

WĘGIEL BRUNATNY JAKO PODŁOŻE BUDOWLANE – PRZYKŁAD ZIELONEJ GÓRY

LIGNITE AS A FOUNDATION SUBSOIL – CASE OF ZIELONA GÓRA

AGNIESZKA GONTASZEWSKA¹

Abstrakt. Przedstawiono warunki występowania węgla brunatnego na terenie Zielonej Góry. Opisano jego pochodzenie oraz procesy geologiczne (glacitektoniczne), jakim podlegał. Pokazano i opisano kilka przykładów płytkiego występowania węgla na terenie miasta. Zaprezentowano także dostępne wyniki jego badań laboratoryjnych.

Słowa kluczowe: węgiel brunatny, zaburzenia glacitektoniczne, Zielona Góra.

Abstract. The paper presents the conditions of lignite occurrence in Zielona Góra. The genesis of the lignite and geological (glacitectonic) processes were shortly described. Some examples of shallow occurrence of lignite were demonstrated and described. Available data on laboratory testing were also presented.

Key words: lignite, glacitectonic disturbances, Zielona Góra.

WSTĘP

Budowa geologiczna podłoża Zielonej Góry jest determinowana zaburzeniami glacitektonicznymi. Skutkuje to m.in. płytkim występowaniem węgla brunatnego. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu obszary o takich warunkach geologiczno-inżynierskich były często dyskwalifikowane w ujęciu budowlanym. Obecnie, przy braku tego typu terenów

w mieście, coraz częściej istnieje konieczność projektowania posadowień na podłożu, w obrębie którego występuje węgiel brunatny. Konieczne jest zatem prawidłowe rozpoznanie parametrów geologiczno-inżynierskich tego specyficznego gruntu. Niniejszy artykuł stanowi wstęp do dokładniejszych badań węgla brunatnego jako gruntu budowlanego.

GEOLOGICZNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA WĘGLA BRUNATNEGO W OKOLICY ZIELONEJ GÓRY

Stosunkowo płytkie występowanie węgla brunatnego w okolicy Zielonej Góry jest związane ze strukturą zwaną Wałem Zielonogórskim. Jest to morena utworzona podczas zlodowacenia Warty ze spiętrzonych warstw miocenu i starszego plejstocenu. Wysokość względna tej równoleżnikowo rozciągniętej struktury wynosi około 150 m.

Na jej północnym zboczu znajdują się dodatkowo tarasy kemowe utworzone podczas deglacjacji lądolodu zlodowacenia Wisły.

Wał Zielonogórski ma długość około 30 km i składa się z wyraźnych trzech części, z których najwyższa (221 m n.p.m.) jest część środkowa. Na niej usytuowane jest mia-

¹ Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Budownictwa, ul. Prof. Szafrana 1, 65-001 Zielona Góra; a.gontaszewska@ib.uz.zgora.pl

sto Zielona Góra. Zachodnia część wału (oddzielona Bramą Letnicką) osiąga 167 m n.p.m., a wschodnia – nieco ponad 120 m n.p.m. (Kondracki, 2002). Za „granicę” Wału Zielonogórskiego przyjęło się uważać rzędną 80 m n.p.m.

Bezpośrednio na południe od Wału Zielonogórskiego do granicy z Pradolina Głogowsko-Barucką rozciągają się sandry Bogaczowa, Ochli i Niedoradza (Kotowski, Kraiński, 1997b), które osiągają szerokość do 4 km.

Zachodnia część wału nosi nazwę Wału Sterkowskiego (Kostrzewski, 1967; Kotowski, Kraiński, 1997a). Podobnie jak w środkowej części Wału Zielonogórskiego, na północnych zboczach Wału Sterkowskiego utworzyły się tarasy kemowe.

Obniżenia pomiędzy poszczególnymi częściami wału, widoczne na figurach 1 i 2, nazywane są bramami. W obrębie Wału Zielonogórskiego wyróżnianych jest kilka bram: Czarnej, Jędrzychowa oraz Letnicy (Kotowski, Kraiński, 1997a; Urbański, 2002).

Węgiel brunatny w obrębie wału występuje w postaci zaburzonych (głównie sfałdowanych) warstw (pokładów) o niewielkiej miąższości, a także w obrębie kier glacitektonicznych oraz na złożach wtórnych. Pokłady jego notowane są w zaburzeniach glacitektonicznych wału wraz z ilami formacji poznańskiej. Przykładowy przekrój przez strukturę glacitektoniczną z węglem brunatnym z południowej części Zielonej Góry pokazano na figurze 3. Płytkie występowanie warstw węgla brunatnego umożliwiło jego eksploatację (podziemną, do roku 1947).

W przedwojennej literaturze niemieckiej dotyczącej omawianego obszaru wyróżniano dwa równoległe do siebie obszary (Flötzzug) występowania pokładów węgla w okolicy Zielonej Góry. Obszar południowy ciągnie się od Boga-

czowa na zachodzie przez Świdnicę, Ochłę, Raculę, Drzonków, Kisielin, Droszków do Zaboru na wschodzie, a obszar północny – od Letnicy na zachodzie przez Buchałów, Słone i Wilkanowo do centrum Zielonej Góry (Gontaszewska, Kraiński, 2008).

W nadkładzie węgla występują utwory plejstocenu oraz niebieskie i szare iły formacji poznańskiej, w przeszłości często eksploatowane obok węgla na potrzeby licznych lokalnych cegielni. Miąższość węgla nie jest duża, wynosi z reguły 3–4 m. Spąg węgla stanowią szare iły, a poniżej nich występują najczęściej piaski kwarcowe. Wiek węgla określany jest na I (środkowopolską) grupę pokładów – miocen środkowy. Przykładowe przekroje dokumentujące występowanie pokładów węgla brunatnego na terenie Zielonej Góry pokazano na figurach 3–5.

Dość często w praktyce spotyka się warstwy zawęglonych ilów. Przykład takiej budowy geologicznej z terenu Zielonej Góry pokazano na figurze 6.

Węgiel brunatny na terenie Zielonej Góry występuje nie tylko w postaci zaburzonych glacitektonicznie i wyciśniętych ku górze warstw, ale także w krach glacitektonicznych, najczęściej towarzyszących ilom. Kry glacitektoniczne są charakterystycznym elementem budowy geologicznej Wału Zielonogórskiego. Kra glacitektoniczna w ogólnym założeniu to izolowany fragment osadów podłoża, przemieszczony w procesie transportu glacitektonicznego i zdeponowany na podłożu młodszym od osadów budujących krę. Są to najczęściej osady miocenu (ewentualnie najstarsze osady czwartorzędowe), złożone w obrębie młodszych osadów czwartorzędowych. Osady kry muszą mieć cechy „osadu pierwotnego”, tak co do składu (rodzaj gruntu), jak i np. tekstury i tektoniki. Przemieszczenie gruntów odbywa się przed

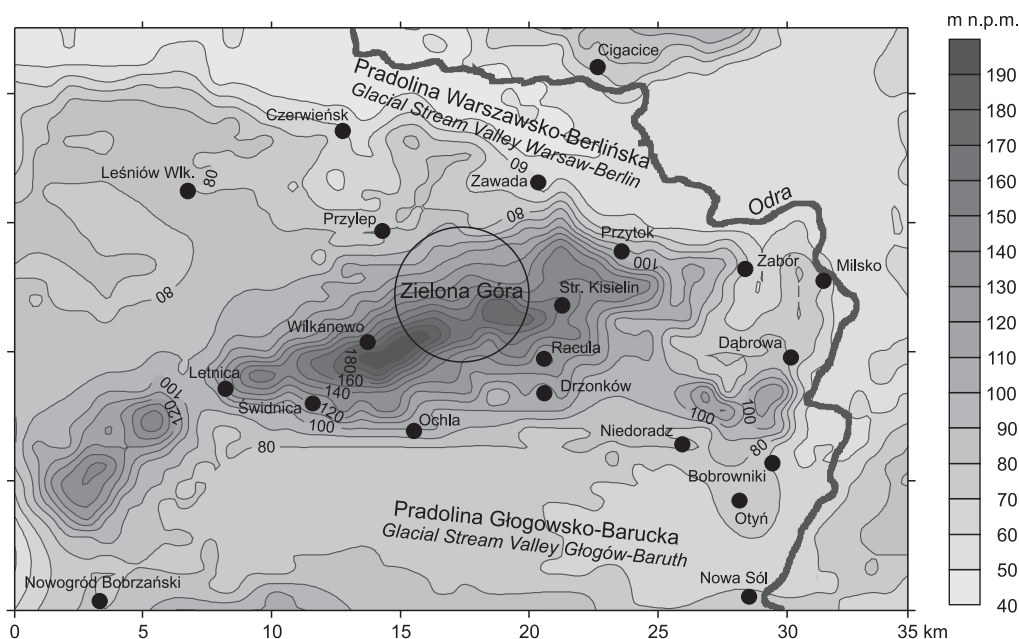


Fig. 1. Mapa hipsometryczna Wału Zielonogórskiego; zaznaczono najważniejsze miejscowości

Hypsometric map of Wał Zielonogórski; the most important sites are marked

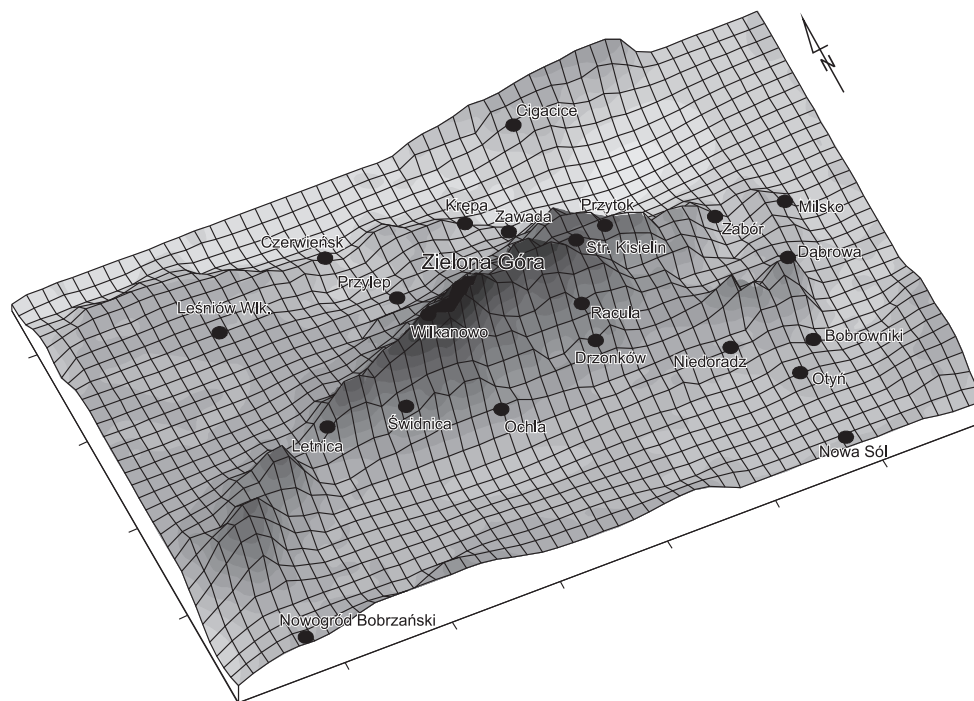


Fig. 2. Blokdiagram Wału Zielonogórskiego; skala i barwy jak na fig. 1

3D graph of Wał Zielonogórski; scale and colours as in Fig. 1

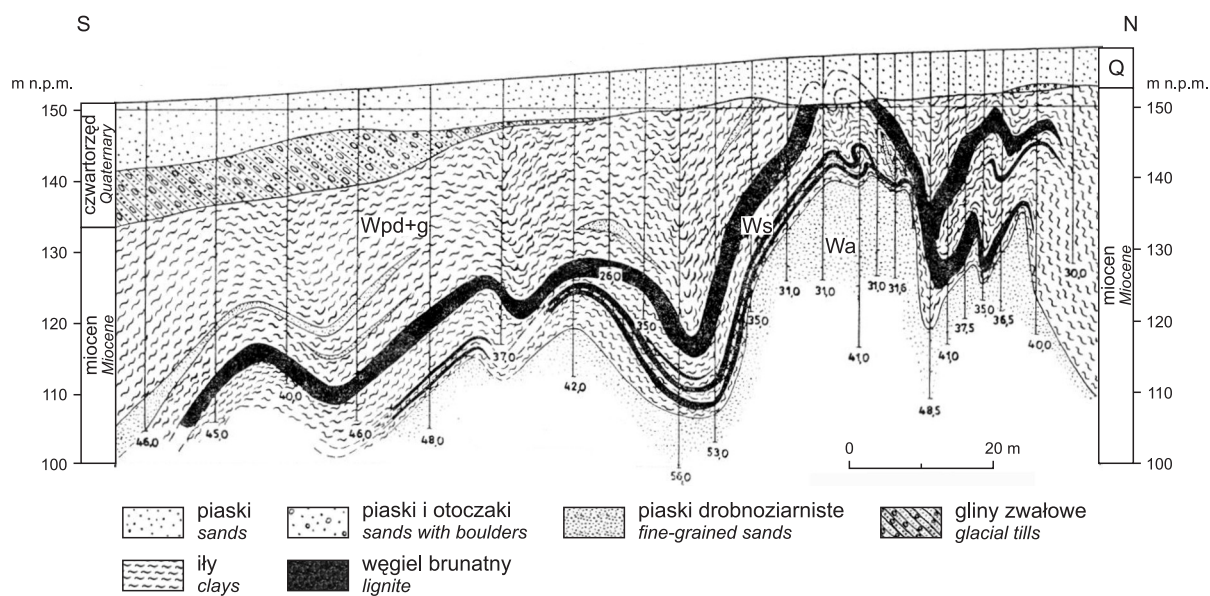


Fig. 3. Przekrój geologiczny przez okolice potoku Pustelnik w południowej części Zielonej Góry (Ciuk, 1992)

Wa – warstwy adamowskie, Ws – warstwy środkowopolskie, Wp – warstwy poznańskie dolne (d) i górne (g)

Geological cross-section through the south part of Zielona Góra (Ciuk, 1992)

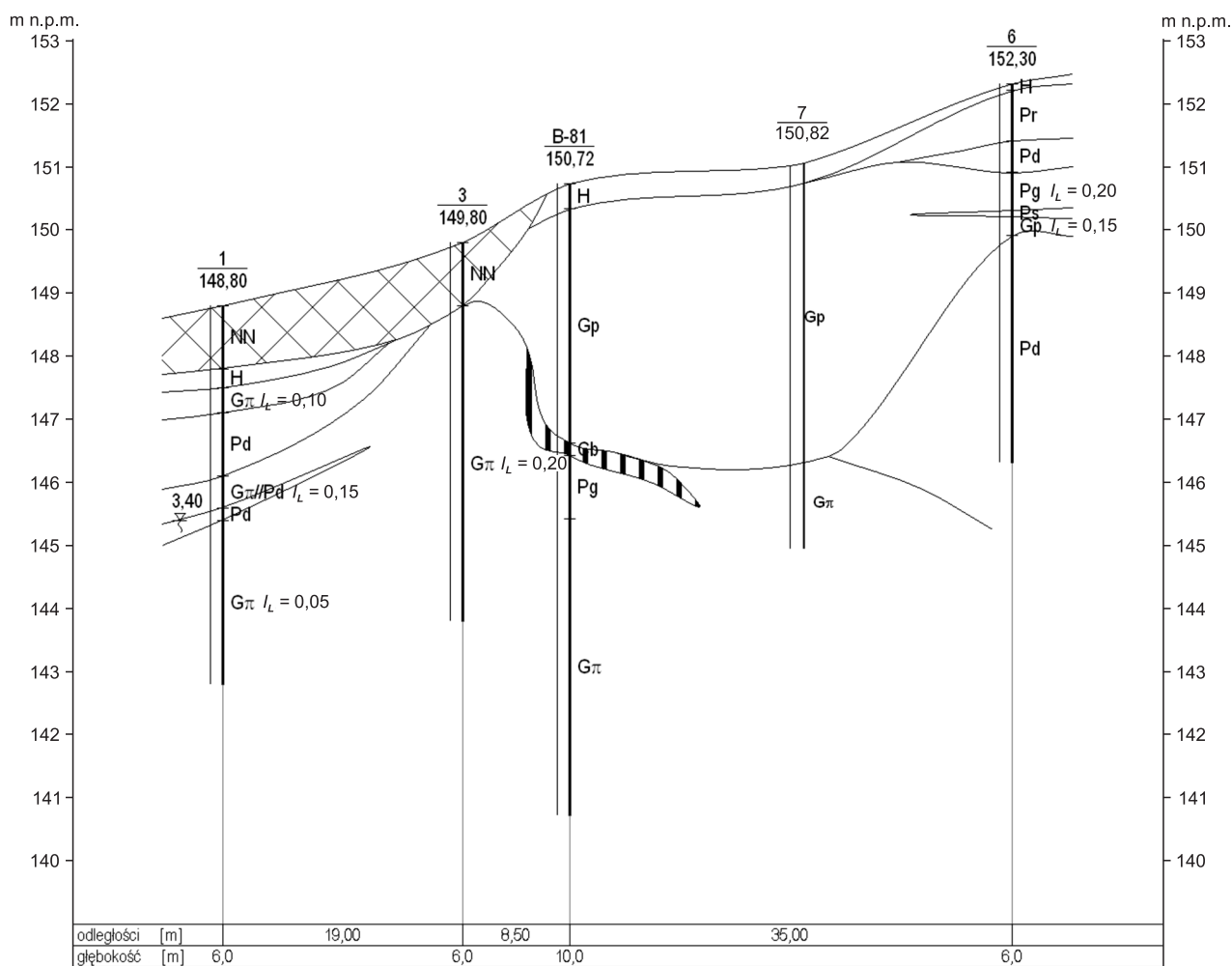
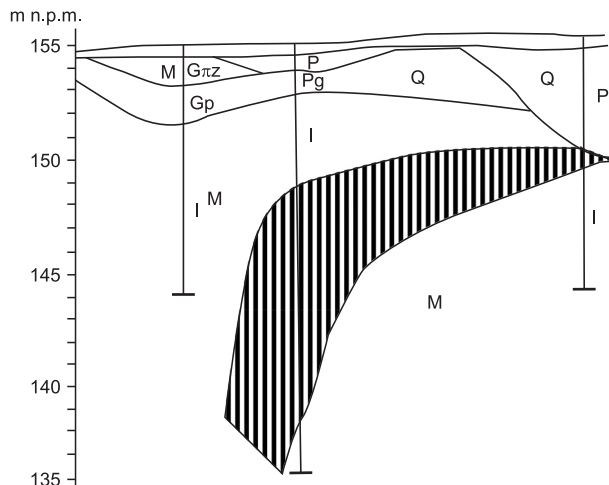
Wa – Adamów strata, Ws – Middle-Polish strata, Wp – lower (a) and upper (b) Poznań strata

Fig. 4. Przekrój geotechniczny przez teren Osiedla Przyjaźni w Zielonej Górze

M – miocen, Q – czwartorzęd, P – piasek, Pg – piasek gliniasty (lodowcowy), Gp – glina piaszczysta (lodowcowa), G π z – glina pylasta zwięzła, I – il (miocen); obszar zakreskowany – węgiel brunatny

Geotechnical cross-section through Osiedla Przyjaźni in Zielona Góra

M – Miocene, Q – Quaternary, P – sand, Pg – clayey sand (glacial), Gp – sandy clay (glacial), G π z – silty clay with sand, I – clay (Miocene); striped pattern – lignite



∇ sączenie wód gruntowych i głębokość
groundwater filtering and depth

7 numer otworu / number of borehole
150,82 rzędna m n.p.m. / elevation m a.s.l.

Fig. 5. Przekrój geotechniczny przez okolice ul. Suwalskiej w Zielonej Górze (Gontaszewska, 2009)

NN – nasypy, H – gleba, Pd – piasek drobny, Ps – piasek średni, Pr – piasek grubo, G π – glina pylasta (miocen), Cb – węgiel brunatny, I_L – stopień plastyczności; pozostałe objaśnienia jak na fig. 4

Geotechnical cross-section in the area of Suwalska Street in Zielona Góra (Gontaszewska, 2009)

NN – anthropogenic soils, H – humus, Pd – fine sand, Ps – medium sand, Pr – coarse sand, G π – clayey silt (Miocene), Cb – lignite, I_L – liquidity index; other explanations as in Fig. 4

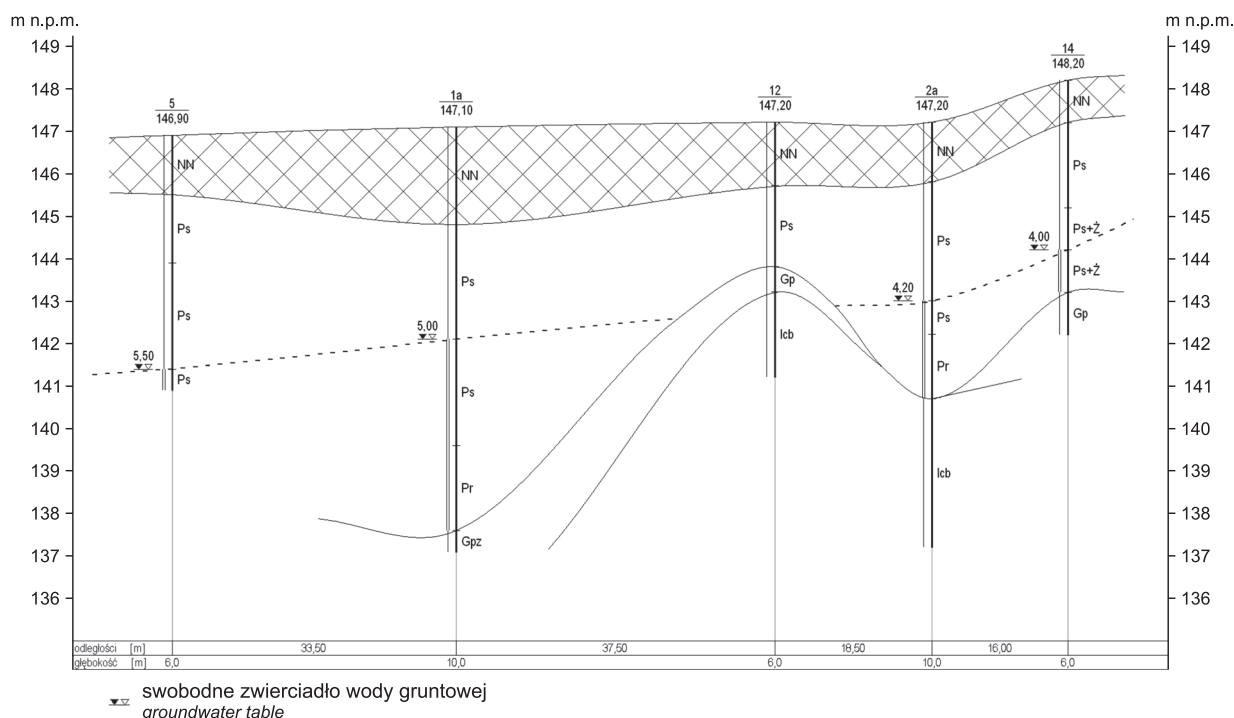


Fig. 6. Przekrój geotechniczny przez okolice ul. Waszczyka w Zielonej Górze (Gontaszewska, 2009)

Ps+Ż – piasek średni ze żwirem, Gpz – glina piaszczysta zwięzła (lodowcowa), Icb – il zawęglony (miocen); pozostałe objaśnienia jak na [fig. 4 i 5](#)

Geotechnical cross-section in the area of Waszczyka Street in Zielona Góra (Gontaszewska, 2009)

Ps+Ż – medium sand with gravel, Gpz – sandy clay with silt (glacial), Icb – clay with lignite (Miocene); other explanations as in [Figs 4 and 5](#)

czołem lodolodu lub też w jego obrębie, w tym jako tzw. ścięcie cylindryczne według Jaroszewskiego. W transporcie glacitektonicznym biorą udział grunty zamrażnięte (sztywne) oraz plastyczne, które przemieszczane są po podłożu zamrażniętym. Problemy dotyczące mechanizmu powstania i transportu oraz budowy kier glacitektonicznych Wału Zielonogórskiego dokładnie opisano w pracach Kotowskiego i Kraińskiego (1986, 1992a, b), a sam mechanizm w pracy Jaroszewskiego (1991).

W obrębie Wału Zielonogórskiego charakterystyczne jest występowanie wśród fluwioglacjalnych piasków i żwirów izolowanych płatów ilów, glin i mułków. Są to skupienia od bardzo małych (kilka lub kilkadziesiąt metrów długości i szerokości) do bardzo dużych (nawet do kilku lub kilkunastu kilometrów). Jest istotnym problemem interpretacyjnym, które z tych skupień są krami glacialnymi lub glacitektonicznymi, a które osadem resedymentowanym wśród osadów fluwioglacjalnych, a więc o odmiennej genezie. Przykład kry glacitektonicznej z węglem brunatnym pokazano na [figurze 7](#).

Nieco rzadziej spotyka się na terenie Zielonej Góry węgiel brunatny na złożu wtórnym, najczęściej w obrębie mułków i piasków tarasów kemowych. Z reguły nie jest to „czysty” węgiel, lecz jego domieszka. W sensie geologiczno-inżynierskim grunt taki może być zakwalifikowany np. jako glina pylasta lub pył z domieszką węgla brunatnego.

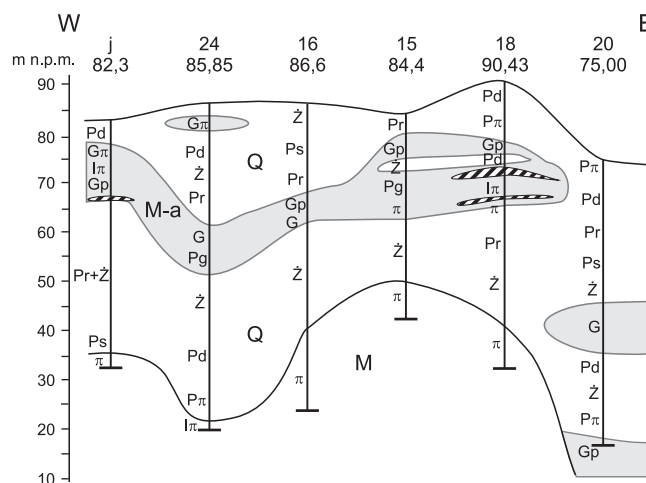


Fig. 7. Przekrój przez kry glacitektoniczną; okolice Przylepu pod Zieloną Górą

G – glina, Pπ – piasek pylasty, Ż – żwir, π – pył, Iπ – il pylasty, M-a – osady miocenu allochtonicznego, czyli kry, M – miocen, Q – czwartorzęd; obszar zakreskowany – węgiel brunatny; pozostałe objaśnienia jak na [figurach 4–6](#)

Cross-section through glacial tectonic float; Przylep near Zielona Góra

G – clayey and sandy silt, Pπ – silty sand, Ż – gravel, π – silt, Iπ – silty clay, M-a – float's deposits, M – Miocene, Q – Quaternary; striped pattern – lignite; other explanations as in [Figs 4–6](#)

PARAMETRY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE WĘGLA BRUNATNEGO Z OKOLIC ZIELONEJ GÓRY

W większości dokumentacji geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych (zarówno archiwalnych, jak i obecnie wykonywanych) węgiel brunatny jest klasyfikowany jako grunt nienośny i w związku z tym nie ma konieczności określania jego parametrów. Wykonana kwerenda w Wojewódzkim Archiwum Geologicznym ujawniła tylko jedną dokumentację z terenu miasta zawierającą wyniki badań laboratoryjnych. Dotyczy ona dzisiejszych osiedli mieszkaniowych: Pomorskiego i Łużyckiego. Badania zostały wykonane w latach 1979–1981 przez „Geoprojekt”.

Wyniki parametrów geologiczno-inżynierskich węgla brunatnego z wymienionej dokumentacji przedstawiono w tabeli 1.

Pozostałe dokumentacje geotechniczne oraz techniczne badania podłoża gruntowego traktowały węgiel brunatny jako grunt nienośny i nie podawały jego parametrów lub też powielały parametry z wymienionej wyżej dokumentacji.

Parametry węgla brunatnego z okolic Zielonej Góry znaleźć można w pracy Kotowskiego i Kraińskiego (1998).

Autorka, głównie w ramach dokumentowania geotechnicznego, wykonała kilka badań laboratoryjnych węgla brunatnego występującego na terenie miasta, w tym badania edometryczne (Gontaszewska, 2007, 2009). W aspekcie praktycznym niosą one najwięcej informacji dla obliczeń konstrukcyjnych.

Poniżej przedstawiono przykładowy wykres ściśliwości ilów zawęglonych z okolic ul. Waszczyka w Zielonej Górze (fig. 7). (Budowę geologiczną tego terenu pokazano na fig. 6). Strop ilów występował na głębokości 4–5 m p.p.t. Stanowią one zatem praktycznie bezpośrednie podłoże podpiwniczonych budynków wielorodzinnych. Wartości modułów ściśliwości przedstawiono w tabeli 2.

Ze względu na brak możliwości wykonania badań edometrycznych na „czystym” węglu brunatnym z Zielonej

Tabela 1

Zestawienie wyników badań laboratoryjnych węgla brunatnego

The set of the results of laboratory tests on lignite

Parametr	Symbol	Jednostka	Wartości parametru		
			min	max	średnia
Wilgotność naturalna	W_n	%	111,1	155	133,05
Gęstość objętościowa	ρ	t/m ³	0,92	2,18	1,35
Spójność	C_u	kPa	15	85	41,11
Kąt tarcia wewnętrzny	φ	°	11	31	19,44
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (0,0125–0,2)	M_0	MPa	1,7	2,7	2,37
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (0,2–0,4)	M_0	MPa	3,8	5,28	4,43
Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej (0,0125–0,2)	M	MPa	9,3	77,8	41,67
Zawartość substancji organicznej	Z	%	46	96	73,23

Tabela 2

Zestawienie wyników badań edometrycznych węgla brunatnego

The set of the results of oedometer tests on lignite

Parametr	Symbol	Jednostka	Ił zawęglony z Zielonej Góry		Węgiel brunatny z Sieniawy	
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (0,0125–0,2)	M_0	MPa	3,89	2,50	1,15	8,54
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (0,2–0,4)	M_0		11,27	6,12	4,83	14,66
Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej (0,0125–0,2)	M		11,60	12,46	4,84	13,14

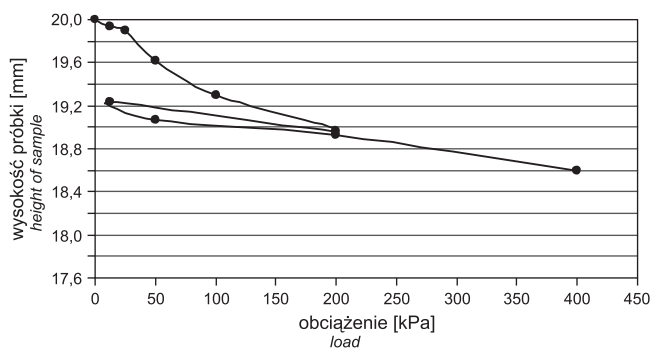


Fig. 8. Wykres ściśliwości łu zawęglonego z okolic ul. Waszczyka w Zielonej Górze

Graph of compressibility of clay with lignite in the area of Waszczyka Street in Zielona Góra

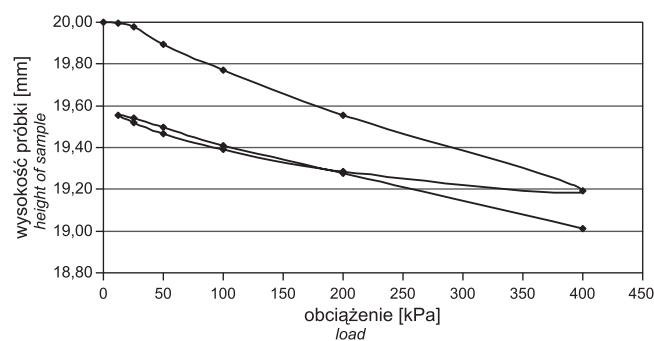


Fig. 9. Wykres ściśliwości węgla brunatnego z Sieniawy

Graph of compressibility of lignite from Sieniawa

Góry (brak próbek), wykonano badania na węglu brunatnym z kopalni Sieniawa koło Łagowa Lubuskiego. Wyniki przedstawiono na figurze 8 i 9 oraz w tabeli 2.

Widoczny jest znaczny rozrzut uzyskanych wyników, co jest charakterystyczne dla gruntów pochodzenia organicznego.

WNIOSKI

Z przedstawionych powyżej danych wynika, że nie można jednoznacznie uznać węgla brunatnego za grunt nienośny. Wyniki uzyskane w badaniach edometrycznych pozwalają na zaprojektowanie posadowienia typowego budynku jednorodzinnego za pomocą ław lub na płycie fundamentowej.

Ze względu na kurczący się zasób terenów budowlanych o korzystnych warunkach geotechnicznych na obszarze Zie-

lonej Góry, coraz częściej występować będzie konieczność posadawiania budowli w warunkach skomplikowanych, w tym także na węglu brunatnym. Konieczne zatem są dokładniejsze informacje o węglu brunatnym w aspekcie geotechnicznym i geologiczno-inżynierskim. W związku z tym autorka zamierza wykonywać dalsze badania geologiczno-inżynierskie węgla brunatnego z terenu Zielonej Góry.

LITERATURA

- CIUK E., 1992 — Z przeszłości poszukiwań i badań złóż węgla brunatnego w rejonie Koło Młyna (Au Mühle) na południe od Zielonej Góry (woj. zielonogórskie). *W: VIIth Glacitectonics Symposium: 36–54.* Wyd. WSI, Zielona Góra.
- GONTASZEWSKA A., 2007 — Dokumentacja geotechniczna pod projektowany budynek przy Szosie Kisielińskiej w Zielonej Górze.
- GONTASZEWSKA A., 2009 — Dokumentacja geotechniczna działki przy ul. Waszczyka w Zielonej Górze.
- GONTASZEWSKA A., KRAIŃSKI A., 2008 — Złoża węgla brunatnego na terenie gminy Świdnica, Zielona Góra.
- JAROSZEWSKI W., 1991 — Rozważania geologiczno-strukturalne nad genezą deformacji glacitektonicznych. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **61**: 155–206.
- KONDRACKI J., 2002 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KOSTRZEWSKI A., 1967 — Morfologia zachodniej części Wału Zielonogórskiego. *Badania Fizjogr. nad Polską Zach.*, **19**: 55–79.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1986 — Kry glacitektoniczne w Wale Zielonogórskim. *W: Vth Glacitectonics Symposium: 85–98.* Wyd. WSI, Zielona Góra.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1992a — Uwagi o występowaniu zaburzeń glacitektonicznych we wschodniej części Zielonej Góry. *W: VIIth Glacitectonics Symposium: 77–88.* Wyd. WSI, Zielona Góra.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1992b — Zaburzenia glacitektoniczne fragmentu zachodniej części Zielonej Góry. *W: VIIIth Glacitectonics Symposium: 89–104.* Wyd. WSI, Zielona Góra.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1997a — Uwagi o budowie geologicznej Bramy Letnickiej. *Zesz. Nauk.*, **113**: 49–63. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1997b — Budowa geologiczna sandru Ochli. *Zesz. Nauk.*, **113**: 15–24. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra.
- KOTOWSKI J., KRAIŃSKI A., 1998 — Parametry geotechniczne węgla brunatnego rejonu Zielonej Góry. *Zesz. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej*, **115**: 123–134. Zielona Góra.
- URBAŃSKI K., 2002 — Deformacje glacitektoniczne na Ziemi Lubuskiej. *W: IX Sympozjum Glacitektoniki. Zesz. Nauk. Uniwersytetu Zielonogórskiego*, **129**: 159–174. Zielona Góra.

SUMMARY

Geological structure of Zielona Góra is determined by glacitectonic disturbances which resulted in the shallow occurrence of lignite. Until recently such areas were disqualified as building ones. But now, with lack of building areas within the city, there is a necessity of lignite's better recognition.

Shallow occurrence of lignite is connected with a structure called Wał Zielonogórski. This is a moraine formed in Warta Glaciation and built from Miocene and Pleistocene sediments. The height of moraine is about 150 m. The map and 3D-graph of Wał Zielonogórski were shown in [Figures 1 and 2](#).

The lignite within Wał Zielonogórski occurs most often as folded layers with small thickness (3–4 m) – [Figures 4 and 5](#). The lignite occurs together with Miocene clays. Such shallow presence allowed its exploitation. The cross-section through this glacitectonic structure was shown in [Figure 3](#). The lignite can also occur as glacitectonic float inside younger (Pleistocene) sediments. Such a structure was shown in [Figure 7](#). Rarely, the lignite occurs as secondary deposit, inside sands or silts.

Generally, lignite is qualified as non-bearing soil. Geological or geotechnical documentations do not contain any parameters of lignite. There is only one documentation from Zielona Góra with engineering parameters of lignite. It was shown in [Table 1](#).

Some laboratory tests of lignite were done by the author. The results of oedometer tests on clays with lignite from Zielona Góra were shown in [Table 2](#). The occurrence of this clays were shown in the cross-section in [Figure 6](#). The results of oedometer tests of “pure” lignite were also shown in [Table 2](#). The results are strongly diversified which is characteristic for organic soils.

The tests have shown that lignite should not always be recognized as non-bearing soil. Oedometer test results allowed to design building foundation with standard continuous footing.

Because of the lack of building area with good geotechnical conditions in Zielona Góra, the investments will be built on “difficult” area more and more often, for example on lignite. Hence, there is a strong necessity of further investigation of lignite from Zielona Góra area.