međutim veliki broj bušotina ispitao samo mlađe tercijarne tvorevine, odnosno jedva otkrio njihovu podlogu, to su sa znatno više detalja razmatrane karakteristike članova neogenske serije.

Raščlanjavanje sedimentne serije u profilima bušotina i njihova korelacija izvedena je uz pomoć elektrokarotažnih dijagrama. U profilu svake bušotine izdvojen je niz karakterističnih karotažnih repera, čime je sedimentna serija podijeljena na veliki broj odjeljaka. Korelacijom parova susjednih bušotina, uz široku konsultaciju paleontoloških nalaza, povezani su identični reperi i izjednačena mreža korelacionih profila koja je povezala sve istražne bušotine na području potoline. Naknadno su eliminirani reperi koji nemaju regionalno prostiranje, a reperima koji imaju izražene karakteristike na cijelom području određeni su nazivi (prilog 1).

Nakon toga iz korelacione sheme izvršen je izbor intervala između utvrđenih repera za izradu srednjeg profila potoline. Izabrani intervali odražavaju srednje debljine i litološke karakteristike, te je iz njih konstruiran srednji elektrokarotažni i litološki profil. Na srednji profil su projicirani svi fosilni nalazi iz istraženih bušotina te uz pomoć dobivene sumarne liste faune i položaja fosilnih vrsta u profilu, ispitan je stratigrafski značaj pojedinih repera. Za uvjetne stratigrafske granice izabrani su regionalni reperi, koji svojim položajem u profilima bušotina označavaju nestanak starih ili pojavu novih elemenata u fosilnoj zajednici. Srednji profil poslužio je također i za određivanje stratigrafskog dijapazona naftoplinonosti. Svi produktivni horizonti, te pojave ugljikovodika utvrđene dosadašnjim istražnim radovima, projicirani su na srednji profil. Na temelju ovih podataka obavljen je uži izbor slijedećih operativnih jedinica za stratigrafsku i naftno-geološku analizu: a) Podloga tercijara, b) »Podinski slojevi«, c) »Pitomača«-slojevi, d) »Virje«-slojevi, e) »Ferdinandovac«-slojevi, f) »Slatina«-slojevi i g) »Pokrovni slojevi«.

a) Podloga tercijara

Starost stijena u podlozi tercijara, zahvaćenih istražnim bušotinama, u pravilu nije bilo moguće sigurno odrediti. Kako su na rubnim horsto-

vima ove stijene dostupne osmatranju prilično dobro proučene, pokušaji determinacije uzoraka iz bušotina svodili su se uglavnom na traženje litoloških sličnosti.

Gnajs i kristalasti škriljavci visokog stupnja metamorfizma predstavljaju vjerojatno najstariju prekambrijsku i stariju paleozojsku seriju Panonske mase (Slavin, 1958.). Oni su na području potoline utvrđeni bušotinama kod Našica (gnajs), D. Miholjca (aktinolitski škriljavac-amfibolit) te Miokovičeva i Grubišnog polja (tinjčev škriljavac – odredio Z. Maljak).

Nalazom graptolitskog roda *Climacograptus* (Poljak, 1934.), u seriji kvarcnih konglomerata, breča, kvarc-sericitnih i kloritnih škriljavaca te filita na Papuku i Krndiji, određena je silurska starost. U seriji istog ciklusa, u kojoj se pojavljuju, osim navedenih stijena, ulošci vapnenaca, dijabazi, porfiriti i njihovi tufovi (zeleni škriljavci) dokazana je devonska fauna u Banatu (odredbe T. A. Dobroljubova navodi Slavin, 1958.), a kod Balatona donjokarbonskih zajednica (Földvari, 1952.). Vrlo je vjerojatno da stijene iz dubokih bušotina kod Mosti (milovkine škriljavci i brusilovci – po odredbi H. Pešutića), Babocse i Szigetvara (filiti prema odredbi K. Szepeshazy-a, koju navodi Gy. Kertai, 1957.) pripadaju također ovoj seriji. Sve ove stijene su jako metamorfizirane i probijene intruzijama bazičnih i kiselihi magmi. Post-donjokarbonsku starost intruzija dokazao je Vadasz (1935., 1953.) u Bakonjskom i Mecsek gorju. U dubokim bušotinama na području Dravske potoline ove stijene su zahvaćene kod Vrbovca (granit gnajs po odredbi L. Marića), Cabune (granodiorit – po H. Pešutiću) i Klokočevca (kremeni diorit po Z. Maljaku).

Najnižu seriju pokrova čine gornjokarbonske, permske i donjotrijaske tvorevine utvrđene na Mecseku i na području Bálátóna. Njeni ekvivalenti u dubokim bušotinama na području potoline nisu još susretani. Od srednjeg trijasa do donje krede zaključno, na području Panonske mase talože se karbonatne stijene poluplatformnog tipa. Na površinskim izdancima one su otkrivene na Papuku (diploporni vapnenci srednjeg trijasa), Kalniku (trijaski i kredni vapnenci i dolomiti), Mecseku i Villanyu (trijaske, jurske i kredne karbonatne tvorevine). Ekvivalenti ove karbonatne serije utvrđeni su u dubokim bušotinama kod Ludbrega, Legrada i Križevaca (utonuli dio Kalničkog masiva), Ferdinandovca, Sedlarnice i Beničanaca. Intenzivni tektonski pokreti u gornjoj kredi uvjetovali su spuštanje rubnih dijelova Panonske mase, stvaranje zatvorenih i poluzatvorenih basena te probijanje novih intruzija i efuzija uz velike lomove. Iako gornjokredne tvorevine na području Dravske potoline nisu tako pouzdano dokazane kao na rubnim horstovima – Kalniku, Papuku, Krndiji i Mecseku, skloni smo da pješčenjake s ulošcima vapnenaca i rožnaca (serpentine) utvrđene u bušotinama kod Lepavine, Jagnjedovca, Pepelane i Uljanika svrstamo u gornjokredne tvorevine.

Naftoplinonost ovih tvorevina na području Panonske kotline već je prilično široko poznata, iako još vrlo slabo proučena. Postoji velika vjerojatnost da su u opisanim starijim sedimentacionim ciklusima pokrova Panonske mase, od mlađeg paleozoika do krede, koji se danas

nalaze ispod tercijara, postojali svi uvjeti za formiranje ležišta nafte i plina, ali je vjerojatnost da su ta ležišta sačuvana, prilično mala. U sadašnjoj fazi istraživanja osim toga, nije moguće provesti organizirane napore za utvrđivanje strukturnih, litofacijelnih i naftnohidrogeoloških karakteristika pojedinih članova tog starijeg ciklusa, te usmjeriti radove za otkrivanje ležišta u njima.

Znatno veće i realnije perspektive u sadašnjoj fazi istraživanja ima površina regionalne diskordancije između predtercijarnih i tercijarnih stijena. Karakteristika regionalnih diskordancija je povećana propusnost stijena na širokim prostranstvima, nastala kao rezultat trošenja podloge i taloženja krupnih klastika u transgresivnoj fazi na početku novog ciklusa sedimentacije. Ovakav, regionalno rasprostranjen, porozan i propusan horizont predstavlja idealan put za migraciju nafte i plina, bez obzira na njeno porijeklo. U izmjenjenim uvjetima dubine, temperature i pritiska mogu biti pokrenute izvjesne količine ugljikovodika iz degradiranih ležišta starijeg ciklusa sedimentacije. One će u ovom propusnom horizontu naći idealni put za migraciju u nova ležišta. Također i ugljikovodici iz mlađe serije ciklusa, ukoliko na svom migracionom putu prema rubovima bazena ne naiđu na zamke, vrlo je vjerojatno da će nastaviti svoj put po regionalnoj diskordanciji pri čemu mogu teoretski dospjeti u kolektore svakog člana starije ili mlađe serije.

Paleogeološka karta predtercijarnih stijena i karta neposrednog pokrova (prilog 4), izrađena na temelju vrlo oskudnog broja raspoloživih podataka, uz kartu aktuelnih dubina diskordancije poslužila je za izdavanje perspektivnih oblika za traženje ležišta u ovom horizontu na području Dravske potoline (prilog 5). S najvećim interesom su razmatrani zatvoreni pozitivni elementi (16 oblika) na karti dubina (burried hills). Na takvim oblicima moguće je očekivati postojanje stratigrafskih ležišta naročitog tipa, načelno vrlo sličnih slojevitim ili masivnim antiklinalnim ležištima. Pokrov u takvom tipu ležišta mogu predstavljati nepropusne stijene podloge ili sedimenti mlađe serije, a rezervoar stijene ležišta mogu zajedno sa pukotinskim pornim volumenom stijena podloge činiti i intergranularni porni volumen klastika mlađe serije. Tome tipu pripada znatan broj naših ležišta u Savskoj potolini i Banatu (Šumečani, Bunjani, Kloštar, Jermenovci, Lokve, Boka i Elemir) novootkrivenih ležišta u Álfeldu (Mađarska) te vrlo vjerojatno najveće mađarsko naftno polje Nagylengyel. Osim zamki ovog tipa, izdvojeni su na karti prognoza oblici, na kojima zatvaranje može biti uvjetovano litološkom promjenom u sastavu stijena podloge (7 oblika). Budući da su paleozojske stijene generalno zastupljene slabije poroznim stijenama (škriljavci, gnajsevi, magmatske stijene) a u mezozojskoj seriji su česte pojave vapnenih i dolomitnih masiva, granica mezozojskih i paleozojskih stijena na paleogeološkoj karti idejno je zamijenila facijelnu granicu za ova razmatranja. Na kraju su, na karti prognoza, označeni i grebeni prekinuti i spuštjeni duž rasjeda kao eventualne zamke (9 oblika). Nesumnjivo da oni imaju najmanje značenje, jer je u njima moglo nastati i sačuvati se ležište samo ako je rasjedna ploha djelovala kao nepropusna barijera.

Dosadašnjim istražnim radovima na području Dravske potoline u podlozi tercijara utvrđene su pojave nafte na strukturi Lepavina u krednim kremenim pješčenjacima i rastrošenim serpentinitima. Ispitivanje ovih pojava nije dalo industrijski značajne rezultate ali u slijedećoj fazi istraživanja može poslužiti kao dobar putokaz. Od priličnog su interesa za dalje istraživanje dokazana izvanredna kolektorska svojstva mezozojskih vapnenaca i dolomita, otkrivenih na strukturama Ferdinandovac, Beničanci i Ludbreg. Primjeri odličnih rezervoara u neposrednom pokrovu predtercijarnih stijena pružaju strukture Donji Miholjac (dobro separirani kreneni pijesak) i Grubišno Polje (grebenski vapnenci). Bez obzira na negativne rezultate dosadašnjih testova na spomenutim lokalitetima, pažljivo proučavanje dubinskih odnosa može u narednom periodu dovesti i do otkrivanja ležišta na nekom od 32 izdvojena perspektivna oblika.

b) »Podinski slojevi«

Sedimenti odvojeni na profilima bušotina između temeljnog gorja (DP) i krovine karotažnog repera DM, prema sumarnoj listi fosilnih nalaza priloženoj srednjem geološko-geofizičkom profilu potoline (prilog 3) miocenske su starosti.

Gotovo u cijelom navedenom intervalu, osim njegovog donjeg dijela (srednje debljine 80 m) neposredno nad temeljnim gorjem i gornjeg dijela (srednje debljine 60 m) koju obuhvaća sam karotažni reper DM, nađena je obilna foraminiferska mikrofauna karakteristična za torton. U najdonjem dijelu ovog intervala nađeni su samo slabo sačuvani *Ostracoda*. Neposredno ispod repnog sloja »DM« registriran je jedan nalaz vrste *Ervilia podolica* E i c h w a l d, karakteristične za donji sarmat Bečke kotline. Na temelju toga možemo zaključiti da su u miocenskom kompleksu pouzdano dokazane tortonske i donjosarmatske tvorevine, međutim, dok prve imaju značajnu debljinu i prostranstvo, posljednje su beznačajne debljine i vjerojatno razvijene na znatno manjoj površini.

Ograničen broj dubokih istražnih bušotina (Pm-2, Vir-1, Pe-1 i Ca-1) zahvatio je debelu seriju pješčenjaka, lapora, glina, konglomerata i tufova u stalnoj izmjeni koji bi po svom položaju ispod karotažnog repera DM, također pripadali ovoj jedinici, ali u njima nije nađen siguran paleontološki dokaz koji bi potvrdio miocensku starost ovih sedimenata.

U ostalim bušotinama na području potoline miocenske tvorevine sastoje se od konglomerata, pješčenjaka, glina, lapora i vapnenaca.

Budući da podina repera DM nije na seizmogramima jasno izražena, a krovina daje vrlo jasne refleksije, odvajanje ovog repnog sloja od »podinskih slojeva« na čitavom području ne bi bilo izvodivo, pa smo ga zbog toga u svim kartama tretirali u istoj operativnoj jedinici. Njega karakteriziraju vapneni lapori i pješčenjaci u kojima su određeni *Radix croatica* Gorjanović-Kramberger i *Planorbis praeponticus* Gorjanović-Kramberger (odredila Z. Bošković-Steiner). Unatoč oskudnosti paleontoloških nalaza izvjesno je da odgovaraju prevalencijenezijskim slojevima.

Geoelektrične karakteristike omogućile su u potpunoj mjeri primjenu elektrokarotazne metode ispitivanja za litološku interpretaciju, tako da je u svakoj bušotini nedvojbeno utvrđen litološki slijed slojeva i njihove parcijalne debljine.

Izdvajanje osnovnih litoloških elemenata i njihova numerička obrada uokvirena trokomponentnim sistemom vapnenac-lapor-pijesak omogućila je na području Dravske potoline izdvajanje 9 facijelnih pojava u »podinskim slojevima«, a interpretirane kombinacije krajnjih članova trokomponentnog sistema rezultirale su priloženom kartom (prilog 7).

Podlogu rasporedu izdvojenih i predočenih litofacijesa čini karta debljina »podinskih slojeva« (prilog 6). Granice rasprostiranja litofacijesa nisu egzaktne, a u kojoj mjeri su učvršćene ovisi od sigurnosti s kojom je izvedena korelacija navedenih stratigrafskih jedinica, odnosno od gustoće i rasporeda istražnih bušotina.

Na priloženoj litofacijelnoj karti vidljivo je da u »podinskim slojevima« *facijes pjeskovitih lapora* zauzima najveće prostranstvo u Glavnoj potolinskoj zoni i većem dijelu Bjelovarske depresije.

Facijes laporovitih pješčenjaka dominira na području sjevernog dijela Zapadno-bilogorskog horsta (Jagnjedovac-Mosti) i na sjeverozapadnom središnjem dijelu Našičko-miholjačkog praga. Ovaj facijes na sjeveroistočnom dijelu navedenog područja gubi svoju laporovitu komponentu i prelazi u *facijes pješčenjaka*.

Našičko-miholjački prag na svom južnom dijelu karakteriziran je *facijesom lapora* s kojim je temeljno gorje sjeveroistočnih padina Krndije pl. u neposrednom kontaktu.

Područje Daruvarskog praga pokazuje izrazito bočno smjenjivanje sedimenata vapnovitog karaktera. Od *facijesa vapnenaca* koji zauzima središnji dio spomenutog praga (Uljanik) bočno ovaj facijes prelazi u *facijes laporovitih vapnenaca* koji je na području istočnih i sjevernih padina Psunja u neposrednom kontaktu s temeljnim gorjem (trijaskim vapnencima). Ovaj facijes je dominantan i na području struktura Grubišno Polje, Ferdinandovca i Gole, prelazeći prema Glavnoj potolinskoj zoni u *facijes vapnovitih lapora* koji pokazuje značajnu rasprostranjenost na zapadnom dijelu potoline. Imajući jugoistočni smjer protezanja uz Glavnu potolinsku zonu ovaj facijes dolazi u neposredni kontakt s osnovnim gorjem Papuka i Krndije.

Sjeverni dio Moslavačke gore karakterizira *facijes pjeskovitih lapora* koji na području zapadnog dijela Daruvarskog praga prelazi u *facijes pjeskovitih vapnenaca*.

Navedeni litofacijesi i njihovo rasprostiranje u potpunosti su odraz tektodinamskih odnosa prije i za vrijeme njihovog taloženja. Glavni uzdužni rasjed je aktivan za vrijeme sedimentacije i Glavna potolinska zona predstavlja nestabilni dio šelfa. Nestabilnost je naročito izražena u zoni ukrštavanja Glavnog uzdužnog i poprečnog potolinskog rasjeda na području Virovitica-Podravska Slatina (prilog 5), gdje je ustanovljena ritmička sedimentacija, povećanje debljina i facijes pjeskovitih lapora.

Nestabilnost šelfa karakterizira i područje Bjelovarske depresije i Našičko-miholjačkog praga ali u nešto slabije izraženom stupnju od prije spomenutog dijela Glavne potolinske zone. Stabilni dio šelfa karakterizira vapneno-laporoviti razvoj sedimenata područja Ferdinando-va-Gola i područje južno od Glavnog potolinskog rasjeda.

Sa stanovišta naftoplinonosti svi navedeni facijesi vrijedni su pažnje osobito u svojim bočnim litološkim promjenama koje u prikladnoj kombinaciji s tektonskim elementima i promjenom svojih kolektorskih osobina (permeabilnost i poroznost) mogu predstavljati potencijalna stratigrafska ležišta.

Kolektorska svojstva pokazuju izrazitu varijabilnost poroznosti i permeabilnosti tako da su vrijednosti permeabilnosti izražene u rasponu od $k = 0,03-3300$ md, a poroznosti $\phi = 5-30\%$.

Ukupna mineralizacija slojnih voda »Podinskih« slojeva prema izvedenim analizama je 198-352 mg-ekv/l.

$$\text{Odnos } \frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}} = 1,08 - 1,7; \frac{r_{\text{Ca}}}{r_{\text{Mg}}} = 0,16 - 17,7$$

pH vode = 7,2-8,0. Vode genetski pripadaju hidrokarbonatno-natrijskom tipu voda po Sulinu. Ovaj tip voda po Karcevu karakterističan je za vode naftnih bušotina u područjima gdje je dinamika voda izražena.

Karta prognoza naftoplinonosti i mineralizacije slojnih voda (prilog 8) rezultat je razmatranja strukturnih, litofacijelnih i hidrogeoloških odnosa, kao i pojava nafte i plina u sedimentima miocenske starosti.

Na području razvoja klastika u basenskom dijelu potoline »podinske slojeve« izgrađuju sivi i tamni pjeskoviti lapori s lećastim ulošcima sitnozrnih, vrlo gustih pješčenjaka. U tim lećama priličan broj bušotina utvrdio je manifestacije nafte i plina. Slojne vode ove zone sadrže visoke koncentracije otopljenih soli. Inicijalni slojni pritisci u rezervoaru su ekstremno visoki. Lećasti oblik pojavljivanja rezervoara daje ovoj zoni perspektivnost, čak i znatno većem broju oblika no što je naznačen (26). Osim mogućih stratigrafskih zamki na ovom području je označeno nekoliko strukturnih (rasjednih 6, i antiklinalnih 7) zamki.

Znatno bolja kolektorska svojstva imaju rezervoar-stijene na području stabilnog šelfa na južnim rubovima masiva Görgeteg i Bjelovarske depresije. U ovim područjima vlada življi hidrološki režim. Saliniteti slojnih voda su mali, što ukazuje na znatnu zamjenu slojnih voda i na bolju povezanost kolektora s površinskim izdancima. To umanjuje vjerojatnost hvatanja ugljikovodika u litološkim zamkama na rubovima bazena, ako oni na svom migracionom putu nisu ranije zahvaćeni pogodnim strukturnim zamkama. Nepovoljni uvjeti za formiranje i očuvanje ležišta na području šelfa izraženi su malim brojem perspektivnih oblika (13) uglavnom antiklinalnih i rasjednih. Priličan značaj na stabilnom šelfu mogu imati biostrome (uslojeni vapneni detritus organskog porijekla) kao stratigrafska ležišta naročito na području Gole, Ferdinandovca i Grubišnog Polja.

Naftna i plinska polja u ekvivalentnim slojevima dobro su poznata na području Panonske kotline, u Murskoj i Savskoj potolini. Oni također predstavljaju glavnu produktivnu formaciju u Bečkoj kotlini antiklinalni i rasjedni tipovi ležišta) i Transilvanskoj depresiji (plinska polja vezana za solnu tektoniku). Dosadašnjim istražnim radovima na području Dravske potoline »Podinski slojevi« su ispitani na oko 25 lokaliteta. Niz pitomačkih plinsko-kondenzatnih ležišta nalazi se u lećastim rezervoarima klastične serije nestabilnog šelfa. Pojave nafte kod Čepelovca, Podravske Slatine i Kučanaca, te plina kod Cabune odnosi se na iste rezervoare. Ležište nafte kod Levinovca nalazi se u vapnenom detritusu biogenog porijekla, a također pojave kod Lepavine, Mosti i Gole mogu se vezati za isti tip rezervoara.

Ovi rezultati, bez obzira na njihovo skromno industrijsko značenje neposredno su potvrda visokog stupnja perspektivnosti »Podinskih slojeva«.

c) »Pitomača«-slojevi

Interval između krovine EK-repera DM i repera DL nazvan je »Pitomača«-slojevima. Prema listi fosilnih nalaza na srednjem geološko-geofizičkom profilu nesumnjivo je da taj interval pripada banatika naslagama (gornji panon). Izdvajanje i ograničavanje »Pitomača«-slojeva u pojedinim bušotinskim profilima nije moguće primjenom samo biostratigrafskih metoda, budući da se u profilu javlja vrlo oskudna fauna koja djelomično čak i prelazi granice ove serije (*Congeria banatica* R. H ö r n e s i *Paradacna lenzi* M. H ö r n e s). Druge vrste, koje su, kako izgleda, vezane samo za ovu seriju (*Congeria partschi* Czjžek, *Uelutinopsis rugosa* Gorjanović-Kramberger, *Limnaeus simplex* Gorjanović-Kramberger i *Radix (Uelutinopsis) velutina* Deshayes (sve odredbe prema Z. B o š k o v - S t e i n e r, N. G l u m i č i ć i T. R e š č e c) nađene su do sada u cjelokupnom jezgrovanom materijalu obuhvaćenih bušotina, svaka samo u jednom primjerku, što je svakako premalo da im se odredi stratigrafsko značenje i na temelju njihovih nalaza izvrši ograničavanje intervala. Izrazite karotazne karakteristike repera DM i repera DL bile su prema tome glavna osnova za izdvajanje promatranih slojeva. Pitanje paleontološkog određivanja gornje granice banatika slojeva iznesti ćemo detaljnije u slijedećem poglavlju.

Sedimenti »Pitomača«-slojeva su u regresivnom odnosu prema starijim slojevima te prekrivaju manju površinu od padinskih slojeva. Direktan kontakt sa temeljnim gorjem konstatiran je samo na dubokim istražnim bušotinama Sedlarnica-1, Babosca-1 i Görgeteg-2, što možemo objasniti lokalnim tektonskim pokretima.

Litofacijelnom kartom (prilog 10) »Pitomača«-slojevi prikazani su raspodjelom debljina čistih pijesaka i brojem pješčanih slojeva.

Karta pokazuje povećanje broja pješčanih slojeva u Glavnoj potolinskoj zoni od 20-30. Središnji dio Glavne potolinske zone u profilu Ferdinandovac-Pitomača izražen je blagim prevojem s debljinom čistih

pijesaka do 250 m. Sjeverozapadno i osobito jugoistočno od spomenutog prevoja dolazi do povećanja debljina čistih pijesaka do 400 metara.

Ovakav raspored debljine pijesaka i broja pješćanih slojeva uvjetovan je spuštanjem dna basena za vrijeme sedimentacije koje je bilo jače izraženo u istočnom dijelu potoline (prilog 9). Naglo povećanje debljina pješćanih slojeva i povećan broj pješćanih slojeva indicira tektonske linije generalnog pravca sjeverozapad-jugoistok. Tektonski pokreti su bili jače izraženi na jugoistočnom dijelu potoline i kao posljedica ovakvih pokreta dolazi do erozije i povlačenja linije isklinjenja od rubnih horstovskih masiva Papuka i Krndije prema Glavnoj potolinskoj zoni.

Jugozapadni dio potoline izražen je znatno mirnijom sedimentacijom, ali ipak s naglašenim povećanjem debljine čistih pijesaka prema Glavnoj potolinskoj zoni.

Područje struktura Lepavine i Bjelovarske depresije predstavljeno je s karakterističnim laporovitim razvojem »Pitomača«-slojeva. Odsustvo pješćanih slojeva na rubnim dijelovima ovog područja je nesumnjivo, ali da li je takav razvoj i na cijelom predočenom području, teško je tvrditi zbog pomanjkanja objektivnih podataka koje daju duboke istražne bušotine.

Ekvivalenti »Pitomača«-slojeva nisu za ostalo područje Panonske kotline potpuno jasni, zbog čega je vrlo teško pri razmatranju njihovih perspektiva povući bilo kakvu usporedbu u odnosu na druge potoline. Vjerojatno istom nivou pripadaju donji horizonti ležišta u Murskoj potolini »Petišovci« i »Lovaszi« pijesci, naftni horizonti Dugog Sela i dio naftnih pijesaka u Kloštru.

»Pitomača«-slojevi stvarani su u izoliranom, restriktivnom basenu, a karakterizira ih ritmička izmjena lapora i pješćenjaka s prilično visokim sadržajem vapnene komponente. Biološki i hidrogeološki aspekti ukazuju na fluvijalno-lagunske uvjete sedimentacije. Klastici su slabo serapirani i s tim u vezi kolektorske osobine pješćenjaka slabe. Vrijednosti poroznosti su $\phi = 4 - 20\%$, permeabilnosti $k = 0,1 - 5$ md, a litoloških faktora $F = 10 - 180$. Velike površine na kojima ovi slojevi nisu taloženi, ili su potpuno erodirani, te veliko područje razvoja lapora znatno smanjuje perspektivnu površinu ove formacije.

Mineralizacija slojnih voda »Pitomača«-slojeva se kreće od 117-404 mg-ekv/l. Odnos $\frac{rNa}{rCl} = 1 - 2,6$ Voda pripada hidrokarbonatno-natrijskom tipu.

Većina izdvojenih perspektivnih struktura (prilog 11) pripada antiklinalnim (7) ili rasjednim (11) oblicima, iako ovi slojevi upravo obiluju lećastim razvojem pijesaka. Sve ove leće međutim, obzirom na ograničeni značaj »Pitomača«-slojeva kao naftnoplinoosne formacije, ne bi bilo uputno označavati perspektivnim, jer leće općenito imaju vrlo ograničenu drenažnu površinu i u njima se vrlo rijetko stvaraju velike akumulacije.

Dosadašnjim istražnim radovima na području potoline utvrđene su pojave ugljikovodika u ovoj seriji kod Ferdinandovca i Podravske Slatine (PS-2). Pokusna proizvodnja nije dala pozitivne rezultate (mini-

malna proizvodnja, dotok vode zajedno s naftom i plinom). Sve ovo pokazuje da se u današnjoj fazi razmatranja perspektiva naftoplinonosnosti ovoj formaciji ne može pridati naročiti značaj. Međutim, pri tome ne treba izgubiti iz vida potrebu revizije ocjene perspektiva, koja za ovu formaciju može biti naročito značajna. Naime, na području južno od glavnog potolinskog rasjeda »Pitomača«-slojevi su nesigurno izdvojeni i s priličnim su teškoćama praćeni. Nove bušotine u pojedinim zonama mogu dovesti do izvjesnih promjena u intepretaciji stratigrafije i litofacijelnih odnosa i povisiti perspektivnost ovog člana tercijarne serije.

d) »Virje«-slojevi

Donji dio abihi naslaga između EK-repera DL i DK dobio je naziv »Virje«-slojevi.

Glavni kriterij za postavljanje stratigrafske granice između banatika i abihi naslaga u krovini EK repera DL, je pojava i egzistencija karakteristične vrste *Paradacna abichi* R. Hoernes u sedimentima iznad tog repera. Pojava ove fosilne vrste u sedimentima na području Dravske potoline odraz je uspostavljanja neposredne veze između Panonskog i Dacijskog basena. Ova veza uticala je na izvjesnu promjenu životnih uvjeta, koja međutim nije bila potpuno katastrofalna za dotadašnju životnu zajednicu. Neke od starih vrsta (*Congerina banatica* R. Hoernes i *Paradacna lenzi* M. Hoernes) produžile su svoju egzistenciju još izvjesno vrijeme zajedno s novom zajednicom koja se brzo širi.

Sumarna lista fosilnih nalaza otkrila je još jednu činjenicu od priličnog interesa za rješavanje problema granice između banatika i abihi naslaga. Pokazalo se da vrste *Paradacna abichiformis* Gorjanović-Kramberger i *Limnocardium asperocostatum* Gorjanović-Kramberger, čije je stratigrafsko značenje bilo nesigurno ali se pretpostavljalo da su vezane na banatika naslage, dolaze isključivo u donjem dijelu abihi naslaga. Vrsta *P. abichiformis* pojavljuje se istovremeno s *P. abichi*. Učestalost njenog pojavljivanja je u početku znatno veća od učestalosti pojavljivanja *P. abichi*, a zatim naglo pada na račun pojavljivanja druge vrste. Opisani odnosi pojavljivanja ovih vrsta potkrepljuju mišljenje nekih autora (K. Jenko, 1944, Z. Bošković-Štajner, 1962.), koji pretpostavljaju da se u ovom slučaju radi o varijetetima vrste, a ne o dvije posebne vrste. Osim vrste koje smo prije naveli registrirani su nalazi vrsta: *Silicoplacentina hungarica* Kovary, *S. majzoni* Kovary, *Congerina czjžeki* R. Hoernes, *C. digitifera* Andrusov, *C. zagrabiensis* Brusina, *Didacna otiothorum* Brusina, *Radix kobeiti* Brusina te *Pisidium* sp. i *Planorbis* sp. (sve paleontološke odredbe Z. Bošković-Štajner, N. Glumičić i T. Reščec).

»Virje«-slojevi leže transgresivno na »Pitomača«-slojevima. Regionalno gledano, nivo transgresije je niži od transgresije II mediterana, te sedimenti »Virje«-slojeva pokrivaju manju površinu u odnosu na »Podinske«-slojeve. Međutim, utjecajem lokalnih tektonskih pokreta, dolazi mjestimično do direktnog kontakta promatranih slojeva s predtercijarnim stijena. Takvi kontakti registrirani su jedino površinskim

promatranjima dok u dubokim bušotinama nigdje nije zahvaćen direktan kontakt temeljno gornje – »Virje«-slojevi.

Transgresija postiže maksimum približno koncem taloženja »Virje«-slojeva. U tom nivou veza sa susjednim bazenima: Murskim, Savskim i Istočno-slavonskim je široka. Tanki razvoj sedimenata na Gornjeriječkom strukturnom nosu, Vrbovečkom masivu i Uljaničkom pragu te potpuni nedostatak promatranog intervala na tjemenu dijelu Vrbovečkog masiva ukazuje da je veza sa Savskom potolinom bila plitka i kratkotrajna. Nasuprot tome najdublji dio Našičko-miholjačkog praga tonuo je istim intenzitetom kao i susjedna potolinska zona, tako da barijera prema Istočno-slavonskom bazenu ne postoji.

Intenzitet tektonskih pokreta u odnosu na Pitomača slojeve se smanjuje. Područje Bilogorskog masiva, Bjelovarske depresije i zapadni dio Glavne potolinske zone pokazuje relativno mala kretanja sa spuštanjem današnjih sinklinalnih područja uz stabilnost Bilogorskog horsta i strukturnog nosa Korenovo. Glavni uzdužni potolinski rasjed pokazuje aktivnost na potezu od Virovitice prema istoku dok se kretanje na poprečnom potolinskom rasjedu najjače očituju sjeverno od uzdužnog potolinskog rasjeda. Ta kretanja uvjetovala su veće zadebljanje »Virje«-slojeva na području centralnog dijela glavne potolinske zone. Našičko-miholjački prag, kao što je već rečeno, spuštao je u obliku tektonskog rova istim intenzitetom kao i istočni dio glavne potolinske zone. Južno krilo rova spušteno je duž niza stepeničastih rasjeda dok su na sjevernom krilu pokreti vršeni uzduž rasjedne linije koja omeđuje Miholjački plato (prilog 12).

Ovakve tektonske uslove sedimentacije odražava i odnos krupno klastičnih sedimenata prema finim klasticima. Rubna područja prema Kalničkom masivu, Moslavačkom masivu i masivu Papuka i Krndije pokazuju karakter obalnog razvoja, reduciranom debljinom sedimenata. Naglo istanjavanje sedimentne serije te relativno velik broj pješčanih horizonata uz liniju isklinjenja na sjevernom rubnom području masiva Papuka ukazuje na eroziju Virje slojeva (prilog 13).

»Virje«-slojevi na Vrbovečkom masivu, zapadnom dijelu Bilogorskog horsta te na Uljaničkom pragu pokazuju karakteristike sedimentacije stabilnog šelfa: neznatne varijacije u ukupnoj debljini slojeva, mali broj dobro separiranih pješčanih horizonata sa konstantnom debljinom. Iste karakteristike susrećemo i na platou Ždale.

Prelazne uvjete sedimentacije između stabilnog i nestabilnog šelfa susrećemo na zapadnom dijelu Glavne potolinske zone, u Bjelovarskoj depresiji te istočnom dijelu Bilogorskog horsta. Kod ovog razvoja broj pješčanih horizonata se povećava a isto tako povećava se i ukupna debljina »Virje«-slojeva.

Područje s najjače izraženim tektonskim pokretima je zona nestabilnog šelfa. Ukupna debljina posmatranog intervala višestruko se povećava u odnosu na području stabilnog šelfa. Sedimenti su karakterizirani učestalom izmjenom laporovitih i pjeskovitih sedimenata tako da je broj pješčanih horizonata veći od 30. Ovakve karakteristike pokazuje područje

centralnog i istočnog dijela Glavne potolinske zone. Tektonski uslovi sedimentacije odražavaju se i na kolektorske osobine pješčenjaka. Smirenje tektonskih pokreta na većem dijelu potoline uvjetovalo je bolju sortiranost materijala a time i bolja kolektorska svojstva od prethodnih starijih slojeva. Fizikalne analize pokazuju vrijednosti poroznosti $\phi = 8-26\%$, permeabilnosti $k = 0,1-25$ md i litološkog faktora $F = 10-100$.

Vode »Virje«-slojeva kao što je to slučaj i kod prethodnih slojeva pripadaju hidrokarbonatno-natrijskom tipu voda po Sulin-u: odnos $\frac{rCl^-}{rNa^+} = 1,0$ do $1,52$; $\frac{rCa^{++}}{rMg^{++}} = 0,64$; pH vode iznosi $7,05 - 8,5$. U odnosu na starije slojeve mineralizacija se povećava i iznosi 281 do 775 mg-ekv/l. Povećanje mineralizacije može se tumačiti prilivom slane vode u Dravski bazen nakon uspostavljanja veze Panonskog s Dacijskim bazenom.

Maksimalna mineralizacija zabilježena je u zapadnom dijelu glavne potolinske zone dok se na rubnim dijelovima, pod utjecajem površinskih voda, mineralizacija smanjuje.

Čitava klastična serija »Virje«-slojeva na području Dravske potoline promatrana u cjelini ima vrlo dobre naftnogeološke karakteristike. »Virje«-slojevi uključuju u sebi razvoj dobrih pokrovnih (lapori) i rezervoar stijena (pjesci i pješčenjaci). Pijesci i pješčenjaci isklinjeni su u pravcu rubova bazena, što se odražava ne samo smanjenjem ukupne debljine pijesaka, nego i brzim promjenama broja pješčanih slojeva. Ovi odnosi dozvoljavaju pretpostavku da su sve količine ugljikovodika utisnute u rezervoare i sačuvane u njima. Ako na svom migracionom putu ugljikovodici nisu naišli na strukturne zamke, njihova ležišta možemo očekivati uz linije isklinjenja pijesaka na krilima potoline. Povoljni hidrogeološki režim (mala zamjena slojnih voda s površinskim) također govori u prilog pretpostavke o izoliranosti rezervoar stijene od površine.

Na karti prognoza naftoplinonosti (prilog 14) »Virje«-slojeva označeni su u prvom redu antiklinalni oblici. Na njima se mogu očekivati slojna, pa čak i masivna ležišta, ukoliko su pješčani slojevi na području antiklinale homogeni i deblji od visine zatvaranja. Označavanjem oblika uz rasjede nisu pretpostavljeni samo trapovi kod kojih rasjedna ploha predstavlja ekran nego i moguće stratigrafske zamke, budući da se uz rasjede obično naglo mijenja debljina serije i broj pješčanih slojeva u njoj. U ovim slojevima su osim toga, kao moguća stratigrafska ležišta označena isklinjenja pijesaka na pravcima protezanja izdužnih grebena Legradski prag, Subotica, Narta), kao i više pravih stratigrafskih ležišta s konkavnim oblikom linije isklinjenja pijesaka u pravcu uzgona. Označene lokacije ove posljednje grupe ležišta treba shvatiti više kao ideju koju će daljna istraživanja morati provjeriti, budući da su linije promjene debljina i broja pješčanih slojeva, na temelju koje su ovi položaji označeni u većini slučajeva nesigurno izvučene, zbog malog broja izvornih podataka.

U »Virje«-slojevima već su utvrđena dva naftna (Jagnjedovac i Šandrovac) i jedno plinsko ležište (Ferdinandovac). Također dobre izgleda obećava i struktura Mosti (Mo-4). Sve to daje, pri razmatranju perspektiva, visoku ocjenu ovoj formaciji.

e) »Ferdinandovac«-slojevi

Sedimenti ograničeni u podini reperom DK i u krovini DI, u srednjem dijelu abih naslaga, izdvojeni su pod nazivom »Ferdinandovac«-slojeva. Razvoj klastičnog basena na području Dravske potoline za vrijeme stvaranja svih slojeva odvija se u znatno izmijenjenim uslovima od predhodnih starijih »Virje«-slojeva (prilog 15).

Karta debljina čistih pijesaka i broja pješćanih slojeva (prilog 16) pokazuje izrazito odsustvo pješćanih slojeva na sjevernom dijelu Glavne potolinske zone. Na profilu Koprivnica-Ferdinandovac odvija se sedimentacija u uslovima stabilnog šelfa tako da se na tom području stvara jedna zona isključivog taloženja lapora. Odsustvo pješćanih slojeva obuhvaća strukture Lepavina i Ludbreg. Sjeverno od profila Legrad-Gola-Ferdinandovac debljina čistih pijesaka povećava se od 0-75 m. S povećanjem debljine čistih pijesaka raste i učestalost broja pješćanih slojeva (0-10). Na strukturi Ferdinandovac vertikalna učestalost slojeva je izražajna s tim više što je maksimalna debljina manja (50 m).

»Ferdinandovac«-slojeve karakterizira regresivni karakter sedimentacije koja se naročito izražava u povlačenju linije isklinjenja slojeva prema Glavnoj potolinskoj zoni. Ovo pomicanje linije isklinjenja izrazito je u južnom i zapadnom dijelu potoline. Linija isklinjenja predstavlja i erozionu granicu, osobito u području Kalnika i sjeverno od Moslavačke gore. Izrazita erozija zahvatila je »Ferdinandovac«-slojeve na području Grubišnog Polja, gdje se izolinije debljina čistih pijesaka sijeku sa linijom isklinjenja. Ovakav odnos izopleta indicira postojanje rasjeda. Naglo povećanje debljine pijesaka od linije isklinjenja slojeva na području sjeverno od Pšunja, Papuka i Krndije također izražava tektonske pokrete (rasjedanja) za vrijeme i poslije taloženja »Ferdinandovac«-slojeva kao i njihovu eroziju. Ovo područje za vrijeme sedimentacije izrazito je nestabilno i pogoduje separaciji klastika i stvaranju pješćanih tijela vrlo dobrih kolektorskih osobina. Područje Podravske Slatine izraženo je maksimalnom debljinom sedimenata (400 m) i debljinom čistih pijesaka od 275 m. Učestalost broja pješćanih slojeva kreće se od 20-30. Našičko-miholjački prag predstavljen je debljinom pijesaka od 150 m. Spuštanje istočnog dijela potoline uvjetuje uspostavljanje znatno šire veze s istočnom Slavonijom.

Na sjeverozapadnom dijelu potoline karakteristična je za naftno polje Jagnjedovac relativno mala debljina čistih pijesaka i malen broj pješćanih slojeva (0-2) kao i ograničeno rasprostiranje pješćanih slojeva prema zapadu i jugozapadu. Ovaj dio potoline karakterizira relativno mirna sedimentacija stabilnog šelfa.

Kolektorska svojstva pješćenjaka »Ferdinandovac«-slojeva su znatno bolja od starijih »Virje«-slojeva. Statističke srednje vrijednosti litološkog faktora iznosi $F = 21,7$. Ovoj vrijednosti uz utvrđenu zakonitost s poroznosti ($F = 2,47 \phi^{-1,14}$) odgovara srednja vrijednost poroznosti $\phi = 15,1\%$. Zakonitost odnosa poroznosti (ϕ) i permeabilnosti (k) ($\log k = 11,25 \phi^{-1,23}$) uz srednju vrijednost poroznosti pokazuje da sred-

nja permeabilnost iznosi $k = 3$ md. Razlog ovoj pojavi leži u termodinamskim uslovima čiji je odraz i drugačija kompakcija klastika uslijed manjeg pritiska prekrivajućih mlađih slojeva.

Vode »Ferdinandovac«-slojeva uz odnos $\frac{r_{Na^+}}{r_{Cl^-}} = 1.092$ i $\frac{r_{Ca^{++}}}{r_{Mg^{++}}} = 49,5$

po Sulin-u pripadaju hidrokarbonatnom tipu ležišta. Na karti izokona i prognoza naftoplinoznosti (prilog 17) salinitet se postepeno povećava prema sjeveru, s većom koncentracijom na području Jagnjedovca, Subotičkog horsta, bušotine Go-1 i na strukturi Ferdinandovac.

Odnos nulte linije debljina »Ferdinandovac«-slojeva prema nultim linijama podinske i krovinske formacije, uz prethodne karakteristike u litološkom razvoju, daju im na velikom području potoline karakter klastičnog klina. Zbog toga je na karti prognoza (prilog 17) uz spomenutu liniju označena dugačka zona mogućih stratigrafskih zamki (sjeverno od Moslavačke gore). Osim ove zone, označeno je nekoliko sličnih pretpostavljenih stratigrafskih zamki na padinama Papučko-krndijskog masiva. Ostali označeni perspektivni oblici pripadaju strukturnim zamkama (antiklinalnih 7 oblika i rasjednih 8 oblika).

Dosadašnjim istražnim radovima u »Ferdinandovac«-slojevima na području potoline utvrđena su ležišta nafte na antiklinalama Ferdinandovac, Jagnjedovac i Šandrovac, plinska ležišta na strukturi Babocsa i Heresznye, – te pojave plina na strukturi Sedlarnica. Iako spomenuta ležišta nisu u eksploataciji njihov industrijski značaj je dokazan pokusnom proizvodnjom brojnih ispitanih bušotina. Rezerve iz »Ferdinandovac«-slojeva su glavni materijalni oslonac budućem razvoju proizvodnje nafte s ovog područja.

U susjednoj Savskoj potolini ekvivalenti ovih slojeva također predstavljaju glavnu produktivnu seriju na poljima Stružec, Mramor brdo, Gojlo i Lipovljani.

f) »Slatina«-slojevi

Sedimenti između karotažnih repera DI-DG, u gornjem dijelu abihi naslaga, pokazuju ponovo povećanje površine rasprostiranja na čitavom području potoline. Linije isklinjenja ponovno se približavaju današnjim izdancima predtercijarnih stijena na rubnim masivima. Na Kalničkom masivu linije isklinjenja poklapaju se sa linijom isklinjenja »Virje«-slojeva. Gornjoriječki nos i Vrbovečko sedlo nalaze se ispod razine vode. Na Vrbovečkom pragu sedimenti nedostaju samo na najvišem dijelu. Na moslavačkom masivu linija isklinjenja prelazi iz Savske potoline istočno od Čazme. Prema tome u ovom periodu taloženja uspostavljena je između Kalničkog i Moslavačkog masiva široka veza sa Savskom potolinom. Na području čitave Glavne potolinske zone debljine se ne mijerajaju i kreću se oko 3300 m. Potpuno isklinjenje slojeva dolazi kod masiva Moslavačke Gore, Papuka i Krndije (prilog 18).

Našičko-miholjački prag nalazi se ispod razine vode te se sedimentacija kontinuirano nastavlja prema istočnoj Slavoniji. Jugoistočni dio potoline predstavlja ujedno i najdublji njen dio. Ovdje su istaložene

najveće debljine čistih pijesaka koje zapadno od Našičko-miholjačkog praga iznose 275 metara. Broj pješčanih slojeva se kreće od 10–20 (prilog 19).

Na strukturi Ferdinandovac debljine čistih pijesaka iznose najviše 200 metara, a vertikalna učestalost slojeva je 10–20. Na profilu Ferdinandovca–Sedlarnica smanjuje se debljina čistih pijesaka do 25 metara (Sedlarnica). Prema Grubišnom Polju debljina čistih pijesaka se povećava do 175 m. Na središnjem dijelu Daruvarskog praga dolazi do smanjenja debljine tako da kod bušotine Uljanik-1 iznosi 25 metara. Smanjivanje debljine dolazi do izražaja i južno od Bjelovarske depresije prema Moslavačkoj Gori i zapadno prema Kalniku. Na strukturi Lepavina i Vrbovec pješčani slojevi isklinuju u lapore.

Dravsku potolinu za vrijeme sedimentacije »Slatina«-slojeva karakterizira blaga oscilacija kopna i mora koja je nešto izrazitija u njenom istočnom dijelu. Na čitavom području taloženi su klastici podjednake debljine u uvjetima vrlo bliskim stabilnom šelfu. Osobine rezervoar stijena se ogledaju u boljim kolektorskim svojstvima u odnosu na starije slojeve. Vrijednosti poroznosti se kreću od 10–36%, permeabilnosti 0,1–650 md i litološkog faktora 7–90.

Slabe kvalitete pokrovnih stijena dovode do veze površinskih sa slojnim vodama smanjujući im stupanj mineralizacije. Kako je u profilu prekrivajućih naslaga krupnoklastična komponenta dominantna, perspektivnost Virovitica i Slatina slojeva je znatno smanjena.

Veće akumulacije nafte i plina teško da bi se u njima sačuvale, iako manja ležišta, nastala vertikalnom migracijom iz formiranih ležišta u starijim naslagama, mogu biti prisutna u svim slojevima do površine. Zbog toga su na karti prognoza naftoplinonosnosti (prilog 20) za ove slojeve označene kao perspektivne gotovo isključivo strukturne zamke, antiklinale i rasjedni oblici. Upravo u ovakvim oblicima pokrovi su oslabljeni brojnim pukotinama, te im je otpornost prema pritiscima znatno smanjena. Na ovakvim ekranima stvara se stanje dinamičke ravnoteže između diferencijalnog pritiska (na tjemenu akumulacije) ugljikovodika i otpornosti stijene. Ovo stanje ravnoteže uslijed porasta diferencijalnog pritiska pri nailasku novih količina ugljikovodika u ležište biva narušeno. Pri tome se izvjesna količina ugljikovodika, naročito plinskih (»kvant« – prema Kozlovu) probija u pokrovne naslage gdje se sličan proces povećanja diferencijalnog pritiska i probijanja pokrova nastavlja. Nekolicina perspektivnih litoloških zamki na ovoj karti označena je na mjestima koje sugerira litofacijelna karta (nagla promjena debljine i broja pješčanih slojeva na strukturnim nosevima).

Dosadašnji radovi na razmatranom području utvrdili su industrijske količine plina u »Slatina«-slojevima kod Ferdinandovca i Jagnjedovca. Poznata je i proizvodnja nafte iz ovih slojeva na jednoj vrlo izdašnoj bušotini između mađarskih plinskih polja Babocsa i Heresznye. U Savskoj potolini naftne i plinske pojave, koje mjestimično imaju priličan ekonomski značaj, prisutne su također u ekvivalentima ovih slojeva i nji-

hovo porijeklo se može na isti način objasniti. Prema tome i ovim i mladim slojevima u budućim radovima treba posvetiti punu pažnju prilikom ispitivanja naftoplinočnosti starijih naslaga.

g) »Pokrovni slojevi«

Interval »pokrovnih slojeva« obuhvaća sedimente od repnog sloja DG do aluvija. Vremenski, »pokrovni slojevi« zahvaćaju najgornji dio abihi naslaga, romboidejske naslage, paludinske naslage i kvartar.

Granicu između abihi i romboidejskih naslaga označava izumiranje većine vrsta u staroj zajednici i pojavu novih vrsta u zajednici prilagođenoj novim životnim uvjetima u znatno slađoj vodi. Promjeni životnih uvjeta, kako se može zaključiti iz našeg grafičkog prikaza, prilagodile su se od starih vrsta samo *Congeria zagrabiensis* Brusina i *Didacna otiothorum* Brusina. U tom periodu potpuno izumiru vrste *Congeria digitifera* Andrusov i *Paradacna abichi* R. Hoernes a javlja se u znatnom broju vrsta *Paradacna okrugici* Brusina. U znatno manjem broju primjeraka utvrđena je u ovom graničnom sloju vrsta *Limnocardium apertum* Münster, *L. riegeli* M. Hoernes i *Parvidacna planicostata* Stevanović. Vrsta *Congeria rhomboidea* M. Hoernes (Paleontološke analize prema Z Boškov-Steiner i N. Glumičić), koja se općenito smatra najznačajnijom za romboidejske naslage, izvanredno se rijetko nađe u jezgrovanoj materijalu, te zbog toga u našoj sumarnoj listi zauzima vrlo skromno mjesto. Raščlanjavanje romboidejskih naslaga, iako nema veći praktični značaj, izvedeno je izdvajanjem pet repnih nivoa. Repni sloj DB možda ima i određeni stratigrafski značaj, samo je to za sada vrlo teško sa sigurnošću reći. Naime, u priloženom srednjem geološko-geofizičkom profilu nismo mogli odlučiti da određene slojeve označimo kao tvorevine srednjeg i gornjeg pliocena. Možda upravo interval između repera DB i DA pripada tvorevinama ove starosti. Međutim, isto tako je vjerojatno da taj interval pripada romboidejskim naslagama, budući da pouzdanih paleontoloških i karotažnih kriterija za njegovo odvajanje od podinskih naslaga za sada nema, i da nepostojanje tvorevine srednjeg i gornjeg pliocena treba objasniti kopnenom fazom razvoja ovog područja.

Izdvajanje kvartarnih tvorevina u profilima dubokih bušotina u velikoj mjeri je rezultat proizvoljne ocjene pogonskog geologa, jer objektivni kriteriji za njihovu identifikaciju ne postoje.

U profilima istražnih bušotina postavljenih na području potoline sjeverno od uzdužnog potolinskog rasjeda, EK dijagrami su djelomično zahvatili seriju šljunaka s tankim ulošcima gline, s izraženim vrlo visokim otporima (preko 50 omm) i slabim anomalijama na krivulji SP. Podina ovih tvorevina obilježena je reperom DA. Iznad ovog repera do danas nije nađena nikakva fosilna fauna. Obzirom na izrazite karotažne karakteristike, litološki sastav i položaj u profilu bušotina predpostavili smo da čitav interval od površine do karotažnog repera DA pripada kvartarnim naslagama.

Pošto interval pokrovnih slojeva u naftno-geološkom pogledu nije posebno interesantan, nisu izvršene detaljne studije tektonskih, litoloških i hidrogeoloških odnosa na način kako je to učinjeno za starije slojeve.

Tektonski oblici izraženi na strukturnoj karti po krovini repera DG (prilog 21), koja nam ujedno pokazuje i promjenu debljina promatranog intervala, dokazuju intenzivne tektonske pokrete u periodu nakon taloženja sloja DG. Na rubnim planinama sedimenti pokrovnih slojeva pokazuju uglavnom transgresivni odnos prema starijim sedimentima. Tako su na južnoj strani Kalničkog masiva romboidejske naslage u direktnom kontaktu sa mioplIOCenom. Na najvišem dijelu Vrbovečkog masiva romboidejske naslage leže direktno na predtercijarnim stijenama, što pokazuje da je preko čitavog Vrbovečkog praga, od Gornje Rijeke do Čazme, ostvarena veza sa Savskom potolinom. Na sjevernoj strani Moslavačkog masiva nisu nađeni izdanci romboidejskih naslaga, ali se sedimenti kvartara nalaze u kontaktu sa tortonskim sedimentima i temeljnim gorjem. Na obodu masiva Papuka i Krndije sedimenti promatranog intervala dolaze u kontakt sa svim starijim sedimentima, tako da imademo slučajeve od normalne superpozicije do kontakta diluvija sa temeljnim gorjem.

Litološki sastav sedimenata »pokrovnih slojeva« također ukazuje na izrazitu tektonsku nestabilnost čitave potoline u tom periodu. Detaljniji studij manjih intervala pokazuje tipične karakteristike ritmičke sedimentacije. Donji dio »pokrovnih slojeva« sačinjavaju pijesci, gline i šljunci sa brojnim proslojcima lignita, dok je gornji dio koji pribrajamo kvartaru sastavljen pretežno od šljunaka sa tankim prislojcima gline. Velike razlike u debljini ovog gornjeg, šljunkovitog dijela pokrovnih slojeva, svjedoče o intenzivnim pokretima dna potoline u vrijeme njihovog taloženja. Po svemu sudeći ova tektonska faza je bila vrlo značajna i u znatnoj mjeri izmijenila ranije strukturne odnose na području potoline.

Stalne promjene litološkog sastava taloženih proslojaka odražavaju se na elektrokarotažnim diagramima izrazitom nazubljenosti krivulje PS i PO. Na prelazu između ahibi i romboidejskih naslaga redovno se opaža pomak tzv. osnovne linije lapora. Na krivulji prividnog otpora PO maksimalni otkloni uglavnom odgovaraju šljunkovitim i čvrsto cementiranim pješčanim ulošcima. Linija koja spaja maksimalne vrijednosti na krivulji otpora ima konstantan otklon u smjeru većih vrijednosti, od dubljih prema višim horizontima, što je posljedica sve manjeg saliniteta slojnih voda.

Ni u jednoj od do sada završenih bušotina u ovim naslagama nisu primjećene pojave nafte ali je bilo slabih manifestacija plina. Teško je reći da li su one vezane za slojeve lignita, a još teže ocijeniti njihov ekonomski značaj. U svakom slučaju u prilikom ispitivanja starijih naslaga, treba posvetiti punu pažnju i ispitivanja ovih slojeva.

Zaključak

Regionalnim istražnim radovima, poduzetim u cilju ocjene perspektiva naftoplinonosti Dravske potoline, prikupljen je veliki broj podataka

koji je omogućio studij geološke građe ovog područja. Naročito detaljno je proučen, za naftu produktivni, dio profila tercijarnih naslaga – miocen, panon i donji pont. Podloga tercijarnih naslaga otkrivena je do sad dubokim bušotinama na neznatnom broju lokaliteta i nedovoljno ispitana.

Razmatranju perspektiva naftoplinonosnosti regionalne diskordancije, između tercijarnih stijena i njihove podloge, poslužila je paleogeološka karta podloge i litofacijelna karta pokrova. Interpretacijom spomenutih karata i strukturne karte ovog horizonta, lokalizirani su perspektivni oblici za traženje ležišta na karti prognoza. Karta prognoza pridaje naročiti značaj istaknutim oblicima u paleoreljefu («buried hills») obzirom na već poznata brojna naftna i plinska polja ovog tipa na području Panonske kotline u Savskoj potolini, Vojvodini i Mađarskoj.

Sedimentacija »podinskih slojeva« odvijala se uz vrlo živo kretanje dna bazena i promjenu općih uvjeta što je ostavilo odraz u vertikalnom i lateralnom smjenjivanju slatkovodnih, brakičnih i marinskih tvorevina, velikim varijacijama u debljini i litofacijelnim karakteristikama. Razvoj klastika: konglomerata, pješčenjaka, glina i lapora, te biogenih vapnenaca, daje mjesta očekivanju dobrih rezervoar i pokrovnih stijena – osnovnih elemenata za formiranje ležišta. Na karti prognoza naftoplinonosnosti, koja je vodila računa i o aktuelnim hidrogeološkim odnosima označen je veliki broj perspektivnih oblika. Njihov broj je mogao biti i veći da nije znatno reduciran, upravo na području stabilnog šelfa gdje se očekuje vrlo povoljan razvoj kolektora, ali nepovoljni hidrodinamički uvjeti. Leće pješčenjaka u zoni razvoja finih klastika daju velike perspektive otkrivanju brojnih, naročito plinskih ležišta (Pitomača), a u rubnim dijelovima izvjesni značaj kao nosioci nafte mogu imati bioherme (Cabuna).

»Pitomača«-slojevi, koji zahvataju najveći dio profila panonskih naslaga, stvarani su u skoro potpuno izoliranom, restriktivnom bazenu, a karakterizira ih ritmička izmjena pješčenjaka i lapora s prilično visokim sadržajem vapnene komponente. Slabe kolektorske osobine pješčenih slojeva ne dozvoljavaju da se od izdvojenih perspektivnih oblika očekuje puno, iako dalja istraživanja, zbog dokazanog prisustva nafte kod Ferdinandovca i Čađavice, ne smiju ignorirati mogućnost pronalaženja ležišta u ovom intervalu.

Perspektivnost abihi naslaga (donji pont), naročito njihovog donjeg dijela – »Virje« i »Ferdinandovac«-slojeva, ocijenjena je na temelju izrađenih karata vrlo visoko. Ovu ocjenu učvršćuju već otkrivena nafta i plinska polja u njima, Ferdinandovac, Jagnjedovac i Šandrovac. U gornjem dijelu abihi naslaga – Virovitica i Slatina slojevima – upoređenjem dosadašnjih nalaza ugljikovodika u njima, strukturnim, litofacijelnim i hidrogeološkim uvjetima očekuje se mogućnost nalaza plina u oblicima gdje postoji dobar pokrov.

»Pokrovne slojeve« karakterizira izvanredan razvoj krupnoklastičnih sedimenata u kojima su perspektive za nalaz ležišta ugljikovodika, zbog nedostatka nepropusnih barijera, minimalne.

Osim prognoziranja naftoplinonosnosti usporednim studijem geološke građe pojedinih članova serije dobijeni su elementi za procjenu potencijalnih rezervi izdvojenih zona nakupljanja nafte i plina, te objektivnu ocjenu perspektivnosti svake od njih. Na taj način će rezultati ovog studija naći svoju neposrednu primjenu na usmjeravanju i projektiranju budućih istražnih radova na ovom području koji treba da osiguraju nove rezerve nafte i plina.

Primljeno 10. 6. 1963.

Naftaplin, Zagreb
Kumičićeva 5

LITERATURA

- Aksin V. & R. Filjak (1962): Razvoj i rezultati istraživanja nafte i plina u Jugoslaviji. V. Savjetovanje geologa, Beograd.
- Aleksin A. G. (1959): O principal'noj sheme metodiki poiskov i razvedki skoplenij нефти i gaza. Geolog. нефти i gaza (GNIG) No. 4, Moskva.
- Bošković - Štajner Z. (1963): Abični slojevi u dubokim bušotinama Hrvatske s naročitim osvrtom na pojavu vrste Paradačna abični (R. Hoernes). Geološki vjesnik 15/2, Zagreb.
- Brod I. O. (1960): Sovremennye vzgljady na formirovanie i zakonomernosti v rasprostrančnii skoplenij нефти i gaza. GNIG No. 11, Moskva.
- Brod I. O., L. A. Pol'ster & D. V. Nesmejanov (1958): Geostrukturnoe rajonirovanie i perspektivy neftegazonosnosti Predkavkaz'ja. Pril. Geolog. нефти, No. 8, Moskva.
- Friedl K. (1959): The Oil Fields of the Vienna Basin. 5-th WPC, New York.
- Földvári I. (1952): Lead ores and fossiliferous dinantian (Lower Carboniferous) of Szabadbattyan. Acta Geol. Acad. scient. Hungaricae, t. I., Budapest.
- Galović S. (1958): Nafta u raspucanom i rastrošenom temeljnom gorju na strukturi Križ. Nafta No. 1, Zagreb.
- Janoschek R. H. (1959): Oil Explorations in the Molasse Basin of Western Austria. 5-th WPC, New York.
- Jenko K. (1944): Stratigrafski i tektonski snošaj Pliocena južnog pobočja Požeške gore i Kasonja brda. Vjestnik Hrv. drž. geol. zavoda, 2/3, Zagreb.
- Kertai Gy. (1957): A magyarországi medencek és a kőolajtelepek szerkezete a kőolajkutatás eredmenyei alapján. Földtani közlöny 87, 9, Budapest.
- Kertai Gy. (1957): Oil and gas in Hungary. Acta Geologica IV/3-4, Budapest.
- Kertai D. (1962): Kratkij obzor osadočnyh bassejnov VNR s točki zrenija nefljanog geologiji. GNIG No. 1, Moskva.
- Krumbein W. C. & L. L. Sloss (1951): Stratigraphy and Sedimentation. W. H. Freeman Co., San Francisco.
- Lvorsen A. I. (1954): Geology of Petroleum. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Ožegović F. (1944): Prilog geologiji mlađeg terciara na temelju podataka iz novijih dubokih bušotina u Hrvatskoj. Vjestnik Hrv. drž. geol. zav. 2/3, Zagreb.
- Pletikapić Ž. (1962): Ferdinandovac - novo naftno i plinsko polje u Dravskoj potolini. Nafta, No. 6, Zagreb.
- Poljak J. (1934): Prilog geološkom poznavanju Krndije. Vjesnik geol. Inst. kr. Jugosl. 3, Beograd.

- Poljak J. (1952): Predpaleozojske i paleozojske naslage Krndije. Geol. vjesnik, 2-4, Zagreb.
- Rubinić A. (1954): Rezultati istražnih radova na strukturi Sedlarnica. Fond dokum. pod. Naftaplin, Zagreb.
- Sčerić E. A. (1962): O metodike vosstanovljenija istorii razvitiija neftegazonosnyh oblasti. GNIG No. 7, Moskva.
- Slos L. L. (1955): Location of Petroleum Accumulation by Facies Studies. 4-th WPC, Rome, pp. 315-335.
- Slavin V. J. (1958): O sredinnom Pannonskom massive Karpat. Geol. sbor. L'vovskogo geol. obščestva, No. 5-6, L'vov.
- Tomor J. (1957): Kőolaj es földgáz kutatások a Dunántulon. Budapest.
- Tomor J. (1958): A magyarországi olajkutatás új eredményei es lehetőségei, Budapest, Banyaszati Lapok 91/10-11.
- Vadász E. (1935): Das Mecsek-Gebirge. Magyar tajak Földtani Leirása I. Budapest.
- Vadász E. (1953): Magyarország Földtana. Budapest.
- Vučković J. (1958): Istraživanje nafte i plina u Jugoslaviji (I). Nafta, No. 6, Zagreb.
- Vučković J., R. Filjak & V. Aksin (1958): Istraživanje nafte u Jugoslaviji. Nafta, No. 9, Zagreb.
- Vysockij I. V. (1962): Osobennosti stroenija i neftegazonosnost' vnutrennih progibov al'pijskogo skladčatogo pojasa zarubežnoj Evropy. GNIG No. 9, Moskva.
- Weeks L. G. (1952): Factors of Sedimentary Basin Development that Control Oil Occurrence. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 36, pp. 2071-2124. Tulsa.
- Zdanov M. A. & A. A. Karcev (1958): Neftepromyslovaja geologija i gidrogeologija. Gostoptehizdat, Moskva.

Ž. PLETIKAPIĆ, I. GJETVAJ, M. JURKOVIĆ,
H. URBIHA and L.J. HRNČIĆ

GEOLOGY, OIL AND GAS POSSIBILITIES OF THE DRAVA-RIVER DEPRESSION

In the SW part of the Pannon basin there is a local depression along the river Drava, filled with Tertiary and Quaternary deposits overlying the basement consisting of Paleozoic and Mesozoic rocks. The basement rocks are exposed on the surrounding horsts: Kalnik, Moslavačka Gora Mountain, Papuk, Krndija, Villany, and Mecsek. The depression occupies a total area of 9,800 sq. kms., of which 6,100 sq. kms. belong to Yugoslavia, and the rest to Hungary.

The data for studying areal geology and the evaluation of oil and gas possibilities were obtained through regional exploration efforts made by the enterprise »Naftaplin« (1956-62). The productive portion of the Tertiary column - Miocene, Pannonian and Lower Pontian (Enclosure 1) - examined more thoroughly than the basement rocks.

The oil and gas possibilities of the regional unconformity between the basement rocks and Tertiary sediments were considered on the basis of a worm's eye map and an actual structural unconformity map (Enclosures 2, 3 and 4). From the map showing the oil and gas possibilities (Enclosure 5) can clearly be seen that buried hills represent the best potential traps. The same trap types are well known in other parts of the Pannonian Basin.

Sediments of the lower part of the Miocene series were being deposited under repeated intensive sinking of the depression's bottom and environmental changes. They resulted in a variation of both thickness and facies, vertical and lateral changes of freshwater, brackish, and normal sea sediments. The development of thick clastic and

non-clastic sediments, conglomerates, sandstones, shales and biogenous limestones, gives a good chance to expect all elements for trapping hydrocarbons (Enclosures 6 and 7). The number of potential traps sketched on the map (Enclosure 8) would perhaps be even greater if it were not reduced to a stable shelf, where, contrary to excellent reservoir rock characteristics, the hydrological conditions exhibit less favourable features. The considerable mixing of formation waters with surface waters is indicative of a direct communication between the subsurface reservoirs and the surface.

The »Pitomača« layers (the upper part of Miocene) were formed into an isolated and restricted basin with rhythmic changes of sandstones and shales containing a fairly high limestone component (Enclosures 9 and 10). The reservoir rocks' properties of that interval being quite bad, there is very little chance to expect much from the potential traps (Enclosure 11), but the evident presence of oil at Ferdinandovac and Čadavica, although not in commercial quantities, might be a guide to future discoveries of traps in that section.

Possibilities of finding oil and gas traps in Lower Pontian, especially its lowermost portion - »Virje« and »Ferdinandovac« layers-were estimated as very high ones (Enclosures 12-17), and they proved it with new oil and gas fields Ferdinandovac, Jagnjedovac, and Šandrovac, which are producing from reservoirs belonging to this interval. The upper part of the Lower Pontian - »Slatina« layers - are very rich in coarse clastics, which is also the case with all younger layers lying above them, so that no good seals can be expected. In spite of that we usually find some small gas pools above the older reservoirs (Enclosures 18-21), which can be explained by vertical migration of hydrocarbons through fissures in the rock rocks.

By parallel studies of structural, lithofacial, and hydrogeological conditions relating to individual operational units we have obtained, besides the location of possible zones of accumulation, also the elements for the estimation of potential reserves they might contain. Comparing of reserves in considered zones resulted in getting an objective and reliable list of zones, in accordance with their prospectiveness, which will be of real help in planning future works with the purpose of adding new quantities of oil and gas to our present industrial reserves.

Received 22th June, 1963.

Naftaplin, Zagreb
Kumičićeva 5

Tabla I nalazi se iza table XXI.

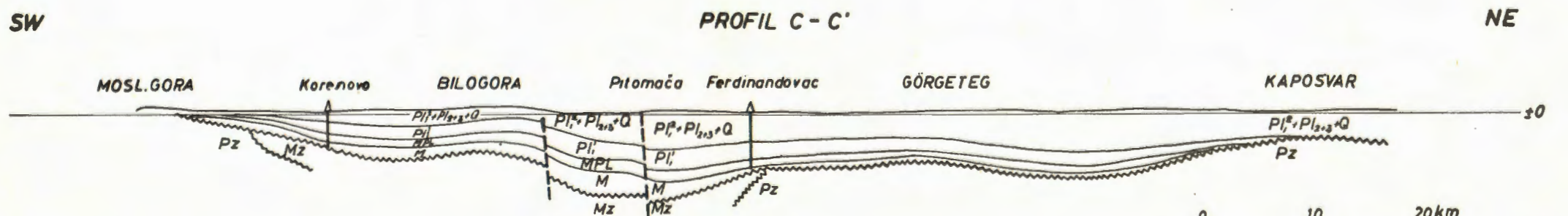
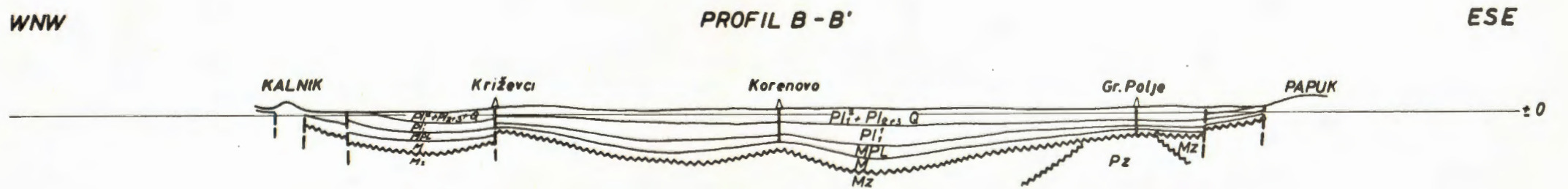
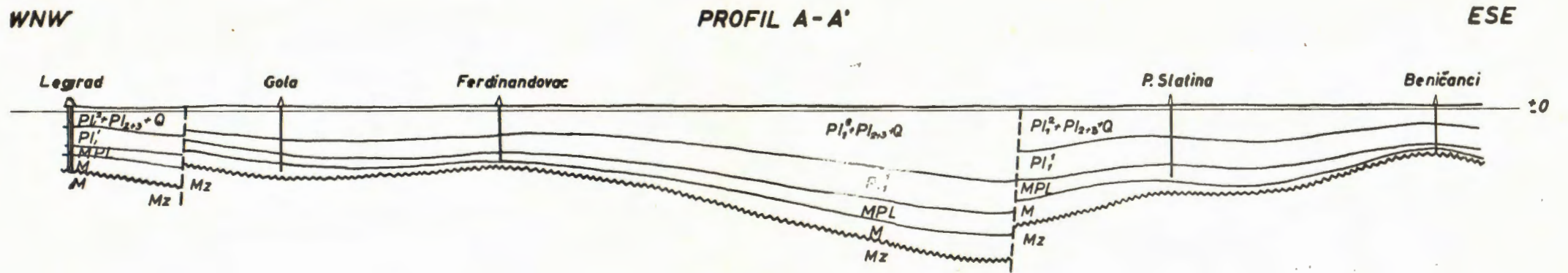
Plate I see after plate XXI.

TABLE II

Shematski geološki profili (položaj profila prema Tabli III). Legenda: 1. »Pokrovni slojevi«, 2. Abihi naslage, 3. »Pitomača«-slojevi, 4. »Podinski slojevi«, 5. Mezozoik, 6. Paleozoik

PLATE II

Schematic Geological Cross Sections (Locations are shown on the map - Plate III). Legend: 1. Hanging wall layers, 2. Abichi layers, 3. »Pitomača« layers, 4. Foot wall layers, 5. Mesozoic, 6. Paleozoic



- | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|--------|---|-----|---|---|---|----|---|----|---|
| $P1^2+P1_{2,3}+Q$ | 1 | $P1^1$ | 2 | MPL | 3 | M | 4 | Mz | 5 | Pz | 6 |
|-------------------|---|--------|---|-----|---|---|---|----|---|----|---|



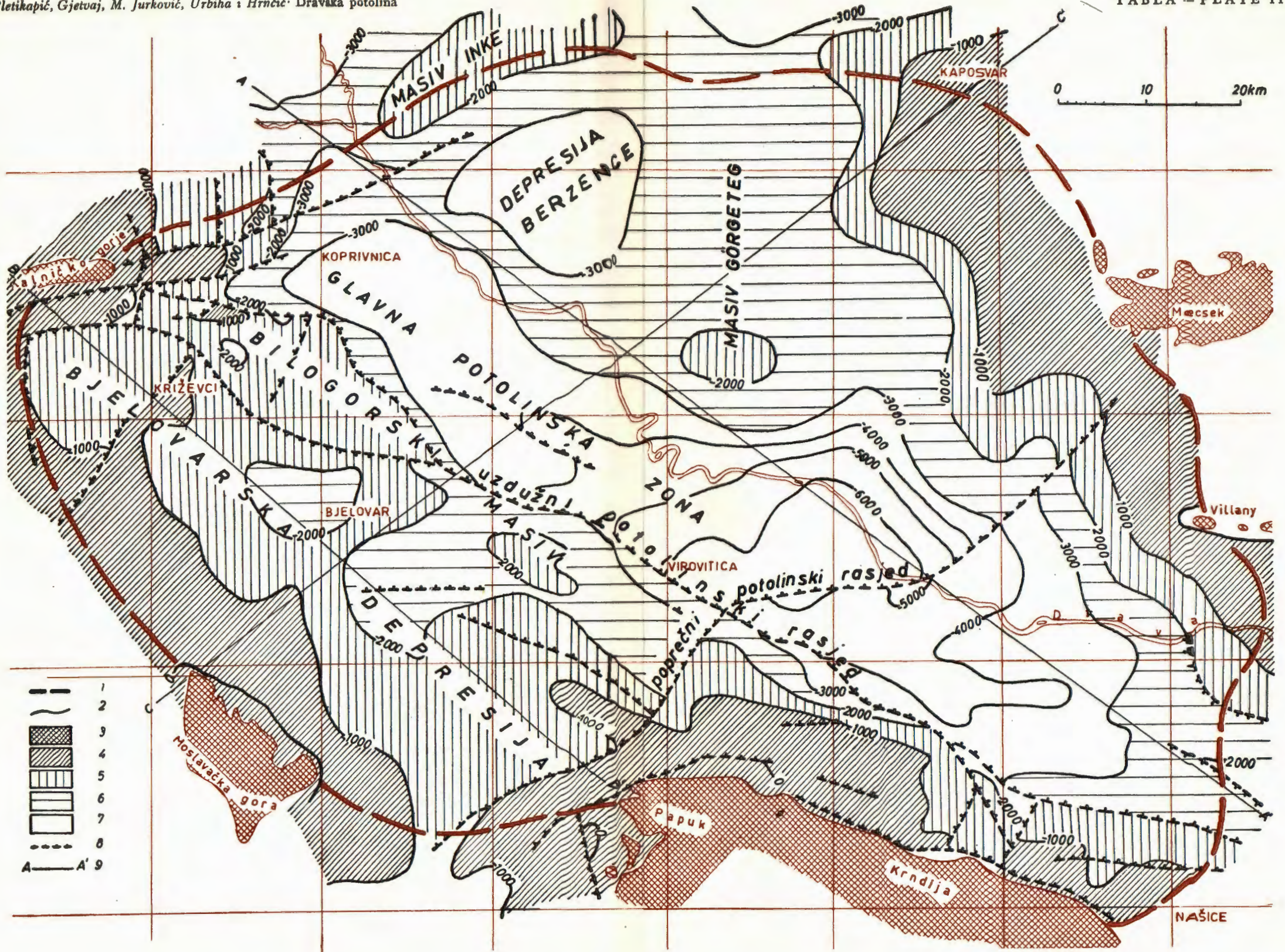


TABLA III

Shematska tektonska karta (izrađena na temelju dubokih istražnih bušotina i rezultata gravimetrijskih i seizmičkih mjerenja te objavljenih radova G. Y. Kertai-a i J. Tomora-a). Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Približne izobate reljefa predtercijarnih stijena. 3. Površinski izdanci predtercijarnih stijena; *Dijelovi bazena s debljinom tercijarnih sedimenata*: 4. - do 1000 m, 5. - od 1000-2000 m, 6. - od 2000-3000 m, 7. - preko 3000 m, 8. Rasjedne linije, 9. Profilne linije.

PLATE III

Schematic tectonic map (based upon deep exploration well logs and results of gravimetric and seismic surveys, and papers published by G. Y. Kertai and J. Tomor). Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Approximate contours on the top of basement rocks, 3. Outcrops of basement rocks; Thickness of Tertiary sediments, 4. - below 1000 ms., 5. - from 1000 to 2000 ms., 6. - from 2000 to 3000 ms, 7. - above 3000 ms., 8. Main fault lines, 9. Location of Cross Sections

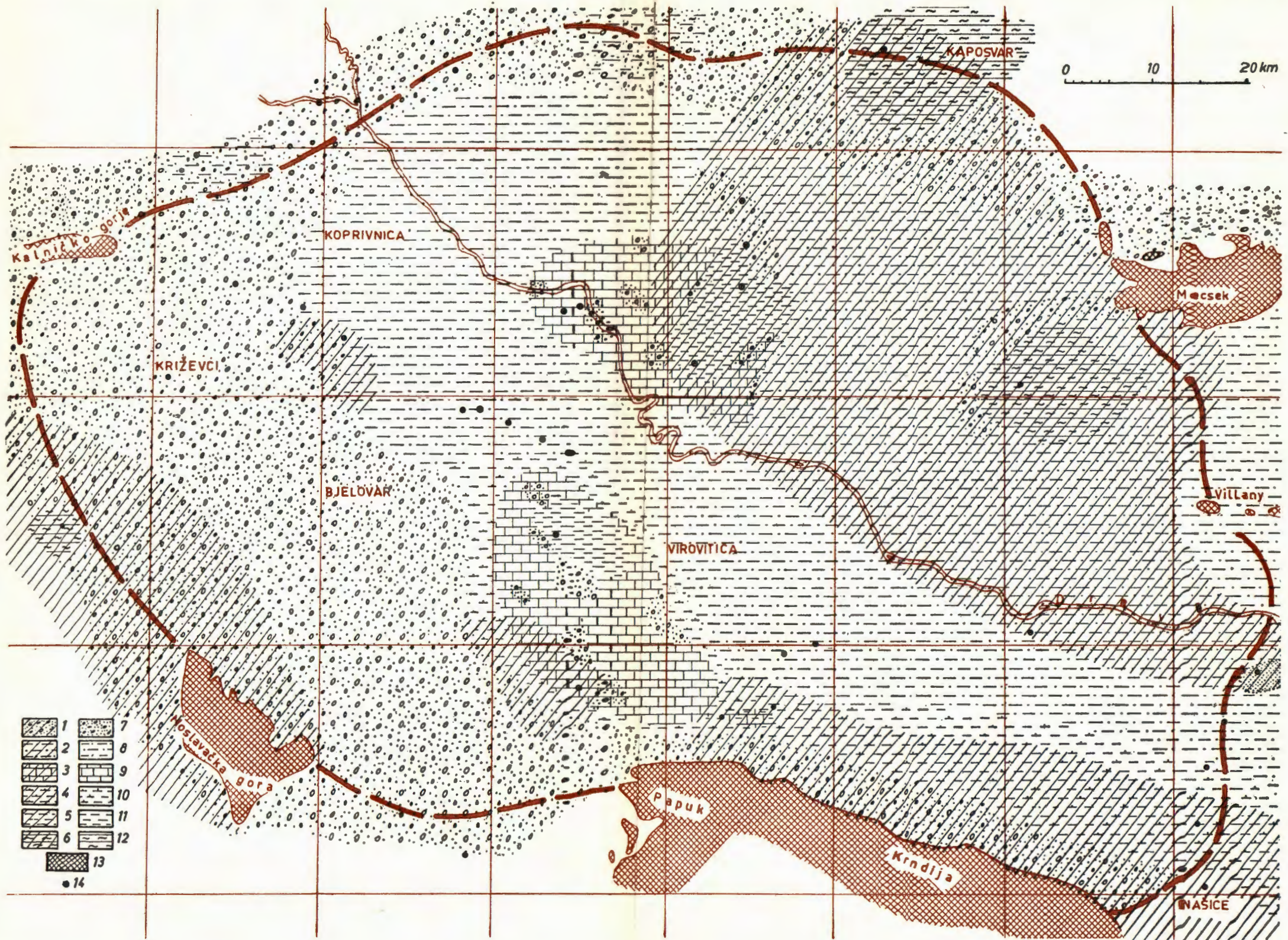


TABLA IV

Karta kontakta tercijskih naslaga i stijena podloge. Legenda: Konglomerati - Torton (Pretorton): 1. - na paleozoiku, 7. - na mezozoiku, Pjeshkovo laporovita serija - Torton (Pretorton): 2. - na paleozoiku, 8. - na mezozoiku; Biogeni, grebenski vapnenci - Torton: 3. - na paleozoiku, 9. - na mezozoiku; Glineno laporovita serija - Torton i sarmat: 4. - na paleozoiku, 10. - na mezozoiku; Laporovita serija - Panon: 5. - na paleozoiku, 11. - na mezozoiku; Pjeshkovo glinovita serija - Gornji pont: 6. - na paleozoiku, 12. - na mezozoiku, 13. Površinski izdanci podloge, 14. Kontrolne bušotine

PLATE IV

Worm's eye map - showing contact of the Tertiary depositions and the basement rocks.
Legend: Conglomerates - Tortonian (Pre-Tortonian): 1. - above Paleozoic, 7. - above Mesozoic; Sandy - shale series - Tortonian (Pre-Tortonian): 2. above Paleozoic, 8. - above Mesozoic, Reef limestones - Tortonian; 3. - above Paleozoic, 9. - above Mesozoic; Shaly - clay series - Tortonian and Sarmatian: 4. - above Paleozoic, 10. - above Mesozoic; Shale series - Pannonian: 5. - above Paleozoic, 11. - above Mesozoic; Sandy-clay series - Upper Pontian: 6. - above Paleozoic, 12. - above Mesozoic, 13. - Outcrops of basement rocks, 14. - Control wells

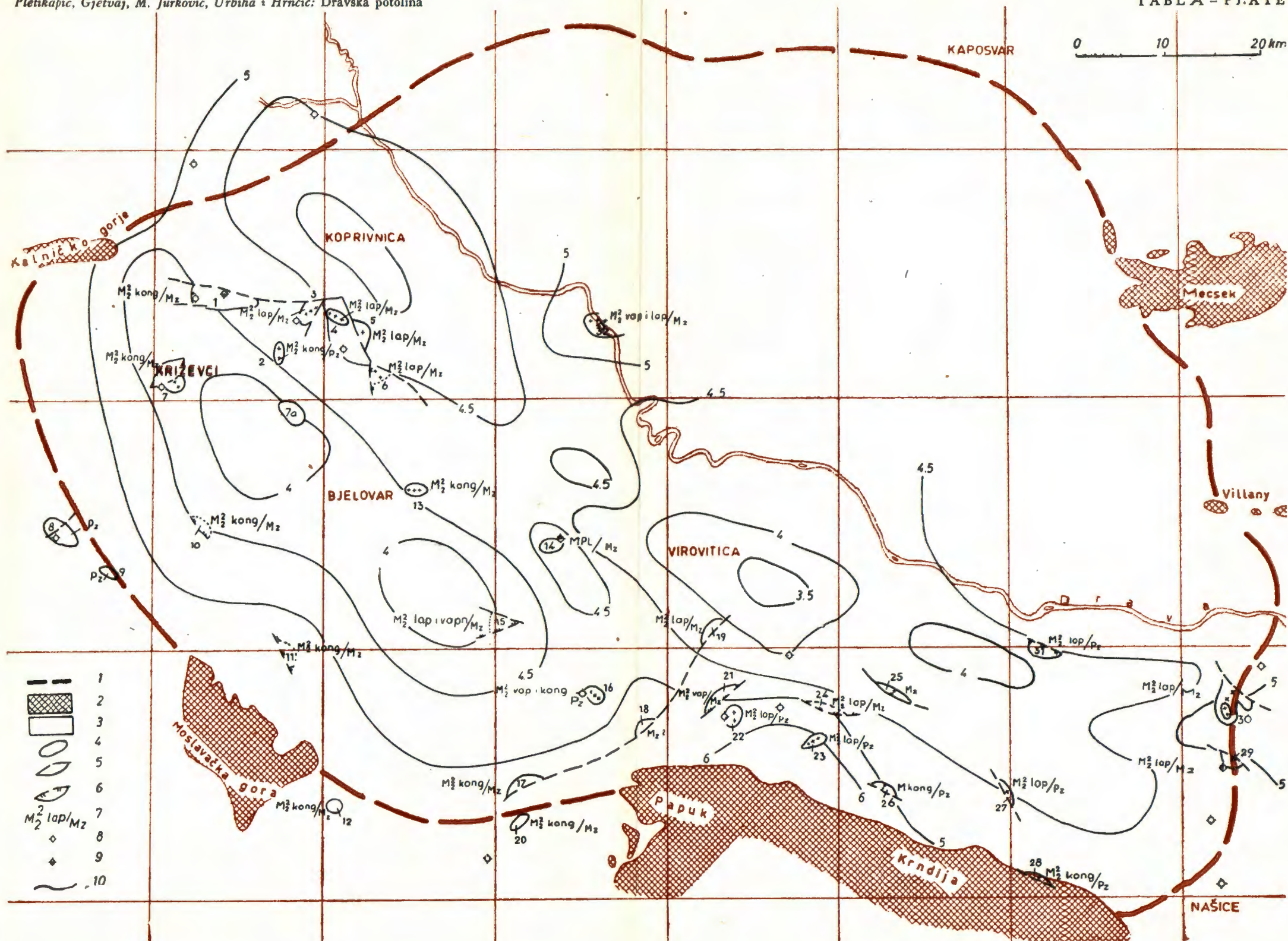


TABLA V

Podloga tercijara ($M_2 + P_2$) - karta prognoza naftoplinoznosti s izolinijama prosječnih geotermalnih gradijenata.

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Perspektivno područje; *Perspektivne strukture*: 4. - pokrivena uzvišenja paleoreljefa, 5. - oblici zatvoreni rasjedima, 6. - oblici na kontaktima mezozoika i paleozoika, 7. Oznaka za pokrov i podlogu (miocenski lapor preko mezozoika); *Kontrolne bušotine koje se zahvatile podlogu tercijara*: 8. - negativne, 9. - s pojavama nafte

PLATE V

Regional unconformity between Tertiary and the basement rocks ($M_2 + P_2$) - The map showing oil and gas possibilities and geothermal isogradient

Legend: 1. - Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Prospective area; - Prospective traps: 4. - Buried hills, 5. - Fault structures, 6. - Contact of Paleozoic (nonporous) and Mesozoic (porous) strata, 7. Letter symbols for stratigraphic designation of the basement and the seal. Control wells: 8. - dry, 9. - oil show

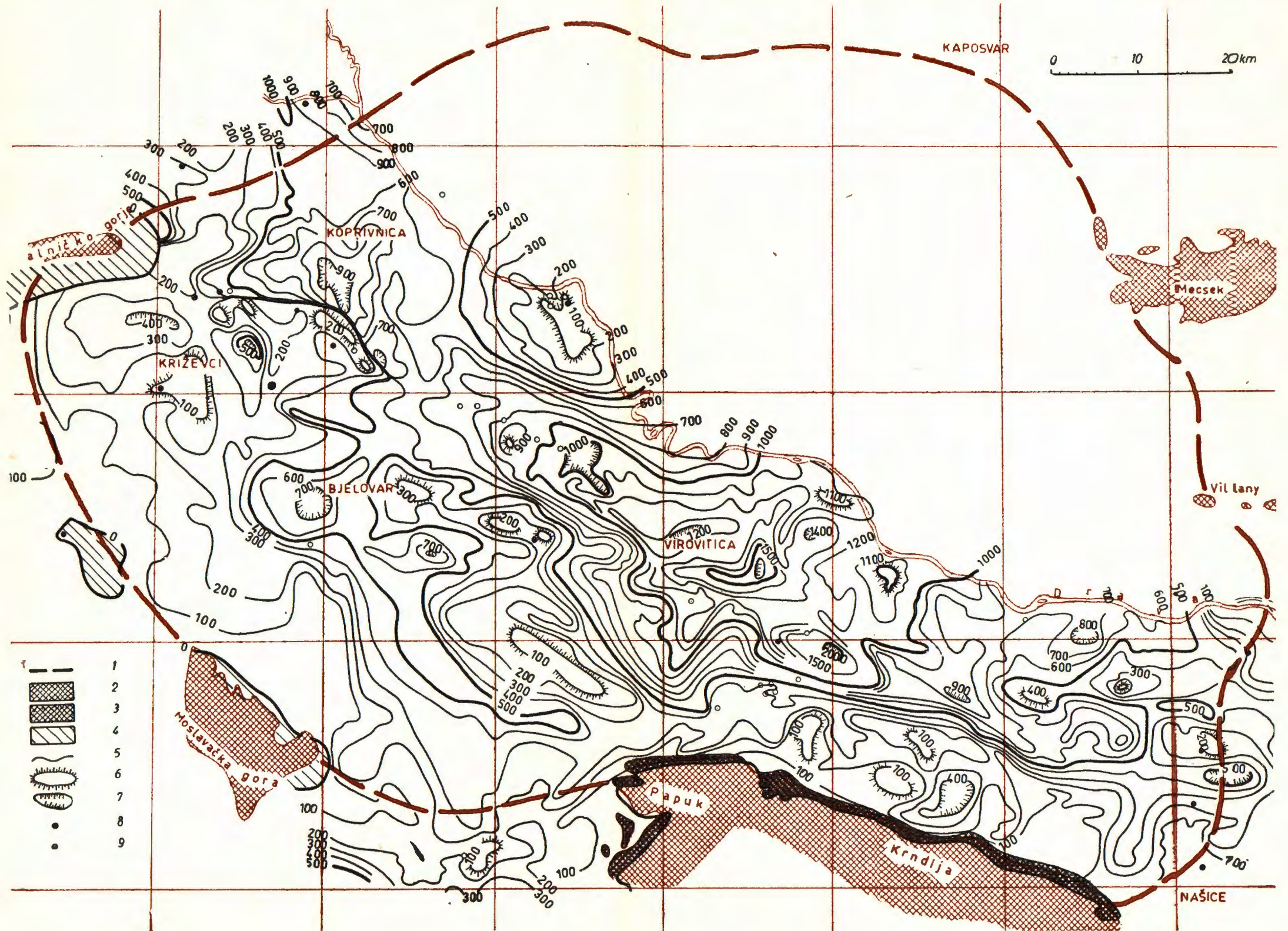


TABLA VI

»Podinski slojevi« (M) – karta debljina

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje izdanaka djelomično erodirane miocenske serije, 4. Područje na kojem kartirana serija nije taložena ili je potpuno erodirana, 5. Linije istih debljina (izopahe), 6. Područje manjih debljina od posljednje označene izopahe, 7. Područje većih debljina od posljednje označene izopahe, 8. Kontrolne bušotine koje su probušile kartiranu seriju, 9. Kontrolne bušotine završene u kartiranoj seriji

PLATE VI

Foot wall layers Miocene – Isopach map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement, 3. Outcrops of partly eroded Miocene strata, 4. Area where the mapped unit is absent, 5. Contour lines, 6. Area of less thickness than the last contour line, 7. Area of greater thickness than the last contour line; Control wells: 8. – having penetrated the mapped unit, 9. – having reached the mapped unit

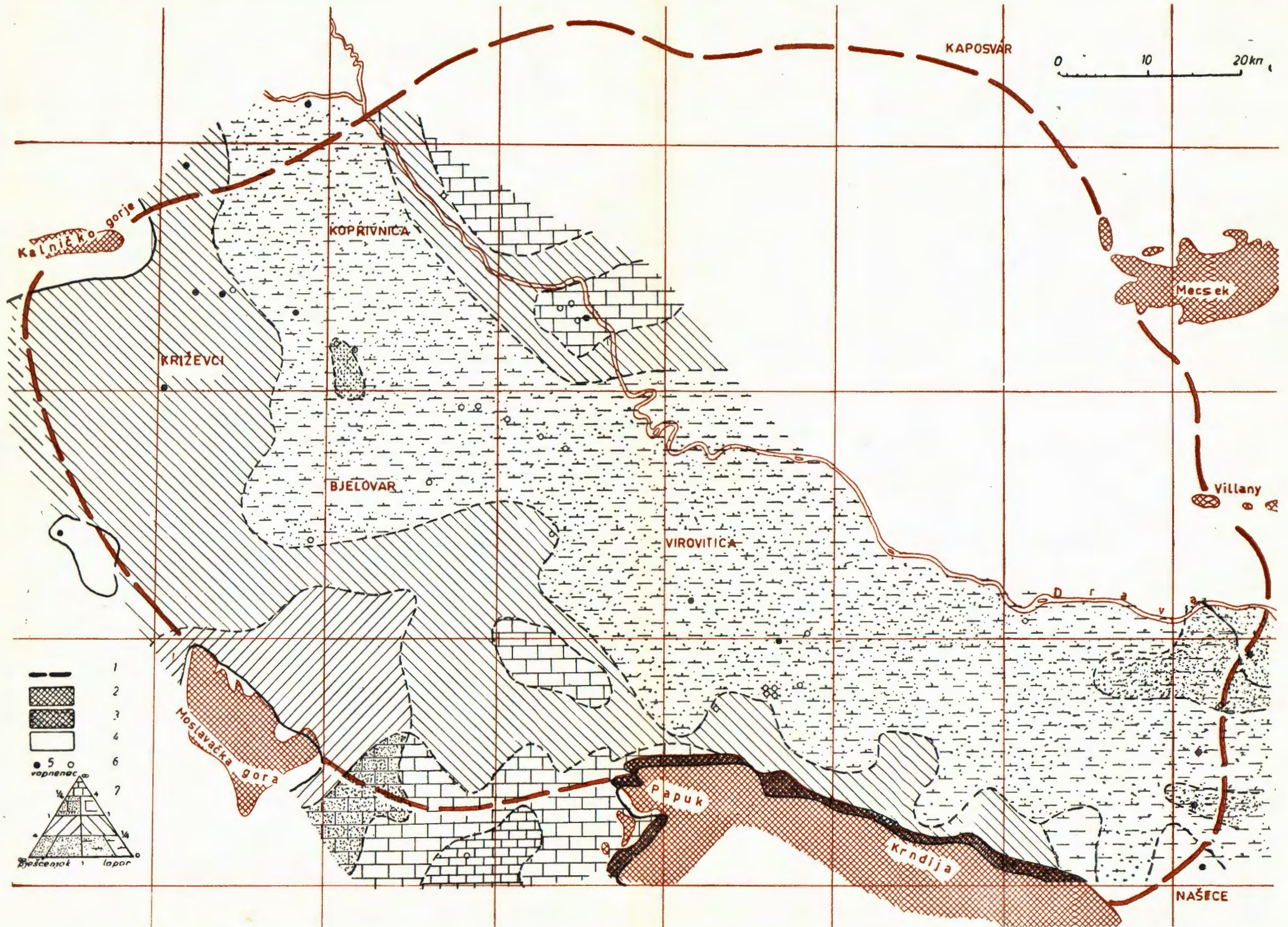


TABLA VII

Podinski slojevi - litofacijelna karta

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje izdanaka djelomično erodirane miocenske serije, 4. Područje na kojem miocenska serija nije taložena ili je potpuno erodirana, 5. Kontrolne bušotine koje su probušile kartiranu seriju, 6. Kontrolne bušotine završene u kartiranoj seriji, 7. Litološki trokut s oznakama graničnih vrijednosti i grafičkih znakova za pojedine facijese

PLATE VII

Foot wall layers - Lithofacies map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Outcrops of partly eroded Miocene strata, 4. Area where the mapped unit is absent; - Control wells: 5. having penetrated the mapped unit, 6. - having reached the mapped unit, 7. Lithologic triangle

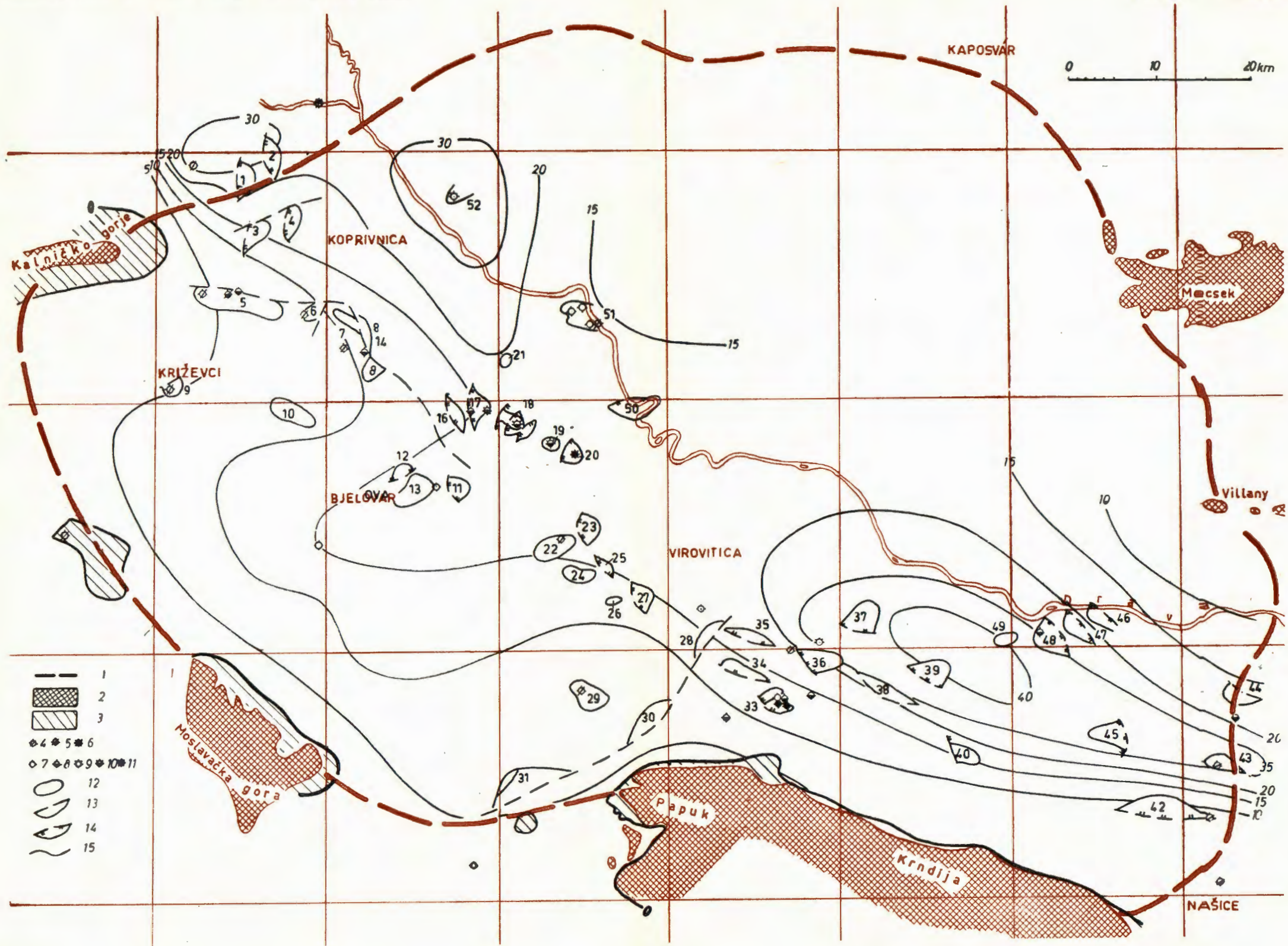


TABLA VIII

»Podinski slojevi« - karta prognoza naftoplinonosnosti s linijama istih koncentracija soli u slojnoj vodi

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena i djelomično erodiranih miocenskih naslaga, 3. Područje na kojem kartirana serija nije taložena ili potpuno erodirana; *Kontrolne bušotine koje su probušile kartiranu seriju*: 4. - negativne, 5. - s pojavama nafte, 6. - naftne; *Kontrolne bušotine završene u kartiranoj seriji*: 7. - negativne, 8. - s pojavama nafte, 9. - s pojavama plina, 10. - s pojavama nafte i plina, 11. - naftne i plinske; *Perspektivne strukture*: 12. - antiklinale, 13. - oblici ograničeni tektonskim ekranima u pravcu uzgona, 14. - oblici ograničeni litološkim ekranima u pravcu uzgona, 15. Linije istih koncentracija soli (izokone)

PLATE VIII

Foot wall layers - The map showing oil and gas possibilities and water salinity
Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement, 3. Area where the mapped unit is absent; Control wells having penetrated the mapped unit: 4. - dry, 5. - oil show, 6. - oil; Control wells having reached the mapped unit: 7. - dry, 8. - oil show, 9. - gas show, 10. - oil and gas show, 11. - oil and gas wells; Prospective traps: 12. - anticlinal, 13. - faulted, 13. - stratigraphic, 14. Isoconcentration line



TABLA IX

»Pitomača«-slojevi – karta debljina

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Linije istih debljina (izopahe), 5. Područje manjih debljina od zadnje označene linije, 6. Područje većih debljina od zadnje označene linije, 7. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 8. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima

PLATE IX

»Pitomača« layers – Isopach map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Contour lines, 5. Area of less thickness than the last contour line, 6. Area of greater thickness than the last Contour line; Control wells: 7. – having penetrated the mapped unit, 8. having reached the mapped unit

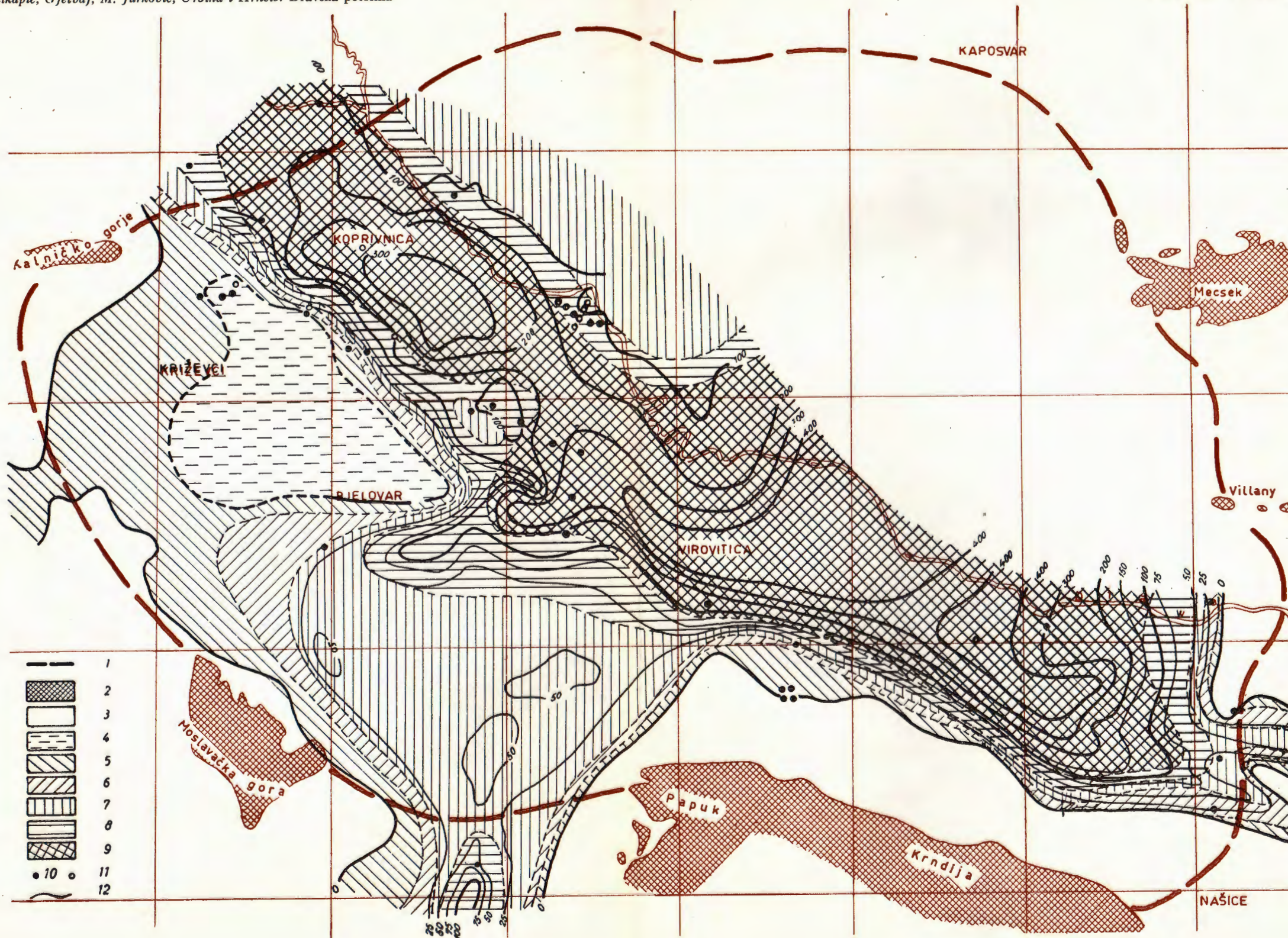


TABLA X

»Pitomača«-slojevi - karta debljina čistih pijesaka i broja pještanih slojeva
Legenda: 1. Uvjetne granice Dravške potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Područje na kojem su kartirani slojevi izgrađeni isključivo od lapora; *Broj pještanih slojeva*: 5. (0-2), 6. (2-5), 7. (5-10), 8. (10-20), 9. (20-30), 10. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 11. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima, 12. Linije istih debljina čistih pijesaka

PLATE X

»Pitomača« layers - Lithofacies map - net sand thickness and number of discrete sand bodies

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Area where shales represent dominant lithology; Number of discrete sand Bodies; 5. (0-2), 6. (2-5), 7. (5-10) 8. (10-20), 9. 20-30); Control wells: 10. - having penetrated the mapped unit, 11. - having reached the mapped unit, 12. Contour lines of net sands thickness



TABLA XI

»Pitomača«-slojevi – karta prognoza naftoplinošnosti s linijama istih koncentracija soli u slojnoj vodi

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Područje na kojem su kartirani slojevi izgrađeni isključivo od lapora, 5. Perspektivno područje; Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve: 6. – negativne, 7. – s pojavama nafte; Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima: 8. – negativne, 9. – s pojavama nafte; Perspektivne strukture: 10. – antiklinale, 11. – oblici ograničeni tektonskim ekranom u pravcu uzgona, 12. – oblici ograničeni litološkim ekranom u pravcu uzgona, 13. Linije istih koncentracija soli (izokone)

PLATE XI

»Pitomača« layers – The map showing oil and gas possibilities and water salinity
Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Area where shales represent dominant lithology, 5. Prospective area; Control wells having penetrated the mapped unit: 6. – dry, 7. – oil show; Control wells having reached the mapped unit: 8. – dry, 9. – oil show; Prospective traps: 10. – anticlinal, 11. – faulted, 12. – stratigraphic, 13. Isoconcentration lines

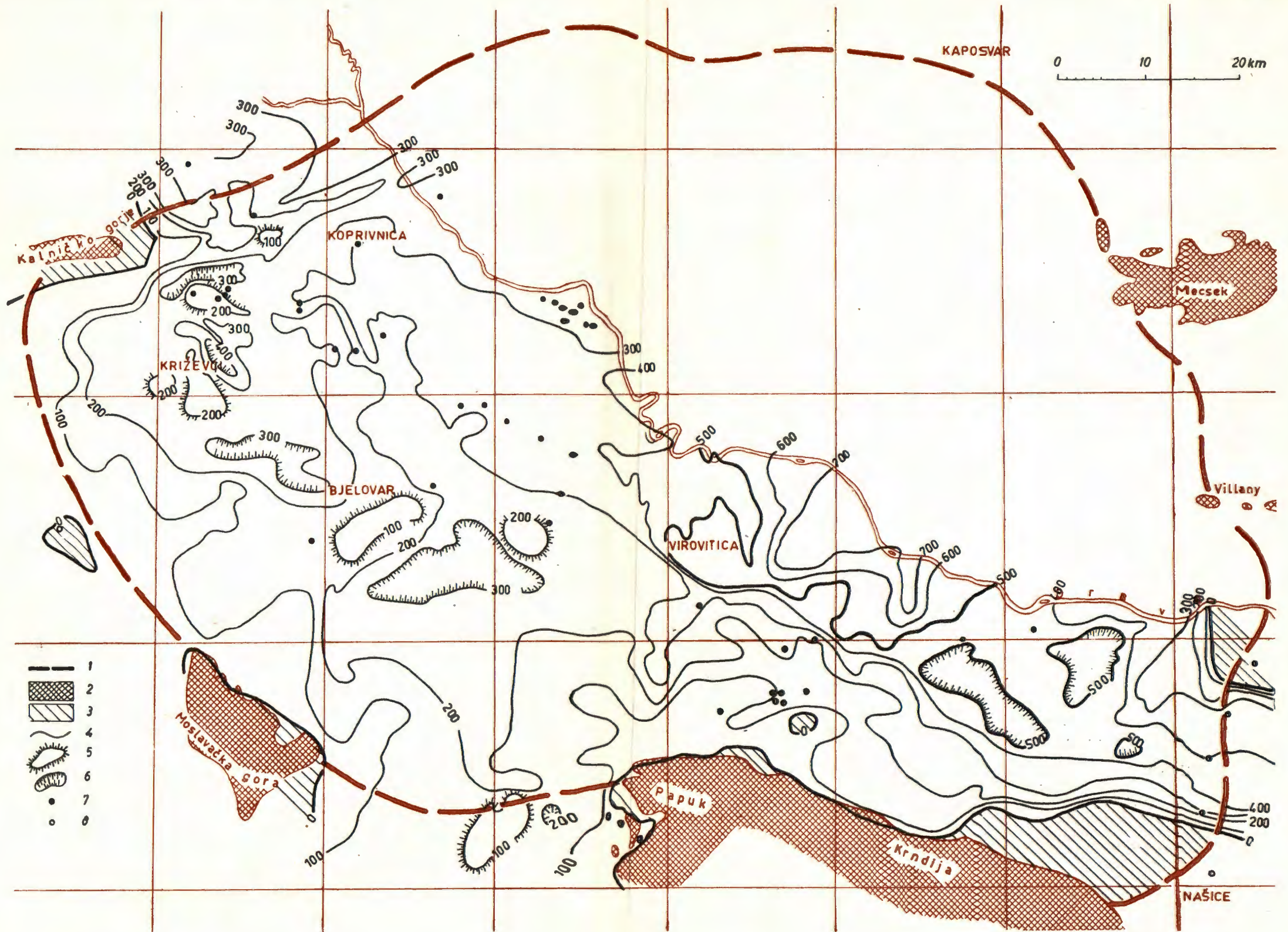


TABLA XII

»Virje«-slojevi - karta debljine

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Linije istih debljina (izopahe), 5. Područje manjih debljina od zadnje označene linije, 6. Područje većih debljina od zadnje označene linije, 7. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 8. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima.

PLATE XII

»Virje«-layers - Isopach map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops, of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Contour lines, 5. Area of less thickness than the last contour line, 6. Area of greater thickness than the last contour line; Control wells: 7. having penetrated the mapped unit, 8. having reached the mapped unit

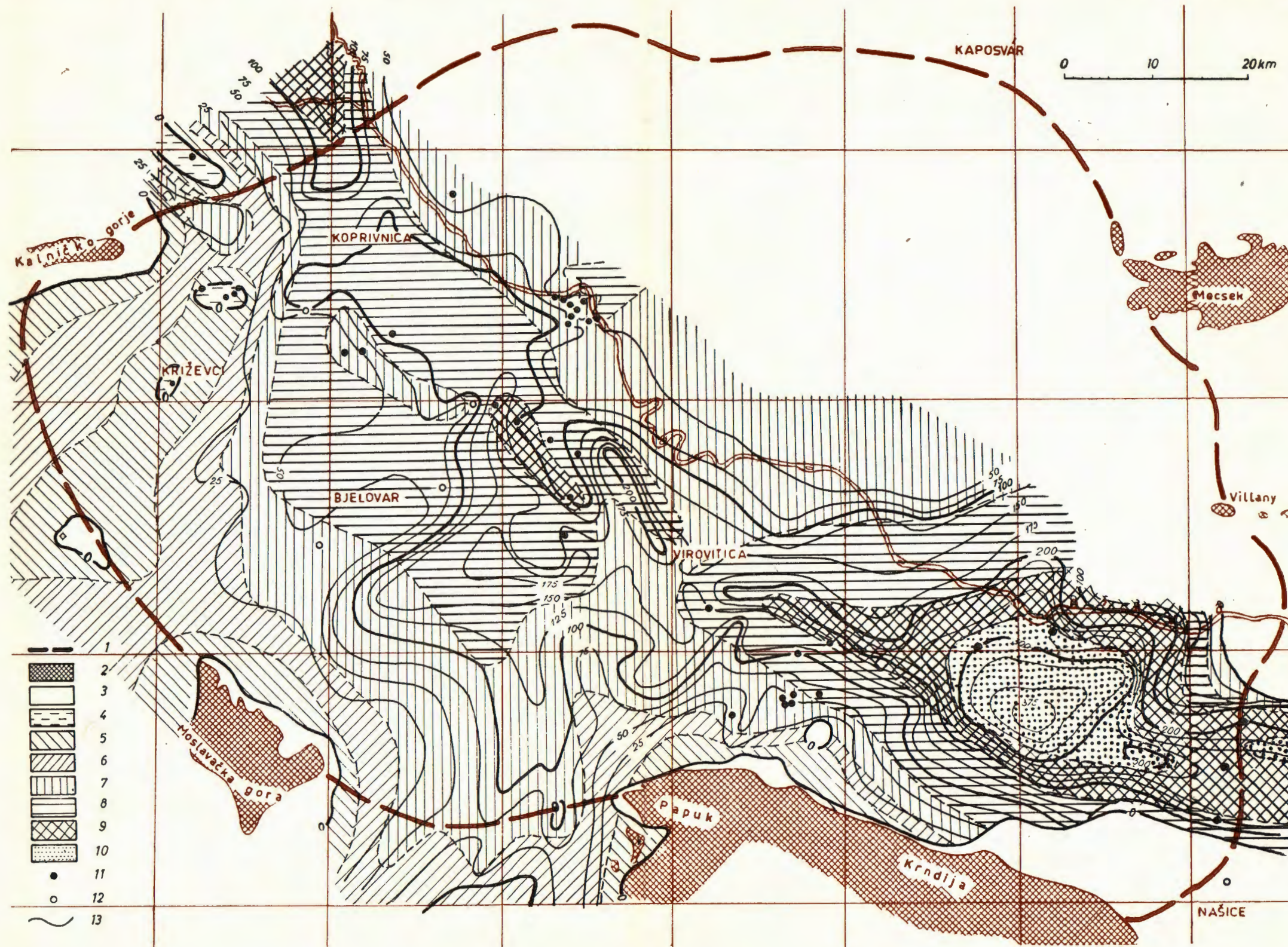


TABLA XIII

Virje-slojevi - karta debljina čistih pijesaka i broja pješčanih slojeva

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka pretercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Područje izgrađeno od čistih lapora; *Broj pješčanih horizonata*: 5. - (0-2), 6. (2-5), 7. (5-10), 8. (10-20), 9. (20-30), 10. (više od 30), 11. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 12. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima. 13. Linije istih debljina čistih pijesaka

PLATE XIII

Virje-layers - Lithofacies map - net sand thickness and number of discrete sand bodies

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Area where shales represent dominant lithology; Number of discrete sand bodies: 5. (0-2), 6. (2-5), 7. (5-10), 8. (10-20), 9. (20-30), 10. - (over 30); Control wells: 11. having penetrated the mapped unit, 12. having reached the mapped unit, 13. Contour lines of net sands thickness



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18

TABLA XIV

»Virje«-slojevi – karta prognoza naftoplinošnosti s linijama istih koncentracija soli u slojnoj vodi

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Perspektivno područje; *Perspektivne strukture*: 5. – antiklinale, 6. – oblici zatvoreni tektonskim ekranom u pravcu uzgona, 7. – oblici zatvoreni litološkim ekranom u pravcu uzgona; *Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve*: 8. – negativne, 9. – s tragovima nafte, 10. – s pojavama plina, 11. – plinske, 12. – naftne; *Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima*: 13. – negativne, 14. – s tragovima nafte, 15. – s pojavama plina, 16. – plinske, 17. – naftne, 18. Linije iste koncentracije soli (izokone)

PLATE XIV

»Virje« layers – The map showing oil and gas possibilities and water salinity

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Prospective area; Prospective traps: 5. – anticlinal, 6. – faulted, 7. – stratigraphic; Control wells having penetrated the mapped unit: 8. – dry, 9. – oil show, 10. – gas show, 11. – gas wells, 12. – oil wells; Control wells having reached the mapped unit: 13. – dry, 14. – oil show, 15. – gas show, 16. – gas, 17. oil wells, 18. Isoconcentration lines



TABLA XV

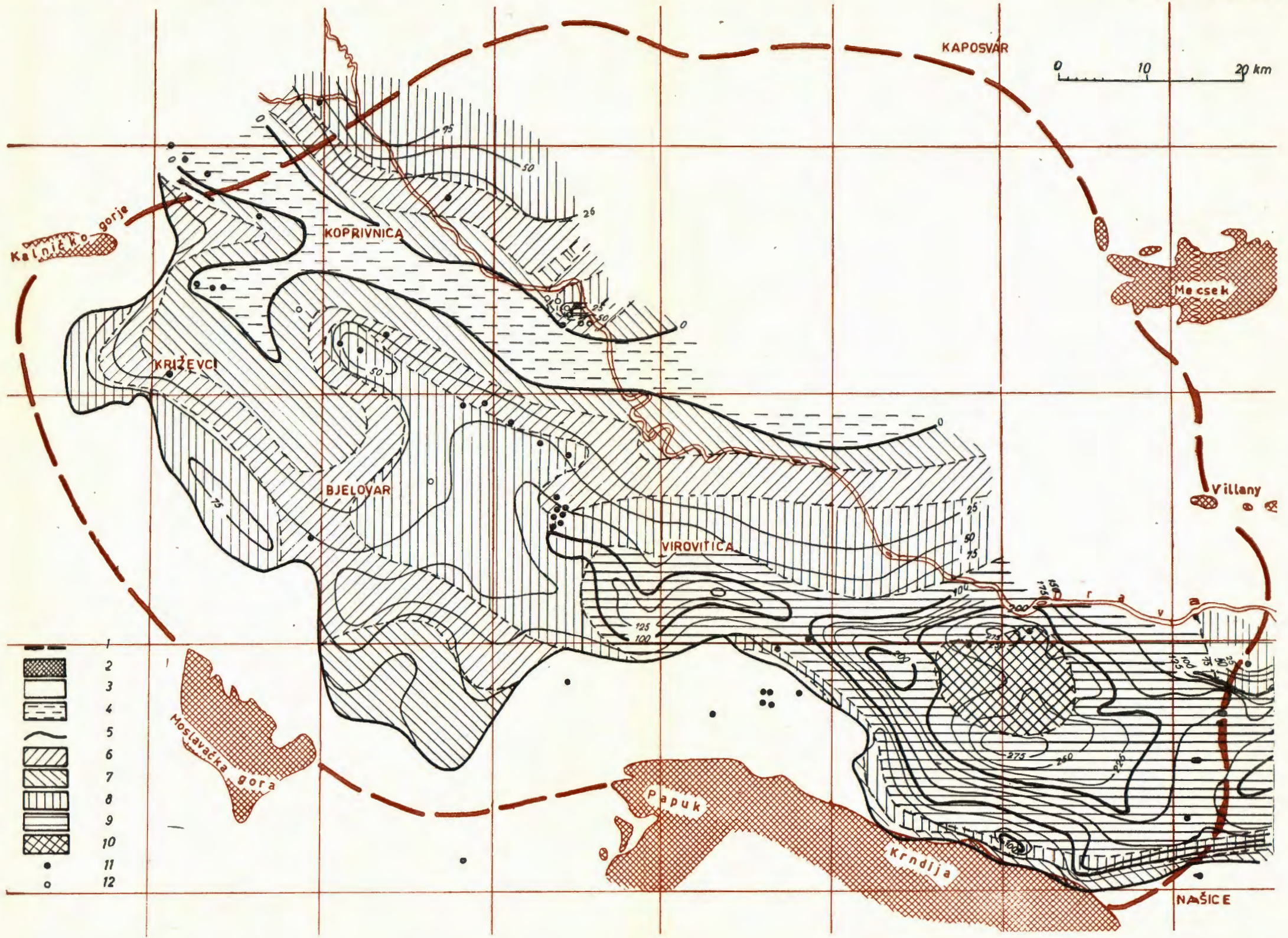
»Ferdinandovac«-slojevi - karta debljina

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Linije istih debljina (izopahe), 5. Područje manjih debljina kartiranih slojeva od zadnje označene linije, 6. Područje većih debljina kartiranih slojeva, 7. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 8. Kontrolne bušotine završene, u kartiranim slojevima

PLATE XV

»Ferdinandovac« layers. - Isopach map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Contour lines; 5. Area of less thickness than the last contour line, 6. Area of greater thickness than the last contour line; Control wells: 7. - having penetrated the mapped unit, 8 - having reached the mapped unit



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

TABLA XVI

»Ferdinandovac«-slojevi – karta debljina čistih pijesaka i broja pješćanih slojeva

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Područje na kojem su kartirani slojevi izgrađeni isključivo od lapora, 5. Linije istih debljina čistih pijesaka u pjeskovito-laporovitom profilu kartiranih slojeva; Broj pješćanih slojeva: 6. (0–2), 7. (2–5), 8. (5–10), 9. (10–20), 10. (20–30), 11. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 12. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima

PLATE XVI

»Ferdinandovac« layers – Lithofacies map – net sand thickness and number of discrete sand bodies

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Area where shales represent dominant lithology, 5. Contour lines of net sand thickness; Number of discrete sand bodies: 6. – (0–2), 7. – (2–5), 8. – (5–10), 9. – (10–20), 10. – (20–30); Control wells: 11. – having penetrated the mapped unit, 12. – having reached the mapped unit

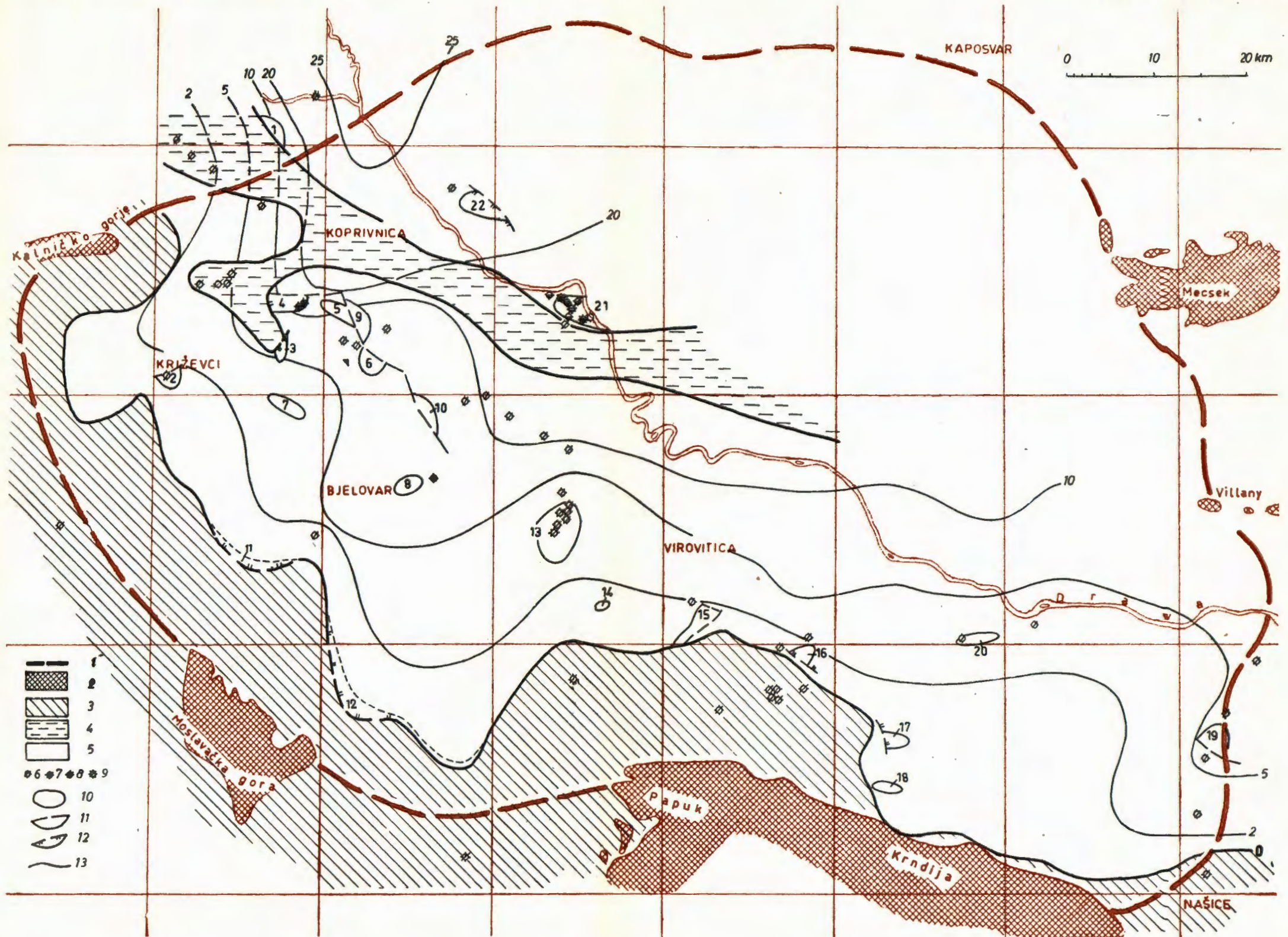


TABLA XVII

»Ferdinandovac«-slojevi – karta prognoza naftoplinonosnosti

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Područje na kojem su kartirani slojevi izgrađeni isključivo od lapora, 5. Perspektivno područje; Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve: 6. – negativne, 7. – s tragovima nafte, 8. – naftne, 9. – plinske; Perspektivne strukture: 10. – antiklinalne, 11. – oblici ograničeni tektonskim ekranom u pravcu uzgona, 12. – oblici ograničeni litološkim ekranom u pravcu uzgona, 13. Linije iste koncentracije soli (izokone).

PLATE XVII

»Ferdinandovac« layers – The map showing oil and gas possibilities and water salinity.

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Area where shales represent dominant lithology, 5. Prospective area; Control wells having penetrated the mapped unit: 6. dry, 7. oil show, 8. oil wells, 9. gas wells; Prospective traps: 10. anticlinal, 11. faulted, 12. stratigraphic, 13. Isoconcentration lines

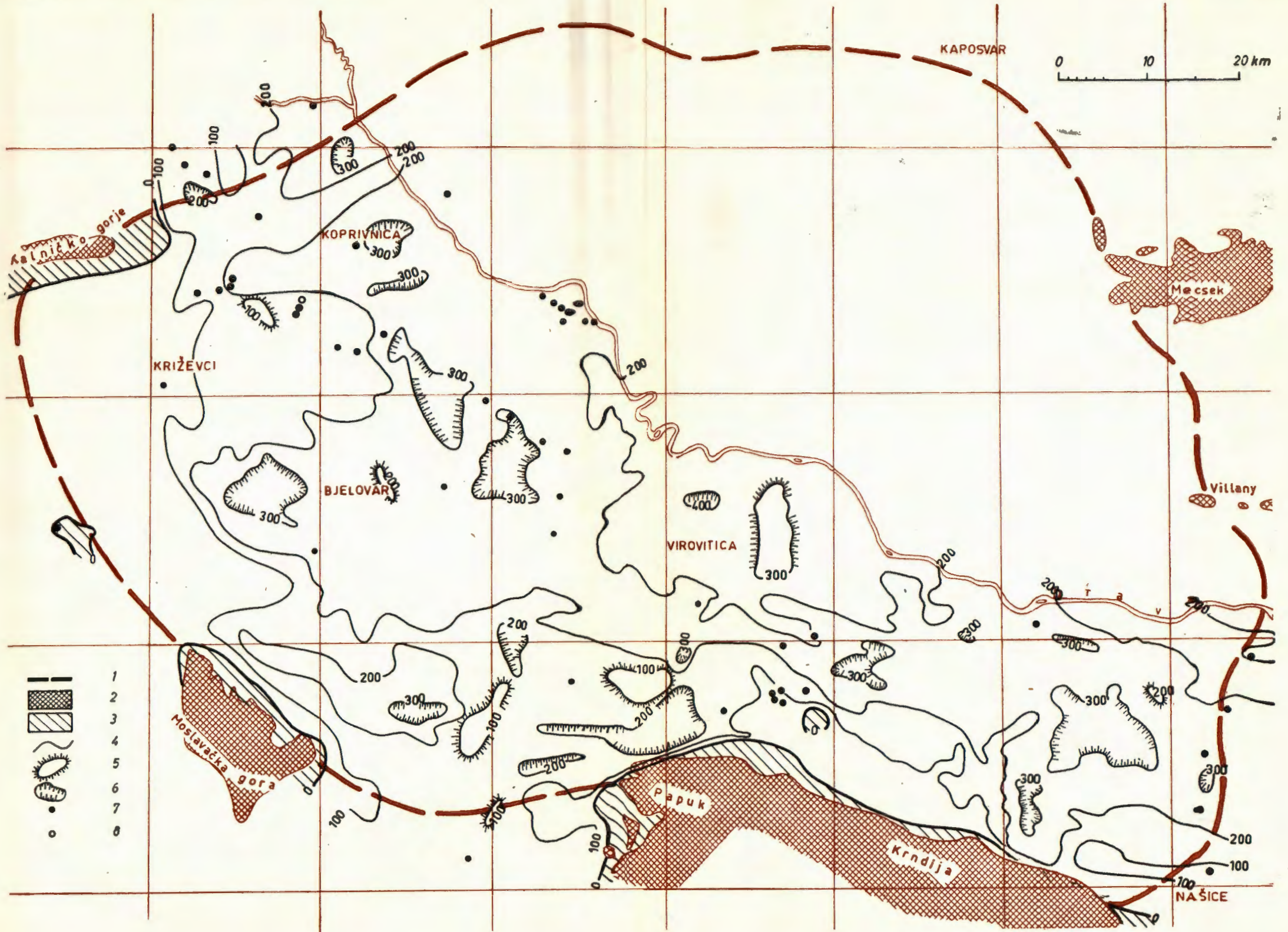


TABLA XVIII

»Slatina«-slojevi - karta debljina

Legenda: 1. Uvietne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Linije istih debljina (izopahe), 5. Područje manjih debljina od zadnje označene linije, 6. Područje većih debljina od zadnje označene linije, 7. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 8. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima

PLATE XVIII

»Slatina« layers - Isopach map

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Contour lines, 5. Area of less thickness than last contour line, 6. Area of greater thickness than the last contour line; Control wells: 7. having penetrated the mapped unit, 8. having reached the mapped unit

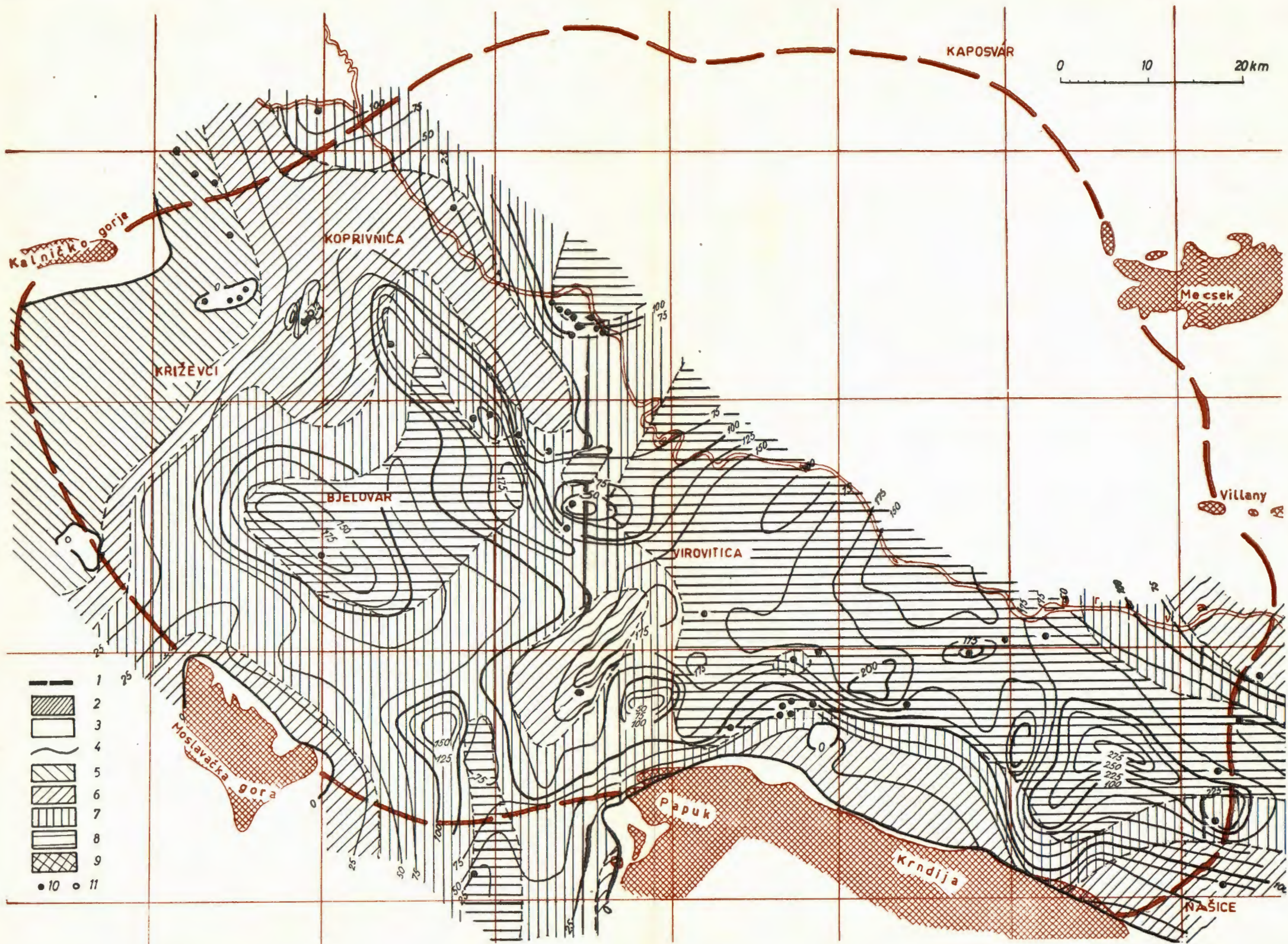


TABLA XIX

»Slatina« slojevi - Karta debljina čistih pijesaka i broja pješčanih slojeva

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka pretercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Linije istih debljina čistih pijesaka; Broj pješčanih slojeva: 5. - (0-2), 6. - (2-5), 7. - (5-10), 8. - (10-20), 9. - (20-30), 10. Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve, 11. Kontrolne bušotine završene u kartiranim slojevima

PLATE XIX

»Slatina« layers - Lithofacies map - net sand thickness and number of discrete sand bodies

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Contour lines of net sand thickness; Number of discrete sand bodies: 5. (0-2), 6. (2-5), 7. (5-10), 8. (10-20), 9. (20-30); Control wells: 10. having penetrated the mapped unit, 11. having reached the mapped unit



TABLA XX

»Slatina«-slojevi – karta prognoza naftoplinonosti s linijama istih koncentracija soli u slojnoj vodi

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stijena, 3. Područje na kojem kartirani slojevi nisu taloženi ili su potpuno erodirani, 4. Perspektivno područje; Kontrolne bušotine koje su probušile kartirane slojeve: 5. – negativne, 6. – s pojavama plina, 7. – plinske; Perspektivne strukture: 8. – antiklinale, 9. – oblici ograničeni tektonskim ekranima u pravcu uzgona, 10. – oblici ograničeni litološkim ekranom u pravcu uzgona, 11. Linije iste koncentracije soli (izokone)

PLATE XX

»Slatina« layers – The map showing oil and gas possibilities and water salinity

Legend: 1. Boundaries of the Depression, 2. Outcrops of basement rocks, 3. Area where the mapped unit is absent, 4. Prospective area; Control wells: 5. dry, 6. gas show, 7. gas wells; Prospective traps: 8. anticlinal, 9. faulted, 10. stratigraphic, 11. Isoconcentration lines

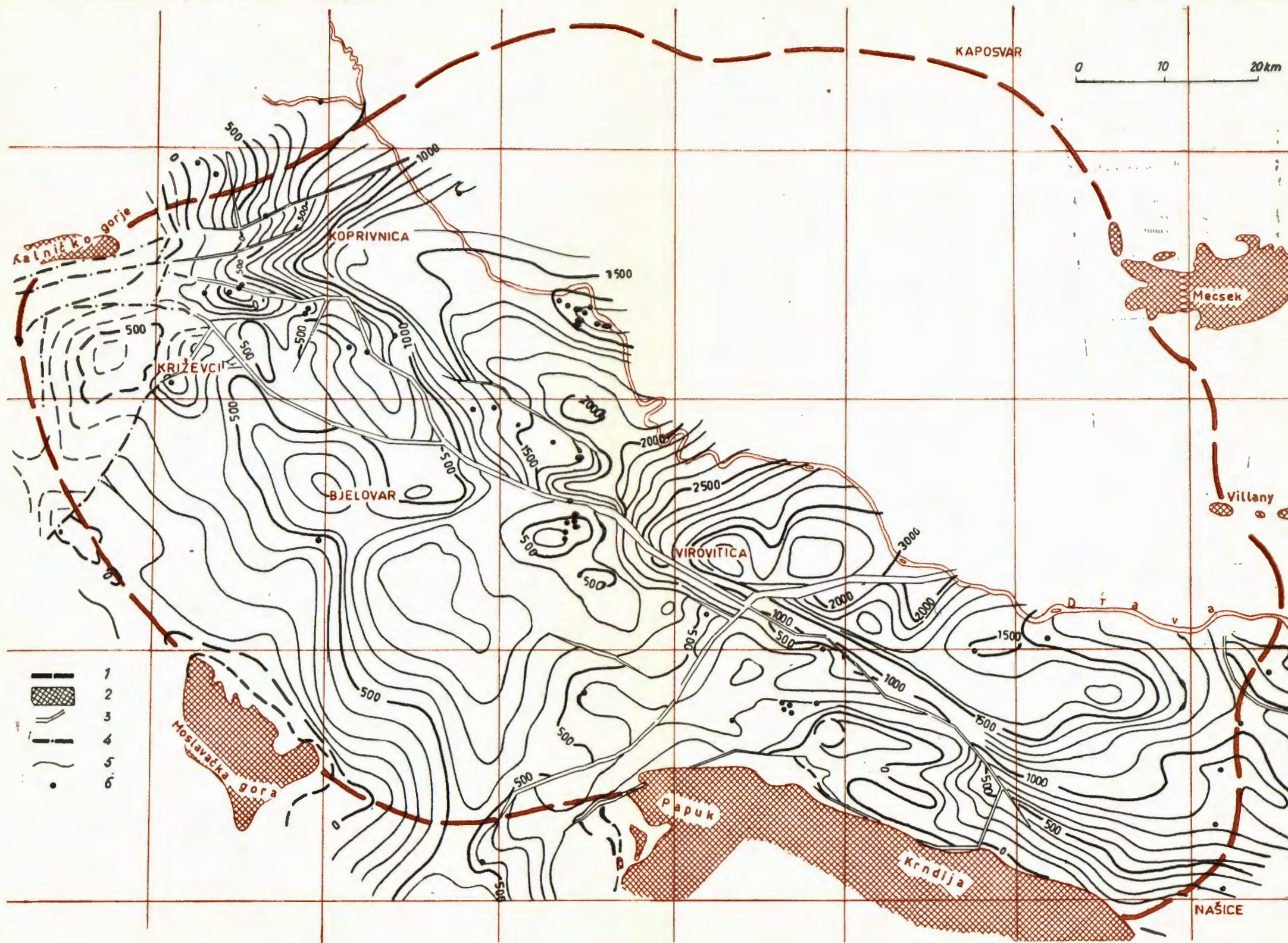


TABLA XXI

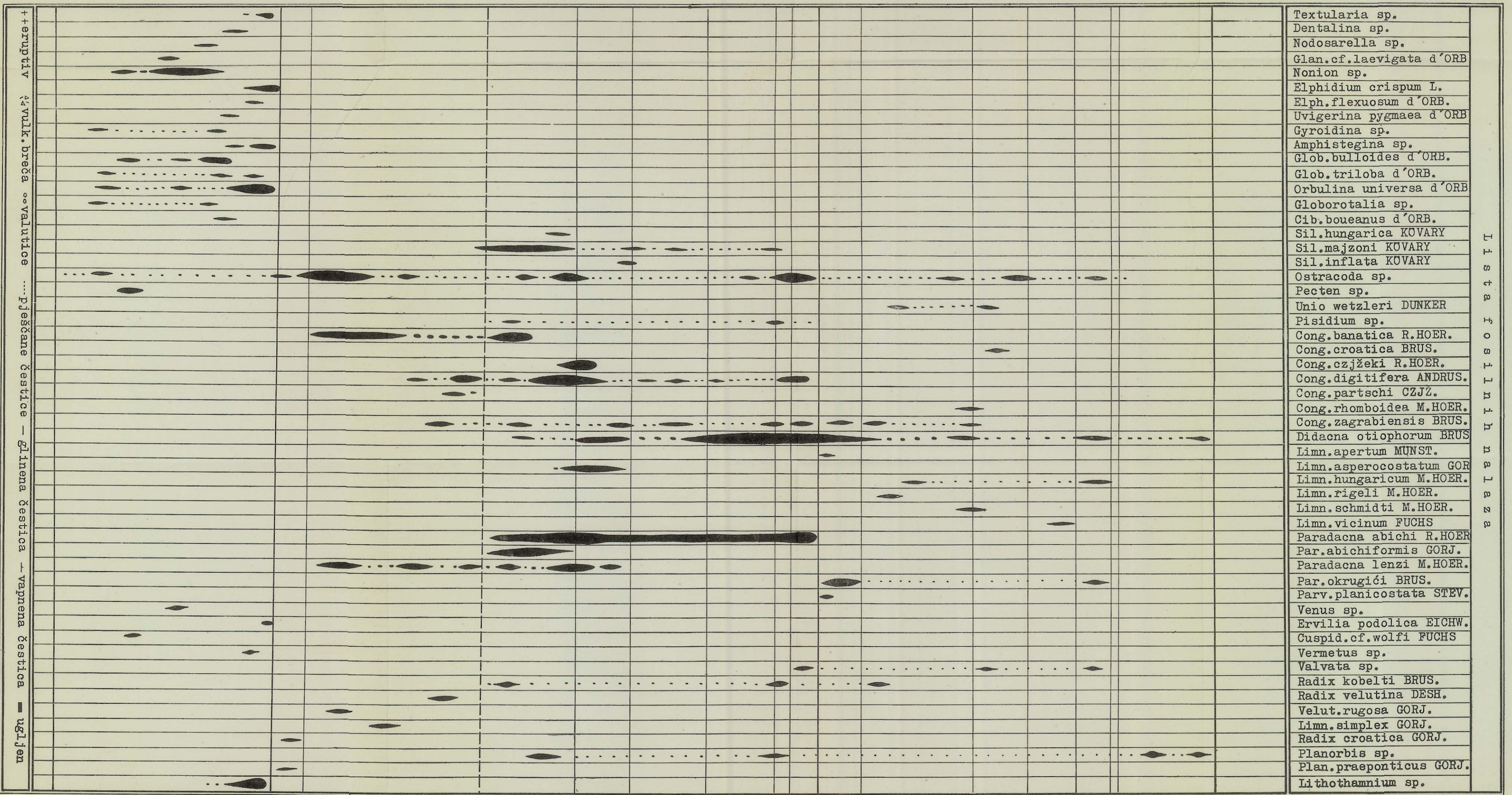
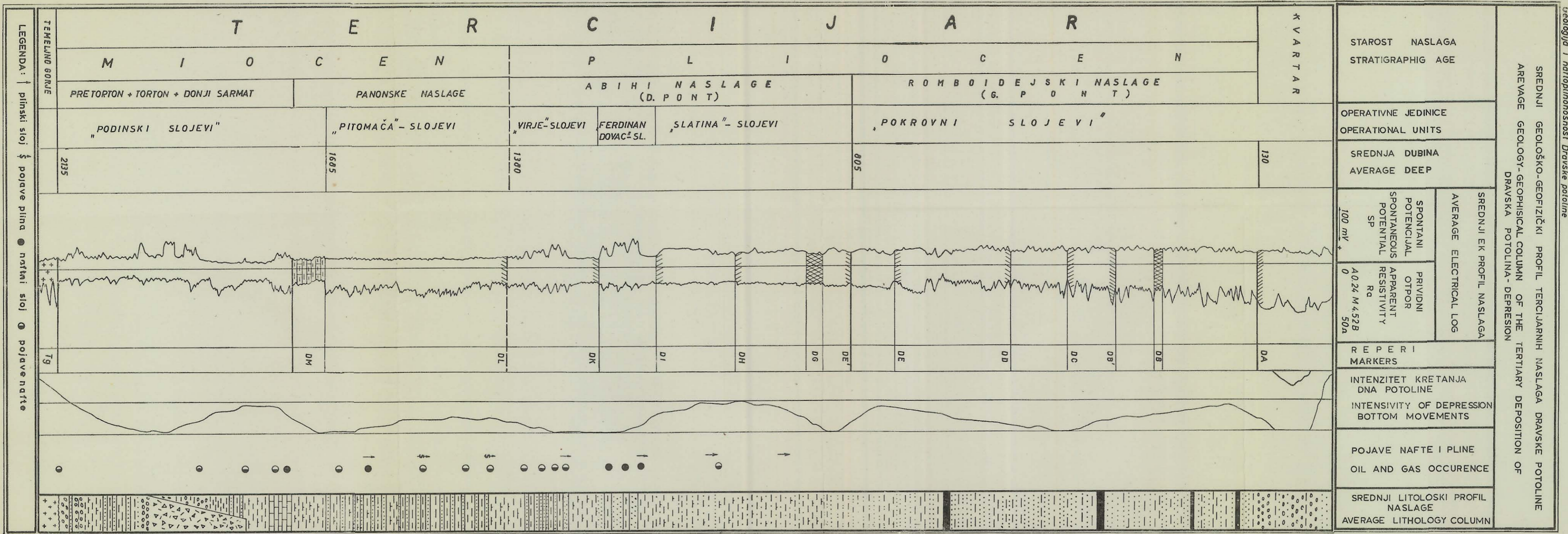
Strukturna karta krovine repernog sloja DG

Legenda: 1. Uvjetne granice Dravske potoline, 2. Područje izdanaka predtercijarnih stājena, 3. Utvrđeni rasjedi, 4. Predpostavljeni rasjedi, 5. Linije istih dubina (izobate), 6. Kontrolne bušotine

PLATE XXI

Structure map on the top of the marker DG

Legend: 1. *Boundaries of the Depression*, 2. *Outcrops of basement rocks*; **Faults:** 3 *proved*, 4. *hypothetical*, 5. *Contour lines*, 6. *Control wells*



Z. Pletikapić, Gjetvaj, M. Jurković, Urbha, L. Hrnčić
Geologija i nadoljubljenost Dravske potoline

List of fossils

Prilog 1
Enclosure 1