



INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB  
NAFTAPLIN

**SLUŽBA ZA ISTRAŽIVANJE**

**GEOLOŠKI PROJEKT**  
**ISTRAŽNE BUŠOTINE ANTUNOVAC-1**  
**(Antu-1)**

INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. Zagreb

NAFTAPLIN

SLUŽBA ZA ISTRAŽIVANJE

**GEOLOŠKI PROJEKT**  
**ISTRAŽNE BUŠOTINE ANTUNOVAC-1**  
**(Antu-1)**

Zagreb, rujan 2001.

Geološki projekt za istražnu bušotinu Antunovac-1 (Antu-1) izrađen je u Službi za istraživanje.

Izrada geološkog projekta:

Voditelj projekta

\_\_\_\_\_  
Mario Šušterčić, dipl.ing.

Rukovoditelj PJ za seizmičku interpretaciju

\_\_\_\_\_  
Tatjana Durn, dipl.ing.

Rukovoditelj PJ za stratigrafiju

\_\_\_\_\_  
mr.sc. Dubravko Lučić, dipl.ing.

Rukovoditelj PJ za naftnu geologiju,  
hidrogeologiju i geokemiju

\_\_\_\_\_  
Rajko Perica, dipl.ing.

Direktor geoloških istraživanja

\_\_\_\_\_  
mr.sc. Željko Ivković, dipl.ing.

Direktor Službe za istraživanje

\_\_\_\_\_  
Josip Križ, dipl.ing.

Lokacija bušotine i geološki projekt za istražnu bušotinu Antunovac-1 (Antu-1) proizašao je kao rezultat regionalne strukturno-tektonske i geološke interpretacije područja Drava-istok.

Lokalitet Antunovac nalazi se unutar područja pokrivenog 2D seizmikom.

Strukturno-tektonska, stratigrafska, naftnogeološka i ekonomska procjena izrađena je u Službi za istraživanje.

Geološki projekt lokaliteta Antunovac-1 izradio je slijedeći tim:

Mario Šušterčić,dipl.ing.	Voditelj tima
Željka Brodić-Jakupak,dipl.ing.	Interpretator
Brankica Cirković,dipl.ing.	Naftni geolog
Tomislav Ištuk,dipl.ing.	Naftni geolog
Edita Balaž-Boromisa	Stratigraf
Igor Rusan,dipl.ing	Ekonomska procjena
Božo Jančiković	Petrofizičar
Marija Jandriš,geol.tehn.	Tehnička priprema i grafička obrada

Broj nositelja ulaganja projektirane istražne bušotine Antunovac-1 (Antu-1) je .



## **Sadržaj:**

1. UVOD
2. OSNOVNI PODACI O BUŠOTINI
  - 2.1. Naziv
  - 2.2. Položaj
  - 2.3. Približne koordinate i nadmorska visina
  - 2.4. Prognozna dubina
  - 2.5. Osnovni zadatak bušotine
3. GEOLOŠKA GRAĐA ŠIREG PROSTORA
  - 3.1. Stratigrafski i litološki odnosi
  - 3.2. Strukturno-tektonski odnosi
4. PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE
  - 4.1. Litostratigrafske jedinice i EK markeri
  - 4.2. Prognozne vrijednosti gradijenata tlakova i temperature
5. NAFTNO GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE I EKONOMSKA PROCJENA
  - 5.1. Pojave ugljikovodika u okolnim bušotinama
  - 5.2. Geokemijski odnosi
  - 5.3. Potencijalno ležište i svojstva rezervoar stijena
  - 5.4. Račun rezervi i ekonomska procjena lokaliteta
6. PROGRAM RADOVA U KANALU BUŠOTINE
  - 6.1. Detekcija ugljikovodika
  - 6.2. Uzorkovanje krhotina iz isplake
  - 6.3. Operativni geološki dijagram
  - 6.4. Mehaničko i bočno jezgrovanje
  - 6.5. Ispitivanje u otvorenom kanalu bušotine (DST)
  - 6.6. Karotažna mjerenja
  - 6.7. Mjerenja seizmičkih brzina
  - 6.8. Ispitivanje ležišta u zacjevljenom kanalu bušotine
7. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA
  - 7.1. Analize uzoraka stijena iz bušotina
  - 7.2. Analize slojnih fluida

## **Grafički prilozi**

1. Indeks karta
2. Položajna karta istražne bušotine
3. Prognozni geološki stup i program radova u istražnoj bušotini Antunovac-1 (Antu-1)
4. Dubinska strukturna karta po krovini brečokonglomerata
5. Vremenski seizmički peofil 1-1'
6. Naftno-geološki peofil A-A'
7. Naftno-geološki profil B-B'
8. Vremenski seizmički profil 2-2'
- 9 – 9 a Račun rezervi i ekonomska procjena

## 1. UVOD

Lokalitet Antunovac pripada, u regionalnom smislu, istočnom dijelu dravske depresije. Položajno je smješten cca 4 km istočno od istražne bušotine Te-1 i 4,5 km sjeveroistočno od istražne bušotine Ern-2.

Na temelju 2D seizmičkih profila dobre kvalitete, geoloških podataka istražnih bušotina Ern-1, Ern-2, Ern-3 i Te-1 rješeni su strukturno tektonski i naftno-geološki odnosi lokaliteta Antunovac.

Na lokalitetu Antunovac u brečokonglomeratima Mosti člana izdvojeno je potencijalno ležište nafte u strukturnoj-antiklinalnoj zamci.

Prema stupnju geološke istraženosti, lokalitet zadovoljava uvjete za razvrstavanje u C<sub>2</sub> kategoriju rezervi.

Odlučeno je da se istražnom bušotinom Antu-1 utvrdi postojanje ležišta nafte na lokalitetu Antunovac.

Istražna bušotina Antu-1 locirana je na karti, rujan 2001.g.

Očitana nadmorska visina sa karte, projektirane istražne bušotine Antu-1 iznosi 89 m.



# ANTUNOVAC

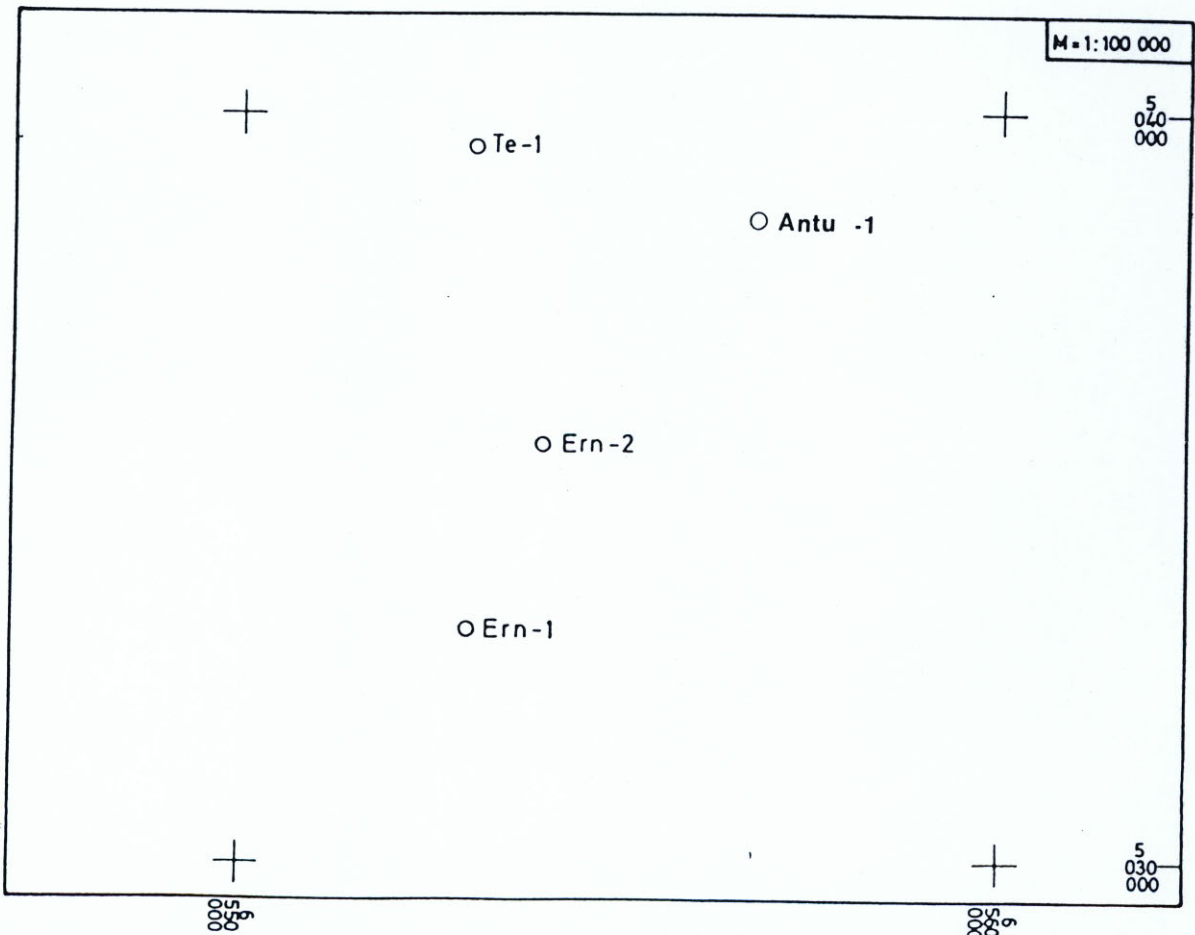
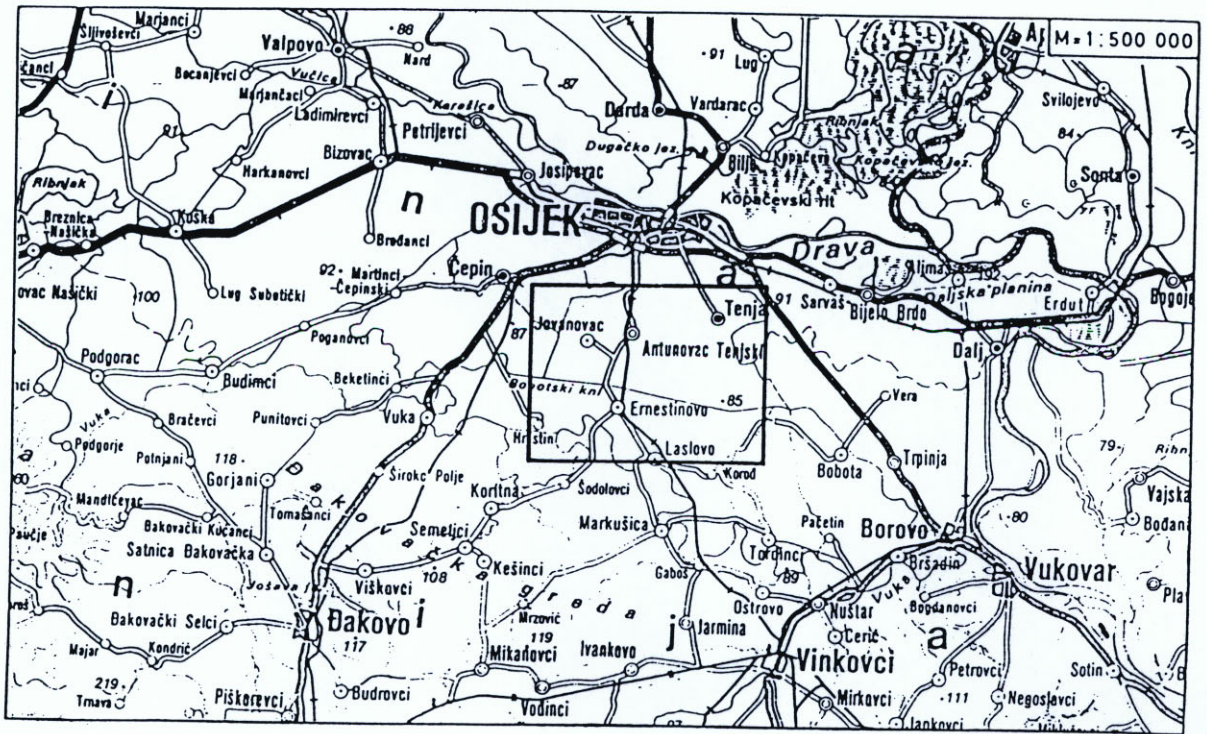
( INDEKS KARTE )

J.Zenko

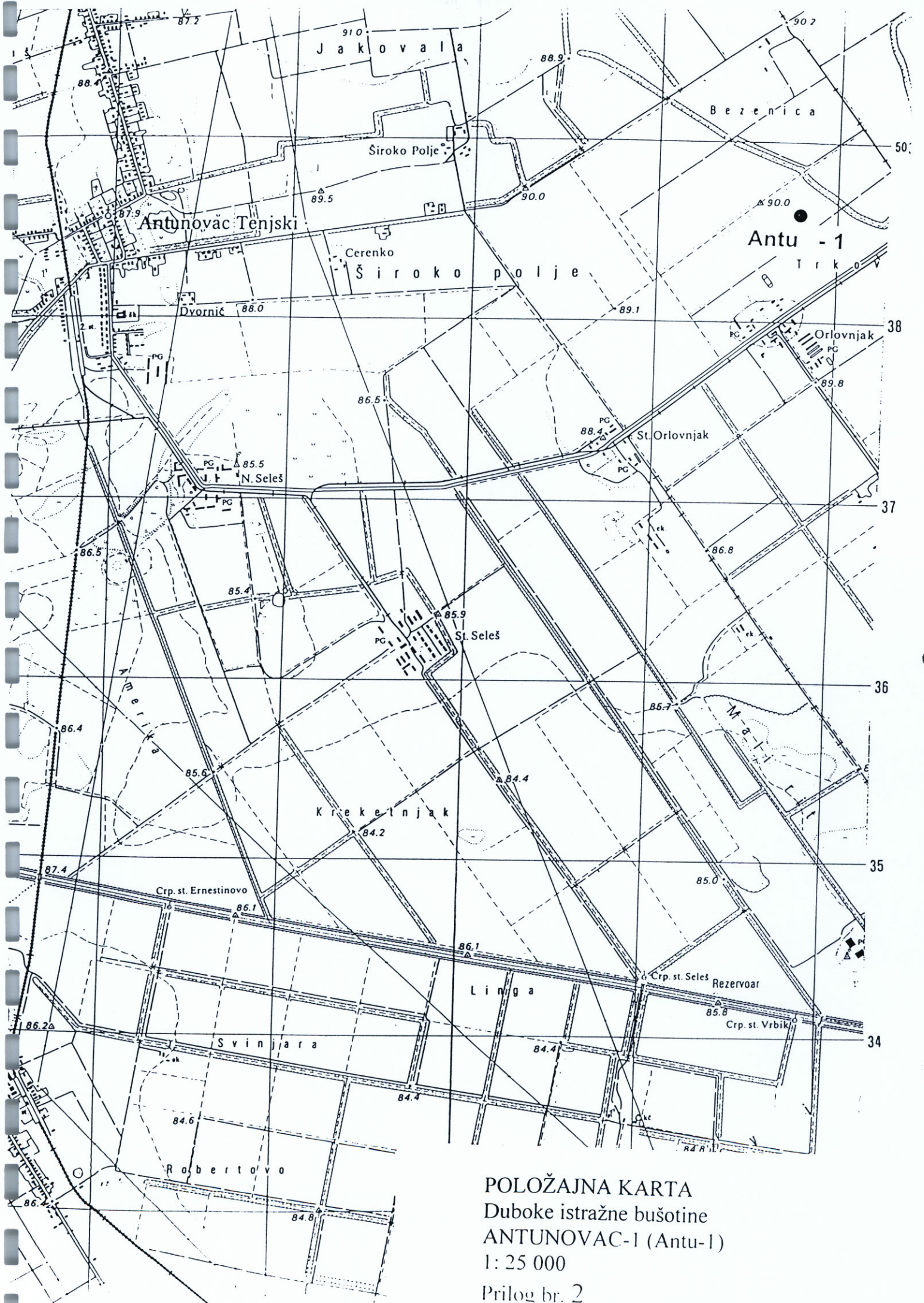
1

datum primitka:

datum predaje: 30. 8. 2001.







POLOŽAJNA KARTA  
 Duboke istražne bušotine  
 ANTUNOVAC-1 (Antu-1)  
 1: 25 000  
 Prilog br. 2



## 2. OSNOVNI PODACI O BUŠOTINI

2.1. Naziv: Antunovac-1 (Antu-1)

2.2. Položaj: Bušotina se nalazi cca 4 km istočno od bušotine Te-1 i 4,5 km sjeveroistočno od bušotine Ern-2

2.3. Približne koordinate i nadmorska visina:

$$X = 6\ 556\ 793,00$$

$$Y = 5\ 038\ 934,00$$

$$h = 89,00\ \text{m}$$

2.4. Prognozna dubina: 2800 m

2.5. Osnovni zadatak bušotine: Potrebno je probušiti i ispitati pretpostavljena ležišta nafte u brečokonglomeratima unutar miocenskih sedimenata.

## 3. GEOLOŠKA GRAĐA ŠIREG PROSTORA

### 3.1. Stratigrafski i litološki odnosi

Spoznaje o litološkoj građi i stratigrafskoj pripadnosti stijena na lokalitetu Antunovac temelje se na dosadašnjim rezultatima dubokog istražnog bušenja istočnog dijela Dravske potoline.

Na širem istražnom području nalaze se istražne bušotine: Dopsin-1, Tenjski Antunovac-1, Branjevina-1, Silaš-1, Ernestinovo-1,-2,-3, Osijek-1,-2, Brešće-1, Pomoćin-1.

Najstarije nabušene naslage su eruptivne i metamorfne stijene **temeljnog gorja** (gnajs, granit, škriljavac).

Krovinski dio ovih naslaga naknadno je intenzivno kataklaziran i izmijenjen u kataklastične breče čiji je kronostratigrafski položaj upitan. Neki autori svrstavaju ih



neposredno ispod regionalne diskordancije Tg, dok ih drugi ubrajaju u bazu tercijara, tj. u podinu Moslavačka gora formacije (“prebaden”).

**Moslavačka gora formacija** sastoji se od Mosti i Križevci člana, a karakterizira je izrazito složena i heterogena litologija.

Unutar **Mosti člana** moguće je izdvojiti dvije cjeline: donju, kronostratigrafski nedefiniranu koja bi mogla predstavljati bazu tercijara (“prebaden”) i gornju koja pripada srednjem miocenu.

Sredina taloženja im je različita. Donja cjelina litološki odgovara kontinentalno-marinskoj sredini, a gornja cjelina je izrazito marinska.

“Prebaden” izgrađuju već spomenute kataklastične breče sastavljene od fragmenata magmatsko-metamorfne podloge i oskudnog veziva. Vezivo je uglavnom sastavljeno od kvarc-sericita i karbonata.

Na njima transgresivno leže fosiliferne naslage srednjeg miocena. - “badeniena.”

Podinski dio badenskih naslaga čine krupnozrnate klastične stijene brečokonglomerati i pjeskovite breče izgrađene od fragmenata kvarcita, kvarcsericitskih škriljavaca, granita te malo fosilifernih vapnenaca. Vezivo je pjeskovito do kalcitno. Unutar ovih naslaga izdvojeno je potencijalno ležište.

Slijedi postepeni prijelaz u finije zrnate sedimente (siltozno-kalcitne lapore, mikrite, glinovito-siltozne mikrite, siltite) s tanjim ili debljim proslojcima granulastog karbonatnog pješčenjaka, kalkarenita, te konglomerata tipa debrita. Vjerojatno su nastali taloženjem iz mutnih struja.

Sastav i tip mikrofosilnih zajednica te teksturne odlike sedimenata ukazuju na tendenciju produbljanja sedimentacijske sredine idući u mlađe naslage.

U fosilifernim siltozno-kalcitnim laporima sa proslojcima glinovito-siltoznog mikrita prevladavaju planktonske foraminifere badena. Uz njih dolaze fragmenti koralinaceja, briozoa, te bentičke foraminifere. Navedena mikrofosilna zajednica upućuje na taloženje u plićem moru uz utjecaj otvorenog mora.

Pjeskoviti vapnenac (kalkarenit) sadrži koralinaceje, briozoe i bentičke foraminifere. Osnova stijene izgrađena je od karbonatnog mulja i sadrži mnogobrojne fosile i njihove krhotine (litotamnije, briozoe). Pjeskovita primjesa sastoji se od zrna kvarca i fragmenata stijena (granitoidnih).

Konglomerati tipa debrita predstavljaju kaotični sediment s intraklastima i pretaloženim plitkovodnim biogenim elementima (fragmenti litotamnija).

Badenski granulasti karbonatni pješčenjak sa siliciklastičnim i biogenim detritusom je sediment obalne zone taloženu blizini grebena.

Sedimenti srednjeg miocena prisutni su na području Ernestinova, a isključuju prema istoku (Sil-1) i zapadu (Dp-1).

Naslage sarmata dokazane su samo na dvjema bušotinama. Na Te-1 zastupljene su pjeskuljavim laporom i vapnenačkim pješčenjakom. Sediment je dijelom laminiran i sadrži biljno trunje. Sitnozrniji dio sadrži mikrofaunu koja dokazuje sarmat, a u pješčanim laminama zapažene su pretaložene badenske foraminifere.

Na bušotini Brš-1 naslage sarmata se vjerojatno sastoje od sitnozrnatih turbidita (izmjena laminita i pjeskovitih lapora s pojavom kliženja i trganja slojeva malih dimenzija).

**Križevci član** je najplići dio formacije i litološki je homogen. Zastupljen je kompaktnim kalcitnim laporima s makro i mikrofaunom karakterističnom za donji panon.

Naslage panona i ponta, kao i najpliće naslage izdvojene su komparacijom sa susjednim bušotinama.

**Ivanić Grad formacija** pripada gornjem panonu, a litološki je zastupljena finim klastitima (lapor, siltozni lapor).

Isti litološki sadržaj (lapor) ima i **Kloštar Ivanić formacija**.

Izmjena lapora, glinovitih i pjeskovitih lapora te pješčenjaka karakteristična je za **Bilogorsku formaciju**.

U najmlađim sedimentima **Lonja formacije** uz pijesak taloži se pretežno laporovita glina, ugljen i pjeskovita glina (slatkovodni sedimenti dacijskog i levantijskog kata).

Kvartarne naslage zastupljene su šljunkom, krupnozrnim pijeskom i pjeskovitim glinama.

### 3.2. Strukturno-tektonski odnosi

U toku regionalne geološko-seizmičke interpretacije bloka Drava istok došlo se, tokom rada, do novih geoloških spoznaja u smislu mogućeg otkrivanja akumulacije ugljikovodika. Jedna od potencijalnih zamki nalazi se između istražnih bušotina Tenjski Antunovac-1, Osijek-1, 2, 2 $\alpha$ , te Ernestinova-1, 2, 3.

Radi se o antiklinali formiranoj u miocenskim sedimentima tipa brečokonglomerata i pjeskovitih breča. Seizmički 2D profili u ovom području dobre su kvalitete, pa je tijekom seizmičke interpretacije uočena i interpretirana sekvenca vrlo izraženih seizmičkih refleksa, koji prema geološkim podacima istražne bušotine Ern-2



predstavljaju sedimente konglomerata i breča miocenske starosti. Južno od opisane antiklinale u području gdje se nalaze bušotine Ern-1,2,3 proteže se duboka sinklinala gdje su sedimenti miocena tektonski neporemećeni i zaliježu do dubine cca 2900m. Djelovanje tektonskih pokreta kroz nekoliko orogenetskih faza, tj. djelovanjem kompresionih pritisaka iz smjera sjeveroistoka prema jugozapadu, prouzročilo je stvaranje antiklinalne forme uz sam sjeverni rub sinklinale. Južno krilo antiklinale rasjednuto je reversnim rasjedom smjera pada prema sjeveru. Generalno pružanje antiklinale je zapad-istok-jugoistok. Prema karakteru seizmičkih refleksa (kaotični refleksi) na tjemenu antiklinale, može se zaključiti da se radi o razdrobljenim zonama gdje se mogu očekivati i dobra kolektorska svojstva u sedimentima brečokonglomerata. Najdublji dio, što je vidljivo na prilogu br.5

Izrađena je dubinska strukturalna karta po krovini brečokonglomerata koji su i glavni cilj istraživanja (prilog br. 4)

Prikazana su dva ključna vremenska seizmička profila sa lokacijom istražne bušotine Antu-1. Dubinska strukturalna karta i naftno geološki profili konstruirani su na temelju mjerenja zakona brzina u bušotini Ern-2

#### **4. PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE**

##### **4.1. Litostratigrafske jedinice i EK markeri**

U profilu bušotine očekuje se slijedeće litostratigrafske jedinice i markeri:

**0 – 934 m**

**LONJA FORMACIJA**

0 - cca 200 m

**KVARTAR**

šljunak, krupnozrni pijesak, pjeskovita glina

cca 200 – 934 m

**PLIOCEN**

pjeskovita glina, glinoviti i pjeskoviti lapor, lapor, proslojci ugljena

	(EK $\alpha$ 934 m)
934 – 1342 m	<b>BILOGORSKA FORMACIJA (GORNJI PONT)</b> izmjena lapora, glinovitih i pjeskovitih lapora, pješčenjaka
	(EK $\Delta$ 1342 m)
1342 – 1550 m	<b>KLOŠTAR IVANIĆ FORMACIJA (DONJI PONT)</b> lapor
	(EK Z' 1550 m)
1550 – 1670 m	<b>IVANIĆ GRAD FORMACIJA (GORNJI PANON)</b> lapor, siltozni lapor
	(EK Rs5 1670 m)
1670 – 2800 m	<b>MOSLAVAČKA GORA FORMACIJA</b>
1670– 1700 m	<b>KRIŽEVCI ČLAN (DONJI PANON)</b> vapneni lapor
	(EK Rs7 1700 m)
1700 – 2800 m	<b>MOSTI ČLAN (DONJI-SREDNJI MIOCEN)</b>
1700 – 2480 m	izmjena pjeskovitih lapora, kalcitnih lapora, silita, proslojci konglomeratičnih biokalkarenitskih pješčenjaka i konglomerata (debrita)
2480 – 2750 m	brečokonglomerat
2750 – 2800 m	kataklastična gnajsna breča
	<b>KONAČNA DUBINA: 2800 m</b>

## 4.2. Prognozne vrijednosti gradijenata tlakova i temperatura

Procjena gradijenata slojnog tlaka i gradijenata slojne temperature temeljena je na rezultatima mjerenja na okolnim bušotinama.

Predviđa se u kanalu bušotine gradijent slojnog tlaka na nivou hidrostatskog tlaka.

Slojni tlak u ležištu računat je s gradijentom tlaka od  $g_p = 1 \text{ bar}/10\text{m}$ .

Predviđeni gradijent slojne temperature u profilu bušotine prognoziran je da se nalazi u granicama od  $4,6 - 5^0 / 100\text{m}$ . Slojna temperatura u ležištu računata je s gradijentom slojne temperature od  $5^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$ . Srednja godišnja temperatura ovog područja iznosi  $10,5^{\circ}\text{C}$

## 5. NAFTNO GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE I EKONOMSKA PROCJENA

### 5.1. Pojave ugljikovodika na okolnim bušotinama

Tenjski Antunovac -1 je bušotina najbliža projektiranoj bušotini Antu -1.

Na bušotini Te -1 pojave nafte utvrđene su u pukotinama lapora, te kao impregnacije u pješčanim laporima i vapnovitim laporima na intervalu od 2080 - 2140 m u Križevci i Mosti členu.

Ispitan je interval 2120 -2140 m iz kojeg nije ostvaren dotok slojnog fluida. Bušenje bušotine Te -1 obustavljeno je u krovini Mosti člana na dubini 2140m.

Bušotina Ern -2 udaljena je cca 4km od projektirane bušotine Antu -1. Ern -2 nabušila je kataklastične breče, ispitivanjem istih ostvaren je dotok slojne vode.

U Mosti členu ispitan je interval 2719 -2749m iz kojeg je dobiven dotok vode i nafte.

Ležište nafte na bušotini Ern -2 utvrđeno je u raspucanim vapnovitim laporima Križevci člana. Iz intervala 2615 - 2625 m ostvaren je dotok  $3,2 \text{ m}^3 / 8\text{h}$  nafte i  $1,2 \text{ m}^3 / 2\text{h}$  emulzije. Nakon kiselinske obrade intervala dobiveno je  $8 \text{ m}^3 / 12\text{h}$  nafte i  $3,8 \text{ m}^3 / 2\text{h}$  emulzije. Kontakt nafta /voda na bušotini Ern -2 određen je prema rezultatima ispitivanja i EPILOG-a na - 2540m. Obujamska masa dobivene nafte je  $0,858 - 0,929 \text{ kg}/\text{m}^3$ .



## 5.2. Geokemijski odnosi

Za sagledavanje geokemijskih odnosa ovog istražnog prostora korišteni su rezultati geokemijskih analiza istražnih bušotina Ernestinovo, Sil -1, Bnj -1 , te dosadašnji radovi na ovom istražnom prostoru.

Na bušotini Ern -2 utvrđena je prisutnost matičnih stijena( jezgra 2619 –2623m ) , vapnoviti lapori Križevci člana, visokih vrijednosti rezidualnog potencijala . Prisutni kerogen pripada organskom facijesu II marinskog podrijetla, u ranoj katagenetskoj zoni pretvorbe tj. u početnom stupnju generiranja ugljikovodika.

Na bušotini Ern -3 geokemijskim ispitivanjima utvrđeno je da su naslage kalcitnih lapora i laporovitih vapnenaca Križevci člana, matične stijene vrlo dobrih svojstava. Organski facijes je moguće karakterizirati kao tipični “ oil prone” s vrlo visokom sposobnošću generiranja ugljikovodika.

Na bušotini Sil -1 utvrđene su matične stijene unutar pjeskovitih lapora, ali slabije generativne mogućnosti.

U profilu bušotine Bnj -1 naslage kalcitnih lapora Križevci člana, su matični sedimenti, dobrog generativnog potencijala. Organska tvar je mješavina tipa kerogena I i II, stupanj termičke pretvorbe je nizak, najvjerojetni je radi dubine zalijeganje ovih sedimenata.

Na osnovi geokemijskih analiza na ovom prostoru Dravske potoline utvrđene su kao matične stijene vapnoviti lapori i laporoviti vapnenci Moslavačka gora formacije.

Prema raspoloživim podacima ( Karta zrelosti matičnih stijena po nivou  $R_{s7}$  i nivou Pt – Izvještaj o istraživanju Panona, 1995 ) i utvrđenim matičnim stijenama, pretpostavljena je lateralna migracija iz smjera jug - jugozapada i zapad k lokalitetu Antunovac. Istražni lokalitet Antunovac nalazi se na pretpostavljenom migracionom putu, stoga postoji mogućnost nastanka ležišta nafte u brečokonglomeratima miocenske starosti.

### 5.3. Potencijalno ležište i svojstva rezervoar stijena

Prema Dubinskoj struktornoj karti po krovini brečokonglomerata, geološkim profilima, i spoznajama o akumulacija ugljikovodika na širem istražnom prostoru, na lokalitetu Antunovac izdvojeno je potencijalno ležište nafte.

Pretpostavljeno je da je potencijalno ležište nafte Antunovac nastalo u antiklinalnoj zamci ( smjera pružanja duže osi zapad – istok - jugoistok ), u brečokonglomeratima miocenske starosti.

Potencijalno ležište Antunovac je ležište strukturnog tipa prema klasifikaciji A.I. Levorsen-a

Na Dubinskoj struktornoj karti po krovini brečokonglomerata ( prilog br. 4 ) izdvojeno je potencijalno ležište Antunovac, s jedinstvenim kontaktom nafta/voda - 2540m ( maksimalno zatvaranje).

Rezervoar stijene u potencijalnom ležištu Antunovac su brečokonglomerati miocenske starosti -Mosti član.

Parametri za račun rezervi procijenjeni su prema podacima mjerenja na okolnim istražnim bušotina Ern-1, -2,-3, Bnj -1, Dp -1, Brš -1.

Vrijednosti poroziteta za račun rezervi procijenjene su prema rezultatima fizikalnih analiza jezgara sa navedenih bušotinama, a usvojena je minimalna vrijednost od 6% i maksimalna od 10%.

Prema raspoloživim podacima hidrodinamskih mjerenja propusnost ovih sedimenata je veoma promjenljiva, i kreće se velikom rasponu. Pretpostavljena je propusnost brečokonglomerata u ležištu Antunovac  $20 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ .

U rezervoar stijenama ležišta Antunovac očekuje se da su pukotine ( sekundarni porozitet ) znatno utjecale na fizikalna svojstva.

Maksimalna visina potencijalnog ležišta Antunovac je 170m. Srednja debljina ležišta iznosi 65m, a ista je uzeta kao referentna debljina za procjenu efektivne debljine ležišta.

U ležištu Antunovac pretpostavljen je hidrostatski tlak.

Pokrovna stijena ležištu su kompaktni lapori i siltozni lapori Mosti člana.

Pretpostavljeno je da će nafta u ležištu Antunovac biti obujamske mase  $0.86 \text{ kg/dm}^3$ .



Za potencijalno ležište Antunovac procijenjene su vjerojatnosti za: matičnu stijenu 0.64, ležište 0.64, zamku 0.56, timing i očuvanje CH 0.9.

Ukupna vjerojatnost prisustva naftnog ležišta Antunovac procijenjena je 20,6%.

Kanal bušotine Antunovac -1 ( Antu -1 ) trebao bi potvrditi ležište nafte u brečokonglomeratima Mosti člana s parametrima:

- maksimalna visina ležišta  $h_{\max} = - 2370 \text{ m}$
- uvjetni kontakt nafta/ voda  $n/v = - 2540 \text{ m}$
- debljina ležišta  $h_l = 170 \text{ m}$
- efektivna debljina  $h_e = 20 \text{ m}$
- prosječna šupljikavost  $\Phi = 8 \%$
- prosječna efektivna propusnost  $k = 0.02 \mu\text{m}^2$

#### 5.4. Račun rezervi i ekonomska procjena lokaliteta

Na lokalitetu Antunovac izvršena je procjena ukupnih i uvjetno pridobivih rezervi za ležište u Mosti članu, gdje se očekuje naftno zasićenje.

Rezerve su procijenjene Monte Carlo metodom, gdje su od ulaznih parametara varirane vrijednosti efektivnih debljina, poroziteta i zasićenja vodom.

Ukupne rezerve za lokalitet iznose 2,93-5,29 mln  $\text{m}^3$  nafte (srednja vrijednost je 4,05 mln  $\text{m}^3$ ).

Uvjetno pridobive rezerve procijenjene su na 0,55-1,02 mln  $\text{m}^3$  nafte (srednja vrijednost je 0,77 mln  $\text{m}^3$ ), a računane su uz koeficijent iskorištenja od 16-22%.

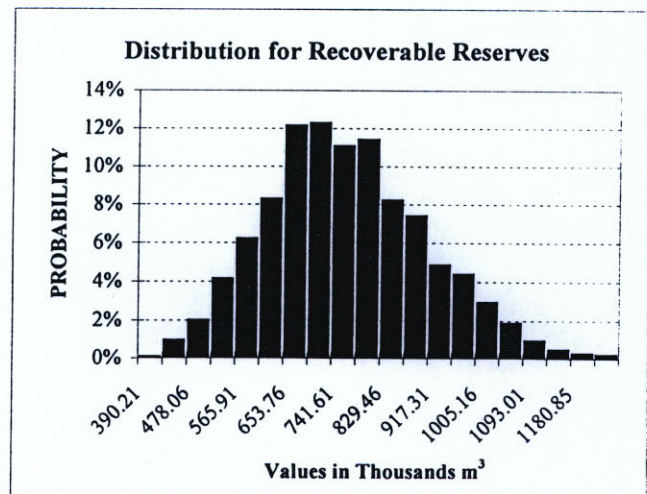
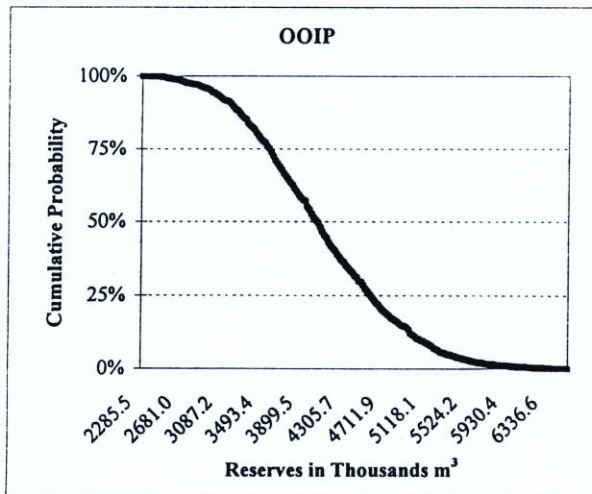
Procijenjene rezerve s obzirom na stupanj istraženosti, odnosno izvršene geološko-geofizičke radove zadovoljavaju uvjete za razvrstavanje u C<sub>2</sub> kategoriju.

Ekonomskom procjenom lokaliteta dobivena je pozitivna vrijednost neto sadašnje vrijednosti koja iznosi 12,55 mln USD. NSV je računat uz diskontnu stopu 10% i cijenu nafte 25\$/bbl.

EV (očekivana vrijednost) je pozitivna i iznosi 0,6 mln USD, a računata je uz složeni pokazatelj vjerojatnosti od 20,6% te cijenu istražne bušotine od 2,5 mln USD.

Project DRAVA  
 Prospect ANTUNOVAC  
 Reservoir Mosti  
 Top Reservoir Depth -2370 Meters  
 Vertical closure 170 Meters  
 Area 7 350 000 Sq. Meters  
 Trap type Anticline  
 Hydrocarbon fluids Oil

INPUT PARAMETERS	UNIT	DISTRIBUTION	VALUES
Area	Sq. Meters	Constant	7,350,000
Net Thickness	Meters	Triangular	10 15 20
Volume	Cub. Meters	Triangular	73,500,000 110,250,000 147,000,000
Porosity	Fract	Triangular	0.06 0.08 0.10
Water Saturation	Fract	Triangular	0.30 0.35 0.45
Form. Volume Factor	p.p.u.	Constant	1.38
Recovery Factor	Fract	Triangular	0.16 0.19 0.22



**Estimated OOIP** m<sup>3</sup>  
 Min (95% conf.) 2,933,886  
 Mean 4,049,586  
 Max (5% conf.) 5,294,566

**Estimated Recoverable Reserves** m<sup>3</sup>  
 Min (95% conf.) 548,169  
 Mean 769,024  
 Max (5% conf.) 1,021,250

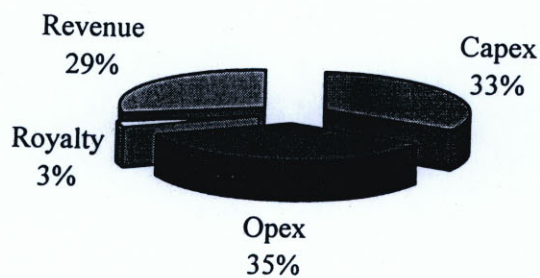
# LOKALITET ANTUNOVAC Mosti član

Prilog br.: 9a

## ULAZNI PARAMETRI I EKONOMSKI POKAZATELJI

<i>Pridobive rezerve nafte</i>	769,024 m <sup>3</sup>
<i>Početno davanje bušotine na dan</i>	35.00 m <sup>3</sup> /d/buš
<i>Broj bušotina</i>	12
<i>cijena nafte</i>	25.00 \$/bbl
<i>Cijena istražne bušotine (mln \$)</i>	2.50
<i>Kapitalni troškovi (mln \$)</i>	44.10
<i>Troškovi proizvodnje (mln \$)</i>	47.45
<i>Ukupan prihod (mln \$)</i>	132.93
<i>Royalty (mln \$)</i>	3.32
<i>Neto primici (mln \$)</i>	38.06
<i>NPV @10% (mln \$)</i>	12.55
<i>IRR (stopa povrata)</i>	20.85%
<i>Povrat (godina)</i>	7.00
<i>Ukupna vjerojatnost</i>	20.60%
<i>Omjer profit/investicija</i>	0.9

### RASPODJELA UKUPNOG PRIHODA PRIJE OPOREZIVANJA





## 6.PROGRAM RADOVA U KANALU BUŠOTINE

### 6.1. Detekcija ugljikovodika

Obzirom na očekivano ležište ugljikovodika, te mogućnost plinskih pojava i u plićim sedimentima, tijekom bušenja potrebno je kontinuirano mjeriti prisustvo plina u isplaci.

Primjenu TDC-laboratorija treba osigurati od početka bušenja tj. najkasnije nakon ugradnje uvodne kolone zaštitnih cijevi. Posebnu pažnju na pojave plina u isplaci treba obratiti tijekom bušenja predviđenog ležišta.

### 6.2. Uzorkovanje krhotina iz isplake

Uzorke probušenih stijena iz isplake treba uzimati svakih 5m duž cijelog kanala bušotine. U intervalima gdje se očekuju pojave ugljikovodika, uzorke stijene potrebno je uzimati u kraćim intervalima. Uzorke stijena potrebno je izdvojiti za slijedeće analize:

1. Uzorke za dokumentaciju svakih 5m duž cijelog kanala bušotine
2. Za petrografsko-sedimentološke i mikropaleontološke analize svakih 10m od uvodne kolone do dna bušotine
3. Za geokemijske analize 250-300 grama uzorka svakih 20m od tehničke kolone do dna bušotine. Uzorke isprati vodom, ocijediti ih (ne sušiti) i zapakirati u plastične vrećice

Na plastičnim vrećicama u kojima su spremljeni uzorci potrebno je naznačiti: naziv bušotine, dubinu uzimanja uzorka, te za koju je namjenu predviđen isti.

U slučaju nejasnoća pri opisivanju uzoraka stijena, potrebno je osigurati hitne laboratorijske analize.

### 6.3. Operativni geološki dijagram

Operativni geološki dijagram potrebno je voditi duž cijelog kanala bušotine. Potrebno je uz uobičajne podatke koji se unose na dijagram posebnu pažnju posvetiti svim pojavama ugljikovodika, svim zbivanjima tijekom mjerenja i ispitivanja (DST, EK) i drugim događajima tijekom izrade kanala bušotine.

### 6.4. Mehaničko i bočno jezgrovanje

Za potrebe petrografsko-sedimentoloških, geokemijskih analiza, određivanje fizikalnih svojstava stijena planirano je jezgrovati:

1. Križevci član vapnovite lapore u projektiranoj dužini 6m. Očekivani ulazak u iste je cca 1670 m.
2. Mosti član

Ležište u brečokonglomeratima potrebno je jezgrovati orjentirano u dužini od 9m.-u slučaju pozitivnosti.

Predviđeni ulazak u brečokonglomerate je na dubini od cca 2480m.

3. Mosti član

Završno jezgrovanje u kataklastičnim gnajsnim brečama u dužini od 6m.

Predviđena dubina ulaska je 2794m.

Intervali jezgrovanja tj. njihove dubine ovisti će prvenstveno o zasićenju ugljikovodicima i dubini zalijeganja. Prema ocjeni pogonskog geologa u konzultaciji s projektantom moguća su jezgrovanja i izvan predviđenog programa.

Bočno jezgrovanje će se izvesti prema potrebi. Tijekom izvođenja završnih karotažnih mjerenja u slučaju provjere pozitivnih indikacija na ugljikovodike ista će se izvesti uz dogovor pogonskog geologa, projektanta i interpretatora EK mjerenja.

Sve izvađene jezgre potrebno je u cijelosti poslati u Službu za laboratorijska istraživanja, Zagreb, Lovinčićeva bb.

## 6.5. Ispitivanja u otvorenom kanalu bušotine (DST)

Za utvrđivanje zasićenja ugljikovodicima, procjenu ležišnih parametara i kolektorskih svojstava potrebno je izvesti ispitivanje u :

### 1. Mosti član

Ispitivanje u slučaju zasićenja ležišta u brečokonglomeratima-nafta.

### 2. Križevci član

Ispitivanje će se izvesti samo u slučaju zasićenja naftom.

Uspješna DST operacija smatra se ona operacija, koja omogućuje uspješnu ekstrapolaciju krivulje tlaka i interpretaciju, kao i da se dobije uvid u vrstu i uvjete zasićenja. U slučaju da DST operacija ne zadovolji navedene uvjete, nastaviti će se iskušavanjem predviđenog ležišta do dobivanja zadovoljavajućih rezultata.

Kod dotoka ugljikovodika (nafta, kondenzata ili plina) kao i vode potrebno je uzeti uzorke istih za uobičajne laboratorijske analize te uzorak fluida za geokemijske analize.

## 6.6. Karotažna mjerenja

### 1. Karotažna mjerenja prije ugradnje uvodne kolone

$\phi$  13 <sup>3</sup>/<sub>8</sub>" ,  $\phi$  bušenja 17 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>" , od dna (cca 200 m) do 0 m izmjeriti:

**EL/SP**  
**ML/CAL/GR**  
**ALBHC**

### 2. Karotažna mjerenja prije ugradnje tehničke kolone

$\phi$  9 <sup>5</sup>/<sub>8</sub>" ,  $\phi$  bušenja 12 <sup>1</sup>/<sub>4</sub>" , od dna (cca Hv = 1800 m) do pete uvodne kolone:

**EL/SP**  
**ML/CAL/GR**  
**ALBHC**

### 3. Završno karotažno mjerenje prije ugradnje proizvodne kolone (liner)

$\phi$  5 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ,  $\phi$  bušenja 8 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>" , od dna (cca Hv = 2800m) do pete tehničke kolone:



DIFL (ili DLL)/SP  
ML/MLL/GR  
ZDEN/CNL  
ARRAY SONIC  
SL  
HRDIP

Uz svaku operaciju izmjeriti  $T_{max}$ .

4. Informativno EK mjerenje, (prema potrebi), interval mjerenja cca 150 m:

DIFL/SP  
ML/GR/CAL

5. Nakon zacijevljenja izmjeriti sekundarne karotažne dijagrame, intervali mjerenja odrediti će se nakon završnog sastanka:

GRN/CCL  
SB/CCL  
T/ $\Delta$ /CCL

Program karotažnih mjerenja može mijenjati petrofizičar koji će biti prisutan na mjerenjima u dogovoru s projektantom geološkog projekta.

#### 6.7 Mjerenje seizmičkih brzina

Nakon završetka bušenja i karotažnih mjerenja zbog točnog određivanja dubina zalijeganja pojedinih horizonata potrebno je izmjeriti brzinu širenja seizmičkih valova VSP metodom (far i zero offset).

#### 6.8. Ispitivanje ležišta u zacijevljenom kanalu bušotine

Ukoliko se utvrde zasićenja ugljikovodicima i ugradi proizvodna kolona Služba za istraživanje će izraditi poseban program ispitivanja.

## 7. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

### 7.1. Analize uzoraka stijena iz bušotine

Na uzorcima stijena potrebno je učiniti slijedeće analize:

- Petrografsko sedimentološke
- Paleontološke
- Geokemijske
- Fizikalne uzoraka kolektorskih stijena
- Kemijske uzoraka kompleksne litologije
- Granulometrijske

### 7.2. Analize slojnih fluida

#### 1. Analiza plina

- kromatografske analize komponentnog sastava plinske smjese
- izotopne analize plina

#### 2. Analiza nafte

- standardna analiza uzoraka nafte
- geokemijske analize sirove nafte
- komponentni sastav u ekstrabilnom dijelu organske tvari za korelaciju grupnog sastava ugljikovodika u stijeni i nafti
- PVT - analize

#### 3. Analiza slojne vode

- standardna analiza vode
- kromatografska analiza plina otopljenog u vodi

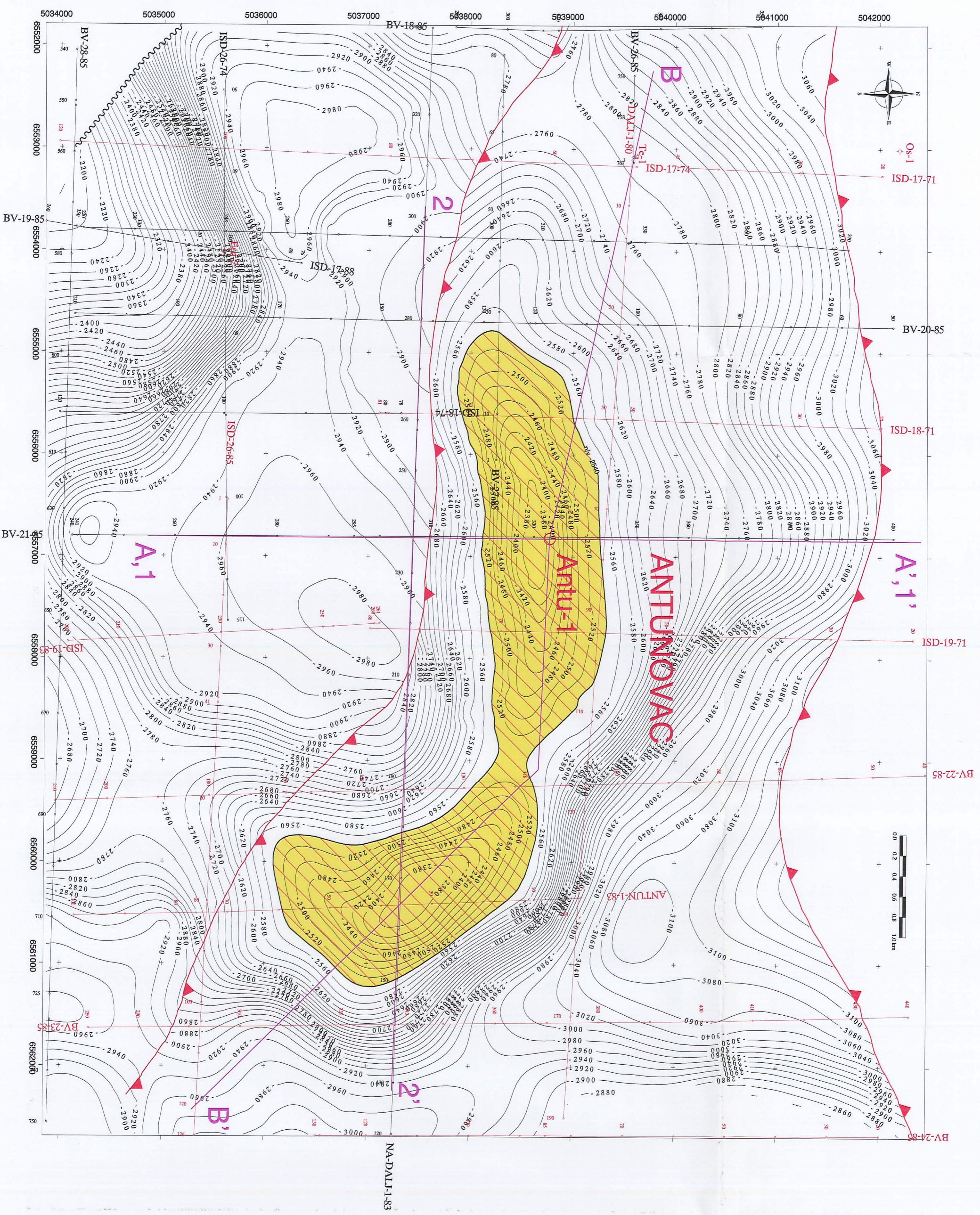


## **POSEBNA NAPOMENA**

Zahtjeva se bušenje u uvjetima održavanja isplake što bliže ležišnom tlaku.

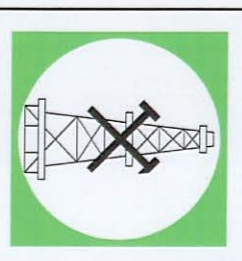
Također je neophodno staviti indikator u isplaku kako bi se moglo međusobno razlikovati radne fluide od ležišne vode, kao i osigurati zaštitu kolektorskih stijena od dubokog prodiranja radnog fluida i u kasnijoj faza radova (cementacija, ispitivanje i osvajanje). Bušotina mora biti vertikalna, a u slučaju bilo kakve promjene operacija predviđenih u geološkom projektu, svi izvođači biti će pravovremeno izvješćeni.





### LEGENDA :

- Bušotine:
- Projektirana istražna bušotina
- Nije nabušila karirani reper
- Pojave nafte
- Predpostavjeni kontakt nafte/voda
- Reversni rasjed
- Potencijalno ležište C<sub>2</sub> kategorije rezervi
- Linije istih dubina
- Tektonsko eroziona diskordanca
- Trase naftno-geoloških profila
- Trasa seizmičkog profila



**INA - INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB**  
 SD ISTRŽIVANJE I PROIZVODNJA NAFTE I PLINA - NAFTAPLIN  
 SLUŽBA ZA ISTRŽIVANJE

<b>BAZEN</b>	PANONSKI
<b>POTOLINA</b>	DRAVSKA
<b>LOKALITET</b>	ANTUNOVAC

### DUBINSKA STRUKTURNA KARTA PO KROVINI BREČOKONGLOMERATA, S IZDOJENIM POTENCIJALNIM LEŽIŠTEM I KATEGORIJOM REZERVI

MERCULO: 1 : 25 000		DP=0	
<b>AUTORI:</b>	IZRADILI: Gordana Rafael-Gujic	<b>BROJ RADNOG ZADATKA:</b> 8/1	
Zeljka Brodic-Jakupak	Zeljko Galic	<b>DATUM PREDAJE:</b>	
Mario Šušterčić		<b>ODOBRILO:</b>	
Branica Cirković		<b>BROJ PRILOGA:</b> 4	
Igor Rusnan			



**INA INDUSTRIJA nafte d.d.**  
**ZAGREB**  
 SLUŽBA ZA ISTRAŽIVANJE

# ISTRAŽNA BUŠOTINA : ANTUNOVAC-1 (ANTU-1)

PRILOG: 3

PROGNOZNI GEOLOŠKI STUP I  
 PROGRAM RADOVA NA BUŠOTINI



ZAGREB, rujan 2001.

BAZEN: PANONSKI

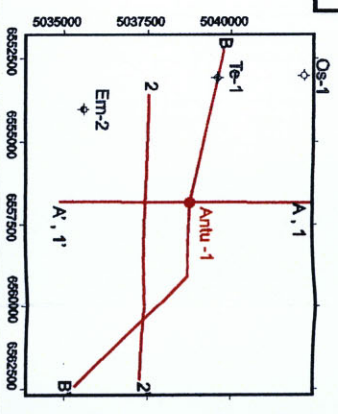
POTOLINA: DRAVSKA

LOKALITET: ANTUNOVAC

KOORDINATE: Y = 5 038 934  
 X = 6 556 793

NADM. VISINA h = 89 m

SITUACIONA KARTA



STATUS BUŠOTINE: ISTRAŽNA

GEOLOŠKA OSNOVA:

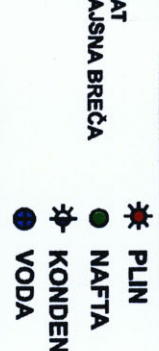
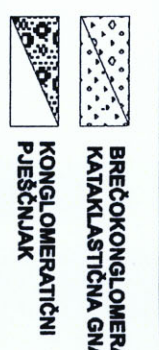
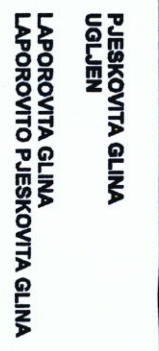
**ANTUNOVAC-1**

PROGNOZNA DUBINA: 2800 m

AUTORI: EDITA BALAŽ-BOROMISA  
 BRANKIČA CIRKOVIĆ  
 MARIO ŠUŠTERČIĆ  
 ZELJKA BRODIČ-JAKUPAK

GRAFIČKA OBRADA: MARIJA JANDRIŠ

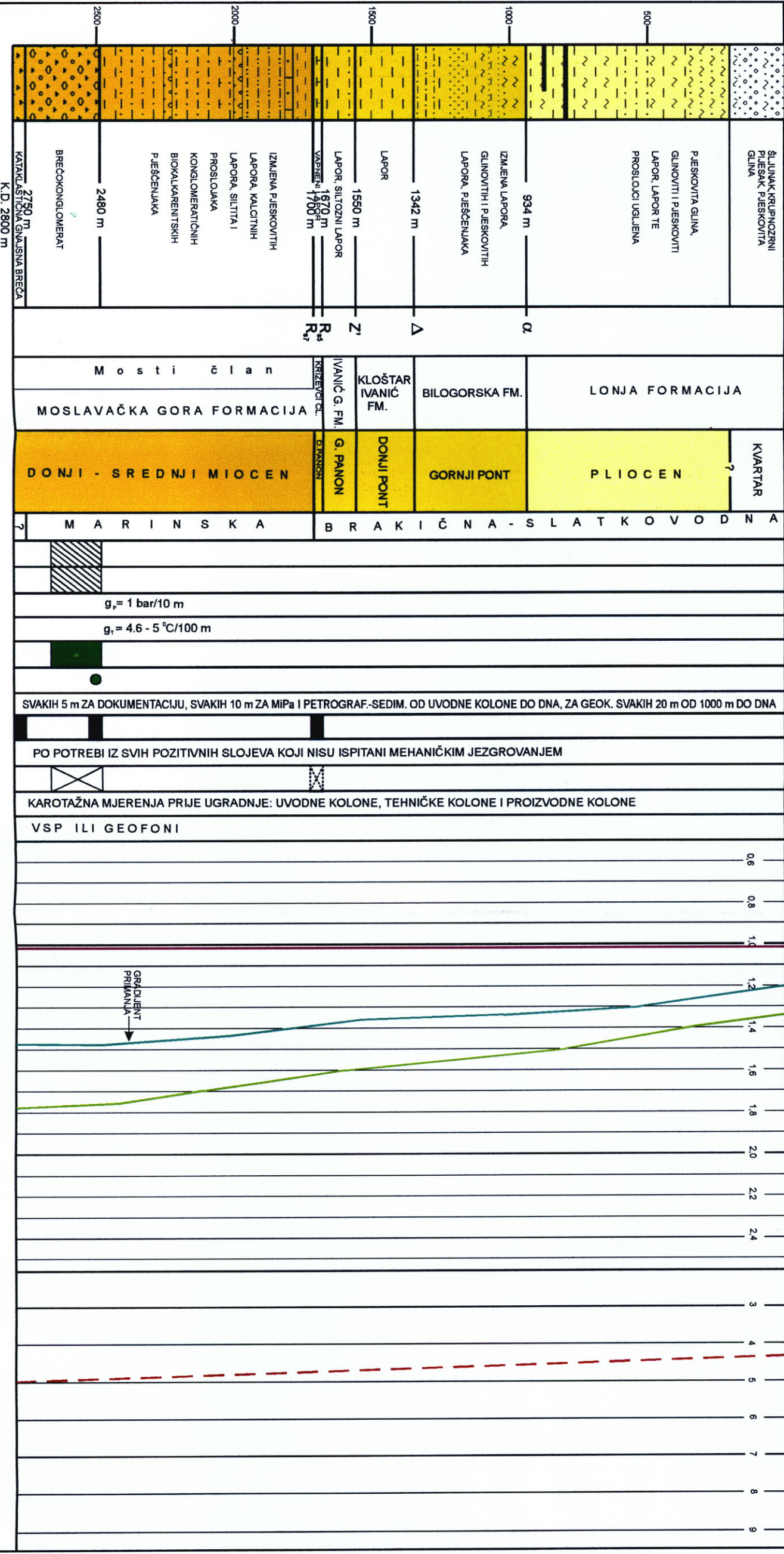
PRIMJEDBA:



**PROGRAM RADOVA**

**PROGNOZNI GRADIJENTI I TLAKOVA I TEMPERATURE**

Dubina E	Litološki stup	LITOLOŠKI OPIS	EK markeri	Litostrat. jedinice	Kronostrat. jedinice	Taložna aradina	Poroz.		P (bara)	T (°C)	Perap. Ležišta	Fluid	Uzorci stijena	Mehan. Jezgra	Božna jezgra	DST	EK	Seiz. brzine	GRADIJENT PORNOG TLAKA — grad p (bar/10)	GRADIJENT TLAKA FRAKTURIRANJA — grad F p (bar/10)	GRADIJENT TEMPERATURE — grad T (°C/100m)
							Prim.	Sek.													
0-934	Šljunak, Pjeskovita gлина	Šljunak, Pjeskovita gлина	Q <sub>1</sub>	Lonja Formacija	Pliocen	Marinska															
934-1342	Pjeskovita gлина, Glinoviti pjeskoviti lapor, lapor te proslojci ugljena	Pjeskovita gлина, Glinoviti pjeskoviti lapor, lapor te proslojci ugljena	Q <sub>2</sub>	Lonja Formacija	Pliocen	Marinska															
1342-1550	Lapor	Lapor	Q <sub>3</sub>	Biogorska FM.	Pliocen	Marinska															
1550-1670	Lapor, siltozni lapor	Lapor, siltozni lapor	Z <sub>1</sub>	Biogorska FM.	Pliocen	Marinska															
1670-1980	Varijabilni lapor	Varijabilni lapor	R <sub>17</sub>	Kloštar Ivanić FM.	Pliocen	Marinska															
1980-2480	Izmjena pjeskovitih lapora, kalotnih lapora, siltitih lapora, proslojaka konglomeratičnih biokalkarenitskih pjesčenjaka	Izmjena pjeskovitih lapora, kalotnih lapora, siltitih lapora, proslojaka konglomeratičnih biokalkarenitskih pjesčenjaka	R <sub>16</sub>	Kloštar Ivanić FM.	Pliocen	Marinska															
2480-2750	Brečokonglomerat	Brečokonglomerat	R <sub>15</sub>	Ivanić G. FM.	Pliocen	Marinska															
2750-2800	Kataklastična gnajsna breča	Kataklastična gnajsna breča	R <sub>14</sub>	Ivanić G. FM.	Pliocen	Marinska															



$g_p = 1 \text{ bar}/10 \text{ m}$   
 $g_t = 4.6 - 5 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$

SVAKIH 5 m ZA DOKUMENTACIJU, SVAKIH 10 m ZA MPa I PETROGRAF.-SEDIM. OD UVODNE KOLONE DO DNA, ZA GEOK. SVAKIH 20 m OD 1000 m DO DNA

PO POTREBI IZ SVIH POZITIVNIH SLOJEVA KOJI NISU ISPITANI MEHANIČKIM JEZGROVANJEM

KAROTAŽNA MJERENJA PRIJE UGRADNJE: UVODNE KOLONE, TEHNIČKE KOLONE I PROIZVODNE KOLONE

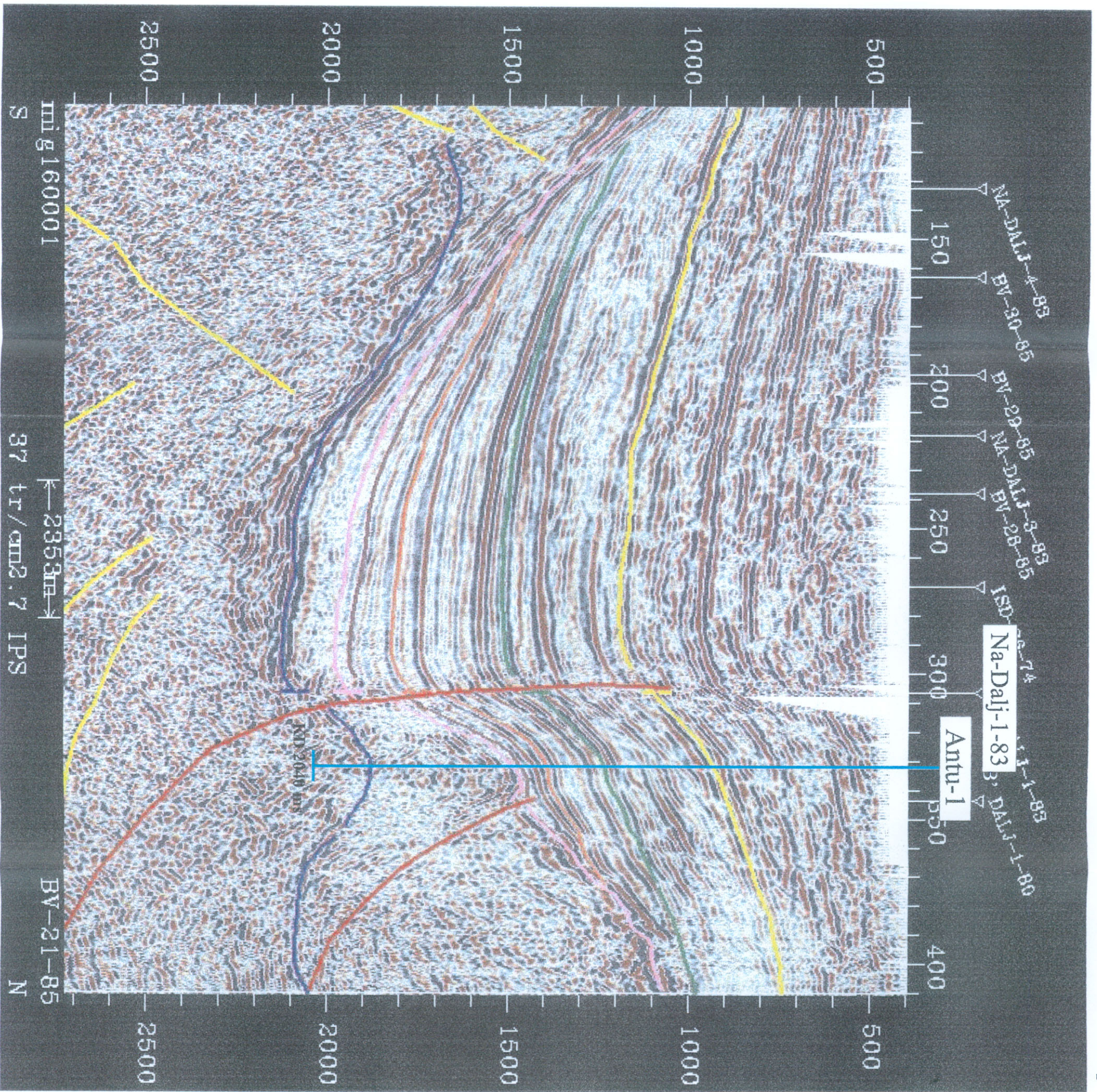
VSP ILI GEOFONI

GRADIJENT PRILANJA

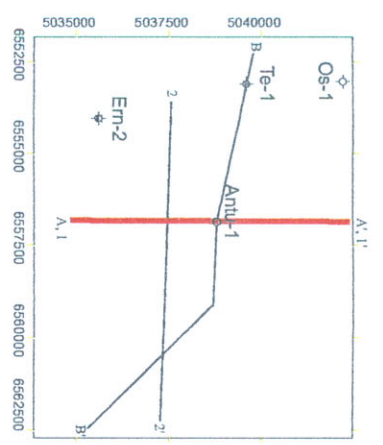
SRED. HIDROSTAT. grad p = 1.02 kg/dm<sup>3</sup>

SRED. GOD. TEMP. = 10.5 °C





Položajna karta



**LEGENDA:**

INTERPRETIRANI HORIZONTI

- $\alpha$
- $\Delta$
- Z
- Rs7
- Krovina brečkonglomerata
- Rasjed
- Rasjed
- Antu-1
- Projektirana istražna bušotina

INA-INDUSTRIJA NAFTTE d.d. ZAGREB	
NAFTAPLIN	
Služba za istraživanje	Potolina : Dravska
Bazen Panonski	Antunovac
<b>Vremenski seizmički profil 1-1'</b>	
<b>Bv-21-85</b>	
DP= 100	
Izradio: M. Šušterčić, Ž. Brod ić-Jakupak	
Graficka obrada:	Br. rad. zad.
Izradio: A. Oreški	08/01
Pregledao: G. Brzica	Rujan, 2001.
Pregledao: Ž. Ivković	Broj priloga
	5



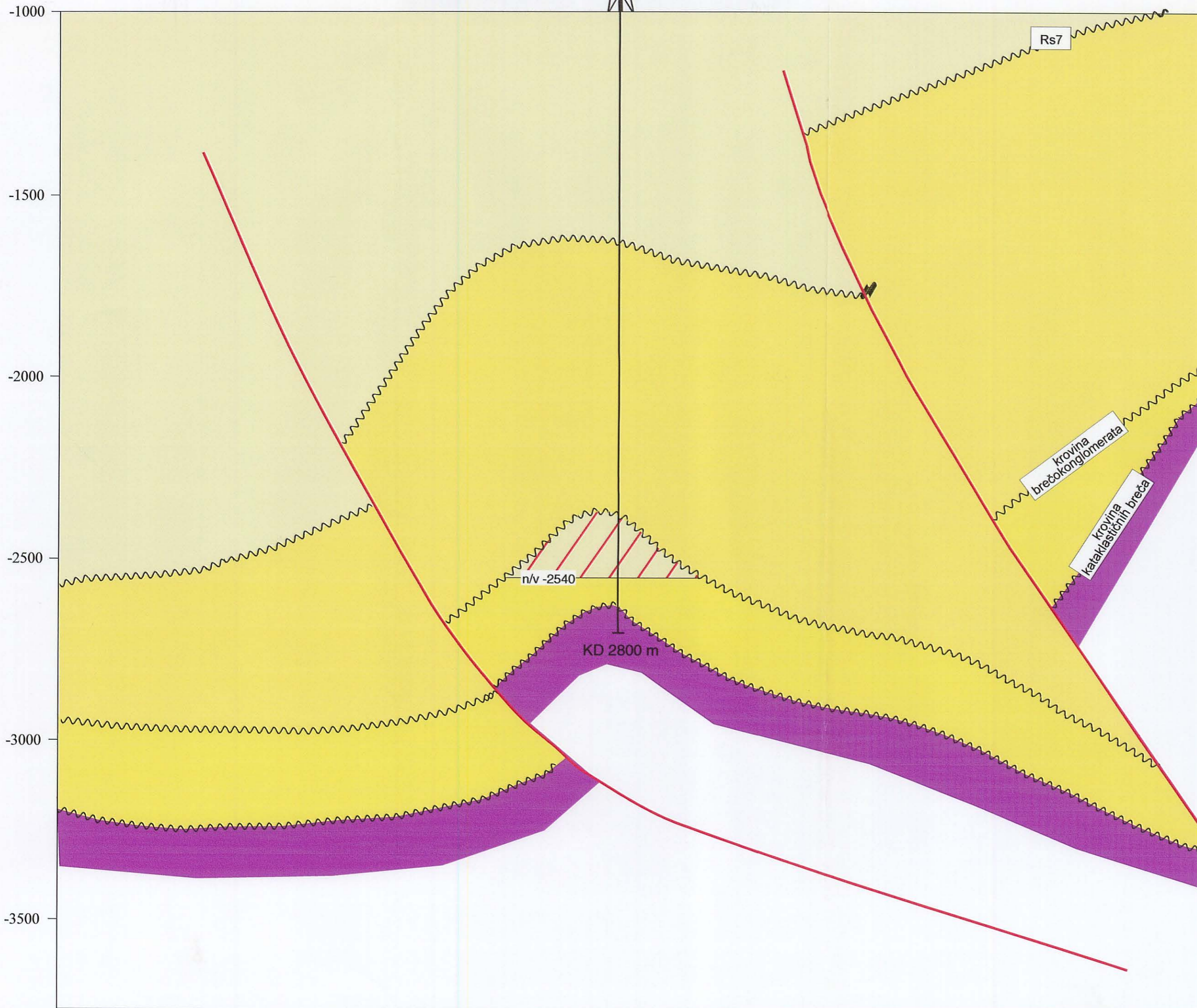
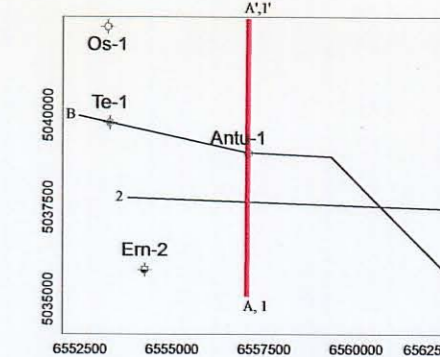
# NAFTNO-GEOLOŠKI PROFIL A - A'

J  
A

B-B'  
Antu-1  
h = 89m

S  
A'

Položajna karta



### LEGENDA:

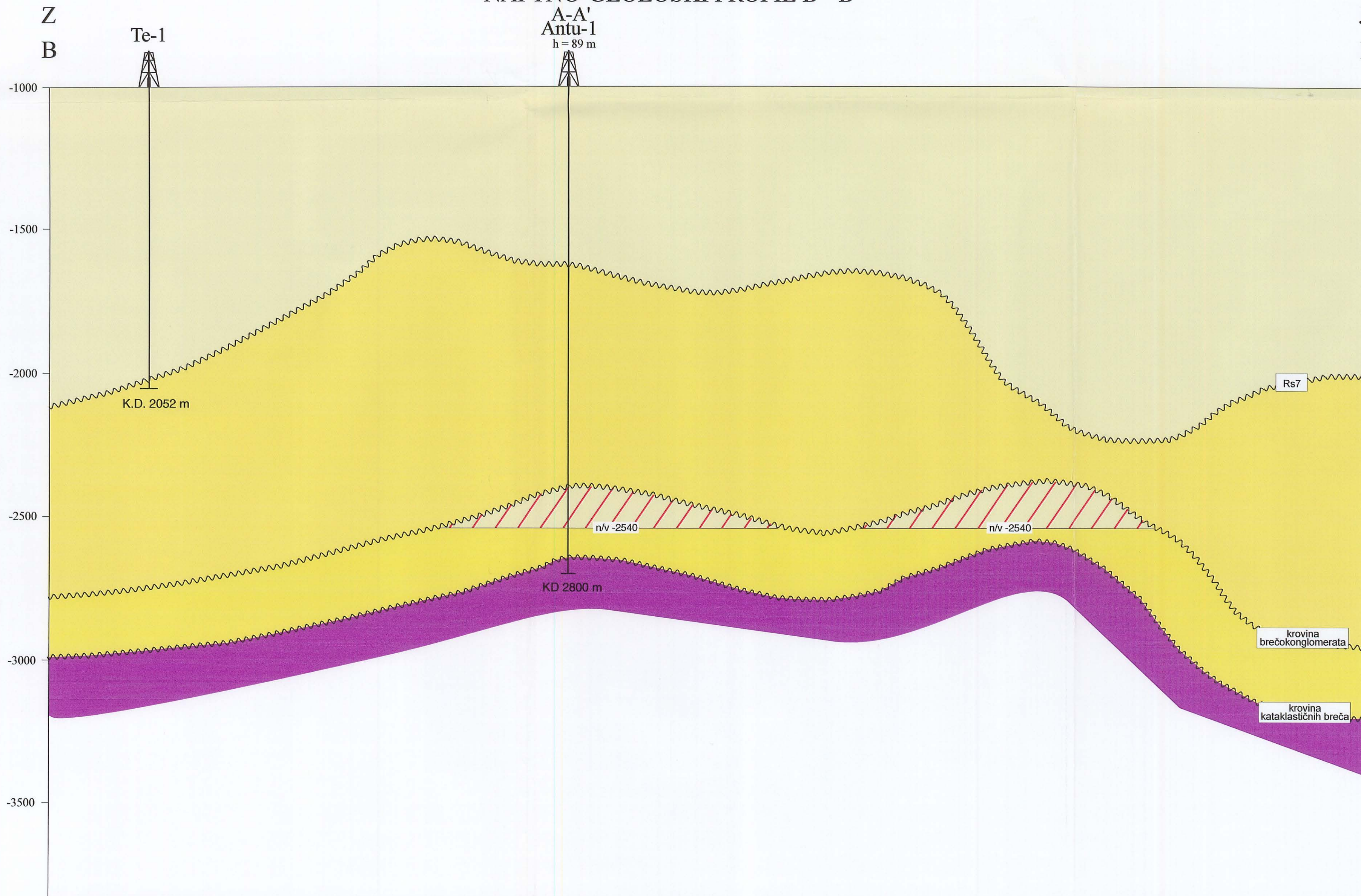
- PLIOCEN-GORNJI MIOCEN  
(lapor, vapneni lapor, pješčenjak)
- DONJI - SREDNJI MIOCEN  
izmjena lapora, silita i proslojaka  
konglomeratičnog pješčenjaka
- brečokonglomerat
- kataklastična breča
- potencijalno ležište  
C2 kategorija rezervi
- erozijska ili tektonsko  
erozijska granica
- n/v -2540 pretpostavljeni kontakt plin/voda
- rasjed

INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB NAFTAPLIN		
Služba za istraživanje		
Bazen	Panonski	Potolina : Dravska
Objekt	Antunovac	
<b>NAFTNO-GEOLOŠKI PROFIL A- A'</b>		
Mv 1 : 10 000	DP= 0	
Mh 1 : 25 000		
Izradio: B. Cirković, M. Šušterčić, Ž.B. Jakupak, E.B. Boromisa		
Grafička obrada:	Br. rad. zad.	8/1
Izradio: A. Oreški	Datum:	Rujan, 2001.
Pregledao:	Broj priloga	6.

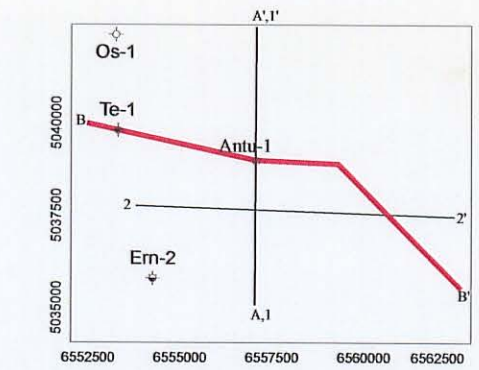


# NAFTNO-GEOLOŠKI PROFIL B - B'

Jl  
B'



Položajna karta



**LEGENDA:**

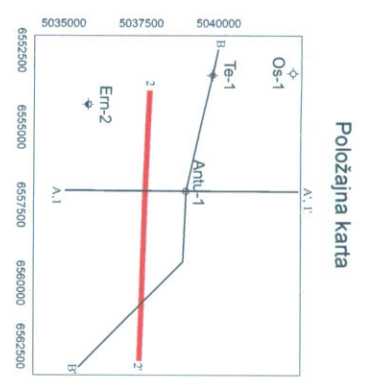
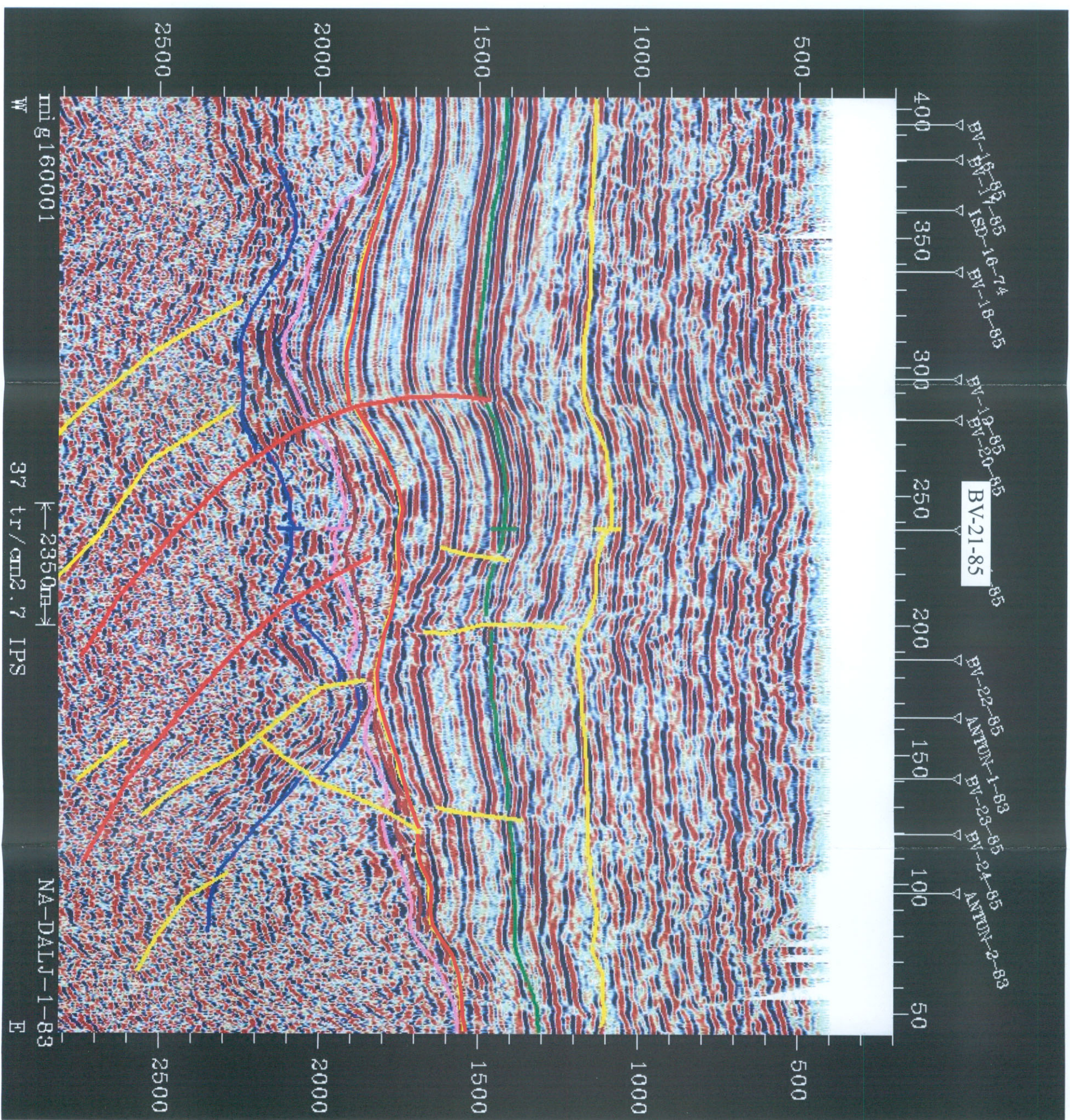
- PLIOCEN-GORNJI MIOCEN (lapor, vapneni lapor, pješčenjak)
- DONJI - SREDNJI MIOCEN (izmjena lapora, silita i proslojaka konglomeratičnog pješčenjaka)
- brečokonglomerat
- kataklastična breča
- potencijalno ležište C2 kategorija rezervi
- erozijska ili tektonsko erozijska granica
- n/v -2540 pretpostavljeni kontakt plin/voda

INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB NAFTAPLIN		
Služba za istraživanje		
Bazen	Panonski	Potolina : Dravska
Objekt	Antunovac	
<b>NAFTNO-GEOLOŠKI PROFIL B - B'</b>		
Mv 1 : 10 000	DP= 0	
Mh 1 : 25 000		
Izradio: B. Cirković, M. Šušterčić, Ž.B. Jakupak, E.B. Boromisa		
Grafička obrada:	Br. rad. zad.	S/I
Izradio: A. Oreški	Datum:	Rujan, 2001.
Pregledao:	Broj priloga	7.



Z  
2

I  
2'



**LEGENDA:**

INTERPRETIRANI HORIZONTI

- α
- Δ
- Z'
- RS7
- Krovina brečkonglomerata
- Rasjed
- Rasjed
- Anu-1

Projekuirana istražna bušotina

INA-INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB	
NAFTAPLIN	
Služba za istraživanje	
Bazen	Panonski
Objekt	Antonovac
Potolina : Dravska	
<b>Vremenski seizmički profil 2-2'</b>	
a-Dalj-1-83	
DP = 100	
Izradio: M. Šušterčić, Ž. Brodić-Jakupak	
Grafika obrada:	Br. rad. zad.
Izradio: A. Oreški	08/01
Pregledao: G. Brzica	Datum:
	Rujan, 2001.
Pregledao: Ž. Ivković	Broj priloga
	6