

# Lej depresji a zasięg negatywnego oddziaływania odwodnienia wyrobiska górniczego

## Cone of depression and range of negative impact of dewatering



*Dr inż. Krzysztof Polak\**



*Mgr inż. Karolina Kaznowska-Opala\**



*Dr inż. Kazimierz Różkowski\**



*Mgr inż. Katarzyna Pawlecka\**

**Treść:** W wyniku eksploatacji na terenach działalności górniczej naturalne warunki wodne ulegają przekształceniu. Górnictwo ingeruje w naturalne środowisko wodne zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Skutki ujemnego oddziaływania górnictwa na środowisko wodne są wielorakie. Celem artykułu jest określenie szkodliwego wpływu odwodnienia zakładu górniczego na środowisko naturalne. W praktyce przyjmuje się, że maksymalny zasięg występowania obniżenia zwierciadła wody wyznacza zasięg negatywnego oddziaływania. Tymczasem badania wskazują, że odwodnienie, objawiające się powstaniem obniżenia zwierciadła wody nie zawsze ma działanie szkodliwe dla środowiska.

**Abstract:** Natural water environment conditions usually change by mining exploitation, Mining interferes in water environment by changing water quality and quantity. The negative effects are varied. The aim of this paper is to determine the harmful effects of dewatering. In practice, it is assumed that the maximum range of cone of depression determines the negative impact extent. However, studies indicate that dewatering which cause the water level decreasing, do not always cause negative impacts on the environment.

### **Słowa kluczowe:**

*lej depresji, zasięg negatywnego oddziaływania odwodnienia kopalni, szkody górnicze*

### **Key words:**

*cone of depression, extent of the negative impact of mine dewatering, mining damage*

## **1. Wprowadzenie**

Zgodnie z Ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze[15] przestrzeń objęta przewidywanymi

szkodliwymi wpływami robót górniczych zakładu górniczego nazywana jest terenem górnicznym. Sumaryczny zasięg wpływów pochodzących od wszystkich czynników związanych z ruchem zakładu górniczego stanowi granicę zasięgu oddziaływania. Jednym z komponentów środowiska, na który wpływa zakład górniczy jest środowisko wodne.

\* ) AGH w Krakowie

Wydobycie kopaliny wymaga niekiedy odwodnienia i odprowadzenia znacznych ilości wód kopalnianych do cieków powierzchniowych. Odwodnienie złoża może wpływać na gospodarkę wodną w sąsiedztwie kopalni, a co za tym idzie powodować osuszanie górotworu, zmiany składowych bilansu wodnego, zmniejszenie plonowania użytków rolnych i leśnych, zmiany układu pola hydrodynamicznego, zmiany składu chemicznego wód podziemnych, osiadanie terenu prowadzące do tworzenia się obszarów podtopionych oraz do zmiany układu sieci wód powierzchniowych [1]. Zakres oddziaływania zależy jednak od wielu czynników, np. wydatku systemu odwodnienia kopalni, budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych terenu otaczającego wyrobisko, zasilania warstw wodonośnych z cieków powierzchniowych oraz czynników meteorologicznych (głównie wielkości opadów). W związku z tymi uwarunkowaniami nie można dokładnie przewidzieć stopnia szkodliwego oddziaływania odwodnienia rejonu kopalni odkrywkowej na tereny w jej sąsiedztwie.

Kwestie odwodnienia zakładów górniczych, odprowadzania wód pochodzących z odwodnienia, reguluje Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. [12] Prawo wodne, która jednoznacznie wskazuje, iż warunkiem prowadzenia tego rodzaju działalności jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego. W pozwoleniu wodnoprawnym ustala się cel i zakres korzystania z wód, a także uprawnienia oraz obowiązki niezbędne ze względu na ochronę zasobów środowiska, interesy ludności i gospodarki.

Zmiany hydrodynamiczne związane z drenażem wód w obrębie wyrobiska ujawniają się poprzez rozwój leja depresji. Zgodnie z definicją [1] lej depresji kopalni jest to: „strefa obniżenia powierzchni piezometrycznej (zwierciadło wód podziemnych) wywołanego odwadnianiem poziomów wodonośnych przez kopalnię. Zasięg leja depresji kopalni to odległość od punktu największego obniżenia powierzchni piezometrycznej (zwykle w miejscu drenażu wód podziemnych) do miejsca, w którym to obniżenie praktycznie zanika. Lej depresji kopalni może rozwinąć się w kilku poziomach wodonośnych, jeżeli pozostają one w kontakcie hydraulicznym”. W praktyce przyjęło się uznawać, że zasięg leja depresji stanowi izolinia 1 m obniżenia zwierciadła wody w stosunku do średniego położenia z wielolecia [16].

Na etapie przygotowywania inwestycji sporządza się dokumentację hydrogeologiczną. Jej celem jest określenie warunków hydrogeologicznych w związku z projektowaniem odwodnień do wydobywania kopaliny ze złóż. Wytyczne do dokumentacji określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [8]. Dokumentacja określać powinna wskazanie zasięgu oddziaływania projektowanego odwodnienia złoża i ocenę przewidywanych zmian warunków hydrogeologicznych oraz właściwości fizycznochemicznych wód podziemnych, w szczególności w zbiornikach wód podziemnych, oraz prognozę wpływu tych zmian na środowisko, w tym prognozę możliwych szkód. Zagadnieniem rozpatrywanym jest także określenie przewidywanej wydajności odwadniania w odniesieniu do zasobów dyspozycyjnych (zbiorników) wód podziemnych. W dokumentacji powinny znaleźć się także zalecenia dotyczące konieczności ograniczenia rozmiarów prac odwodnieniowych lub zaniechania eksploatacji złoża poniżej poziomu zwierciadła wód podziemnych, jeżeli prognozuje się, że w wyniku odwodnienia powstaną poważne szkody w środowisku. Ponadto w dokumentacji należy przeprowadzić analizę możliwości wykorzystania wód podziemnych, pochodzących z odwodnienia zakładu górniczego, na obszarach, na których wystąpią szkody wyrządzone ruchem zakładu górniczego [8]. Wynika z tego, o czym nie mówi wprost rozporządzenie, że dokumentacja powinna zawierać propozycje rozwiązań

pozwalających na ograniczenie oddziaływania na środowisko wodne, tj. np. przedsięwzięcie środków zapobiegawczych, uniemożliwiających powstanie szkód w środowisku.

Dokumentację hydrogeologiczną przyjmuje właściwy organ samorządu terytorialnego. Zgodnie z przepisami ustawy Prawo Ochrony Środowiska Marszałek Województwa jest organem ochrony środowiska właściwym w sprawach przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko, dla którego obowiązkowe jest sporządzenie raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Raport powinien określać oddziaływanie przedsięwzięcia na środowisko, w tym również na obszary prawnie chronione.

Granicę zasięgu terenu górniczego określa się we wniosku koncesyjnym. Zgodnie z definicją zawartą w Ustawie Prawo Geologiczne i Górnicze, uznać należy, że lej depresji może być, ale nie musi być brany pod uwagę jako czynnik ustalania zasięgu negatywnego oddziaływania zakładu górniczego. Warunkiem jest tu bowiem prognoza wystąpienia potencjalnej szkody. Z punktu widzenia obowiązującego prawa w zasięgu leja depresji musiałyby być przewidywane oddziaływania uznane za szkodliwe.

Zauważyć należy, że w wielu przypadkach działania inżynierskie polegające na wykonywaniu odwodnień, melioracji czy drenażu wód podziemnych są zabiegiem celowym, prowadzonym nie dla wyrządzenia szkody a wręcz poprawy warunków np. uprawy roślin czy stanu zawodnienia budowli itp.

W związku z powyższym, celem niniejszego artykułu jest włączenie się do dyskusji, co do faktycznej szkodliwości oddziaływania leja depresji wywołanego odwodnieniem górniczym. Przystępując do rozpatrywania postawionego zagadnienia postawiono więc tezę: odwodnienie górnicze nie jest jednoznaczne z powstaniem szkody, dlatego lej depresji nie może być bezkrytycznie brany pod uwagę jako czynnik szkodliwy. Szkodliwe oddziaływanie leja depresji może ujawnić się np. tylko w części jego zasięgu. Uwzględniając takie podejście, każde przedsięwzięcie musi być rozpatrywane indywidualnie, a w analizie potencjalnej szkodliwości oddziaływania leja depresji należy uwzględnić szereg uwarunkowań lokalnych, np. budowę geologiczną, zasilanie warstw wodonośnych z wód powierzchniowych warunki hydrogeologiczne warunki hydrologiczne, w tym występowanie struktur i stref ograniczających zasięg leja depresji także kierunków uprzywilejowanych jego rozwojowi oraz zasilanie warstw wodonośnych z wód powierzchniowych oraz infiltracji [9], warunki morfologiczne, sposób korzystania z wód podziemnych przez faunę i florę w warunkach naturalnych oraz występowanie ujęć wód podziemnych, w których możliwe jest zmniejszenie zasobów.

Szkodą, w polskim prawie cywilnym, jest według tzw. teorii różnicy, uszczerbek, który nastąpił wbrew woli poszkodowanego, w prawnie chronionych dobrach (interesach), i który wyraża się w różnicy pomiędzy stanem dóbr, jaki istniał i jaki mógłby się w normalnej kolei rzeczy wytworzyć, a stanem, jaki powstał na skutek zdarzenia wywołującego zmianę w dotychczasowym stanie rzeczy, z którym to zdarzeniem ustawodawca wiąże powstanie odpowiedzialności odszkodowawczej. Szkoda majątkowa obejmuje zarówno straty, jakie poniósł poszkodowany jak i utracone korzyści [17].

## 2. Wyznaczanie zasięgu leja depresji

Zasięg leja depresji jest to odległość, w określonym przekroju, wpływu eksploatacji na wody podziemne. Oprócz warunków naturalnych w rejonie odwadnianego złoża na wielkość promienia leja depresji ma wpływ obniżenia zwierciadła wody i czasu pompowania. Zasięg leja depresji można

wyznaczyć za pomocą wzorów empirycznych na podstawie próbnych pompowań (dla ruchu ustalonego). Dla dużych ujęć i wyrobisk górniczych oraz większych depresji zasięg leja depresji można wyznaczyć ze np. ze wzoru [2]

$$\lg R = \frac{s_1 \lg x_2 - s_2 \lg x_1}{s_2 - s_1} \quad (1)$$

gdzie:

- $R$  promień leja depresji, m
- $s_1$  depresja w piezometrze zlokalizowanym w odległości  $x_1$  od pompowanej studni, m
- $s_2$  depresja w piezometrze zlokalizowanym w odległości  $x_2$  od pompowanej studni, m

Najczęściej jednak przy obliczaniu promienia leja depresji dla wyrobisk górniczych (dużych obszarów odwadniania) stosuje się metodę wielkiej studni uwzględniającą tzw. promień zastępczy obszaru odwadnianego

$$R_0 = R + r_0 \quad (2)$$

gdzie:

- $R_0$  promień leja depresji od centrum obszaru odwadnianego, m
- $R$  promień leja depresji od konturu obszaru odwadnianego, m
- $r_0$  promień zastępczy obszaru odwadnianego, m

Promień zastępczy dla wyrobisk w kształcie koła lub kwadratu wyznacza się ze wzoru

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (3)$$

gdzie:

- $F$  powierzchnia odwadnianego obszaru, m<sup>2</sup>

Metoda ta opisana jest szczegółowo w poradnikach i podręcznikach hydrogeologicznych [6].

Dokładniejszą metodą wyznaczania zasięgu leja depresji jest modelowanie numeryczne. Obliczenia numeryczne pozwalają na ocenę rzeczywistego zasięgu oddziaływania ujęć oraz prognozowania rozwoju wpływu w czasie. Symulacji prognostycznej dokonuje się za pomocą programów komputerowych. W modelu numerycznym odwzorowuje się warunki krążenia wód podziemnych oraz prowadzi się obliczenia dla planowanych zmian warunków hydrodynamicznych w obrębie wydzielonej zlewni hydrogeologicznej [10].

W celu określenia aktualnych warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych rejonu złoża potrzebnych do konstrukcji modelu numerycznego przeprowadza się badania terenowe hydrogeologiczne i hydrologiczne. Pozyskane dane w ramach monitoringu hydrogeologicznego uzupełniają zgromadzony archiwalny zbiór danych faktograficznych. Dane z monitoringu wód podziemnych są najbardziej wiarygodnym źródłem informacji o wpływie eksploatacji górniczej na środowisko wodne. Materiał badawczy po odpowiednim przygotowaniu poddawany jest weryfikacji, w postaci kalibracji modelu numerycznego.

Weryfikację modelu przeprowadza się metodą kolejnych przybliżeń (iteracji) przyjmując jako kryterium zgodność między położeniem zwierciadła wód podziemnych obliczonym na modelu i zmierzonym w wytypowanych punktach obserwacyjnych (np. piezometrach).

W miarę powiększania zasobu danych o danym obszarze model numeryczny może być stale modyfikowany i uszczegółowiany. Model pozwala również na prognozowanie rozwoju leja depresji np. w wyniku zwiększania poboru wody, co umożliwi zastosowanie środków zaradczych w przypadku prognozy wystąpienia negatywnych i szkodliwych skutków planowanego odwodnienia.

### 3. Wpływ odwodnienia na środowisko

Rozwój eksploatacji kopaliny wiąże się najczęściej z pogłębianiem wyrobiska, otwierając kolejne poziomy eksploatacyjne lub jego horyzontalnym poszerzeniem o udokumentowane zasoby. Dalsza eksploatacja złoża wymaga wtedy jego odwodnienia w celu prowadzenia prac w warunkach ładowych i zachowania bezpieczeństwa prac górniczych, bezpieczeństwa załogi i sprzętu. Odwodnienie złoża skutkować będzie zatem powstaniem leja depresji, tzn. obniżeniem ciśnienia wód podziemnych w warstwach naporowych oraz obniżeniem zwierciadła wody w warstwach swobodnych. Obniżenie ciśnienia w wodach naporowych, które nie mają kontaktu hydraulicznego z wodami przypowierzchniowymi, nie wpływa ujemnie na faunę i florę.

W związku z drenażem struktur wodonośnych rozwój eksploatacji złoża powoduje zmiany w dotychczas obserwowanym systemie krążenia wody. Wody odbierane przez system odwadniania odprowadzane są najczęściej do cieków powierzchniowych. Zmiany te przyczyniają się do:

1. wytworzenia, zmiennej w zależności od rozwoju eksploatacji, strefy obniżonego zwierciadła wody (oddziaływania odwodnienia złoża) w obrębie drenowanych utworów geologicznych,
2. potencjalnego obniżenia zwierciadła wody w studniach kopanych położonych w bezpośrednim otoczeniu wyrobiska, w przypadku łączności hydraulicznej poziomu użytkowego z drenowanym poziomem wodonośnym,
3. pośredniego drenażu utworów czwartorzędowych w strefach kontaktu hydraulicznego z odwadnianym poziomem wodonośnym, skutkując możliwym obniżaniem się zwierciadła wód gruntowych,
4. możliwego odcinkowego zmniejszenia przepływu lub okresowego zaniku wody w ciekach powyżej miejsca zrzutu wód kopalnianych,
5. zwiększenia przepływów w ciekach powierzchniowych będących odbiornikiem wód pochodzących z odwadniania,
6. uszczuplenia zasobów dyspozycyjnych odwadnianej struktury hydrogeologicznej

W celu przewidywania skutków odwodnienia wyrobiska tworzony jest model hydrogeologiczny, w którym zakłada się występowanie najbardziej niekorzystnych warunków hydrogeologicznych w odwadnianych poziomach wodonośnych. Skutkuje to potencjalnie, względnie dużym dopływem wody do odwadnianego wyrobiska i powstaniem leja depresji. Poprawność założeń symulacyjnych jest trudna do zweryfikowania na etapie prognozy. Dlatego w zasięgu leja oraz jego otoczeniu prowadzony jest monitoring wód podziemnych w oparciu o system otworów obserwacyjnych, a zebrane dane pozwalają na weryfikację modelu w kolejnych latach trwania prac górniczych.

Największe depresje zwierciadła wody, tworzą się bezpośrednio przy wyrobisku. W peryferyjnej części leja depresji obniżenia te nie są znaczące. Leja depresji rozwija się w miarę pogłębiania wyrobiska oraz powierzchni rozcięcia poszczególnych poziomów roboczych.

Na odcinkach rzek, na których lej depresji w odwadnianym podłożu kontaktować się będzie z utworami czwartorzędowymi może nastąpić zmiana warunków krążenia wody. Zmienia się zazwyczaj charakter rzek z drenujących na zasilające. Na rysunku 1 przedstawiono schematyczny przekrój hydrogeologiczny na którym zaznaczono wpływ zrzutu wody kopalnianej na ograniczenie zasięgu wpływu odwodnienia.

Jako przykład negatywnego wpływu odwodnienia wyrobiska na środowisko można uznać uszczuplenie zasobów

ujęć wód podziemnych zlokalizowanych w obrębie zasięgu leja depresji. Szkoda w tym przypadku ujawnia się poprzez obniżenie poziomu zwierciadła wody, a co za tym idzie wzrost wysokości podnoszenia cieczy i zwiększenie mernergochłonności ujęcia wody lub koniecznością jego modernizacji.

Innym przypadkiem negatywnego oddziaływania odwodnienia może być wpływ na gleby. Zmiana warunków hydrologicznych na skutek obniżenia zwierciadła wód podziemnych może wywołać zanik zasilania wodą strefy korzeniowej roślin. Taka sytuacja powoduje przeobrażenia siedlisk, prowadząc do zmniejszenia ich wartości przyrodniczej i gospodarczej. Najbardziej wrażliwe na zmiany są siedliska hydrogeniczne występujące najczęściej w dolinach rzek, cieków wodnych oraz lokalnych obniżeniach terenów[3].

Na terenach, gdzie w użytkach zielonych (rolne, leśne) w warunkach naturalnych dominowała gospodarka wodna opadowo-retencyjna wpływ leja depresji na te użytki zazwyczaj się nie ujawnia. Według Mocka i Owczarzaka (2003) powierzchnie terenu reprezentowane głównie przez gleby wytworzone z piasków, zwłaszcza piasków luźnych i słabo gliniastych, zatrzymują względnie małe ilości wody opadowej, a infiltracja i perkolacja zachodzi bardzo szybko. Podstawową właściwością kształtującą właściwości fizyczne oraz ściśle z nimi związane właściwości wodne gleb jest zawartość materii organicznej. Determinuje ona małą gęstość oraz dużą porowatość całkowitą. W większości gleby w znacznym stopniu mogą podlegać naturalnej lub antropogenicznej degradacji odwodnieniowej.

W warunkach naturalnych zwierciadło wód podziemnych występuje na zróżnicowanych głębokościach, przekraczających zazwyczaj kilka metrów i więcej pod poziom terenu. Można stwierdzić, że dodatkowe obniżenia zwierciadła wody, spowodowane przez odwodnienie, nie będą powodować istotnych zmian warunków siedliskowych. Na rysunku 1 zobrazowano potencjalny wpływ leja depresji na warunki korzystania z wody podziemnej przez faunę i florę na powierzchni terenu. Z przekroju wynika, że wpływ ten może się ujawnić w naturalnych obniżeniach morfologicznych, tj. w dolinach cieków. Na wyniesieniach morfologicznych, gdzie pierwotne zwierciadło wody położone było znacznych głębokościach sięgających kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu metrów, negatywny wpływ na szatę roślinną jest wykluczony. Uznać można, że obniżenie zwierciadła wody nie może wpłynąć szkodliwie na opadowo-retencyjne warunki korzystania z wody przez organizmy żywe. W związku z tym, stwierdzić można, że w takich przypadkach szkodliwy zasięg leja depresji może przybierać, w zależności od morfologii terenu, nieregularny

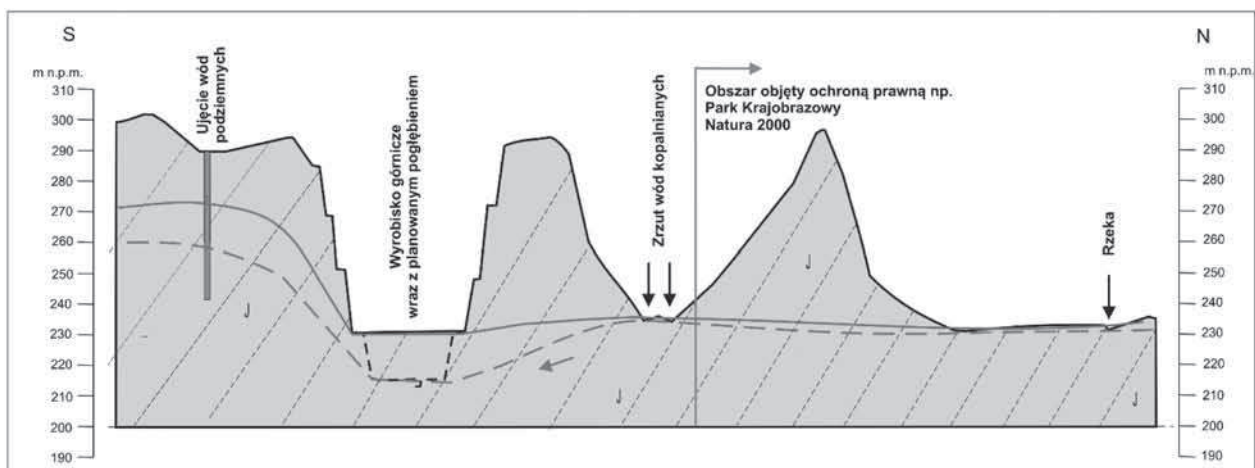
kształt. Co więcej, granice szkodliwego zasięgu odwodnienia mogą obejmować tereny położone poza wyrobiskiem górniczym, często w peryferyjnej strefie leja depresji.

W opinii autorów niniejszej pracy, problematyczne jest także uznawanie zasięgu leja depresji na granicy obniżenia zwierciadła wody równym 1 m, co zaproponowano w pracy [16]. Obniżenia takie są niekiedy mniejsze niż sezonowe wahania zwierciadła wody.

W warunkach naturalnych położenie zwierciadła wody w przypowierzchniowym kompleksie wodonośnym jest ściśle uzależnione od wielkości opadów atmosferycznych. Zmniejszenie miesięcznych sum opadów powoduje obniżenie średnich miesięcznych poziomów zwierciadła wód gruntowych. Wielkość wahań zwierciadła wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego w poszczególnych miesiącach jest zróżnicowana i zależy przede wszystkim od pory roku, wielkości i rodzaju opadów atmosferycznych oraz temperatury powietrza, która ma wpływ na proces parowania. W miesiącach zimowych opad występuje głównie w postaci stałej, a temperatury przyjmują wartości ujemne. Opad jest retencjonowany i uwalniany w czasie roztopów. Natomiast w okresie letnim wyższe temperatury przyczyniają się do wzrostu parowania i pomimo występowania intensywnych, krótkotrwałych opadów zwierciadło wód gruntowych może ulegać obniżeniu. Na rysunku 2 przedstawiono wahania zwierciadła wody w jednym z wybranych punktów monitoringu sieci Państwowej Sieci Hydrogeologicznej (PSH). Naturalne sezonowe wahania zwierciadła wody sięgają ponad 2 m.

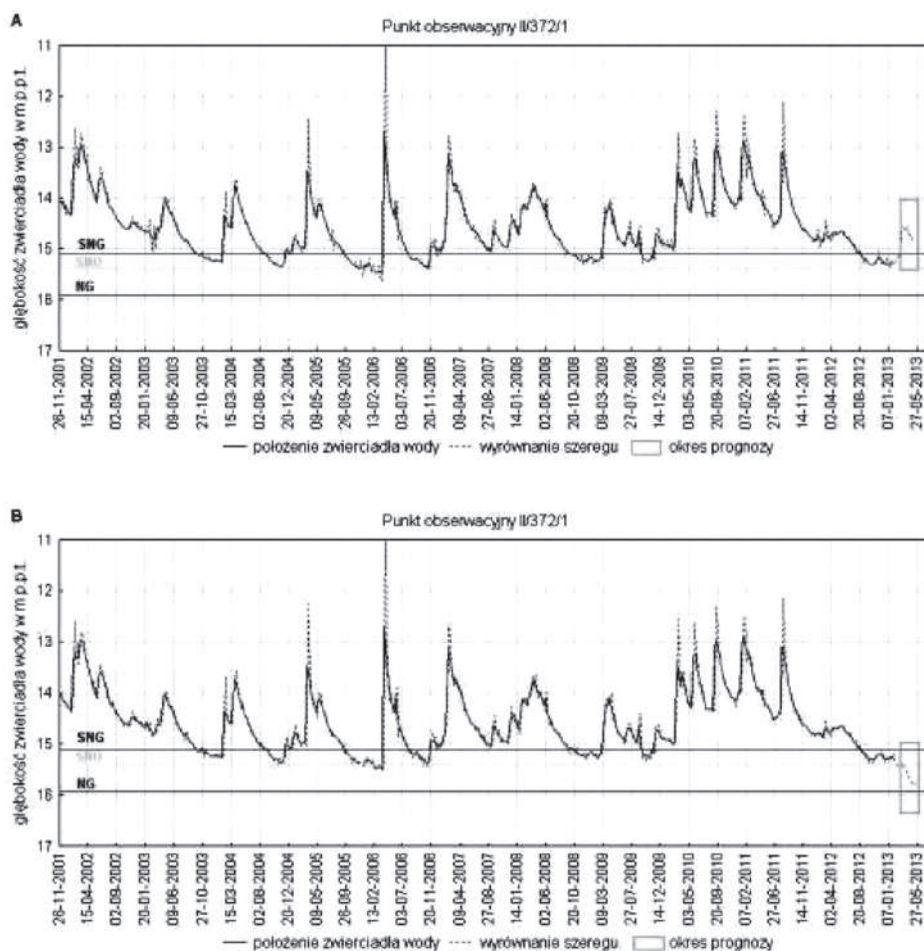
Dlatego, coraz częściej przy określaniu zasięgu leja depresji na podstawie pomiarów zwierciadła wody *in situ*, tj. w oparciu o system monitoringu brane są pod uwagę naturalne amplitudy wahań sezonowych. Jeżeli obniżenie zwierciadła wód podziemnych ma charakter trwały i przekracza amplitudę wahań sezonowych to izolinię reprezentującą za granicę leja depresji uznaje się wielkość maksymalnych wahań sezonowych.

Ustawa Prawo ochrony środowiska[11] mówi, że przy planowaniu i realizacji przedsięwzięcia powinny być zastosowane rozwiązania, które ograniczają zmianę stosunków wodnych do rozmiarów niezbędnych ze względu na specyfikę przedsięwzięcia. Jeżeli konieczna jest czasowa zmiana stosunków wodnych, jest ona dopuszczalna wyłącznie w okresie niezbędnym. Przedsiębiorca, który czasowo doprowadził do zmiany stosunków wodnych, jest zobowiązany do podjęcia działań w celu ich przywrócenia, gdy zmiana przestanie być niezbędna. Zgodnie z Ustawą Prawo Geologiczne i Górnicze po zakończeniu wydobycia przedsiębiorca zobowiązany jest do przeprowadzenia rekultywacji terenów zdegradowanych.



Rys. 1. Poglądowy szkic zasięgu leja depresji i jego wpływu na środowisko

Fig. 1. Pictorial draft of the cone of depression range and its influence on the environment



Rys. 2. Wahania zwierciadła wód swobodnych (gruntowych) w sieci monitoringu Państwowej Służby Hydrogeologicznej – stacja hydrogeologiczna nr II/372/1 w miejscowości Suków (woj. świętokrzyskie), A – prognoza przy założeniu wystąpieniu wilgotnego lata, B – prognoza przy założeniu wystąpieniu suchego lata (Źródło: [5])

Fig. 2. Fluctuation of water level in the hydrogeological station no. II/372/1 in Suków, A- forecast, assuming the occurrence of wet summer, B- forecast, assuming the occurrence of drysummer

W przypadku przeprowadzenia rekultywacji w kierunku wodnym powstały zbiornik zwiększa zasoby wód powierzchniowych (retencję powierzchniową), co należy uznać za pozytywny efekt działalności wydobywczej.

W przypadku oddziaływania na obszary prawnie chronione planowane przedsięwzięcia, które mogą znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, a które nie są bezpośrednio związane z ochroną wyznaczonego obszaru, wymagają przeprowadzenia odpowiedniej oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, na zasadach określonych w Ustawie z dnia 3 października 2008 r. [14] o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2008 nr 199, poz. 1227 wraz z późniejszymi zmianami).

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko [7] do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko zalicza wydobywanie kopalni ze złóż metodą odkrywkową na powierzchni obszaru górniczego nie mniejszej niż 25 ha. Mając na uwadze powyższe, planowane przedsięwzięcie w postaci udostępnienia złoża poniżej rzędnej zwierciadła wód podziemnych wymaga niekiedy opracowania Raportu Oceny Oddziaływania na Środowisko.

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [13] stwierdza, że jeżeli przemawiają za tym konieczne wymogi nadrzędnego interesu publicznego, w tym wymogi o charakterze społecznym lub gospodarczym, i wobec braku rozwiązań alternatywnych, właściwy miejscowo Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska, może zezwolić na realizację planu lub działań, mogących znacząco negatywnie oddziaływać na cele ochrony obszaru Natura 2000, zapewniając wykonanie kompensacji przyrodniczej niezbędnej do zapewnienia spójności i właściwego funkcjonowania sieci obszarów Natura 2000.

Z prowadzonych badań nad szkodliwością oddziaływania leja depresji wynika, że zasięg ten może przybierać, w zależności od morfologii terenu, nieregularny kształt. Co więcej, granice szkodliwego zasięgu odwodnienia mogą obejmować tereny położone poza wyrobiskiem górniczym, często w peryferyjnej strefie leja depresji. Położenie tych granic uzależnione jest od morfologii terenu, typu gospodarki wodnej na użytkach leśnych, rolnych oraz obszarach przyrodniczo cennych – w tym prawnie chronionych, w warunkach naturalnych.

#### 4. Monitoring

Długotrwała eksploatacja złoża powoduje powstawanie leja depresji, który w konsekwencji może doprowadzić do

nadmiernego osuszenia terenu. Z tego względu, na zakład górniczy nakładany jest obowiązek wykonywania pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych niezbędnych do prowadzenia stałej obserwacji i wyznaczania zasięgu leja depresji.

Monitoring środowiska wód podziemnych polega na prowadzeniu okresowych lub ciągłych obserwacji, opróbowań, bądź pomiarów realizowanych w wytypowanych punktach badawczych. Analizie poddawane są parametry jakościowe i ilościowe, bądź jedna z grup danych.

Monitoring czwartorzędowego piętra wodonośnego powinien zostać wdrożony przed uruchomieniem odwodnienia, co pozwoliłoby na udokumentowanie stanu pierwotnego środowiska wodnego. Obserwacje powinny być również prowadzone w trakcie trwania wydobywania. Uzyskane wyniki obserwacji będą mogły posłużyć do weryfikacji modelu symulacyjnego oraz do przygotowania wiarygodnych prognoz w zakresie wpływu odwodnienia na środowisko wodne w otoczeniu złoża.

W przypadku stwierdzenia prawdopodobieństwa wpływu odwodnienia na szczególnie cenne obszary prawnie chronione należy przewidzieć wykonanie systemu pozwalającego na ochronę obszaru. np. poprzez jego nawodnienie (np. studni chłonnych, rowów infiltracyjnych, systemów irygacyjnych itp.). Niekiedy w ramach działań osłonowych wystarczające jest prowadzenie zrzutu wód pochodzących z odwodnienia w obrębie leja depresji. Działania takie wpisują się w pojęcie zabiegów kompensacyjnych oraz zasadę zamykania obiegów wodnych.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Odwadnianie wyrobisk górniczych, w których prowadzi się wydobywanie kopaliny zalegających poniżej zwierciadła wód podziemnych powoduje powstanie leja depresji. Zasięg leja oraz stopień przeobrażenia środowiska przyrodniczego zależy od rodzaju gospodarki wodnej, występującej w warunkach naturalnych na rozpatrywanym obszarze. W przypadku, gdy dominuje na obszarze leja depresji gospodarka opadowo-retencyjna, wpływ leja depresji na biotopy, w zasięgu jego występowania, jest wątpliwy, a niekiedy wykluczony. Obniżenie zwierciadła wody może natomiast wpływać ujemnie na zasoby ujęć wód podziemnych, o ile wykorzystują one zasoby z poziomów wodonośnych będących, bezpośrednio lub pośrednio, przedmiotem drenażu górniczego.

Monitoring środowiska przyrodniczego w warunkach postępującej industrializacji i zwiększania presji na środowisko naturalne staje się koniecznością. Umożliwia obserwacje trendów zmian zachodzących w środowisku poddawanemu zwiększającej się antropopresji, pozwalając w porę dojrzeć niekorzystne przemiany. W przypadku obiektów punktowych pozwala na jednoznaczne stwierdzenie bądź wykluczenie potencjalnego, bądź prognozowanego wpływu na środowisko.

Warto podkreślić, że zrzut wody z kopalni do cieków powierzchniowych, w odpowiednio usytuowanych punktach może sprzyjać ograniczeniu zasięgu leja depresji, a zasilanie cieków wodami kopalnianymi ma wtedy charakter kompensujący jego niekorzystne oddziaływanie.

Dodatkowe zasilanie przypowierzchniowych warstw wodonośnych (wód gruntowych), realizowane poprzez zrzut wód kopalnianych o odpowiednich parametrach fizykochemicznych, pozwala na zachowanie odpowiedniej wilgotności gleb dla ochrony biotopów wodolubnych. Dodatkowo, w celu realizacji działań minimalizujących szkodliwy wpływ odwodnienia na roślinność hydrofilną wykorzystuje się współczesne rozwiązania hydrotechniczne, tj. systemów nawodnień, bystrotek, ujęć powierzchniowych, piętrzeń, umocnień, itp.

Odwodnianie wyrobisk górniczych prowadzone jest czasowo do wyczerpania zasobów złoża. Działania takie nie mają charakteru trwałego, a co najwyżej są długotrwałe. Dlatego, w przypadku stwierdzenia szkodliwości działań w ramach prowadzonych prac przygotowawczych należy dążyć do minimalizacji szkodliwości poprzez prowadzenie odpowiednich zabiegów rekompensujących. W przypadku braku rozwiązań alternatywnych, co podyktowane może być brakiem surowców dla gospodarki, w tym również brakiem możliwości importu surowców, konieczne jest prowadzenie działalności górniczej z poszanowaniem zasad ochrony środowiska, tj. w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

**Publikacja została zrealizowana w ramach pracy statutowej nr II.11.100.597.**

## Literatura

1. *Bocheńska T., Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Krajewski S., Macioszczyk A., Macioszczyk T., Malecka D., Rogoż M., Rózkowski A., Sadurski A., Szczepański A., Witczak S., red. nauk.: Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk A., Rózkowski A.:* Słownik hydrogeologiczny. Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2002.
2. *Dowgiałło J., Kozerski B., Krajewski S., Macher J., Macioszczyk T., Malinowski J., Paczyński B., Płochniewski Z., Stenzel P., Szymanko J., Turek S., red. nauk. Turek S.:* Poradnik hydrogeologa. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1971.
3. *Miatkowski Z., Przeździecki K., Zawadzki J.:* Obserwacje zróżnicowania przestrzennego warunków wodnych trwałych użytków zielonych w zakresie widzialnym i bliskiej podczernieni w rejonie oddziaływania kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, Roczniki Geomatyki, Tom XI, Zeszyt 4(61) 2013.
4. *Mocek A., Owczarzak W.:* Odwodnieniowa degradacja gleb w obrębie Konińskiego-Turkowskiego Zagłębia Węglowego. Acta Agrophys, Nr 89, 1(4) 2003.
5. *Nowicki Z. (red.):* Prognoza sytuacji hydrogeologicznej w strefach zasilania i poboru wód podziemnych. Państwowa Służba Hydrogeologiczna, [w]: <http://www.psh.gov.pl/plik/id.7728.pdf> [dostęp: 02.06.2015r.] 2015.
6. *Pazdro Z.:* Hydrogeologia ogólna. Wyd. trzecie uzupełnione, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1983.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2010 nr 213 poz. 1397)
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596)
9. *Sawicki J.:* Zmiany naturalnej infiltracji opadów do warstw wodonośnych pod wpływem głębokiego drenażu górniczego. Ofic. Wydaw., PWr. Wrocław 2000, s.174.
10. *Szczepliński J.:* Modelowanie numeryczne w badaniach hydrogeologicznych dla oceny wpływu kopalni odkrywkowych na środowisko wodne. Wydział Geoinż. Górni. i Geol. PWr., Wrocław 2014 s.200.
11. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627)
12. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229)
13. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 wraz z późniejszymi zmianami)
14. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227 wraz z późniejszymi zmianami)
15. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2011 nr 115 poz. 196)
16. *Wilk Z., Adamczyk A., Nałęcki T.:* 1990: Wpływ działalności górniczej na środowisko wodne, Wydaw. SGGW-AR
17. *Wiśniewski T.:* 2012: Utracone korzyści w perspektywie prawnej i finansowej. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Nr 690