



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

# **Dane wejściowe w kartografii Rodzaje i sposób przygotowania**

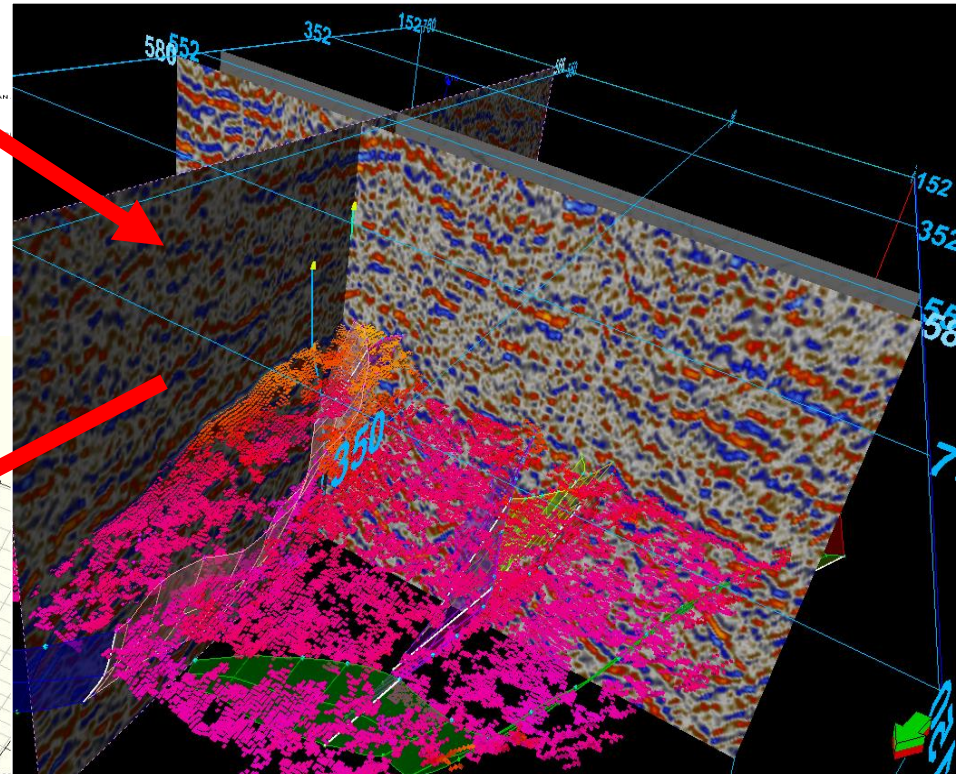
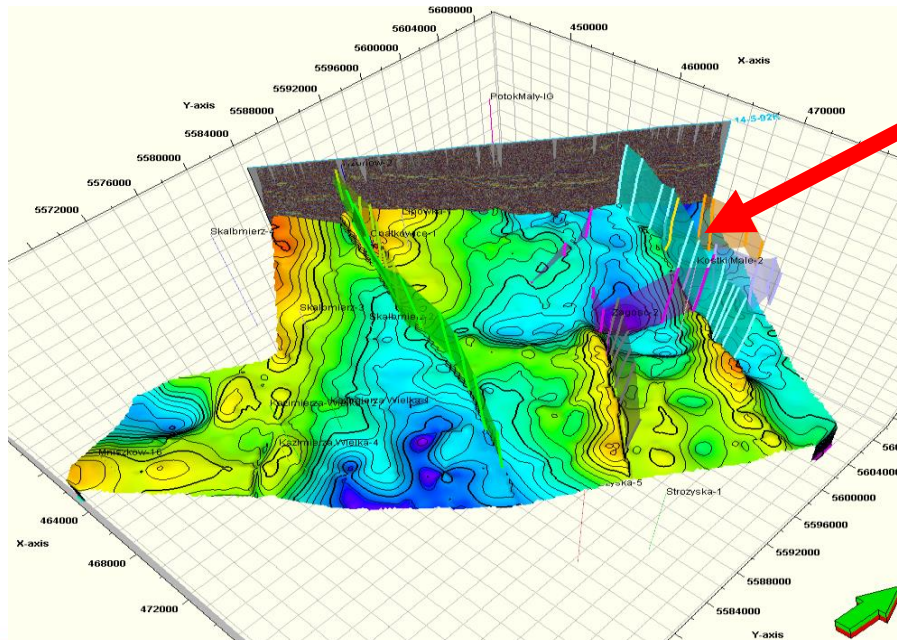
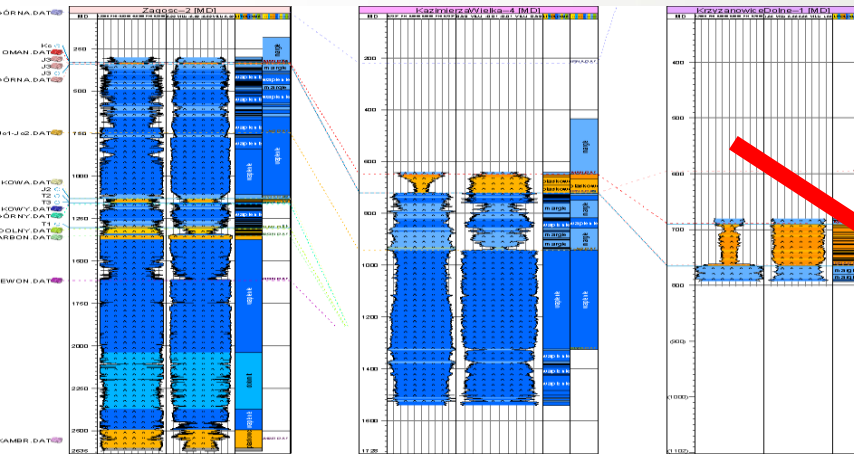
**Bartosz Papiernik**

**Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Surowców Energetycznych**

**Kraków, 21 wrzesień 2013 r.**

# Kartowanie wgłębne, a ostatecznie modelowanie 3D obejmuje interpretację 1D,2D,3D

W wyniku interpretacji uzyskiwane są różne rodzaje danych





## **Dane wejściowe do przekrojów i map wglębnych obejmują:**

- dane otworowe (wydzielenia chronostratygraficzne, litostratygraficzne i biostratygraficzne)
- wyniki interpretacji geofizyki wiertniczej (np. korelacje pików na krzywych PG czy PS, pozwalające np. wydzielić horyzonty zbiornikowe i uszczelniające )
- interpretacje sejsmiki refleksyjnej w domenie głębokościowej, bądź czasowej, rzadziej interpretacje sondowań magnetotellurycznych
- w stosunkowo rzadszych przypadkach (np. w niecce miechowskiej, Karpatach, Sudetach) dane z odsłoneń terenowych (miąższości warstw, kąty nachylenia warstw)
- mapy topograficzne i mapy wglębne (głównie strukturalne i miąższościowe)

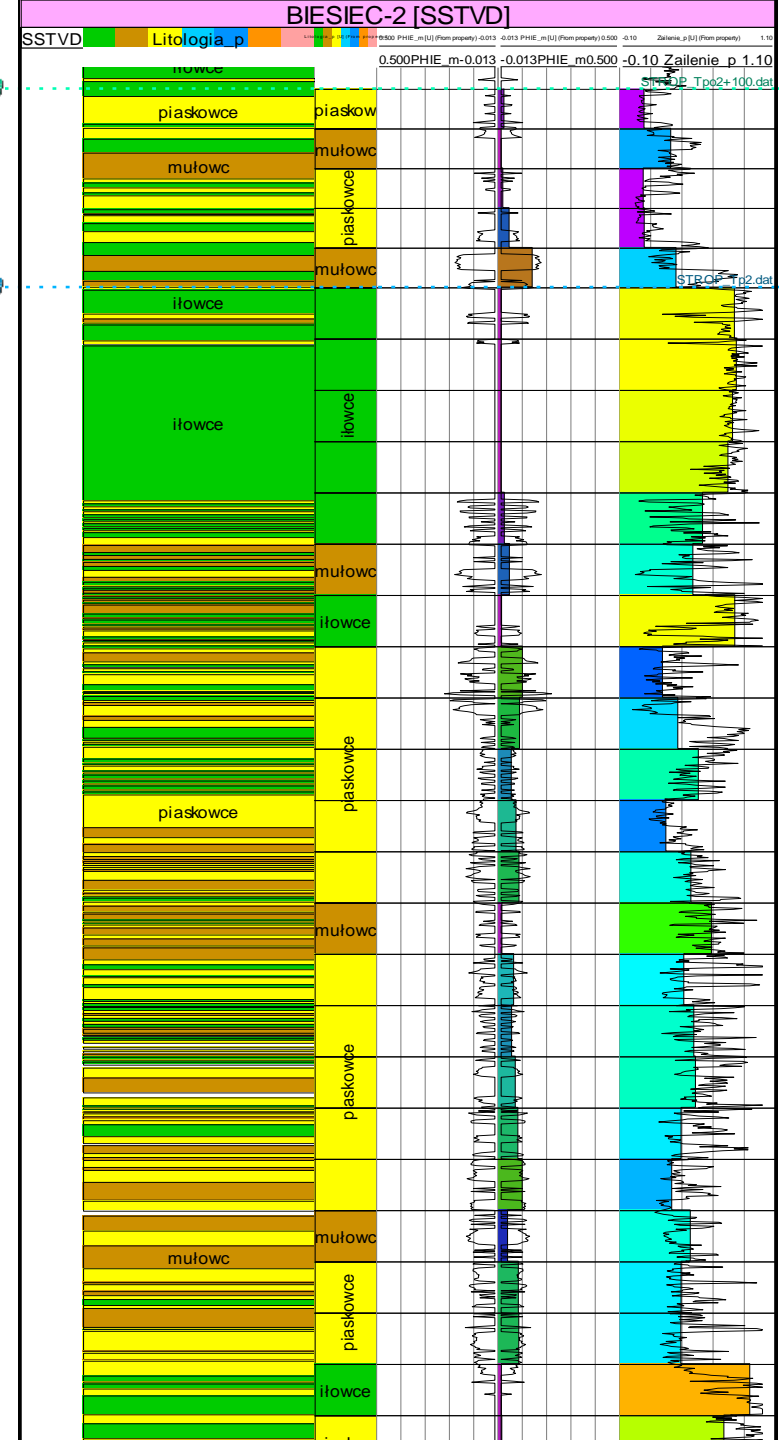
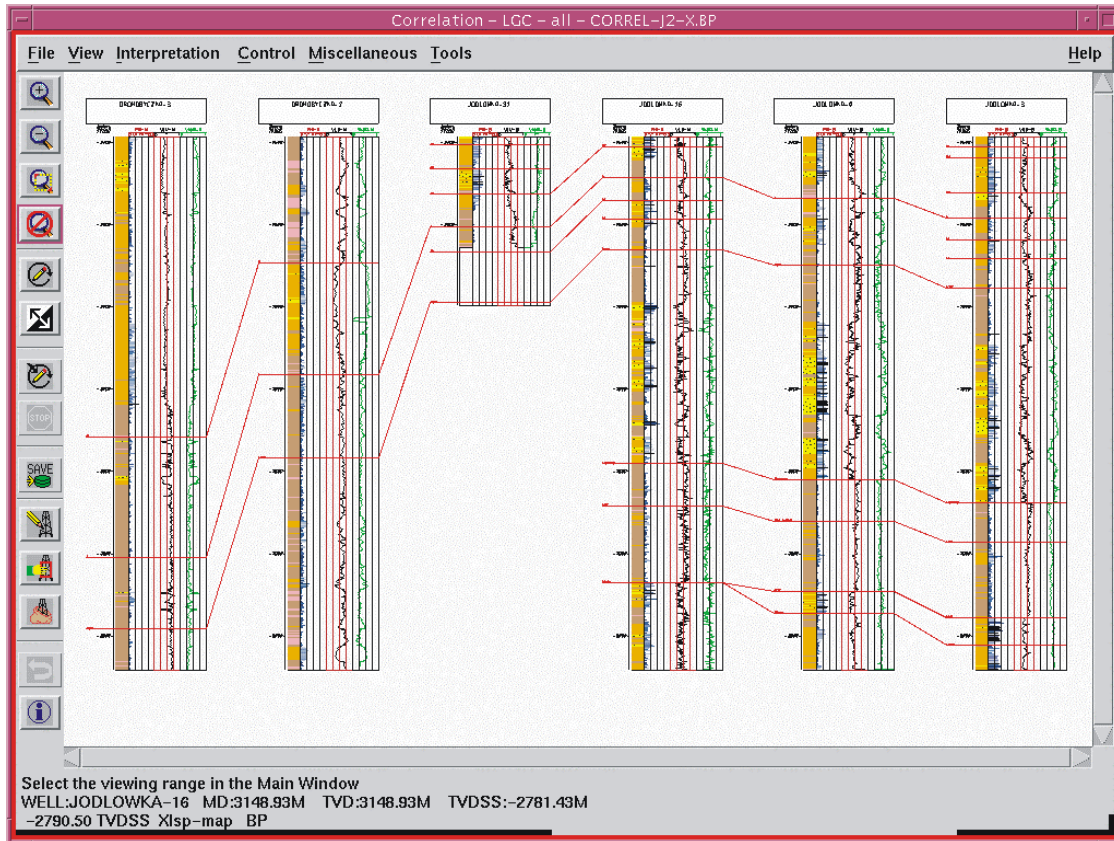
Do opracowania płytkich przekrojów wglębnych można używać danych pozyskiwanych





Wyniki interpretacji geofizyki  
wiertniczej (np. korelacje pików na  
krzywych PG czy PS, pozwalające np.  
wydzielić horyzonty zbiornikowe i  
uszczelniające)

o2+100.dat  
OP\_Tp2.dat

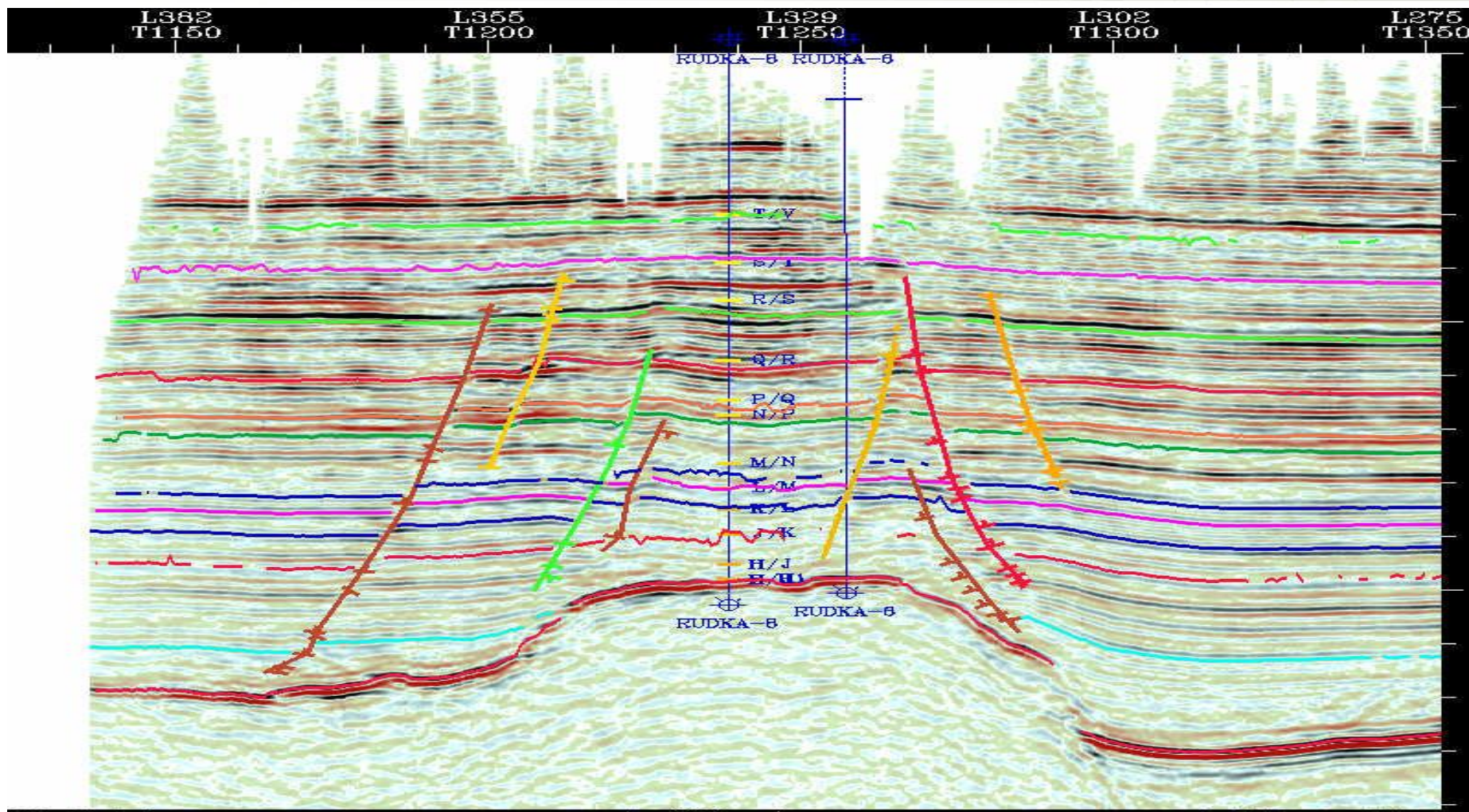


Przykład komputerowego przekroju stratygraficznego.  
(Stratworks: Correlation).

Korelacja między otworami w rejonie Drohobyczka - Jodłówka



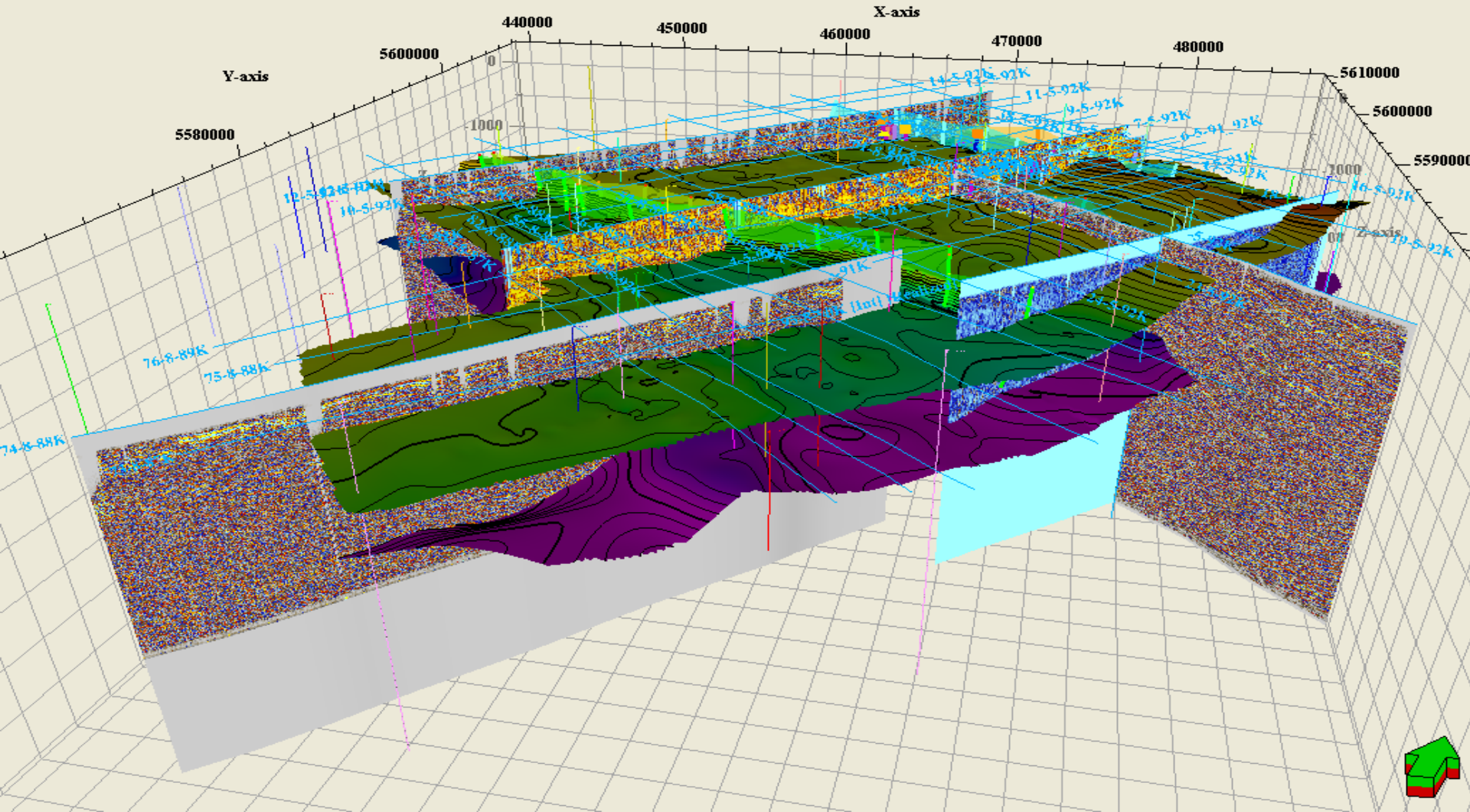
# Interpretacje sejsmiki refleksyjnej w domenie głębokościowej, bądź czasowej, rzadziej interpretacje sondowań magnetotellurycznych



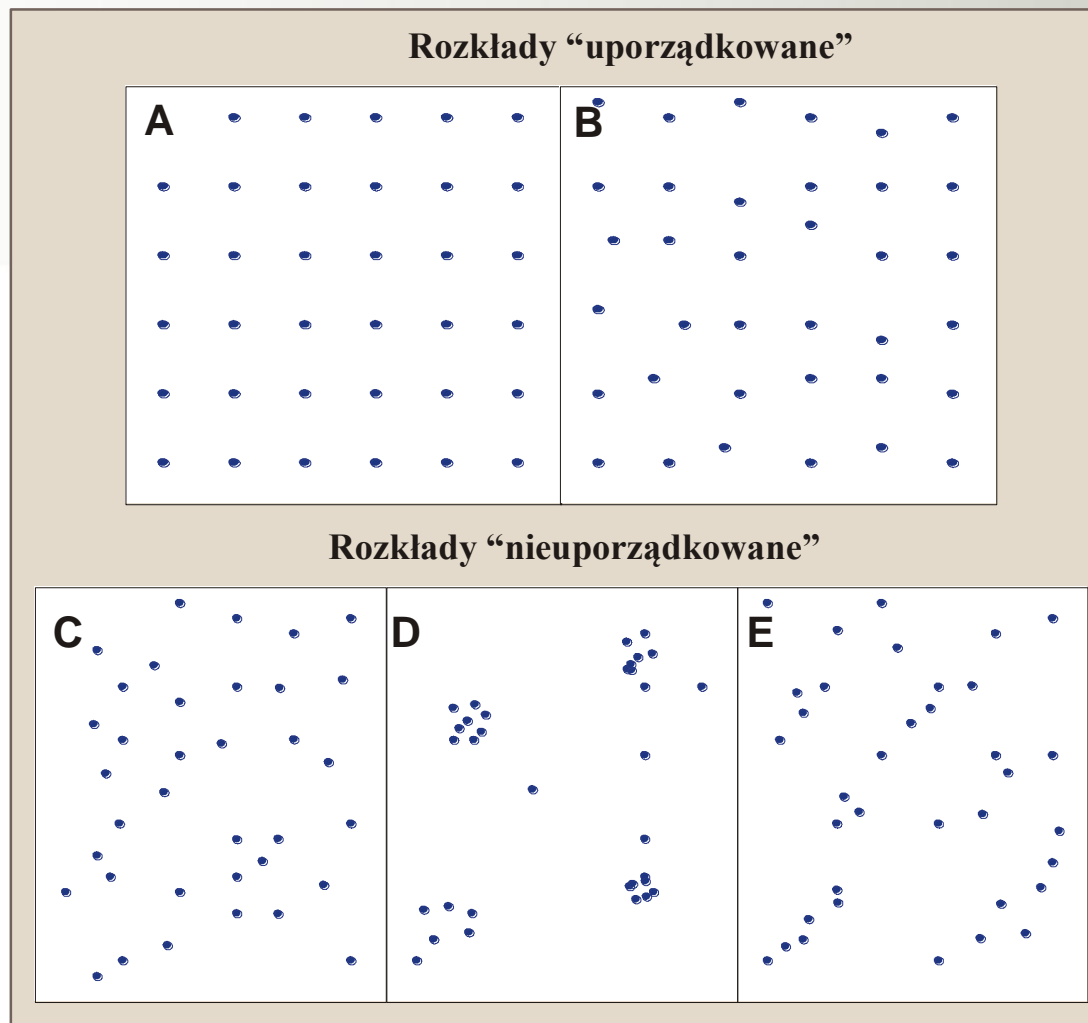


# Interpretacje sejsmiki refleksyjnej w domenie głębokościowej, bądź czasowej, rzadziej interpretacje sondowań magnetotellurycznych

AGH



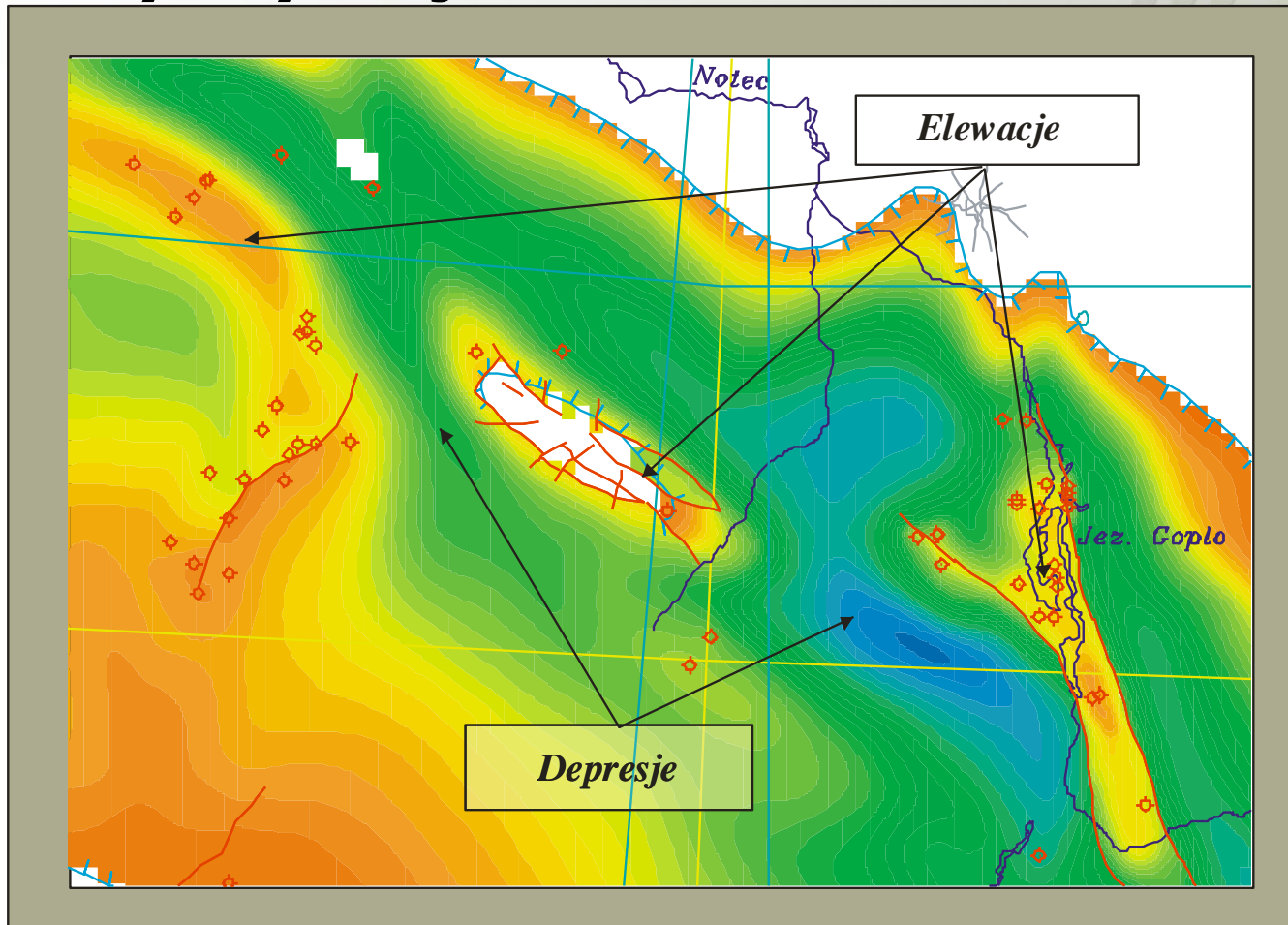
DANE WEJŚCIOWE podział ze względu na  
dystrybucję przestrzenną



**Rys.II.1** Zasadnicze typy statystycznych przestrzennych rozkładów punktowych danych wejściowych. Rozkłady “uporządkowane”: A- regularny; B- jednorodny; Rozkłady nieuporządkowane”: C- losowy; D- skupiony; E- anizotropowy. (Na podstawie Swan, Sandilands 1996, zmodyfikowane).

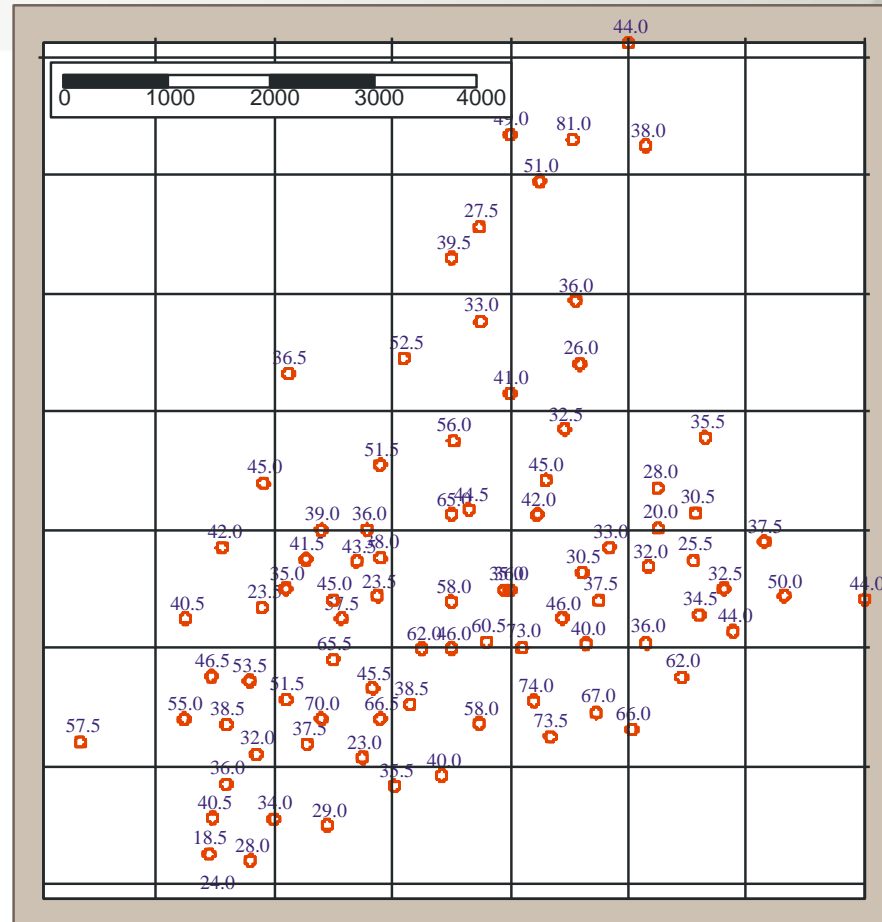


# Dystrybucja nielosowa



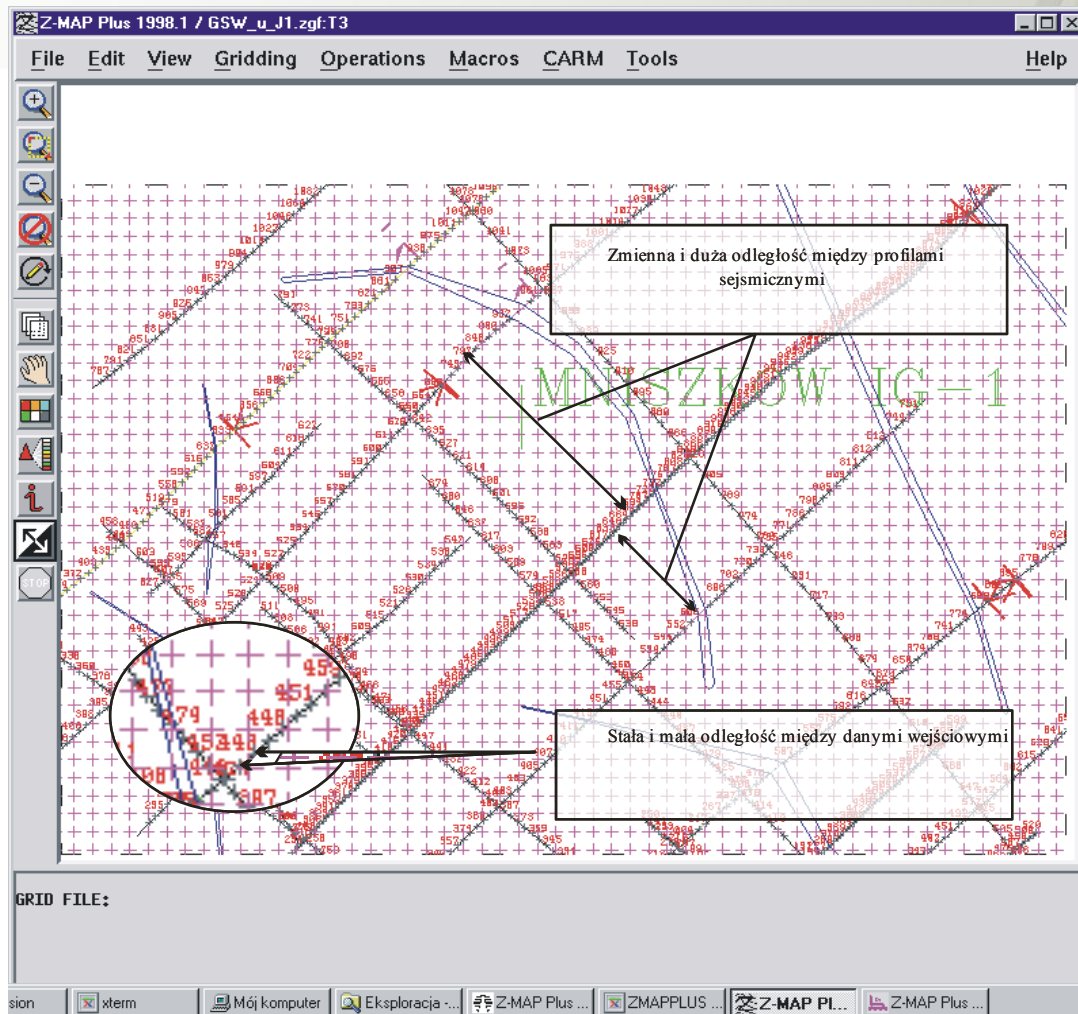
Rys..II.2 Przykład nielosowego rozmieszczenia głębokich wierceń (Wycinek mapy strukturalnej spągu kredy górnej; Papiernik 1998)

# Dystrybucja losowa



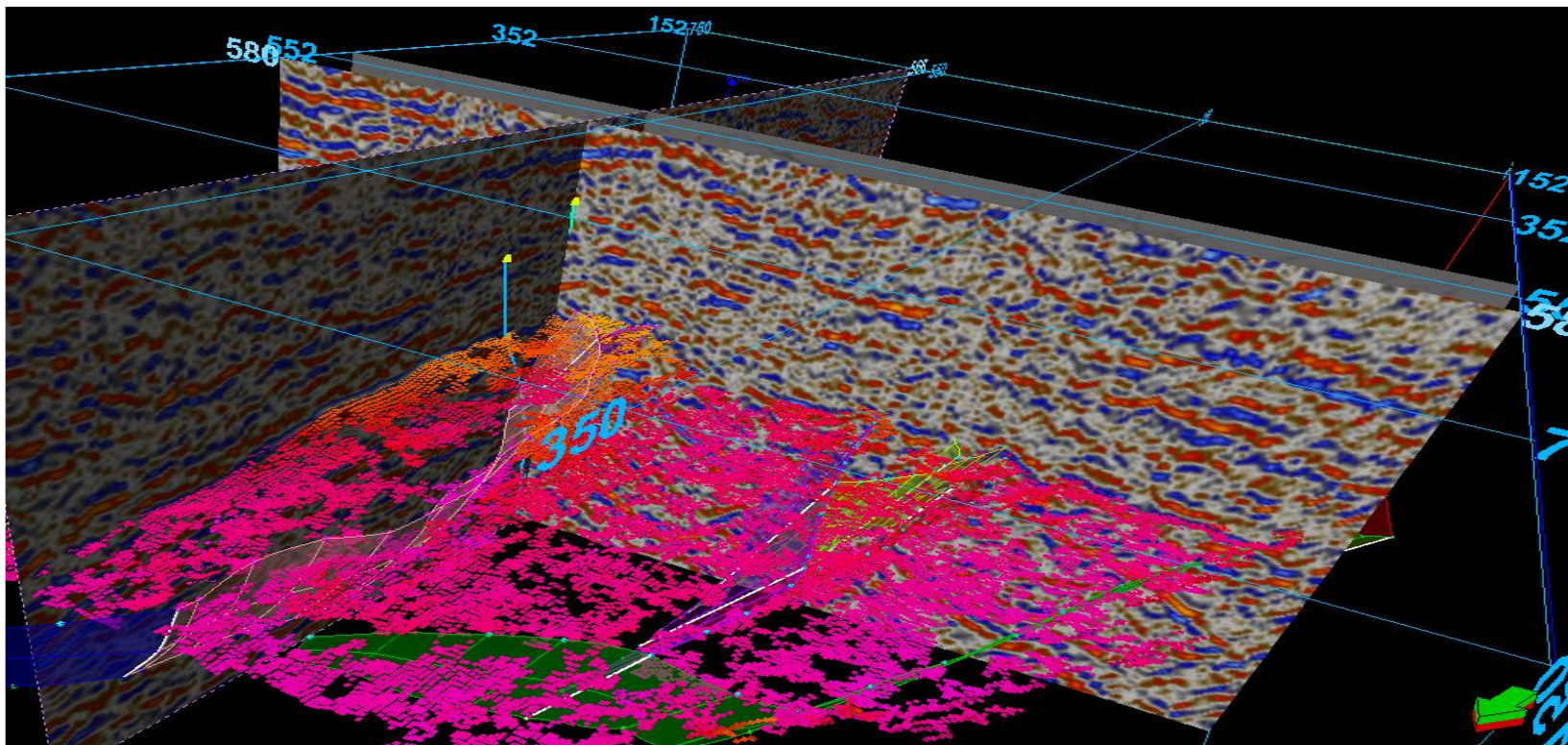
Rys.II.3 Przykład rozkładu wierceń zbliżonego do losowego. Wiercenia eksploatacyjne położone w strefie złożowej Bogdaj-Uciechów.

# Dane rozlokowane wzdłuż trawersów

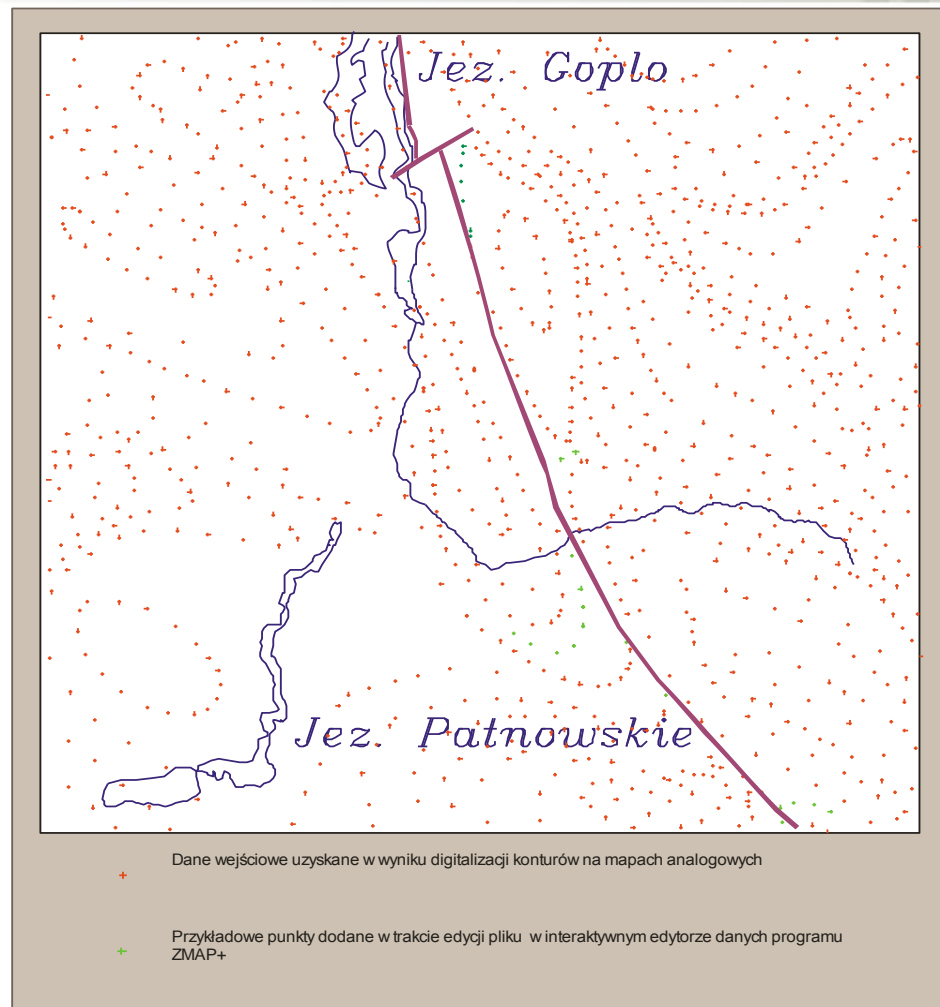


Rys.II.4. Dane sejsmiczne na tle regularnej siatki interpolacyjnej. Przykład danych rozmieszczonych wzdłuż trawersów



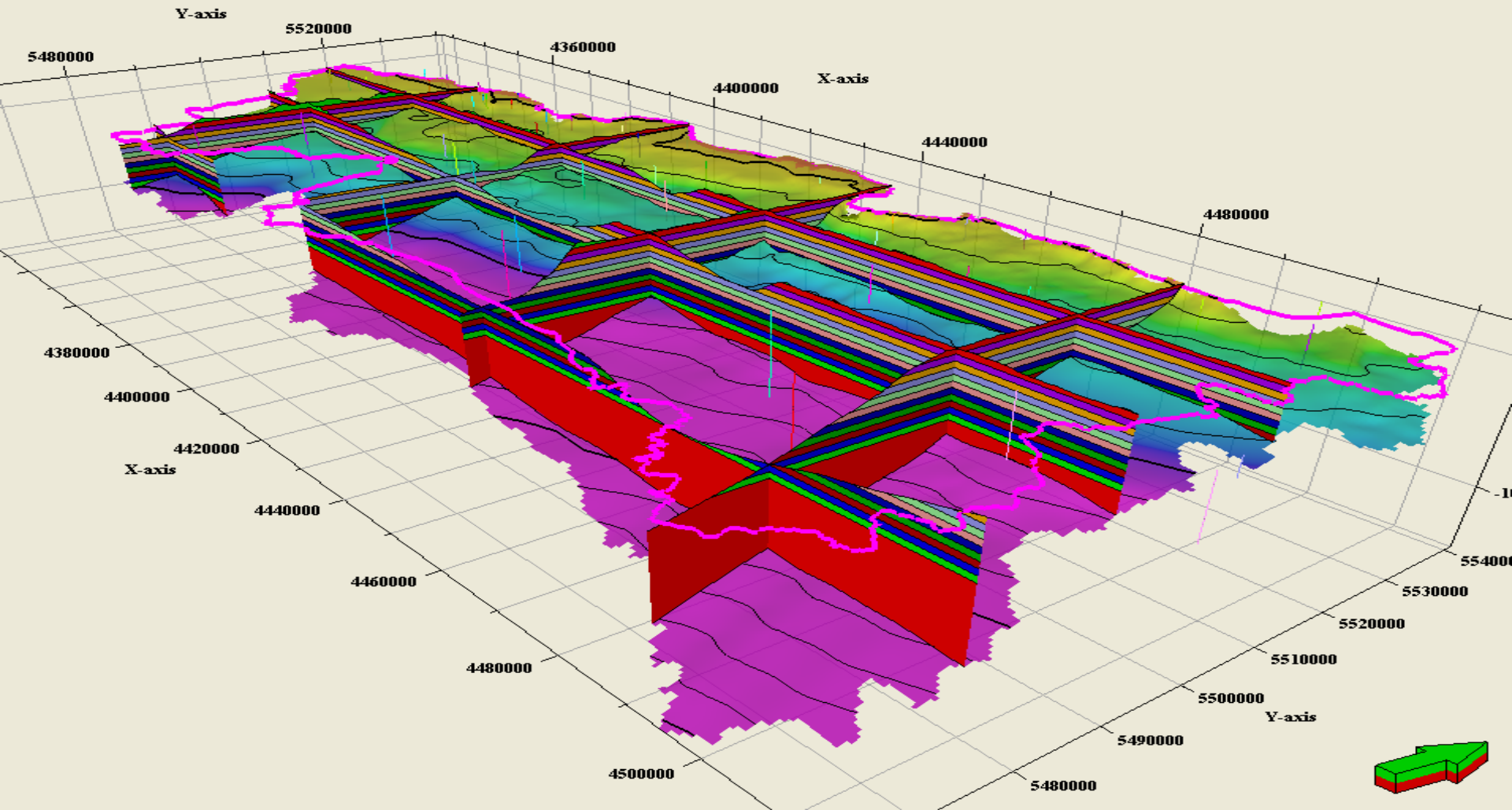


# Mapy topograficzne i mapy względne (głównie strukturalne i miąższościowe)



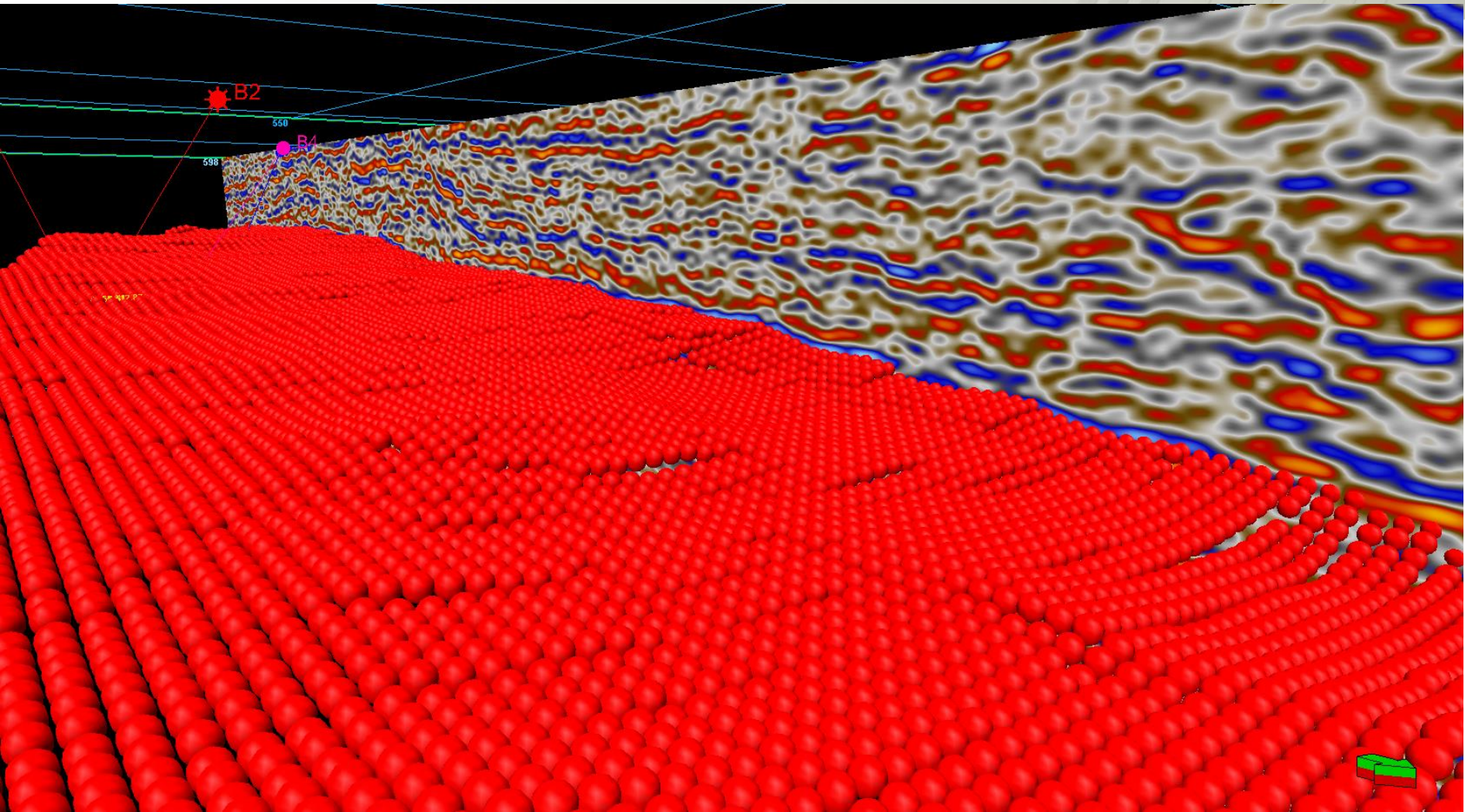
**Rys.II.5 Rozkład cyfrowanych konturów (danych wejściowych) używanych do estymacji RSI.**

# Mapy topograficzne i mapy względne (głównie strukturalne i miąższościowe)













# Przygotowanie danych wejściowych

Dane używane do opracowania przekrojów geologicznych i map wgłębnych muszą podlegać wszechstronnej weryfikacji obejmującej m.in.:

- a) Korektę i ujednoczenie współrzędnych wierceń (i/lub profili terenowych)
- b) Ujednoczenie stratygrafii profili wierceń
- c) W przypadku otworów kierunkowych (lub silnie skrzywionych) oraz w strefach silnie sfałdowanych i zuskokowanych przeliczenie miąższości i głębokości występowania granic stratygraficznych do miąższości rzeczywistych (lub wprowadzenie poprawek na krzywiznę otworu).
- d) Interpretację krzywych geofizycznych w profilach wierceń.
- e) Dowiązanie obrazu falowego sejsmiki refleksyjnej do profilu wiercenia.





# Przygotowanie danych wejściowych

Nazwa otworu: SZCZEBRZESZYN - 1

Współrzędne geograficzne:

Fi: 51.5577157264112

La: 21.3725822433893

→ WERYFIKACJA  
WSPÓŁRZĘDNYCH

Układ 1942/Odwzorowanie Gaussa-Krügera

Wsp-x: 5714300.                      lub                      5714300

Wsp-y: 4525840.                      lub                      4525840

Wsp-x15: 5733510.79                lub                      5733510.79

Wsp-y15: 3941755.95                lub                      3941755.95

Głębokość całkowita: 4100 m

Wysokość n.p.m.: 181.66

# Przygotowanie danych wejściowych

Nazwa otworu: SZCZEBRZESZYN - 1

Współrzędne geograficzne:

Fi: 51.5577157264112

La: 21.3725822433893

Układ 1942/Odwzorowanie Gaussa-Krügera

Wsp-x: 5714300.	lub	5714300	→ Współrzędne dla centralnego południka	<b>WERYFIKACJA</b>
Wsp-y: 4525840.	lub	4525840		<b>WSPÓLRZĘDNYCH</b>
Wsp-x15: 5733510.79	lub	5733510.79	→ Współrzędne dla centralnego południka 15°	
Wsp-y15: 3941755.95	lub	3941755.95		

Głębokość całkowita: 4100 m

Wysokość n.p.m.: 181.66

Przygotowując dane do zestawienia przekroju należy sprawdzić współrzędne wierceń na mapie lokalizacyjnej, zweryfikować współrzędne uzyskane z baz danych i zadbać o zestawienie współrzędnych w jednym odwzorowaniu geograficznym. Wyżej zestawiono nagłówek profilu wiercenia wyeksportowanego z bazy danych PITAKA j. Widoczne są współrzędne geograficzne zapisane jako stopnie dziesiętne ( Fi, Lambda) oraz współrzędne prostokątne płaskie w odwzorowaniu walcowym zwanym potocznie **Układ 1942**

**UWAGA:** w trakcie nanoszenia wierceń na mapę musimy pamiętać o zamianie współrzędnych X na Y. W zapisie geodezyjnym współrzędne X odpowiadają współrzędnym Y w zapisie kartograficznym (szerokości geograficznej)

# WERYFIKACJA WSPÓŁRZĘDNYCH

- W Polsce istnieje kilka odwzorowań używanych do opracowania map topograficznych. Najczęściej wykorzystywane to:
  - Układ 1965
  - Układ 1942
  - Układ 1992
  - Układ 2000
- W regionalnej kartografii geologicznej obowiązujące od kilku lat odwzorowanie to tzw. Układ 1992. W poszukiwaniach naftowych mapy wgłębne są wykonywane w odwzorowaniu Gaussa –Krugera (układ 1942)

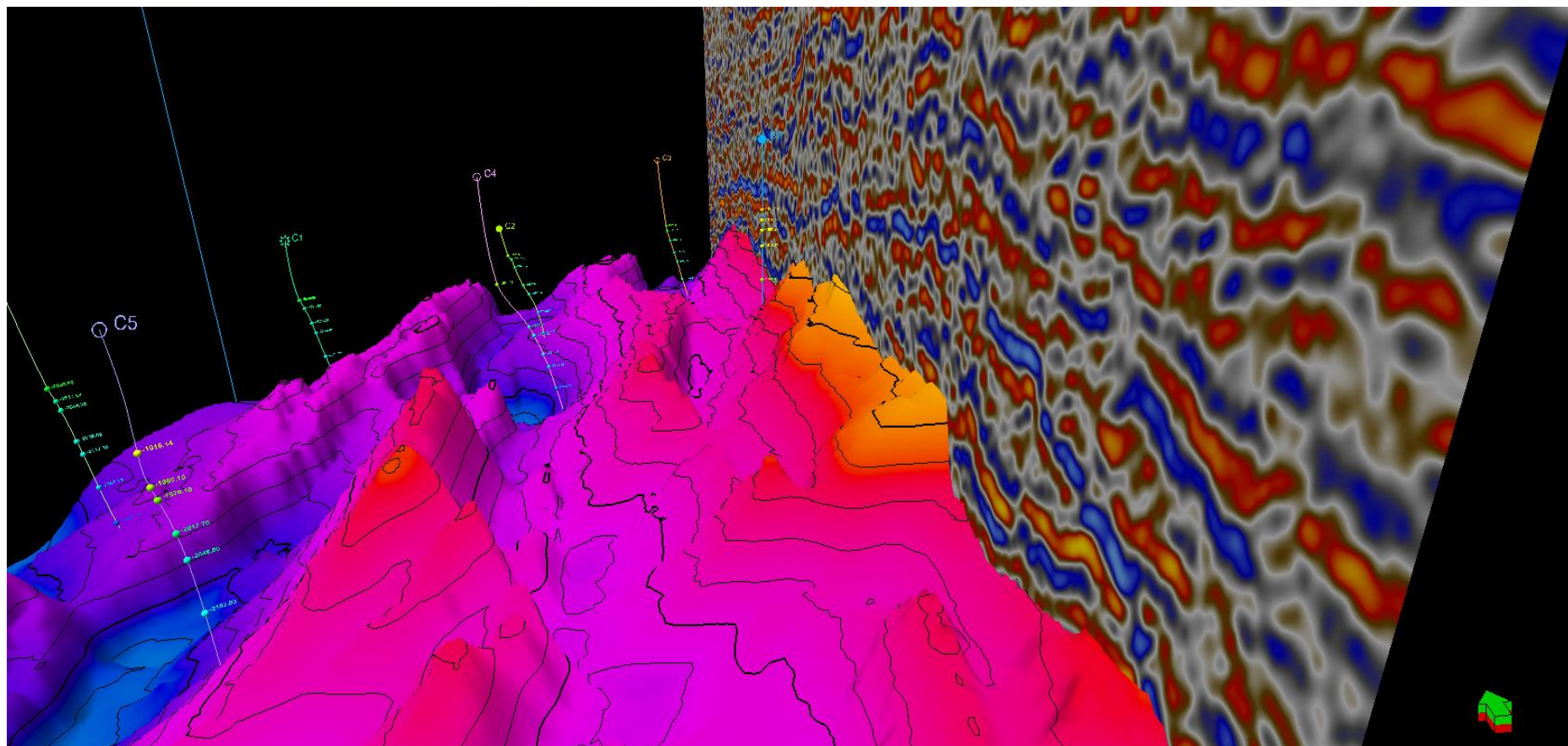


# Przygotowanie danych wejściowych

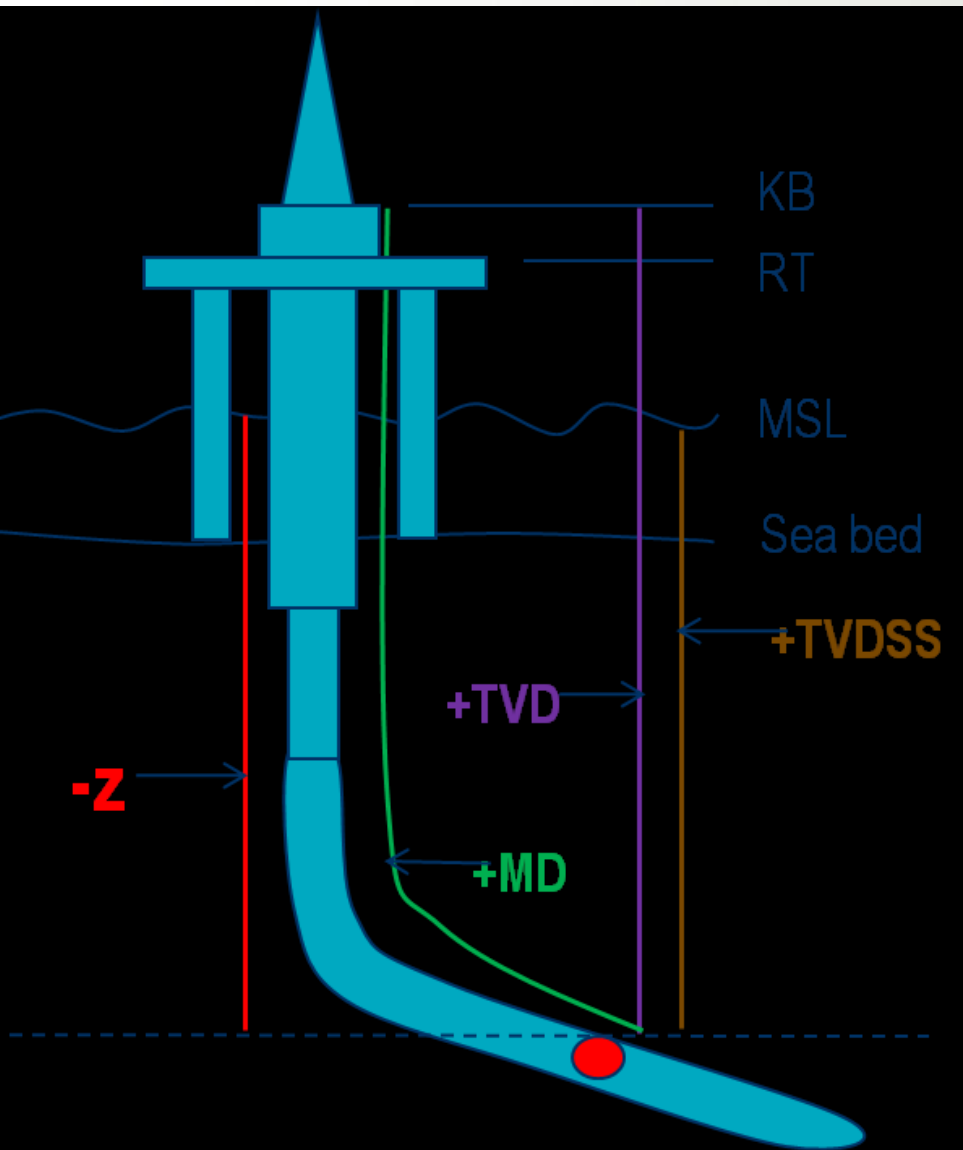
## WERYFIKACJA I UJEDNOLICENIE WYDZIELEŃ STRATYGRAFICZNYCH

Str : 0250.0	Km 1	Mastrycht margle,wapienie
Spg : 0588.0	Km_ 1	Mastrycht margle,wapienie
Str : 0588.0	Kkp 1	Kampan wapienie
Spg : 0766.0	Kkp_ 1	Kampan wapienie
Str : 0766.0	Kst 1	Santon wapienie
Spg : 0903.0	Kst_ 1	Santon wapienie
Str : 0903.0	Kkn 1	Koniak wapienie
Spg : 0944.0	Kkn_ 1	Koniak wapienie
Str : 0944.0	Kt 1	Turon wapienie
Spg : 1032.0	Kt_ 1	Turon wapienie
Str : 1032.0	Kc 1	Cenoman wapienie
Spg : 1059.0	Kc_ 1	Cenoman wapienie
Str : 1059.0	Kal3 1	Alb grn piaskowce
Spg : 1061.5	Kal3_ 1	Alb grn piaskowce

# Uporządkowanie Głębokosci



# Głębokości



- **Z (Elevation)** - Elevation increases upwards and is normally measured from mean sea level (msl). Therefore, locations below sea level will be negative.
- **TVD (True Vertical Depth)** - True vertical depth is measured vertically from the data, usually the Kelly Bushing (Kb) of a borehole. As with all depth, it is always positive.
- **TVDSS (True Vertical Depth Sub-Sea)** - The same as TVD except that it is measured from mean sea level.
- **MD (Measured Depth)** - Depth along the borehole from the Kelly Bushing. A deviation survey for the borehole is required to convert this measurement to TVD or Z. As with all depth, it is always positive.



# Profil krzywizny

Well trace spreadsheet for "B4"

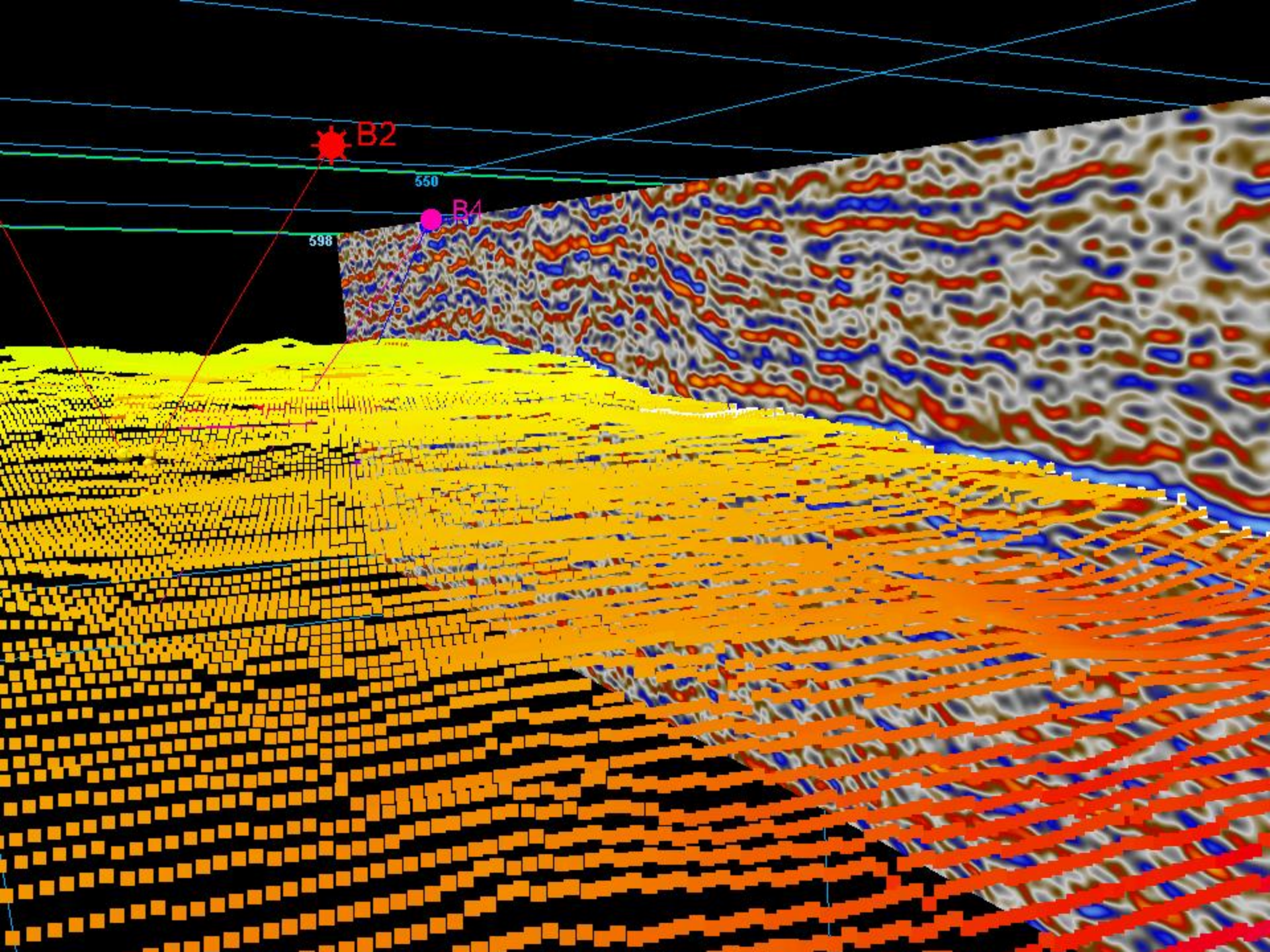
Interpolate values    Domain:      Step:

Specify limit    Min:     Max:

	X	Y	Z	MD	INCL	AZIM	AZIM (TN)	DX	DY	DX(TN)	DY(TN)	TVD
8251	458304.56	6784304.23	-2149.04	2754.16	56.32	137.50	137.50	686.67	-825.35	686.67	-825.35	2149.0
8252	458304.65	6784304.13	-2149.13	2754.31	56.32	137.50	137.50	686.76	-825.45	686.76	-825.45	2149.0
8253	458304.73	6784304.04	-2149.21	2754.46	56.32	137.50	137.50	686.84	-825.54	686.84	-825.54	2149.0
8254	458304.82	6784303.95	-2149.30	2754.61	56.32	137.50	137.50	686.93	-825.63	686.93	-825.63	2149.0
8255	458304.91	6784303.85	-2149.38	2754.77	56.32	137.50	137.50	687.01	-825.73	687.01	-825.73	2149.0
8256	458304.99	6784303.76	-2149.47	2754.92	56.32	137.50	137.50	687.10	-825.82	687.10	-825.82	2149.0
8257	458305.08	6784303.66	-2149.55	2755.07	56.32	137.50	137.50	687.19	-825.91	687.19	-825.91	2149.0
8258	458305.16	6784303.57	-2149.64	2755.22	56.32	137.50	137.50	687.27	-826.01	687.27	-826.01	2149.0
8259	458305.25	6784303.48	-2149.72	2755.38	56.32	137.50	137.50	687.36	-826.10	687.36	-826.10	2149.0
8260	458305.33	6784303.38	-2149.80	2755.53	56.32	137.50	137.50	687.44	-826.19	687.44	-826.19	2149.0
8261	458305.42	6784303.29	-2149.89	2755.68	56.32	137.50	137.50	687.53	-826.29	687.53	-826.29	2149.0
8262	458305.51	6784303.20	-2149.97	2755.83	56.32	137.50	137.50	687.61	-826.38	687.61	-826.38	2149.0
8263	458305.59	6784303.10	-2150.06	2755.99	56.32	137.50	137.50	687.70	-826.48	687.70	-826.48	2150.0
8264	458305.68	6784303.01	-2150.14	2756.14	56.32	137.50	137.50	687.79	-826.57	687.79	-826.57	2150.0
8265	458305.76	6784302.92	-2150.23	2756.29	56.32	137.50	137.50	687.87	-826.66	687.87	-826.66	2150.0
8266	458305.85	6784302.82	-2150.31	2756.44	56.32	137.50	137.50	687.96	-826.76	687.96	-826.76	2150.0
8267	458305.93	6784302.73	-2150.40	2756.59	56.32	137.50	137.50	688.04	-826.85	688.04	-826.85	2150.0
8268	458306.02	6784302.64	-2150.48	2756.75	56.32	137.50	137.50	688.13	-826.94	688.13	-826.94	2150.0

	Well identifier	Surface	X	Y	Z	MD	TWT Picked	TWT Auto	Geological age	TVT	TST	Interpreter	Observation number
14	A10	Base Cretaceous	457215.45	6782674.59	-1766.94	1858.55	1670.80	1670.80					
28	A10	Top Tarbert	457215.45	6782674.59	-1766.94	1858.55	1670.80	1670.80					
89	A10	Tarbert2	457215.45	6782674.59	-1766.94	1858.55		1670.80					
72	A10	Tarbert1	457215.47	6782674.59	-1766.96	1858.57		1670.80					
29	A10	Top Ness	457215.47	6782674.59	-1766.96	1858.57	1670.80	1670.80					
56	A10	Ness1	457227.91	6782672.42	-1781.81	1878.07		1690.89					
41	A10	Top Etive	457257.88	6782667.19	-1818.95	1926.08	1741.12	1741.12					
13	A15	Base Cretaceous	456654.69	6781527.76	-1855.49	1879.35							
27	A15	Top Tarbert	456654.69	6781527.76	-1855.49	1879.35							
84	A15	Tarbert2	456655.52	6781523.21	-1859.48	1885.48							
71	A15	Tarbert1	456658.36	6781508.10	-1872.67	1905.73							
30	A15	Top Ness	456660.79	6781495.48	-1883.62	1922.61						ebowden	
55	A15	Ness1	456670.41	6781443.45	-1928.86	1992.22							
42	A15	Top Etive	456680.96	6781381.59	-1982.09	2074.52							
12	A16	Base Cretaceous	456510.41	6784012.02	-1805.45	1805.45							
26	A16	Top Tarbert	456510.41	6784012.03	-1805.46	1805.47							
85	A16	Tarbert2	456511.30	6784019.69	-1812.51	1815.92							
73	A16	Tarbert1	456512.65	6784031.41	-1823.25	1831.87							
31	A16	Top Ness	456516.20	6784063.83	-1852.78	1875.86							
57	A16	Ness1	456520.69	6784107.96	-1894.14	1936.51							
43	A16	Top Etive	456526.10	6784157.48	-1943.59	2006.71							
11	B2	Base Cretaceous	458424.19	6785838.01	-1812.87	2012.93	1731.97	1732.13					
25	B2	Top Tarbert	458424.19	6785838.01	-1812.87	2012.93	1732.13	1732.13					
92	B2	Tarbert2	458428.93	6785838.51	-1816.94	2019.20		1744.47					
81	B2	Tarbert1	458442.82	6785839.99	-1828.82	2037.53		1780.51					
65	B2	Top Ness	458442.82	6785839.99	-1828.82	2037.53	1780.51	1780.51					
70	B2	Ness1	458442.82	6785839.99	-1828.82	2037.53		1780.51					
44	B2	Top Etive	458474.23	6785843.41	-1855.51	2078.90	1732.13	1732.13					
1	B4	Base Cretaceous	457920.31	6784738.68	-1783.84	2068.47	1701.53	1724.94					
24	B4	Top Tarbert	457920.31	6784736.68	-1783.84	2068.47	1701.53	1724.94					
97	B4	Tarbert2	457920.31	6784738.68	-1783.84	2068.47		1724.94					
83	B4	Tarbert1	457920.31	6784738.68	-1783.84	2068.47		1724.94					
32	B4	Top Ness	457920.31	6784738.68	-1783.84	2068.47	1701.53	1724.94					







# Miąszość w odwiertach

miąszości

TVT = true vertical THICKNESS

TVDT - TRUE VERTICAL DEPTH THICKNESS

MLT - MEASURED LOG THICKNESS

TST - TRUE STRATIGRAPHIC THICKNESS

**TVT może być wykorzystana do opracowania mapy miąszości pozornej (isochore map)**

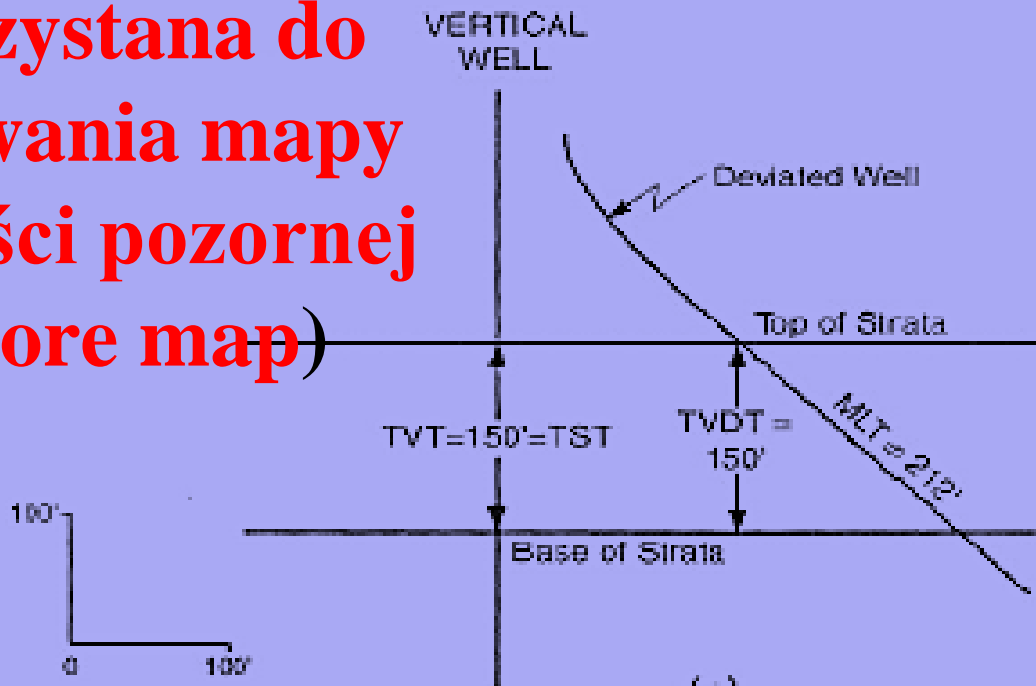


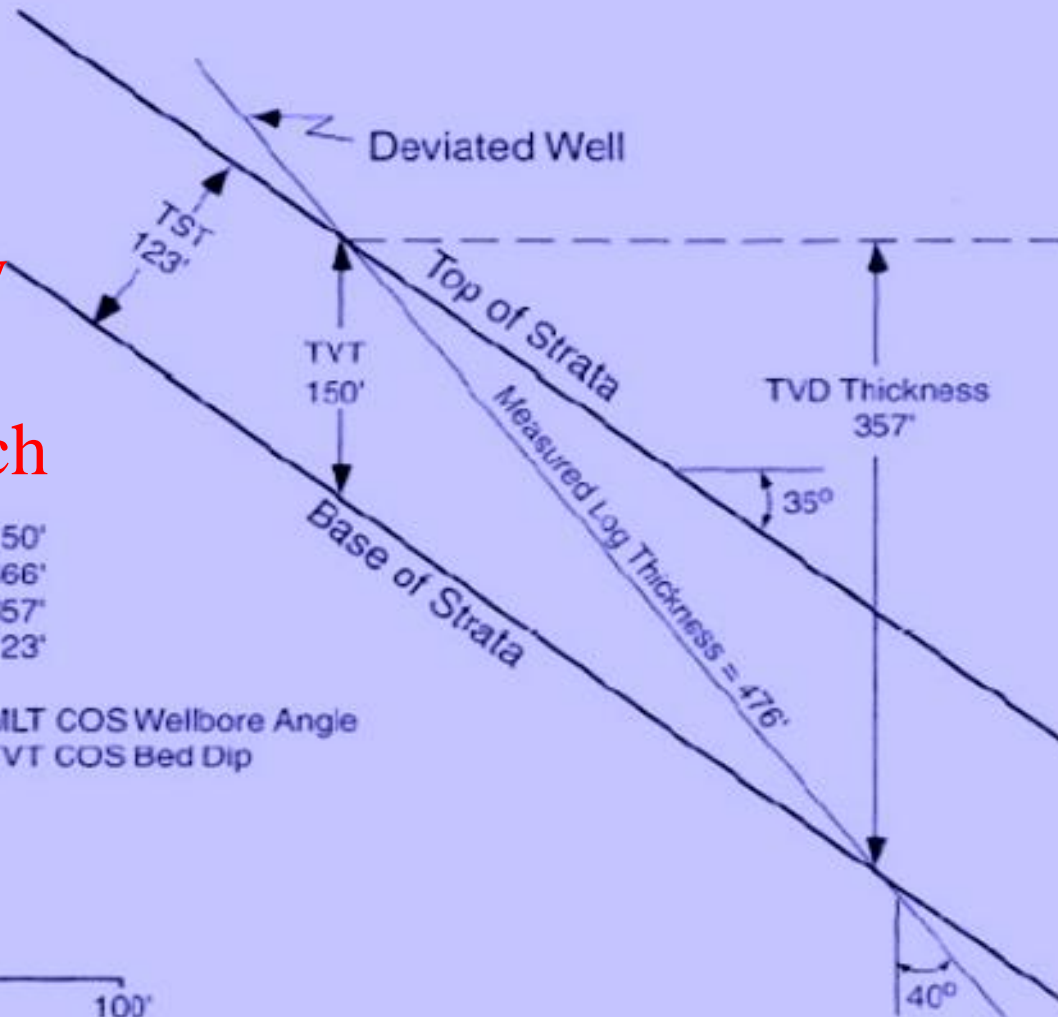
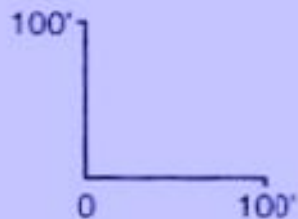
FIGURE 2.4: The TVDT, TVT, and TST calculated from a deviated well have the same value when the beds are horizontal.

# Przygotowanie danych wejściowych

TST może być wykorzystana do opracowania mapy miąższości rzeczywistej (isopach map)

TVT = 150'  
 MLT = 466'  
 TVDT = 357'  
 TST = 123'

$TVDT = MLT \cos \text{Wellbore Angle}$   
 $TST = TVT \cos \text{Bed Dip}$



# Przygotowanie danych wejściowych

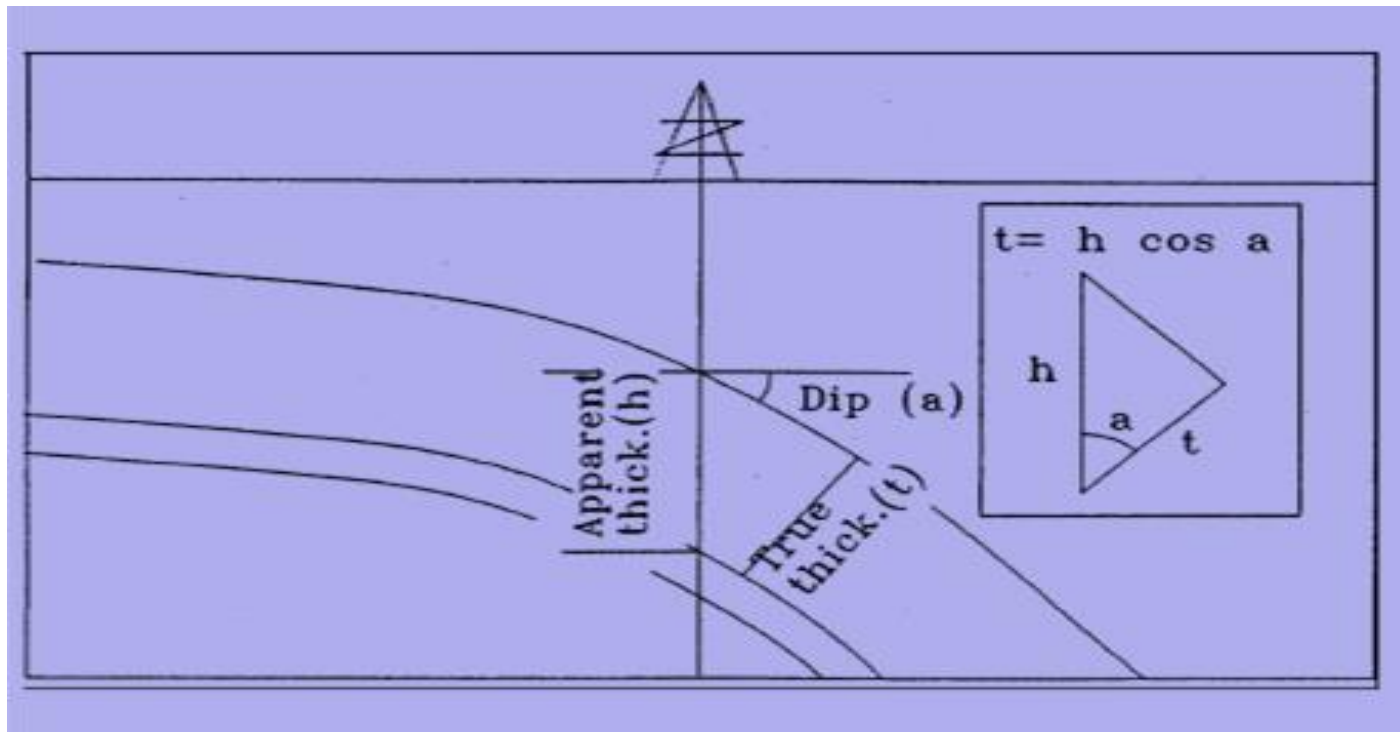
Przeliczenie miąższości przewierczanych na rzeczywiste (stratygraficzne):

$$m_r = \cos\alpha \cdot m_a$$

$m_a$  = miąższość pozorna (h)

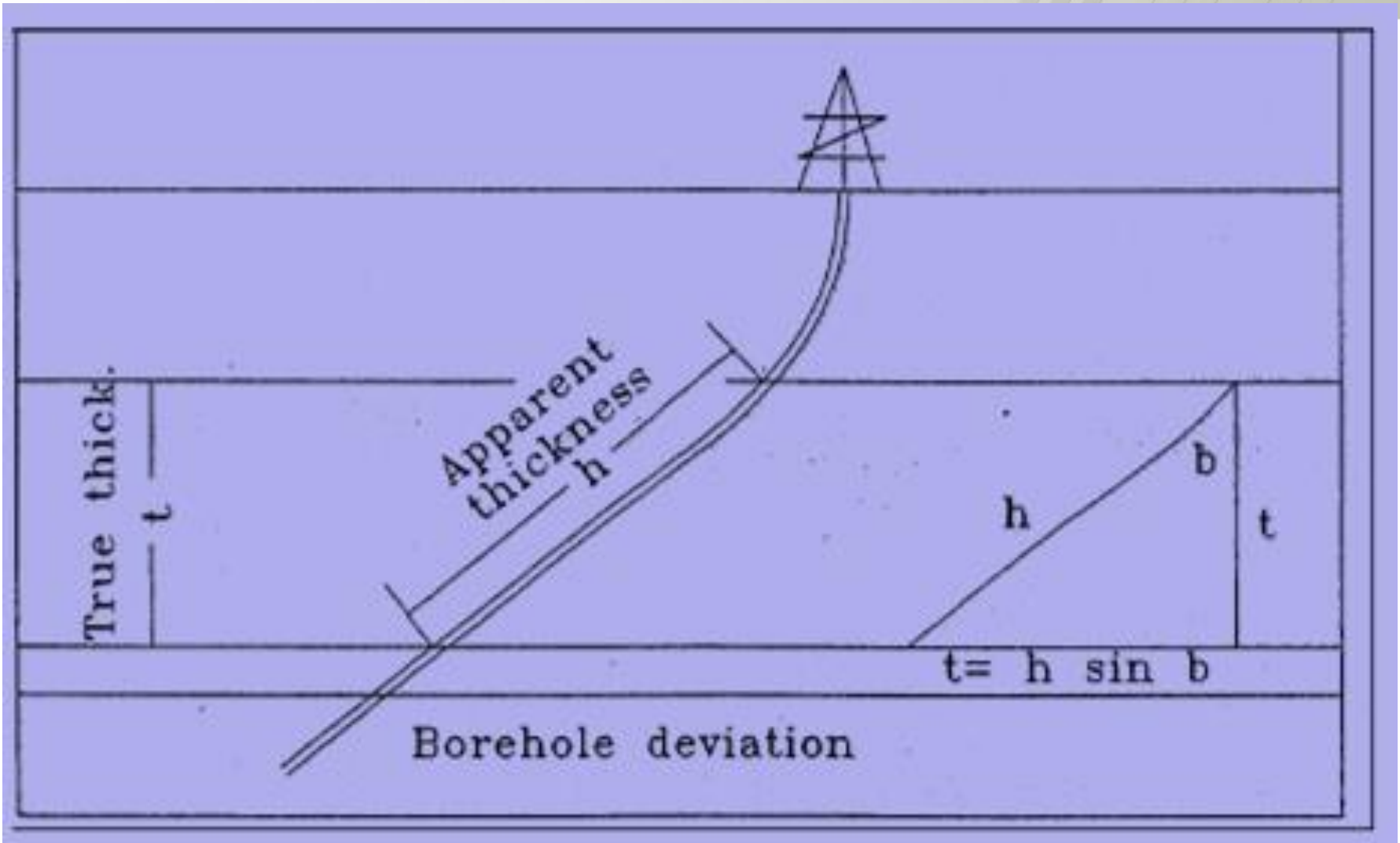
$m_r$  = miąższość rzeczywista (t)

$\cos\alpha$  = kąt upadu warstw (a)

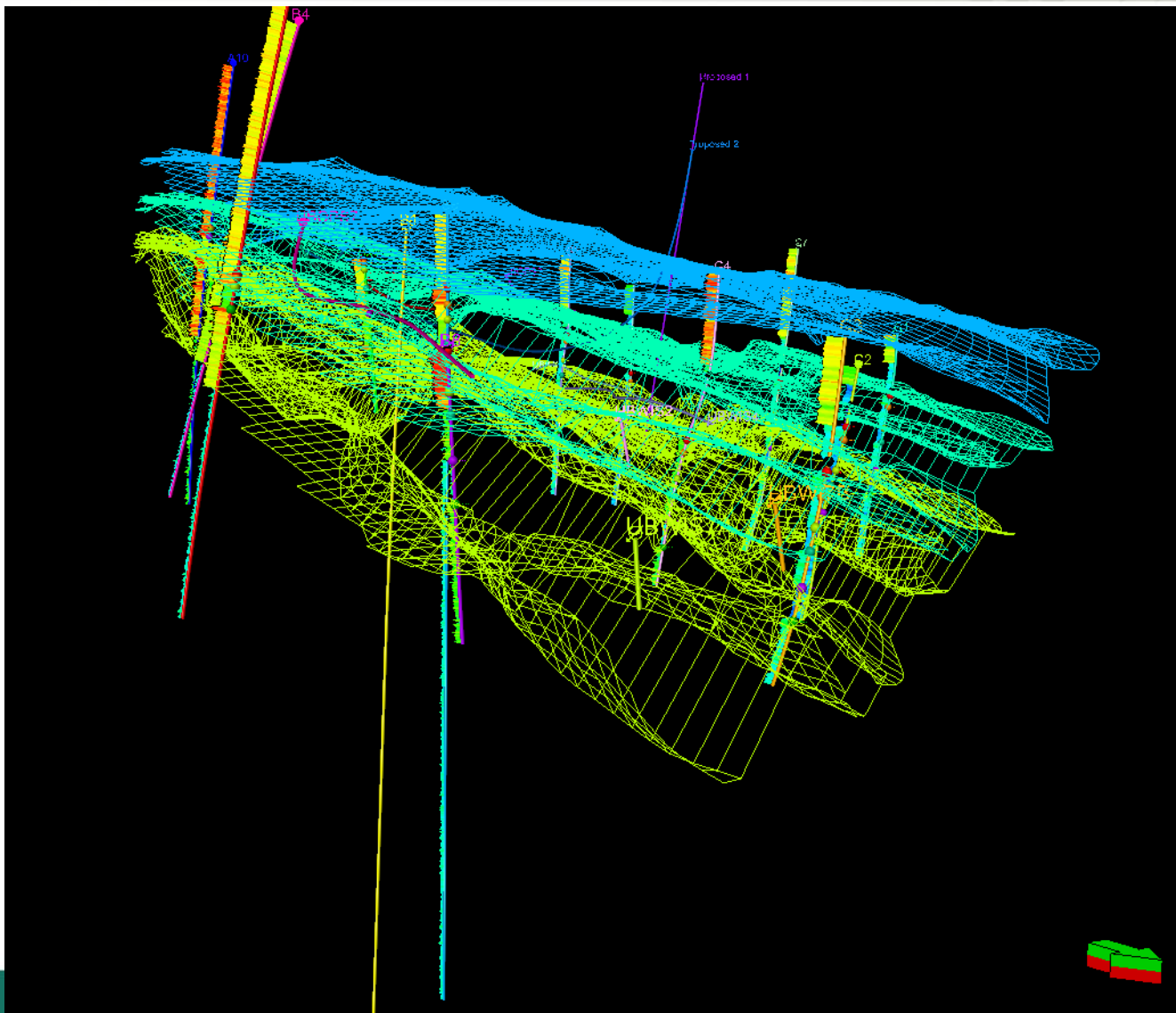




# Uwzględnianie krzywizny otworu



# Przygotowanie danych wejściowych – Interpretacja krzywych

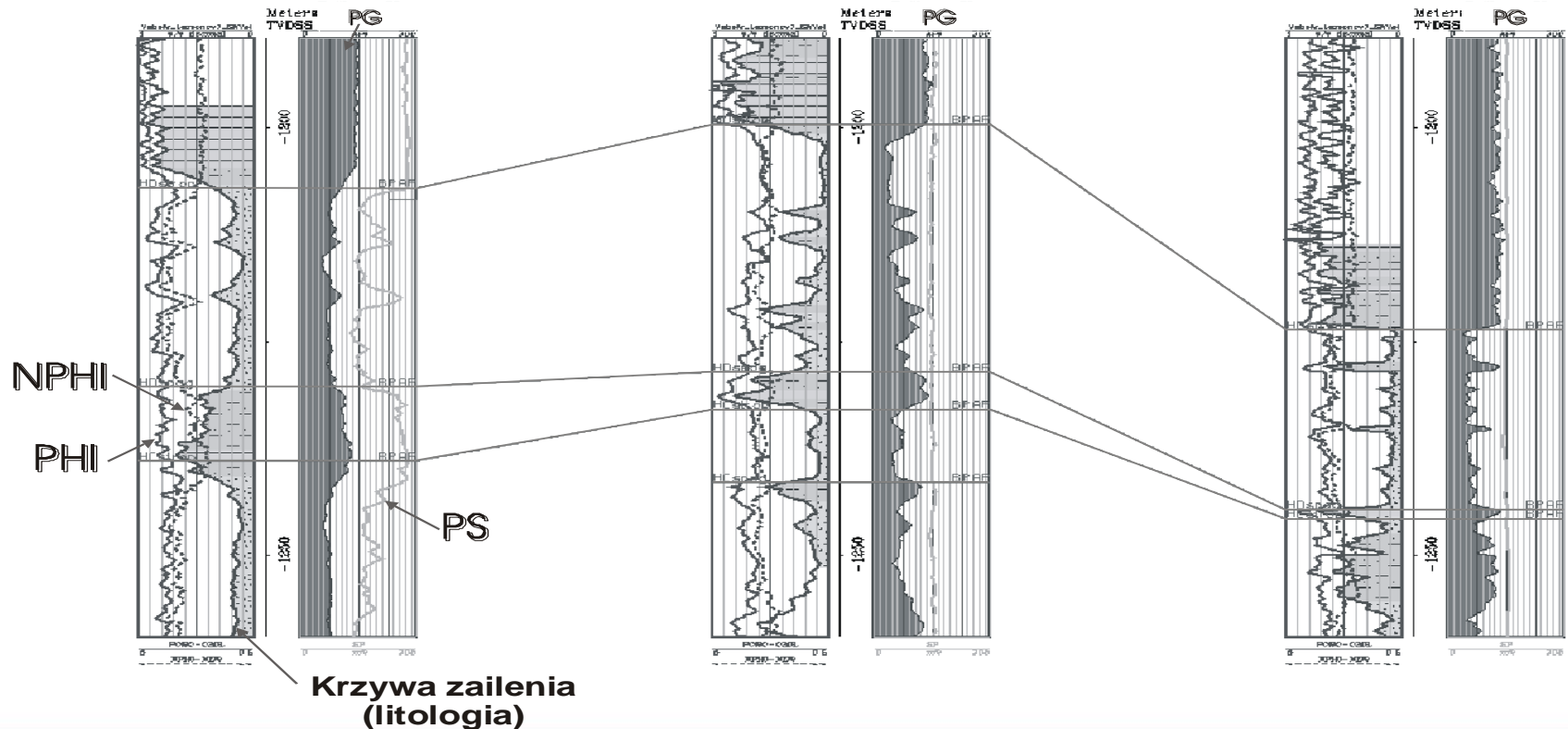




**AGH**

# Przygotowanie danych wejściowych

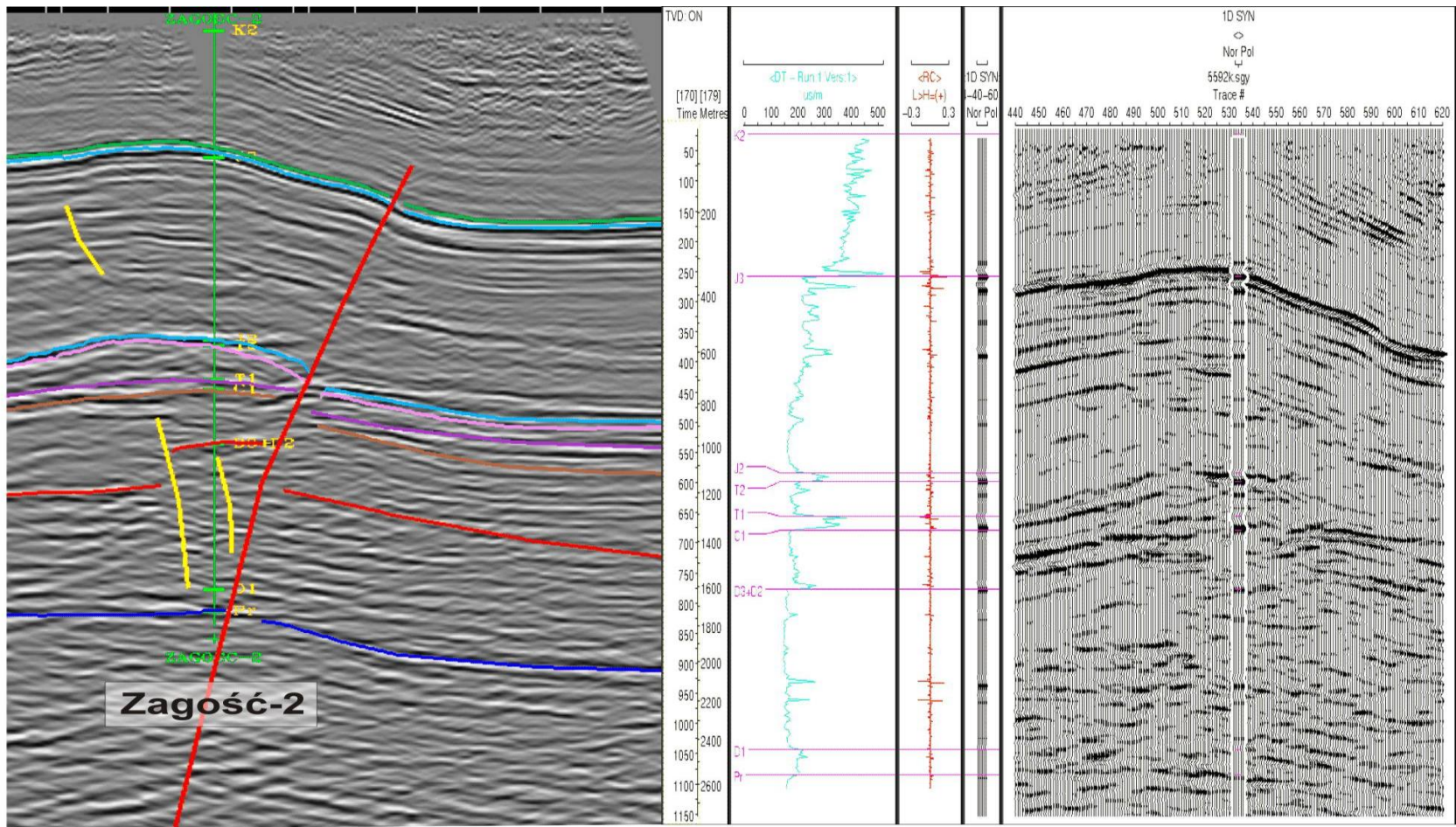
W przypadku przekrojów stratygraficznych opartych na interpretacji geofizyki wiertniczej, pod pojęciem przygotowanie danych będziemy rozumieli odpowiednią wizualizację krzywych, w profilach wierceń, czy też głębiej interpretacje litologiczno-złożową krzywych (tzn. interpretację zmienności litologicznej przewiercanych kompleksów (zailenia, zapiaszczenia i udziału węglanów itp., interpretację porowatości (PHI i nasycenia przestrzeni porowej węglowodorami. Odpowiednie zestawienie krzywych w profilach wierceń umożliwia korelację kompleksów genetycznych czy też kompleksów zbiornikowych i uszczelniających.





# Przygotowanie danych

## Dowiązanie sejsmiki do obrazu falowego- sejsmogram syntetyczny



Rys.5.2. A) Korelacja otworowo-sejsmiczna profilu 5-5-92K i odwiertu Zagość-2. B) Sejsmogram syntetyczny odwiertu Zagość-2



# Ujednoczenie poziomu odniesienia

- w przypadku przekrojów strukturalnych poziomem odniesienia najczęściej jest POZIOM MORZA
- w przypadku przekrojów stratygraficznych (korelacji) i – znacznie rzadziej – przekrojów strukturalnych poziomem odniesienia interpretacji bywają regionalnie śledzone POZIOMY
- IZOCHRONICZNE (przekrój paleostrukturalny/paleotektoniczny)
- profile sejsmiki refleksyjnej mają na ogół poziomy odniesienia dostosowane do wykształcenia morfologii w badanym rejonie (np.. obrzeżenie Gór Świętokrzyskich 210 m n.p.m., zapadlisko przedkarpackie 170 m n.p.m.)
- jeżeli opracowany przekrój geologiczny ma inny poziom odniesienia niż poziom morza, należy to uwypuklić w objaśnieniach





# Przekroje przewyższone

- krótkie przekroje strukturalne, rozpoznające płytką budowę geologiczną w obszarach o stosunkowo zrównoważonych miąższościach przedstawianych warstw – mogą być NIEPRZEWYŻSZONE
- regionalne przekroje strukturalne rozpoznające głęboko położone warstwy – powinny być PRZEWYŻSZONE
- korelacje międzyotworowe [przekroje stratygraficzne] – na ogół muszą być PRZEWYŻSZONE

## ZALETY

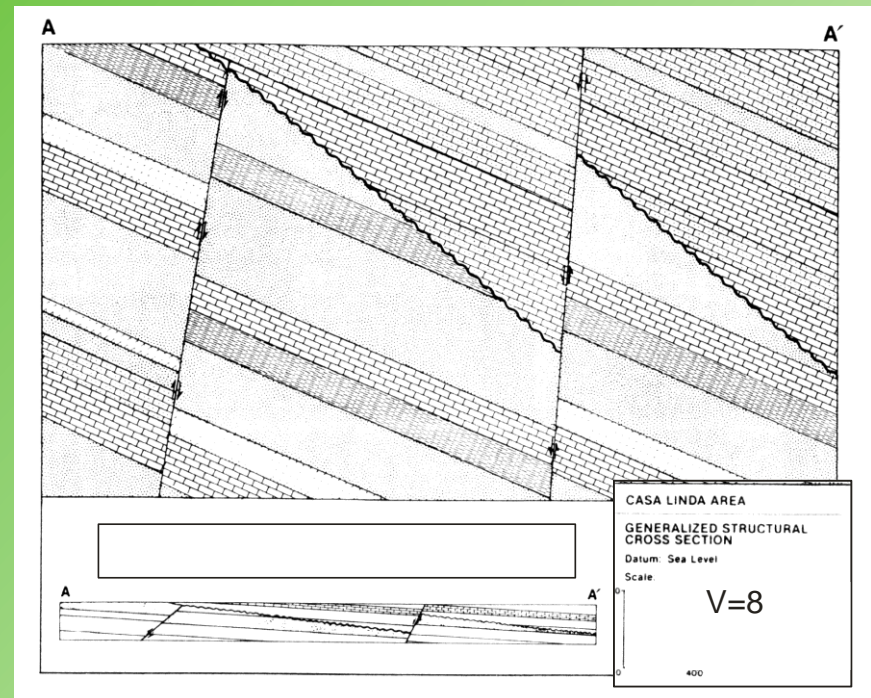
- możliwość wprowadzenia szczegółowego podziału stratygraficznego (większa precyzja interpretacji)
- zwiększenie czytelności krzywych geofizyki wiertniczej (większa precyzja interpretacji)
- lepsza czytelność skomplikowanej budowy geologicznej

# Przekroje przewyższone

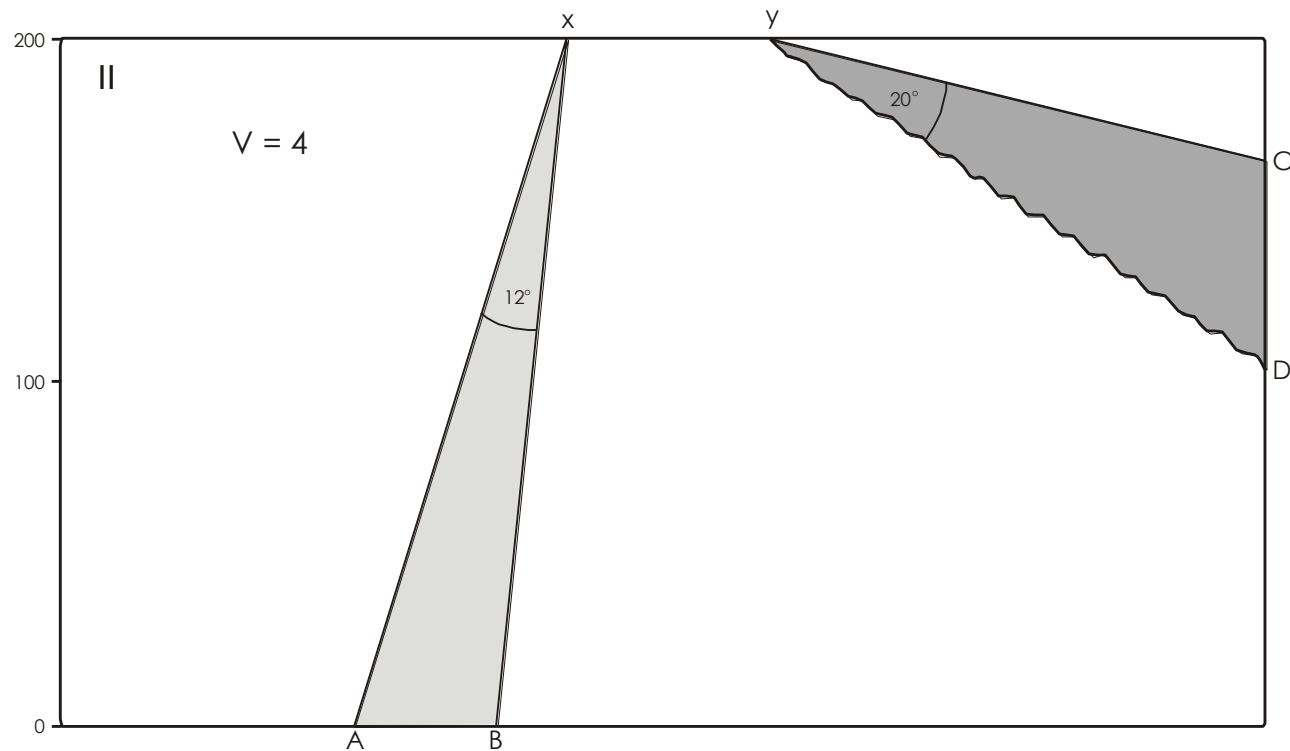
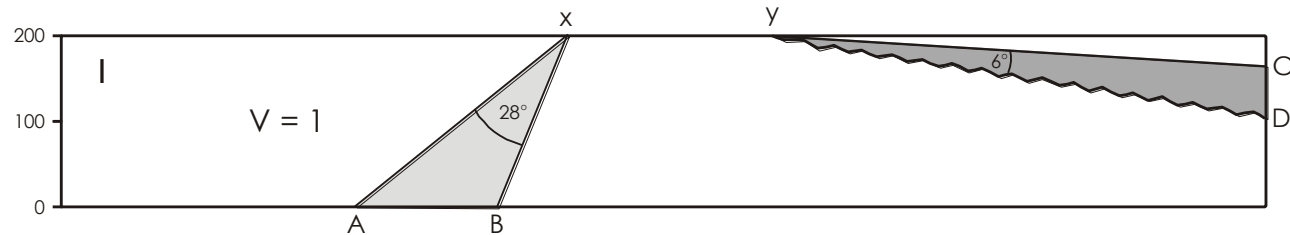
W wyniku wprowadzenia przewyższenia przekroju następuje zaburzenie stosunków geometrycznych przedstawianego obszaru:

- kątów upadu warstw
- kątów zapadania dyslokacji
- miąższości przedstawianych warstw i odległości pomiędzy elementami strukturalnymi

PORÓWNANIE PRZEKROJÓW PRZEWYŻSZONEGO (góra)  
i NIEPRZEWYŻSZONEGO (dół - w ramce)

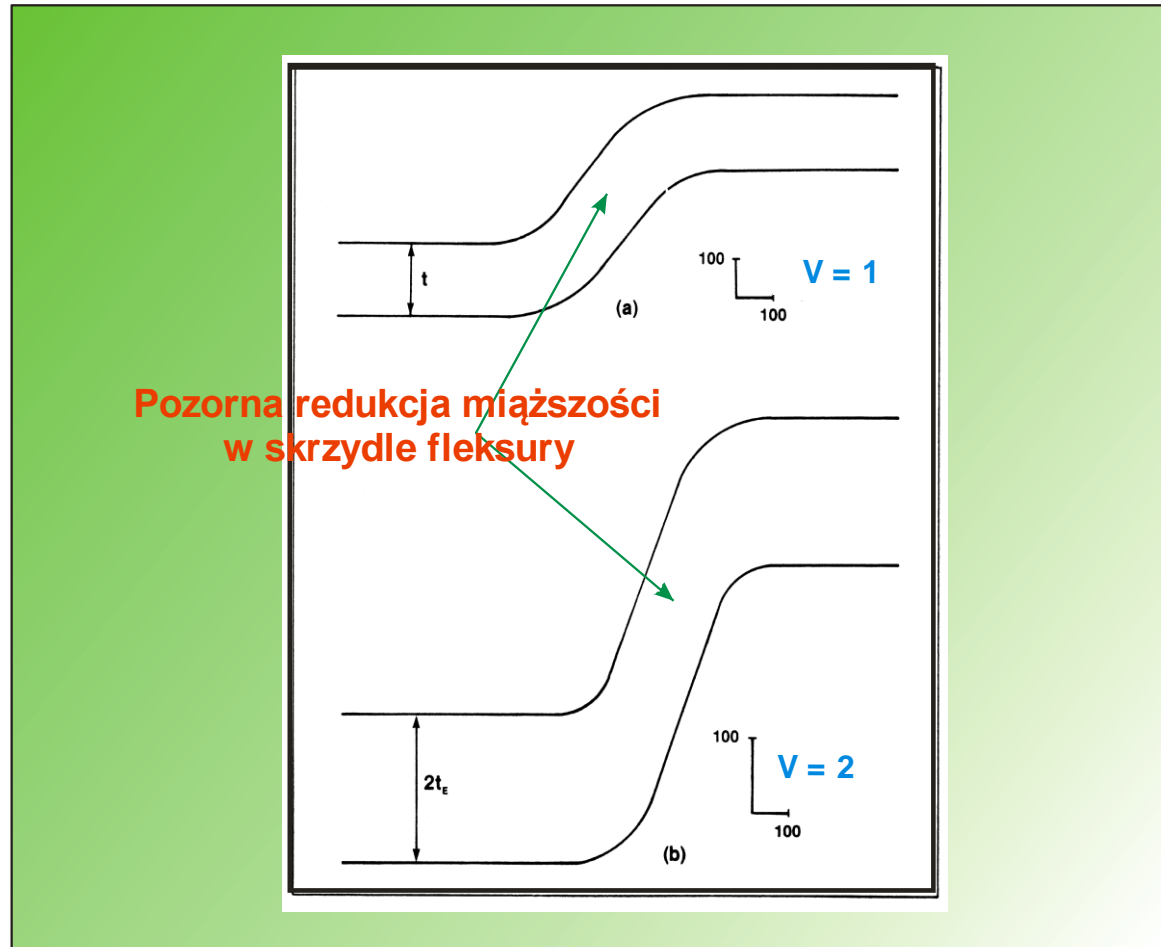


# Przekroje przewyższone - przykład zmiany stosunków kątowych





# Przekroje przewyższone - pozorny spadek miąższości na skrzydle fleksury



# Przekroje przewyższone

W trakcie interpretacji przewyższonych przekrojów geologicznych należy brać pod uwagę wymienione czynniki wprowadzając korektę

Przeliczenie kątów upadu w przypadku przewyższenia przekroju

$$\operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}\delta_a/V$$

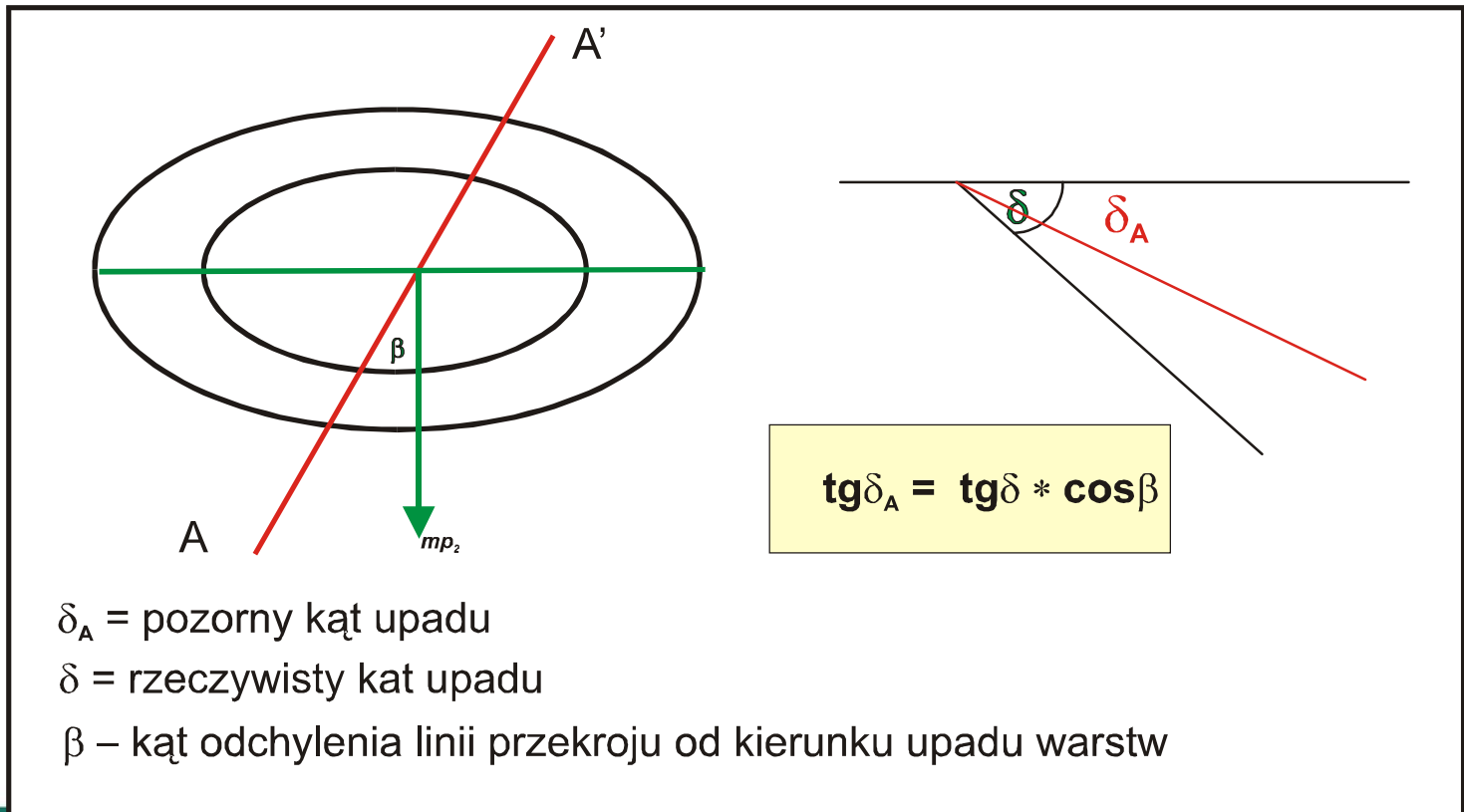
$\delta$  = rzeczywisty kąt upadu  
przewyższenia

$\delta_a$  = pozorny kąt upadu

$V$  - współczynnik

# Czynniki wpływające na zaburzenie geometrii przekrojów

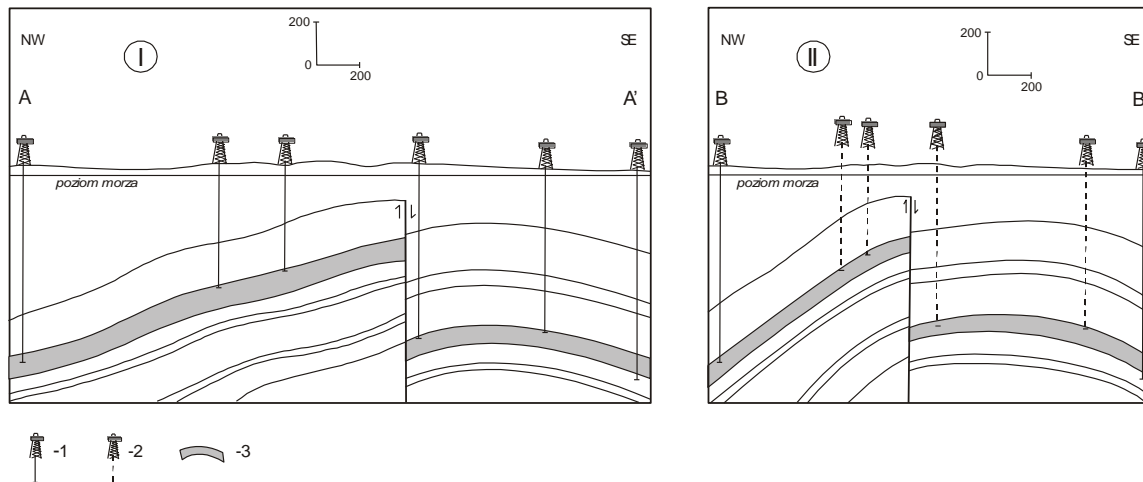
Odchylenie linii przekrojowej od kierunku upadu warstw (powoduje wydłużenie i „spłaszczenie” struktury). Uważa się, że zafałszowania te można uznać za nieistotne jeśli kąt pomiędzy linią przekroju, a kierunkiem upadu warstw jest mniejszy niż  $5^\circ$





# Czynniki wpływające na zaburzenie geometrii przekrojów

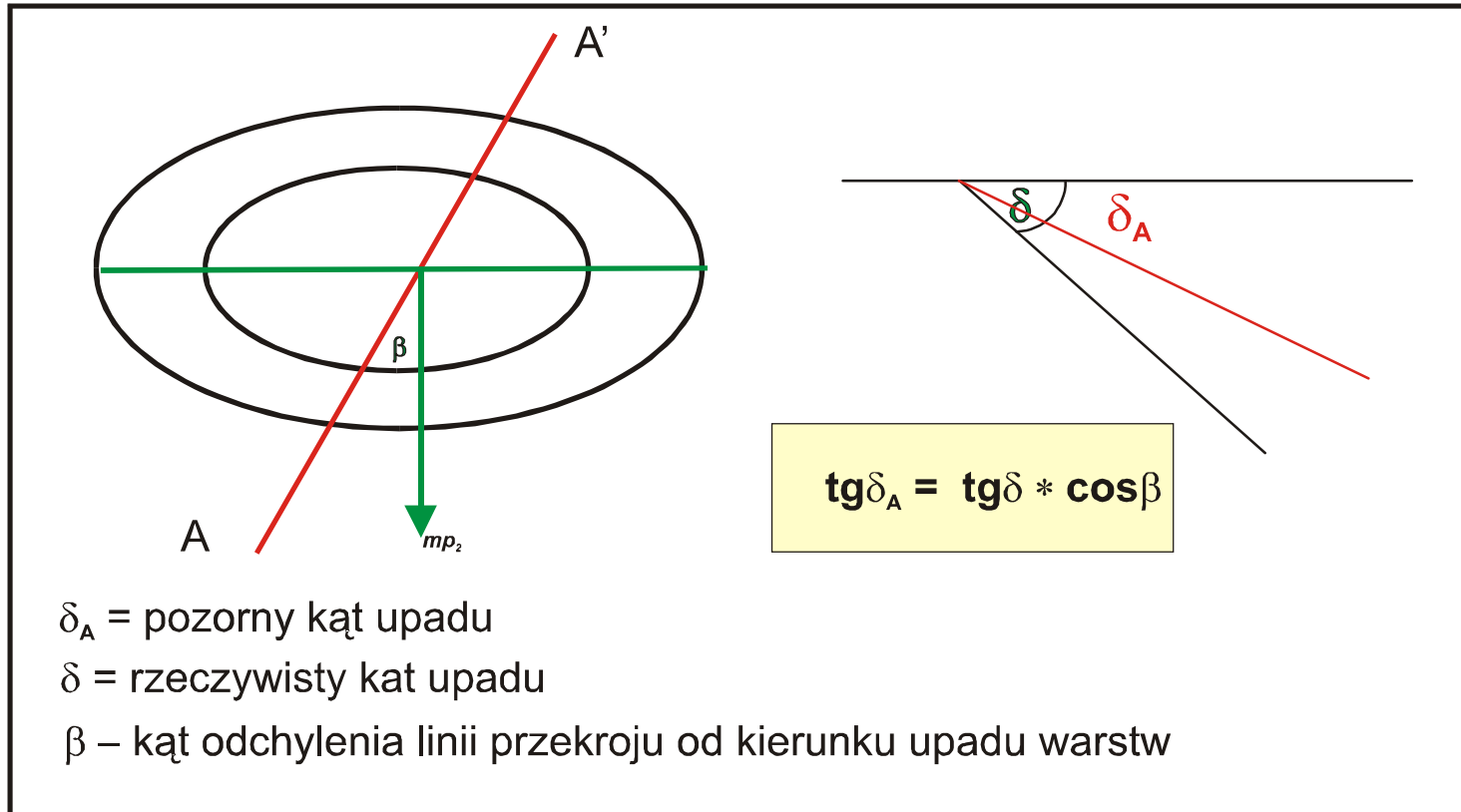
Wyznaczenie przekroju przebiegającego przez wiercenia, wzdłuż linii łamanej powoduje zwiększenie rozmiaru (długości) struktury, poważne zniekształcenie stosunków kątów, a także powstawanie nieistniejących struktur niższego rzędu



I – przekrój biegnący przez odwierty, wzdłuż linii łamanej  
 II- przekrój prostoliniowy poprowadzony wzdłuż linii maksymalnego upadu warstw

# Zaburzenie geometrii struktur dla skośne do osi struktur

Uważa się, że zafałszowania te można uznać za nieistotne jeśli kąt pomiędzy linią przekroju, a kierunkiem upadu warstw jest mniejszy niż  $5^\circ$



# Wynik ujednoczenia danych stratygraficznych

