

O GEOLOŠKIH RAZMERAH FILOVSKE NAFTNE STRUKTURE

Koloman Cigit

S 6 slikami

Po osvoboditvi smo dosegli viden napredek skoraj v vseh panogah gospodarstva. To velja zlasti za industrijo nafte v Jugoslaviji, posebej pa še v Sloveniji, kjer pred drugo svetovno vojno sploh nismo imeli proizvodnje nafte. Petrolejske družbe in nekateri posamezniki so sicer računali z možnostjo naftnih nahajališč tudi pri nas, vendar so bila njihova raziskovanja tako majhnega obsega, da niso mogla prinesiti uspeha.

Podjetje za proizvodnjo nafte v Lendavi, ki se je razvilo med vojno na petišovskem naftnem polju, v prvih povojnih letih ni dobilo dovolj sredstev za raziskovanja. Geologi so že od leta 1951 opozarjali, da so industrijske zaloge v petišovskem polju daleč pod povprečjem, ki je običajno. Vendar so se pričela obsežnejša raziskovanja šele v letu 1954. Prizadevanja so kmalu rodila uspeh na območju vasi Filovci, po kateri je novoodkrito naftno polje dobilo ime. Tu je potem lendavsko podjetje osredotočilo nadaljnja raziskovanja, katerih rezultate bomo na kratko podali v tem referatu.

Gravimetrična in magnetometrična merjenja

Nemška regionalna gravimetrična karta, ki se je ohranila iz leta 1940, kakor tudi detajlna merjenja Geološkega zavoda v Ljubljani v letih 1953 in 1955 (1. slika) kažejo gravimetrični maksimum pri Bogojini na prehodu gričevnatega dela Prekmurja v ravnino. To geofizikalno strukturo smo po največji vasi, ki leži blizu njenega vrha, imenovali bogojinska antiklinala. Ko pa je bilo odkrito naftno polje v Filovcih, smo jo preimenovali v filovsko strukturo.

Odgovoriti je bilo treba na vprašanje, kaj povzroča gravimetrične anomalije. Ali gre za eruptivne kamenine, od katerih bi po prvotni nemški domnevi prišel v poštev bazalt ali andezit (Gees, Lorenser, 1941). Merjenje vertikalne magnetne intenzitete ni moglo dati točnega odgovora na to vprašanje. Magnetometrični maksimum zahodno od vasi Renkovci (1. slika) ima vrednost 90 gama nad povprečno vrednostjo merjenega območja. Značilno pa je, da leži za 4 km jugovzhodno od gravimetričnega maksimuma pri Bogojini, ki znaša 6,50 mgl. Merjenje vertikalne intenzitete je dalo maksimum tudi jugozahodno od Murske Sobote ob Muri, in sicer na levem bregu 60, na desnem pri Vučji vasi pa 50 gama.

Vrtine pri Moti, Murski Soboti in Filovcih kažejo, da temeljno gorovje, sestavljeno iz metamorfnih kamenin, ki povzročajo težnostne anomalije, pada v glavnem od jugozahoda proti severovzhodu, vrednost magnetnih anomalij pa v tej smeri narašča do maksimuma pri Bogojini. Če upoštevamo še, da je magnetometrični maksimum napram gravimetričnemu premaknjen proti jugovzhodu, moramo sklepati, da magnetnih anomalij ne povzroča temeljno gorovje metamorfnih kamenin, ki leže neposredno pod terciarnimi sedimenti, temveč magmatske kamenine, ki leže v večji globini.

Odkritje filovskega polja

Računanje reziduuma gravitacije in drugih odvodov težnosti po Elkinsovih enačbah je pokazalo jugozahodno od vasi Bukovnica pozitivno anomalijo, ki ni posledica temeljnega gorovja (Urh, 1954). Na podlagi tega je bila na filovskem območju locirana prva vrtina Fi-1 (2. in 3. slika). Najbližji vrtini, ki so ju izvrtali v letih 1942 in 1943, sta bili v okolici Murske Sobote, in sicer v Črnelavcih MS-1 in v Rakičanu MS-2.

Temeljno gorovje so dosegli v vrtini MS-1 v globini 791 m (gnajs), v vrtini MS-2 pa v globini 1183 m (sljudni skrilavec). Končna globina MS-1 je bila 791,9, MS-2 pa 1184,6 m (Kőrössi, 1946). Ker leži Fi-1 na isti izoanomali kot MS-2, je bilo po analogiji pričakovati v Filovcih globino okrog 1200 m; seizmičnih podatkov, ki bi omogočili boljšo določitev globine, pa ni bilo na razpolago.

Vrtanje Fi-1 je trajalo od 16. III. 1954 do 13. I. 1955. Vrtina je dosegla temeljno gorovje v globini 2582 m. Njena končna globina je 2592 m. Gravitometrično nesoglasje, da ležita dve vrtini s tako različno debelino terciarnih plasti — pri Rakičanu 1183 m, pri Filovcih pa 2582 m — na isti izoanomali, do sedaj ni pojasnjeno. Mogli bi ga razlagati z različno gostoto kamenin temeljnega gorovja. Vendar imamo vzorce na razpolago samo iz filovske vrtine; gostota amfibolita znaša 2,6 (Urh, Novak, 1956). Iz rakičanske in črnelavske vrtine pa vzorcev nimamo.

Vrtina Fi-1 je do danes raziskana samo v enem sloju tako imenovane filovske serije na intervalu 2466 do 2476 m. Pri cementaciji zaščitne kolone 5 ½" je ostalo v koloni okoli 100 m cementnega čepa, ki zaradi komplicirane deviacije vrtine in okvar na vrtnih cevih do danes še ni prevrtan. Raziskani sloj je dal vodo, ki vsebuje 17,16 g NaCl/lit. in 16,5 mg J/lit. Po Palmerjevi klasifikaciji spada ta voda v I. razred alkalnih vod. Vsebuje tudi naftne kisline. Z vodo je bil dobljen tudi plin, katerega analiza je naslednja:

CH ₄		71,7 % vol.
C ₂ H ₆		1,7 % vol.
CO ₂		26,6 % vol.
		100,00 % vol.

Vrtina Fi-1 torej ni dala dokončnega odgovora o naftonosnosti strukture. Dne 9. XII. 1954 je bila 2 km južno od vrtine Fi-1 locirana vrtina

Fi-2, in sicer zopet ob isti izoanomali. Z vrtanjem so začeli 7. II. 1955 in končali 29. VIII. 1955, ko so dosegli temeljno gorovje v globini 2346 m (2. in 3. slika).

V dneh od 8. do 10. X. 1955 je bil nastreljen sloj kremenovega peščenjaka, ki leži neposredno na temeljnem gorovju, in sicer na intervalu 2336 do 2342 m. Dne 12. X. 1955 je prišlo do erupcije plina. Analiza tega plina je precej drugačna kot na Fi-1:

CH_4	94,45 % vol.
C_2H_6	4,05 % vol.
C_3H_8	0,97 % vol.
i C_4H_{10}	0,17 % vol.
n C_4H_{10}	0,14 % vol.
i C_5H_{12}	0,07 % vol.
n C_5H_{12}	0,08 % vol.
C_6H_{14}	0,07 % vol.
	100,0 % vol.

Filovsko polje je bilo s tem odkrito. Vlažnost plina, ob erupciji je bilo videti precej gazolina, je kazala na bližino nafte; poznejša raziskovanja so potrdila naša pričakovanja.

Seizmična merjenja

Med vrtanjem vrtine Fi-2 so se začela šele seizmična merjenja. Od 17. I. do 15. IV. 1955 jih je izvajala seizmična skupina Zavoda za geološka i geofizička istraživanja iz Beograda. Zaradi pomanjkanja vrtalnih naprav in zimskega časa so izmerili samo 20 km profila. Od 22. VIII. do 6. XII. 1955 so nadaljevali seizmična dela geofiziki nemške tyrdke Willy Thiele iz Celle, Zah. Nemčija, pod vodstvom ing. K o h l r u s s a. Izmerili so 60 km profila.

Seizmika ni dala kontinuirnih refleksij od temeljnega gorovja. Vzrok temu je verjetno preperela in porušena površinska plast temeljnega gorovja pod sedimentnimi koleninami terciara. V bližini temeljnega gorovja dajo dobre reflekse kontakti laporjev in peščenjakov, tako da približno le lahko dobimo globino temeljnega gorovja na osnovi seizmike. Maloštevni seizmični profili in dve vrtini pri Filovcih ter MS-1 in MS-2 so nam nekoliko pojasnili zamegljeno predstavo o tektoniki tega ozemlja. Predvsem lahko razširimo sedaj vzhodno nadaljevanje Centralnih Alp vzhodneje od filovskih vrtin. Seizmični profil, ki poteka ob cesti iz Martjanec v Filovce, kaže nekaj manjših prelomov, ampak v glavnem kontinuirni pad temeljnega gorovja in terciarnih sedimentov (Pejović, 1955 in K o h l r u s s, 1955). Temeljno gorovje pada precej strmo, zlasti od vrtine Fi-2 proti vzhodu, obenem pada tudi proti jugu.

Stratigrafski razvoj

Primerjajmo profila vrtin MS-2 in Fi-1:

Vrtina MS-2 (K ö r ö s s y, 1946):

0— 18	m	diluvij
18—ca. 988	m	zgornji panon
ca. 988—1183	m	spodnji panon
1183—1184,6	m	sljudni skrilavec

Vrtina Fi-1:

0— 636	m	plasti Unio wetzleri
636—1200	m	plasti rhomboidea
1200—2396	m	plasti abichi
2396—2582	m	torton
2582—2592	m	amfibolit

Bistvena razlika med obema vrtinama je, da je v Fi-1 razvit torton, medtem ko ga v MS-2 ni. Očitna je tudi razlika v debelini pliocena.

Temeljno gorovje

Iz profilov vidimo, da sestavljajo podlago terciarnih plasti metamorfne kamenine. Podrobnejših podatkov o petrografskem sestavu sljudnega skrilavca v vrtini MS-2 pri Rakičanu nimamo. V Fi-1 pa smo na globini 2582 m dobili amfibolit. Megaskopsko so vzorci trdni in temnozeleni, nekateri močno tektonsko razpokani in reagirajo z razredčeno HCl. Pirit v vsebujejo le malo. Sekundarni pojavi preperevanja so že močno napredovali, kar se opazuje na amfibolu in grosularju.

V vrtini Fi-2 je temeljno gorovje na 2346 m. Kamenina je tektonska breča, sestavljena iz amfibolita in biotitnega blestnika. Vpliv tektonike opazujemo megaskopsko in mikroskopsko. Amfibolit je sekundarno popolnoma kloritiziran.

V vrtini Fi-3 pri Fokovcih je temeljno gorovje (2693 m) sestavljeno iz trdne kamenine, ki nima enotne barve. Je zelenkasta, in sicer v različnih odtenkih. Vsebuje pasove in drobce, ki so temnovijoličasti. Reagira s HCl povsod, v razpokah pa burno. Kamenina je sekundarno popolnoma spremenjena. Verjetno je prvotno pripadala amfibolitu, ki nastopa v vrtinah Fi-1 in Fi-2 v veliko bolj značilni obliki.

V vrtini Fi-5 pri Renkovcih je temeljno gorovje v globini 2614 m. Kamenina je močno sekundarno spremenjen peščenjak. V prvotni kamenini so nastopali biotit in salični minerali (predvsem kremen). Od sekundarnih sprememb je nastopila infiltracija s saličnimi raztopinami (kremen, glinenci). Manjše drugotne spremembe so še sericitizacija in karbonatizacija. Infiltracija saličnih raztopin je prvotni peščenjak precej metamorfizirala in skoraj povsem zbrisala prvotno strukturo kamenine, ki daje sedaj v glavnem videz kvarcita s številnimi primesmi (H i n t e r l e c h n e r, 1956).

Torton

Kot smo že omenili, na območju strukture pri Rakičanu torton še ni razvit. V vrtini Fi-1 je v globini 2396 m meja med panonom in tortonom (2. in 3. slika). Na metamorfni podlagi leže v tej vrtini temnosivi in črni kremenovi drobnozrnati peščenjaki z redkimi piritnimi zrnci. Jedro je dišalo po nafti in na njegovi površini so bile vidne luknjice zaradi izhajanja plina. Nad temi peščenjaki leži temnosiv skrilav glinasti lapor s tektonskimi drsami. Lapor močno reagira s HCl. Omeniti je treba, da preide lapor spet v peščeno plast, ki vsebuje nekaj metrov kremenovega konglomerata z lepo zaobljenimi zrni premera 1 do 1,5 cm. Ta konglomerat je dal pri nastreljevanju omenjeno slano vodo in plin. V tej skoraj 50 m debeli seriji sledi nad konglomeratom najprej kremenov peščenjak, nato peščen lapor, ki preide v temnosiv skrilav lapor in v globini 2396 m v panonski lapor.

V teh tortonskih plasteh nastopajo številne foraminifere, od katerih je K. Z a j e c (1955) določila:

Nonion soldanii d'Orbigny
Globigerina bulloides d'Orbigny
Rotalia sp.
Cristellaria sp.

Vsa ostala mikrofavna je slabo ohranjena, zaradi česar je ni bilo možno določiti. Od globine 2563 m naprej ni mikrofavne, vendar sklepamo na osnovi drugih vrtin, da gre tudi tu za torton. V globljih vrtinah na filovskem polju smo v tortonu našli več serij peščenjakov in laporjev.

V vrtini Fi-2 leži na temeljnem gorovju kremenov peščenjak, ki je tukaj kolektor nafte in plina. Nad njim sledi trd, bolj zalaporjen kremenov peščenjak in že prej omenjeni vodilni horizont kremenovega konglomerata. Vezivo je silikatno, reakcija s HCl je opažena samo mestoma. Vidne so piritne impregnacije.

V tej vrtini je J. R i j a v e c (1955) šele na globini 2325,7 m našla neke rodove foraminifer, ki kažejo na torton. Foraminifere so slabo ohranjene, tako da je mogla določiti samo rod. Najdenih je bilo nekaj primerkov na intervalu 2325,70—2331,70 m:

Nodogenerina sp.
Globigerina sp.
Bathysiphon sp.

Zanimivo je, da je tu torton zelo tanek, nastopa samo tako imenovana filovska serija peščenjakov, medtem ko ni razvita spodnja, strehovska serija, kot imamo primer v Fi-1. Ugotovitev, da je v Fi-2 torton tanek, ni zadovoljiva in lahko pomeni, da se proti zahodu v bližini Fi-2 tortonske plasti izklinijo. Če je nafta samo v tortonu, je to slabo znamenje.

Blizu vrtine Fi-2 je vrtina Fi-6, kjer je J. V u g r i n e c (1956) v vzorcu iz globine 2322,6 m našel ribji zob in le eno zelo slabo ohranjeno foraminifero. Na globini 2338 m pa je določil:

Haplophragmium sp.

Torton je tu v glavnem podobno razvit kot v Fi-2 (3. in 4. slika). Vendar se v kremenovem peščenjaku menjavajo plasti drobnozrnatega, srednjezrnatega in zalaporjenega peščenjaka, debele 0,10 do 0,50 m. Vzorci peščenih jeder so imeli vonj po nafti in so dali v ultravijolični svetlobi pozitivne znake. Prav tako nastopa tu siv debelozrnat kremenov konglomerat, ki je v ultravijolični svetlobi negativen.

Pri tej vrtini je treba še omeniti, da je v njej prvič prišlo do erupcije nafte na filovskem naftnem polju. Dne 16. junija 1956 je bil nastreljen sloj 2368 do 2373 m z 62 naboji, premera 12 mm, in dne 17. junija 1956 je prišlo do erupcije nafte z velikimi količinami plina. S tem je bila dokazana tudi nafta, katero smo že prej predvidevali. Vrtino raziskujemo še v gornjih tortonskih slojih.

V vrtini Fi-3 pri Fokovcih smo našli tortonske sedimente v lapor-natem razvoju. Na osnovi elektrokarotážnega diagrama delimo torton v tej vrtini v glavnem na dva dela. Od 2000 do 2500 m nastopajo v glavnem lapor, peščen lapor in lapornat peščenjak z majhnimi upori. Od 2500 m do dna vrtine pa nastopa peščen lapor z velikimi specifičnimi upori, verjetno zaradi večje apnene komponente. Reakcije s HCl so tu in tam znatne. Kolektorji niso razviti in vrtina zaenkrat velja kot industrijsko negativna.

Mikropaleontološko je to vrtino obdelala J. Rijavec (1955) in ugotovila, da v globini 2001 do 2005 m nastopajo foraminifere, ki že kažejo na torton, predvsem:

Globigerina sp.

Uvigerina sp.

Bulimina sp.

Valvulineria complanata d'Orbigny

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny

Poslednji dve sta znani iz tortonskih sedimentov vrtin na Kogu.

V globini 2055,4 do 2060,0 m nastopa v treh primerih ostrakod:

Cytheridea cf. *mülleri* v. Münster, ki se nahaja v dunajski kotlini v helvetskih, tortonskih in sarmatskih sedimentih. Po mnenju J. Rijavec je tu še vedno torton.

V globini 2202,5 do 2205,4 m nastopajo:

Globigerina bulloides d'Orbigny

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny

Cibicides dutemplei d'Orbigny

Valvulineria complatata d'Orbigny

Uvigerina sp.

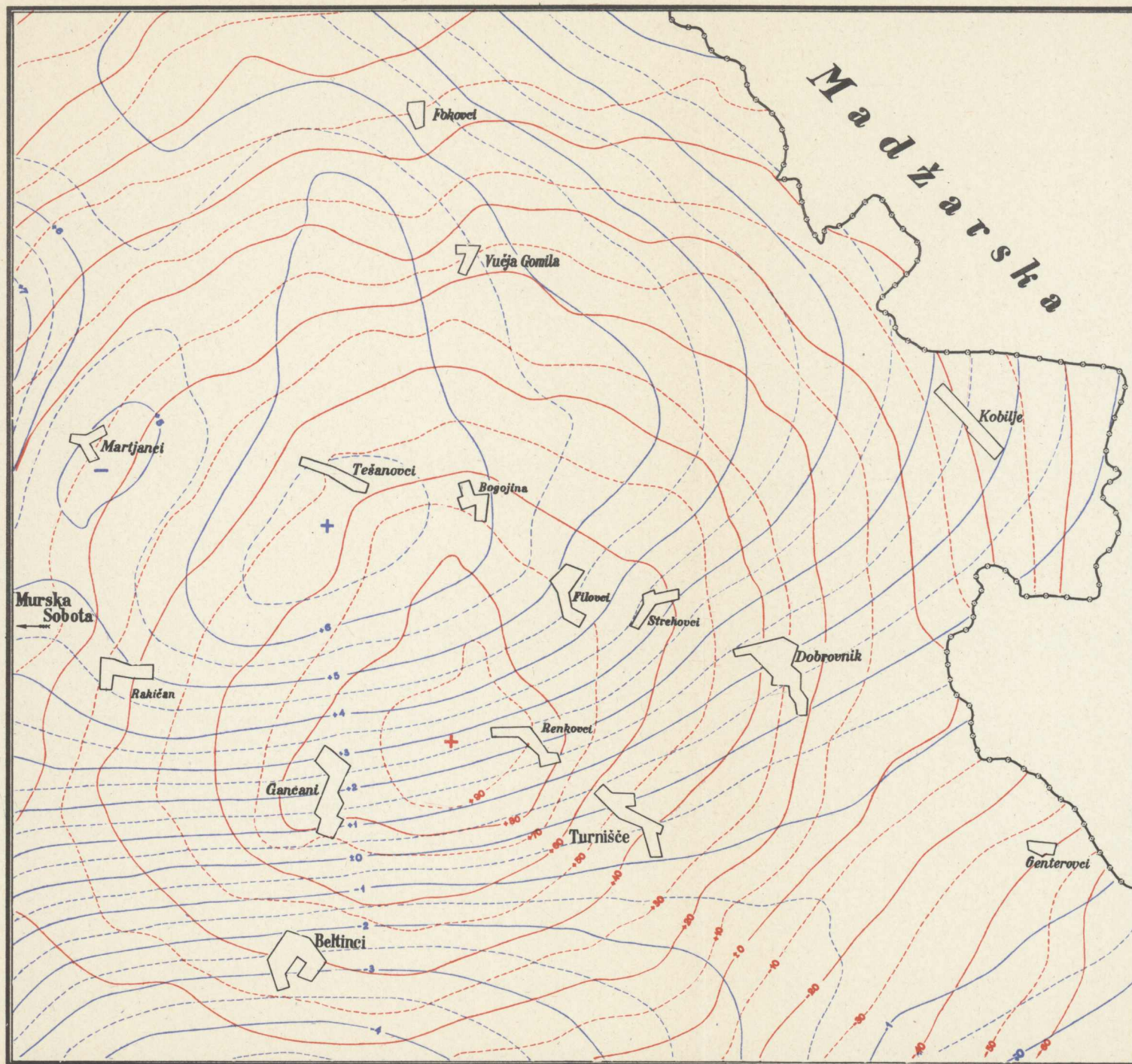
Po teh oblikah sklepa J. Rijavec, da pripadajo sedimenti iz te globine verjetno spodnjemu tortonu.

Od 2252 do 2487 m so vzorci siromašni z mikrofavno. Od foraminifer sta pogosto zastopani le:

Globigerina sp. in

Bathysiphon sp.,

GEOFIZIKALNE MERITVE FILOVSKE STRUKTURE
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ФИЛОВСКОЙ СТРУКТУРЫ



Geologija, 4. knjiga

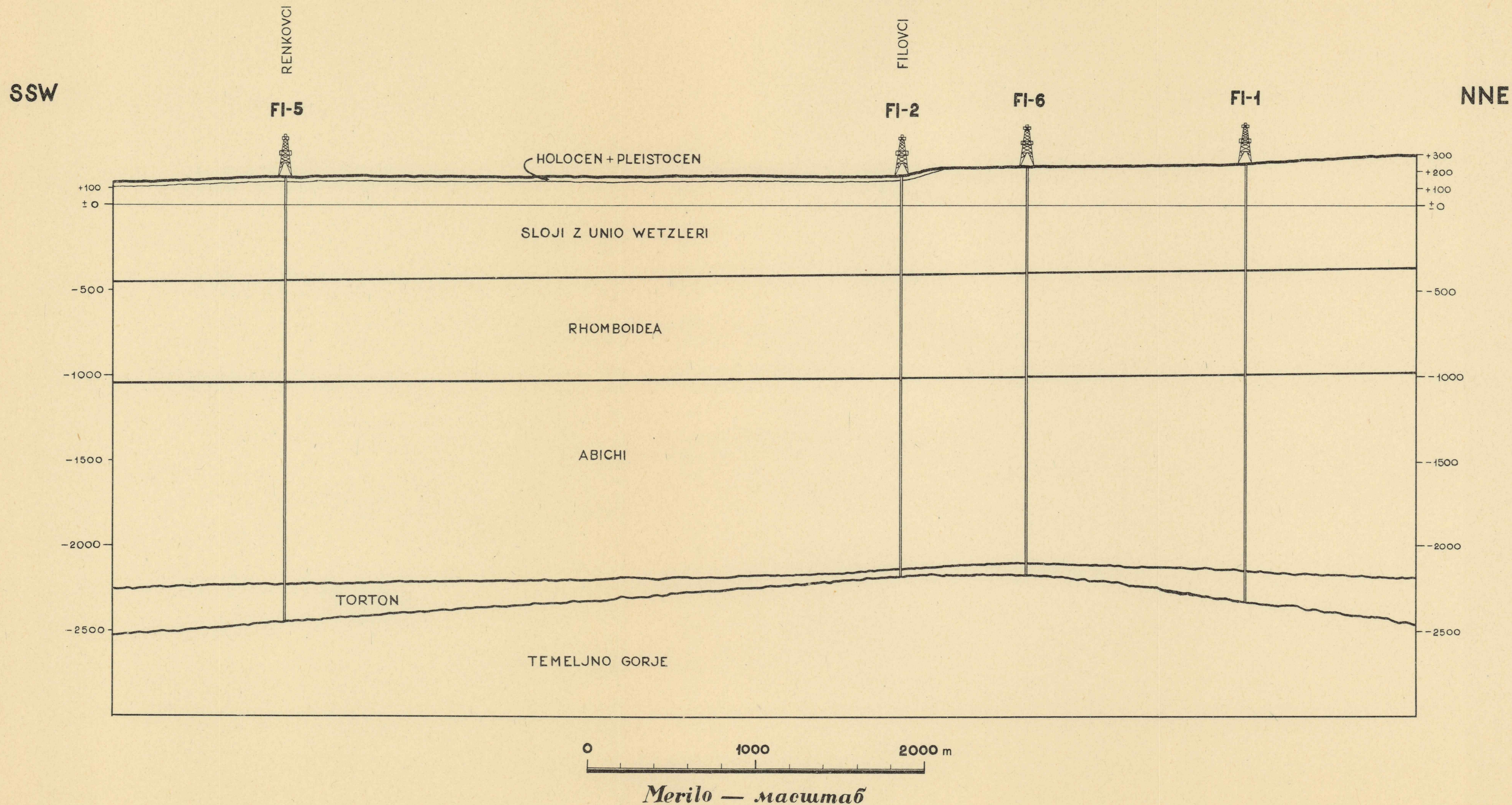
1. sl. — Рис. 1.

Цигит: Filovska naftna struktura

modro: gravimetrične izogame
sivne: гравиметрические изогамы
rdeče: magnetometrične izoanomalie
красное: магнетометрические изоаномали

Merilo — масштаб
0.5 0 1 2 3 4 5 km

GEOLOŠKI PROFIL SKOZI VRTINE FI-5, FI-2, FI-6 IN FI-1
 ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ЧЕРЕЗ СКВАЖИНЫ ФИ-5, ФИ-2, ФИ-6 И ФИ-1



ki pa nista vodilna fosila in lahko nastopata razen v tortonu tudi v helvetu. Vendar po mnenju J. Rijavec nimamo dovolj zanesljivih dokazov, da so ti sedimenti starejši od tortona in jih zato še vedno stavljamo v torton.

Od globine 2507,8 m do temeljnega gorovja pa vzorci ne vsebujejo nobene mikrofavne in verjetno pripadajo tudi tortonu (Rijavec, 1955).

Plasti abichi

V spodnjih delih plasti abichi smo v vrtini Fi-1 na globini 2015 do 2019 m našli makrofosila:

Limnocardium sp.

Congerina sp.,

v vrtini Fi-6 pa na globini 1900 m lepo ohranjeno:

Congerina ornithopsis Brusina.

V zgornjem delu plasti abichi najdemo skoraj v vseh vrtinah vzorce:

Paradacna abichi Hörn.

Za plasti abichi našega območja so karakteristični okrogli ploščati mikrofosili, katere je dr. Wicher imenoval »bele foraminifere«. Njihove lupine naj bi bile zgrajene iz apnenca (Glumičić, stran 8). V panonskem bazenu so to vodilni fosili za plasti abichi.

Podatki, ki smo jih dobili v članku: Kőváry József, Thecamöbak (Testeaceák) a magyarországi alsó pannoniai koru üledékekből (1956), pa so te mikrofosile pokazali v drugačni luči. Na podlagi raziskovanja v madžarskem naftnem znanstvenem laboratoriju so ugotovili, da moramo te fosile prištevati med Rhizopode, in sicer v drugi red: *Testacea* oziroma *Thecamoeba* in da pripadajo v skupni podrazred *Silicoplacentina*. Na podlagi oblike razlikujemo pri rodu *Silicoplacentina* štiri vrste. Odločilni kriterij za to je kremenova lupina, ki je primarno okremenela. Če bi bila namreč lupina sekundarno okremenela, bi morali isto opazovati tudi pri ostalih fosilih, ki jih najdemo skupno s temi oblikami.

V jedrih vrtine Fi-3 iz temnorjavega peščenega laporja s piritnimi žilicami smo od globine 1299 m dalje opazovali te mikrofosile, poleg pa nastopajo še ostrakodi oblik A, B, D, F in G, ki so po Fahrionu karakteristični za panonske sedimente. Najdeni so bili tudi ribji zobje (globina 1749 do 1755 m).

Po omenjeni literaturi (Kőváry, 1956) smo določili naslednje vrste:

Silicoplacentina hungarica Kőváry,

dobljena iz vrtine Fi-2 na globini 1805,6 do 1809,6 m v jedru iz sivega peščenega laporja. Fosil je bel s premerom 1 mm.

Silicoplacentina majzoni Kőváry,

dobljena iz vrtine Fi-8 v izplaki na globini 2470 m. Kamenina je siv lapor. Fosil je bel s premerom 0,7 mm.

Silicoplaentina hungarica Kőváry,

dobljena iz vrtine Fi-9 v izplaki na globini 2148 m. Fosil je bel s premerom 0,6 mm.

Iz te vrtine Fi-9 smo na globini 2160 m v izplaki dobili prav tako *Silicoplaentina* sp., ki je sicer rjavkasta s premerom 0,7 mm in je podrobneje nismo mogli določiti.

Napravili smo poizkus, da smo dali silikoplacentine in ostrakode v solno kislino. Ostrakodi so se takoj raztopili, medtem ko so silikoplacentine ostale cele. Debelina plasti abichi v vrtini Fi-3 znaša 700 m.

Plasti rhomboidea

Gornje plasti abichi prehajajo v plasti rhomboidea brez ostre favniščne meje. Ta prehod smo horizontirali ravno na podlagi silikoplacentin. Kakih značilnih makrofosilov v plasteh rhomboidea ni, nastopajo pa: *Congerina* sp. in *Limnocardium* sp.

Petrografsko so te plasti zastopane z glinami, glinastimi laporji, kremenovimi peski z mnogo sljude ter s prehodi ene kamenine v drugo. V glini imamo vložke lignita, v glinastem laporju pa rastlinske ostanke (odtisi listov). V vrtini Fi-1 so prvi panonski ostrakodi najdeni v globini 636 do 642 m; v sivkasto zelenem glinastem laporju v globini 710 do 714 m pa smo našli ostrakoda, ki po Fahrionu pripada formi D, značilni za gornji in srednji panon.

Debelina teh plasti je kakih 500 do 600 m (2. slika).

Plasti Unio wetzleri

Z vrtino Fi-1 smo prevrtali plasti *Unio wetzleri* (2. slika). V njih so prevladovali kremenovi peski, v zgornjem delu pa prodi. Vmes so bile tudi gline ter prehodi med glinami in peski. V glinastih delih smo našli tanke, po nekaj centimetrov debele vložke (5 do 20 cm) lignita. V jedrih je bila dobljena na pol ohranjena lupina polža *Vivipara* sp. in zdrobljene lupine polžev *Helix* sp. Plasti *Unio wetzleri* so rečne, močvirne in jezerske (Pleničar, 1956). V njih so našli lignit pri Pečarovcih.

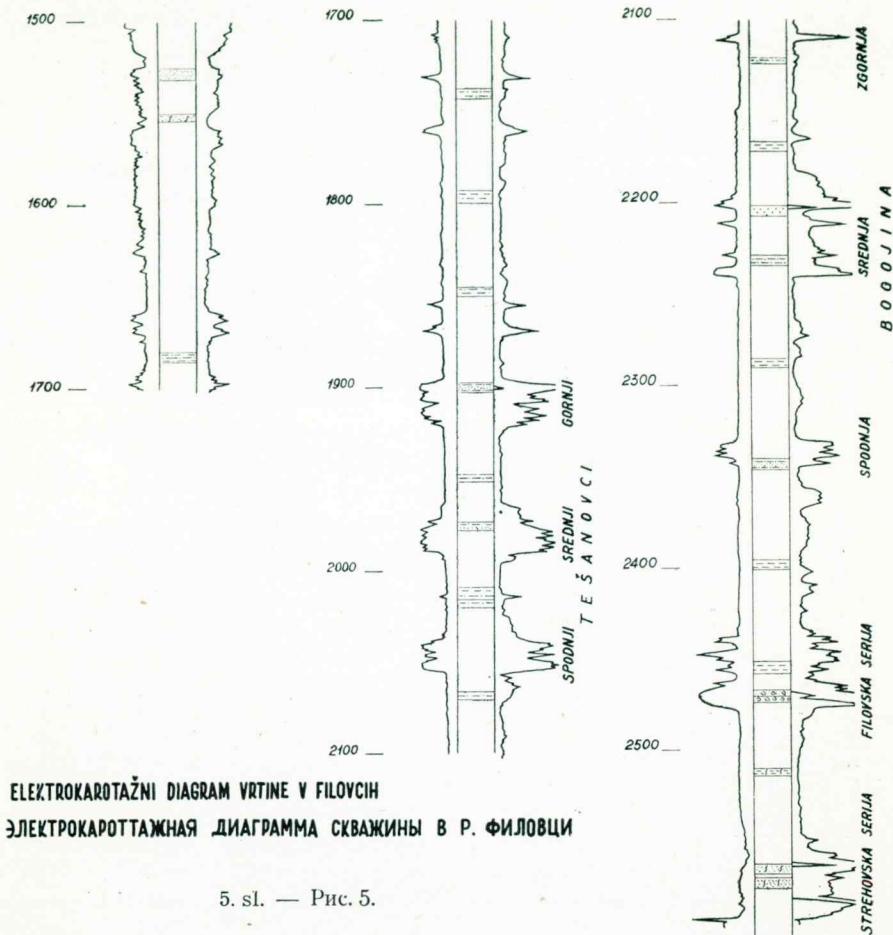
Podobne plasti nastopajo tudi v Lendavskih goricaх ter v vzhodnem delu Slovenskih goric in v Medmurju, kjer v številnih premogovnikih pridobivajo lignit (Mursko Središče, Martin, Presika, Podgorci). Jedra iz vrtine Fi-1 vsebujejo spore in operkule, kakršne se pojavljajo v Banatu po dr. Wicherju v plasteh, mlajših od panona. Spore so v Banatu zastopane v spodnjem paludinu. Toda z ozirom na precejšnjo oddaljenost med našimi sedimenti in onimi iz Banata ne moremo reči, da pripadajo naše plasti paludinu, ampak privzemamo razvrstitev v horizont *Unio wetzleri*.

Dilevij in aluvij

Pleistocenske in holocenske naplavine nastopajo na ravninskem območju v debelini tudi preko 40 m v obliki glin, peskov in kremenovih prodnikov. V okolici vrtine Fi-5 v Renkovcih in Fi-7 v Gančanih nastopajo kremenovi prodniki premera 1 do 3 cm že pol metra pod površino.

Naftno geološke prilike

Poleg stratigrafske razvrstitve terciarnih sedimentov na filovskem naftnem polju smo jim dali še druga imena, ki so običajna v naftni geološki praksi (5. slika). Tako imenujemo tortonske laporje in peščenjake, ki v vrtinah Fi-2 in Fi-6 vsebujejo nafto in plin — filovsko serijo. To serijo



5. sl. — Рис. 5.

sestavljajo torej gornje zaporne kamenine, laporji, filovski laporji in več horizontov peščenjakov. Do sedaj smo našli pet peščenih horizontov, ki jih imenujemo Fi-A, Fi-B, Fi-C, Fi-D in Fi-E.

Nad filovsko serijo nastopajo prav tako laporji in peščenjaki, ki jih imenujemo spodnja Bogojina, srednja Bogojina in zgornja Bogojina. Nad temi slede še trije paketi, ki jih imenujemo spodnji Tešanovci, srednji

Tešanovci in gornji Tešanovci. V nekaterih globokih vrtinah, kot Fi-1, Fi-4 in Fi-5, imamo pod filovsko serijo še tortonske sedimente, ki jih imenujemo strehovska serija in je do sedaj v glavnem razvita laporasto, deloma pa tudi peščeno. Znaki nafte in plina so bili najdeni v tej seriji na vrtinah Fi-4 in Fi-5.

Obstoji tudi možnost, da je nafta iz tortonskih plasti, kjer je mogoče nastala v globljem sinklinalnem delu, migrirala v višje, panonske sedimente, in to ob prelomih ali pa ob kontaktu tektonske močno porušenega temeljnega gorovja s tortonom, oziroma kjer tortona ni, s panonom. Torej bi nafto lahko našli v tem primeru v bogojinskih serijah ali celo višje, kjer v dosedanjih vrtinah opažamo lep razvoj peščenjakov.

Po ameriški klasifikaciji spada filovsko polje po dosedanjih podatkih v tip naftnega ležišča Buried Hill — zakopanega griča, in to stratigrafskemu tipu. Po ruski terminologiji pa bi ta tip lahko imenovali conalni tip ležišča.

Do sedaj sta pozitivni vrtini samo Fi-2 in Fi-6, vrtini Fi-8 in Fi-9 (4. slika) ležita že v robni vodi. Na podlagi tega lahko sklepamo, da bo produktivna površina tega naftnega polja proti vzhodu od vrtin Fi-2 in Fi-6 sorazmerno ozka. Na podlagi prej omenjenih predpostavk, da je torton razvit tudi proti zahodu in da obstoji možnost migracije nafte v panonske kolektorje, bo raziskovanje treba usmeriti po širini polja proti zahodu. Istočasno je raziskovanje usmerjeno v dolžino. Na podlagi seizmičnih merjenj in dobljenih izostrat po filovski seriji peščenjakov se nam kaže perspektiva v dolžini (6. slika). Pri tem moramo računati na eventualne lapornate cone, na katere bomo zelo verjetno naleteli.

Dosedanji poizkusni način proizvodnje pri vrtini Fi-2 je kombiniran, glavni vir energije je verjetno napetost robne vode, manjša vloga pa pripada raztopljenemu plinu in »plinski kapi«.

Tektonika

Pri reševanju tektonskih problemov Prekmurja so nam prvotno precej pomagala gravimetrična in magnetometrična merjenja. V zadnjem času pa nam seizmična slika vsekakor daje nove podatke, ki v marsičem menjajo prejšnje predstave. Podatki globokih vrtin pa dajo šele popolno sliko terena.

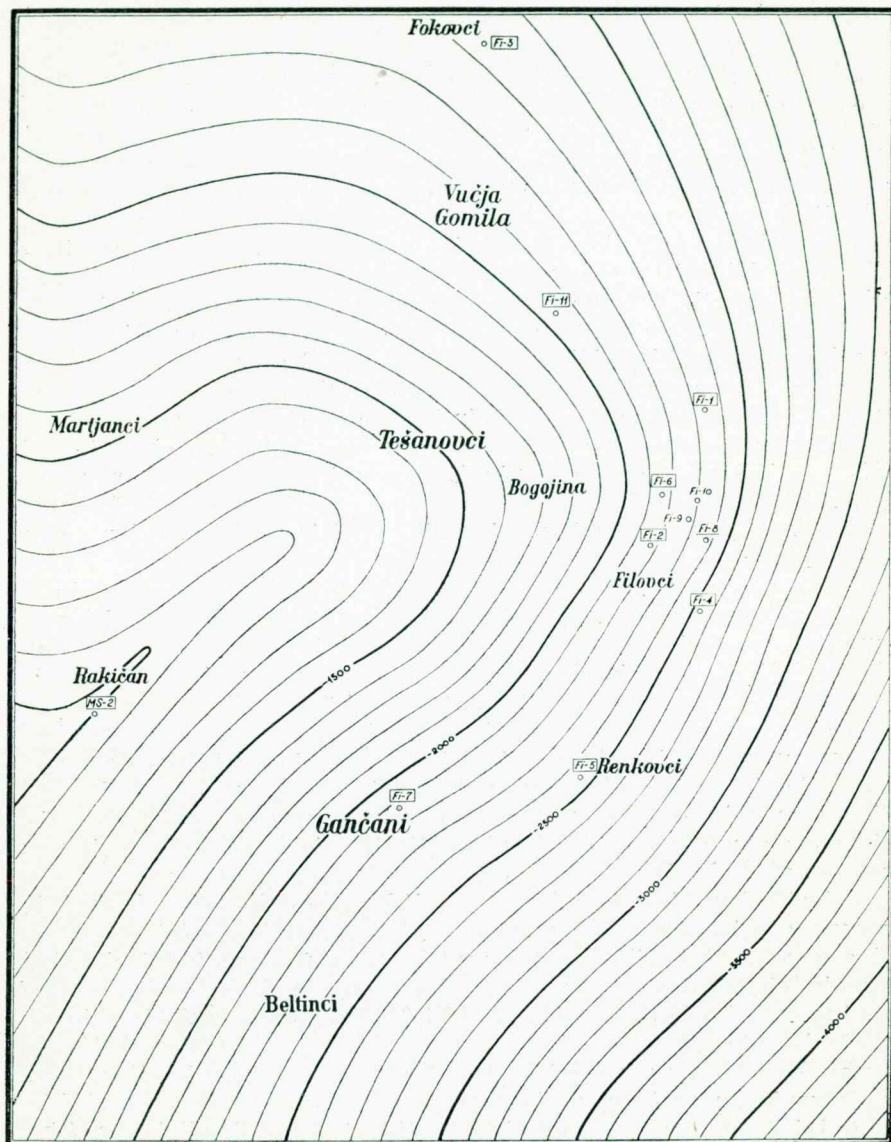
Pod mladoterciarnimi sedimenti Prekmurja imamo več struktur, ki so zelo verjetno različno erodirana površina temeljnega gorovja. Večjih prelomov do sedaj seizmika ni pokazala; plasti kontinuirno padajo in tvorijo obliko hribov in dolin.

Na gravimetrični karti močno označena ljutomerska-črensovka sinklinala z dnom blizu omenjenih krajev se je po seizmiki premaknila, šele pri Razkrižju se kaže njeno dno in prvo dviganje plasti proti jugovzhodu.

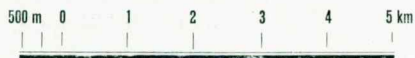
Podatki globokih vrtin Sg-1, MS-1, MS-2 in vse vrtine Fi-1 do Fi-9 nam kažejo, da imamo pod terciarom nekake hrbte temeljnega gorovja, ki je v vrtini MS-1 gnajs, v vrtini MS-2 sljudni skrilavec (K ö r ö s s y, 1946), v vrtini Sg-1 pa imamo gnajs in amfibolit. V vseh filovskih vrtinah smo našli amfibolit, ki je ponekod sekundarno spremenjen in tektonsko

IZOBATE TEMELJNEGA GORJA FILOVSKE NAFTNE STRUKTURE
NA OSNOVI SEIZMIČNIH MERITEV.

ИЗОБАТЫ МАТЕРИНСКОЙ ГЛЫБЫ ФИЛОВСКОЙ НЕФТЯНОЙ
СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ.



Merilo — масштаб



precej porušen. Vrtine dokazujejo, da pri Hrastju-Moti, Černelavcih in Rakičanu nimamo tortona, ampak le plasti zgornjega in spodnjega panona. V vseh filovskih vrtinah pa smo našli tudi torton, ki vsebuje dobre kolektorje za nafto v obliki kremenovih peščenjakov in dobre zaporne kame-nine laporjev.

Geološko je mapiral Prekmurje Geološki zavod v Ljubljani. Iz poročila navajam razlago tektonskih in paleogeografskih razmer. Na neki magmatski podlagi so bili odloženi paleozojski skrilavci. Debelina paleozojskih skrilavcev je lahko precejšnja. Zaradi termodinamične metamorfoze, ki je nastopila v času nekega gubanja (morda hercinskega) so se spodaj ležeči, starejši paleozojski sedimenti spremenili v gnajse in amfibolite, više ležeči mlajši paleozojski sedimenti, katere vidimo na površini v severozahodnem delu Goriškega, pa so bili le delno metamorfozni ter so se spremenili v filitom podobne kamnine. Sledila je erozijska faza. Vzrok te erozije so bila lahko dviganja posameznih grud ali pa večje epirogenetsko dviganje celotnega ozemlja. Iz prvotne ravnine je nastala gričnata pokrajina. Pri eroziji je bil odnesen verjetno skoraj ves zgornji del paleozojskih skrilavcev, katerega ostanke vidimo na površini pri Serdici in Sotini, ter del spodnjih, močno metamorfoziranih paleozojskih sedimentov. V tortonu je sledilo epirogenetsko pogrezanje in je panonsko morje zalilo graški zaliv.

Odsotnost tortona na višjih delih temeljnega gorovja v območju vrtin pri Hrastju-Moti, Černelavcih in Rakičanu in razmeroma tanka plast tortona v Fi-2 in Fi-6 (2. slika) ter mnogo debelejša v vrtinah Fi-1, Fi-3, Fi-4 in Fi-5 pa kaže, da je morje zalilo le nižje predele, medtem ko so bili višji deli kopno, gledali so kot otoki iz morja.

Heterogenost tortonских sedimentov, ki so razviti v vseh možnih variacijah od obalnih konglomeratov preko lepih poroznih peščenjakov do laporjev z raznimi prehodnimi oblikami, govori jasno o čistem premikanju obalne linije tega morja. Različna debelina tortona v vrtinah Fi-2 in Fi-6 in mnogo večja debelina v vrtini Fi-3, ki leži 325 m više od meje tortona v vrtini Fi-2, nam vsiljuje mnenje, da se je temeljno gorovje premikalo tudi v posttortonски dobi, ko se je dvignilo ozemlje okoli Fokovec.

Podatki iz dosedanjih vrtin nam kažejo, da bomo nafto našli precej visoko na pobočjih gričev osnovnega gorstva, mogoče tudi v kotanjah, ki so izpolnjene s tortonскими sedimenti. Obstaja možnost, da se je nafta nabrala ob prelomih.

Ugotovljena je rahla kotna erozijska diskordanca med spodnjim panonom in tortonom. Ker sarmata med tortonom in spodnjim panonom ni, sklepamo, da je bilo v sarmatu v teh predelih kopno. Dobljeni podatki nam kažejo, da bomo morali nafto iskati zahodnejše in severozahodnejše ter južnejše od sedanjih vrtin Fi-2 in Fi-6, če hočemo slediti filovski seriji. Nafto in plin smo našli tudi v strehovski seriji, ki leži pod filovsko. Vrtina Fi-5 je dala v globini 2534 do 2542 m znake nafte in plina. Zaradi premikanja tortonkega morja k obali so nastajale namreč plasti, ki se izklinjujejo na temeljnem gorovju. Slediti bo treba obalno linijo proti jugu in jugozahodu celo preko Mure. Na pobočju griča temeljnega gorovja nam je seizmični profil pri Veržetu že pokazal izklinjajoče se plasti zaenkrat samo domnevne tortona, podobnega kot v Filovcih.

Na koncu še nekaj besed o naših raziskovalnih metodah.

Po osvoboditvi so naftni geologi v Lendavi našli skope podatke madžarskih prednikov (manjkali so celo EK diagrami vrtin). V prvih letih so zelo malo jedrovali, v prvi vrsti zaradi hitrejšega napredka. Stratigrafska razporeditev je bila izvedena na podlagi makrofavne in litološkega sestava.

Leta 1950 je začel Geološki zavod v Ljubljani z mikropaleontološkimi preiskavami, kar nam je veliko pomagalo. Letos smo si tudi v Lendavi uredili mikropaleontološko službo. Že nekaj let redno zasledujemo profile vrtin na osnovi odlomkov kamenin iz izplake (3. slika). Te odlomke redno preiskujemo mikropaleontološko. Zasledujemo napredek vrtanja po minutnih poročilih. Letos smo začeli s kalcimetrijo. Pripravljamo pa uvedbo metode preiskovanja odlomkov iz izplake v vroči vodi in tudi uvedbo sedimentne petrografije.

Konvencionalne EK metode (normalni in inverzni sonde ter mikrolog) ne zadostujejo za precizne interpretacije EK diagramov. Nujno bi bilo nabaviti modernejša aparature, zlasti nevtronske in radioaktivne ter druge merilne instrumente (laterolog). Uspelo nam je sicer, da bomo s prihodnjim letom dobili lastno seizmično aparatur, kar nam bo velika pomoč pri nadaljnjih, tako regionalnih, zlasti pa detajlnih raziskovanjih.

Omeniti je treba še, da bi bilo potrebno vzpostaviti kontakt z naftnimi geologi dežel, ki imajo nafto v Panonskem bazenu, zlasti z madžarskimi in avstrijskimi. Upamo, da bomo v bližnji bodočnosti uspeli.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ НЕФТЕНОСНОЙ СТРУКТУРЫ ФИЛОВЦЫ

Немецкая региональная гравиметрическая карта (1940 г.), а также материалы исследований Геологического завода г. Любляны в течение 1953 и 1955 гг. (Рис. 1) показывают гравиметрический максимум вблизи с. Богоина. Этот геофизический максимум вначале был назван богоинской антиклинальной структурой. После того, как было открыто филовское нефтяное поле в 1955 г., богоинская антиклиналь была переименована в филовскую нефтеносную структуру.

Для выяснения причин, вызывающих гравиметрический максимум в районе с. Богоина, на той же территории была проведена магнитометрическая съемка, которая полностью не разъяснила ситуации.

Магнитометрический максимум западнее от окраины с. Ренковцы (Рис. 1) показывает аномалию на 90 гам. выше средних показателей, которые получены в этом районе.

К юго-западу от города Мурска Собота измерение вертикальной интенсивности на левом берегу р. Мура дало максимум 60 гам., а на правом, вблизи села Вучья вес, максимум составляет 50 гам.

Скважины в окрестности с.с. Мота, Чернелавцы, Ракичан и Филовцы показывают, что кристаллическое основание, которое сложено метаморфическими породами, погружается в направлении с ЮЗ к СВ. При этом величина магнитных аномалий нарастает до максимума вблизи с. Ренковцы, т.е. на том участке, где кристаллическое основание находится на большей глубине. Принимая во внимание и тот факт, что магнитометрический максимум по отношению к гравиметрическому смещен по направлению в 4 км к ЮВ, можно предполагать, что магнитные аномалии обуславливаются не метаморфическими породами кристаллического основания, которое лежит непосредственно под третичными отложе-

ниями, а интрузивными магматическими породами, которые расположены на большой глубине и не вскрыты в настоящее время скважинами.

Во время второй мировой войны немецко-венгерская компания MANAT выбурила в этом районе две скважины — одну вблизи с. Чернелавцы (MS-1) и другую вблизи с. Ракичан (MS-2). Было установлено, что паннонские отложения залегают непосредственно на кристаллическом основании (гнейсы в MS-1 и слюдяные сланцы в MS-2) и не содержат нефтеносных слоев. Паннонские отложения на этом участке, особенно ниже-паннонские отложения, характеризуются малой мощностью.

В связи с тем, что гравиметрические изогамы в районе с. Филовцы расширяются, а также на основании интерпретации гравиметрических данных по Элкнсу, мы начали бурить скважину Fi-1. Скважина Fi-1 набурила в глубине 2582 м породы кристаллического фундамента — амфиболиты. В этой скважине был исследован столько один слой на интервале 2466—2476 м, который дал соленую воду и газ.

После этого началось бурение скважины Fi-2 на той же самой изогаме, на которой находится и скважина Fi-1. Кристаллический фундамент набурила в глубине 2356 м. Перфорирован слой на интервале 2336—2342 м дал газ со слоевым давлением 230 атм. После этого в скважине Fi-6 в 800 м севернее Fi-2 была обнаружена нефть.

В течение зимы 1955 г., во время бурения скважины Fi-2 началась сейсмическая съемка.

СТРАТИГРАФИЯ

Кристаллический фундамент. В районе филовской структуры основание третичных отложений слагают метаморфические породы. В скважине MS-2 вблизи с. Ракичан это слюдяной сланец, а в скважине Fi-2 амфиболит. В других скважинах мы получили тектоническую брекчию, которая состоит из обломков амфиболита, биотитового сланца и кварцевого песчаника.

Тортон. В окрестности г. Мурска Собота (MS-1, MS-2) тортон не является. В скважине Fi-1 граница между паннонскими и тортонскими отложениями находится в глубине 2396 м. Здесь на метаморфическом основании залегают темносерые и черные мелкозернистые кварцевые песчаники с редкими зернами пирита. Выше расположены темносерые сланцеватые мергели. Среди песчаников значительным развитием является кварцевый конгломерат.

В этих отложениях обнаружены тортонские форамиферы (К. Зайец, 1955):

Nonion soldanii d'Orbigny

Globigerina bulloides d'Orbigny

В скважине Fi-2 тортонские отложения представлены кремнистыми песчаниками — коллекторами нефти и газа, которые залегают на кристаллическом основании. Граница тортонских и паннонских отложений находится на глубине 2325,7 м. Обнаружены фораминиферы (Л. Риявец, 1955):

Nodogenerina sp.

Globigerina sp.

Bathysiphon sp.

В скважине Fi-6 на глубине 2322,6 м И. Вугринец обнаружил зуб рыбы и затем фораминиферы:

Haplophragmium sp.

В скважине Fi-3 тортонские осадки уже развитые в мергелистой фации. Уже на глубине 2001 м были обнаружены фораминиферы, которые указывают на тортонский возраст:

Globigerina sp.

Uvigerina sp.

Bulimina sp.

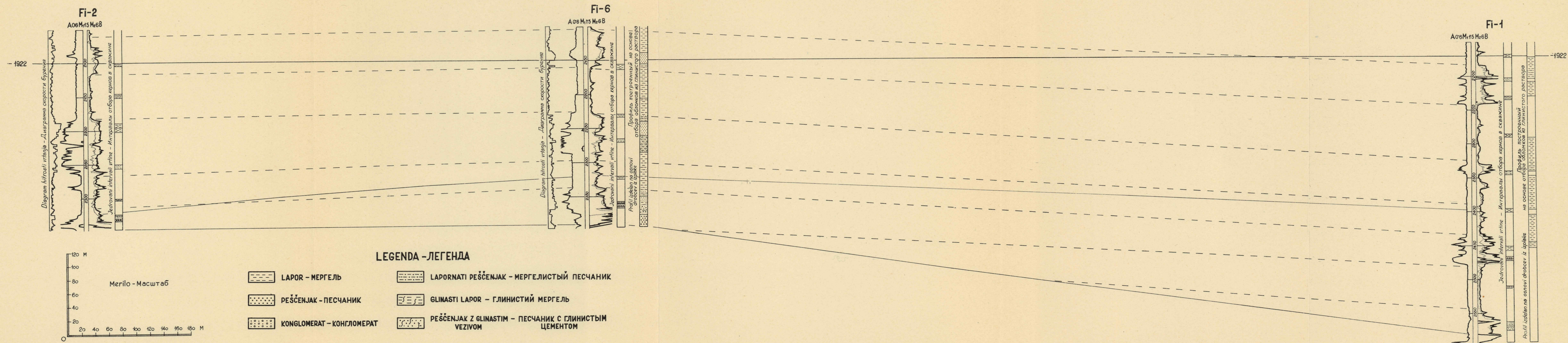
Valvulineria complanata d'Orbigny

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny

SSW

PROFIL IZDELAN NA OSNOVI KORELACIJE ELEKTROKAROTAŽNIH DIAGRAMOV ČEZ VRTINE FI-2, FI-6 IN FI-1
 ПРОФИЛЬ ПОСТРОЕННЫЙ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОКАРОТТАЖНЫХ ДИАГРАММ ЧЕРЕЗ СКВАЖИНЫ ФИ-2, ФИ-6, ФИ-1

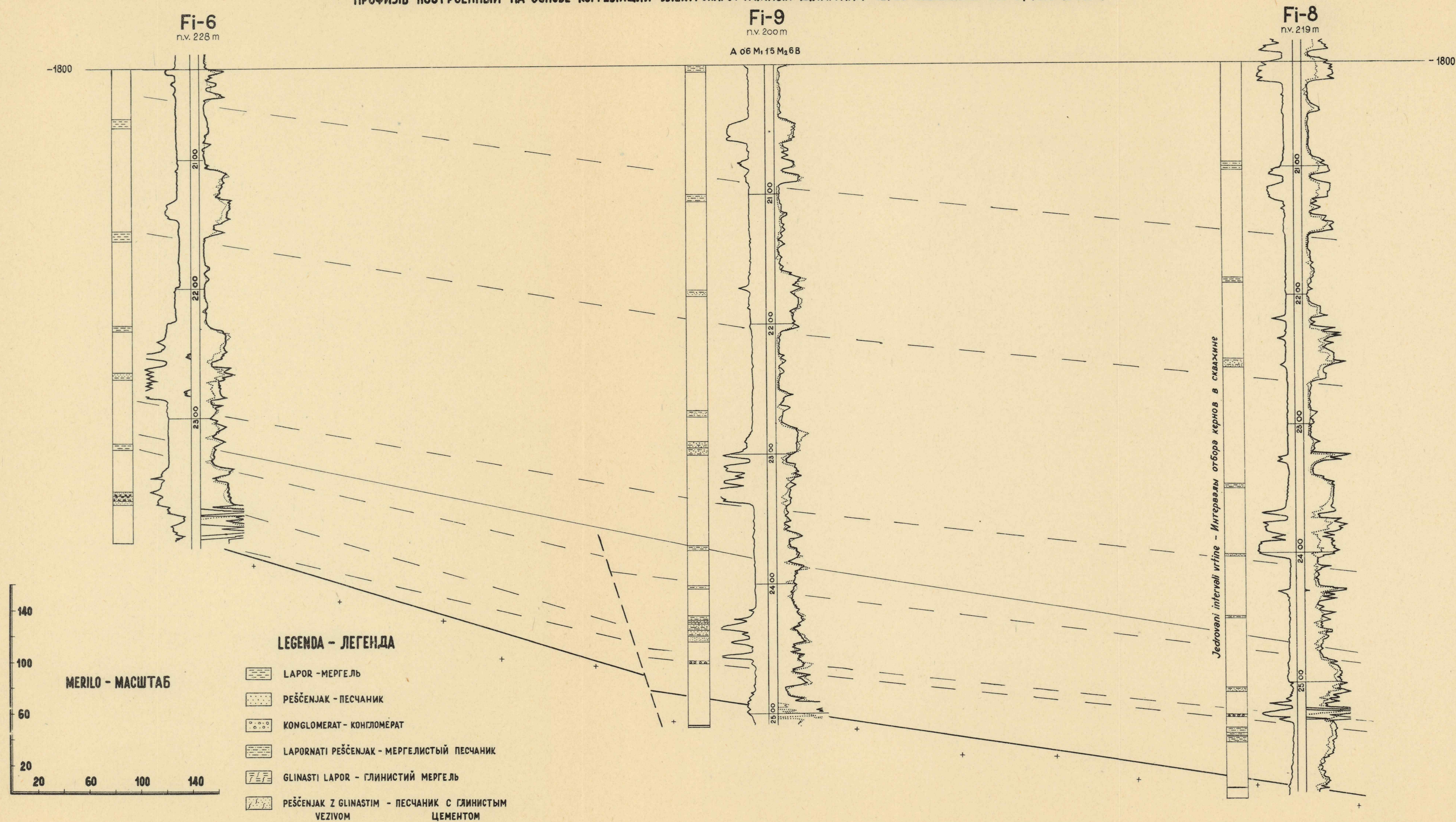
NNE



NW

SE

PROFIL IZDELAN NA OSNOVI KORELACIJE ELEKTROKAROTAZNIH DIAGRAMOV ČEZ VRTINE FI-6, FI-9 IN FI-8
 ПРОФИЛЬ ПОСТРОЕННЫЙ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОКАРОТТАЖНЫХ ДИАГРАММ ЧЕРЕЗ СКВАЖИНЫ ФИ-6, ФИ-9 И ФИ-8



На интервале 2055,4—2060,0 м были вскрыты отложения с остракодами:

Cytheridea cf. *mülleri* v. Münster

На глубине 2202,5—2205,4 м были обнаружены фораминиферы:

Globigerina bulloides d'Orbigny

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny

Cibicides dutemplei d'Orbigny

Valvulineria complanata d'Orbigny

От глубины 2252 м и далее образцы керна бедные микрофауной. От фораминифер были найдены только:

Globigerina sp.

Bathysiphon sp.

Л. Риявец считает, что здесь еще продолжают тортонские отложения. От глубины 2507 м в кернах больше нет микрофауны.

Abichi слои. В нижних горизонтах *abichi* слоев в скважине Fi-1 на интервале 2015—2019 м обнаружены остатки *Limnocardium* sp. и *Congerina* sp., в скважине Fi-6 (1900 м) были найдены отложения с *Congerina ornithopsis* Brusina.

Почти во всех скважинах были обнаружены остатки руководящих ископаемых *Paradacna abichi* Hörn.

Для *abichi* слоев на нашей территории характерны плоские и округлые формы, которые др. Вихер (dr. Wicher) называет «белые фораминиферы». Согласно венгерским данным (Kőváry, 1956) это Testacea или Thecamoeba и точнее Silicoplaentinae.

Согласно этим данным нами в скважине Fi-2 (1805,6—1809,6 м) была обнаружена *Silicoplaentina hungarica* Kőváry белого цвета с диаметром 1 мм.

В скважине Fi-8 (2470 м) найдена *Silicoplaentina majzoni* Kőváry белого цвета, диаметр 0,7 мм.

Abichi слои представлены серыми мергелями, кремнистыми песчаниками и различными породами переходного типа.

Rhomboidea слои. Характерные ископаемые *Congerina* sp. и *Limnocardium* sp. Петрографически представляют собой глины, глинистые мергели и кварцевые пески с большим количеством слюды. В глинах находятся прослойки лигнита.

Слои с *Unio wetzleri*. Преобладают кварцевые пески, гравий и глины, иногда с прослойками лигнита. В кернах скважины Fi-1 обнаружены скорлупки улиток *Vivipara* sp. и *Helix* sp.

Делювий и аллювий. Представлен глинами, кварцевыми песками и галечником, иногда до глубины 40 м.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НЕФТЕНОСНОСТИ

Помимо стратиграфической классификации третичных осадочных пород в нефтеносном районе Филовцы, нами даны для них еще названия обычные в нефтяно-геологической практике. Так тортонские мергели и песчаники, в которых находятся нефть и газ, в настоящее время мы называем филовской серией. Над этой серией залегают еще три серии, а именно нижняя богоинская, средняя богоинская и верхняя богоинская. (Название дано по селу Богоина близ с. Филовцы). Выше залегают еще три серии: нижняя тешановская, средняя тешановская и верхняя тешановская (с. Тешановцы). В глубоких скважинах под филовской серией залегают породы так называемой стреховской серии (с. Стреховцы).

Филовское нефтеносное поле согласно имеющимся данным следует отнести к типу так называемых нефтяных месторождений «погребенного холма» (Burried Hill), зонального вида.

Производственный режим месторождения обусловлен двумя факторами — главным источником энергии является напор краевых вод, а подчиненное значение играют растворенный газ и, вероятно, «газовая шапка».

ТЕКТОНИКА

Под третичными осадочными породами провинции Прекмурье имеется несколько структур, которые представляют собой погребенный рельеф кристаллического основания. Данные глубинного бурения показывают, что скважиной MS-1 обнаружены гнейсы, в скважине MS-2 (Ракичан) вскрыты слюдяные сланцы, а во всех скважинах района Филовцы находятся метаморфические породы — в большинстве случаев амфиболиты. Это кристаллическое основание является продолжением Центральных Альп.

Тектонические и палеогеографические условия в Прекмурье следующие: на неом магматическом основании были отложены палеозойские сланцы. Вследствие динамометамального метаморфизма, вероятно во время герцинской эпохи складчатости нижележащие древнепалеозойские осадочные породы были преобразованы в гнейсы, амфиболиты и другие метаморфические породы, а выше лежащие верхнепалеозойские горные породы были только частично метаморфизованы и преобразованы в породы сличные филитам. После этого последовала фаза эрозии. При этом процессе была вероятно эродирована почти вся верхняя часть палеозойских сланцев, остатки которых видны на поверхности вблизи сел Сердица и Сотина, а также часть нижних сильно метаморфизованных палеозойских осадочных пород. В тортонское время последовало эпейрогенетическое погружение и Паннонское море покрыло весь залив Градца. Отсутствие тортонских отложений на возвышенных участках кристаллического основания показывает, что морем были покрыты лишь подножья этих поднятий, в то время как их вершины выступали в виде островов из моря. Разнообразие фациального состава тортонских осадочных отложений свидетельствует о частом передвижении береговой линии моря. Данные из скважин в районе с. Филовцы показывают, что нефть накопилась в местах приращения тортонских пород — коллекторов к склонам поднятий кристаллического основания.

Можно полагать, что нефть находится и в углублениях древнего погребенного рельефа, в которых происходило отложение осадочных пород тортона, послуживших позднее в качестве коллекторов.

Нефть следует искать западнее, южнее и севернее скважин Fi-2 и Fi-6, если только проследим так называемую филовскую серию песчаников — коллекторов нефти. Возможно накопление нефти также и в нижних сериях слоев, так например в стреховской серии, если там развиты пористые породы песчаники или другие коллекторы. Мы уже попали на следы нефти в стреховской серии, только мергелистые песчаники недостаточно пористы. Возможно, что нефть мигрировала в верхние паннонские осадочные породы — коллекторы вдоль сбросовой линии или вдоль зоны контакта третичных отложений с кристаллическим основанием.

LITERATURA

Gees, R. H., in Lorenser, E., 1941, Bericht über die geomagnetischen Untersuchungen im Gebiet von Murska Sobota. PRAKLA, Berlin.

Glumičić, D., 1955, Geološki pregled naftnih polja u Hrvatskoj. Referat na konferenci geologov in geofizikov v Zagrebu od 14.—17. IV. 1955.

Hinterlechner, A., 1956, Petrografske analize jeder iz vrtin Fi-1, Fi-2, Fi-3 in Fi-5.

Kohlruss, W., 1955, Bericht über die Reflexionsseismischen Messungen im Messgebiet Lendava. W. Thiele, Celle (Dipl. Ing. W. Kohlruss).

Kóváry, J., 1956, Földtani közlöny LXXXVI. kötet, 2. füzet, Budapest.

Novak, J., 1955, Poročilo o merjenju magnetne vertikalne intenzitete, Prekmurje, 1955. Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Pejović, P., 1955, Izveštaj o reflektivnom seizmičkom ispitivanju na terenu Lendava. Beograd.

Pleničar, M., 1954, Obmurska naftna nahajališča. Geologija, 2. knjiga, Ljubljana.

Pleničar, M., 1956, Geologija severozahodnega Pomurja. Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Prosen, D., Petrović, I., 1955, Upoređivanje rezultata merenja dobijenih primenom seizmičke i gravimetrijske metode na profilu Filovci—Martjanci na terenu Lendava.

Rijavec, J., 1955, Mikropaleontološki profil vrtine Fi-3, Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Urh, I., in Novak, J., 1956, Gravimetrične in magnetometrične meritve v Prekmurju. Referat na sestanku geofizikov v Zagrebu 16.—17. III. 1956.

Urh, I., 1956, Gravimetrične meritve Pomurja. Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Vugrinec, J., Poročila o mikropaleontoloških raziskovanjih vrtin Fi-4, Fi-5, Fi-6. Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Zajec, K., 1955, Poročilo o mikropaleontološkem raziskovanju materiala iz vrtine Fi-1. Arhiv Podjetja za proizvodnjo nafte, Lendava.

Sprejel uredniški odbor dne 15. maja 1956.