

Mariusz Miziołek, Jadwiga Zamojcin
Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno

Mapa geologiczna fałdu Strachociny. Nowe dane na starej mapie

Część II – Wyniki badań kartograficznych w rejonie fałdu Strachociny

Wstęp

Poniższy artykuł jest kontynuacją artykułu zatytułowanego *Mapa geologiczna fałdu Strachociny. Nowe dane na starej mapie. Część I*, zamieszczonego w miesięczniku „Nafta-Gaz” nr 8/2010, w którym szczegółowo przedstawiono historię badań geologicznych w rejonie Strachociny, historię prac wiertniczych oraz odkrycia złoża gazu ziemnego Strachocina w kredowych piaskowcach istebniańskich. W artykule omówiona została również budowa geologiczna fałdu Strachociny w oparciu o opracowaną przez St. Depowskiego i St. Wdowiarza [3] w latach 1954–1955 mapę geologiczną tego rejonu. Przedstawiono szczegółowy opis stratygrafii i wydzieleni litostratygraficznych oraz tektoniki fałdu Strachociny. W prezentowanym artykule

przedstawiono jedynie skrót opracowanych materiałów i wyników badań

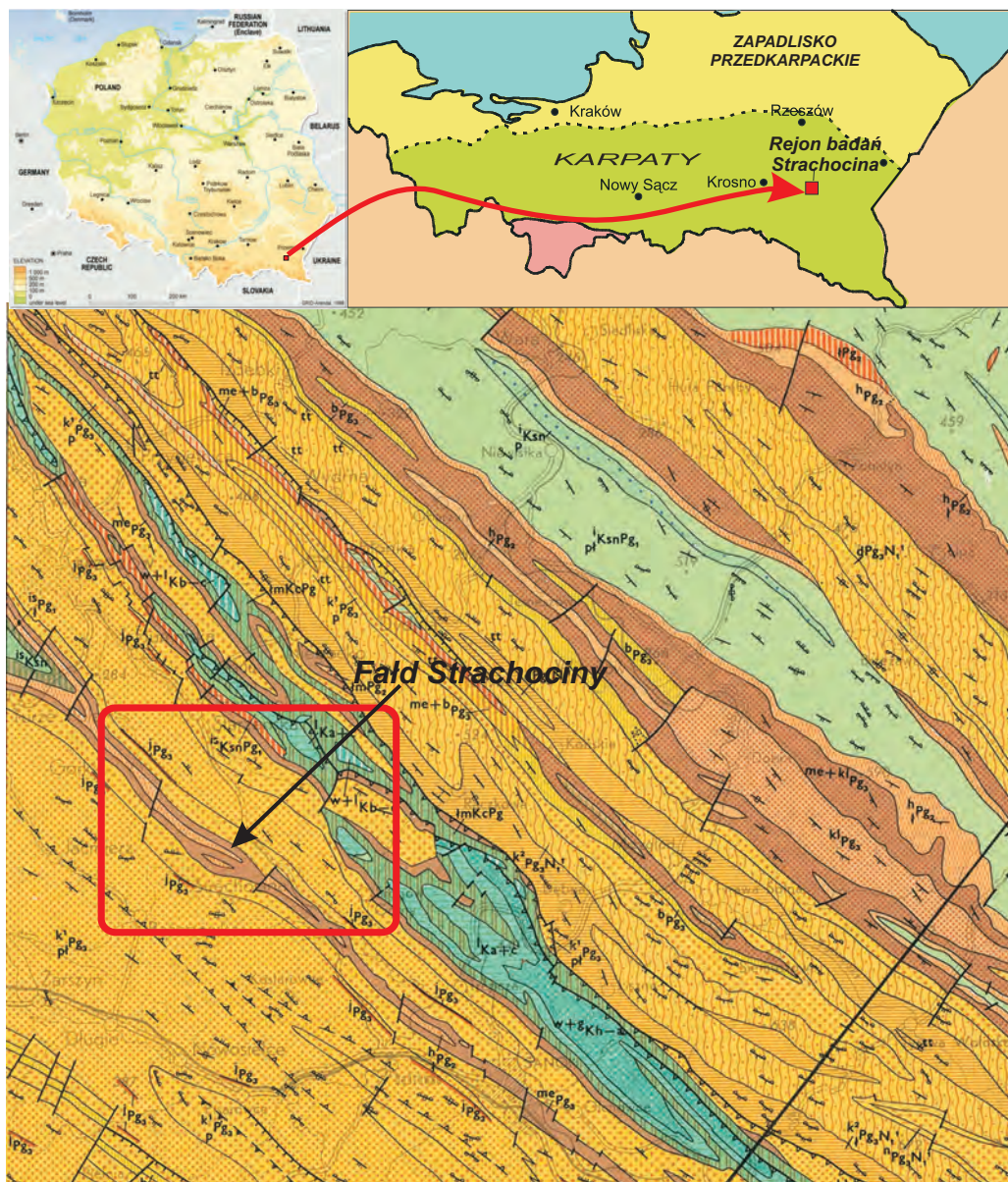
Z kolei tekst przedstawiony poniżej opisuje badania prowadzone po 1955 r. w tym rejonie, w tym wyniki prac wiertniczych oraz badania własne autorów, dotyczące kartografii geologicznej powierzchniowej prowadzone w latach 2009–2010 w oparciu o wykopy pod gazociągi realizowane w związku z budową Podziemnego Magazynu Gazu Strachocina. Wyniki badań kartograficznych zostały szczegółowo przedstawione w 2010 r. w pracy statutowej INiG opracowanej przez autorów niniejszego artykułu zatytułowanej *Uszczegółowienie mapy geologicznej fałdu Strachociny* [12].

Metodyka prac kartograficznych

Rejon prowadzonych badań przedstawiono na rysunku 1. Terenowe prace kartograficzne na obszarze Podziemnego Magazynu Gazu (PMG) Strachocina były wykonywane w przeciągu całego roku 2010. Ich termin i wykonanie były uzależnione od postępu prac prowadzonych przy wykopach, w których układano gazociągi. Z tego względu prace terenowe wykonywano najczęściej okresowo po wykopaniu kolejnych rowów. Prace kartograficzne najczęściej prowadzono w czystym wykopie (bez ułożonych gazociągów), aczkolwiek zdarzało się, że w związku z obsuwaniem się ścian wykopów gazociągi układano natychmiast po wykopaniu i wtedy prace kontynuowano przy

ułożonym gazociągu, czasami częściowo zasypnym lub też z obsuniętymi ścianami wykopu. W takich przypadkach dokładne prace kartograficzne były utrudnione. Wykopy wykonywano również zimą, zarówno podczas mrozów, jak i w czasie opadów śniegu. Oba zjawiska częściowo maskowały budowę geologiczną dna wykopu oraz jego ścian, co dodatkowo utrudniało prowadzone badania.

Stan odsłoneń w poszczególnych wykopach był zróżnicowany. Najlepsze odsłoneń występowywały w obrębie warstw menilitowych, gdzie biegi, upady i uławiczenie skał były widoczne niemalże w 100%. W obrębie warstw hieroglifowych oraz pstrych występowały partie profili,



Rys. 1. Lokalizacja rejonu badań. Wycinek mapy: Mapa Geologiczna Polski, arkusz Przemysł, Kalników, Wyd. Geol., Warszawa, 1980 r. opracowanej przez: S. Gucik, Z. Paul, A. Ślęczka, K. Żytko

gdzie zapis skalny był bardzo dobrze widoczny, oraz takie, w przypadku których trudno było określić parametry skał, co było spowodowane obecnością silnie zaburzonych, powierzchniowych stref osuwiskowych lub silnym zwietrzeniem skał przypowierzchniowych. Strefa zwietrzliny sporadycznie sięgała nawet kilku metrów poniżej powierzchni terenu. W niektórych bezodpływowych wykopach sporym utrudnieniem była też zbierająca się woda i związane z nią błoto, co czasami zupełnie wykluczało prowadzenie badań. Na szczęście takich przypadków było niewiele i ograniczały się jedynie do końcówek wykopu. Profile wybranych wykopów przedstawiono na załączonych rysunkach (rysunki 2–4). W trakcie prac wykonano również bogatą dokumentację zdjęciową. Na rysunkach 5–8

przedstawiono kilka udokumentowanych w ten sposób odsłoneń.

Początkowo prace kartograficzne prowadzono tradycyjnie, wykorzystując metodę krokówkową oraz pomiar azymutu przy pomocy kompasu geologicznego. Wkrótce jednak te tradycyjne pomiary zastąpiono pomiarem przy pomocy urządzenia GPS 60CSx firmy Garmin. Przy jego pomocy rejestrowano ślad trasy z poszczególnymi punktami pomiarowymi, dla których urządzenie rejestrowało współrzędne x, y, z w układzie współrzędnych 1965. Jednocześnie prowadzone były notatki, w których każdemu punktowi pomiarowemu, tzw. *waypointowi*, przyporządkowano kolejny punkt opisu. Parametry strukturalne skał takie jak upad i bieg warstw były mierzone tradycyjnie przy

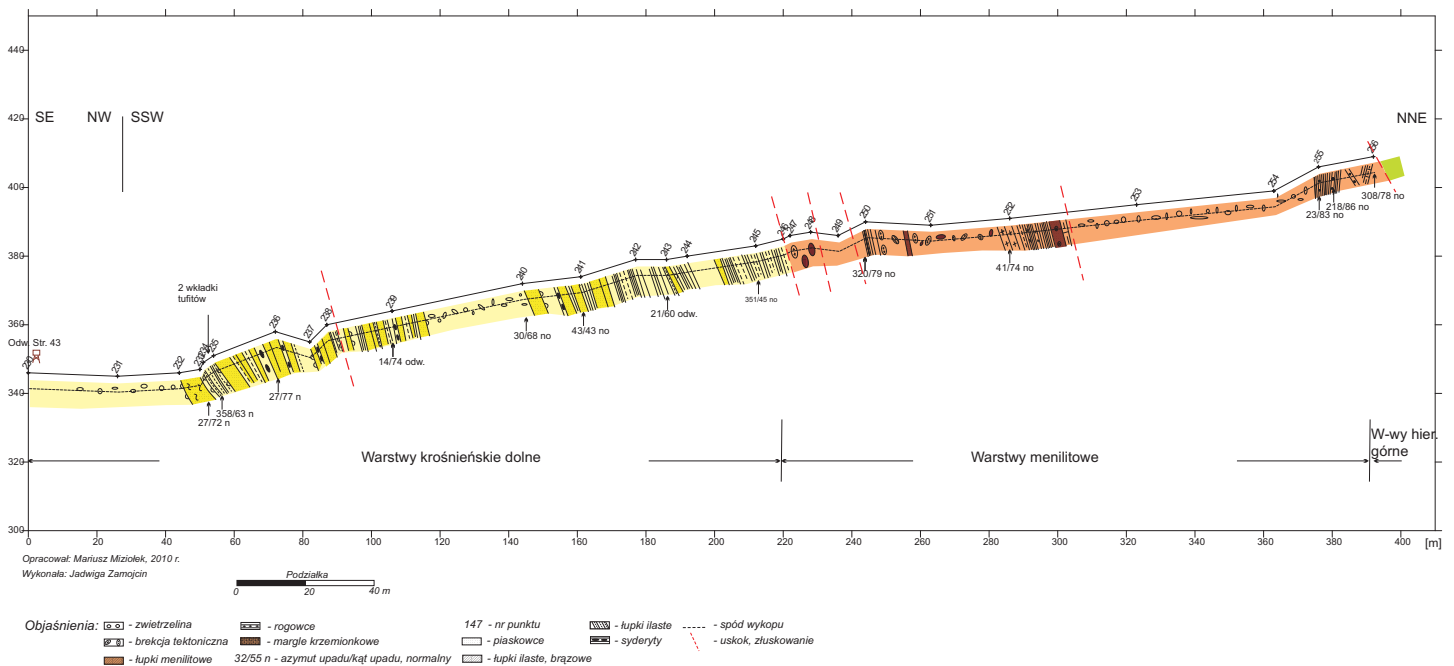
pomocy kompasu geologicznego. Dane z urządzenia GPS przenoszone były następnie do komputera, a po wstępnej obróbce eksportowano je do programu Surfer, gdzie zostawały poddawane dalszej obróbce i uzupełnieniu o dane z pomiaru kompasem geologicznym. Tak opracowane dane były nanoszone cyfrowo na starą mapę geologiczną fałdu Strachociny.

Otrzymana mapa posłużyła do analizy budowy geologicznej i w efekcie do opracowania nowej mapy geologicznej oraz przekrojów geologicznych, dzięki czemu powstał nowy model geologiczny fałdu. Przy opracowaniu modelu geologicznego uwzględniono również dane

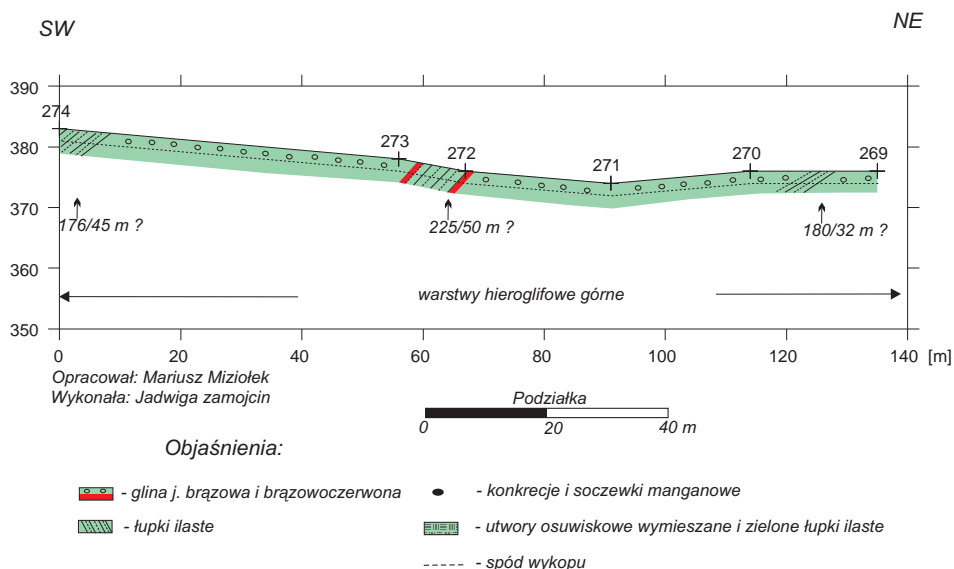
geologiczne z wierceń, które dotychczas prowadzono na Strachocinie, a które znacznie ułatwiły wglębną interpretację budowy fałdu.

Opracowany model geologiczny w dużym stopniu nawiązuje do budowy proponowanej przez St. Depowskiego i St. Wdowiarza [3], autorów jedynej dotychczas mapy geologicznej fałdu Strachociny. Przeprowadzone badania kartograficzne pozwoliły na uszczegółowienie tej mapy i aktualizację o nowe dane. Efektem końcowym badań kartograficznych są:

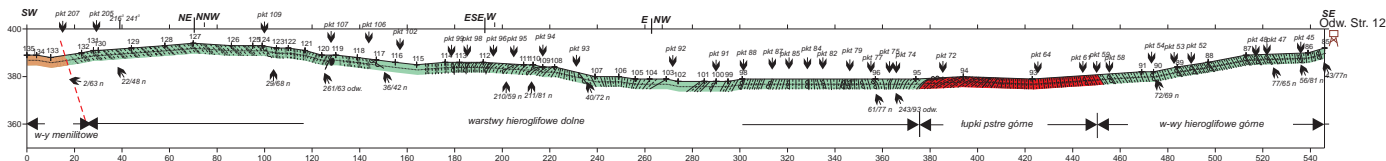
- zaktualizowana mapa geologiczna fałdu,
- przekroje geologiczne.



Rys. 2. Przekrój geologiczny wykopu do otw. Strachocina 43



Rys. 3. Przekrój trasy wykopu do otw. Strachocina 26



Opracował: Mariusz Miziołek, 2010 r.
Wykonała: Jadwiga Zamojcin

Objaśnienia:
 - łupki menilitowe - piaskowce - uskoki, złuskiwanie
 - zwietrzalina w. hierog. - syderyty 29/68 n[o] - azymut upadu/kąt upadu, normalny [odwrócony]
 - łupki ilaste - spód wykopu

Rys. 4. Przekrój geologiczny trasy wykopu do otw. Strachocina 12

Budowa geologiczna fałdu Strachociny na podstawie nowych danych kartograficznych

Stratygrafia i litologia

Powierzchniowe badania kartograficzne pozwoliły na wydzielenie na obszarze badań poniższych utworów. Poczynając od dołu, są to:

- warstwy hieroglifowe dolne (d. i śr. eocen),
- warstwy pstre górne (śr. eocen),
- warstwy hieroglifowe górne (g. i śr. eocen),
- margle globigerinowe (g. eocen),
- warstwy menilitowe z marglami krzemionkowymi i piaskowcem podrogowcowym w spągu oraz rogowcami (oligocen),
- warstwy krośnieńskie dolne (oligocen).

Opisane wydzielenia zostały przedstawione na opracowanym profilu stratygraficzno-litologicznym [9] oraz na mapie geologicznej fałdu Strachociny (rysunek 10) i przekrojach geologicznych (rysunki 11, 12).

Poza opisanymi powyżej utworami rozpoznanymi na powierzchni w czasie badań kartograficznych, znane są również starsze utwory stwierdzone w głębszych wierceniach przeprowadzonych w latach 50. i na początku lat 60. w rejonie Strachociny i są to:

- łupki pstre dolne (d. eocen),
- łupki istebniańskie górne (paleocen),
- piaskowce istebniańskie górne (g. kreda),
- margle fukoidowe (g. kreda),
- pstre margle godulskie (g. kreda),
- warstwy grodziskie (d. kreda),
- warstwy Igockie (d. kreda),
- łupki cieszyńskie (d. kreda).

Opis profilu rozpoznanego z wierceń został określony na podstawie literatury oraz opracowań archiwalnych [1, 3, 4, 14, 16, 17].

Utwory rozpoznane w utworach powierzchniowych

Warstwy hieroglifowe dolne (d. i śr. eocen) – są to zielone, zielonoszare i szare łupki ilaste z wkładkami łupków pstrych oraz sporadycznymi warstwami piaskowców cienko-, średnioławicowych, rzadko gruboławicowych, barwy zielonej i szarozielonej, wietrzejących czarno, drobnoziarnistych, bardzo rzadko średnioziarnistych o spoiwie krzemionkowym, często spękanych kostkowo w przypadku ławic cienkich i średnich oraz na szczapy i bloki w przypadku ławic grubszych. Na powierzchniach spągowych liczne hieroglify prądowe. Wśród tych utworów występują też konkretne manganowe – pojedyncze lub tworzące nagromadzenia w postaci soczewek oraz warstw o grubości do 7 cm. Pojedyncze konkretne osiągają wielkość kilku centymetrów, maksymalnie do 10÷15 cm, są barwy czarnej i czarno brązowej o budowie koncentrycznej i skorupowej. Udział łupków w całości warstw hieroglifowych można ocenić na ok. 90÷95%, a piaskowców na 5÷10%.

Całkowita miąższość warstw hieroglifowych dolnych wynosi ok. 100÷120 m, w strefach osiowych fałdów rośnie do 200 m i więcej. Na obszarze fałdu warstwy hieroglifowe dolne występują w centralnej części największej NE antykliny fałdu Strachociny, gdzie tworzą jej jądrową część, wzdłuż otworów m.in. Strachocina-44 (Str.44), Str.21, Str.35, Str.6, Str.24, Str.25, Str.9 (rysunek 10).

Łupki pstre górne (śr. eocen) – jest to seria łupków ilastych barwy czerwonej, jasnoczerwonej, ciemnoczerwonej i brązowoczerwonej, przekładanej łupkami zielonymi, czasami brązowymi. Miąższość ławic łupków czerwonych wynosi 10÷60 cm, zaś zielonych 5÷50 cm. W łupkach występują rzadkie ławice piaskowców zielonych, drobnoziarnistych do 5 cm grubości oraz pojedyncze ławice czarnych konkretne manganowych grubości do 5 cm, w której tkwią 1-centymetrowe konkretne manganowe. Miąższość tej serii wynosi 30÷50 m. Na obszarze fałdu seria ta występuje na całej długości NE antykliny, natomiast na antyklinie SW

występuje jedynie w centralnej, jądrowej części antykliny, i to jedynie w jej szczytowej partii.

Warstwy hieroglifowe górne (g. i śr. eocen) – są to przede wszystkim łupki zielone, szarzielone, czasami szare, brązowe, niebieskawe, oliwkowe, głównie ilaste, sporadycznie mułowcowe, łupiące się najczęściej na drobne blaszki, czasami grubsze. Łupki są miękkie i plastyczne, sporadycznie twarde. Jako wkładki występują piaskowce bardzo cienkoławicowe, do kilku centymetrów grubości, najczęściej 1÷3 cm, drobnoziarniste, krzemionkowe barwy zielonej. Jedynie w dolnej części profilu, między łupkami pstrymi górnymi a warstwami hieroglifowymi górnymi, występuje seria piaskowców średnio- i gruboławicowych. Zbudowana jest z białych i jasnoszarych, żółtych piaskowców rozsypliwych o grubości ławic do 1 m. Spoiwo piaskowców jest typu ilastego, a piaskowce są bardzo rozsypliwie (rozpadają się w palcach). Głównym składnikiem piaskowców jest kwarc.

Jako wkładki w łupkach występują konkracje manganowe, soczewki syderytów i łupków pstrych, występujących w ławicach do 10÷20 cm. Ku górze profilu rośnie ilość wkładek łupków brązowych.

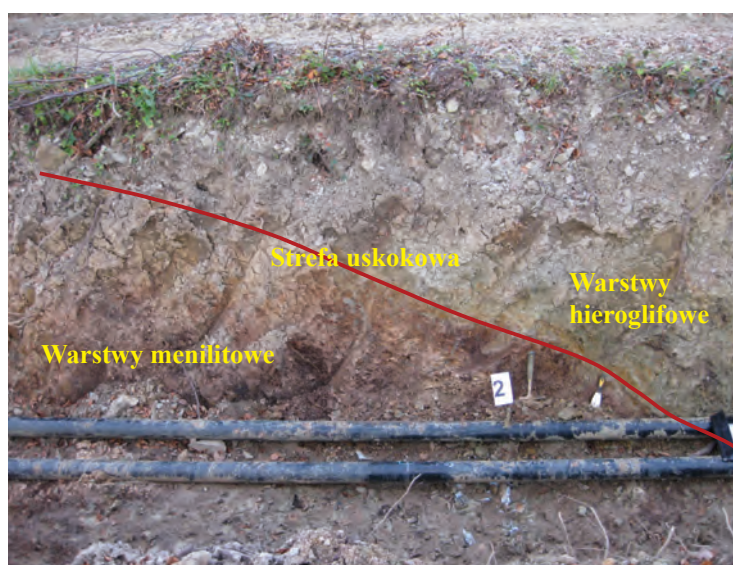
Margle globigerinowe (g. eocen) – łupki margliste, zielone, zielonoszare, zgniłozielone, łupiące się na grube tabliczki z wkładkami łupków ilastych barwy brązowej. W terenie margle globigerinowe stwierdzono jedynie w wykopie do otworu Str.16, dlatego wydaje się, że w większości przypadków margle są wytarte tektonicznie, o czym świadczą kontakty tektoniczne między warstwami hieroglifowymi a warstwami menilitowymi.

Warstwy menilitowe (oligocen) – w przebadanych wykopach nie znaleziono nigdzie ciąglego przejścia od warstw hieroglifowych i margli globigerinowych do warstw menilitowych oraz ciągłego profilu warstw menilitowych w związku z występowaniem w ich obrębie licznych zaburzeń tektonicznych typu złuskowań (rysunek 9). Z tego też względu profil warstw menilitowych nie jest do końca rozpoznany.

Niemniej biorąc pod uwagę liczne odsłonięcia tej serii, należy sądzić, że przybliżony profil warstw menilitowych przedstawia się następująco:

- Margle krzemionkowe i margle grubotabliczkowe, ciemnobrązowe i brązowe, wietrzejące na jasnobrązowo oraz beżowo, o miąższości ok. 7÷8 m.

- Piaskowiec podrogowcowy – piaskowiec grubości ok. 2÷3 m, drobnoziarnisty, z dużą ilością miki, czasem brązowych łupków i rogowców barwy brązowordzawej. Piaskowce są najczęściej rozsypliwie, sporadycznie bardziej zwarte.
- Łupki brązowobeżowe laminowane na laminy grubości 0,1÷0,5 mm, wietrzejące liściasto z żółtordzawym nalotem. Łupki są przekładane wkładkami rogowców i łupków krzemionkowych, których ławice mają grubość 1÷10 cm. Rogowce są barwy popielatej i żółtej oraz brązowej. Cała seria ma miąższość ok. 4÷4,5 m, z czego rogowce stanowią ok. 10÷15%. W serii łup-



Rys. 5. Zdjęcie przedstawia strefę uskoku z nasuniętą antykliną NW (górną część zdjęcia) z warstwami hieroglifowymi górnymi na antyklinę środkową z warstwami menilitowymi. Lokalizacja: bezpośrednio na wschód od platformy wiertniczej wschodniej



Rys. 6. Warstwy hieroglifowe górne – warstwa z nagromadzeniem konkracji manganowych

kowej spotykano (np. wykop do otworu Str.16) ławice żwirowca ilastego grubości ok. 1,2 m barwy rdzawoczarnej z drobną miką oraz okruciami piaskowców i łupków czarnych wielkości do 1 cm.

- Rogowce miąższości ok. 4÷5 m – jest to dość jednolita seria rogowców, którą rozpoczyna ok. 0,5-metrowa ławica twardego krzemionkowego wapienia laminowanego barwy brązowej i brązowopopielatej, w górę ławicy łupiącego się na płyty. Wapień przechodzi bezpośrednio w popielatożółte rogowce.
- Łupki brązowe, czasami czarne, liściaste z wkładkami rogowców brązowych i czarnych oraz wkładkami piaskowców średnio-, czasami gruboławicowych, miąższości 15÷100 cm, drobnoziarnistych, barwy ciemnoszarej z dużą ilością miki, wietrzejących rdzawoczarno. Miąższość tej serii jest trudna do oceny ze względu na silne zaangażowanie tektonicznie warstw menilitowych. Na podstawie opracowanych przekrojów miąższość tej części może wynosić ok. 10÷20 m.

Warstwy krośnieńskie dolne (oligocen) – w obrębie kartowanych wykopów nie udało się niestety spotkać profilu, w którym można byłoby prześledzić przejście od warstw menilitowych do warstw krośnieńskich, ponieważ we wszystkich wykopach, w których można byłoby to zaobserwować, stopień odsłonięcia był niewystarczający albo obserwowano kontakt tektoniczny. Niemniej jednak w dolnej części profilu warstw krośnieńskich, obserwowanego w wykopie do otworu Str.18, występują piaskowce grubo- i bardzo gruboławicowe o grubości od 0,7 m do ponad 2 m, barwy szarej, drobno-, średnio- do gruboziarnistych, zbudowane z szarego kwarcu, dużej ilości miki, białych skaleni, rozsypliwych o spoiwie ilasto-wapnistym, wietrzejące na rdzawo. W ławicach obserwuje się uziarnienie gradacyjne. Piaskowce przekładane są łupkami zielonymi, beżowymi i brązowymi w dalszej części profilu, których wkładki osiągają grubość od kilku centymetrów do 1,5 m. Ku górze profilu udział brązowych łupków spada, podobnie jak i udział samych łupków.

W wyższej części profilu dominują ławice piaskowców grubo- i bardzo gruboławicowych 1÷3 m o uziarnieniu gradacyjnym, sporadycznie konwolutnym, występują też cieńsze ławice grubości 0,6÷1 m. Piaskowce przekładane są warstwami łupków ilasto-marglistych barwy beżowej, zielonej oraz ilastych, brązowych. Jako wkładki występują też ławice lub soczewy ankerytów barwy rdzawej lub



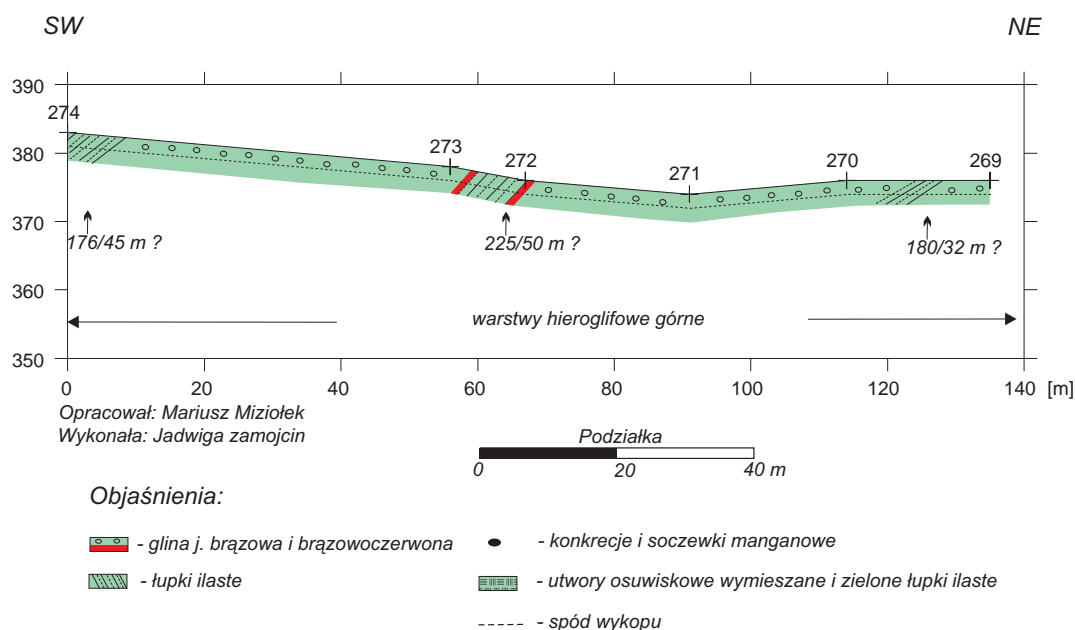
Rys. 7. Wykop do odwiertu Str.13. Pstre łupki górne



Rys. 8. Wykop główny do ośrodka grupowego wschodniego (z tyłu) z otworami SH.1–SH.4. W wykopie warstwy hieroglifowe, w głębi pstre

białej na powierzchni zwietrzalej i popielatej lub beżowej na świeżym przełamie. Oprócz piaskowców w profilu stwierdzono ławicę grubości ok. 8 m rozsypliwego, zapiaszczonego mułowca, z miką barwy stalowej, wydzielającego silny zapach siarkowodoru.

Miąższość warstw krośnieńskich w części fałdu objętej kartowaniem można ocenić na co najmniej 150 m, ale jest to miąższość niepełna i w rzeczywistości wynosi ona zapewne znacznie więcej. Opisane z rejonu Strachociny warstwy krośnieńskie reprezentują dolną część profilu warstw krośnieńskich dolnych, wykształconych w postaci serii piaskowcowej. Warstwy krośnieńskie występują na skrzydłach fałdu Strachociny (rysunki 11, 12), czyli jego części NE i SW, i ciągną się wzdłuż całego fałdu.



Rys. 9. Zbiorczy profil litologiczno-stratygraficzny utworów powierzchniowych jednostki śląskiej w rejonie PMG Strachocina

Utwory geologiczne rozpoznane na podstawie wierceń

Najstarszymi warstwami budującymi fałd Strachociny znanymi z wierceń są utwory dolnej kredy – które znane są tylko z wierceń. W rejonie Strachociny nawiercone zostały 5 otworami i mimo że otworem Str.52 przewiercono 1469,5 m skał dolnej kredy, nie osiągnięto ich spągu. We wszystkich otworach utwory kredy dolnej wykształcone są w facji łupkowej z podrzędnymi wkładkami piaskowców i reprezentowane są głównie przez łupki ilaste, czarne lub ciemnoszare, twarde, partiami krzemionkowe, niekiedy zapiaszczone, dość często laminowane i przewarstwiane cienkimi ławicami piaskowców. Piaskowce najczęściej są barwy jasnoszarej, niekiedy czarnej, drobnoziarniste i zbite. Seria ta partiami jest silnie zaangażowana tektonicznie i spękana. Z obserwacji materiału skalnego wynika, że część z tych spękań wypełniona jest kalcytem. Są to, począwszy od dołu: łupki cieszyńskie górne, warstwy lgockie i warstwy grodziskie. Utwory te to nierozdzielone osady wieku niższej kredy.

Pstre łupki godulskie (g. kreda) – to bardzo charakterystyczny poziom geologiczny ze względu na jego zabarwienie. W dolnej części są zielone, ku górze przechodzą w pstre: zielone i czerwone, a następnie w czerwone z wkładkami zielonych. Są to łupki ilaste, bezwapniste, przeważnie twarde i zwarte, a miejscami przechodzące w miękkie. Miąższość tego poziomu ocenia się maksymalnie na 80 m.

Margle fukoidowe (g. kreda) – to margle grubowarstwowe i nieco drobniej – łupki margliste barwy szarej

i zielonoszarej z cienkimi ławicami piaskowców szarych, drobnoziarnistych, zwięzłych, o lepiszczu ilasto-wapnistym z licznymi żyłkami kalcytu. Zaleganie margli fukoidowych bezpośrednio na łupkach godulskich świadczy o braku w rejonie Strachociny najniższej części warstw istebniańskich, tak dobrze rozwiniętej w zachodniej części fałdu Czarnorzeki–Zmiennica–Turze Pole–Strachocina–Sanok w postaci serii piaskowców z Suchej Góry.

Warstwy istebniańskie – seria piaskowcowa górna (g. kreda) – o typowym wykształceniu odpowiadającym profilom innych jednostek tektonicznych, rozwinięte są w postaci serii piaskowcowo-łupkowej o miąższości wynoszącej przeważnie w granicach 380÷405 m, a maksymalnie 490 m w profilu odwiertu Str.51. Udział piaskowców w budowie tej serii szacuje się na 75÷80%, a wykształcone są w większości jako piaskowce gruboławicowe, przeważnie średnioziarniste z wkładkami drobno- i gruboziarnistych, a niekiedy i zlepieńców. W zdecydowanej przewadze są to utwory klastyczne dobrze wysortowane, natomiast rzadziej występują jako różnoziarniste o ubogim spoiwie typu kontaktowego, przeważnie ilastym, rzadziej węglanowym. Z tego też w zględu w większości są to piaskowce średniozwięzłe i słabozwięzłe, a nawet kruche i rozsypliwie, ale występują też w postaci pojedynczych ławic jako twarde i zwięzłe o lepiszczu węglanowym. Pakiety łukowe rozdzielające poszczególne ławice i serie piaskowcowe wykształcone są w postaci łupków czarnych i ciemnostalowych, ilastych, w większości zwartych, a niekiedy miękkich

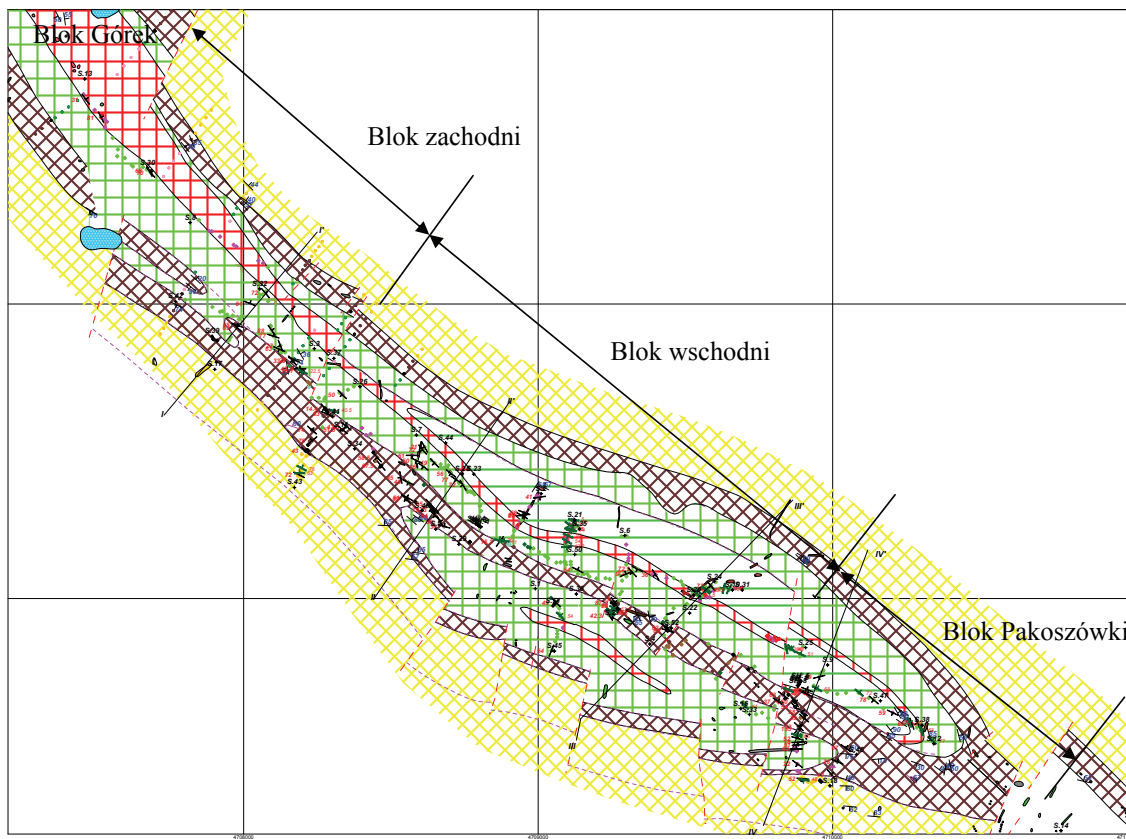
i rozsypliwych. W analizie geologiczno-złożowej złoża Strachocina na potrzeby podziemnego magazynowania gazu w obrębie serii gazonośnej warstw istebniańskich wydzielono 3 zasadnicze horyzonty: I, II i III, a dodatkowo w obrębie horyzontów II i III wydzielono poziomy piaskowcowe A, B, C przewarstwiane pakietami łupkowymi.

Warstwy istebniańskie – seria łupkowa górna (paleocen) – to seria utworów łupkowych określana mianem łupków istebniańskich. Wykształcone są w postaci łupków ciemnoszarych o odcieniu zielonkawym, zwartych, z dużą ilością miki, a lokalnie zapiaszczonych. Wśród łupków jako przewarstwienia występują piaskowce szare, cienkoławicowe, drobnoziarniste z miką. Miąższość tej serii dochodzi do ok. 80 m.

Łupki pstre dolne (d. i śr. eocen) – są to pstre łupki reprezentowane przez łupki ilaste, przeważnie czerwone, ale i zielonoszare, niekiedy o odcieniu malinowym lub wiśniowym, oraz pstre, tzn. zabarwione plamiście na zielono i czerwono. Wśród łupków występują lokalnie wkładki, najczęściej w formie soczewek, piaskowców typu ciężkowieckiego, zawierające niewielkie akumulacje gazu. Miąższość łupków pstrych zamyka się w przedziale 80÷100 m.

Badania mikrofaunistyczne w otworach horyzontalnych

Własnych badań mikrofaunistycznych w związku z ich wysokimi kosztami nie przeprowadzono. Wykorzystano natomiast badania, które zostały wykonane na odwiercie



OBJAŚNIENIA:

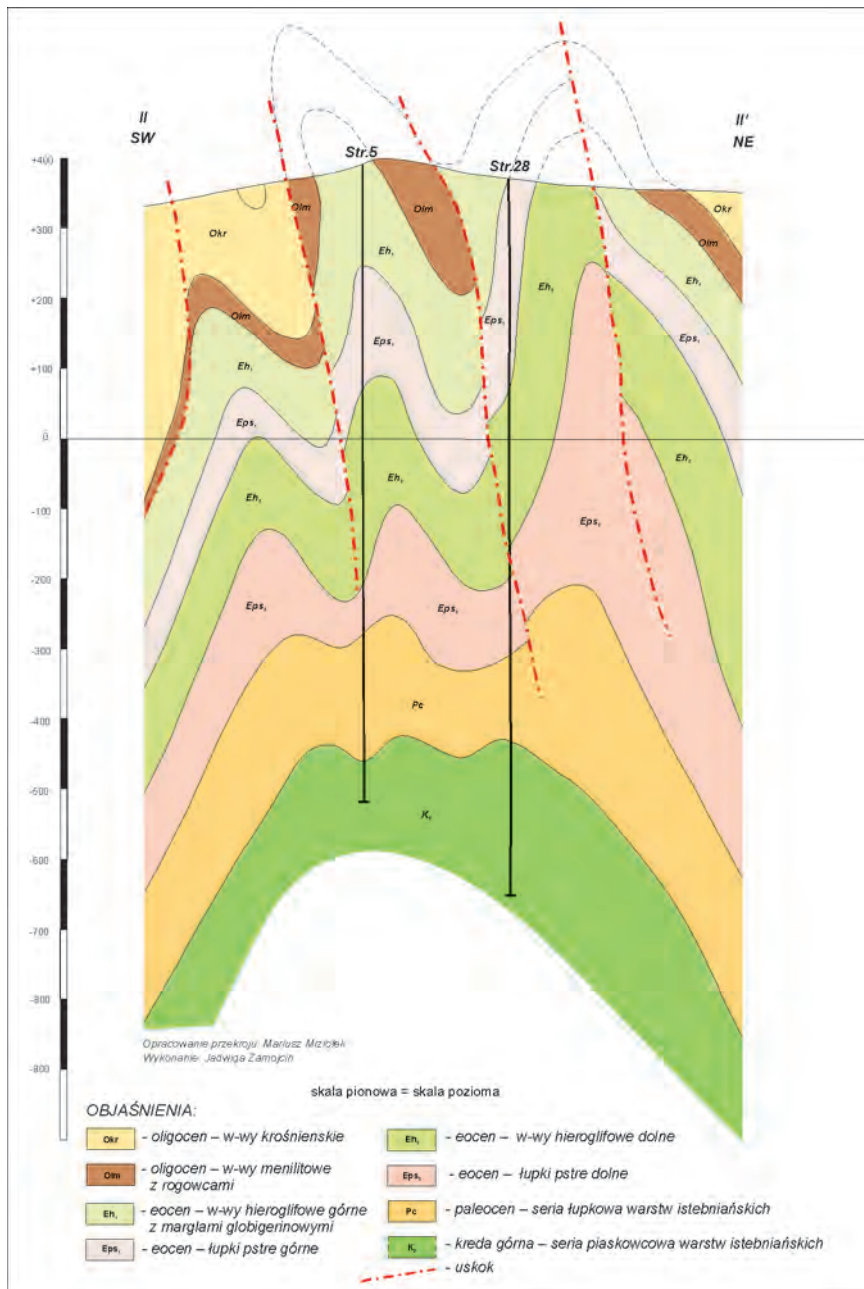
- + odwierty
- ◊ łupki i piaskowce warstw krośnieńskich
- ◊ łupki menilitowe
- ◊ rogowce warstw menilitowych
- ◊ zielone łupki z wkładkami piaskowców-warstwy hieroglifowe
- ◊ łupki pstre
- ◊ brązowe łupki z rogowcami-w-wy menilitowe
- ◊ zielone łupki[w-wy hieroglifowe] i rogowce[w-wy menilitowe]
- ◊ brązowe łupki menilitowe i zielone łupki[w-wy hieroglifowe]
- ◊ zielone łupki i pstre
- ◊ rogowce, zielone łupki i pstre
- ◊ rogowce ,łupki brązowe, łupki zielone i pstre

- Warstwy krośnieńskie, oligocen
- Warstwy menilitowe z rogowcami, oligocen
- Warstwy hieroglifowe górne-g. i śr. eocen, z marglami globigerinowymi-g. eocen
- Łupki pstre górne, śr. eocen
- Warstwy hieroglifowe dolne, d. i śr. eocen
- Przekrój geologiczny
- 55 Upady normalne i kąt zapadania warstw
- Upady odwrócone
- Upady nieoznaczone
- 60 Biegi i upady warstw wg mapy z 1954 r.

- Uskoki
- Zluskowania
- Osuwiska
- łupki i piaskowce krośnieńskie
- łupki menilitowe
- rogowce
- łupki zielonoszare[w-wy hieroglifowe]
- łupki pstre i zielonoszare[w-wy hieroglifowe] i pstre
- łupki pstre
- 32 - nr punktu w dzienniku terenowym

Odsłonięcia i wiercenia kart. wg. autorów pierwszej mapy geologicznej [1954/55]

Rys. 10. Mapa geologiczna fałdu Strachociny



Rys. 11. Fałd Strachociny. Przekrój geologiczny, poprzeczny II–II'

horyzontalnym SH.5 (Strachocina horyzontalny 5). Badania zostały wykonane na próbkach okruchowych pobranych w czasie wiercenia otworu SH.5 w 2009 r. przez laboratorium firmy PETROGEO w Jaśle, a analizę mikrofauny wykonała pani Beata Mijał [11].

Według przeprowadzonej analizy mikrofaunistycznej 2 próbek pobranych na powierzchni z zielonych łupków w rejonie odwiertu SH.5 pochodzą one ze środkowego eocenu, a pobrane z interwału 45 m i 50 m już w otworze próbki wskazują na przedział wiekowy środkowy–wczesny górny eocen. Poniżej, na głębokości 55÷70 m, znaleziono eoceńskie zespoły otwornic pochodzące z wyższych partii otworu, ale też znaleziono liczne zęby ryb, które wskazują

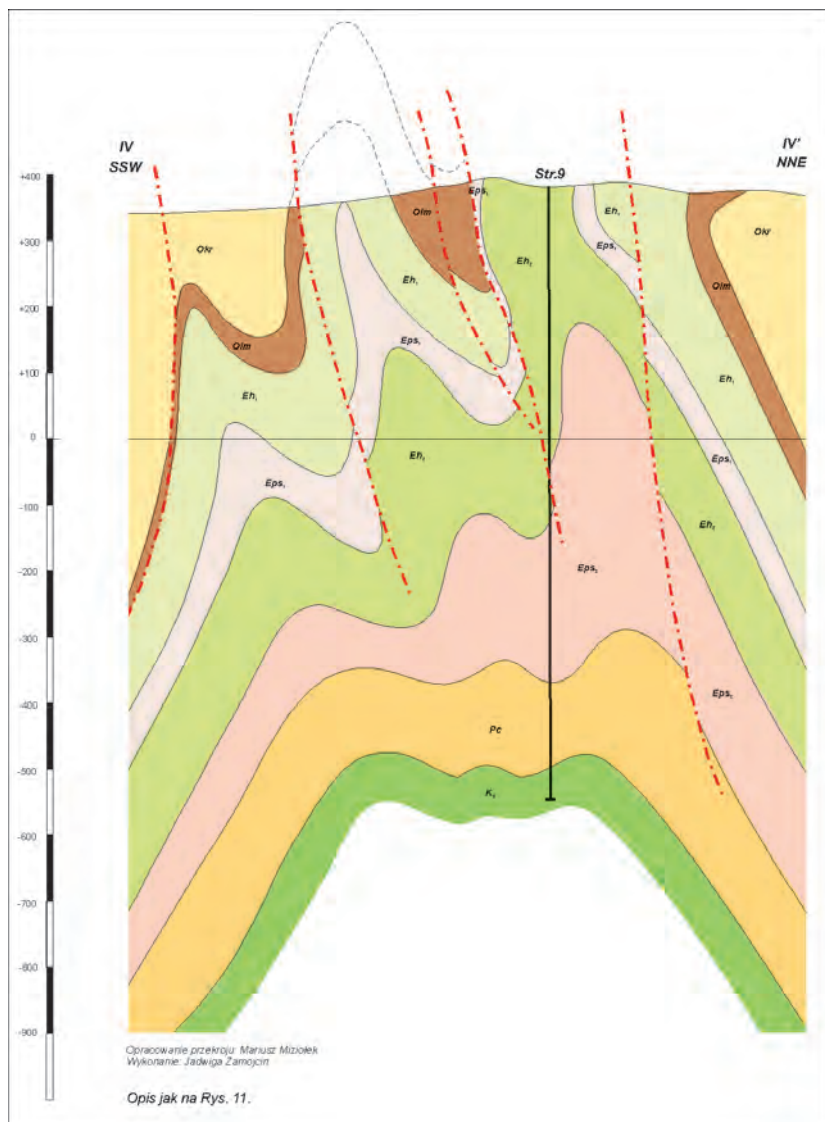
na wiek oligoceński i warstwy menilitowe, co zresztą potwierdzają próbki okruchowe z otworu. Wyniki próbek powierzchniowych oraz z górnej części otworu potwierdzają rezultaty badań kartograficznych, że w tej części fałdu, czyli na antyklinie NE, starsze warstwy hieroglifowe górne oraz łupki pstre górne (wieku eoceńskiego) nasunięte są na młodsze warstwy menilitowe (wieku oligoceńskiego), wzdłuż złuskowań.

Poniżej warstw menilitowych pobrano 2 próbki na głębokości 165÷170 m, w których stwierdzono bogaty zespół wapiennych otwornic planktonicznych, między innymi otwornice *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax primitivus*, *C. gortanii*, *C. perus*, *Globoquadrina tripartita*, *G. ampliapertura*, *G. angiporoides*, *Subbotina tapuriensis*, *Turborotalia increbescens*. Poza tym stwierdzono nieliczne wapienne otwornice bentoniczne. Cały ten zespół charakterystyczny jest dla margli globigerinowych i wyznacza wiek na najwyższy, wyższy eocen. Na głębokości 200÷210 m pojawiają się ponownie otwornice aglutynujące, wskazujące na wiek górny i środkowy eocen, co odpowiada wydzielonym tu warstwom hieroglifowym górnym.

Próbki pobrane w otworze SH.5 w interwale 280÷380 m są wieku środkowego eocenu, określanego na podstawie otwornic aglutynujących z między innymi *Recurvoides nucleolus*, *R. contortus*, *R. walteri*, *Reticulophragmium amplectens*, *Phenacophragma beckmanni*. Skład mikrofaunistyczny próbek wskazuje, że utwory, z których je pobrano, należą do górnych pstrych łupków. Skały te ukazują się też na powierzchni w obrębie antykliny NE oraz antykliny środkowej (rysunek 10).

Następne próbki pobrane były w otworze dopiero na głębokości 530÷535 m oraz z przedziału 540÷690 m. Opisano w nich zespoły otwornic aglutynujących.

W interwale 530÷535 m opisano zespół otwornic z *Sacaminoides carpathicus*, charakterystyczny dla późnego dolnego eocenu, a z interwału 540÷690 m zespoły otwornic z dużym udziałem *Glomospira charoides* oraz *G. gordialis*.



Rys. 12. Fałd Strachociny. Przekrój geologiczny, poprzeczny IV–IV'

Takie zespoły charakterystyczne są dla wczesnego dolnego eocenu. Obydwa zespoły pobrane były z dolnych pstrych łupków.

Pobrane próbki nie objęły niestety interwału dolnej części warstw hieroglifowych, które wydzielono litologicznie w otworze pomiędzy 397 m a 523 m. Jak wynika z wieku pozostałych próbek, wiek warstw hieroglifowych dolnych należy lokować między wczesnym środkowym eoceniem a późnym dolnym eoceniem. Próbki pobrane w interwale 700÷750 m wskazują na paleoceński wiek utworów, gdyż znaleziono tu zespoły otwornic z *Rzehakina fissistomata*, *Haplophragmoides mjatliukae*, *H. ct. horridus*.

Próbki pobrane w interwale 790÷910 m były ubogie w otwornice, a te, które znaleziono, wskazują na wiek późnej kredy–paleocenu. Opisane próbki paleocen–górna kreda pochodzą z łupków istebniańskich. Z ostatniej próbki 1050 m nie uzyskano żadnych mikroskamieniałości.

Tektonika

Fałd Strachociny jest na powierzchni linijny o przebiegu osi NW–SE. Fałd na powierzchni tworzą 3 antykliny różnej wielkości (rysunek 4), rozdzielone równoległymi uskokami (złuskowaniami) o przebiegu zbliżonym do osi fałdu, wzdłuż których doszło do złuskania poszczególnych elementów.

Wymienione antykliny to:

- antykлина NE,
- antykлина środkowa,
- antykлина SW.

Najwyżej wyniesiona jest antykлина NE, w której jądrze ukazują się najstarsze utwory zaliczane do warstw hieroglifowych dolnych, następnie antykлина środkowa z utworami łupków pstrych górnych w jądrze. Najniższa jest antykлина SW, w której jądrze występuje dolna część warstw krośnieńskich.

Generalnie można stwierdzić, że w strefie jądrowej ukazują się utwory eocenu, czyli warstwy hieroglifowe dolne i górne oraz pstre łupki górne (rysunki 10–12). W obniżeniach synklijalnych strefy jądrowej występują silnie zaburzone warstwy menilitowe, zaś na skrzydłach NE i SW fałdu występują warstwy menilitowe oraz krośnieńskie. Undulacje osi fałdu powodują, że najwyżej wyniesiona jest wschodnia część fałdu Strachociny, znajdująca się na

wschód od poprzecznej strefy uskokuwej w rejonie odwiertów Str.37 i Str.43 (rysunek 10). W części wschodniej kulminacja fałdu występuje w strefie między odwiertami Str.21, Str.31, Str.51, Str.4. W części zachodniej undulacje osi fałdu zaznaczają się słabiej, a przebieg osi jest łagodny.

Wydzielone powyżej 3 antykliny rozdzielone są strefami złuskozań, które generalnie nachylają się pod kątem ok. 70÷50° w kierunku NW. Na opracowanych przekrojach (rysunki 11, 12) przedstawiony został pionowy przebieg i zasięg tych złuskozań.

Generalnie wyinterpretowano 4 podłużne strefy uskokuwe, wymienione niżej, począwszy od NE:

- Pierwszy od NE uskoku wytworzył się w skrzydłowej partii NE antykliny i oddziela zrzucone skrzydło od tej antykliny, zrzut uskoku można określić według przekrojów na 100÷150 m. Ku dołowi uskoku zmniejsza rzut i wygasa w utworach paleocenu.

- Drugi od NE uskoku powstał w strefie synklijinalnej pomiędzy antykliną NE a środkową. Wzdłuż tego uskoku antyklina NE została wyniesiona w stosunku do antykliny środkowej o ok. 100÷120 m. Uskok wygasa wraz z głębokością i zanika w łupkach paleocenońskich lub utworach eocenu.
- Trzeci od NE uskoku występuje na SW skrzydle antykliny środkowej i wzdłuż niego antyklina SW została zrzucana o ok. 40÷60 m. Uskok wygasa ku dołowi i zanika prawdopodobnie w utworach eocenu.
- Czwarty od NE uskoku (i jednocześnie ostatni) powstał w południowym skrzydle antykliny SW w obrębie warstw krośnieńskich oraz na granicy warstw krośnieńskich i menilitowych. Uskok zanika ku dołowi, gdzie wygasa w utworach menilitowych. Uskok ten ma charakter uskoku szuflowego, w strefie przypowierzchniowej dodatkowo ma charakter uskoku odwróconego i zapada ku NE, ku dołowi przechodzi w uskoku normalny i zapada ku SW.

Wszystkie wymienione uskoki niemal na całej swojej długości mają charakter uskoku odwróconych, wzdłuż których skrzydła NE antyklin nasunęły się na ich skrzydła SW. Najbardziej jest to widoczne w przypadku warstw menilitowych antykliny środkowej, na które zostały nasunięte utwory warstw hieroglifowych dolnych i pstrych dolnych antykliny NE. Jest to udokumentowane w szeregu otworów odwierconych w tej strefie, m.in. Str.41, Str.52, SH.1–SH.8. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że 2 podłużne strefy uskoku były też kreślone wcześniej przez J. Dudka [4, 5, 6], ale według tego autora strefy uskoku tych złuskowań były bardzo głębokie, przecinając i przesuwać utwory górnej i dolnej kredy. Wykonane wiercenia, w tym także horyzontalne, nie potwierdziły tej wersji.

Analiza przekrojów geologicznych (rysunki 11, 12) wskazuje, że w ich górnej części miąższości poszczególnych wydzieleni stratygraficznych są silnie zróżnicowane i obserwuje się ich wzrost w partiach osiowych synklin i antyklin, a cienienie w partiach skrzydłowych. W górnej części profilu występuje też duże zróżnicowanie upadów warstw, od słabo nachylonych do stromych, przy czym warstwy zalegają normalnie lub są odwrócone, w związku z tym antykliny mają charakter antyklin pochyłych.

W dół profilu zaznacza się zmniejszenie zróżnicowania miąższościowego w obrębie warstw oraz łagodnienie upadów, które w partiach stropowych piaskowców istebniańskich osiągają wartości maksymalnie do ok. 30°, a częściej od kilku do kilkunastu stopni, biorąc pod uwagę partię przegubową fałdu. W dół profilu zmienia się w związku

z tym typ fałdu. O ile w partii przypowierzchniowej można go określić jako uskokuwy fałd diapirowy, o tyle w strefie piaskowców istebniańskich można go określić jako fałd skrzynekowy z dwiema wyraźnymi strefami przegubowymi: jedną NE i drugą SW, pomiędzy którymi rozpościera się łagodna strefa szczytowa fałdu. Skrzydła fałdu zapadają bardzo stromo pod kątem 70÷80° [8, 9].

Na obszarze fałdu zostały wydzielone jeszcze przez St. Depowskiego i St. Wdowiarza [3] i podtrzymane przez innych geologów, jak np. K. Chytlę [1] i J. Dudka [4, 5, 6], poprzeczne strefy uskoku dzielące fałd na 3 poprzeczne elementy:

- blok Górek,
- blok zachodni,
- blok wschodni.

Aktualnie przeprowadzone prace dały podstawy do wydzielenia we wschodniej części fałdu nowego elementu, nazwanego tu „blokiem Pakoszówki”. W związku z tym z zachodu na wschód możemy wydzielić: blok Górek, blok zachodni, blok wschodni i blok Pakoszówki (rysunek 10):

- *Blok Górek* – obejmuje obszar na zachód od uskoku z rejonu Str.30. Blok ten w stosunku do sąsiadującego bloku zachodniego jest wyniesiony, a jego szerokość wzrasta do ok. 700 m, przy czym w kierunku zachodnim następuje zanurzenie osi fałdu i jego zawężenie. W strefie osiowej fałdu występują warstwy hieroglifowe górne, łupki pstre górne i prawdopodobnie warstwy hieroglifowe dolne (aktualne prace kartograficzne nie objęły partii jądrowej antykliny).
- *Blok zachodni* – ograniczony od wschodu wspomnianą strefą uskoku na linii Str.43–Str.37 i strefą uskoku na zachodzie biegnącą na linii NS przez rejon otworu Str.30. Na obszarze tego bloku fałd obniża się i zwęża, jego szerokość spada jedynie do ok. 450 m. W jądrze fałdu ukazują się łupki pstre górne i warstwy hieroglifowe górne.
- *Blok wschodni* – obejmuje obszar fałdu na wschód od strefy uskoku w rejonie odwiertu Str.43–Str.37 i jest to najbardziej elewowana część fałdu o przebiegu osi fałdu WNW–ESE, fałd osiąga tu maksymalną szerokość ok. 900 m (biorąc pod uwagę menility).
- *Blok Pakoszówki*. Oprócz wymienionych dużych stref uskoku wykazuje się jeszcze jedna poprzeczna strefa uskoku wydzielenia podczas aktualnych prac kartograficznych. Strefa ta biegnie we wschodniej części bloku wschodniego na linii w rejonie otworów: S.25–S.33. Przebieg linii intersekcyjnych poszczególnych wydzieleni litostratygraficznych wykazuje, że blok ten, nazwany tu wstępnie blokiem Pakoszówki

ki, byłyby nieznacznie obniżony w stosunku do bloku wschodniego. To spowodowało, że zwiększa się zasięg występowania warstw menilitowych tej części fałdu.

Podsumowanie

Prowadzone od końca 2009 r. do października 2010 r. prace kartograficzne na obszarze fałdu Strachociny pozwoliły na opisanie ok. 8 km profilu, na którym wyznaczono ok. 760 punktów pomiarowych, z czego za pomocą GPS zapisano cyfrowo 537 punktów. W związku z tym, że wykopy prowadzone były w centralnej oraz południowo-zachodniej części fałdu, te części struktury zostały rozpoznane dokładniej, dzięki czemu można było uszczegółowić te fragmenty mapy i wprowadzić nowe elementy budowy.

Należy stwierdzić, że generalnie obecne badania kartograficzne potwierdziły opracowaną przez St. Depowskiego i St. Wdowiarza [3] mapę geologiczną fałdu Strachociny. Dzięki wykonanym w latach 2009–2010 badaniom uszczegółowiono zasięgi i przebieg warstw menilitowych niemal na całej długości fałdu (rysunek 10) i tu największe poprawki w ich zasięgu wprowadzono kolejno:

- w części zachodniej w rejonie odwiertów Str.39 i Str.42, gdzie częściowo ograniczono ich zasięg na korzyść warstw hieroglifowych górnych,
- znacznie zmodyfikowano rozprzestrzenianie ich w synklinie pomiędzy antykliną środkową a antykliną NE na odcinku pomiędzy otworem Str.40 (na NW) a nowymi odwiertami SH.5 do SH.8,
- w południowo-wschodnim obniżeniu antykliny środkowej w pobliżu otworów Str.18 i Str.46.

W większości kartowanych profili warstw menilitowych ich kontakty ze starszymi i młodszymi utworami miały charakter tektoniczny, a utwory menilitowe wykazywały silne zaburzenia tektoniczne i częste występowanie w postaci łusek tektonicznych.

Znajdujące się poniżej warstw menilitowych warstwy hieroglifowe górne występują, jak wspomniano, jedynie w kontakcie tektonicznym. W stosunku do starej mapy geologicznej udało się uszczegółowić zasięgi warstw hieroglifowych w następujących rejonach, począwszy od NW (rysunek 10):

- pomiędzy Str.13 a Str.30, gdzie ograniczono częściowo zasięg warstw hieroglifowych górnych,
- w rejonie Str.42 i Str.39 wykartowano większy, niż dotychczas przyjmowano, zasięg warstw hieroglifowych górnych,
- na SW skrzydle antykliny NE w obrębie bloku wschod-

Oprócz wymienionych zasadniczych elementów zaobserwowano szereg mniejszych poprzecznych stref uskoku, które zaznaczono na mapie geologicznej.

niego, gdzie znacznie zmodyfikowano zasięgi występowania warstw hieroglifowych,

- na antyklinie środkowej, gdzie zasięg warstw hieroglifowych został ograniczony w części środkowej oraz wschodniej na rzecz łupków pstrych górnych i warstw menilitowych.

W spągu warstw hieroglifowych górnych udało się znaleźć białe, białozółte, grubo- i średnioziarniste piaskowce kwarcowe, rozsypliwie i kruche, często stwierdzone na kartażach wiertniczych na pograniczu warstw hieroglifowych oraz pstrych. Ich występowanie stwierdzono w rejonie otworu Str.30, a ich zwietrzelinę w postaci okruchów pomiędzy otworami Str.13 a Str.30 (rysunek 10).

Występowanie warstw pstrych górnych udało się uszczegółowić głównie na obszarze antykliny NE w obrębie bloku wschodniego, gdzie dzięki licznym wykopom zdołano uchwycić przebieg linii intersekcyjnej tych utworów. Zlokalizowano również utwory warstw pstrych górnych na antyklinie środkowej, gdzie dotychczas ich nie wydzielano. Opisano je mianowicie na północ od otworu Str.45, w odległości ok. 100 m, i jest to zapewne jedynie stropowa część tej serii.

Na obszarze antykliny NE w obrębie bloku wschodniego wykartowano najstarsze na powierzchni fałdu utwory warstw hieroglifowych dolnych, ukazujące się na północ od odsłoneń warstw pstrych górnych, a na południe od nich w obrębie sąsiedniego bloku Pakoszkówki.

W budowie tektonicznej zachowano zasadniczy podział na bloki:

- blok Górek,
- blok zachodni,
- blok wschodni

i wprowadzono dodatkowy element wydzielony z bloku wschodniego, a mianowicie:

- blok Pakoszkówki – oddzielony od bloku wschodniego uskoku o charakterze nożycowym, efektem czego północna część bloku została wyniesiona, zaś południowa obniżona.

Nowym elementem jest też synklina warstw krośnieńskich w południowej części fałdu, kontaktująca z jego częścią północną wzdłuż uskoku w obrębie warstw menilitowych. W kierunku południowym synklina musi tworzyć antyklinę z warstwami menilitowymi w jądrze.

Antyklina ta byłaby południowo-zachodnią antyklinałką fałdu Strachociny i stanowiłaby najbardziej na południe

wysunięty jej element strukturalny – nierozpoznany jeszcze wierceniami.

Wnioski

1. Przeprowadzone prace kartograficzne na fałdzie Strachociny pozwoliły na identyfikację nowych elementów tektonicznych, zarówno poprzecznych, np. blok Pakoszówki, jak i podłużnych, np. stref złuskowań fałdu obserwowanych przede wszystkim w warstwach menilitowych oraz pstrych łupkach i warstwach hieroglifowych.
2. Przypowierzchniowa budowa fałdu charakteryzuje się dużą komplikacją tektoniczną związaną z dużą plastycznością łupów pstrych i warstw hieroglifowych.
3. Duża plastyczność fałdowanych skał eocenu spowodowała diapirowy styl budowy tych utworów i powstanie 4 stref złuskowań w ich obrębie oraz w warstwach menilitowych obejmujących przegubową partię fałdu.
4. Dane wiertnicze wskazują, że strefy uskokowe złuskowań wygasają albo w utworach eocenu, albo w obrębie łupków paleocenu i nie docierają do stref złożowych w piaskowcach istebniańskich.
5. Wykartowanie w południowej części fałdu synkliny w warstwach krośnieńskich implikuje konieczność istnienia na południe od niej antykliny. Antyklina ta być może zaznacza się również w obrębie strefy złożowej piaskowców istebniańskich i dotychczas jest nierozpoznana wiertniczo.
6. Rozpoznany pracami kartograficznymi blok Pakoszówki jest najbardziej na wschód wysuniętym elementem tektonicznym fałdu Strachociny, jego zasięg wglębny jest nieustalony, ale być może sięga piaskowców istebniańskich. W przypadku gdyby zaznaczał się również w piaskowcach istebniańskich, miałyby to znaczenie dla eksploatacji magazynu gazu.

Literatura

- [1] Chyła K.: *Aneks do dokumentacji geologicznej złóż gazu ziemnego w Strachocinie i Sanoku*. Mat. arch., Sanok 1957.
- [2] Czajkowska J.: *Fizyczne własności piaskowców czarnorzeckich złoża gazowego w Strachocinie*. Mat. arch., Instytut Naftowy Krosno, 1957.
- [3] Depowski St.: *Dokumentacja geologiczna złóż gazów ziemnych Strachocina–Zablotce*. Mat. arch., Sanok 1954.
- [4] Dudek J.: *Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Strachocina i Sanok–Zablotce*. Mat. arch., IGNiG Krosno, 1995.
- [5] Dudek J.: *Szczegółowa analiza warunków geologiczno-złożowych i stanu technicznego istniejących odwiertów złoża gazu ziemnego Strachocina*. Mat. arch., IGNiG Kraków, 1987.
- [6] Dudek J.: *Założenia geologiczno-złożowe budowy podziemnego magazynu gazu ziemnego Strachocina*. Mat. arch., IGNiG Krosno, 1987.
- [7] Dusza R., Miziołek M.: *Opracowanie cyfrowego modelu geologicznego PMG Strachocina na bazie doświadczeń PMG Husów, pod kątem zwiększenia pojemności czynnej magazynów*. Arch. INiG, INiG Krosno, 2002.
- [8] Dusza R.: *Budowa geologiczna i warunki złożowe PMG Strachocina w świetle wyników 6 odwiertów rozpoznawczych*. Mat. arch., IGNiG Krosno, 1992.
- [9] Filar B.: *Ocena aktualnego stanu geologiczno-złożowego i technologicznego PMG Strachocina pod kątem etapowej jego rozbudowy*. Mat. arch., IGNiG Krosno, 2000.
- [10] Lenk T.: *Charakterystyka facjalno-strukturalna serii zbiornikowej fliszu karpackiego w aspekcie poszukiwań naftowych*. Mat. arch., IGNiG Kraków, 1980.
- [11] Mijał B.: *Analiza mikrofaunistyczna próbek z otworu Strachocina-H5*. Petrogeo, mat. arch. INiG Oddz. Krosno, Jasło 2009.
- [12] Miziołek M. i zespół.: *Uszczegółowienie mapy geologicznej fałdu Strachociny*. Mat. arch. INiG, Krosno 2010.
- [13] Miziołek M.: *Analiza warunków techniczno-petrograficznych PMG Strachocina pod kątem przeprowadzenia zabiegów intensyfikacji wydobycia na odwiertach eksploatacyjnych*. Mat. arch., IGNiG Krosno, 2002.
- [14] Neścieruk P., Paul Z., Ryłko W., Szymakowska F., Wójcik A., Żytko K.: *Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Jasło. 1:200 000*. PIG, Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, 1992.
- [15] Wagner R. (red. nauk.): *Tabela stratygraficzna Polski, Karpaty*. Warszawa, PIG, 2008.
- [16] Żytko K., Gucik S., Paul Z., Ślącza A.: *Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Przemysł, Kalników. 1:200 000*. Warszawa, Wyd. Geologiczne, 1980.



Mgr Mariusz MIZIOŁEK – geolog, absolwent Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pracuje w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu INiG. Zajmuje się geologią podziemnych magazynów gazu zapadliska przedkarpackiego i Karpat oraz analizą geologiczno-złożową PMG oraz złóż gazu ziemnego. Współautor m.in. kilku dokumentacji geologicznych z rejonu zapadliska przedkarpackiego i Karpat.



Mgr inż. Jadwiga ZAMOJCIN – absolwentka Wydziału Wiertniczo-Naftowego AGH w Krakowie. Od października 1980 r. pracownik Zakładu Eksploatacji IGNiG, od 1986 r. pracownik w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Wykonuje prace w zakresie projektowania i eksploatacji podziemnych magazynów gazu ziemnego.