



Witold Stępniewski, Małgorzata Pawłowska, Lucjan Gazda
Marcin K. Widomski, Małgorzata Franus, Marcin Depta

Grunty spoiste Lubelszczyzny przydatne do budowy mineralnych barier izolacyjnych i innych zastosowań inżynierskich

M
O
N
O
G
R
A
F
I
E

Witold Stępniewski, Małgorzata Pawłowska, Lucjan Gazda
Marcin K. Widomski, Małgorzata Franus, Marcin Depta

Grunty spoiste Lubelszczyzny przydatne do budowy mineralnych barier izolacyjnych i innych zastosowań inżynierskich



Politechnika Lubelska
Lublin 2015

Recenzent:
prof. dr hab. Jerzy Lipiec

Opracowanie pod kierunkiem prof. dr hab. Witolda Stępniewskiego wraz z zespołem wykonawców

Zespół autorów:

prof. dr hab. Witold Stępniewski – Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska

dr hab. Małgorzata Pawłowska, prof. PL – Instytut Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii, Wydział Inżynierii
Środowiska, Politechnika Lubelska

dr Lucjan Gazda – Katedra Geotechniki, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska

dr inż. Marcin K. Widomski – Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska

dr inż. Małgorzata Franus – Katedra Geotechniki, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska

mgr inż. Marcin Depta – Laboratorium Analiz Środowiskowych, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska

Zdjęcia w katalogu – dr Lucjan Gazda

Zdjęcie na okładce: Gawłówka – wyrobisko eksploatacyjne – dr Lucjan Gazda

Opracowanie komputerowe – mgr Dorota Oraczewska – Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska

Numer wniosku: N N523 755040

Umowa nr: 7550/B/T02/2011/40

Tytuł projektu badawczego: Analiza przydatności surowców ilastych Lubelszczyzny do budowy mineralnych
przesłon izolacyjnych składowisk odpadów

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2015

ISBN: 978-83-7947-117-1

Wydawca: Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej

Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej

ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl

www.biblioteka.pollub.pl

Druk: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak

www.agencjatorp.pl

Spis treści:

I. WSTĘP	str. 5
II. ZAKRES BADAŃ	str. 7
III. LOKALIZACJA ZŁÓŻ OBJĘTYCH BADANIAM I ICH WŁAŚCIWOŚCI	str. 9
1. Bychawa	str. 11
2. Chotyłów	str. 16
3. Gawłówka	str. 21
4. Jeleń	str. 26
5. Łązek Ordynacki	str. 31
6. Markowicze	str. 37
7. Mejnierzyn	str. 42
8. Pawłów	str. 47
9. Zgórznica	str. 52
IV. PODSUMOWANIE	str. 57
V. LITERATURA	str. 60

I. WSTĘP

W dotychczasowej praktyce oraz literaturze (Krzowski i in. 1979, Kozłowski, 1984) wszystkie wystąpienia surowców ilastych na terenie regionu lubelskiego rozpatrywane były wyłącznie pod kątem przydatności do celów ceramicznych. Wykonane w latach 60-tych XX wieku systemowe badania pozwoliły na określenie wystąpień surowców ilastych o charakterze złożowym w jurze, kredzie, trzeciorzędzie i czwartorzędzie (Uberna, 1966). Ze względów zasobowych i górniczo-złożowych za istotne dla rozwoju bazy surowcowej regionu uznano osady ilaste trzeciorzędu facji morskiej i lądowej oraz plejstocenijskie-jeziorne, jeziorno-zastoiskowe i zastoiskowe warwowe. Petrografia i mineralogia tych iłów i glin sugeruje możliwość wykorzystania ich do zastosowań poza ceramicznymi.

Ocena właściwości surowcowych, występowania i możliwości specjalnych zastosowań, w tym do wykonywania przesłon hydroizolacyjnych oraz w ochronie środowiska jedynie w małym stopniu podejmowana jest w literaturze surowcowo-złożowej (Ney, 2004). Ocena możliwości wykorzystywania gruntów spoistych, w tym i regionalne ich występowanie w Polsce jest głównie przedmiotem publikacji geotechnicznych (Wysokiński, 2007, 2009). W monograficznym ujęciu gruntów spoistych w Polsce (Wysokiński, 2009) z terenu woj. lubelskiego scharakteryzowano wyłącznie najbardziej typowe dla regionu, wykształcone w formie wielkoobszarowych pokryw lessowych. Są to grunty trudno zagęszczalne, o stosunkowo wysokiej przewodności wodnej i podatne na deformacje filtracyjne. Dlatego wydaje się bardzo istotnym wskazanie na Lubelszczyźnie innych gruntów, bardziej przydatnych do wykonywania przesłon hydroizolacyjnych i innych robót w szeroko rozumianym budownictwie geotechnicznym i sozotechnicznym.

To pionierskie przedsięwzięcie podjęto w granice „Analiza przydatności surowców ilastych Lubelszczyzny do budowy mineralnych przesłon izolacyjnych składowisk odpadów” nr 7550/B/T02/2011/40 realizowanym w Politechnice Lubelskiej, a przedkładany katalog jest jednym z jego efektów. W katalogu przedstawiono charakterystykę wybranych gruntów spoistych Lubelszczyzny przydatnych do wykonywania przesłon hydroizolacyjnych stosowanych w geotechnice i budownictwie ekologicznym. Badania i analizę wykonano w nawiązaniu do kryteriów stosowalności materiałów na mineralne przesłony (bariery) hydroizolacyjne wypracowanych w ostatnich latach w Instytucie Techniki Budowlanej (Wysokiński, 2007).

Zasady oceny przydatności gruntów spoistych do wykonywania mineralnych przesłon hydroizolacyjnych oraz zakresu wykonywanych badań do ich oceny opracowano w ITB

(Wysokiński, 2007; Wysokiński, 2009). Przesłony (bariery) wykonywane z naturalnych gruntów mineralnych spoistych powinny charakteryzować się:

- składem ziarnowym (głównie zawartość frakcji ilastej) umożliwiającym po zagęszczeniu uzyskiwanie wymaganej szczelności (współczynnik filtracji $k < 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$),
- odpowiednimi właściwościami adsorpcyjnymi i sorpcyjnymi,
- odpowiednią wilgotnością, konsystencją i stanem zapewniającymi dobrą urabialność i zagęszczalność,
- wystarczającą wytrzymałością na ścinanie i odpowiednią odkształcalnością,
- długotrwałością i stabilnością chemiczną, zapewniającą niezmiennosc wodoprzepuszczalności i parametrów mechanicznych w okresie 30-100 lat.

Pozwala to sformułować kryteria przydatności gruntów spoistych do tych celów. Podstawowym jest kryterium granulometryczne, a szczególnie zawartość frakcji ilastej min. 20% (optymalnie min. 35%).

Mniej istotnym jest kryterium mineralogiczne, lecz z uwagi na zachowanie parametrów trwałości i minimalnego poziomu zdolności adsorpcyjnych i sorpcyjnych koniecznym jest zachowanie min. 20% zawartości minerałów ilastych, maksymalnie 15% węglanów i 5% części organicznych.

Z technologicznego punktu widzenia istotnym jest kryterium formowania, definiowane zakresem stopnia plastyczności, który powinien zawierać się w przedziale $-0,1 \leq I_L \leq 0,1$ oraz plastyczności wyznaczone w oparciu o metodę Cassagrande'a. Granice obszaru gruntów przydatnych do wykonywania barier hydroizalacyjnych zawarte są w zakresie wskaźnika plastyczności I_L 15% do 70% i granicy płynności do 110% (Wysokiński, 2007)

Kryterium sorpcji i adsorpcji, istotne do określenia skuteczności stabilizacji zanieczyszczeń możliwe jest do określenia pomiarami bezpośrednimi lub pośrednio na podstawie powierzchni właściwej i charakterystyki składu minerałów ilastych.

Głównym kryterium, wynikającym z unormowań prawnych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013r.) jest współczynnik filtracji, który nie powinien być wyższy od $1 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$. Kryterium odkształcalności wyznacza wartość modułu, służącego do oceny osiadań. Moduł ścisłości M_o nie powinien być niższy od 5MPa. Kryterium wytrzymałości charakteryzowane jest kątem tarcia wewnętrznego ϕ min. 3° i minimalną spójnością 35 kPa (Wysokiński, 2007).

Analizie poddano dziewięć gruntów spoistych z Lubelszczyzny, określonych od miejsca występowania: Bychawa, Chotyłów, Gawłówka, Jeleń, Łązek Ordynacki, Markowice, Mejznerzyn,

Pawłów i Zgórznica. W katalogu dokonano opisu rodzaju petrograficznego, składu mineralnego, pozycji geologicznej i stratygrafii oraz perspektyw złożowych. Tabelarycznie ujęto charakterystyczne właściwości fizyczno-mechaniczne i fizyczno-chemiczne oraz hydrauliczne.

II. ZAKRES BADAŃ

Wybór złóż dokonany został na podstawie analizy materiałów archiwalnych dotyczących rozmieszczenia i podstawowych parametrów petrograficznych, mineralogicznych i fizyko-chemicznych złóż ilastych na Lubelszczyźnie. Wytypowane złoża posiadały korzystną lokalizację oraz charakterystykę jakościową i ilościową, ocenianą głównie pod kątem cech decydujących o wodoprzepuszczalności.

Badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych i polowych. Zakres badań obejmował:

- wyznaczenie wilgotności, wg PKN-CEN ISO/TS 17892-1:2009;
- oznaczenie składu granulometrycznego – metodą sedymentacyjną, wg PN-R-04032:1998;
- wyznaczenie gęstości rzeczywistej metodą le Chateliera;
- oznaczenie granic Atterberga, wg PKN-CEN ISO/TS 17892-12:2009;
- wyznaczenie spójności i kąta tarcia wewnętrznego, w aparacie bezpośredniego ścinania DIGISHEAR (Wykeham Farrance, Indie), wg normy PKN-CEN ISO/ TS 19892-10, 2009.
- wyznaczanie modułów ścisłości pierwotnej i wtórnej w edometrze 26-W70302 (Wykeham Farrance, ITL, Indie) wg PKN-CEN ISO/TS 17892-5, 2009;
- wyznaczenie współczynnika filtracji, metodą opadającego słupa wody, wg ASTM D5856: 2013;
- wyznaczanie współczynnika filtracji przy użyciu przepuszczalnościomierza terenowego GeoN (Geo Nordic, Stockholm, Sweden)
- wyznaczenie wilgotności optymalnej i gęstości szkieletu gruntowego, metodą Proctora, wg PN-B-04481:1988;
- wyznaczenie pełnej krzywej retencji wodnej pF, na bloku pyłowym oraz w komorach nisko- i wysokociśnieniowych na ceramicznych płytach porowatych (pF 0-4,2),
- wyznaczenie aktywności metanotroficznej, metodą własną opartą na pomiarze szybkości spadku stężenia metanu w zamkniętej przestrzeni nad próbą badanego materiału;
- pojemność kationowymienna wobec BaCl_2 , przy pomocy spektroskopu absorpcji atomowej (ASA), metodą wg Derkowskiego in. (2006);

- wyznaczenie właściwości fizykochemicznych takich jak powierzchnia właściwa (całkowita i zewnętrzna), powierzchnia mikroporów, średnia wielkość cząstek, metodą adsorpcji azotu, przy użyciu aparatu ASAP 2020 Physisorption Analyzer (Micrometrics, USA);
- analiza mikroskopowa przy użyciu wysokorozdzielczego mikroskopu skaningowego Quanta SEM 200 FEG (FEI, USA);
- jakościowa analiza mineralna metodą dyfrakcji XRD, przy użyciu Panalytical X'Pert APD, z goniometrem PW 3020, lampą Cu i monochmatorem grafitowym (Holandia);
- ilościowa analiza mineralna metodą różnicowej analizy termicznej (DTA) przy użyciu TG-DTA/DSC Setsys 16/18 thermobalance (Setaram, France).

III. LOKALIZACJA ZŁOŻ OBJĘTYCH BADANIAM I ICH WŁAŚCIWOŚCI



Rys. 1. Lokalizacja złóż objętych badaniami (oznaczenia na mapie): **(B)** Bychawa, **(Ch)** Chotyłów, **(G)** Gawłówka, **(J)** Jeleń, **(Ł)** Łązek Ordynacki, **(Ma)** Markowice, **(Me)** Mejznerzyn, **(P)** Pawłów, **(Z)** Zgornica

***Wyniki badań zestawiono na kartach katalogu
wraz z opisem lokalizacji, położenia geograficznego
i geologicznego oraz zasobów***

1. Bychawa

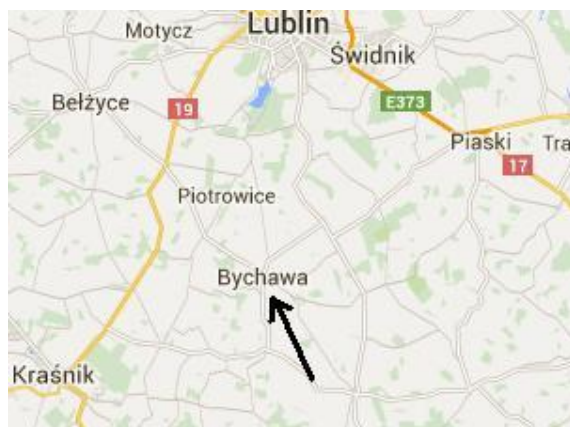
gm. Bychawa, pow. lubelski

Wyrobnisko glin ceramicznych (lessów),
w sągu bentonity – zlikwidowana
cegielnia. Sąg lessów, krawędź
wyrobniska bentonitów

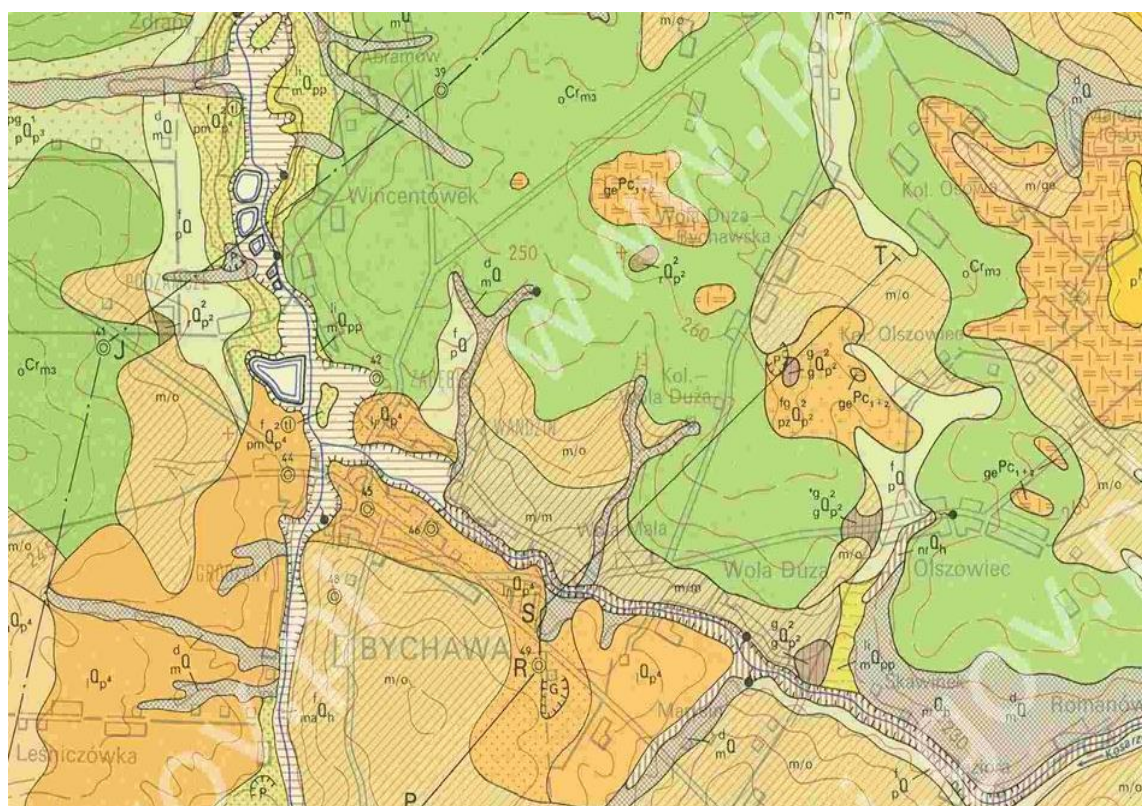
Data pobrania prób: 01.10.2011 r.

Miejsce pobrania prób: 51°00.31707N

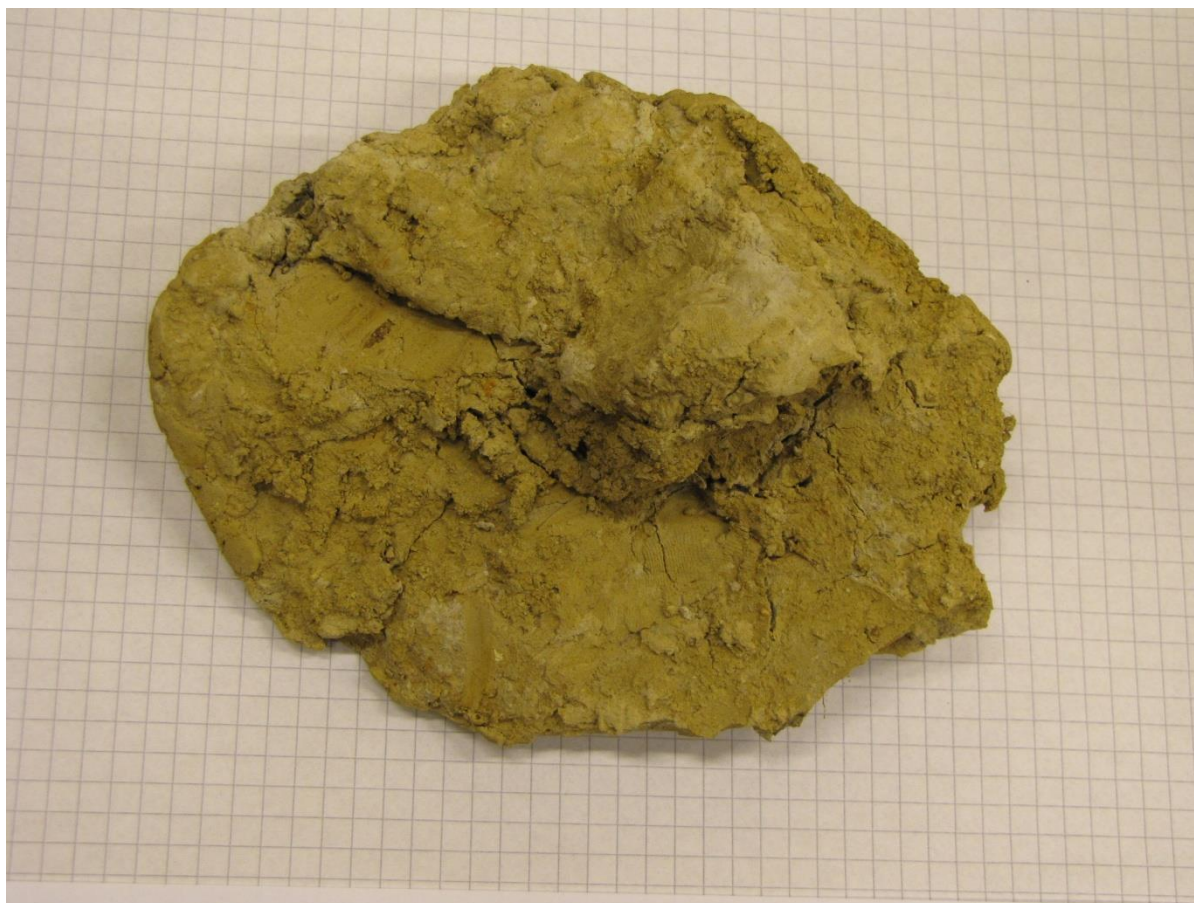
022°33.20790E



Nieistniejąca już duża cegielnia Bychawa położona w granicach miasta, w obrębie Wyniosłości Giełczewskiej. Produkcja cegły odbywała się tu w oparciu o pyły i gliny lessowe. Powstałe wyrobisko odstoniło ility o nieustalonej stratygrafii, traktowane jako nierozdzielony neogen (miocen – pliocen). Iły te udokumentowane są jako ility bentonitowe o zasobach ok. 646 tys. ton, przy miąższości kilku do kilkunastu metrów. Złoże to należy traktować jako reliktowe, zachowane w obniżonej strukturze skał kredowych.



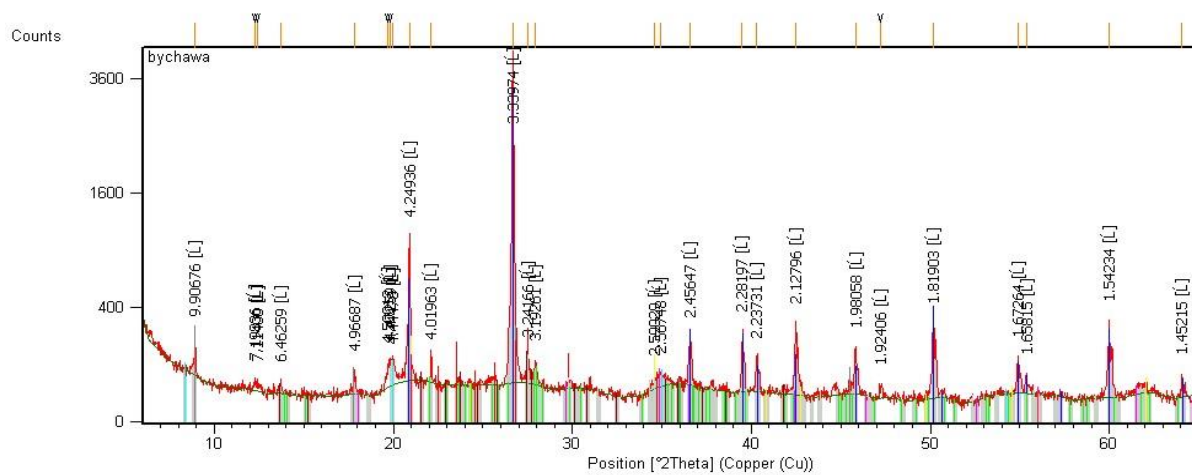
Rys. 1.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 786 Bychawa (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobiska nieczynnej cegielni



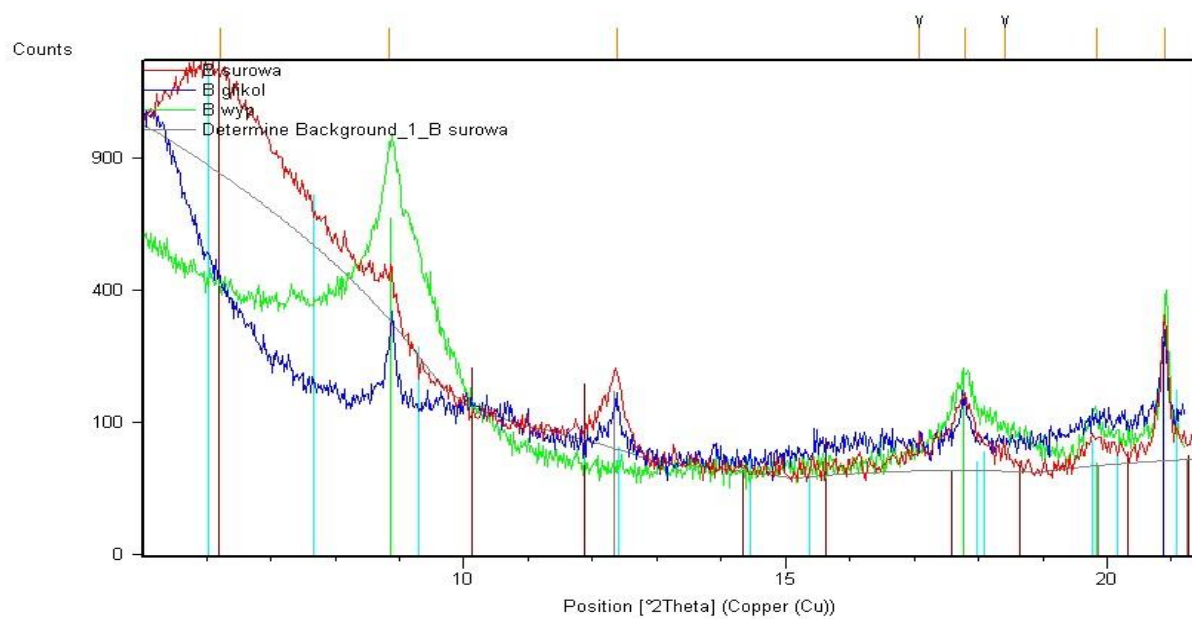
Fot. 1.2. Próba gliny Bychawa w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



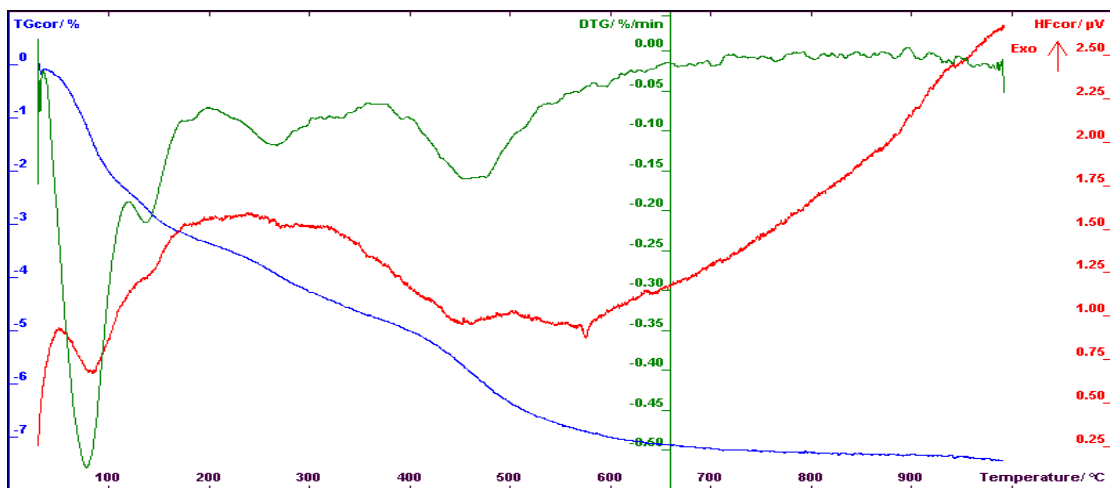
Fot. 1.3. Gлина Bychawa w spągu nieczynnego wyrobiska



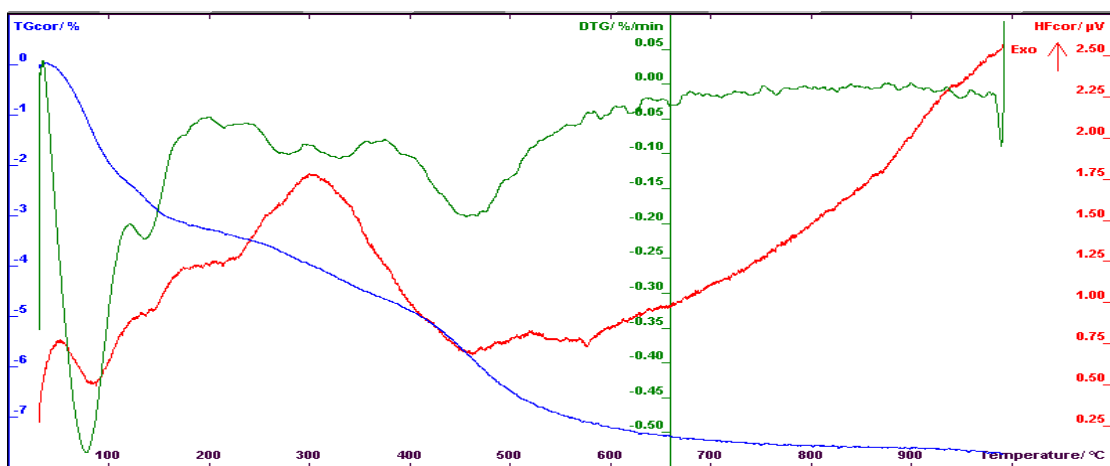
Rys. 1.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, minerały ilaste



Rys. 1.5. RTG preparatu sedymentowanego frakcji ilastej: illit, illit/smektyt, smektyt, kaolinit

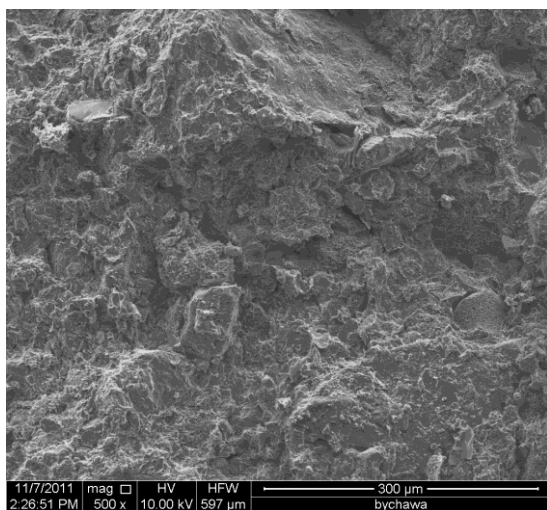


a

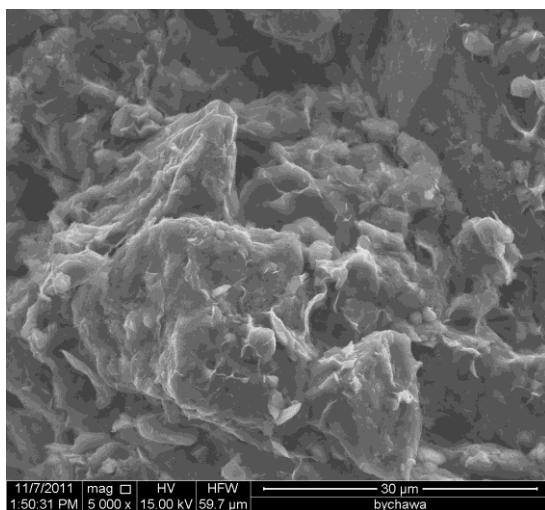


b

Rys. 1.6. Wyniki analizy termicznej gliny Bychawa: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 1.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Bychawa

Tab. 1. Wyniki badań gliny Bychawa (B)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	12
	Pył 0,05-0,002 mm	%	46
	Il < 0,002mm	%	42
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,68
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,64
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,06
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,26
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,388
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	2,75·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	7,78·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności		%	25
Granica płynności		%	52
Granica skurczalności		%	12,07
Wskaźnik plastyczności		%	27
Stopień plastyczności		-	0,013
Aktywność wg Skempton		-	0,65
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,71
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,22
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,4
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,65
Parametr n krzywej pF		-	1,159

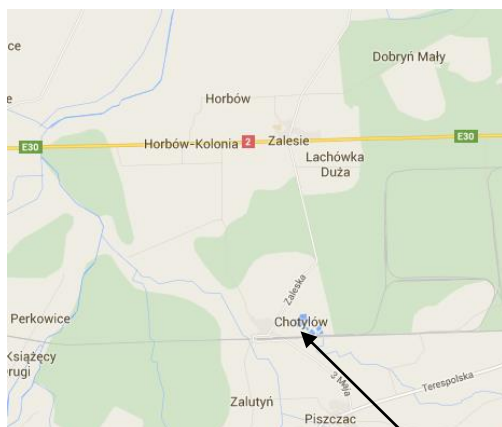
Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	61,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,47
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ścisłości pierwotnej	MPa	4,80
Moduł ścisłości wtórnej	MPa	8,82
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	90
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	81
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	9
Zawartość FeOOH	% s.m.	8
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	0
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	2
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	48,1
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	65,4
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	9,46
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	38,6
Średni wymiar cząstek	nm	125
Średni promień mezoporów	nm	7,27
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	36,1
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	0,724
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,016

2. Chotyłów

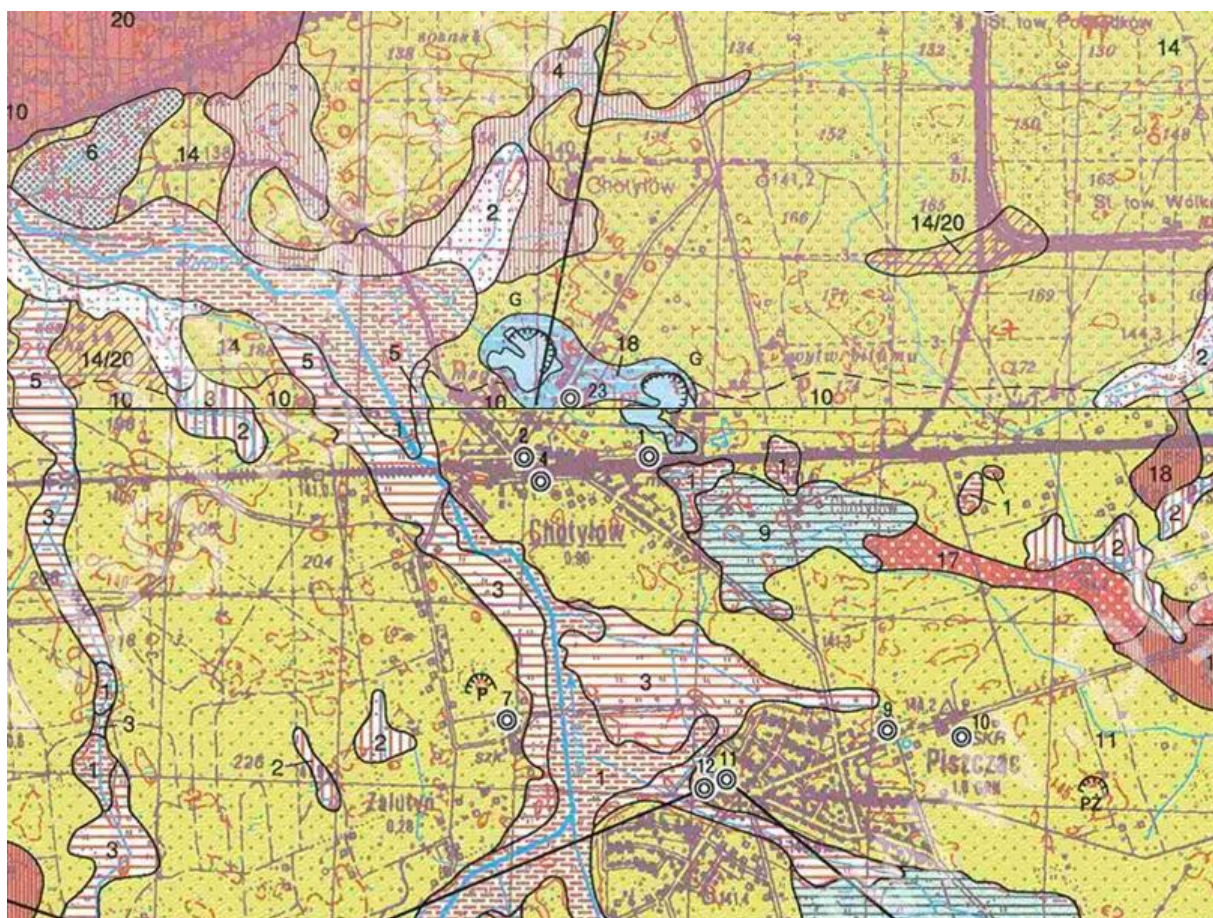
gm. Piszczac, pow. bialski

Wyrobnisko złoŹa glin ceramicznych
(zlikwidowane)

Data pobrania prób: 20.09.2011 r.



Cegielnia i wyrobiska poeksploatacyjne surowców ilastych Chotyłów zlokalizowane są w północnej części Równiny Łukowskiej, na południowy wschód od Białej Podlaskiej. Przedmiotem eksploatacji były tu występujące w formie rozległych wychodni iły i mułki zastoiskowe złodowacenia południowopolskiego (złodowacenie Sanu 2). Osady tego typu występują także w innych rejonach tej części Równiny Łukowskiej na powierzchni lub pod cienką pokrywą młodszych osadów plejstoceńskich.



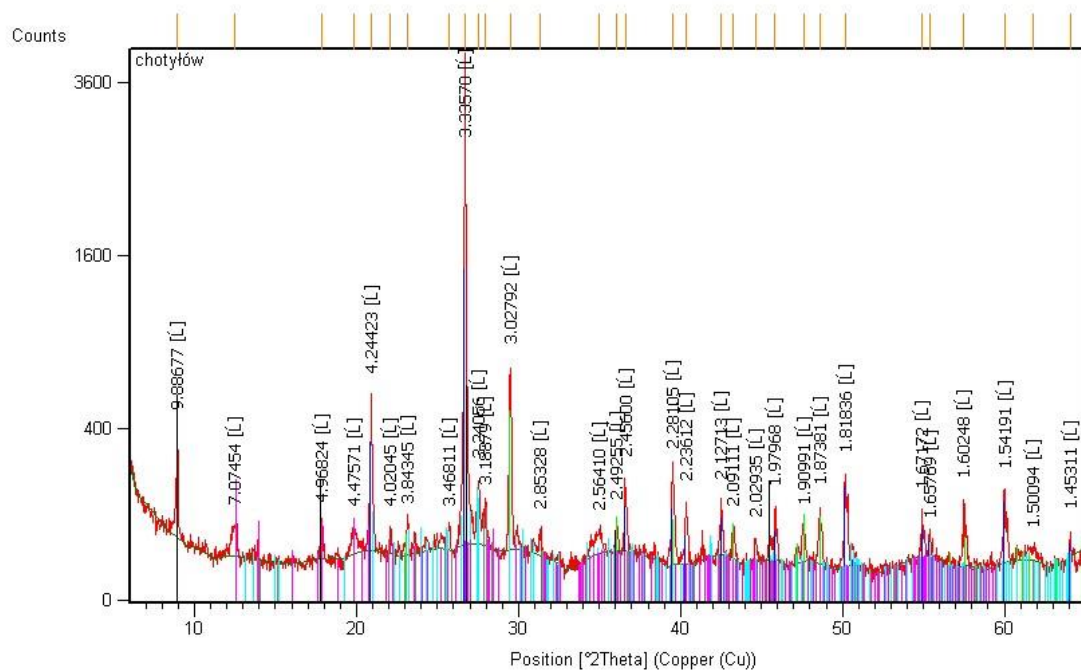
Rys. 2.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 569 i 606, Rokitno i Piszczac (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobisk nieczynnej kopalni Chotyłów



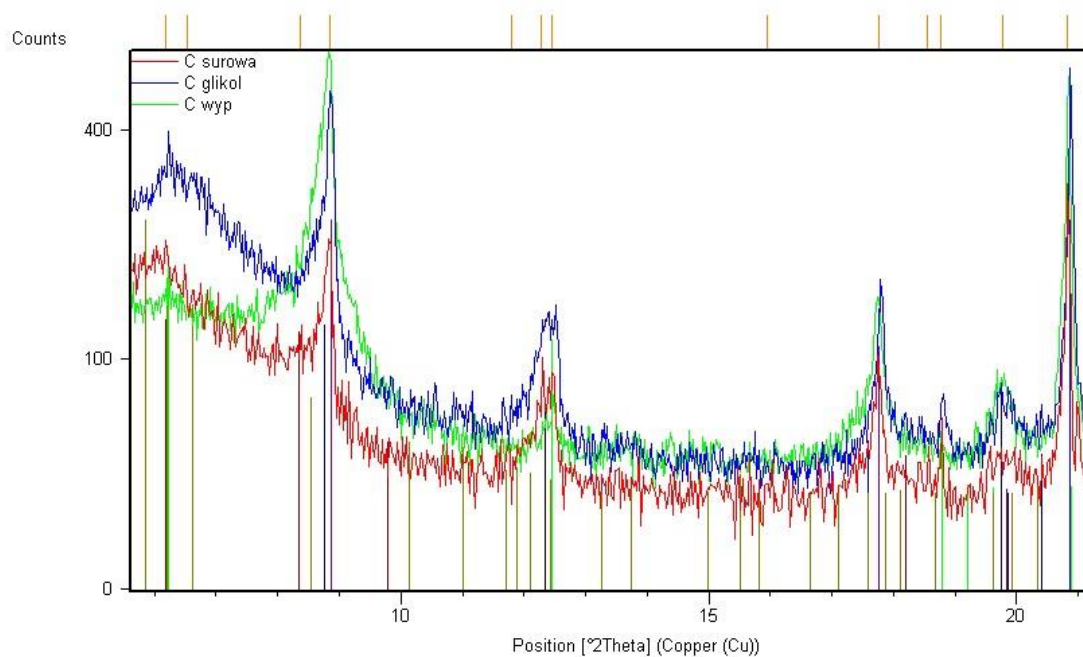
Fot. 2.2. Próba gliny Chotyłów w naturalnej formie, w stanie powietrzno-suchym



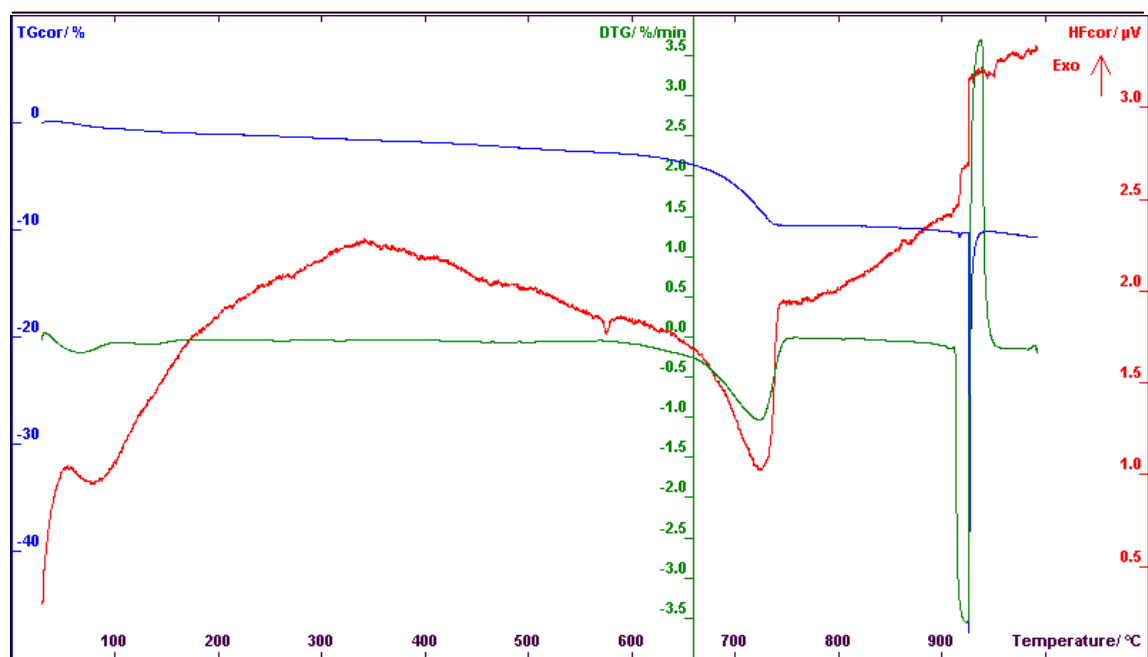
Fot. 2.3. Odsłonięcie gliny Chotyłów w nieczynnym wyrobisku



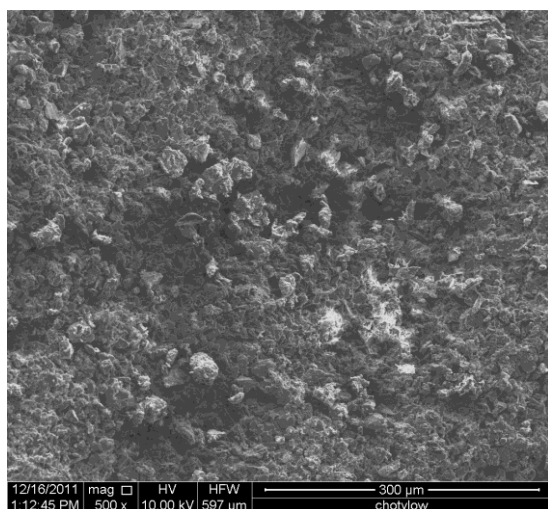
Rys. 2.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, kalcyt, minerały ilaste



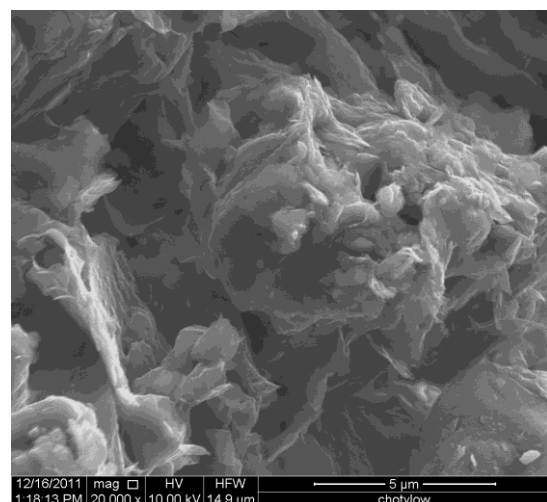
Rys. 2.5. RTG preparatu sedymentowanego frakcji ilastej: illit, illit/smektyt, chloryt



Rys. 2.6. Wyniki analizy termicznej gliny Chotyłów: próbka surowa



a



b

Rys. 2.7. Mikrostruktury i pokrój minerałów ilastych w obrazie SEM Chotyłów

Tab. 2. Wyniki badań gliny Chotyłów (Ch)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	54
	Pył 0,05-0,002 mm	%	35
	łł < 0,002mm	%	11
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,61
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,60
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,00
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,26
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,387
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	1,04·10 ⁻⁹
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	3,87·10 ⁻⁹
Granica plastyczności		%	23
Granica płynności		%	42
Granica skurczalności		%	8,68
Wskaźnik plastyczności		%	19
Stopień plastyczności		-	0,246
Aktywność wg Skempton		-	1,95
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,52
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,2
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,44
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,23
Parametr n krzywej pF		-	1,353

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	36,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,69
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	6,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	25,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	60
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	41
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	19
Zawartość FeOOH	% s.m.	0
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	10
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	30
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	16
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	21,8
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	3,27
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	12,8
Średni wymiar cząstek	nm	375
Średni promień mezoporów	nm	8,86
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	29,5
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,779
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,018

3. Gawłówka

gm. Michów, pow. lubartowski

Wyrobisko złoża piasków kwarcowych

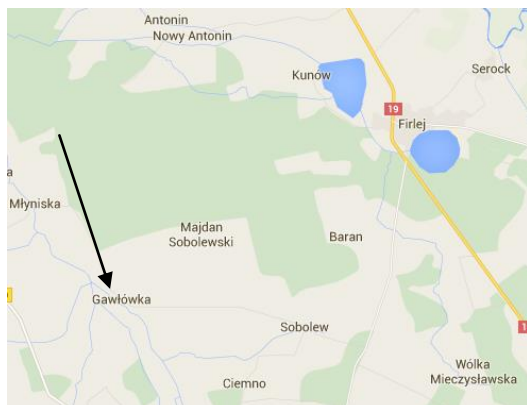
„Gawłówka 1”

Spąg piasków złożowych

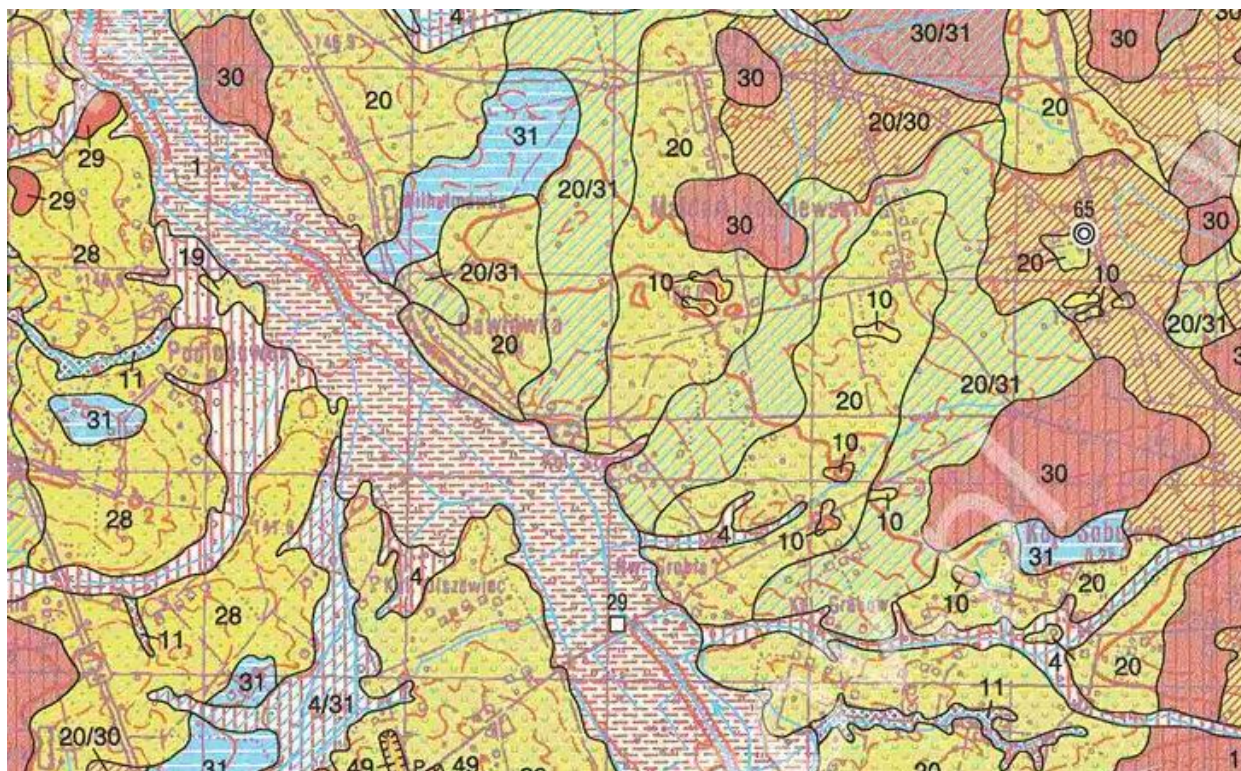
Data pobrania prób: 19.08.2011 r.

Miejsce pobrania prób: 51°30.90474N

022°25.53888E



Rejon kopalni piasków Gawłówka położony jest w obrębie Wysoczyzny Lubartowskiej. Zielone, piaszczyste gliny glaukonitowe, występujące tu pod przykryciem 1-2m piasków plejstocénskich oraz 3-5m piasków kwarcowych miocénskich, uważane są za morski osad górnego eocenu/oligocenu. Odślaniają się one po wyeksploatowaniu piasków, także w innych rejonach między Gawłówką i Lubartowem. Gliny te osiagają miąższość do 30m i stanowią bardzo interesujący, perspektywiczny surowiec do różnorodnych zastosowań ekoinżynierskich, szczególnie po stratyfikacji mineralno-ziarnowej.



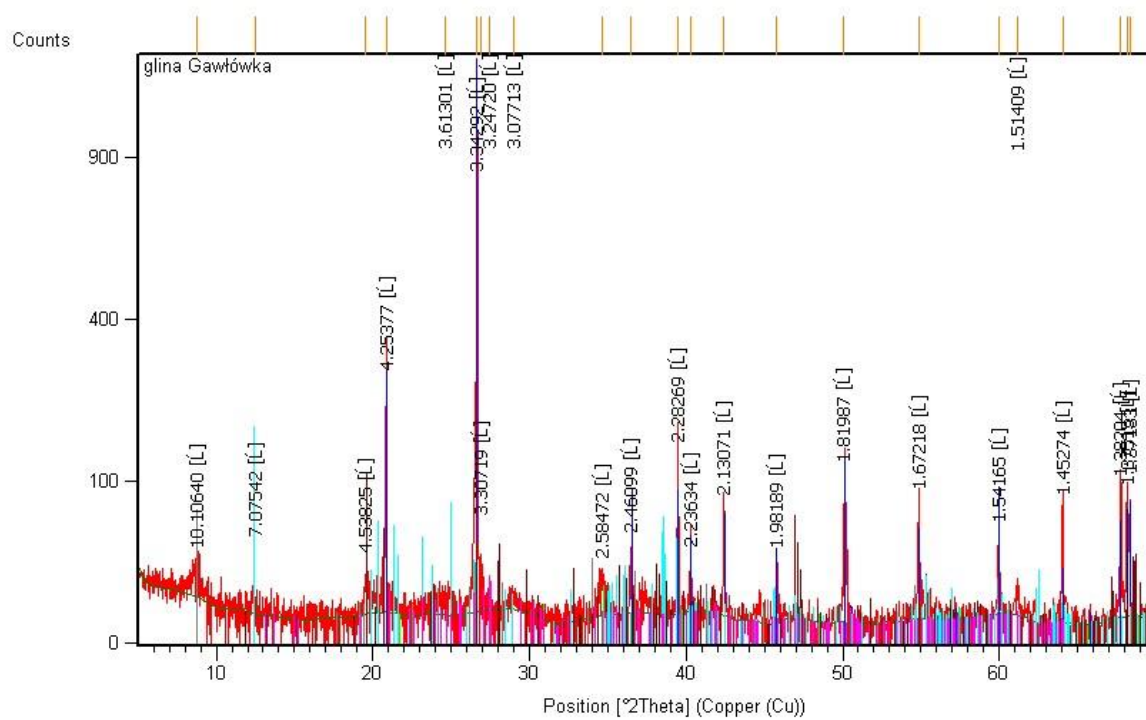
Rys. 3.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 676 Kock (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobiska kopalni Gawłówka



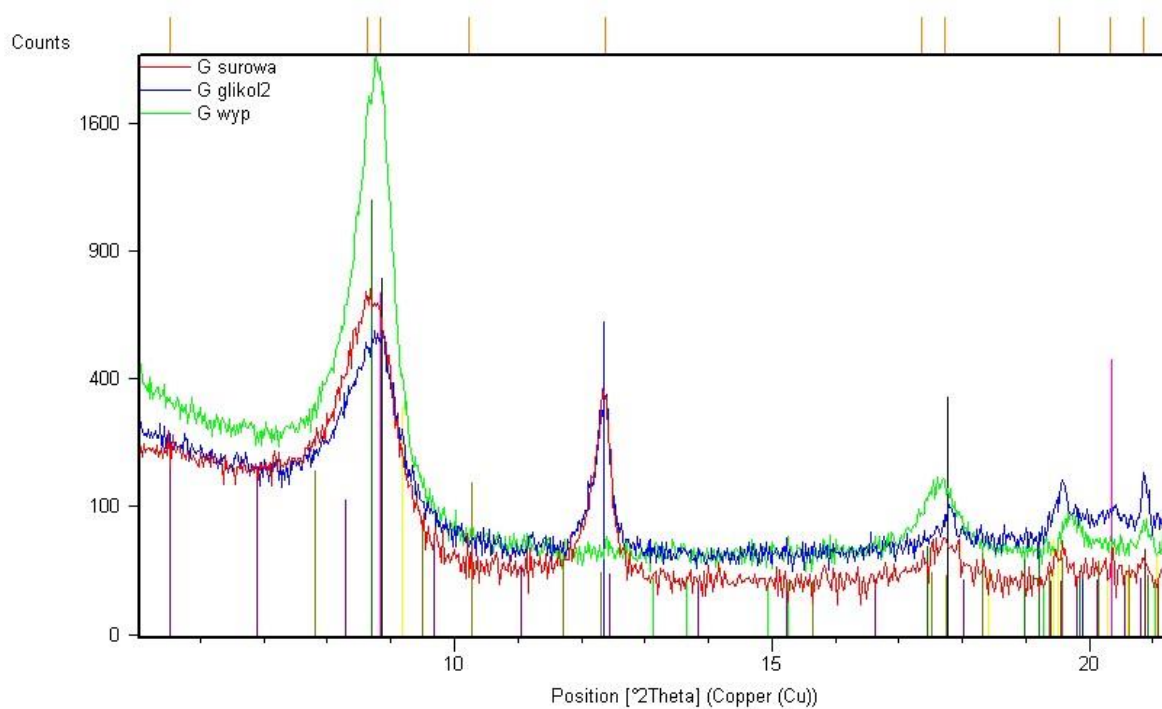
Fot. 3.2. Próba gliny Gawłówka w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



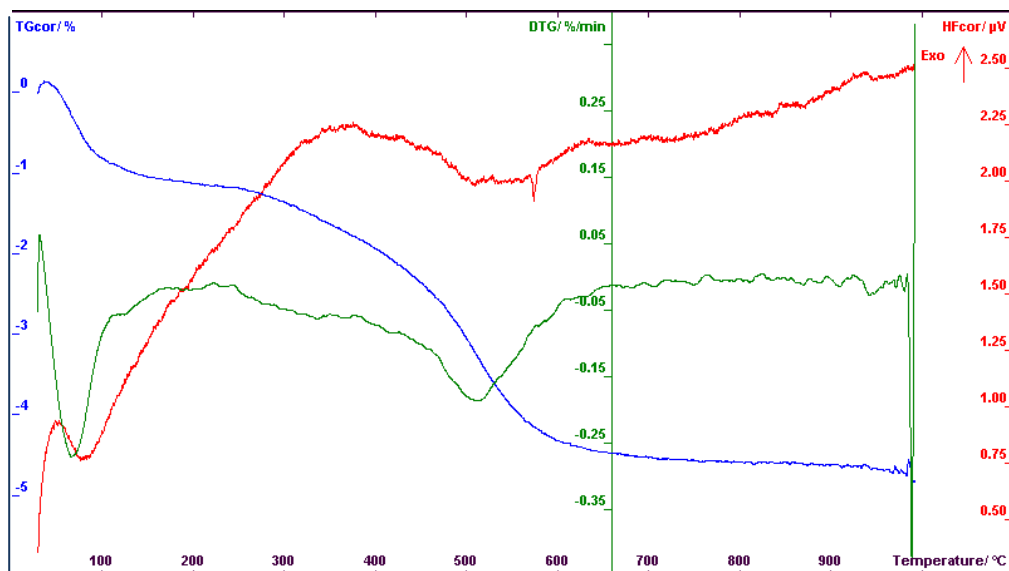
Fot. 3.3. Strop glin Gawłówka w wyrobisku eksploatacyjnym



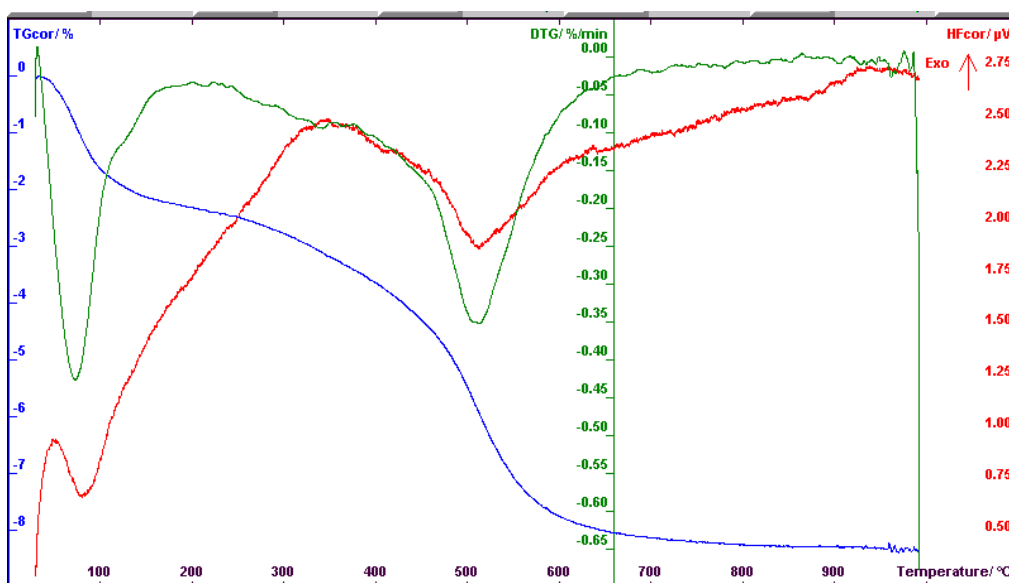
Rys. 3.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, minerały ilaste



Rys. 3.5. RTG preparatu sedymentowanego frakcji ilastej: illit (glaukonit), kaolinit

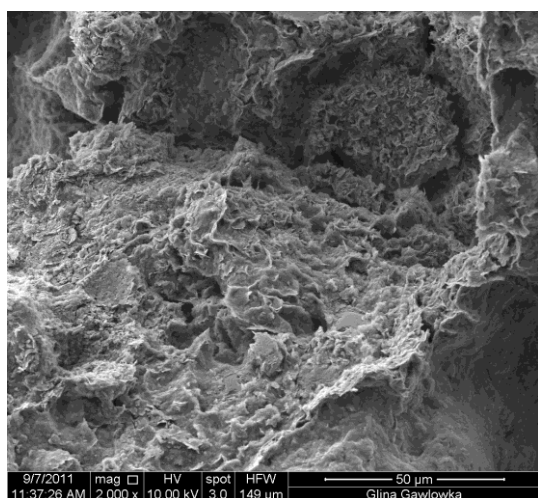


a

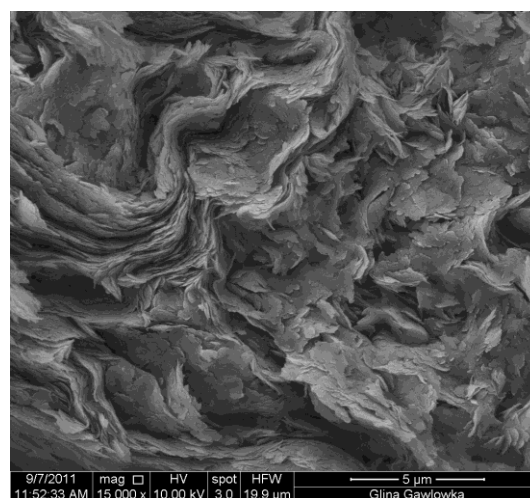


b

Rys. 3.6. Wyniki analizy termicznej gliny Gawłówka: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 3.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Gawłówka

Tab. 3. Wyniki badań gliny Gawłówka (G)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	66
	Pył 0,05-0,002 mm	%	3
	Il < 0,002mm	%	31
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,68
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,95
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,30
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,18
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,272
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	4,73·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	2,25·10 ⁻⁹
Granica plastyczności		%	15
Granica płynności		%	27
Granica skurczalności		%	6,68
Wskaźnik plastyczności		%	12
Stopień plastyczności		-	-0,005
Aktywność wg Skempton		-	0,65
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,99
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,13
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,32
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,92
Parametr n krzywej pF		-	1,140

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	28,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,69
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	6,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	25,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	60
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	41
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	19
Zawartość FeOOH	% s.m.	0
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	10
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	30
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	16
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	21,8
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	3,27
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	12,8
Średni wymiar cząstek	nm	375
Średni promień mezoporów	nm	8,86
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	29,5
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,779
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,018

4. Jeleń

gm. Ostrówek, pow. lubartowski

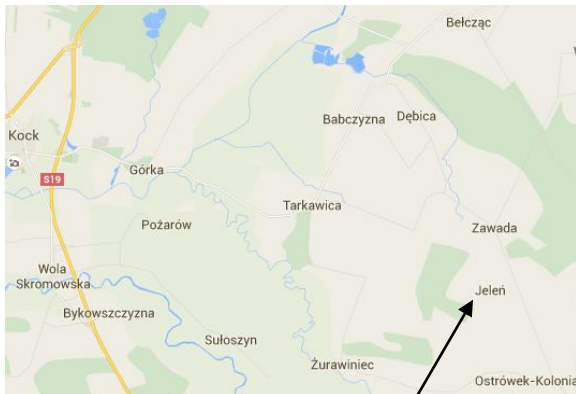
Wydobisko glin ceramicznych „Jeleń I”

Ściana eksploatacyjna

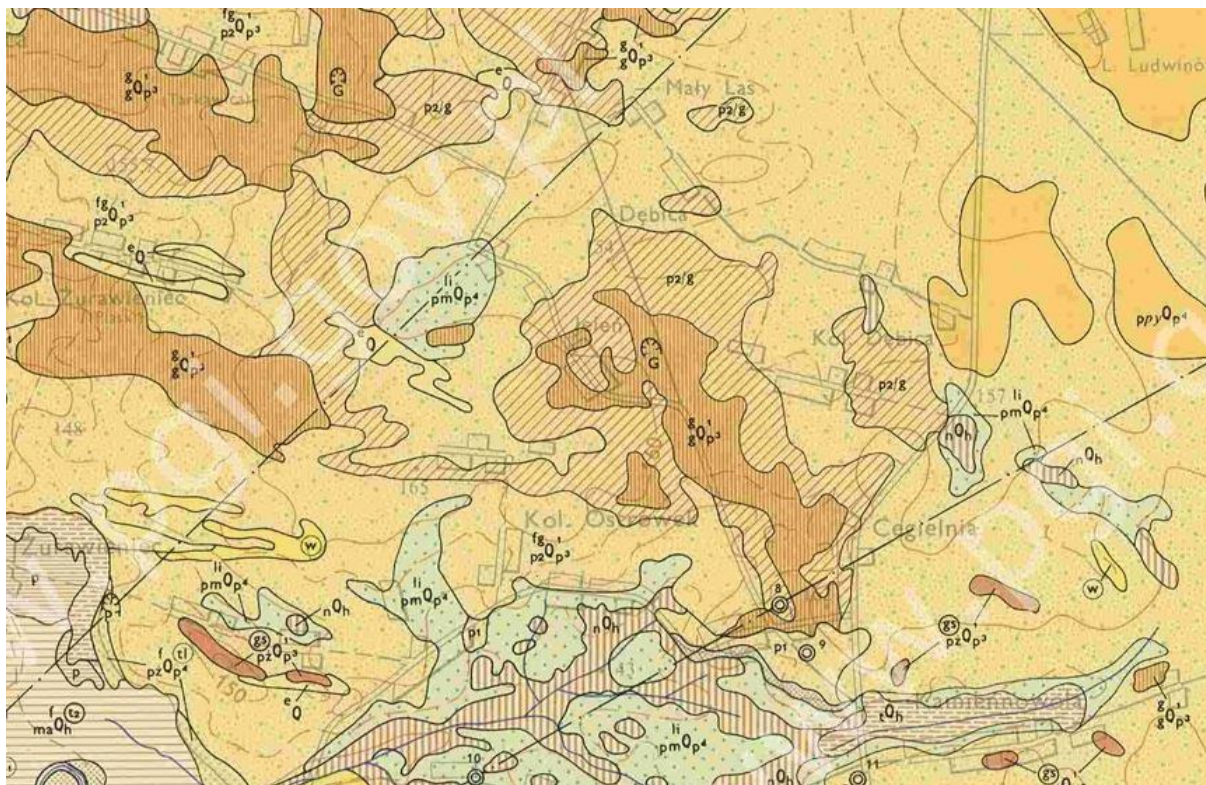
Data pobrania prób: 29.09.2011 r.

Współrzędne pobrania prób: 51°36.42640N

022°36.30753E



Kopalnia i cegielnia Jeleń jest jednym z licznie działających w rejonie między Wieprzem i Tyśmienicą zakładów ceramicznych wykorzystujących plejstocenijskie osady glacialne i zastoiskowe. Teren ten położony jest w północnej części Wysoczyzny Lubartowskiej. Zbudowana jest ona ze zdenudowanych osadów glacialnych, fluwioglacialnych i zastoiskowych stadiu maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego. Bazę surowcową tych osadów mogą stanowić wyrobiska pocegielnianie występujące od Lubartowa do Kocka.



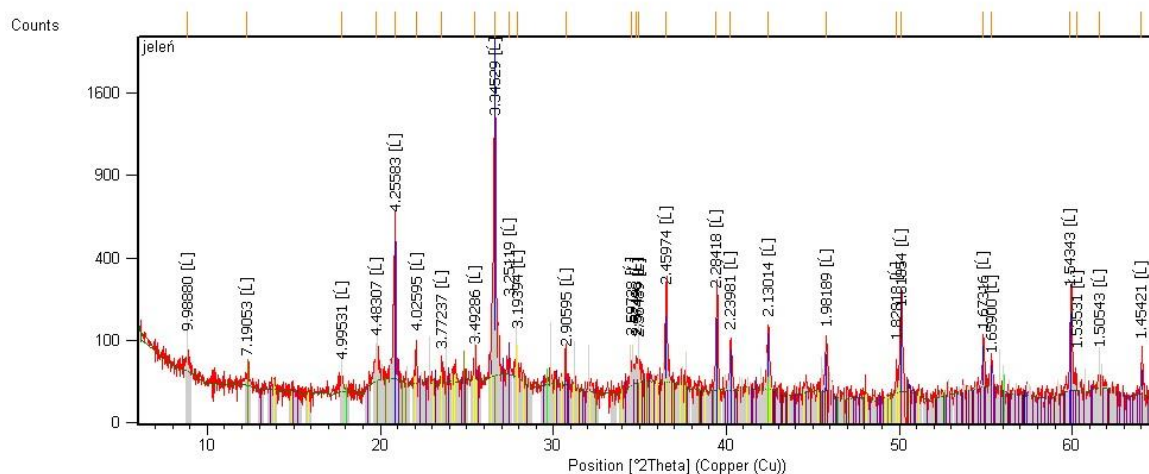
Rys. 4.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 676 Kock (PIB-PIG Warszawa) w rejonie kopalni cegielni Jeleń



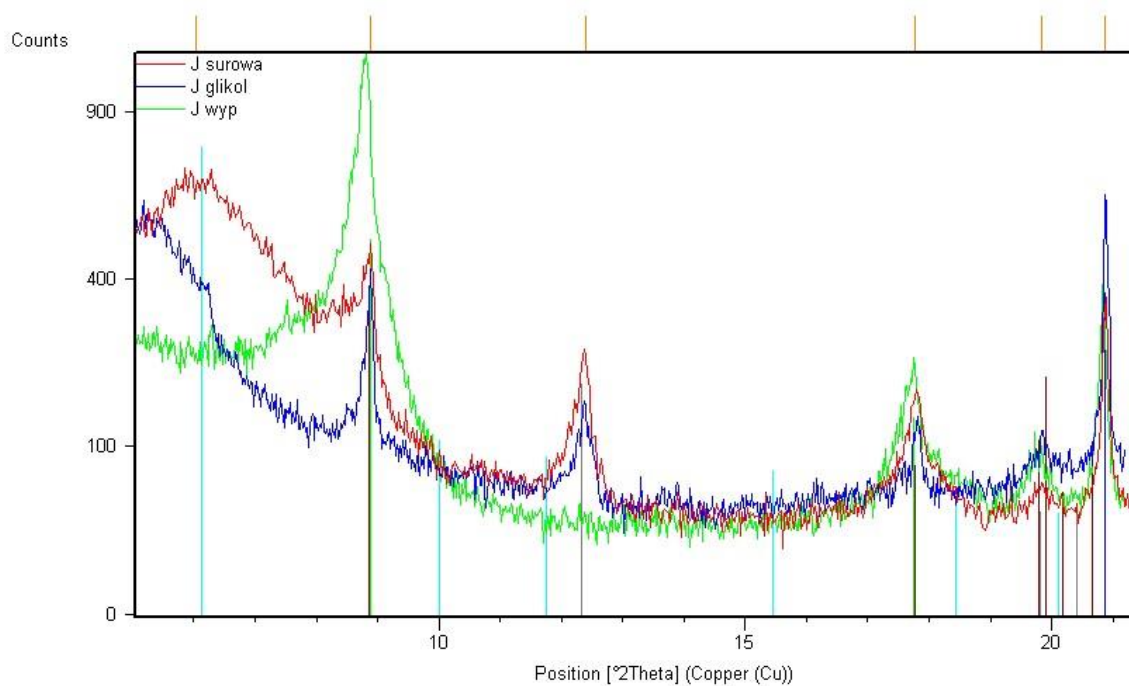
Fot. 4.2. Próba gliny Jeleń w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



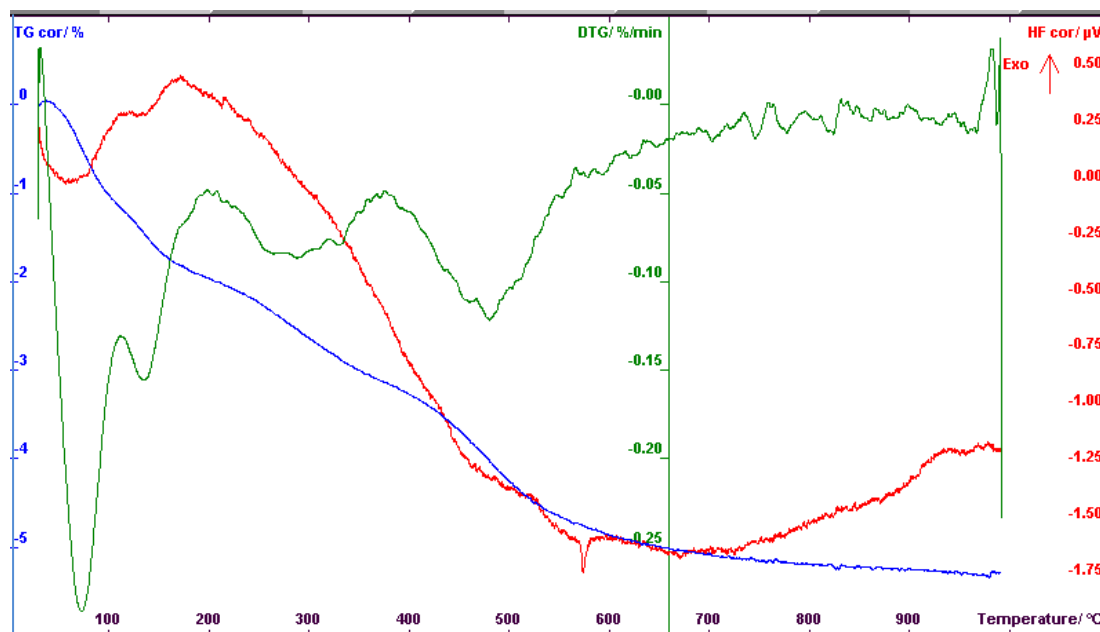
Fot. 4.3. Gлина Jeleń w poziomie eksploatacyjnym wyrobiska



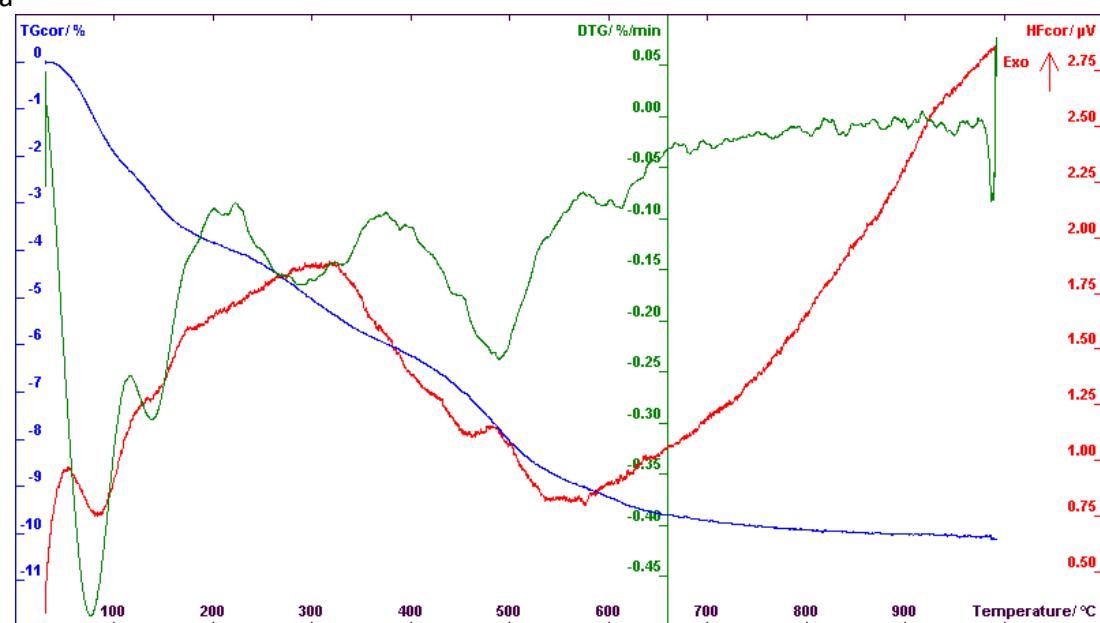
Rys. 4.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, minerały ilaste



Rys. 4.5. RTG preparatu sedimentowanego frakcji ilastej: illit, kaolinit, smektyt

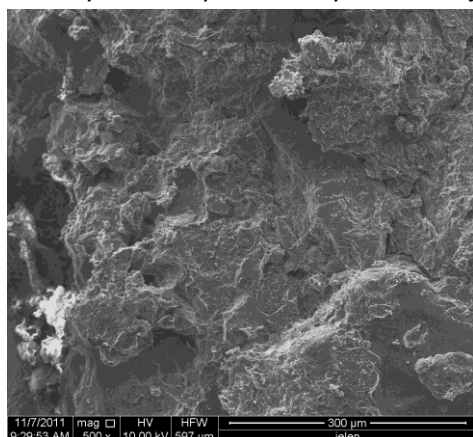


a

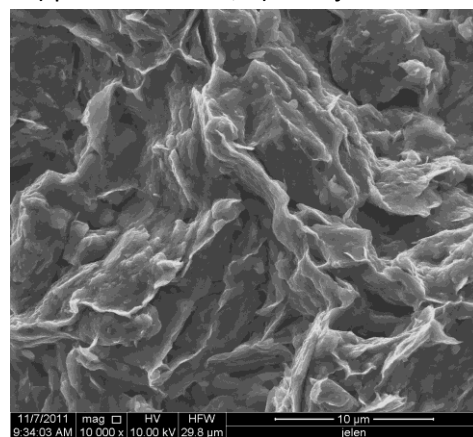


b

Rys. 4.6. Wyniki analizy termicznej gliny Jeleń: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 4.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Jeleń

Tab. 4. Wyniki badań gliny Jeleń (J)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	44
	Pył 0,05-0,002 mm	%	26
	Il < 0,002mm	%	30
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,65
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,92
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,12
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,11
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,275
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	1,16·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	2,79·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności		%	15
Granica płynności		%	37
Granica skurczalności		%	6,63
Wskaźnik plastyczności		%	24
Stopień plastyczności		-	-0,099
Aktywność wg Skempton		-	Bd
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,71
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,14
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,30
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,07
Parametr n krzywej pF		-	1,361

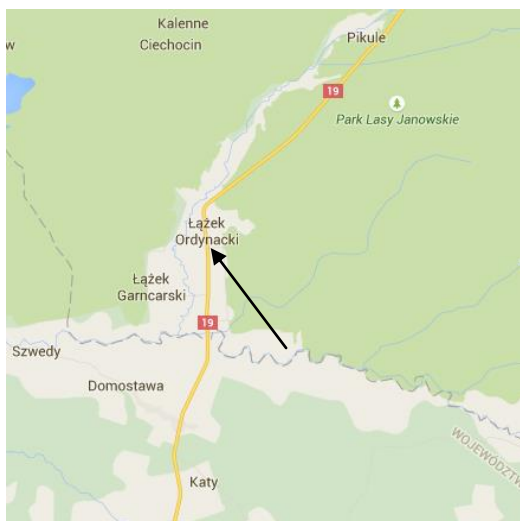
Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	38,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,39
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	18,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	42,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m	30
Zawartość minerałów pęczniejących (I+S)	% s.m	22
Zawartość minerałów niepęczniejących (K+Ch)	% s.m	8
Zawartość FeOOH	% s.m	1
Zawartość CaCO ₃	% s.m	0
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	69
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	26,0
Powierzchnia właściwa wg Langmuir'a	m ² g ⁻¹	35,3
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	4,19
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	21,8
Średni wymiar cząstek	nm	231
Średni promień mezoporów	nm	8,87
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	39,5
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,466
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,009

5. Łązek Ordynacki

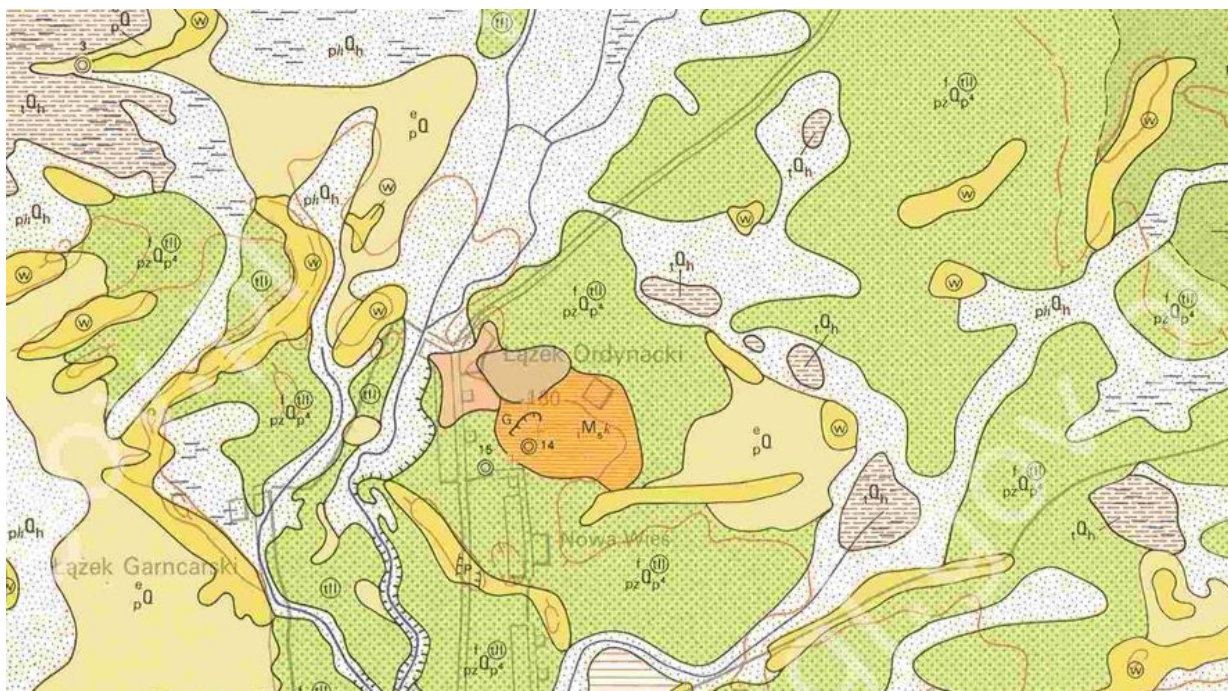
gm. Janów Lubelski, pow. janowski

Glinianka nieczynnej cegielni

Data pobrania prób: 18.08.2011 r.



Rejon nieczynnej cegielni i wybilansowanego złoża iłów ceramicznych Łązek Ordynacki leży w obrębie Równiny Biłgorajskiej. Złoże budują mioceneskie (sarmackie) iły z przewarstwieniami mułków, tzw. iły krakowieckie. Występują one tu w formie silnie zmienionej procesami wietrzeniowymi do głębokości kilku metrów. Tworzą wielohektarowe wychodnie, lokalnie przykryte cienkimi pokrywami osadów plejstoceneskich i holoceneskich. Iły te stanowią potencjalnie bardzo dużą bazę surowcową do zastosowań zarówno ceramicznych jak i inżynierskich. Jest to rejon historycznej i współczesnej produkcji garncarskiej i kaflarskiej wykorzystującej ten surowiec.



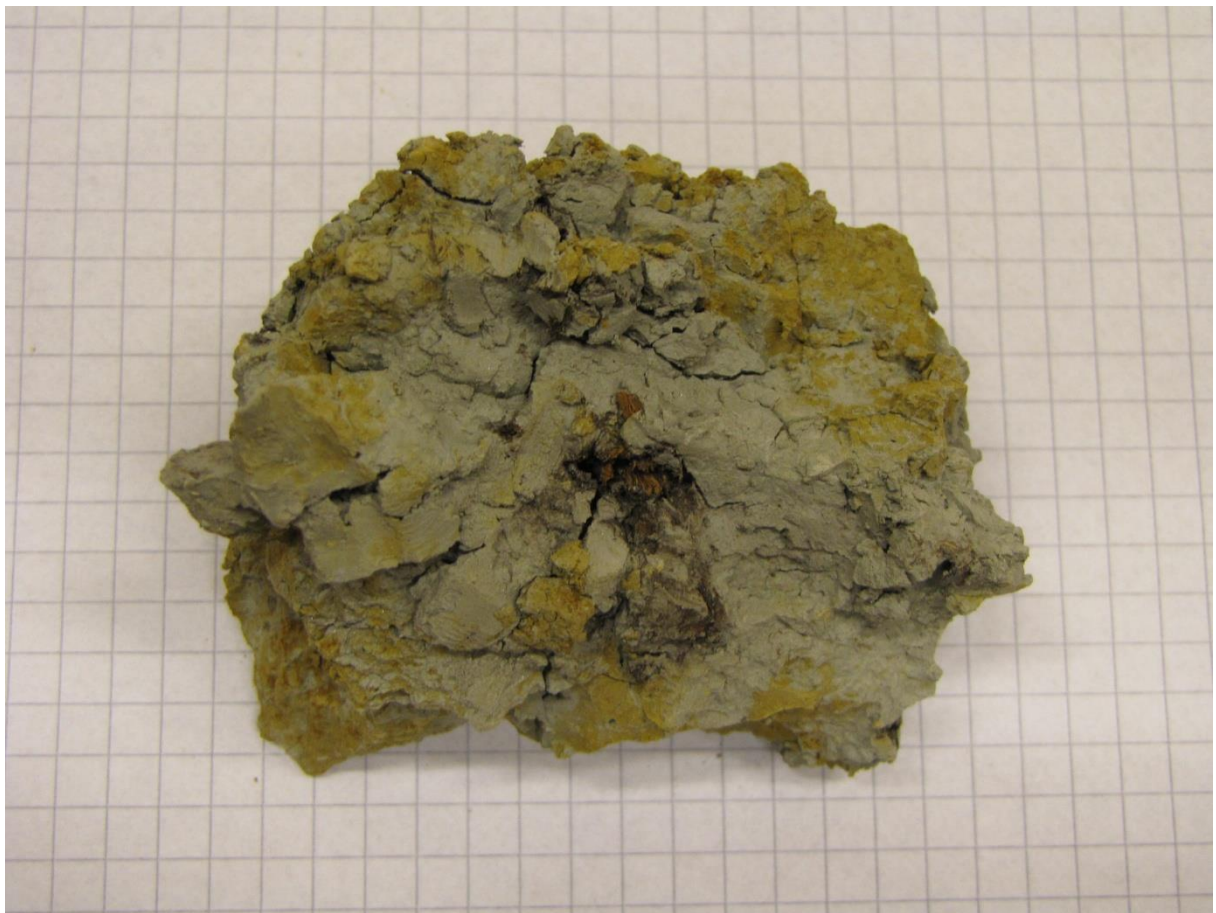
Rys. 5.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 891 Huta Krzeszowska (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobisk nieczynnej cegielni Łązek Ordynacki



Fot. 5.2. Wyrobisko nieczynnej kopalni Łązek Ordynacki



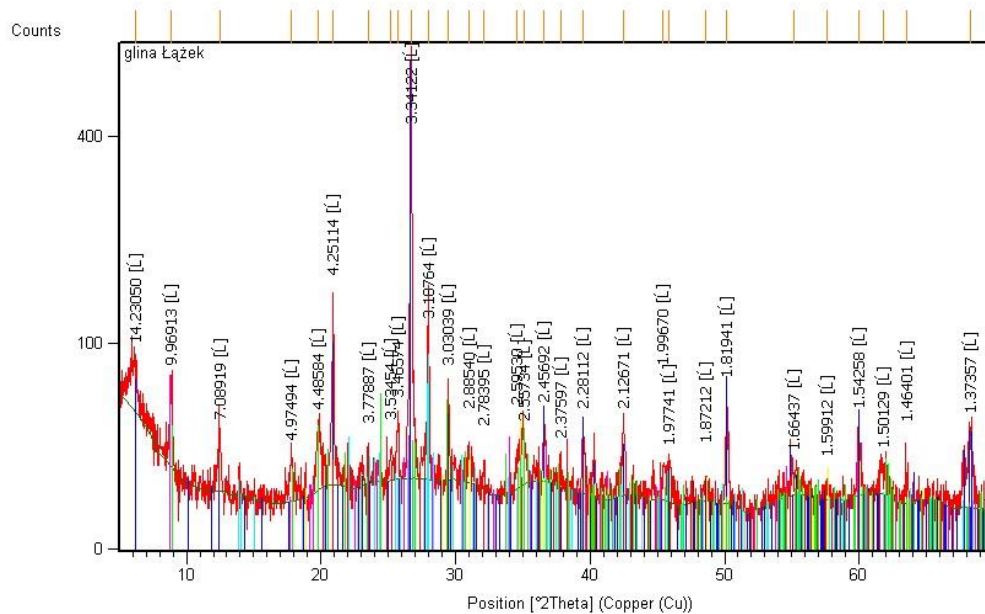
Fot. 5.3. Produkcja garncarska na bazie gliny Łązek Ordynacki



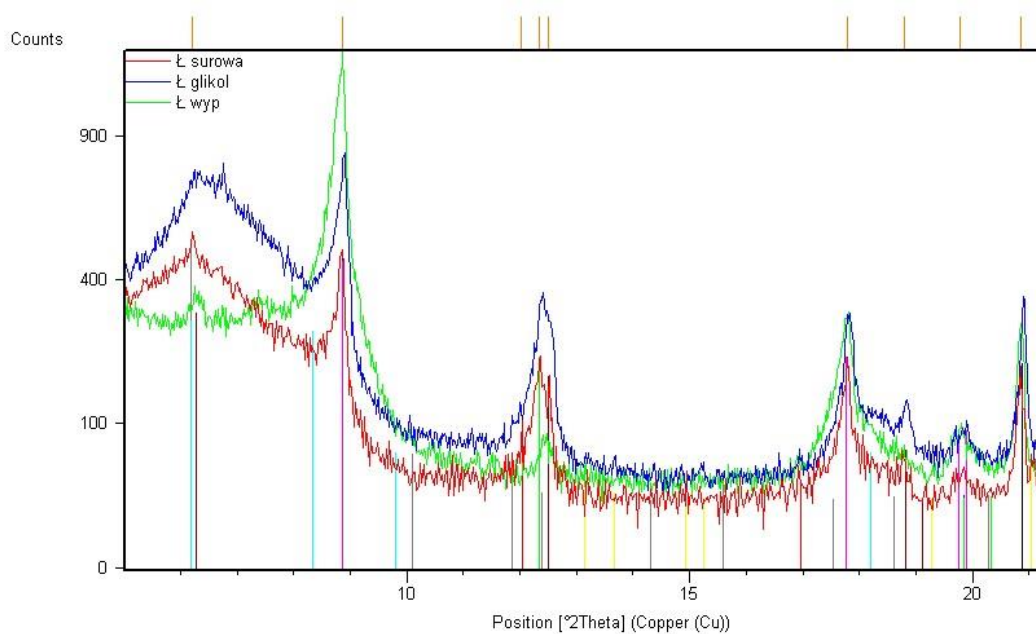
Fot. 5.4. Próba gliny Łązek Ordynacki w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



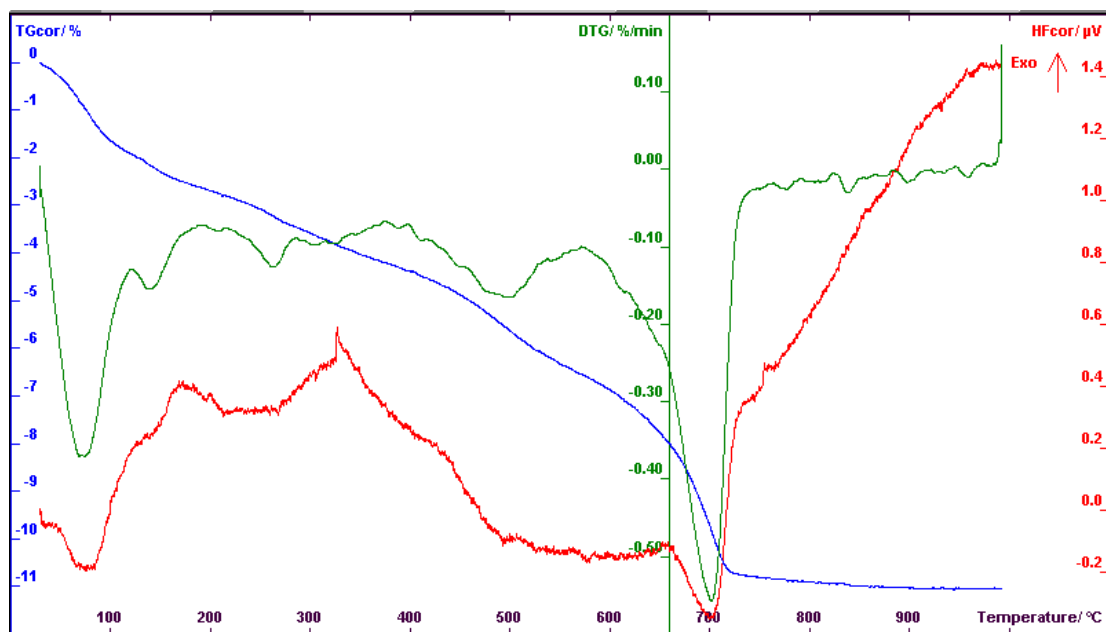
Fot. 5.5. Powierzchniowe występowanie glin Łązek Ordynacki



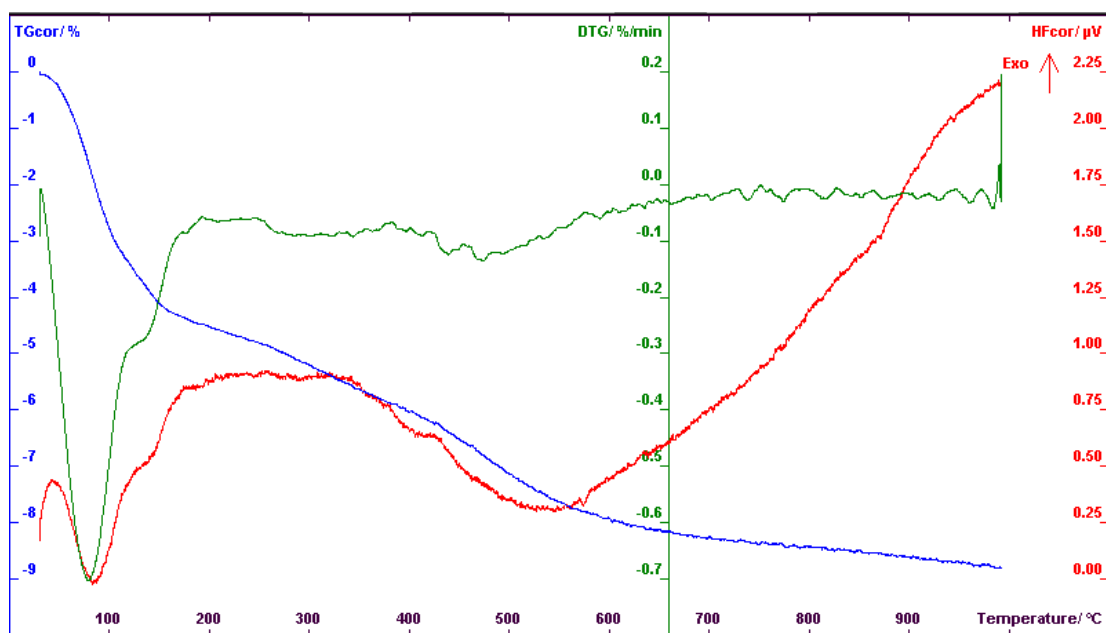
Rys. 5.6. RTG proszkowej próbki surowej: kwarc, skalenie, kalcyt, minerały ilaste



Rys. 5.7. RTG preparatu sedimentowanego minerałów ilastych: illit, smektyt, kaolinit, chloryt

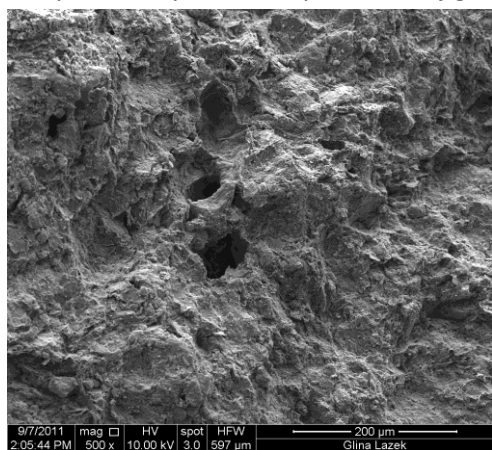


a

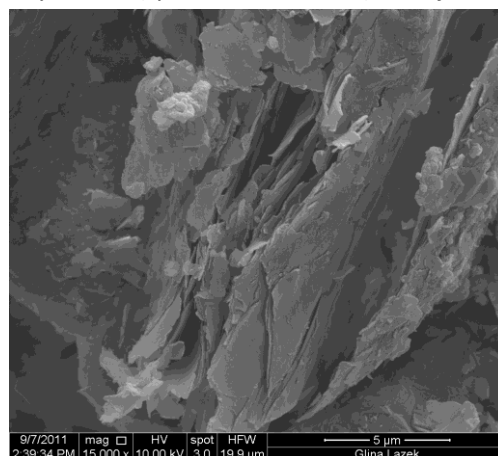


b

Rys. 5.8. Wyniki analizy termicznej gliny łązek Ordynacki: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 5.9. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny łązek Ordynacki

Tab. 5. Wyniki badań gliny Łązek Ordynacki (Ł)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	4,5
	Pył 0,05-0,002 mm	%	51
	łł < 0,002mm	%	44,5
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,61
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,7
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,06
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,21
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,349
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	1,37·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	4,30·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności		%	25
Granica płynności		%	59
Granica skurczalności		%	12,28
Wskaźnik plastyczności		%	34
Stopień plastyczności		-	-0,016
Aktywność wg Skempton		-	0,77
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,72
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,21
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,37
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,06
Parametr n krzywej pF		-	1,262

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	41,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	1,02
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	5,30
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	42,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	30
Zawartość minerałów pęczniejących (I+S)	% s.m.	22
Zawartość minerałów niepęczniejących (K+Ch)	% s.m.	8
Zawartość FeOOH	% s.m.	1
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	0
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	69
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	26,0
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	35,3
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	4,19
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	21,8
Średni wymiar cząstek	nm	231
Średni promień mezoporów	nm	8,87
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	39,5
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,466
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,009

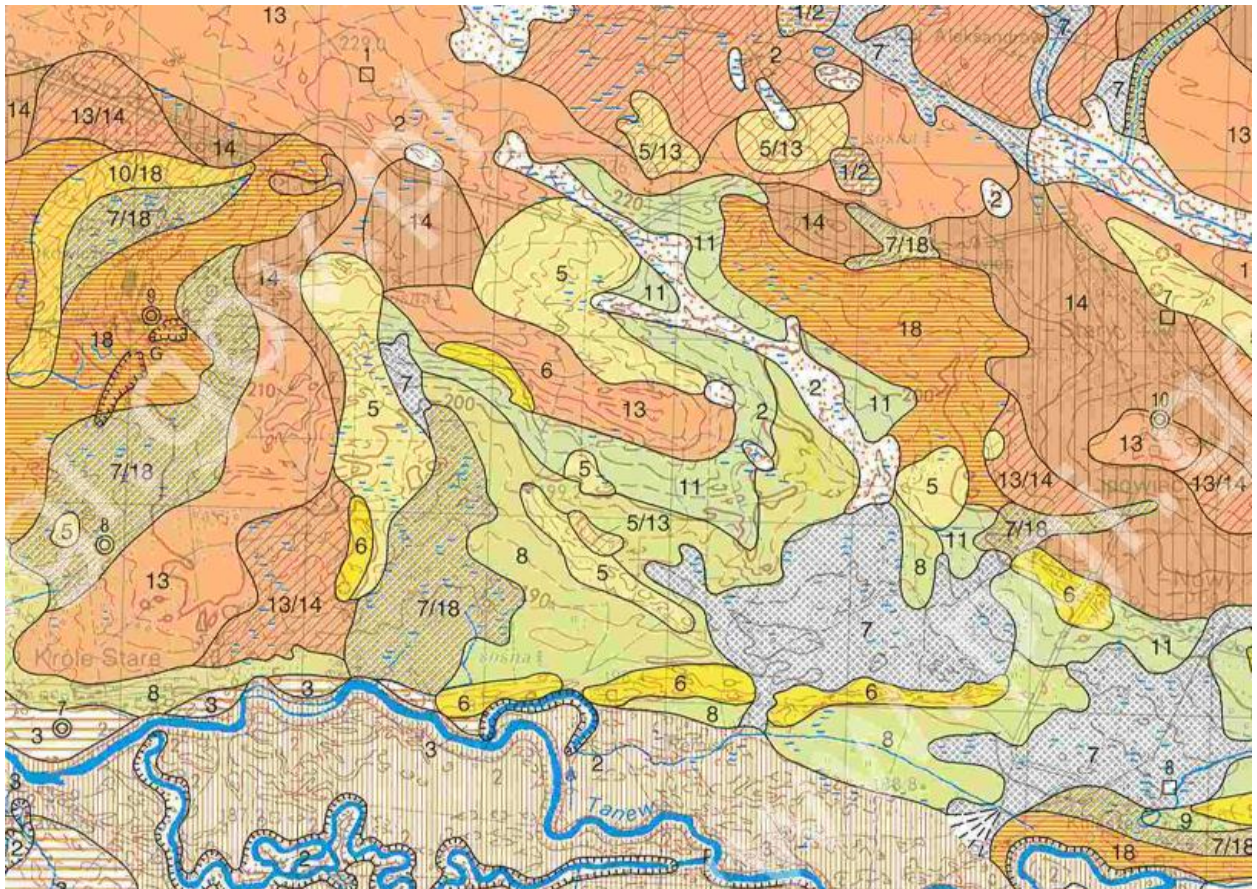
6. Markowicze

gm. Księżpol, pow. biłgorajski

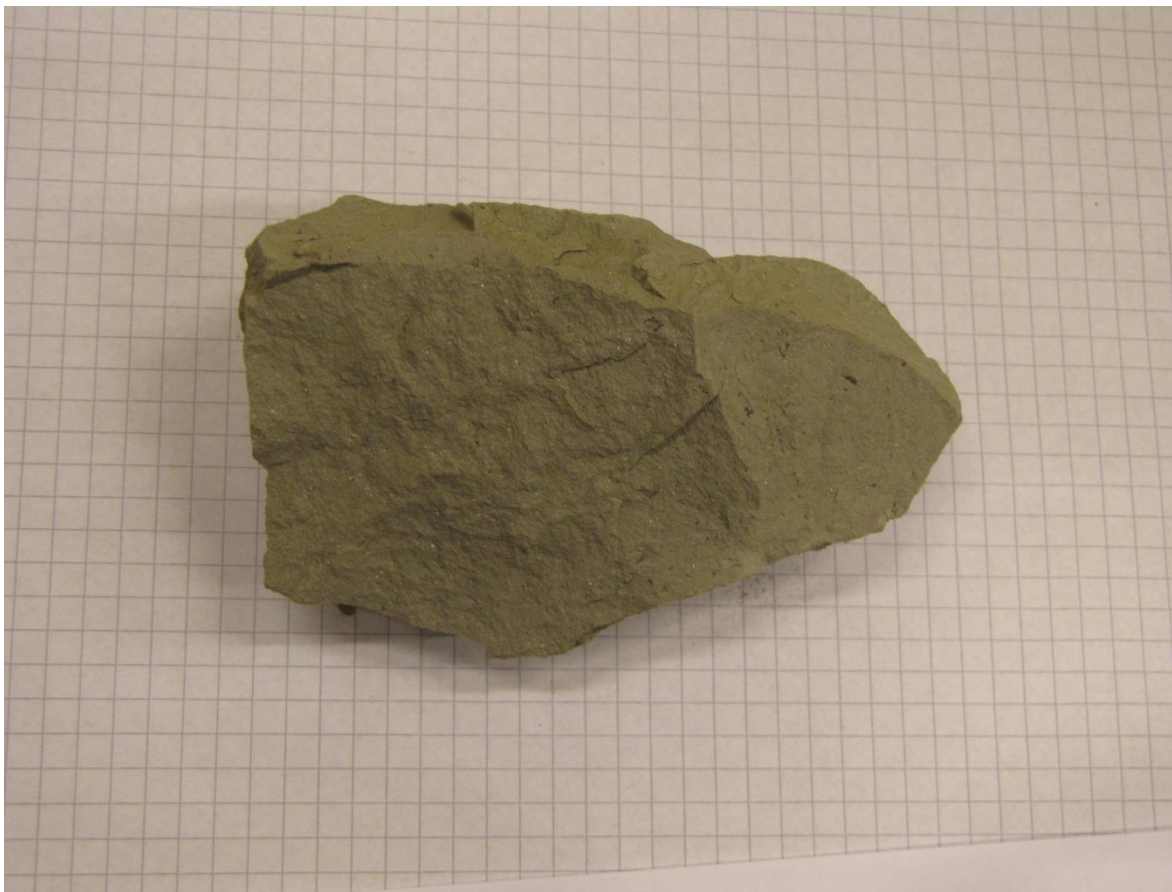
Wyrobisko LEIER MARKOWICZE S.A.,
Cegielnia Markowicze 5,
23-414 Majdan Stary
Data pobrania prób: 18.08.2011 r.



Rejon cegielni i złoża glin ceramicznych Markowicze leży w obrębie Równiny Biłgorajskiej. Złoże budują miocenne osady górnej części miocenu środkowego, tzw. iły krakowieckie. Tworzą one tu wielohektarowe, płytko położone pod piaszczystymi osadami plejstocenu wychodnie glin pylistych, typowych dla morskich facji zapadliska przedkarpackiego. W wykształceniu takim występują one do głębokości min. kilkudziesięciu metrów. Gliny te stanowią potencjalnie bardzo dużą bazę surowcową do zastosowań zarówno ceramicznych jak i inżynierskich.



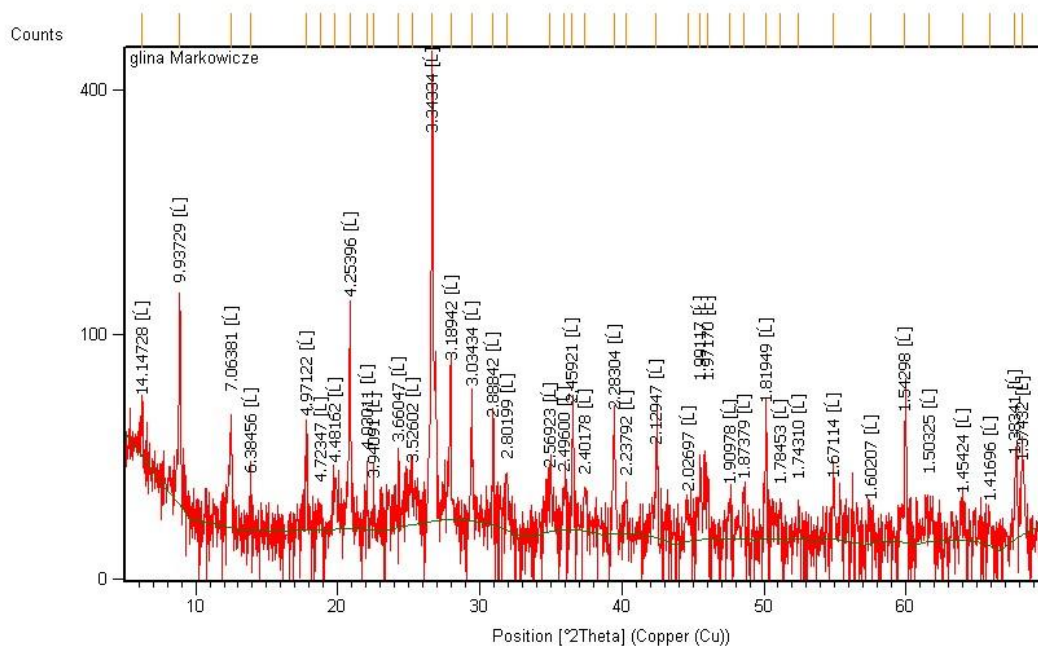
Rys. 6.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 926 Aleksandrów (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobiska cegielni Markowicze



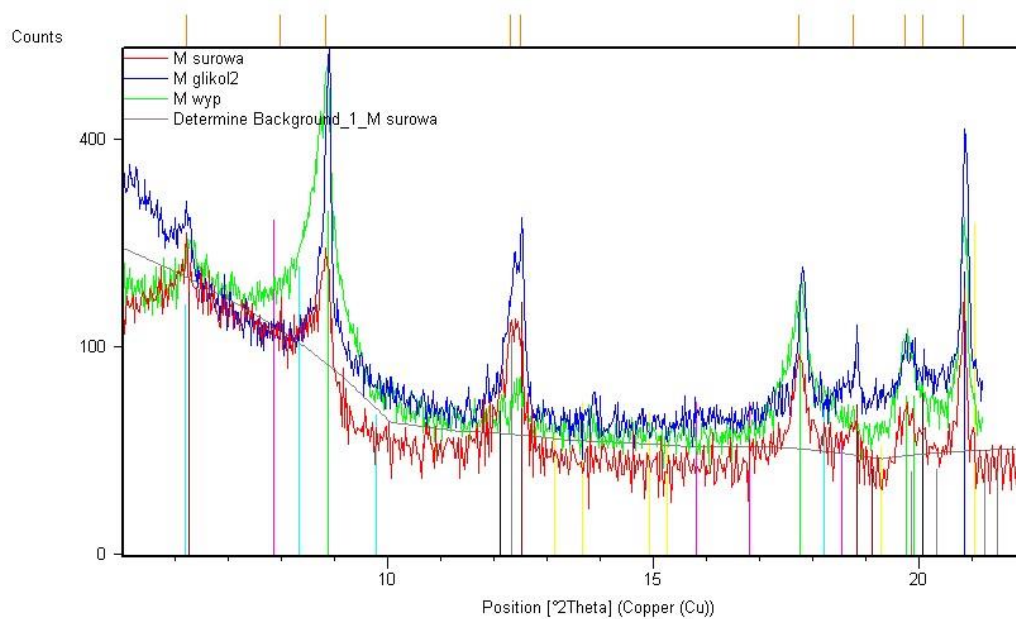
Fot. 6.2. Próba gliny Markowicze w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



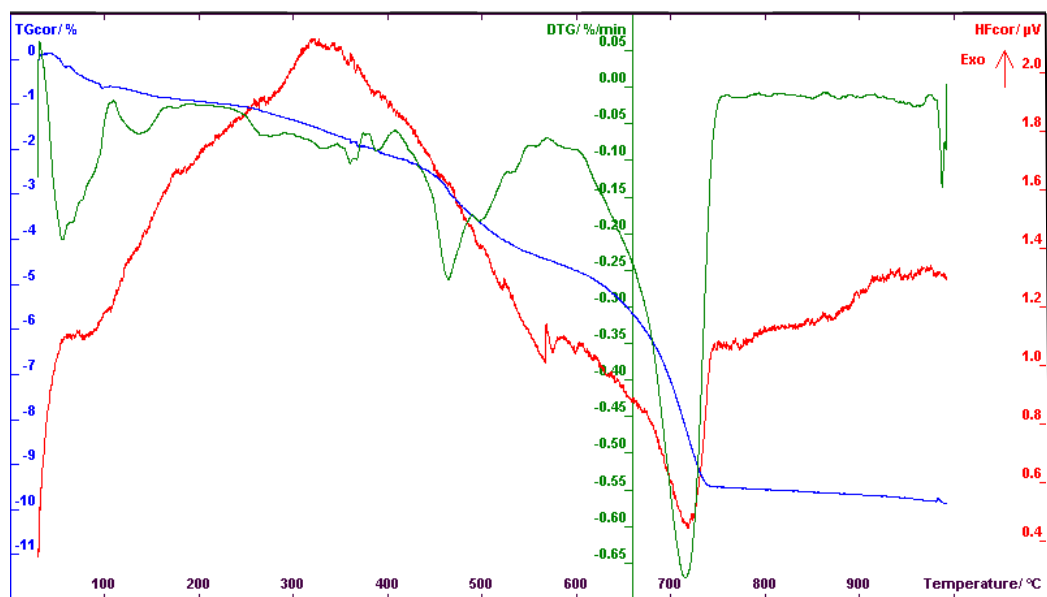
Fot. 6.3. Wyrobisko kopalni Markowicze



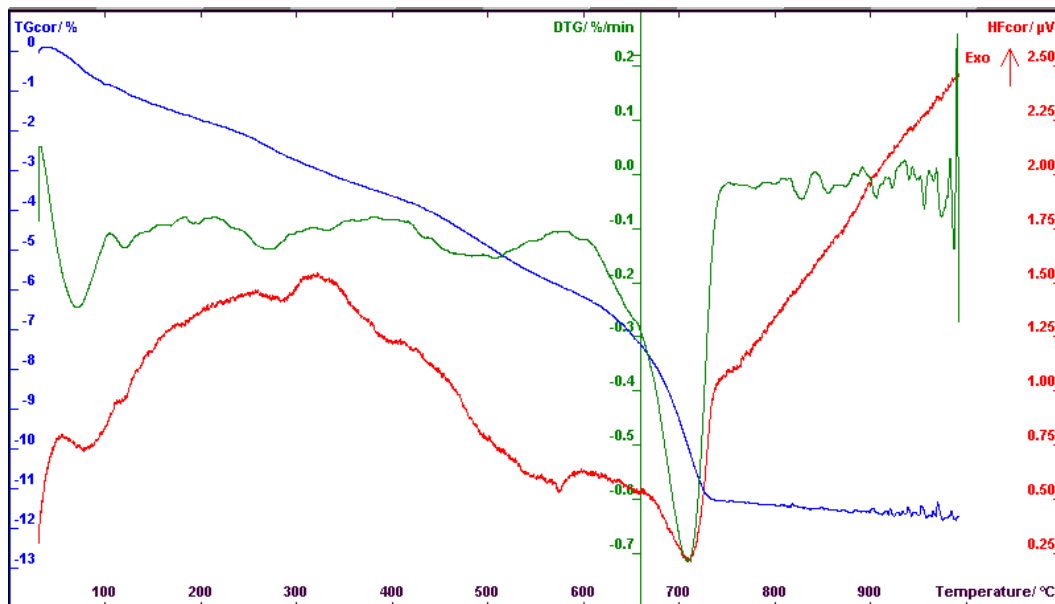
Rys. 6.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, kalcyt, minerały ilaste



Rys. 6.5. RTG preparatu orientowanego frakcji ilastej: illit, chloryt, kaolinit, illit/smektyt

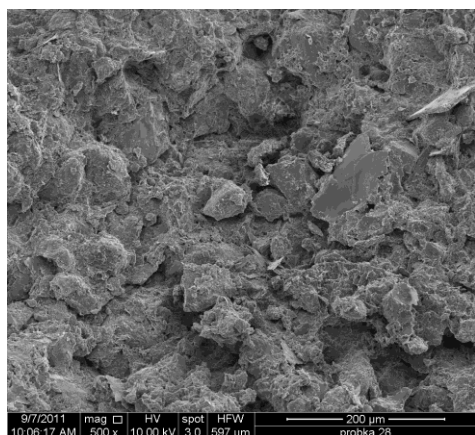


a

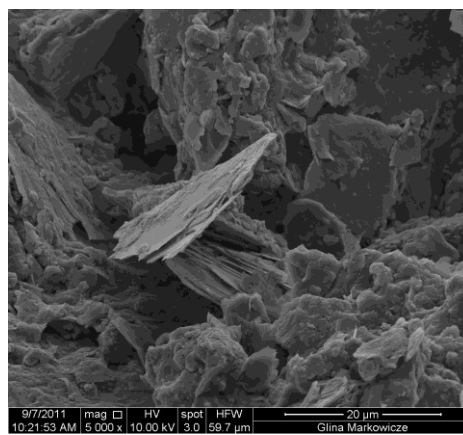


b

Rys. 6.6. Wyniki analizy termicznej gliny Markowicze: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta.



a



b

Rys. 6.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Markowicze.

Tab. 6. Wyniki badań gliny Markowicze (Ma)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	25
	Pył 0,05-0,002 mm	%	37
	Il < 0,002mm	%	38
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,70
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,97
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,24
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,14
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,270
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	1,00·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	4,86·10 ⁻⁹
Granica plastyczności		%	27
Granica płynności		%	51
Granica skurczalności		%	12,67
Wskaźnik plastyczności		%	24
Stopień plastyczności		-	-0,558
Aktywność wg Skempton		-	1,69
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,83
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,16
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,29
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	0,39
Parametr n krzywej pF		-	1,142

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	41,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	>6
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ścisłości pierwotnej	MPa	27,00
Moduł ścisłości wtórnej	MPa	79,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	50
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	40
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	10
Zawartość FeOOH	% s.m.	0
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	10
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	40
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	17,7
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	24,1
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	3,21
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	14,5
Średni wymiar cząstek	nm	338
Średni promień mezoporów	nm	11,83
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	36,8
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	2,006
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,015

7. Mejnzerzyn

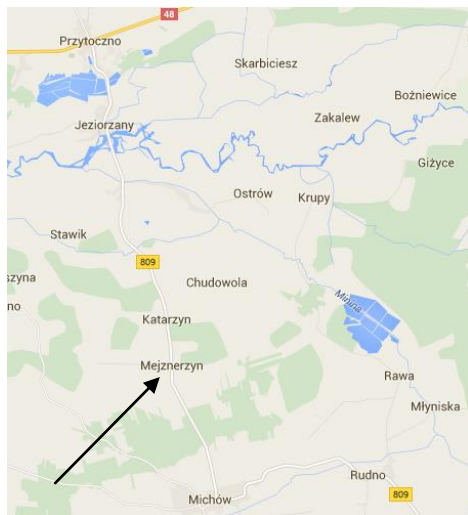
gm. Michów, pow. lubartowski

Wyrobisko glin ceramicznych

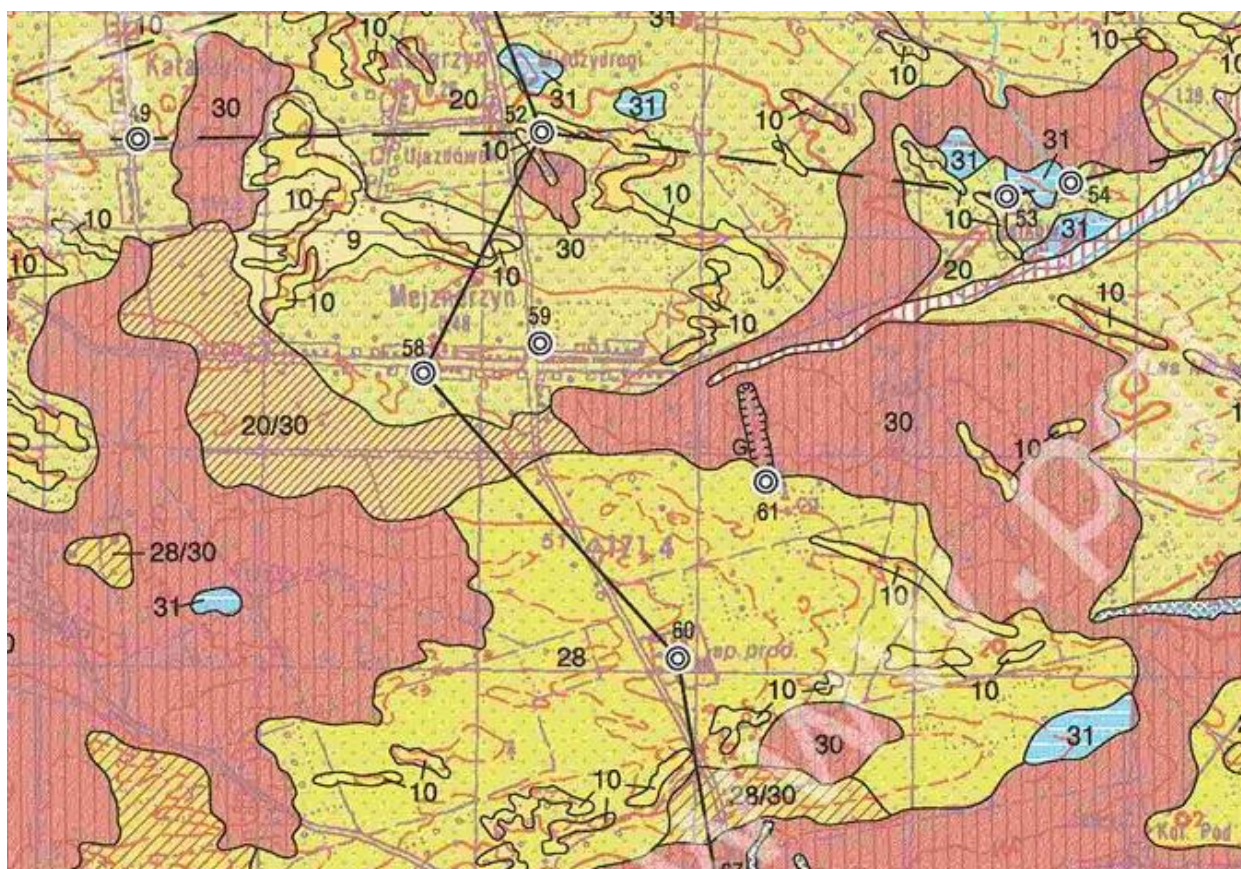
Data pobrania prób: 22.09.2011 r.

Miejsce pobrania prób: 51°32.92757N

022°18.80256E



Rejon nieczynnej cegielni i rozległych wyrobisk kopalni Mejnzerzyn położony jest w obrębie zachodniej części Wysoczyzny Lubartowskiej. Przedmiotem eksploatacji były, tworzące rozległe wystąpienie, ility i mułki zastoiskowe stadiu Sanu zlodowacenia południowopolskiego. Osady te stanowią dużą perspektywę złożową na znacznym obszarze marginalnej części Wysoczyzny Lubartowskiej.



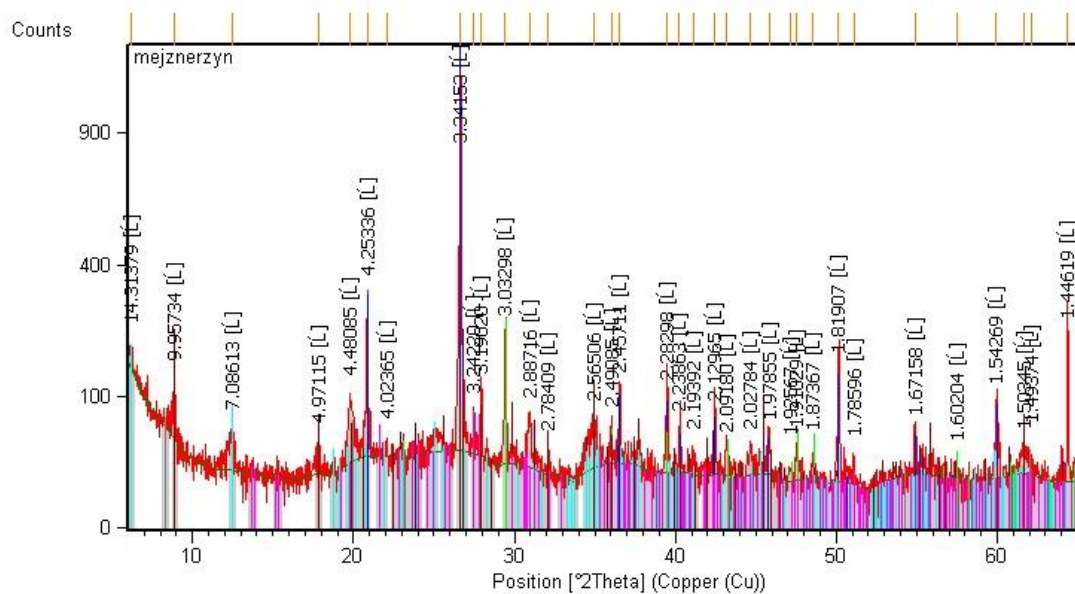
Rys. 7.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 676 Kocka (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobiska nieczynnej kopalni Mejnzerzyn.



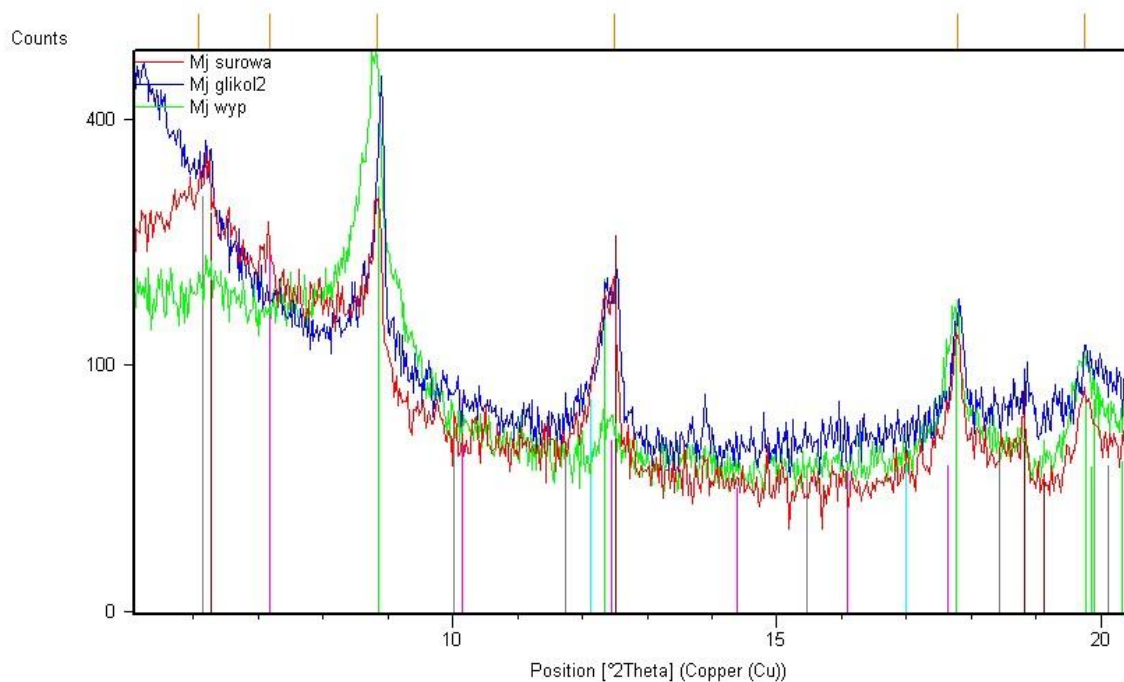
Fot. 7.2. Próba gliny Mejznerzyn w naturalnej formie, w stanie powietrzno-suchym



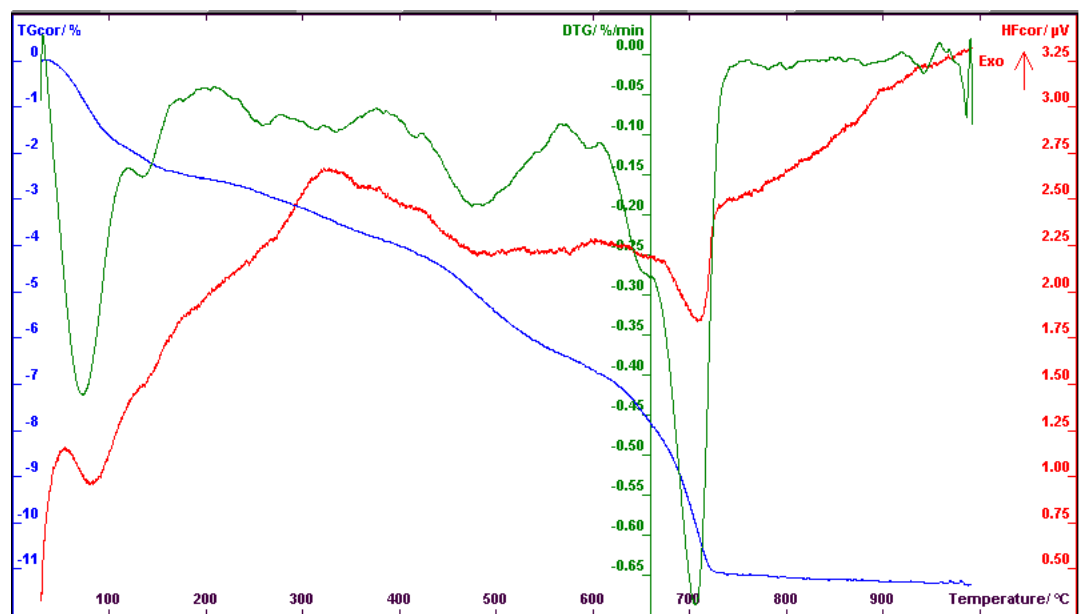
Fot. 7.3. Naturalne sukcesje w wyrobisku glin Mejznerzyn



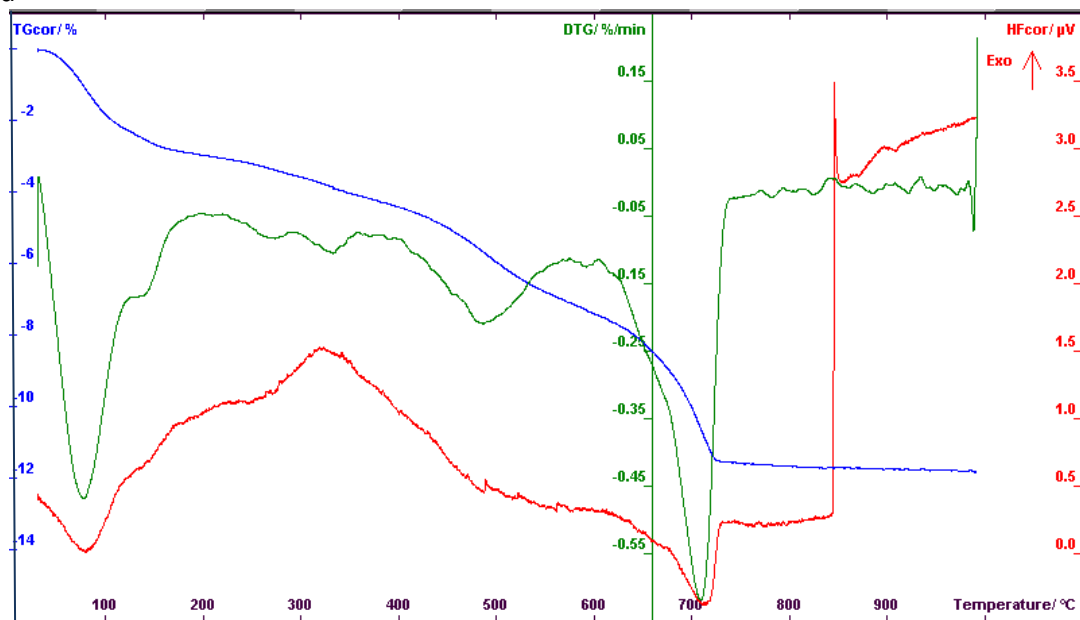
Rys. 7.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, kalcyt, minerały ilaste



Rys. 7.5. RTG preparatu sedymentowanej frakcji ilastej: illit, smektyt, kaolinit, chloryt

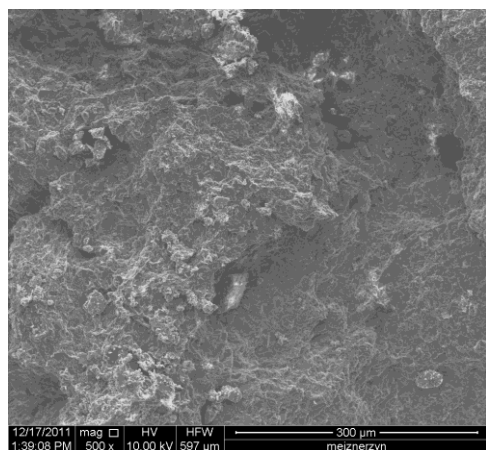


a

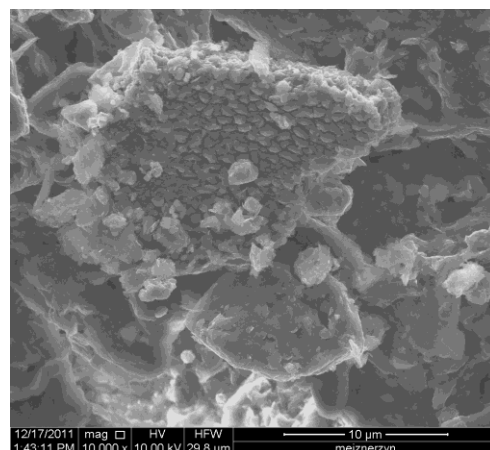


b

Rys. 7.6. Wyniki analizy termicznej gliny Mejsznerzyn: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 7.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Mejsznerzyn

Tab. 7. Wyniki badań gliny Mejznerzyn (Me)

Parametr	Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%
	Pył 0,05-0,002 mm	%
	Il < 0,002mm	%
Gęstość właściwa	Mg m ⁻³	2,70
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>	Mg m ⁻³	1,37
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>	Mg m ⁻³	1,77
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>	kg kg ⁻¹	0,28
Porowatość ogólna <i>in situ</i>	m ³ m ⁻³	0,493
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową	m s ⁻¹	2,05·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną	m s ⁻¹	8,04·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności	%	28
Granica płynności	%	66
Granica skurczalności	%	14,47
Wskaźnik plastyczności	%	38
Stopień plastyczności	-	-0,060
Aktywność wg Skempton	-	0,95
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)	Mg m ⁻³	1,56
Wilgotność optymalna (wg Proctora)	kg kg ⁻¹	0,26
Pojemność wodna przy pF=0	kg kg ⁻¹	0,51
Parametr kształtu krzywej pF α	m ⁻¹	0,23
Parametr n krzywej pF	-	1,231

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	31,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,66
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	3,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	7,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	80
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	52
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	28
Zawartość FeOOH	% s.m.	1
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	7
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	12
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	45,8
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	62,2
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	7,84
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	37,9
Średni wymiar cząstek	nm	131
Średni promień mezoporów	nm	9,73
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	36,3
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	0,765
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,012

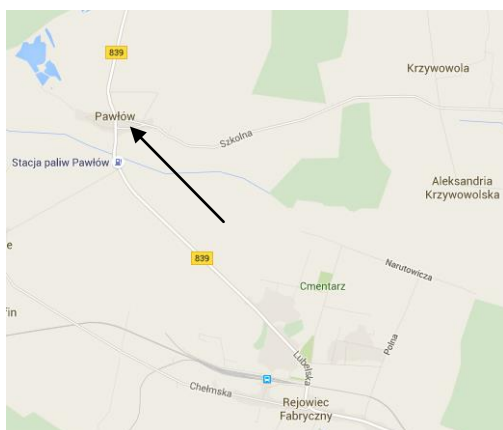
8. Pawłów

gm. Rejowiec Fabryczny, pow. chełmski

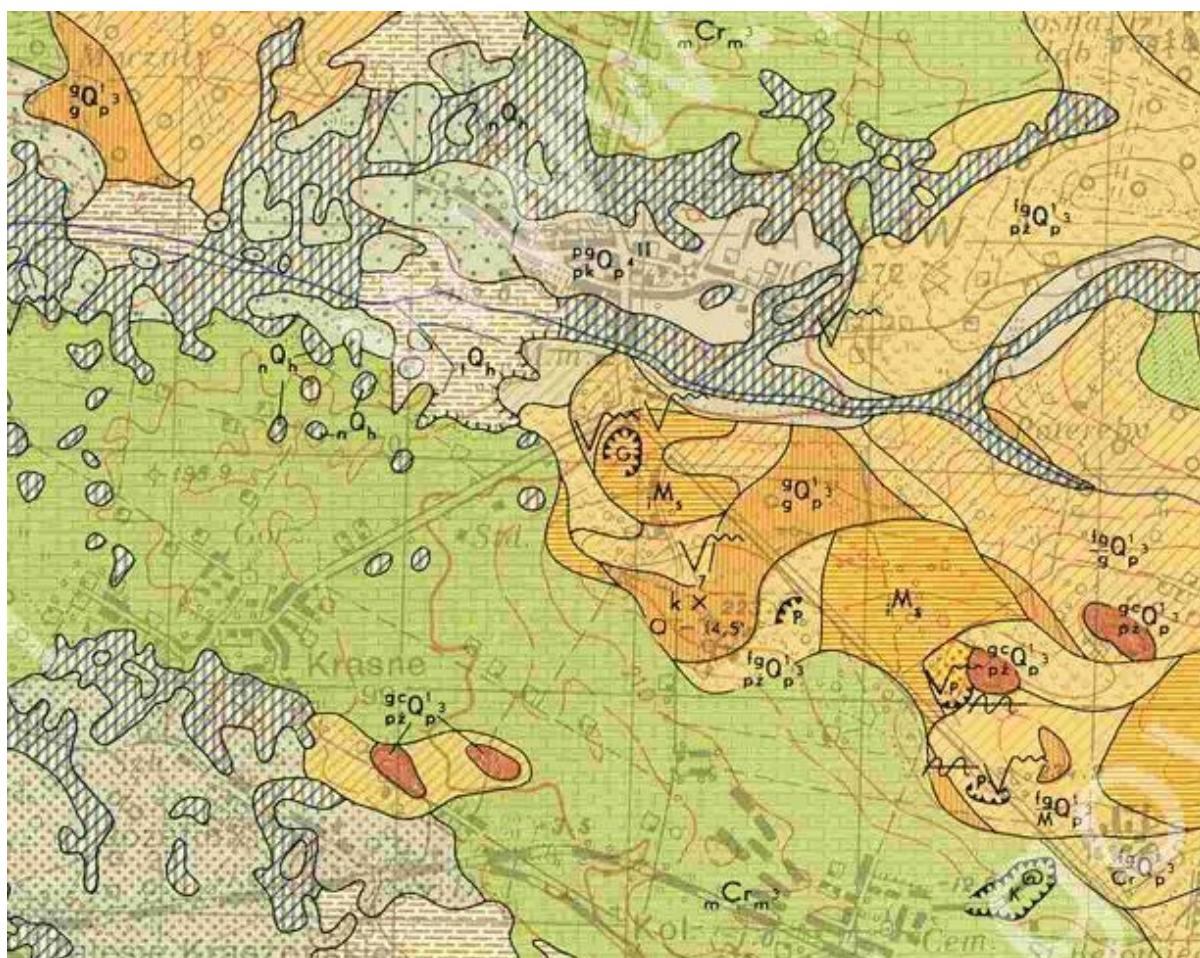
Nieczynne wyrobisko glin przy drodze
Pawłów – Rejowiec Fabryczny

Data pobrania prób: 21.09.2011 r.

Miejsce pobrania prób: 51°07.92832N
023°13.74238E



Wydobycie poeksploatacyjne surowców ilastych występują na rozległym terenie między Pawłowem i Rejowcem. Jest to rejon historycznej produkcji garncarskiej. Neogeńskie (miocen, sarmat) iły występują w tej części Pagórów Chełmskich w formie izolowanych płatów o miąższości kilku do kilkunastu metrów i powierzchni kilku hektarów w obrębie form krasowych podłoża kredowego.



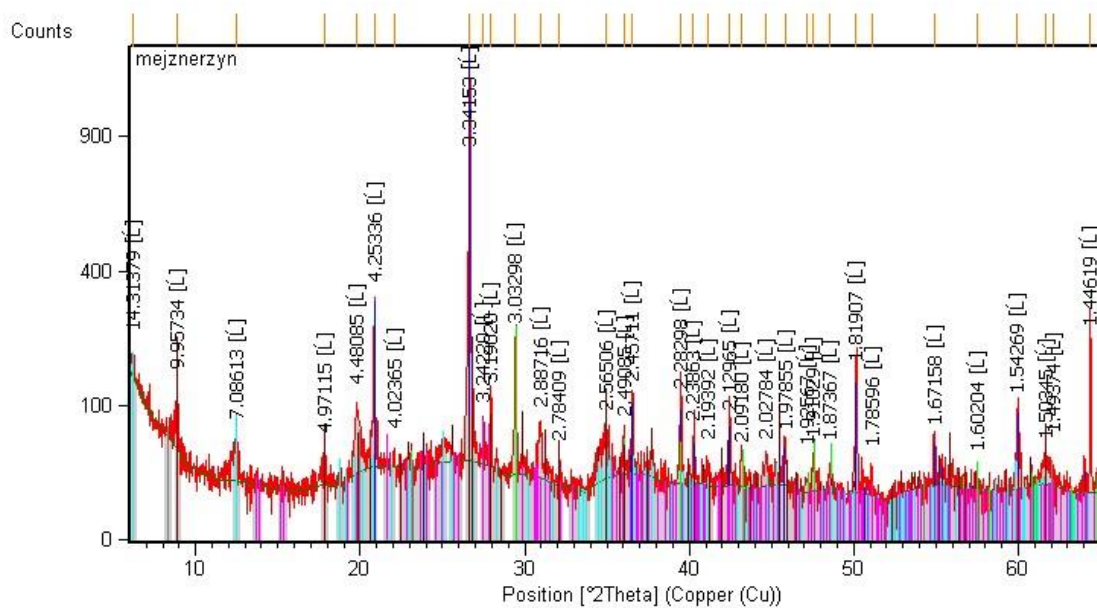
Rys. 8.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 788 Pawłów (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobiska nieczynnej kopalni Pawłów



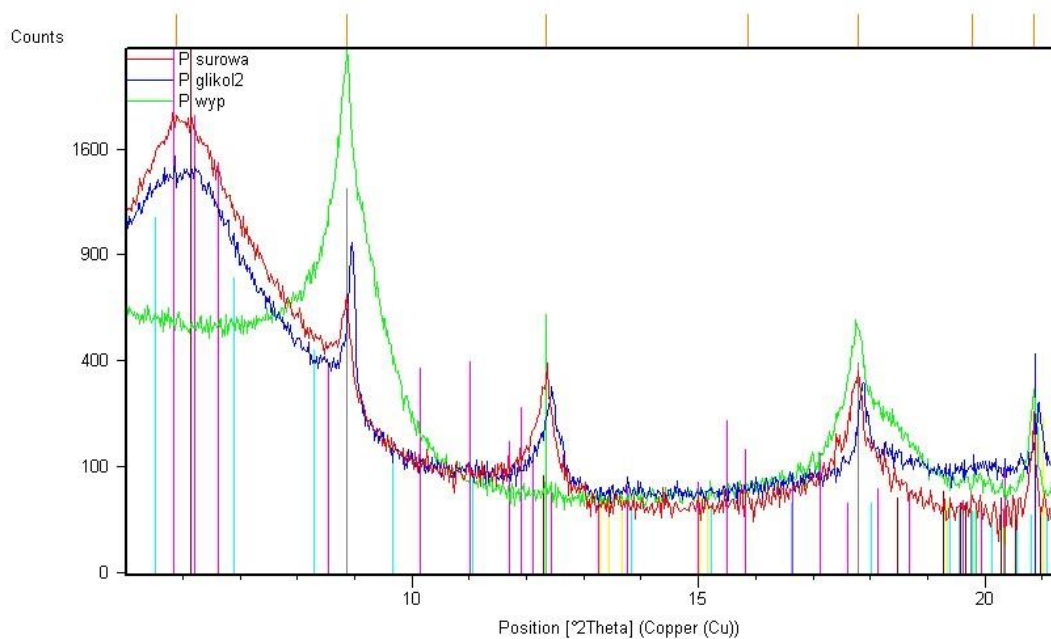
Fot. 8.2. Próba gliny Pawłów w naturalnej formie, w stanie powietrzno-suchym



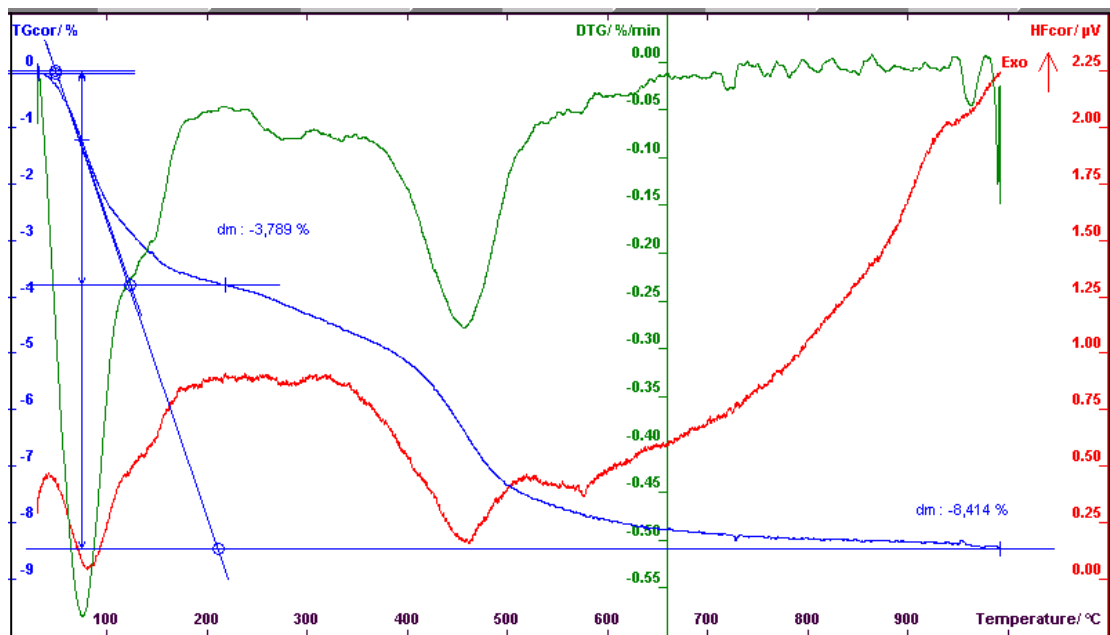
Fot. 8.3. Wzrobisko nieczynnej kopalni Pawłów



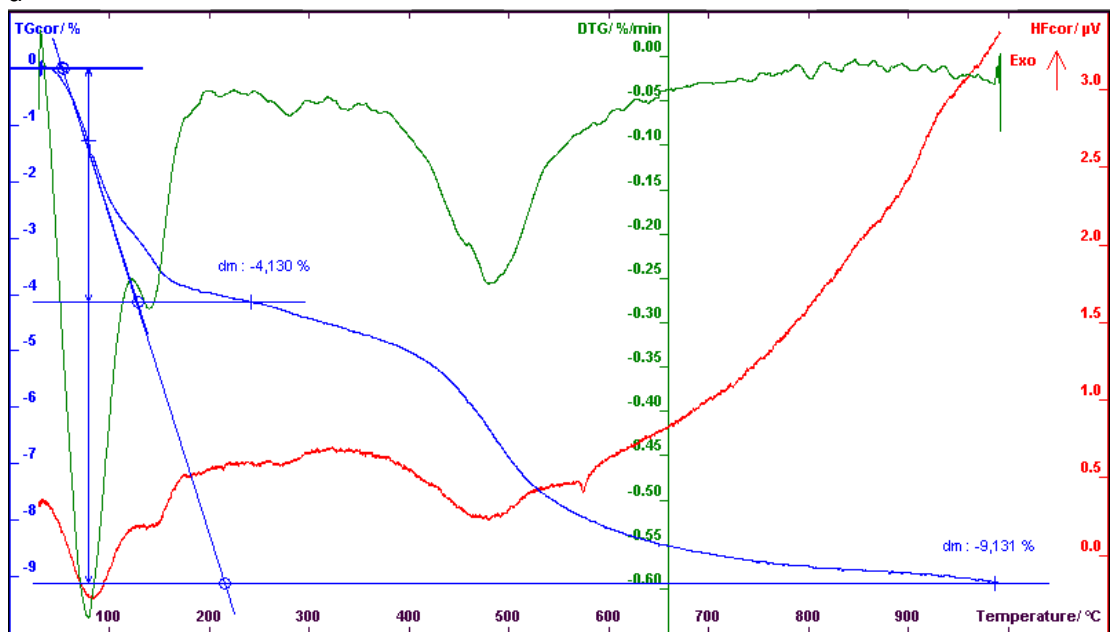
Rys. 8.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, minerały ilaste



Rys. 8.5. RTG preparatu sedymentowanego frakcji ilastej: illit, smektyt, kaolinit

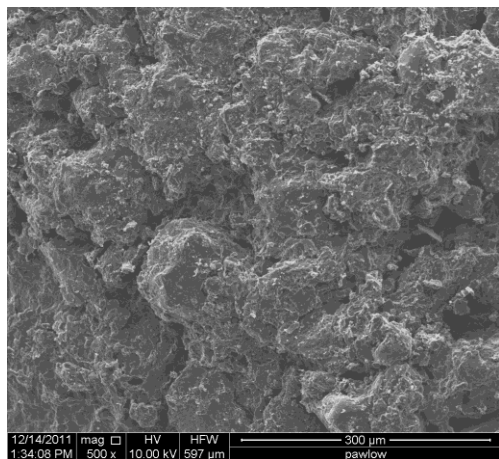


a

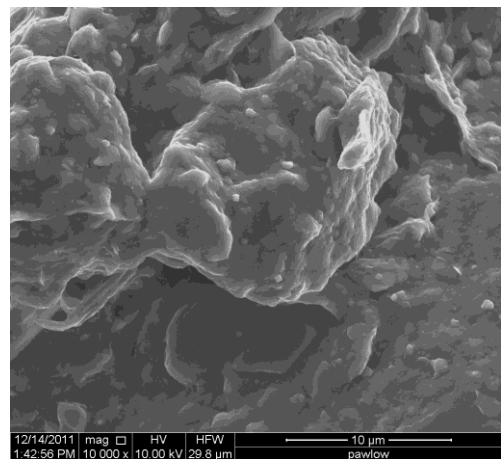


b

Rys. 8.6. Wyniki analizy termicznej gliny Pawłów: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 8.7. Mikrostruktury i pokrój minerałów ilastych w obrazie SEM gliny Pawłów

Tab. 8. Wyniki badań gliny Pawłów (P)

Parametr	Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%
	Pył 0,05-0,002 mm	%
	Ił < 0,002mm	%
Gęstość właściwa	Mg m ⁻³	2,46
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>	Mg m ⁻³	1,67
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>	Mg m ⁻³	1,98
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>	kg kg ⁻¹	0,18
Porowatość ogólna <i>in situ</i>	m ³ m ⁻³	0,321
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową	m s ⁻¹	2,51·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną	m s ⁻¹	2,74·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności	%	23
Granica płynności	%	53
Granica skurczalności	%	11,89
Wskaźnik plastyczności	%	29
Stopień plastyczności	-	-0,332
Aktywność wg Skempton	-	0,82
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)	Mg m ⁻³	1,78
Wilgotność optymalna (wg Proctora)	kg kg ⁻¹	0,19
Pojemność wodna przy pF=0	kg kg ⁻¹	0,36
Parametr kształtu krzywej pF α	m ⁻¹	0,78
Parametr n krzywej pF	-	1,145

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	11,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,9
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	3,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	7,90
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	70
Zawartość minerałów pęczniących (I+S)	% s.m.	48
Zawartość minerałów niepęczniących (K+Ch)	% s.m.	22
Zawartość FeOOH	% s.m.	0,5
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	0
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	29,5
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	32,1
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	43,5
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	7,96
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	24,1
Średni wymiar cząstek	nm	187
Średni promień mezoporów	nm	7,83
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	42,2
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,269
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,009

9. Zgórznica

gm. Stoczek Łukowski, pow. łukowski

Wydobisko glin ceramicznych Zgórznica

Ściana eksploatacyjna

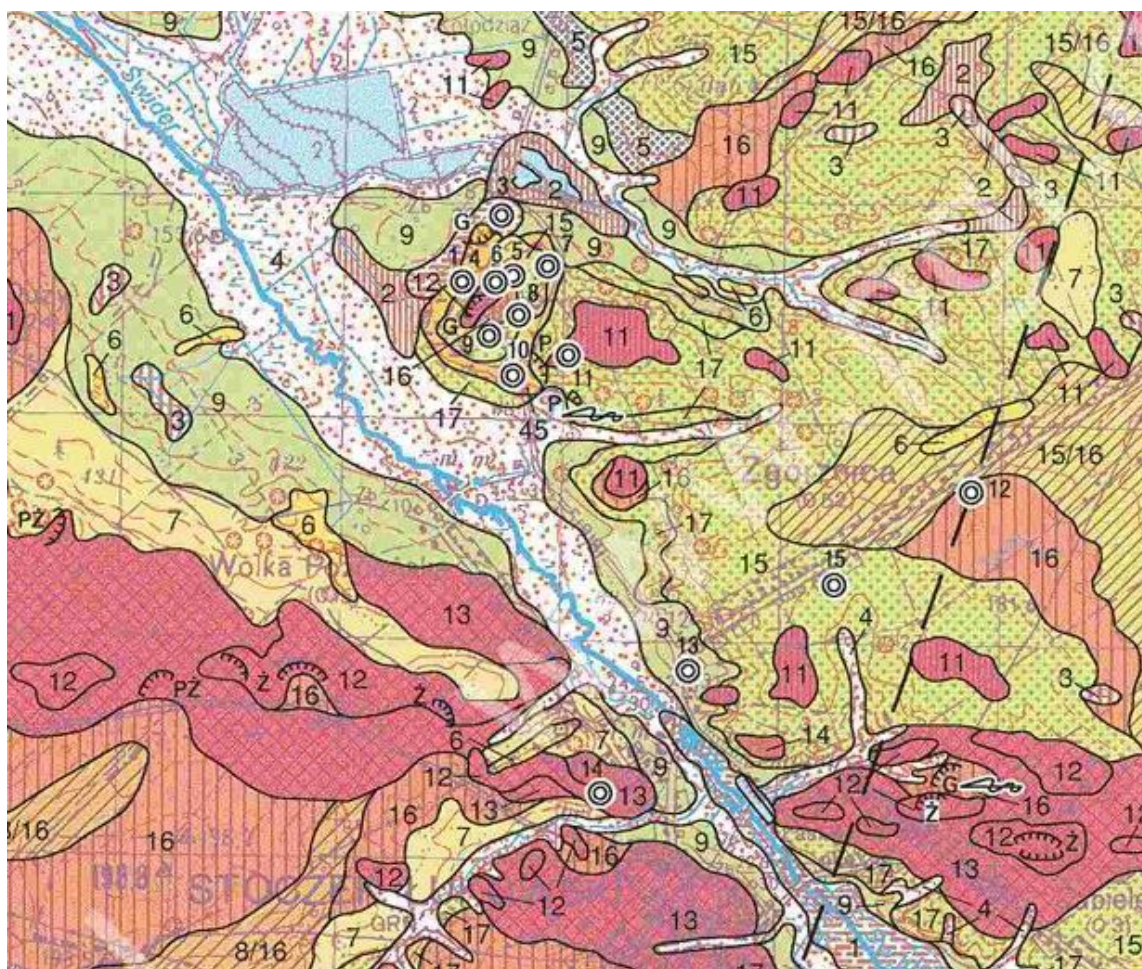
Data pobrania prób: 29.09.2011 r.

Miejsce pobrania prób: 51°59.13937N

021°57.34064E



Kopalnia i cegielnia Zgórznica położona jest w północno - zachodniej części Równiny Łukowskiej, na północny zachód od Stoczka Łukowskiego. Cegielnia eksploatuje iły mioceńsko-plioceńskie występujące w tym rejonie jako kry w glacialnych i fluwioglacialnych osadach plejstoceniowych. Iły te należy traktować jako surowiec o małej perspektywie zasobowej i raczej niewielkich wystąpieniach w obrębie Wysoczyzny Łukowskiej.



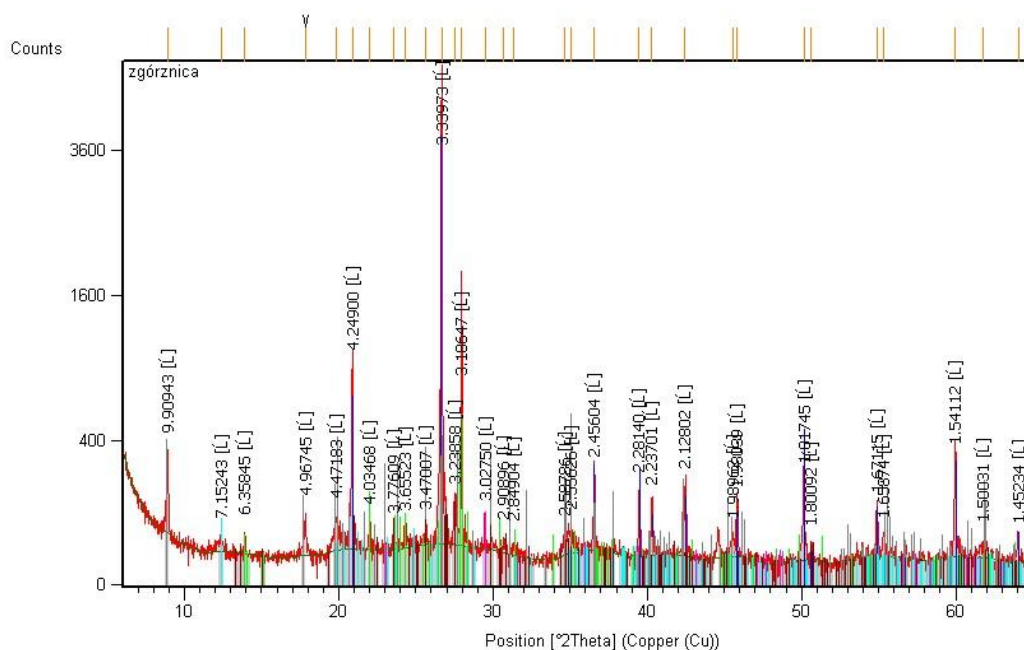
Rys. 9.1. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz nr. 600
Stoczek Łukowski (PIB-PIG Warszawa) w rejonie wyrobisk kopalni cegielni Zgórznica



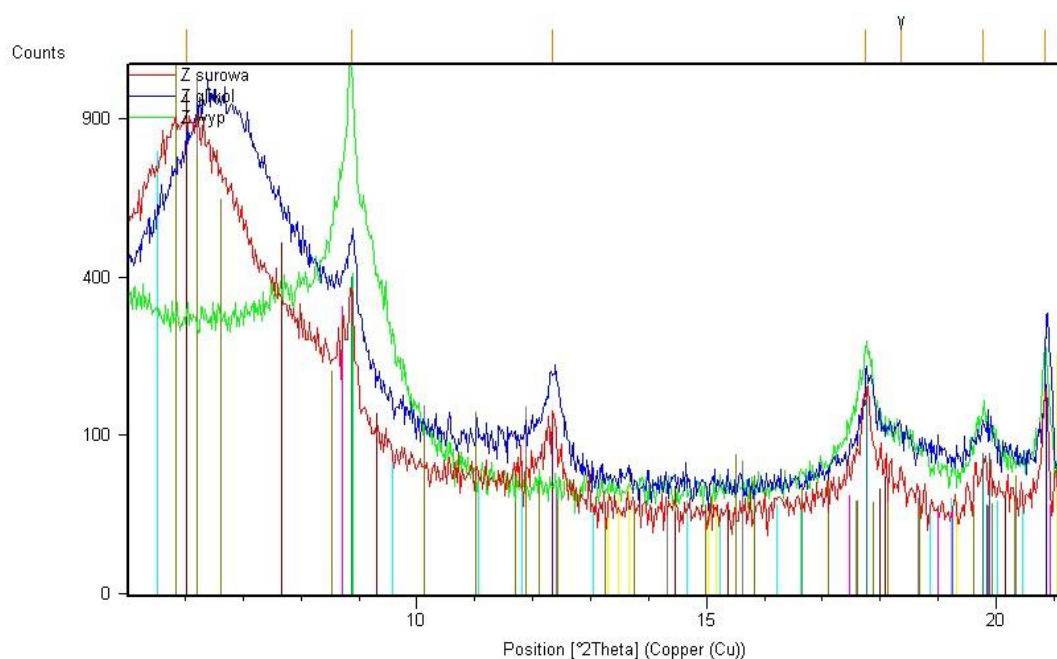
Fot. 9.2. Próba gliny Zgórnica w naturalnej formie w stanie powietrzno-suchym



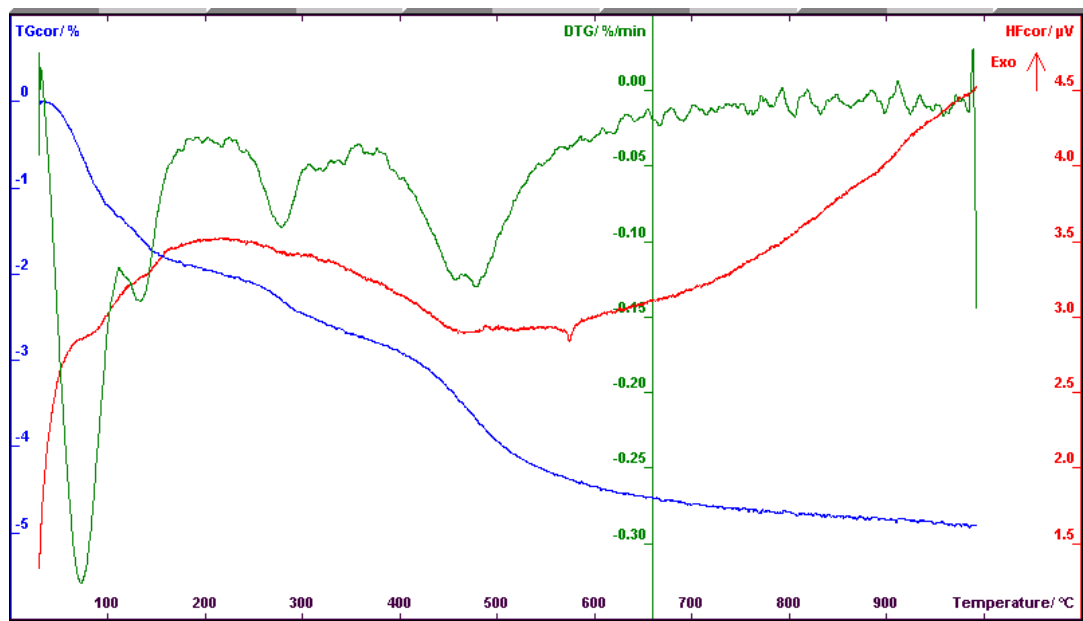
Fot. 9.3. Gлина Zgórnica w ciągu technologicznym cegielni



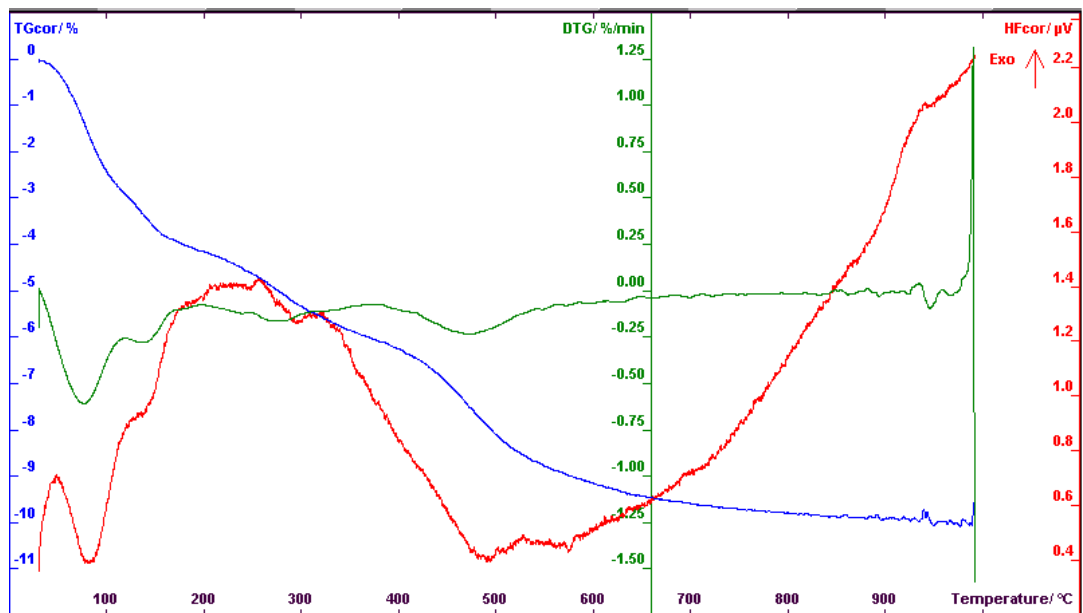
Rys. 9.4. RTG preparatu proszkowego próbki surowej: kwarc, skalenie, kalcyt, minerały ilaste



Rys. 9.5. RTG preparatu sedimentowanego frakcji ilastej: illit, kaolinit, smektyt

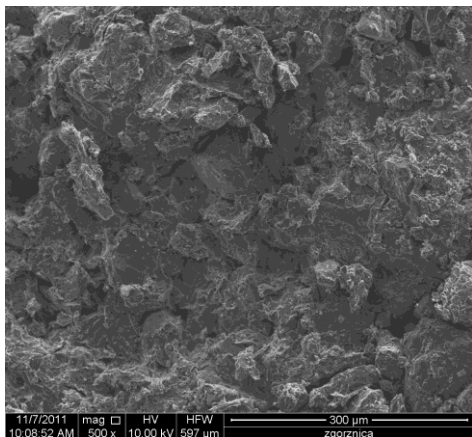


a

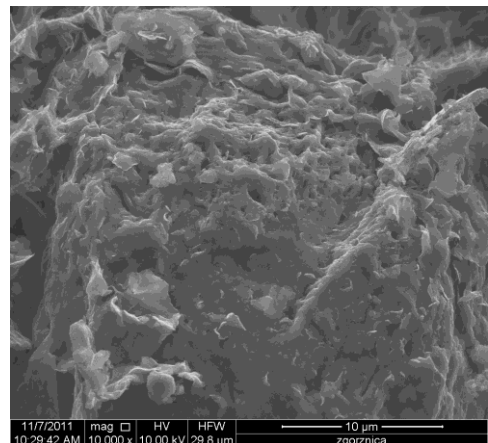


b

Rys. 9.6. Wyniki analizy termicznej gliny Zgórnica: a) próbka surowa, b) frakcja ilasta



a



b

Rys. 9.7. Mikrostruktury (a) i pokrój minerałów ilastych (b) w obrazie SEM gliny Zgórnica

Tab. 9. Wyniki badań gliny Zgórznica (Z)

Parametr		Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji	Piasek 2-0,05 mm	%	42
	Pył 0,05-0,002 mm	%	34
	łł < 0,002mm	%	24
Gęstość właściwa		Mg m ⁻³	2,61
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	1,66
Gęstość objętościowa materiału wilgotnego (przy pF=2) <i>in situ</i>		Mg m ⁻³	2,02
Wilgotność aktualna <i>in situ</i>		kg kg ⁻¹	0,22
Porowatość ogólna <i>in situ</i>		m ³ m ⁻³	0,364
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą polową		m s ⁻¹	5,81·10 ⁻¹⁰
Współczynnik filtracji <i>in situ</i> metodą laboratoryjną		m s ⁻¹	3,86·10 ⁻¹⁰
Granica plastyczności		%	21
Granica płynności		%	42
Granica skurczalności		%	8,85
Wskaźnik plastyczności		%	21
Stopień plastyczności		-	-0,013
Aktywność wg Skempton		-	bd
Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (wg Proctora)		Mg m ⁻³	1,57
Wilgotność optymalna (wg Proctora)		kg kg ⁻¹	0,18
Pojemność wodna przy pF=0		kg kg ⁻¹	0,399
Parametr kształtu krzywej pF α		m ⁻¹	1,31
Parametr n krzywej pF		-	1,136

Parametr	Jednostka	Wartość
Spójność	kPa	21,0
Opór na penetrację <i>in situ</i> , na głębokości 10-15cm	MPa	0,79
Przepuszczalność powietrzna <i>in situ</i>	m s ⁻¹	0
Moduł ściśliwości pierwotnej	MPa	10,00
Moduł ściśliwości wtórnej	MPa	11,00
Zawartość minerałów ilastych	% s.m.	60
Zawartość minerałów pęczniejących (I+S)	% s.m.	40
Zawartość minerałów niepęczniejących (K+Ch)	% s.m.	20
Zawartość FeOOH	% s.m.	1
Zawartość CaCO ₃	% s.m.	0
Zawartość kwarcu i skaleni	% s.m.	39
Powierzchnia właściwa wg BET	m ² g ⁻¹	18,4
Powierzchnia właściwa wg Langmuira	m ² g ⁻¹	24,9
Powierzchnia mikroporów (t-Plot)	m ² g ⁻¹	3,94
Powierzchnia właściwa zewnętrzna (t-Plot)	m ² g ⁻¹	14,4
Średni wymiar cząstek	nm	326
Średni promień mezoporów	nm	8,34
Kationowa pojemność wymienna	cmol(+) kg ⁻¹	29,5
Gęstość ładunku powierzchniowego	C m ⁻²	1,547
Aktywność metanotroficzna	cm ³ g ⁻¹ h ⁻¹	0,008

IV. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę przydatności do wykorzystania w inżynierii środowiska, głównie do tworzenia sztucznych barier geologicznych, materiałów mineralnych pobranych z dziewięciu złóż surowców mineralnych występujących na Lubelszczyźnie. Oceny dokonano na podstawie wyników badań składu granulometrycznego, mineralogicznego, wybranych właściwości fizycznych, fizykochemicznych i biologicznych materiałów, które mogą decydować o parametrach geotechnicznych, hydrologicznych i biotechnologicznych.

Skład mineralny oznaczono przy użyciu metody RTG, analizując preparaty proszkowe i sedymentowane. Wyniki zestawiono na kartach katalogu w formie dyfraktogramów z określeniem składu fazowego. Skład ilościowy określono z wykorzystaniem analizy RTG oraz termicznej analizy różnicowej DTA. Wyniki w formie wykresów oraz zestawienia tabelarycznego zamieszczono na kartach katalogu. Mikrostruktury i tekstury surowców analizowano przy użyciu mikroskopu skaningowego. Dokumentację tych badań zestawiono w formie zdjęć mikrostruktur i pokroju charakterystycznych minerałów ilastych dla każdego z surowców.

Zgodnie z wymogami prawnymi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 w sprawie składowisk odpadów, Dz.U. 2013, poz. 523) jedynym parametrem materiału brany pod uwagę przy ocenie jego przydatności do wykorzystania jako sztuczna bariera geologiczna jest współczynnik filtracji k . Dopuszczalna maksymalna wartość tego parametru dla izolacji mineralnej składowisk odpadów niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne i obojętne wynosi $1 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$, zaś dla składowisk odpadów obojętnych jest o dwa rzędy wielkości wyższa ($1 \cdot 10^{-7} \text{ m s}^{-1}$). Wyniki badań przepuszczalności wodnej prowadzone przy naturalnym zagęszczeniu materiałów wskazały, że wszystkie spełniają warunek stawiany uszczelnieniom składowisk obojętnych, natomiast osiem z dziewięciu materiałów może być, bez żadnych dodatkowych zabiegów, wykorzystane do izolacji składowisk odpadów niebezpiecznych i inne niż niebezpieczne i obojętne. Jedynie glina z Chotyłowa, charakteryzująca się przepuszczalnością wodną wynoszącą $k=1,04 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$, nieznacznie przekracza dopuszczalną wartość współczynnika filtracji. Wielu autorów opracowań dotyczących oceny przydatności materiałów do stosowania jako uszczelnienia składowisk oprócz wymienionego współczynnika k uwzględnia dodatkowe kryteria. Wysokiński (2007) i Rowe i in. (1995) podają m.in. takie parametry jak: zawartość frakcji iłu (nie mniejsza niż 15-20 %), zawartość sumy frakcji iłu i pyłu (nie mniejsza niż 60%), zawartość materii organicznej (nie

większa niż 2%), wartość granicy płynności (wartość z zakresu 40-115%), wskaźnik plastyczności (minimalna wartość wg Rowe i in. 7%, wg Wysokińskiego wartość z zakresu 15-75%), zawartość CaCO_3 (nie większa niż 10%), zawartość minerałów ilastych (nie mniejsza niż 15-20%), aktywność wg Skempton'a (nie mniejsza niż 0,3).

Uwzględniając wartości graniczne tych parametrów wyznaczone w trakcie badań materiałów z Lubelszczyzny, stwierdzono, że najmniejszą przydatność do wykorzystania posiadają gliny z Chotyłowa i Gawłówki, które nie spełniają równocześnie kilku kryteriów. Materiał z Chotyłowa zawiera zbyt mało frakcji ilastej (11%), frakcji drobnej, czyli sumarycznej zawartości pyłu i łu (46%) oraz charakteryzuje się zbyt niskim wskaźnikiem plastyczności (19%) i zbyt wysoką zawartością węglanów (10%). Natomiast materiał z Gawłówki jako jedyny ze wszystkich badanych nie spełnia określonego przez Wysokińskiego (2007) warunku granicy płynności (27%) oraz zawiera zbyt mało frakcji drobnej (34%). Charakteryzuje się także zbyt niskim wskaźnikiem plastyczności (12%) w odniesieniu do wartości progowej zaproponowanej przez Wysokińskiego (2007), spełnia natomiast warunek minimalnej wartości wskaźnika plastyczności określony przez Rowe i in. (1995).

Ponadto stwierdzono, że badane materiały charakteryzowały się stosunkowo wysoką zawartością minerałów ilastych. Najniższą zawartość tych minerałów posiadała glina z Jelenia (30%). W pozostałych, parametr ten mieścił się w przedziale 50-90%. Powyższe może wpływać na charakterystyki skurczu i pęcznienia badanych materiałów. Dodatkowo, niekorzystną cechą badanych materiałów, nie braną jednak pod uwagę przez Wysokińskiego (2007), mogącą powodować nieszczelności na skutek przesychania i spękania materiału, jest wysoka zawartość minerałów pęczniących w trzech łąch: Bychawa (81%), Łązek Ordynacki (54%) i Mejznerzyn (52%). Najniższą zawartością tych minerałów charakteryzowały się gliny z Jelenia (22%) i Gawłówki (30%).

Analiza pozostałych rozważanych parametrów wykazała, że poza zalecane wartości wykraczały łą z Łązka i Pawłowa, ze względu na zbyt wysoką zawartość CaCO_3 , wynoszącą 10%. Natomiast wszystkie materiały spełniały warunek zawartości materii organicznej oraz wartości aktywności Skempton'a.

Z badań wynika, że żaden z materiałów nie spełnił wszystkich uwzględnianych w analizie kryteriów. Należy jednak zaznaczyć, że wartości graniczne poszczególnych parametrów nie stanowią ogólnie przyjętej normy, a zalecane przez innych autorów wartości graniczne mogą w znacznym stopniu odbiegać od tych przytoczonych.

Przeprowadzone testy porcjowe wykazywały bardzo niskie wartości aktywności metanotroficznej wszystkich materiałów, co wskazuje na niekorzystne warunki wzrostu bakterii mających zdolność utleniania metanu do ditlenku węgla. Przyczyny tego zjawiska można upatrywać głównie w niskiej zawartości biogenów, wynikającej z braku materii organicznej. Niska aktywność metanotroficzna w połączeniu z niewielką przepuszczalnością powietrzną wyklucza możliwość bezpośredniego wykorzystania badanych materiałów do tworzenia warstw pełniących funkcję złoż do biofiltracji gazów składowiskowego.

Przeprowadzona analiza korelacji pomiędzy wybranymi właściwościami fizycznymi, fizykochemicznymi, zawartością poszczególnych frakcji granulometrycznych i minerałów pozwoliła na wychwycenie kilkudziesięciu istotnych statystycznie zależności. Jednymi z najsilniej skorelowanych parametrów były zawartość frakcji drobnej (sumy pyłu i iłu) i granica płynności ($R^2=0,8237$), zawartość frakcji drobnej i wskaźnik plastyczności ($R^2=0,799$), porowatość ogólna i wilgotność optymalna ($R^2=0,8253$) oraz zawartość minerałów ilastych i wilgotność optymalna ($R^2=0,6708$).

V. LITERATURA

1. Derkowski A., Franus W., Beran E., and Czímerová A., 2006: Properties and potential applications of zeolitic materials produced from fly ash using simple method of synthesis. *Powder Technology*, 166, 47-54.
2. Gazda L., Franus M., 2014: Właściwości fizykochemiczne i mechaniczne wybranych gruntów spoistych Lubelszczyzny do zastosowań hydroizolacyjnych, *Budownictwo i Architektura* 13(2), 2014, 17-24.
3. Krzowski Z., Pawlik P., Wojtowicz U., 1979: Surowce skalne regionu lubelskiego. Politechnika Lubelska.
4. Kozłowski S. (red), 1984: Surowce mineralne środkowowschodniej Polski. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
5. Ney R., 2004: Surowce ilaste. Seria: Surowce mineralne Polski. Wyd. Inst. GSMiE PAN, Kraków.
6. Rowe R.K., Quigley R.M., Booker J.R. 1995: Clayey barrier systems for waste disposal facilities. E & FN SPON, London
7. Uberna T., 1966: Geologiczne podstawy dla występowania złóż surowców ilastych na obszarze województwa lubelskiego. *Kwartalnik Geologiczny*, T 10, nr 4.
8. Wysokiński L., 2009: Zasady budowy składowisk odpadów. ITB, Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 444.
9. Wysokiński L. (red.), 2007: Zasady oceny przydatności gruntów spoistych Polski do budowy mineralnych barier izolacyjnych. ITB, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, Dz. U. 2003 nr 61, poz. 549.