

Ocena odbudowy zwierciadła wody na terenach przekształconych działalnością górnictwa węgla brunatnego

*Piotr Stachowski
Akademia Rolnicza
im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań*

1. Wstęp

Górnictwo odkrywkowe, obok korzyści dla gospodarki wywołuje również zjawiska ujemne powodując, m.in. głęboko sięgającą ingerencją w środowisko naturalne, zwłaszcza zmienia zajmowane przez siebie tereny, strukturę i jakość gleby, przekształca krajobraz, warunki przyrodnicze, charakter użytkowania powierzchni, układy komunikacyjne czy urbanistyczne. Wydobywanie węgla brunatnego i związana z tym działalność stwarza również zagrożenie dla układów hydrograficznych w najbliższym otoczeniu kopalni. Zagrożenie to jest związane przede wszystkim z obniżeniem zwierciadła wód podziemnych, z czym wiąże się zanik wody w płytkich studniach gospodarczych, przesuszaniem gleb i zmniejszanie się przepływów wody w niewielkich ciekach. Warunkiem koniecznym dla realizowanych procesów technologicznych w polskich kopalniach węgla brunatnego jest obniżenie zwierciadła wód podziemnych, poprzez odwodnienie przestrzeni górotworu w obrębie wyrobisk (**Polak 2005**). Dotarcie do kopaliny wymaga zdjęcia tzw. nadkładu, który jest następnie zwałowany obok odkrywki (zwałowisko zewnętrzne) lub deponowany bezpośrednio w wyeksploatowane wyrobisko, tworząc tzw. zwałowisko wewnętrzne. Przed rozpoczęciem wkopu konieczne jest odwodnienie kopaliny, aby wody głębinowe, międzywarstwowe nie zaległy w odkrywce. Wody te powstały około 15-20 mln lat temu w trzeciorzędzie, a według najnowszej tabeli stratygraficznej, rekomendowanej przez Międzynarodową Komisję Stratygraficzną (ISC) oraz Międzynarodową Unię Nauk Geologicznych (IUGS) w dwóch okresach geologicznych: paleogenie i neogenie (**Mizerski 2005**). Wysycają one piaski mioceni, na których wystę-

pują pokłady węgla brunatnego. W okresach kolejnych zlodowaceń, utwory te zostały przykryte materiałem polodowcowym o miąższości 40-50 m. Węgiel brunatny występuje w sąsiedztwie nawodnionych piasków mioceńskich, jest również wysycony wodą do konsystencji miękkoplastycznej czy płynnej. Aby było możliwe jego wydobywanie, musi być odwodniony. Do tego celu służy bariera odwodnieniowa, składająca się z zarurowanych otworów wierconych, sięgających do głębokości około 20 m poniżej spągu złoża węgla. W Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” pracuje 301 tego rodzaju studni głębinowych, rozstawionych w odstępach co 80 m, wyposażonych w pompy głębinowe, które tłoczą wodę na powierzchnię, odprowadzaną rurociągami poza teren kopalni. Odwodnienie rozpoczyna się około 2 lata przed zasadniczymi robotami górnictwami. Pozwala to na obniżenie zwierciadła wody pod pokładem węgla, a tym samym jego przesuszenie do wilgotności od 40 do 50%, co umożliwia jego wydobywanie. Systemy odwodnienia złóż w kopalniach drenują co roku do 400 mln m³ wody, przy czym wskaźnik wypompowanej wody mieści się w przedziale od 2 do 18 m³ na tonę wydobytego węgla, przy średniej wartości około 6,3 m³ na tonę. W okresie działalności KWB „Konin” wypompowano blisko 4 mld m³ wody. Odwadnianie górotworu powoduje powstanie leja depresji, którego zasięg wykracza poza obręb wyrobiska górnictwa. Aktualnie, wokół odkrywek węgla brunatnego w Polsce, w wyniku obniżenia zwierciadła wód podziemnych powstają leje depresji obejmujący obszar około 120 tys. ha (**Bednarczyk 1998**). Podstawowe ilości wód pompowanych przez KWB „Konin” pochodzą z trzeciorzędowego poziomu wodonośnego, w wyniku którego powstaje tzw. trzeciorzędowy lej depresji, którego zasięg jest wyznaczany na podstawie pomiarów piezometrycznych i sięga od kilku do kilkunastu kilometrów od bariery odwodnieniowej. Natomiast w czasie powstawania wyrobiska, a także później podczas eksploatacji, istnieje możliwość odwodnienia utworów przypowierzchniowych (czwartorzędowych), z którego pochodzi jedynie od 2 do 5% ogólnej ilości wód odpompowywanych przez kopalnię i w wyniku którego powstanie z kolei tzw. czwartorzędowego leja depresji. Wywołuje on określone zmiany w stosunkach hydrologicznych przyległego terenu, objawiające się obniżeniem zwierciadła wody gruntowej, zanikiem wód studziennych, a nawet – w bliskim sąsiedztwie odkrywek – zanikiem wód powierzchniowych w ciekach i zbiornikach wodnych (**Rząsa i in. 2000**). W KWB „Konin” podobnie, jak w innych kopalniach węgla brunatnego, zasięg leja depresji zarówno poziomu czwartorzędowego, jak i trzeciorzędowego podlega ciągłej weryfikacji oraz uaktualnianiu w miarę postępu robót górnictwami, w oparciu o sieć 375 otworów obserwacyjnych (piezometrów), z których do obserwacji poziomu przypowierzchniowego służy 96 sztuk (**Mazurek, Materski 1998**).

Zakończenie wydobywania węgla oraz przemieszczania nadkładu wiąże się z koniecznością zaprzestania odwodnienia górotworu. Efektem tego jest odbudowa, w obrębie antropogenicznie przekształconego górotworu, stosunków

wodnych (Polak 2005). Ponowne zawodnienie górotworu, w mniejszym bądź większym zakresie, prowadzi do zmian hydrotechnicznych, które mogą mieć wpływ na końcową ocenę działalności górniczej, ale przede wszystkim mogą decydować o późniejszych możliwościach użytkowania wód podziemnych.

Celem pracy jest ocena odbudowy zwierciadła wody na ukształtowanych działalnością górniczą terenach zwałowisk wewnętrznych, na tle przebiegu warunków meteorologicznych.

2. Materiał i metodyka badań

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów i obserwacji terenowych kształtowania się zwierciadła wody gruntowej w piezometrach, zlokalizowanych na zwałowiskach wewnętrznych odkrywek „Pątnów” i „Kazimierz Północ” KWB „Konin”, położonych w Regionie Wielkopolskim, w zasięgu mezoregionu 315.57 Pojezierza Kujawskiego (Kondracki 1994). Szczegółowej analizie poddano kształtowanie się zwierciadła wody gruntowej w 6 piezometrach, sięgających na głębokość od 60 m do 110 m poniżej poziomu terenu (p.p.t.). Służą one KWB „Konin” do monitorowania stanu zwierciadła wody w warunkach odwodnienia odkrywek oraz do dokładnego i ścisłego wyznaczania zasięgu leja depresji poziomów trzecio- i czwartorzędowych. Trzy piezometry zestawione w odstępach co 200 m, zlokalizowane są na doświadczalnych powierzchniach zwałowiska „Pątnów”, na których uprawiane są przemiennie: lucerna siewna, żyto ozime i pszenica ozima. Od 2000 roku Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji prowadzi w piezometrach comiesięczne pomiary stanu zwierciadła wody gruntowej. Kolejne trzy piezometry, w których są prowadzone pomiary, położone są na powierzchniach doświadczalnych zwałowiska „Kazimierz Północ”, na których od 1998 roku, po zakończeniu rekultywacji technicznej, uprawia się w zmiennym użytkowaniu: lucernę, pszenicę ozimą i rzepak.

W wierzchnich warstwach profili glebowych, usytuowanych na powierzchniach doświadczalnych badanych zwałowisk, pomierzono infiltrację i perkolację metodą podwójnych pierścieni, w 3 powtórzeniach dla każdego poziomu. Na wybranych powierzchniach stałe obserwacje i pomiary obejmowały również systematyczne pomiary stanów zwierciadła zawieszanej wody gruntowej w okresach ich występowania.

Przebieg warunków meteorologicznych w okresie prowadzonych badań przeanalizowano na podstawie codziennych pomiarów opadów atmosferycznych z własnego posterunku w Pątnowie, na tle średnich z wielolecia lat hydrologicznych od 1965/66 do 2004/05, ze stacji meteorologicznej KWB „Konin” w Kleczewie.

3. Wyniki badań

3.1. Charakterystyka obszaru badań

Zwałowisko wewnętrzne odkrywki „Pątnów” należy do jednego z najstarszych w rejonie KWB „Konin”. Na początku 1999 roku zakończono budowę tego zwałowiska. Od początku eksploatacji odkrywki, to jest od 1962 roku, przemieszczono 17 mln m³ nadkładu. Maksymalna głębokość odkrywki osiągnęła 70 m p.p.t. Średnia grubość nadkładu wynosiła 50,5 m, natomiast średnia miąższość pokładu węgla 8,8 m, przy jego średniej rocznej eksploatacji około 2,9 mln ton.

Zwałowisko wewnętrzne zbudowane metodą nieselektywnej gospodarki nadkładem, stosowanej przez polskie górnictwo odkrywkowe do połowy lat 70-tych. Zalicza się ono do typu zwałowisk o wierzchowinie dostosowanej do poziomu terenów przyległych. Sypanie zwałowiska odbywało się w układzie monoblokowym, co spowodowało wymieszanie utworów budujących nadkład. Skład litologiczny utworów zdeponowanych to: w 76% utwory spoieste (w tym gliny zwałowe 46%, ility 22%, gliny piaszczyste 5%, mułki, pyły 3%), 24% utwory przepuszczalne (piaski drobne i pylaste 15,6%, żwiry i pospółki 4,1%, piaski średnie 2,3%, piaski grube 1,8% i torfy 0,2%). Wierzchnią warstwę zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Pątnów” tworzy mieszanina wszystkich skał występujących w nadkładzie składających się z: glin zwałowych, piasków czwartorzędowych, sporadycznie piasków mioceńskich i ilów. Rozmieszczenie oraz zmieszanie skał nadkładowych jest bardzo przypadkowe (**Gilewska 1991**). W wierzchniej warstwie badanego zwałowiska występuje duża zmienność gruntów pogórnicznych, tak w układzie przestrzennym, jak i profilowym. Grunty pogórniczne tworzące wierzchnią warstwę zwałowiska zbudowane są z utworów o uziarnieniu od piasku luźnego do gliny ciężkiej. Przeważają utwory o składzie granulometrycznym piasków gliniastych mocnych i glin lekkich (**Szafrański, Stachowski 1997b**).

Badania terenowe wykazały zróżnicowanie zdolności infiltracyjnych wierzchnich warstw badanych profili gruntów pogórnicznych, typowych dla powierzchni, na których zlokalizowane są piezometry. Współczynnik infiltracji ustalonej, w warstwie 0-30 cm, wynosi średnio $1,36 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Natomiast współczynnik perkolacji w warstwie 30-60 cm osiąga średnią wartość $0,06 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

W odkrywce „Kazimierz”, usytuowanej na złożu „Pątnów” III, węgiel wydobywany jest od 1965 roku. Odkrywkę podzielono na dwa pola: „Kazimierz Południe” i „Kazimierz Północ”. W polu południowym eksploatację zakończono w 1997 roku, natomiast wydobywanie węgla w polu północnym rozpoczęto w 1995 roku. Zwałowisko odkrywki „Kazimierz Północ” zbudowano metodą selektywnej gospodarki nadkładem. Zastosowanie selektywnego zwa-

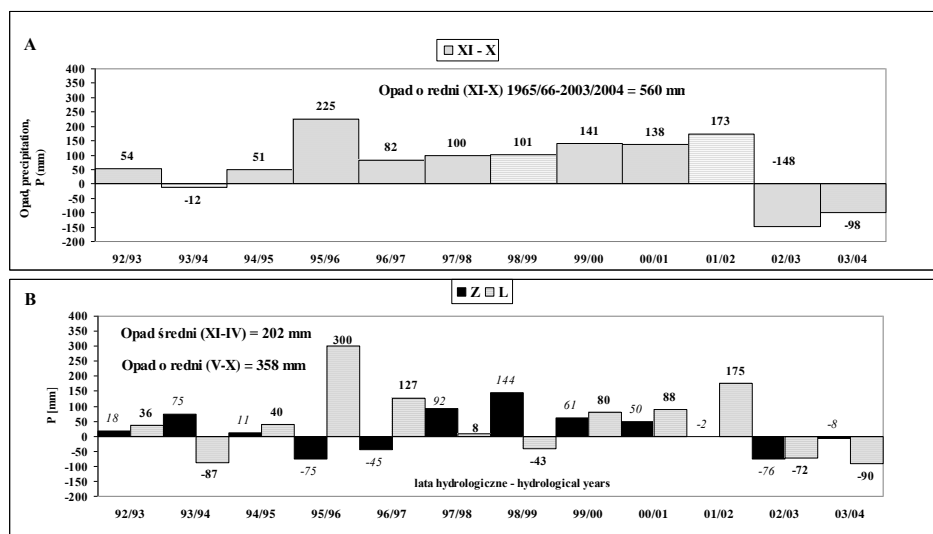
łowania, w wyniku którego wierzchnią warstwę zwałowiska w większości stanowią gliny zwałowe, pozwala na wykorzystanie ich właściwości fizyczno-chemicznych do uzyskania odpowiedniej produktywności nowo tworzonych gleb na terenach pogórnich. Potwierdziły to wyniki szczegółowych badań gleboznawczych wierzchniej warstwy badanych gruntów, które wykazały, że typowe profile zbudowane są z utworów o uziarnieniu glin piaszczystych i lekkich oraz glin średnich. Współczynnik infiltracji ustalonej, w warstwie 0-30 cm, osiągnął średnią wartość $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Natomiast współczynnik perkolacji w warstwie 30-60 cm był kilkakrotnie mniejszy i dla badanych profili wynosił średnio $0,03 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Według klasyfikacji FAO, grunty te zaliczyć można do klasy małej infiltracji, co powoduje, że zasilanie wierzchnich warstw opadami atmosferycznymi jest utrudnione. Potwierdzają się zatem spostrzeżenia innych autorów, że deponowane na zwałowiskach utwory o składzie granulometrycznym glin lekkich i glin, pochodzące z glin zwałowych szarych, są w wysokim stopniu skonsolidowane, mało przepuszczalne oraz charakteryzują się dużą ścisłością, lepkością i plastycznością, co wydatnie ogranicza infiltrację wody do głębszych warstw, jak również potęguje zaskorupienie wierzchniej warstwy gruntu (**Klich, Polak 1997, Wasilewski 1977**). Również **Polak (2005)** stwierdza, że przepuszczalność utworów zwałowych jest bardzo mała, a utworzone zwałowiska blokują dopływ wód z warstw wodonośnych naciętych przez roboty górnicze. W warunkach KWB „Konin” występują dwa poziomy wód podziemnych – poziom przypowierzchniowy-czwartorzędowy (płytszy), w którym można wyróżnić: poziom w piaskach w obrębie glin zwałowych oraz poziom w piaskach przypowierzchniowych, oraz – poziom kredowo-trzeciorzędowy (głębszy).

Pod względem zasobności w wodę, poziom przypowierzchniowy jest bardzo ubogi, jednakże w zakresie wpływu na środowisko ma on znaczenie zasadnicze, zwłaszcza w odniesieniu do rolnictwa (**Mazurek, Materski 1998**).

3.2. Przebieg odbudowy zwierciadła wody gruntowej na zwałowiskach

W okresie prowadzonych badań od roku hydrologicznego 2001/2002 do roku 2003/2004 wystąpiły lata, które pod względem sumy opadów można zaliczyć do mokrych (2001/2002), suchych (2002/2003) oraz średnich suchych (2003/2004). Poszczególne lata hydrologiczne charakteryzowały się dużą zmiennością w przebiegu opadów atmosferycznych, szczególnie widoczną w następujących po sobie półroczach (rysunek 1). W roku hydrologicznym 2001/2002, po półroczu zimowym o sumie opadów niewiele niższej od średniej z wielolecia, wystąpiło bardzo mokre półrocze letnie, w którym opady przewyższyły średnią z wielolecia dla tego okresu o 39%. Na uwagę zasługuje rok hydrologiczny 2002/2003 z sumą opadów niższą od średniej z wielolecia o 148

mm, w którym oba półrocza były bardzo suche, z sumą opadów mniejszą o 76 mm i 72 mm od średniej z wielolecia. W półroczu zimowym kolejnego roku badań, opady zbliżone były do średniej z wielolecia, oraz niższe od średniej (o 90 mm) w półroczu letnim, w którym suma opadów wynosiła 268 mm.



Rys. 1. Odchylenia sum opadów atmosferycznych (P) rocznych (A) i półrocznych (B) od średnich z wielolecia 1965/66-2003/04, w latach hydrologicznych od 1992/93 do 2003/04, mierzone w posterunku opadowym Konin-Kleczew

Fig. 1. Deviation of the year (A) and the half-year (B) precipitation sums (P) from mean for years 1965/66-2003/04, in hydrological years from 1992/93 to 2003/04, measured in Konin-Kleczew

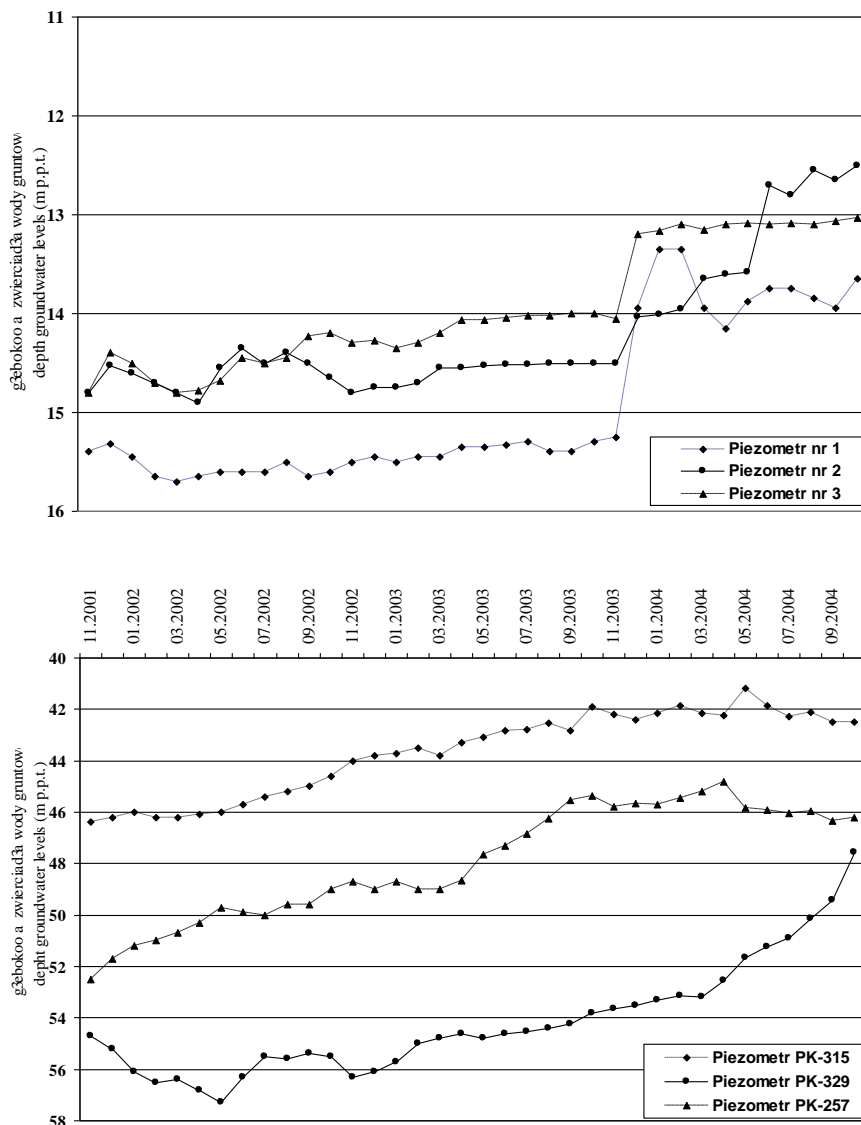
Przed rozpoczęciem eksploatacji na obszarze obu zwałowisk poziom zwierciadła wody gruntowej, zalegał na głębokości do 7,5 m. p.p.t., średnio od 2 do 4 m p.p.t. Naturalne wahania zwierciadła wody w cyklu rocznym miały amplitudę od 0,4 m do 3,8 m (Maćkowiak i in. 1998). Wahania wód podziemnych przebiegały w obrębie jednej warstwy wodonośnej, a charakterystykę wód podziemnych w tym okresie określono za Żurawskim (1966) terminem: amplituda pozioma ciągła. W wyniku odwodnienia i eksploatacji górniczej odkrywki „Pałnów” pierwotne zwierciadło wody zostało obniżone od 55 do 60 m. Z materiałów archiwalnych wynika, że obniżenie zwierciadła wody wyniosło: od 50 m w centrum odkrywki do 20 m na obrzeżach zasięgu leja depresji (Kaniecki 1991). W miarę przemieszczania się wydobywania węgla brunatnego w kierunku północnym i wyeksploatowania południowej części złoża, system odwodnienia i odkrywka „Pałnów” przesuwały się stopniowo, wypełniane zwałowi-

skiem wewnętrznym. W początkowym okresie po wyłączeniu studni odwodnieniowych wody gruntowe, nazwane przez **Więckowską (1963)** wodami śródglinowymi, ulegały szybkiemu podnoszeniu. Poziom wody wzrastał w tym czasie średnio o 2,8 m rocznie. W tym okresie szybszej odbudowie zwierciadła wody, sprzyjało postępujące zagęszczenie gruntów pogórnich, które według **Wasilewskiego (1977)**, jest największe w pierwszych pięciu latach od zwałowania i wyrównania powierzchni zwałowiska. W ostatnich latach lustro wody na zwałowisku „Pątnów” ulegało nadal niewielkiemu, choć systematycznemu podnoszeniu, średnio w ciągu 4 lat o 0,7 m rocznie. Radykalne zmniejszenie szybkości podnoszenia zwierciadła wody podziemnej na omawianym zwałowisku, może być związane z zakończoną konsolidacją gruntów pogórnich. Potwierdziły to wyniki badań i obserwacji terenowych przeprowadzonych przez **Chońskiego (1978)** oraz **Klicha i Polaka (1997)**, którzy uważają, że spowodowane jest zmniejszeniem ich wodoprzepuszczalności.

W pierwszym z analizowanych lat, pod względem sumy opadu zaliczanym do mokrego, zwierciadło wody gruntowej podniosło się średnio o 0,4 m w piezometrach (nr 2 i 3), natomiast obniżyło się (o 0,2 m) w piezometrze nr 1 (rysunek 2). W suchym roku hydrologicznym 2002/2003, lustro wody gruntowej podniosło się średnio o 0,3 m (piezometry nr 2 i 3) oraz w piezometrze nr 1 o 0,2 m. Największy wzrost zwierciadła wody zanotowano w średnio suchym roku hydrologicznym 2003/2004, w którym zwierciadło wody podniosło się średnio o 1,5 m we wszystkich analizowanych piezometrach. Obecnie lustro wody utrzymuje się na poziomie od 12,5 m (piezometr nr 2) do 13,7 m p.p.t. (piezometr nr 1).

Jeśli tendencja migracji wód w coraz wyżej położone warstwy gruntów pogórnich na zwałowisku „Pątnów” utrzyma się na obecnym poziomie (około 0,7 m rocznie), to zwierciadło wody osiągnie średni poziom zalegania z przed eksploatacji górniczej (3 m p. t.) za około 16 lat.

Prowadzone w okresie pierwszych lat rekultywacji i zagospodarowania rolniczego (lata 2001 - 2004), obserwacje zwierciadła wody gruntowej na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „Kazimierz Północ” również wykazały wzrost lustra wody gruntowej. W porównaniu do tego samego okresu prowadzenia pomiarów na zwałowisku „Pątnów”, podnoszenie zwierciadła wody gruntowej przebiega znacznie wolniej. Największy wzrost poziomu wody gruntowej obserwowano w suchym roku hydrologicznym 2002/2003 i wyniósł on od 2,1 m (piezometr PK-315) do 3,3 m w piezometrze PK-257 (rysunek 2). W kolejnym roku obserwacji występowały wahania lustra wody gruntowej. W roku 2003/2004, w którym suma opadów była niższa od średniej o 98 mm, nastąpił zarówno spadek zwierciadła wody gruntowej, w piezometrach PK-315 i 257 średnio o 0,35 m, jak i wzrost poziomu wody gruntowej o 6,1 m, (piezometr PK-329).



Rys. 2. Zmiany zalegania zwierciadła wody gruntowej w piezometrach na zwalówiskach: odkrywki „Pałnów” (A) i odkrywki „Kazimierz Północ” (B) KWB Konin, w latach hydrologicznych od 2001/02 do 2003/04

Fig. 2. Changes in groundwater level in piezometers at "Pałnów" opencast pit mine (A) and "Kazimierz Północ" opencast pit (B) of Konin's Quarry, in hydrological years 2001/02-2003/04

Przedstawiona analiza położenia zwierciadła wód gruntowych na obszarach zwałowisk wewnętrznych odkrywek „Pątnów” i „Kazimierz Północ” potwierdziła różne tempo jego odbudowy, po zaprzestaniu odwodnienia odkrywek, ich zezwałowaniu oraz w okresie prowadzenia rekultywacji i zagospodarowania rolniczego. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wykazały również, że odbudowa pierwotnego zwierciadła wody gruntowej przebiega niezależnie od wielkości opadów atmosferycznych w poszczególnych latach. W roku hydrologicznym zaliczanym do mokrego pod względem sumy opadów, zwierciadło wody gruntowej wykazywało zarówno spadek jak i wzrost. Natomiast w latach suchych i średnio suchych ulegało często podnoszeniu, od 1,5 m na zwałowisku „Pątnów” do 3,3 m na zwałowisku „Kazimierz Północ”. Badania potwierdziły, że kształtowanie się zwierciadła wody w konkretnym piezometrze jest zjawiskiem złożonym, zależnym od miąższości warstwy wodonośnej, jej filtracji, morfologii terenu wokół piezometru (w obniżeniu terenu piezometr jest szybciej i intensywniej zasilany opadami niż na wzniesieniu), czy też morfologii warstwy wodonośnej (nachylenia do lub od odkrywki).

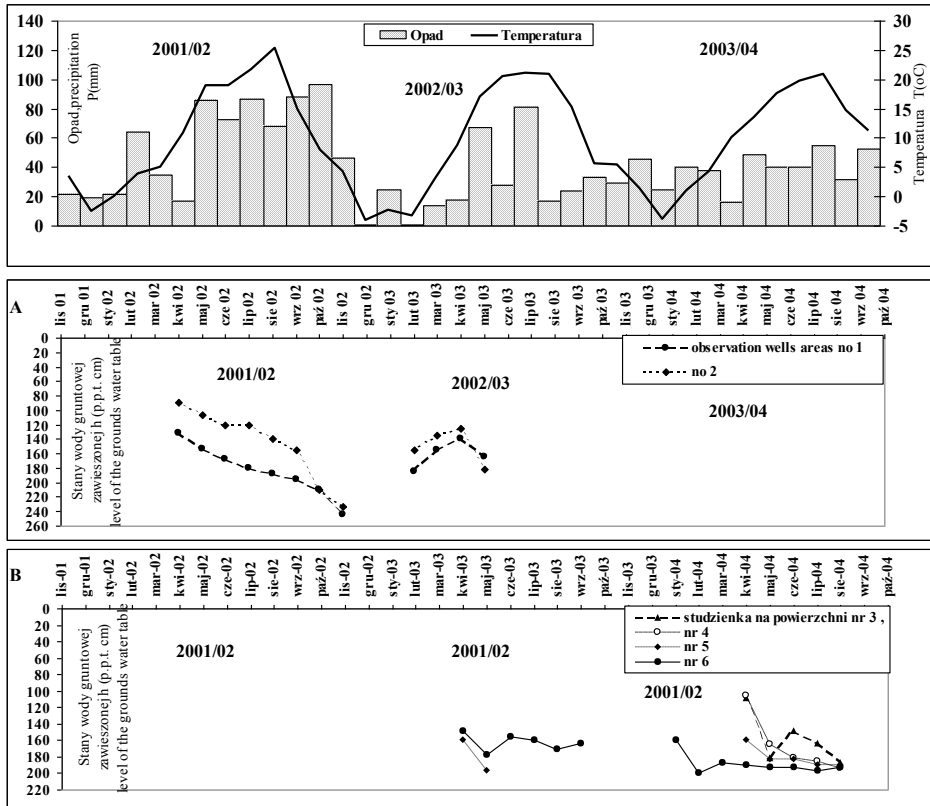
Proces odbudowy wód gruntowych jest w stadium początkowym. Wydaje się jednak, że prowadzenie w taki sposób monitorowania zmian w środowisku pogórnym, pozwoli KWB „Konin” na kontrolę przebiegu procesu odbudowy środowiska naturalnego oraz określenie odpowiedzialności kopalni za szkody w nim wywołane. Umożliwi również kopalnię na obronę przed ewentualnymi próbami zrzucania odpowiedzialności za zmiany w środowisku, za które kopalnia nie może odpowiadać. Dotyczy to również zagadnienia zmiany jakości odbudowywanych wód podziemnych. Jak wykazały wyniki analiz wód pobranych z piezometrów, opublikowane przez **Polaka (2005)**, podnoszenie się zwierciadła wody do stanu pierwotnego prowadzi do zmiany składu chemicznego wody, objawiającego się wzrostem stężeń niektórych składników mineralnych. Odbudowujące się lustro wody gruntowej na badanym terenie zwałowisk nie wpływa na uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnym (Szafranski, Stachowski 1997a). Jednak, systematycznie podnoszenie się poziomu lustra wody pozwala na stwierdzenie, że w przypadku utrzymywania się tej tendencji w przyszłości, typ gospodarki wodnej tych terenów może ulec zmianie z opadowo-retencyjnej na opadowo-retencyjno-gruntową sprzed eksploatacji górniczej. Może jednak potwierdzić się hipoteza **Choińskiego (1978)**, że układ wód podziemnych nigdy nie powróci do stanu pierwotnego. Na obszarze pogórnym występować będą horyzonty poziomo nieciągłe w większych soczewkach piasku oraz utwory nieprzepuszczalne, o nawilgoceniu inicjalnym.

3.3. Występowanie wód gruntowych zawieszonych

W trakcie odbudowy pierwotnego lustra wody gruntowej stwierdzono występowanie zawieszonych zwierciadła wód. Miało to miejsce w utworach o uziarnieniu glin i ilów, zdeponowanych na zwałowiskach o słabych parametrach filtracyjnych, ograniczających infiltrację wód opadowych w głębsze warstwy gruntów pogórnicych.

Wyniki wieloletnich obserwacji reakcji położenia zwierciadła wód gruntowych zawieszonych wskazują jednak na transmisję dużych wód opadowych do wód zawieszonych, w okresach dużego uwilgotnienia wierzchnich warstw gruntów pogórnicych. Pojawiające się okresowo, na obszarach badanych części zwałowisk, zwierciadło wody gruntowej zawieszonej kształtowało się przede wszystkim pod wpływem przebiegu warunków meteorologicznych oraz budowy profili glebowych. Przeprowadzone w 3-metrowej, wierzchniej warstwie badanych powierzchni zwałowisk wiercenia glebowe wykazały, że obok utworów przepuszczalnych, zbliżonych do piasków, określono zasięgi występowania utworów słabo przepuszczalnych. Utwory te, zbudowane przeważnie z gliny średniej i ciężkiej, z wkładkami ilów poznańskich, tworzą warstwy, w których gromadzi i utrzymuje się dłuższy czas woda opadowa, nawet w okresie letnim (**Stachowski 2001**).

Na zwałowisku odkrywki „Pątnów”, w roku hydrologicznym 2001/2002, po odmarznięciu gruntu, zwierciadło wody zawieszonej pojawiło się w studzienkach nr 1 i 2 (rysunek 3). Wody gruntowe zawieszone wahały się w tym okresie od 90 do 130 cm od powierzchni terenu. W półroczu letnim 2002 roku, w którym suma opadów była wyższa od średniej z wielolecia dla tego okresu o 175 mm, wody zawieszone występowały nadal aż do listopada 2002 roku. Pojawiające się w tych studzienkach wody gruntowe zawieszone związane były z występowaniem w budowie profilu glebowego, na głębokości około 2,0 m, wtrąceń i niecek warstw nieprzepuszczalnych. W pozostałych studzienkach woda zawieszona występowała głębiej od powierzchni zwałowiska albo nie występowała w ogóle. Notowana w roku badań 2001/2002 mokrym pod względem sumy opadów, woda zawieszona miała wpływ na pojawianie się wysokich zapasów wody w wierzchniej warstwie gruntów pogórnicych. W maju 2002 roku, przy opadach w tym miesiącu wyższych od średniej z wielolecia o 36 mm, pojawiły się wody zawieszone na głębokości 120 cm od powierzchni zwałowiska. W tym czasie stwierdzono maksymalne zapasy wody w profilu glebowym nr 1. Również w okresie występowania maksymalnych zapasów wody w czerwcu 2002 roku, w profilach glebowych typowych dla powierzchni nr 1 i 2, pojawiły się wody zawieszone.



Rys. 3. Przebieg zwierciadła wody gruntowej zawieszanej h (cm) w studzienkach na odkrywkach: „Pątnów” (A) i „Kazimierz Północ” (B), KWB Konin, na tle miesięcznych sum opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza w latach hydrologicznych od 2001/02 do 2003/04

Fig. 3. Ground water levels h (cm) in wells at opencast mines: “Pątnów” (A) and “Kazimierz Północ” (B) of Konin's Quarry in relation to mean month precipitation and mean month air temperatures in hydrological years 2001/02-2003/04

Wcześniej przeprowadzone badania, w latach zaliczanych pod względem sumy opadów do mokrych, wykazały również wpływ podsiąku kapilarnego na bilans wodny wierzchniej warstwy analizowanych gruntów. Zasilanie wierzchnich warstw gruntów pogórnich poprzez podsiąk kapilarny następowało z wody gruntowej zawieszanej, gromadzącej się na różnych głębokościach od powierzchni zwałowiska. Badania terenowe potwierdziły, że występowała ona na warstwach nieprzepuszczalnych, zbudowanych przeważnie z glin średnich i ciężkich, z wkładkami ilów poznańskich. Wpływ zwierciadła wody zawieszanej na uwilgotnienie wierzchniej warstwy gruntów tworzących badany

fragment zwałowiska ustalono (przeprowadzając analizę regresji w profilach glebowych nr 1 i 2, w których woda zawieszona występowała najdłużej), a która wykazała zależność pomiędzy wilgotnością gleby a głębokością zalegania zwierciadła wody gruntowej (Stachowski 1999). Z uwagi na okresowość pojawiania się stanów wody zawieszanej, stwierdzenia te wymagają uściśleń i potwierdzeń w dalszych badaniach. W następnych latach badań, na zwałowisku odkrywki „Kazimierz Północ”, zwierciadło wody zawieszanej pojawiało się okresowo po odmarnięciu gleby oraz po opadach o sumie miesięcznej wyższej od średniej z wielolecia.

4. Wnioski

1. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały różne tempo odbudowy pierwotnego zwierciadła wody gruntowej. W okresie pierwszych lat, po zaprzestaniu odwodnienia odkrywki „Patnów”, poziom wody gruntowej wzrastał średnio o 2,8 m rocznie, natomiast w ostatnich latach lustro wody podniosło się średnio o 0,7 m rocznie. Jeżeli tempo podnoszenia lustra wody gruntowej utrzyma się w przyszłości na obecnym poziomie, to za około 16 lat zwierciadło wody gruntowej osiągnie średni poziom zalegania sprzed eksploatacji górniczej (3 m p.p.t.). Natomiast na zwałowisku „Kazimierz Północ”, przy obserwowanym wzroście lustra wody średnio o 1,6 m rocznie, poziom ten może być osiągnięty za około 25 lat.
2. Odbudowujące się lustro wody gruntowej na badanym terenie zwałowisk nie wpływa na uwilgotnienie wierzchnich warstw gruntów pogórnich, a jego systematyczne podnoszenie się występuje, pomimo zróżnicowanego przebiegu warunków meteorologicznych. W latach zaliczanych do mokrych pod względem sumy opadów, zwierciadło wody nie wykazywało istotnych wahań w cyklu rocznym, natomiast w latach suchych ulegało często podnoszeniu.
3. Badania potwierdziły, że proces odbudowy wód gruntowych jest w stadium początkowym, a kształtowanie się zwierciadła wody w konkretnym piezometrze jest zjawiskiem złożonym, zależnym od miąższości warstwy wodonośnej, jej filtracji, morfologii terenu wokół piezometru czy też morfologii warstwy wodonośnej. Wydaje się jednak, że prowadzenie w opisany sposób monitorowania zmian w środowisku pogórnym pozwoli KWB „Konin” na kontrolę przebiegu procesu odbudowy środowiska naturalnego i określenie odpowiedzialności kopalni za szkody w nim wywołane.
4. Pojawiające się okresowo w wierzchnich warstwach gruntów pogórnich zwierciadło wody gruntowej zawieszanej, gromadzącej się we wtrąceniach i nieckach warstw nieprzepuszczalnych, kształtowało się przede wszystkim pod wpływem przebiegu warunków meteorologicznych oraz budowy profili glebowych.

Literatura

1. **Bednarczyk J.:** *Górnictwo odkrywkowe i jego oddziaływanie na środowisko*. Mat. Konf. Nauk. pt.: „Górnictwo odkrywkowe a ochrona środowiska-fakty i mity”. Wyd. AGH Kraków. 34-38. Kraków 1997.
2. **Choiński A.:** *Analiza zmian układu sieci wód powierzchniowych i wód podziemnych, w południowej części Konińskiego Zagłębia Węglowego*. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, tom XXXI, seria A. Geografia fizyczna: 33-55. 1978.
3. **Gilewska M.:** *Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich na przykładzie KWB „Konin”*. Roczn. AR Poznań. Zesz. 211. Poznań 1991.
4. **Kaniecki A.:** *Przemiany Środowiska Geograficznego Obszaru Konin-Turek*. Wyniki realizacji programu RR.II.14 w okresie 1986-1990. Wyd. Inst. Badań Czwartorzęd UAM Poznań: 137-150. 1991.
5. **Klich J., Polak K.:** *Problemy związane z odbudową stosunków wodnych na obszarach przekształconych przez kopalnie węgla brunatnego*. Mat. Konf. Nauk. pt.: „Górnictwo odkrywkowe a ochrona środowiska – fakty i mity”. Wyd. AGH Kraków 381-392. Kraków 1997.
6. **Kondracki J.:** *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno geograficzne*. Wyd. PWN, Warszawa. ss. 339. Warszawa 1994.
7. **Maćkowiak J., Siekielska T., Gradecki D.:** *Wpływ odwadniania złóż węgla brunatnego w rejonie konińskim na przypowierzchniowy poziom wodonośny*. „Węgiel brunatny” – biuletyn informacyjny porozumienia producentów węgla brunatnego, nr 1 (22): 3-6. 1998.
8. **Mizerski W.:** *Tabela stratygraficzna, rekomendowana przez Międzynarodową Komisję Stratygraficzną*. Przegląd Geologiczny. vol. 53. nr 2, 2005.
9. **Mazurek S., Matelski J.:** *Uwarunkowania środowiskowe i formalnoprawne odwadniania złóż w Rejonie konińskim „Węgiel brunatny”* – biuletyn informacyjny porozumienia producentów węgla brunatnego, nr 1 (22): 24-25. 1998.
10. **Polak K.:** *Kształtowanie środowiska wodnego w antropogenicznie przekształconym górotworze na wybranych przykładach kopalń węgla brunatnego w Polsce*. maszynopis praca dr, Wydz. Górnictwa i Geoinżynierii, AGH Kraków. Kraków 2005.
11. **Rząsa St., Mocek A., Owczarzak W.:** *Podatność gleb na kopalnianą degradację odwodnieniową w aspekcie merytorycznym i formalnym*. Roczn. AR Poznań. CCCXVII, Rol. 56: 225-239. Poznań 2000.
12. **Stachowski P.:** *Gospodarka wodna rekultywowanych rolniczo gleb terenów pogórnich*. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej, Seria Inżynieria Środowiska, nr 15. s. 71-82, Koszalin 1999.
13. **Stachowski P.:** *Uwilgotnienie gleb pogórnich w okresach występowania wód gruntowych zawieszonych*. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej, Seria Inżynieria Środowiska nr 20. s. 607-618, Koszalin 2001.
14. **Szafrański Cz., Stachowski P.:** *Zmiany zapasów wody w wierzchnich warstwach rekultywowanych rolniczo gruntów pogórnich*. Roczn. AR Poznań. 294, Melior. Inż. Środ., 19, cz. 2: 211-221. Poznań 1997a.

15. **Szafrański Cz., Stachowski P.:** *Skład granulometryczny i właściwości fizykowo-
ne rekultywowanych gruntów pogórnich.* Roczn. AR Poznań. 292, seria Melior.
Inż. Środ. 18: 91-101. Poznań 1997b.
16. **Wasilewski S.:** *Ocena przydatności gruntów przekształconych w Konińskim Zagłę-
biu dla rolniczej rekultywacji w oparciu o studia fizyczne, chemiczne i biologiczne.*
Praca doktorska., maszynopis, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN Konin-
Zabrze. ss. 96. Zabrze 1977.
17. **Więckowska H.:** *Typy występowania górnych horyzontów wody podziemnej
w Polsce.* Czasopismo Geograficzne, t.XXXIV, z. 4. Wrocław 1963.
18. **Żurawski M.:** *Próba wydzielenia typów infiltracyjnych Niziny Wielkopolskiej.*
Poznańskie TPN. Prace Komisji Geogr. Geol. T. VI, z. 1. Poznań 1966.