OBMURSKA NAFTNA NAHAJALIŠČA

Mario Pleničar

Uvod

V tej razpravi bom podal pregled geoloških in geofizikalnih raziskovanj ter globinskega vrtanja na naftonosnem ozemlju Prekmurja, Medjimurja in vzhodnega dela Slovenskih goric od prvih poizkusov pridobivanja nafte v sredini preteklega stoletja do danes. V drugem delu bom opisal geološko sliko, dobljeno na podlagi raziskovanj.

Geomorfološki opis

Slovenske gorice preidejo proti jugovzhodu v Ljutomerske gorice in še dalje proti vzhodu v nizko Medjimursko gričevje. Na jugu omejuje to gričevje Drava, na severu Mura. Severno od Mure je ravnina, ki sega do Goričkega in Lendavskih goric v Prekmurju. Medtem ko se ozemlje Medjimurskih gričev počasi in položno spušča proti jugu v nižino ob Dravi in proti severu v nižino ob Muri, se Lendavske gorice zelo strmo dvigajo iz Murske ravnine.

Slovenske gorice, ki se končujejo v Medjimurskih gričih, pripadajo še nedvomno alpidom in sicer njihovemu najvzhodnejšemu odrastku.

Lendavske gorice, ki predstavljajo denudacijski preostanek med Krko in Muro, pripadajo že k panonskemu obrobju. Melik (1935, str. 23) prišteva Prekmurje, Slovenske gorice, Dravsko polje in Medjimurje v subpanonsko območje. Po eni strani torej ne šteje Slovenskih goric k Alpam, po drugi strani pa nižinskih vzhodnih delov še ne vključuje v tipično panonsko območje. Na podlagi novejših raziskovalnih del, zlasti vrtin pri M. Soboti, bo morda treba alpsko mejo premakniti vendarle nekoliko proti vzhodu.

V Ljutomerskih goricah, Medjimurskem gričevju in Lendavskih goricah lepo opazujemo razna pleistocenska in pliocenska površja. Griči in gorice, ki so zgrajeni iz slabo vezanih kamenin, največ iz peskov in peščenih laporjev, kažejo značilno geomorfološko sliko. Vzporedno z Muro in Dravo potekajo osrednji grebeni, ki so obenem razvodnice med obema rekama. Pravokotno na glavne grebene potekajo doline, po katerih so nekoč tekli potoki ali pa še danes tečejo. Med dolinami so razvrščeni stranski grebeni. V teh goricah, zgrajenih iz peskov in mehkih laporjev,

ni bilo nobenih smeri, ki bi jih predpisovale petrografsko različne kamenine. Na petrografsko homogenem in geološko razmeroma enostavnem ozemlju so se razvila porečja in s tem oblika goric z nekako simetrično pravilnostjo.

Južno Prekmurje ali Dolinsko ima popolnoma ravninski značaj. Že od pleistocena dalje je to ravnino ustvarjala Mura s svojimi naplavinami. Številne sipine, mrtvi rokavi in močvirja, ki so tem pogostnejša in večja, čim bliže prihajamo Muri, pričajo, da se naplavljanje ravnine nadaljuje še danes.

Sledovi nafte in plina na površini

Jugozahodno od medjimurske vasi Peklenica ob vaškem potoku Brodec so izdanki peščene naftonosne plasti. Če izkopljemo na travniku plitvo jamo, se ta takoj napolni s črno asfaltno nafto. V vzhodnem Medjimurju, v Murskem gozdu in pri Križovcu prihaja na več mestih na dan podobna asfaltna nafta. Navadno opazijo prebivalci nafto pri kopanju vodnjakov, temeljev za hiše in podobno.

V srednjem in zahodnem delu Medjimurja so znani izdanki lahkega, svetlega mineralnega olja na travniku pri zaselku Sitnice, južno od Murskega Središča, in ob potoku Kamenica v Selnici. Dalje dobijo kmetje sledove nafte pri kopanju vodnjakov zahodno od Selnice in na številnih mestih v dolinah, največ ob potokih od Selnice do Ormoža. Izdanek v Selnici omenja tudi geolog J. N ö t h leta 1885. Pravi, da so ob severnem koncu vasi Selnica izdanki lahko tekoče nafte v peščenjakih, ki se menjavajo s sivomodro glino.

Ko smo kartirali okoli Koga, so nam kmetje večkrat pokazali mesta, kjer naj bi bili naftni izdanki. Nafte na teh mestih nisem videl, vendar obstaja možnost, da se sledovi nafte tam res pokažejo v določenih razdobjih, ker gre tam za plasti, ki so včasih vsebovale večje množine nafte. Ker so odprte, ni v njih nafta pod pritiskom, ampak le še v sledovih. Kadar potok zareže globlje svojo strugo, odnese preperino s teh plasti in tako pride nekaj nafte na dan.

L. 1894 je našel D r e g e r (1898) nahajališče bitumena četrt ure zahodno od Vuzmetincev. Blizu je bil tudi izvir slane vode. Ko sem bil leta 1951 na tistem mestu, sem videl le majhno močvirje. Voda ni bila slana. Ker tudi H ö f e r (1894) omenja nahajališče bitumena in slane vode, je oboje verjetno takrat obstajalo. H ö f e r je še dodal domnevo, da vsebuje štajerski neogen plin in tekoč bitumen povsod tam, kjer nastopajo plasti II. mediteranske stopnje, bogate s foraminiferami *Amphistegina* sp.

Največji izdanek nafte je pri Peklenici ob potoku Brodec, iz katerega še danes dobivajo majhne količine asfaltne nafte.

Izdanki plasti z zemeljskim plinom so znani v zahodnem in srednjem delu Medjimurja. I v o T o m a š i ć, nekdanji uslužbenec selniškega obrata, navaja v poročilu iz leta 1945 dva izdanka plina, in sicer na

travniku v Sitnicah in pri kraju Vučkovec. Izdanek v Vučkovcu sem si ogledal v maju 1953. Severno od ceste, ki vodi iz Sv. Martina mimo kopališča v Vučkovcu, je v bližini kopališča večji močvirni travnik, na katerem je bilo več plitvih kotanj z vodo. V eni izmed kotanj, ki je imela površino kakih 10 m², je voda brbotala, kot bi močno vrela. Ko sem prižgal vžigalico in jo vrgel v kotanjo, je šinil čez površino visok plamen, ki je takoj ugasnil. Kmet, ki me je tja peljal, je dejal, da se pojavlja plin sedaj v eni, sedaj v drugi kotanji, včasih pa kar v vseh naenkrat.

Plin se je pojavljal tudi v vodnjaku gostilničarja Turka tik ob kopališču v Vučkovcu.

Vsi ti znaki plina in nafte so bili znani že zdavnaj; zlasti velja to za izdanek nafte v Peklenici, na kar kaže tudi krajevno ime. Kmetje so uporabljali nafto zlasti za razsvetljavo in za izdelovanje kolomaza.

Prvi poizkusi pridobivanja nafte

Grof Djuro Festetić iz Čakovca je dobil l. 1860 po tedanjem splošnem rudarskem zakonu koncesijo na naftnem polju jugozahodno od Peklenice s površino 360.93 m². Njegova koncesija se je imenovala »St. Georg«. Na podlagi te koncesije je kopal jaške, globoke 10 m, v katerih se je nabirala nafta. V 12 urah je dobil 6 meric zemeljskega olja.

Istočasno so našli vodo z nafto v Selnici pri iskanju premoga v jašku, globokem 6 do 8 sežnjev.

Prvi je geološko raziskoval Medjimurje geolog Matyasovszky, član madžarskega Geološkega zavoda l. 1877. Nafto je spravljal v zvezo z lignitom v zgornjih kongerijskih plasteh.

Prvi večji naftni podjetnik je bil W. Singer z Dunaja. V letih 1884—1885 je dal izvrtati tri vrtine pri Peklenici. Ena od teh, globoka 350 m, je dajala zelenkasto nafto, podobno selniški; obe drugi sta bili plitvejši in sta dajali črno katransko nafto. Pravico izkoriščanja ali »rovno pravico na nafto« je dobil od madžarske oblasti. Vrtine je postavil tik ob meji koncesije grofa Festetića.

Približno v istem času je H. Stavenov zastavil pri Selnici štiri vrtine, globoke 52 m, 231 m, 274 m in 280 m. Vsa produkcija se je omejila na nekaj vagonov nafte, nakar je Stavenov prenehal z delom.

Singer je leta 1899 kot naslednik Stavenova nadaljeval delo v Selnici. Pekleniška težka nafta ni bila primerna za pridobivanje petroleja, ki so ga rabili za razsvetljavo. Mnogo boljša je bila selniška nafta. Singerju je bilo podeljenih v letih 1895—1900 dvanajst polj, in sicer deset v Selnici in dve v Peklenici. Z madžarsko državno pomočjo je izvrtal med leti 1899 in 1905 v Selnici 31 vrtin (oznaka vrtin »Si«). Podatki o teh vrtinah so ob koncu prve svetovne vojne zgoreli. Tudi takratne pozitivne vrtine so bile ob tej priliki uničene. V knjigi Engler-Höfer, Das Erdöl, Band II., Leipzig 1930, 2. Auflage, pa je bila ohranjena tabela o vrtinah.

1. tabela

Singerjeve vrtine v Selnici

Vrtina	Globina m	Leto vrtanja	m^3 nafte do 1905	Geološka formacija
Si- 1	491,0	1899	—	panon in II. mediteran
Si- 2	509,0	1900	13,8	panon in II. mediteran
Si- 3	210,0	1900	45,0	panon
Si- 4	112,0	1900	232,5	panon
Si- 5	778,7	1900	24,0	panon in II. mediteran
Si- 6	177,0	1900	68,9	panon
Si- 7	174,6	1901	924,6	panon
Si- 8	549,7	1901	1,0	panon in II. mediteran
Si- 9	206,2	1901	504,1	panon
Si-10	610,0	1901	—	panon in II. mediteran
Si-11	178,6	1901	246,3	panon
Si-12	168,4	1901	700,7	panon
Si-13	219,0	1901	87,1	panon
Si-14	186,9	1901	162,4	panon
Si-15	163,4	1901	128,3	panon
Si-16	262,4	1902	61,6	panon
Si-17	238,2	1902	74,9	panon
Si-18	171,0	1902	404,6	panon
Si-19	174,6	1902	316,5	panon
Si-20	401,5	1902	4,5	panon
Si-21	200,2	1902	—	panon
Si-22	203,2	1902	1,3	panon
Si-23	191,0	1902	2,0	panon
Si-24	166,9	1902	175,4	panon
Si-25	203,0	1902	13,1	panon
Si-26	179,0	1902	301,0	panon
Si-27	180,4	1902	7,7	panon
Si-28	343,0	1902	—	panon
Si-29	397,3	1904	2,1	panon
Si-30	733,0	1904	—	panon in II. mediteran
Si-31	802,0	1904	—	panon in II. mediteran

Štiri od 31 vrtin je izvrtal Singer ob potoku Kamenica. Ker še ni obvladal tehnike vrtanja, je vdrla v mnoge vrtine voda iz zgornjih plasti in zalila naftonosne plasti. Tako so bile uničene vse štiri vrtine ob potoku Kamenica, ki bi bile ob pravilnem postopku pri vrtanju verjetno pozitivne. Na to kaže poročilo I. Tomašića, ki pravi, da je prihajala še dolgo vrsto let iz teh vrtin na površino poleg vode nafta, čeprav so bile zadelane z glino. Po starih zapiskih sklepam, da so bile tri od teh štirih vrtin — Si-5, Si-31 in Si-1 — vrtane skozi pliocen v

II. mediteran. Potemtakem bi bil v tem delu produktiven tudi II. mediteran (torton).

Ostale vrtine so bile vzhodno od Selnice na tako imenovanem Singerjevem polju. 16 jih je bilo pozitivnih, ostale so bile negativne zaradi tehničnih napak pri vrtanju in osvajanju. Leta 1919 so bile, kot beremo v Lipoldovem poročilu iz leta 1920, pozitivne in urejene vrtine Si-9, Si-12, Si-15, Si-18, Si-19 in Si-24, leta 1930 pa le še Si-17, Si-19 in Si-24. Nafto so dajale iz II. selniškega naftnega horizonta, ki pripada panonu.

Leta 1901 je geolog R. Zuber ugotovil, da pripada nafta Selnice in Peklenice antiklinali, katere os poteka od zahoda proti vzhodu in pada proti vzhodu (Böhm, 1939).

Tik pred prvo svetovno vojno v letih 1911—1913 je vrtala madžarsko-angleška družba z imenom London-Budapest Oil Lt. ob Kamenici, na Singerjevem polju in na hribčku, pozneje imenovanem »Rakyjev breg« (oznaka vrtin »E«). Pri tem vrtanju je bil soudeležen tudi neki baron Schul (Lipold, 1920). Od treh globokih vrtin je bila ena v Peklenici, katere globina ni točno znana, ena pri Selnici, globoka več kot 550 m. Vse ostale vrtine so bile plitvejše. Od vseh osemnajstih ali devetnajstih vrtin jih je bilo pozitivnih menda samo pet na Rakyjevem gričku. Podrobnih profilov angleških vrtin nimamo. Po Moosu je ohranjen le en profil čez naftno polje pri Selnici, kjer so upoštevani podatki štirih angleških vrtin.

Zanimiva je zgodovina angleške vrtine E-17 v Vučkovcu. Vrtati so pričeli leta 1913 3 km jugozahodno od Sv. Martina. Pri 550 m so zadeli na toplo vodo. Plasti z vodo so zacevili in zaprli, vendar so delo slabo opravili; plast se je ponovno odprla, zato je bilo nadaljnje delo onemogočeno. Kljub temu se jim je posrečilo vrtino še nekoliko poglobiti. Kot končno globino navajajo prebivalci iz okolice Sv. Martina 830 m. Voda je iz vrtine nekaj časa prosto tekla. Ker je bila topla in slana, se je raznesel glas, da je zdravilna. Imeli so jo celo za mineralno jodno vodo. Napravili so kopališče z zaprtim in odprtim bazenom, ki še danes stoji. Ljudje trdijo, da je voda sedaj bolj hladna, kot je bila prvotno.

Februarja 1952 sem bil v Vučkovcu z ing. Killerjem, kemikom Inštituta za nafto v Zagrebu. Ugotovila sva, da uhaja iz vrtine razmeroma topla voda z vonjem po žveplovem vodiku. Iz vrtine so napeljane tri cevi. Iz ene pred kopališčem se voda mirno izliva. Od tu smo vzeli vzorec za analizo. Drugi dve vodita vsaka v poseben bazen. Skozi ti dve cevi prihaja voda v sunkih. Med dvema sunkoma prihaja iz cevi plin, ki sva ga prižgala. Gorel je z brezbarvnim plamenom. Nov sunek vode je plamen pogasil.

Analiza vode, ki jo je napravil Inštitut za nafto v Zagrebu 12. junija 1950, je naslednja:

SiO_2	13,8 mval/1	2,97 %
$Ca^{\cdot\cdot}$	5,54 mval/1	2,21 %
$Mg^{\cdot\cdot}$	4,52 mval/1	2,30 %
$Na^{\cdot}$	107,50 mval/1	35,30 %

$K^{\cdot}$	1,40 mval/l	0,78 %
SO_4''	2,02 mval/l	0,14 %
Cl'	41,63 mval/l	25,90 %
$Li^{\cdot}$	5,50 mval/l	0,50 %

joda ni
saliniteta 24,4 g NaCl/l
amonijaka ni
nitratov ni
agresivnega CO_2 ni.

Iz analize je razvidno, da je to navadna slojna voda naftnih ležišč. Čeprav je bila steklenica z vzorcem vode zalita s pečatnim voskom, je bil čas, od kar smo vzeli vzorec in analizo vendar predolg. Zato nam je analiza dala le približne rezultate.

Spomladi 1953 sem bil ponovno v Vučkovcu. Takrat je po izjavi upravnika kopališča priteklo v bazen na minuto 900 l vode. Pritok vode je trajal 2—3 ure, nakar je prenehal za 1—1½ ure. V vmesnem času je uhajal iz vrtine plin.

Prepričan sem, da prihaja plin iz plinskega horizonta, ki prihaja na površino jugozahodno od vrtine. Vrtina v Vučkovcu je zadela v ta horizont verjetno v globini okoli 40 m. Geološke razmere nam pojasnjuje geološka skica, izdelana na podlagi Moosovih in Janoschekovih podatkov ter profil, ki sem ga izdelal na podlagi te skice (2. in 3. sl.).

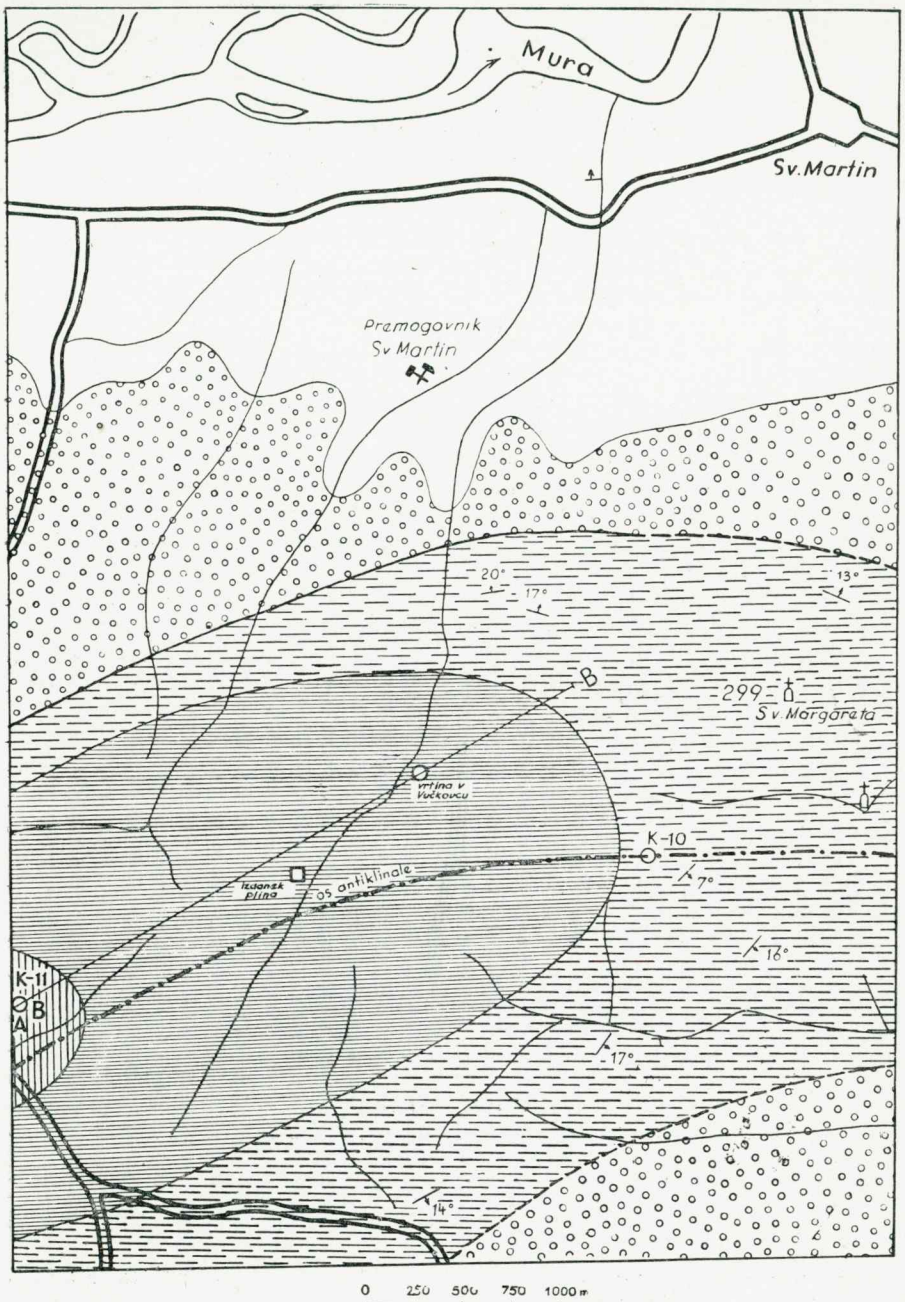
Med prvo svetovno vojno niso v Medjimurju ničesar vrtali. Ko je prevzela oblast jugoslovanska državna oblast, so najprej očistili stare vrtine in nato v letih 1919—1922 izvrtali šest novih (oznaka »SHS«), od katerih so bile tri pozitivne. Lipold (1920) poroča, da so prvo vrtino SHS izvrtali v letih 1919 in 1920. Ta vrtina je dajala skupno z obnovljenimi šestimi Singerjevimi vrtinami v letu 1920 mesečno približno 13.360 l nafte.

SHS-2 so vrtali najprej do 128 m, nato pa so jo poglobili. Ostale podatke vsebuje 2. tabela, ki jo je izdelal D. Ocepek, tedaj študent rudarstva (1952).

2. tabela

Vrtine »SHS«

Štev. vrtine	Globina m	Pozitivna + Negativna —	V proizvodnji da + ne —	Naftni horizont v globini
SHS 1	190	+	+	130,5 m
SHS 2	241			
SHS 3	170,4	+	+	170, 4 m
SHS 4	133	+	+	133—134 m
SHS 5	200	—	—	112 m
SHS 6	148,8	—	—	129—130 m

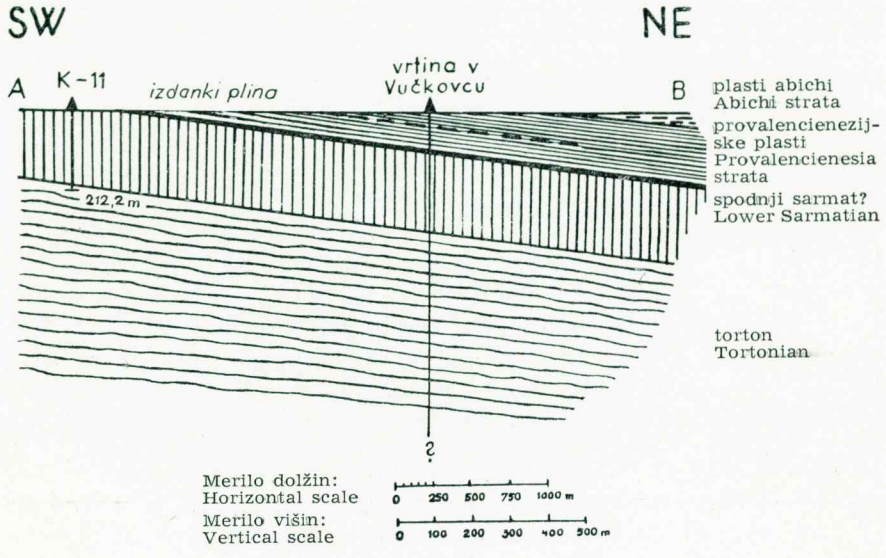


2. sl. Geološka skica okolice Vučkovca

Fig. 2. Geological sketch showing the vicinity of Vučkovec

Leta 1921 so podelili R. Pašiću, sinu takratnega ministrskega predsednika petrolejske koncesije v južnem delu Medjimurja, ki so bile pozneje prenesene na Panonia a. d. Na tem področju se ni nikdar raziskovalo.

Leta 1923 je bila ustanovljena Medjimurska petrolejska d. d., ki je dobila poleg novih tudi vse nekdanje Singerjeve koncesije. Skupno je imela ta družba 34 raziskovalnih polj po 8 km² površine. Takrat je geolog K. Friedel raziskal gričevje selniške antiklinale in domneval,



3. sl. — Fig. 3

Profil A — B skozi vrtini K-11 in Vučkovec (E-17)
Section A — B through boreholes K-11 and Vučkovec (E-17)

da se nahaja pod gričem Raky doma. Pozneje se je izkazalo, da ni tako. Medjimurska petrolejska d. d. je na Friedelov predlog izvrtala na jugovzhodnem delu griča dve vrtini (oznaka MM 1 in MM 2), ki sta dajali le 40 kg nafte na dan.

Sistematična raziskovalna dela

Sistematično raziskovanje je pričel geolog A. Moos, ki je v letih 1927—1930 geološko kartiral okolico Selnice. Kopal je plitve jaške, od koder je dobival pliocenski material izpod holocena. Skrbno je raziskoval jedra iz vrtin, ki jih je v tistem času vrtal A. Raky. Narisal je geološko karto okolice Selnice in Peklenice.

Raky je v sklopu Medjimurske petrolejske d. d. izvrtal 22 vrtin in izkopal dva jaška (oznaka vrtin »R«). O nekaterih vrtinah so se ohra-

nile v arhivu geološkega oddelka pri Proizvodnji nafte v Lendavi originalne Moosove skice profilov v nemščini, ki jih priobčujem v slovenskem prevodu:

R-1

0,00— 11,20 m diluvij (ilovica, glinast pesek, kremenov prod)

11,20—140,95 m valencienezijski lapor (peščeni laporji z vonjem po nafti in glinasti laporji s kongerijami ter limnokardiji; nagnjenost plasti 8—10°)

R-2

0,00— 21,00 m diluvij (glinasta in peščena ilovica, pesek, prod)

21,00—193,00 m peščen valencienezijski lapor (peščeni bituminozni laporji, peski in peščenjaki s sledovi nafte; nagnjenost plasti 8—9°, 184,55—190,30 m selniški naftni horizont)

193,00—399,00 m peščeni in glinasti laporji z vonjem po nafti (*Planorbis* sp., *Cypris* sp., *Limnaeus* sp., *Congeria* sp., *Cardium* sp., rastlinski ostanki, nagnjenost plasti zgoraj 12—14°, v zadnjih 10 m 6—7°)

399,00—501,30 m II. mediteranska stopnja (peščenjaki, peski, lapornati apnenci; foraminifere, *Pecten* sp., *Cardium* sp.; nagnjenost plasti 11—24°)

R-3

0,00—268.00 m siva lapornata glina

268.00—580.00 m siva lapornata glina s posameznimi sloji peščenjaka (na globini 320 m slabi sledovi nafte in plina)

580,00—700.00 m prevladujejo peščenjaki nad lapornato glino (na globini 680 m so plasti nagnjene 52°)

R-4

0,00— 85.00 m ni bilo vrtano na jedro

85.00—128.10 m lapornate gline s tankimi vložki peska (vidne so številne tektonske drse, nagnjene 40—60°; plasti so nagnjene 15—20°; *Congeria* sp., *Limnocardium* sp.)

R-6

0,00— 17,00 m diluvij (glina, peščena glina, kremenov prod)

17,00—140,00 m valencienezijski lapor (siva lapornata glina z vložki naftnih peskov; *Congeria* sp., *Limnocardium* sp.; plasti so nagnjene 8—14°)

R-7

0,00— 12,50 m diluvij (deloma peščena glina, sivomoder, glinast pesek, droben, kremenast pesek)

12,50—156,80 m valencienezijski lapor (siv, peščen lapor in siva, lapornata glina s tankimi peščenimi vložki; *Congeria* sp., *Valenciennesia* sp, *Limnocardium* sp.; impregnacije z zeleno nafto na globini 102,50—103,30 m, pri 111,60 m asfaltna plast; nagnjenost plasti 10—16°, nagnjenost tekt. drse 45°)

R-9

0,00— 19,00 m diluvij (siva ilovica, glinast in kremenov pesek, kremenov prod)

19,00—138,90 m valencienezijski lapor (lapornata glina, peščen lapor, peščena lapornata glina, vložki naftnega peska; *Limnocardium* sp., *Congeria* sp., *Valenciennesia* sp.; nagnjenost plasti 7°).

Vse vrtine na Rakyjevem gričku so izkoriščale zgornji selniški naftni horizont. Segale so v razne globine od 100 do 1083 m. Naftni horizont se nahaja pod Rakyjevem gričem v globini 120—189,7 m. Raky je vrtal tudi zahodno od tega mesta ob potoku Kamenica.

Medjimurska petrolejska d. d. je v letih 1931—1941 izvrtala v Peklenici 69 plitvih vrtin (40—100 m) ter dve globoki vrtini (1130 m in 323,50 m). Od 69 plitvih vrtin jih je bilo 41 pozitivnih. Izkoriščale so že znani pekleniški naftni horizont s težko asfaltno nafto, katerega izdanke nahajamo ob potoku Brodec. Obe globoki vrtini sta bili negativni; prva je bila postavljena verjetno v prelom, pri drugi pa niso dosegli zadostne globine, ker so začeli vrtati s premajhnim premerom. Še danes domnevamo, da so v Peklenici naftni horizonti tudi v tortonu, ki še niso bili raziskani.

V septembru leta 1938 je začela Medjimurska petrolejska d. d. vrtati med Selnico in Murskim Središčem, 450 m severno od osi antiklinale med trigonometričnima točkama 184 in 175 vrtino Sitnica-1. Imenovali so jo tudi Marica-1. Končali so jo 27. junija 1939 v globini 1103,6 m. Jedra je pregledoval F r i e d e l. K ö r ö s s y L. (1946) omenja v svojem poročilu, da so med vrtanjem opazili sledove plina in da so prevrtane plasti pregledovali zelo površno. Ohranil se je tudi elektrokarotažni diagram. Ostale podatke črpam iz poročila F. O ž e g o v i ć a (1946).

Jedra so jemali od 380 m dalje na vsakih 50 m. Od 505—507 m je bil siv, peščen, glinast lapor, od 723—725 m mestoma zelo peščen lapor. Pri 727,5 m, 898 m in 908 m so vzeli bočno jedro, ki so ga označili kot siv, srednjezrnat pesek z vodo brez vonja po nafti.

15. VI. 1939 je budimpeštanski oddelek družbe Schlumberger posnel elektrokarotažni diagram, ki kaže velik upor v globinah 502—514 m, 707—729 m in 888—928 m. V prvi relaciji 502—514 m jedro ni imelo niti vonja po nafti. Za plasti 707—729 m je bila družba Schlumberger mnenja, da vsebujejo sladko vodo. Toda v selniški antiklinali ni v teh horizontih sladke vode, zato je vprašanje, če je domneva o sladki vodi pravilna. Po drugi strani je ista družba izjavila, da bi tolikšen upor v Lispe

označeval nafto in plin. Zapisek o jedru, ki je bilo dobljeno iz te globine in o bočnem jedru, prav tako ne omenja niti vonja po nafti.

O zadnji relaciji 888—928 m imamo samo podatke, da je bilo bočno jedro iz globine 908 m brez sledov nafte. Vrtino so proglasili za negativno. Zacevili je niso, v njej je ostala uvodna kolona. Napolnili so jo do vrha s težko izplako in nametali vanjo še kose gline.

V maju 1940 so opazili, da teče iz vrtine nafta. Izplaka se je usedla za 30 m. Ta prostor je izpolnila nafta in se je pričela prelivati. Dve leti je teklo iz vrtine dnevno 200 kg nafte. Sredi leta 1945 je priteklo le še 40 kg nafte dnevno. Majhne količine nafte so prihajale iz vrtine še v začetku leta 1952. Na podlagi tega upravičeno dvomimo v resničnost podatkov, da jedra niso imela niti vonja po nafti.

V Lendavi sem govoril z vrtalnim mojstrom R. Premušem, ki je delal na vrtini Sitnica-1 kot vrtalec. Trdil je, da je bilo vrtalno drogovje, ko so ga izvlekli, na globini 890—900 m mastno od nafte. Nafta se je kazala tudi v izplaki. Jedro, ki so ga nato vzeli, je bilo nasičeno z nafto. K temu je še dodal, da so mazali navoje drogovja z lojem in ne z mazivnimi olji, da ne bi prišlo do pomote, če bi zadeli na nafto. Na elektrokarotažnem diagramu imamo v teh globinah zabeležene res večje upore in poroznosti.

Ob jugoslovansko-madžarski meji je imel svoje koncesije jugoslovanski državni monopol. V letih 1934-1937 so za državni monopol raziskali geologi Luković, Petković in Mihajlović skrajni vzhodni del ormoško-selniške antiklinale. Že naslednje leto, t. j. 1938, je izvršil Vojnogeografski inštitut geofizikalna merjenja vzhodnega dela antiklinale s torzijsko tehtnico. Istega leta jeseni (16. XI.) je pričel jugoslovanski državni monopol vrtati vrtino Križovec-I, o kateri imamo ohranjen le geološki profil. Dosegla je globino 435,5 m, kjer se je zlomilo vrtalno drogovje. V vrtini je ostal vrtalni sveder in del vrtalnega drogovja. Iz profila je razvidno, da je vrtina zacevljena do globine 14,5 m s kolonami premera 14″, do globine 26,5 m 12″ in globine 198,7 m 10,5″. Vrtali so skozi trdo, peščeno, lapornato glino, v kateri so bile 5—10 m debele plasti peščenjaka. Med 210 in 220 m je v profilu označen premog. Profil je sedaj v arhivu geološkega oddelka pri Proizvodnji nafte v Lendavi.

Točnejše podatke imamo o vrtini Križovec-II, ki so jo pričeli vrtati 2. IX. 1939 in so jo prvotno imenovali Medjimurje-1. Na Geološkem zavodu v Ljubljani so zbrana tedenska poročila o vrtanju. Poročilom je dodan geološki profil, situacija vrtine in razni tehnični diagrami o poteku vrtanja. Vrtino je lociral geolog Milojković na levi strani glavne poti, ki pelje iz Peklenice proti Križovcu, in sicer 22 m od ceste, ravno pri križišču, kjer pride na glavno cesto vaška pot iz Vratišinca.

Vrtina je obtičala v globini 1563,7 m v pontskih plasteh, ker se je zlomilo vrtalno drogovje. Znaki nafte ali plina niso zabeleženi.

Leta 1940 je nemška petrolejska družba »Elverath A. G.« iz Hannovra osnovala v Jugoslaviji podjetje »Jugopetrol A. D.«, ki je dobilo vse petrolejske koncesije v Hrvatski, Baranji, Bački. Poleg tega so mu bile podeljene vse koncesije v Prekmurju. Jugopetrolu sta predala svoje konce-

sijske pravice Medjimursko petrolejsko d. d. in Panonia a. d. 15. avgusta 1940 pa je vzel Jugopetrol od Medjimurskega petrolejskega d. d. v najem obrat Selnice in Peklenice. V Selnici so bile takrat produktivne vrtine R-4, R-20, SHS-4 in E-15. Vse skupaj so dajale mesečno 2—3 tone nafte, ki so jo dobivali z zajemanjem. V Peklenici pa je 20 plitvih vrtin dajalo 2000—2500 kg nafte dnevno.

Jugopetrol si je izdelal obširen raziskovalni program v Selnici, Peklenici in Sitnicah. Predvsem je raziskal teren geofizikalno.

Novembra 1940 je preiskovala družba Seismos iz Hannovra s torzijsko tehtnico koncesijsko območje Medjimurske petrolejske d. d., ki ga je v tem času vzel v najem Petrolej d. d. Geofizikalna skupina W. Bitterja je do marca 1941 izmerila 670 točk.

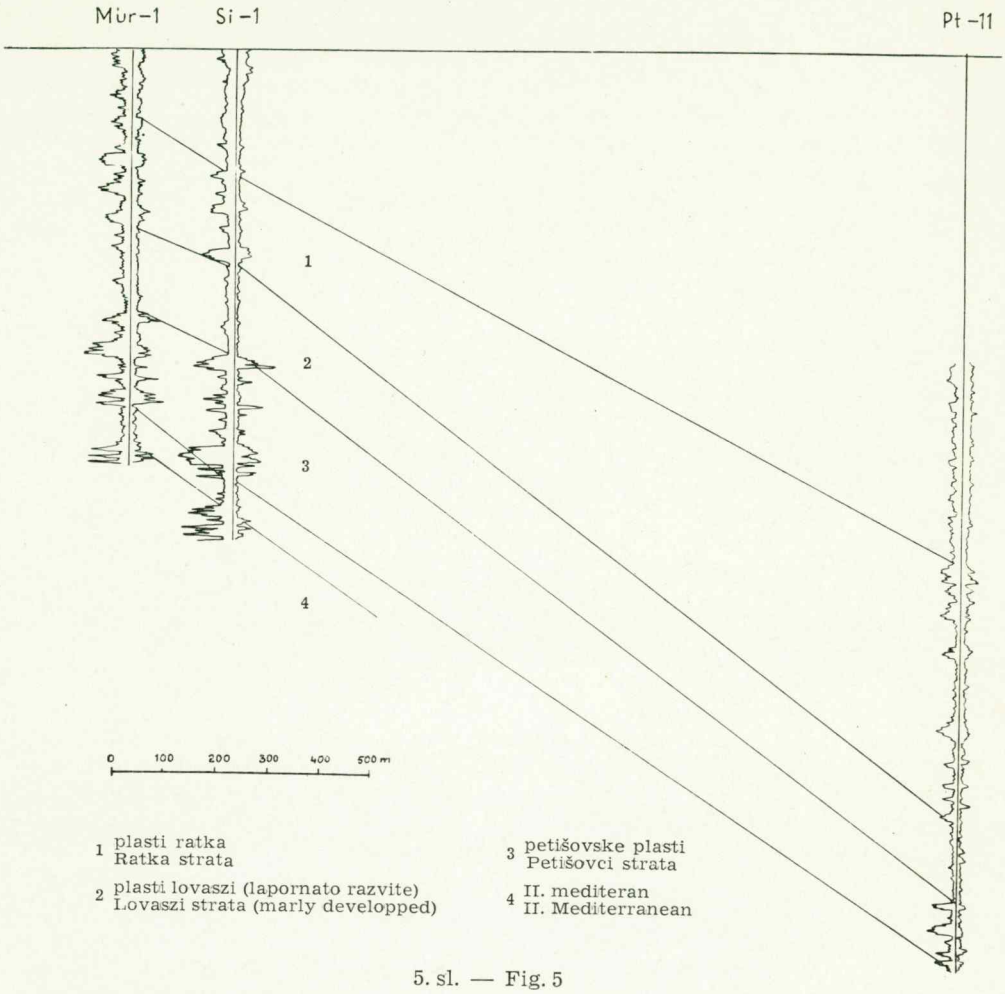
Gravimetrična slika Peklenice in Selnice kaže močno dvignjen težnostni maksimum od središča Rakyjevega griča proti Peklenici, torej v smeri vzhod—zahod. Od tam dalje pa se opaža razširjenje jedra težnostnega maksimuma in razcepljenje antiklinalne osi v več paralelnih smereh. Istočasno se glavna os močno pogreza proti vzhodu, torej pod panonsko nižino. Antiklinala, ki so jo geološko ugotovili okoli Selnice, se torej nadaljuje čez Peklenico dalje proti vzhodu.

Vprašanja prečnih prelomov niso mogli zadovoljivo rešiti. Ker je os precej nagnjena, ni vedno gotovo, če so neznatni gravimetrični skoki v tej smeri že pomenili prelom. Vendar je verjetno, da potekata en večji in en manjši prelom v smeri sever—jug.

Že geofizikalne meritve Vojnogeografskega inštituta so segale delno na območje koncesij Medjimurske petrolejske d. d. Sedaj so ponovno merili z gravimetrom območje vzhodnega dela koncesij Medjimurske petrolejske d. d., da so zgostili nekdanjo mrežo gravimetričnih točk. Pri dopolnilnih merjenjih območja Selnice in Peklenice se je pokazalo, da se glavna os nadaljuje daleč proti vzhodu in pada v smeri Lendva Ujfalu. Pri Lendva Ujfalu je MAORT vrtal 630 m globoko vrtino. Tam so našli težko asfaltno nafto pekleniškega naftnega horizonta. Severovzhodno od Murskega Središča poteka gravimetrični greben v smeri sever—jug (4. sl.). Ta greben ali hrbet so ugotovili že s torzijsko tehtnico. Na njem je bilo pozneje odkrito naftno polje pri Petišovcih. Današnje strukturne karte petišovskih naftonosnih plasti, napravljene na podlagi vrtin, so pokazale, da struktura nima smeri sever—jug, temveč jugozahod—severovzhod.

Precej močan maksimum na petišovskem naftnem polju so geofiziki povezali s temenom ormoško-selniške antiklinale, ne da bi upoštevali vmesni jarek. Tako so dobili napačno predstavo o zgradbi terena. Geofizične meritve niso registrirale dviganja petišovske strukture od SW proti NE, ki so ga pozneje zelo jasno pokazale strukturne karte naftonosnih horizontov.

Glede na pozitivno stanje vrtine Sitnica-1 in na podlagi geofizikalnega merjenja je geološki oddelek Jugopetrola lociral vrtino Mur-1, 350 m jugozahodno od Sitnice-1. Računali so, da bo dajal nafto drugi selniški naftni horizont na globini 509 m, vrtali pa so še v drugi mediteran.



5. sl. — Fig. 5

Profil skozi vrtine Mur-1, Si-1 in Pt-11 na podlagi elektrokarotažnih diagramov
Section through boreholes Mur-1, Si-1, and Pt-11 on the basis of the electric log

Geološki zavod v Ljubljani ima o vrtini Mur-1 geološka poročila E. B ö h m a in elektrokarotažni diagram (5. sl.). Ohranjen je tudi profil o jedrih. Iz poročila ni razvidno, da bi bila napravljena pri vrtanju kakšna tehnična napaka.

Vrtati so pričeli 6. XI. 1940. Od 150 m dalje so vrtali na jedro. Končna globina vrtine je 895 m. Prvič so posneli elektrokarotažni diagram že takrat, ko so bili na globini 500 m, in sicer 14. in 15. XII. 1940. Od vrha do 500 m so posneli diagram v merilu 1 : 1000, od 400—500 m pa še v merilu 1 : 200.

Preglednica plasti v Obmurju

Formacija	Oddelki in horizonti	Facies	Naziv peščenih horizontov v Petišovcih	Debelina plasti	Petrografski sestav	Fosili	Povprečna poroznost naftnih kolektorjev	Povprečna propustnost naftnih kolektorjev	Spec. teža kamenine	V sloju je: nafta	V sloju je: plin	V sloju je: voda	Povpr. saliniteta vode
pleistocen		kadovodni		do 30 m	ekvivalent puhlice, rjava ilovica, siva glina, rečni prod							talna voda	sladka voda
pliocen	dakijski prod	kadovodni		50—70 m	rečni kremenov prod in pesek							skladovni studenci	sladka voda
pliocen	nedoločene plasti (na Kogu)	kadovodni		300 m	sivorjava glina z vložki kremenovega peska	Vivipara ex gr. viminatica Brus. Byttinia sp.						arteška voda	sladka voda
pliocen	horizont Unio wetzleri (na vsem območju)	kadovodni		v Petišovcih 400—500 m, na Kogu 1200 m	kremenov pesek, droben kremenov prod, peščena zelenkasta glina, vložki lignita, peščen lapor	Helix doderleini Brus. Helix pilari Brus. Planorbis ex gr. cornu Unio sp.							
pliocen	sp. del plasti rhomboidea (na vsem območju)	kadovodni		v Petišovcih 400—450 m, na Kogu do 650 m	sivi sljudnati peščeni laporji, trdi lapornati peščenjaki	Congeria brandenburgi Brus., Congeria ornithopsis Brus., Congeria turgida Brus., Dreissensionya croatica Brus., Limnocardium baraći Brus., Paradacna cf. okrugići Brus.				v Peklenici		v Petišovcih, na Kogu	saliniteta ni znana
pliocen	prehodne plasti med abichi in rhomboidea (samo na Kogu)	kadovodni		do 200 m	sivi glinasti sljudnati laporji in peski z vložki trdnih lapornatih peščenjakov	Planorbis homalosomus Brus., Pisidium sp., Dreissensia cf. auricularis Fuchs., Limnocardium sp. ex gr. apertum Münst., Limnocardium secans Fuchs., Limnocardium cf. otiophorum Brus., Paradacna ex gr. okrugići Brus., Paradacna cf. abichi Hoern.						na Kogu	saliniteta ni znana
pliocen	plasti abichi (v Selnici, Peklenici, Petišovcih, Dolini)	brakični	paka	450—600 m	slabo vezani skrilavi kremenovi peščenjaki, trdi peščeni laporji, trdi lapornati peščenjaki	Provalenciennesia pauli Hoern., Radix kobelti Brus., Valenciennius altus Kr. Gorj., Valenciennius cf. reussi Hoern., Congeria banatica Hoern., Congeria zagrabiensis Brus., Congeria sp., Dreissensia sp., Limnocardium asperocostatum Brus., Limnocardium lenzi, Limnocardium otiophorum Brus., Monodacna laticostata Stef., Monodacna pseudodactillus, Paradacna okrugići Brus., Paradacna abichi Hoern.					v Dolini	v Petišovcih	saliniteta ni znana
pliocen		brakični	zg. ratka	v Petišovcih 500—650 m, v Sitnicah 400 m					2,45	v Dolini	v Dolini		
pliocen		brakični	sr. ratka				20 %	50—300 mD	2,3—2,4	v Selnici in Dolini	v Petišovcih		1,2 g NaCl/lit.
pliocen		brakični	sp. ratka				20 %	50 mD	2,3	v Selnici in Dolini	v Petišovcih		2,5 g NaCl/lit.
pliocen		brakični	lovaszi				17 %	20 mD	2,25	v Dolini	v Petišovcih		7,7 g NaCl/lit.
pliocen	provalencienezijske plasti: kongerijski ostrakodni in kardijski laporji z vložki kremenovih peščenjakov v Petišovcih	brakični	petišovske plasti (pet naftnih horizontov)	na Kogu do 300 m, v Petišovcih 200 m, v Selnici 350 m	sivi kompaktni in skrilavi laporji in lapornati peščenjaki, porozni kremenovi peščenjaki in peski	Ostracoda sp. div. Provalenciennesia arthaberi Kr.-Gorj., Velutinopsis velutina Desh. Limnaeus sp., Planorbis sp., Congeria digitifera Andrus., Congeria zagrabiensis Brus., Limnocardium otiophorum Brus., Limnocardium trifkovići Brus.	na Kogu 30 % v Petišovcih 10—17 %	na Kogu 100—200 mD v Petišovcih 10—50 mD	2,5	v Petišovcih	v Petišovcih	na Kogu in v Selnici	10—25 g NaCl/lit.
pliocen	provalencienezijske plasti: beli laporji (samo na Kogu)			250 m	svetli, trdi apneni laporji, sivi glinasti laporji	Cardium cf. cekuši Kramb.-Gorj. Cardium sp.							
miocen	sarmat			150—200 m	tankoploščasti apneni laporji, trdi lapornati peščenjaki, gline, kremenov pesek	Ervilia podolica Eichw. Ervilia sp.	15 %	2 mD		sledovi na Kogu		na Kogu	2 g NaCl/lit.
miocen	torton	morski		?	lapornati peščenjaki in peščeni laporji z vložki zelo trdega kremenovega peščenjaka, apnenega peščenjaka in litavskega apnenca; v nižjih plasteh so že zelo debelozrnati kremenovi peščenjaki, ki prehajajo v konglomerate	foraminifere Cassidaria echinophora Lam., Conus mercati Broc., Melanopsis martiniana Fer., Turitella sp., Pecten latissimus Broc., Pectunculus pilosus Lin., Cardium sp., Venus sp., morski ježki, Meletta sp. in ostanki ribjih zob in lusk	na Kogu 15 %	na Kogu 30—300 mD	na Kogu 2,4	sledovi na Kogu in v Selnici	na Kogu in v Sitnicah	na Kogu, v Sitnicah, Selnici in Petišovcih	na Kogu 6—20 g NaCl/lit.

Poročilo Petroleja d. d. navaja naslednji geološki profil:

0,00— 31,00 m	31,00 m	diluvij
31,00—130,00 m	99,00 m	kongerijske plasti
130,00—408,00 m	278,00 m	zgornje valencienezijske plasti
408,00—611,50 m	203,50 m	spodnje valencienezijske plasti
611,50—834,00 m	222,50 m	provalencienezijske plasti
834,00—895,00 m	61,00 m	II. mediteran

Zacevitev:

0,00—	4,40 m	s kolono premera 21″
4,40—	72,10 m	s kolono premera 16″
72,10—406,00 m		s kolono premera 11 3/4″
406,00—656,00 m		s kolono premera 8 5/8″

Vrtanje so končali marca 1941. Zadnji dve koloni so zacementirali. Zaključno poročilo o vrtini Mur-1 je datirano z dnem 27. VI. 1941. Iz njega je razvidno, da so posamezne horizonte raziskavali deloma že med vrtanjem z zajemanjem, deloma pa pozneje, ko so sloje nastreljevali. Zajemali so na globinah 421—428 m, 432—442 m in 467—476 m. Sledove nafte so našli v globini 421 do 474 m. Z nastreljevanjem so raziskali dva horizonta, in sicer na globini 611,50—620 m in 656—672 m. Obakrat je pritekla slana voda z neznatnimi sledovi nafte.

Da bi preiskali sloja, ki sta bila v vrtini Mur-1 dobro razvita na globinah 671 m in 774 m — vendar brez nafte — so izvrtali še vrtino Mur-2, v kateri bi morala omenjena sloja ležati 70 m više.

O vrtini Mur-2 imamo sledeče podatke: vrtali so jo z garnituro Dea M 14 Rotary od 28. II. do 22. VII. 1942. Ko jo je od Petroleja d. d. prevzela nemško-madžarska družba MANAT, je bila globoka 473 m, končna globina pa je bila 774,3 m.

Geološki profil:

0,00— 32,20 m	pleistocen
32,20—501,50 m	zg. panonske valencienezijske plasti (horizonta selniške nafte na globinah 305—344 m in 371—375 m)
501,50—729,90 m	sp. panonske provalencienezijske plasti
729,90—774,30 m	sarmat

Zacevitev:

0—	15 m	s kolono premera 16″
15—	81 m	s kolono premera 11 3/4″
81—313 m		s kolono premera 8 5/8″

Na sledove nafte so naleteli na globini 550—544 m. Poizkus eksploatacije je bil brezuspešen.

Jugopetrol je vrtal v Peklenici eno globoko raziskovalno vrtino. Čeprav je bilo v Peklenici že 20 produktivnih vrtin, niso imeli takrat o tem polju nikakršne strukturne karte. Tudi za obrobno vodo niso vedeli. Poleg ene globoke vrtine so vrtali še 14 plitvih (oznaka vrtin JPF, 3. tabela).

Na podlagi meritev s torzijsko tehnico so ugotovili, da poteka antiklinalna os severneje od do tedaj domnevanega mesta. Glede na to so vrtali vrsto novih vrtin v Selnici. Prva je bila vrtina z oznako JPF-3, ki je iz globine 182—184 m dajala v začetku 460 kg nafte. Nato je sledilo še nadaljnjih 26 vrtin (oznaka vrtin »S«). O selniških vrtinah imamo precej točne podatke v poročilih Jugopetrola. Pregledno nam jih kaže 4. tabela.

V vzhodnem delu Slovenskih goric na tem območju ni bilo večjega zanimanja za nafto vse do leta 1923, ko je družba Bitumen vrtala pri Humu, severovzhodno od Ormoža. Vrtina je bila globoka 960 m in je bila negativna.

Približno v istem času je vrtala anglo-perzijska družba tudi v bližini Huma štiri vrtine, od katerih je bila ena globoka 800 m. Pozitivnih rezultatov ni bilo.

Od 1. julija 1943 do konca leta 1944 je družba Rohöl Gewinnungs A. G. izvršila obsežna raziskovanja v Prekmurju, Slovenskih goricah in na Dravskem polju.

Ozemlje okoli Koga je gravimetrično in seizmično preiskala deveta gravimetrična ekipa družbe Seismos G. m. b. H. iz Hannovra od 1. do 18. maja 1944. Izdelala je gravimetrično karto »Vuzmetinci—Kog« v merilu 1:25.000. Na podlagi teh meritev vidimo, da pripada Kog veliki antiklinali, ki sega iz smeri Donačka gora—Haloze proti severovzhodu čez Ormož, Kog, Selnico in Peklenico na Madžarsko. Med Ormožem in Kogom ima antiklinalna os smer SW—NE, na Kogu pa se obrne v smer W—E, ki jo v glavnem obdrži do madžarske meje.

V juniju 1944 je napravila družba Seismos seizmični profil od Brebrovnika preko poznejše vrtine Kog-1 v Vuzmetincih. S tem profilom so ugotovili, da se na globini 800—1000 m petrografski sestav kamenin zelo izpremeni. V tej globini so pričakovali predterciarno osnovno gorstvo. Domneva se je pozneje izkazala resnična le toliko, da je tam res izprememba kamenin. Prevladujejo peščeni laporji in trdi kremenovi konglomerati v nasprotju z mehkimi peščenimi laporji, ki ležijo više. Nikakor pa se v tej globini še ne pričenja predterciarno osnovno gorstvo, ampak je tam še vedno zgornji torton.

Iz dobe nemških meritev obstajata še dve geofizikalni deli, in sicer karta z naslovom »Gerechtsame der Monopolverwaltung im Murgebiet« v merilu 1:75.000 in elaborat o magnetometričnih meritvah bogojinske antiklinale s karto.

Okolico Koga so raziskovali površinsko in s strukturnimi vrtinami. W i n k l e r je prvi generalno pregledal vse Slovenske gorice in Kog. Dognanja je objavil v razpravi iz l. 1944 in 1945. Na Kogu je domneval

tudi sarmat. Panon je delil v zgornji, srednji in spodnji panon. Ugotovil je diskordanco med srednjim in spodnjim panonom. Mladi pliocenski prod, ki leži prav zgoraj in skoraj horizontalno, je štel v dak. Ker leži ta prod diskordantno na panonu, je sodil, da se je gubanje strukture Koga in potemtakem celotne ormoško-selniške antiklinale izvršilo v starejšem daku. Predlagal je podrobno kartiranje Koga.

Pod Janoschekovim vodstvom sta Kog podrobno kartirala Holy in Starch. Janoschek v svojem poročilu na kratko omenja iste ugotovitve, kot jih je že nakazal Winkler.

Po končanem geofizikalnem raziskovanju sta podjetji Rumpel A. G. in pozneje Rohöl A. G. začeli z vrtanjem strukturnih vrtin na Kogu, v okolici Sv. Jurija ob Ščavnici in zahodno od Sv. Jurija pri Sv. Antonu. Po nepotrjenih podatkih so vrtali plitve vrtine tudi v okolici vasi Bučečovci, Vučja ves in Hrastje—Mota ob cesti Ljutomer—Gornja Radgona (Duhovnik 1954). Vrtali so najprej ročno, pozneje pa si je podjetje Rumpel A. G. nabavilo vrtalne naprave sistema Counter flash. Vse vrtine so vrtali do globine 220 m.

Iz nemških poročil o vrtanju na Kogu je razvidno, da so leta 1943 raziskovali torton s strukturnimi vrtinami. Pričeli so na jugovzhodnem krilu antiklinale. Od tam so šli z vrtinami proti severu. Janoschek je izdelal strukturno karto tortonskega horizonta s foraminifero *Dentalina* sp.

V strukturnih vrtinah, ročni št. 8 in strojnima CF-15 in CF-35, so bile neznatne naftne erupcije iz majhne globine.

Januarja 1952 sem našel mesto, kjer so Nemci vrtali vrtino CF-15. Vrtina je ob cesti nekoliko severno od križišča cest v Vuzmetincih. Iz vrtine curlja še sedaj voda, pomešana v malem razmerju z močno oksidirano nafto z nekaj malo plina. Skoraj gotovo prihajata nafta in plin iz tortona, ker stoji vrtina na skrajnem jugovzhodnem robu sarmata. Plasti sarmata in tortona vpadajo proti severu. Pri vrtini CF-35 v ozki dolinici ob potoku med hišama Smodič in Orešnik je na mestu nekdanje vrtine mlaka, iz katere uhaja gorljiv plin v majhnih mehurjih. Vrtina je bila vrtana nedvomno v torton.

Še med strukturnim vrtanjem so 12. julija 1944 vrtali tudi globoko vrtino Kog-1 tik ob jugozahodnem robu gravimetričnega maksima, in sicer ob cesti, ki vodi iz Dravskega Središča v Ljutomer, v Lači vasi blizu Vuzmetincev (1. sl.). Medtem so vrtali še nekatere strukturne vrtine, med njimi CF-15 in CF-35.

Kog-1 so vrtali s težko garnituro Rotary tipa Wirth DH 204, ki je bila last družbe Rohöl Gewinnungs A. G., 20. julija so bili na globini 143 m. Vgradili so kolono 18 5/8″ do globine 141,30 m in jo zacementirali s 17.500 kg cementa. 24. julija so nadaljevali z vrtanjem. 15. avgusta so bili na globini 515,40 m in so vgradili kolono 13 3/8″ do globine 511,25 m. Zacementirali so jo s 25.000 kg cementa. Preizkusili so hermetičnost in 26. avgusta nadaljevali z vrtanjem. 9. novembra so dosegli globino 1176,50 m, kjer so nehali vrtati zaradi vojnih razmer. 18. novembra so vgradili še kolono 9 5/8″ do globine 1173,50 m in jo zacementirali s 13.500 kg cementa.

Od globine 160 m dalje so jemali jedro na vsakih 30 m. Kopije tedenskih poročil ima Geološki zavod v Ljubljani. Posnet je bil tudi elektrokarotažni diagram, iz katerega je razvidna le ena porozna plast v globini 577—590 m, kjer znaša upor največ 36 Ohm/m in lastni potencial največ 95 mV. Upor in lastni potencial izven tega intervala dosežeta povprečno le 10 Ohm/m, oziroma 30 mV. Vrtina je bila zacevljena, da bi se vrtanje lahko pozneje nadaljevalo.

Po vojni je Proizvodnja nafte v Lendavi poglobila vrtino Kog-1. Preden so nadaljevali z vrtanjem, so 16. avgusta 1950 v globini 578—588 metrov perforirali porozno plast. Dobili so vodo, izplako in cement. Vodo so preiskali in ugotovili, da spada po Palmerju v I. razred med alkalne vode. Perforiranega dela niso zacementirali.

Vrtati so pričeli 18. julija 1951 z rusko garnituro UZTM. Določeno je bilo, da bodo jemali jedra na vsakih 50 m in ob vsaki spremembi materiala. To se ni zgodilo. Vrtali so skoraj 400 m, jedra pa so vzeli le štirikrat. Vedno je bil to siv, trd, tektonsko zelo porušen, peščen lapor. V dobljenih jedrih ni bilo fosilnih ostankov. 18. avgusta 1951 se je vrtalno drogovje prvič zataknilo na globini 1170 m. Takrat so vrtali že na globini 1530 m. Do 2. novembra 1951 se je vrtina v prelomni coni približno v globini 1175—1195 m še večkrat zarušila, dokler se ni zlomilo vrtalno drogovje, ki ga niso mogli več rešiti. Vrtino so končali v januarju 1952 v globini 1552,50 m in jo zaprli s cementnim čepom v globini 40 m. 20. avgusta 1952 so opazili, da preliva vodo, pomešano z nafto in mehurčki plina. Saliniteta vode je bila dvakrat določena in je septembra znašala 7,03 g NaCl/l, oktobra pa 6,65 g NaCl/l. O nafti domnevajo, da je preostanek tiste nafte, ki je bila včrpana v vrtino ob priliki instrumentacije. Plin pa še danes uhaja iz vrtine.

Sledovi nafte in plina so bili v sledečih globinah: 114 m plin in vonj po nafti, 143 m vonj po nafti, 257 m impregnacija z nafto, 288 m plin v izplaki, 289 m impregnacija z nafto, 322 m impregnacija z nafto, 323 m impregnacija z nafto, 354 m impregnacija z nafto, 356 m impregnacija z nafto, 357 m impregnacija z nafto, 385—387 m impregnacija z nafto, 483,50 m glinast lapor, slabo impregniran z nafto.

Elektrokarotažni diagram ni registriral na teh globinah večjega upora ali lastnega potenciala.

Glede geoloških formacij, skozi katere je vrtina potekala, je Janoschek najprej domneval od vrha do 600 ali 800 m torton, globlje pa helvet. Torton je ugotovil z makro- in mikrofosili. V spodnjem delu ni našel nobenih makrofosilov. Na podlagi petrografske podobnosti s helvetom v Halozah, kjer je helvet dokazan s fosili, je sklepal, da imamo tudi tukaj opravka s to stopnjo. Pozneje je svoje mnenje popravil in domneval torton do tedanje končne globine vrtine 1173 m. Na podlagi mikropaleontoloških raziskav vzorcev iz sosednjih vrtin, ki jih je pozneje vrtalo podjetje Proizvodnja nafte v Lendavi, lahko tudi mi trdimo, da je vrtina do končne globine 1552,50 m ostala v tortonu.

Nemška družba Petrolej d. d. (bivši Jugopetrol d. d.), ki je imela prej v Medjimurju lastne koncesije in v zakupu koncesije Medjimurske petrolejske d. d., je ustanovila novo nemško-madžarsko družbo MANAT

(Magyar-Német Ásványolajipar R. T., kar slovensko pomeni Madžarsko-nemška d. d. za proizvodnjo mineralnega olja). Tako je Petrolej pod drugim imenom nadaljeval raziskovalno delo v Medjimurju in Prekmurju. Deloma je delal sam, deloma pa skupaj z italijansko družbo AGIP (Azione generale italiana petroli), ki je svoje interese podobno rešila kot Petrolej, da je ustanovila italijansko-madžarsko družbo MART (Muravidéki Ásványolaj R. T.; Medjimurska petrolejska d. d.). AGIP, ki je bila prej 50 % delničar Medjimurske petrolejske d. d. MANAT in MART, sta delali v novih razmerah pod skupnim imenom ONART (Olasz-Német Ásványolajipar R. T.; Italijansko-nemška petrolejska d. d.).

MANAT je vrtal vzhodno od Lendave v Dolini šest vrtin, 1200 do 1700 m globoko. Pozitivne so bile le tri. Na globini okoli 1260 m so v prvi vrtini zadeli na peščeni horizont, v katerem je bil plin pod pritiskom 120 atm. V drugi in tretji vrtini so v nižjih horizontih našli tudi nafto. Tako so odkrili naftno ležišče v Dolini, ki danes daje samo še plin. Prvotno so ta plin uporabljali tudi za liftiranje, sedaj pa le še za pogon parnih vrtalnih garnitur ter za ogrevanje mesta Lendave, naselja Podjetja za proizvodnjo nafte in vasi Doline.

V Petišovcih je od 29. januarja do 7. avgusta 1943 ONART izvrtal 1749 m globoko vrtino.

Že med vrtanjem so ugotovili, da so zadeli na naftonosne horizonte. Nafte niso opazili v sami izplaki, pač pa v drobcih kamenine, ki jo je izplaka nosila iz vrtine. Takoj po prvih sledovih nafte so vrtali na jedro.

Po končanem vrtanju so posneli elektrokarotažni diagram, ki se nam ni ohranil.

Najprej so nastreljevali sloj od globine 1726 do 1734 m. Ker je bilo razmerje med vodo in nafto neugodno, so sloj zacementirali. Nato so poizkusili v globini 1698 do 1704 m. Ta sloj je dal v 11 dneh 34,5 m^3 nafte in 45,4 m^3 vode. Zato so ga zacementirali. Končno so nastrelili še interval od 1668 do 1673 m. Iz tega sloja so dobili dnevno 10 m^3 nafte in 2,5 m^3 vode. Ponovno so odprli sloj od 1698—1703 m. Oba sloja skupaj sta dajala v oktobru 1943 dnevno 10 ton nafte in 2 toni vode. Produkcija je sedaj potekala z globinsko črpalko; vrtina je še danes v proizvodnji.

Poleg prve petišovske vrtine so vrtali med okupacijo še drugo in tretjo in pa vrtino Lendvarét, vzhodno od Petišovcev. Druga petišovska vrtina je globoka 2271,1 m in sega skozi sarmat v torton. Ostrakodni laporji, ki predstavljajo v Prekmurju in Medjimurju talnino panona, segajo do globine 1758 m. Od tu dalje predpostavljamo sarmat. Kot možno mejo panon—sarmat jemljejo tudi globino 1780 m. Pod panonom ni bil najden do globine 2110,6 m noben fosil. Šele na tej globini so našli odtis nesimetrične školjke z močnimi rebri. Drugo školjko so našli na globini 2245 m. Pri 2216 m so našli peščenjak s sledovi nafte. Sicer pa je vrtina v spodnjem panonu pozitivna in je še danes v produkciji. Elektrokarotažni diagram se nam je ohranil le od vrtine Lendvarét 1, pa še ta je posnet le do globine 1300 m. Dva sloja so perforirali, dala sta le vodo.

MANAT je vrtal tudi pri M. Soboti dve vrtini; podatke sem dobil v poročilu L. Körössy. Prva je bila locirana v Črnelavcih, 1,7 km

zahodno od M. Sobote ob cesti proti Radgoni. Zahodno od Radgone prihajajo na površino tortonske plasti, pri Radgoni na avstrijsko-jugoslovanski meji sarmat in pri M. Soboti pliocen. Pri M. Soboti so vrtali zaradi gravimetričnega maksima. Seizmične meritve leta 1942 so potrdile gravimetrična merjenja.

Murska Sobota-1 (Črnelavci) so vrtali z garnituro Wiag 38 od 7. decembra 1942 do 11. marca 1943.

Zacevitev:

18 5/8″ 21,5 m
13 5/8″ 259,9 m

Geološki profil:

0,00—	18,00 m	aluvij in diluvij
18,00—ca.	678,00 m	zg. panon
ca. 678,00—	791,00 m	spodnji panon
791,00—	791,90 m	gnajs

Na sledove nafte in plina niso zadeli. Spodnji panon je na skrajnjem zahodnem obrobju panonskega bazena še slabo razvit.

Vzhodno od Murske Sobote so na podlagi seizmičnih raziskovanj pričakovali osnovno gorstvo šele na globini 1400 m. Zato so vrtali še eno vrtino — Murska Sobota-2 (prvotno Bogojina), vzhodno od Murske Sobote, in sicer 20 m južno od prvega cestnega ovinka pri Rakičanskem gradu. Vrtali so z vrtalno garnituro Dea 38 od 6. julija 1943 do 8. septembra 1943.

Geološki profil:

0,00—	18,00 m	aluvij in diluvij
18,00—ca.	988,00 m	zg. panon
ca. 988,00—	1183,00 m	sp. panon
1183,00—	1184,60 m	temeljno gorovje

Tudi tukaj sp. panon ni dovolj razvit. Sledov nafte in plina ni bilo.

Končno je raziskovalno podjetje MANAT vrtalo v Murskem gozdu med Peklenico in jugoslovansko-madžarsko mejo, zahodno od majhnega naftnega polja pri Lendva Ujfalu.

Murski gozd-1 leži 1,7 km jugozahodno od vrtine Lendva Ujfalu-1. Na sledove nafte so naleteli med 543—547 m. Končna globina nam ni znana; verjetno ni presegla 700 m. Poskusi eksploatacije so bili brezuspešni.

Murski gozd-2 je bila vrtana 860 m jugovzhodno od vrtine Murski gozd-1. Vrtali so jo z vrtalno garnituro Dea štev. 14 od 15. marca do 22. aprila 1943.

3. tabela

PREGLEDNICA JUGOPETROLOVIH VRTIN V PEKLENICI, VRTANIH V LETIH 1940—41

Vrtina	Dno vrtine	Globina peklenišk ega naftnega horizonta	Produktivnost	Opomba
JPF- 1	70,5 m	70 m	v vodi	locirana za razjasnitev razmer na južnem robu
JPF- 2	97,9 m	97 m	v vodi	isto
JPF- 4	73,8 m	67—70 m	v vodi	na severnem robu
JPF- 5	62,4 m	62 m	zač. produkcija 300 kg/dan	na zahodnem robu
JPF- 6	56,8 m	56,8 m	zač. produkcija 250 kg/dan	isto
JPF- 7	325,1 m	82—87 m		
JPF- 8	58,8 m	56,7 m	v vodi	
JPF- 9	50,0 m	44—55 m	zač. prod. 100—200 kg/dan	isto
JPF-10	60,0 m		isto	isto
JPF-11	41,2 m		isto	isto
JPF-12	45,4 m		isto	isto
JPF-13	51,0 m		negativna	tehnično ponesrečena
JPF-13a	50,0 m		zač. prod. 100—200 kg/dan	na zahodnem robu
JPF-14	85,9 m		v vodi	

4. tabela

PREGLEDNICA JUGOPETROLOVIH VRTIN V SELNICI

Vrtina	Lokacija	II. selniški horizont	Dno vrtine	Produkcija
S- 1	60 m W od JPF-3	173,5—178,8 m	183,85 m	zač. 1500—2000 kg/dan, po 14 dneh 300 kg
S- 2	60 m N od JPF-3	199,4—205,0 m	205,70 m	2. III. 1941 prišla v produkcijo in dala 2000 do 4000 kg/dan, pozneje pa 1000 kg/dan
S- 3	60 m E od JPF-2	193,5—200,0 m	205,00 m	zač. produkcija 100 kg dnevno, nato 50 kg/dan
S- 4	60 m N od S-2	214,5—220,1 m	220,10 m	
S- 5	80 m N od JPF-3	189,5—193,0 m	197,20 m	zač. produkcija 5000—7000 kg/dan
S- 6	SE od delavnic		144,70 m	zajemanje iz sp. horizonta je dalo 200 kg nafte s 160 l vode na dan
S- 7	60 m W od S-5	179—184,1 m	190,00 m	zač. produkcija 2000 kg/dan
S- 8	SE od S-7	195—198 lapornat	203,00 m	zač. produkcija le 100 kg/dan
S- 9	E od S-7	196—199 v rob. vodi	204,50 m	negativna
S-10		173—175 lapornat	228,70 m	suha
S-11		177,5—180 m lapornat	186,00 m	suha
S-12	SW od starega Sing. polja in S-6	100—125 m	159,90 m	2000—3000 kg/dan
S-13	isto	lapornat	140,50 m	suha
S-14	60 m W od S-2	201—206 m	215,00 m	voda
S-15		lapornat	163,00 m	

S-16		138—142 m	145,00 m	600—800 kg
S-17			155,50 m	začetna produkcija 7 ton
S-18	300 m E od S-10		188,00 m	pozitivna vrtina
S-19			151,80 m	pozitivna vrtina
S-20			158,00 m	pozitivna vrtina
S-21		180—181 m zelo lapornat z mnogo vode	354,00 m	poskus zajemanja je dal 180 kg nafte in mnogo vode
S-22	60 m N od S-6	248—254 m	153,00 m	plin, sledovi nafte
S-23	S del naftnega polja Selnice	lapornat	153,60 m	suha vrtina
S-24		143—144	155,50 m	pozitivna vrtina
S-25	centralni del	144—147 zelo lapornat	154,00 m	200—300 kg/dan
S-26			156,60 m	
JFP-3			187,70 m	

Od 25 vrtin jih je bilo 16 pozitivnih; 6 jih je bilo vrtanih skozi lapor in zato suhih, 3 pa v robni vodi. Ugotovili so, da selniški horizont ni enoten, marveč deloma lečasto razvit. Ponekod se izklini v laporjatem razvoju. Tudi prelomi so možni. Tako poteka med vrtinami S-24 in S-17 oziroma S-15 in S-12 prelom.

Zacevitev:

18 5/8″ —21,00 m
11 3/4″—151,20 m

Geološki profil:

0,00— 1,20 m aluvij
1,20— 24,00 m diluvij
24,00—625,60 m zg. panon

Na globini 483—486,90 m so zadeli na sledove nafte.

Po osvoboditvi je prešla nafta 21. decembra 1945 z odločbo okrožnega sodišča v Zagrebu št. KZ-653/45 iz privatnega sektorja Medjimurske petrolejske d. d. v državno posest. Do 8. aprila 1947 je s podjetjem upravljal Kombinat za nafto in plin iz Zagreba, ko je bilo podjetje podrejeno z odločbo vlade FLRJ št. 3907/47 Generalni direkciji za nafto in plin v Beogradu. 24. septembra 1950 je pričel podjetje upravljati delavski svet. V pristojnost republike Slovenije je prešlo podjetje 1. aprila 1951 z odredbo vlade FLRJ št. 282 z dne 31. marca 1951.

10. januarja 1946 so pričeli vrtati vrtino Pt-4 (Petišovci-4), s tem so obnovili delo pri odkrivanju in razširitvi tega naftnega polja. Vrtali so z garnituro Trauzl, ki so jo pripeljali iz Kreke. Do konca leta 1952 so izvrtali 81 vrtin. Sedaj pa je v območju Petišovcev že nad 100 vrtin.

Kombinat za nafto in plin pa ni le obnovil del na petišovskem polju, ampak je hotel ponovno preiskati celotno ormoško-selniško antiklinalo. Ta dela sta vodila geologa Ožegović in Rubinić, ki sta prva sistematično obdelovala geološke razmere v Petišovcih in s tem opravila podobno nalogo kot Moos v Selnici in Peklenici.

V arhivu geološkega oddelka v Lendavi sem našel zapiske o 14 raziskovalnih plitvih vrtinah z oznako »K«, ki so jih vrtali v letih 1945 in 1946 na temenu ali blizu temena ormoško-selniške antiklinale (1. sl.).

Pri opisu jeder so navedeni tudi fosilni ostanki, ki so bili v njih, in vse druge posebnosti. V produkcijo jih je prešlo le nekaj okoli Selnice. S temi vrtinami so ugotovili, da so panonske plasti na temenu ormoško-selniške antiklinale že izčrpane. Sp. sarmat in torton v zgornjih plasteh tudi ne kažeta pozitivnih rezultatov.

Geološki profili nekaterih kombinatovih vrtin

(Po Ožegoviću in Rubiniću)

K-1

0,0— 18,0 m diluvij (ilovica in pesek)
18.0—177,7 m srednje plasti abichi (sivi, peščeni laporji z vložki peska, ki je imel šibek vonj po nafti; školjka; nagnjenost plasti 20°)

K-8

0,0—263,0 m plasti abichi (sivi, peščeni laporji z vložki peska; nagnjenost plasti 4-17°)

263,0—381,0 m provalencienezijske plasti (siv, bituminozen, skrilav lapor; v spodnjem delu so v njem vložki peščenjaka; plasti so nagnjene 8—16°)

381,0— ? m sarmat (siv peščenjak)

? —400,0 m torton (siv peščenjak z ostanki litotamnij; *Pecten* sp., *Amphistegina hauerina d'Orb.;* plasti so nagnjene 20°

K-10

0,0—164,8 m plasti abichi (sivorjav, peščen lapor s *Paradacna abichi;* plasti so tektonsko zdrobljene)

164,8—243 m provalencienezijske plasti (svetlosivi, neplastoviti, malo peščeni, apneni laporji in siv, bitumenozen, skrilav lapor; nagnjenost plasti 8—10°)

243,0—252,0 m sarmat (siv, apnen lapor z *Ervilia podolica*)

252,0—346,2 m torton (siv peščenjak z ostanki litotamnij, *Pecten* sp., *Amphistegina hauerina,* korale, nagnjenost plasti 6°; v spodnji polovici so sivi, malo peščeni, plastoviti laporji)

K-13

0,0— 4,0 m diluvij (ilovica)

4,0— 24,0 m sp. panon (peščen lapor)

24,0—400,0 m II. mediteran (peščeni laporji, peščenjaki; nagnjenost plasti 8—10°)

K-16

0,0— 21,0 m diluvij in aluvij (ilovica in prod)

21,0—110,0 m plasti rhomboidea (peščen lapor)

110,0—590,5 m plasti abichi (peščeni laporji z vonjem po nafti; nagnjenost plasti 16—25°)

590,5—631,3 m provalencienezijske plasti (glinasti in peščeni laporji; nagnjenost plasti 18°; navpični prelomi)

Obenem z vrtanjem so pričeli tudi z regionalnimi in podrobnimi geofizikalnimi meritvami. Okolico Lendave, Selnice in Peklenice je izmeril z gravimetrom tipa Graf Zavod za geofizička ispitivanja iz Beograda pod vodstvom D. P r o s e n a. Delali so od avgusta do novembra leta 1946, od aprila do oktobra 1947 in od aprila do septembra 1949. Izdelali so regionalno karto v merilu 1 : 25.000 za ožje območje petišovskega naftnega polja pa še regionalno karto na podlagi detajlne izmere 1:10.000.

V letu 1951 so merili v zahodnem delu Slovenskih goric; geofizikalna skupina ljubljanskega Geološkega zavoda pod vodstvom F. Mikliča je izmerila s torzijsko tehtnico Apaško kotlino in izdelala karto v merilu 1:25.000. Gorice južno od Apač pa je merila skupina Zavoda za geofizička ispitivanja v Beogradu pod vodstvom T. Kitanovića z gravimetrom »Worden 63« in »Graf 53« ter izdelala karto v istem merilu.

Tam je istočasno geološko kartirala skupina ljubljanskega Geološkega zavoda pod vodstvom docenta C. Šlebingerja.

V letu 1952 je Geofizikalni zavod iz Zagreba z gravimetrom izmeril Dolgoveške gorice in Murski gozd, s torzijsko tehtnico pa ozemlje med cesto Lendava—Mursko Središče ter kraji Kot, Kapca, Hotiza in Dolgoveške gorice. Jeseni leta 1952 in spomladi leta 1953 je isti zavod izdelal seizmični profil od Kota čez Gaberje, Zg. Lakoš, Lendavo in Gorice. Geološki zavod v Ljubljani je v letu 1953 izmeril z gravimetrom Worden najprej okolico Lakoša, nato pa še ravninski del zahodno od polja Petišovci in Murski gozd.

Na podlagi teh meritev je Proizvodnja nafte pričela v letu 1953 s ponovnim raziskovalnim vrtanjem na severnem krilu ormoško-selniške antiklinale in sicer 325 m vzhodno od ceste Čakovec—M. Središče in 400 m od vrtine Sitnica-1. Nova vrtina ima naziv Sitnica-2. 12. aprila 1954 so dosegli globino 1937 m. Vrtajo pa še dalje.

Geološki profil do globine 1662 m, napravljen na podlagi mikropaleontoloških raziskav, ki jih je izvršila Rijavec Julija na ljubljanskem Geološkem zavodu, je sledeč:

0,00— 962,50 m panon
962.50—1088,80 m sarmat
1088,80—1662,00 m torton

Na globini 270—276 m je bil najden še fosil *Congeria rhomboidea*, na globini 335 m pa *Paradacna abichi*. Ker se »bela foraminifera«, značilna za horizont abichi, pojavlja že na globini 276 m, bomo mejo med rhomboidea in abichi plastmi postavili prav na to globino. Celoten geološki profil se torej glasi:

0,00— 276,00 m plasti rhomboidea
276,00— 962,50 m plasti abichi
962,50—1088,80 m sarmat
1088,80—1662,00 m torton

Tortonske plasti so v spodnjem delu nagnjene celo 60°.

Elektrokarotažni diagram se da vzporejati z diagramom vrtine Sitnica-1. Ugotovimo lahko dobro razvito peščeno serijo s sledovi plina in nafte v sp. panonu od globine 700—885 m in v sarmatu od 955—1072 m (eventualno do 1110 m) z neznatnimi sledovi nafte v jedrih. Torton je slabše razvit, vendar so pokazala jedra na nekaterih intervalih sledove nafte, posebno jasno na globini 1257—1280 m, kjer so se svetila v ultravijolični svetlobi z močno fluorescenčno svetlobo. Slabše znake nafte

so opazili v jedrih še od 1280—1295 m. EK-diagram kaže v intervalu 1257—1280 m upore do 30 Ω/m in precejšnje poroznosti. Dno vrtine je v globini 2160,8 m v tortonu. V globini okrog 2000 m je bil že med vrtanjem plinski pritisk okrog 350 atm.

Predhodnice vrtin, ki naj bi raziskale skrajni vzhodni podaljšek ormoško-selniške antiklinale, so bile vrtine Križovec-1 in Križovec-2, ki ju je vrtal jugosl. monopol, Mg-1 in Mg-2, ki ju je vrtal MANAT in vrtina Pince-1, ki jo je vrtalo lendavsko naftno podjetje po vojni. Vse so bile negativne, vendar iz raznih razlogov. Vrtini monopola sta bili tehnično ponesrečeni, MANAT-ovi vrtini sta bili vrtani preplitvo, vrtina Pince-1 pa je bila postavljena prenizko na severno krilo antiklinale.

V Murskem gozdu so locirali v letu 1953 Mg-3 in Mg-4. Vrtina Mg-3 je bila postavljena v gravimetrični minimum, ker v času lokacije še niso poznali interpretacij najnovejših geofizikalnih meritev.

Iz opisa jeder razvidimo, da sega mlajši pliocen, v katerem dobimo tudi plasti lignita in mnogo rastlinskih ostankov, do globine ca. 480 m. Za horizont rhomboidea, ki ga pričakujemo pod 480 m, nimamo nobenih vodilnih fosilnih ostankov. Od globine 1006 m dalje se pojavlja zelo pogosto *Paradacna abichi*. Zadnjikrat jo dobimo na globini 1155 m, globlje makrofosili niso zabeleženi. Pri mikropaleontološki raziskavi je R i j a v č e v a ugotovila »bele foraminifere«, značilne za horizont abichi še na globini 1161,20 m. Žal niso bila od tod dalje poslana jedra v raziskavo. Končna globina vrtine je 1755,10 m, verjetno v panonu. Sledovi plina so bili na globini 950—956 m, 1252,50—1258,50 in 1544,40 m. EK-diagram kaže veliko večje upore in poroznosti na teh intervalih oziroma nad njimi, vendar premajhne, da bi se izplačalo sloj preiskati. Neznatne sledove nafte so opazili na mnogih mestih. Pomembnejša sled je edino na globini 1643,10—1649,10 m, kjer so jedra fluorescirala v ultravijolični svetlobi zlatorumeno, z vseh drugih mest pa samo z neznačilno vijolično barvo. Geološki profil vrtine:

0,00— 480,00 m horizont Unio Wetzleri
480,00—1006,00 m plasti rhomboidea
1006,00—1755,10 m plasti abichi

Med tem so pričeli vrtati vrtino Mg-4, ki daje iz globine okrog 1540 m asfaltno pekleniško nafto.

Geofizikalna skupina ljubljanskega Geološkega zavoda je od maja do avgusta 1953 z gravimetrom Worden podrobno izmerila bogojinsko antiklinalo in izdelala gravimetrično karto v merilu 1:10.000. Teren so izmerili tudi magnetometrično. Nato so locirali vrtino Fi-1 severno od vasi Filovci. Vrtati so jo pričeli 24. marca 1954. V juliju 1954 so bili na globini 1631,6 m. Vrtino bodo vrtali do temeljnega gorovja. Na podlagi mikropaleontoloških raziskav je K. Z a j c ugotovila naslednji geološki profil do globine 1157,40 m:

0— 636,00 m paludin?
636—1159,40 m zg. in sr. panon

Zgornji in srednji panon je ugotovljen na podlagi ostrakodov, ki po Fahrionu pripadajo formi D.

Raziskovalna dejavnost Proizvodnje nafte pa se je nadaljevala tudi na Kogu. Da bi kontrolirali podatke Kog-1, so še pred nadaljevanjem te vrtine pričeli vrtati Kog-2, ki so jo locirali 1200 m NW od vrtine Kog-1 pri križišču cest, od katerih ena vodi iz Dravskega Središča v Ljutomer, druga pa pride iz Ormoža preko Sv. Miklavža.

Vrtati so pričeli 27. oktobra 1950, končali pa 9. maja 1951. Končna globina je 621,20 m. Vrtino so zacevili do globine 87,12 m s kolono premera 8 5/8″. Ta kolona je zacementirana do vrha. Do globine 618,80 m je zacevljena s kolono premera 4 1/2″. Ta kolona je zacementirana do 400 m.

Geološko poročilo o vrtini omenja, da je bilo vzeto jedro le štirikrat:

240,00—245,40 m drobnozrnat, trd, lapornat peščenjak
245,40—247,80 m isto
247,80—248,50 m siv, lapornat peščenjak
248,50—248,80 m isto

Elektrokarotažni diagram ne kaže nič izrazitega.

Vrtino so nastrelili od 605—685 m in so dobili slano vodo (saliniteta 20 g NaCl/l) ter od 465—473 m in so dobili 8260 l sladke vode. Kolono s premerom 4 1/2″ so torpedirali na globini 310 m in jo izvlekli. V vrtino so položili dva cementna čepa, in sicer na globini 300—320 m in 8 m pod površino.

Kog-3 so locirali med vrtino Kog-1 in Kog-2, in sicer na najvišjem delu strukture, ki jo kažejo geofizikalna merjenja. Vrtati so pričeli 21. avgusta 1951, končali so 27. oktobra 1951 na globini 624 m. Zacevili so do 64 m s kolono premera 8 5/8″. Ta kolona ni bila zacementirana.

Pregledal sem jedra, ki so jih dobili iz vrtine. Prevladuje rjavosiv lapor, ki je ponekod nekoliko peščen. Drobnozrnate kremenove peščenjake, ki so se menjavali z lapornatimi peščenjaki in laporji, sem našel le v intervalih 350—360 m in 378—382 m. Peščenjaki so imeli vonj po nafti. Od 480 m dalje se še pojavljajo svetlosivi in temneje sivi, zelo porozni kremenovi peščenjaki, vendar brez sledov in vonja po nafti. Makrofavna je bila slabo ohranjena. Mikrofavno je določila J. Rijavec na Geološkem zavodu v Ljubljani.

Mikrofavna do globine 320 m je značilna za srednji torton, od te globine dalje pa za starejši torton.

Za spodnji tortonski horizont je značilna *Robulus cultratus* Montf.

Elektrokarotažni diagram ni pokazal nobenih večjih uporov in lastnih potencialov, zato so vrtino proglasili za negativno.

Vrtino Kog-4 so locirali na južnem krilu antiklinale, vendar je še niso vrtali.

Vrtino Kog-5 so locirali na severni rob sarmata, ki vpada proti severu. Z njo bi morali prevrtati torej celoten sarmat, predno bi prišli

v torton. Vrtina stoji okoli 100 m severno od strukturne vrtine CF-15, v kateri so bile majhne naftne erupcije. Kog-5 so pričeli vrtati dne 7. maja 1952. Vrtali so na jedro do globine 1200 m. Nato so kremenov konglomerat prebijali z dletom, sicer pa so naprej vrtali na jedro. Med vrtanjem se je na globini okoli 700 m zlomilo vrtalno drogovje. Pri reševanju so včrpali v vrtino nafto. To okolnost omenjam zato, ker so se pozneje kazali v debelozrnatih kremenovih peščenjakih sledovi nafte. Ni izključeno, da izvirajo od te včrpane nafte, posebno še zato, ker so se jedra svetila v ultravijolični svetlobi z močno fluorescenčno svetlobo na obodu, v sredini pa mnogo manj. Vendar moramo upoštevati, da so izplako po instrumentaciji zamenjali in da je bilo takrat izvrtano šele 700 m. Sledovi nafte pa so se kazali 300 m niže. 29. marca 1954 se je drugič zlomilo vrtalno drogovje. Dosežena globina znaša 1977,80 m.

Od 950—1977,80 m se vrste debelozrnati kremenovi peščenjaki in drobnozrnati, zelo trdi kremenovi konglomerati s trdimi lapornatimi peščenjaki in peščenimi laporji. Sledovi nafte so se prvič pojavili v rumenem kremenovem pesku na globini 160—165 m. Nadaljnji sledovi nafte v vložkih debelozrnatih kremenovih peščenjakov v intervalih

1043,40—1049,80 m, 1120,50—1155,60 m, 1180,00—1187,00 m,
1223,90—1225,90 m, 1274,70—1280,10 m, 1321,40—1327,50 m,
1339,60—1342,00 m, 1358,80—1364,30 m, 1377,40—1390,30 m

so zaradi prejšnje instrumentacije nekoliko problematični.

Na podlagi podrobnih mikropaleontoloških preiskav, ki jih je napravila R i j a v č e v a, smo postavili končno stratigrafsko mejo med sarmatom in tortonom na vrtini Kog-5. Nekatere oblike kažejo na spodnji sarmat, n. pr. *Cibicides lobatulus,* ki pa je značilen tudi za zg. torton. Po drugi strani ni do globine 198,80 m značilnih tortonskih mikrofosilov. Zato predpostavljamo sarmat.

V globini 198,80 m se javljajo poleg *Cibicides lobatulus* še *Elphidium crispum, Uvigerina* sp., *Asterigerina* sp., *Globigerina* sp., in *Amphistegina* sp., ki kažejo že na torton.

Zgornji torton, za katerega sta značilna *Cibicides lobatulus* in *Bolivina dilatata,* sega nedvomno do globine 271,00 m, kjer je *Cibicides lobatulus* še pogosten. Pozneje se javlja le v posameznih primerkih, kar ni več zadostno za stratifikacijo. Za srednji in spodnji torton nimamo značilnih oblik. Le po odsotnosti številnih vrst *Cibicides lobatulus* in *Bolivina dilatata* sklepamo, da nimamo več opravka z zgornjim tortonom.

Geološki profil:

0,00— 198,80 m sarmat
198,80— 217,00 m zg. torton
217,00—1692,00 m sr. in sp. torton

Rezultatov od 1692 m do dna še nimamo.

Vrtino Kog-6 so locirali na severnem krilu antiklinale v spodnjem panonu. Stoji na vrhu klanca pri odcepu ceste na Kog od ceste Mursko Središče—Ljutomer. Vrtati so jo pričeli 24. februarja 1952 in končali 3. avgusta 1952 na globini 625,20 m.

Vrtina je bila v celoti vrtana na jedro, vendar je bilo mnogo jedra izgubljenega. Do 320 m smo našli le ostrakode in en primerek *Limnocardium* sp. med 112—115 m. To zgornjo serijo štejemo v panon. Niže smo našli foraminifere, značilne za najzgornjejši torton ali eventualno sarmat.

Peščeno serijo od 440 m dalje in vse naslednje plasti do dna smo prišteli v torton.

Plasti so nagnjene od 20° do 55°. Posebno močna kotna diskordanca se kaže nekje pri 450 m, torej na meji sarmat-torton. Peščenjaki so le ponekod imeli zelo šibak vonj po nafti.

Geološki profil vrtine:

0,00—323,00 m sp. panon
323,00—440,00 m sarmat
440,00—(dna) 623 m torton

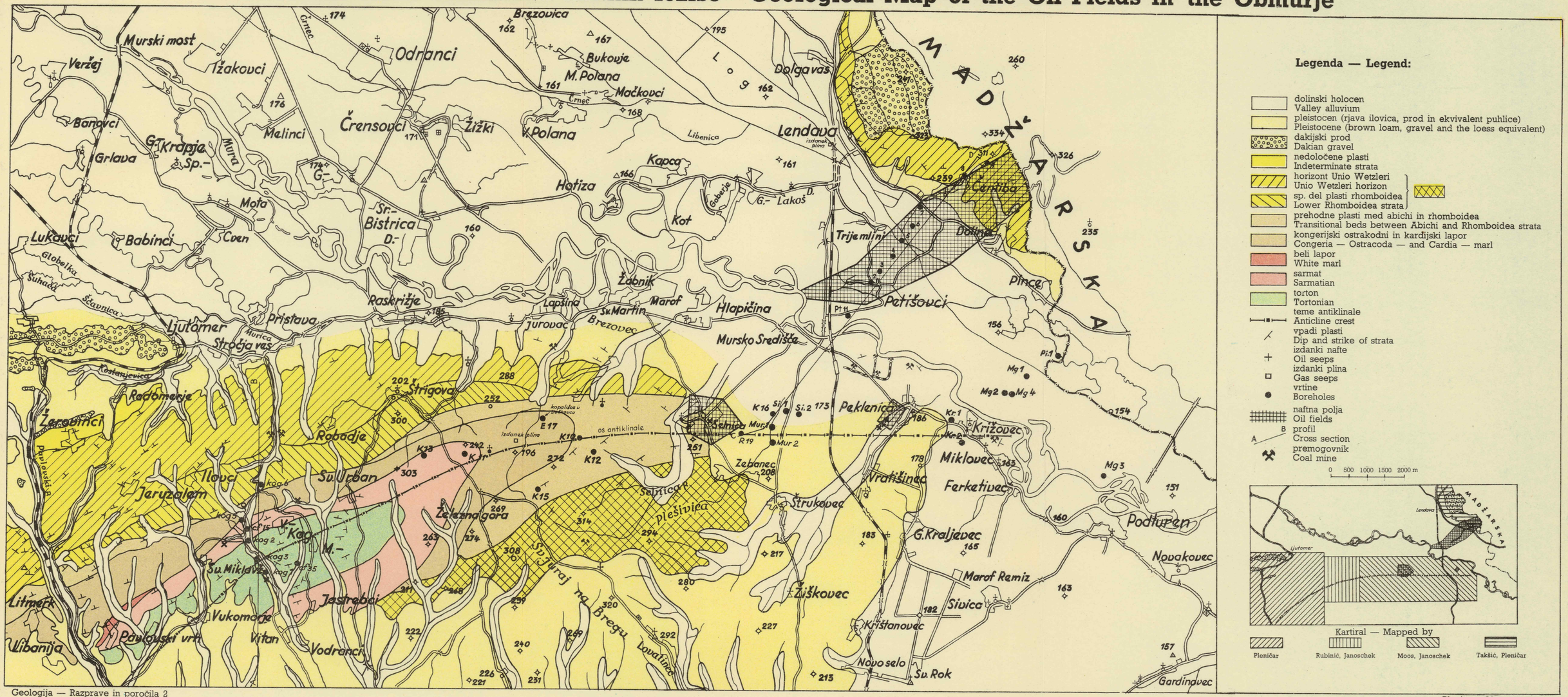
Pozitivnih rezultatov ni bilo. V vrtini so perforirali in preiskali vse peščene horizonte od dna do globine 250 m. V vseh primerih je pritekla samo slana voda.

Julija in avgusta leta 1951 je skupina Geološkega zavoda iz Ljubljane kartirala območje Koga. Splošne ugotovitve so bile v glavnem iste, kot jih je nakazal W i n k l e r in za njim J a n o s c h e k. Šlo nam je za stratigrafske meje in primerjavo geoloških razmer v Lendavi in Selnici z geološkimi razmerami na Kogu. Torton smo ugotovili z makro in mikrofosili. Raziskave so pokazale, da gre pri Ormožu za spodnji del tortona, kjer se pač ta pokaže izpod pleistocenske odeje, na Kogu pa za zgornji del tortona. To bi bil tudi eden izmed dokazov, da se os antiklinale dviga proti zahodu oziroma jugozahodu. Starost raznih tortonskih horizontov je bila določena na podlagi mikropaleontološke preiskave. Sarmat je verjeten. Na terenu nismo našli nič točnejših podatkov, kot so navedeni v vrtinah. Zelo problematičen pa je panon. Favna, ki smo jo našli, se ne da primerjati z nobeno favno sosednjih območij.

Pri pliocenskih sedimentih na Kogu gre za poseben obrežni facies, ki je le v prav kratkih razdobjih kazal znake globljega morja. Zaradi stalne oscilacije morske gladine in zaradi vplivov s kopnega (reke), se je razvijala posebna favna. Posamezne horizonte težko primerjamo z ostalimi območji panonskega bazena. Razlike se kažejo že med Kogom in Selnico. V geološkem delu bomo to vprašanje podrobneje obravnavali.

Junija in julija 1954 je geofizikalna skupina Geološkega zavoda v Ljubljani gravimetrično in magnetometrično izmerila ozemlje med Sv. Trojico in Radgono. Na tem ozemlju bo pričelo podjetje Proizvodnja nafte v Lendavi z raziskovalnim vrtanjem.

Geološka karta obmurskih naftnih ležišč - Geological Map of the Oil Fields in the Obmurje



Legenda — Legend:

- dolinski holocen — Valley alluvium
- pleistocen (rjava ilovica, prod in ekvivalent puhlice) — Pleistocene (brown loam, gravel and the loess equivalent)
- dakijski prod — Dakian gravel
- nedoločene plasti — Indeterminate strata
- horizont Unio Wetzleri — Unio Wetzleri horizon
- sp. del plasti rhomboidea — Lower Rhomboidea strata
- prehodne plasti med abichi in rhomboidea — Transitional beds between Abichi and Rhomboidea strata
- kongerijski ostrakodni in kardijski lapor — Congeria — Ostracoda — and Cardia — marl
- beli lapor — White marl
- sarmat — Sarmatian
- torton — Tortonian
- teme antiklinale — Anticline crest
- vpadi plasti — Dip and strike of strata
- izdanki nafte — Oil seeps
- izdanki plina — Gas seeps
- vrtine — Boreholes
- naftna polja — Oil fields
- profil — Cross section
- premogovnik — Coal mine

0 500 1000 1500 2000 m

Kartiral — Mapped by

Pleničar | Rubinić, Janoschek | Moos, Janoschek | Takšić, Pleničar

GEOLOŠKA SLIKA

Tektonika

Na pregledni geofizikalni karti vzhodnega dela Slovenskih goric, Medjimurja in južnega Prekmurja najprej opazimo veliko antiklinalo, ki sega od Ormoža čez Kog, Selnico in Peklenico na Madžarsko. Imenovali smo jo ormoško-selniška antiklinala. Že Moos (1939, p. 2) je pisal, da se antiklinala odcepi od najsevernejše proge Posavskih gub, to je od proge, ki jo predstavljajo Konjiška gora, Plešivec, Rogaška gora, Macelj in Ravna gora. Obenem je antiklinalo imel za južni rob Graškega zaliva. Moosove trditve se ne skladajo z Dienerjevimi (1903), po katerih je smer Konjiška gora—Ravna gora nadaljevanje južnega krila Karavank.

Ostale antiklinalne strukture, ki jih vidimo na priloženi geofizikalni karti (4. sl.), so med Radgono in Dobrovnikom; imenujemo jih po vrsti radgonska, soboška in bogojinska antiklinala. Radgonska antiklinala prehaja proti jugozahodu v cmureško antiklinalo, ki je na priloženi geofizikalni karti ne vidimo več. Ker ni bilo še celotno Prekmurje podrobno geološko in geofizikalno raziskano, ne vemo, ali gre res za tri samostojne antiklinale ali pa za vrsto stopenj ali grud, razdeljenih s prelomi. Za vse te strukture je značilna smer jugozahod—severovzhod. Ta antiklinalni sistem je delno še podaljšek Centralnih Alp. Njegov severovzhodni del predstavlja panonsko udorino. Razlika v podlagi antiklinalnih sistemov se kaže po tem, da so sestavni deli plina v ormoško-selniški antiklinali s triadno podlago ogljikovodiki, dočim v soboško radgonskem sistemu s kristalinsko podlago ogljikov dvokis. Ker pripadajo severne strukture še nedvomno Centralnim Alpam, južne pa še Južnoapeniškim Alpam (ormoško-selniška antiklinala), sklepamo, da so podlaga prvih kristalasti skrilavci, drugih pa triadni apnenci.

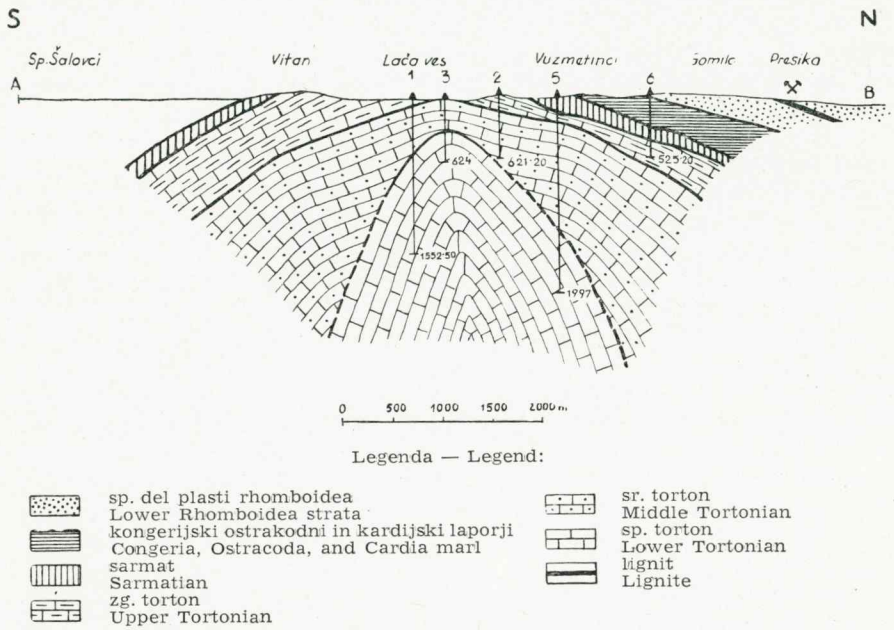
Prekmurje leži v južnem delu Štajerskega bazena ali v Graškem zalivu. Tektoniko Štajerskega bazena je razlagal že Winkler (1951). Svoja izvajanja je omejil na njegov severni del. Vendar bi po nekaterih analogijah, ki vladajo v Prekmurju, sklepali, da se je tudi tukaj gubala mlada terciarna odeja v pliocenu. Najnovejša geofizikalna raziskovanja kažejo, da ima temeljno gorovje pod terciarno odejo neke vzbokline. Te vzbokline si razlagamo na dva načina. Po prvi razlagi so to erozijske oblike, po drugi pa predstavljajo tektonske grude.

Vrtini, ki so ju vrtali med vojno pri Murski Soboti kažeta, da je temeljno gorovje tam razmeroma blizu površine. Pri Črnelavcih so zadeli nanj v globini 791,9 m, pri Rakičanu v globini 1184,6 m. Še več pa nam bo povedala o geološki zgradbi Prekmurja vrtina v Filovcih, ki jo vrtajo na vzhodnem delu »bogojinske antiklinale«.

Za boljše razumevanje geološke zgradbe navajam še Vajkove podatke o geoloških razmerah v zahodni Madžarski, posebno v bazenu Lenti-Őriszentpéter. Podlago tvori kristalinično temeljno gorovje, ki se pokaže na površini vzdolž madžarsko-avstrijske meje. Ob prelomih, ki potekajo v smeri NE—SW in pravokotno na to smer, so premaknjeni

bloki kristalinika. Ker meji bogojinska antiklinala neposredno na ta bazen, je verjetno, da so geološke razmere tam enake kot na Madžarskem. Bogojinska antiklinala bi tudi po tej primerjavi bila kristalinična gruda, ki jo prekrivajo pliocenske plasti.

Od Budafapuszte proti Blatnemu jezeru se dviga os antiklinale. Pri Blatnem jezeru zavije iz prvotne smeri E—W v smer NE—SW, ki je vzporedna jezeru. Tam prehaja v strukturni nos, ki pada proti SW in ga razlagajo kot mezozojsko grudo sistema Bakonya. Vrtina na tem nosu



Legenda — Legend:

sp. del plasti rhomboidea Lower Rhomboidea strata	sr. torton Middle Tortonian
kongerijski ostrakodni in kardijski laporji Congeria, Ostracoda, and Cardia marl	sp. torton Lower Tortonian
sarmat Sarmatian	lignit Lignite
zg. torton Upper Tortonian	

6. sl. — Fig. 6

Profil antiklinale Kog na podlagi vrtin

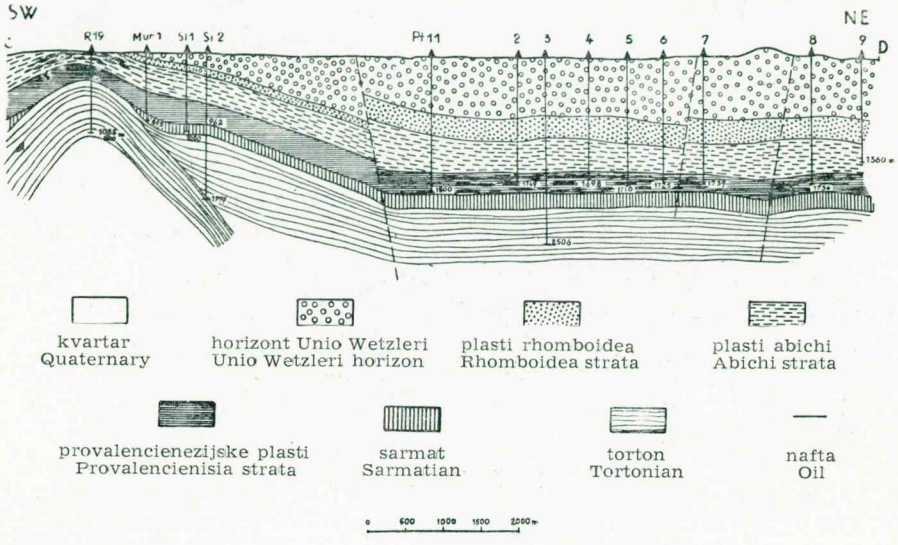
Section across the Kog anticline on the basis of the boreholes data

pri mestu Ujudvar je dosegla globino 2200 m in je še vedno ostala v zgornjem miocenu. Tako niso po podatkih, ki jih imam na razpolago, doslej nikjer prišli do mezozojske podlage na vsej antiklinali Ormož-Selnica-Budafapuszta-Lispe. Os antiklinale na naši strani pada proti vzhodu. Najnižjo lego ima nekje med Lendva Ujfalu in Lispe, od koder se dviga v smeri proti vzhodu in zahodu. Na vzhodu preide v gorovje Bakonya, na zahodu v Haloze.

Če gledamo pod temi novimi vidiki na našo ormoško-selniško antiklinalo, vidimo, da so naftna polja Selnica, Peklenica, Petišovci, Lovaszi, Lendva Ujfalu in Lispe vsa enakega geološkega tipa, nekake podolgovate

dome na glavni antiklinali. Petišovci so celo v sinklinalnem območju med vzporednima grebenoma Selnica-Peklenica in Lovaszi (7. sl.).

Petrografska in facialna podobnost kamenin petišovskega in dolinskega naftnega polja, ki je zahodni del strukture Lovaszi, potrjuje domnevo o enakem nastanku teh polj. Podobnosti med petišovskim in selniškim poljem pa bomo še posebej obravnavali v stratigrafskem delu. Posamezna naftna polja so ločena med seboj s prelomi in s conami, kjer postajajo peščeni horizonti bolj lapornati ali pa se propustnost peščenih sedimentov bistveno spreminja. Propustnost kamenine je za razporeditev nafte in vode v posameznih strukturah Panonskega bazena mnogo odločilnejši faktor kot oblika struktur. To se je posebej pokazalo še v naših pliocenskih strukturah, kjer padajo plasti zelo položno.



7. sl. — Fig. 7

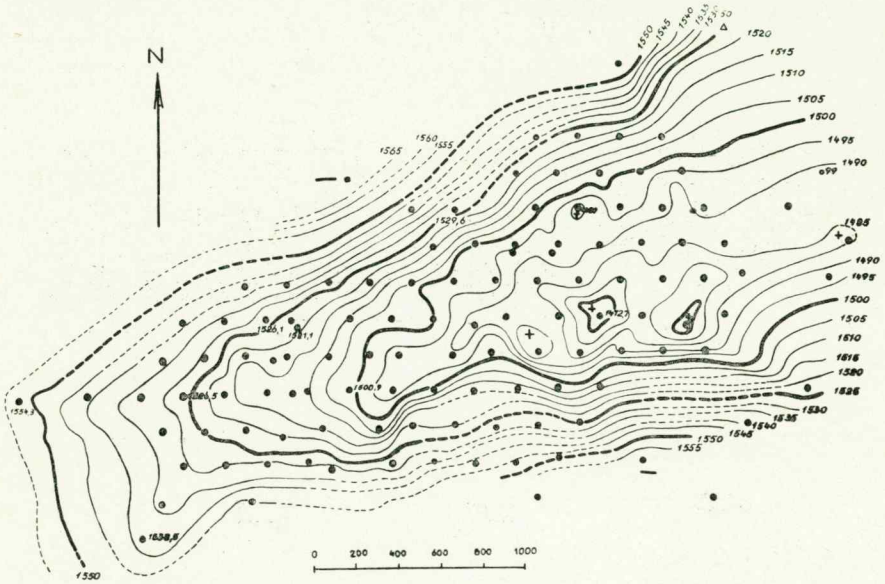
Profil Selnica — Petišovci — Dolina
Selnica — Petišovci — Dolina — section

Ormoško-selniška antiklinalna zgradba prehaja na severu v ljutomersko, na jugu pa v čakovsko sinklinalo.

Izredno strmo padajoče, starejše tortonske plasti v vrtinah Kog-5 in Sitnica-2 potrjujejo, da leži pod ormoško-selniško antiklinalo res nekaka gruda. Ker ležijo že mlajše tortonske plasti bolj položno, sklepamo, da se je gruda dvigala v starejšem tortonu (7. sl.). Ta ugotovitev se precej sklada z Winklerjevimi trditvami (1951), da tvorijo podlago panonskim gubam starejše gube, ki so nastale v predtortonu. Antiklinalne osi teh gub padajo proti vzhodu, kar se kaže zlasti v Slovenskih goricah. Njih vzhodni podaljšek predstavlja po Winklerju

antiklinala Bakonjskega gozda. Ozemlje med reko Zala in murskim območjem tvori po Winklerju vmesno zvezo. Winkler domneva, da se dajo v postumnih panonskih gubah madžarskih naftonosnih antiklinal Budafapuszta-Lispe ugotoviti spodaj ležeče miocenske gube, ki segajo sem iz južnih Alp in se proti vzhodu razcepijo.

Razlika je torej le v tem, da predvideva Winkler gube, po novejših dognanjih pa so verjetno tedaj nastopale grude. Čas nastajanja moramo tudi pomakniti v nekoliko mlajšo dobo: iz predtortona v starejši torton.



8. sl. — Fig. 8

Strukturna karta petišovskega naftnega polja po krovnini drugega petišovskega sloja (provalencienezijske plasti) iz leta 1952

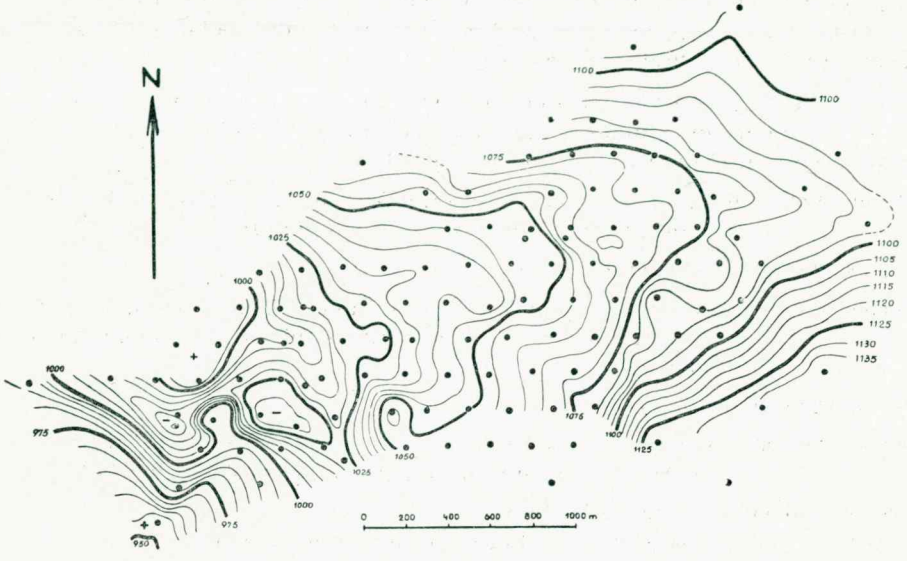
Structure map showing the hanging wall of the second Petišovci oil seam Provalencienesia strata), year 1952

Pozneje so sledila še pliocenska gubanja, ki so zajela Prekmurje in Slovenske gorice. Ta gubanja so se pričela po Winklerju (1951) v Štajerskem bazenu že v zgodnjem panonu in so bila zaključena v srednjem pliocenu. To potrjuje diskordanca v petišovskem naftnem polju, ugotovljena s pomočjo strukturnih kart raznih horizontov (8. in 9. sl).

V vzhodnem delu Slovenskih goric, to je na Kogu, se kažejo sledovi zgornjepanonskega gubanja, na kar kaže skoraj horizontalna lega dakijskega proda nad nagnjenimi plastmi horizonta Unio Wetzleri.

Vzhodno nadaljevanje ormoško-selniške antiklinale je antiklinala Budafapuszta-Lispe. Zanimiva je razlaga o tej antiklinali, ki jo navaja

Vajk (1952) v svoji razpravi o geofizikalnem raziskovanju v jugozahodni Madžarski. Nekateri sodijo, da je terciarna guba brez triadnega ali kristaliničnega jedra, ker terciarna gubanja v jugozahodu niso zajela mezozoika in starejših plasti. Drugo mnenje pa pravi, da je pod to antiklinalo triadna gruda po analogiji strukture Hahot zahodno od Blatnega jezera. Sicer pa predstavlja antiklinala Budafapuszta—Lispe magnetni minimum; zato sklepamo, da podlaga ni iz magmatskih kamenim, temveč iz triadnih sedimentov.



9. sl. — Fig. 9

Strukturna karta petišovskega naftnega polja po talnini plasti paka (abichi) iz leta 1952

Structure map showing the footwall of the Paka (Abichi) strata in the Petišovci oil field, year 1952

Stratigrafija

Torton. Razne stratigrafske horizonte od zgornjega miocena do najmlajšega pliocena najlaže proučimo na ormoško-selniški antiklinali. Rekli smo že, da pada njena os proti vzhodu. Zato pričakujemo v smeri proti zahodu oziroma jugozahodu izdanke najstarejših plasti. Res smo našli v Ormožu blizu kopališča na Dravi in v grapah med železniško postajo in bolnišnico golice tortonskega laporja in litavskega konglomerata, ki se kažejo izpod pleistocenskih sedimentov. V tortonskih laporjih je našla Rijavčeva mikrofavno, značilno za spodnji torton.

To je očitno stopnja spodnjetortonskih litavskih apnencev in konglomeratov, ki ustreza Spielfeldskim laporjem (W i n k l e r 1951, p. 436, 442).

Torton, toda mlajši, se kaže na Humu, severovzhodno od Ormoža. Severozahodno pobočje tega griča je zgrajeno iz litavskih apnencev srednjetortonske starosti.

Na Kogu je torton preiskan površinsko in z vrtinami. V površinskih izdankih smo našli mikrofavno, značilno za zgornji torton, v vrtini Kog-3 pa za srednji in spodnji torton. Na plasti spodnjega tortona smo zadeli v tej vrtini v globini 320 m. Kaže, da smo zadeli na iste plasti, ki se pokažejo na površini pri Ormožu. Smer Ormož—Kog-3 predstavlja os antiklinale (glej geološko karto). Os antiklinale pada torej proti severovzhodu pod kotom komaj 2—3°.

Vrtina Kog-3 je bila vrtana na jedro žal le v nekaterih intervalih. Stoji na temenu antiklinale v srednjem tortonu. Jedrovali so jo od 121 m naprej. Petrografski profil vrtine je naslednji:

121,00—124,50 m	sivorjav lapor s foraminiferami in svetlosiv, sljudnat, tankoskrilav lapor z vložki litotamnij
124,50—250,00 m	vrtano z dletom
250,00—255,30 m	svetlosiv, tankoskrilav, sljudnat lapor z odtisi školjk, s foraminiferami in z rastlinskimi ostanki; nagnjenost plasti 15°
255,30—289,00 m	vrtano z dletom
289,00—292,00 m	svetlosiv, peščen lapor z odtisi morskih ježkov, s školjkami in foraminiferami; nagnjenost plasti 20—30°
292,00—320,00 m	vrtano z dletom meja med srednjim in spodnjim tortonom
320,00—333,00 m	enak lapor kot prej z mnogimi tektonskimi drsami, ki so nagnjene za 45°; v laporju je mnogo foraminifer
333,00—350,00 m	vrtano z dletom
350,00—355,00 m	menjavanje svetlosivih, peščenih laporjev s svetlosivimi peščenjaki, ki imajo vonj po nafti
355,00—360,00 m	menjavanje laporjev in peščenjakov kot prej; v jedrih se kažejo znaki preloma; peščenjaki imajo vonj po nafti
360,00—370,00 m	prevladuje siv, peščen lapor; med 368,50—370,00 m je 20 cm lapornega peščenjaka z vonjem po nafti; na jedrih so tektonske drse; fosilnih ostankov ni
370,00—378,20 m	vrtano z dletom
378,20—383,00 m	prevladuje svetlosiv, lapornat peščenjak s šibkim vonjem po nafti
383,00—479,50 m	vrtano z dletom

479,50—482,70 m prvih 40 cm zelo svetlosiv, porozen, slabo vezan peščenjak z mnogo sljude, brez vonja po nafti, nato sledi lapornat peščenjak kot prej, ob koncu temnosiv, lapornat peščenjak z rastlinskimi ostanki

482,70—610,00 m vrtano z dletom

610,00—613,00 m siv, drobnozrnat peščenjak s temnimi lisami in šibkim vonjem po bitumenu

dno vrtine 624 m

V vrtini Kog-5, ki je bila globoka 1977,50 m, ni bilo do globine 1187 m foraminifer, značilnih za spodnji torton. Iz tega sklepamo, da je antiklinala na Kogu precej stisnjena pravokotno na podolžno os. To potrjuje tudi nagnjenost plasti v vrtini Kog-5 na globini 1200—1900 m, ki znaša 45—55°. Čim globlje so vrtali, bolj so bile plasti nagnjene.

Od makrofavne, najdene na Kogu, bom omenil *Cassidaria echinophora* Lam., *Conus mercati* Br., *Melanopsis martiniana* Fer., *Turitella* sp., *Pecten latissimus* Br., *Pectunculus pilosus* Lin., *Cardium* sp. in *Venus* sp. V vrtini smo našli v globini 220 m odtis ribe *Meletta* sp., ki jo hranijo na geološkem oddelku v Lendavi.

Šlira in helvetskih sedimentov sploh nismo našli med Ormožem in Kogom niti na površini niti v vrtinah.

Strukturno in globinsko vrtanje na Kogu je pokazalo, da so v tortonu sledovi plina in nafte. Iz strukturne vrtine CF-35 še danes prihaja v majhnih količinah plin. Na vrtini Kog-1 se je pojavil plin pri vrtanju v globinah 114,50 m in 288,00 m. V vrtini Kog-2 je bil plin po izjavi vrtalnega mojstra I. Premuša med 350 in 380 m. Sledovi nafte so bili v vrtini Kog-1 na enajstih mestih, v vrtini Kog-3 na globinah 350—360 m in 378,20—379,50,m, v vrtini Kog-5 pa so sledovi nafte v peščenjakih na globinah 1050—1400 m. Pod 1600 m se je pojavil tudi plin. Elektrokarotažni diagrami teh vrtin niso pokazali pomembnejših uporov in lastnih potencialov.

V smeri proti vzhodu prehaja torton pod mlajše sedimente. Prav tako ga prekrivajo mlajši sedimenti tudi na severnem in južnem krilu. Meja med tortonom in mlajšimi sedimenti, pa tudi meje med posameznimi stopnjami teh mlajših sedimentov imajo zato obliko stisnjene podkve.

Torton so iskali tudi na temenu vzhodne polovice antiklinale. Med Štrigovo in Železno goro je vrtal Kombinat za nafto in plin vrtini K-13 in K-11 (1. sl.). V vrtini K-13 so zadeli v torton nekako na globini 260 m, v vrtini K-11 pa na globini 180 m. Točne meje je danes težko podati. Določil jih je Ožegović na podlagi fosilnih ostankov, ki so navedeni pri opisu jeder. Seveda je možno, da je meja tortona niže.

Kombinatova vrtina K-10 pri Koncovčaku (1. sl.) je prav tako dosegla torton. Zgornjo mejo tortona so postavili na globini 255 m. Tam so dobili litotamnije in *Pecten* sp.

V Selnici so torton delno raziskali s petimi vrtinami, od katerih je vrtina R-19 prevrtala 250 m tortona, S-5 pa je segla v torton kakih 230 m. Iz vrtine S-5 je eruptiralo 7 ton nafte. Domnevajo, da je bila to tortonska nafta iz globine 708—719 m. Krovnina tortona leži v Selnici že 400—600 m globoko. V Peklenici leži torton že 1500 m globoko. Os antiklinale je proti vzhodu vedno bolj nagnjena.

V Petišovcih sta bili vrtani v torton vrtini Pt-2 in Pt-7. O vrtini Pt-2 imamo malo podatkov. O globljih horizontih vemo samo to, da segajo ostrakodni laporji, ki predstavljajo najspodnjejši pliocen, nekako do globine 1760 ali 1780 m. Od te meje do globine 2110,6 m ni bilo nobenih sledov nafte in tudi noben fosil ni bil najden. V tem intervalu verjetno nastopajo tudi sarmatske plasti. Šele na globini 2110,6 m so našli odtis nesimetrične školjke z močnimi rebri. Pri 2216 m so našli zrnat peščenjak s sledovi nafte. Končna globina vrtine je 2271,1 m. Verjetno je bila vrtina še vedno v tortonu.

O vrtini Pt-7 imamo nekaj podatkov o jedrih in elektrokarotažni diagram. Torton se prične v globini okrog 1770 m. Dno vrtine je na 2506,3 m. Tortonska plast, ki so jo nastrelili, ni bila dovolj raziskana, ker niso izčrpali iz vrtine vode zaradi prekratke vrvi za zajemanje. Jedro so vzeli sedemkrat. O jedrih so ohranjeni sledeči zapiski:

1766,60—1768,60 m	jedro izgubljeno
1768,60—1775,30 m	dobljeno 4,6 m jedra
6,7	0,6 m srednjezrnat peščenjak 1,7 m temnosiv, nekoliko peščen lapor 0,3 m srednjezrnat peščenjak 2,0 m lapor kot zgoraj s 15 cm debelimi vložki peščenjaka pri 1170 m meja pliocen(panon)-miocen
1775,30—1780,80 m	dobljeno 1,8 m jedra
5,5	razmeroma krhek peščenjak, ob koncu 10 m trdega peščenjaka
1780,80—1787,10 m	dobljeno 2,3 m jedra
6,3	1,3 m krhek peščenjak 2,0 m nekoliko peščen lapor z vložki prhkega peščenjaka; skladi so nagnjeni 5^0
1787,10—1793,60 m	dobljeno 0,2 m jedra
6,5	isti lapor s peščenimi vložki
1793,60—1798,80 m	dobljeno 0,1 m jedra
5,2	temnosiv lapor s tankimi vložki peščenjaka
1798,80—2273,40 m	474,6 m vrtano z dletom

2273,40—2274,70 m dobljeno 0,9 m jedra

1,3 trd, temnosiv, apnen lapor z vložki trdega litotamnijskega peščenjaka

2274,70—2506,10 m 231,4 m vrtano z dletom

Kot glavni kriterij za ločitev miocenskih peščenjakov od panonskih so jemali odstotek glinencev. Miocenski peščenjaki imajo menda več glinencev kot panonski.

Zanimivo je, da v obeh vrtinah pri Murski Soboti niso našli miocenskih sedimentov. Tam leži spodnji panon na osnovnem gorstvu. To bi si lahko razlagali le z izredno močno erozijo ali pa, da je ozemlje okoli Murske Sobote bilo v času miocena dvignjeno nad vodno gladino Panonskega morja, kar je bolj verjetno.

Sarmat. Nad tortonom leži serija plasti, ki vsebujejo odtise *Ervilia* sp., *Mactra* sp. in *Tapes* sp. Slabo ohranjene odtise teh fosilov smo našli pri geološkem kartiranju Koga.

Že Winkler (1944, p. 32) je predvideval, da pripadajo te plasti na Kogu sarmatu. V vrtini Kog-5 smo našli v globini 127—198,80 m zelo siromašno favno, na podlagi katere le predpostavljamo sarmat. V vrtini Kog-6 pa je ugotovila Rijavčeva na podlagi foraminifer *Elphidium josephinum* d'Orb. in *Nonion granosum* d'Orb. sarmat. Meje je težko točno določiti. Verjetno sega sarmat na vrtini Kog-6 od 323,2—440,0 m, torej je debel okoli 120 m.

V Kombinatovi vrtini K-8 je Ožegović na globini 370—380 m zabeležil *Ervilio podolico,* v vrtini K-10 pa na globini 243,4—249,0 m *Ervilia* sp. Obe vrtini ležita zahodno od Selnice.

V vrtini Sitnica-2 je ugotovila Rijavčeva na podlagi mikropaleontoloških raziskav sarmat, debel 126 m.

Moos trdi (1939), da jedra v Selnici niso dokazala sarmata, kar se je že njemu zdelo težko razumljivo, ker je bil takrat že dokazan sarmat pri Radgoni. Kaj naj si mislimo šele sedaj, ko je sarmat dokazan na Kogu v vrtini Kog-6 ali celo v vrtini Sitnica-2. Moos je razlagal izostanek sarmatskih plasti pri Selnici tako, da je bilo teme selniške antiklinale v sarmatu dvignjeno nad gladino Pontskega morja.

Podatki o Kombinatovih vrtinah in o Kogu, na podlagi katerih domnevamo in celo dokažemo sarmat, niso v nasprotju z Moosovo domnevo. Otok, ki je molel iznad morja, je bil pač omejen le na ozemlje okoli Selnice in morda je segal še dalje proti vzhodu. Na vrtini Kog-5 so domnevne plasti sarmata debele 198 m, na vrtini Kog-6 120 m, na vrtini Kog-1 pa samo 27 m. Vendar moramo jemati podatke o sarmatu v Kombinatovih in selniških vrtinah z rezervo, ker se niso niti Moos niti pozneje Ožegović in Rubinić podrobneje ukvarjali z vprašanjem sarmata na ormoško-selniški antiklinali. Vrtina Sitnica-2, ki so jo vrtali že zelo blizu temena antiklinale pri Selnici, nasprotuje Moosovim podatkom, ker je bilo v njej 126 m sarmata. Lahko predpostavimo,

da je sarmat razvit tudi pri Selnici. Dokončno sodbo si bomo ustvarili, ko bo v kratkem izvrtana v Selnici nova globoka vrtina.

V vrtini Kog-5 je na globini 160 m okoli 4 m debela plast rumenih kremenovih peskov, impregniranih z bitumenom. Domnevamo, da je iz te plasti eruptirala nafta v strukturni vrtini CF-15.

Iz profilov Kombinatovih vrtin med Železno goro in Selnico se vidi, da so bile impregnacije z nafto in sledovi plina v sarmatu in tortonu. O ž e g o v i ć navaja v profilih teh vrtin večkrat bituminozne lapornate skrilavce.

Pri raziskovanju sarmata omenimo še vrtine Sitnica-1, Mur-1 in Sitnica-2. Prvi dve vrtini sta lahko prevrtali le zgornji del peščenih sarmatskih plasti. Vrtina Sitnica-2 je bila natančneje raziskana. Mikropaleontološki podatki, ki jih je dala R i j a v č e v a, kažejo, da sega sarmat na tej vrtini od 962,50—1088,80 m; torej je debel 126,30 m. Vrtina leži še razmeroma visoko na severnem krilu ormoško-selniške antiklinale, vendar je debelina sarmata še znatna.

Na podlagi O ž e g o v i ć e v i h podatkov (1944, p. 391) je medjimurski sarmat močno podoben sarmatskim plastem pri Gojlu in Janjalipi.

Po vseh podatkih, ki sem jih mogel zbrati, je v ormoško-selniški antiklinali razvit spodnji sarmat v obliki ervilijskih laporjev in peskov. V zahodnem delu Slovenskih goric pa je Š l e b i n g e r (1952) našel sarmat, ki je bogat na ceritijih. Tam je sarmat razvit popolneje in v debelejših plasteh. Š l e b i n g e r (1952) navaja srednji in spodnji sarmat s prodi karintijske delte v sredi.

Pliocen. Pliocenske plasti na Kogu, pri Selnici in v Petišovcih bomo lažje med seboj primerjali, ker so bolje raziskane kot miocenske plasti. Pliocen ormoško-selniške antiklinale je prvi obdelal M o o s pri Selnici in Peklenici.

Najdbe polžev rodu *Valenciennesia* so ga navedle, da je imenoval spodnje pliocenske plasti v Selnici »valencienezijske plasti«. Po petrografskem videzu jih je delil v spodnje glinaste in zgornje peščene. Debelino glinastih valencienezijskih plasti je cenil 200—250 m.

Nad temi plastmi sta selniška peščena naftna horizonta, debela le nekaj metrov, nad tema horizontoma pa »peščene valencienezijske plasti« debele po njegovih cenitvah okoli 240 m.

V poročilu iz leta 1939 M o o s še ni stratigrafsko ločil zgornjih in spodnjih valencienezijskih plasti. To sklepam iz dejstva, da navaja fosilne ostanke za obe vrsti plasti skupno. Med fosili navaja tudi vrsto *Paradacna abichi* Hoern., ki je vodilna le za spodnje, »peščene valencienezijske plasti« ali kot jih imenujemo sedaj, »plasti abichi«.

Domneval je, da pripadajo k peščenim valencienezijskim plastem morebiti tudi plasti s pekleniškim naftnim horizontom. Po O ž e g o v i ć u štejemo te plasti med plasti rhomboidea.

Posebno natančno je M o o s pozneje razdelil panon na osnovi rodu *Valenciennesia* (1944, p. 341).

Za lažje razumevanje nadaljnjih izvajanj priobčujem preglednico razdelitve panona po Moosu, Ožegoviću in Jenku.

po Moosu			po Ožegoviču		po Jenku
zg. panon	valencienezijske plasti	plasti rhomboidea	plasti rhomboidea	zg. panon	plasti rhomboidea
		zg. plasti abichi			
sr. panon plasti beli laporjev	provalencienezijske plasti ali sp. plasti abichi		plasti abichi	spodnji panon	plasti abichi
sp. panon plasti beli laporjev		stopnja Undolotheca	provalencienezijske plasti	spodnji panon	plasti croatica ali plasti belih laporjev
		stopnja Velutinopsis			
		stopnja Radix croatica			

V referatu se bomo držali razdelitve po Ožegoviću. Za naše razmere, kjer se še nismo mogli radi maloštevilnih najdb fosilov spuščati v podrobnosti, se mi zdi ta razdelitev primerna za Petišovce, manj pa ustreza razmeram na Kogu.

Za provalencienezijske plasti, ki so pretežno iz glinastih laporjev, navaja Moos (1944, p. 346) najdbo fosila *Velutinopsis velutina* Desh. v vrtini Mur-1 v globini 787,5 m in v vrtini Selnica-5. Poleg rodu *Velutinopsis* pa so našli še sledeče (Filjak 1949):

Congeria zagrabiensis Brus.
Congeria digitifera Andrus.
Limnocardium otiophorum Brus.
Limnaeus sp.
Planorbis sp.

Poleg teh so našli še številne ostrakode. Posebno sta zanimiva roda *Limnaeus* in *Planorbis*, ki so ju dobili v višjih, to je v mlajših horizontih provalencienezijskih plasti pri Selnici. Nadalje so pomembni ostrakodi v spodnjem panonu. Zelo številne ostrakode najdemo v laporju, ki leži v spodnjem delu panona tudi v Petišovcih in na Kogu. Laporje imenuje Winkler v Slovenskih goricah »ostrakodni laporji« in jih ima za značilen horizont v vsem štajerskem bazenu (Winkler 1944). V Selnici in Petišovcih predstavljajo ostrakodni laporji spodnji del pliocena.

V Petišovcih ne najdemo v provalencienezijskih plasteh samo laporjev, ampak več 2—10 m debelih plasti svetlosivih, srednjezrnatih, poroznih kremenovih peščenjakov. Ti peščenjaki so glavni kolektorji nafte in plina v petišovskem polju. Imenujejo jih petišovske plasti. Zgornje so enakomerno debele in imajo velik obseg, spodnje pa se pogosto izklinjajo in tvorijo zapleten sistem leč.

Nad petišovskimi plastmi sledi okoli 20 m debela plast trdnih apnenih laporjev, v katerih dobimo fosilne ostanke

Provalenciennesia arthaberi Kr. — Gor.
Provalenciennesia sp.
Velutinopsis sp.
Congeria zagrabiensis Brus.
Limnocardium otiophorum Brus.
Limnocardium sp. div.

Te laporje imenujejo v zadnjem času lendavske laporje. Nad lendavskimi laporji sledi zopet serija peščenih horizontov z imenom serija lovaszi. V nekaterih delih naftnega polja vsebujejo ti peščenjaki plin pod pritiskom čez 100 atm.

Nad serijo lovaszi so dajali mejo med provalencienezijskimi plastmi in plastmi abichi. Na podlagi najdb v zadnjih dveh letih bi mogli pomakniti to mejo niže, in sicer vsaj tik pod plasti lovaszi. V vrtini, ki stoji sredi naftnega polja, smo našli v laporjih pod peščenimi plastmi lovaszi školjko *Paradacna abichi* Hoern. Poleg tega je Rijavčeva našla v laporjih med peščenimi plastmi serije lovaszi tako imenovane »bele foraminifere«, ki jih ima Wicher za značilne fosile plasti abichi v Slavoniji in Banatu.

Provalencienezijske plasti segajo v Petišovcih do globine kakih 1760 m in so debele okoli 250 m.

Nad provalencienezijskimi plastmi ali glinastimi valencienezijskimi plastmi leže v Selnici peščene valencienezijske plasti ali plasti abichi, h katerim prištevamo oba selniška naftna horizonta. Za plasti abichi je tu značilna školjka *Paradacna abichi* Hoern. V selniških vrtinah je bila pogostna. Prav tako je bila zelo številna v vrtinah Murski gozd in Sitnica-2, ki so ju vrtali v letih 1953 in 1954. Redka je v petišovskem naftnem polju, kjer še najuspešneje določamo plasti abichi s pomočjo značilne »bele foraminifere«.

Poleg *Paradacna abichi* so v Selnici še:

Congeria zagrabiensis Brus.
Limnocardium otiophorum Brus.
Cardium sp.
Congeria sp.
Limnocardium sp.

V Petišovcih dobimo:

Congeria banatica Hoern.
Congeria zagrabiensis Brus.
Limnocardium sp.
Dreissensia sp.
Valenciennesia sp.

V Kombinatovih vrtinah med Selnico in Kogom dobimo še primerke

Paradacna abichi Hoern.
Congeria zagrabiensis Brus.
Limnocardium asperocostatum Brus.
Valenciennesia reussi Neum.
Congeria sp.
Limnocardium sp.

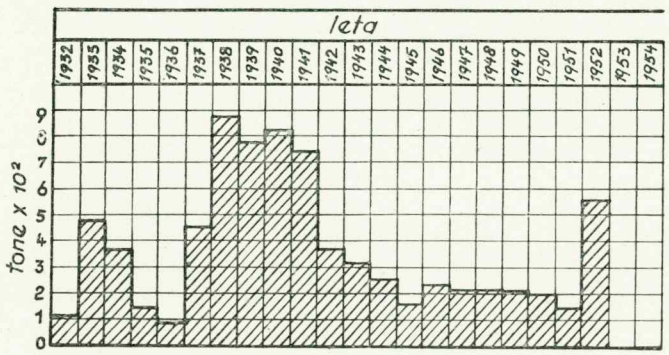
Na temenu ormoško-selniške antiklinale poznamo v plasteh abichi dva peščena naftna horizonta. V Selnici ju imenujemo prvi in drugi selniški horizont. V Petišovcih imamo v plasteh abichi zelo številne peščene horizonte, ki jih združujemo pod imeni spodnja, srednja in zgornja ratka, ter paka. Po novih najdbah bi priključili med plasti abichi tudi spodaj ležečo serijo lovaszi. V Petišovcih so našli v peščenih plasteh ratka ponekod sledove plina.

Na vprašanje, katerim peščenim serijam v Petišovcih ustrezata oba naftonosna selniška horizonta, moremo danes že odgovoriti: »S primerjavo elektrokarotažnih diagramov in fosilne favne jugozahodnih petišovskih vrtin, vrtin Sitnica-1 in Sitnica-2, z geološkimi profili selniških vrtin smo ugotovili, da ustreza prvemu (zgornjemu) selniškemu naftnemu horizontu v Petišovcih srednja ratka, drugemu selniškemu naftnemu horizontu pa spodnja ratka.«

Druga zanimiva ugotovitev je nastala pri izdelavi strukturnih kart po krovninah in talninah posameznih peščenih plasti. Peščene horizonte petišovskih plasti, serije lovaszi ter spodnje in srednje ratke se dvigajo proti severovzhodu, zgornja ratka in paka pa se dvigata proti zahodu. Obstoji očitna diskordanca v sredini plasti abichi. Ta diskordanca ne ustreza popolnoma diskordanci med spodnjim in srednjim panonom, ki jo omenja Winkler (1946), ampak se pojavlja nekoliko pozneje, nekako med srednjim in zgornjim panonom po Winklerjevi razdelitvi pliocena.

Peščene plasti abichi segajo torej prav na teme ormoško-selniške antiklinale, čeprav so na krilu mnogo bolje razvite. Provalencienezijske plasti so peščeno razvite izključno na krilu antiklinale. Struktura Lovaszi, katere zahodni del sega pri nas v Dolino, je facialno enako razvita kot petišovska struktura. V njej zasledimo vse peščene serije od petišovskih pa do pake. Petišovske plasti so že v vodi. V plasteh lovaszi, ratka in paka pa dobimo plin. Zgornji del peščenih horizontov plasti abichi se dviga tudi v dolinsko strukturo in vsebuje tam plin. Zelo verjetno se v teh plasteh pojavlja plin v Vučkovcu, južno od Sv. Martina. Plasti pake in zgornje ratke se dvigajo tudi proti zahodu. Plinski izdanek je tudi v Kobiljanskem potoku pri mostu ob mehanični delavnici Nafte v Lendavi.

Verjetno tvorijo zgornji, peščeni horizonti plasti abichi nekak kotel z dnom pri Petišovcih. Pobočja tega kotla se dvigajo v antiklinali Lovaszi, v ormoško-selniški antiklinali in proti zahodu. Proti vzhodu pa razmere še niso znane. V teh pobočjih so povsod opazili plin, v Dolini celo



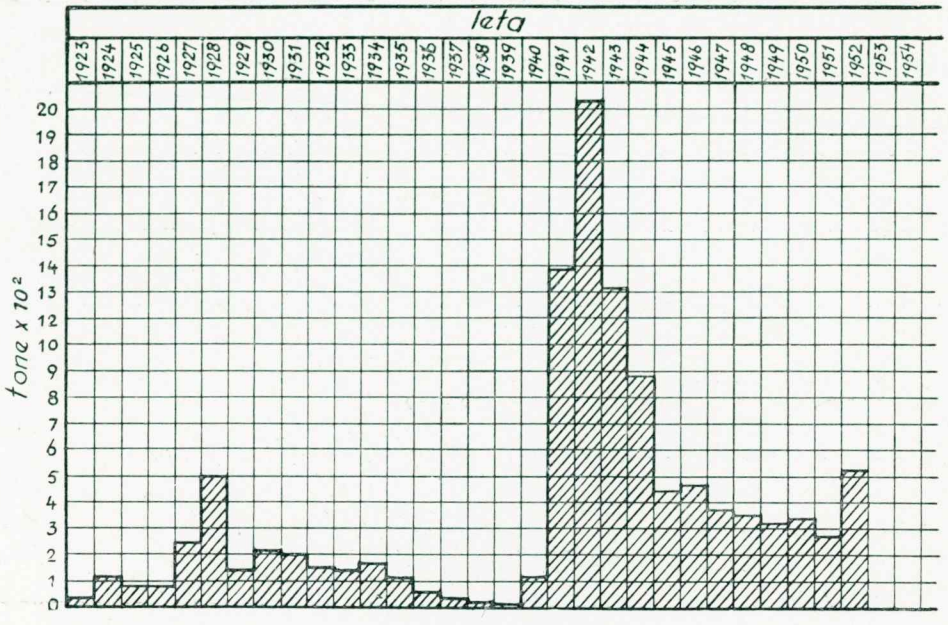
10. sl. — Fig. 10
Proizvodnja nafte v Peklenici
Oil production in Peklenica

v ekonomskih količinah. V sredi kotla pri Petišovcih je verjetno v teh plasteh samo voda. Ni izključeno, da sta ormoško-selniška antiklinala in antiklinala Lovaszi po teh zgornjih plasteh v medsebojni zvezi. Debelina plasti abichi znaša pri Petišovcih 500—600 m.

Primerjava sedimentov spodnjega panona pri Selnici, Peklenici in Petišovcih s sedimenti spodnjega panona na Kogu je težavnejša. Najprej opazimo popolno pomanjkanje tipičnih plasti abichi z vodilno školjko *Paradacna abichi*, ki je pri Selnici in Peklenici zelo številna. Tudi o značilnih provalencienezijskih plasteh na Kogu ne moremo več govoriti. Spodnji panon je na Kogu razvit v posebnem faciesu. Ti sedimenti se dajo skoraj bolje vzporejati z razvojem spodnjega pliocena v Dunajski kotlini kot z razvojem na Hrvatskem in Madžarskem. Meja med obema

razvojema poteka med Kogom in Selnico. Selniško-petišovski facies bi imenovali še tipični panonski, facies na Kogu pa že obalni panonski.

V začetku pliocena se je obala Panonskega morja premaknila na ozemlju današnjih Slovenskih goric močno proti vzhodu. Kog je postal obrežje s plitvo vodo. Blizu so se izlivale reke, predhodnice današnje Mure in Drave. Voda je bila razmeroma sladka.



11. sl. — Fig. 11

Proizvodnja nafte v Selnici

Oil production in Selnica

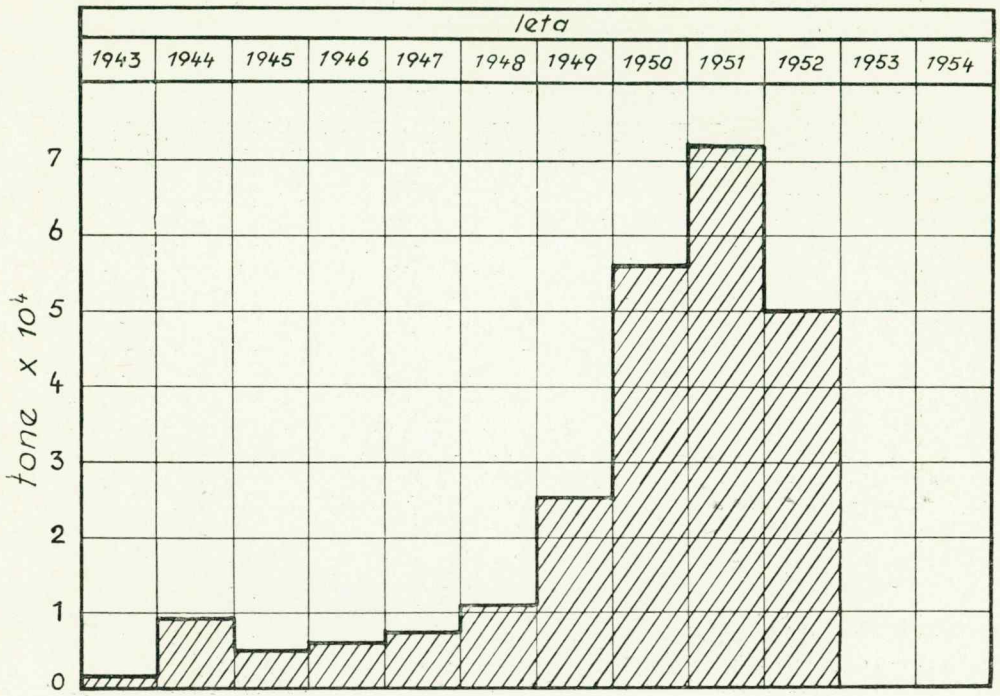
Preostanke sedimentov globlje vode najdemo na jugozahodnem pobočju Pavlovskega vrha v obliki svetlih, trdih, apnenih laporjev, ki leže tik nad sarmatom. V njih sta bila najdena

Cardium cf. *cekuši* Gor.-Kr.
Cardium sp.

Po prvem fosilu sklepamo na ekvivalent G o r j a n o v i č e v i h belih laporjev ali J e n k o v i h (1944, p. 95) plasti croatica, ki ustrezajo provalencienezijskim plastem. Med usedanjem teh plasti je segal vpliv tipičnega panonskega faciesa še čez Kog, pozneje pa se je ta facies umaknil proti vzhodu.

Takoj nad svetlimi, trdimi laporji leže kompaktne, sive gline, peščeni, sljudnati laporji in kremenovi peski. Laporji vsebujejo ostrakode. V zgornjem delu je bil najden fosil *Limnocardium trifkoviči* Brus. Peščena pri-

mes v glinah in laporjih in debeli, peščeni skladi kažejo, da se je globina morja tedaj znatno zmanjšala. Te plasti primerjamo z ostrakodnimi in kardijskimi peščenimi laporji v Dunajskem bazenu (W i n k l e r, 1951), kjer tudi spadajo v spodnjepanonski obalni razvoj.



12. sl. — Fig. 12
Proizvodnja nafte v Petišovcih.
Oil production in Petišovci

Nad ostrakodnimi laporji sledi na Kogu pas glinastih sljudnatih laporjev, peskov in peščenjakov. Petrografsko je torej enako razvit kot horizont ostrakodnih laporjev, peskov in peščenjakov. Ločita se po favni. Južno od Svetin, pri koti 295 m, smo našli fosile:

Planorbis sp.
Paradacna ex gr. *okrugiči* Brus.
Dreissensia cf. *auricularis* Fuchs.
Limnocardium sp. ex. gr. *apertum* Münst.
Limnocardium secans Fuchs.
Limnocardium cf. *otiophorum* Brus.
Planorbis pachychilus Brus.
Planorbis homalosomus Brus.
in razne vrste ostrakodov.



Pregledna gravimetrična karta Obmurja - General gravimetric Map of Obmurje

Jugovzhodno od Svetin med kotama 233 in 311 ob poti, ki pelje od kote 315 m proti zahodu—severozahodu, so bili najdeni:

Limnocardium cf. *secans* Fuchs.
Limnocardium sp.
Pisidium sp.

Na podlagi vseh teh najdb je domneval Stevanović, da gre za neke prehodne plasti med plastmi abichi in plastmi rhomboidea.

Nad plastmi abichi slede plasti rhomboidea. V selniškem delu antiklinale jih na temenu ne najdemo, pač pa leže na severnem in južnem krilu antiklinale. Vzhodno od Selnice se plasti z obeh kril na temenu združijo. V Peklenici so dobivali težko asfaltno nafto iz plasti rhomboidea. Tem plastem pripadajo tudi naftni izdanki ob potoku Brodec.

Janoschekova geološka skica (1. sl.) nam kaže, kako si sledijo na ormoško-selniški antiklinali na obeh krilih mlajše plasti, ki se na temenu proti vzhodu z obeh kril združujejo. Tako tvorijo na geološki karti slike nekakšnih podkev, obrnjenih s konveksnim delom proti vzhodu. Mlajši skladi, zlasti plasti rhomboidea, so prvotno prekrivali verjetno celo teme antiklinale do Koga. V mlajšem pliocenu in v pleistocenu so bile te plasti delno odstranjene z denudacijo.

Plasti rhomboidea so doslej pomembne za naftno industrijo le v Peklenici. V Petišovcih in Dolini jih še niso raziskali, vendar bi na podlagi elektrokarotažnih diagramov sodili, da niso produktivne. Zgrajene so podobno kot provalencienezijske in plasti abichi iz laporjev z vmesnimi tanjšimi vložki svetlih kremenovih peščenjakov. Zgradbo plasti rhomboidea lahko še najbolje vidimo iz profila čez pekleniške vrtine.

Plasti rhomboidea so še brakične. V Petišovcih znaša njihova debelina okoli 400 m, pri Peklenici in na Kogu pa 400 do 650 m. V Petišovcih niso našli v njih fosilnega materiala, ker v teh plasteh niso nikoli vrtali na jedro. Tudi Moos ne omenja nikakih fosilov iz teh plasti na temenu selniške antiklinale. Preostane nam torej edino Kog, kjer smo pri površinskem geološkem kartiranju nabrali precej fosilov. Pripomniti moram, da je bilo nabranega materiala razmeroma mnogo, toda različnih vrst je bilo zelo malo. Najpogostnejša od vseh je bila *Congeria brandenburgi* Brus. Ta vrsta je izredno pogostna v plasteh rhomboidea v obalnih delih Panonskega morja, ki nastopajo v Sloveniji. Naše plasti rhomboidea, ki se pojavljajo v Slovenskih goricah na severu in na Krškem polju na jugu (Pleničar, Ramovš, 1954), prav posebno karakterizira školjka *Congeria brandenburgi*. Poleg te vrste smo našli na Kogu še naslednje:

Congeria ornithopsis Brus.
Congeria turgida Brus.
Dreissensionya croatica Brus.
Limnocardium baraci Brus.
Paradacna cf. *okrugiči* Brus.

Ti fosili so bili najdeni jugovzhodno od Temnega, severozahodno od kote 290 m, dalje jugovzhodno od Jeruzalema in pod Plavščkom.

Čim više prihajamo, tem bolj so stratigrafski horizonti facialno enotni v Slovenskih goricah in Prekmurju. To je razumljivo, ker so mlajše pliocenske plasti sladkovodne in ni bilo torej več razlik med obalnimi in globljimi deli Panonskega morja.

Nad plastmi rhomboidea sledi sladkovodni horizont, zgrajen v glavnem iz peskov in prodov. Vmes so vložki glin z lignitom. Številni premogovniki od Jeruzalema čez Presiko, Robadje, Sv. Martin, M. Središče do Peklenice, od katerih so nekateri odprti, drugi pa zaprti ali opuščeni, nam kažejo razprostiranje tega horizonta. Na plasti lignita v tem sladkovodnem horizontu so zadeli z vrtino Mg-4 na globini 10—22 m.

Na Kogu smo našli v številnih fosilnih nahajališčih vrste

Helix doderleini Brus.
Helix pilari Brus.
Planorbis ex gr. *cornu*

in odlomke školjke *Unio* sp. Enake fosile sem našel tudi v Lendavskih goricah pri vrtini nad naseljem Nafta in v usekih ob cesti, ki vodi iz Lendave mimo naselja Nafte dalje proti Pincam. Mnenja sem, da pripadajo te sladkovodne plasti horizontu *Unio wetzleri.*

V petišovskem polju nam je dala o teh plasteh nekaj podatkov le vrtina Pt-4, ki so jo v zgornjem delu vrtali na jedro. Nadalje vemo, da južne vrtine na petišovskem polju zadenejo na globinah 450 do 550 m na nekoliko debelejše plasti lignita.

Profil Pt 4 v zgornjem delu je naslednji:

0,00— 28,80 m	pleistocen
28,80— 35,20 m	?
35,20— 40,13 m	svetlosiv, nekoliko peščen, glinast lapor z vložki peska, debelimi 1 cm
40,13— 46,00 m	menjavanje sivozelene gline z apnenimi konkrecijami in sivim, peščenim, glinastim laporjem
46,00— 92,30 m	siva, peščena, lapornata glina s tankimi vložki peska
92,30—101,00 m	nekoliko trši, peščen, siv lapor
101,00—110,00 m	siv peščenoglinast lapor z vložki sivozelene gline in peska; ostanki *Unio* sp.; nagnjenost plasti 6°
110,00—115,50 m	pretežno kremenov pesek z glino in lapor z rastlinskimi ostanki; nagnjenost plasti 6—8°
115,50—118,50 m	isto s 15 cm vložkom lignita
118,50—122,70 m	kremenov pesek in sivozelena glina
122,70—137,00 m	sivozelena, peščena glina in pesek
137,00—206,00 m	peščen in glinast lapor z rastlinskimi ostanki in dvema vložkoma lignita v globini 191—195 m; prvi debel 20 cm, drugi 15 cm. Dalje so vrtali z dletom.

Zelo verjetno so zgrajene tudi gorice v severnem Prekmurju iz sedimentov horizonta Unio wetzleri.

Omembe vredna je še najdba dveh zob *Mastodon* sp. v goricah pri Čentibi. Leta 1951 ju je našel kmet Marton Franc pri rigolanju vinograda.

Nad horizontom Unio wetzleri je debelejša plast kremenovega proda. Winkler ga je prišteval k dakijskemu produ (1944). Leži diskordantno nad ostalim pliocenom. Posebno močno je razvit ta prod pri Ljutomeru, kjer je iz njega zgrajen hrib Kamenščak. Enak prod prekriva tudi severozahodni del Lendavskih goric in pretežni del Goričkega (severno Prekmurje).

Pri Ljutomeru smo zasledili pod dakijskim prodom še neke sivozelene gline s polžem *Vivipara* ex gr. *viminatica* Brus. in *Bythinia* sp. Starost te gline ni določena.

Mlajše pliocenske prode je težko ločiti med seboj in od pleistocenskih prodov. Po petrografskem sestavu so navadno enaki. Močno prevladujejo kremenovi prodi. Vmes dobimo prodnike metamorfnih kamenin, ne najdemo pa prodnike karbonatnih kamenin.

S tem smo nakazali v glavnih obrisih geološko sliko Prekmurja in Slovenskih goric. Odgovore na številna nerešena vprašanja, ki se nam pri tem postavljajo, nam bodo dajale nove raziskovalne vrtine, ki se že vrtajo ali pa se še bodo. Ravno ta perspektiva nam daje pobudo za nadaljnji študij geoloških problemov Slovenskih goric in Prekmurja, kjer lahko tudi prvenstveno pričakujemo nova naftna ležišča v Sloveniji.

OIL FIELDS IN THE OBMURJE

Preface

In this paper the author gives a survey of the geological and geophysical exploration as well as of the drilling carried out in the oil fields of Prekmurje, Medjimurje, and the eastern part of Slovenske gorice (Slovene Vineyard hills) from the earliest attempts to obtain oil in the middle of last century up to the present day. In the second part he presents the geological feature obtained on the basis of research.

Oil and Gas seeps

Oil and gas seeps have always been known to occur in the eastern part of Slovenske gorice and in Medjimurje. The most abundant oil seeps occur near the villages of Peklenica and Selnica, whereas gas seeps at Vučkovec near St. Martin. Beside these seeps, the geologist Dreger (1838) and Höfer (1844) mention outcrops of bitumen and a salt water spring near Vuzmetinci in the eastern part of Slovenske gorice. Inhabitants of the Prekmurje and Slovenske gorice point out many spots, especially along the courses of streams, where oil seeps up from time to time. Oil and gas have also been found incidentally at the digging of wells

all over the Prekmurje from the Hungarian frontier to Kog in the Slovenske gorice.

The most important outcrops are shown in Fig. 1.

First attempts to obtain Oil

The earliest attempts to exploit the Medjimurje oil fields commercially date back to the middle of last century. In 1860 Djuro Festetić of Čakovec, began to dig shafts near Peklenica, 10 m deep, in which the oil collected. Regular drilling for oil began in 1877 after the prospecting carried out in the Medjimurje by the Hungarian geologist Matyasovsky. In 1884—1885 Willim Singer, of Vienna, sank three oil wells near Peklenica, one of them 350 m deep. This boring yielded greenish, paraffin base-oil, whereas the other two, shallower, oil wells yielded asphalt oil.

In the same year H. Stavenov sank four borings at Selnica, 52 m, 231 m, 274 m, and 280 m deep respectively. Shortly afterwards, Stavenov gave up the work and W. Singer continued drilling at Selnica in 1899, but abandoned work at Peklenica. Between 1899 and 1905 he sank 31 borings at Selnica (See Table I). 16 borings were successful, the rest remained negative because of technical errors in the drilling and piping. Six of these oil wells were still yielding oil in 1920, and three in 1930 (Lipold, 1920).

In 1901, the geologist R. Zuber was the first to observe that Selnica and Peklenica are both situated on an anticline with an East-West axis and an eastward inclination (Böhm, 1939).

Between 1911 an 1913 the Hungaro-British Company London-Budapest Oil Ltd. sank one deep boring (624 m) at Selnica and 18 or 19 shallow ones. Only five of all these borings were successful. The same Company sank one deep boring at Peklenica and another at Vučkovec near St. Martin. The boring at Peklenica proved unsuccessful, but the boring at Vučkovec, about 800 m deep, in still yielding both gas and hot water, and public baths have been built in connection with it. An analysis of the water, made on April 12, 1950 by the Oil Institute (Institut za naftu) in Zagreb, is given on p. 40—41. This analysis goes to show that this water probably rises in the strata of the oil deposits. In 1953 it flowed from the boring into the swimming pool at the rate of about 900 litres of water per min. Besides water, inflammable gas escapes from the bore hole. Figs. 2 and 3 show the geological conditions of this bore hole.

Between 1919 and 1922, the Yugoslav State Authorities sank six new wells and cleaned out the old ones. Three of the new wells were successful. In 1920 the monthly yield was 13.360 litres of oil (Lipold, 1920).

Table 2 gives a survey of the Yugoslav oil wells.

1923 saw the constitution of the Medjimurska petrolejska d. d. (Medjimurje Oil Co.) with owned 34 claims with a surface extent

of 8 km² each. It was under the administration of this Company that prospecting for oil in the Medjimurje was for the first time systematically undertaken. Karel Friedel and August Moos were employed as geologists, especially Moos has thoroughly explored the Medjimurje oil fields and laid the foundations for all subsequent research. Between 1927 and 1930 he mapped the surroundings of Selnica geologically. He excavated shallow shafts from which he recovered pliocene material from below Holocene and Pleistocene strata. He carefully examined the cores taken from the wells which he sank during those years. Working for the Medjimurska petrolejska d. d., Anton Raky sank 22 borings and excavated two shafts. All these borings were drilled round Selnica. They were of various depths — 100 m to 1030 m; but they exploited only the upper oil horizon of Selnica to a depth of 120 to 189.7 m.

Between 1931 and 1941, the Medjimurska petrolejska d. d. engaged in extensive boring operations at Peklenica. They sank 69 shallow borings, deeper ones ranging from 40 m to 100 m and two deep wells of 1130 and 323.50 m respectively. Of the 69 shallow bore holes 41 were successful. They exploited the Peklenica oil horizon of heavy asphalt oil which wells up southwest of Peklenica. The two deep bore holes proved unsuccessful.

In 1938, the Medjimurska petrolejska d. d. (Medjimurje Oil Co.) opened up the boring Sitnica-1 between Selnica and Mursko Središče. The well was 1103.6 m deep. Despite several auspicious symptoms it was pronounced negative and filled up with clay. In May, 1940, oil was seen to flow from this well. During the course of two years it yielded 200 kg of oil daily, and oil in small quantities continued to seep from this boring up to the beginning of 1952.

On the basis of preliminary geophysical and geological exploration, the Yugoslav State Monopol sank the borings Križovec-I and Križovec-II close to the Yugoslav-Hungarian frontier. They sank these borings in 1939. The first to a depth of 435.5 m, and the second to a depth of 1563.7 m. They gave up work on both borings because of an accident to the drilling machinery which broke and remained at the bottom of the borings, neither of which yielding any results.

In 1940, the German Oil Company "Elverath A. G.", of Hannover, founded the "Jugopetrol A. D". in Yugoslavia. This company was later renamed "Petrolej".

"Jugopetrol" undertook an extensive programme of exploration in the Medjimurje. First of all the terrain was geophysically explored. The geophysical measurements were taken by the Seismos Company of Hannover, which drew up a gravimetric map of the Medjimurje. These geophysical measurements confirmed the anticlinal structure of the region between Ormož, Selnica, and Peklenica. In view of the positive results yielded by the boring Sitnica-1, and on the basis of geophysical meausurements, the Geological department of "Jugopetrol" located the bore hole Mura-1, 350 m southwest of Sitnica-1. The final depth of this

bore hole was 500 m. In spite of careful work there were no positive results. A little higher up on the anticlinal they sank another boring — Mura-2 — to a depth of 474.3 m, but without success. In the bore holes Mura-1 and Mura-2 they found only traces of gas and oil of no commercial value.

Besides these borings they sank some additional shallow borings at Peklenica and Selnica — 14 at Peklenica, and 25 at Selnica. (See tables 3 and 4.) At Peklenica they sank one deep bore hole as well.

In the eastern part of Slovenske gorice there was no special interest in oil before 1923, when the Bitumen Co. began boring at Hum, northeast of Ormož. The bore hole was 900 m deep, and results were negative. About the same time the Anglo-Persian Oil Co. sank four bore holes in the neighbourhood of Hum, one of them to a depth of 800 m, but without obtaining positive results.

In 1943 and 1944 the Seismos-Company m. b. H., of Hannover, undertook the gravimetric, magnetometric, and seismic explorations of Slovenske gorice, Medjimurje, and the southern Prekmurje. The Petrolej Co. devoted specially intensive research to the Tortonian strata in the eastern part of Slovenske gorice round Kog. First they sank structural borings and established the anticlinal structure on the basis of the leading horizon containing *Dentalina* sp. (J a n o s c h e k, 1945).

W i n k l e r was the first who explored the whole of the Slovenske gorice geologically in 1944 and 1945. After him, H o l y and S t a r c h leaded by J a n o s c h e k, devoted special attention to the eastern part of that range.

They drilled structural bore holes also in the surroundings of Sv. Jurij on the Ščavnica and west of Sv. Jurij at Sv. Anton (D u h o v n i k, 1945).

"Petrolej" began with drilling at Kog, where they sank the first bore hole Kog-1, close to the southeastern limit of the gravimetric maximum, beside the road leading from Dravsko Središče to Ljutomer (Fig. 1). They bored down to 1173.50 m, but abandoned the work because of the war. Every 30 m they took cores. They bored through the Tortonian strata. They also made an electric log which shows at least one porous stratum at a depth of 577 to 590 m.

After the war, the "Proizvodnja nafte Lendava" (Oil Production Lendava) continued the drilling down to 1552.5 m, where the drilling rod broke and could not be recovered. They explored the bore-hole as far as possible but without positive results. They found only traces of oil and gas. Gas still rises in small bubbles in the abandoned bore hole.

The mixed Hungaro-German Company MANAT (Magyar-Német Ásványolajipar R. T.) was more fortunate with 6 bore holes which it sank in 1942—1944, east of Lendava at Dolina. These bore holes were from 1200 to 1700 m deep. In the first bore hole, under pressure of 120 atmospheres, they struck gas at a depth of 1260 m. In the second and third oil wells they struck oil as well at lower horizons. In this way they discovered the Dolina oil field which, however, today yields only gas.

A similar mixed Italian-German Co. ONART (Olasz-Német Ásványolajipar R. T.) drilled at the village of Petišovci, southeast of Lendava. The first oil well was drilled from Jan. 29. till July 7, 1943. It was 1749 m deep. The site of the boring was determined by B ö h m, geologist on the staff of "Petrolej", on the gravimetrical projection on which the village of Petišovci is situated (Fig. 4). From the layers of sand at depths of 1668 to 1673 m and 1698 to 1703 m respectively they obtained, in October, 1943, as much 10 tons of oil a day and 2 tons of water. The oil was pumped. This oil well is still yielding, thanks to a secondary method of exploitation introduced in the Petišovci oil field.

Besides this first oil well at Petišovci, a second and a third were drilled, and then the Lendvarét bore hole, east of Petišovci. The second oil well at Petišovci is 2271.1 m deep and goes down to the II. Mediterranean strata. The second and third oil wells at Petišovci yielded positive results, but Lendvarét proved negative.

In 1942 and 1943, MANAT also sank two bore holes near Murska Sobota. The first was at Črnelavci, 1.7 km west of Murska Sobota on the road to Radgona. At a depth of 791.9 m they came upon gneiss. They bored through both Upper and Lower Pannonian, but failed to find traces of either oil or gas.

At the same time, MANAT sank two bore holes in the Murski gozd (Mura Forest), east of Peklenica. The borings, about 600 m deep, failed to yield positive results.

Thus, by the end of the war in 1945, new oil fields had been discovered in Dolina and at Petišovci, while the oil fields at Selnica and Peklenica continued to yield about 0,5 tons a day each of them.

Prospecting in Slovenske gorice, round Murska Sobota and in the Murski gozd remained unsuccessful.

Both the "Jugoslovanski kombinat za nafto in plin" (Yugoslav Cooperative for Oil and Gas) and, later on, the enterprise "Proizvodnja nafte" (Oil Production) in Lendava extended the oil fields at Dolina and Petišovci and organised the production.

They also continued prospecting. The Kombinat za nafto in plin sank a series of shallow borings along the Ormož—Selnica anticline. Several of these bore holes round Selnica proved productive. The Kombinat also had gravimetric and seismic measurements carried out around Lendava, Selnica and Peklenica by the Geophysical Institute of Belgrade.

The "Proizvodnja nafte" (Oil Production) enterprise was even more systematic in its prospecting operations which extended over the whole of Slovenske gorice, Medjimurje and the southern Prekmurje.

From 1950 to 1954, the geophysical crews of the Geophysical Institute in Zagreb, the Geological Survey in Ljubljana and the Institute for Geophysical Research in Belgrade have been at work in this district. The Ptujsko polje (Plain of Ptuj), Apaška kotlina-basin and the area between the Lendava—Mursko Središče road and Kot, Kapca and Dolgoveške gorice have all been measured with a torsion balance. Gravimetric measurements were carried out in Dolgoveške gorice, the

Murski gozd (Mura Forest), the ground between Kot, Kapca, Lendava and the Lendava—Mursko Središče road; in hills south of Apače, the Bogojina anticline and Slovenske gorice between Radenci and Sv. Andraž. The Bogojina anticline and the Radenci and Sv. Andraž-area were measured magnetometrically as well.

The seismic profile was performed from Kot via Gornji Lakoš and the western part of Lendava up to the Hungaro-Yugoslav frontier.

In 1951, two crews of the Geological Survey of Ljubljana jointly drew up a geological map of the district — one of the western part of Slovenske gorice near Cmurek and another of the eastern part around Kog.

On the basis of all this research the enterprise Proizvodnja nafte of Lendava, proceeded to sink both deep and shallow borings for purposes of exploration. At Kog, they carried the German bore hole Kog-1 down to 1552.5 m in depth and sank three shallow bore holes as well, each of them to a depth of about 620 m and fourth one to a depth of 1977,3 m. Of all these bore holes the last-mentioned deep bore hole proved the most hopeful. It was thoroughly examined during drilling operations and is now ready for perforation. It is expected to yield gas. Meantime a new bore hole has been located on Kog, the southern flank of the anticline, where boring will be carried down through tertiary formation to bedrock.

Two deep bore holes in the Mura Forest in 1953—1954 are drilled. The bore hole Mg-3 proved unsuccessful, whereas the second oil well yielded from the depth about 1540 metres oil on asphalt basis.

In 1954, an exploratory bore hole was sunk at Filovci on the Bogojina anticline. In September 1954, they had reached the Abichi strata at a depth of more than a 2200 metres. They intend to continue drilling right down to bedrock.

At Sitnica N of Mursko Središče a new bore hole — Sitnica-2 — is being drilled beside the old Sitnica-1 sunk by Jugopetrol. Drilling is to be continued down to 2160,8 m in Tortonian. Strong gas pressure (350 atmospheres) has been noticed already during drilling operations, but no perforation was mady there as yet.

Tectonics

On the geophysical map of the Obmurje (Fig. 4) we at the first view perceive the well developed anticline extending from Ormož over Kog, Selnica and Peklenica. It branches off from the line represented by Konjiška gora, Plešivec, Rogaška gora, Macelj and Ravna gora. According to D i e n e r (1903) this line forms en extend of the Karavanke, M o o s , however, assigns it to the Posavske gube (Posavje folds). The axis of the Ormož—Selnica anticline descends from Kog through Selnica and Peklenica towards Budafapuszta and then rises again towards the Balaton. The anticline extends from Haloze to the Bakonya Forest. On either side of it Triassic emerges from under Tertiary for-

mations, from which we conclude that also in the middle section of the anticline Triassic sediments form the substratum of Tertiary formations.

The oil fields of Selnica, Peklenica, Petišovci, Lovaszi, Lendva Ujfalu and Lispe form a kind of elongated domes on the main Ormož—Selnica—Budafapuszta anticline. Petišovci is at a very low structural terrace in the synclinal area between the parallel ridges of Selnica—Peklenica and Lovaszi (Fig. 7). The oil fields are separated from each other by faults and zones in which the porosity of the oil collectors differs essentially. Towards the North, the Ormož—Selnica anticline passes into the Ljutomer syncline, and southward into the syncline of Čakovec.

The exceptionally steep inclination of the Middle Tortonian strata in the bore holes Kog-5 and Sitnica-2 show that there may be a kind of horst below the Ormož—Selnica anticline. From the less inclined position of the Upper Tortonian strata (Figs. 6 and 7) we conclude that the presumed horst rose into the Lower Tortonian. A second, and more important discordance is noticeable in the Pannonian region, from which we deduce the existence of older, Pliocene folds. According to W i n k l e r (1951) these Pliocene folding processes began in the Styrian basin in the Upper Pannonian and ended in the Middle Pliocene. Geophysical structure maps confirm the discordances in the Pannonian in the Petišovci oil field. (Figs. 8 and 9). Traces of Upper Pannonian folding are noticeable in the eastern part of Slovenske gorice. It is indicated by the almost horizontal position of the Dakian gravel above the inclined strata of the *Unio Wetzleri* horizon.

The remaining anticlinal formations shown in Fig. 6 take place between Radgona and Dobrovnik. For the moment we still call them anticlines; drilling will show whether it is not perhaps a case of some other tectonic structure, separated by faults. The southwest to northeast direction is characteristic of all of them. Drilling at Murska Sobota has shown that Pliocene strata lie directly on gneiss. Under the Ormož—Selnica anticline we expect to find Triassic sediments. The difference between the substrata of both anticlinal systems is apparent also from the fact that the main constituent of the gases of the Ormož—Selnica anticline are carbo-hydrates, whereas carbon dioxide prevails in the Sobota—Radgona system with its crystalline bed-rock.

Stratigraphy

Tortonian. Various stratigraphical horizons from the Upper Miocene to the youngest Pliocene can be conveniently studied in the Ormož—Selnica anticline. The earliest strata are those of Lower Tortonian which we found at Ormož near the bathing place on the Drava. In it microfauna may be found characteristic for Lower Tortonian. It is a stage of Lower Tortonian limestone formation and conglomerates corresponding with Spielfeld marl (W i n k l e r , 1951, pp. 436, 442). We came upon the same horizon in the bore hole Kog-3 at a depth of 320 m. We find Middle Tortonian at Hum, northeast of Ormož and in the bore holes Kog-1, Kog-3, and Kog-5. Concerning Kog-2 we lack sufficient data.

Upper Tortonian appears on the surface on the Kog. There, too, we found numerous species of macrofauna (see p. 71). We found neither shleer nor Helvetian sediments either on the surface or in the bore holes anywhere between Ormož and the Kog.

Structural and deep drilling revealed traces of both gas and oil in the Tortonian.

Eastwards the Tortonian disappears under more recent sediments, beneath which the northern and southern branches are likewise buried. To the east at Železna gora and at Selnica exploratory borings were sunk by Kombinat, and even earlier similar bore holes were sunk at Selnica by Raky and Jugopetrol. At Petišovci two bore holes were sunk into the Tortonian, viz. Pt-2 (to a depth of 2271,1 m) and Pt-7 (to a depth of 2506,1 m). The upper limit of the Miocene formations was presumed to be at a depth of about 1780 m. The Tortonian at Petišovci has not yet been explored.

It is interesting to note that no Miocene sediments were found in either of the bore holes at Murska Sobota. There the Lower Pannonian strata lie on bedrock. This is explicable only on the assumption of exceptionally violent erosive action or, alternatively, that in the Miocene age the region round Murska Sobota was raised above the level of the Pannonian Sea. Petrographically, Tortonian appears in the form of grey marly sandstone formations and hard darkgrey sandy marls. Here and there you find small intercalations of Lithotamnian limestone.

Sarmatian. Above the Tortonian a series of strata containing *Ervilia* sp., *Mactra* sp. and *Tapes* sp. lies. We found faintly preserved these fossils during our geological mapping of the Kog. It was already assumed by Winkler (1944, p. 32) that these strata on Kog were Sarmatian. His assumption was confirmed by the bore holes Kog-5 and Kog-6 where we identified Sarmatian by the presence of certain microfauna. The stratum had a thickness of 150 to 200 m. In the bore hole Sitnica-2 we likewise identified 126 ms of Sarmatian by means of these microfauna. Far less Sarmatian was found in the Kombinat bore holes K-8 and K-10 west of Selnica. According Moos (1939) no Sarmatian was found in Selnica-bore holes. This fact seemed to him hardly explanable as the presence of Sarmatian was at that time established at Radgona. He explained the absence of Sarmatian strata at Selnica by the assumption that the crest of the Selnica anticline had been raised above the level of the Pontic Sea. The deep bore hole at Selnica projected by the Proizvodnja nafte (Oil Production) in Lendava will show whether Sarmatian occurs in Selnica as well, as it seams very likely. But until such proof is given we will keep to data established hitherto.

Sarmatian beds are very sandy. Between sands there are intercalations of sandy-clay, bituminous marly-shales and sandy marls. I think, that in the Ormož—Selnica anticline Lower Sarmatian is developed in the form of Ervilian marl and sands. In the western part of Slovenske gorice, Sarmatian formation is far more completly developed and occur in thicker strata as well. Šlebinger (1952) mentions Middle and Lower Sarmatian with gravel of the Carinthian Delta between.

Pliocene

Lower Pannonian. These strata begin with Ostracoda-marls rich in small Cardia. At Petišovci we find between these marls, some 2 to 10 m thick beds of light grey, medium grained, porous quartz sandstone embedded in it. These strata are main oil and gas collectors in the Petišovci oil field. The upper strata are uniformly thick and very extensive; the lower ones form a complicated lenticular system. For the moment we may include these marls and sandstones in the Provalenciennesia strata. But there are many indications which render this stratification doubtful; because it appears that here we have to deal exclusively with Abichi strata. The discovery of shells of the *Paradacna abichi* species at depths at which we had hitherto assumed that we should strike Provalenciennesia strata, and the presence of "White Foraminifera" close above the Petišovci strata and even within them, compels us to conclude that there are no Provalenciennesia strata at Petišovci. These "White Foraminifera" belong to the species which Wicher found in the Abichi strata in the Banat.

On the Kog we find Ostracoda and Cardita marls containing far lees sandstone than those at Petišovci. Below these we observed at Pavlovski vrh a small outcrop of hard calcareous marl in which we found *Cardium* cf. *cekuši* sp. Gor.-Kr. We conclude that here we have to deal with the equivalent of the white marl of Gorjanović and Jenko (1944, p. 95), the Strata Croatica, which correspond to the Provalenciennesia strata.

Above the Petišovci strata there are marls about 20 m thick and rich in fossils (see p. 76). We call them Lendava marl. Above them lies Lovaszi sandstone. All these series we have hitherto included in the Provalenciennesia strata.

Paradacna abichi Hoern. is the leading shell in the Abichi strata, in which we include both oil horizons of Selnica. This shell is very common in the Ormož—Selnica anticline at Selnica and Peklenica, but rare at Petišovci. We failed to observe this horizon on Kog. There we have a transition between Abichi- and Rhomboidea-strata. At Petišovci there are numerous arenaceous beds with lenticular oil intercalations and smaller quantities of gas in these Abichi strata. These beds are known as Ratka- and Paka-sandstones. "White Foraminifera" are common in these horizons.

In the middle of these Abichi strata there is an angular unconformity ascertained on the basis of structural maps.

Whereas the Abichi strata sandy horizons extend from Petišovci right up to the crest of the Ormož—Selnica anticline, marl is the only rock of the Provalenciennesia strata in the crest of the anticline; in the synclinal region of Petišovci they include sandy horizons which are the chief oil collectors in the Petišovci oil field. Finally it is interesting to note that on the crest of the Ormož—Selnica anticline (the Selnica oil horizon) the Abichi strata are productive as well as in the Lovaszi structure (the gas fields at Dolina) and in the Petišovci field.

The total thickness of the Lower Pannonian amounte from 700 to 800 metres.

Upper Pannonian. Above the Abichi strata we find Rhomboidea strata. These are oil-productive only at Peklenica where they yield heavy asphalt oil. The Rhomboidea strata are still brackish. At Petišovci they did not yield much fossils. Moos mentions no fossils in those strata on the crest of the Ormož—Selnica anticline. During our geological surface mapping of the district we found some species of fossil fauna on Kog. The most common form found was *Congeria brandenburgi* Brus. This species is specially common in the Rhomboidea strata in the littoral region of the Pannonian Sea in eastern Slovenia. The rest of the fauna is mentioned on p. 81. These Rhomboidea strata are about 400 ms thick.

All Lower and Upper Pannonian strata are petrographically equal. Between hard sandy and clay marls and marly sandstones strata of light grey porous quartz sandstones are embedded rich in mica and containing 10 to 20 % calcium carbonate partly cementing them.

Above the Rhomboidea strata follows the horizon formed mainly of sand and gravel, containing clay intercalations with lignite. The lignite in these strata is regularly mined. Their fossil fauna consists of snails of the genus *Helix* and *Planorbis* and shells of *Unio* sp. These strata form surround the Ormož—Selnica anticline as well as the Lendava Vineyard-hills and the hills of Goričko in the northern Prekmurje. I think these strata 500 to 650 ms thick are equivalent of the Unio wetzleri horizon.

The Unio wetzleri horizon is covered with a thick bed of quartz gravel. Winkler (1944) included it in Dakian gravel. It lies unconformably above the rest of the Pliocene. This gravel is specially evident near Ljutomer, where the Kamenščak-Hill is built up of it. Similar gravel covers the northeastern part of the Lendava Hills and the greater part of Goričko northern of Prekmurje.

Below the Dakian gravel near Ljutomer we came upon some greyish-green clay containing *Vivipara* ex Gr. *viminatica* Brus. and *Bythinia* sp. The age of this clay has not yet been determined.

It is difficult to distinguish the younger Pliocene gravels from each other and from the Pleistocene gravels. Petrographically they are very similar. Quartz pebbles predominate. Some metamorphic rocks-pebbles are found, but no carbonate pebbles.

LITERATURA

Böhm, K. E., 1940, Das Erdölvorkommen der Murinsel (Jugoslawien): Oel und Kohle, Berlin.

Diener, C., 1903, Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes, Wien.

Dreger, J., 1898, Erläuterungen zur geologischen Karte Pettau und Vinica, Wien.

Duhovnik, J., Ljubljana, 2. julij 1945, Poročilo o raziskovanju na nafto v okolici Bolfenka pri Ormožu (tipkano poročilo).

Filjak, R., Tektonski i stratigrafski odnosi samostalne strukture Petišovci prema antiklinali Selnica—Peklenica (diplomsko delo, tipkana kopija).

Gorjanović, Kr., 1890, Die praepontischen Bildungen des Agramer Gebirges; Glasnik hrv. nar. društva 5, Zagreb.

Höfer, K., 1894, Das Tertiär im nordosten von Friedau in Steiermark, Verlag der geol. R. A., Wien.

Janoschek, R., Wien 10. VII. 1946, Bericht über den gegenwärtigen Stand der Aufschlussarbeiten im Raume der ehemaligen von Deutschland besetzten Untersteiermark (tipkana kopija).

Jenko, K., 1944, Stratigrafski i tektonski snošaj pliocena južnog pobočja Požeške gore i Kasonje Brda; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.

Körössy, L., 1946, Kratki pregled medjimurskog istraživanja nafte; geološko tehnički pregled (tipkan prevod v hrvaščino).

Lipold, 1920, Službeno poročilo o vrelcih kamenega olja v Medjimurju (tipkano poročilo).

Melik, A., 1935, Slovenija, Ljubljana, p. 23.

Moos, A., 1939, Geologische Gutachten über das Erdölgebiet Selnica—Peklenica in Kroatien etc., Hannover, 25. julij (tipkan izvod).

Moos, A., 1944, Neue Funde von Lymnaeiden, insbesondere von Valenciennesiiden im Pannon Kroatiens; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.

Ocepek, D., 1951, Jamsko pridobivanje nafte v Selnici in Peklenici, Lendava.

Ožegović, F., 1944, Prilog geologiji mlađeg terciara na temelju podataka iz novijih dubokih bušotina u Hrvatskoj; Vjesnik Hrv. geol. zavoda, Zagreb.

Ožegović, F., 1946, Nafta u Medjimurju-Prekmurju (tipkan izvod).

Pleničar, M., — Ramovš, A., 1954, Poročilo o kartiranju pri Brežicah, Geologija 2, Ljubljana.

Rijavec, J., 1951, Poročila o mikropaleontoloških raziskovanjih materiala iz vrtin Kog-3, Kog-5, Kog-6, Mg-3, Mg-4, Pt-93 itd.

Schaffer, X., 1951, Geologie von Oesterreich, Winkler, p. 436.

Šlebinger, C., 1952, Poročilo o geološkem kartiranju terena Jakobski dol, Cmurek in Ščavnica, Ljubljana (tipkan izvod).

Tomašić, I., 1945, Nalazišta petroleja u Murskom području. Opis petrolejskih nalazišta na Medjimurju, Prekmurju, Slovenskim goricama in na madžarskoj granici (tipkan izvod), Zagreb.

Vajk, R., 1952, Geofizično ispitivanje jugozapadne Madžarske, Geophysics, april, Vol, XVII., št. 2.

Winkler, A., 1944, Tertiärbereiche des mittelsteierischen Beckens; Sonderdruck aus Berichte des Reichsamts für Bodenforschung; Wien.

Winkler, A., 1951. Die jungtektonischen Vorgänge im Steirischen Becken; Vorgelegt in der Sitzung am 21. juni.

Zajec, K., Poročilo o mikropaleontološkem raziskovanju materiala iz vrtine Fi-1.