

*Zbigniew Stachowicz**, *Jacek Szczepiński**

OCENA WPŁYWU ODWADNIANIA PRZYSZŁEJ ODKRYWKI „PIASKI” KWB „KONIN” SA NA ŚRODOWISKO WODNE

1. Wstęp

Odkrywka węgla brunatnego „Piaski” będzie kolejnym uruchamianym zakładem górniczym Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” SA. Rozpoczęcie zdejmowania nadkładu planowane jest w 2010 roku, a w rok później przewiduje się wydobywanie pierwszego węgla. Zdolność wydobywcza zakładu górniczego wyniesie około 3,5 mln ton węgla rocznie. Według obecnych założeń eksploatacja węgla w tej odkrywce zakończy się w 2036 roku.

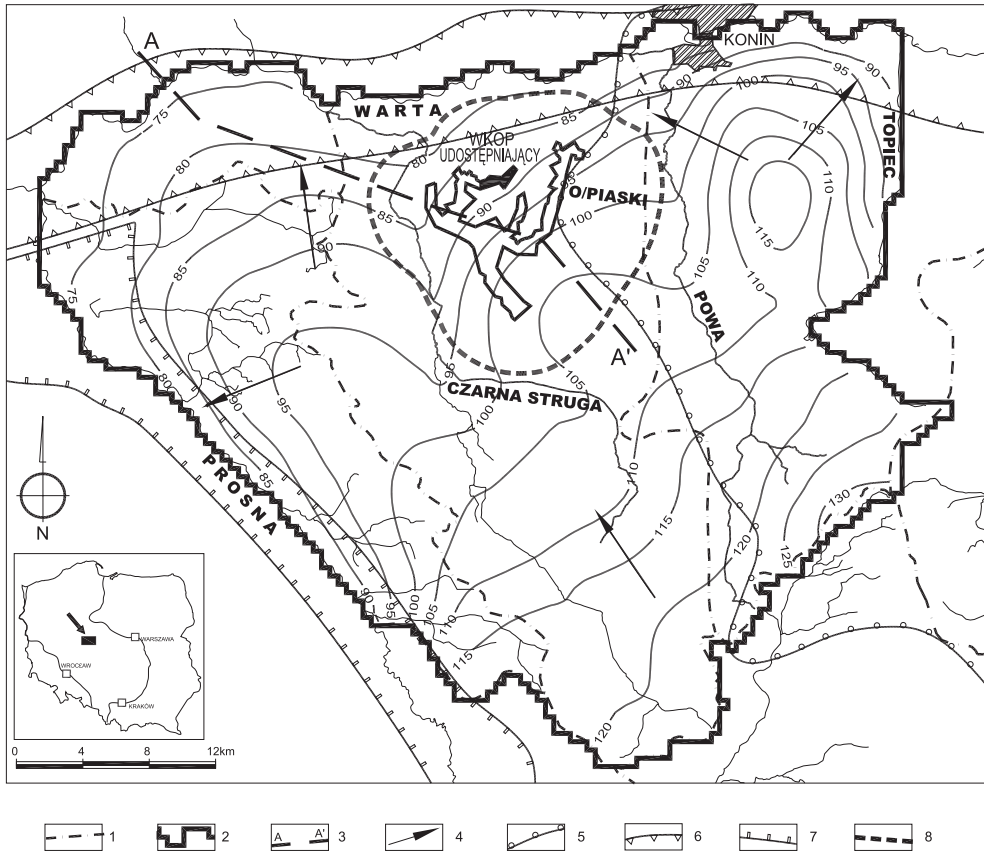
Przepisy prawa polskiego stanowią, by decyzja o rozpoczęciu robót górniczych została poprzedzona oceną oddziaływania inwestycji na środowisko. Jednym z podstawowych elementów takiej oceny jest określenie wpływu odwadniania na środowisko wodne. W tym celu wykorzystano regionalny numeryczny model przepływu wód podziemnych, obejmujący projektowaną odkrywkę oraz obszar przyległy.

2. Charakterystyka rejonu złoża „Piaski”

2.1. Położenie terenu i warunki klimatyczno-hydrograficzne

Złoże węgla brunatnego „Piaski” leży w północnej części Niziny Wielkopolskiej, we wschodniej części województwa wielkopolskiego, w obszarze międzyrzecza Proсны i Warty (rys. 1). Rzędne terenu w rejonie złoża wynoszą od 85 do 110 m n.p.m. i obniżają się w kierunku północnym, ku korytu Warty. Średni roczny opad wynosi około 550 mm. Parowanie terenowe wynosi 471 mm, a parowanie z wolnej powierzchni wody ok. 880 mm. Na obszarze złoża sieć hydrograficzna jest słabo rozwinięta, a głównym jej elementem jest lewo-brzeżny dopływ Warty — rzeka Czarna Struga, której dorzecze obejmuje około 95% powierzchni złoża.

* Poltegor-Projekt sp. z o.o., Wrocław

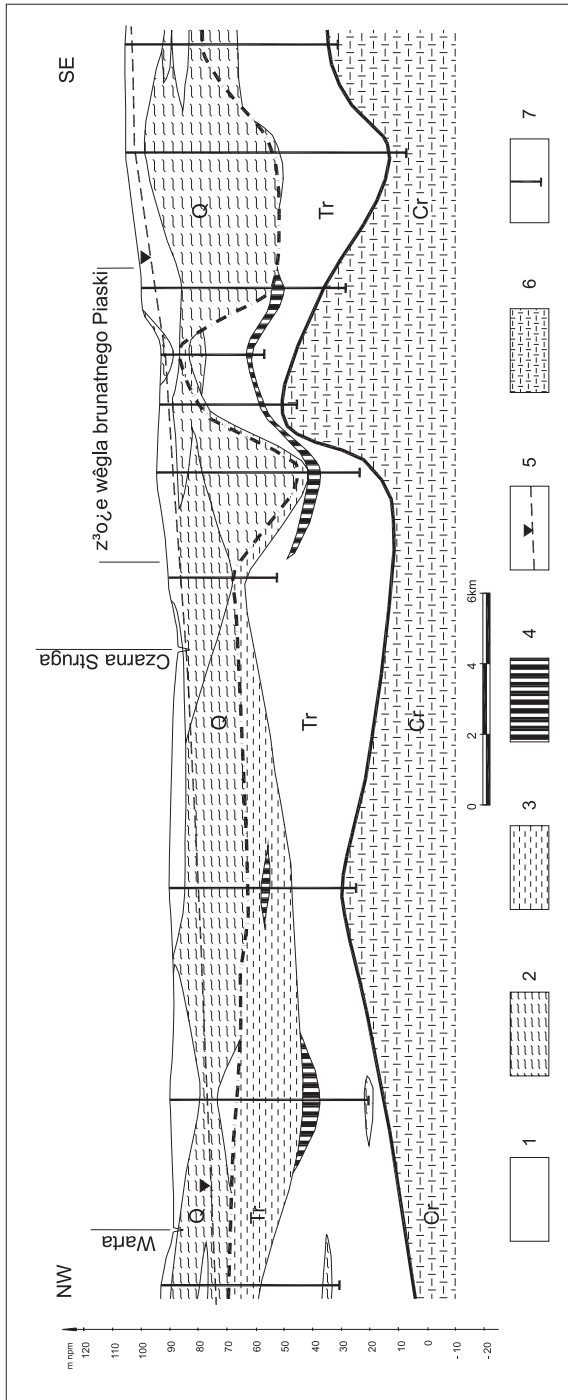


Rys. 1. Mapa hydroizohips [m n.p.m.] poziomu II w rejonie złoża „Piaski” w warunkach naturalnych: 1 — granice wododziałów, 2 — granica modelu matematycznego, 3 — przekrój hydrogeologiczny A-A, 4 — główne kierunki przepływu wód podziemnych, 5 — zasięg GZWP nr 151, Turek – Konin – Koło [4], 6 — zasięg GZWP nr 150, Pradolina Warszawsko-Berlińska, 7 — Zasięg GZWP nr 311, Zbiornik rzeki Proсна, 8 — prognozowany maksymalny zasięg izoliny depresji $s = 1$ m,

2.2. Zarys budowy geologicznej i warunki hydrogeologiczne

Rejon złoża położony jest w południowo-zachodniej części Niecki Mogileńsko-Łódzkiej, która w partiach stropowych zbudowana jest z osadów kredy górnej. Jest to monotony, słabo zmienny kompleks skalny, który budują głównie margle (rys. 2).

Uwzględniając warunki udostępniania i odwadniania złoża, w obszarze potencjalnego wpływu odwadniania złoża „Piaski” wydzielono trzy poziomy wodonośne: nadkładowy, podwęglowy i kredowy.



Rys. 2. Przekrój hydrogeologiczny w rejonie złożeń „Piaski” (A-A’):

1 — piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, 2 — gliny, 3 — ropy, 4 — węgiel brunatny, 5 — zwierciadło wody w stanie naturalnym, 6 — margle, 7 — otwory dokumentacyjne, Q — czwartorzęd, Tr — trzeciorzęd, Cr — kreda

Nadkładowy poziom wodonośny występuje w utworach piaszczystych czwartorzędu i trzeciorzędowego zalegających nad pokładem węgla brunatnego, a poza granicami złoża głównie w utworach czwartorzędu. Warstwa piasków przypowierzchniowych cechuje się niewielką zasobnością. Znacznie zasobniejszy poziom wodonośny tworzą miększe i rozległe warstwy piasków podglinowych.

Utwory piaszczyste trzeciorzędowego nadwęglowego występują najczęściej w postaci oszczew i mają w niektórych rejonach złoża istotne znaczenie w budowie poziomu nadkładowego. Współczynniki filtracji w rejonie złoża wynoszą od 2,54 do 10,42 m/d, średnio 5,93 m/d, a odsączalność grawitacyjna 0,1÷0,13 [3].

Wody poziomu czwartorzędowego zasilane są bezpośrednio przez opady atmosferyczne, a w przypadku istnienia warstw głębszych pośrednio przez przesączanie lub przez okna hydrogeologiczne. Powierzchnia piezometryczna występuje na rzędnych od 120÷140 m n.p.m. w obszarze zasilania do 75÷80 m n.p.m. w rejonie Warty; w rejonie złoża od 80–100 m n.p.m. Na przepływ wód w tym poziomie ma wpływ drenujący charakter przepływających rzek — Proсны, Warty, Czarnej Strugi, Powy i Topca.

Podwęglowy poziom wodonośny występuje w serii piasków drobno- i średnioziarnistych zalegających na mułkach i mułowcach paleogenu bądź na utworach kredowych. Występują one praktycznie na całym obszarze złoża. Ich miąższość wynosi od 6 do 21 m, średnio około 12 m. Współczynniki filtracji wynoszą od 0,79 do 16,75 m/d, średnio 6,67 m/d; odsączalność sprężysta od 0,000491 do 0,002, a odsączalność grawitacyjna 0,14.

Kredowy poziom wodonośny występuje w utworach kredy górnej, reprezentowanych głównie przez margle, niekiedy z przewarstwieniami mułowców. Utwory te, dzięki istniejącej sieci spekań i szczelin, stanowią zbiornik wód podziemnych, na którym często bazują okoliczne ujęcia wody. Średni współczynnik filtracji utworów kredowych w rejonie złoża wynosi 3,82 m/d, a odsączalność sprężysta 0,00368. Niewielka izolacja podłoża kredowego od poziomu podwęglowego, a miejscami jej brak, sprzyja kontaktom hydraulicznym między tymi poziomami. O istnieniu tych kontaktów świadczą podobne rzędne zwierciadła tych wód i słabo zróżnicowany skład chemiczny wód.

Zwierciadła wody poziomów podwęglowego i kredowego stabilizują się na zbliżonej wysokości. Wody podziemne zasilane są na drodze przesączania wód z kompleksu czwartorzędowego lub bezpośrednio przez okna hydrogeologiczne. Rzędne zwierciadła wody stabilizują się poniżej zwierciadła czwartorzędowego i wynoszą od 120÷135 m n.p.m. w obszarze zasilania do 75÷80 m n.p.m. w rejonie Warty; w rejonie złoża 85÷100 m n.p.m.

Strefami zasilania kompleksów wodonośnych są wysoczyzny morenowe występujące w południowo-wschodniej części obszaru w rejonie Wysoczyzny Tureckiej. Generalne nachylenie powierzchni piezometrycznej jest w kierunku północno-zachodnim, ku głównej bazie drenażu rzece Warcie, a w zachodniej części obszaru ku Prośnie.

Poziomy wodonośne kontaktują się bezpośrednio, głównie w rejonie doliny warszawsko-berlińskiej, a na pozostałym obszarze w rejonach występowania okien hydrogeologicznych.

3. Eksploatacja górnicza złoża „Piaski”

Zasoby przemysłowe węgla brunatnego w złożu „Piaski” wynoszą 107,852 mln Mg, w tym w okonturowaniu przyjętym do eksploatacji 78,023 mln Mg. Współczynnik N:W wynosi około 1:9,5, przy średniej miąższości nadkładu około 47 m i miąższości węgla około 5,5 m.

Eksploatacja złoża odbywać się będzie metodą odkrywkową. Zgodnie z przyjętą technologią górniczą [5] udostępnienie złoża zakłada się na początku 2010 roku, w części północnej na tzw. Polu Rzgów. Generalny postęp frontów eksploatacyjnych będzie miał kierunek zmienny zależny od fazy eksploatacji. Zwałowisko zewnętrzne zlokalizowane zostanie po wschodniej stronie wkopu otwierającego. W przyjętym okonturowaniu złoża przewiduje się, że w wydobycie węgla wyniesie 72,561 mln Mg (przy uwzględnieniu 7% strat). Zwałowanie wewnętrzne rozpocznie się od 01.05.2011 r. Po zakończeniu eksploatacji górniczej pozostaną części niezwałowanego wyrobiska o powierzchni na poziomie terenu około 600 ha, z przeznaczeniem do rekultywacji wodnej.

4. System odwadniania wglębnego złoża „Piaski”

Rozpoznana i udokumentowana budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne oraz przyjęta technologia eksploatacji wskazują na zastosowanie, studziennego systemu odwadniania jako podstawowego.

W nawiązaniu do przyjętych rozwiązań, harmonogramów i kierunków postępu eksploatacji węgla oraz zwałowania przyjęto, że rozpoczęcie pracy systemu odwadniania wglębnego nastąpi 2 lata przed planowanym rozpoczęciem eksploatacji górniczej. Wyprzedzenie to umożliwi uzyskanie wymaganych depresji, uściślenie warunków hydrogeologicznych oraz pozwoli na zoptymalizowanie systemu odwodnienia pod kątem ilości i lokalizacji studni, ich głębokości, sposobu zafiltrowania, doboru pomp, obsypki itp.

Odwodnienie odkrywki „Piaski” projektuje się studniami zlokalizowanymi w liniach barier na krawędziach zewnętrznych odkrywki oraz w wyjątkowych przypadkach w barierach wewnętrznych. Celem barier studni będzie przejęcie dopływu do odkrywki oraz odwodnienie rejonu eksploatacji węgla w serii nadkładowej i serii podwęglowej. Na obecnym etapie projektowania przyjmuje się, że studnie w barierach zewnętrznych zlokalizowane zostaną w rozstawie około 100÷150 m, przy uwzględnieniu ich ewentualnego zagęszczenia w rejonach o niekorzystnych warunkach hydrogeologicznych oraz uzyskiwanego postępu w odwodnieniu. Głębokości studni wynosić będą od 60÷90 m. Jako elementy uzupełniające system odwodnienia projektuje się pomocnicze urządzenia odwadniające (płytkie studnie, otwory kierunkowe, otwory przelewowe itp.). Wody ze studni będą odprowadzane do szczelnych kanałów budowanych wyprzedzająco wzdłuż zewnętrznych krawędzi odkrywki i na jej przedpolu. Jako zasadę przyjęto, że wody ujmowane w obszarze zlewni danej rzeki będą odprowadzane do jej koryta poniżej odkrywki. Docelowo wszystkie wody z systemu odwodnienia odkrywki „Piaski” poprzez sieć rurociągów i rowów będą odprowadzane do rzeki Warty.

W celu śledzenia postępów odwodnienia oraz wpływu odwadniania na środowisko wodne rejonu zrealizowany zostanie wewnętrzny i zewnętrzny system obserwacyjny.

Głównym zadaniem wewnętrznego systemu obserwacyjnego będzie:

- kontrola postępu odwodnienia złoża,
- dodatkowe rozpoznanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych.

Zewnętrzny system obserwacyjny będzie miał za zadanie:

- obserwację położenia zwierciadła wody podziemnej poza odkrywką,
- określenie kierunków i zasięgu rozwoju leja depresji,
- określenie wpływu odwodnienia na ujęcia wód podziemnych, wody powierzchniowe rejonu oraz na powierzchnię terenu.

Systemy obserwacyjne tworzyć będą sieć monitoringu wód podziemnych, która funkcjonować będzie od czasu budowy systemu odwodnienia aż do wypełnienia się zbiornika końcowego.

5. Model numeryczny przepływu wód podziemnych w warunkach naturalnych

W celu określenia wpływu odwadniania odkrywki „Piaski” na środowisko wodne wykorzystano program MODFLOW [1]. W pierwszym etapie zbudowano model przepływu wód podziemnych w rejonie złoża w warunkach naturalnych, tj. przed uruchomieniem eksploatacji systemu odwadniania. W drugim etapie wykonano prognozę rozwoju leja depresyjnego w okresie odwadniania odkrywki „Piaski”.

Dwuwarstwowy numeryczny model krążenia wód podziemnych objął obszar o powierzchni 1550 km². Granice modelu wykraczają poza obszar prognozowanego zasięgu leja depresyjnego odkrywki „Piaski”. Północna granica przebiega rzeką Wartą, granica zachodnia wzdłuż rzeki Proсны, a granica południowa wzdłuż wododziału pomiędzy zlewnią Proсны i Warty. Od strony wschodniej granica przebiega wzdłuż rzeki Topiec.

Obliczony na podstawie badań modelowych moduł zasilania opadowego całego analizowanego obszaru w warunkach naturalnych wynosi 1,28 l/s/km². Zasilanie poziomu I stanowi około 7,4% opadów atmosferycznych, a poziomu II około 1,9% wielkości opadów atmosferycznych. Poziom I drenowany jest w 75% przez rzeki przepływające przez obszar badań, natomiast 25% wód infiltruje do poziomu II, który drenowany jest przez Wartę i Prosnę.

Do modelowania przepływu wód podziemnych w warunkach ich drenażu przez system odwadniania odkrywki „Piaski” wykorzystano model numeryczny o identycznych granicach i warunkach brzegowych zewnętrznych, jak dla warunków naturalnych. Założono, że w schemacie obliczeniowym rozwój eksploatacji odkrywki odwzorowywany będzie w następujących cyklach czasowych: 2008–2015, 2016–2025 oraz 2026–2036, przy założeniu

nieustalonych warunków filtracji. System odwadniania symulowano przez rozmieszczenie na konturze odwadniania odkrywki „Piaski” warunku brzegowego wewnętrznego I rodzaju $H = f(t)$, o zasięgu ograniczonym obszarem działających studni. Ze względu na kontakty hydrauliczne obu poziomów wodonośnych w rejonie złoża warunkami brzegowymi wewnętrznymi objęty został poziom II, jako zasadniczy z punktu widzenia odwodnienia. Na podstawie wcześniejszych badań prowadzonych w tym rejonie i obejmujących obszary znajdujące się pod wpływem odwadniania kopalń odkrywkowych węgla brunatnego [2] przyjęto, że infiltracji efektywna wzrośnie do 50% średniej wielkości opadów atmosferycznych.

6. Wpływ odwadniania na środowisko wodne w rejonie odkrywki

Rezultaty otrzymane w wyniku badań modelowych wskazują, że dopływ wód podziemnych do systemu odwodnienia odkrywki „Piaski” wyniesie od około 50 do 100 m³/min. Pod wpływem odwadniania wzrośnie infiltracja efektywna, która w obszarze modelu osiągnie 214,6 m³/min. Odpływ podziemny zwiększy się do 2,31 l/s/km². Zasilanie I poziomu wyniesie około 13,2% opadów atmosferycznych. Zasilanie poziomu II zwiększy się do 131 m³/min. i stanowić będzie około 8% wielkości opadów atmosferycznych. Przepływ wód w Czarnej Strudze może obniżyć się o 0,2 m³/s, a dopływ podziemny z bezpośredniej zlewni do rzeki Warty może obniżyć się o około 1,9 m³/min.

Rozwój leja depresyjnego będzie następował we wszystkich kierunkach, obejmując swym zasięgiem rzekę Czarną Strugę i pobliskie bezimienne ciekły. Jego postęp będzie zgodny z robotami górniczymi. Praca systemu odwodnienia wywoła w poziomie II lej depresyjny o zasięgu do 6 km. Zasięg leja depresyjnego w poziomie I będzie mniejszy o około 1÷2 km. Na północ od odkrywki, ze względu na brak izolacji pomiędzy poziomami wodonośnymi, zasięg leja będzie wspólny dla obu poziomów i wyniesie do 4,0 km, obejmując swym zasięgiem dolinę Warty. Na podstawie obserwacji prowadzonych w rejonie istniejących odkrywek KWB „Konin” SA można przyjąć, że wpływ leja depresji w studniach gospodarskich wystąpi głównie w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki tj. w odległości do 1,5÷2,0 km. Studnie te ujmują głównie wody zaskórne występujące w piaskach o niewielkiej miąższości, które nie tworzą ciągłego poziomu wodonośnego.

7. Podsumowanie

Warunki hydrogeologiczne oraz przyjęta technologia eksploatacji złoża „Piaski” umożliwia zastosowanie studziennego systemu odwadniania. Przeprowadzone na modelu numerycznym obliczenia wykazały, że zasilanie wód podziemnych dopływających do systemu odwadniania pochodzić będzie z infiltracji efektywnej oraz częściowo z przepływającej w pobliżu złoża rzeki Czarnej Strugi. Odwadnianie kopalni może spowodować zmniejszenie przepływu wód w Czarnej Strudze oraz zmniejszenie dopływu podziemnego do rzeki Warty.

Wpływ eksploatacji systemu odwadniania kopalni na wody podziemne będzie okresowy. Po zakończeniu eksploatacji pozostaną wyrobiska poeksploatacyjne przeznaczone do rekultywacji wodnej. Podczas wypełniania wyrobisk wodą w obszarze leja depresyjnego nastąpić będzie odbudowa zwierciadła wód podziemnych. Po zakończeniu napełnienia zbiorników wodą warunki hydrodynamiczne w obszarze leja depresji powrócą do stanu naturalnego, tj. takiego jaki istniał przed rozpoczęciem odwadniania odkrywki. Jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników występować będzie strefa obniżonego zwierciadła wód podziemnych, wywołana drenującym charakterem zbiorników.

LITERATURA

- [1] *McDonald M.G., Harbaugh A.W.*: A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model, USGS Open File Report, 1984, 83–875
- [2] *Dąbrowski i in.*: Badania modelowe podsystemu wodonośnego międzyrzecza Proсны — Warty dla potrzeb określenia zasobów wód podziemnych, Hydroconsult Sp. z o.o., Poznań 1995 (praca niepubl.)
- [3] *Dziedziak J.*: Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Piaski w kat. C₁ + B, C₂, PG PROXIMA SA. Wrocław 1996, (praca niepubl.)
- [4] *Kleczkowski A.S. (red.)*: Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, Publ. CPBP 04.10, IHiGI AGH, Kraków 1990
- [5] *Strempek A., Bajcar A.*: Analiza Techniczno-Ekonomiczna eksploatacji złoża węgla brunatnego Piaski. Poltegor-Projekt sp. z o.o., Wrocław 2006 (praca nie publ.)