



Hrvatska Croatia

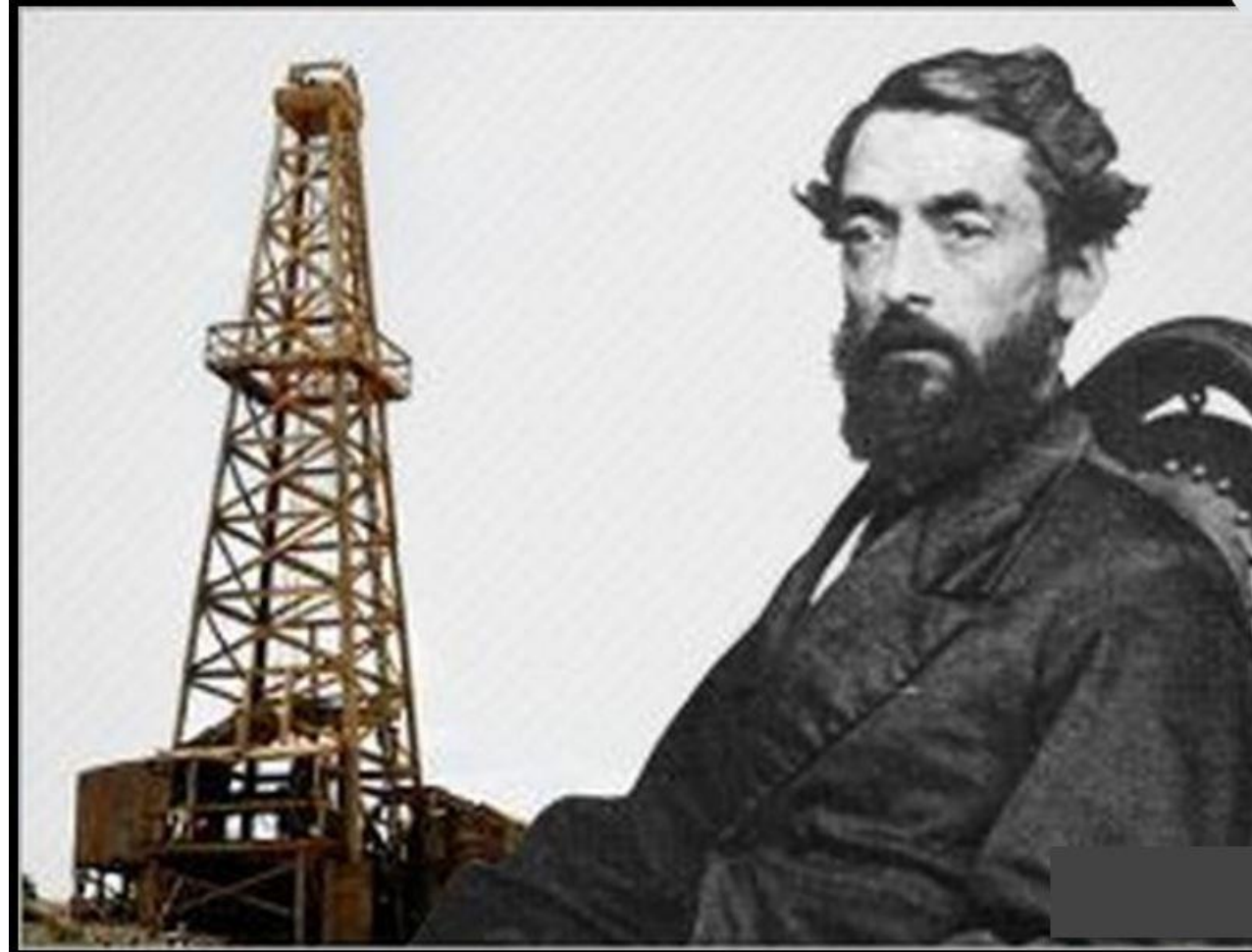
POVIJESNI RAZVOJ I PRIMJENA INFORMATIKE U OBRADI BUŠOTINSKIH PODATAKA

Zlatko Đurić, mag fizike
e-mail: zlatko.djuric.zg@gmail.com

Božidar Jančiković, mag. geologije
e-mail: bozo.jancikovic@hi.t-com.hr

Zagreb, 23. - 24. lipnja 2025.

Colonel Drake





Barrel
158,9872949 litara
159 l

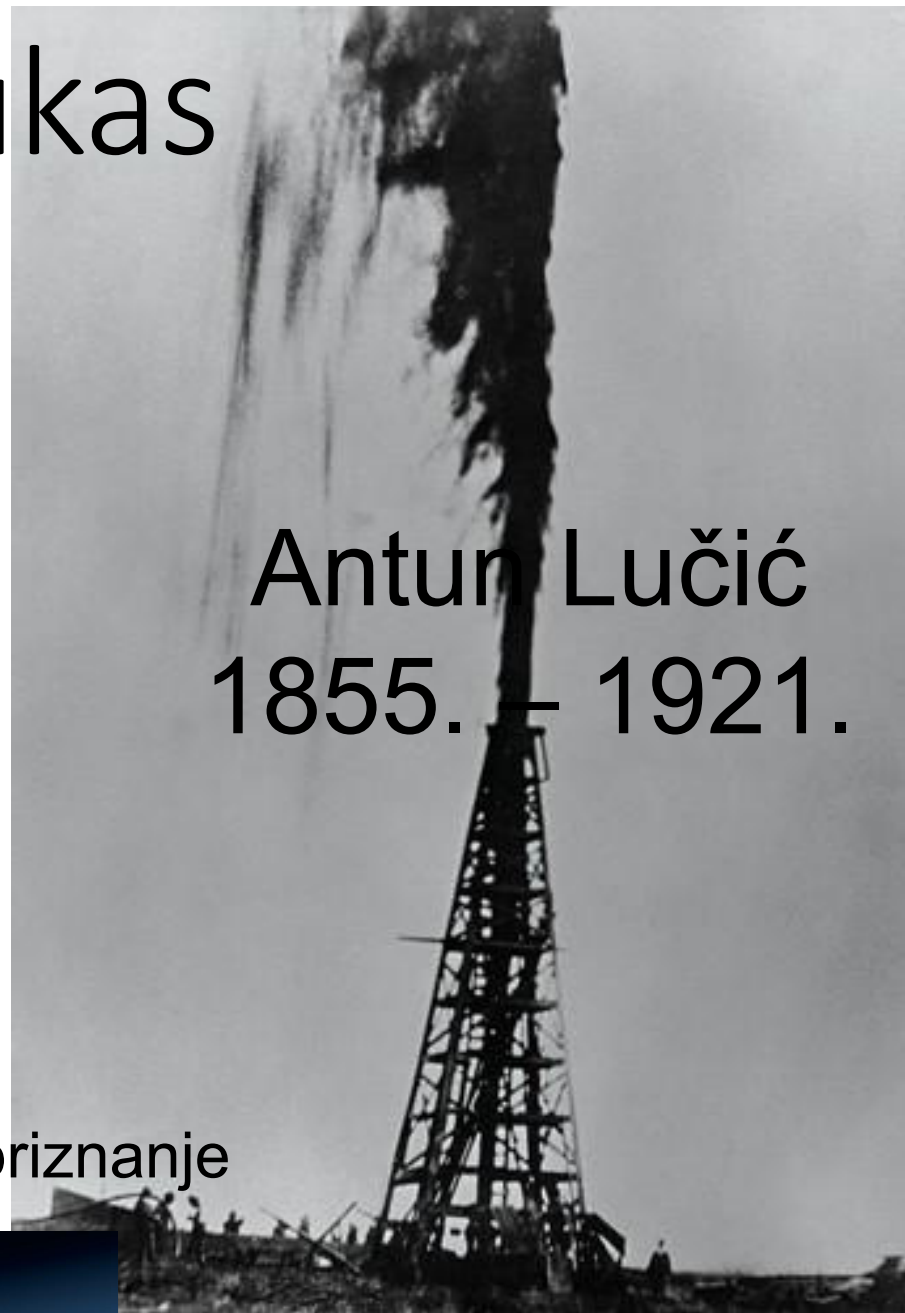
Anthony Francis Lukas



• The American Institute of Mining, ...
AIME Anthony F. Lucas Gold ...



Antun Lučić
1855. – 1921.



Uvršten je među 200 najzaslužnijih Amerikanaca.
Američki institut za rudarstvo (SPE) dodjeljuje svoje priznanje
„Zlatna Medalja A. Lucasa”.



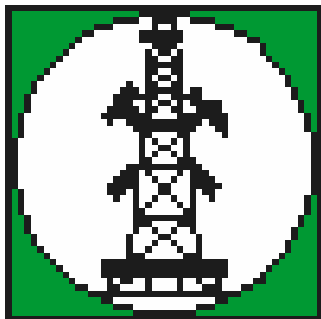
A historical photograph of an oil field. In the foreground, a large group of men stands near a small wooden building. To the right, a steam engine is visible. Several tall derricks are scattered across the field, and a tall, narrow structure is on the left. The background shows a line of trees and distant buildings under a hazy sky.

[illegible]

Bemerkungen.

Ich, P. 55 de 1855 N^o 1 freigelegt angewandtes
 Mit Ich, P. 55 de 1857 als Leutnant an
 Abord und geteilt, der Befehlswelt,
 ganz Ich, P. 55 de 1855 nach dem Befehl
 letzter freigelegt Ich, P. 55 de 1855.

NAFTAPLIN



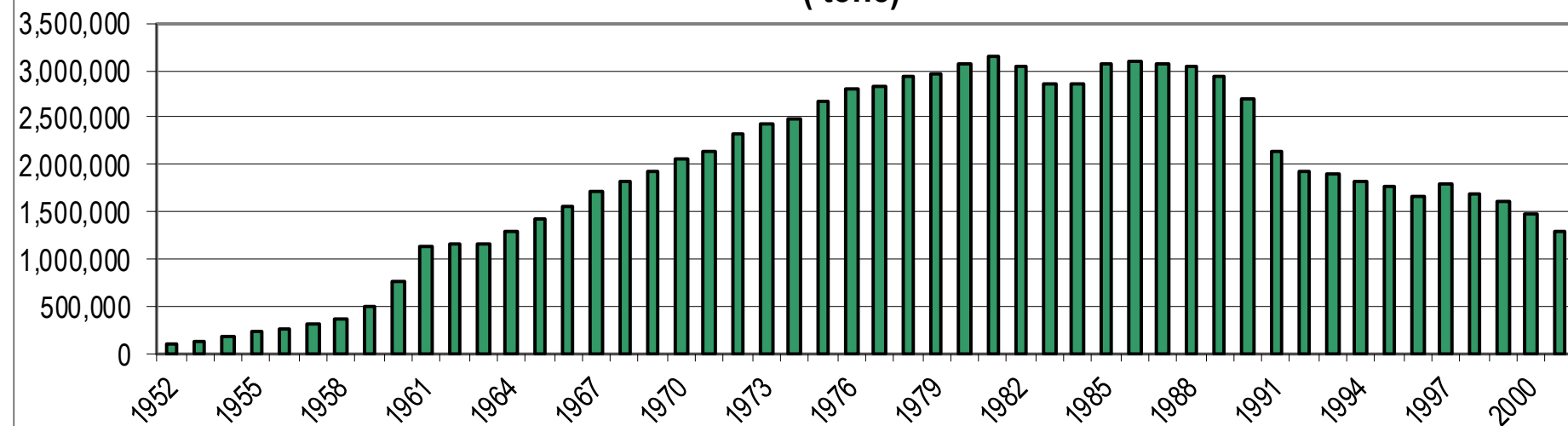
Utemeljen je 1952.godine odlukom
Vlade Narodne Republike Hrvatske.
Nastao je spajanjem poduzeća:
Proizvodnja nafte Gojlo,
Proizvodnja nafte Šumećani,
Materijalnog servisa Glavne direkcije za naftu
NR Hrvatske,
Poduzeća za elektro-karotažna mjerenja, Zagreb.



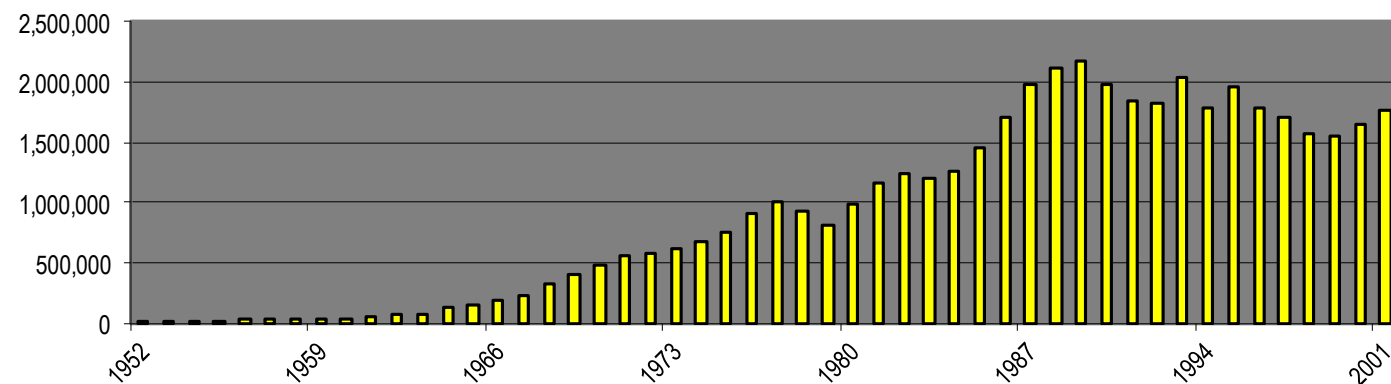
Hrvatsko naftno poduzeće sa sjedištem u
Zagrebu.
Osnovano 1963. pod nazivom
Kombinat za naftu i plin.
Nastalo je spajanjem poduzeća:
Naftaplin (osnovan 1952.),
Rafinerije nafte u Rijeci (osnovana 1883.)
i Rafinerije nafte u Sisku (osnovana 1927.).
Tvrtka je 1964. promijenila ime u
INA – Industrija nafte.

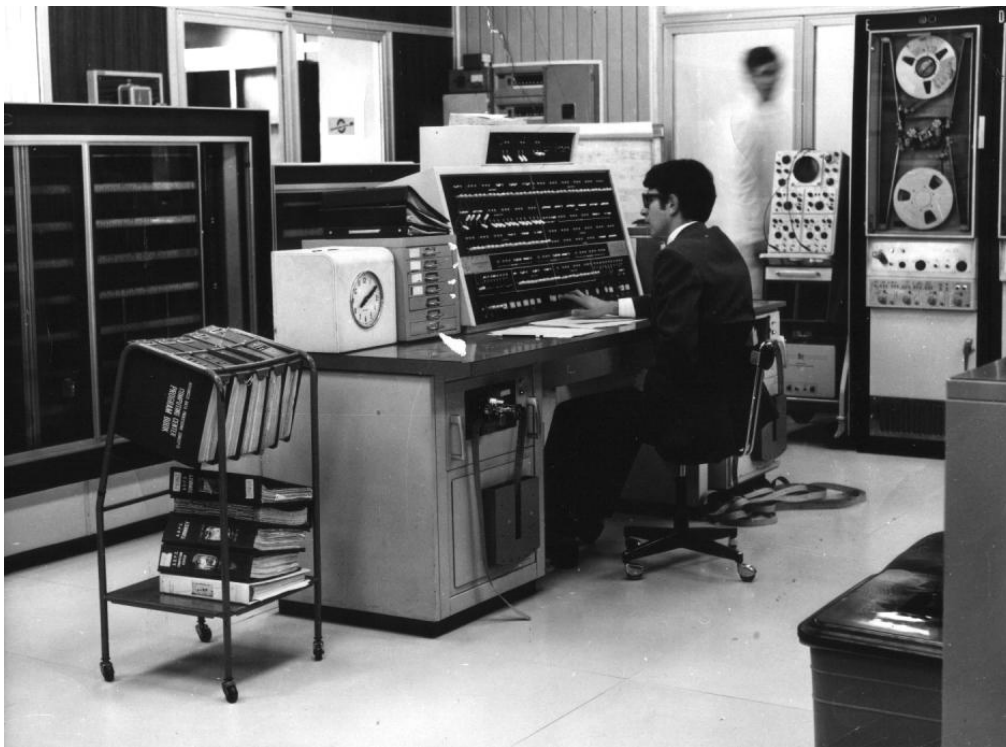


PROIZVODNJA NAFTE U RAZDOBLJU 1952 - 2001 (tone)



PROIZVODNJA PLINA U RAZDOBLJU 1952 - 2001



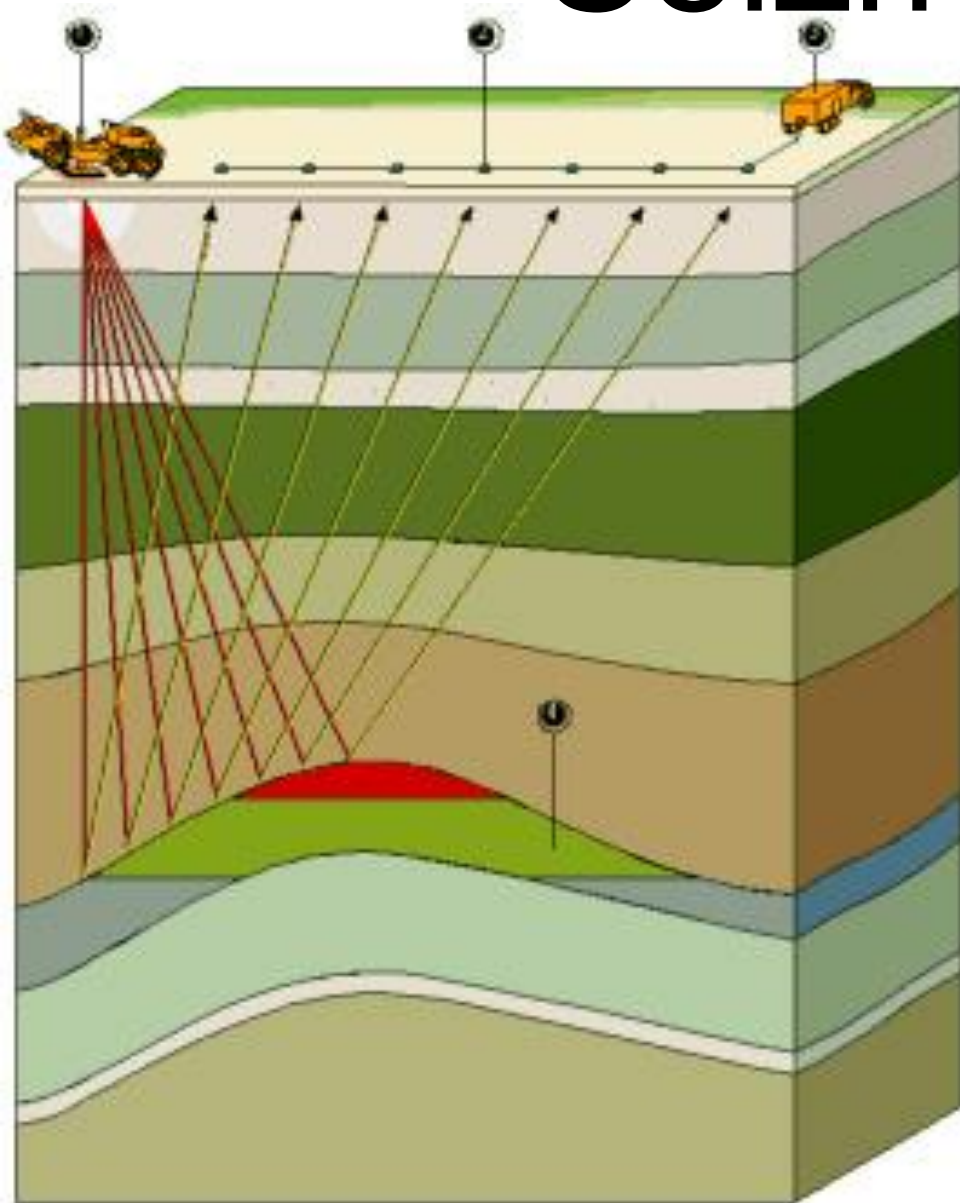


INFORMATIKA

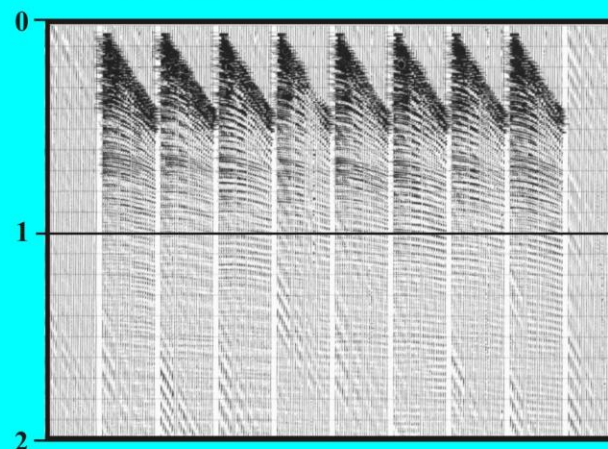
- 1967. godine osnovan ERC – Elektronički računski centar u INA-Industrija nafte
- 1968. g. primjenjuje se računalna obrada seizmičkih podataka u INA ERC-u (obavljala se na računalu TIAC/TIDAR - Texas Instruments kapaciteta memorije 4K, a koristio se računalni program GSI).
- 1968. (kraj godine) karotaža koristiti na istom računalu program MONINT za obrađivanje numeričkih podataka mjerenih u kanalu bušotine.



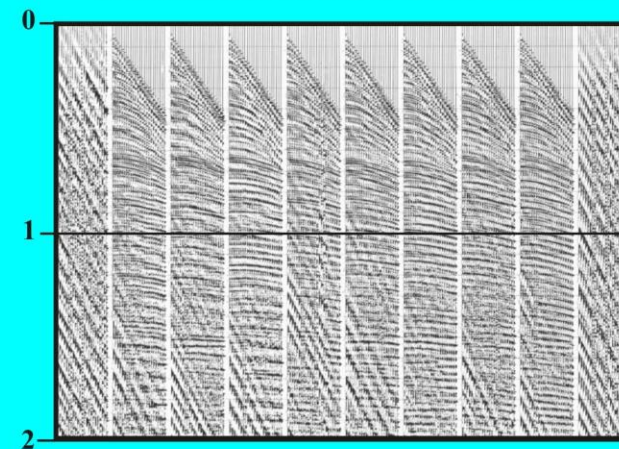
Seizmička mjerenja



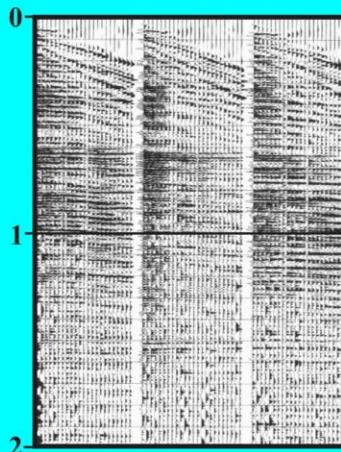
1. SKUP CDP TRAGOVA



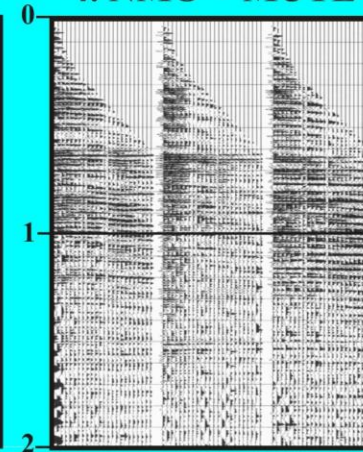
2. NAKON AGC POJAČANJA



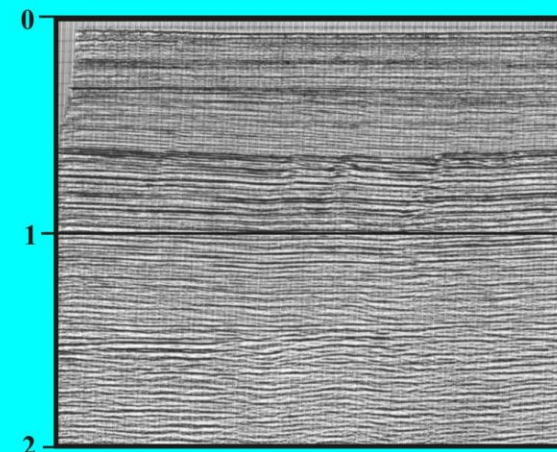
3. NMO



4. NMO + MUTE



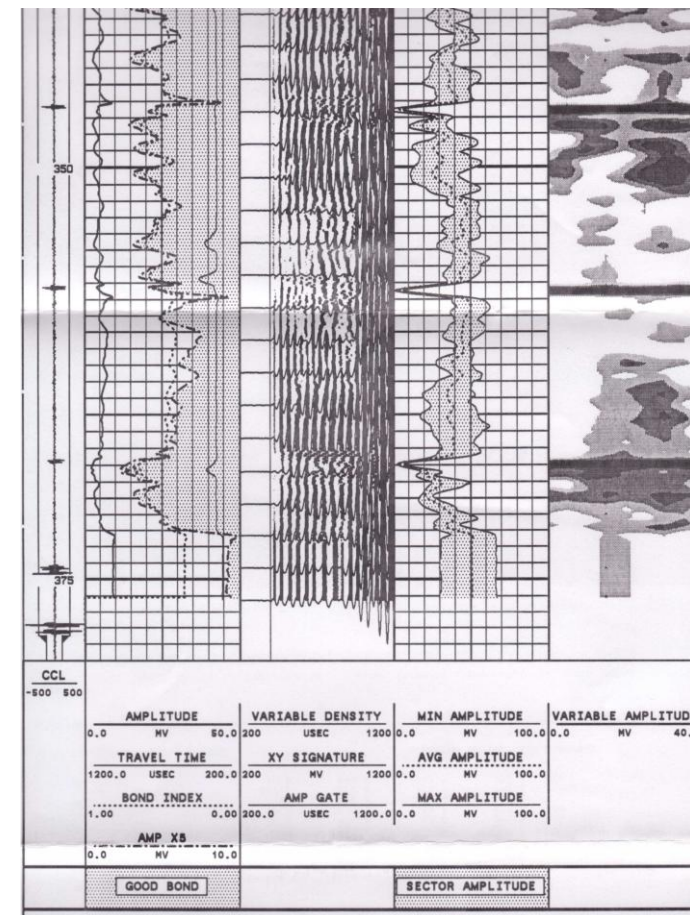
5. OBRADENA SEKCIJA



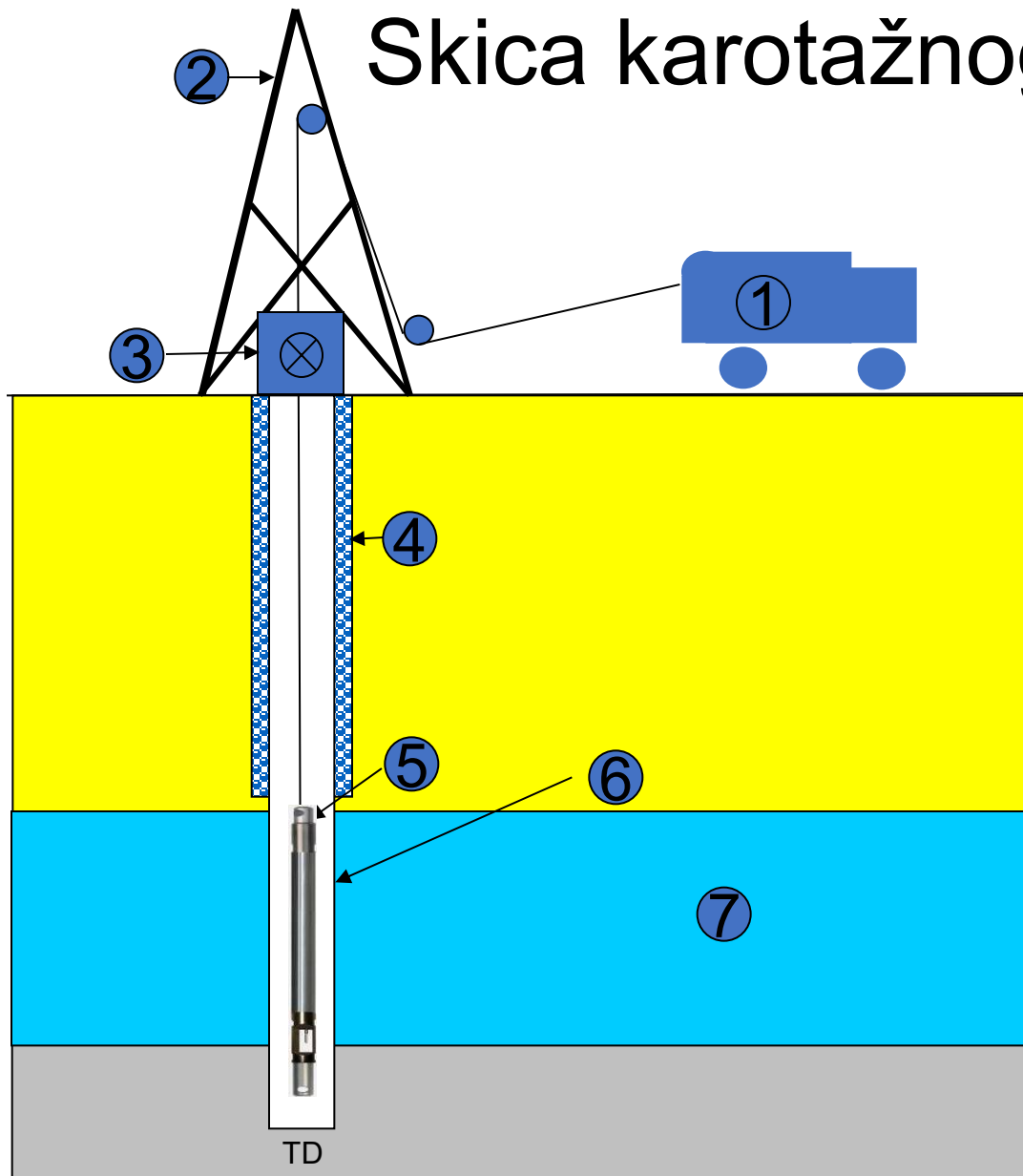
Karotaža

Gofizička mjerenja u bušotinama

Elektrokarotaža (karotaža) – ekipa za mjerenje geofizičkih podataka u bušotinama

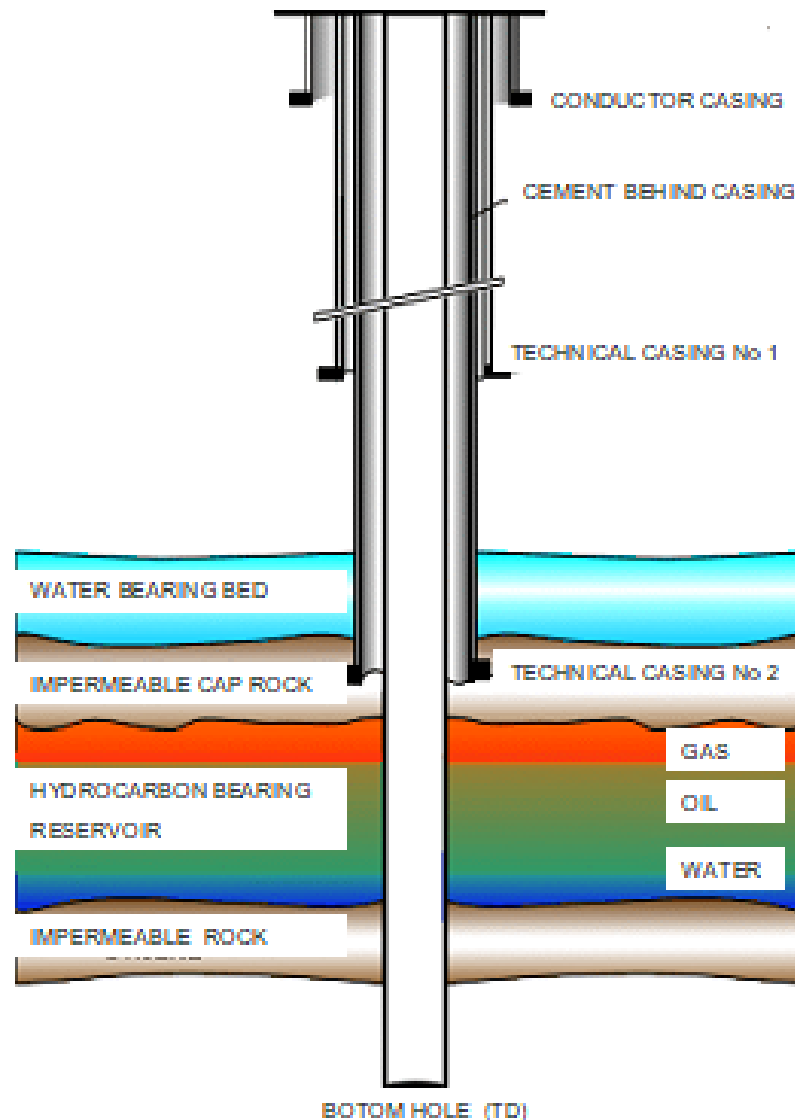


Skica karotažnog mjerenja



1. Karotažna jedinica (površinska mjerna oprema)
2. Toranj
3. Bušotinska glava
4. Kolona, zacjevljeni dio bušotine
5. Mjerni uređaj (sonda)
6. Nezacjevljeni kanal bušotine
7. Ležište, objekt istraživanja

Open hole logging



WELL LOGGING

AFTER TD

Well Logs in Open Hole

DIFL/GR (DLL, HDIL/HDLL)
ML/MLL/GR/CAL
AL BHC (Array Sonic)
CNL/CDL, ZDEN (LDT)
HRDIP
CBIL, FMS, STAR
FMT (RFT)
MRIL (NMRL)
DIEL (EPT)



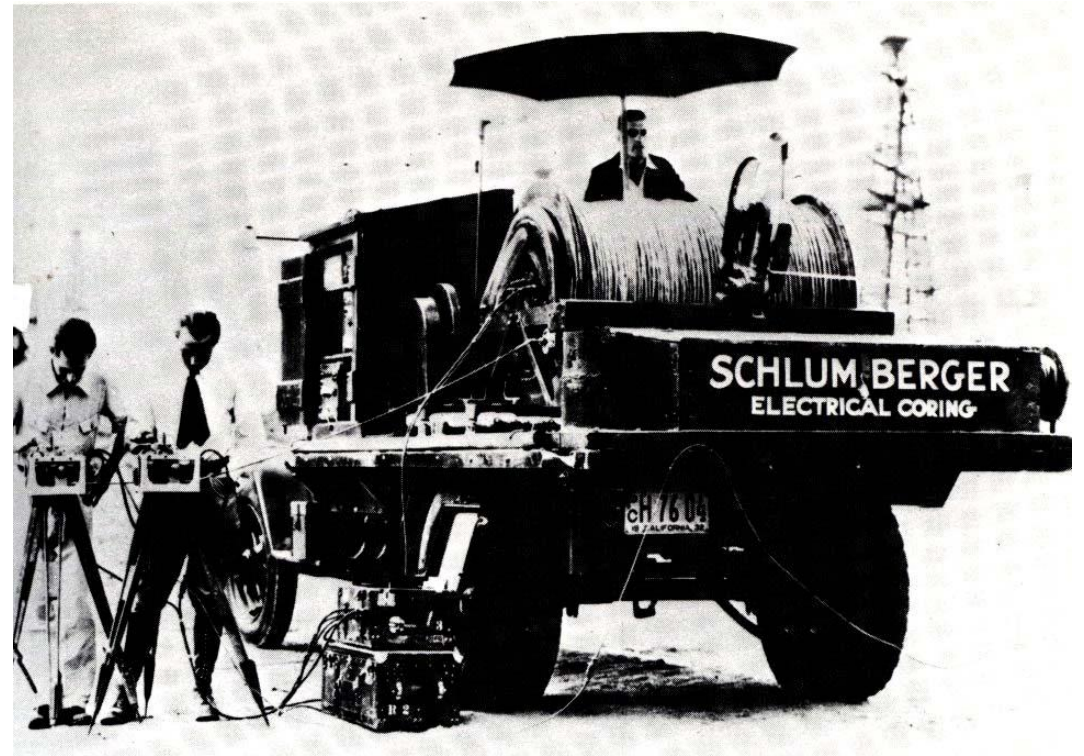
FORMATION EVALUATION

- Φ , S_w , H_{ef} , Reserves
- Decision about Well

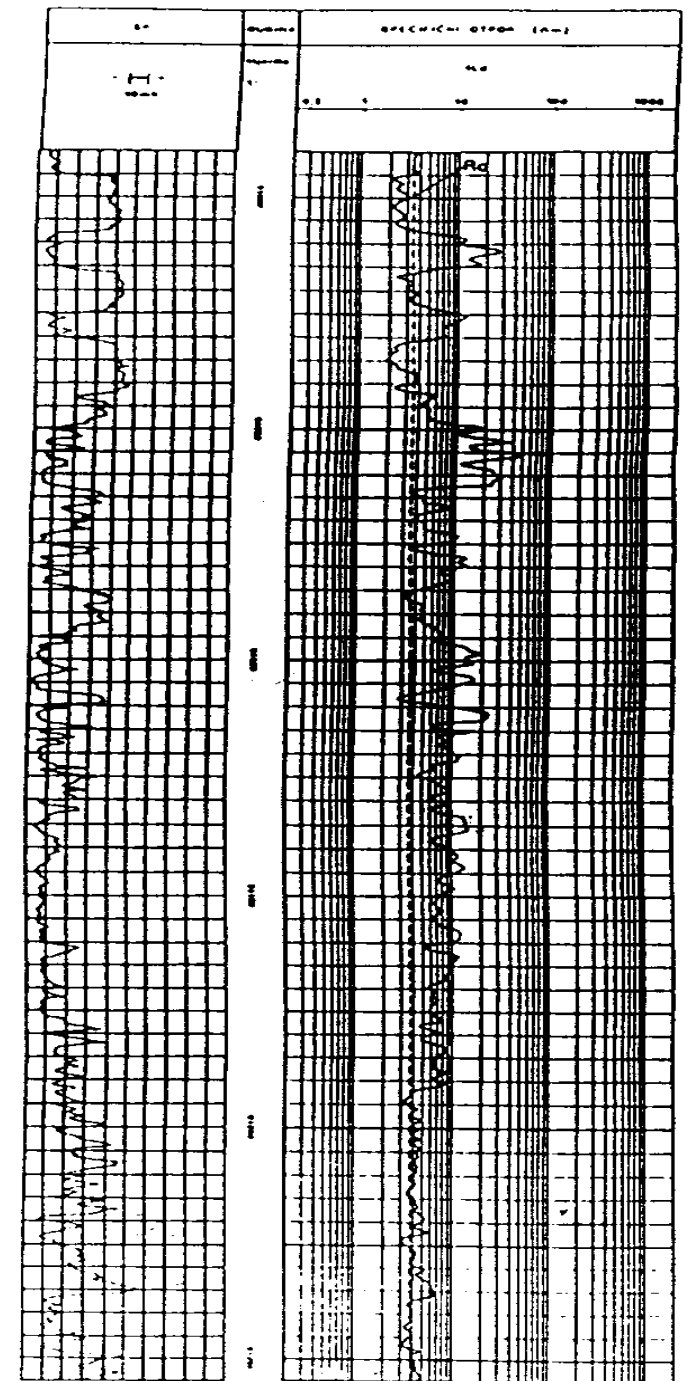


**SCHLUMBERGEROVA
EKIPA U SSSR-u, ČEČENIJI 1930 g.
SLAVI PRAZNIK 1. SVIBNJA S
LOKALNIM OSOBLJEM.**

**SCHLUMBERGEROVA MJERNA JEDINICA
U KALIFORNIJI (1932.)**



Počeci



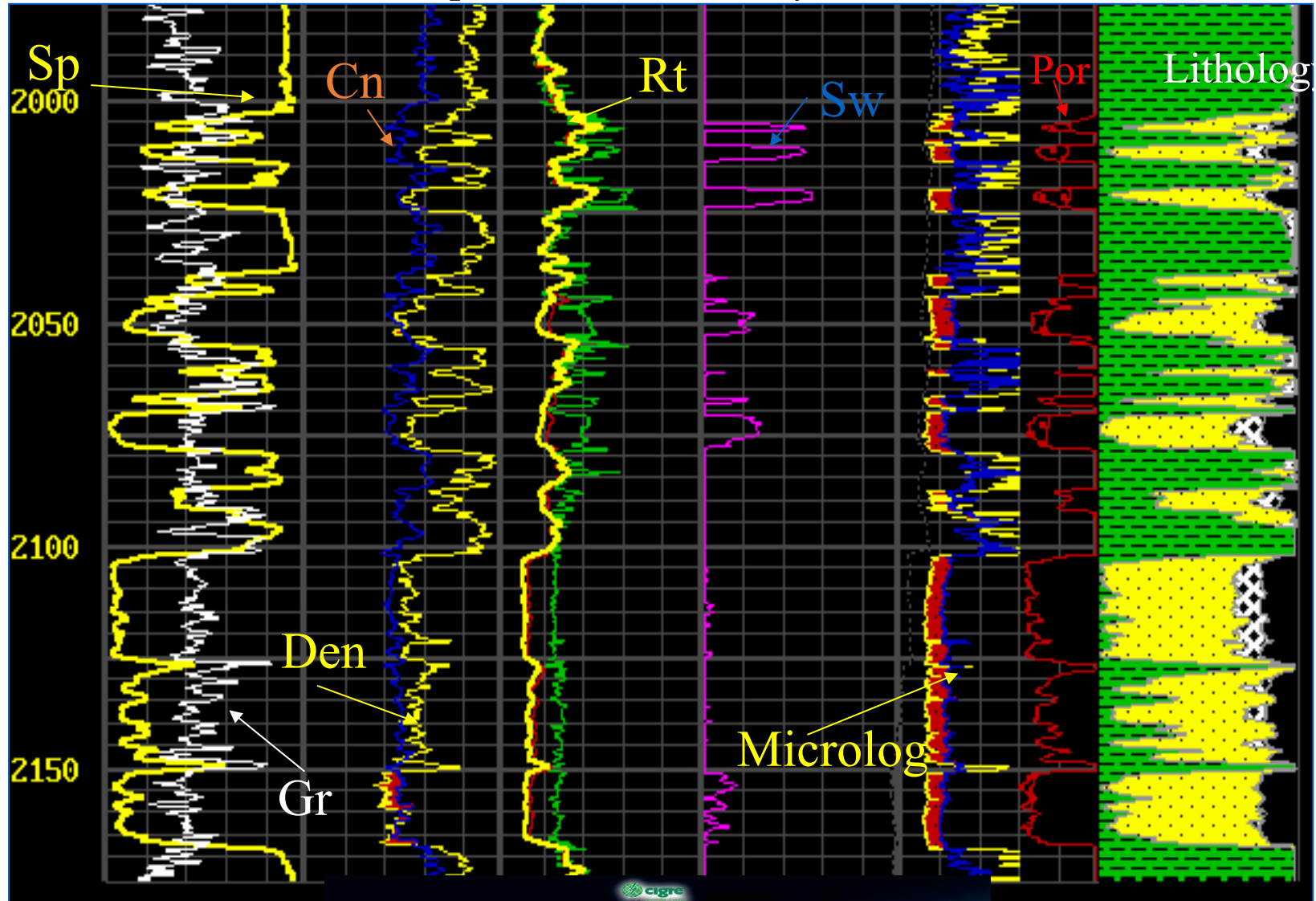
Značajniji događaji

- 1968. /1969. - program MONINT
- 1971. počeo se koristiti napredniji program LOGINT (bušene kartice)
- 1978. nabavljene digitalne mjerne jedinice
mjerjenje se pohranjivalo na magnetske trake
- 1978. Diplog obrada nagiba slojeva i
Epilog kompjuterski program koji je obrađivao sva geofizička mjerenja
- Početkom 80 godina nova zgrada IPC u Šubićevoj,
IBM 4143, ploterski centar
- 1989. kupnja 5 Compaq računala sa DOS programom WDS (Well Data System),
Novell mreža 2.15



Karotaža - interpretatori

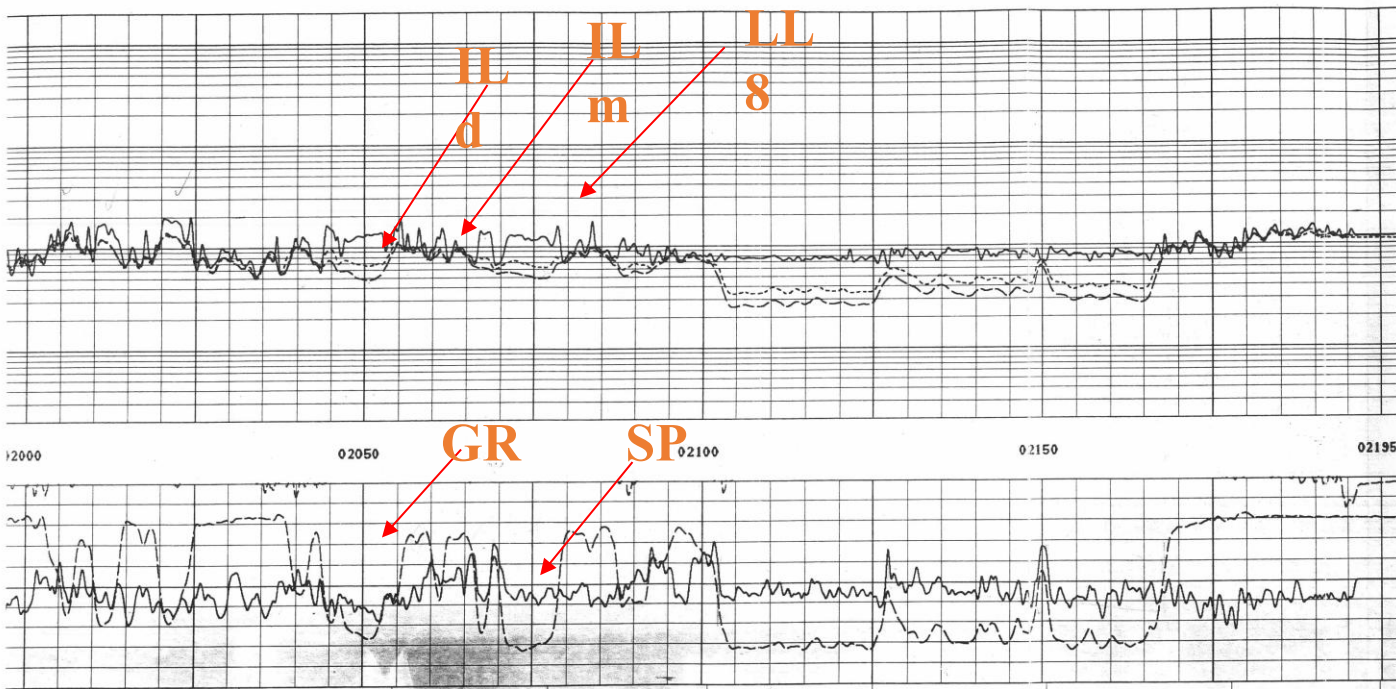
“**CRA**” Complex Reservoir Analysis (multi mineral method)



WELL

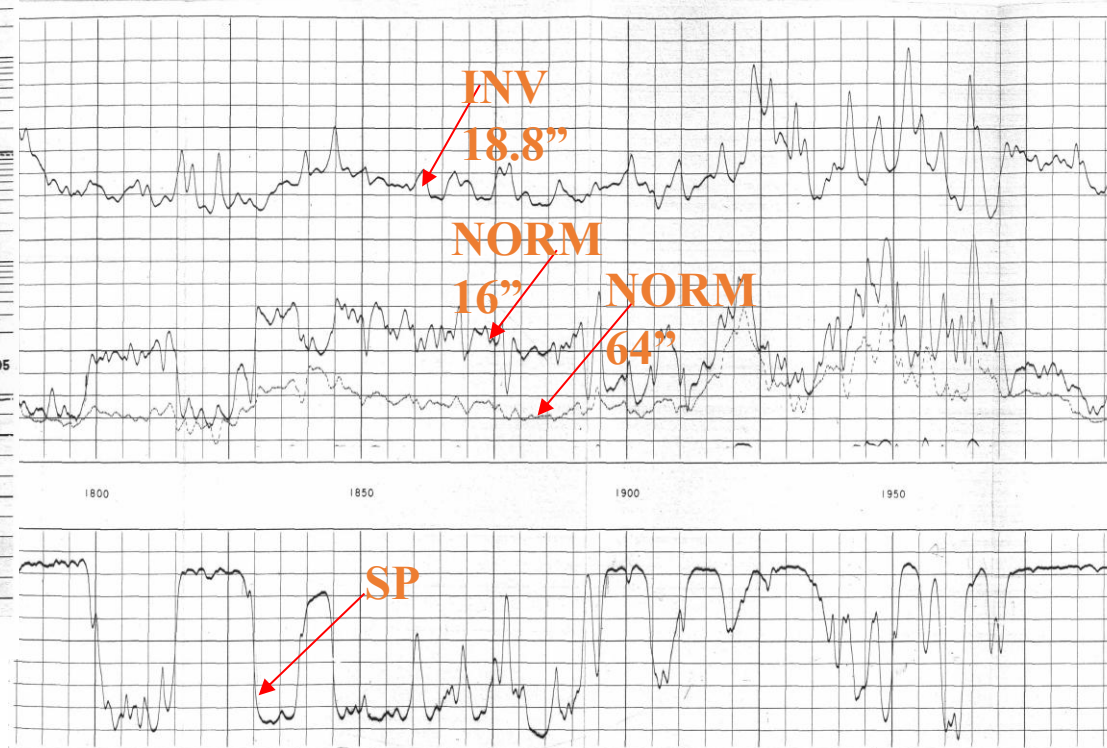
1

DIFL / SP / GR



WELL 2

EL / SP

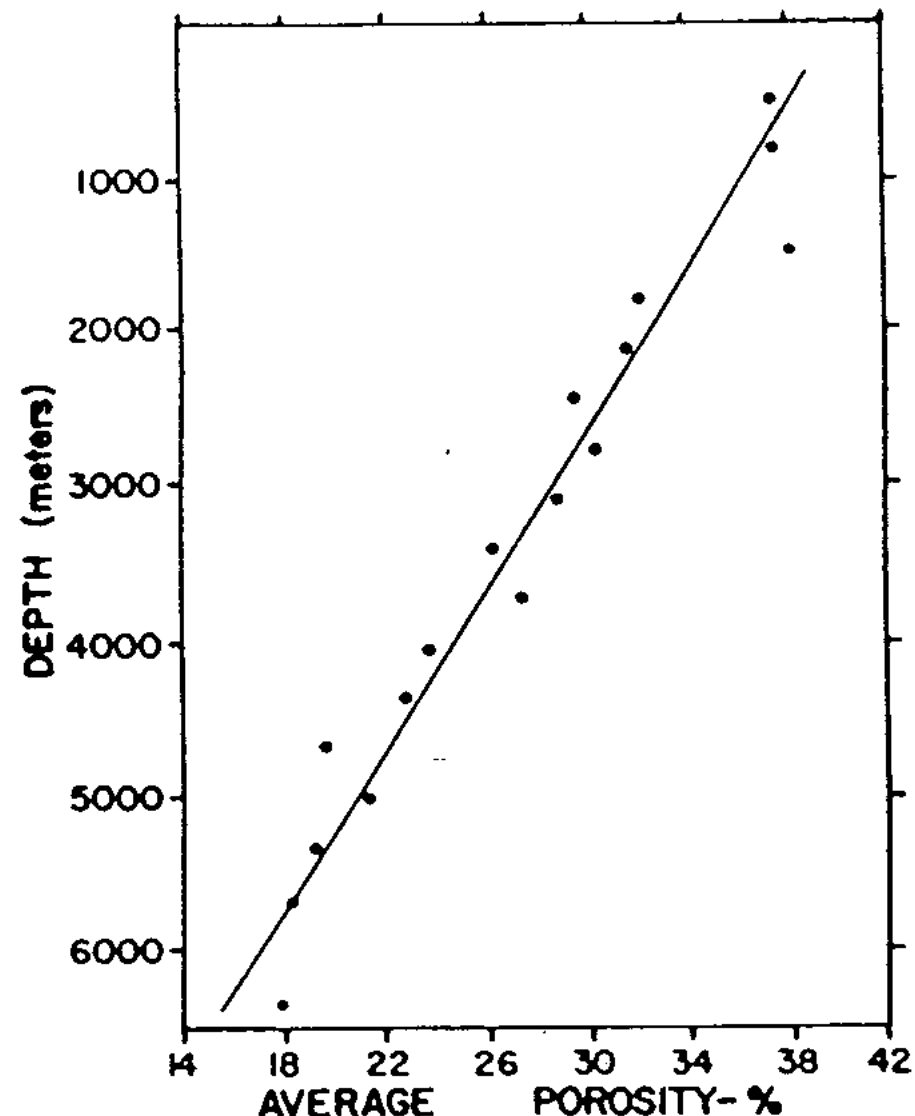


R - nula

Veliki broj starih bušotina samo sa snimljenim EK dijagramom (samo SP i/ili GR i specifični otpor EL NORM 64" i 16")

Osnovna teza je da su

Atwater i Miller dokazali
(na bazi mjerenja poroziteta 17.367 uzoraka jezgara) linearnu funkcionalnu zavisnost promjene poroziteta s dubinom



R – nula jednadžbe

$$S_w^n = \frac{1}{\emptyset^m} \cdot \frac{R_w}{R_t}$$

$$1 = \left(\frac{1}{\emptyset^m} \right) \cdot \left(\frac{R_w}{R_0} \right)$$

$$\emptyset = \sqrt[m]{\frac{R_w}{R_0}}$$

$$S_w = \sqrt[n]{\frac{R_0}{R_t}}$$

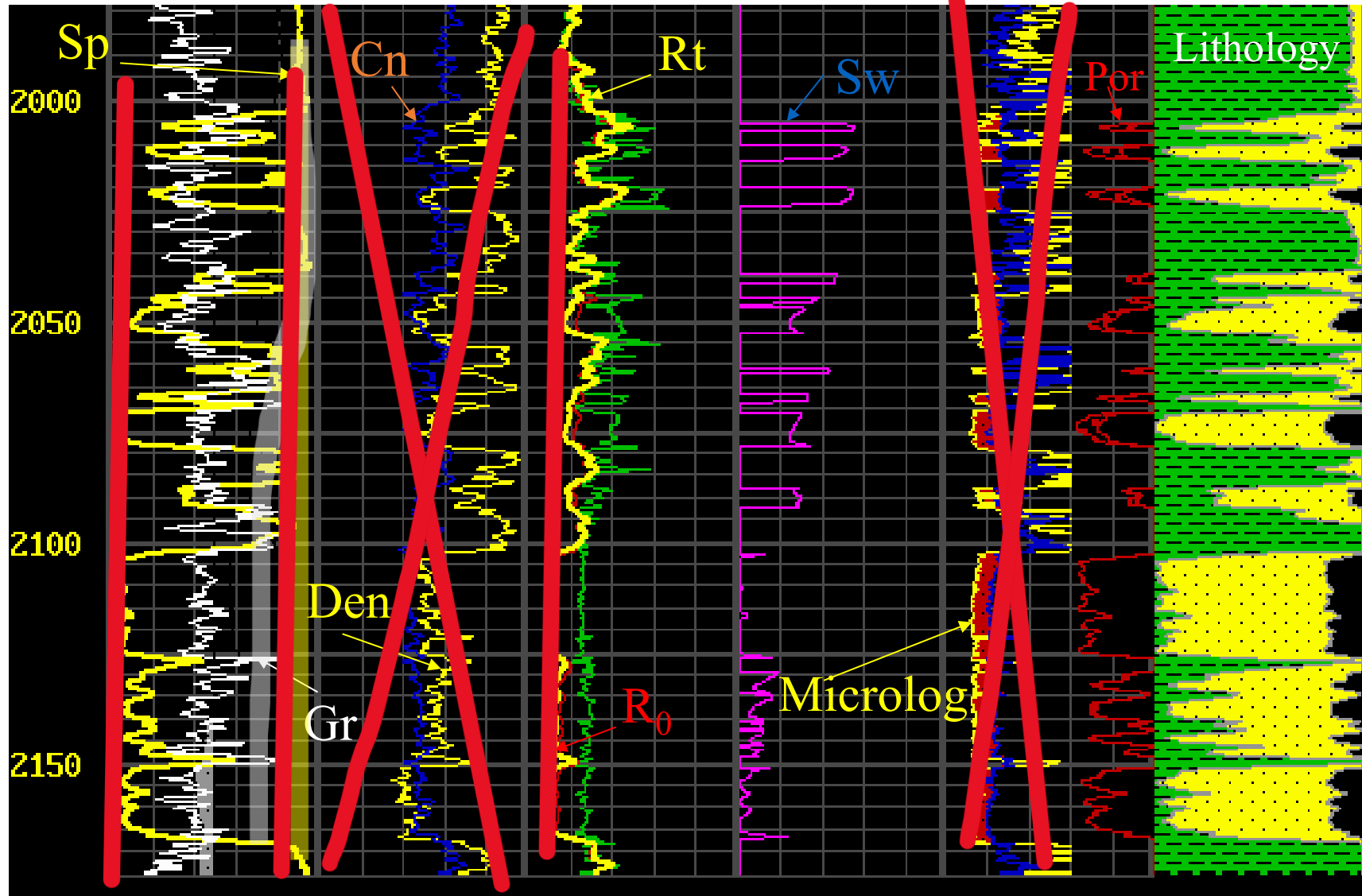
$$R_0 = R_{0_{min}} + \left[\left(\frac{D-SD}{ED-SD} \right) \cdot R_{0_{max}} - R_{0_{min}} \right]$$

$$V_{sh} = \frac{(SP-SP_{min})}{(SP_{max}-SP_{min})}$$

$$\emptyset_s = \emptyset - (\emptyset_{sh} \cdot V_{sh})$$

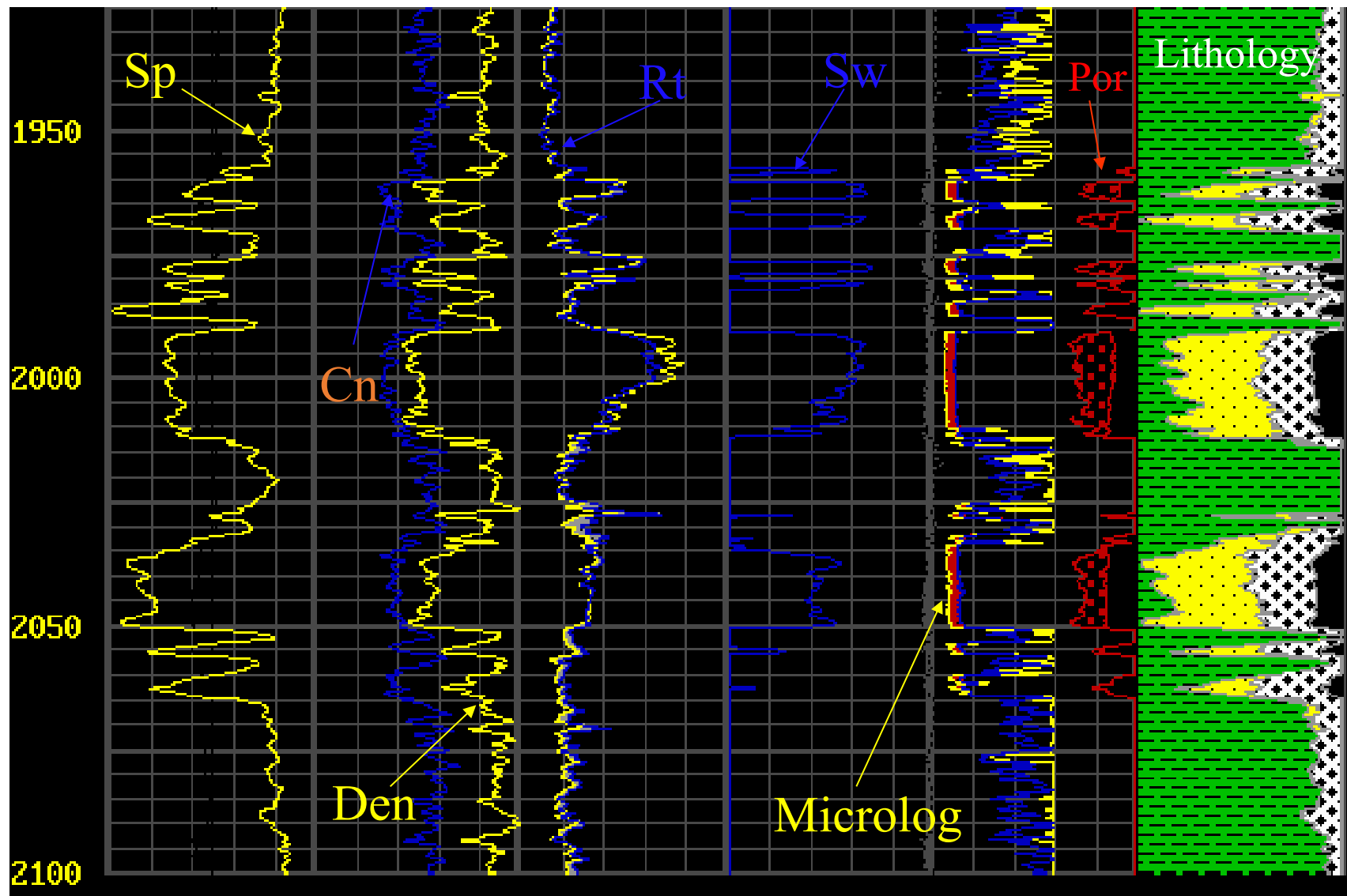
$$\emptyset_w = S_w \cdot \emptyset_s$$

“ R_0 ” analysis (only SP and Rt curves have been used)



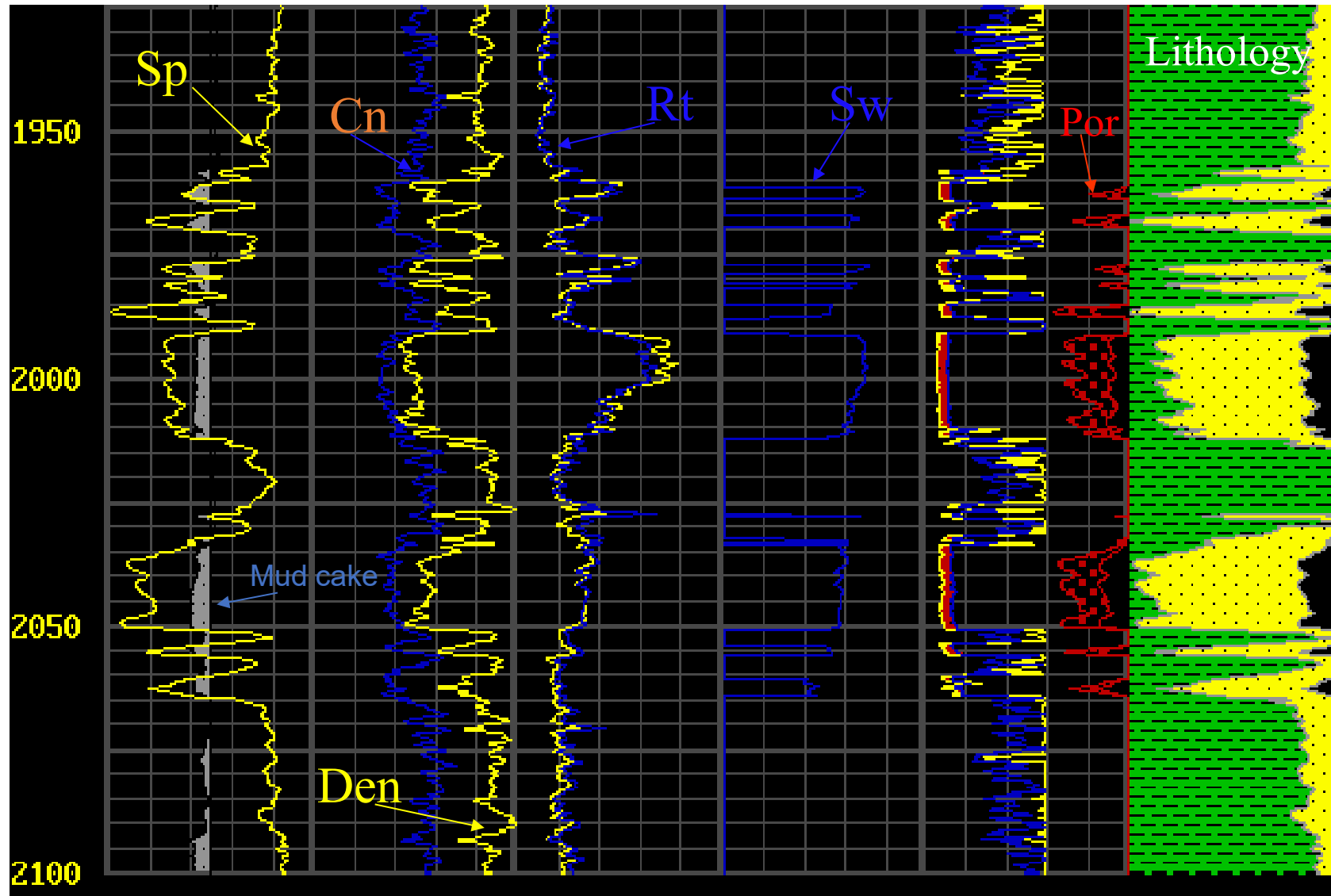
Example No2 “CRA” analysis

(multi mineral method)

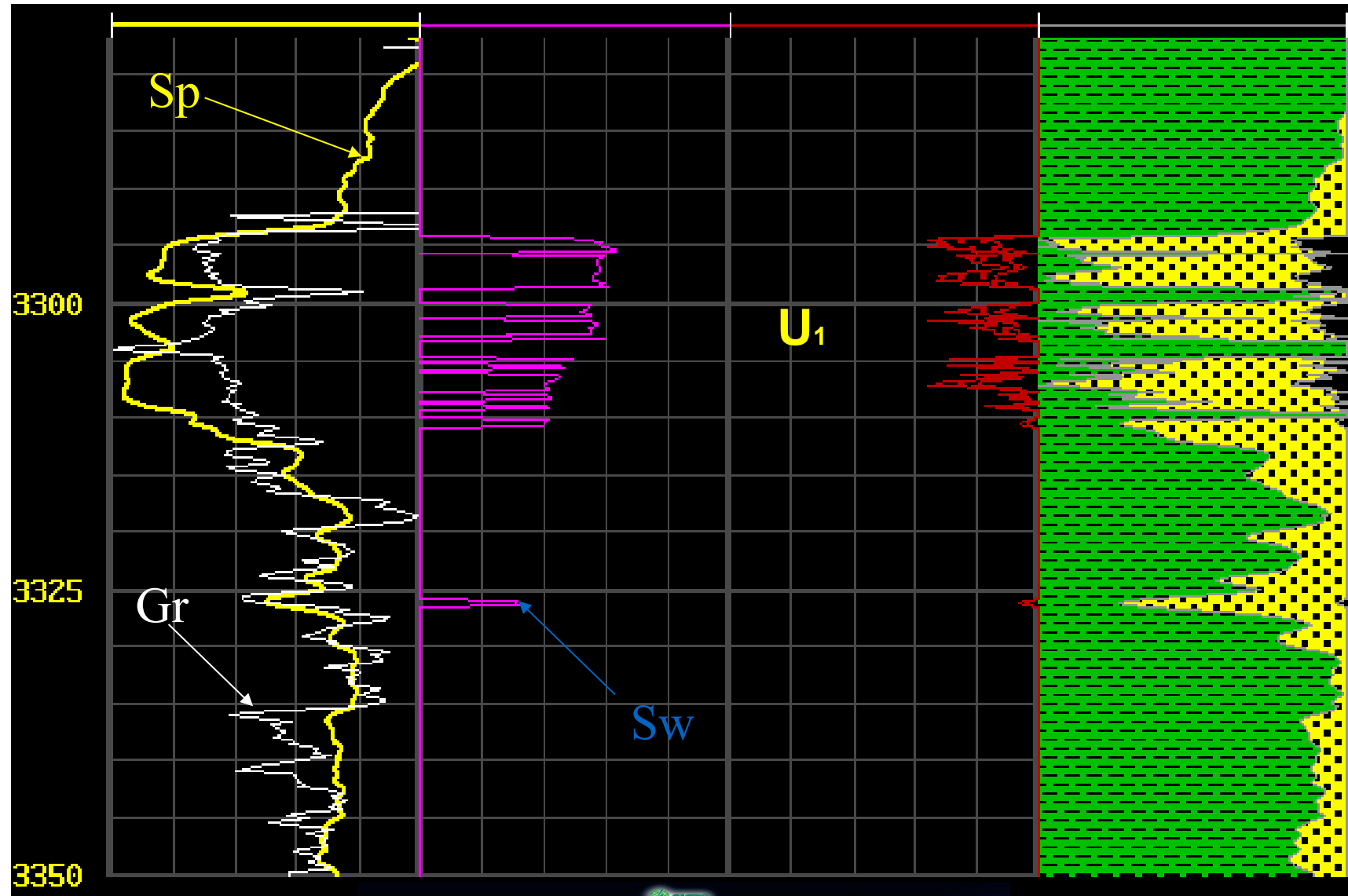


Example No2

“**R₀**” analysis (only **SP** and **Rt** curves have been used)

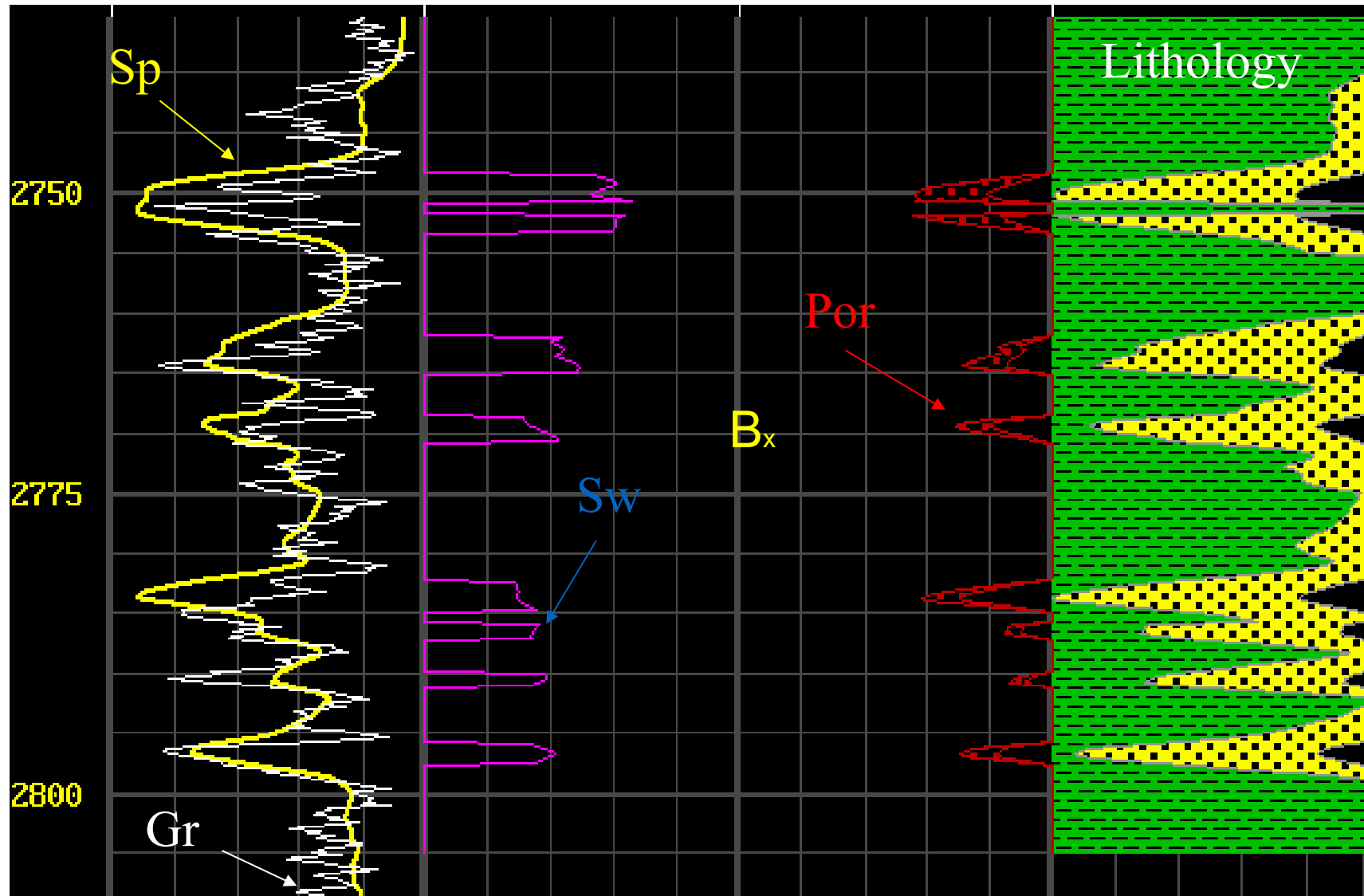


Example No3 (West Siberia – Russian Federation) “ R_0 ” analysis

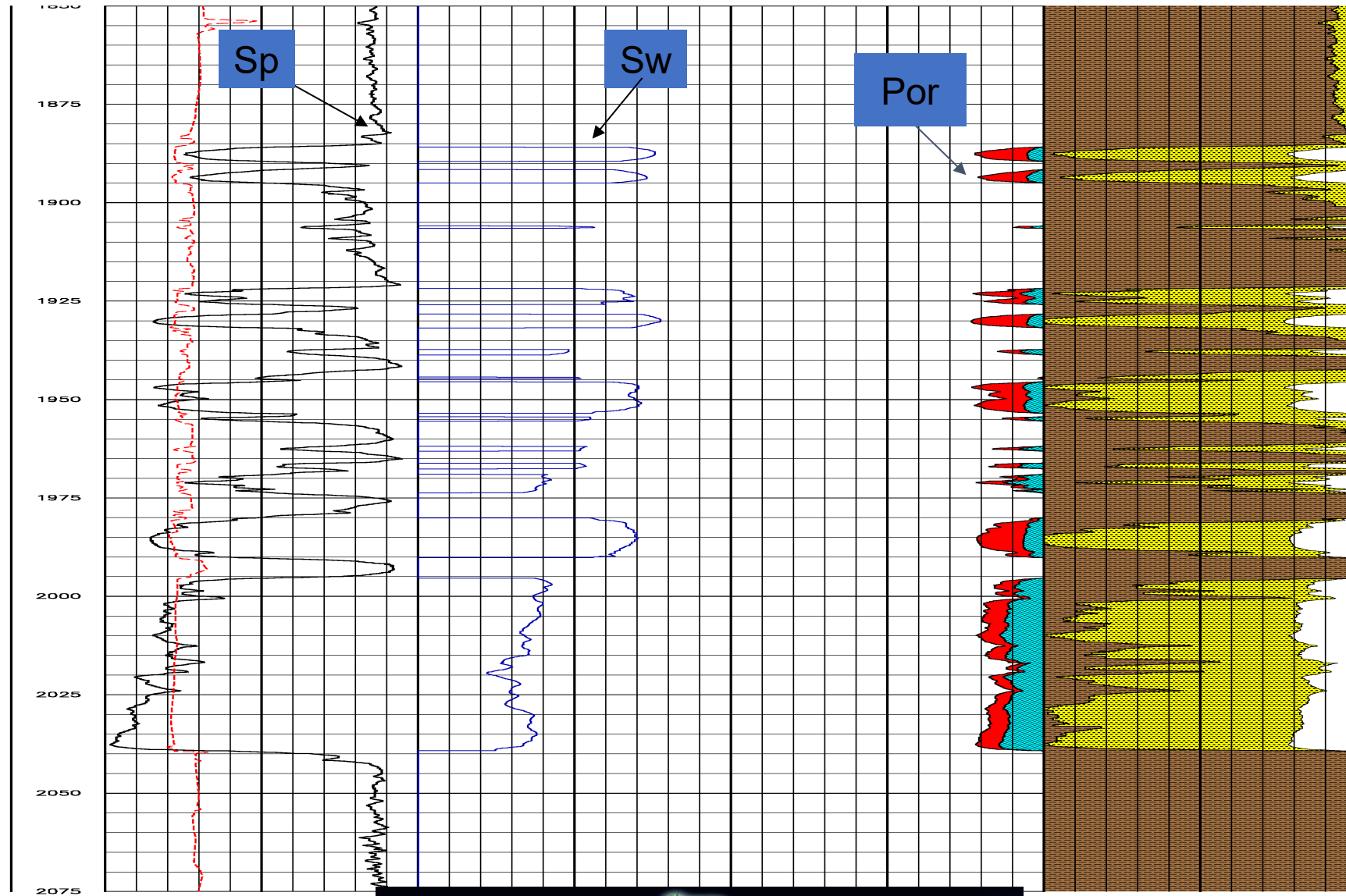


Example No4 (West Siberia – Russian Federation)

“ R_0 ” analysis



Example No5 “ R_0 ” analysis (only SP and Rt curves have been used on “eXpress” platform)



HORIZON

Statistical Log Analysis Package for Integration of All Petrophysical Data

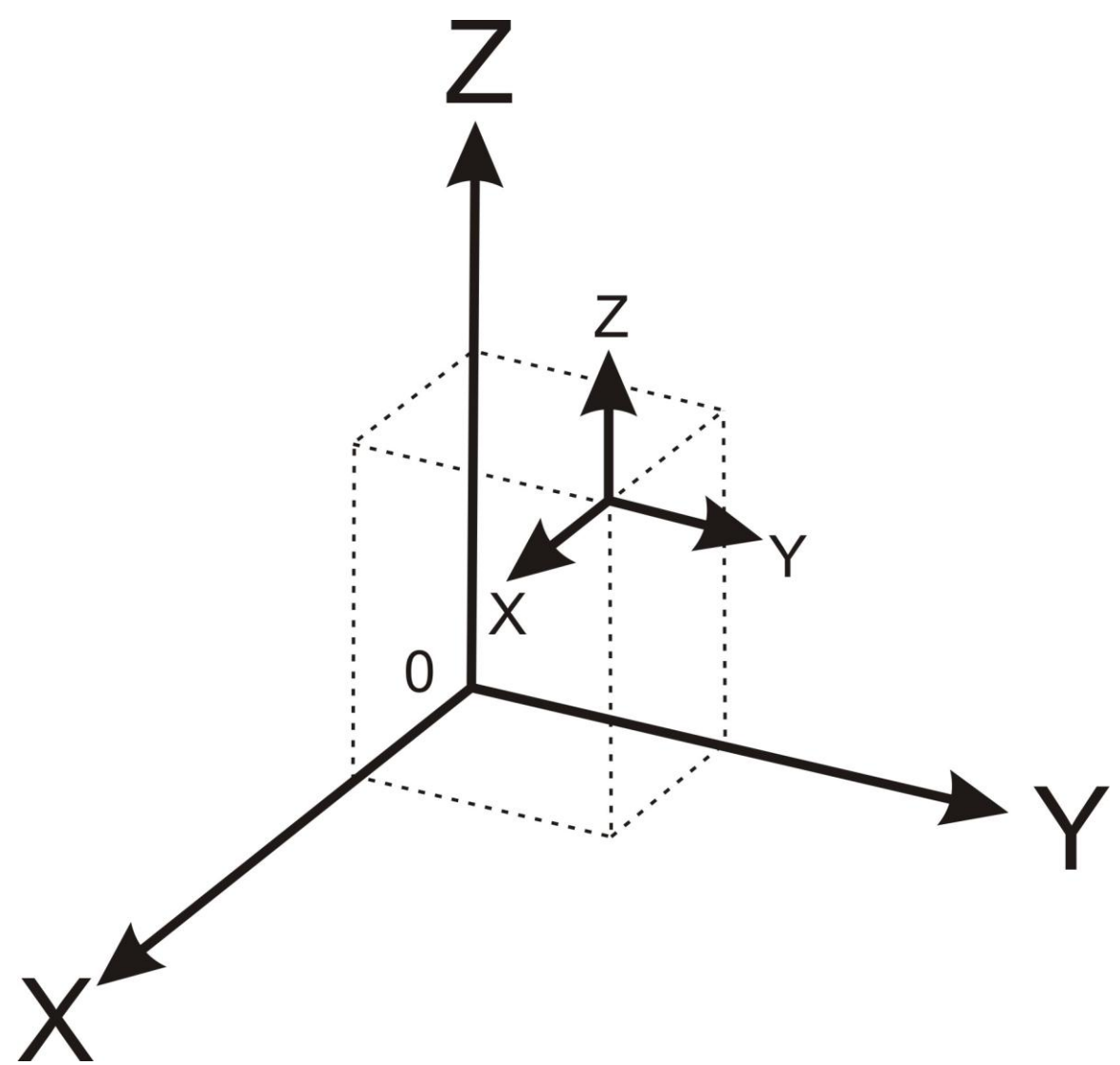
Definiranje različitih facijesa

iz dijagrama karotaže (geofizičkih mjerenja) u bušotinama i

analize jezgre



Program
HORIZON
kompanije
Western Atlas
(autora Oliveira i
sur., 1989.).

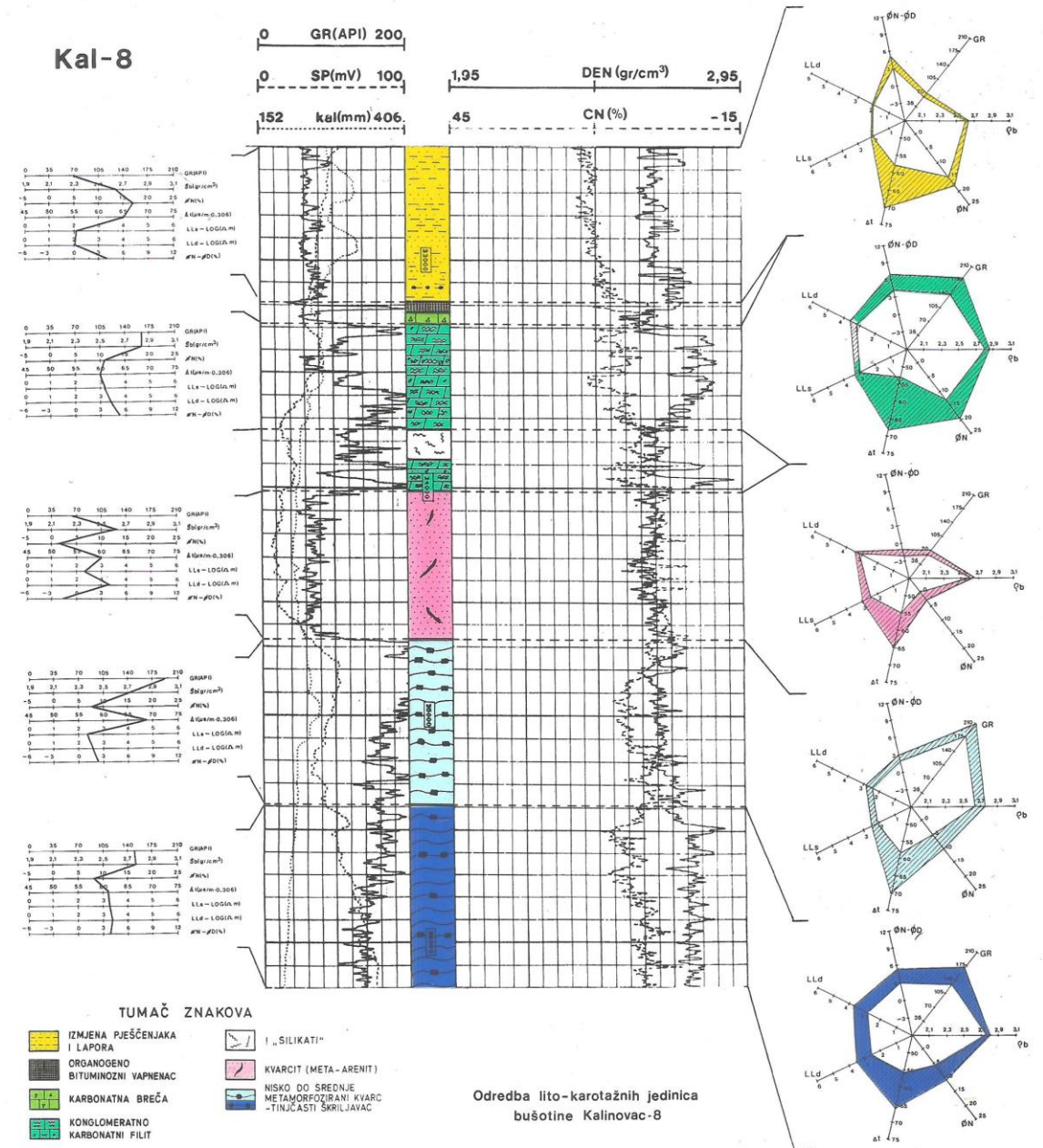


Facijesi

- 1. Klastiti***
- 2. Bioklastični vapnenac***
- 3. Dolomit***
- 4. Dolomitni škriljavac***
- 5. Kvarcit***
- 6. Podina I***
- 7. Podina II***



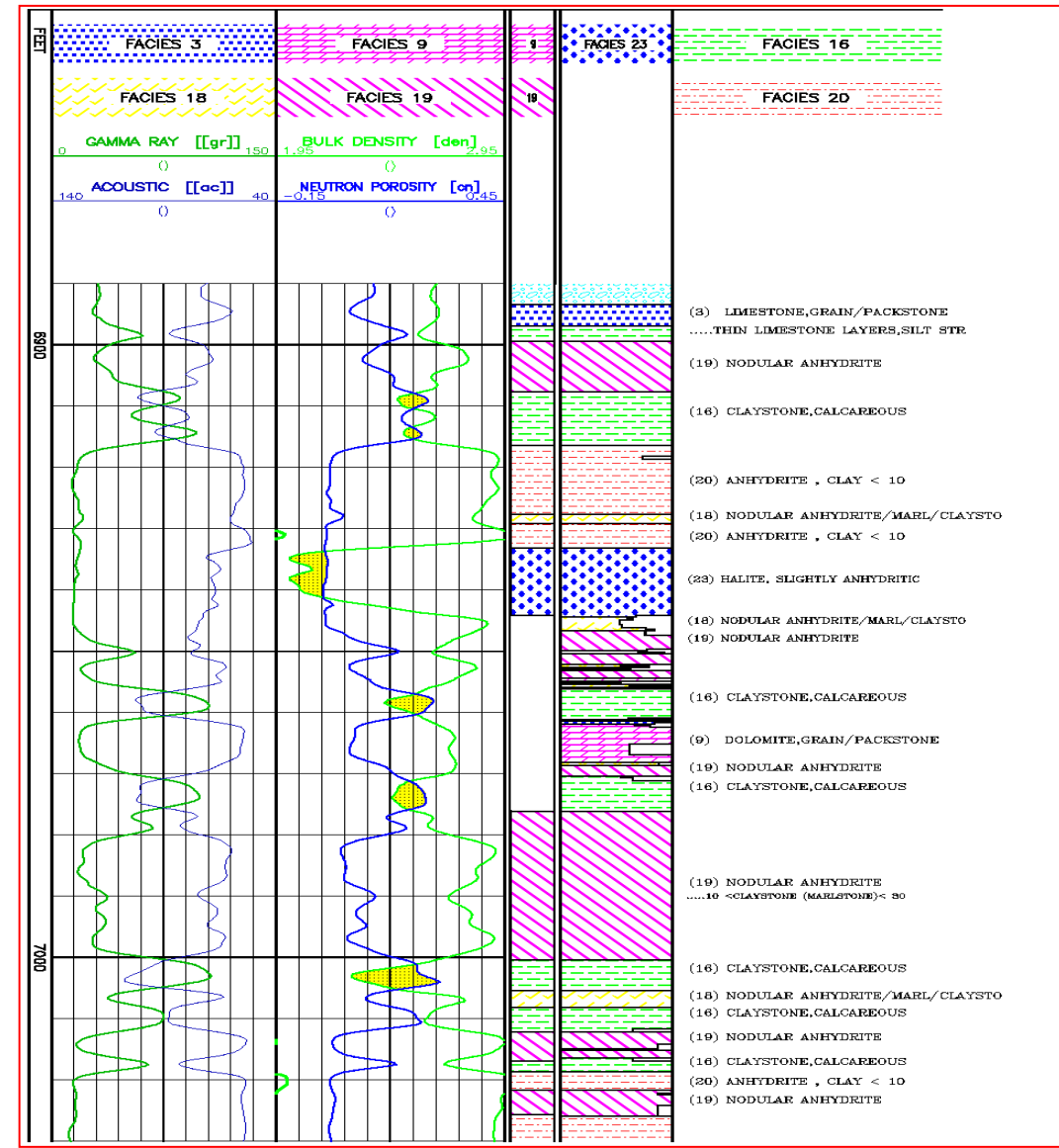
Definiranje lito-karotažnih jedinica (facijesa)



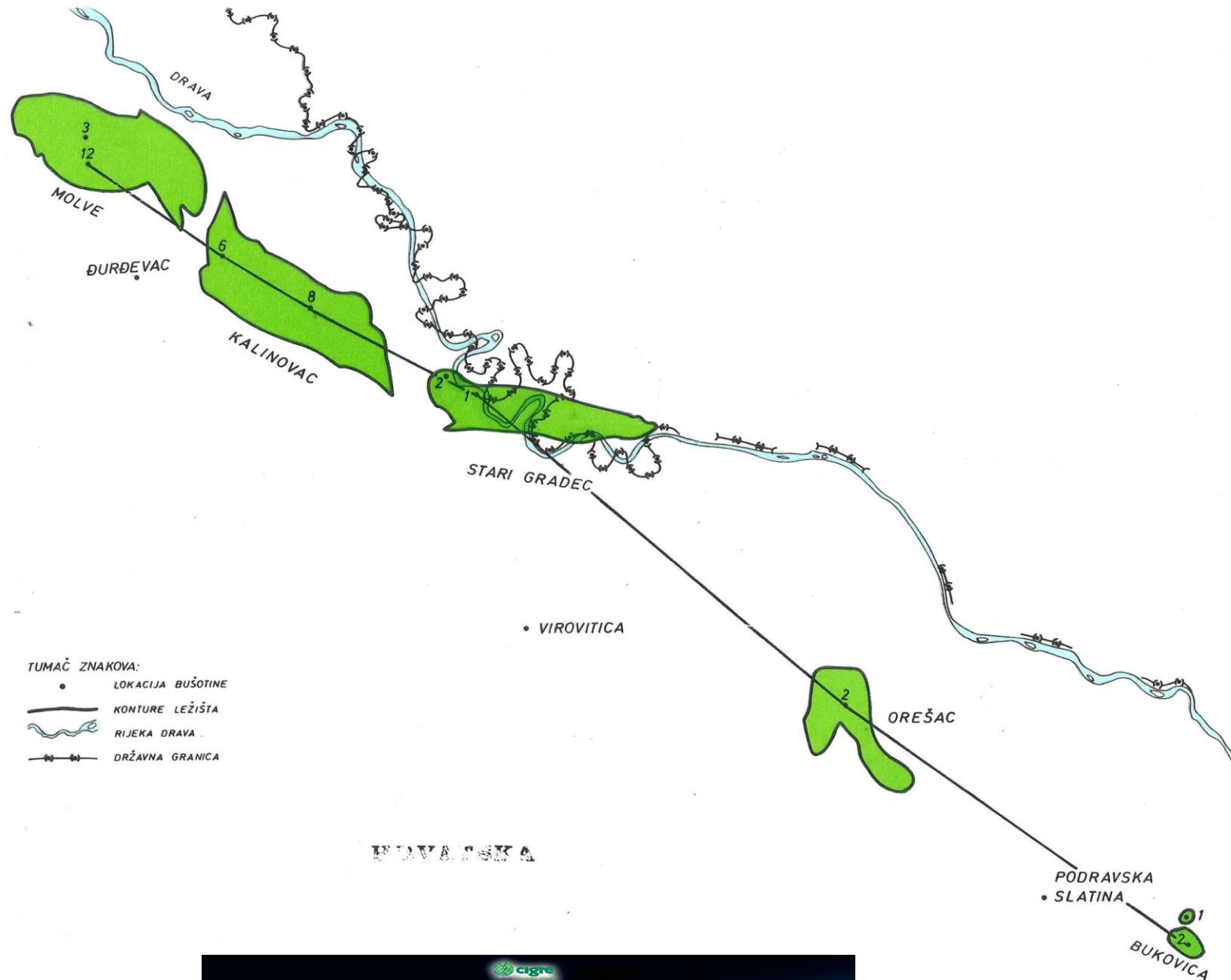
Dijagrami "Ladder,, i "Spider-web"

HORIZON

Statistical Log Analysis Package for Integration of All Petrophysical Data



• KOPRIVNICA



• BJELOVAR

TUMAČ ZNAKOVA:

• LOKACIJA BUŠOTINE

— KONTURE LEŽIŠTA

~ RIJEKA DRAVA

—+—+— DRŽAVNA GRANICA

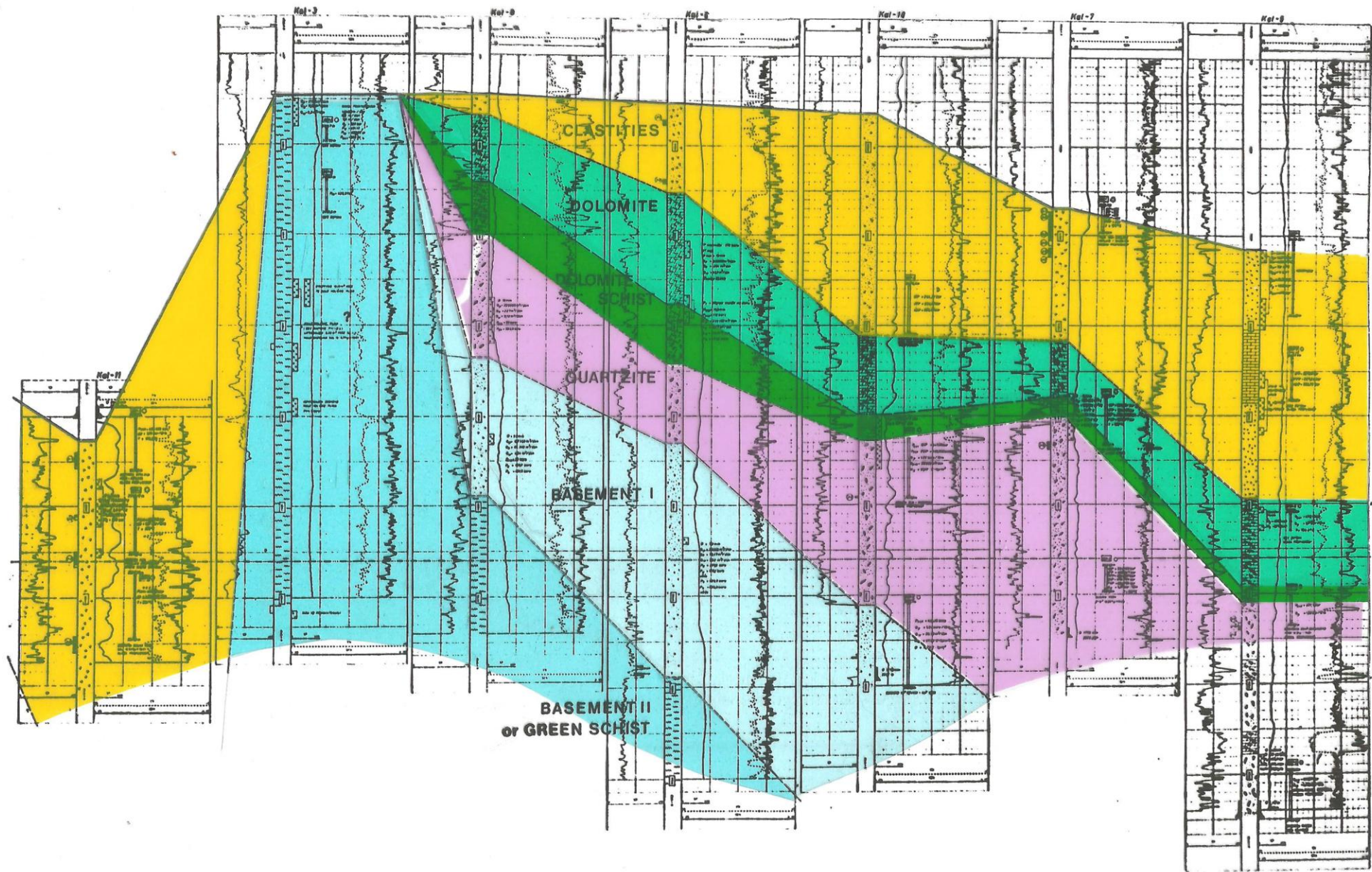
• VIROVITICA

STARI GRADEC

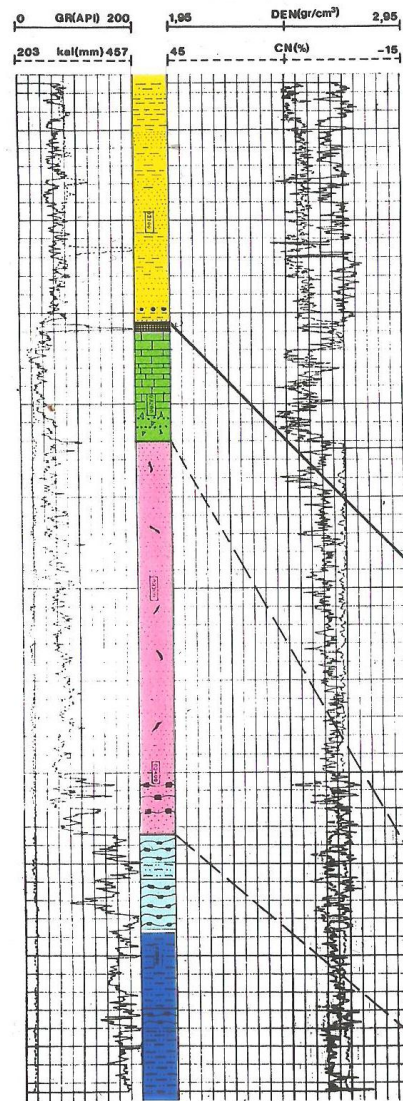
OREŠAC

PODRAVSKA
• SLATINA

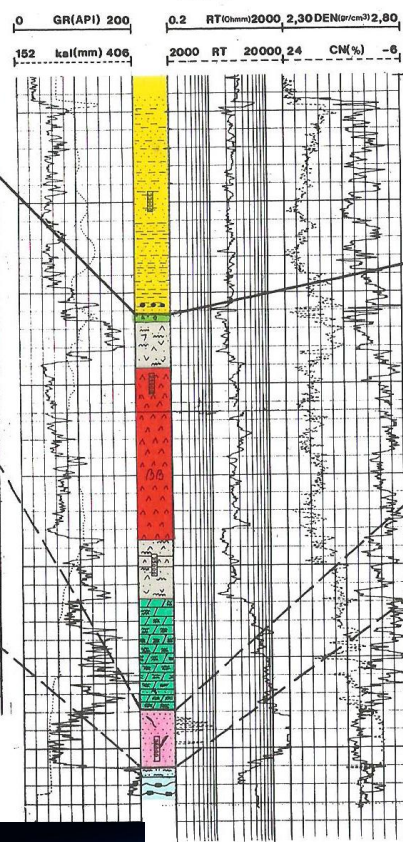
BUKOVICA



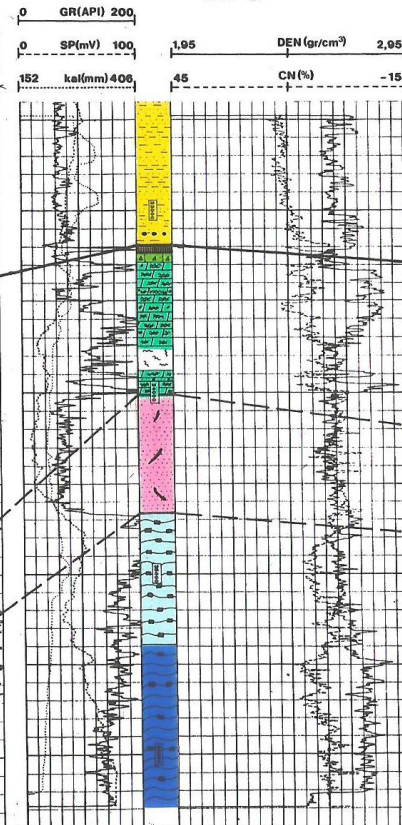
Mol-12



Kal-6



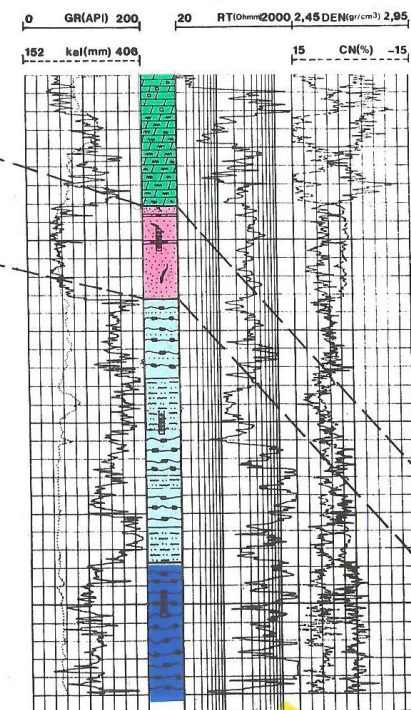
Kal-8



TUMAČ ZNAKOVA

IZMJENA PJEŠČENJAKA I LAPORA	IZMIJENJENI DOLOMIT - FILIT
POLIMIKTNI BREČO - KONGLOMERAT	„SILIKATI“
ORGANOGENO BITUMINOZNI VAPNENAC	KVARCIT (META - ARENIT)
VAPNENAC	NISKO DO SREDNJE METAMORFOZIRANI KVARC - TINJČASTI ŠKRILJAVAC
KARBONATNA BREČA	GNAJS (DIAFORIT)
KONGLOMERATNO KARBONATNI FILIT	DIJABAZ
BREČA SA PROSLOJCIMA PJEŠČENJAKA	? RIOLIT
DOLOMITNA BREČA	KRISTALOLITIČNI TUF
DOLOMIT MJESTIMIČNO METAMORFOZIRAN	TUFITIČNA SERIJA
DOLOMIT SA PROSLOJCIMA ANHIDRITA	DEVITRIFICIRANI TUF
DOLOMIT I DJELOMIČNO PIRITIZIRANI DOLOMIT	DISKORDANTNA GRANICA sr. MIOCENA i d. PANONA

Stg-1



Or-2

Zaključak

Ovim radom prikazan je razvoj informatike u kasnim godinama prošlog tisućljeća, s posebnim naglaskom na primjenu u Naftaplinu.

Prednost Naftaplina bila je njegova orijentacija prema korištenju zapadnih tehnologija, i u opremi, a i u informatici,

Rano prihvaćanje najnaprednijih tehnoloških rješenja omogućilo je Naftaplinu značajan napredak, ali i savladavanje brojnih prepreka koje su se pojavljivale na putu razvoja.

Učinkovitost primjene ovih metoda počivala je na velikom broju bušotina što je doprinijelo opsežnoj digitalnoj bazi podataka koja je sadržavala širok spektar podataka karotažnih dijagrama.

Integrirani naponi geologa, naftnih inženjera i petrofizičara (stručnjaka za analizu karotažnih dijagrama) omogućili su dostizanje razine obrade i razumijevanja podzemlja koju je Naftaplin imao u to vrijeme, kao i danas.

Tih godina, Naftaplin je imao odlučujuću ulogu u energetici Hrvatske, osiguravajući gotovo potpunu opskrbu Hrvatske naftom i plinom, čime je znatno pridonio energetske neovisnosti zemlje.



Hvala na pažnji

