

## Środowiskowe uwarunkowania skutków odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego na Pojezierzu Gnieźnieńskim

Jan Przybyłek<sup>1</sup>



**Environmental conditions of the effects of opencast brown coal exploitation in the Gniezno Lakeland.** Prz. Geol., 68: 645–654; doi: 10.7306/2020.24

*A b s t r a c t.* The paper focuses on the problem of water draining from brown coal pits, which has occurred since the 1950s in the Gniezno Lakeland in the western part of central Poland. Threats to hydrogeological systems and related lake systems under conditions of mining-induced drainage near the lakes located in the Powidz Landscape Park (PLP) are indicated. The lowering of water level in the PLP lakes exceeds 5 m, as compared to the pre-mining-induced drainage state. Such a rapid change may cause ecological disaster for these deep-water, healthy lake ecosystems with abundant submerged macrophyte (Charophyte) habitats (Natura 2000 protected area). Considering the regional context, the causes of hydrodynamic pressure leading to degradation of Lake

Wilczyńskie and neighbouring, hydrologically connected lakes, are presented. The proposed mitigation actions for improving the ecological state of these lakes are presented in the contexts of (1) water balance assessment, (2) hydrotechnical issues related to the redistribution of water from the Ślesiński Canal (the Warta River – Lake Gopło) through water pipeline transmission, and (3) the accelerating groundwater reclamation of the Józwin IIB open mine pit area.

**Keywords:** mining drainage, groundwater, lakes, water reclamation, Gniezno Lakeland

Węgiel brunatny przez dziesięciolecia był w Polsce jednym z najtańszych źródeł energii pierwotnej wykorzystywanej w elektroenergetyce. Jednak w miarę upływu czasu okazało się, że eksploatacja odkrywkowa złóż węgla brunatnego, połączona z rozległymi odwodnieniami górniczymi, wiąże się z dodatkowymi kosztami zewnętrznymi, które wynikają z narastających zagrożeń dla różnych komponentów zagospodarowania przestrzennego i środowiska na obszarach lejów depresji zwierciadła wód podziemnych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wschodnia Wielkopolska cechuje się w XXI w. znacznym deficytem w klimatycznym bilansie wodnym, co w warunkach odwadniania odkrywek węglowych prowadzi do szczególnie drastycznego obniżania się zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, a więc w efekcie do degradacji środowiska gruntowo-wodnego. Ponadto po akcesji Polski do Unii Europejskiej znacznemu obostrzeniu uległy działania ochronne związane z przyjęciem przepisów unijnych do prawa wodnego (Dyrektywa 2000/60/WE z dn. 23 października 2000 r.) oraz innych w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory.

Podniesione aspekty zrodziły liczne konflikty w lokalnych społecznościach, gdzie na obszarze ich zamieszkania i działalności gospodarczej zaczęto odczuwać skutki nie tylko rozwijających się wyrobisk górniczych, ale przede wszystkim wielkopromiennego odwadniania systemów wodonośnych z nimi związanych. Problemy powyższe znalazły swoje odzwierciedlenie zarówno w debacie publicznej, jak i w dyskusjach specjalistów zmierzających do oceny zakresu oraz sposobów minimalizacji ujemnych skutków środowiskowych. Na tym tle warto się odnieść do uwarunkowań skutków eksploatacji odkrywkowej węgla brunatnego na Pojezierzu Gnieźnieńskim.

### EKSPLOATACJA WĘGLA BRUNATNEGO I JEJ SKUTKI DLA STOSUNKÓW WODNYCH NA POJEZIERZU GNIEŹNIEŃSKIM

Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego w południowo-wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego trwa już od lat 50. XX w. i odbywa się na obszarze pomiędzy rynną jeziorną Powidz–Ostrowo z jeziorami Powidzkiego Parku Krajobrazowego (dalej PPK) na zachodzie a rynną jeziorną w biegu Kanału Ślesińskiego (kanał Warta–Gopło) z jeziorami: Pątnowskim, Mikorzyńskim i Ślesińskim na wschodzie (ryc. 1). Odległość między rynnami jeziornymi w linii prostej wynosi zaledwie 17 km. Przez Pojezierze Gnieźnieńskie przebiega dział wodny III rzędu, rozdzielający zlewnię Noteci i Warty, co ma niewątpliwą wpływ na stosunki i bilanse wodne zarówno w warunkach naturalnych, jak i wymuszonych odwadnianiem górniczym oraz na kształtowanie się lejów depresji wokół odkrywek węgla brunatnego i w sąsiedztwie jezior. Początkowo prace rozpoznawcze za węglem brunatnym skupiały się głównie w okolicach miejscowości Pątnów, Kleczew i Kazimierz Biskupi na północ od Konina, a później objęły dalsze tereny w kierunku jezior PPK (ryc. 1).

Pierwszą zasobową dokumentację geologiczną w niższej kategorii rozpoznania C<sub>2</sub> wykonano dla obszaru Pojezierza Gnieźnieńskiego w 1954 r. Wstępnie udokumentowano wówczas ponad 250 mln Mg zasobów bilansowych węgla w złożu, które określono *złożem węgla brunatnego Pątnów*. W następnych etapach sporządzania dokumentacji zasobowych, z najwyższym rozpoznaniem w kategorii B, pierwotny obszar złoża Pątnów podzielono geometrycznie na cztery sektory o numeracji od I do IV, dokumentując kolejno: złożo Pątnów I w 1957 r., Pątnów II

<sup>1</sup> Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Bogumiła Krygowskiego 12, 61-680 Poznań; [janex@amu.edu.pl](mailto:janex@amu.edu.pl)





Ilnicki, 2008) i licznych publikacjach prasowych w latach 2006–2008 podjęto starania o realizację projektów hydrotechnicznych zasilania Jeziora Budziszławskiego i Jeziora Wilczyńskiego (ryc. 1) wodami z odwodnienia odkrywki Józwin IIB. W trakcie głośnej batalii społecznej, w tym prasowej, oraz urzędowych narad ścierały się w tej sprawie zróżnicowane opinie biologów, wskazujących na unikatowe ekosystemy bardzo wrażliwych łąk ramienicowych (Gąbka, Burchardt, 2006), hydrologów, hydrogeologów, chemików oraz organizacji proekologicznych, a dotyczących głównie technologii zasilania jezior. Spowodowało to zastój w realizacji przedsięwzięcia. Z rozgoryczeniem pisali o tej sprawie Ilnicki i Orłowski (2011) w artykule *Rezygnacja z retencjonowania wody na wododziale Noteci i Warty sprzeczna z zasadą zrównoważonego rozwoju*. Upływ lat nie przyniósł rozwiązania problemu, mimo że KWB *Konin* wykazywała wolę udziału w przedsięwzięciu hydrotechnicznym i poniesienia kosztów rurociągowego przerzutu wód kopalnianych do Jeziora Budziszławskiego i Jeziora Wilczyńskiego. Skutek jest taki, że obecnie pogłębia się degradacja jezior w PPK, a wg prognoz proces ten będzie w kolejnych latach wzrastał, potęgowany niekorzystnym klimatycznym bilansem wodnym Pojezierza Gnieźnieńskiego (Kędziora, 2008, 2011; Nowak, 2018, 2020; Nowak, Przybyłek, 2020).

#### CHARAKTERYSTYKA GEOGRAFICZNA ORAZ ASPEKTY BILANSU WODNEGO OBSZARU BADAŃ

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kon-dracki, 2002) omawiany obszar wchodzi w skład makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego, którego środkową część stanowi mezoregion Pojezierze Gnieźnieńskie. W odniesieniu do geomorfologicznej regionalizacji Wielkopolski wg Krygowskiego (1961) analizowany teren należy do Wysoczyzny Gnieźnieńskiej, składającej się z jednostek niższego rzędu, jak: Równina Kleczewska, Pagórki Powidzkie, Pagórki Wilczyńsko-Skulskie (PROXIMA, 2006). Jak bliżej określa Stankowski i in. (2013) dominującą formą jest polodowcowa wysoczyzna morenowa płaska i falista urozmaicona pagórkami strefy marginalnej fazy poznańskiej zlodowacenia Wisły, a w rejonie północno-zachodnim, wzdłuż biegu rynny subglacialnej z jeziorami PPK, przeważa strefa równiny sandrowej i form akumulacji szczelinowej oraz ozów. Wśród obniżzeń morfologicznych w otoczeniu Równiny Kleczewskiej, na której są ulokowane odkrywki węgla brunatnego, wyróżniają się w szczególności:

- rynna polodowcowa Powidz–Ostrowo na północnym zachodzie, w której znajdują się jeziora: Powidzkie, Budziszławskie, Wilczyńskie, Suszewskie, Kownackie i Wójcińskie, z pierwotnym poziomem wody w całym zespole akwenów 99 m n.p.m.;
- rynna jeziorna na wschodzie, którą wykorzystuje Kanał Ślesiński (kanał Warta–Gopło) z jeziorami: Licheńskim, Wąsowskim, Mikorzyńskim i Ślesińskim, z rzędną lustra wody ok. 84 m n.p.m. w całym zespole tych akwenów (ryc. 1).

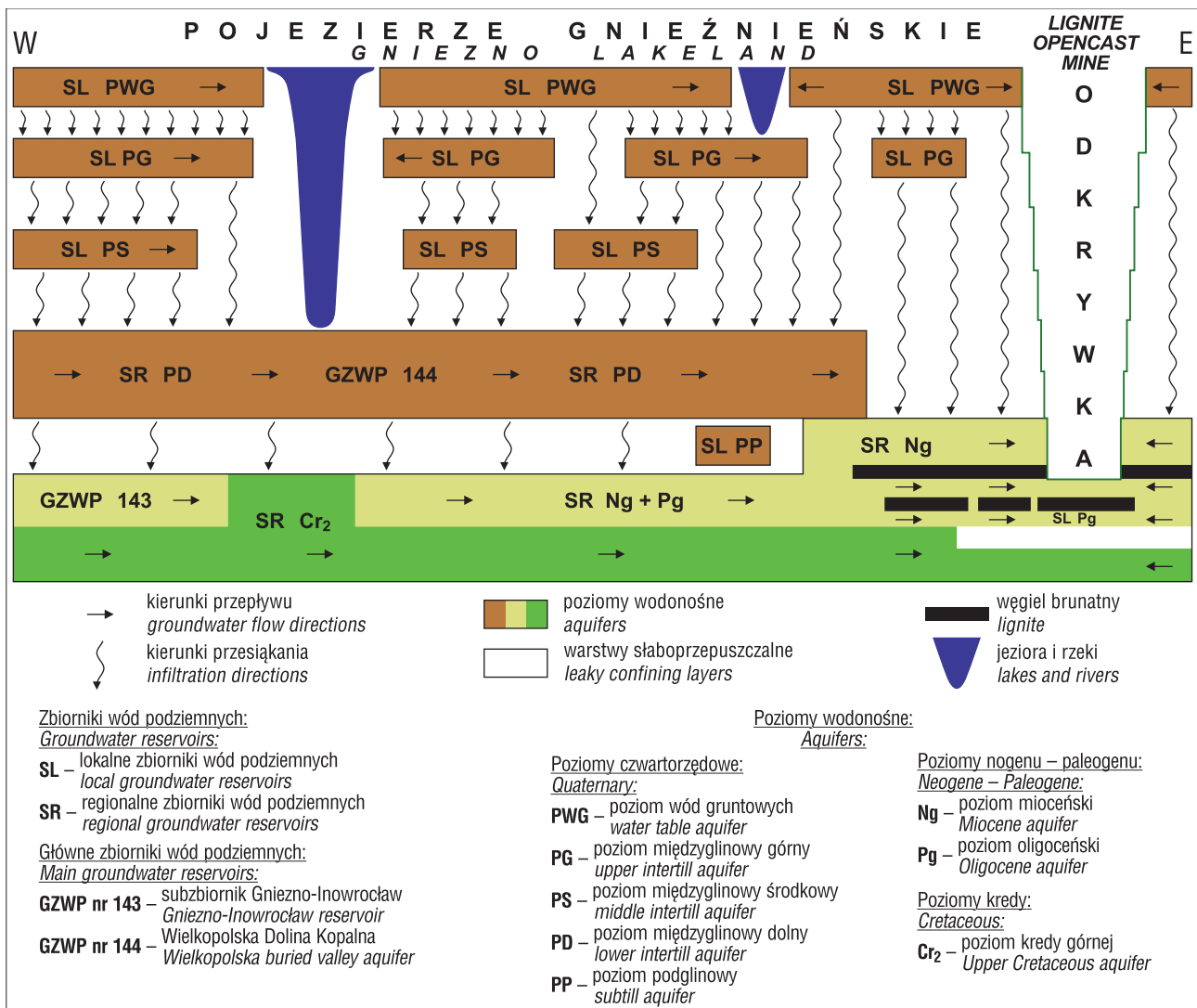
Oprócz wymienionych rynien jeziornych na sieć wód powierzchniowych Równiny Kleczewskiej składają się drobne ciekie, małe jeziora w zlewni Strugi Biskupiej, liczne dawne systemy melioracyjne i te współczesne, związane z odwadnianiem kolejnych odkrywek węglowych. Na wy-

różnienie zasługuje mała południkowa rynna polodowcowa przecinająca Równinę Kleczewską od Wilczyna przez Kleczew do Kazimierza Biskupiego, poddana olbrzymiej presji górniczej, wykorzystywana do organizacji zrzutów wód kopalnianych Strugą Biskupią do Jeziora Gosławskiego (ryc. 1).

Na północ od zespołu odkrywek węgla brunatnego przez Równinę Kleczewską przebiega dział wodny pomiędzy zlewnią Warty (cieki: Mieszna, Struga Biskupia, Kanał Ślesiński) a zlewnią Noteci, do której należy zespół jezior PPK, począwszy od Jeziora Budziszławskiego (ryc. 1). Jest to bardzo istotna sprawa przy rozpatrywaniu presji odwodnienia górniczego na jeziora w PPK w rynnach Powidz–Ostrowo, bowiem trzeba mieć na uwadze to, że ww. jeziora, znajdując się w strefie wododziałowej, były i są bardzo wrażliwe na dłuższe okresy susz meteorologicznych w szczególności tych, które miały miejsce w latach 1989–1992, 2003–2006 oraz w bieżącym dziesięcioleciu. Zjawiska suszy przekładały się na szczupłość odnawialnych zasobów wodnych w niewielkich zlewniach hydrograficznych poszczególnych jezior. Dobrym porównawczym odniesieniem literaturowym do okresu poprzedzającego presję górniczą na środowisko gruntowo-wodne jest praca Jamorskiej (2013), w której autorka przedstawiła analizę dynamiki stanów wód podziemnych w zlewni Jeziora Kownackiego w latach 1961–1980, wskazującą na wzrostowy wówczas trend opadów atmosferycznych. Natomiast analizy przedstawione przez Kędziórę (2008, 2011) dla pierwszej dekady XXI w. wskazują, że obecne warunki hydrotermiczne, solarne i wietrzne sprzyjają wysokiemu parowaniu, co przy niskich opadach prowadzi do deficytu wody w środowisku. Wyniki tych obserwacji i analiz potwierdził w swojej dysertacji doktorskiej Nowak (2018), wskazując na wzrost w ostatnich latach wielkości parowania z rekordowym rokiem 2015, kiedy to przekroczyła ona wartość 800mm/rok, przy opadzie rocznym ok. 400 mm na stacji opadowej w Powidzu (ryc. 1).

#### WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Na obszarze Pojezierza Gnieźnieńskiego zwykle, słodkie wody podziemne występują w utworach czwartorzędu, neogenu i paleogenu oraz górnej kredy (Dąbrowski, 1990). Utworami wodonośnymi w obrębie kenozoiku są osady piaszczyste o różnej i zmiennej granulacji, natomiast górna kreda jest reprezentowana głównie przez margle o zróżnicowanej siatce spękań wietrzeniowych i tektonicznych, w dużym stopniu decydujących o ich przewodności hydraulicznej. Głębokość aktywnej strefy krążenia może sięgać kilkadziesiąt i więcej metrów. Schemat poglądowy systemów wód podziemnych na Pojezierzu Gnieźnieńskim przedstawiono na rycinie 2 (Dąbrowski i in., 2008). Odzwierciedla ona wzajemny układ warstw skalnych i wskazuje na występujące w ich obrębie struktury wodonośne oraz pozycję rozdzielających osadów słabo przepuszczalnych w postaci pokładów czwartorzędowych glin zwalowych, a w dolnej części również ilów serii poznańskiej neogenu. Schemat obejmuje przestrzeń geologiczną od doliny Warty na południu po rzekę Notecę na północy, ukazano na nim również względny zasięg głębokościowy odkrywek górniczych oraz relacje warstw wodonośnych w stosunku do wód powierzchniowych. W stopce ryciny podano objaśnienia akronimów użytych do ilustracji



**Ryc. 2.** Schemat stratyfikacji hydrogeologicznej w rejonie eksploatacji złóż węgla brunatnego na Pojezierzu Gnieźnieńskim (na podstawie Dąbrowskiego i in., 2008, zmieniony)

**Fig. 2.** Scheme of hydrogeological stratification in the region of brown coal mining in the Gniezno Lakeland (after Dąbrowski et al., 2008, modified)

rodzajów struktur wodonośnych, poziomów wodonośnych oraz położenia Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP).

Pojezierze Gnieźnieńskie cechuje się wysokim wskaźnikiem jeziorności, w tym jeziorami o znacznej głębokości do kilkudziesięciu metrów w rynnach otaczających od zachodu i wschodu Równinę Kleczewską, na której to były zakładane kolejne odkrywki węgla brunatnego (ryc. 1). Miało to zasadniczy wpływ na kształtowanie się lejów depresji i dopływów wód podziemnych do odkrywek KWB *Konin*, zakładanych na złożu Pątnów począwszy od 1957 r. (Blechacz, Karpa, 1969; Sawicki, 2000; Fiszer, Sawicki, 2003; Fiszer, Derkowska-Sitarz, 2010; Przybyłek, 2011, 2018). Granice drenażu dla zespołu kolejnych odkrywek oparły się ostatecznie na zewnętrznych rynnach jeziornych, w tym w dekadach lat 70. i 80. XX w. na rynnę jezior w biegu Kanału Ślesińskiego, a w XXI w. na jeziorach w rynnę Powidz–Ostrowo w PPK. Rzeka Struga Biskupia (ryc. 1), płynąca wewnątrz tego ośrodka drenażu górniczego, ma od wielu już lat przepływ ukształtowany przez zrzuty wody z systemów odwodnieniowych kolejnych odkrywek. W bilansach odwodnienia, oprócz dopływów

wód głębszych, występują dodatkowe składniki zasilania w postaci przyrostu infiltracji wód powierzchniowych z okalających rynien jeziornych, o które oparł się lej depresji w poziomach wód głębszych (Wachowiak, 2003, 2004; Fiszer, 2013).

### LEJ DEPRESJI I ZMIANY WARUNKÓW PRZEPLÝWU WÓD PODZIEMNYCH WYWOŁANE ODWADNIANIEM ODKRYWEK

W kwietniu 1958 r. podjęto systematyczne odwadnianie złoża węgla brunatnego we wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego w obrębie odkrywki Pątnów (ryc. 1). Odwadnianie kolejnej odkrywki Kazimierz Południe w rejonie Kazimierza Biskupiego rozpoczęto w 1962 r., a odkrywki Józwin I na północny zachód od Kleczewa w 1966 r. W warunkach odwadniania głębszego tych odkrywek rzedna zwierciadła wody podziemnej poziomu mioceńsko-kredowego kształtowała się w przedziale od 37 m n.p.m. w odkrywce Pątnów do 46 m n.p.m. w odkrywce Kazimierz Północ, powodując depresję zwierciadła wody w tym poziomie o wielkości odpowiednio od 47 do 38 m w sto-

sunku do stanu zwierciadła wody w jeziorach w biegu Kanału Ślesińskiego ze stałą rzędną 84 m n.p.m. Charakteryzując pierwotne stany wody podziemnej przed rozpoczęciem górniczych robót odwodnieniowych na złożu Pątnów, Blechacz i Karpa (1969) wykazali, że zwierciadło wody poziomu miocenijskiego stabilizowało się wówczas w rejonie przyległym do jezior w rynn timer Powidz–Ostrowo (Jezioro Powidzkie i Budzisławskie) na rzędnej 99 m n.p.m. i obniżało się proporcjonalnie w systemie przepływu regionalnego ku bazie drenażu naturalnego do rzędnej 84 m n.p.m. przy Kanale Ślesińskim (ryc. 1). Z upływem czasu, w wyniku wzajemnego oddziaływania systemów odwodnieniowych odkrywek Pątnów i Kazimierz Południe oraz Józwin ukształtował się na północ od Konina wspólny rozległy lej depresji kopalnianej, który sięga w kierunku na zachód i północ na odległość ponad 10 km, obejmujący łączące się ze sobą wgłębne regionalne poziomy wodonośne – miocenijski i górnokredowy (ryc. 2) – oraz nadległe warstwy wodonośne w obrębie piętra czwartorzędowego. Regionalny lej depresji z odwodnienia górniczego, rozwijając się intensywnie w stronę jezior w rynn timer Powidz–Ostrowo, szczególnie warunkach odwadniania kolejnych odkrywek Kazimierz Północ i Józwin IIB, zagroził wraz z upływem kolejnych dziesięcioleci zakłóceniem bilansu wodnego oraz obniżaniem się zwierciadeł wody w jeziorach tej rynn timer subglacialnej.

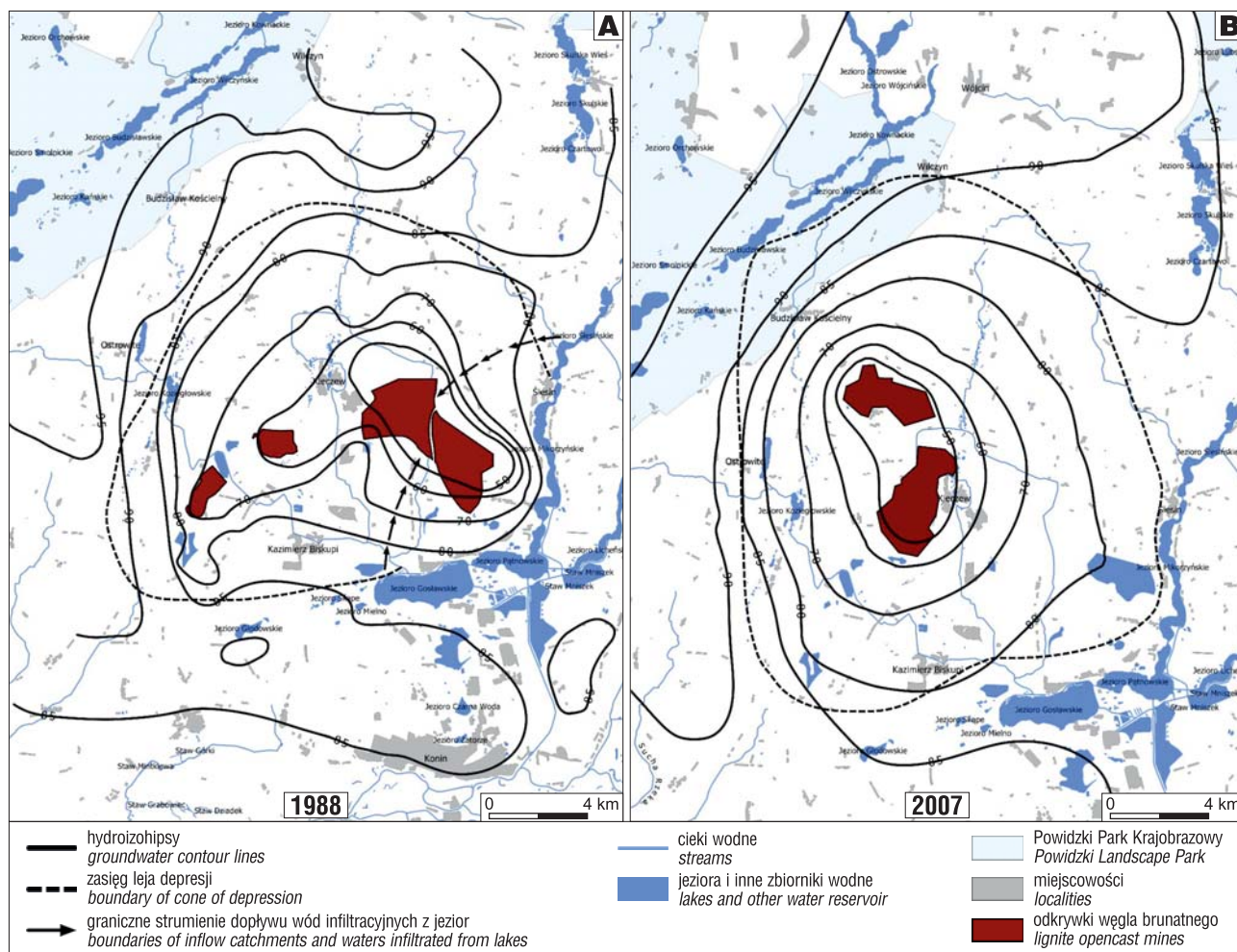
W odkrywce Kazimierz Północ procesy odwadniania sięgnęły w spągu odkrywki do rzędnej 32 m n.p.m., a do w Józwin IIB 28 m n.p.m., co stanowi o różnicy naporu hydrodynamicznego w wielkości od 67–71 m stosunku do stanu pierwotnego zwierciadła wody w jeziorach PPK (99 m n.p.m.). Zaobserwowane ujemne, a nawet katastroficzne skutki dla stanu wody w jeziorach oraz ujemnego bilansu wodnego w zlewniach jeziornych w Powidzkim Parku Krajobrazowym sygnalizowano w kolejnych publikacjach (Ilnicki, 1996; Gezella, 2006; Ilnicki, Orłowski, 2006a, b; Ilnicki, 2008; Przybyłek, 2011, 2018; Przybyłek, Nowak, 2011; Nowak, 2020). Trzeba jednak w tym miejscu podkreślić, że ten rozległy lej depresji kopalnianej nigdy nie przekroczył – w kierunku wschodnim i południowym – pasma jezior położonych i powiązanych ze sobą w biegu Kanału Ślesińskiego (ryc. 1), opierając się hydraulicznie na tych jeziorach ze skutkiem wzmożonej infiltracji wód powierzchniowych do odwadnianych warstw wodonośnych w odkrywce Pątnów. Jak to opisują Blechacz i Karpa (1969) z tej przyczyny dopływ wód podziemnych do odkrywki Pątnów był prawie trzykrotnie wyższy w porównaniu do odkrywki Kazimierz Południe, oddalonej od linii jezior (ryc. 1). Dla porównania we wrześniu 1968 r. wspomniane dopływy wód wynosiły odpowiednio 115 m<sup>3</sup>/min (Pątnów) i 44,2 m<sup>3</sup>/min (Kazimierz Południe), przy zbliżonej depresji zwierciadła wody w centrum odkrywek (44 i 41 m). W latach 70. i 80. XX w. centra regionalnego leja depresji wokół odkrywek wyznaczała hydroizohipsa 40 m n.p.m. (Pątnów) oraz hydroizohipsa 45 m n.p.m. (Kazimierz Południe). Postać regionalnego leja depresji na stan końca dekady lat 80. XX w. (ryc. 3A – stan na 1988 r.) została przedstawiona w publikacji Sawickiego (2000). Podstawowe kierunki presji hydrodynamicznej oddziaływały na systemy krążenia wód podziemnych związane z jeziorami: Ślesińskim, Mikorzyńskim, Wąsowskim, Pątnowskim, Gosławickim. Nie miały one wpływu na stany wody w tych

jeziorach wskutek ich powiązania hydraulicznego z przepływowym Kanałem Ślesińskim i zrzutem wód kopalnianych poprzez dopływową do Jeziora Gosławickiego Strugę Biskupią (ryc. 1). Jednak równolegle zaistniała szczególnie wzmożona degradacja środowiska gruntowo-wodnego i przyrodniczego w rejonie Jeziora Głodowskiego z obniżeniem się zwierciadła wody o kilka metrów, co zostało opisane przez Kanieckiego (1991) oraz Rotnicką (1991). Jezioro jest położone na południe od odkrywki Kazimierz Południe w strefie źródłiskowej lokalnego cieku z bezpośrednim odpływem do rzeki Warty (ryc. 1). W tym czasie północno-zachodnia część Pojezierza Gnieźnieńskiego od strony rynn timer jeziornej Powidz–Ostrowo pozostawała w niezakłóconym układzie hydrodynamicznym, gdyż regionalny lej depresji z końca lat 80. XX w. nie sięgał jezior PPK, ale ucierpiały one bardzo na skutek regionalnej suszy z okresu 1989–1992 (Przybyłek, Nowak, 2011). Kolejne lata eksploatacji węgla brunatnego przez KWB *Konin* przyniosły jednak przemieszczanie się odkrywek Kazimierz Północ (od 1995 r.) i Józwin IIB (od 1998 r.) oraz związanych z nimi systemów odwodnieniowych w stronę jezior PPK, pogarszając ich bilans wodny i stany zwierciadła (ryc. 4).

Jak już wzmiankowano rozmieszczenie jezior: Budzisławskiego, Wilczyńskiego, Suszewskiego oraz Kownackiego w bliskości działu wodnego Warty i Noteci (ryc. 1) przy małych zlewniach hydrograficznych i podziemnych tych jezior (Ilnicki, 2008) jest przyczyną ich wrażliwości na zmiany bilansowe wywołane suszami, a także na presję hydrodynamiczną związaną z rozwojem regionalnego leja depresji odwodnienia górniczego. Obrazem tego stanu rzeczy jest mapa hydroizohips ze stanem pomiarów w 2007 r. (ryc. 3B). W tym czasie odkrywka Józwin IIB była odwadniana z wydajnością łączną 69 m<sup>3</sup>/min, a Kazimierz Północ – 36 m<sup>3</sup>/min. Z chwilą dalszego przemieszczania się odkrywki Józwin IIB i jej studziennego systemu odwodnieniowego lej depresji w poziomie neogeńsko-górnokredowym objął swoim zasięgiem Jezioro Budzisławskie i Wilczyńskie, co zostało udokumentowane na mapie zanikiem hydroizohipsy 95 m n.p.m. po wschodniej stronie rynn timer Powidz–Ostrowo i jej przemieszczeniu się na część zachodnią wyżej podanych jezior (ryc. 3B – stan na 2007 r.). Zjawisko to świadczyłoby o kaptażu części strumienia wód podziemnych ze zbiornika GZWP nr 144 – wielkopolskiej doliny kopalnej (Dąbrowski, 1990) – w stronę systemu odwodnieniowego odkrywki Józwin IIB (ryc. 2). Wypadkową odnotowanych zjawisk hydrodynamicznych oraz ujemnego bilansu klimatycznego w zlewniach jezior PPK jest wykres zwierciadła wody w jeziorze Wilczyńskim z lat 1992–2020 (ryc. 4), uzyskany na podstawie obserwacji stacjonarnych KWB *Konin* i Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu (zespół G. Wachowicka). Wykresy wskazują na postępujący spadek poziomu wód w jeziorach od początku XXI w. Odnotowano również okresowy przyrost słu pa wody w jeziorach w wilgotnym okresie przełomu lat 2010/2011, a następnie ponowny szybki powrót do tendencji spadkowej o dalsze 3 m w dekadzie 2011–2020 (ryc. 4).

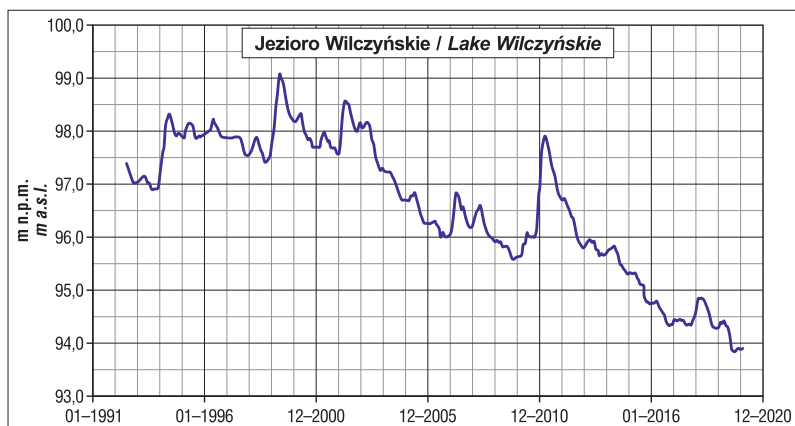
Mając na uwadze niewielkie rozmiary zlewni hydrograficznych jezior w PPK, Przybyłek (2018) przedstawił analizę rozwoju leja depresji w przypowierzchniowym poziomie wodonośnym piętra czwartorzędowego w rejonie





**Ryc. 3.** Mapy hydroizohips i zasięgu leja depresji w poziomie neogenu-górnokredowym wokół odkrywek KWB Konin: **A** – w 1988 r. na podstawie Sawickiego (2000), **B** – w 2007 r. na podstawie Fiszera i in. (2009), zmienione Przybyłek, Nowak (2011). Objasnienia: 1 – ciekii wodne, 2 – jeziora i inne zbiorniki wodne, 3 – Powidzki Park Krajobrazowy, 4 – miejscowości, 5 – odkrywki węgla brunatnego, 6 – hydroizohipsy, 7 – zasięg leja depresji, 8 – graniczne strumienie dopływu wód infiltracyjnych z jezior

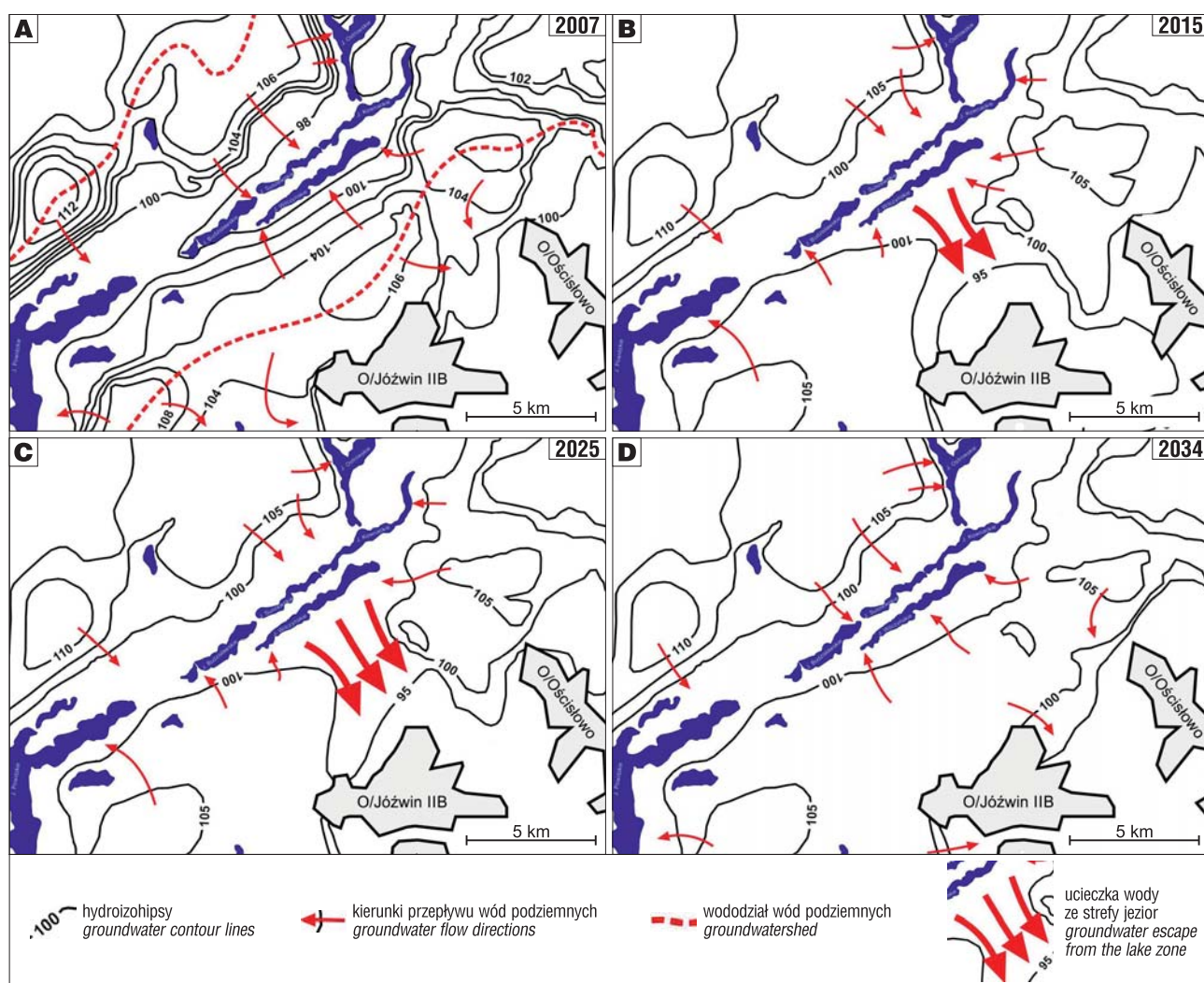
**Fig. 3.** Maps of potentiometric water level and extent of cone of depression in the Neogene-Upper Cretaceous aquifer in the vicinity of the KWB Konin opencast mines: **A** – in 1988 after on Sawicki (2000), **B** – in 2007 after on Fiszera et al. (2009), modified by Przybyłek, Nowak (2011). Explanations: 1 – streams, 2 – lakes and other water reservoir, 3 – Powidzki Landscape Park, 4 – localities, 5 – lignite opencast mines, 6 – groundwater contour lines, 7 – boundary of cone of depression, 8 – boundaries of inflow catchments and waters infiltrated from lakes



**Ryc. 4.** Wykres stanów zwierciadła wody w Jeziorze Wilczyńskim (Powidzki Park Krajobrazowy) w latach 1991–2020, wskazujący na drastyczny ubytek wody w tym i w innych jeziorach w ostatnim dziesięcioleciu

**Fig. 4.** Plot of the water-table changes of Lake Wilczyńskie (Powidzki Landscape Park) in the years 1991–2020 indicating a drastic water-level drop in this lake and other lakes in the last

tych jezior oraz aktualnie eksploatowanej odkrywki Józwin IIB i projektowanej Ościsłowo. Między innymi poddał analizie zaistniałe i spodziewane dalsze zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych piętra czwartorzędowego dla różnych stanów eksploatacji odkrywek Józwin IIB i Ościsłowo w latach 2007–2034 (ryc. 5). Przeprowadzona analiza bazowała na mapach hydroizohips, stanowiących integralną część opracowanego modelu hydrogeologicznego rejonu odkrywek z odwzorowaniem numerycznym warunków hydrodynamicznych kolejno w latach 2007, 2015, 2025, 2034 (Fiszera, 2013). Skupiła się ona wyłącznie na północno-zachodniej części modelowanego obszaru w rejonie jezior PPK i odkrywek Józwin IIB oraz Ościsłowo, przy założeniu, że odwodnienie tej drugiej miało się pierwotnie rozpocząć w roku 2018. Cztery figury przedstawione



**Ryc. 5.** Zmiany warunków przepływu wód podziemnych w piętrze czwartorzędowym pomiędzy odkrywką węgla brunatnego Józwin IIB a Jeziorem Wilczyńskim w Powidzkim Parku Krajobrazowym w latach 2007–2034. Interpretacja na podstawie wyników modelowania numerycznego (Fiszer, 2013). Objasnienia do rycin od A do D podano w tekście

**Fig. 5.** Changes in groundwater flow conditions in the Quaternary aquifer between the Józwin IIB brown coal pit and Lake Wilczyńskie of the Powidzki Landscape Park in 2007–2034. Interpretation is based on the results of numerical modelling (Fiszer, 2013). Explanations for Figures A to D are given in the text

na rycinie 5 obrazują zmiany pola hydrodynamicznego w kolejnych przedziałach czasowych. Rycina 5A stanu w 2007 r. wskazuje na obustronnie drenujący charakter jezior PPK w stosunku do wód czwartorzędowego piętra wodonośnego, w tym również w ich wschodniej zlewni. W tym czasie istniał jeszcze wyraźnie zarysowany podziemny dział wodny, opisany wartościami hydroizohips od 100 do 106 m n.p.m., pomiędzy zlewniami jezior PPK a rejonem drenażu górnicy odkrywki Józwin IIB. Kolejna symulacja modelowa została przeprowadzona dla roku 2015 (ryc. 5B) kiedy front odwodnienia odkrywki Józwin IIB przesunął się na północ. Mapa sporządzona dla tego okresu przedstawia m.in. pogrubione linie strumieni, świadczące o przełamaniu wododziału wód podziemnych pomiędzy rejonem drenażu odkrywki Józwin IIB a Jeziorem Wilczyńskim. Stan ten dobrze ilustruje położenie hydroizohipsy 100 m n.p.m. w odniesieniu porównawczym do stanu w roku 2007. W konsekwencji przerwania wododziału likwidacji uległa wschodnia część zlewni podziemnej Jeziora Wilczyńskiego i zwiększył się odpływ wód z rejonu jezior PPK ku odwadnianej odkrywce Józwin IIB. Skutkowało to dalszym obniżaniem się stanu wody w najbardziej

zagrożonym Jeziorze Wilczyńskim i sąsiednich jeziorach. Podobne warunki hydrodynamiczne uzyskano w prognozie dla roku 2025, przy wyłączonym już odwadnianiu odkrywki Józwin IIB (ryc. 5C). Symulacja przedstawiona dla 2034 roku (ryc. 5D), przy likwidowanym leju depresji wokół wygaszonej eksploatacji w odkrywkach Józwin IIB oraz Ościśłowo, ilustruje etap ponownego powolnego ukształtowania się przerwanej wododziału wód podziemnych w czwartorzędowym piętrze wodonośnym pomiędzy ww. odkrywkami a jeziorami PPK. Opisanie zmiany, w tym przełamanie wododziału wód podziemnych w piętrze czwartorzędowym, znajdują swoje strukturalne uzasadnienie w treści map hydrogeologicznych (Dąbrowski i in., 2008).

#### SKUMULOWANE PRZYCZYNY DEGRADACJI JEZIOR W POWIDZKIM PARKU KRAJOBRAZOWYM

Opisane powyżej oddziaływania odwodnień górniczych nie były jedynymi czynnikami mającymi wpływ na obniżenie poziomu wód jezior PPK, wyliczyć można bowiem



również szereg innych czynników, które skutkują rozległą presją na jeziora i ich zlewnie hydrograficzne i podziemne.

Należą do nich:

- małe powierzchnie bilansowe poszczególnych jezior znajdujących się w pozycji regionalnego wododziału hydrograficznego;
- zmiany klimatu skutkujące ujemnym klimatycznym bilansem wodnym w wielu latach hydrologicznych z niskimi opadami, wysoką temperaturą powietrza, wody i gleby, wysoką ewapotranspiracją, brakiem corocznej pokrywy śnieżnej;
- wzrost poboru z ujęć wód podziemnych przy wzrastającej urbanizacji miejscowości;
- większy pobór wód powierzchniowych i podziemnych do nawodnień rolniczych;
- zwiększenie sezonowego niekontrolowanego poboru wody w siedliskach ciągle przyrastającej zabudowy stałej i rekreacyjnej wokół brzegów jezior;
- wadliwa gospodarka wodno-ściekowa związana z wyprawianiem oczyszczonych wód poza lokalne zlewnie hydrograficzne;
- brak w infrastrukturze hydrotechnicznej i melioracyjnej urządzeń małej retencji, co skutkuje brakiem możliwości w zatrzymywaniu nadmiernych wód opadowych w latach wilgotnych;
- utrata kolejnych powierzchni czynnych do infiltracji opadów atmosferycznych w wyniku zabudowy terenu dla baz wojskowych i innych obiektów wielko-przestrzennych, w powiązaniu z wielohektarową wycinką lasów;
- naturalna asymetria wysokościowa pomiędzy jeziorami PPK o rzędnej ok. 99 m n.p.m. a jeziorami w biegu Kanału Ślesińskiego o rzędnej ca 84 m n.p.m., skutkująca odpływem wód podziemnych w poziomie neogeńsko-górnokredowym z rejonu PPK w stronę Kanału Ślesińskiego, w połączeniu z głębokim wieloletnim drenażem górniczym w rejonie odkrywek na Równinie Kleczewskiej.

O jeszcze innych skutkach wpływu kopalń odkrywkowych na środowisko traktuje rozprawa Szczepińskiego (2013).

#### **PROPONOWANE DZIAŁANIA DLA RATOWANIA JEZIOR W POWIDZKIM PARKU KRAJOBRAZOWYM NA POJEZIERZU GNIEŹNIEŃSKIM**

W Sejmie RP powołano Parlamentarny Zespół ds. Ochrony Pojezierzy Wielkopolskich, któremu przewodniczy poseł Paulina Hennig-Kłoska. W dniu 11 lutego 2020 r. odbyło się otwarte posiedzenie tego zespołu, na którym została przedstawiona wstępna koncepcja ratowania i ochrony jezior występujących w PPK na Pojezierzu Gnieźnieńskim w sąsiedztwie odkrywek węgla brunatnego KWB *Konin* (ryc. 1). W spotkaniu uczestniczyli zarówno posłowie – członkowie zespołu, jak i grupa przedstawicieli agencji rządowych, m.in. Ministerstwa Środowiska, Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, administracji leśnej i samorządowej powiatów i gmin z terenu Pojezierza Gnieźnieńskiego, przedstawiciel KWB *Konin*, lokalne stowarzyszenia oraz specjaliści z zakresu nauk przyrodniczych i nauk o Ziemi z Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Transmisja z posiedzenia zespołu jest zareje-

strowana w zasobach telewizji sejmowej ([http://www.sejm.gov.pl/Sejm9.nsf/transmisje\\_arch.xsp?unid=44AEDA6100-AEDA4CC12584F900268581](http://www.sejm.gov.pl/Sejm9.nsf/transmisje_arch.xsp?unid=44AEDA6100-AEDA4CC12584F900268581)).

Ustalono, że należy pilnie podjąć działania zmierzające do zasilania jezior i poddawanych rekultywacji wodnej wyrobisk po węglu brunatnym, którymi są: odkrywka Kazimierz Północ oraz w niedalekiej przyszłości odkrywka Józwin IIB. Długoterminowe czynności ratunkowe mogłyby być prowadzone w postaci rurociągowego przesyłu wody z ujęcia powierzchniowego do wspomoczenia rekultywacji wodnej odkrywki Józwin IIB oraz z ujęcia infiltracyjnego dla ratowania jezior w PPK, pobierając wodę z Jeziora Ślesińskiego w biegu Kanału Ślesińskiego (Warta–Gopło). Poniżej przedstawiono zwięzłą charakterystykę hydrologiczno-hydrotechniczną obiektów związanych z Kanałem Ślesińskim (ryc. 1).

Kanał Ślesiński o długości 32 km łączy rzekę Wartę z jeziorem Gopło, stanowiąc odcinek drogi wodnej Warta–Kanał Bydgoski. Z uwagi na gospodarkę wodną realizowaną przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej (RZGW) w Poznaniu, wyodrębnia się pięć jego zasadniczych części (Kamiński, 2009; Sajna, Gierszewski, 2016), w tym:

1. kanał sztuczny o długości 0,43 km od rzeki Warty do śluzy komorowej w Morzysławiu;
2. kanał sztuczny o długości 7,52 km od śluzy komorowej w Morzysławiu do śluzy komorowej w Pątnowie (tzw. pośrednie stanowisko kanału);
3. łańcuch naturalnie połączonych jezior, który stanowią następujące jeziora: Pątnowskie, Wąsowsko-Mikorzyńskie, Ślesińskie. Ten zespół jezior stanowi tzw. szczytowe stanowisko Kanału Ślesińskiego o łącznej długości 16,29 km, utrzymywane i zawarte pomiędzy śluzą w Pątnowie (od południa) oraz śluzą w Gawronach (od północy);
4. kanał sztuczny o długości 1,61 km od śluzy komorowej w Gawronach do śluzy komorowej w Koszewie;
5. kanał sztuczny o długości 6,15 km od śluzy komorowej w Koszewie do jeziora Gopło, do którego w km 26,50 kanału wpływa Noteć Wschodnia.

Ze względu na silne oddziaływanie przemysłu, energetyki, górnictwa odkrywkowego, gospodarki rybackiej, turystyki, rekreacji oraz żeglugi najważniejszym dla gospodarki wodnej jest odcinek trzeci kanału, jak już wspomniano zwany szczytowym stanowiskiem Kanału Ślesińskiego. Jeziora tworzące szczytowe stanowisko Kanału Ślesińskiego, tj. Pątnowskie, Wąsowsko-Mikorzyńskie, Ślesińskie, są podpiętrzone i utrzymywane na jednakowym poziomie piętrzenia za pomocą śluz w Pątnowie i Gawronach. Jeziora te charakteryzują się zróżnicowaną morfometrią, wielkością i kształtem. Jezioro Pątnowskie jest płytkie, o płaskich i podmokłych brzegach, natomiast pozostałe są typowymi jeziorami rynnowymi, o znacznym wydłużeniu i dobrze rozwiniętej linii brzegowej. Całkowita powierzchnia lustra wody jezior szczytowego stanowiska oraz łączących je odcinków kanału wynosi 7,31 km<sup>2</sup>, natomiast objętość wody – 48,70 mln m<sup>3</sup> (Kamiński 2009). Zmiany zachodzące w stosunkach wodnych w zlewni szczytowego stanowiska Kanału Ślesińskiego (Warta–Gopło) i ich analiza została już w latach 70. XX w. przedstawiona przez Paślawskiego (1968), bowiem jeziora tego odcinka zostały włączone w 1966 r. w obieg chłodzenia elektrowni *Konin*, a następnie elektrowni *Pątnów* (Sajna, Gierszewski, 2016).



## Przerzut wód z Kanału Ślesińskiego w kierunku jezior PPK

Zasilanie jezior PPK wodami Kanału Ślesińskiego, w połączeniu z przyspieszoną rekultywacją wodną wyrobiska końcowego odkrywki Józwin IIB, musi być koncepcyjnie umocowane w dobrze przemyślanej strukturze gospodarki wodnej obiektów i urządzeń hydrotechnicznych, służących do regulacji tej gospodarki. Ustalono, że aby sprostać warunkom zrealizowania tego przedsięwzięcia muszą być wykonane następujące opracowania wiodące:

1. ekspertyza hydrotechniczna dotycząca możliwości zasilania jezior w PPK z Kanału Ślesińskiego, oparta na aktualizacji elementów bilansu wodno-gospodarczego górnego stanowiska Kanału Ślesińskiego w aspekcie możliwości zwiększenia przerzutu wody z Warty do jezior szczytowego stanowiska tego kanału, przy wykorzystaniu do tego celu również pojemności dyspozycyjnej regionalnego zbiornika retencyjnego Jezioro na rzece Warcie poniżej Sieradza;
2. koncepcja programowo-przestrzenna infrastruktury rurociągowego przerzutu wody z Kanału Ślesińskiego (Jezioro Ślesińskie) w celu przyspieszonej rekultywacji wodnej wyrobiska końcowego odkrywki Józwin IIB oraz poprawy stanów wody w jeziorach PPK z następującymi propozycjami rozwiązań:
  - a) pobór wody z Jeziora Ślesińskiego za pomocą ujęcia powierzchniowego z tłoczeniem wody do wyrobiska końcowego odkrywki Józwin IIB. Według danych KWB Konin akwen ma mieć powierzchnię ok. 720 ha, przy docelowej rzędnej napełnienia 93 m n.p.m. i pojemności ok. 213 mln m<sup>3</sup>, przy planowanej jego głębokości 40,3–68,7 m;
  - b) pobór wody z Jeziora Ślesińskiego za pomocą ujęcia powierzchniowego z tłoczeniem wody dla zasilania Jeziora Wilczyńskiego z wykorzystaniem do tego celu strefy dawnych mokradeł w dolinkach cieków dopływowych do tego Jeziora. Proces zasilania musi uwzględniać w tym przypadku sposoby minimalizujące zagrożenia dla chronionych przybrzeżnych łąk ramienicowych w Jeziorze Wilczyńskim. Dla poprawy jakości przesyłanej wody należy rozważyć możliwość drenażowego poboru wody z Jeziora Ślesińskiego w połączeniu ze zbadaniem warunków hydrogeologicznych do założenia ujęcia infiltracyjnego. Brakujące ilości wody w zasobach jezior PPK określa się orientacyjnie na 40 mln m<sup>3</sup> (Nowak, 2020).

### PODSUMOWANIE

1. Od kilkudziesięciu lat w południowo-wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego pomiędzy rynną Powidz–Ostrowo i rynną Kanału Ślesińskiego uformował się rozległy lej depresji wokół kolejnych odkrywek węgla brunatnego. Lokalizację leja depresji przy zmieniających się frontach odwodnień poszczególnych odkrywek zobrazowano na mapach hydroizohips (ryc. 3).

2. W latach 80. i 90. XX w. centrum leja depresji towarzyszyło odkrywcę Pątnów, a lej depresyjny wokół tej odkrywki bardzo silnie oddziaływał na pobliskie Jezioro Gosławskie, Jezioro Pątnowskie i Jezioro Mikorzyńskie, wywołując infiltrację wód powierzchniowych z tych jezior.

Jednak nigdy eksploatacja w rejonie Pątnowa nie spowodowała przekroczenia leja depresji poza zasięg rynny Kanału Ślesińskiego.

3. W miarę przemieszczania się odkrywek węgla brunatnego w kierunku północno–zachodnim w stronę rynny jeziornej Powidz–Ostrowo został zachowany kształt leja depresji z powierzchnią ok. 300 km<sup>2</sup>, ze wzrastającym oddziaływaniem na jeziora Powidzkiego Parku Krajobrazowego. Ekspansja systemów odwodnieniowych odkrywek Kazimierz Północ i Józwin IIB spowodowała, że w miarę zbliżania się frontów odwodnieniowych do ww. jezior wzrastała presja odwodnienia górniczego na stany wody w tych jeziorach.

4. Presja górnicza na wody podziemne w rejonie PPK i inne czynniki umniejszające zdolności do odnawiania zasobów wodnych w zlewniach jeziornych spowodowały w efekcie obniżanie się poziomu wody w jeziorach: Budziszławskim, Wilczyńskim, Suszewskim i Kownackim, co wykazano w treści niniejszej publikacji.

5. Przy rozpatrywaniu presji odwodnienia górniczego na jeziora w PPK trzeba mieć również na uwadze to, że ww. jeziora znajdują się w strefie wododziałowej III rzędu pomiędzy zlewnią Warty a zlewnią Noteci Zachodniej, przez co są one bardzo wrażliwe w swoich bilansach wodnych na długoterminowe okresy suszy. Na obszarze przyległym do tych jezior ma również miejsce znaczny pobór wód podziemnych na rzecz infrastruktury siedliskowej oraz w okresie letnim związanej z intensywnym wykorzystaniem wód do celów utrzymania zieleni w licznych obiektach zabudowy letniskowej.

6. Istnieje pilna potrzeba racjonalnie zorganizowanego przerzutu wody z Kanału Ślesińskiego do rekultywacji wodnej wyrobiska końcowego odkrywki Józwin IIB oraz odbudowy zasobów wodnych jezior w Powidzkim Parku Krajobrazowym według wstępnych propozycji przedstawionych w tej publikacji.

### LITERATURA

- BLECHACZ J., KARPA Z. 1969 – Odwodnienie kopalń węgla brunatnego w rejonie Konina. Przewodnik XLI Pol. Tow. Geol., Wyd. Geol., Warszawa: 59–63.
- DĄBROWSKI S. 1990 – Hydrogeologia i warunki ochrony wód podziemnych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- DĄBROWSKI S., STRABURZYŃSKA-JANISZEWSKA R., RY-NARZEWSKI W., ZACHAŚ J., MATUSIAK M., JANISZEWSKA B., PAWLAK A. 2008 – Model warunków hydrogeologicznych w zasięgu leja depresji KWB Konin dla potrzeb ich modelowania programem Visual Modflow. Hydroconsult Sp. z o.o., Poznań. Arch. RDOŚ Poznań.
- DYREKTYWA 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna – RDW). Dz.U. WE L 327/1.
- FISZER J. 2013 – Model numeryczny warunków hydrogeologicznych dla projektowanej odkrywki Ościslów. HYDROS Biuro Usług Hydrogeologicznych i Kompleksowych Analiz Środowiska, Oborniki Śląskie. Arch. RDOŚ Poznań. Niepubl.
- FISZER J., DĄBROWSKI S., DERKOWSKA-SITARZ M. 2009 – Numeryczny model hydrogeologiczny dla KWB Konin w zasięgu oddziaływania systemu odwadniania wraz z bilansem wodnogospodarczym. Inst. Górn. PWr., Wrocław.
- FISZER J., DERKOWSKA-SITARZ M. 2010 – Prognoza rozwoju leja depresji i dopływów do Kopalni Węgla Brunatnego Konin z uwzględnieniem projektowanych odkrywek Tomisławice i Ościslów. Biul. Państ. Inst. Geol., 442: 37–42.
- FISZER J., SAWICKI J. 2003 – Złoże i kopalnie rejonu Konina. [W:] Wilk Z. (red.), Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa. Tom 1: 504–535.

- GĄBKA M., BURCHARDT L. 2006 – Ramienie zbiorników wodnych Powidzkiego Parku Krajobrazowego (Wielkopolska). *Fragm. Flor. Geobot. Polonica*, 13 (2): 387–398.
- GEZELLA I. 2006 – Warunki hydrogeologiczne w zlewni rynny jeziornej Powidz–Ostrowo wraz z analizą czynników wpływających na stany wód podziemnych i powierzchniowych. *Pr. mag., niepubl., Inst. Geol. UAM, Poznań*.  
[http://www.sejm.gov.pl/Sejm9.nsf/transmisje\\_arch.xsp?unid=44AEDA6100-AEDA4CC12584F900268581](http://www.sejm.gov.pl/Sejm9.nsf/transmisje_arch.xsp?unid=44AEDA6100-AEDA4CC12584F900268581)
- ILNICKI P. 1996 – Wpływ drenażu odkrywek węgla brunatnego na walory rekreacyjne Pojezierza Gnieźnieńskiego. *Aura*, 11: 10–12.
- ILNICKI P. 2008 – Ratowanie jezior Powidzkiego Parku Krajobrazowego. *Biul. Park. Krajobraz. Wielkop.*, 14 (16): 47–65.
- ILNICKI P., ORŁOWSKI W. 2006a – Ocena oddziaływania odwodnienia odkrywek w rejonie Kleczewa prowadzonych przez kopalnię węgla brunatnego „Konin” w Kleczewie, na poziomy wody w jeziorach położonych na wododziale rzeki Noteci i Warty. *Ekspertyza. Polskie Towarzystwo Rybackie. Zarząd Krajowy Poznań*.
- ILNICKI P., ORŁOWSKI W. 2006b – Klęska ekologiczna w Powidzkim Parku Krajobrazowym. *Aura*, 10: 11–14.
- ILNICKI P., ORŁOWSKI W. 2007 – Problemy gospodarowania wodą w otoczeniu Kopalni Węgla Brunatnego Konin. *Gosp. Wod.*, 9: 383–386.
- ILNICKI P., ORŁOWSKI W. 2011 – Rezygnacja z retencjonowania wody na wododziale Noteci i Warty sprzeczna z zasadą zrównoważonego rozwoju. *Gosp. Wod.*, 8: 322–328.
- JAMORSKA I. 2013 – Dynamika stanów wód podziemnych w zlewni kanału Ostrowo–Gopło w latach 1961–1981. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 456: 211–218.
- KANIECKI A. 1991 – Zmiany stosunków wodnych w rejonie Konina związane z działalnością kopalnictwa odkrywkowego. [W:] Stankowski W. (red.), *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań: 137–151.
- KAMIŃSKI W. 2009 – Modernizacja Kanału Ślesińskiego ze środków Wielkopolskiego Regionalnego Funduszu Operacyjnego na lata 2007–2013. *Gosp. Wod.*, 6: 225–229.
- KĘDZIORA A. 2008 – Bilans wodny krajobrazu konińskich kopalni odkrywkowych w zmieniających się warunkach klimatycznych. *Rocz. Glebozn.*, 59 (2): 104–118.
- KĘDZIORA A. 2011 – Warunki klimatyczne i bilans wodny Pojezierza Kujawskiego. *Rocz. Glebozn.*, 62 (2): 189–203.
- KONDRACKI J. 2002 – *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KRYGOWSKI B. 1961 – *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej*. Cz. 1. Geomorfologia. Wyd. Mat. -Przyr. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Poznań.
- MARSZELEWSKI W., PTAK M., SKOWRON R. 2011 – Antropogeniczne i naturalne uwarunkowania zaniku jezior na Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim. *Rocz. Glebozn.*, 62 (2): 283–294.
- NOWAK B. 2018 – Rola jezior w drenażu i zasilaniu wód podziemnych na Pojezierzu Gnieźnieńskim w warunkach naturalnych i antropopresji hydrodynamicznej. *Rozpr. doktor., Inst. Geol. UAM, Poznań*: 1–178.
- NOWAK B. 2020 – Znikające jeziora. *Gazeta Obserwatora IMGW*, 22–25.
- NOWAK B., PRZYBYŁEK J. 2020 – Recharge and drainage of lakes in the Powidzki Landscape Park in conditions of increased anthropogenic an environmental pressure (central-western Poland). *Geol. Quart.*, 64 (1): 205–219; doi: 10.7306/gq.1524
- PASŁAWSKI Z. 1968 – Zmiany stosunków wodnych w zlewni szczytowego stanowiska kanału żeglugi Warta–Gopło. *Prz. Geofiz.*, 13 (4): 345–363.
- PROXIMA S.A. – PRACA ZBIOROWA, 2006 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Ościstowo w kategorii B, C1 i C2. Wrocław. Niepubl.
- PRZYBYŁEK J. 2011 – Warunki hydrogeologiczne i problemy odwadniania odkrywek węgla brunatnego we wschodniej Wielkopolsce. *Rocz. Glebozn.*, 62 (2): 341–356.
- PRZYBYŁEK J. 2018 – Aktualne problemy odwadniania złóż węgla brunatnego w Wielkopolsce. *Górn. Odkrywk.*, 2: 5–14.
- PRZYBYŁEK J., NOWAK B. 2011 – Wpływ niżówek hydrogeologicznych i odwodnień górniczych na systemy wodonośne Pojezierza Gnieźnieńskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 445; s. *Hydrogeologia*, 12/2: 513–527.
- ROTNIKA J. 1991 – Zmiany w zakresie bilansu wód powierzchniowych i podziemnych w obszarach eksploatacji węgla brunatnego regionu Konina (odkrywki Pątnów, Józwin, Kazimierz). [W:] Stankowski W. (red.), *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań: 153–163.
- SAJNA B., GIERSZEWSKI P. 2016 – Charakterystyka i znaczenie gospodarcze Kanału Ślesińskiego. *Geography and Tourism*, 4 (1): 69–78.
- SAWICKI J. 2000 – Zmiany naturalnej infiltracji opadów do warstw wodonośnych pod wpływem głębokiego, górniczego drenażu. *Oficyna Wyd. PWr., Wrocław*.
- STANKOWSKI W., WIDERA M., WILKOSZ P., DANIEL W., PIELACH M. 2013 – *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Kleczew (476)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZCZEPIŃSKI J. 2013 – Modelowanie numeryczne przepływu wód podziemnych dla oceny wpływu kopalni odkrywkowych na środowisko w badaniach hydrogeologicznych. *Wyd. Geoinż., Górn. i Geol. PWr., Wrocław*: 200.
- WACHOWIAK G. 2003 – Aktualny bilans wodny zlewni Strugi Biskupiej jako efekt zmian wywołanych eksploatacją odkrywkową w Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Ser. A – Geografia Fizyczna*, 54: 131–150.
- WACHOWIAK G. 2004 – Wpływ kopalni węgla brunatnego „Konin” na stosunki wodne w zlewni Strugi Biskupiej. *Gazeta Obserwatora IMGW*, 2: 11–14.