

URSZULA KOŁODZIEJCZYK, MAGDA HUDAK, ANNA ASANI *

**ZMIENNOŚĆ LITOLOGICZNA GRUNTÓW
WYSTĘPUJĄCYCH W OBRĘBIE POJEZIERZA
ANTROPOGENICZNEGO W ŁĘKNICY**

Słowa kluczowe: pojezierze antropogeniczne, rodzaj gruntów, zawartość substancji organicznej

Streszczenie

W artykule przedstawiono zmienność litologiczną gruntów występujących wokół zbiornika wód powierzchniowych w Łęknicy, wykształconego wskutek odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego. Zagadnienie to stanowi kontynuację badań, jakie są prowadzone w tym rejonie w ramach programu EFRR INTERREG IIIA Polska (województwo lubuskie) – Niemcy (Kraj Związkowy Brandenburgia). Celem badań jest ustalenie kierunków migracji zanieczyszczeń mineralnych (piryt) i organicznych (węgiel) w strefie zbiornika oraz ocena możliwości poprawy jakości wody występującej w tym zbiorniku.

Wstęp

Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego zawsze związana jest z naruszeniem krajobrazu i warunków gruntowo-wodnych. Wynika to z głębokich przeobrażeń środowiska przyrodniczego, dokonywanych przez górnictwo odkrywkowe. Do trwałych i nieodwracalnych zmian środowiskowych zalicza się m.in.: ubytek zasobów kopaliny ze złoża w wyniku eksploatacji, utworzenie głębokich wyrobisk, zmianę warunków przepływów wód powierzchniowych i podziemnych oraz rozwój procesów geochemicznych zachodzących w okolicznych wodach i gruntach.

Przykładem przekształceń środowiska, spowodowanych eksploatacją węgla brunatnego, są okolice Żar i Łęknicy, gdzie znajduje się szereg zbiorników pokopalnianych. Wpłynęło to na degradację środowiska, a głównie – wód powierzchniowych gromadzących się w zbiornikach, spowodowaną ich zakwaszeniem, osiagającym w skrajnych przypadkach nawet wartość $\text{pH} < 3$ [Jędr-

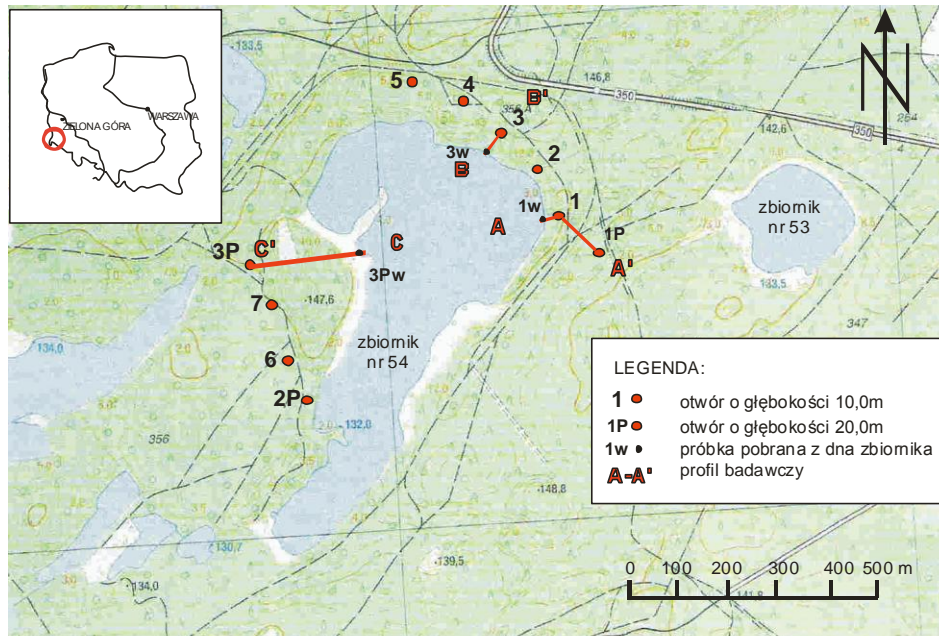
* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej

czak 1992; Kołodziejczyk i Wróbel 1997]. Zasadniczą przyczyną zakwaszenia wód jest powszechna obecność w okolicznych skałach pirytu (FeS_2), który w kontakcie z wodą i tlenem przekształca się w kwas siarkowy. Ze względu na dużą zawartość tego minerału w złożu, istnieje zagrożenie dalszego zakwaszania wód powierzchniowych, a także – wód podziemnych.

Opis terenu badań

Pojezierze antropogeniczne w okolicy Łęknicy jest największym skupiskiem zbiorników wodnych, jakie powstały w wyniku eksploatacji złóż węgla brunatnego w południowej części województwa lubuskiego. Składa się ono z około 100 jezior o łącznej powierzchni ponad 1500 tys.m².

Największym zbiornikiem jest akwen Nr 54 (rys. 1), stanowiący część dawnej odkrywki „C” [Asani i Kołodziejczyk 2006].



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań

Przypowierzchniową budowę geologiczną omawianego obszaru tworzą fluwialne utwory holocenu (głównie piaski) oraz plejstocenyjskie osady glacialne (gliny zwałowe, piaski, żwiry i lokalnie mułki), wykształcone podczas zlodowacenia środkowopolskiego. W rejonie Łęknicy na powierzchnię wychodzą

także osady miocenu i oligocenu, spiętrzone (wyciśnięte) przez naciski glaci-tektoniczne, a wykształcone w postaci ilów i mułków ilastych, przewarstwianych wkładkami węgla [Hudak i Kołodziejczyk 2006]. Pokłady węgla brunatnego, mimo zmiennej miąższości (od 0,5 do 13,0 m) i silnych zaburzeń glaci-tektonicznych, były tutaj eksploatowane do lat 60-tych XX wieku. Eksploatacja przebiegała na ogół systemem wgłębnym. Lokalnie, m.in. w rejonie Łęknicy, dzięki korzystnemu usytuowaniu pokładów węgla brunatnego, w wyciśniętych glacitektonicznie (wypchniętych do góry) łękach, prowadzono ją systemem odkrywkowym. Dzisiaj pozostały po niej na powierzchni liczne wyrobiska, często wypełnione wodą. Jednym z nich jest opisywany w tej pracy zbiornik Nr 54.

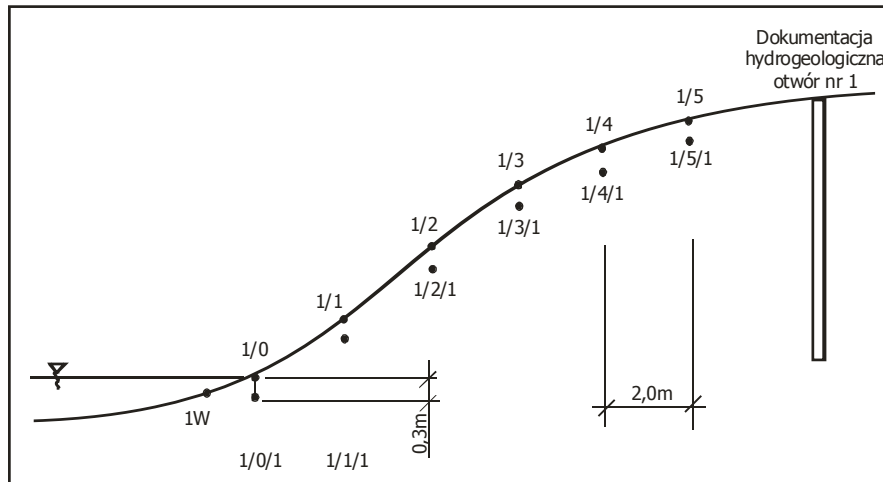
Metodyka badań

W celu zanalizowania anizotropii gruntów występujących wokół zbiornika, dokonano poboru i analizy próbek gruntu wzdłuż trzech profili badawczych: A-A', B-B' oraz C-C' (rys. 1). Profile te przebiegały pomiędzy archiwalnymi otworami wiertniczymi wykonanymi w ramach Dokumentacji Hydrogeologicznej [2006] oraz brzegiem zbiornika. W każdym profilu próbki gruntu pobierano bezpośrednio z powierzchni, czyli z głębokości 0,0 p.p.t. oraz z głębokości 0,3 m p.p.t. (rys. 2). Poszczególne punkty poboru próbek były odległe od siebie o około 2 m wzdłuż danego profilu badawczego. Pobór próbek rozpoczynano od przybrzeżnej strefy zbiornika (próbki nr 1W), następnie pobierano je w linii brzegowej zbiornika (próbki nr 1/0), a w dalszej kolejności (otwory 1/1 – 1/n) – wzdłuż profilu rozciągającego się po powierzchni od linii brzegowej aż do otworu archiwalnego wykonanego w ramach Dokumentacji Hydrogeologicznej; profil A-A' – otwór 1P, profil B-B' – otwór 3 i profil C-C' – otwór 3P.

Numeracja próbek prowadzona była zgodnie z numeracją profili badawczych i odwiertów wykonanych w ramach dokumentacji hydrogeologicznej, a także – kolejnością poboru prób. Przykładowo:

- pierwsza próba, pobrana wzdłuż profilu z dna zbiornika, tj. w odległości około 0,5 m od linii brzegowej, została oznaczona numerem 1W;
- następną próbą, oznaczoną numerem 1/0, została pobrana z linii brzegowej zbiornika, a w tym samym miejscu, ale z głębokości ok. 0,3 m p.p.t. pobrano kolejną próbę, którą oznaczono numerem 1/0/1;
- w dalszej kolejności zostały pobrane próby według analogicznego schematu: próby pobrane z powierzchni terenu były oznaczane kolejnymi numerami 1/1, 1/2, ..., 1/n, a próby pobrane w tych samych miejscach, ale odpowiednio z głębokości 0,3 m p.p.t. – numerami: 1/1/1, 1/2/1, ..., 1/n/1.

Badania laboratoryjne poszczególnych próbek gruntu objęły badania makroskopowe oraz analizę składu granulometrycznego i zawartości części organicznych (ENV 1997.2. Eurocode 7 i PN-88/B-04481).



Rys. 2. Schemat poboru i numeracji prób

Analiza wyników badań

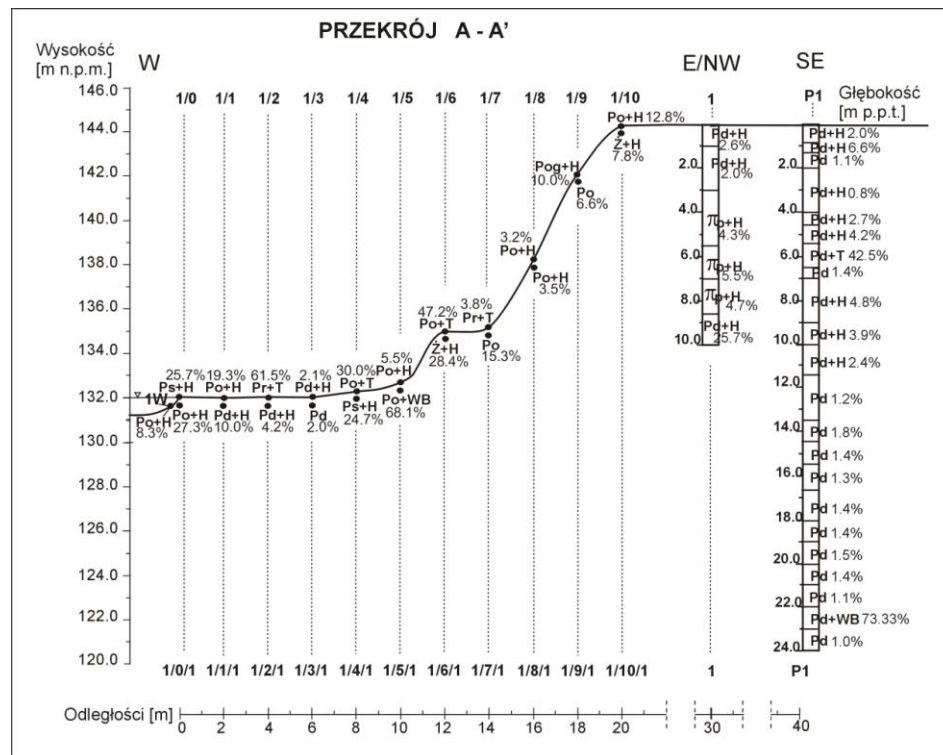
Analiza granulometryczna poszczególnych próbek gruntu wykazała obecność wielu procesów pochodzenia erozyjno-sedymentacyjnego.

Przykładowo, w próbkach pobranych bezpośrednio z powierzchni terenu wzdłuż profilu A-A', zlokalizowanego na wschodnim brzegu zbiornika (rys. 3) zaobserwowano, że w górnej części skarpy (próbka 1/10), na jej skłonie (próbki 1/9-1/6) oraz u podnóża (próbka 1/5) dominuje materiał grubszy (pospółka Po), podczas gdy w pobliżu linii brzegowej zaznacza się większy udział materiału drobniejszego (piasek gruboziarnisty Pr – próbka 1/2, piasek średnioziarnisty – próbka 1/0, a nawet piasek drobnoziarnisty – próbka 1/3). Warto jednak zaznaczyć, że w strefie falowania pojawia się wyraźnie grubsza frakcja (próbki 1/W oraz 1/1 – pospółka Po). Można zatem wysunąć wniosek, że w tym profilu wraz z odległością od linii brzegowej zbiornika wzrasta udział grubszych frakcji. Jest to prawdopodobnie spowodowane wymywaniem drobniejszych ziaren przez strumień wód powierzchniowych spływających po stosunkowo stromej skarpie (kąt nachylenia skarpy wynosi około 45°) i gromadzenie wymytych frakcji w postaci stożka napływowego (sandru) u podnóża skarpy, co w tym przypadku odpowiada linii brzegowej zbiornika. Natomiast w strefie falowania tworzy się

charakterystyczny „kołnierz” zbudowany z grubszej ziarna, selekcjonowanego tutaj przez wody zbiornika.

Analiza zawartości substancji organicznych w gruncie wykazała, że wzdłuż profilu A-A' dominują grunty humusowe o zawartości frakcji organicznych od 2 do 30%, ale w trzech przypadkach (próbki: 1/0, 1/2, 1/6) stwierdzono zawartość frakcji organicznych w granicach 31÷65%, co odpowiada torfom.

Z kolei analiza próbek podpowierzchniowych, czyli pobranych z głębokości 0,3 m p.p.t. wykazała, że pod względem uziarnienia w profilu A-A' występuje rozkład podobny do próbek powierzchniowych: im dalej od podstawy skarpy i bliżej zbiornika, tym drobniejsze są frakcje gruntu. Wyjątek stanowiła tutaj próbka 1/1/1, gdzie mimo bliskości linii brzegowej stwierdzono pospółkę. Tak jak w przypadku próbek powierzchniowych, tak i tutaj zostało to prawdopodobnie spowodowane procesami sedymentacji brzegowej i segregacji materiału wskutek falowania.

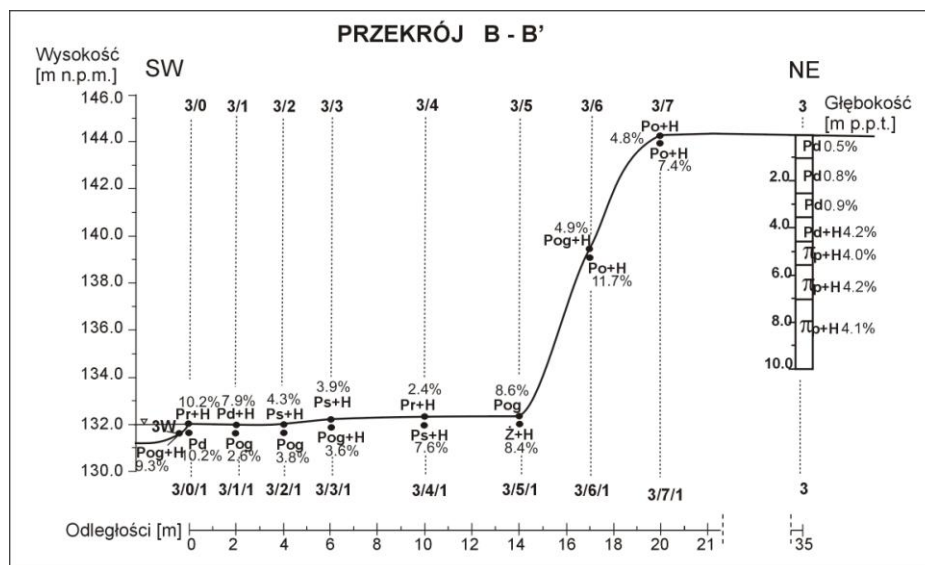


Rys. 3. Profil badawczy A-A' (Oznaczenia na rysunku: Po+H rodzaj gruntu, 8,3% - zawartość substancji organicznej Iom)

Zawartość substancji organicznej w próbkach podpowierzchniowych profilu A-A' była podobna do próbek powierzchniowych, bowiem wynosiła od 2,0% do 27,3%, co odpowiada humusowi, a jedynie w próbce nr 1/5/1 wynosiła ona 68,1%, co świadczy o obecności w tym miejscu wkładek węgla brunatnego.

Na podstawie analizy próbek pobranych w analizowanym profilu A-A' z otworu 1 (o głębokości 10 m p.p.t.) można stwierdzić, że w występujących tutaj piaskach drobnych i pyłach piaszczystych zawartość frakcji organicznych jest niższa od 5,7%, za wyjątkiem gruntu występującego na głębokości około 10,0 m p.p.t., gdzie wynosi ona 25,7%. Z kolei w próbkach pobranych z otworu P1 (o głębokości 24 m p.p.t.) stwierdzono, że do głębokości 11,5 m p.p.t. dominują piaski drobne z dodatkiem humusu, gdzie zawartość części organicznych wynosi od 0,8 do 6,6%, podczas gdy poniżej tej głębokości występują piaski drobne o zawartości frakcji organicznych mniejszej niż 2%, czyli wyłącznie grunty nieorganiczne. Wyjątki stanowią tutaj wkładki torfu (6,0 m p.p.t.) i węgla brunatnego (22,5 m p.p.t.).

W profilu B-B', wyznaczonym w części północnej zbiornika (rys. 4), zarówno w próbkach powierzchniowych jak i podpowierzchniowych w większości przypadków stwierdzono pospółki i piaski grube, o zawartości frakcji organicznych poniżej 11,7%. Natomiast próbki pobrane w tym profilu z otworu nr 3 (o głębokości 10,0 m) odpowiednio reprezentowały: do głębokości 4,0 m p.p.t. - piaski drobne o zawartości frakcji organicznych mniejszej od 2% (grunty nieorganiczne), a poniżej tej głębokości - pył piaszczysty o zawartości frakcji organicznych do 4,2% (grunty organiczne). Największą kumulację substancji organicznej zaobserwowano w tym profilu u podstawy skarpy: próbki 3/5 - 8,6%, 3/5/1 - 8,4% i 3/4/1 - 7,6%, a także przy linii brzegowej: próbki 3/0 - 10,2% i 3W - 9,3%.



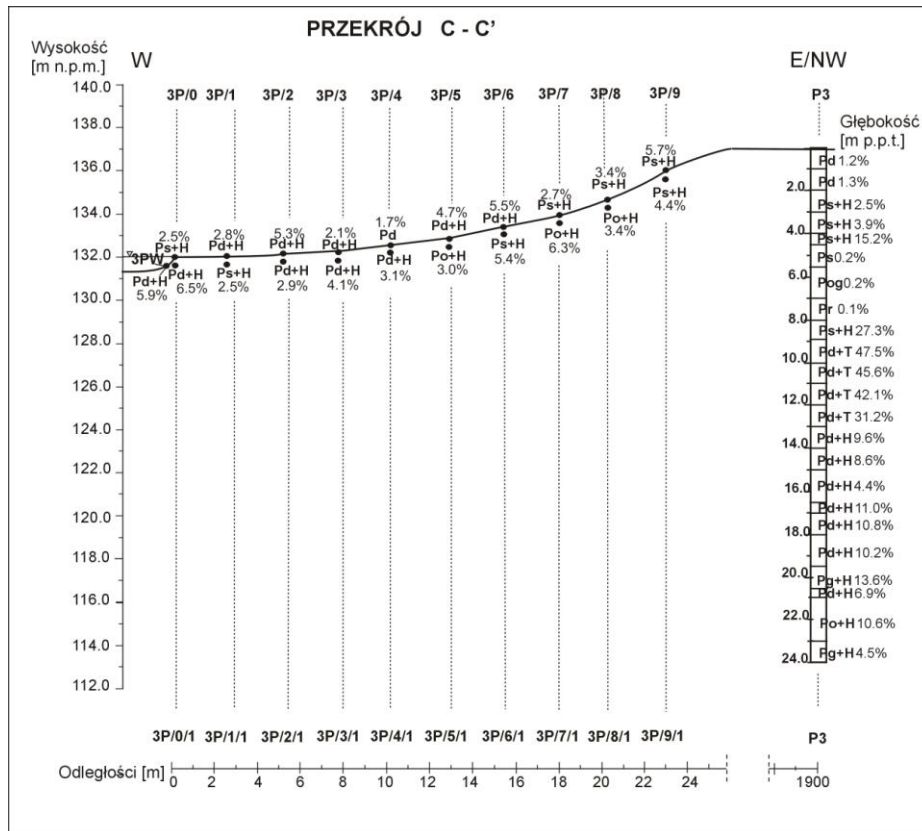
Rys. 4. Profil badawczy B-B' (Oznaczenia na rysunku: Pr+H rodzaj gruntu; 9,3% - zawartość substancji organicznej Iom)

W profilu C-C' (rys. 5), zlokalizowanym na zachodnim brzegu zbiornika nr 54, analiza sitowa próbek przypowierzchniowych wykazała obecność piasków średnich w koronie zbocza (próbki 3P/9 – 3P/7) i piasków drobnych w jego skłonie oraz u podstawy (próbki 3P/6 – 3P/1). W próbkach powierzchniowych stwierdzono małe zróżnicowanie uziarnienia badanych gruntów, bowiem są to głównie piaski drobne i średnie, z niewielką zawartością frakcji organicznych. Natomiast w próbkach podpowierzchniowych zaobserwowano większe zróżnicowanie uziarnienia: od piasków drobnych do pospółek oraz większy udział materii organicznej. W skarpie stwierdzono bowiem występowanie pospółek i piasków średnich (próbki 3P/9 – 3P/5), a w odległości od 0,0 do około 10,0 m od linii brzegowej - piaski drobne (próbki 3P/W – 3P/4).

Podobnie jak w poprzednich profilach, tak i tym razem, przy linii brzegowej stwierdzono obecność grubszej frakcji (próbka 3P/0 i 3P1/1 – piasek średnioziarnisty Ps). Analiza zawartości frakcji organicznych w profilu C-C' wykazała, że nie przekracza ona 6,5% (próbka 3P/0/1), zatem występujące tutaj grunty można uznać za słabo zawęglone.

Próbki pobrane w tym profilu z otworu 3P (o głębokości 20 m p.p.t.) reprezentowały: do głębokości 2,0m - piaski drobne o zawartości frakcji organicznych do 1,3% (grunty nieorganiczne), poniżej, czyli do głębokości 9,0 m - piaski średnie lub grube oraz pospółkę gliniastą o zawartości części organicznych od 0,1 do 15,3% (grunty nieorganiczne i organiczne), a jeszcze głębiej - piaski drobne oraz gliniaste o zawartości frakcji organicznych od 4,4% do 47,6%

(grunty organiczne). Największą kumulację materii organicznej stwierdzono w tym otworze w przelocie 10,0-13,0 m, gdzie występują piaski drobne o zawartości frakcji organicznych od 31,25% do 47,55%, co odpowiada torfom [PN-86/B-02480]. W analizie granulometrycznej próbek pobranych w profilu C-C' można zauważyć charakterystyczną zmienność pionową, polegającą na wzroście uziarnienia gruntu w kierunku zgodnym z infiltracją wód opadowych. Świadczy to o wymywaniu drobnych frakcji wskutek wsiąkania wód opadowych, co niewątpliwie jest związane ze zjawiskiem sufozji gruntu. Warto podkreślić, że profil C-C' został wytypowany wzdłuż zboczy najbardziej płaskich, gdzie nachylenie skarpy nie przekracza wartości 15°, a jej wysokość wynosi zaledwie 5,0 m, podczas gdy w poprzednich profilach nachylenie skarp wynosiło 45°, a skarpy osiągały wysokość 10-12 m. Stąd też procesy stokowe, w tym wypłukiwanie drobnych frakcji w kierunku nachylenia zbocza, w profilu C-C' zachodziły ze znacznie mniejszą intensywnością niż w profilach A-A' i B-B'.



Rys. 5. Profil badawczy C-C' (Oznaczenia na rysunku: Ps+H rodzaj gruntu; 5,9% - zawartość substancji organicznej Iom)

Podsumowanie

W wyniku eksploatacji odkrywkowej węgla brunatnego pozostają w środowisku głębokie wyrobiska. Z czasem wypełniają się one wodą. Jednak ponad lustrem wody, a także w szerokiej strefie wokół wyrobiska, przez wiele lat od zakończenia eksploatacji nadal występują obszary przekształcone antropogenicznie, gdzie zachodzą intensywne procesy wietrzenia (fizycznego i chemicznego) oraz erozji (deszczowej, wód płynących, eolicznej i in.).

Rejony poeksploatacyjne żyją własnym życiem: do tworzonych przez nie warunków przystosowały się rośliny i zwierzęta, jak i mieszkający wokół ludzie. Niekiedy, ze względu na specyficzną florę lub faunę, podlegają wręcz ochronie jako zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Znane są również przypadki, gdzie rejon poeksploatacyjny został objęty ochroną jako użytek ekologiczny, ze względu na możliwość śledzenia procesu przystosowywania się różnych organizmów do egzystencji w tak ubogim środowisku.

Jednak ciągle pozostaje nierozwiązany problem negatywnego wpływu hałd na środowisko przyrodnicze, polegającego na degradacji gleb zalegających w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobisk, czy też niekorzystnych zmian w składzie chemicznym wód podziemnych i powierzchniowych, wywołanych reakcjami różnych związków w procesie wietrzenia, np. rozkładem pirytu i powstawaniem siarczanów oraz zakwaszaniem wód powierzchniowych.

O całokształcie procesów poeksploatacyjnych decydują jednak zawsze naturalne procesy geologiczne, jak np. wypłukiwanie drobnych frakcji gruntu, spływy powierzchniowe i podziemne, obrywy, osuwiska, erozja wodna itd. Procesy te sukcesywnie zmieniają oblicze regionów przekształconych przez człowieka, różnicując je nieustannie pod względem fizyczno-chemicznym w sposób charakterystyczny dla natury.

Literatura

1. ASANI A., KOŁODZIEJCZYK U.: *Hydrografia obszaru pojezierza antropogenicznego w rejonie Łęknicy w województwie lubuskim*. [W:] Woda - Ścieki - Odpady w Środowisku: IX Konferencja Naukowo-Techniczna: Woda w Środowisku, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2006
2. HUDAK M., KOŁODZIEJCZYK U.: *Warunki geologiczne i hydrogeologiczne pojezierza antropogenicznego w rejonie Łęknicy w województwie lubuskim*. W: Woda - Ścieki - Odpady w Środowisku: IX konferencja naukowo-techniczna: woda w środowisku, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2006

3. JĘDRZAK A.: *Skład chemiczny wód pojezierza antropogenicznego w Łuku Mużakowskim*. Wyd. Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze, Zielona Góra 1992
4. KOŁODZIEJCZYK U., WRÓBEL I.: *Przekształcenia środowiska na Środkowym Nadodrzu w wyniku eksploatacji górniczej*. [W:] Second World Mining Environmental Congress. Katowice 1997
5. *Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne na terenie pojezierza antropogenicznego w Łęknicy, powiat żarski*. Dychów 2006
6. ENV 1997.2. EUROCODE 7. *Projektowanie geotechniczne, cz. 2. Projektowanie z wykorzystaniem badań laboratoryjnych*. Materiały Konferencyjne - Mrągowo 2000. Instytut Technik Budowlanych, Warszawa 2000
7. POLSKA NORMA PN-88/B-04481: *Grunty budowlane*. Badania próbek gruntu
8. POLSKA NORMA PN-86/B-02480: *Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów*

THE LITOLOGICAL VARIABILITY OF GROUND IN THE CHOSEN INVESTIGATION'S PROFILES WITHIN OF ANTHROPOGENIC LAKE IN ŁĘKNICA REGION

Keys words: anthropogenic lake, types of grounds, contents of organic substance

S u m m a r y

In article described litological variability of ground in the chosen investigation's profiles within of anthropogenic lake in Łęknica region. This problem determined as introduction in further investigations which will be realized in this region in the space of EFRR INTERREG IIIA. Poland Programme-Germany. Purpose of programme is valuation possibility improved quality water resources in after coal mine lakes and subsoil water in Sprewa-Nysa-Bóbr Euroregion.

W publikacji przedstawiono wyniki badań w ramach projektu „Ocena możliwości poprawy jakości zasobów wodnych w zbiornikach pokopalnianych i wodach podziemnych w Euroregionie Sprewa-Nysa-Bóbr”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach programu INTERREG IIIA Polska (Województwo Lubuskie) – Niemcy (Kraj Związkowy Brandenburgia).