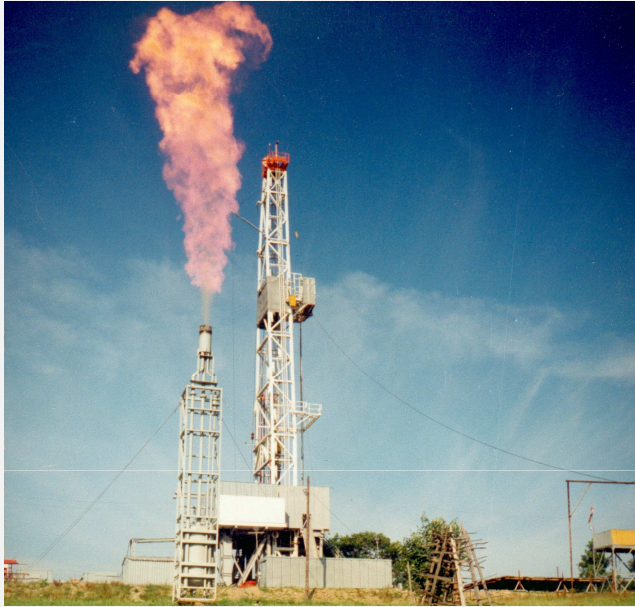




Potencjał dla poszukiwań złóż gazu ziemnego w łupkach dolnego paleozoiku (*shale gas*) w Polsce

Paweł Poprawa

pawel.poprawa@pgi.gov.pl

system węglowodorowy z gazem w łupkach



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

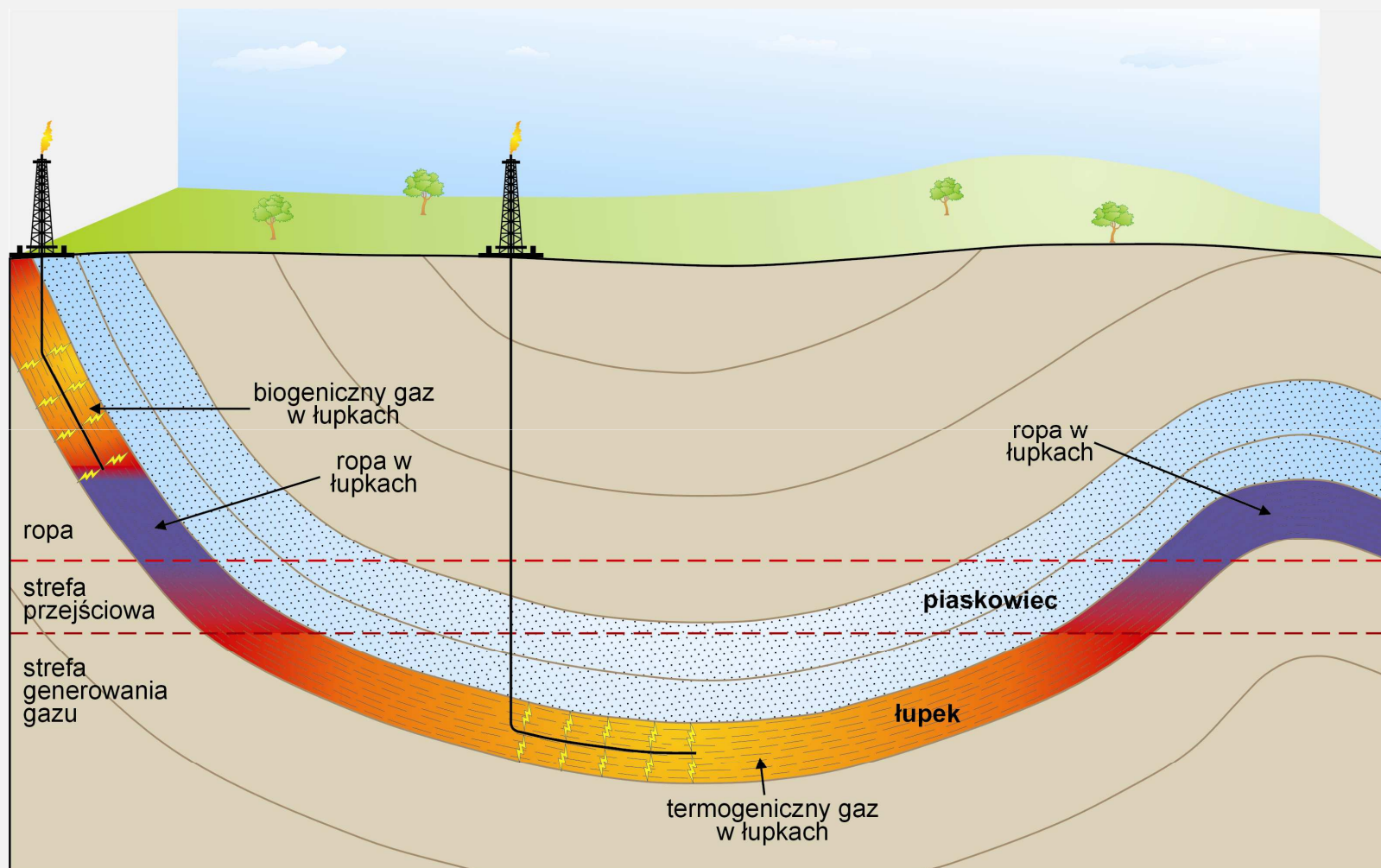
www.pgi.gov.pl

system węglowodorowy z gazem w łupkach

przykład Barnett Shale – basen Fort Worth, Texas



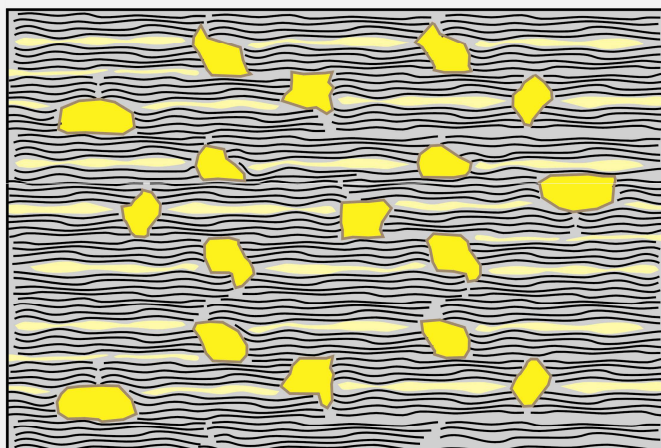
złoża gazu w łupkach



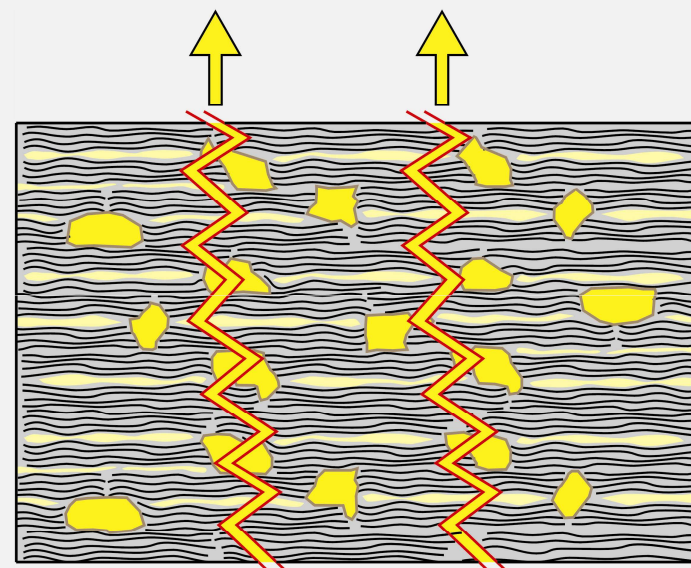
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

łupkowe skały zbiornikowe – skala mikro



niekonwencjonalna skała zbiornikowa
gaz w łupkach (*shale gas*)



gaz w łupkach (*shale gas*)
szczelinowanie



zawartość TOC i typ kerogenu

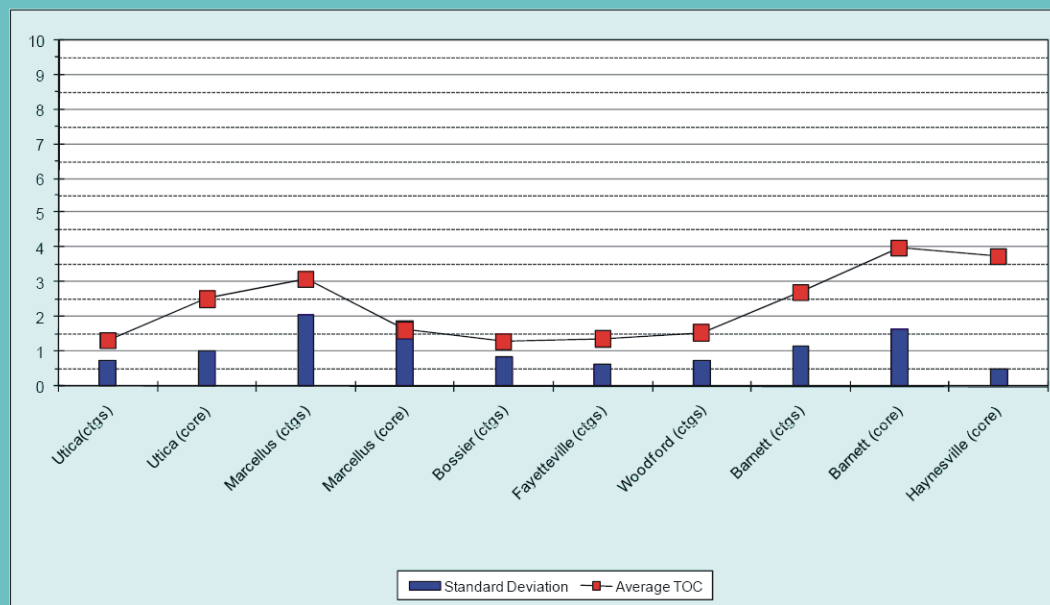


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

zawartość TOC w łupkach eksploatowanych w USA

Comparison of TOC Values among various shale-gas plays



2008 Dan Jarvie, Energy Institute at TCU and Worldwide Geochemistry



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

(fig. wg: Dan Jarvie)

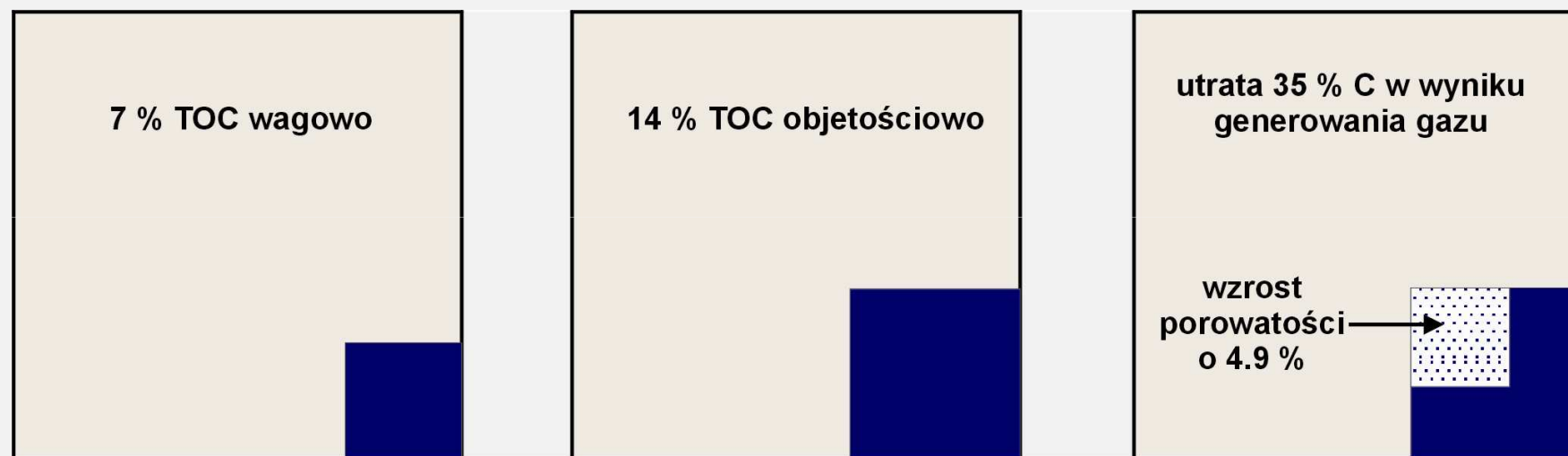
porowatość łupków bitumicznych



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TOC a porowatość – przykład Barnett Shale



TOC a porowatość – przykład Barnett Shale



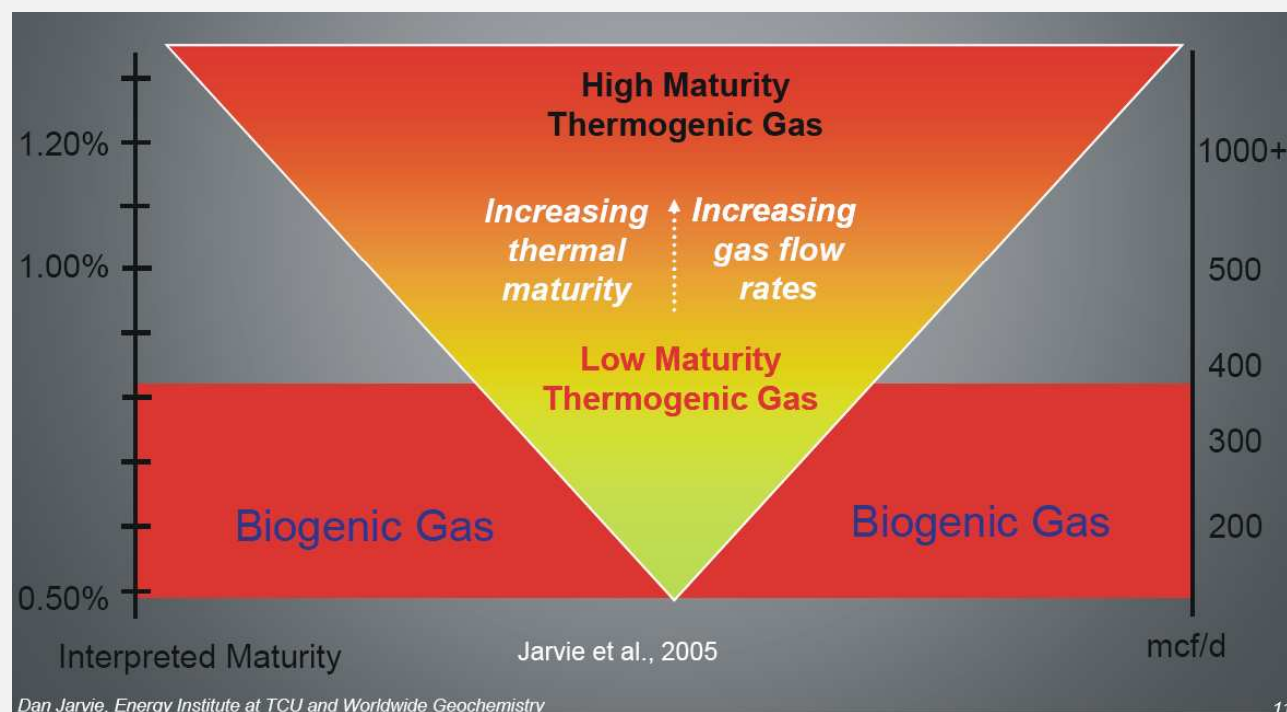
dojrzałość termiczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

dojrzałość termiczna i generowanie HC – termogeniczny vs biogeniczny gaz w łupkach



produkcja gazu z łupków



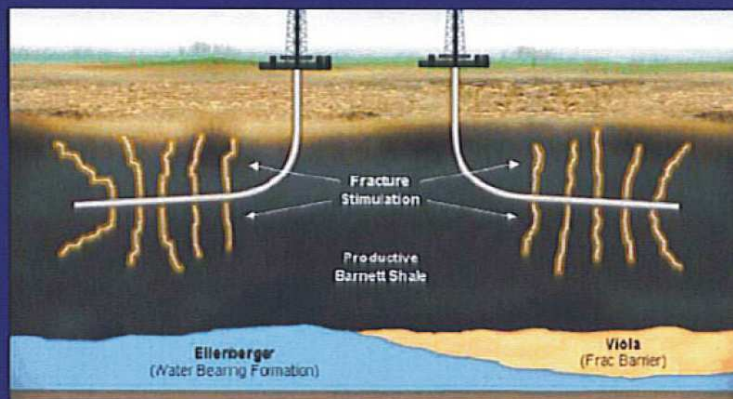
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

gęsta siatka poziomych wierceń z wielokrotnym szczelinowaniem

Horizontal Wells

- **Horizontal wells: 2,000-5,000 foot laterals**
 - 5 ½ to 7" casing in each lateral
 - Each lateral stimulated with 50,000 to 100,000 bbl sand waterfracs
 - Average cost is \$1.6 MM versus \$750,000 for a vertical well
 - Requires fewer wells



Dan Jarvie, Energy Institute at TCU and Worldwide Geochemistry

9



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

potencjalnie gazonośne łupki w Polsce



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

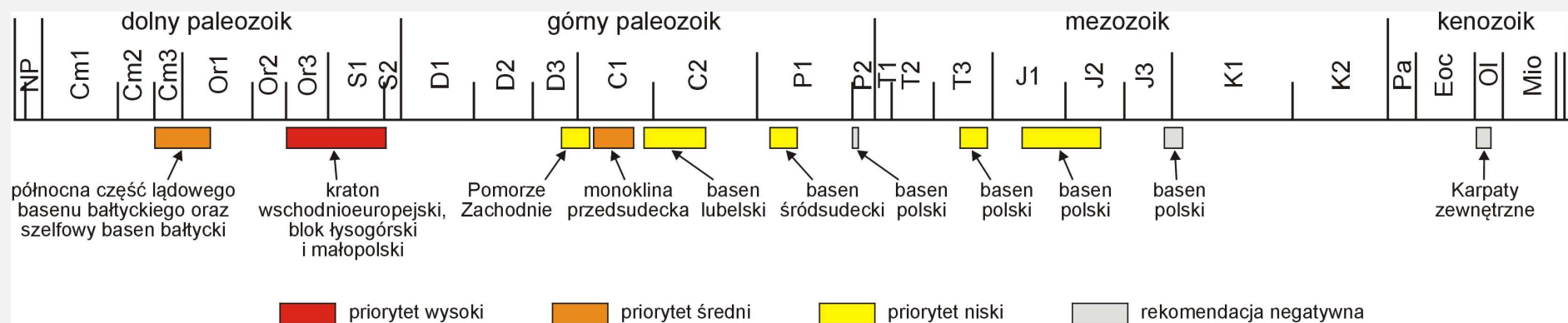
www.pgi.gov.pl

kryteria wyznaczania kompleksów łupkowych potencjalne zawierających gaz ziemny

- (1) wysoka zawartość TOC – średnio powyżej 1-2 % wagowo
- (2) duża miąższość kompleksu bogatego w substancję organiczną – powyżej 30-60 m (zależnie od TOC)
- (3) wysoka dojrzałość termiczna łupków – powyżej 1.1-1.3 % Ro, ale nie wyższa niż 3.5 % Ro
- (4) szybkie pogrzebanie i podgrzanie, a następnie wypiętrzenie
- (5) niska głębokość zalegania – poniżej 3500-4500 m; nie płycej niż 1000m
- (6) niski stopień deformacji tektonicznych – ~płaskie ułożenie warstw
- (7) obecność anomalnych ciśnień
- (8) obecność objawów gazu oraz konwencjonalnych złóż gazu w basenie
- (9) wysoka zawartość krzemionki w łupkach oraz niska zawartość hydrofilnych minerałów ilastych



ważniejsze formacje łupków bogatych w TOC w Polsce



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

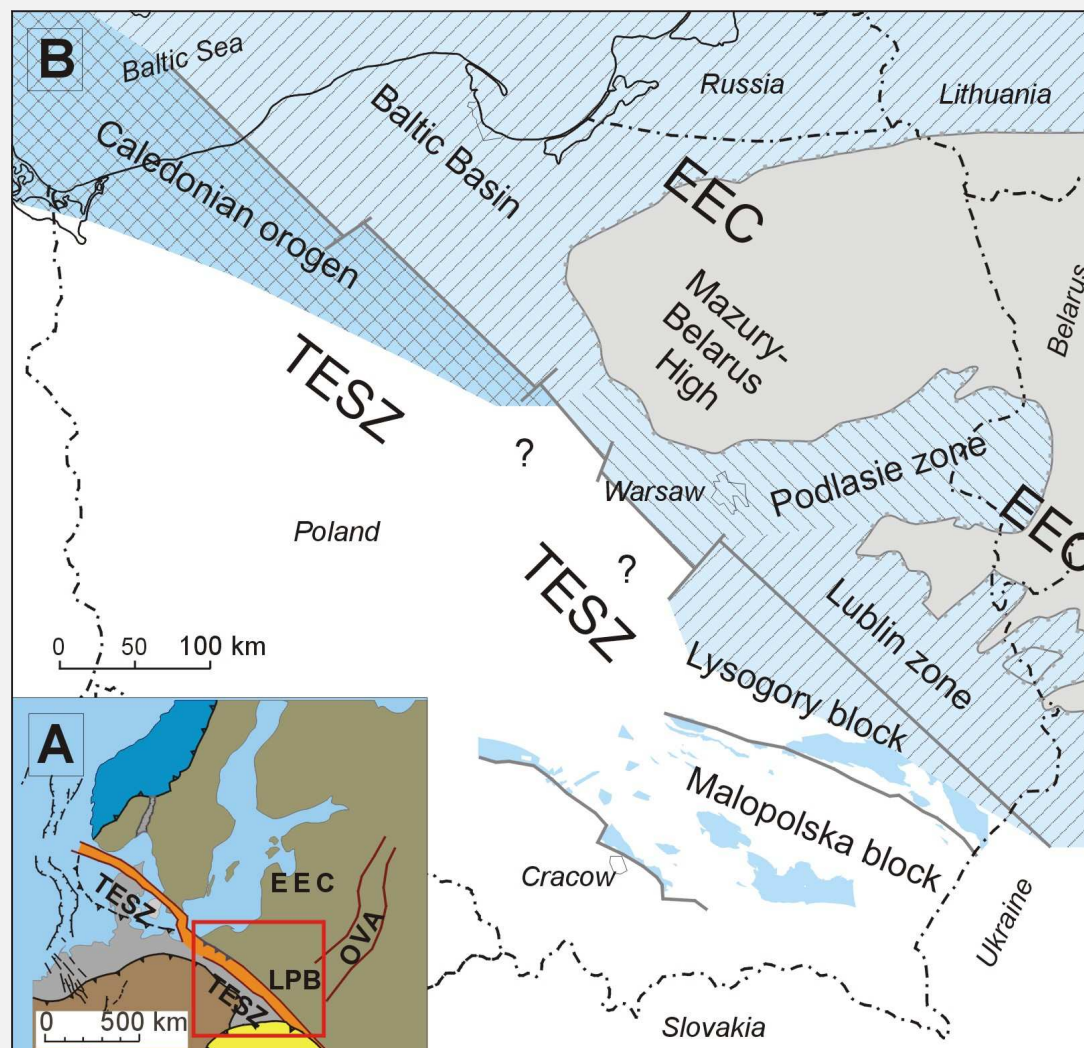
Łupki dolnego paleozoiku na kratonie wschodnioeuropejskim oraz blokach Łysogórskim i małopolskim



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

zasięg występowania łupków dolnego paleozoiku



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

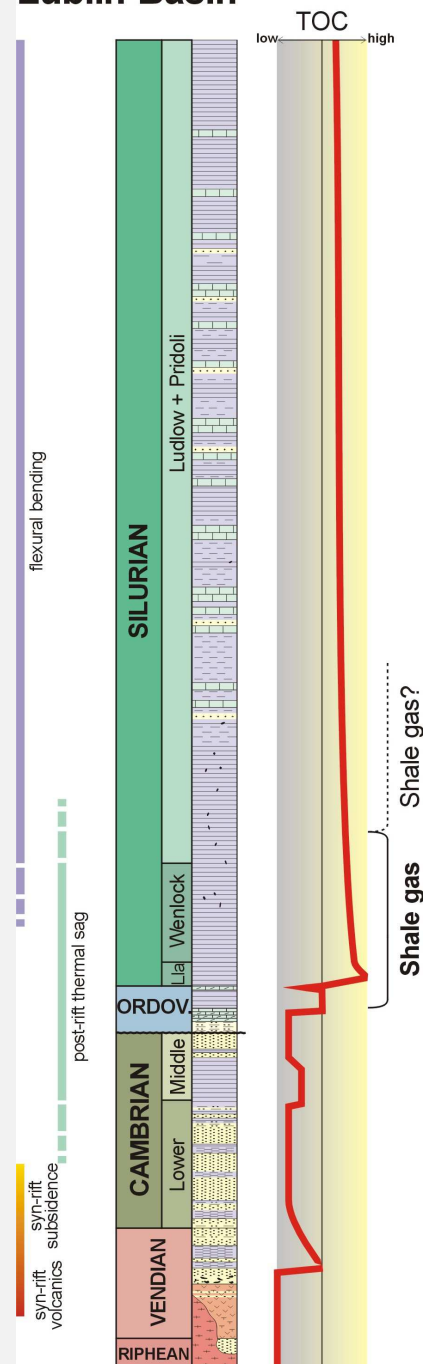
przede wszystkim
łupki dolnego syluru
(landoweru i wenloku)
oraz
górnego ordowiku
(karadoku)



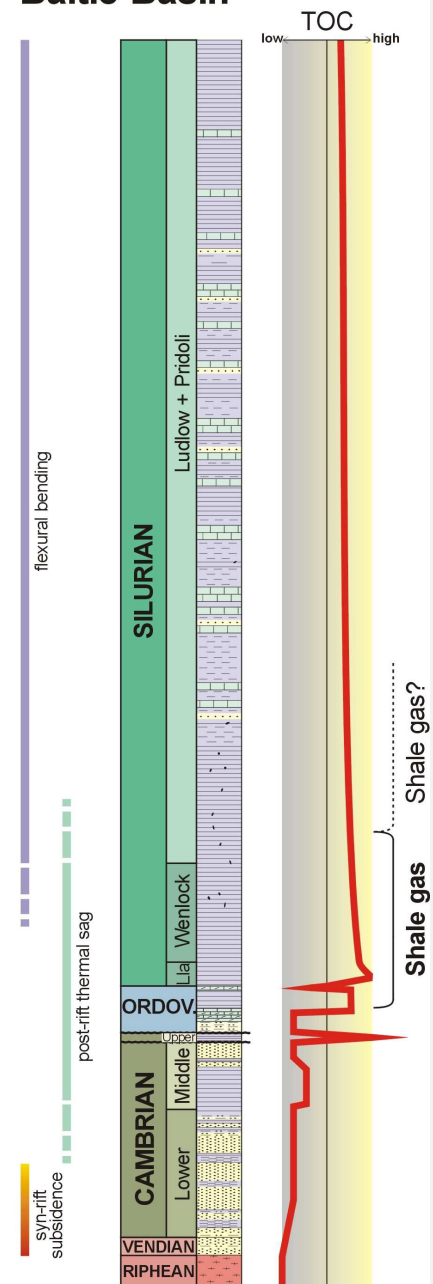
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

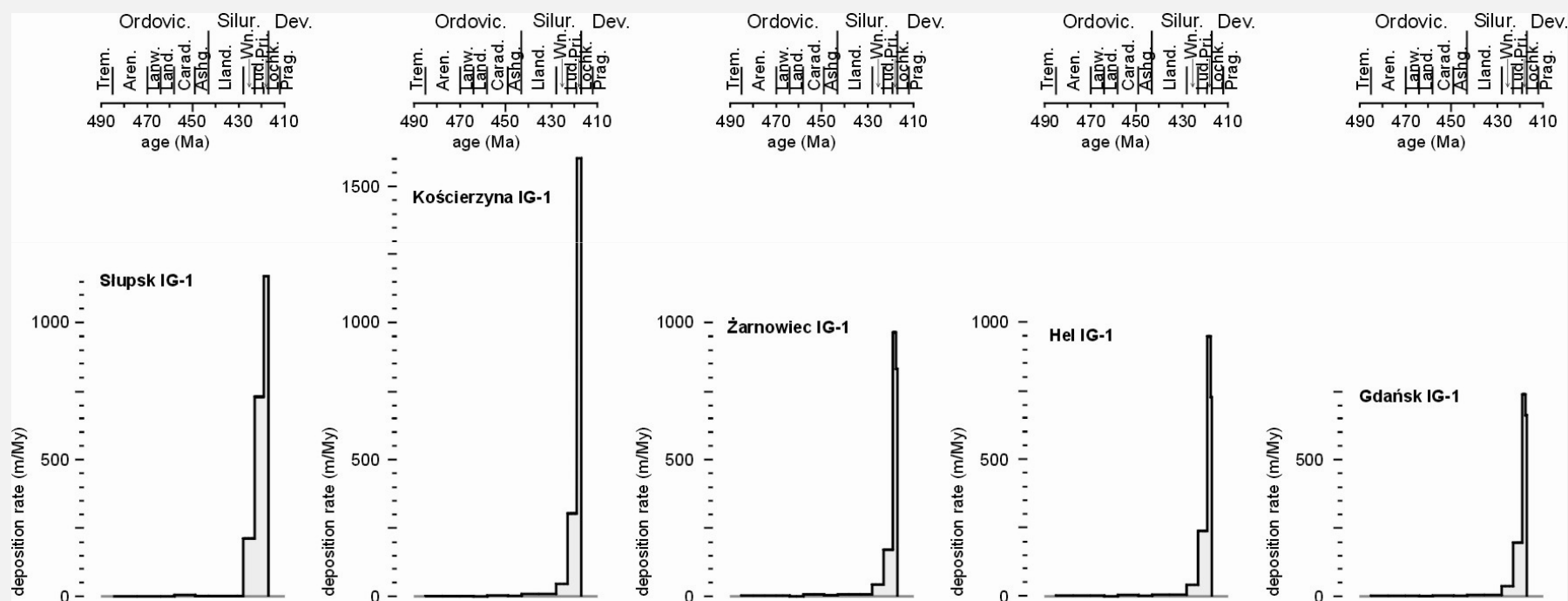
Lublin Basin



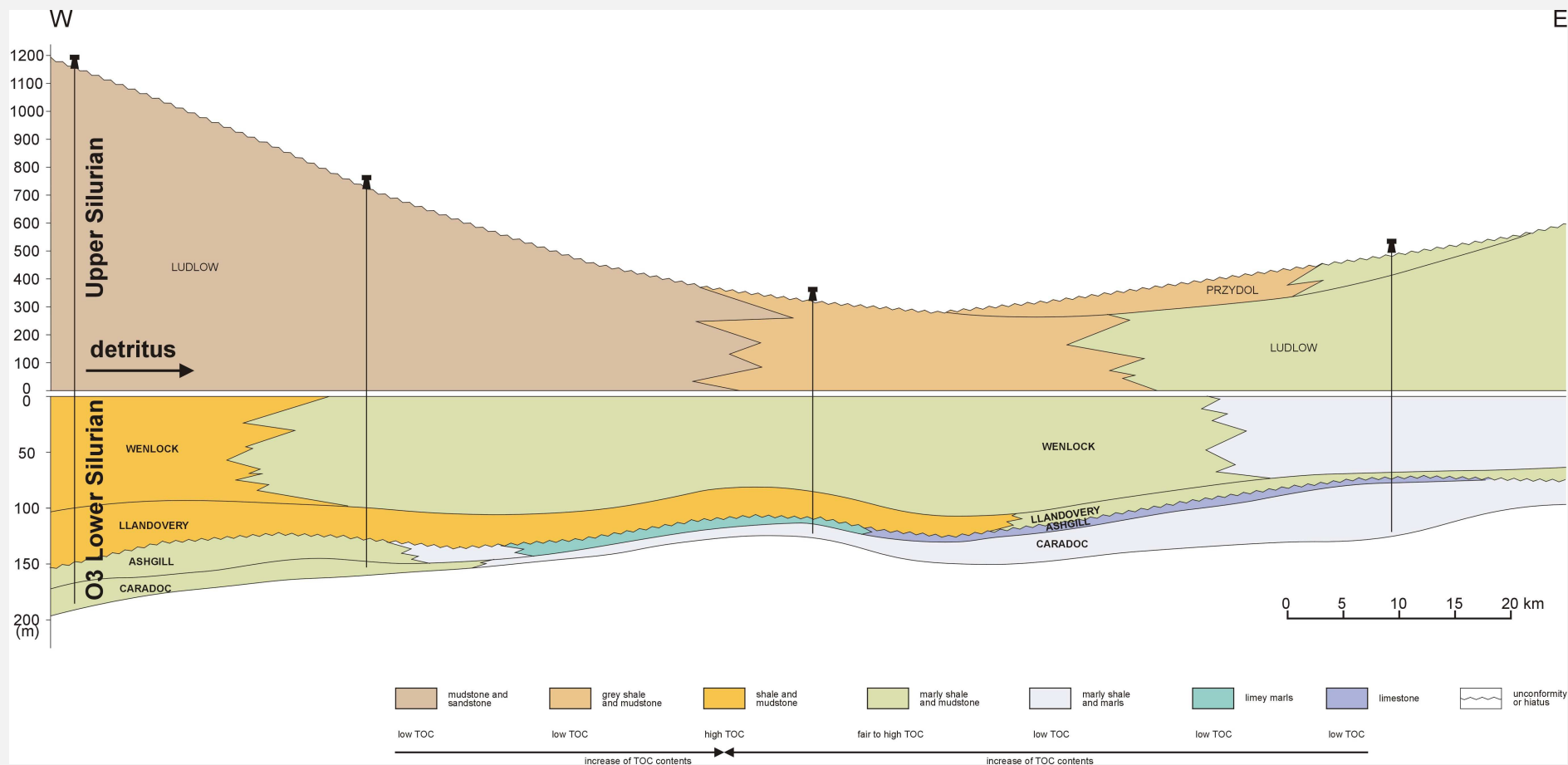
Baltic Basin



tempo depozycji osadu – istotny czynnik kontrolujący rozkład TOC w profilu



przekrój litofacjalny E-W przez depresję podlaską dla górnego ordowiku i syluru (wg: Z. Modliński)

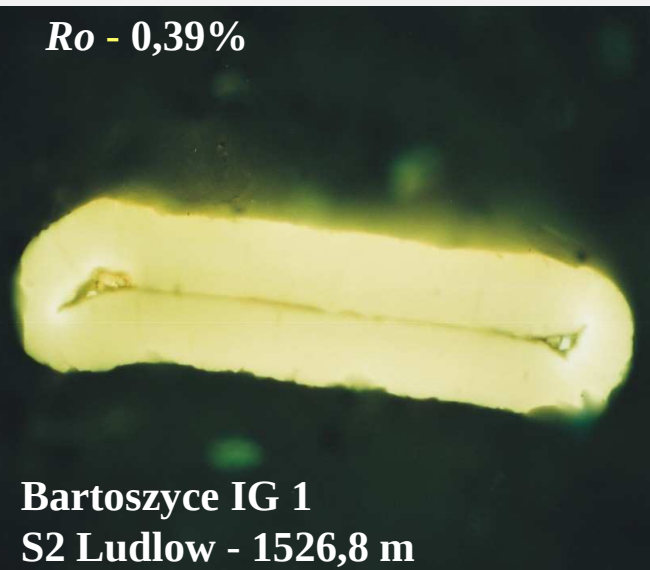


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

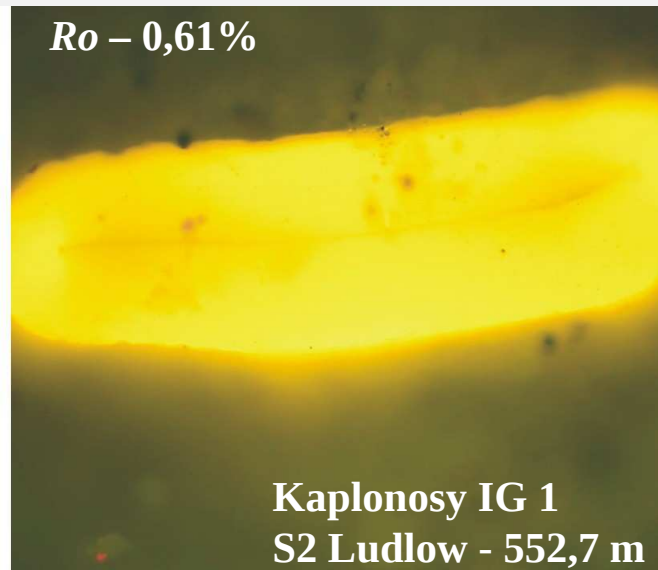
substancja organiczna w łupkach dolnego paleozoiku (wg Izabella Grotek)

$R_o - 0,39\%$



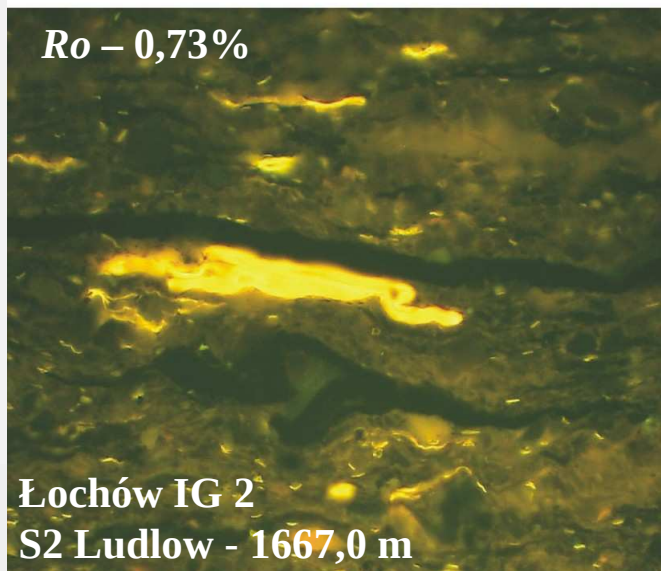
Bartoszyce IG 1
S2 Ludlow - 1526,8 m

$R_o - 0,61\%$



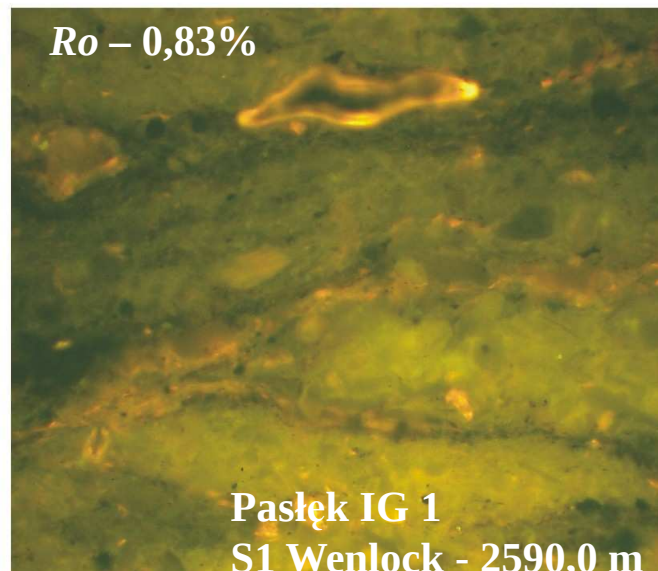
Kaplonosy IG 1
S2 Ludlow - 552,7 m

$R_o - 0,73\%$



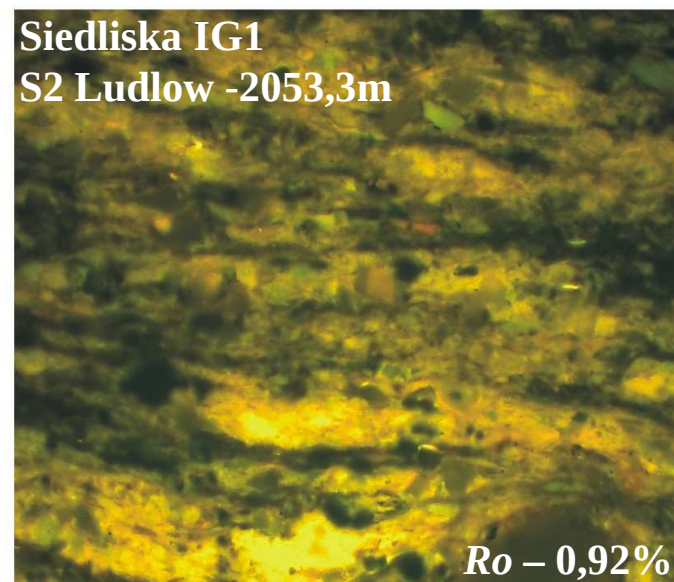
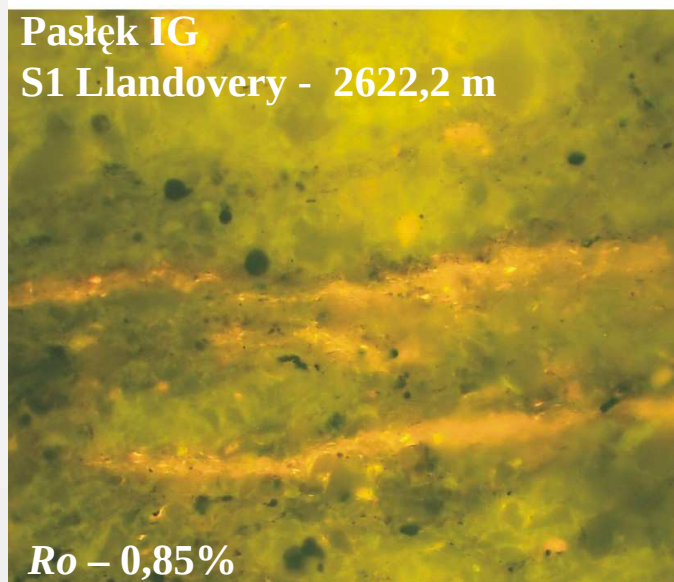
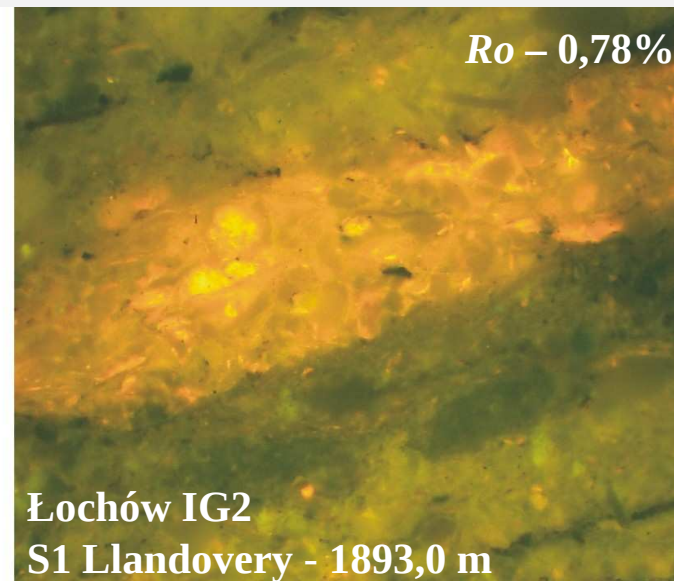
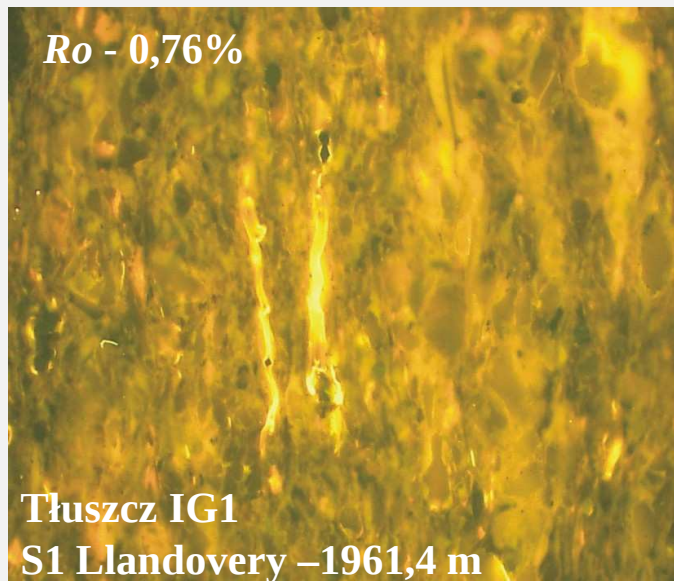
Łochów IG 2
S2 Ludlow - 1667,0 m

$R_o - 0,83\%$



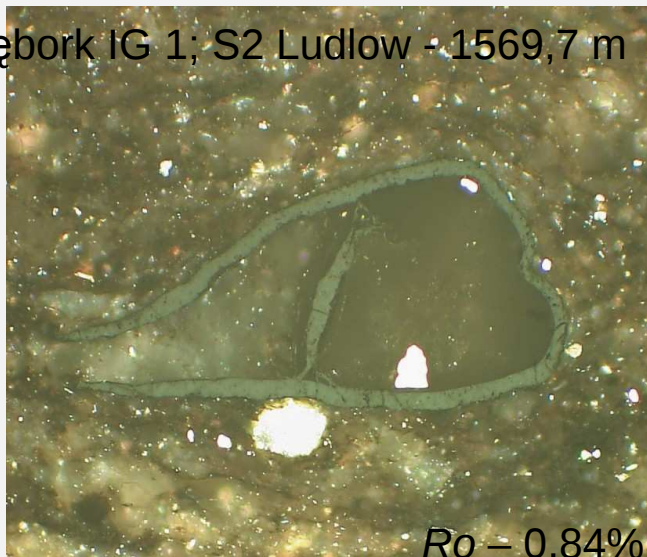
Pasłek IG 1
S1 Wenlock - 2590,0 m

substancja organiczna w łupkach dolnego paleozoiku
alginit, liptodetrynit, bituminy (wg Izabella Grotek)



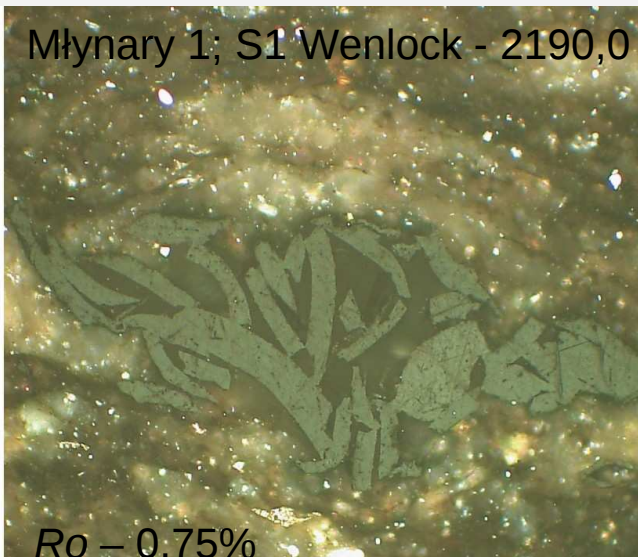
zooklasty w łupkach dolnego paleozoiku – (wg Izabella Grotek)

Lębork IG 1; S2 Ludlow - 1569,7 m



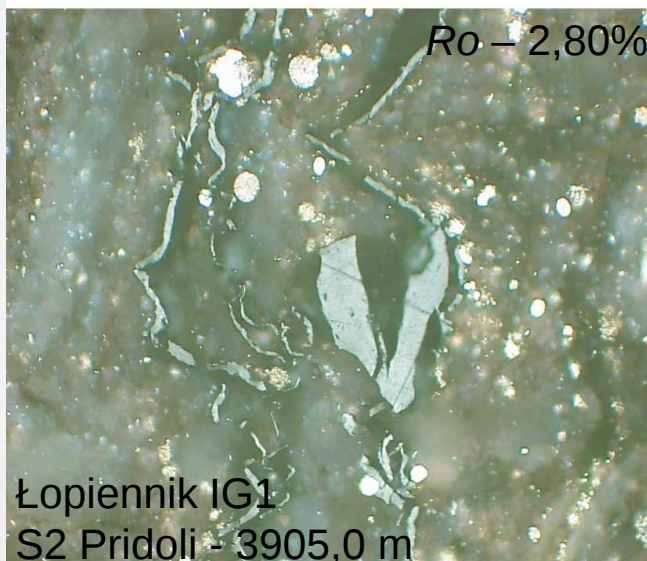
$R_o - 0,84\%$

Młynary 1; S1 Wenlock - 2190,0 m



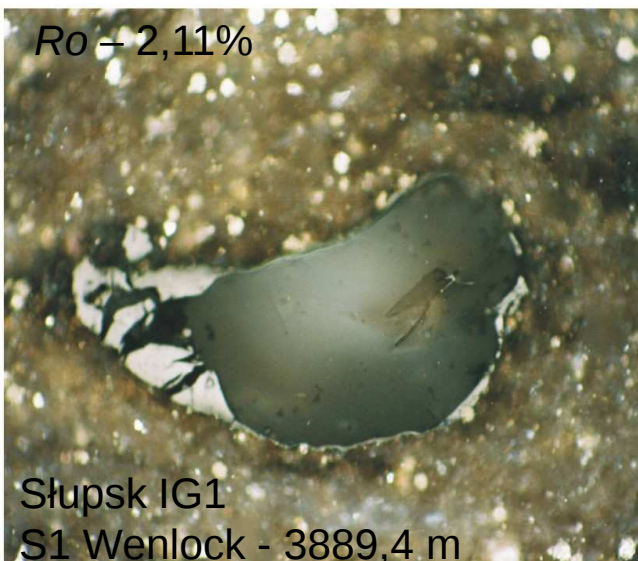
$R_o - 0,75\%$

$R_o - 2,80\%$



Łopiennik IG1
S2 Pridoli - 3905,0 m

$R_o - 2,11\%$



Słupsk IG1
S1 Wenlock - 3889,4 m

ilościowa charakterystyka geologiczno- geochemiczna łupków dolnego paleozoiku

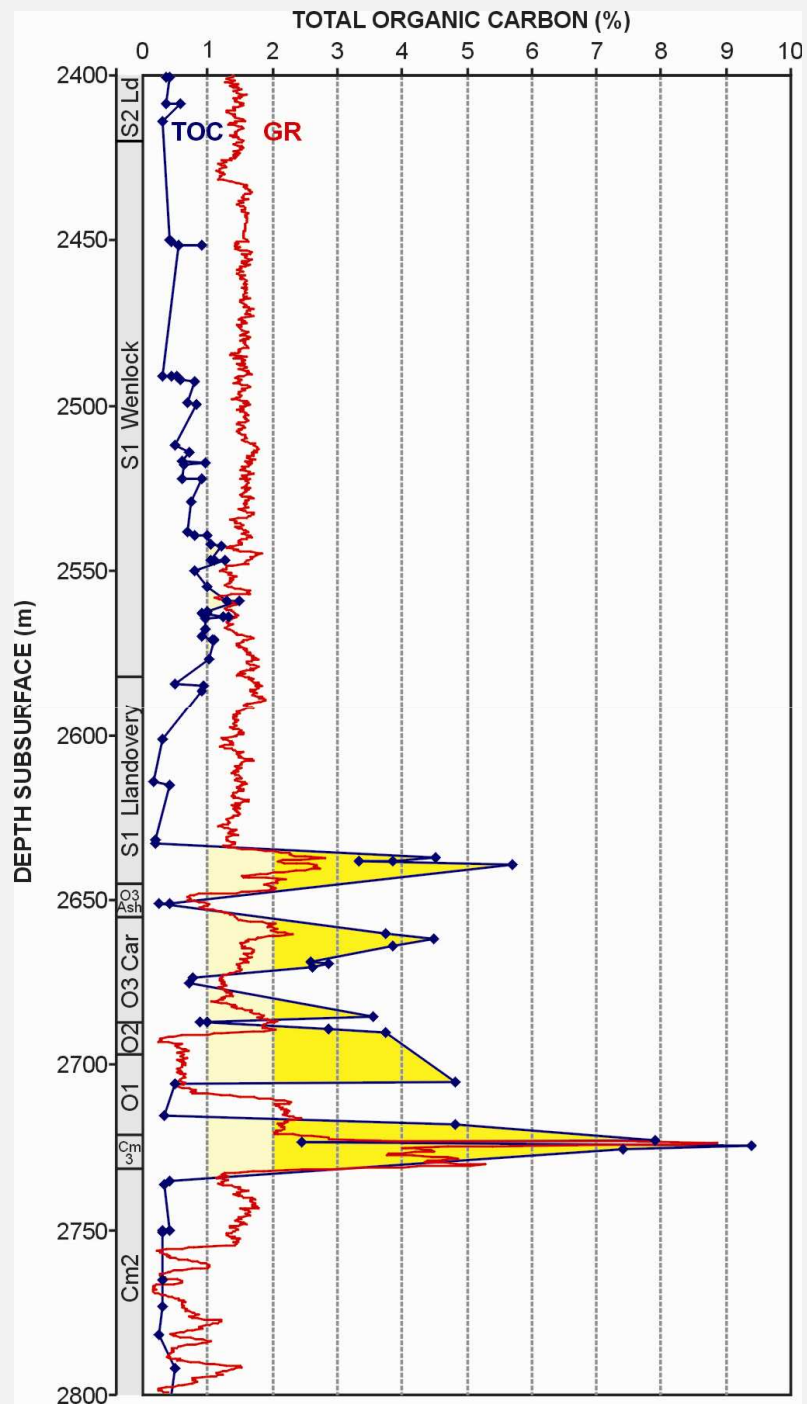


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

rozkład TOC w profilu

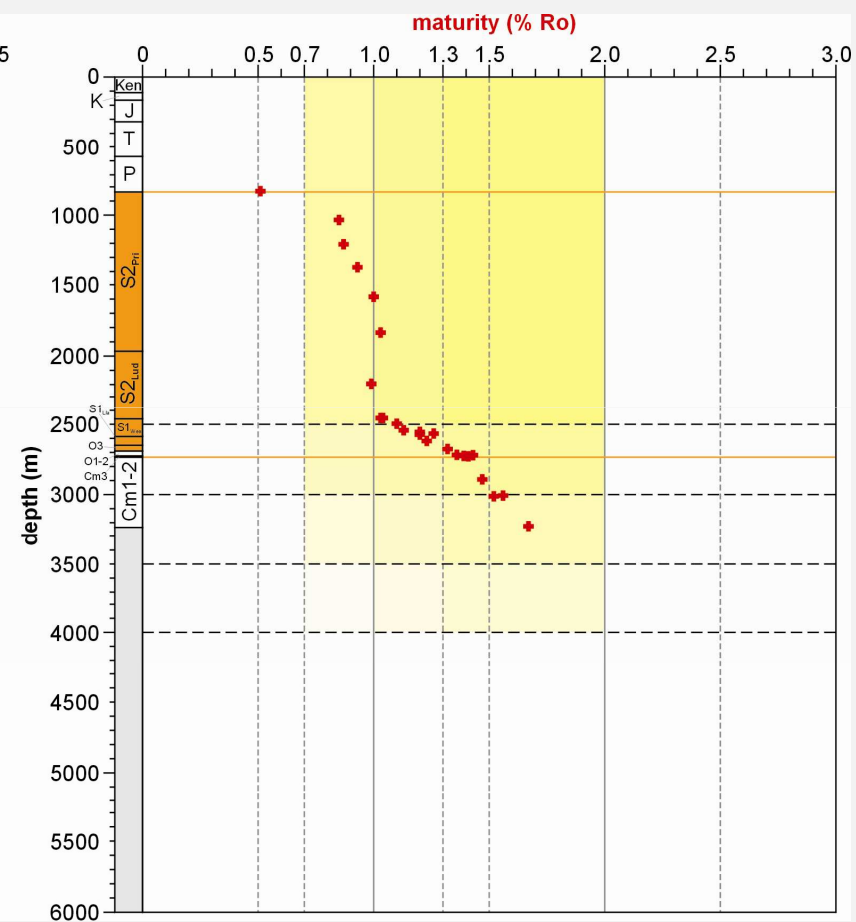
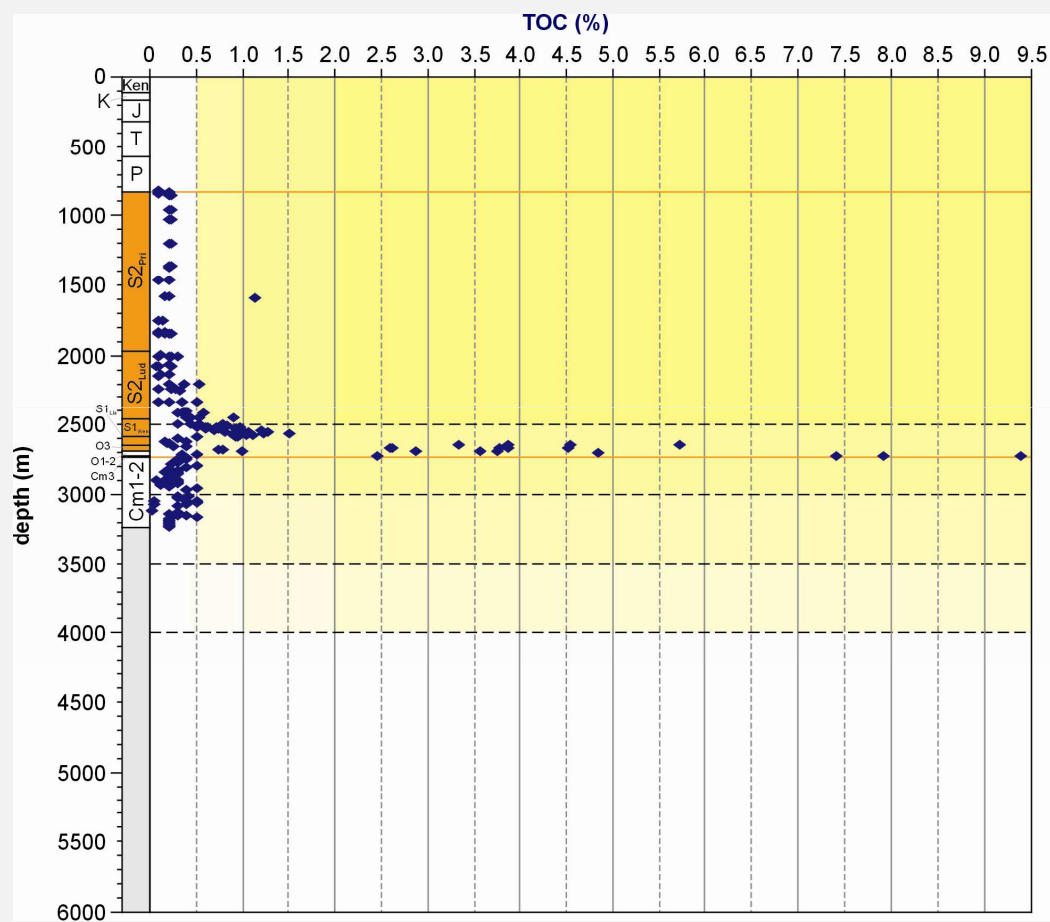
korelacja pomiarów TOC z
zapisem krzywej gamma
analiza TOC netto/brutto
przykład z basenu bałtyckiego



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

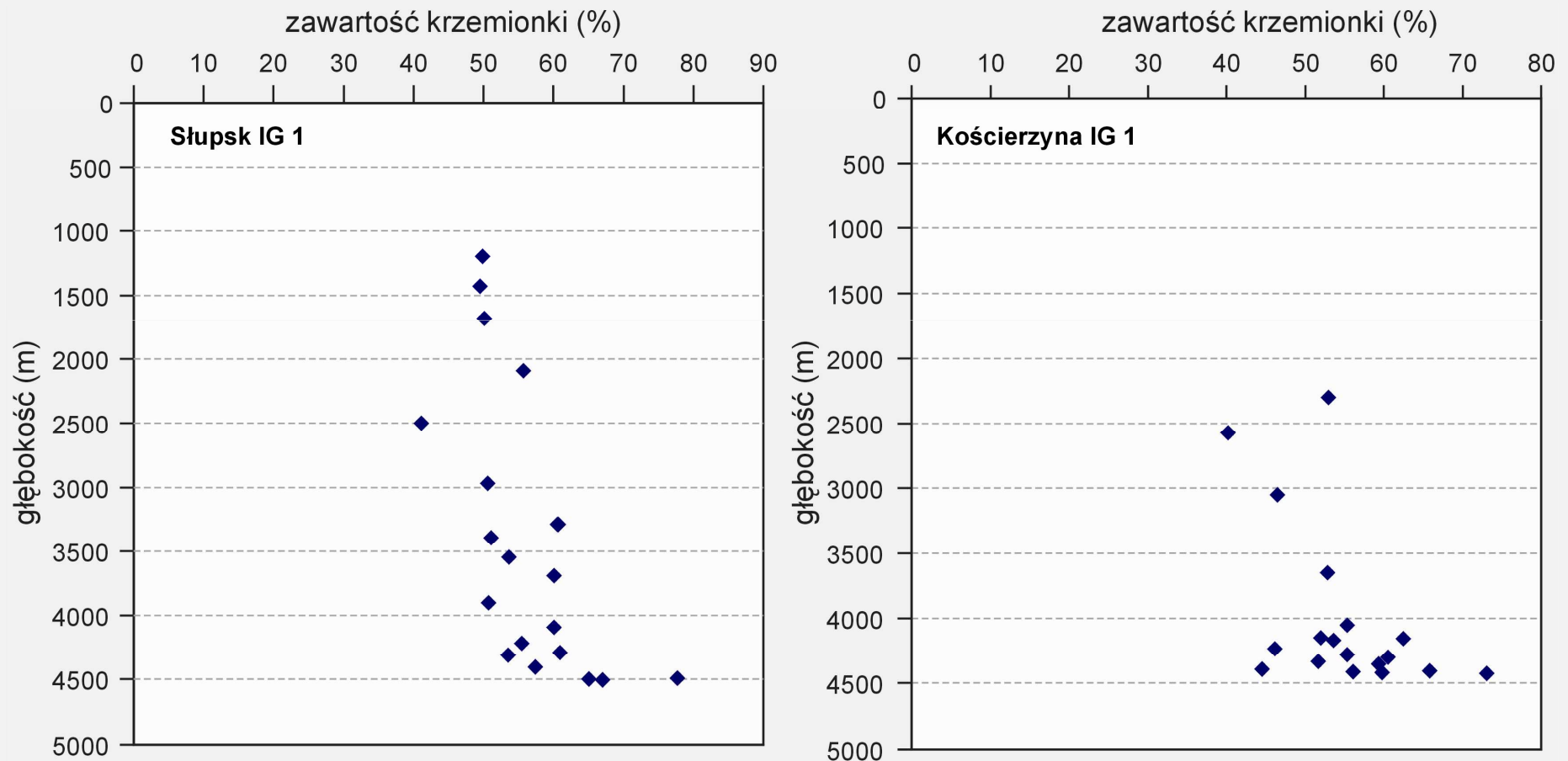
centralna część basenu bałtyckiego – pozytywne zakresy TOC, dojrzałości, głębokości i miąższości



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

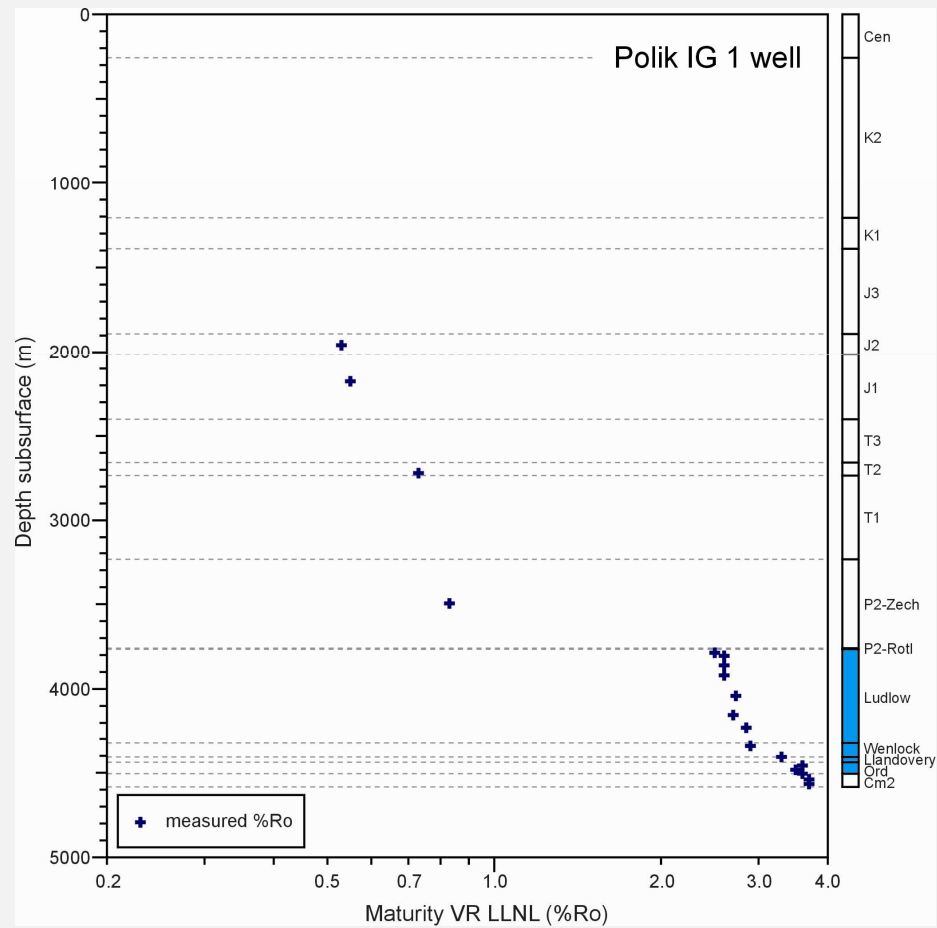
www.pgi.gov.pl

wysoka zawartość krzemionki – dobra podatność na szczelinowanie

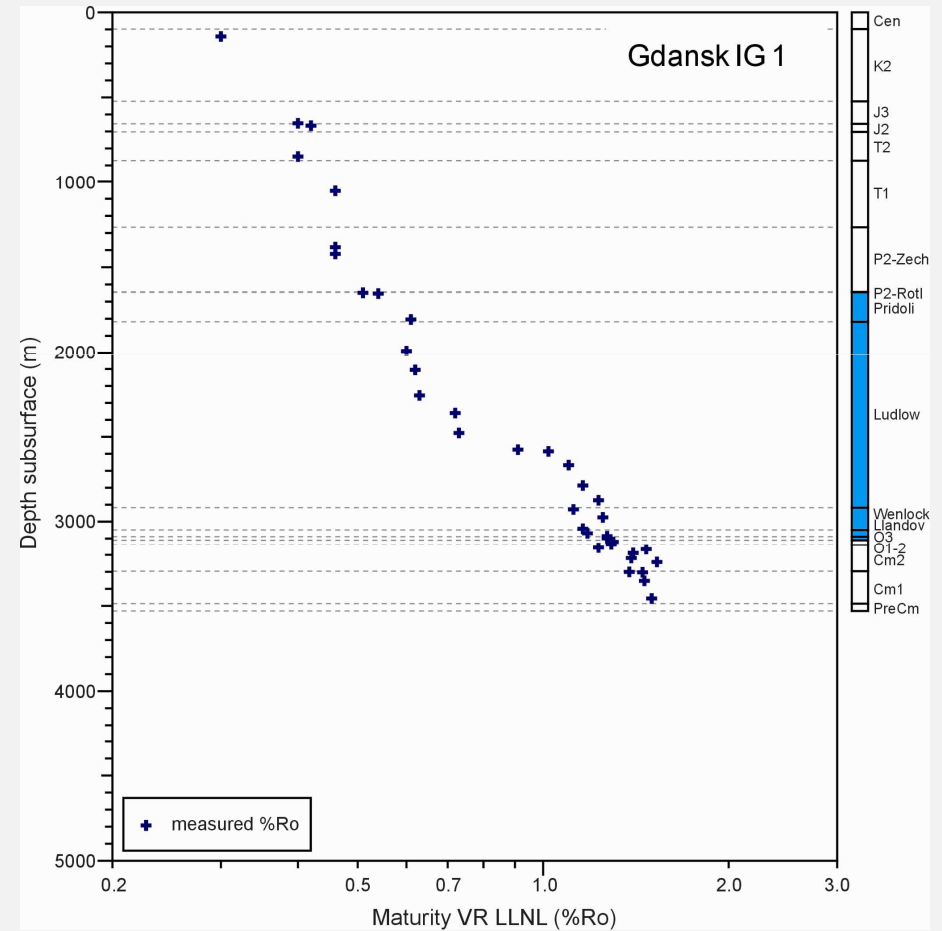


dojrzałość termiczna:

waryscyjska (kaledońska?)



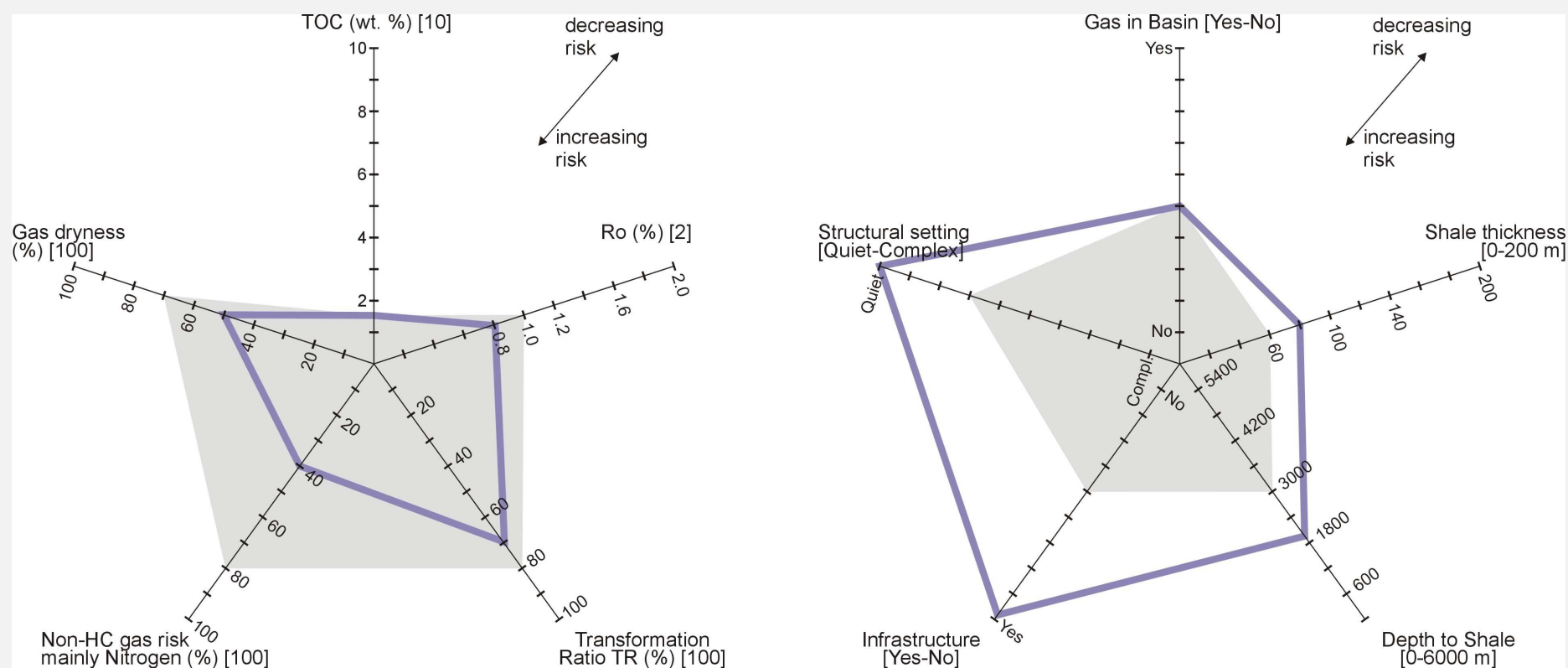
mezozoiczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

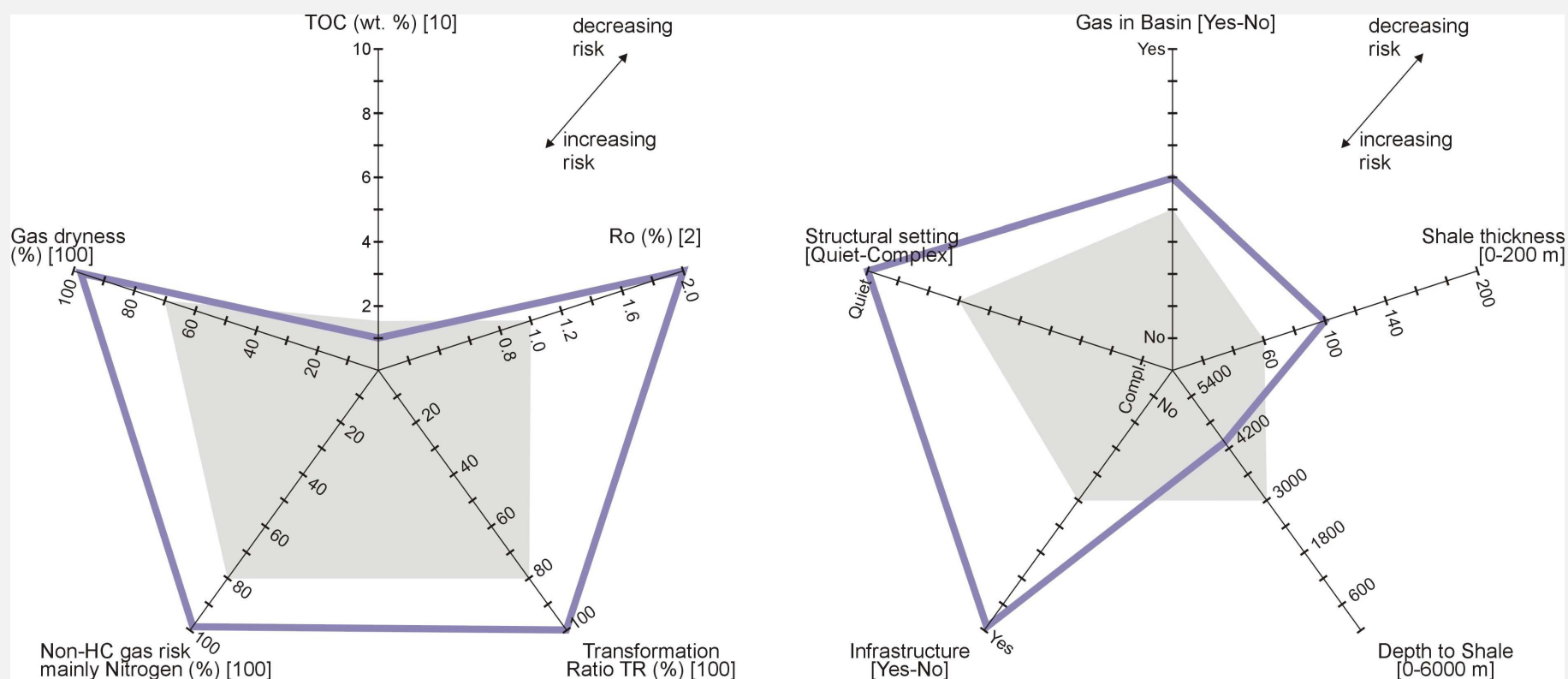
geologiczne i geochemiczne kryteria ryzyka poszukiwawczego wschodnia część basenu bałtyckiego – przykład negatywny



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

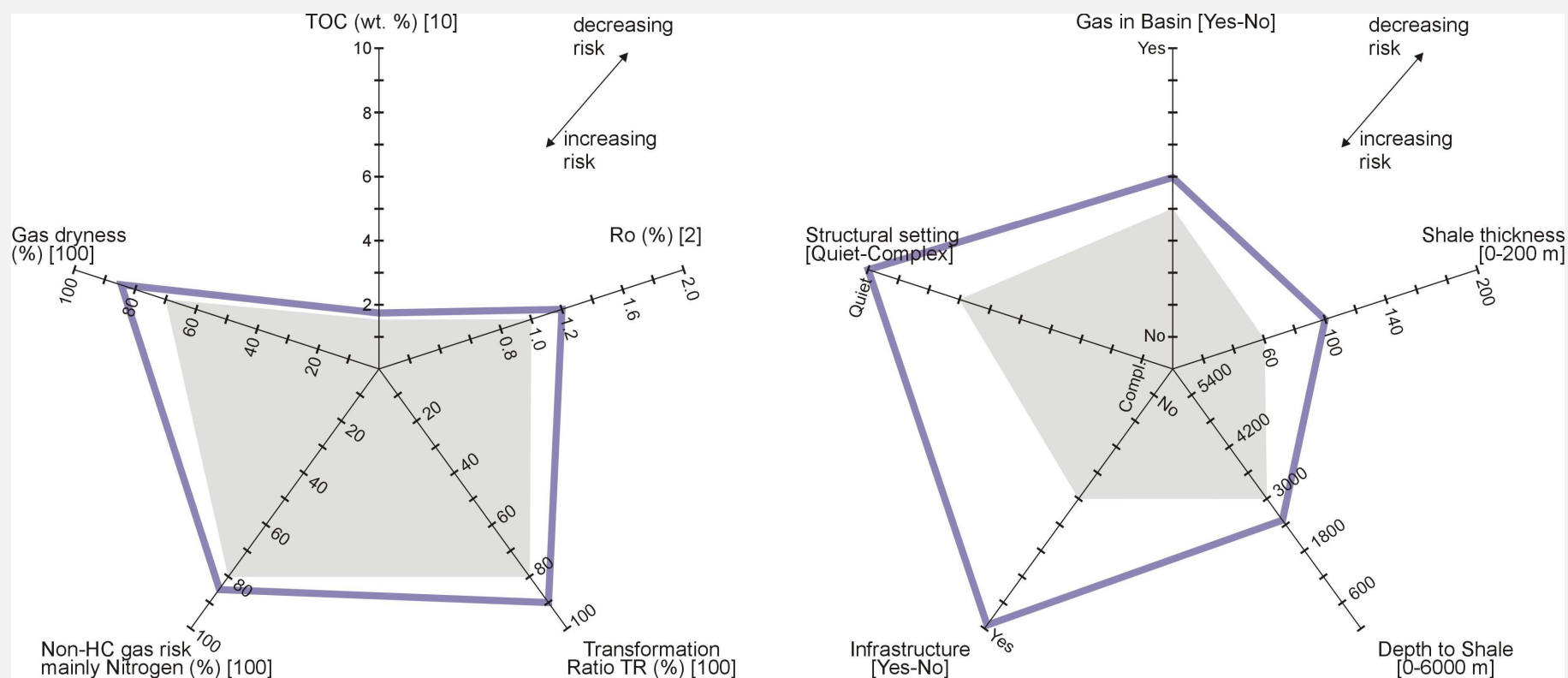
geologiczne i geochemiczne kryteria ryzyka poszukiwawczego zachodnia część basenu bałtyckiego – przykład negatywny



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

geologiczne i geochemiczne kryteria ryzyka poszukiwawczego centralna część basenu bałtyckiego – przykład pozytywny



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

konkluzje:

łupki dolnego paleozoiku na kratonie wschodnioeuropejskim wykazują oboczną zmienność potencjału dla występowania w nich gazu ziemnego;

zlokalizować można zarówno strefy perspektywiczne, jak i strefy o podwyższonym ryzyku poszukiwawczym

w porównaniu do najlepszych łupkowych formacji na świecie (jak Barnett Shale) łupki te cechują nieco gorsze parametry geologiczne i geochemiczne

najistotniejszymi źródłami ryzyka poszukiwawczego są: niskie TOC i dojrzałość termiczna, lokalnie również możliwa obecność azotu

obecna ilość danych jest zbyt niska dla właściwego określenia potencjału łupki dolnego paleozoiku dla występowania w nich gazu ziemnego



dziękuję za uwagę



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl