

Budowa geologiczna oraz geneza i ewolucja bloku Gorzowa

Paweł Henryk Karnkowski^{1,2}



Geology, origin and evolution of the Gorzów Block (NW Poland). *Prz. Geol.*, 58: 680–688.

A b s t r a c t. From the beginning of geological investigations of the Polish Lowlands both the geological and the regional tectonic units were used simultaneously. The Szczecin-Gorzów Synclinorium should be distinguished in terms of tectono-structural rules. The Gorzów Block – as a geological unit – is defined on the basis of extent and differentiation of the Upper Cretaceous thickness or by distribution of local structures (mainly halotectonic and halokinetic ones) developed in the Zechstein-Mesozoic complex. Basement in the Gorzów Block area is uplifted in its consolidated part and also the top of Moho is elevated. Both uplifts are well correlated with the Permian-Mesozoic palaeogeothermal anomaly. The Gorzów Block incorporates also the north-western part of Wolsztyn Ridge which was active during the Permian-Mesozoic time. In the early Rotliegend time this area was characterized by volcanic activity. In the late Rotliegend it was a source for clastics deposited around the Wolsztyn Ridge. Also the carbonate platform facies of the Main Dolomite (Ca2) is associated with this uplifted area. The mentioned region is situated in the distal part of asymmetric, Polish rift basin. Development of basin analysis – as an interdisciplinary domain of the Earth Sciences – indicates the need of applying various geological units, adequate to the considering problem. Modern research methods in geology (computerization, GIS) enable the data bases creation for individual geological units necessary for study of their origin and evolution up to their present geological pattern.

Keywords: regional geology, Polish Basin, NW Poland, petroleum geology, tectonics

Regionalna budowa geologiczna Polski dostarcza danych na temat geologii Europy (Ziegler, 1990; Pharaoh, 1999; McCann, 2008), a północno-zachodnia część naszego kraju, w której skorupie występują elementy permsko-mezozoicznego basenu polskiego wraz z kaledońsko-waryscyjskim podłożem (Karnkowski, 1999; Dadlez, 2000; Mazur i in., 2006), ma tutaj istotne znaczenie. Jej obecna konfiguracja to wynik wieloetapowej historii, którą rozpoznaje się dzięki wierceniom oraz głębokim sondowaniom geofizycznym (Królikowski & Petecki, 1995; Guterch & Grad, 2006). Również na temat obszarów sąsiednich cały czas dopływają nowe materiały (por. Neska i in., 2008; Krawczyk i in., 2010). Rozpoznawanie i wyróżnianie regionalnych jednostek geologicznych jest wyrazem postępu w naukach geologicznych (Żelaźniewicz, 2008). Proces ten ma zawsze charakter ewolucyjny – wraz z dopływem nowych danych lub reinterpretacją materiałów już istniejących wiedza jest ciągle pogłębiana. Tak samo dzieje się w przypadku bloku Gorzowa.

Blok Gorzowa jest regionalną jednostką geologiczną (Dadlez, 1974; Narkiewicz & Dadlez, 2008), intensywnie badaną w ostatnim dwudziestolecu z powodu występowania w jej obrębie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego (w utworach cechsztyńskich). Sięgając do podręcznika Stupnickiej (2008) pt. *Geologia regionalna Polski*, można dowiedzieć się, że: [...] niecka szczecińsko-lódzko-miechowska ciągnie się od Szczecina na północy do brzegu Karpat na południu. Wypełniona jest utworami górnej kredy. W Pożaryski (1964) określił ją jako jednostkę depresyjną obrzeżającą od południowego zachodu wał środkowopolski. Niecka szczecińska występująca na północy graniczy z wałem pomorskim wzdłuż strefy fleksurowo-uskokowej, ciągnącej się od Świnoujścia w kierunku południowo-wschodnim. Na zachodzie niecka sięga do Odry, a za jej południową granicę (z monokliną przedsudecką) uważa się

linię intersekcyjną spągu osadów kredowych, które spoczywają tu na różnych wiekowo utworach jury. Na podstawie analizy strukturalnej niecki szczecińskiej R. Dadlez (1974) wyróżnił na omawianym obszarze właściwą nieckę szczecińską wydłużoną w kierunku NW-SE, cechującą się dużymi (do 2000 m) miąższościami kredy górnej, o osi równoległej do wału pomorskiego oraz leżący na południu blok Gorzowa, gdzie osady kredy mają miąższość 400–600 m. Na północnym wschodzie blok Gorzowa jest ograniczony dużym uskokiem Pyrzyce-Krzyż. Blok ten według R. Dadleza należy włączyć do monokliny przedsudeckiej. Stupnicka uważa jednak, że: [...] włączenie bloku Gorzowa do monokliny przedsudeckiej powoduje duże trudności interpretacyjne dla tej ostatniej, dlatego blok ten będzie dalej traktowany jako część szerszej rozumianej niecki szczecińskiej, gdyż na całym obszarze występuje seria osadów górnokredowych wypełniających wszystkie niecki mezozoiczne Niżu Polskiego.

Ten dualizm nomenklatury występuje od początków wyróżniania jednostek geologicznych na Niżu Polskim. Pierwsze próby takiego podziału pojawiały się w latach 50. XX wieku. W *Dyskusji nad naukowymi założeniami perspektywicznego planu geologii polskiej* (1954) wymieniane są następujące regionalne jednostki geologiczne: Tatry, Podhale i Pieniny, Karpaty i ich przedpole, Górnośląskie Zagłębie Węglowe, Zagłębie Kruszcowe i obszary przyлегłe, Sudety i ich przedpole oraz Niż po wał kujawsko-pomorski, Góry Świętokrzyskie i ich obrzeżenie, obszary wschodnie i północno-wschodnie. W jednym z rozdziałów *Dyskusji*, autorstwa Zwierzyckiego, (*Geologiczna budowa regionu niżowego między wałem kujawsko-pomorskim i wałem przedsudeckim*) region szczecińsko-gorzowski omówiony został w kontekście prac geologów niemieckich, nawiązujących do budowy geologicznej północno-zachodnich Niemiec (basen dolnosaksoński), gdzie w rejonie Hanoweru już od XIX w. znane są złoża węglowodórów. Rozpoznanie geofizyczne (grawimetria) sięgało jednak w tym czasie tylko do Odry od strony zachodniej. W 1956 r. Pożaryski zaproponował podział Polski niżowej na wał kujawsko-pomorski i obrzeżające go niecki. Obszar ten łącznie zaliczył do struktur mezozoicznych. Zasady

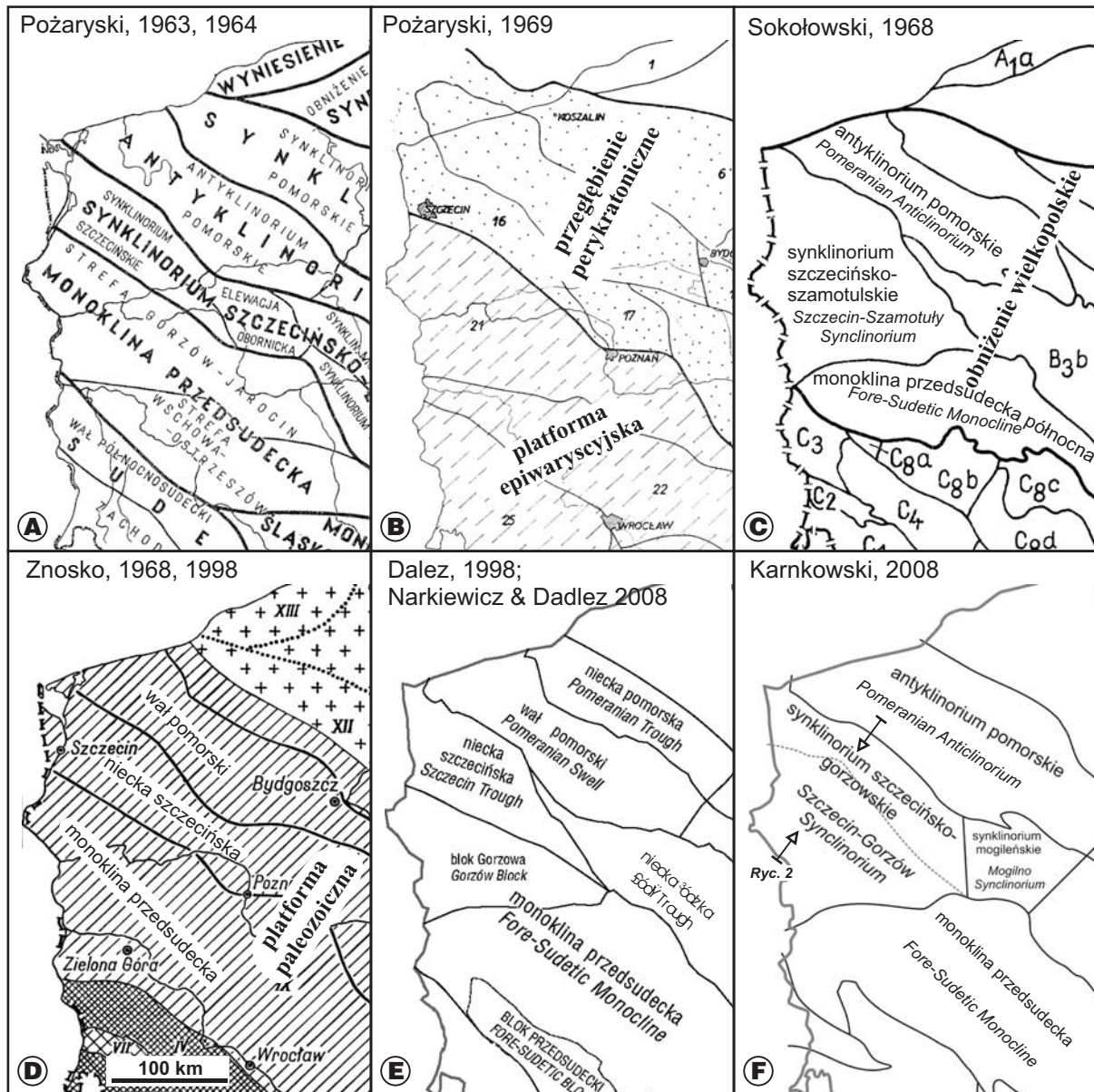
¹Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; karnkowski@uw.edu.pl

²Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, ul. Krucza 6/14, 00-537 Warszawa; pawel.karnkowski@pgnig.pl

wyróżnienia niecki w rejonie szczecińsko-gorzowskim (wtedy nazywanej łódzka) ograniczały się do kartograficznego zasięgu utworów kredowych. Obszar dzisiaj nazywany monokliną przedsudecką figurował pod nazwą *wał przedsudecki*.

Intensywne prace geologiczne na Niżu Polskim w latach 50. XX w. dostarczyły wielu nowych danych, które umożliwiły przedstawienie zmodyfikowanych schematów podziału na regionalne jednostki geologiczne. Pożaryski w swojej pracy z 1963 r., zatytułowanej *Jednostki geologiczne Polski*, stwierdza: [...] w tytule celowo użyto nazwy jednostki geologiczne, a nie strukturalne czy tektoniczne. Chodzi mianowicie o podkreślenie różnicy przeprowadzonego tu podziału ogólniejszego w stosunku do podziałów tektonicznych. [...] Termin jednostki geologiczne jest wprowadzony dla podkreślenia, że nie oparto się przy ich wyróżnianiu jedynie na tektonice, która jest wszędzie wielopiętrowa, ale na doborze pewnych danych tektonicznych i

stratygraficznych najlepiej odróżniających budowę geologiczną podtrzeźwioną do głębokości nie przekraczającej paru kilometrów. Przytoczone powyżej poglądy przez następne prawie pięćdziesiąt lat były powszechnie akceptowanymi i stosowanymi przez polskie środowisko geologiczne zasadami. Pożaryski w swoich późniejszych podziałach (1963, 1964), w stosunku do propozycji z 1956 r., zmienił granice między nieką szczecińską a monokliną przedsudecką: granica ta biegła teraz w obrębie utworów kredy, oddzielając synklinorium szczecińskie od strefy Gorzów-Jarcin, włączonej do monokliny przedsudeckiej. Od południa do tej jednostki przylegała strefa Wschowa-Ostrzeszów, a granica między nimi wyznaczona była częściowo w strefie wyklinowania się utworów kredowych niecki szczecińskiej (*sensu lato*). Wyróżniona przez Pożaryskiego (1963, 1964) strefa Gorzów-Jarcin w obrębie monokliny przedsudeckiej (ryc. 1A) odpowiada częściowo zasięgowi bloku Gorzowa (por. Narkiewicz & Dadlez, 2008).



Ryc. 1. Jednostki geologiczne i regionalne jednostki tektoniczne obszaru zachodniej części Niżu Polskiego; A–F – ewolucja poglądów w latach 1963–2008

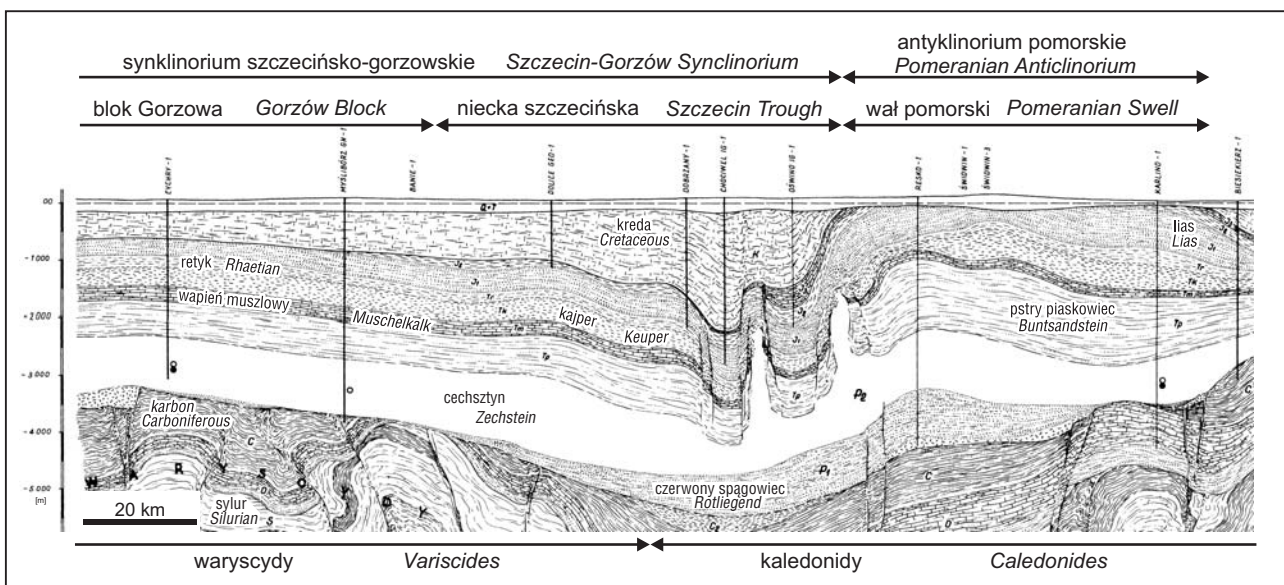
Fig. 1. Geological and regional tectonic units of the western part of Polish Lowlands; A–F – evolution of ideas during 1963–2008 period

Już w latach pięćdziesiątych, gdy rodziły się koncepcje rozpoczęcia eksploracji geologicznej Polski na dużą skalę, doskonale zdawano sobie sprawę ze znaczenia badania basenów sedimentacyjnych. W 1959 r. ukazała się praca Olewicz pt. *Baseny sedimentacyjne i strukturalne ziem Polski*, która była podsumowaniem ówczesnego stanu wiedzy o wglębnej budowie geologicznej Polski. Olewicz odniósł się w niej kolejno do mezozoicznych i paleozoicznych zbiorników osadowych, w których wskazał konkretne przykłady wiążące się z możliwością występowania bituminów. Na uznanie zasługuje uderzająca poprawność map paleomiąższościowych i regionalnych przekrojów geologicznych – uzyskana mimo skąpych danych wiertniczych i geofizycznych. W swojej publikacji Olewicz wykorzystał podział geologiczno-strukturalny Pożaryskiego (1956). Omawiając baseny sedimentacyjne, wyróżnił basen wielkopolski (w dzisiejszym rozumieniu: basen polski), basen bałtycki oraz basen karpacki wraz z jego przedgórzem. Dopelnieniem ówczesnego stanu wiedzy o basenach sedimentacyjnych Polski był *Atlas geologiczny Polski* (1962).

W 1969 r. Pożaryski uzupełnił swój podział z 1963 r. danymi sedimentacyjnymi (ryc. 1B): monoklinę przedsudecką włączył do platformy epiwaryscyjskiej, a antyklorium środkowopolskie wraz z otaczającymi je nieckami zaliczył do przegłębienia perykratonicznego. Następne podziały wprost nawiązywały do tej filozofii. Sokołowski (1968) wyróżnił obniżenie wielkopolskie, w którego obręb wciągnął północną monoklinę przedsudecką (ryc. 1C), a obszar występowania utworów kredowych w rejonie szczecińskim zaliczył do synklinorium szczecińsko-szamotulskiego. Znosko (1962, 1968, 1972, 1998), podobnie jak Pożaryski (1963), włączył rejon Gorzowa do monokliny przedsudeckiej, ale w podłożu Niżu Polskiego wyróżnił platformę paleozoiczną (ryc. 1D), rozumianą jako obszar występowania kaledonidów i waryscydy w podłożu pokrywy permsko-mezozoicznej. Nazwa *blok Gorzowa* została zaproponowana przez Dadleza (1974) i odnosiła się do północno-zachodniej części monokliny przedsudeckiej (ryc. 1E) (Dadlez, 1998; Narkiewicz & Dadlez, 2008).

Budowa geologiczna

W 2008 r. z inicjatywy Komitetu Nauk Geologicznych podjęto akcję uporządkowania tektonicznej regionalizacji Polski (Żelaźniewicz, 2008). W założeniach do dyskusji ustalono, że jedną z przyczyn kłopotów z regionalizacją jest często niewłaściwe rozumienie terminu *jednostka geologiczna*, któremu sens nadaje dopiero wskazanie, do których cech ciał skalnych się on odnosi; wyraźnie podkreślono także konieczność oddzielenia jednostek stratygraficznych od tektonicznych. Zaproponowano, aby jednostką tektoniczną nazywać produkty deformacji skorupy ziemskiej o cechach kartograficznych. Inicjatywa komitetu spotkała się ze dużym odzewem ze strony polskiego środowiska geologicznego. Odnośnie do Niżu Polskiego przedstawione zostały poglądy Narkiewicza i Dadleza (2008), którzy podtrzymywali dotychczasowe zasady podziałów regionalnych (ryc. 1E), oraz propozycja Karnkowskiego (2008), nawiązująca do zaleceń regionalizacji tektonicznej (Żelaźniewicz, 2008). Obszar występowania utworów kredy między Szczecinem a Poznaniem został wyróżniony jako synklinorium szczecińsko-gorzowskie (ryc. 1F). Część gorzowska tego synklinorium nawiązuje przestrzennie do bloku Gorzowa. Istotnym uzupełnieniem omawianych podziałów jest przekrój geologiczny przez omawiany obszar (Karnkowski P., 1980), na którym starano się pokazać współzależność i współwystępowanie różnych elementów strukturalnych i geotektonicznych. Na rycinie 2 widać, że permsko-mezozoiczne elementy tektoniczne nie nawiązują wprost do struktur podłoża paleozoicznego. Pożaryski już w 1963 r. wydzielał część szczecińską i gorzowską w obrębie utworów kredy, głównie na podstawie zróżnicowania miąższościowego (ryc. 3A). Dla Dadleza (1974) podstawą regionalizacji była analiza rozmieszczenia struktur lokalnych w kompleksie cechsztyńsko-mezozoicznym, w którym wyróżnił strefy słupów i grzebieni solnych, strefy poduszek, wałów i spęcznień solnych oraz strefy struktur plakantyklinalnych. Regionalizacja tych stref doprowadziła do rozdzielenia obszaru szczecińsko-gorzowskiego na nieckę szczecińską właściwą i blok Gorzowa (ryc. 3B, 3C,



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez obszar synklinorium szczecińsko-gorzowskiego (wg Karnkowskiego P., 1980), lokalizacja przekroju na ryc. 1F

Fig. 2. Geological cross-section of the Szczecin-Gorzów Synclinorium area (after Karnkowski P., 1980), section location in the Fig. 1F

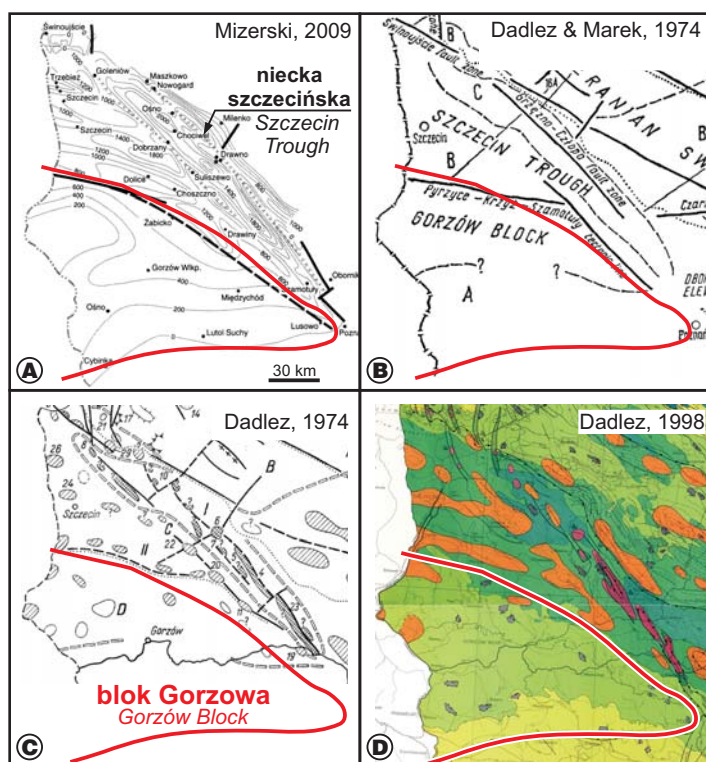
3D). Warto zauważyć, że północna granica bloku Gorzowa została zdefiniowana jako granica między obszarem wałów i spęcznień solnych a strefą struktur plakantyklinalnych (ryc. 3C, 3D). Południowa granica bloku Gorzowa (Dadlez, 1974; Marek & Dadlez, 1974) nie została zdefiniowana i zaznaczona (ryc. 3B, 3C). Granica ta pojawiła się dopiero w publikacji Narkiewicza i Dadleza (2008) i stanowiła intersekcyjny zasięg utworów kredy w niecce szczecińsko-gorzowskiej (Bogusz i in., 1969). Uskok Pyrzyce-Krzyż-Szamotuły, wyprowadzony na podstawie analizy struktur lokalnych w kompleksie cechsztyńsko-mezozoicznym, kontynuuje się w utworach kredowych (Stupnicka, 2008; Mizerski, 2009), gdzie rozdziela obszary występowania utworów kredy o miąższości 400–600 m od tych o miąższości od 600 do ponad 2000 m. Ta granica jest jednak umowna i może równie dobrze przebiegać po izopachycie 800 albo 1000 m (ryc. 1F).

Tworząc regionalizację geologiczną w Polsce, można posłużyć się jeszcze dodatkowym narzędziem analitycznym – mapami geologicznymi ścienia na różnych poziomach, czyli swoistą tomografią geologiczną (Kotański, 1997). Na ryc. 4 przedstawiono lokalizację bloku Gorzowa na tle map ścienia od poziomu podkenozoicznego do głębokości 5000 m p.p.m. Na mapie podkenozoicznej dobrze rysuje się południowa granica bloku. Na większych głębokościach trudno już ją zidentyfikować z jakimś konkretnym elementem strukturalnym, a nawet ogólnym kierunkiem struktur tektonicznych. Zrozumiała staje się ostrożność

Dadleza (1974) w sprawie jednoznacznego wyznaczenia południowej granicy bloku Gorzowa. Północna granica, którą można zlokalizować nawet na podstawie mapy miąższości utworów kredy, na mapach wgłębnych ścienia poziomego przedstawia się jednoznacznie: wyraźnie dostosowuje się do planu strukturalnego niecki szczecińskiej (*sensu stricte*) (por. mapy 2000–4000 m na ryc. 4). Na mapie 5000 m p.p.m. północna granica bloku Gorzowa indywidualizuje nieckę szczecińską – tutaj wypełnianą jedynie utworami permskimi. Na głębokości 5 km w podłożu bloku występują już tylko utwory starsze od permu (podłoże platformy epiwaryscyjskiej). W obrębie bloku Gorzowa zaznaczone jest jednak zróżnicowanie na utwory dolnokarbońskie (sfałdowany flisz) i dolnopaleozoiczne, słabo zmetamorfizowane utwory wału wolsztyńskiego (5000 m p.p.m. na ryc. 4). Zasięg utworów staropaleozoicznych nawiązuje do formy wału wolsztyńskiego, ale jest to fakt słabo udokumentowany wierniczo. Poniżej 5000 m na obszarze bloku Gorzowa można posługiwać się już tylko informacją pochodzącą z głębokich sondowań geofizycznych. Niż Polski przecięty jest kilkunastoma głębokimi profilami geofizycznymi, pochodzącymi z różnych lat (1970–2006). Dwa z nich (LT-7 i P2) przecinają blok Gorzowa w kierunku SW-NE. W ostatnich latach zostały one poddane reinterpretacji i analizie związków pomiędzy skorupą krystaliczną, skonsolidowaną i osadową w basenie polskim (Dadlez, 2006). Przez skorupę krystaliczną rozumie się tutaj wysoce zdeformowane skały metamorficzne i

magmowe – charakterystyczne dla platform prekambrzyjskich; skorupa skonsolidowana odpowiada kompleksowi platform paleozoicznych, czyli silnie zdeformowanych, ale słabo zmetamorfizowanych skał osadowych. Oba poprzednie typy skorupy są niezgodnie przykryte przez skały osadowe – skorupę osadową (*op.cit.*). Na przekroju P2 (ryc. 5A), na obszarze bloku Gorzowa, w obrębie skorupy skonsolidowanej zaznacza się podniesienie, które Dadlez nazwał wałem Lubuszy (*op.cit.*). Na sąsiednim, równoległym profilu (LT-7), położonym bardziej w kierunku północno-zachodnim, wyniesienie to już się nie zaznacza. Potwierdzeniem podnoszenia się krystalicznych lub skonsolidowanych kompleksów w podłożu bloku Gorzowa może być ukształtowanie stropu powierzchni Moho (Guterch & Grad, 2006) (ryc. 5B). Wprawdzie centrum tego podniesienia jest zaznaczone również poza blokiem Gorzowa, ale trzeba pamiętać, że mała gęstość głębokich sondowań geofizycznych nie pozwala niekiedy na precyzyjne wyznaczenie stref anomalnych. Faktem jest, że w podłożu bloku Gorzowa zaznacza się podnoszenie się powierzchni stropu skorupy skonsolidowanej i stropu powierzchni Moho.

Dodatkowych argumentów za istnieniem tej anomalii dostarcza analiza historii termicznej omawianego obszaru. Autor wykonał modelowania geologiczne (Karnkowski, 1999), które wykazały istnienie w pierwszej fazie rozwoju basenu polskiego strefy o wyraźnie podwyższonym strumieniu cieplnym (ryc. 5C). Strefa ta bardzo dobrze koreluje się z anomalią strukturalną powierzchni Moho w rejonie między Wrocławiem a Poznaniem. Również wyniesienie powierzchni Moho w rejonie bloku Gorzowa nawiązuje do anomalii paleogeotermicznej (ryc. 5B i 5C). Współczesny rozkład pola cieplnego na Niziu Polskim



Ryc. 3. Lokalizacja obszaru bloku Gorzowa na tle map geologicznych; **A** – mapa miąższości utworów kredy (wg Cieślińskiego & Jaskowiak, 1973, z uzupełnieniami Stupnickiej, 2008); **B** – mapa tektoniczna; **C** – mapa rozmieszczenia elementów strukturalnych w kompleksie cechsztyńsko-mezozoicznym; **D** – mapa struktur solnych Niziu Polskiego

Fig. 3. Location of the Gorzów Block area on the background of geological maps; **A** – isopach map of the Upper Cretaceous (after Cieśliński & Jaskowiak, 1973, supplemented by Stupnicka, 2008); **B** – tectonic map; **C** – map of structural elements distribution in the Zechstein-Mesozoic complex; **D** – map of salt structures of the Polish Lowlands

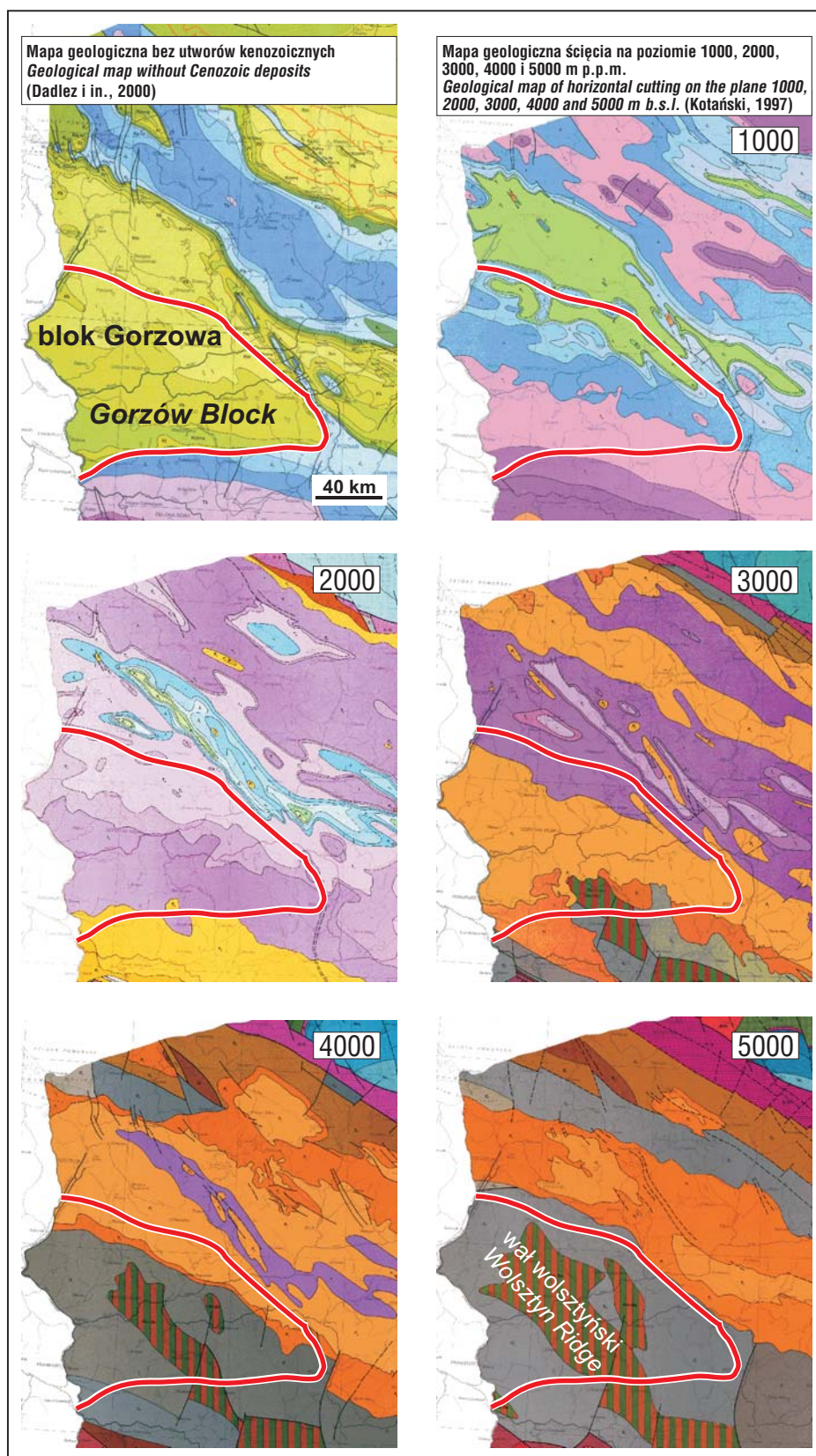
(Szewczyk & Gientka, 2009) nawiązuje do rozkładu parametrów geotermalnych w permie i starszym mezozoiku.

Geneza bloku Gorzowa

Z przedstawionych powyżej przykładów wynika, że założenia geotektoniczne bloku Gorzowa są głębsze i starsze niż sugerował to Dadlez (1974). Jego sugestie rozróżnienia obszarów o różnej charakterystyce sedymentacyjno-tektonicznej ograniczały się do kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego. Rozpoznanie wiertnicze dostarczyło jednak danych dotyczących utworów czerwonego spągowca i pozwoliło na pełniejszą analizę wypełnienia osadowego basenu polskiego. Oprócz studiów poświęconych paleogeografii i paleotektonice podjęto próby odtworzenia historii termicznej i historii pograżania w basenie polskim (Karnkowski, 1999). Aby rozważyć pochodzenie bloku Gorzowa, potrzebna jest dyskusja poświęcona współzależnościom między różnymi elementami geotektonicznymi, procesami geologicznymi, występującymi na danym obszarze i efektami tych procesów, najczęściej w postaci zróżnicowanych, zachowanych kompleksów sedymentacyjnych.

Basen polski został założony na podłożu platformy paleozoicznej, głównie w warstwach (op.cit.). Zarówno jego rozwój sedymentacyjny, jak i elementy historii termicznej, historii subsydencji i konfiguracji powierzchni Moho wskazują na asymetryczny, ryftowy charakter. W obrębie basenu polskiego wydzieliła się strefę proksymalną – charakteryzującą się dużą subsydencją i stabilnym polem cieplnym w trakcie całego okresu rozwoju. W literaturze strefę tę określa się mianem bruzdy śródpolskiej. Na południowy zachód od niej rozciąga się obszar dystalny basenu polskiego, gdzie strumień ciepły w pierwszej fazie rozwoju basenu był wyższy niż obecnie (op.cit.). Szczególnie zanaczyła się strefa podwyższonego strumienia ciepłego (ryc. 5C), która może być utożsamiana z głównym obszarem ryftowania w basenie polskim.

Paleotektonicznym wyrazem tego procesu jest wał wolsztyński, który w części centralnej rozcięty jest strefą dyslokacyjną Poznań-Oleśnica o przebiegu północ-południe (Karnkowski, 1980). Blok Gorzowa obejmuje jego północno-zachodnią część. Przebieg wału wolsztyńskiego ma kieru-



Ryc. 4. Lokalizacja obszaru bloku Gorzowa na mapach wgłębnych (Dadlez i in., 2000; Kotański, 1997)
 Fig. 4. Location of the Gorzów Block on the background of subsurface geological maps (Dadlez et al., 2000; Kotański, 1997)

nek NW-SE, a anomalia paleogeotermalna (Karnkowski, 1999) w zasadzie pokrywa się z jego zasięgiem. Pewne rozbieżności występują właśnie w obszarze bloku Gorzowa, gdzie anomalia paleogeotermalna przesunięta jest bar-

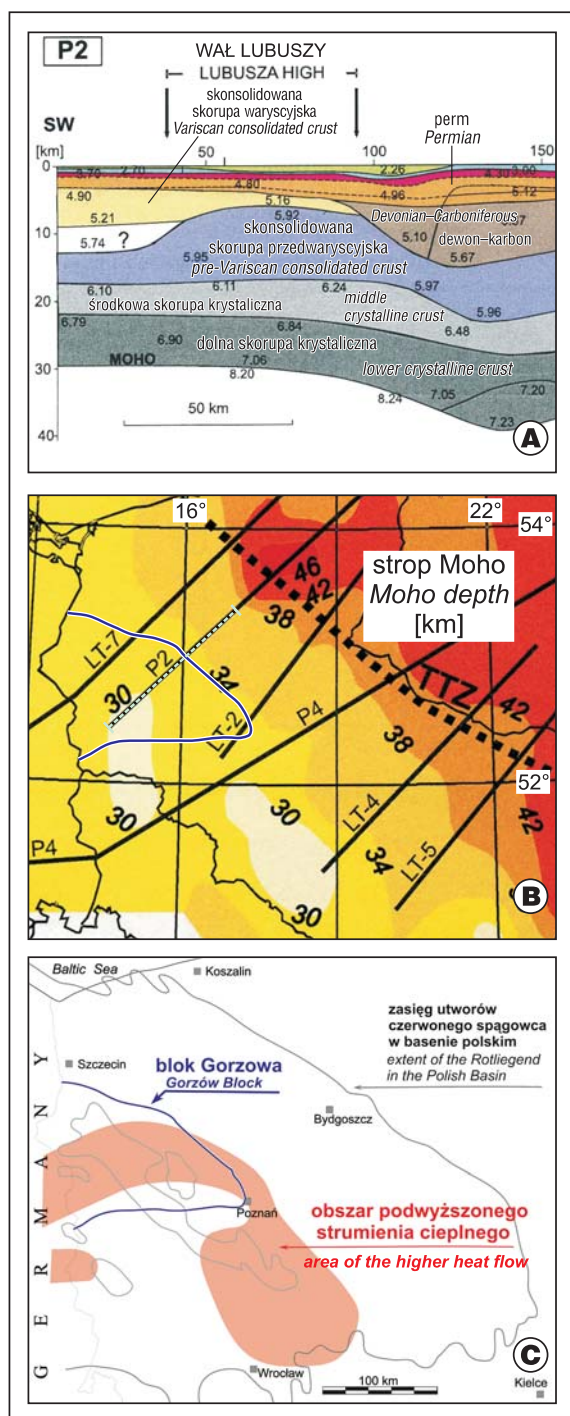
dziej w kierunku depocentrum basenu polskiego niż wał wolsztyński. Wyraźnie widać krzyżowanie się trzech kierunków tektonicznych północ-południe i wschód-zachód oraz NW-SE. Południowa granica bloku Gorzowa ma kierunek wschód-zachód, od wschodu ograniczona jest strefą dyslokacyjną Poznań-Oleśnica o kierunku północ-południe, a północna granica ma kierunek NW-SE. W kierunku zachodnim blok Gorzowa kontynuuje się, chociaż na linii Odry znajduje się rozdzielenie basenu polskiego od basenu niemieckiego. Genetycznie blok Gorzowa powiązany jest ze strefą ryftową basenu polskiego.

Ewolucja bloku Gorzowa

Rozwój basenu polskiego rozpoczyna się na przełomie karbonu i permu. Osadowe skały podwulkaniczne czerwonego spągowca udokumentowane są w wielu miejscach i powiązane w jedną jednostkę litostratygraficzną – formację Dolska (Fm). Są to w większości skały ilasto-mułowcowe barwy ciemnowisniewej, czasami ku spągowi przechodzące w barwy szare i czarne. Podrzędnie występują zlepieńce złożone z okruchów osadowego podłoża. W kilku otworach na bloku Gorzowa potwierdzono tę prawidłowość. Głównymi skałami czerwonego spągowca są tutaj jednak wulkanity, których zachowana miąższość przekracza miejscami 1000 m. Prawie cały obszar bloku Gorzowa pokryty jest pokrywami lawowymi i piroklastycznymi (ryc. 6), wyróżnianymi jako formacja wulkanitów z Wyrzeki (Fm) (Karnkowski, 1987, 1994). Warto przypomnieć, że pojęcie *wał wolsztyński* ma znaczenie paleotektoniczne i oznacza obszar pozbawiony ponadwulkanicznej sekwencji osadowej czerwonego spągowca. Na obszarze bloku Gorzowa wał wolsztyński zbudowany jest głównie z wulkanitów, a jego wschodnia część to przede wszystkim młodopaleozoiczne, silnie zdeformowane utwory waryscyjskie, a miejscami nawet osady górnokarbońskie (Karnkowski & Rdzanek, 1982). Zróżnicowanie miąższościowe i regionalne wulkanitów czerwonego spągowca w nawiązaniu do obszarów sąsiednich zostało przedstawione na rycinie 6. Wulkanity w basenie polskim mają mniejszy zasięg i miąższość niż w basenie niemieckim, a te występujące w obrębie bloku Gorzowa wykazują kontynuację w kierunku zachodnim, aż po rejon Berlina.

Na mapie miąższości wulkanitów czerwonego spągowca zaznaczono również zasięg waryscydy (ryc. 6). Na obszarze bloku Gorzowa widać kontynuację strukturalną wulkanitów w kierunku basenu niemieckiego, a w rejonie szczecińskim następuje rozdzielenie obszarów wulkanicznych na linii Odry. W zachodniej części basenu niemieckiego depocentra wulkanitów nawiązują do frontu deformacji waryscyjskich, a w basenie polskim te dwa elementy się nie korelują.

Osadowa, ponadwulkaniczna seria klastyków czerwonego spągowca w basenie polskim wydzielana jest w randze podgrupy wielkopolskiej (Karnkowski, 1987, 1994), w obrębie której wyróżnia się trzy podstawowe, formalne jednostki litostratygraficzne: formację zlepieńców z Książa Wielkopolskiego (Fm), formację piaskowców z Siekierka (Fm) i formację iłowców z Piły (Fm). Na obszarze bloku Gorzowa, gdzie generalnie brak jest podgrupy wielkopolskiej, występują głównie zlepieńce okalające wał wolsztyński. Również bardzo charakterystyczny jest rozkład miąższości górnego czerwonego spągowca: prawie nigdzie miąższość nie przekracza 200 m (ryc. 7). Blok Gorzowa



Ryc. 5. Paleotermiczne i skorupowe elementy w obszarze bloku Gorzowa; **A** – geologiczna interpretacja głębokiego przekroju P2 (wg Dadleza, 2006); **B** – strop powierzchni Moho (wg Gutercha & Grada, 2006); **C** – obszar podwyższonego strumienia ciepłego w permie i starszym mezozoiku (wg Karnkowskiego, 1999)

Fig. 5. Paleogeothermal and crustal elements in the Gorzów Block area; **A** – geological interpretation of the deep cross-section P2 (after Dadlez, 2006); **B** – Moho depth (after Guterch & Grad, 2006); **C** – area of the higher heat flow during the Permian and the older Mesozoic time (after Karnkowski, 1999)

na tle rozkładu miąższości podgrupy wielkopolskiej w basenie polskim wyróżnia się dwoma elementami: obecnością wału wolsztyńskiego, zbudowanego głównie z wulkanitów dolnego czerwonego spągowca oraz małą miąższością osadów ponadwulkanicznych, złożonych w większości z klastów pochodzących z niszczenia pokryw lawowych. Dobrze również zaznacza się położenie bloku Gorzowa względem depocentrum basenu polskiego (bruzdy śródpolskiej), wypełnionego już we wczesnym permie ponadtysiącmetrowym kompleksem klastycznych skał osadowych.

Rozpatrując rozkład miąższości w cechszynie, można dostrzec nawiązanie do planu wczesnopermskiego. Miąższość cechszynu, w którego podłożu jest wał wolsztyński, nie przekracza 600–800 m (Wagner, 1998). W kierunku depocentrum basenu polskiego miąższości ewaporatów permu górnego osiągają ponad 1400 m (ryc. 8). Wpływ wału wolsztyńskiego, jako elementu paleotektonicznego, na zróżnicowanie miąższościowe cechszynu jest tutaj ewidentny. Aktywność ta daje się śledzić aż po jurę, chociaż skala i zasięg tego zjawiska – w porównaniu do okresu permskiego – w starszym mezozoiku znacząco zmalała (Karnkowski, 1980). Z końcem jury dystalna część basenu polskiego została wyniesiona i częściowo zerodowana, aż niekiedy po utwory triasu środkowego. Na obszarze bloku Gorzowa erozja sięgnęła utworów jury dolnej. Późnokredowy etap rozwoju sedymentacji na Niżu Polskim nawiązywał rozkładem miąższości do wcześniejszych etapów mezozoicznych. Miąższość utworów kredy górnej na bloku Gorzowa nie przekraczała 600–800 m, podczas gdy w głębszych częściach basenu osiągnęła ok. 2000 m (ryc. 3A).

Aktywność wału wolsztyńskiego na obszarze bloku Gorzowa w permie jest bardzo wyraźna. Sumaryczne miąższości odzwierciedlają paleotektoniczną odrębność tej strefy, ale śledząc zmiany facjalne, dostrzega się również wpływ tektoniki synsedymenacyjnej wału wolsztyńskiego. Dobrym przykładem jest tutaj rozwój utworów cechsztyńskiego dolomitu głównego (Ca2). Platforma węglanowa powstała na wynoszonym wale wolsztyńskim, choć jej zasięg nie pokrywa się idealnie z zasięgiem serii osadowej górnego czerwonego spągowca (ryc. 9A).

Utwory dolomitu głównego (Ca2) mają podstawowe znaczenie w poszukiwaniach złóż węglowodorów na obszarze bloku Gorzowa (Karnkowski P., 1993, 1999). Rozwój platformy węglanowej przyczynił się do utworzenia specyficznego układu naftowego, gdzie skały węglanowe były jednocześnie skałami macierzystymi i zbiornikowymi, uszczelnionymi od góry ewaporatami cechsztyńskimi. Nim jednak doszło do ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów, skały macierzyste poddane zostały procesom termicznym, które przyczyniły się do przemiany materii organicznej I i II typu w kerogen, a następnie w ropę naftową (Kotarba i in., 2000; Kotarba & Wagner, 2007). Analiza historii termicznej i historii subsydencji na bloku Gorzowa (Karnkowski, 1999, 2000) pozwoliła określić strefy węglowodorowe (ryc. 9B). Maksymalne pograżenie utworów cechsztyńskich na bloku Gorzowa osiągnęło ok. 3000 m. Gdyby występowały tam obecne temperatury wgłębne, to proces generacji węglowodorów prawdopodobnie by się jeszcze nie rozpoczął. Zwiększony strumień ciepły w permie i starszym mezozoiku przyczynił się do wczesnego i szybkiego dojrzenia materii organicznej: już w późniejszej jurze istniały znane nam złoża ropy naftowej (Karnkowski, 2007a, b). Wyniesienie i erozja na bloku

Gorzowa w czasie wczesnej kredy nie przyczyniły się do postępów w procesie generowania ropy naftowej, a pograżenie w późnej kredzie pozwoliło na powrót do warunków geotermalnych z końca jury. Znikoma przebudowa laramijska bloku Gorzowa również sprzyjała zachowaniu się złóż ropy naftowej w utworach dolomitu głównego (Ca2).

Dyskusja

W świetle przedstawionych powyżej faktów, poruszone we wstępie zagadnienie przynależności bloku Gorzowa do niecki szczecińskiej czy monokliny przedsudeckiej można rozstrzygnąć rozmaicie. Z punktu widzenia regionalizacji tektonicznej blok Gorzowa należy niewątpliwie do synklinorium szczecińsko-gorzowskiego (Karnkowski, 2008). Samo wyróżnienie przez Dadleza (1974) tego obszaru na podstawie charakterystyki strukturalno-tektonicznej utworów cechsztyńsko-mezozoicznych dziś musi już być poszerzone o utwory podcechsztyńskie (czerwony spągowiec) i o elementy paleotektoniczne (wał wolsztyński). Wtedy nie były one jeszcze znane geologom. Dzisiaj w obręb bloku Gorzowa należy włączyć zachodnią część wału wolsztyńskiego. Niewątpliwie Niż Polski wymaga piętrowego podziału na tektoniczne jednostki regionalne (laramijską i waryscyjską). Z drugiej strony jednostki te w różnym stopniu są odbiciem wgłębnych elementów geotektonicznych, które kształtowały rozwój facjalny i miąższościowy basenu polskiego. Wiedzę tę posiadamy dziś dzięki analizie basenów sedymentacyjnych – interdyscyplinarnej domenie badawczej z zakresu nauk o Ziemi. Dostarcza ona cennych informacji do rozważań o regionalnych podziałach geologicznych oraz genezie i rozwoju danego basenu sedymentacyjnego lub jego części (np. bloku Gorzowa). Z przedstawionych powyżej przykładów jasno wynika, że od początku tworzenia podziałów geologicznych Niżu Polskiego starano się pogodzić aspekt czysto tektoniczny (strukturalny) i basenowy. Autor uważa, że można tego dokonać, rozdzielając różne metodycznie podziały. W trakcie analizy należy dążyć do wskazania elementów wspólnych bądź dziedziczonych. Obecne osiągnięcia technologiczne w geologii (komputeryzacja, GIS) pozwalają na stworzenie bazy danych dla poszczególnych jednostek geologicznych, dzięki którym łatwo jest wizualizować różne zestawy strukturalne, facjalne, miąższościowe, geofizyczne, itd. Zbiory tych danych są podstawą do poszukiwania związków i relacji pomiędzy analizowanymi obiektami. I wreszcie dochodzi jeszcze aspekt dydaktyczny. Z praktyki na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego wiemy, jak bardzo poprawiło się nauczanie geologii regionalnej po pojawieniu się *Map geologicznych ścięcia poziomego* pod redakcją Kotańskiego (1997). Następnym krokiem jest analizowanie związków pomiędzy elementami strukturalnymi a paleotektonicznymi czy paleogeograficznymi. Dzięki metodom komputerowym wydaje się to być w zasięgu ręki.

Wnioski

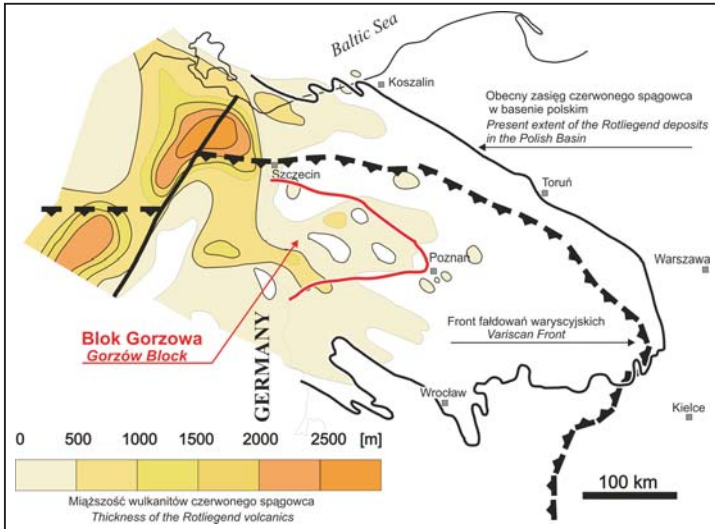
Od początku badań wgłębnych Niżu Polskiego używano podziałów na jednostki geologiczne i regionalne jednostki tektoniczne.

Ze strukturalno-tektonicznego punktu widzenia powinno się wyróżniać synklinorium szczecińsko-gorzowskie,

ze wskazaniem granicy rozdzielającej część szczecińską od gorzowskiej.

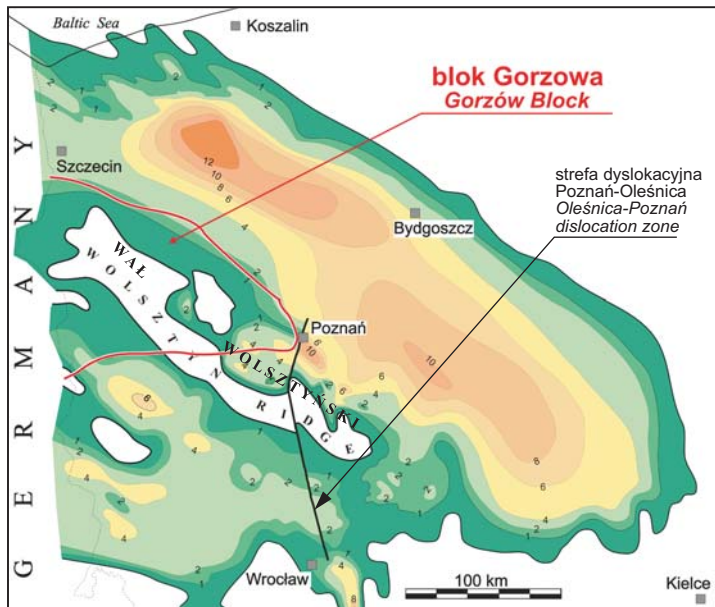
Blok Gorzowa, jako jednostka geologiczna, wyróżniany jest na podstawie zasięgu i zróżnicowania miąższościowego utworów kredy górnej i rozmieszczenia struktur lokalnych (głównie halokinetycznych i halotektonicznych) w kompleksie cechsztyńsko-mezozoicznym.

Analiza podłoża krystalicznego i skonsolidowanego w rejonie bloku Gorzowa wskazuje na istnienie podniesienia stropu podłoża skonsolidowanego i powierzchni Moho, które dobrze korelują się z permsko-staropaleozoiczną anomalią geotermalną.



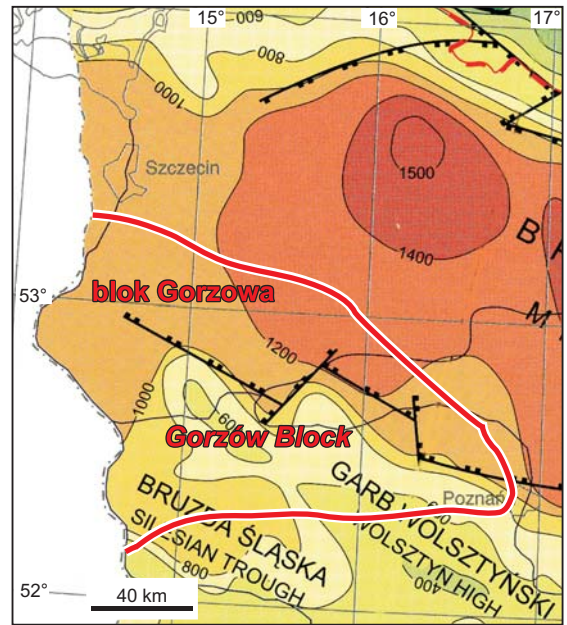
Ryc. 6. Położenie bloku Gorzowa na tle mapy miąższości wulkanitów czerwonego spągowca w basenie polskim i wschodniej części basenu niemieckiego (wg Karnkowskiego, 1999)

Fig. 6. Location of the Gorzów Block on the background of isopach map of Rotliegend volcanites in the Polish Basin and the eastern part of German Basin (after Karnkowski, 1999)



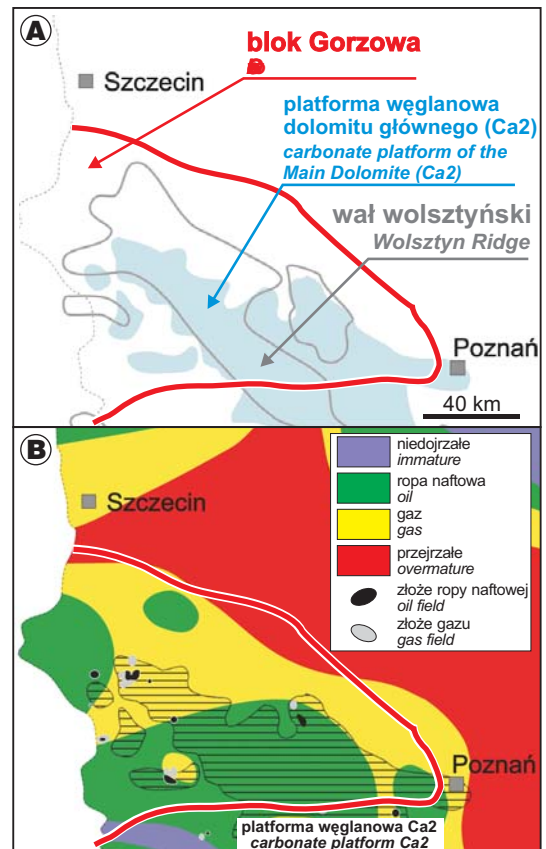
Ryc. 7. Położenie bloku Gorzowa na tle mapy miąższości podgrupy wielkopolskiej (górny czerwony spągowiec, wartości w hektometrach) (wg Karnkowskiego, 1999)

Fig. 7. Location of the Gorzów Block on the background of isopach map of the Wielkopolska Subgroup (Upper Rotliegend, in hectometers) (after Karnkowski, 1999)



Ryc. 8. Położenie bloku Gorzowa na tle mapy miąższości cechsztyny (wg Wagnera, 1998)

Fig. 8. Location of the Gorzów Block on the background of isopach map of the Zechstein (after Wagner, 1998)



Ryc. 9. Elementy systemu naftowego w obszarze bloku Gorzowa; A – położenie cechsztyńskiej platformy węglanowej dolomitu głównego (Ca₂) w stosunku do wału wolsztyńskiego; B – strefy dojrzałości materii organicznej w dolomicie głównym (Ca₂) (wg Karnkowskiego, 2000)

Fig. 9. Elements of the petroleum play in the Gorzów Block area; A – location of the carbonate platform of the Zechstein Main Dolomite (Ca₂) in relation to the Wolsztyn Ridge; B – hydrocarbon zones in the Main Dolomite (Ca₂) (after Karnkowski, 2000)

Blok Gorzowa obejmuje również północno-zachodnią część wału wolsztyńskiego, którego aktywność paleotektoniczna zaznaczyła się w okresie permsko-mezozoicznym. W czerwonym spągowcu był to obszar intensywnych procesów wulkanicznych, których produktem są zachowane pokrywy lawowe. W późnym czerwonym spągowcu były one erodowane i stanowiły obszary źródłowe dla klastyków akumulowanych wokół wału wolsztyńskiego. Innym przykładem tej aktywności było utworzenie się na tym wyniesieniu cechsztyńskiej platformy węglanowej dolomitu głównego (Ca₂).

Blok Gorzowa położony jest w dystalnej części asymetrycznego, ryftowego basenu polskiego.

Rozwój analizy basenów sedymentacyjnych wskazuje na potrzebę stosowania różnych podziałów geologicznych, adekwatnych do rozpatrywanego zagadnienia. Nowoczesne metody badawcze (komputeryzacja, GIS) pozwalają na stworzenie bazy danych dla poszczególnych jednostek geologicznych w celu ustalenia ich genezy i ewolucji, aż po współczesną budowę geologiczną.

Literatura

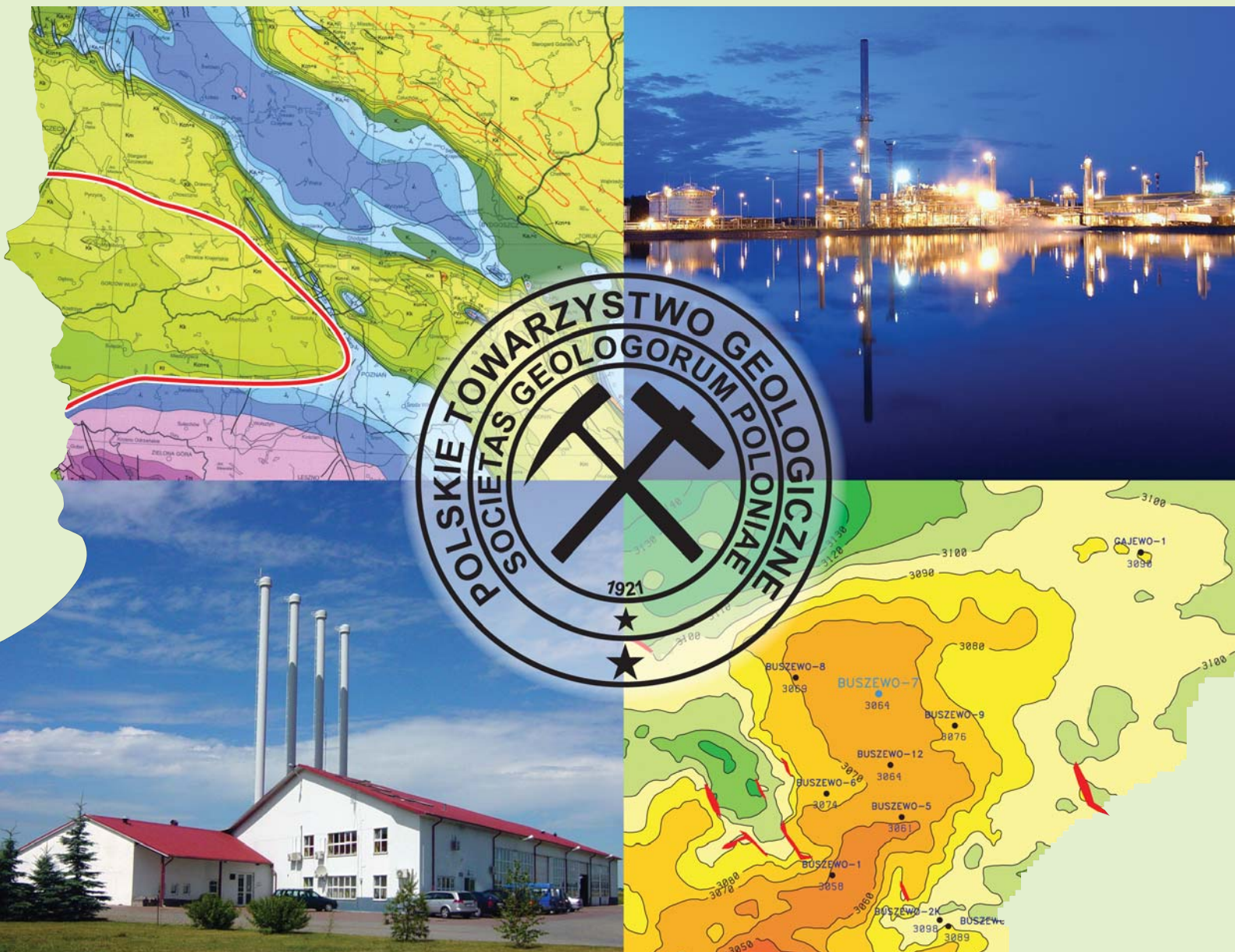
- Atlas** geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 1 : 3 000 000. 1962. Inst. Geol., Warszawa.
- BOGUSZ W., NOWICKI M. & SOKOŁOWSKI J. 1969 – Mapa strukturalna spągu kredy w Polsce. Wyd. Geol.
- CIEŚLIŃSKI S. & JASKOWIAK M. 1973 – Kreda. Niecka szczecińska i monoklina przedsudecka. [W:] Budowa geologiczna Polski. T. 1 – Stratygrafia, cz. 2 – Mezozoik. Wyd. Geol., Warszawa.
- DADLEZ R. 1974 – Types of local tectonic structures in the Zechstein-Mesozoic complex of northwestern Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 274: 149–177.
- DADLEZ R. 2000 – Pomeranian Caledonides (NW Poland), fifty years of controversies: a review and a new concept. *Geol. Quart.*, 44: 221–236.
- DADLEZ R. 2006 – The Polish Basin – relationship between the crystalline, consolidated and sedimentary crust. *Geol. Quart.*, 50: 43–58.
- DADLEZ R. (red.) 1998 – Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim. 1 : 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DADLEZ R. & MAREK S. 1974 – General outline of the tectonics of the Zechstein-Mesozoic complex in central and northwestern Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 274: 111–148.
- DADLEZ R., MAREK S. & POKORSKI J. (red.) 2000 – Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. 1 : 1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dyskusja** nad naukowymi założeniami perspektywicznego planu geologii polskiej. *Arch. Inst. Geol.*, Warszawa (wydawnictwo na prawach rękopisu).
- GUTERCH A. & GRAD M. 2006 – Lithospheric structure of the TESZ in Poland based on modern seismic experiments. *Geol. Quart.*, 50: 23–32.
- KARNKOWSKI P. 1980 – Wgłębne przekroje geologiczne przez Niż Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- KARNKOWSKI P. 1993 – Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. T. 1 – Niż Polski. Towarzystwo Geosynoptyków „Geos”, Kraków.
- KARNKOWSKI P. 1999 – Oil and gas deposits in Poland. *GEOS*, Kraków.
- KARNKOWSKI P.H. 1980 – Outline of tectogenesis of the platform cover in the Wielkopolska area (W Poland). *Acta Geol. Pol.*, 30: 485–505.
- KARNKOWSKI P.H. 1987 – Litostratygrafia czerwonego spągowca w Wielkopolsce. *Geol. Quart.*, 31: 643–672.
- KARNKOWSKI P.H. 1994 – Rotliegend lithostratigraphy in the central part of the Polish Permian Basin. *Geol. Quart.*, 38: 27–42.
- KARNKOWSKI P.H. 1999 – Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. *Pol. Geol. Inst. Special Papers*, 3: 1–93.
- KARNKOWSKI P.H. 2000 – Ewolucja termiczna a modelowanie procesów generacji i ekspulsji węglowodorów na obszarze Pomorza Zachodniego. *Nafta-Gaz*, 56: 271–287.
- KARNKOWSKI P.H. 2007a – Permian Basin as a main exploration target in Poland. *Prz. Geol.*, 55: 1003–1015.
- KARNKOWSKI P.H. 2007b – Petroleum Provinces in Poland. *Prz. Geol.*, 55: 1061–1067.
- KARNKOWSKI P.H. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Niż Polski. *Prz. Geol.*, 56: 895–903.
- KARNKOWSKI P.H. & RDZANEK K. 1982 – Uwagi o podłożu permu w Wielkopolsce. *Geol. Quart.*, 26: 327–340.
- KOTAŃSKI Z. (red.) 1997 – Atlas geologiczny Polski. Mapy geologiczne ścięcia poziomego. 1 : 750 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTARBA M.J., WIĘCŁAW D. & KOWALSKI A. 2000 – Skład, geneza i środowisko generowania ropy naftowej w utworach dolomitu głównego zachodniej części obszaru przedsudeckiego. *Prz. Geol.*, 48: 435–442.
- KOTARBA M.J. & WAGNER R. 2007 – Generation potential of the Zechstein Main Dolomite (Ca₂) carbonates in the Gorzów Wielkopolski-Międzychód-Lubiatów area: geological and geochemical approach to microbial-algal source rock. *Prz. Geol.*, 55: 1025–1036.
- KRAWCZYK C.M., GABRIEL G., VOGEL D., SCHEIBE R., LINDNER H., PUCHER R. & WONIK T. 2010 – Anomalies of the Earth's total magnetic field in Germany – a new homogenous, high-resolution compilation. 72nd EAGE Conference & Exhibition, Barcelona, 14–17.06.2010.
- KRÓLIKOWSKI C. & PETECKI Z. 1995 – Gravimetric atlas of Poland. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P., KRYZA R. & OBERC-DZIEDZIC T. 2006 – The Variscan Orogen in Poland. *Geol. Quart.*, 50: 89–118.
- McCANN T. 2008 – Introduction and overview. [In:] McCann T. (ed.) *The Geology of Central Europe. Vol. 1 – Precambrian and Palaeozoic*. Geological Society, London: 1–20.
- MIZERSKI W. 2009 – Geologia Polski. Wyd. Nauk. PWN.
- NARKIEWICZ M. & DADLEZ R. 2008 – Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermim. *Prz. Geol.*, 56: 391–397.
- NESKA A., SCHÄFER A., HOUPPT L., BRASSE H. & EMTESZ Working Group 2008 – From Precambrian to Variscan basement: Magnetotellurics in the region of NW Poland, NE Germany and South Sweden across the Baltic Sea. 21st Kolloquium „Elektromagnetische Tiefenforschung”, Děčín, Czech Republic.
- OLEWICZ Z.R. 1959 – Baseny sedymentacyjne i strukturalne ziem Polski. *Prace Inst. Naft.*, 63: 1–44.
- PHARAOH T.C. 1999 – Palaeozoic terranes and their lithospheric boundaries within the Trans-European Suture Zone (TESZ): a review. *Tectonophysics*, 314: 17–41.
- POŻARYSKI W. 1956 – Podział strukturalno-geologiczny Polski jako podstawa badań. *Prz. Geol.*, 4: 237–241.
- POŻARYSKI W. 1963 – Jednostki geologiczne Polski. *Prz. Geol.*, 11: 4–10.
- POŻARYSKI W. 1964 – Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. *Geol. Quart.*, 8: 1–41.
- POŻARYSKI W. 1969 – Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. *Prz. Geol.*, 17: 57–65.
- POŻARYSKI W. 1974 – Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. [W:] Pożaryski W. (red.) *Budowa geologiczna Polski. T. 4 – Tektonika*, cz. 1 – Niż Polski: 24–34.
- SOKOŁOWSKI J. 1968 – Charakterystyka strukturalna i geologiczna jednostek regionalnych Polski pod kątem poszukiwania bituminów. [W:] Biernat J. i in. (red.) *Surowce mineralne. T. 1*. Wyd. Geol., Warszawa.
- STUPNICKA E. 2008 – Geologia regionalna Polski. Wyd. Uniw. Warsz., Warszawa.
- SZEWCZYK J. & GIENKA D. 2009 – Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. *Geol. Quart.*, 53: 125–140.
- WAGNER R. 1998 – Mapa miąższości cechsztynu. [W:] Dadlez R., Marek S. & Pokorski J. (red.) *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce*.
- ZIEGLER P.A. 1990 – Geological Atlas of Western and Central Europe. Shell Internationale Petroleum Maatschappij BV.
- ZNOSKO J. 1962 – Obecny stan znajomości budowy geologicznej głębokiego podłoża pozakarpacciej Polski. *Geol. Quart.*, 6: 485–511.
- ZNOSKO J. (red.) 1968 – Atlas Geologiczny Polski. 1 : 2 000 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- ZNOSKO J. 1972 – Jednostki tektoniczne Polski na tle tektoniki Europy. *Biul. Inst. Geol.*, 252: 69–82.
- ZNOSKO J. (red.) 1998 – Atlas tektoniczny Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻELAŻNIEWICZ A. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – stan obecny i próba uporządkowania. *Prz. Geol.*, 56: 887–894.

Praca wpłynęła do redakcji 7.06.2010 r.
Po recenzji akceptowano do druku 12.07.2010 r.



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

przegląd **GEOLOGICZNY**



Jubileuszowy LXXX Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego
Budowa geologiczna, geologia naftowa, wody geotermalne i ochrona środowiska
bloku Gorzowa – Pojezierza Myśliborskiego
Szczecin, 11–14.09.2010



TOM 58 • NR 8 (SIERPIEŃ) • 2010

Cena 12,00 zł
(w tym 0% VAT)

Indeks 370908
ISSN-0033-2151

Zdjęcie na okładce: lewe górne – zasięg bloku Gorzowa na tle mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoicznych – zob. artykuł P.H. Karnkowskiego (str. 680); **lewe dolne** – Geotermia Pyrzyce, fot. B. Noga; **prawe górne** – kopalnia ropy naftowej i gazu Dębno na złożu Barnówko-Mostno-Buszewo (BMB), fot. archiwum PGNiG; **prawe dolne** – fragment mapy stropu dolomitu głównego (Ca₂) w rejonie złoża BMB – archiwum PGNiG; autor grafiki – R. Kudrewicz

Cover photo: upper left – extent of the Gorzów Block at the background of geological map of Poland of Cenozoic subcrops – see article by P.H. Karnkowski (p. 680); **lower left** – Pyrzyce Geothermal Plant, photo by B. Noga; **upper right** – oil and gas production at Dębno, the Barnówko-Mostno-Buszewo (BMB) oil and gas field, photo from Archives of POGC; **lower right** – a fragment of map of top surface of Main Dolomite (Ca₂) in the area of BMB oil and gas field – Archives of POGC, graphics by R. Kudrewicz