

Геологическая модель аптского газоконденсатного месторождения

(площадь Британия, Северное море)

Автор: Давыдова О.П., студентка РГУ нефти и газа

Научный руководитель:

Лобусев А. В., д. г-м. наук, профессор

Консультант:

Забродоцкая О. Н., старший геофизик ООО «ПГС СНГ»

Введение

Цель: построение геологической модели аптского газоконденсатного месторождения.

Решаемые задачи: определение подсчетных параметров.

Программное обеспечение: комплексный пакет *Tigress*.

Объект изучения - газоконденсатное месторождение, приуроченное к терригенным отложениям нижнего мела, аптскому ярусу.

Литостратиграфически данные отложения принадлежат к формации *Sola*, *Britannia member*.

Формация *Sola* рассматривается как мощное песчаное тело с многочисленными прослоями глин, глинистых песчаников и известняков, доломитизированных известняков.

Основная нефтематеринская толща: *Kimmeridge clay* (J3)

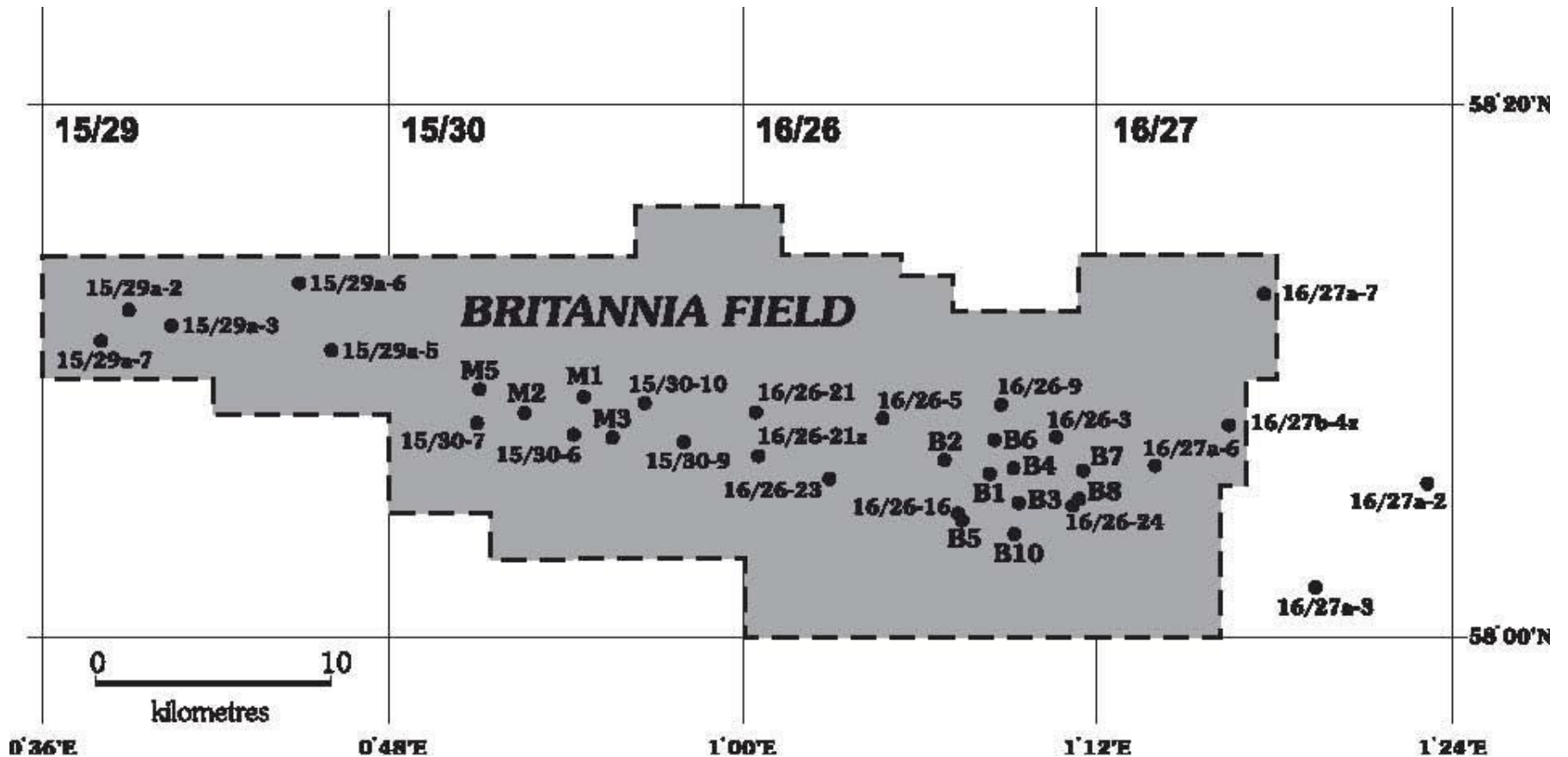
Условия формирования: трансгрессивный цикл, турбидитные потоки, конусы выноса.

Месторасположение: центральная часть Северного моря, в 225 км к северо-востоку от Абердина, площадь Британия.

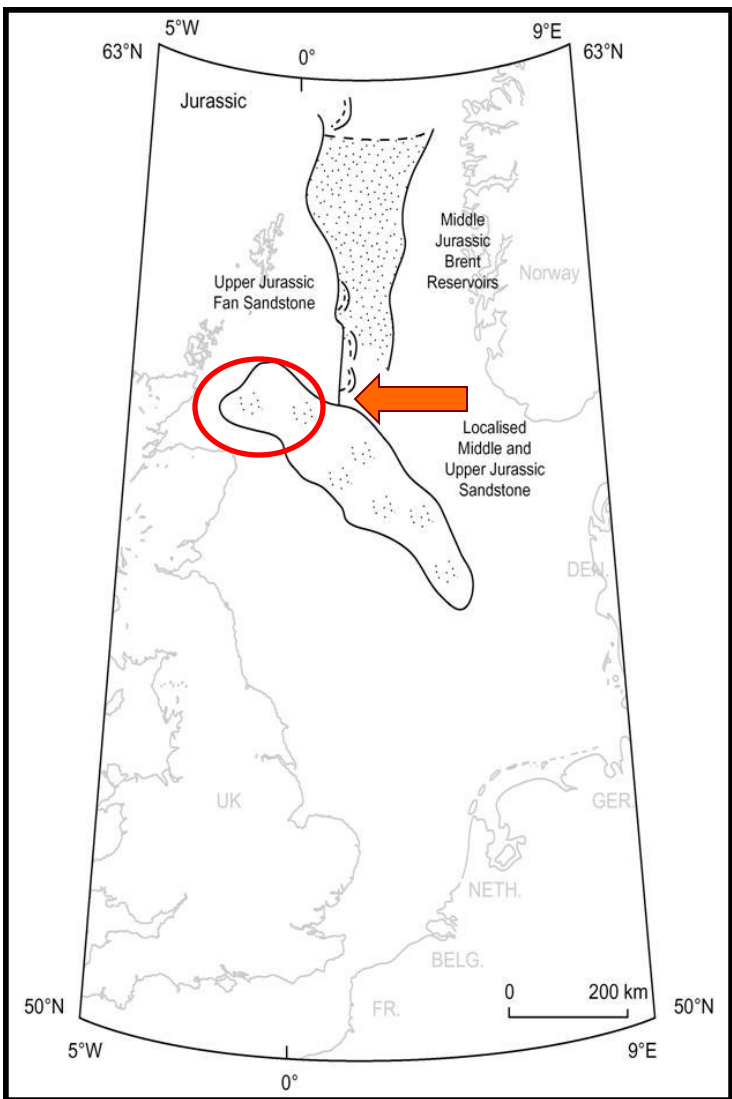
Тектоническая карта региона



Схема расположения скважин площади Британия

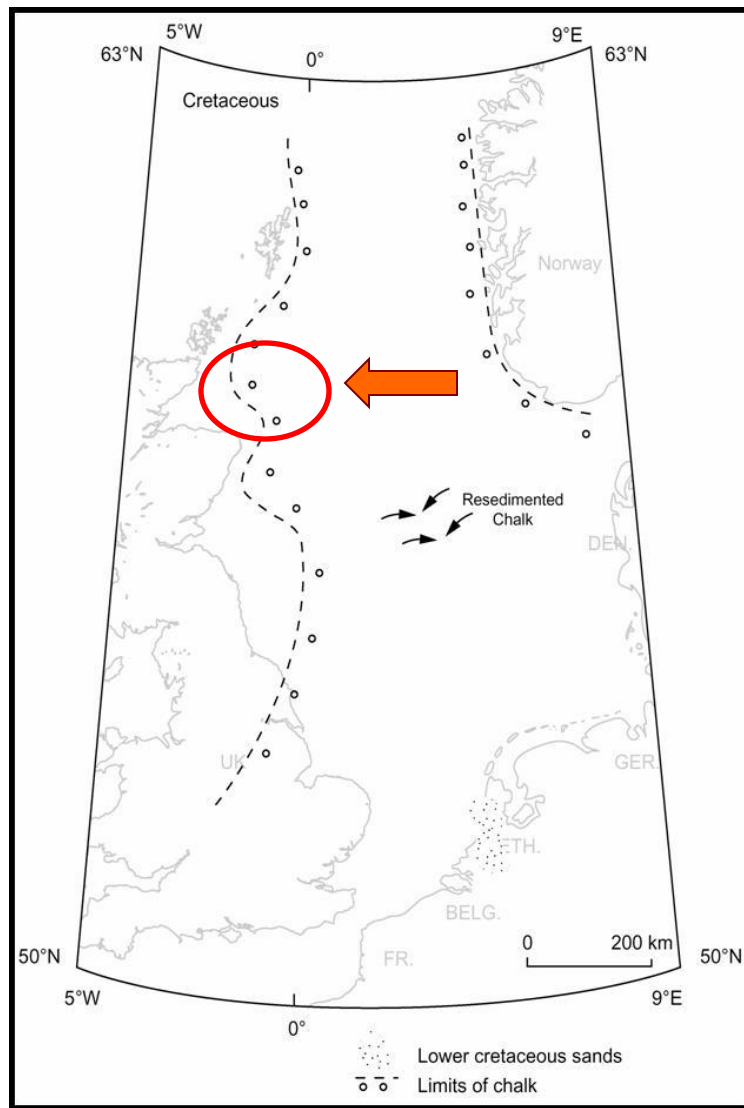


Схематические палеокарты отложений юры и мела

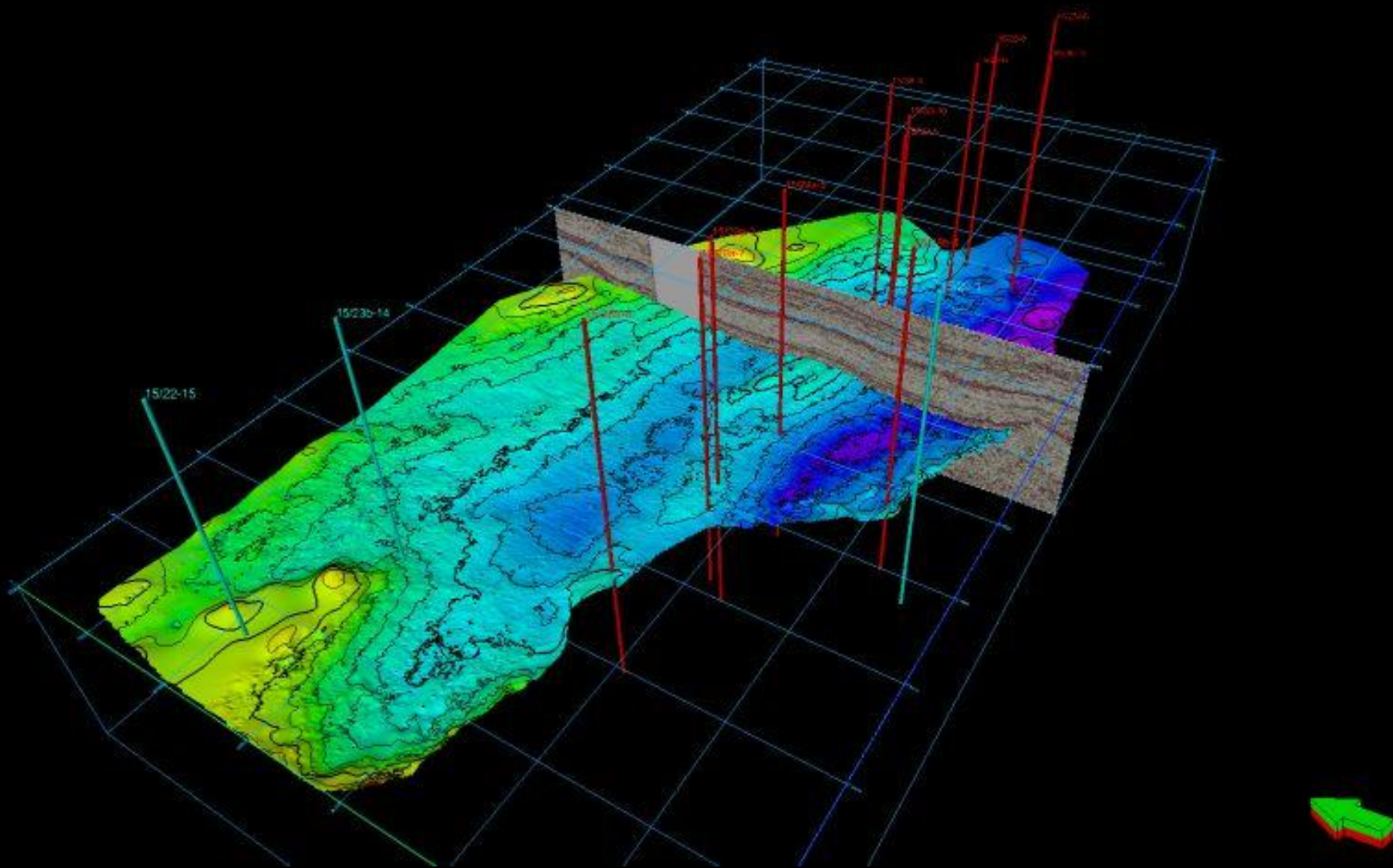


Jurassi

5



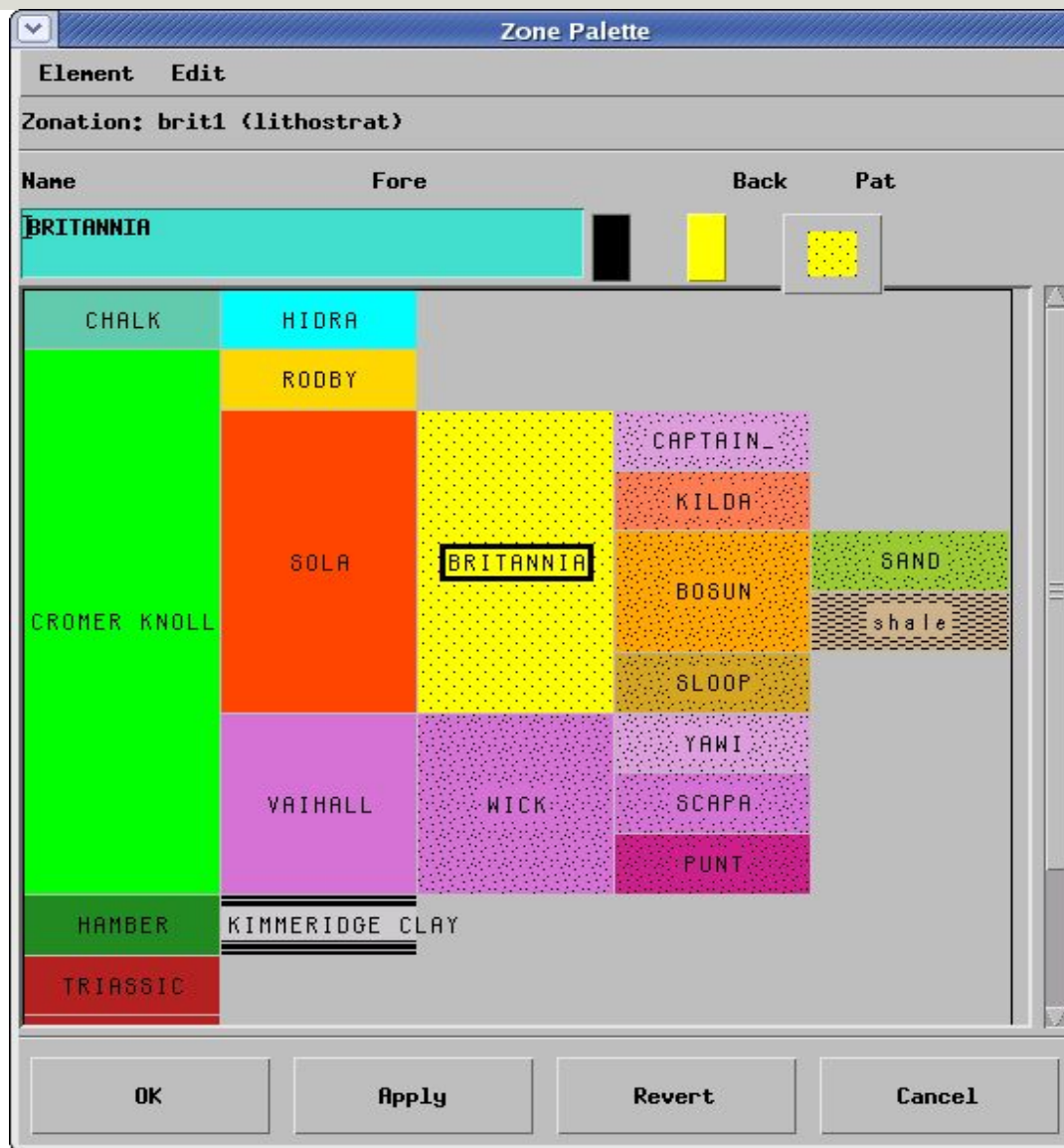
Cretaceo



Местное стратиграфическое деление продуктивной части разреза

Chronostratigraphy		Biostratigraphy		Lithostratigraphy			
			Sandstone				
Upper Cretaceous	Cenomanian				Hidra Fm.	Chalk Group	
Lower Cretaceous	Albian				Rodby Fm.	Cromer Knoll Group	
			Captain				
	Aptian	Nutfieldienseis			Britannia		Sola Fm.
			Captain				
			Kilda				
			Bosun				
			Ewaldi Marl				
			Sloop				
			Fischschiefer				
	Barremian				Wick		Valhall Fm.
			Yawl				
			Munk Marl				
	Hauterivian			Scapa			
Valanginian							
			Punt				
Jurassic	Ryazanian	Kimmeridge clay				Humber Group	

Палетка для зонирования площади Британия



Загрузка *.las-файлов в базу данных, файлов с дополнительной информацией

Import/Export System

Data **Tasks** **Help**

Link Format **LAS**

Data Types **Log**

Filename **...**

Apply

Log Load and Edit

Data **Utilities**

Well name: 15/30 - 3 Units Metric Cell Value 17.3

Operator: CONOCO-BNOC-GULF

Tool String: Log number 1

Contractor: Schlunberger Pop up expert panel Propagate standoff

Spud Date: 01-May-1980 Log Date: 01-May-1980 Tool centred: Yes

Drillers TD n: 4022.141 Loggers TD n: 4022.141 Standoff cn: 0.000

BH depth n: 4021.227 BHT deg C: 135.00000 THT deg C: 20.00000

Mud

Mud Name: LIGNOSULPHONATE

Mud Type: Barite KCl Oil based

Density g/cc: 1.1300 Viscosity cp: 45.000 KCl conc. ppm: 0

pH: 11.000 Fluid Loss cc: 6.000

Rn ohnn: 0.487 Rnf ohnn: 0.429 Rnc ohnn: 0.258

Tn deg C: 29.44444 Tnf deg C: 13.88889 Tnc deg C: 13.88889

Casings

Cell Value	Loggers Depth Metres	Drillers Depth Metres	Casing Diameter cm	Casing Weight kg/n	
17.56					
18.71					
19.86					
20.01					
21.17					
22.32					
23.47					
24.62					
25.77					
26.93					
27.08					
28.23					
29.38					
30.54					
31.69					
32.84					

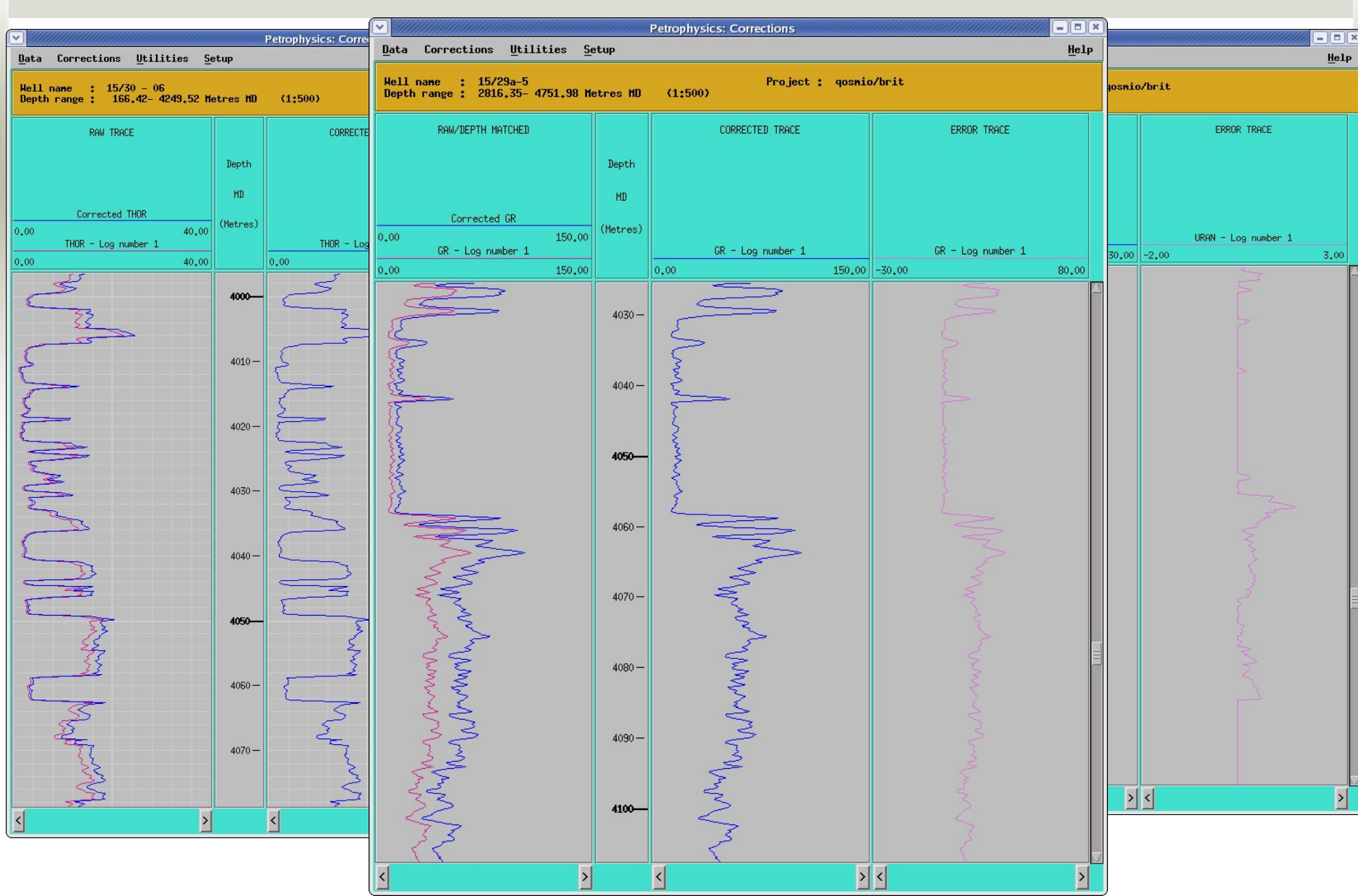
Bit Sizes

Cell Value 169.7736

Cell Value	Loggers Depth Metres	Drillers Depth Metres	Drill Bit Size cm	
1	169.77	214.58	91.440	
2	214.58	487.68	66.040	
3	487.68	1850.44	44.450	

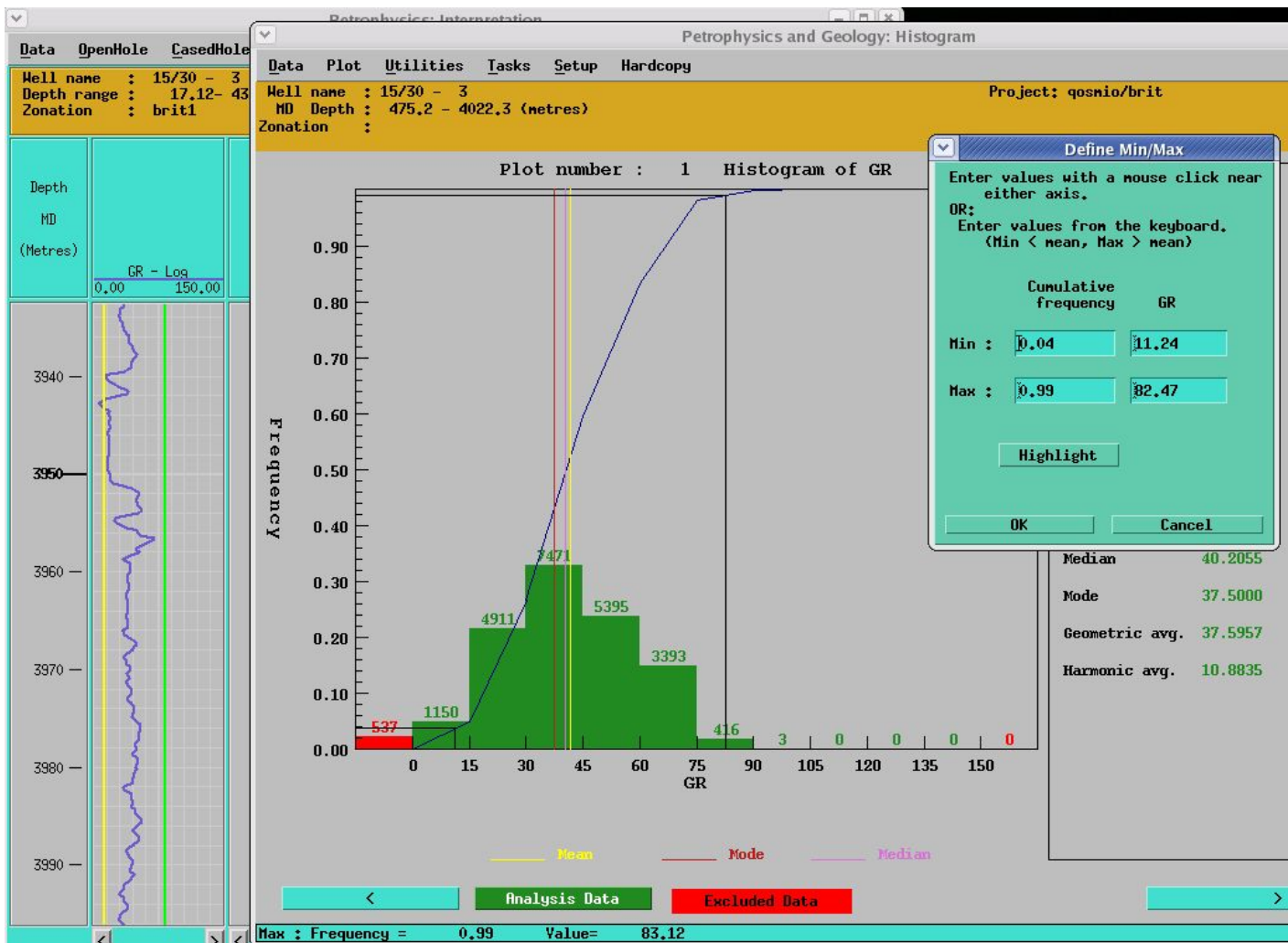


Предварительная обработка: внесение поправок (за влияние скважины, за влияние зоны проникновения)



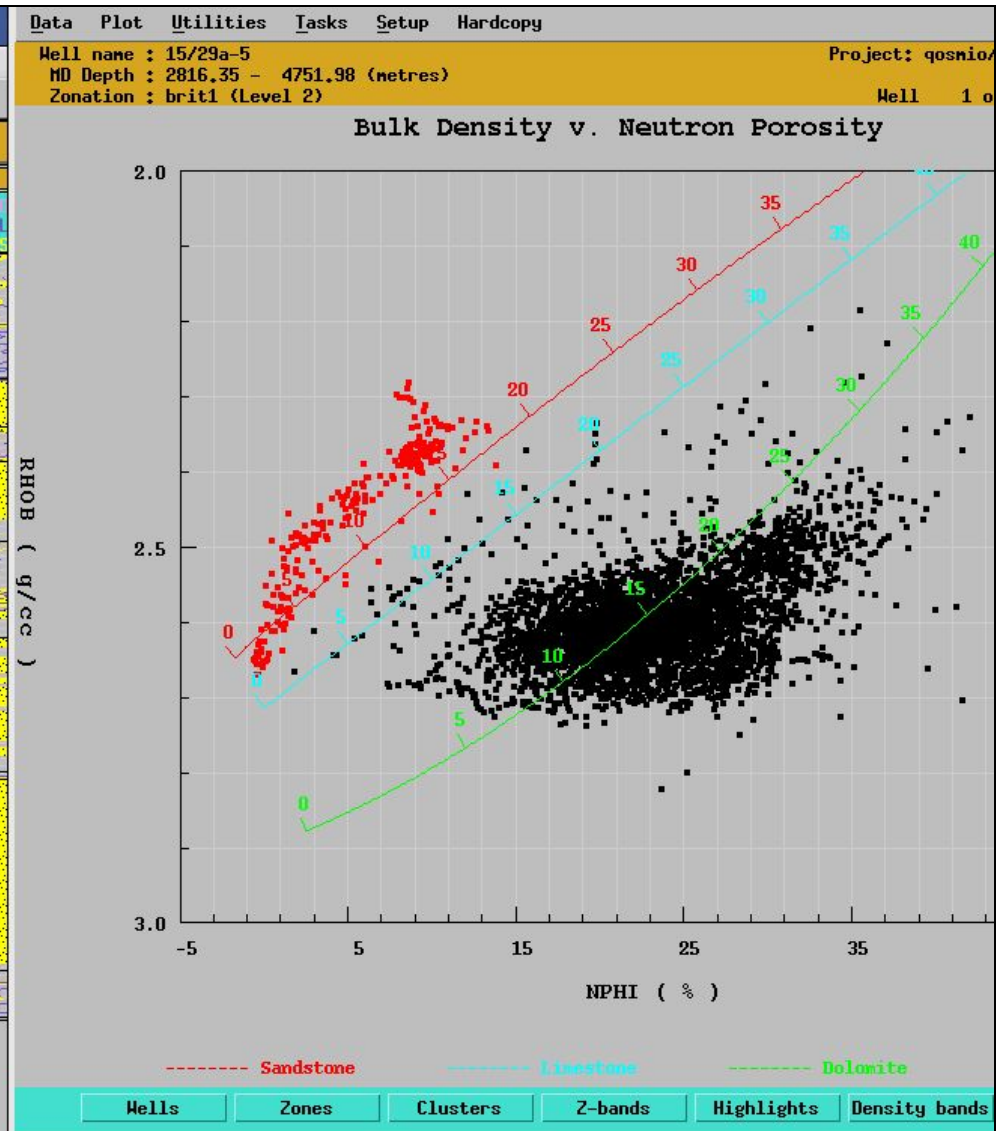
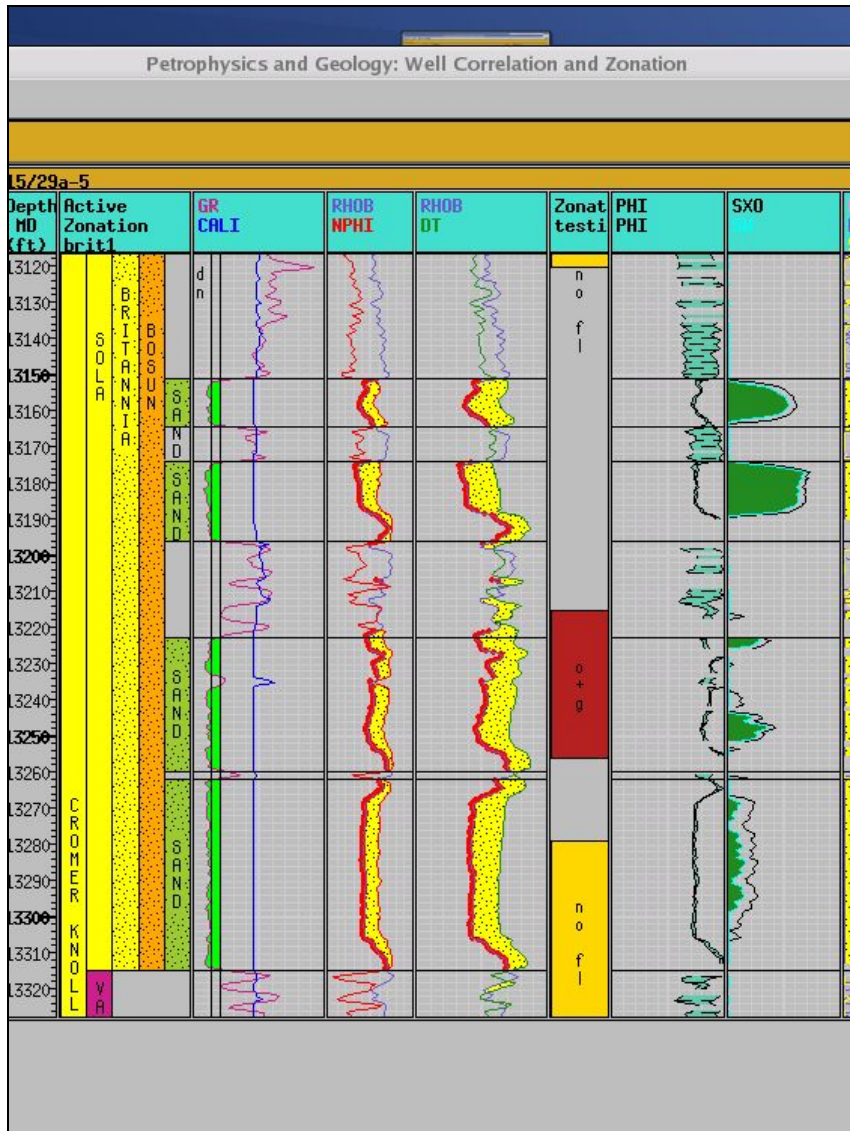
- Расчет глинистости по методу ГК (GR):
построение гистограмм для определения минимальных и максимальных значений ГК.
- Метод ПС (SP) не информативен, бурение производилось на высокоминерализованной воде
- Построение кроссплотов по комплексу нейтронного, плотностного и акустического каротажа (NPHI-RHOV-DT)
- Выделение коллекторов по кондиционному значению эффективной пористости, принято по литературным данным 6%.
- Определение литологической принадлежности пластов-коллекторов
- Определение коэффициента водонасыщенности (S_w) по методам сопротивления (ILD-ILS)
- Определение параметра газонасыщенности
- Продуктивное расчленение разрезов скважин
- Построение разрезов детальной корреляции

Интерактивный кроссплот для определения максимума и минимума ГК

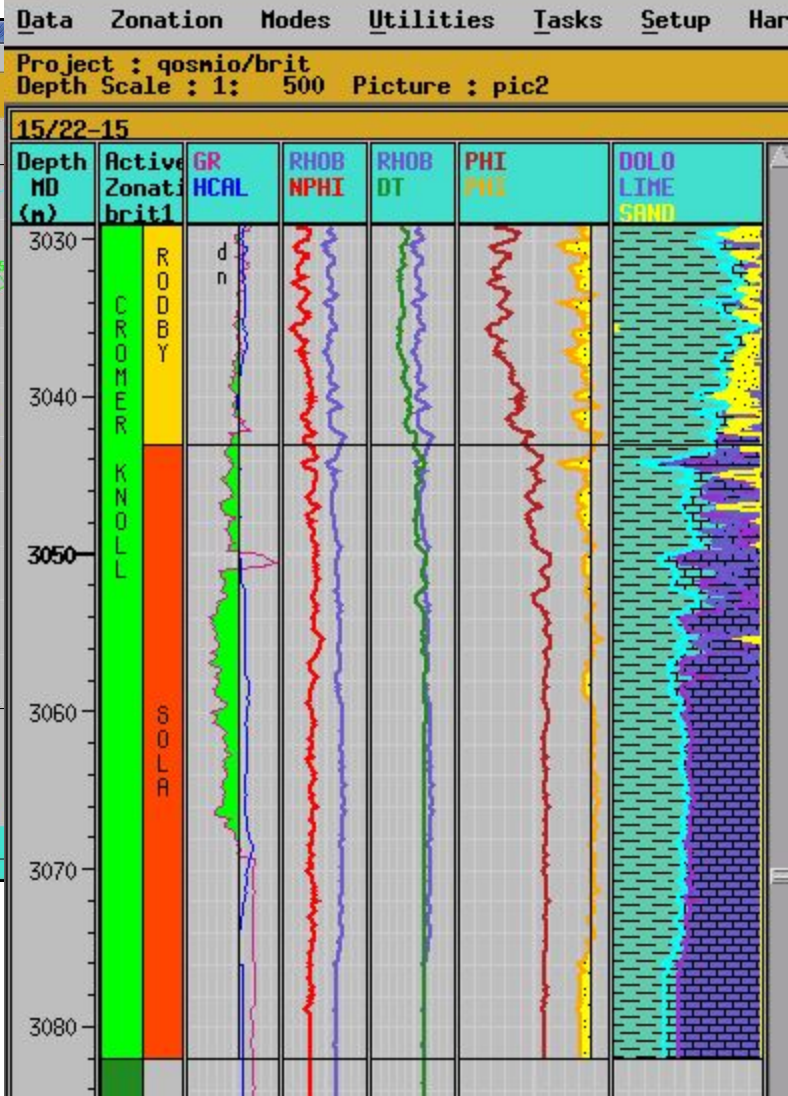
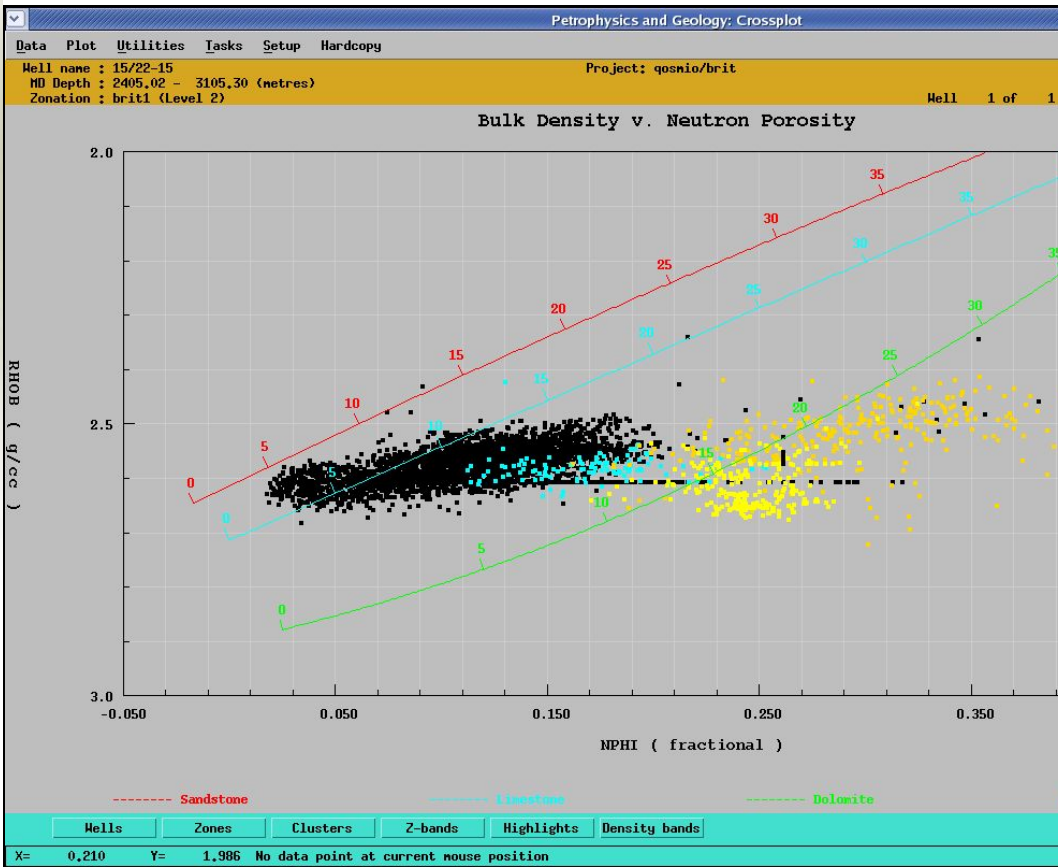




Выделение пластов-коллекторов по комплексу ГИС , определение их литологической принадлежности



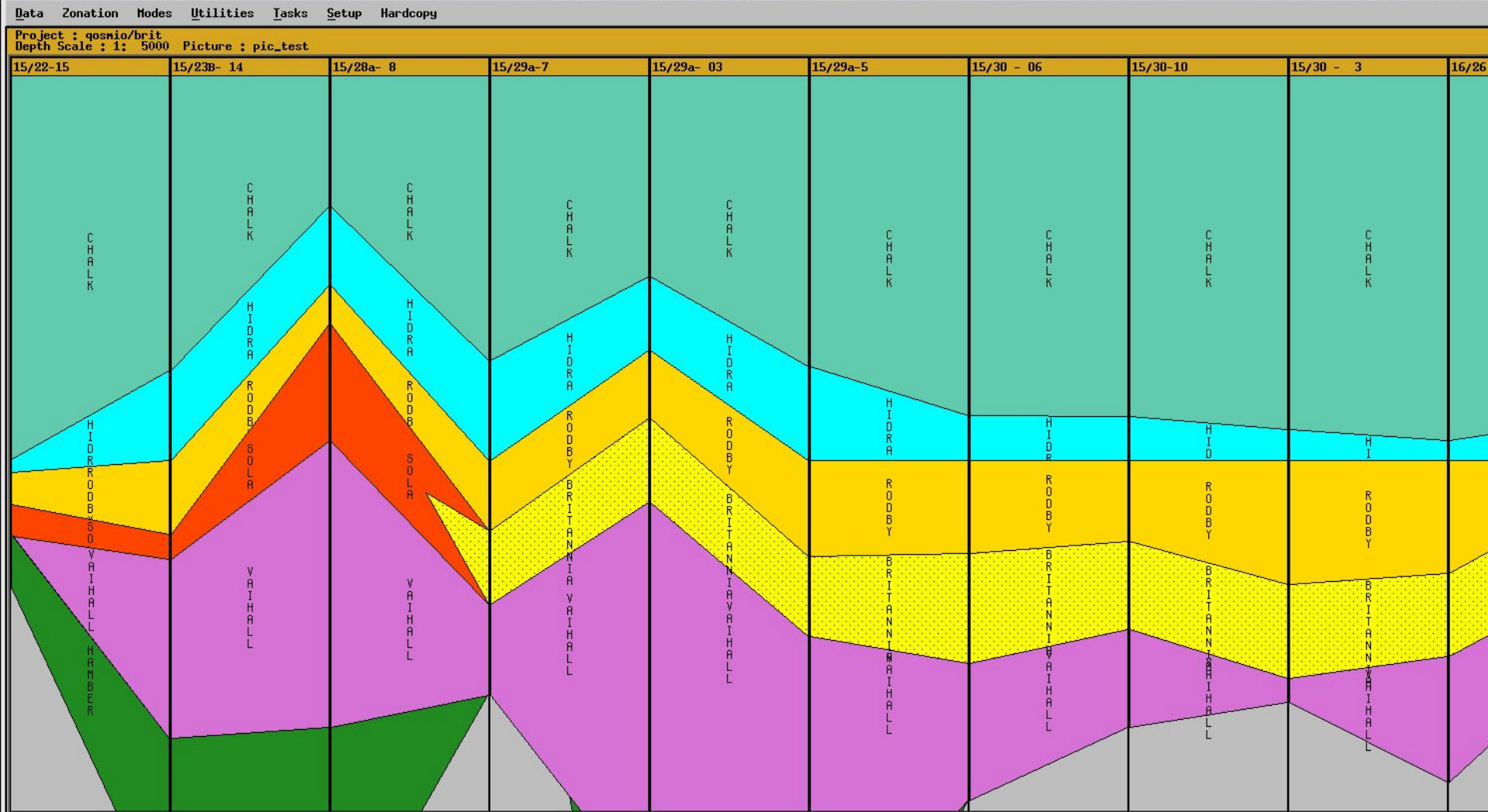
Отсутствие коллекторов в рабочей части разреза на примере скв. 15-22-15





Детальная корреляция разрезов скважин

Petrophysics and Geology: Well Correlation and Zonation



Обоснование газоводяного контакта

Обоснование газоводяного контакта (ГВК) в целом для залежи по данным результатов интерпретации ГИС невозможно, так как рассматриваемая часть разреза находится выше газоводяного контакта.

Поверхность ГВК для залежи носит сложную форму. Исходя из литературных источников [1], абсолютная отметка ГВК для всей площади Британия равна (-4014) м.

Градиент падения ГВК имеет северо-восточное направление и равен 30 м/км.

Из имеющихся скважин по результатам опробования в скв. **016-26-16** получена вода на глубине (-4138,9) м.

Все рассматриваемые скважины являются вертикальными.

.

[1] G. A. Blackbourn and M. E. Thomson Britannia Field, UK North Sea: petrographic constraints on Lower Cretaceous provenance, facies and the origin of slurry-flow deposits.

Изучение макронеоднородности продуктивного пласта

скважина	Продуктивный пласт	SOLA		Н общ	Нэф	Кол-во пропластков	Нэф/Нобщ
		кровля	подошва				
		м	м	м	м		
15/30 - 3	SOLA	3889,23	4008,36	119,13	24,5	8	0,21
15/30-10	SOLA	3897,91	3990,80	92,89	97,89	8	1,05
15/30 - 06	SOLA	3923,26	4062,50	139,24	46,57	17	0,33
16/26 - 05	SOLA	3927,58	4031,89	104,31	65,71	10	0,63
16/27a-6	SOLA	3889,25	4039,11	149,86	84,28	18	0,56
16/26 - 16	SOLA	3994,86	4195,00	200,14	123,42	15	0,62
15/29a-7	SOLA	3957,91	4051,95	94,04	18,75	12	0,20
16/26 - 09	SOLA	3806,12	3914,00	107,88	73,59	8	0,68
15/29a- 03	SOLA	3880,02	3986,00	105,98	15,38	5	0,15
15/29a-5	SOLA	3956,59	4058,30	101,71	45,07	8	0,44

Пласт *Sola* условно-неоднородный

Определение параметра эффективной пористости

При отсутствии керна, коэффициент эффективной пористости поточечно был определен по комплексу методов ГИС:

- нейтронному,
- плотностному
- и акустическому каротажу.

K_p рассчитывался как среднее арифметическое, геометрическое и гармоническое, отдельно для каждого пропластка формации *Sola*, затем результаты усреднялись.

При кондиционном значении коэффициента эффективной пористости 0.06, его значение для продуктивного пласта варьирует от 0.105 до 0.163, что согласуется с литературными данными, по которым максимальная пористость песчаников *Sola* -16%.

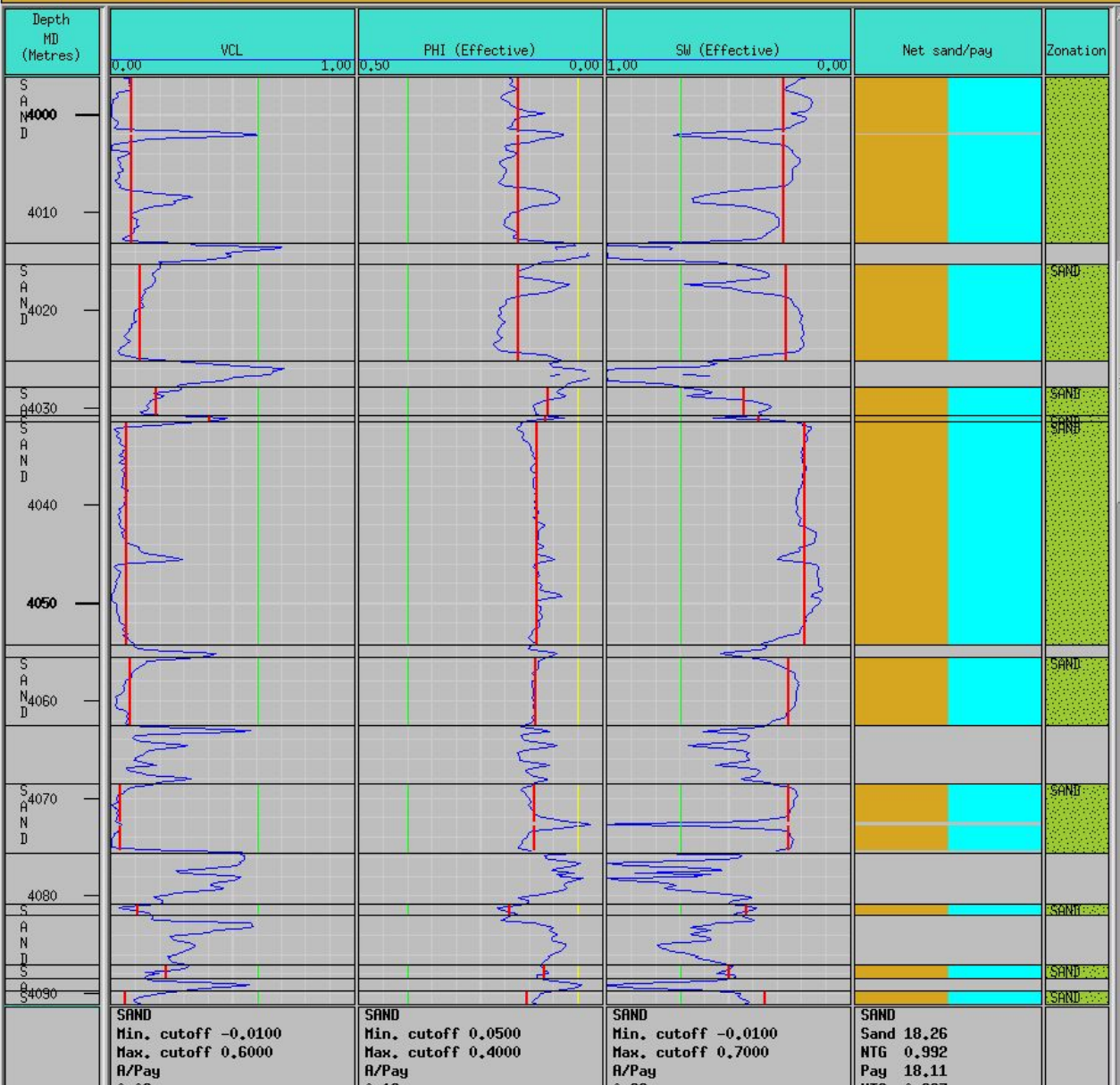
Для всей площади Британия пористость является удовлетворительной. Единично (скв. 16-26-5) - пористость хорошая.

Нужно отметить, что случаев плохой (0,05-0,10) пористости не выявлено.



Снятие отчета


Well : 16/26 - 16 Project : qosnio/brit
 Depth range : 3910.13- 4297.98 Metres MD (1:500)
 Zonation : brit1 (Level 5)
 Interpreted set : 16-26-16



Petrophysi
 Data Cutoffs Compute Utilities Tasks Setup

Well : 16/26 - 09
 Depth range : 3717.04- 4051.86 Metres MD (1:500)
 Zonation : brit1 (Level 5)
 Interpreted set : 16-26-9

Depth MD (Metres)	VCL	PHI (Effective)
4000		
4010		
4020		
4030		
4040		
4050		
4060		
4070		
4080		
4090		
SAND		
Min. cutoff -0.0100		
Max. cutoff 0.6000		
A/Pay 0.00	G/Pay 0.00	H/Pay 0.00
SAND		
Min. cutoff 0.0500		
Max. cutoff 0.4000		
A/Pay 0.00		
SAND		
Min. cutoff -0.0100		
Max. cutoff 0.7000		
A/Pay 0.00		
SAND		
Sand 18.26		
NTG 0.992		
Pay 18.11		
NTC 0.007		



Определение параметров водонасыщенности и газонасыщенности

Коэффициент водонасыщенности породы определяют по материалам электрических и электромагнитных (многозондовые ИК и БК) методов ГИС. Это основной способ нахождения K_v и, соответственно, K_g .

Считая, что рабочая часть разреза расположена в зоне предельного газонасыщения и остаточная вода отсутствует, по аналогии с определением коэффициента эффективной пористости, снимались отчеты коэффициента водонасыщенности.

$$K_g = 1 - K_v$$

Зная значение коэффициента водонасыщенности для каждого продуктивного пропластка песчаника (*Britannia member*), вычислялось значение коэффициента газонасыщенности, далее результаты усреднялись по пласту.

$$K_g = 0.493 - 0.947$$



Промежуточный результат: таблица подсчетных параметров

Petrophysics: Parameter Table

Data Parameters Utilities Tasks Setup Hardcopy

Well Name : 16/27a-6 Project : qosmio/brit
 COT : Not loaded Elevation : Not loaded
 Zonation : brit1 API Number : 15
 Zone Name : SAND Zone No. : 9 3889.390 - 3899.550 MD metres
 Formation Water Resistivity (ohm.n) : Unset Formation Water Salinity (ppm of NaCl) : Unset
 Mud Filtrate Resistivity (ohm.n) : 0,000 Mud Filtrate Salinity (ppm of NaCl) : 42515,180
 Formation Temperature (C) : Unset Fluid Type : Water

This zonation is 4 of 9 zonations < > Edit Mode: Off Depth Mode: Order: Level 5

Averaged parameters

Cell Value 0,1921924

		Clay Arithmetic Average over Sand	Clay Geometric Average over Sand	Clay Harmonic Average over Sand	Clay Arithmetic Average over Pay	Clay Geometric Average over Pay	Clay Harmonic Average over Pay	Clay Arith. Ave. over User def.cutoffs	Clay Geon. Ave. over User def.cutoffs	Clay Harn. Ave. over User def.cutoffs	Porosity Arithmetic Average over Sand	Porosity Geometric Average over Sand	Porosity Harmonic Average over Sand	Porosity Arithmetic Average over Pay	Porosity Geometric Average over Pay
SAND	3889- 3900 n	0,1922	0,1893	0,1864	0,1922	0,1893	0,1864	0,1922	0,1893	0,1864	0,1328	0,1322	0,1317	0,1328	0
SAND	3901- 3904 n	0,2267	0,2252	0,2236	0,2267	0,2252	0,2236	0,2267	0,2252	0,2236	0,1902	0,1898	0,1895	0,1902	0
SAND	3907- 3909 n	0,1398	0,1368	0,1337	0,1398	0,1368	0,1337	0,1398	0,1368	0,1337	0,2226	0,2224	0,2222	0,2226	0
SAND	3919- 3920 n	0,2820	0,2819	0,2818	0,2820	0,2819	0,2818	0,2820	0,2819	0,2818	0,0960	0,0960	0,0959	0,0960	0
SAND	3922- 3932 n	0,1322	0,1312	0,1302	0,1322	0,1312	0,1302	0,1322	0,1312	0,1302	0,1218	0,1213	0,1206	0,1218	0
SAND	3936- 3940 n	0,1618	0,1529	0,1446	0,1618	0,1529	0,1446	0,1618	0,1529	0,1446	0,1226	0,1225	0,1224	0,1226	0
SAND	3942- 3942 n	0,2165	0,2135	0,2109	0,2165	0,2135	0,2109	0,2165	0,2135	0,2109	0,1758	0,1757	0,1757	0,1758	0
SAND	3946- 3947 n	0,1410	0,1360	0,1312	0,1410	0,1360	0,1312	0,1410	0,1360	0,1312	0,1418	0,1412	0,1406	0,1418	0
SAND	3950- 3952 n	0,0987	0,0971	0,0954	0,0987	0,0971	0,0954	0,0987	0,0971	0,0954	0,1313	0,1309	0,1305	0,1313	0
SAND	3961- 3967 n	0,1300	0,1247	0,1205	0,1300	0,1247	0,1205	0,1361	0,1301	0,1250	0,1271	0,1248	0,1225	0,1271	0
SAND	3973- 3975 n	0,0792	0,0758	0,0736	0,0792	0,0758	0,0736	0,0792	0,0758	0,0736	0,1467	0,1464	0,1462	0,1467	0
SAND	3977- 3978 n	0,2355	0,2351	0,2347	0,2355	0,2351	0,2347	0,2355	0,2351	0,2347	0,1545	0,1545	0,1545	0,1545	0
SAND	3981- 3987 n	0,0917	0,0894	0,0872	0,0917	0,0894	0,0872	0,0917	0,0894	0,0872	0,1518	0,1512	0,1506	0,1518	0
SAND	3990- 4000 n	0,0858	0,0848	0,0837	0,0858	0,0848	0,0837	0,0858	0,0848	0,0837	0,1312	0,1309	0,1305	0,1312	0
SAND	4005- 4007 n	0,1167	0,0981	0,0840	0,1167	0,0981	0,0840	0,1167	0,0981	0,0840	0,1040	0,1023	0,1006	0,1040	0
SAND	4008- 4010 n	0,0871	0,0798	0,0734	0,0871	0,0798	0,0734	0,0871	0,0798	0,0734	0,1676	0,1673	0,1670	0,1676	0
SAND	4017- 4017 n	0,0945	0,0899	0,0855	0,0945	0,0899	0,0855	0,1025	0,0916	0,0829	0,1269	0,1167	0,1063	0,1269	0
SAND	4020- 4039 n	0,0511	0,0461	0,0415	0,0511	0,0461	0,0415	0,0511	0,0461	0,0415	0,1462	0,1454	0,1443	0,1462	0

Конечный результат: таблица подсчетных параметров

Скважина	Sola			Коллектор				Эффективная пористость		Коп	Водонасыщенность			Нефтенасыщенность		
	Кровля	Подошва	Н общ	Кровля	Подошва	h эфф	Н эф	геом	гарм		доли	геом	гарм	доли	геом	гарм
	(м)	(м)	(м)	(м)	(м)	(м)	сумм			Кв						
15/30 - 3	3889,23	4008,4	119	3890,52	3891,52	1,00	24,50	0,21	0,21	0,154			0,35			0,646
15/30 - 3				3899,62	3905,00	5,38		0,20	0,20		0,40	0,39		0,60	0,61	
15/30 - 3				3919,07	3920,04	0,97										
15/30 - 3				3933,79	3934,86	1,07										
15/30 - 3				3939,39	3940,66	1,27		0,13	0,12		0,24	0,24		0,76	0,76	
15/30 - 3				3941,63	3951,33	9,70		0,16	0,16		0,22	0,23		0,78	0,77	
15/30 - 3				3954,58	3955,60	1,02		0,11	0,11		0,31	0,31		0,69	0,69	
15/30 - 3				4004,27	4008,36	4,09		0,13	0,13		0,60	0,60		0,40	0,40	
15/30-10	3897,91	3990,8	92,9	3898,04	3898,75	0,71	28,39	0,08	0,07	0,105	0,69	0,78	0,51	0,31	0,22	0,493
15/30-10				3918,86	3919,58	0,72		0,08	0,08		0,88	0,88		0,12	0,12	
15/30-10				3927,24	3928,02	0,78		0,10	0,10		0,48	0,49		0,52	0,51	
15/30-10				3929,02	3929,63	0,61		0,07	0,07		0,54	0,53		0,46	0,47	
15/30-10				3931,71	3936,49	4,78		0,14	0,13		0,24	0,24		0,76	0,76	
15/30-10				3953,11	3963,93	10,82		0,13	0,13		0,13	0,13		0,87	0,87	
15/30-10				3973,67	3976,42	2,75		0,11	0,11		0,53	0,54		0,47	0,46	
15/30-10				3983,58	3990,80	7,22		0,15	0,14		0,52	0,52		0,48	0,48	
15/30 - 06	3923,26	4062,5	139	3938,60	3942,21	3,61	46,57	0,18	0,18	0,133	0,47	0,47	0,35	0,53	0,53	0,648