

Włodzimierz  
Marszelewski

## Nowo powstające zbiorniki pokopalniane w centralnej Polsce oraz uwarunkowania ich funkcjonowania w okresie ocieplenia klimatu

### New pit lakes in central Poland and their functioning in the period of climate warming

The article discusses issues regarding the genesis, importance, and necessity of protection of pit lakes currently under development in places of lignite mining. Their diversity in terms of morphometric parameters, including surface area and volume, is documented. The paper emphasises their role in the scope of increasing water retention in central Poland, featuring the smallest water resources in Europe. Attention is drawn to the negative effect of climate warming on the functioning of the lakes, resulting in, among others, an increase in water temperature and evaporation. The necessity of conducting sustainable water management in their catchments in the following years is highlighted. Their importance for society and their place in climate policy are determined and analysed. Moreover, activities aimed at the maintenance of good quality of water are proposed.

<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.31268/StudiaBAS.2023.19">https://doi.org/10.31268/StudiaBAS.2023.19</a>
<b>Słowa kluczowe</b>	zbiorniki pokopalniane, zasoby wodne, zmiany klimatu, polityka klimatyczna, znaczenie środowiskowe i społeczne
<b>Keywords</b>	pit lakes, water resources, climate change, climate policy, environmental and social importance
<b>O autorze</b>	profesor dr hab., profesor nauk ścisłych i przyrodniczych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej • ✉ <a href="mailto:marszel@umk.pl">marszel@umk.pl</a> • <a href="https://orcid.org/0000-0002-1776-8986">https://orcid.org/0000-0002-1776-8986</a>



Artykuł został udostępniony na licencji Creative Commons – Uznanie Autorstwa 3.0 Polska (CC BY 3.0 PL).

## Wstęp

Zbiorniki pokopalniane, zwane też powyrobiskowymi, od wielu lat stanowią ważny element dawnych i współczesnych terenów górniczych. Do najważniejszych należą zbiorniki w wyrobiskach pozostałych po zakończeniu eksploatacji węgla brunatnego we wschodniej części Wielkopolski. Wyrobiska te budowano sukcesywnie od końca lat 50. XX w., a więc w okresie gwałtownego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną oraz zdecydowanie mniejszej świadomości ekologicznej społeczeństwa. Wraz z upływem czasu ich funkcjonowanie poddawano jednak coraz większej krytyce. Wskazywano na szkody w środowisku, których powstawanie pokryło się w czasie z rozwojem czynnych form ochrony przyrody, a także z coraz bardziej widocznymi skutkami zmian klimatu. Funkcjonowanie kopalni odkrywkowych było jednak niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Dopiero rozwój technologii związanych z „zieloną energią”, zmiany w polityce energetycznej oraz zakończenie eksploatacji węgla brunatnego w części kopalń przyczyniły się do powstania nowych rozwiązań związanych z zagospodaro-

waniem terenów górniczych w tej części Polski. Jednym z najważniejszych elementów tych terenów są zbiorniki pokopalniane, których utworzenie po zakończeniu eksploatacji węgla brunatnego było przewidziane niemal od początku prowadzenia prac górniczych. Nie zawsze jednak o budowie tych zbiorników pamiętano – wskazywano jedynie negatywne kierunki oddziaływania kopalń na środowisko. Ponadto znaczenie zbiorników szybko wzrosło w związku z ociepleniem klimatu i coraz częstszymi deficytami wody m.in. w Wielkopolsce i na Kujawach, a ich funkcjonowanie w pełni wpisuje się w zakres prac i wyzwań zawartych w dokumentach dotyczących polityki klimatycznej. Ponadto powinny one stanowić istotny element krajowej polityki gospodarowania wodą, dla której opracowanie odpowiedniego aktu prawnego wydaje się niezbędne. Stąd głównym celem opracowania jest zwrócenie uwagi na złożoność uwarunkowań towarzyszących powstawaniu i funkcjonowaniu zbiorników, ze szczególnym uwzględnieniem ich istotnej funkcji w zwiększeniu zasobów wodnych w okresie ocieplenia klimatu i związanej z tym polityki klimatycznej, a także analiza ich znaczenia dla środowiska oraz społeczeństwa.

## Zbiorniki pokopalniane w centralnej części Polski

### Geneza

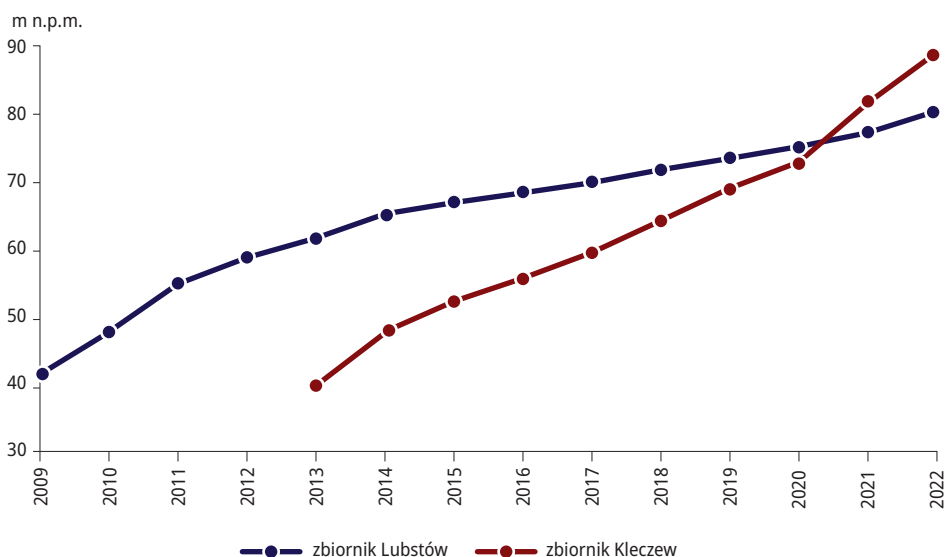
Zbiorniki pokopalniane w rejonie Konina i Turku powstały w efekcie wydobycia węgla brunatnego metodą odkrywkową. Wydobycie węgla jest poprzedzone zdjęciem nadkładu, czyli skał pokrywających złożę (w tych przypadkach są to głównie różnego rodzaju piaski i gliny). Łączna objętość nadkładu zdjętego z Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) „Konin” oraz z KWB „Adamów” wyniosła 4,14 mld m<sup>3</sup> do 2010 r.<sup>1</sup> W tym samym czasie w tych kopalniach wydobyto 739,5 mln ton węgla brunatnego. Nie oznacza to jednak, że objętość powstałych wyrobisk pokopalnianych odpowiada objętości nadkładu i wydobytego węgla. Część zdjętego nadkładu, w miarę przesuwania się frontów eksploatacyjnych, trafia z powrotem do odkrywki. Pozostała część jest transportowana poza odkrywkę i tworzy tzw. zwałowisko zewnętrzne. Zabiegi te są związane z zakrojonymi na szeroką skalę pracami rekultywacyjnymi, które umożliwiają zbycie gruntów, najczęściej dla innych celów gospodarczych. Prace rekultywacyjne są prowadzone – najogólniej – w dwóch kierunkach: wodnym i lądowym. Efektem rekultywacji w kierunku wodnym są zbiorniki pokopalniane, a rekultywacji w kierunku lądowym – m.in. obszary leśne czy rolnicze.

Powrót części nadkładu do wyrobiska ma bardzo istotne znaczenie w przypadku planów utworzenia zbiornika pokopalnianego. Im większa ilość nadkładu trafia do misy (czaszy) przyszłego zbiornika wodnego, tym będzie on płytszy. Warto podkreślić, że udział procentowy nadkładu ponownie zdeponowanego w czaszy zbiornika jest różny w każdym przypadku i zależy od uwarunkowań technologicznych oraz środowiskowych. Stąd powstające lub w pełni ukształtowane zbiorniki pokopalniane charakteryzują się różnym sposobem i stopniem ukształtowania dna i brzegów.

<sup>1</sup> Z. Kasztelewicz, M. Sikora, *Zarys historii i teraźniejszości branży węgla brunatnego w Polsce*, „Węgiel Brunatny” 2012, nr 1(78), s. 14–24.

Napełnienie każdego zbiornika pokopalnianego wymaga dostarczenia milionów, a do zbiorników największych – nawet setek milionów metrów sześciennych wody. Głównym źródłem ich zasilania są wody podziemne, które w okresie wydobywania węgla brunatnego wypompowuje się i odprowadza do cieków powierzchniowych, zanim dotrą do wyrobiska. Z KWB „Konin” i KWB „Adamów” do 2010 r. wypompowano łącznie 7,7 mld m<sup>3</sup> wody<sup>2</sup>, tj. średnio ok. 145 mln m<sup>3</sup>/rok (warto przypomnieć, że objętość największego w Polsce jeziora Śniardwy wynosi 658 mln m<sup>3</sup>). Po zakończeniu wydobywania węgla brunatnego i wyłączeniu pomp wody podziemne zaczynają dopływać do wyrobiska. Tempo ich dopływu i tym samym tempo napełniania zbiornika jest jednak różne. W przypadku zbiornika Lubstów średni wzrost poziomu wody wynosił ok. 2,9 m/rok, a w zbiorniku Kleczew – ok. 5,5 m/rok (wykres 1). Niekiedy napełnianie zbiornika może trwać ponad 10 lat. Stąd podejmowane są działania w celu przyspieszenia napełniania zbiorników wodą z pobliskich rzek lub wodą pochodzącą z odwodnienia sąsiednich odkrywek.

**Wykres 1. Wzrost średniego rocznego poziomu wody w zbiornikach Lubstów i Kleczew podczas ich napełniania w latach 2009–2022**



Źródło: opracowano na podstawie danych Zespołu Elektrowni „Pątnów-Adamów-Konin” (ZE PAK) SA Konin.

## Zasoby wodne zbiorników

Aktualnie łączną powierzchnię najważniejszych istniejących i planowanych zbiorników pokopalnianych ocenia się na 3710 ha (tabela 1). Wśród nich największą powierzchnię zajmują zbiorniki napełniane (1485 ha) oraz planowane (1040 ha), a łączna powierzchnia zbiorników gotowych

<sup>2</sup> Ibidem.

wynosi 716 ha. Taka struktura zbiorników, uwzględniająca zróżnicowanie etapów powstawania, stanowi potwierdzenie faktu ich przynależności do najmłodszych i ważnych elementów hydrologicznych w państwie.

**Tabela 1. Zbiorniki pokopalniane wschodniej części Wielkopolski i Kujaw**

Zbiornik	Rejon	Stan	Powierzchnia (w ha)	Głębokość maks. (w m)	Objętość (w mln m <sup>3</sup> )
Adamów końcowy	T	B	309	37,5	90,8
Adamów pośredni	T	N	105	37,0	22,0
Bilczew	K	G	41	21,5	4,6
Bogdałów**	T	G	12	11,7	0,6
Drzewce	K	B	160	41,0	35,2
Głowy	T	N	91	40,5	20,0
Janiszew	T	G	60	9,0	4,05
Józwin	K	P	750	68,7	220,0
Kleczew	K	N	550	63,7	149,0
Koźmin	T	G	121	10,0	7,57
Koźmin końcowy	T	N	131	45,8	35,5
Lubstów	K	N	480	63,0	137,0
Pątnów (Honoratka)*	K	G	340	ok. 50,0	83,4
Przykona**	T	G	142	7,6	6,1
Roztoka	K	N	19	9,0	1,5
Tomisławice	K	P	290	48,0	70,0
Władysławów	T	N	109	39,0	23,3

Objaśnienia:

Rejon: K – Konin; T – Turek

Stan: B – w budowie; G – gotowy; N – aktualnie napełniany; P – planowany

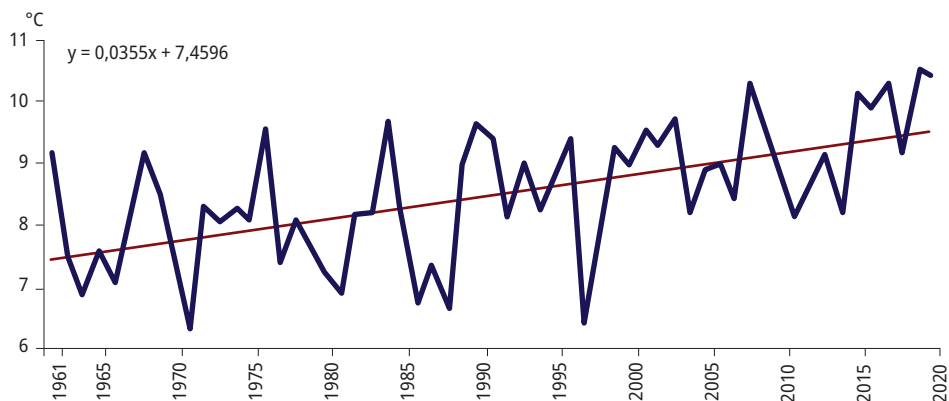
Źródło: opracowano na podstawie danych ZE PAK Konin; G. Wachowiak i A. Wachowiak, *Zbiornik w wyrobisku końcowym odkrywki „Pątnów” Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” i jego bilans wodny za okres 2003–2004*, „Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A. Geografia Fizyczna” 2005, t. 56, s. 157–176 oraz badań własnych.

Najbardziej istotnym elementem zbiorników są zgromadzone w nich zasoby wodne. W zbiornikach gotowych (i tym samym przekazanych do użytkowania) wynoszą one nieco ponad 106 mln m<sup>3</sup> i ponad 390 mln m<sup>3</sup> w zbiornikach znajdujących się obecnie w końcowej fazie napełniania. Po zakończeniu rekultywacji terenów górniczych w kierunku wodnym we wszystkich byłych odkrywkach węgla brunatnego w tej części Polski zostanie zgromadzonych ponad 900 mln m<sup>3</sup> wody. Nastąpi to pod koniec trzeciej dekady obecnego wieku, zaledwie ok. 40 lat od czasu utworzenia pierwszego zbiornika. Świadczy to o szybkich i rozległych zmianach hydrologicznych, które zasadniczo zmienią ukształtowanie sieci wodnej we wschodniej części Wielkopolski. W następnych latach podobne zmiany wystąpią po zakończeniu eksploatacji węgla brunatnego m.in. w rejonie Bełchatowa.

## Uwarunkowania klimatyczne

Analizowane zbiorniki pokopalniane są położone na obszarze charakteryzującym się niekorzystnymi uwarunkowaniami klimatycznymi. Wschodnia część Wielkopolski oraz Kujawy to tereny narażone od co najmniej kilkudziesięciu lat na niedobór opadów atmosferycznych. Mimo w miarę ustabilizowanego wieloletniego przebiegu rocznych sum opadów atmosferycznych roczne sumy opadów (według danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego) często nie przekraczają 500 mm i tym samym należą do najniższych nie tylko w Polsce, lecz także w całej Europie. W latach z opadami minimalnymi powstają susze hydrologiczne i hydrogeologiczne z odczuwalnymi nawet przez dwa–trzy lata skutkami w postaci rekordowo niskich stanów wód powierzchniowych i podziemnych. W latach 1980–2000 wystąpiły co najmniej cztery okresy suche (m.in. w 1989–1992, 1996–1997), a w okresie od 2000 do 2020 r. aż 10 lat zostało zaliczonych do tzw. suchych i/lub bardzo suchych. Na temat skutków susz w obrębie omawianego obszaru wypowiadali się wcześniej m.in. A. Kędziora<sup>3</sup> oraz P. Stachowski i in.<sup>4</sup> Zjawisko to jest wyjątkowo niekorzystne zwłaszcza w aspekcie ocieplenia klimatu. O ile średnia roczna temperatura powietrza w Kole w latach 1971–2000 wyniosła 8,2°C, o tyle od drugiej połowy lat 80. XX w. obserwuje się coraz szybszą tendencję jej wzrostu. W 2018 r. wyniosła już 10,3°C, w 2019 r. – 10,7°C, a w 2020 r. – 10,8°C. Zmiany średniej rocznej temperatury powietrza w Kole przedstawiono na wykresie 2. Przebieg linii trendu wskazuje na jej wzrost o ponad 2°C w latach 1961–2019, tj. średnio o 0,36°C/10 lat. Wyraźnie zauważalne jest także występowanie średniej rocznej temperatury powietrza wyższej od 8°C we wszystkich latach od 1998 r. włącznie.

**Wykres 2. Przebieg średniej rocznej temperatury powietrza w Kole w latach 1961–2019**



Źródło: opracowano na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB).

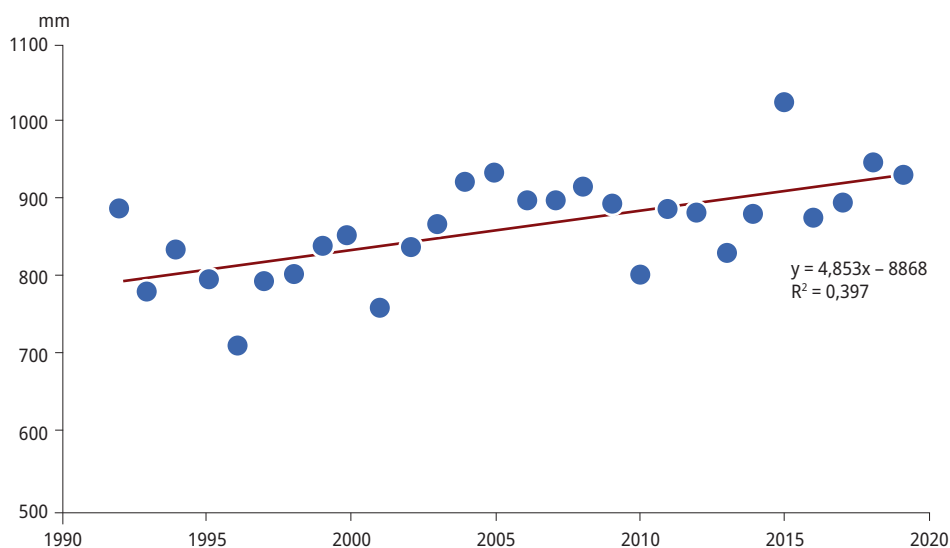
3 A. Kędziora, *Bilans wodny krajobrazu konińskich kopalni odkrywkowych w zmieniających się warunkach klimatycznych*, „Roczniki Gleboznawcze” 2008, t. 59, nr 2, s. 104–118.

4 P. Stachowski, A. Oliskiewicz-Krzywicka, J.M. Kupiec, *Naturalne uwarunkowania stanu wód jezior w rejonie Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2016, t. 18, s. 642–669.

Wzrostowi temperatury powietrza towarzyszą inne zjawiska meteorologiczne niekorzystne z perspektywy wielkości zasobów wodnych. Zaliczyć do nich należy m.in. wzrost usłonecznienia. W latach 1966–2010 średnie roczne usłonecznienie w Poznaniu wyniosło 1676 godzin. Począwszy od 1989 r. wartości usłonecznienia były niemal w każdym roku wyższe od średniej wieloletniej<sup>5</sup> i zaczęły przekraczać nawet 2000 godzin (w 2018 r. – 2161 godzin). Inne niekorzystne dla zasobów wodnych tendencje zmian elementów meteorologicznych polegają m.in. na wzroście niedosytu wilgotności powietrza, wzroście prędkości wiatru oraz obniżeniu się wilgotności względnej powietrza. Bliższe informacje na ten temat znajdują się w opracowaniu A. Kędziory<sup>6</sup>.

Wspomniane tendencje zmian elementów meteorologicznych skutkują zwiększeniem wielkości parowania, czyli ilości wody utraconej w tym przypadku przez zbiorniki. Wyniki obliczeń przeprowadzonych z zastosowaniem metody złożonej, określanej jako Penman + Iwanow, z uwzględnieniem m.in. wartości usłonecznienia wskazują na wzrost średnich rocznych wartości parowania ze zbiorników w okresie 1991–2019 z 810 mm do ok. 930 mm<sup>7</sup>. Maksymalna obliczona wielkość parowania w tym okresie wyniosła 1014 mm w 2015 r. (wykres 3).

**Wykres 3. Roczne wartości parowania z powierzchni wody w latach 1992–2019 w rejonie miejscowości Koło i Turek**



Obliczono metodą Penman + Iwanow na podstawie danych miesięcznych IMGW-PIB.

Źródło: W. Marszelewski, A. Piasecki, *Parowanie*, materiały niepublikowane, ZE PAK Konin, 2019.

5 W. Marszelewski, M. Ptak, R. Skowron, *Antropogeniczne i naturalne uwarunkowania zaniku jezior na Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim*, „Roczniki Gleboznawcze” 2011, t. 62, nr 2, s. 283–294.

6 A. Kędziora, *op. cit.*, s. 104–118.

7 W. Marszelewski, A. Piasecki, *Parowanie*, materiały niepublikowane, ZE PAK Konin, 2019.

Parowanie z powierzchni wody i całej zlewni poszczególnych zbiorników jest ważne ze względu na wielkość pionowej wymiany wody, czyli różnicy między opadami atmosferycznymi na powierzchnię zbiornika i jego zlewni a parowaniem. W okresie od 1991 do 2019 r. wystąpiła wyraźna przewaga lat z wartościami ujemnymi, czyli sytuacji, w których warunki naturalne (bez uwzględnienia warunków hydrogeologicznych) predysponują analizowany obszar do zmniejszania (ograniczania) wielkości zasobów wodnych. Jedynie w pojedynczych latach (1999, 2000, 2001 i 2010) wymiana pionowa była nieznacznie dodatnia, czyli nastąpił wzrost zasobów wodnych w zlewni i zbiornikach. Warto podkreślić, że po 2010 r. ujemne wartości wymiany pionowej wody były coraz wyższe, z rekordowo wysoką wartością w 2015 r., która w przypadku zbiorników wyniosła –619 mm.

## **Funkcjonowanie zbiorników pokopalnianych w okresie zmian klimatu**

Zbiorniki na obszarach wydobywania węgla brunatnego miały już z założenia odgrywać ważną rolę środowiskową i społeczną. Pierwsza z nich polegała na zwiększeniu zasobów wodnych w skali państwa. Ponadto utworzenie nowych ekosystemów wodnych stanowiło i stanowi szansę na wzrost bioróżnorodności na tym obszarze, która w XX w. i wiekach poprzednich została silnie ograniczona wskutek intensywnego rozwoju gospodarki rolnej. Z kolei społeczna rola zbiorników miała polegać na umożliwieniu wykorzystania ich do różnych celów przez mieszkańców regionu oraz podmioty gospodarcze, i to zadanie także jest realizowane. Aktualnie znane są pierwsze korzyści takiego wykorzystania zbiorników, a także nowe obowiązki związane z funkcjonowaniem tego typu rezerwarów i zapewnieniem im prawidłowej ochrony. Obecnie stają się one ważnymi obiektami w ramach polityki klimatycznej i w pełni wpisują się w wiele zadań wynikających z wyzwań gospodarki wodnej w okresie ocieplenia klimatu.

## **Aspekty środowiskowe**

Funkcjonowanie nowych zbiorników jest uzależnione w pierwszej kolejności od parametrów głębokościowych. Z tego powodu decyzja o głębokości zbiornika ma wpływ na jego przyszły typ miktyczny, od którego zależy tempo mieszania się wody. Woda w płytkich zbiornikach, określanych jako polimiktyczne, podlega wymieszaniu od powierzchni do dna wielokrotnie w ciągu roku. Z kolei mieszanie wody w zbiornikach głębokich, czyli dymiktycznych, zachodzi tylko dwukrotnie w ciągu roku, tj. wiosną i jesienią. Procesy te, a także dopływ różnego rodzaju zanieczyszczeń ze zlewni zbiorników, w największym stopniu decydują i będą w przyszłości decydować o ich cechach fizycznych, chemicznych i biologicznych, które z kolei kształtują jakość wody. Utrzymanie dobrej jakości wody w zbiornikach należy uznać za jedno z głównych zadań gospodarki wodnej w zlewniach zbiorników pokopalnianych. Wyniki badań już istniejących

zbiorników wskazują na dobrą na ogół jakość wody<sup>8</sup>, spontaniczny rozwój biocenozy i skłonność do kolonizacji przez gatunki inwazyjne<sup>9</sup>.

Utrzymanie dobrej jakości wody zależy także od zasilania zbiorników. Oprócz opadów atmosferycznych zbiorniki te, zwłaszcza głębokie, są silnie powiązane z wodami podziemnymi<sup>10</sup> i w niewielkim stopniu z wodami powierzchniowymi. Żeby przyspieszyć ich napełnienie, już od wielu lat podejmowano próby doprowadzenia dodatkowych, ale niewielkich ilości wody, głównie z cieków powierzchniowych. W ostatnich latach powstał duży projekt Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie i ZE PAK Konin polegający – najogólniej – na przekierowaniu wody z cieków powierzchniowych (m.in. z rzeki Warty, Kanału Ślesińskiego, a nawet ze zbiornika Jeziorsko) przez rurociągi, rowy i lokalne cieki do zbiorników pokopalnianych. W wyniku realizacji tego projektu oczekuje się dużego przyrostu retencji zbiornikowej i odbudowy zasobów wodnych w jeziorach i mokradłach<sup>11</sup>. Prace te, zakrojone na szeroką skalę, w związku z koniecznością zwiększenia retencji są jak najbardziej wskazane. Doprowadzą jednak w niedalekiej przyszłości do dalszych przekształceń zbiorników pokopalnianych. Część z nich zmieni typ hydrologiczny z bezodpływowych na przepływowe, zwiększy się tempo wymiany poziomej wody, zostaną one zasilone wodami „obcymi”. Szczególnie ostrożnie należy podejść do zasilania zbiorników wodą z rzeki Warty, która – mimo poprawy – nadal charakteryzuje się niską jakością<sup>12</sup>. Fakt ten może przyspieszyć eutrofizację zbiorników i tym samym pogorszyć jakość wody. Zmieniają się także parametry zlewniowe nowych zbiorników. Aktualnie większość z nich ma niewielkie zlewnie powierzchniowe w stosunku do ich powierzchni. W wyniku realizacji wspomnianego projektu powierzchnie zlewni zbiorników zostaną jednak powiększone co najmniej kilkakrotnie. Od dawna wiadomo natomiast, że od powierzchni zlewni i sposobu jej zagospodarowania zależy presja środowiska i człowieka na wody stojące<sup>13</sup>. Niestety, skutki tej presji są prawie zawsze negatywne i doprowadzają do ich degradacji. W przypadku zbiorni-

8 W. Marszelewski et al., *Understanding Abiotic and Biotic Conditions in Post-Mining Pit Lakes for Efficient Management: A Case Study (Poland)*, „Mine Water Environ” 2017, t. 36, s. 418–428, <https://doi.org/10.1007/s10230-017-0434-8>.

9 A. Goździejewska et al., *Zbiorniki poeksploatacyjne i technologiczne w kopalniach węgla brunatnego – cechy ekologiczne i podobieństwa do ekosystemów naturalnych* [w:] *Rekultywacja i rewitalizacja rejonów pogórnich w Polsce i w Niemczech*, red. M. Cała, J. Schlenstedt, A. Ostregę, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2019, s. 115–133.

10 J. Przybyłek, *Warunki hydrogeologiczne i problemy odwadniania odkrywek węgla brunatnego we wschodniej Wielkopolsce*, „Rocznik Gleboznawczy” 2011, t. 62, nr 2, s. 341–356.

11 B. Nowak, P. Szadek, J. Rosa, *Analiza możliwości przyspieszenia odbudowy zasobów wodnych w rejonie górnej Noteci i zalewanego wyrobiska końcowego odkrywki Lubstów (Polska środkowo-zachodnia)*, „Gospodarka Wodna” 2022, nr 8, s. 4–17, <https://doi.org/10.15199/22.2022.8.1>; B. Nowak, J. Władczyk, *Działania retencyjne Wód Polskich na obszarze Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego*, „Gospodarka Wodna” 2022, nr 2, s. 12–19, <https://doi.org/10.15199/22/2022.2.2>.

12 *Stan środowiska w województwie wielkopolskim. Raport 2020*, pod kier. M. Pułyk, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Poznaniu, Poznań 2020.

13 E. Bajkiewicz-Grabowska, *Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie*, „Wiadomości Ekologiczne” 1987, t. 33, nr 3, s. 279–289.



ków pokopalnianych sytuacja wydaje się jeszcze bardziej skomplikowana i łączy się z wieloma problemami<sup>14</sup>.

Wszystkie zbiorniki, podobnie jak inne wody zaliczane do stojących, podlegają naturalnemu procesowi starzenia się, który jest znacznie przyspieszony wskutek działalności człowieka. W tym czasie zmieniają się parametry ich mis i wody oraz fauna i flora, czyli cały ekosystem wodny. W efekcie następuje zanik zbiornika. Pierwsze symptomy tego rodzaju zmian można już obserwować w kilku istniejących zbiornikach pokopalnianych, a wkrótce w kolejnych. Na te niekorzystne procesy (z perspektywy np. wielkości zasobów wodnych) negatywny wpływ będą miały w przyszłości skutki dalszego ocieplenia klimatu. We wszystkich scenariuszach klimatycznych do końca XXI w. przewiduje się dalszy wzrost temperatury powietrza w tempie podobnym do tego znanego z ostatnich dwóch dekad lub nawet większym<sup>15</sup>. Spowoduje to wzrost temperatury wody w nowych zbiornikach, a to z kolei przyczyni się do wzrostu parowania z powierzchni wody i z powierzchni zlewni. Należy się spodziewać m.in. zmian cech fizycznych wody i stężenia tlenu, a więc parametrów o podstawowym znaczeniu dla ekosystemów wodnych. Do innych skutków należy zaliczyć przyspieszenie tempa sedymentacji w wyniku zmniejszenia zdolności planktonu do utrzymywania się w wodzie. Z kolei wzrost zasobów ciepła w zbiornikach będzie modyfikować m.in. przebieg cyklu rozwojowego organizmów wodnych.

W następnych dziesięcioleciach nastąpi dalsze skrócenie okresu występowania pokrywy lodowej, a zimy bez pokrywy lodowej będą się pojawiać coraz częściej. W ten sposób okresy cyrkulacji wody w zbiornikach, dotychczas występujące jesienią i wiosną, najprawdopodobniej połączą się w jeden sezon trwający ok. 5 miesięcy, tj. od listopada do marca. Dotyczyć to będzie zbiorników głębokich, aktualnie zaliczanych do dymiktycznych (czyli charakteryzujących się dwoma okresami mieszania się wody i dwoma okresami jej stagnacji). W przypadku jezior polimiktycznych (czyli podlegających w ciągu roku wielokrotnej cyrkulacji wody od powierzchni do dna) mieszanie wody będzie się odbywać przez cały rok, w tym także w okresie zimy. W wyniku tego w zbiornikach nastąpi wzmożenie resuspensji<sup>16</sup> osadów i rozprowadzania zawiesiny w całej ich objętości przez znacznie dłuższy czas niż obecnie, co nie wpłynie korzystnie na ich stan ekologiczny.

## Aspekty społeczne

Nowe zbiorniki pokopalniane, w tym zwłaszcza na obszarach eksploatacji węgla brunatnego, stają się coraz bardziej istotne dla społeczności nie tylko lokalnych, lecz także regionalnych

14 K. Rózkowski, K. Polak, M. Cała, *Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010, t. 34, nr 4, s. 517–525.

15 Intergovernmental Panel on Climate Change, *Zmiana klimatu 2022. Zagrożenia, adaptacja i wrażliwość. Podsumowanie dla decydentów. Wkład II Grupy Roboczej do 6 Raportu Podsumowującego Międzyrządowego Panelu ds. Zmiany Klimatu*, 2022, [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/Raport\\_IPCC\\_cz2\\_29\\_11\\_22\\_OST.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/Raport_IPCC_cz2_29_11_22_OST.pdf) [dostęp: 7 czerwca 2023 r.].

16 Resuspensja – proces przemieszczania się nierozpuszczalnych cząstek osadów do toni wodnej na skutek ruchu wody, spowodowanego np. działaniem wiatru lub deszczu.

i ponadregionalnych. Jeszcze w latach 80. XX w. zbiorniki te nie były jednak doceniane, a na temat ich przyszłości wypowiedziano się raczej pesymistycznie. Ponadto inwestycjom górniczym towarzyszyło często niezadowolenie, zwłaszcza wśród osób niezwiązanych bezpośrednio z ich rozwojem. Kolejną przeszkodą był brak wystarczającej wiedzy o roli zbiorników po zakończeniu eksploatacji. Poza tym terminy zagospodarowania odkrywek i przekształcenia ich w zbiorniki wydawały się bardzo odległe (z tym należy się zgodzić), a odległa przyszłość nie była interesująca dla społeczności lokalnych, a tym bardziej dla szerszych grup społecznych. Przykładem jest zbiornik Janiszew, jeden z pierwszych zbiorników utworzony na terenie zwałowiska wewnętrznego Odkrywki „Adamów” eksploatowanej już w latach 60. XX w. Stosowne porozumienie w sprawie jego utworzenia podpisano między KWB „Adamów” SA i gminą Przykona w 1995 r., a przekazanie zbiornika do eksploatacji nastąpiło w 2004 r.<sup>17</sup> Inwestycja ta, a także wcześniejsze utworzenie zbiornika Bogdałów na terenie Nadleśnictwa Turek niewątpliwie przyczyniły się do szybkiego wzrostu zainteresowania nowymi obiektami wodnymi. Działki rekreacyjne przy kolejnym zbiorniku Przykona zostały szybko sprzedane.

Utworzenie pierwszych zbiorników pokopalnianych na przełomie XX i XXI w. zbiegło się w czasie z kilkoma istotnymi zjawiskami, w tym m.in.:

- szybkim wzrostem zainteresowania turystyką i rekreacją,
- wzrostem zainteresowania wypoczynkiem, zwłaszcza aktywnym,
- wzrostem świadomości ekologicznej w związku z ociepleniem klimatu, okresowymi niedoborami wody i wynikającej z tego konieczności jej retencjonowania.

Ponadto temat nowych zbiorników pokopalnianych coraz częściej był nagłaśniany w mediach, a zbiorniki stały się obiektami zainteresowania nie tylko władz kopalni i samorządów, lecz także podmiotów odpowiedzialnych za gospodarkę wodną.

Zbiornik Przykona stanowi interesujący przykład zaspokajania potrzeb społecznych. Jest także dowodem współpracy samorządu oraz KWB „Adamów” w zakresie rewitalizacji terenów pogórnich<sup>18</sup>. Umożliwia rekreację, w tym korzystanie z kąpielisk, przystani żeglarskiej i wypożyczalni sprzętu pływającego. Jest dobrym miejscem do uprawiania sportów wodnych. Ponadto sprzyja uprawianiu wędkarstwa (także z pomostów) ze względu na korzystne warunki siedliskowe dla kilku gatunków ryb. Zlokalizowany przy nim punkt czerpania wody do celów przeciwpożarowych zwiększa bezpieczeństwo mieszkańców. Zbiornik pełni także funkcję przeciwpowodziową.

Zbiorniki pokopalniane przyczyniają się również do poprawy mikroklimatu w otoczeniu, co jest ważne zarówno ze społecznego, jak i z przyrodniczego punktu widzenia. Fakt ten należy uznać za jedną z ich ważniejszych funkcji w okresie ocieplenia klimatu. W przypadku największych zbiorników wzrost wilgotności powietrza będzie zauważalny nawet w odległości do 2–4 km w zależności od ukształtowania terenu. Wzrost wilgotności powietrza pozytywnie wpływa na zdrowie i samopoczucie człowieka, zwłaszcza podczas upałów. Ponadto po uwzględnieniu głównie rolniczego charakteru zlewni nowych zbiorników nie sposób pominąć korzyst-

17 L. Szwed, *Budowa zbiornika Janiszew w KWB „Adamów” SA*, „Węgiel Brunatny” 2008, nr 3(64), s. 10–13.

18 K. Polak, J. Klich, *Uwarunkowania prowadzenia rekultywacji wodnej na terenach poeksploatacyjnych na przykładzie zbiornika wodnego Przykona*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 2009, nr 436, s. 373–378.

nego wpływu zwiększonej wilgotności powietrza na uprawy rolne. Warto przypomnieć, że już małe śródlądne zbiorniki retencyjne pozytywnie oddziałują na florę, w tym m.in. na przyrost grubości drzew, co potwierdziły wyniki analiz statystycznych przeprowadzonych m.in. przez K. Czyżyka i B. Portera<sup>19</sup>.

Zbiorniki pokopalniane przyczyniają się także w dużym stopniu do urozmaicenia i wzbogacenia krajobrazu. Jest to szczególnie ważne w okolicy Turku, miejscowości ubogiej pod względem wód stojących. Jak ogólnie wiadomo, krajobraz jest bogactwem i pełni ważne funkcje, zwłaszcza w życiu człowieka. Wysoka jakość krajobrazu – a zbiorniki pokopalniane taką jakość zapewniają – sprzyja tworzeniu się więzi społecznych. Mieszkańcy silnie utożsamiają się z otoczeniem harmonijnym, racjonalnie ukształtowanym i atrakcyjnym krajobrazowo. Środowisko życia człowieka, w tym także krajobraz, wpływa również na jego działalność twórczą i tworzy nierozzerwalny związek pomiędzy otoczeniem a wytworami kultury<sup>20</sup>.

Warto także wspomnieć, że bogate i nieco dłuższe doświadczenie w zarządzaniu i wykorzystaniu zbiorników pokopalnianych posiadają samorzady niemieckie, zwłaszcza w nieodległym od Polski regionie Lipsk-Halle-Dessau. Zasoby wód stojących w tym regionie były ubogie, podobnie jak w Wielkopolsce i na Kujawach. Powierzchnia nowego pojezierza o genecie antropogenicznej wyniesie w 2050 r. 190 km<sup>2</sup>, przy czym 175 km<sup>2</sup> będą stanowić zbiorniki pokopalniane o ogromnej łącznej pojemności wynoszącej według A. Berkner<sup>21</sup> 3,8 km<sup>3</sup>. Ich budowa całkowicie zmieniła ukształtowanie sieci wodnej i doprowadziła do silnego rozwoju turystyki. Do nowych zbiorników doprowadzono wodę licznymi kanałami z odwodnienia aktywnych jeszcze odkrywek węgla brunatnego. W ten sposób zapewniono szybkie i sprawne ich napełnienie, a także – co jest niezmiernie ważne – odpowiednią jakość wody. Dzięki temu nastąpiło korzystne dla wszystkich zespolenie działań ukierunkowanych na odkrywki czynne, zamykane i podlegające rekultywacji w kierunku wodnym. Odpowiedzialność za planowanie zagospodarowania terenów po eksploatacji węgla brunatnego (a także za rozwój *public relations* w tym zakresie) przejęło działające już od połowy lat 90. XX w. Stowarzyszenie Planowania Regionalnego Lipsk-Zachodnia Saksonia. Dzięki osiągnięciom tego stowarzyszenia nowe antropogeniczne Pojezierze Lipskie stanowi dzisiaj intensywnie rozwijający się region turystyczny na obszarze, którego krajobraz określano jeszcze niedawno jako „księżycowy”. Aktualnie główne zadania stowarzyszenia, które zapewne są lub wkrótce będą musiały być realizowane także w rejonie zbiorników w centralnej Polsce, obejmują m.in. analizę skutków wzrostu poziomu wód gruntowych, ochronę przeciwpowodziową, problemy jakości wody, analizę zmian warunków wodnych i bezpieczeństwo geotechniczne zwłaszcza w obrębie skarp zbiorników pokopalnianych<sup>22</sup>.

19 K. Czyżyk, B. Porter, *Wpływ małych śródlądnych zbiorników wodnych na przyrost radialny drzew*, „Sylwan” 2018, t. 162, nr 7, s. 539–546.

20 Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska we Wrocławiu, <https://www.gov.pl/web/rdos-wroclaw> [dostęp: 6 czerwca 2023 r.].

21 A. Berkner, *Plany dotyczące przywrócenia do użytkowania terenów pogórnicznych oraz regionalnego rozwoju. Doświadczenia i priorytetowe kierunki działania dla Regionu Lipsk-Zachodnia Saksonia* [w:] *Rekultywacja i rewitalizacja rejonów pogórnicznych w Polsce i w Niemczech*, red. M. Cała, J. Schlenstedt, A. Ostręga, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2019, s. 21–40.

22 *Ibidem*.

## Aspekty związane z polityką klimatyczną

Jednym z głównych zadań polityki klimatycznej jest określanie ram prawno-politycznych umożliwiających wdrożenie działań na rzecz ochrony klimatu, w tym także adaptacji do zmian klimatu i zapobiegania dalszym zmianom. Początkowo polityka klimatyczna, w skali zarówno globalnej, jak i Unii Europejskiej, koncentrowała się zwłaszcza na polityce energetycznej. Obecnie coraz częściej obejmuje inne elementy, w tym zwłaszcza gospodarkę wodną. Potwierdzeniem tego jest m.in. komunikat na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce z 2020 r.<sup>23</sup>, w którym – oprócz syntetycznego omówienia negatywnego wpływu zmian klimatu na zasoby wodne i gospodarkę wodną Polski – wskazano wiele zaleceń adaptacyjnych. Jako „lekarstwo” zapobiegające dużej zmienności zasobów wodnych Polski, należących do najniższych w Europie, wymieniono retencjonowanie wody i podano różne jego propozycje. Nie wskazano jednak zbiorników pokopalnianych, które już aktualnie stają się ważnymi elementami retencji wodnej m.in. ze względu na wspomniane wcześniej gromadzone w nich duże zasoby wody. Ponadto po wypełnieniu wodą podobnych wyrobisk w pobliżu Bełchatowa w połowie obecnego wieku zasoby te wzrosną kilkukrotnie. Zasoby wodne w zbiornikach pokopalnianych mogą znacząco przyczynić się do rozwiązania ważnych problemów w ramach polityki klimatycznej, w tym w rolnictwie, m.in. w zakresie nawadniania upraw. Wobec wzrastającego zagrożenia coraz częstszy suszami woda ze zbiorników może zastąpić rabunkowe i szkodliwe dla środowiska pobory wód podziemnych.

Zbiorniki pokopalniane nie zostały także uwzględnione w Planie przeciwdziałania skutkom suszy<sup>24</sup>. W części przedmiotowego planu dotyczącej retencji zbiornikowej są jedynie analizowane duże zbiorniki wielozadaniowe zlokalizowane w dolinach rzek i ich przydatność do gospodarowania odpływem rzeczny w Polsce. Omówiono też inne formy retencji, w tym jeziornej, w stawach rybnych, retencji korytowej i dolinowej. O zbiornikach pokopalnianych nie wspomina się również w innej części tego planu, która dotyczy budowy lub przebudowy urządzeń wodnych służących przeciwdziałaniu skutkom suszy. Tymczasem – jak wcześniej wskazano – Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie analizuje możliwości i konieczność ich budowy w zlewniach tych zbiorników.

Zbiorniki pokopalniane pominięto także w „Alertach Wodnych”<sup>25</sup>, cyklu opracowań na temat zasobów wodnych i gospodarki wodnej w Polsce. Alerty te stanowią wartościową inicjatywę think tanku Open Eyes Economy oraz Kolegium Gospodarki i Administracji Publicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. W dziewięciu „Alertach Wodnych” oraz syntetycznym raporcie pt. *Gospodarowanie wodą – wyzwania dla Polski*<sup>26</sup> nie wspomniano o zbiornikach po-

23 Komunikat 01/2020 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce, [https://informacje.pan.pl/images/2020/20200612\\_komunikat\\_zespołu\\_doradców\\_PAN\\_1.pdf](https://informacje.pan.pl/images/2020/20200612_komunikat_zespołu_doradców_PAN_1.pdf) [dostęp: 6 czerwca 2023 r.].

24 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 lipca 2021 r. w sprawie przyjęcia Planu przeciwdziałania skutkom suszy (Dz.U. 2021, poz. 1615).

25 *Alert Wodny*, Open Eyes Economy Summit, <https://oees.pl/alerty-eksperckie/> [dostęp: 6 czerwca 2023 r.].

26 *Raport gospodarowanie wodą – wyzwania dla Polski*, red. Z. Kundzewicz, J. Zaleski, A. Januchty-Szostak, E. Nachlik, Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków 2020, [https://oees.pl/wp-content/uploads/2020/11/raport\\_gospodarowanie\\_woda\\_2611ost.pdf](https://oees.pl/wp-content/uploads/2020/11/raport_gospodarowanie_woda_2611ost.pdf) [dostęp: 6 czerwca 2023 r.].

kopalnianych, mimo że w publikacjach omówiono najważniejsze kwestie dotyczące potrzeb wodnych, polityki i zarządzania w gospodarce wodnej oraz propozycje niezbędnych działań. Jest to zastanawiające tym bardziej, że w „Alertach Wodnych” wymieniono praktycznie wszystkie, nawet najmniejsze, formy i rodzaje retencji, a pominięto obiekty, które za ok. 10 lat będą gromadzić blisko 1 km<sup>3</sup> wody, a za kolejne ok. 20 lat (a więc po utworzeniu zbiorników w rejonie Bełchatowa) ich łączna objętość przekroczy 3,5 km<sup>3</sup>. Po uwzględnieniu tego faktu zbiorniki pokopalniane będą należały do najbardziej zasobnych w wodę obiektów hydrologicznych w Polsce.

## Podsumowanie

Historia zbiorników pokopalnianych na obszarach eksploatacji węgla brunatnego w centralnej części Polski jest krótka i liczy niespełna 40 lat. Koncepcja budowy zbiorników jako ważny kierunek rekultywacji terenów pogórnich pojawiła się jednak dopiero w latach 90. XX w. Był to okres wielkich zmian gospodarczych, społecznych i politycznych, którym towarzyszył także szybki wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa. W okresie tym coraz częściej zaczęły się ujawniać różnego rodzaju problemy wynikające ze zmian klimatu. Niekorzystne skutki zmian klimatycznych stały się widoczne zwłaszcza w przypadku zasobów wodnych. Aktualnie zainteresowanie retencjonowaniem wody i prawidłowym gospodarowaniem jej zasobami jest duże ze względu na zmniejszające się zasoby wodne w co najmniej kilku regionach Polski. Problemy te omówiono w kilku ważnych dokumentach nawiązujących do polityki klimatycznej, ale w żadnym z nich nie znajduje się bezpośrednie odniesienie do zbiorników pokopalnianych. Wydaje się, że pomijanie tego typu rezerwuarów przy wskazywaniu kierunków działania w zakresie ochrony klimatu i adaptacji do zmian klimatu jest potwierdzeniem braku wystarczającej integracji gospodarowania wodami z otoczeniem społeczno-gospodarczym i planowaniem przestrzennym. Tymczasem korzyści i możliwości wynikające z utworzenia zbiorników pokopalnianych doskonale wpisują się w niemal wszystkie wyzwania w zakresie gospodarki wodnej określone m.in. w komunikacie na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce z 2020 r.<sup>27</sup> Dzięki zbiornikom pokopalnianym z pewnością będzie możliwe zarówno istotne zwiększenie zasobów wodnych w centralnej części Polski, jak i poprawa warunków oraz jakości życia społeczności, nie tylko lokalnej. Przydatność zbiorników do celów środowiskowych i społecznych nie budzi obecnie żadnych zastrzeżeń. Przeciwnie, istnieje coraz większe zapotrzebowanie na dokończenie budowy i możliwie szybkie napełnienie wodą pozostałych podobnych obiektów. Zbiorniki przyczynią się także do polepszenia warunków występowania wód podziemnych i powierzchniowych, w tym cieków i jezior znajdujących się nawet w znacznym oddaleniu.

O ile tworzy się plany budowy we wschodniej części Wielkopolski systemów hydrograficznych łączących nowe zbiorniki z ciekami przez m.in. kanały i rowy, o tyle brakuje informacji o planowanych sposobach i zakresie ich ochrony. Aktualnie istnieje pilna potrzeba opracowania

<sup>27</sup> Komunikat...

planu ochrony zbiorników pokopalnianych, który wymaga dobrej wiedzy w zakresie kształtowania się ekosystemów zbiorników pokopalnianych w pierwszej fazie ich funkcjonowania. Badania kilku zbiorników (Lubstów, Kleczew, Bogdałów, Janiszew i Przykona) rozpoczęte w 2011 r. przez badaczy z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu nie są wystarczające. Prowadzone były jedynie okresowo, w ramach środków własnych i z pomocą (głównie techniczną) KWB „Adamów” i KWB „Konin”. Tymczasem wiedza o początkowym stanie nowych ekosystemów zbiornikowych powinna stanowić podstawę do dalszego monitorowania zachodzących w nich zmian i opracowania planu ich ochrony. Plan taki jest niezbędny zwłaszcza w aspekcie obserwowanych zmian klimatu, przewidywanych dalszych komplikacji wynikających z jego ocieplenia i konieczności adaptacji do zmieniających się warunków. Wydaje się, że tylko przez sporządzenie odpowiedniego planu integrującego gospodarowanie wodą z otoczeniem społeczno-gospodarczym i planowaniem przestrzennym będzie można określić dalsze, właściwe kierunki wykorzystania i funkcjonowania nowych zbiorników w celu zachowania ich dla przyszłych pokoleń w dobrym stanie ekologicznym. Działania takie w całości wpisują się w wyzwania polityki w zakresie gospodarowania wodą i tym samym polityki klimatycznej.

## Bibliografia

- Bajkiewicz-Grabowska E., *Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie*, „Wiadomości Ekologiczne” 1987, t. 33, nr 3.
- Berkner A., *Plany dotyczące przywrócenia do użytkowania terenów pogórnich oraz regionalnego rozwoju. Doświadczenia i priorytetowe kierunki działania dla Regionu Lipsk-Zachodnia Saksonia [w:] Rekultywacja i rewitalizacja rejonów pogórnich w Polsce i w Niemczech*, red. M. Cała, J. Schlenstedt, A. Ostręga, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2019.
- Czyżyk K., Porter B., *Wpływ małych śródlęśnych zbiorników wodnych na przyrost radialny drzew*, „Sylwan” 2018, t. 162, nr 7.
- Goździejewska A., Skrzypczak A., Florczyk A., Szwed L., *Zbiorniki poeksploatacyjne i technologiczne w kopalniach węgla brunatnego – cechy ekologiczne i podobieństwa do ekosystemów naturalnych [w:] Rekultywacja i rewitalizacja rejonów pogórnich w Polsce i w Niemczech*, red. M. Cała, J. Schlenstedt, A. Ostręga, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2019.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, *Zmiana klimatu 2022. Zagrożenia, adaptacja i wrażliwość. Podsumowanie dla decydentów. Wkład II Grupy Roboczej do 6 Raportu Podsumowującego Międzyrządowego Panelu ds. Zmiany Klimatu*, 2022, [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/Raport\\_IPCC\\_cz2\\_29\\_11\\_22\\_OST.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/Raport_IPCC_cz2_29_11_22_OST.pdf).
- Kaszelewicz Z., Sikora M., *Zarys historii i teraźniejszości branży węgla brunatnego w Polsce*, „Węgiel Brunatny” 2012, nr 1(78).
- Kędziora A., *Bilans wodny krajobrazu konińskich kopalni odkrywkowych w zmieniających się warunkach klimatycznych*, „Roczniki Gleboznawcze” 2008, t. 59, nr 2.
- Komunikat 01/2020 interdyscyplinarnego Zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy Prezesie PAN na temat zmiany klimatu i gospodarki wodnej w Polsce, [https://informacje.pan.pl/images/2020/20200612\\_komunikat\\_zespołu\\_doradców\\_PAN\\_1.pdf](https://informacje.pan.pl/images/2020/20200612_komunikat_zespołu_doradców_PAN_1.pdf).

- Marszelewski W., Dembowska E., Napiórkowski P., Solarczyk A., *Understanding Abiotic and Biotic Conditions in Post-Mining Pit Lakes for Efficient Management: A Case Study (Poland)*, „Mine Water Environ” 2017, nr 36, <https://doi.org/10.1007/s10230-017-0434-8>.
- Marszelewski W., Piasecki A., *Parowanie*, materiały niepublikowane, ZE PAK Konin, 2019.
- Marszelewski W., Ptak M., Skowron R., *Antropogeniczne i naturalne uwarunkowania zaniku jezior na Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim*, „Roczniki Gleboznawcze” 2011, t. 62, nr 2.
- Nowak B., Szadek P., Rosa J., *Analiza możliwości przyspieszenia odbudowy zasobów wodnych w rejonie górnej Noteci i zalewanego wyrobiska końcowego odkrywki Lubstów (Polska środkowo-zachodnia)*, „Gospodarka Wodna” 2022, nr 8, <https://doi.org/10.15199/22.2022.8.1>.
- Nowak B., Władczyk J., *Działania retencyjne Wód Polskich na obszarze Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego*, „Gospodarka Wodna” 2022, nr 2, <https://doi.org/10.15199/22/2022.2.2>.
- Polak K., Klich J., *Uwarunkowania prowadzenia rekultywacji wodnej na terenach poeksploatacyjnych na przykładzie zbiornika wodnego Przykona*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 2009, nr 436.
- Przybyłek J., *Warunki hydrogeologiczne i problemy odwadniania odkrywek węgla brunatnego we wschodniej Wielkopolsce*, „Rocznik Gleboznawczy” 2011, t. 62, nr 2.
- Raport gospodarowanie wodą – wyzwania dla Polski*, red. Z. Kundzewicz, J. Zaleski, A. Januchty-Szostak, E. Nachlik, Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków 2020, [https://oee.pl/wp-content/uploads/2020/11/raport\\_gospodarowanie\\_woda\\_2611ost.pdf](https://oee.pl/wp-content/uploads/2020/11/raport_gospodarowanie_woda_2611ost.pdf).
- Różkowski K., Polak K., Cała M., *Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010, t. 34, nr 4.
- Stachowski P., Oliskiewicz-Krzywicka A., Kupiec J.M., *Naturalne uwarunkowania stanu wód jezior w rejonie Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2016, nr 18.
- Stan środowiska w województwie wielkopolskim. Raport 2020*, pod kier. M. Pułyk, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Poznaniu, Poznań 2020.
- Szwed L., *Budowa zbiornika „Janiszew” w KWB „Adamów” SA*, „Węgiel Brunatny” 2008, nr 3(64).
- Wachowiak G., Wachowiak A., *Zbiornik w wyrobisku końcowym odkrywki „Pątnów” Kopalni Węgla Brunatnego „Konin” i jego bilans wodny za okres 2003–2004*, „Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A. Geografia Fizyczna” 2005, nr 56.

## Akty prawne

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 lipca 2021 r. w sprawie przyjęcia Planu przeciwdziałania skutkom suszy (Dz.U. 2021, poz. 1615).

## Strony internetowe

Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska we Wrocławiu, <http://wroclaw.rdos.gov.pl>.