

ODBUDOWA ZWIERCIADŁA WODY PODZIEMNEJ W REJONIE LIKWIDOWANYCH KOPALŃ ZGH „BOLESŁAW” – CO WIEMY O SYTUACJI HYDROLOGICZNEJ?

Omówienie dotychczasowych badań monitoringowych

Autorzy:

prof. dr hab. inż. Jacek Motyka

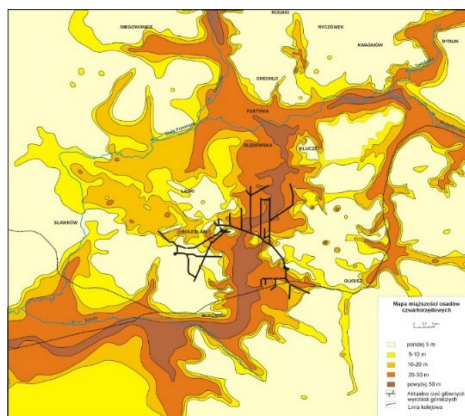
dr hab. inż. Kajetan d'Obyrn prof. AGH

Zgodnie z planem ruchu likwidacji kopalni Olkusz-Pomorzany, w połowie grudnia 2021 roku rozpoczęto etapowe jej zatapianie i wyłączono odwadnianie w szybach „Mieszko”, „Chrobry” i „Dąbrówka”, a na początku stycznia 2022 roku w szybie „Stefan” i „Bronisław”. Tym samym rozpoczął się proces odbudowy naturalnych stosunków wodnych, tzn. wypełniania się leja depresji spowodowanego odwadnianiem wyrobisk olkuskich kopalń rud cynku i ołowiu.

Po wyłączeniu systemu odwadniania kopalni „Olkusz-Pomorzany” nastąpił szybki wzrost poziomu wody w szybach „Chrobry”, „Dąbrówka”, „Stefan” i „Bronisław”. W ślad za tym, pojawiła się obiegowa opinia, że tempo podnoszenia się zwierciadła wody w szybach jest szybsze niż przewidywano. Nabrała ona sporego rozgłosu i zaczęto zadawać pytania, co do przyczyn rozbieżności między prognozami a rzeczywistością. Mając to na uwadze zdecydowano się na analizę wpływu różnych czynników, związanych przede wszystkim z budową geologiczną rejonu olkuskiego i obszarów przyległych, na tempo podnoszenia się zwierciadła wody w utworach triasu w różnych częściach obszaru w obrębie byłego leja depresji. Zwrócono przede wszystkim uwagę na takie czynniki jak: obszar spływu do leja depresji, okna erozyjne w ilastych utworach kajpru, w których łączą się piaski czwartorzędowe z węglanowymi skałami triasowymi, a które mają swoje własne obszary spływu oraz na rolę systemów kanałów krasowych, którymi do centralnej części byłego leja depresji mogą dopływać wydajne strumienie wody podziemnej. Niewątpliwie może to mieć wpływ na tempo wznosu zwierciadła wody podziemnej w niektórych częściach obszaru leja depresji.

W olkuskim rejonie kopalnictwa rud cynku i ołowiu występuje pięć pięter wodonośnych: czwartorzędowe, jurajskie, triasowe, karbońskie i dewońskie.

Czwartorzędowe piętro wodonośne tworzą głównie różnoziarniste piaski z wkładkami żwirów i rumoszy. Jest ono ważnym elementem całości warunków hydrogeologicznych rejonu olkuskiego. Utwory czwartorzędowe wypełniają różne formy erozyjne, wypreparowane w stropie starszych skał mezozoicznych i paleozoicznych i dlatego ich miąższość jest bardzo zmienna. Na wzgórzach zbudowanych z węglanowych skał triasowych są to przeważnie pokrywy glin zwietrzelinowych o niewielkiej miąższości. Natomiast w rozległych formach erozyjnych, jakimi są pradoliny i współczesne doliny rzeczne miąższość piasków i żwirów czwartorzędowych dochodzi do kilkudziesięciu metrów, maksymalnie powyżej 50 m w osi pradoliny Przemszy i jej dopływów (Rys. 1).



Rys. 1. Mapa miąższości utworów czwartorzędowych

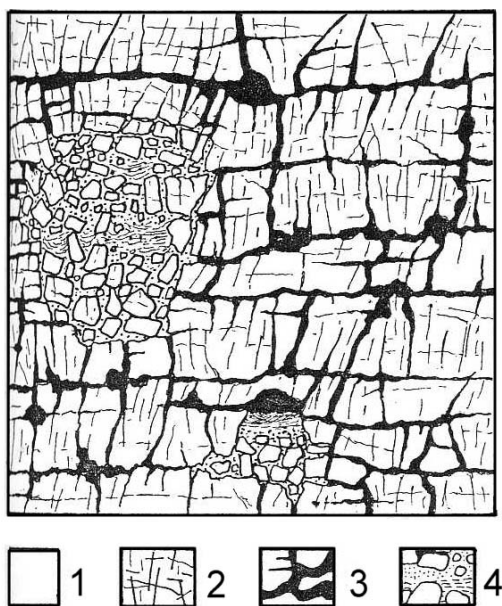
Piaski i żwiry czwartorzędowe są zbiornikiem wód podziemnych typu porowego i cechują się bardzo dobrą przepuszczalnością. Wśród piasków czwartorzędowych występują wkładki glin, ilów i mułów, które lokalnie rozdzielają je na odrębne warstwy wodonośne bądź też izolują od niżej leżących pięter i poziomów wodonośnych.

Jurajskie piętro wodonośne budują przede wszystkim wapienie płytowe, skaliste i kredowate górnej jury, tworzące poziom wodonośny jury górnej (malmu). Lokalnie pod marglistymi utworami dolnej części malmu i keloweju (dogger) występują zlepieńce (zlepieniec parczowski) i piaskowce jury środkowej, tworzące poziom wodonośny doggeru. Nie mają one jednak większego znaczenia, jeśli chodzi o wpływ na ogólne warunki przepływu wód podziemnych i dlatego przyjmuje się, że w rejonie olkuskim występuje tylko poziom malmu, który się utożsamia z jurajskim piętrzem wodonośnym.

Wapienie jurajskie są zbiornikiem wód podziemnych typu szczelinowo-krasowego.

Triasowe piętro wodonośne jest pod względem litologicznym wyraźnie dwudzielne. W dolnej części budują go pstry piaski i piaskowce dolnego i środkowego pstręgo piaskowca, często z przeławieniami utworów ilastych, a w górnej węglanowe skały górnego pstręgo piaskowca (retu) i wapienia muszlowego. W rejonie olkuskim utwory niższego pstręgo piaskowca występują w formie płatów o miąższości do kilku metrów, a więc nie mają większego wpływu na warunki przepływu wód podziemnych.

Węglanowe skały triasowe, przynależne do górnego pstręgo piaskowca (retu) i wapienia muszlowego, tworzą zbiornik wód podziemnych typu porowo-szczelinowo-krasowego (Rys. 2). Złożoność sieci hydraulicznej w węglanowych skałach triasowych ma znaczenie dla przebiegu odbudowy byłego leja depresji w wyniku likwidacji kopalni „Olkusz-Pomorzany” i formowania się składu chemicznego wody w trakcie odbudowy zwierciadła wody.



Rys. 2. Schemat masywu węglanowych skał triasowych (wg Motyka, 1988
1 - przestrzeń porowa, 2 - szczeliny, 3 - kawerny, 4 - formy wypełnione

W ramach rozpoznania warunków hydrogeologicznych olkuskich złóż rud cynku i ołowiu i zasobów ujęć wód podziemnych wykonano w węglanowych skałach triasowych próbne pompowania w około 200 otworach wiertniczych i studniach ujęć. Średnia geometryczna wartość współczynnika filtracji dla całego kompleksu węglanowych skał triasowych, obliczona na podstawie wyników tych pompowań wynosi $6,5 \times 10^{-5}$ m/s. Węglanowe skały triasowe tworzą zbiornik wód podziemnych typu szczelinowo-krasowego (wapienie) lub porowo-szczelinowo-krasowego (dolomity).

Paleozoiczny kompleks wodonośny składa się z węglanowych skał piętra karbońskiego i dewońskiego. Jest on słabo rozpoznany pod względem hydrogeologicznym. Stosunkowo płytko, pod kilkudziesięciometrową pokrywą piasków czwartorzędowych nawiercono węglanowe skały dewońskie między Olkuszem a Bolesławiem, w osiowej partii pradoliny Przemszy Bezpośrednio pod utworami jury i triasu nawiercono dolomity i wapienie górnego paleozoiku w północno-wschodniej, wschodniej i południowo-wschodniej części rejonu olkuskiego. Na pozostałym obszarze skały te zalegają pod grubą pokrywą zlepieńców permских i zostały nawiercone pojedynczymi, głębokimi otworami wiertniczymi.

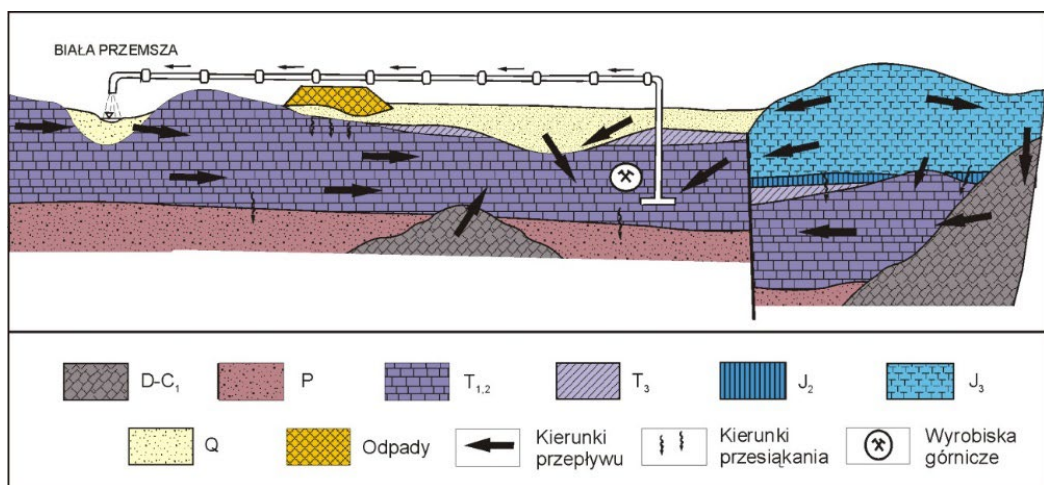
Permski kompleks izolujący budują zlepieńce, przechodzące w rejonie Sławkowa w utwory ilaste - tzw. gliny sławkowskie. Są one traktowane jako seria izolująca pomiędzy węglanowymi skałami triasowymi i paleozoicznymi. W trakcie drążenia wyrobisk udostępniających złoża rud cynku i ołowiu kopalni „Pomorzany”, a także złoża „Olkusz-Podpoziom” w utworach permu notowano wiele wycieków wody o wydajności dochodzącej do kilkudziesięciu litrów na minutę. Prócz tego ze zlepieńców permu na ich wychodniach w okolicy Przymiarek (W część rejonu olkuskiego) wypływają źródła i w skałach tych były w przeszłości wykopane studnie gospodarskie, z których zaopatrywali się w wodę mieszkańcy tej miejscowości.

Przepływy wody podziemnej w strefach kontaktów hydraulicznych między poszczególnymi piętrami wodonośnymi miały duży wpływ na wielkość i zmienność dopływów wody do kopalni „Olkusz-Pomorzany”, a po jej likwidacji wpływają na tempo odbudowy byłego leja depresji, jaki powstał w czasie odwadniania jej wyrobisk. W oluskim rejonie kopalnictwa rud cynku i ołowiu występują naturalne i antropogeniczne kontakty hydrauliczne między piętrami wodonośnymi (Rys. 3).

Całkowity dopływ wody do kopalni pochodził z zasobów statycznych i dynamicznych. Zasoby statyczne, zwane też nieodnawialnymi, to woda, która może się odsączyć z różnego rodzaju pustek w skałach w czasie formowania się leja depresji w otoczeniu kopalni. Wynika z tego, że wielkość dopływu wody do kopalni z zasobów statycznych, w miarę upływu czasu i ustalania się zasięgu leja depresji zmierza do zera. Zasoby dynamiczne, nazywane inaczej odnawialnymi, to woda, która pochodzi z różnych źródeł w ciągu całego czasu drenującej działalności kopalni. Jest to infiltracja opadów atmosferycznych na obszarach wychodni skał, ucieczki wody z cieków powierzchniowych, dopływy wody z innych pięter wodonośnych oraz dopływ wody spoza leja depresji z obszaru spływu do kopalni.

Infiltracja opadów atmosferycznych na całym obszarze spływu do czynnych kopalń rud cynku i ołowiu w rejonie oluskim była najważniejszym czynnikiem, który wpływał na wielkość dopływów wody do ich wyrobisk, a obecnie ma wpływ na tempo odbudowy leja depresji. Infiltrująca woda opadowa na obszarze spływu dopływała do wyrobisk górniczych, prócz drogą wymienionej wyżej infiltracji bezpośredniej, również poprzez różnorodne więzi hydrauliczne z innymi piętrami wodonośnymi.

Granice obszaru spływu do oluskich kopalń rud, a obecnie do byłego leja depresji, który jest w trakcie odbudowy, nie są znane. Na podstawie obecnego rozpoznania budowy geologicznej obszaru granicznego między Wyżyną Krakowsko-Częstochowską a Wyżyną Śląską, w którym znajdują się nieczynne oluckie kopalnie rud cynku i ołowiu można założyć, że w części zachodniej pokrywają się one z granicami leja depresji, a w części wschodniej sięgają części podziemnego wododziału na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, którego granice nie są znane.



Rys. 3. Schemat przepływu wody w strefach kontaktów hydraulicznych między piętrami wodonośnymi w rejonie olkuskim. Podczas funkcjonowania odwadniania kopalń.

D-C₁-dewon, dolny karbon; P-perm; T_{1,2}-Trias dolny i środkowy; T₃-Trias górny; J₂- Jura środkowa; J₃-Jura górna;

Q-Czwartorzęd

Duży udział w ogólnym dopływie wody do kopalni „Olkusz-Pomorzany” miały ucieczki wody z Białej Przemszy i jej prawobrzeżnych dopływów w strefie wspomnianych okien erozyjnych w osiowej części pradoliny Przemszy oraz na wychodniach węglanowych skał triasowych w zachodniej części rejonu olkuskiego między Okradzionowem a Sławkowem. Wielkość ucieczek wody z Białej Przemszy jest zmienna i zależy od wysokości opadów atmosferycznych, a tym samym natężenia przepływów w rzece i jej dopływach. Woda, która ucieka z Białej Przemszy i jej dopływów wnika do piasków czwartorzędowych, które mają bardzo dużą porowatość, a więc także bardzo dużą pojemność hydrauliczną. Są więc one swoistym amortyzatorem, który ma duże możliwości gromadzenia wody, przez co znacząco wydłuża się czas dopływu infiltrującej z Białej Przemszy wody do wyrobisk górniczych.

Aktualnie obserwuje się różne tempo odbudowy zwierciadła wody podziemnej w węglanowych skałach triasowych w różnych sektorach byłego leja depresji, który powstał wskutek odwadniania olkuskich kopalń rud. Najszybciej poziom wody podnosił się w centralnej części leja depresji, w szczególności w szybach (ośrodkach drenażu), co jest ogólną prawidłowością. Natomiast pewnym zaskoczeniem był bardzo szybki wzrost poziomu wody podziemnej w jednych częściach obszaru leja depresji, a brak widocznej reakcji na zaprzestanie odwadniania kopalń w innych. W oparciu o wyniki pomiarów poziomu zwierciadła wody w stałych punktach monitoringowych oraz analizę budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych podjęto próbę wyjaśnienia tego zjawiska.

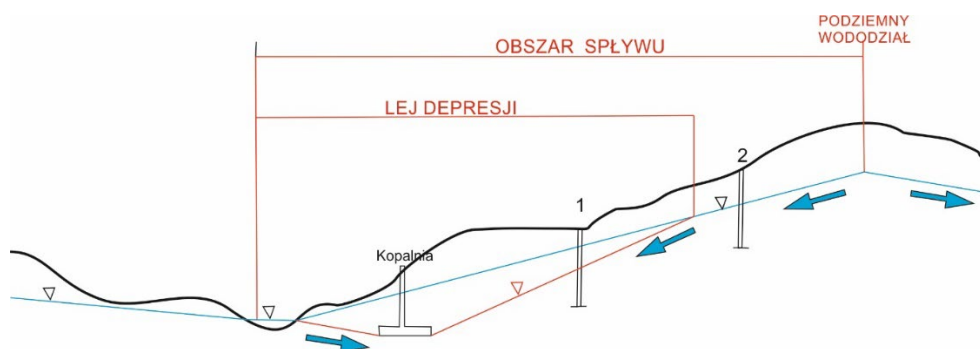
Poziom zwierciadła wody zmienia się w zależności od wysokości opadów atmosferycznych. Ostatnie cztery lata charakteryzowały się wysokimi opadami atmosferycznymi, co pokazują wyniki ze stacji IMGW w Olewinie:

2018 rok	653,9 mm
2019 rok	702,0 mm
2020 rok	864,5 mm
2021 rok	869,9 mm
2022 rok	771,4 mm
2023 rok	942,2 mm
2024 rok	924,6 mm

Niewątpliwie wysokie opady atmosferyczne miały wpływ na szybkie tempo odbudowy poziomu wody, obserwowane po wyłączeniu systemu odwadniania w kopalni „Olkusz-Pomorzany”.

Najszybciej lej depresji odbudowuje się w centralnej części, w dawnych ośrodkach drenażu, którymi były szyby „Chrobry”, „Dąbrówka” i „Mieszko” oraz „Stefan” i „Bronisław”, co jest zjawiskiem normalnym. Trudno jednak oceniać tempo odbudowy leja w tym obszarze, ponieważ brakuje poziomów odniesienia, którymi mogłyby być wyniki prognoz lub podobne przypadki zatapiania kopalń w zbliżonych warunkach hydrogeologicznych i geologiczno-górnictwowych. Niewątpliwie wpływ na szybkość podnoszenia się zwierciadła wody w utworach triasu w tej części byłego leja depresji mają trzy czynniki (Rys. 4):

- obszar spływu do byłego leja depresji o bardzo dużej powierzchni, ale nieznanych granicach,
- zasilanie przez okna erozyjne, wypreparowane w ilastych utworach górnego triasu (kajpru), w których dochodzi do łączności hydraulicznej między piaskami czwartorzędowymi a węglanowymi skałami triasowymi,
- systemy kanałów krasowych.



Rys. 4. Schemat ilustrujący dopływ wody do obszaru objętego lejem depresji

Powierzchnia obszaru spływu miała decydujący wpływ na wielkość dopływów wody do kopalni, a kiedy zostało wstrzymane jej odwadnianie, także na tempo odbudowy byłego leja depresji.

W przypadku kopalni „Olkusz-Pomorzany” granice obszaru spływu nie są znane, ale przypuszczalnie sięgają okolic wododziału regionalnego na wschód od Olkusza i dlatego powierzchnia spływu jest bardzo duża. Napływ wody z obszaru spływu w południowo-wschodniej części rejonu olkuskiego jest powodem szybkiego wzrostu poziomu wody w szybach „Chrobry” i „Bronisław”.

Wokół wspomnianych wyżej okien erozyjnych wytworzyły się lokalne leje depresji w utworach czwartorzędowych o własnych obszarach spływu. Wokół okien w rejonie Białej Przemszy leje depresji objęły swym zasięgiem tę rzekę i końcowe odcinki jej prawobrzeżnych dopływów. Tak więc obszar spływu do tych okien sięgnął tutaj północnej granicy zlewni Białej Przemszy. Przez okna erozyjne w trakcie odbudowywania się leja depresji do węglanowych skał triasowych wlewa się woda pochodząca z infiltracji opadów atmosferycznych oraz z ucieczek wody z Białej Przemszy i końcowych odcinków jej prawobrzeżnych dopływów do podłoża oraz woda, która odpływa z wodonośnych utworów jurajskich po ilastych utworach kajpru. Zasilanie dolomitów i wapieni triasowych przez okna erozyjne znacząco wpływa na tempo wzrostu poziomu wody w szybach „Dąbrówka” i „Mieszko”.

Prawdopodobnie transmisja wody systemami kanałów krasowych przyspiesza tempo odbudowy byłego leja depresji. Tego rodzaju systemy mają dużą wodoprzepuszczalność i mogą szybko importować wodę z dużych odległości do obszarów o obniżonym ciśnieniu hydrodynamicznym, w tym przypadku do obszaru byłego leja depresji. Wielokrotnie pojawiające się w historii obszaru intensywne opady atmosferyczne, przejawiające się wzrostem dopływu do wyrobisk górniczych, często o kilkadziesiąt procent, a także wzniosem zwierciadła wody o kilka, kilkanaście metrów, skutkowały znacznym zwiększeniem się spadków hydraulicznych i zwiększeniem prędkości przepływu wody w górotworze. Wszystko to spowodowało niewątpliwie zwiększenie „porowatości” i udroźnienie górotworu dla przepływu wody w stosunku do warunków naturalnych, jakie istniały przed rozcięciem górotworu wyrobiskami górniczymi.

Szybki wzrost poziomu wody w węglanowych skałach triasowych obserwuje się również w północno-zachodniej części rejonu olkuskiego, na peryferiach byłego leja depresji, jak i poza jego obszarem. Jest to obszar, gdzie łączyły się leje depresji w otoczeniu ujęcia w łazach Błędowskich i kopalni „Olkusz-Pomorzany”. Intensywny napływ wody z północnego wschodu sprawia, że tempo wzniosu zwierciadła wody jest tu szybsze, niż w innych peryferyjnych częściach byłego leja depresji, gdzie obserwuje się wahania poziomu wody w zależności od wysokości opadów atmosferycznych.

W świetle przeprowadzonej analizy przyczyn szybkiego tempa odbudowy leja depresji w otoczeniu likwidowanej kopalni „Olkusz-Pomorzany” należy zweryfikować pogląd odnośnie czasu odbudowy byłego leja depresji. Wiarygodna prognoza mogłaby być opracowana metodą modelowania numerycznego, ale pod warunkiem odpowiedniego rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w obszarze spływu do byłego leja depresji. Warunek ten nie jest jednak spełniony. W związku z tym należy przyjąć niekorzystny wariant tempa odbudowy leja depresji, w którym w centralnej części leja poziom wody podziemnej ustabilizuje się już za dwa, trzy lata. Mogą w tym czasie wystąpić podtopienia na powierzchni terenu, a odkrywki piasku i dolomitu zostaną zalane wodą i dalsza eksploatacja będzie możliwa w warunkach odwadniania odkrywek.

W trakcie odbudowy byłego leja depresji, w otoczeniu zlikwidowanej kopalni „Olkusz-Pomorzany” w obszarze eksploatacji złóż rud cynku i ołowiu, tj. w jego centralnej części jakość wody w utworach triasu uległa pogorszeniu. Przede wszystkim wzrosło stężenie siarczanów i ogólna twardość wody. Przyczyną tego jest rozpuszczanie produktów naturalnego procesu wietrzenia siarczków żelaza (markasytu i pirytu). Wyniki monitorowania pokazują, że jakość wody w tej części wypełniającego się byłego leja depresji wyraźnie się poprawia z upływem czasu. Stan chemiczny wody w centralnej części odbudowującego się byłego leja depresji nie zagraża jakości wody w ujęciom PWiK Olkusz i w Sławkowie.