

ANDRZEJ MARKIEWICZ \*

## MORFOTEKTONIKA REJONU ZIELONEJ GÓRY

### *Streszczenie*

*W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę soli cechsztyńskich występujących w głębszym podłożu rejonu Zielonej Góry z sugestią, iż zmiany miąższości soli są związane z działalnością lądolodów. Autor zauważa charakterystyczny związek miąższości pokładów soli ze współczesną morfologią terenu.*

Słowa kluczowe: glacitektonika, morfotektonika, Zielona Góra

### **Wstęp**

W początkowym okresie badań geologicznych przeważały poglądy, które zaburzenia utworów kenozoicznych Wału Śląskiego wiązały głównie z przejawami ruchów górotwórczych [m.in. Frech, 1901, 1915; Tietze, 1915; Solger, 1928; Czajka, 1931; Berg, 1935]. Większość badaczy uważa jednak, że deformacje utworów kenozoicznych w Polsce zachodniej i południowo-zachodniej powstały w wyniku procesów związanych z glacitektoniczną działalnością lądolodów skandynawskich [m.in. Fries, 1933; Berger, 1937; Schwarzbach, 1942; Ciuk, 1974; Dyjor, 1975; Brodzikowski, 1987].

Wyniki geologicznych prac poszukiwawczo - dokumentacyjnych przemysłu naftowego i miedziowego w południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej uzyskane w końcowych latach XX wieku, stały się podstawą hipotezy Markiewicza [Markiewicz, 1995, 2003, 2006a, b, 2007b, c; Markiewicz&Winnicki, 1997, 2005, 2006, 2007a, b, c; Markiewicz&Kraiński, 2002] o istotnym wpływie reaktywacji wgłębnych struktur halokinetycznych na strefowe wyciskanie i glacitektoniczne deformowanie stropowych partii utworów kenozoicznych w trakcie zlodowaceń plejstoceńskich w SW Polsce. Dodatkowo, uaktywnienie tej naskórkowej struktury niżej warunkowało drenaż subglacjalny [Markiewicz, 1999] a współcześnie ma wpływ na obecny układ drenażu rzecznoego Środkowego Nadodrza [Markiewicz & Piotrowski, 1999;

---

\* KGHM CUPRUM Centrum Badawczo-Rozwojowe sp. o.o., 53-659 Wrocław, ul. Gen. Wł. Sikorskiego 2-8, tel. 071 781 22 28

Markiewicz, 2004a, b] oraz na lokalne wynoszenie Wału Śląskiego [Markiewicz & Kraiński, 2007].

### **Budowa geologiczna**

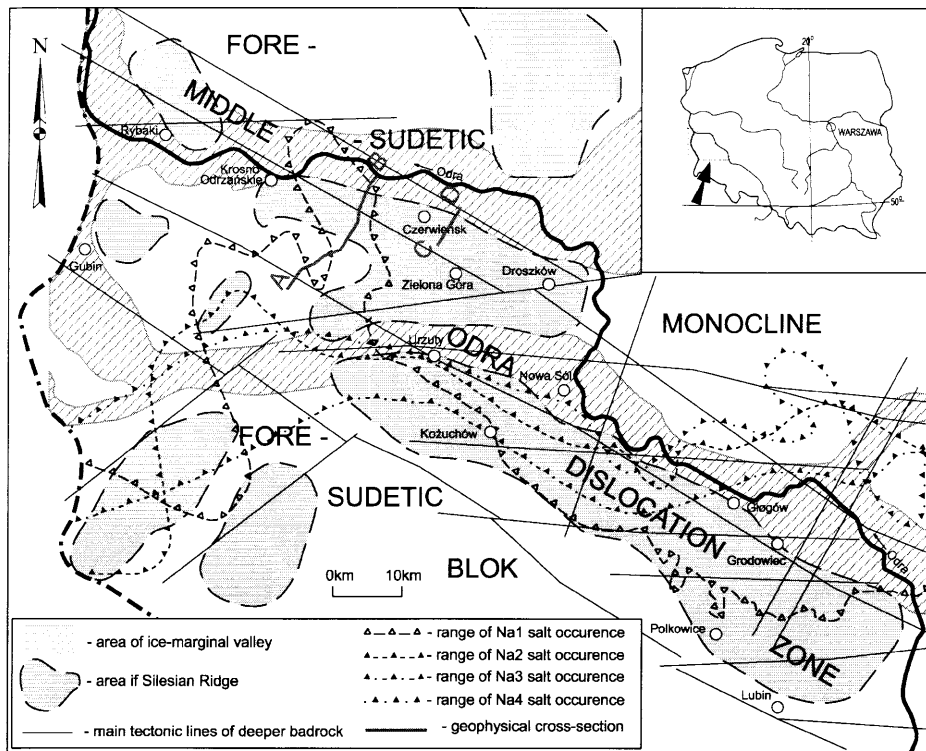
Generalnie zachodnia część Wału Śląskiego oraz Wysoczyzna Czerwieńska i Wał Zielonogórski leżą w południowo-zachodniej części monokliny przed-sudeckiej w bliskim kontakcie od południa z blokiem przedsudeckim (rys. 1). Utwory skalne sztywnego podłoża omawianego obszaru dzielą się na dwa kompleksy: starszy - kompleks skał krystalicznych wieku proterozoicznego tzw. metamorfik Środkowej Odry [Oberc, 1972] oraz przykrywające je skały starszego paleozoiku (dolnokarbońskie), które stanowią podłoże monokliny; młodszy - kompleks skał osadowych wieku perm – mezozoik budujących monoklinę przedsudecką. Poszczególne ww. kompleksy zalegają na sobie dyskordantnie i przedzielone są długimi lukami stratygraficznymi.

Przez omawiany obszar przebiega południowa odnoga kenozoicznej środkowoeuropejskiej strefy subsydencji [Garetsky&al., 1999], która w tym rejonie była obniżana od miocenu. Tutejsze osady kenozoiczne osiągają miąższość ok. 400 m, a wchodzące w ich skład utwory paleogenu i neogenu stanowią najpełniej wykształcony profil osadów tego wieku w Polsce Zachodniej [m.in. Dyjor, 1978].

W podłożu osadów kenozoicznych, występują skały pokrywy permsko-mezozoicznej monokliny przedsudeckiej zapadające pod kątem 2 – 6° ku NE.

Utwory mezozoiczne o łącznej miąższości około 1300 m, reprezentowane są przez kompleks skał triasowych: dolny, środkowy i górny pstry piaskowiec, wapień muszlowy oraz kajper. Przy tym łączna miąższość lądowych utworów pstrego piaskowca jest rzędu około 700 m. Natomiast wapień muszlowy reprezentowany przez fację węglanową z poziomami ewaporacyjnymi (gips, anhydryty) ma łączną miąższość około 260 m. Powyżej występują utwory kajpru, które uległy erozyjnemu wyklinowaniu w okresie ruchów laramijskich. W północnej części obszaru, gdzie stwierdza się największe miąższości tych utworów (300-400 m), wykształcone są one w postaci serii łoścowo-węglanowej (kajper dolny) oraz gipsosolnej (kajper górny) przedzielonych serią piaskowca trzciniowego.

Niżej leży cechsztyń reprezentują utwory wszystkich czterech cyklotemów, a obecność różnie wykształconych poziomów soli (rys. 1) spowodowała, że sumaryczna miąższość osadów cechsztyńskich zawiera się w szerokim przedziale od około 400 m (w części S) do 600 m (w części N).

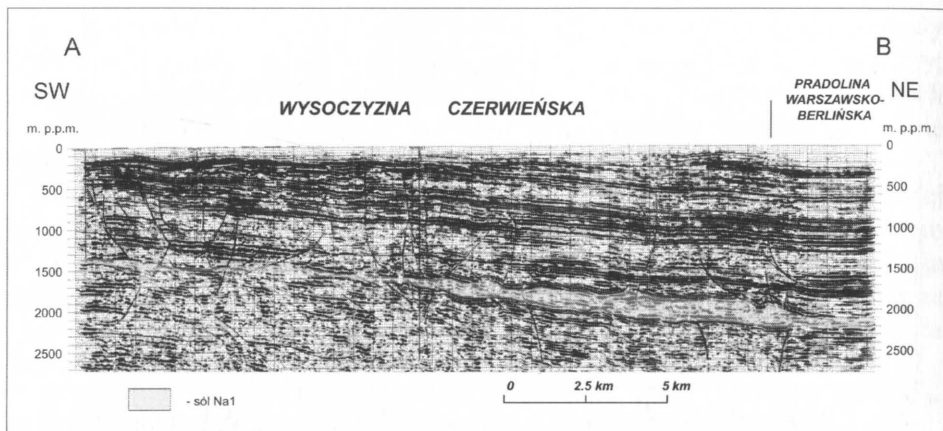


Rys. 1. Strefy głębokich zaburzeń glaciotektonicznych niżej SW części Polski na tle zdyslokowania permo-mezozoiku oraz zasięgu soli cechsztyńskich [Markiewicz, 2006b]

Fig. 1. Zone of deep glaciotectonic disturbances SW part of Poland [Markiewicz, 2006b]

W rejonie pomiędzy Nową Solą, Zieloną Górą i Krosnem Odrzańskim obserwuje się znaczące, raptowne zmiany miąższości soli cechsztyńskich. Przy tym w rejonie Nowa Sól - Kożuchów to zróżnicowanie jest szczególnie widoczne w poziomie soli najstarszej (Na1): od 13,8 do 328,0 m (rys. 2) i soli młodszej (Na3a + K3 + Na3b): od 23,5 do 350,0 m [Podemski, 1972, 1973; Markiewicz & Piotrowski, 1999; Markiewicz & Kraiński, 2002]. Maksymalne miąższości pozostałych soli są znacznie mniejsze: soli starszej (Na2 + K2 + Na2r) ok. 65 m, a soli najmłodszej (Na4) 22 m. Natomiast w rejonie Wału Zielonogórskiego (słabo rozpoznana część zachodnia) udokumentowano nieco mniejsze zróżnicowanie miąższości soli najstarszej (Na1): od 2 do 227,0 m; znaczne zróżnicowanie wykształcenia soli starszej (Na2 + K2 + Na2r): od 40,5 do 254,0 m; oraz zbliżone soli młodszej (Na3a + K3 + Na3b): od 42,0 do 205,5 m. Natomiast najmłodszej soli (Na4) jest w tym obszarze maksymalnie 40 m.

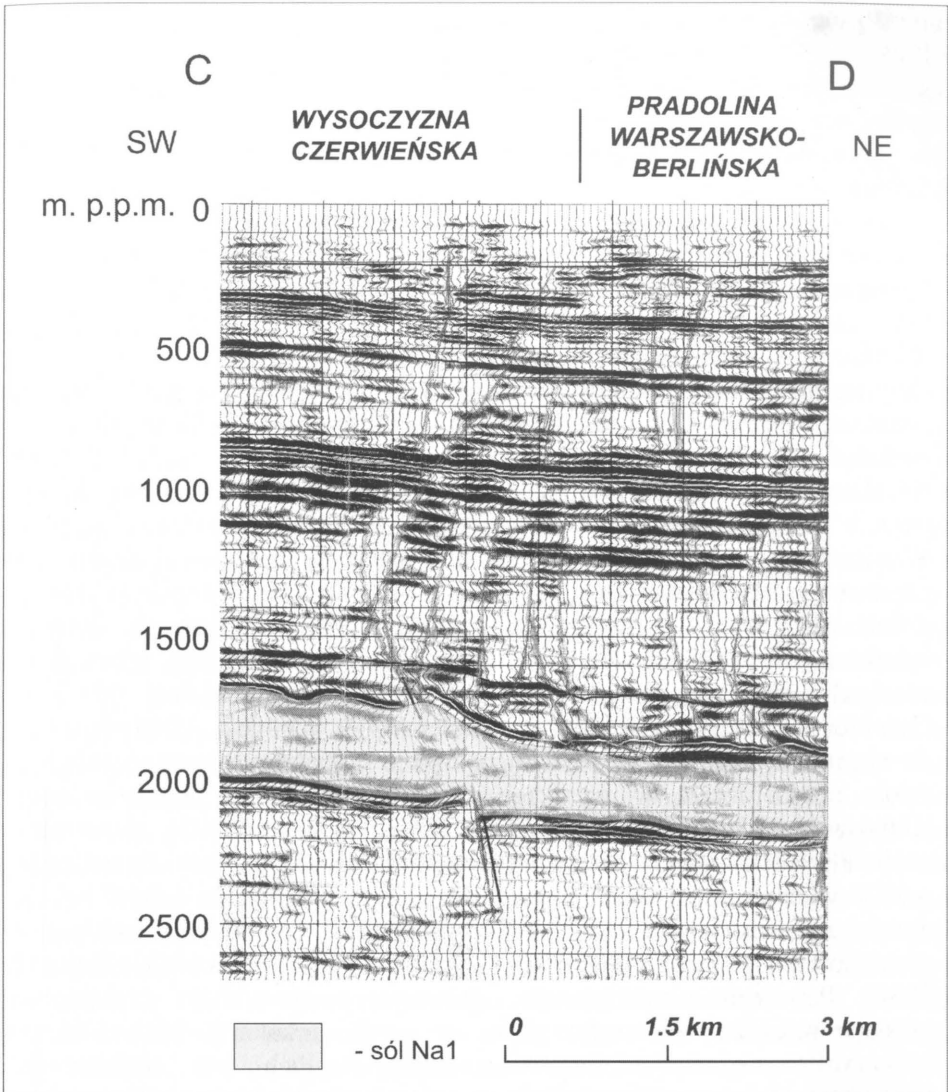
Przy tym w opisywanym obszarze obserwuje się podobną strefowość wykształcenia ciał solnych, co w północnej części LGOM [patrz Markiewicz, 1995, 2003]. Objawia się ona wydłużeniem ciał solnych generalnie w kierunku NW-SE i „równoleżnikowym”, a także tym, że sąsiadują one od N z obszarami o silnie zredukowanych miąższościach soli (np. rejon Nowej Soli czy Krosna Odrzańskiego). Generalnie wśród ciał solnych można wyróżnić: „wałki” solne związane z rowami tektonicznymi (np. pomiędzy Krosnem Odrzańskim a Czerwieńskiem) oraz owalne, wielkopromienne formy związane z inwersją nadkładu (pod Wysoczyzną Zielonogorską) [Markiewicz&Winnicki, 2005; Markiewicz, 2006a, b] (rys. 2, 3).



Rys. 2. Fragment głębokościowego przekroju sejsmicznego T0640478 [Wrobel & Burek, 2002] przez wysoczyznę Czerwieńską i pradolinę warszawsko-berlińską z wyinterpretowanym horyzontem soli ognia Na1 /SW-NE/ (wg A. Markiewicza). Przekrój A–B – lokalizacja jak na rys. 1.  
 Fig.2. Fragment of seismic cross-section T0640478 [Wrobel & Burek, 2002] across Czerwieńsk Highland and warszawsko-berlińska proglacial stream valley. Na1 salt is interpreted.

Omawiany obszar południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej leży na skrzyżowaniu strefy dyslokacyjnej Odry (NW-SE) z „równoleżnikowymi” oraz „południkowymi” kierunkami tektonicznymi (Rys. 1) o dolno-skorupowych założeniach [Guterch i in., 1975; Cwojdzinski i in., 1995]. Monoklina charakteryzuje się występowaniem zróżnicowanego, piętrowego układu blokowo-uskokowego permu i mezozoiku warunkowanego pierwotną obecnością soli cechsztyńskich [Markiewicz, 2007a, c].

Spąg utworów cechsztyńskich jest rozczłonkowany na szereg bloków strukturalnych przez złożone, szerokie strefy dyslokacyjne, w obrębie których stwierdza się rowy, zręby i systemy schodowe [Markiewicz 2007b, c]



Rys. 3. Fragment głębokościowego przekroju sejsmicznego T0680478 [Wrobel & Burek, 2002] przez pogranicze wysoczyzny Czerwieńska i pradoliny warszawsko-berlińskiej na N od Zielonej Góry z wyinterpretowanym horyzontem soli ogniwa Na1 /SW-NE/ (wg A. Markiewicza). Przekrój C-D – lokalizacja jak na rys. 1.

Fig.2. Fragment of seismic cross-section T0640478 [Wrobel & Burek, 2002] across Czerwieńsk Highland and warszawsko-berlińska proglacial stream valley. Na1 salt is interpreted

Występowanie w spagu utworów cechsztyńskich m.in. szeregów kulisowych [Salski, 1975; Dumicz & Don, 1977; Markiewicz i in., 1995] oraz badania geofizyczne [Paprocki, 1994] potwierdzają przesuwczy charakter reaktywacji tych kierunków tektonicznych w permie i mezozoiku (odziedziczonym po wcześniejszym systemie waryscyjskim [Oberc, 1987; Aleksandrowski, 1995]).

W wyżej ległym poziomie najstarszej soli kamiennej i anhydrytu górnego stwierdza się poważne zaburzenia tektoniczne [Markiewicz, 2007a, b, c]. Udokumentowano występowanie m.in. stref bezsolnych, gdzie zachodzi bezpośredni kontakt anhydrytu A1d i A1g poprzez „spaw” tektoniczny [Markiewicz, 2003] - warstwę brekcji ilasto-anhydrytowej składającą się z iłu ciemnoszarego i fragmentów anhydrytu. Ponadto udokumentowano, że intensywne zaburzenia tektoniczne występujące w soli związane są z silnym zuskokowaniem anhydrytu górnego na kierunkach NE-SW oraz NW-SE i W-E [Markiewicz, 2007a, c]. Uskoki te tworzą „korzenie” rozszerzających się na boki i ku górze struktur blokowo-uskokowych o charakterze tensyjnym. W południowej części monokliny przedsudeckiej te struktury reprezentowane przez rowy tektoniczne, które założone zostały w dolnym triasie [Urbański & Żołnierczuk, 1977; Grocholski, 1991; Kwolek, 2000] na starszych i głębszych uskokach [Deczkowski & Gajewska, 1980]. Wśród tych zapadlisk tektonicznych w omawianym obszarze można wyróżnić m.in.: rów Nowej Soli i rów Czerwieńska [Markiewicz, 1999; Markiewicz & Winnicki, 2005] (rys. 1-3). Te negatywne struktury w płytkiej pokrywie monokliny przedsudeckiej mają swoje potwierdzenie w wynikach archiwalnych badań grawimetrycznych [Dąbrowski, 1980], sejsmicznych [m.in. Wrobel & Burek, 2002], jak również w analizie teledetekcyjnej [Graniczny i in., 1991, 1995]. Ponadto dowodzą tego wyniki wierceń, które dokumentują w tych tektonicznie obniżonych rejonach zwiększone miąższości niektórych ogniwi mezozoiku (z reliktowo zachowanymi utworami kredy) oraz kenozoiku [Tarnowski, 1977; Deczkowski & Gajewska, 1980]. Powstanie i reaktywacja tego negatywnego układu strukturalnego górnopermsko-mezozoicznego piętra w wyniku ekstensji i/lub transtensji przyczyniło się do zdeformowania niżej ległych soli cechsztyńskich z występowaniem stref o zróżnicowanej miąższości tych osadów. Linijnie wydłużonym ciałom solnym o zwiększonych miąższościach tzw. wałkom solnym (ang. salt rollers), współtowarzyszą strefy o silnie zredukowanych miąższościach soli a nawet ich pozbawione [Markiewicz, 2003]. Z reaktywacją ww. rowów w młodszych fazach tektonicznych związane jest m.in. występowanie obniżeń w stropowej powierzchni osadów cechsztyńskich jak również w obrębie powierzchni podkenozoicznej (Rys. 2, 3). Dodatkowo, w tym aspekcie na uwagę zasługują udokumentowane w piętrze górnopermsko-mezozoicznym wydłużone, strefy inwersyjnego zuskokowania [Markiewicz i in., 2006] o kierunku m.in. WNW-ESE i NW-SE, które sąsiadują od południa

z wyżej wymienionymi obniżeniami (Rys. 2, 3). Te strefy inwersji górnego permu i mezozoiku pod wzgórzami rejonu Zielonej Góry są efektem laramijskiej kompresji [Markiewicz & Winnicki, 2005; Markiewicz, 2006a, b, 2007a, c] (Rys. 1). Na młodą reaktywację tego układu strukturalnego sztywnego podłoża podkenozoicznego warunkowanego pierwotną obecnością soli cechsztyńskich [Markiewicz & Becker, 2009], wskazuje jego korelacja ze strefami glacidepresji (w obrębie pradoliny warszawsko-berlińskiej i barucko-głogowskiej) i sąsiadujących od S zaburzeń glacitektonicznych odpowiednio na terenie Wysoczyzny Zielonogórskiej i Wzgórz Kozuchowskich oraz zachodniej części Wału Śląskiego [Markiewicz, 2006 a, b; 2007c, Markiewicz & Winnicki, 2007a, c] (Rys. 1-3). Stwierdza się, że triasowe struktury rowowe o biegach w kierunkach NW-SE, W-E występują pod depresjami glacitektonicznymi. Natomiast pod genetycznie z nimi związanymi strefami wielkoskalowych zaburzeń glacitektonicznych z dupleksami kontrakcyjnymi występuje pasmo głównie inwersyjnego, górnokredowego zuskokowania utworów górnego permu i triasu. Taka ścisła asocjacja strukturalna pomiędzy piętnem kenozoicznym a górnopermsko-mezozoicznym wskazuje na ich genetyczne uwarunkowanie, które związane jest z neotektoniczną reaktywacją obszaru w trakcie zlodowaceń plejstocenijskich [Markiewicz & Kraiński, 2002; Markiewicz & Winnicki, 2005, 2007a, b, c; Markiewicz, 2006a, b, 2007b, c]. Do tej reaktywacji pokrywy monokliny przedsudeckiej niewątpliwie dochodziło w trakcie ruchów glaciafrogenicznych jak również w strefie czołowej lądolodów pod wpływem wytwarzanego przez nie zróżnicowanego obciążenia statycznego na podłożu tzw. ruchów „klawiszowych” [Markiewicz, 1993, 1995]. Procesy te ulegały szczególnemu wzmocnieniu w rejonie skrzyżowania stref dyslokacyjnych NW-SE (strefa Odry) i W-E o charakterze transtensyjnym w obrębie piętra dolnopermskiego i krystalicznego podłoża. Związane z tym lokalne wycienienie skorupy [Markiewicz, 2007b, c] sprzyjało wzmocnieniu działania strumienia cieplnego a przez to różnicowaniu grubości wiecznej zmarzliny oraz reżimu hydrodynamicznego na przedpolu i w podłożu lądolodu [Markiewicz, 1999], co przekładało się na dynamikę procesów egzaracyjnych prowadzących do powstania głębokich zaburzeń glacitektonicznych w niżowej części SW Polski [Markiewicz, 2006a, b; Markiewicz & Winnicki 2007a, b, c]. Dodatkowym potwierdzeniem takich związków jest fakt takich samych założeń morfotektonicznych współczesnego układu drenażu rzeczno-jeziarnego tej części Środkowego Nadodrza [Markiewicz & Piotrkowski, 1999; Markiewicz, 2004a, b] oraz lokalnego wynoszenia w obrębie Wału Śląskiego [Markiewicz & Kraiński, 2007]. Potwierdza to wcześniejsze sugestie Sokołowskiego (1974) o potomnym odzwierciedleniu tektoniki podłoża w piętrze kenozoicznym obszaru przedsudeckiego.

## Literatura

- ALEKSANDROWSKI P.: *Rola wielkoskalowych przemieszczeń przesuwczych w ukształtowaniu waryscyjskiej struktury Sudetów*. Prz. Geol., 43, 9, Warszawa: 745-753, 1995
- BERG G.: *Geologie der Gegend von Bunzlau und Liegnitz*. Jb. Preuss. Geol. L. A., Bd. 56, Berlin: 1-25, 1935
- BERGER F.: *Die Anlage der Schlesischen Stauchmoränen*. Zbl. Miner. B.: 417-484, 1937
- BRODZIKOWSKI K.: *Środowiskowe podstawy analizy i interpretacji glacitektonizmu Europy Środkowej*. Acta Univ. Wratisl., 934, Stud. Geogr., 43, Wrocław, 1987
- CIUK E.: *Zaburzenia glacitektoniczne utworów plejstoceniowych i trzeciorzędowych niektórych węglonośnych obszarów zachodniej i północnej Polski*. Biul. Inst. Geol. (bez numeru): 39-52. 1953
- CZAJKA W.: *Der schlesische Landrücken. Eine Landeskunde Nordschlesiens*. Teil I, Veröf. schles. Ges. Erdk., 11, Breslau: 26-57, 1931
- DĄBROWSKI A.: *System rowów trzeciorzędowych w obrazie grawimetrycznym*. Prz. Geol., 23, 3, Warszawa: 169-172, 1980
- DECZKOWSKI Z., GAJEWSKA J.: *Mezozoiczne i trzeciorzędowe rowy obszaru monokliny przedsudeckiej*. Prz. Geol., 23, 3, Warszawa: 151-156, 1980
- DUMICZ M., DON J.: *Analiza strukturalna monokliny przedsudeckiej w rejonie Polkowic*. Acta Univ. Wratisl. 378, Prace Geol.-Miner. VI, Wrocław: 279-302, 1977
- CWOJDZIŃSKI S., MŁYNARSKI S., DZIEWIŃSKA L., JÓŹWIĄK W., ZIENTARA P., BAZIUK T.: *GB-2A - pierwszy sejsmiczny profil głębokich badań refleksyjnych (GBS) na Dolnym Śląsku*. Prz. Geol., 43, Warszawa: 727-738, 1985
- DYJOR S.: *Zaburzenia glacitektoniczne w Polsce Zachodniej*. [W:] Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. T. 1, Wyd. Geol., Warszawa: 217-229, 1975
- DYJOR S.: *Wykształcenie i stratygrafia utworów trzeciorzędowych na obszarze LGOM*. [W:] Przewodnik L Zjazdu Pol. Tow. Geol., Zielona Góra 24-26 września 1978, Wyd. Geol., Warszawa: 210-214, 1978
- FRECH F.: *Über glaziale Druck- und Faltungserscheinungen in Odergebiet*. Z. Ges. Erdk. Berlin, 36, 1901
- FRECH F.: *Ein Normalprofil durch Quartär und Tertiär im schlesischen Hügelland*. Zentrbl. Miner. Geol. Palaont., 14, p. 417-419, 1915
- FRIES W.: *Tertiär und Diluvium in Grünberger Hohenrücken*, Dessau, 1933
- GARETSKY R., LEVKOV E., SCHWAB G., KARABANOW A., AIZBERG R., GARBAR D., KOCKEL F., LUDWIG A. O., LUKKE-ANDERSEN



- H., OSTAFICZUK S., PALLEKO V., SIM L., ŚLIAUPA A., SOKOŁOWSKI J. & STACKEBRANDT W.: *Main neogeodynamic features of the Baltic Sea depression and adjacent areas*. Tech. Posz. Geol., Geosynoptyka i Geotermia 1/99, Kraków: 17-27, 1999
- GRANICZNY M., DOKTÓR S., KUCHARSKI R.: *Budowa geologiczna strefy waryscydy w podłożu monokliny przedsudeckiej dla określenia perspektyw ropo-gazoności. Mapy korelacyjne teledetekcyjno-geofizyczne*. (Arch. Zakł. Metod. i Koord. Prac Kartogr.), PIG, Warszawa: 1991
- GRANICZNY M., DOKTÓR S., KUCHARSKI R.: *Sprawozdanie z opracowania mapy liniowych elementów strukturalnych polski w skalach 1:200 000 i 1:50 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych*. Państw. Inst. Geol. Warszawa, 1995
- GROCHOLSKI W.: *Budowa geologiczna przedkenozoicznego podłoża Wielkopolski*. [W:] Przewodnik 62 Zjazdu Pol. Tow. Geol., 5-7 września, Poznań: 7-18, 1991
- GUTERCH A., MATERZOK R., PAJCHEL J., PERCHUĆ E.: *Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań głębokich sondowań sejsmicznych*. Prz. Geol., 23, Warszawa: 153-163, 1975
- KWOLEK K.: *Wiek ruchów tektonicznych w strefie dyslokacyjnej Poznań-Kalisz*. Prz. Geol., 48, 9, Warszawa: 804-814, 2000
- MARKIEWICZ A.: *Wał Trzebnicki – przykład zaburzeń glacitektonicznych w obrębie stref dyslokacyjnych głębokiego podłoża*. [W:] Neotektonika Polski: metodyka, datowania, przykłady regionalne. Konf. Komisji Neotektoniki Kom. Bad. Czwart. PAN, Kraków: 29-31. 1993
- MARKIEWICZ A.: *Halotektonika soli cechsztyńskich w strefie dyslokacyjnej środkowej Odry, a zaburzenia glacitektoniczne we Wzgórzach Dalkowskich*. [W:] Materiały VIII-th Glacitectonics Symp. Wyd. Uczel. WSInż. Zielona Góra: 175-192, 1995
- MARKIEWICZ A.: *Neotektoniczne założenia kopalnych rynien czwartorzędowych Środkowego Nadodrza (SW Poland)*. Prz. Geol., 47, 9, Warszawa: 825-830, 1999
- MARKIEWICZ A.: *Tektonika cechsztyńskiej soli kamiennej w LGOM i jej znaczenie dla działalności gospodarczej*. (Prace doktorskie), AGH Kraków: 2003
- MARKIEWICZ A.: *Morphotectonics of the Odra valley between Chobienia and Nowa Sól (Middle Odra Region)*. [W:] Materiały Konf.: Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry. Wrocław, 18-19.11.2004, PIG, Wrocław: 25-32, 2004a
- MARKIEWICZ A.: *Morfotektonika doliny Odry pomiędzy Chobienią a Nową Solą (Środkowe Nadodrze)*. Prz. Geol., 52, 11, Warszawa 1077-1078,

- 2004b
- MARKIEWICZ A.: *Reactivation of thin-skinned structure of the South-Western Polish Depression and its influence on formation of the Silesian Ridge*. [W:] Materiały I Konferencji Projektu UE pt. Living Morphotectonics of the European Lowland. Cedynia, 28-30 august 2006. Wyd. PIG, Warszawa: 51-56, 2006a
- MARKIEWICZ A.: *Rola reaktywacji naskórkowej struktury niżu SW Polski w powstaniu Wału Śląskiego*. [W:] Materiały XIII Konferencji Stratygrafia Plejstocenu Polski” pt.: „Plejstocen południowej Warmii na tle struktur podłoża”. Maróz, 2-8 września 2006, PIG, Warszawa: 101-103, 2006b
- MARKIEWICZ A.: *Naskórkowa struktura południowej części monokliny przedsudeckiej a zagospodarowanie utworów najstarszej soli kamiennej (Na1)*. Kwart. Gospod. Sur. Min., 23, Zeszyt spec. 1 (Przegląd Solny), Wyd. IGSMiE PAN, Kraków: 35-49, 2007a
- Markiewicz A.: *Rozpoznanie tektoniki złoża Lubin – Sierszowice w trakcie jego zagospodarowania*. W: Geologiczne, gospodarcze i społeczne znaczenie odkrycia złoża rud miedzi. Mater. Konf., Lubin, Biul. PIG, 423, Warszawa: 151-172, 2007b
- MARKIEWICZ A.: *Tektonika obszaru złoża*. [W:] Monografia KGHM Polska Miedź S.A. (red. A. Piestrzyński), Lubin: 115-132, 2007c
- MARKIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., CZARNECKA K., DOKTÓR S., GRANICZNY M.: *Tektonika a rozkład naprężeń pierwotnych i wtórnych w obszarze ZG „Rudna”*. Prace CBPM „Cuprum” (archiwum), Wrocław: 1995
- MARKIEWICZ A., BECKER R.: - *Pierwotny zasięg występowania najstarszej soli kamiennej (Na1) w południowej części monokliny przedsudeckiej (SW Polska)*. Kwart. Geol. AGH, Kraków (w druku), 2009
- MARKIEWICZ A., KALISZ M., FARBISZ J., ZACZEK S., DMYSZEWICZ K.: *Badania strukturalne pokrywy permsko-mezozoicznej w trakcie zgłębiania szybu R-XI, w celu wskazania zagrożeń wodnych i geotechnicznych. Etap III: Model budowy geologicznej rejonu Grodowca*. Prace KGHM CUPRUM sp. z o.o. CBR, Wrocław: 2006
- MARKIEWICZ A., KRAIŃSKI A.: *Neotektoniczna reaktywacja struktur halotektonicznych a zaburzenia glacitektoniczne w strefach marginalnych zlodowaceń plejstocenijskich na przykładzie wzgórz Dalkowskich (SW Polska)*. [W:] Materiały IX Sympozjum Glacitektoniki, Zeszyty Naukowe Uniw. Zielonogórskiego nr 129, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska (Budownictwo nr 37), Zielona Góra: 123-142, 2002
- MARKIEWICZ A., KRAIŃSKI A.: *Contemporary tectonic activity in the area of Głogów - at the borderland of Dalków Hills and Baruck-Głogów ice-marginal (SW Poland)*. [W:] W. Zuchiewicz, A. Piotrowski (Eds.), Materiały VII Ogólnopolskiej Konferencji „Neotektonika Polski” pt.

- NEOTECTONICS CROSS-BORDERING THE WESTERN AND EASTERN EUROPEAN PLATFORM., Geo-Pomerania Szczecin 2007, Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (Abstract Volume) Heft 53 (Eds. Röhling H.-G et al.), Szczecin: 180-182, 2007
- MARKIEWICZ A., PIOTROWSKI A.: *Wpływ tektoniki soli cechsztyńskich na współczesną morfologię Środkowego i Dolnego Nadodrza*. Prz. Geol., 47, 10, Warszawa: 937-941, 1999
- MARKIEWICZ A., WINNICKI J.: *On geological structure of the Ostrzeszów Hills*. Geol. Quart., 41, 3, Warszawa: 347-364, 1997
- MARKIEWICZ A., WINNICKI J.: *Plejstoceńska reaktywacja cienkopokrywowej struktury monokliny przedsudeckiej a strefy dużych zaburzeń glacitektonicznych w rejonie Zielonej Góry, Kożuchowa i Głogowa (SW Polska)*. [W:] Materiały VI Ogólnopolskiej Konferencji „Neotektonika Polski” Aktywne uskoki Europy Środkowej. Komisja Neotektoniki Komitetu Badań Czwartorzędu PAN, Oddz. Dolnośląski PIG, ING UJ, Galicia T. Group, Wrocław: 40-43, 2005
- MARKIEWICZ A., WINNICKI J.: *Morfotektonika Wału Trzebnickiego (Śląskiego)*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego nr 134, Zielona Góra: 113-131, 2007a
- MARKIEWICZ A., WINNICKI J.: *Gravitational collapse In the Nysa Łużycka River Valley between Łęknica and Dübern (Polish-German borderland)*. [W:] W. Zuchiewicz, A. Piotrowski (Eds.), Materiały VII Ogólnopolskiej Konferencji „Neotektonika Polski” pt. NEOTECTONICS CROSS-BORDERING THE WESTERN AND EASTERN EUROPEAN PLATFORM., Geo-Pomerania Szczecin 2007, Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (Abstract Volume) Heft 53 (Eds. Röhling H.-G et al.), Szczecin: 183-184. 2007b
- MARKIEWICZ A., WINNICKI J.: *Morfotektonika marginalnych stref europejskich zlodowaceń na przykładzie Wału Trzebnickiego (Śląskiego)*. [W:] Jubileuszowa sesja naukowa Państ. Inst. Geol. 45-lecie pracy naukowej doc. dr. hab. Andrzeja Bera pt. Badania czwartorzędu w Polsce i ochrona geośrodowiska. 27.11.2007 r., PIG Warszawa (materiały niepublikowane), 2007c
- OBERC J.: *Sudety i obszary przyległe*. [W:] Budowa geologiczna Polski t. IV – Tektonika, cz. 2. Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa: 258-268, 1972
- OBERC J.: *Rola bloków litosfery i ruchy przesuwcze w przedmolasowym rozwoju waryscydydów na brzegach Masywu Czeskiego*. Prz. Geol., 35, 6, Warszawa: 290-299, 1987
- PAPROCKI A.: *Mapa gradientu poziomego  $\Delta T/\Delta s$ . [w:] Polska Zachodnia ze szczególnym uwzględnieniem północnego skłonu wyniesienia Wolsztyńskiego (skala 1 : 200 000)*. Prace Przed. Badań Geof., Zespół

- Interpretacji Magnetycznej. Arch. PGNiG GEONAF TA, Zielona Góra, 1994
- PODEMSKI M.: *Cechsztyńskie sole kamienne i potasowe cyklotemów Z2, Z3 w okolicach Nowej Soli*. Biul. Inst. Geol., 260, Warszawa: 5–62, 1972
- PODEMSKI M.: *Sedymentacja cechsztyńska zachodniej części monokliny przedsudeckiej na przykładzie okolic Nowej Soli*. Prace Inst. Geol., 71, Warszawa, 1973
- SALSKI W.: *Tektonika okolic Lubina*. Biul. Inst. Geol., 287, Warszawa: 61–198, 1975
- SCHWARZBACH M.: *Das Diluvium Schlesiens*. Neues Jb. Miner., 86: 189–246, 1942
- SOKOŁOWSKI J.: *Obszar przedsudecki*. [W:] Budowa geologiczna Polski (red. W. Pożarski), t. 4, Tektonika, cz. 1, Niż Polski. Wyd. Geol., 1974
- SOLGER F.: *Der Zusammenhang des äussere Geländebildes mit dem inneren Bundes grenzmärkischen Bodens*. Abh. Ber natur. Abt. Grenzmark. Ges.: 85–112, 1928
- TARNOWSKI H.: *Zmiana miąższości utworów permu i triasu w obrazie rejestracji geofizycznych w wybranych strefach basenu permskiego i ich wpływ na akumulację węglowodorów (część I)*. Prz. Geol., 25, 1, Warszawa: 23–26, 1977
- TIETZE O.: *Neue Geologische Beobachtungen aus der Breslauer Gegent*. Jb. Preus. Geol. Lande-sanst. 35, 1, 1915
- URBAŃSKI R., ŻOŁNIERCZUK T.: *Uwagi o tektonice utworów mezozoiku na obszarze przedsudeckim*. Kierunki i metody poszukiwań bituminów w utworach permu na Niżu Polskiego. Wyd. PTPNoZ., Zielona Góra, 1977
- WROBEL K., BUREK G.: *Dokumentacja geofizyczna z profilowań sejsmicznych z rejonu pomiędzy Krosnem Odrzańskim a Zieloną Górą (m.in. profile T0640478, T0680478)*. Prace GEOFIZYKA TORUŃ Sp. z. o.o. (archiwum PGNiG S.A., Biuro Geologiczne – GEONAF TA, Warszawa), 2002

## MORPHOTECTONICS OF ZIELONA GÓRA REGION

### Summary

*Paper presents characteristic of Zechstein salts layers which occur in deeper foundation of Zielona Góra region. Author suggests that variation of salt thickness are connected with activity of continental glaciers and notices characteristic relation between thickness of salt layer and contemporary morphology of area surface.*

**Key words:** Glaciotectonics, morphotectonics, Zielona Góra