WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Czaplinek dnia 2026 11 10

Ocena stanu ekologicznego jezior Nawsie i Psarskie wraz z oceną siedliska przyrodniczego 3140

Dofinansowano przez WFOŚIGW w Szczecinie w ramach realizacji zadania "Ochrona i odbudowa zasobów przyrodniczych jezior Nawsie i Psarskie poprzez zarybianie, monitoring środowiskowy i edukację ekologiczną

Opinię sporządzono w ramach zadania Ocena stanu ekologicznego jezior Nawsie i Psarskie wraz z oceną siedliska przyrodniczego 3140. Zakres obejmuje ekspercką ocenę wybranych elementów stanu ekologicznego, wycinkową ocenę siedliska 3140 oraz podstawowe uwarunkowania bezpośrednich zlewni jezior, zgodnie z deklaracją zakresu z 10 lipca 2026 r. Podstawę stanowią dane lokalne i historyczne, materiały przestrzenne oraz rozpoznanie terenowe, z uwzględnieniem obserwacji z 9 listopada 2026 r. oraz uzupełnienia autora z 10 listopada 2026 r. Wyniki przedstawiono jako końcową opinię ekspercką w tym zakresie. Czytelnik otrzymuje zatem ocenę obecnych objawów, ich znaczenia dla siedlisk oraz kierunków ochrony. Kolejne rozdziały prowadzą od warunków życia roślin i zwierząt, przez układ jezior i dostępne dowody, do działań potrzebnych dla ograniczenia presji.

Stan obu jezior wymaga rozdzielnej oceny. Nawsie wykazuje już poważną degradację: silne obniżenie zwierciadła doprowadziło do rozdzielenia jeziora na dwa akweny, w rozpoznaniu nie stwierdzono ramienic, a dość obfitemu występowaniu rogatka sztywnego w niezbyt głębokiej strefie towarzyszą kożuchy zielenic i wyraźnie mniejsza przezroczystość wody niż w Psarskiem. Łącznie są to wyraźne terenowe przejawy pogorszenia warunków troficznych. W Psarskiem zachowały się łąki ramienicowe, zarówno w rozpoznanej części północno-zachodniej przy Psich Głowach, jak i na bardzo płytkiej wodzie na południu, co potwierdziła uzupełniająca kontrola z 10 listopada. Wcześniejszego słabo rozwiniętego materiału z południa nie można uogólniać na całą tę część jeziora. Podstawowym warunkiem ochrony obu jezior jest zachowanie zasilania, odbudowa zalewu strefy litoralnej i ograniczenie dopływu biogenów. Przyjęto hipotezę ich funkcjonalnego powiązania z sekwencją mis położonych powyżej i otaczającymi warstwami wodonośnymi, z dalszą wymianą w kierunku doliny Niecieczy. Opinia nie określa liczbowego udziału poszczególnych źródeł presji. Wymowa ochronna tej oceny dotyczy przede wszystkim abiotycznej podstawy siedliska. Należy dążyć do zatrzymania dalszej utraty wody i odtworzenia wyższego, trwalszego zalewu, a nie uznawać obecnego niedoboru za stan docelowy.

1 Siedlisko jezior ramienicowych i jego znaczenie

Charakterystyka siedliska

Podstawą funkcjonowania jezior ramienicowych jest określony układ warunków abiotycznych, czyli fizycznych i chemicznych właściwości środowiska, które umożliwiają rozwój wyspecjalizowanych zbiorowisk podwodnych. W przypadku jezior twardowodnych obejmuje on zasobność w wapń i wodorowęglany, zasadowy odczyn, odpowiednią przezroczystość oraz niewielką dostępność związków biogennych, przede wszystkim azotu i fosforu. Warunki referencyjne wiążą się z oligotrofią i mezotrofią, szczególnie jej mniej zasobnym zakresem. Duża zawartość wapnia nie oznacza bowiem dużej żyzności: mineralizacja wody i jej

zasobność w składniki pokarmowe opisują odmienne właściwości środowiska. Dopiero współwystępowanie odpowiedniego chemizmu, warunków świetlnych i stosunków wodnych tworzy przestrzeń dla rozległych łąk ramienicowych [Gąbka i in., Monitoring siedliska 3140, 2015].

Istotnym elementem tego układu jest zasilanie podziemne oraz wymiana wód między jeziorem a otaczającymi je utworami wodonośnymi. Woda przepływająca przez podłoże zasobne w związki wapnia dostarcza składników kształtujących twardość i alkaliczność, czyli zdolność wody do zobojętniania kwasów. Zasilanie to uczestniczy jednocześnie w podtrzymywaniu zasobów wodnych i zalewu dna. Jego znaczenie wykracza więc poza samą ilość dopływającej wody i obejmuje utrzymywanie środowiska chemicznego właściwego dla określonych zbiorowisk. Badania jezior wapiennych wykazały zbieżność miejsc zachowania rozleglejszych płatów ramienic ze strefami silniejszego wpływu wód podziemnych. Udział i kierunki tej wymiany wymagają jednak rozpoznania dla każdego jeziora [Wilson i in., Identification and quantitative estimates of groundwater transfers to formerly charophyte dominated marl lakes with radon-222, 2024].

W tak ukształtowanym środowisku rozwijają się ramienice, czyli makroskopowe glony należące do rodziny Characeae, których zbiorowiska zaliczane są do klasy Charetea. Ich poszczególne gatunki różnią się wymaganiami, tolerancją żyzności i zakresem zajmowanych głębokości. Łąki mogą rozwijać się na podłożu mineralnym i na osadach organicznych, również wapiennych. Dla rozwoju rozległych płatów zasadnicze znaczenie ma docieranie światła do dna, zależne od przezroczystości wody, głębokości, nachylenia i ukształtowania misy. Zwarte płaty mogą być jednogatunkowe, a ich wartość wynika także z zajmowanej powierzchni, trwałości i funkcji w ekosystemie. Dla omawianych jezior punktem odniesienia jest siedlisko przyrodnicze 3140, obejmujące twardowodne oligo- i mezotroficzne zbiorniki z podwodnymi łąkami ramienic. Znalezienie pojedynczego okazu nie wystarcza do oceny całego jeziora [Piotrowicz, Poradnik ochrony siedliska 3140, 2004; Gąbka i in., 2015].

Rozwinięte łąki ramienicowe same oddziałują na warunki, które umożliwiają ich dalsze istnienie. Pobierają związki biogenne i zatrzymują je w biomasie, ograniczają wzruszanie osadów oraz uczestniczą w utrzymywaniu dużej przezroczystości wody. Wykorzystaniu wodorowęglanów podczas fotosyntezy towarzyszy wytrącanie węglanu wapnia na plechach, czyli ciałach tych glonów. Proces ten może sprzyjać wiązaniu fosforu i jego odkładaniu w osadach. Powstaje w ten sposób sprzężenie zwrotne: odpowiednie warunki umożliwiają rozwój ramienic, a rozległe łąki pomagają podtrzymywać stan czystowodny. Ich regres oznacza więc również osłabienie mechanizmów stabilizujących funkcjonowanie jeziora [Kufel i Kufel, Chara beds acting as nutrient sinks in shallow lakes—a review, 2002].

Znaczenie ramienic ujawnia się także w wielowiekowej i wielotysiącletniej historii mis jeziornych. Wytrącany na plechach węglan wapnia trafia do osadów dennych, przyczyniając się do powstawania gytii wapiennej i kredy jeziornej. Gytia jest osadem jeziornym zawierającym w różnych proporcjach materię organiczną i składniki mineralne; w odmianie wapiennej znaczny udział ma węglan wapnia. Rozległe, długo funkcjonujące łąki mogą istotnie uczestniczyć w budowaniu grubych pokładów osadów węglanowych. Osady te stanowią zapis dawnego funkcjonowania jeziora i zachodzącej w nim akumulacji wapnia. Ich powstawanie obejmuje również udział innych organizmów i procesów fizykochemicznych, dlatego całej miąższości pokładu nie należy przypisywać wyłącznie ramienicom [Pełechaty i in., The significance of Chara vegetation in the precipitation of lacustrine calcium carbonate, 2013].

Dawne jeziora wapienne stanowiły podłoże rozwoju wielu dzisiejszych torfowisk pojeziornych, w tym torfowisk nakredowych. W toku wypłycania i zarastania zbiornika na osadach jeziornych rozwijała się roślinność szuwarowa i torfotwórcza, a ponad gytią wapienną lub kredą jeziorną odkładały się kolejne warstwy torfu. Taki układ osadów dokumentuje następstwo faz funkcjonowania mokradła: od zbiornika wodnego, często z udziałem łąk ramienicowych, po torfowisko. Ochrona jezior ramienicowych dotyczy

zatem także ciągłości procesów hydrologicznych, biologicznych i osadotwórczych, które przez tysiące lat kształtowały krajobraz pojezierny [Herbichowa i Wołejko, Torfowiska nakredowe, 2004].

Znaczenie dla funkcjonowania jeziora i krajobrazu

Funkcjonowanie jeziora ramienicowego opiera się na współdziałaniu warunków abiotycznych i procesów biologicznych. Odpowiedni chemizm wody, dostępność światła, niewielkie obciążenie biogenami oraz zachowanie stosunków wodnych umożliwiają rozwój charakterystycznych zbiorowisk podwodnych. W twardowodnych, zasadowych jeziorach istotną rolę odgrywają między innymi zbiorowiska ze związku Charion fragilis. Związek ten jest jednostką klasyfikacji roślinności obejmującą zespoły o zbliżonych wymaganiach i składzie. Rozległe łąki wzmacniają procesy sprzyjające utrzymaniu dużej przezroczystości wody [Piotrowicz, Poradnik ochrony siedliska 3140, 2004].

Łąki ramienicowe uczestniczą w regulowaniu obiegu azotu i fosforu. Pobierają te pierwiastki i zatrzymują je w biomasie, ograniczając ich dostępność dla fitoplanktonu, czyli mikroskopijnych organizmów fotosyntetyzujących unoszących się w toni. Wytrącanie kalcytu, będącego krystaliczną postacią węglanu wapnia, sprzyja wiązaniu fosforu i jego odkładaniu wraz z cząstkami mineralnymi. Zwarte plechy osłaniają powierzchnię dna przed wzruszaniem, zmniejszając unoszenie osadów i zawartych w nich składników. U części gatunków zimowanie oraz względnie powolny rozkład biomasy wydłużają okres zatrzymywania biogenów poza sezon wegetacyjny. Skala tych procesów zależy od gatunku, pory roku i warunków jeziora, a zatrzymany fosfor może ponownie uczestniczyć w obiegu. Łąki stanowią zatem ważny mechanizm stabilizujący jakość wody. Sposób ich oddziaływania na przezroczystość i obieg składników może różnić się od mechanizmów działających w zbiorowiskach roślin naczyniowych [Kufel i Kufel, 2002].

Znaczenie łąk obejmuje również tworzenie przestrzeni życiowej dla innych organizmów. Rozbudowana struktura plech zapewnia powierzchnię zasiedlaną przez organizmy poroślowe oraz zróżnicowane mikrosiedliska bezkręgowców. Zasoby pokarmowe i osłona tworzona przez roślinność sprzyjają wykorzystywaniu tych miejsc przez ryby, w tym ich stadia młodociane. Łąki uczestniczą więc jednocześnie w produkcji biologicznej, obiegu materii i organizacji sieci pokarmowej. Ich utrata oznacza zmianę całej struktury siedliska oraz warunków żerowania i schronienia związanej z nim fauny [Schneider i in., The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview, 2015].

Ważną postacią siedliska 3140 są jeziora głębokie i średniogłębokie, w których duża przezroczystość umożliwia rozwój roślinności podwodnej na znacznych głębokościach. Jednocześnie siedlisko to obejmuje jeziora płytkie, gdzie łąki mogą zajmować większość dna. Głębokość różnicuje sposób funkcjonowania tych układów, dlatego ich ocenę należy odnosić do ukształtowania misy, rozmieszczenia roślinności i warunków panujących w całej toni. Duża głębokość jest ważną cechą części jezior ramienicowych, ale nie jest warunkiem wystarczającym ani koniecznym do rozpoznania tego siedliska [Gąbka i in., 2015].

W głębszych jeziorach zachowanie chłodnych i odpowiednio natlenionych warstw wody pozwala utrzymywać populacje wymagających ryb, takich jak sieja *Coregonus lavaretus* w szerokim ujęciu taksonomicznym i sielawa *Coregonus albula*. Dla sielawy szczególnie ważne jest jednoczesne występowanie odpowiedniej temperatury i dostatecznej ilości tlenu: chłodna woda głębinowa przestaje być dostępnym siedliskiem, jeżeli dochodzi w niej do odtlenienia. Zachowane łąki ramienicowe i populacje ryb zimnolubnych mogą zatem stanowić różne przejawy korzystnego funkcjonowania tego samego jeziora. Trwałość populacji ryb wymaga przy tym także warunków naturalnego rozrodu i pojawiania się kolejnych roczników [Gąbka i in., 2015; George i in., Using a 1-D mixing model…, 2006].

Te właściwości mają bezpośrednie znaczenie społeczne. Jeziora o przezroczystej wodzie, dobrze zachowanej roślinności i atrakcyjnej strefie brzegowej są cenionymi miejscami wypoczynku, kąpieli i

kontaktu z przyrodą. Współtworzą krajobraz pojezierzy oraz warunki rozwoju lokalnej rekreacji. Korzyści te zależą od zachowania procesów podtrzymujących jakość wody i siedlisk; sama wizualna przejrzystość nie zastępuje oceny sanitarnej kąpieliska. Ochrona jeziora ramienicowego służy więc równocześnie zachowaniu wartości przyrodniczej i możliwości jego trwałego użytkowania przez ludzi [Gąbka i in., 2015].

Wartości tej nie oddaje sama liczba gatunków ani wizualna czystość wody. Obejmuje ona zachowanie charakterystycznych zbiorowisk i warunków dla gatunków wyspecjalizowanych, w tym ramienic rzadkich i zagrożonych. Rozległy, nawet jednogatunkowy płat może mieć zasadnicze znaczenie dla struktury siedliska i zachodzących w nim procesów. Zastąpienie go przez pospolite rośliny o innych wymaganiach może oznaczać utratę charakterystycznych właściwości jeziora również wtedy, gdy lokalna liczba taksonów wzrasta [Piotrowicz, 2004].

Podatność na presje

Podatność jezior ramienicowych na degradację wynika z zależności ich zbiorowisk od określonych warunków abiotycznych. Zmiana bilansu wodnego, chemizmu, dostępności światła lub obciążenia biogenami może ograniczyć przestrzeń, w której ramienice są zdolne utrzymywać zwarte łąki. Szczególne znaczenie ma eutrofizacja, czyli wzbogacanie środowiska w składniki pokarmowe i związane z tym zmiany biologiczne. Zwiększony dopływ tych składników sprzyja rozwojowi fitoplanktonu i porośli zacieniających roślinność podwodną. Badania jezior wapiennych pokazują, że istotne przekształcenia zbiorowisk mogą zachodzić już przy stosunkowo niewielkim wzbogaceniu w biogeny [Wiik i in., The coming and going of a marl lake…, 2015].

Ustępowanie łąk osłabia mechanizmy podtrzymujące stan czystowodny. Zmniejsza się zatrzymywanie składników w biomasie oraz osłona osadów przed wzruszaniem, co może zwiększać dostępność biogenów dla glonów planktonowych. Początkowa zmiana warunków uruchamia wówczas procesy sprzyjające dalszemu pogorszeniu. Zachowanie istniejących płatów oraz ograniczanie zewnętrznego obciążenia jeziora powinny być więc prowadzone łącznie [Kufel i Kufel, 2002].

Równie istotne jest zachowanie zasilania i wymiany wód podziemnych. Oddziałują one zarówno na zasoby wodne, jak i na warunki chemiczne właściwe dla jezior wapiennych. Oceną należy zatem objąć zlewnię powierzchniową oraz rozpoznany obszar zasilania podziemnego. Pobory, odwodnienia i przekształcenia odpływu wymagają rozpatrzenia zgodnie z rzeczywistymi powiązaniami hydraulicznymi, także poza bezpośrednim otoczeniem brzegu [Wilson i in., 2024].

Długotrwałe obniżenie zwierciadła może odsłonić zasiedloną półkę litoralną i pozbawić roślinność warunków dalszego funkcjonowania. Litoral jest przybrzeżną strefą jeziora, w której światło dociera do dna i umożliwia rozwój zakorzenionej lub przytwierdzonej roślinności. Znaczenie mają wielkość zmiany poziomu, jej czas trwania i pora roku. W jeziorze o szerokich płyciznach nawet stosunkowo niewielki spadek może odsłonić dużą powierzchnię dna. Jeśli aktualna strefa odpowiednich głębokości przesunie się na stromy stok, powierzchnia dostępnego siedliska może znacznie się zmniejszyć. Odtworzenie wcześniejszych łąk zależy wtedy również od rodzaju podłoża, dostępu światła i możliwości ponownej kolonizacji. Naturalne wahania sezonowe trzeba więc odróżniać od wieloletniej utraty zalewu [Leira i Cantonati, Effects of water-level fluctuations on lakes, 2008].

Presje związane z użytkowaniem jeziora i zlewni mogą dodatkowo osłabiać te procesy. Zabudowa, nieuporządkowana gospodarka ściekowa, fragmentacja szuwarów, usuwanie roślinności oraz niewłaściwa gospodarka rybacka wpływają na dopływ biogenów i stan siedlisk. Rekreacja powinna być organizowana z zachowaniem cennych płatów i ciągłości stref brzegowych. Ochrona szuwaru nie zastąpi ograniczenia zanieczyszczeń ani zachowania bilansu wodnego. Skuteczna ochrona wymaga równoczesnego utrzymania

tych warunków i zachowania roślinności, która współtworzy przyrodniczą i użytkową wartość jeziora [Gąbka i in., 2015].

Znaczenie dla oceny Nawsia i Psarskiego

Ocenę Nawsia i Psarskiego należy rozpocząć od warunków, które umożliwiają utrzymywanie charakterystycznej dla tych jezior roślinności i związanej z nią fauny. Stan siedliska zależy od zachowania odpowiedniego zasobu wody, jej chemizmu, warunków świetlnych oraz dostępności dna pozostającego w zasięgu kolonizacji roślin. Ramienice są biologicznym wyrazem tych warunków, a po rozwinięciu rozległych łąk uczestniczą również w ich podtrzymywaniu. Dlatego ich obecność, rozmieszczenie i kondycję trzeba interpretować w powiązaniu ze stanem całego jeziora oraz jego zasilaniem [Gąbka i in., 2015].

Lokalne opisy wcześniejszej przewagi ramienic uzasadniają rozpatrywanie obu jezior w odniesieniu do siedliska 3140. Współczesne rozpoznanie wskazuje jednak na wyraźną różnicę ich stanu. W Psarskiem potwierdzono ramienice zarówno w części północno-zachodniej, w pobliżu Psich Głów i punktu poboru wody, jak i na bardzo płytkiej wodzie w części południowej. W Nawsiu autor nie stwierdził ramienic podczas kontroli, natomiast odnotował rogatek sztywny, kożuchy zielenic, mniejszą przezroczystość wody oraz tak znaczne obniżenie jej poziomu, że jezioro zostało rozdzielone na dwa akweny. Łączne występowanie tych objawów wskazuje na poważne zaburzenie warunków funkcjonowania jeziora. Niestwierdzenie ramienic podczas rozpoznania nie dowodzi zaniku wszystkich ich stanowisk, lecz w zestawieniu z pozostałymi obserwacjami stanowi istotną przesłankę regresu siedliska [Furdyna, 2026].

Wcześniejsza degradacja nie zmniejsza potrzeby ochrony i odtworzenia warunków właściwych dla danego jeziora. W Nawsiu przedmiotem działań powinno być zahamowanie pogarszania stanu oraz odbudowa podstaw jego funkcjonowania. W Psarskiem należy równocześnie chronić zachowane płaty i przeciwdziałać procesom, które mogą prowadzić do ich ograniczenia. Rozpoznanie gatunków i kartowanie roślinności mają pomóc określić powierzchnię i ciągłość płatów, głębokość kolonizacji oraz skuteczność ochrony. Działania ograniczające rozpoznane presje powinny być podejmowane równolegle z uzupełnianiem wiedzy.

Struktura siedliska i znaczenie ciągłości łąk

Siedlisko ramienicowe stanowi część przestrzennie zróżnicowanego ekosystemu jeziora. Jego stan zależy od tego, czy warunki środowiskowe pozwalają ramienicom tworzyć rozległe, zwarte i odnawiające się płaty. Istotne są powierzchnia dostępnego dna, głębokość wody nad nim, ilość docierającego światła oraz właściwości osadu. Ważne pozostają połączenia między płatami i kontakt roślinności podwodnej z pozostałymi strefami litoralu. Dwa jeziora o podobnej liście gatunków mogą znacznie różnić się funkcjonowaniem, jeżeli w jednym zachowana jest rozległa łąka, a w drugim pozostały niewielkie, rozproszone kępy.

Duże kępy pobrane z północno-zachodniej części Psarskiego potwierdzają zachowanie cennej roślinności w zbadanych miejscach. Uzupełniające rozpoznanie z 10 listopada 2026 roku wykazało ramienice również na południowej płyciźnie. Obserwacje te rozszerzają przestrzenny zakres współczesnego potwierdzenia ich występowania. Nie określają jeszcze powierzchni i ciągłości całych łąk, ale pokazują, że ocena jeziora musi uwzględniać oba krańce misy oraz odmienne warunki ich zasiedlenia. Wcześniejsza słaba kondycja pojedynczej próby z południa nie uzasadnia uznania całej tej części za pozbawioną wartościowej roślinności [Furdyna, 2026].

Szuwary i rośliny o liściach pływających współtworzą strefę brzegową obu jezior. Ich obecność należy rozpatrywać razem z roślinnością zanurzoną, zachowując rozróżnienie funkcji poszczególnych zbiorowisk. W Psarskiem współczesne obserwacje potwierdzają udział ramienic w tej strukturze. W Nawsiu odnotowane

rogatek i kożuchy zielenic dokumentują odmienny obraz roślinności. Zachowanie trzcin, pałek lub roślin o liściach pływających nie jest wystarczającym świadectwem zachowania łąk ramienicowych. Jednocześnie ich współwystępowanie z ramienicami może być naturalnym elementem zróżnicowania jeziora [Gąbka i in., 2015; Furdyna, 2026].

Obniżenie poziomu wody zmienia tę strukturę przez przesunięcie granic zalewu. Odsłonięcie szerokiej, łagodnej półki może pozbawić roślinność znacznej części wcześniej dostępnego podłoża. Jeżeli nowa strefa odpowiednich głębokości przypada na bardziej stromy stok, powierzchnia możliwa do zasiedlenia będzie mniejsza. Zachowanie przezroczystości nie wyrównuje wówczas utraty przestrzeni siedliskowej. Mechanizm ten wymaga szczególnego uwzględnienia w Psarskiem, gdzie szerokie wypłaszczenia krańców jeziora przechodzą w węższe strefy płytkie i bardziej strome stoki części środkowej. Powiązanie pomiarów poziomu wody z batymetrią, czyli pomiarowym rozpoznaniem głębokości i ukształtowania dna, pozwoli określić, jaka część dna utraciła zalew i jakie warunki pozostały dla odnowy roślinności. Potrzeba tych pomiarów nie odsuwa ochrony pozostałych płatów [Leira i Cantonati, 2008; Furdyna, 2026].

Rola łąk w odporności jeziora na pogorszenie jakości wody

Warunki abiotyczne umożliwiają rozwój łąk ramienicowych, natomiast dobrze rozwinięte łąki wzmacniają odporność jeziora na część niekorzystnych zmian. Zwarte plechy ograniczają ruch wody bezpośrednio przy dnie i unoszenie drobnych osadów. Pobieranie składników pokarmowych oraz ich zatrzymywanie w biomasie i osadach zmniejsza dostępność biogenów dla fitoplanktonu. Roślinność pomaga w ten sposób utrzymywać warunki świetlne potrzebne do własnego dalszego rozwoju. Jest to jeden z mechanizmów, dzięki którym jezioro może przez długi czas zachowywać dużą przezroczystość [Kufel i Kufel, 2002].

Odporność ta ma jednak swoje granice. Wraz z rozrzedzeniem roślinności osad staje się bardziej podatny na oddziaływanie falowania. Jeżeli równocześnie utrzymuje się dopływ biogenów, wzrost fitoplanktonu i organizmów poroślowych może pogarszać warunki świetlne, prowadząc do dalszego osłabienia łąk. Powstaje sprzężenie, w którym utrata roślinności sprzyja zmianom utrudniającym jej odtworzenie. Ocenę należy więc oprzeć na współdziałaniu roślinności, przezroczystości i obciążenia zlewni, ponieważ pojedyncze stężenie substancji nie opisuje całego mechanizmu [Kufel i Kufel, 2002].

W Nawsiu mniejsza przezroczystość, obecność kożuchów zielenic i rogatka oraz niestwierdzenie ramienic tworzą spójny obraz poważnego pogorszenia warunków. Towarzysząca temu utrata zasobu wody i rozdzielenie akwenu dodatkowo zmieniają przestrzeń funkcjonowania roślinności i fauny. W Psarskiem zachowane ramienice świadczą o utrzymywaniu się odpowiednich warunków przynajmniej w części stanowisk. Nie wyklucza to osłabienia zasilania, utraty zalewu lub lokalnego obciążenia biogenami. Oba jeziora wymagają ochrony, lecz ich aktualny stan uzasadnia odmienne rozłożenie akcentów między zabezpieczeniem zachowanych wartości a odtwarzaniem utraconych funkcji. Wyniku z jednego jeziora nie należy przenosić na drugie [Furdyna, 2026].

Wartość wskaźnikowa ramienic w obecnym rozpoznaniu

Ramienice dostarczają informacji o warunkach panujących w miejscu ich wzrostu, ponieważ poszczególne gatunki mają określone wymagania dotyczące chemizmu, światła, temperatury i rodzaju siedliska. Interpretacja ich wyglądu wymaga jednak uwzględnienia tych różnic. Słaba kondycja materiału może wynikać ze zmiany warunków środowiskowych, ale także z sezonowości, cech gatunkowych lub specyfiki miejsca pobrania. Gatunki rozpatrywane roboczo dla Psarskiego, *Chara contraria* i *Chara vulgaris*, mogą zasiedlać szeroki zakres warunków. Ich ewentualne potwierdzenie będzie elementem oceny, który należy

powiązać ze strukturą roślinności i pomiarami środowiskowymi [Rey-Boissezon i Auderset Joye, Habitat requirements of charophytes—Evidence of species discrimination through distribution analysis, 2015].

Materiał z południowej części Psarskiego oceniony 9 listopada jako rachityczny i zamierający pozostaje obserwacją dotyczącą konkretnej próby. Potwierdzenie ramienic na południowej płyciźnie następnego dnia wymaga rozszerzenia tej interpretacji. Obecnie można mówić o lokalnym zróżnicowaniu wyglądu i kondycji materiału, którego przyczyny należy wyjaśnić. Trzeba uwzględnić głębokość, właściwości osadu, ekspozycję na falowanie, wiek plech, mineralną inkrustację, osad i porośla na plechach oraz możliwość występowania różnych gatunków. Hipoteza silniejszej presji z południowego otoczenia jeziora pozostaje kierunkiem sprawdzenia, a nie wynikiem dowiedzionym na podstawie wyglądu roślin. Porównanie powinno dotyczyć tych samych terminów, podobnych głębokości i jednakowego sposobu pobierania [Furdyna, 2026].

Ocenie należy poddać powierzchnię płatów, ich ciągłość, udział w roślinności zanurzonej, skład gatunkowy, kondycję roślin oraz zakres kolonizacji dna. Przezroczystość trzeba odnosić do rzeczywistej głębokości wody nad roślinnością. Takie rozpoznanie umożliwi przejście od potwierdzenia pojedynczych prób do oceny funkcjonowania całych łąk. Dotychczasowe obserwacje wskazują wartości i zagrożenia, lecz nie stanowią podstawy do nadania całemu siedlisku formalnej oceny stanu ochrony. W krajowej metodyce stan właściwy oznaczany jest symbolem FV, niezadowalający symbolem U1, a zły symbolem U2. Użycie tych kategorii wymaga pełnego badania metodycznego [Gąbka i in., 2015].

Znaczenie wyników dla priorytetów ochrony

Podstawowym kierunkiem ochrony powinno być ograniczanie presji na warunki abiotyczne, od których zależy dalsze funkcjonowanie jezior. Człowiek przez przekształcanie krajobrazu, odwadnianie terenu, zmianę odpływu, pobór wody i dopływ zanieczyszczeń może wpływać na ilość oraz jakość wód powierzchniowych i podziemnych. Ograniczenie tych oddziaływań jest również najbardziej bezpośrednim obszarem działania ochronnego. Nie jesteśmy w stanie z pełną pewnością przewidzieć przebiegu odpowiedzi wszystkich zbiorowisk na zmiany klimatu. Możemy natomiast zmniejszać dodatkowe obciążenia i zachowywać warunki, w których przyroda ma większą możliwość przetrwania oraz odnowy. Powiązania jezior z wodami podziemnymi wymagają przy tym wspólnego traktowania zasobów obu tych części obiegu wody [Winter i in., Ground Water and Surface Water: A Single Resource, 1998].

W przypadku Nawsia i Psarskiego celem powinno być zahamowanie dalszego obniżania poziomu wody oraz odbudowa warunków pozwalających utrzymywać wyższe stany i ponownie obejmować zalewem utracone części litoralu. Obecnego, silnie obniżonego poziomu nie należy przyjmować jako docelowego stanu odniesienia wyłącznie dlatego, że podobne obniżenia mogły występować w przeszłości. Kierunek odtwarzania powinien wynikać z rozpoznania dawnego i współczesnego funkcjonowania jezior, ukształtowania ich mis oraz potrzeb siedliskowych. Docelowy zakres poziomów wody trzeba ustalić na podstawie pomiarów, zachowanych śladów zalewu, materiałów historycznych i bilansu wodnego. W Nawsiu ponowne połączenie obu akwenów byłoby istotnym przejawem poprawy warunków hydrologicznych, ale skuteczność należy oceniać również przez trwałość zalewu, jakość wody i odpowiedź roślinności.

Stabilizacja przepływów powinna obejmować cały powiązany układ zasilania i odpływu. Należy ustalić, gdzie woda zasila jeziora, gdzie odpływa do podłoża i dolin oraz które przekształcenia zwiększają jej utratę. Jeżeli rozpoznanie wykaże nadmierne odwadnianie przez rowy, obniżone odcinki cieków lub zmienione połączenia między misami, działania powinny zmierzać do ograniczenia tego drenażu i odbudowy retencji. W miejscach, w których poziom wód podziemnych zależy od rzędnej wody w dolinie, znaczenie może mieć stabilizacja bazy drenażu na odpowiednio dobranym odcinku. Baza drenażu oznacza tutaj poziom, ku któremu odpływają wody z otoczenia. Sposób działania musi odpowiadać rzeczywistemu mechanizmowi

utraty wody. Przy braku czynnego odpływu powierzchniowego szczególnego znaczenia nabiera rozpoznanie wymiany podziemnej, ponieważ samo zatrzymanie wody w dawnym odpływie może nie wystarczyć do odbudowy poziomu jeziora [Winter i in., 1998].

Ocena poborów powinna obejmować wszystkie ujęcia mogące oddziaływać na wspólny układ wodonośny, wraz z sezonowym ujęciem na lotnisku w Broczynie. Krótki okres pompowania wymaga uwzględnienia rzeczywistej objętości, natężenia poboru i czasu reakcji środowiska. Rozstrzygające jest to, czy eksploatacja zmniejsza dopływ do jezior, zwiększa odpływ z ich mis lub ogranicza odbudowę zasobów po suszy. Na tej podstawie należy określić potrzebę zmiany wielkości i harmonogramu poborów. Nie można obecnie przypisać poszczególnym ujęciom liczbowego udziału w obniżeniu poziomu jezior, ale brak takiego wyliczenia uzasadnia uzupełnienie rozpoznania i wspólną ocenę presji [Leake i Barlow, Understanding and Managing the Effects of Groundwater Pumping on Streamflow, 2013].

Odbudowę warunków wodnych należy prowadzić razem z ograniczaniem dopływu biogenów. Wymaga to rozpoznania gospodarki ściekowej, dróg spływu z terenów użytkowanych rolniczo i zabudowanych oraz stanu szuwarów i roślinności buforowej. Zachowane płaty ramienic w Psarskiem należy chronić przed uszkodzeniami i objąć obserwacjami zarówno od północnego zachodu, jak i od południa. Stanowią one zasób przyrodniczy i punkt odniesienia dla dalszego monitoringu. W Nawsiu trzeba rozpoznać oba akweny, poszukać ewentualnych pozostałości ramienic i ocenić warunki ich odnowy. Równolegle należy dokumentować rogatek, zielenice oraz osady podatne na wzruszenie, aby śledzić kierunek zmian całego ekosystemu. Dalsze badania służą określeniu skali zmian i doborowi działań naprawczych, natomiast powaga obecnych objawów jest już widoczna [Gąbka i in., 2015; Furdyna, 2026].

Skuteczność ochrony powinna być oceniana przez rzeczywistą poprawę warunków życia organizmów. Potrzebne jest sprawdzenie, czy wyższy poziom utrzymuje się również w okresach niedoboru opadów, czy zwiększa się powierzchnia odpowiednio oświetlonego i zalanego dna oraz czy roślinność odnawia zwarte płaty. Badania muszą obejmować także warunki tlenowe i termiczne oraz możliwość rozrodu związanej z jeziorem fauny. Dobra jakość pojedynczej próbki wody nie odtwarza utraconej przestrzeni siedliskowej, podobnie jak dorodna kępa ramienic w jednym miejscu nie opisuje kondycji całej misy. Zasób wodny, jakość wody i dostępna przestrzeń siedliska powinny więc pozostawać wspólną podstawą zaleceń oraz późniejszej oceny ich efektów.

2 Ciąg jezior od Kaleńskiego do Psarskiego

Jeziora Kaleńskie, Krzemno, Krzemienko, Siemięcin, Nawsie i Psarskie leżą w pasie obniżeń biegnącym z północnego zachodu ku południowemu wschodowi. Ciemniak zajmuje misę boczną przy Krzemnie. Układ mis i przewężeń oraz ślady podmokłości na dawnych mapach stanowią podstawę przyjętej w opinii interpretacji sekwencji jeziorno-mokradłowej. Jej znaczenie obejmuje zarówno dawne połączenia powierzchniowe, jak i wymianę z wodami podziemnymi. Rozpatrywanie jezior w tej kolejności pozwala zrozumieć, dlaczego zmiana w jednej części obniżenia może mieć znaczenie dla terenów położonych dalej. O stopniu powiązania decydują jednak drogi przepływu wody, a nie sam podobny kierunek ułożenia mis.

W dokumentacji Nadleśnictwa Świerczyna Kaleńskie wydzielono jako zlewnię bezodpływową, a Krzemno wraz z Ciemniakiem jako kolejną taką jednostkę. Krzemienko, Siemięcin, Nawsie i Psarskie wymieniono w zlewni Niecieczy do jeziora Machlinko. Brak stałego odpływu powierzchniowego z danej misy nie wyklucza wymiany z wodami podziemnymi, jednak granice zlewni topograficznych nie określają kierunku tej wymiany [Nadleśnictwo Świerczyna, Program ochrony przyrody, tabela zlewni s. 70; Winter i in., Ground water and surface water, 1998]. Określenie bezodpływowości dotyczy tutaj układu powierzchniowego. Jezioro bez

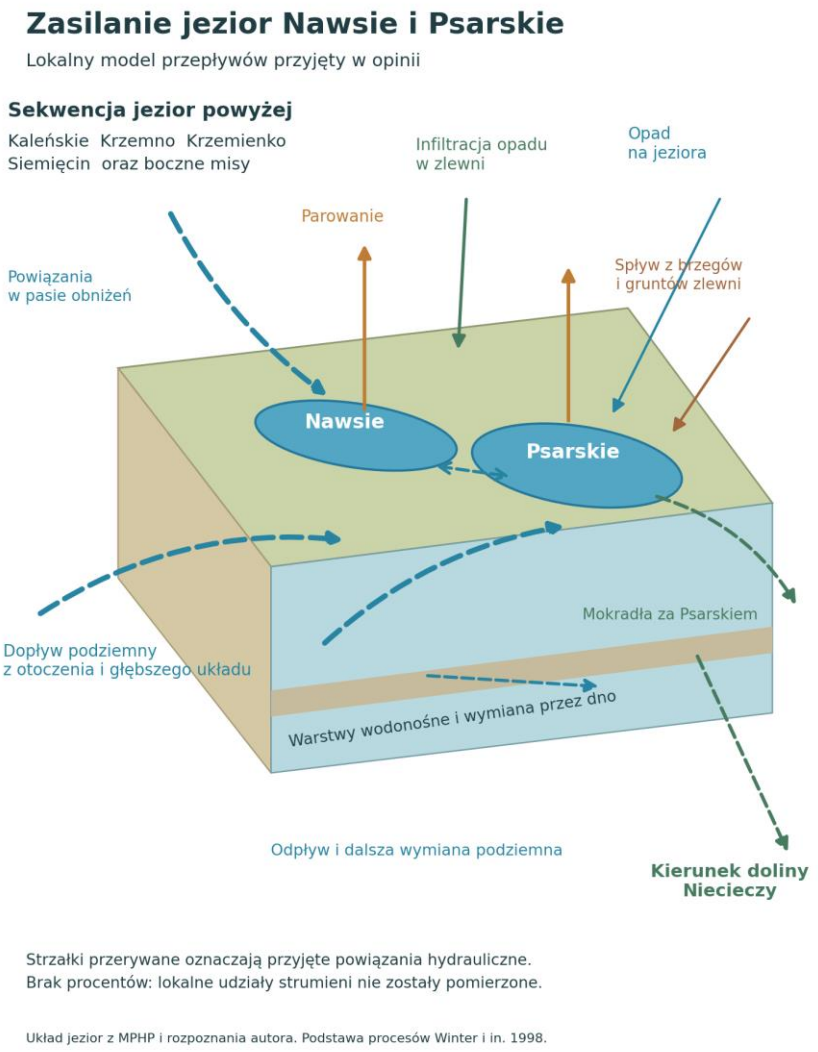
widocznego cieku wypływającego z brzegu nadal może oddawać wodę do przepuszczalnego podłoża i otrzymywać ją z innej części otoczenia.

Arkusze Meßtischblatt Tempelburg 2463 i Gr. Linichen 2563 z 1937 r. pozwalają prześledzić rzeźbę obniżeń, linię kolejową oraz oznaczenia terenów wilgotnych i rowów w otoczeniu kolejnych jezior. Na mapie interpretacyjnej zaznaczono strefy odczytu takich oznaczeń; nie są to zinwentaryzowane współczesne mokradła ani precyzyjne granice dawnych jezior. Starsza mapa z 1838 r., zachowana dla południowej części obszaru, pozostaje materiałem porównawczym. Jej georeferencja jest orientacyjna i nie pozwala obliczać zmian powierzchni. Georeferencja oznacza dopasowanie dawnej mapy do współczesnego układu współrzędnych. Jeżeli dopasowanie ma błąd większy niż szerokość badanego pasa brzegu, nie da się wiarygodnie wyliczyć z niego niewielkiego przesunięcia linii wody.

Nasyp kolejowy w obniżeniu Kaleńskie–Krzemno i przekształcenia przewężeń uznano za elementy zmieniające powierzchniową łączność układu. Ich działanie zależy od rzędnych, przepustów i przepuszczalności podłoża. W przyjętej interpretacji mogą ograniczać dawny przepływ powierzchniowy przy zachowaniu wymiany podziemnej; nie przypisano im pełnego odcięcia hydraulicznego mis. Dla ochrony istotne jest więc sprawdzenie, czy nasyp jedynie rozdziela okresowy przepływ po powierzchni, czy wpływa również na magazynowanie wody po obu stronach. Rozpoznanie przepustów i poziomów pozwoli odróżnić te sytuacje.

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Układ zasilania przyjęty w opinii



Rycina 1. Lokalny model zasilania jezior i wymiany w kierunku doliny Niecieczy. Przyjęta interpretacja powiązań, bez udziałów procentowych.

Nawsie i Psarskie rozpatruje się jako jeziora zasilane opadem na taflę, dopływem z otoczenia i wymianą z warstwami wodonośnymi, powiązanymi z wyżej położoną sekwencją jezior. Istotną rolę przypisano dopływowi podziemnemu przez dno i brzegi. Spływ powierzchniowy stanowi dodatkową drogę zasilania oraz potencjalnie ważną drogę dopływu biogenów. Lokalny model tych zależności przedstawia rycina 1. Rycina powinna być czytana jako uporządkowanie możliwych dróg wody. Nie określa, ile metrów sześciennych dopływa każdą drogą, lecz wskazuje elementy, których pominięcie prowadziłoby do niepełnego bilansu jeziora.

W osadach polodowcowych drogami wymiany są przede wszystkim piaski i żwiry, a jej przebieg modyfikują gliny, mułki i osady jeziorne. Woda może dopływać do jeziora i odpływać z jego innej części; bilans zmienia się sezonowo. Związek z podłożem zależy od kontaktu hydraulicznego i przepuszczalności osadów, a nie tylko od głębokości misy [Bielecka, 2004; Bielec i Operacz, 2004; Winter i in., 1998]. Kontakt hydrauliczny oznacza możliwość przepływu między jeziorem a warstwą. Nawet przy niewielkiej odległości poziomej słabo przepuszczalna przegroda może wymianę opóźniać, natomiast ciągła warstwa piasku może łączyć miejsca znacznie od siebie oddalone.

Przyjęta hipoteza obejmuje dalszą wymianę podziemną i powiązanie strefy mokradeł za Psarskiem z doliną Niecieczy. Według rozpoznania autora obecnie nie występuje tam stały odpływ powierzchniowy. Strzałki w modelu opisują powiązania hydrauliczne, bez nadawania im pomierzonych wydatków. Rzędne NMT pochodzą z różnych terminów i nie stanowią mapy współczesnych hydroizohips. Hydroizohipsy są liniami łączącymi punkty o jednakowej wysokości zwierciadła wód podziemnych. Ich wyznaczenie wymaga jednoczesnych pomiarów w otworach obserwacyjnych; sama wysokość powierzchni lądu nie zastępuje takich danych.

Dla Psarskiego rozdzielono historyczną głębokość maksymalną 16 m podaną przez Halbfassa w 1901 r. od informacji terenowej autora o głębokości około 26 m do osadu gytiowego. Na przekroju różnicę oznaczono jako zakres do sprawdzenia, a nie stwierdzoną zmianę głębokości. Różnica może wynikać z miejsca i metody sondowania, interpretacji dna oraz daty i poziomu wody. Dla Nawsia wykorzystano historyczne 6 m. Brak zweryfikowanej głębokości Siemięcina i Ciemniaka zaznaczono wprost; nie nadano im pozornie dokładnych wartości. Osad gytiowy może być miękki i silnie uwodniony, dlatego określenie momentu osiągnięcia dna ma znaczenie dla wyniku sondowania. Rozbieżność należy wyjaśnić wspólnym pomiarem lokalizacji, poziomu wody i granicy osadu.

Załączniki 1–13 przedstawiają położenie jezior, ślady historycznych podmokłości, przekroje i model przestrzenny. Misy podwodne oraz zarys połączeń hydraulicznych są elementami przyjętej interpretacji, natomiast rzeźba lądu i przebieg granic opierają się na wskazanych danych przestrzennych. Takie rozdzielenie umożliwia wykorzystanie plansz do dyskusji o zasilaniu bez przypisywania schematycznym fragmentom dokładności mapy pomiarowej. Każdy wniosek liczbowy musi wrócić do danych, na których został oparty.

Model przestrzenny od wododziału do wododziału

Model trójwymiarowy obejmuje otoczenie jezior od Kaleńskiego do przekroju zamykającego za dawnym odpływem z Psarskiego. Granice boczne i północne oparto na zewnętrznych wododziałach agregacji trzech jednostek MPHP: Kaleńskiego, Krzemna oraz Niecieczy do Machlinka bez tych dwóch zlewni bezodpływowych. Południowa krawędź modelu jest przekrojem zamykającym wycinek, a nie wododziałem. Jest to zasięg prezentacji części zlewni; nie należy utożsamiać go z wyznaczoną zlewnią odpływu z Psarskiego ani z obszarem zasilania podziemnego. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, oznaczana skrótem MPHP, opisuje układ cieków, jezior i zlewni powierzchniowych. Przyjęte granice porządkują zasięg rysunku, lecz podziemne drogi wody mogą przekraczać te linie.

Przekroje T1–T5 przez Kaleńskie, Krzemno, Krzemienko, Nawsie i Psarskie poprowadzono od jednej zewnętrznej granicy wododziałowej do drugiej. Obejmują lądowe otoczenie mis, a ich końce znajdują się na granicach referencyjnych zlewni MPHP. Rzeźba lądu pochodzi z NMT odczytanego w siatce 10 m. Siatka powierzchni modelu 3D ma krok około 35 m, a wyolbrzymienie pionowe wynosi około 24 razy. Misy pod wodą są umowne, obliczone z odległości od brzegu i głębokości maksymalnej; nie odtwarzają pomierzonej batymetrii. W Siemięcinie i Ciemniaku dna nie modelowano z powodu braku zweryfikowanej głębokości. Geometrię dna Psarskiego przedstawioną w tych ogólnych modelach należy odczytywać wyłącznie jako ilustrację powiązań z podłożem. Skorygowany układ misy według aktualnego opisu terenowego przedstawia załącznik 17; zastępuje on wcześniejsze regularne wyobrażenie batymetrii Psarskiego. Zachowane przekroje regionalne nie są niezależnym potwierdzeniem przebiegu dna. Numeryczny model terenu, określany skrótem NMT, przedstawia wysokości powierzchni lądu. Wyolbrzymienie pionowe sprawia, że różnice wysokości są na rysunku około 24 razy bardziej widoczne względem odległości poziomych; stoków nie należy więc oceniać po samym kącie ich narysowania.

Przy południowo-wschodnim końcu Psarskiego oznaczono strefę mokradeł wskazaną w rozpoznaniu autora. Jej granice są orientacyjne. Zgodnie z informacją terenową obecnie nie funkcjonuje tam stały odpływ powierzchniowy. Przedłużenie od tej strefy do doliny Niecieczy pokazano jako łącznik interpretacyjny. Nie jest to zinwentaryzowane czynne koryto ani dowód kierunku przepływu podziemnego. Lokalizację progu odpływu i jego stan należy sprawdzić niwelacją i obserwacją terenową. Niwelacja polega na pomiarze różnic wysokości względem wspólnego punktu odniesienia. Pozwoli ustalić, czy przewężenie mogłoby przewodzić wodę przy wyższym stanie i jaki poziom warunkuje połączenie z dalszym obniżeniem.

Przedłużenie przekroju do jezior Machlin

Przekrój podłużny przedłużono od północnego wododziału przez ciąg jezior i Psarskie, następnie interpretacyjny łącznik do osi Niecieczy, dalej do Machlinka, Machlin Małych i krótkiego łącznika z Machlinami Wielkimi. Drugi pełny profil na tej samej pionowej planszy przedstawia całą referencyjną oś Niecieczy od wypływu ze Studnicy przez Studniczkę. Studnica i Studniczka nie zostały wstawione za Psarskiem jako kolejne jeziora jednego szeregowego ciągu. Taki sposób pokazania układu odpowiada opisowi Nadleśnictwa Świerczyna i geometrii MPHP [Nadleśnictwo Świerczyna, Program ochrony przyrody, s. 71; PGW Wody Polskie, MPHP10k]. Dwa profile pokazano po to, aby czytelnik mógł oddzielić interpretowane powiązanie Psarskiego z doliną od przebiegu samej Niecieczy. Ich złączenie na rysunku nie jest stwierdzeniem jednakowego sposobu zasilania wszystkich odcinków.

Początek osi cieku w bazie i opis jego wypływu ze Studnicy nie określają miejsca, w którym współcześnie rozpoczyna się nieprzerwany przepływ. Miejsce to może przesuwać się sezonowo i wymaga aktualnego rozpoznania. Niebieska linia na profilu doliny przedstawia rzędną modelu terenu w osi MPHP; nie jest niwelacją dna ani pomiarem zwierciadła rzeki. Modele nie przesądzają więc czynności wszystkich odcinków cieku w listopadzie 2026 r. W okresie suszy część zaznaczonego na mapie koryta może pozostawać sucha, chociaż w innym sezonie prowadzi wodę. Dlatego mapowy przebieg sieci trzeba uzupełnić obserwacją jej rzeczywistego działania.

Dla Studnicy i Studniczki przyjęto w modelu głębokość maksymalną 5,4 m za studium gminy Wierzchowo, które odwołuje się do Atlasu jezior Polski i danych uzupełniających. Dla Machlinka to samo źródło podaje 8,3 m, natomiast objaśnienia SMGP Nadarzyce wskazują 12 m. Wykorzystano 8,3 m i zaznaczono rozbieżność. Dla Machlin Małych użyto wartości wtórnej 7,9 m z Atlasjezior.pl. Dane te określają amplitudy umownych mis, a nie aktualne głębokości w poszczególnych przekrojach. Ukształtowanie dna i rzędne wody wymagają wspólnego pomiaru [Gmina Wierzchowo, Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, tabela 4 i tekst pod tabelą; PIG, SMGP Nadarzyce, s. 10; Atlasjezior.pl, Jezioro Machliny Małe, 2019]. Zestawienie rozbieżnych wartości pozwala zachować wiedzę historyczną i jednocześnie wskazać miejsce wymagające sprawdzenia. Różnicy między publikacjami nie można samodzielnie przeliczyć na ubytek objętości jeziora.

Modele i przekroje zachowano w załącznikach 8–13, w tym wszystkie pięć przekrojów T1–T5 w załącznikach 11a–11c oraz dwa pełne profile podłużne w załączniku 12. Wododziały topograficzne opisują odpływ powierzchniowy; nie wyznaczają granic zasilania podziemnego. Wersja obracana HTML pozostaje osobnym materiałem pomocniczym. Oznaczenia T1–T5 odnoszą się do kolejnych przekrojów poprzecznych wymienionych w spisie załączników. Materiał obracany w przeglądarce ułatwia ogląd przestrzenny, natomiast pełna treść przekrojów pozostaje dostępna także w niniejszym dokumencie.

3 Dokumentacja lokalna i świadectwa historyczne

Charakterystykę jezior oparto na lokalnej dokumentacji środowiskowej zestawionej poniżej oraz na rozpoznaniu autora. Dokumenty powstawały w różnych latach i dla różnych celów, dlatego używane w nich określenia trofii nie zawsze są zgodne. Trofia oznacza stopień zasobności środowiska w składniki pokarmowe i związany z nim poziom produkcji biologicznej. Rozbieżności w nazewnictwie uzasadniają ocenę jezior przez ich rzeczywistą roślinność, warunki wodne i funkcje siedliskowe, z zachowaniem daty i zakresu każdej informacji źródłowej.

Źródło	Informacja o jeziorach
Program ochrony środowiska gminy Czaplinek, 2023, s. 40	Nawsie i Psarskie wymieniono jako bezodpływowe jeziora z przewagą zbiorowisk ramienic. Użyto określenia eutroficzne; wymaga ono weryfikacji wobec późniejszego opisu mezotrofii.
Jakubowska, opracowanie ekofizjograficzne, 2013, s. 20	Dokument bezpośrednio wymienia oba jeziora w grupie jezior z przewagą ramienic. Nie zawiera jednak odrębnych wykazów gatunków ani pomiaru powierzchni płatów dla każdego jeziora.
E-Projekt Karol Jaworski, prognoza planu ogólnego, 2024/25, s. 27	Oba jeziora nazwano ramienicowymi i mezotroficznymi, o wodach bogatych w wapń. Wykaz innych zbiorowisk jest zbiorczy dla wielu jezior, w tym Nawsia, więc nie jest listą potwierdzoną osobno dla niego.
Halbfass, 1901, s. 14, tabela I, poz. 63 i 64	Hundskopfsee i Hundskopfdorfsee odpowiadają położeniem i dawnymi nazwami Psarskiemu i Nawsiu. Podano dane morfometryczne; to źródło historycznej limnologii, nie lokalny spis ramienic.

Halbfass podaje dla Hundskopfsee powierzchnię 21 ha i głębokość maksymalną 16 m, a dla Hundskopfdorfsee 12 ha i 6 m. Dane należy cytować jako historyczne wartości z publikacji z 1901 r., z uwzględnieniem odmiennych metod pomiaru i stanu wody. Nie wyliczono z nich współczesnego ubytku powierzchni ani objętości. Dawne powierzchnie i głębokości są wartościowym punktem odniesienia dla obrazu obu mis. Ich wykorzystanie do bilansu strat wymaga jednak wiedzy, jaką linię brzegu i jaki poziom wody obejmował historyczny pomiar.

Operat rybacki opracowany przez autora dla Stowarzyszenia Lobelia stanowi odrębne opracowanie gospodarki rybackiej obu jezior. W niniejszej opinii uwzględniono przekazane przez autora informacje o rybostanie i wynikach połowów kontrolnych. Szczegółowe zestawienia ilościowe wymagają odwołania do egzemplarza operatu. Opis rybostanu wykorzystano do wskazania zachowanych wartości i potrzeb siedliskowych ryb. Bez pełnych zestawień nie należy wyprowadzać liczbowych zmian całych populacji z samego udziału gatunków w przekazanych odłowach.

Dodatkowe świadectwo lokalne z 2008 roku

Staszek i Niecikowski [2008, s. 12–13, 33, 38 i 45] w ekofizjografii południowo-wschodniej części gminy wymieniają Psarskie i Nawsie jako eutroficzne, podając odpowiednio 17,5 i 10,0 ha na podstawie starszych zestawień. Opisują też, że niewielkie zbiorniki około 1 km na wschód od Psarskiego, stale zalane jeszcze w latach osiemdziesiątych XX w., przekształciły się wskutek obniżenia wód gruntowych w bagniska i turzycowiska. Odnotowują kompleks mokradeł w dolinie Krzemno–Nawsie–Psarskie, stosowanie gnojowicy w zlewni Niecieczy oraz rurociąg uzupełniający zasoby jeziora Byszkowo wodą z Machlin Małych. Omawiają

również możliwość migracji biogenów do jezior stanowiących podstawę drenażu, w tym Nawsia i Psarskiego. Są to informacje historyczne, wymagające aktualizacji; nie dowodzą współczesnego zasięgu tych presji ani przyczyny obecnego obniżenia wody. Przywołane opracowanie pokazuje, że przekształcenia zasobów i użytkowania zlewni mają historię dłuższą niż ostatnie obserwacje. Każdą opisaną w nim instalację lub drogę dopływu należy przypisać do właściwego okresu jej funkcjonowania.

Zanik drobnych zbiorników opisany już w 2008 r. uzasadnia odtworzenie chronologii wieloletniej, obejmującej okres sprzed nowych odwiertów. Nie rozstrzyga, czy ostatni epizod spadku zwierciadła ma te same przyczyny. Różnice powierzchni między katalogami, Halbfassem i MPHP nie są same w sobie miarą ubytku wody: porównanie wymaga dat, zgodnych metod i rzędnych zwierciadła. Odtworzenie tej kolejności jest potrzebne do odróżnienia długotrwałego osłabienia układu od nowszych obciążeń, które mogły nałożyć się na wcześniejszy deficyt. Obie skale czasu powinny znaleźć odzwierciedlenie w ocenie ochronnej.

4 Roślinność jezior i stan łąk ramienicowych

Roślinność ramienicową ujmuje się w klasie Charetea, a ramienice należą do rodziny Characeae. Siedlisko 3140 i zbiorowiska związku Charion fragilis stanowią punkt odniesienia do oceny obu jezior na podstawie lokalnej dokumentacji. Współczesne rozpoznanie rozdziela jednak Psarskie, gdzie ramienice potwierdzono, od Nawsia, gdzie ich nie stwierdzono. Nie ma podstaw do przedstawiania obu jezior jako równie dobrze zachowanych jezior ramienicowych. Rozpoznanie gatunków i zespołów uzupełnia ocenę łąk i ich funkcji [GIOŚ, 2015; Furdyna, 2026]. Dla odbiorcy opinii istotne jest przejście od samej nazwy siedliska do pytania o warunki jego trwania. W Psarskiem dotyczy to zachowania współczesnych płatów, a w Nawsiu również odtworzenia możliwości ich ponownego rozwoju.

Rozpoznanie gatunków i zbiorowisk

W krajowych metodykach siedliska 3140 uwzględnia się między innymi takie gatunki jak *Chara tomentosa*, *Chara hispida*, *Chara contraria*, *Chara aspera*, *Chara rudis*, *Chara globularis* i *Nitellopsis obtusa*. Odpowiadają im zespoły roślinne noszące nazwy Charetum tomentosae, Charetum hispidae, Charetum contrariae, Charetum asperae, Charetum rudis, Charetum globularis oraz Nitellopsidetum obtusae. Nazwa zespołu opisuje określoną jednostkę roślinności, rozpoznawaną na podstawie całego płatu, jego składu i struktury. Przytoczone nazwy wyznaczają zakres porównawczy do oznaczania materiału; nie są listą gatunków stwierdzonych w Nawsiu lub Psarskiem. W obecnej opinii pozostaje oznaczenie fotograficzne *Chara sp.*, które oznacza rozpoznanie rodzaju Chara bez pewnego ustalenia gatunku. Przypisanie zespołu wymaga dokumentacji konkretnego płatu [Gąbka i in., 2015].

Przy interpretacji nazw historycznych odrzucono zapis *Chara hispida* z jeziora Flacher Hundskopf w publikacji botanicznej z 1879 r. Nazwa odnosi się do dzisiejszego Psinnego w rejonie wałeckim. Nie włączono tego rekordu do flory Nawsia ani Psarskiego. Podstawą rozdzielenia są Schriften z 1879 r. oraz urzędowy wykaz nazw fizjograficznych z 1955 r.; samo podobieństwo niemieckiej nazwy nie uprawnia do przenoszenia danych gatunkowych. Weryfikacja położenia jest szczególnie ważna przy niemieckich nazwach dawnych jezior, które mogą być podobne w różnych częściach Pomorza. Błędne przypisanie rekordu stworzyłoby pozorną historię gatunku w badanym miejscu.

Roślinność obu jezior w rozpoznaniu terenowym

Wokół obu jezior występuje pas szuwaru z przewagą trzciny pospolitej *Phragmites australis* oraz fragmentami szuwaru pałki wąskolistnej *Typha angustifolia*. W rozpoznaniu odnotowano także grążele *Nuphar sp.*, grzybienie białe *Nymphaea alba* i rdestnicę pływającą *Potamogeton natans*. W Nawsiu autor

stwierdził dość obfite występowanie rogatka sztywnego *Ceratophyllum demersum*, zajmującego dno w niezbyt głębokiej strefie, oraz kożuchy zielenic. Ramienic w tym jeziorze nie stwierdzono [Furdyna, rozpoznanie terenowe i uzupełnienie, 2026]. Wymienione nazwy polskie i łacińskie służą jednoznacznemu wskazaniu roślin. Opis określa ich stwierdzoną obecność, natomiast rozmieszczenie i powierzchnie poszczególnych zbiorowisk wymagają odrębnego kartowania.

W Psarskiem potwierdzono łąki ramienicowe w rozpoznanych strefach poniżej szuwarów i roślin o liściach pływających, a 10 listopada również ramienice na bardzo płytkiej wodzie południowego wypłaszczenia. Ich rozmieszczenia nie należy ograniczać w opisie do głębszego pasa za szuwarami. Poszczególne strefy tworzą mozaikę siedlisk: osłaniają brzeg, zatrzymują zawiesinę, stabilizują osad oraz zapewniają pokarm i schronienie faunie. Obecność roślin naczyniowych obok ramienic odpowiada zróżnicowaniu litoralu jeziora ramienicowego [GIOŚ, 2015; Kufel i Kufel, 2002]. Opisu tego nie przenosi się na Nawsie, gdzie obecna struktura roślinności i pozostałe obserwacje wskazują na znacznie gorszy stan. Ochrona tej mozaiki oznacza utrzymywanie warunków dla kolejnych stref roślinności. Ich granice mogą przesuwać się wraz z poziomem wody, lecz odtworzenie wcześniejszej powierzchni zależy również od nachylenia dna i dopływu światła.



Fotografie roślinności o liściach pływających. Pokrój rdestnicy zgodny z terenowym rozpoznaniem *Potamogeton natans*. Zdjęcie liścia i roślin przy szuwarze, 9 listopada 2026 r. Fot. Artur Furdyna.

Nawsie obserwowane objawy poważnej degradacji

W rozpoznaniu terenowym autor nie stwierdził w Nawsiu ramienic. Na dnie występował dość obficie rogatek sztywny *Ceratophyllum demersum*, jednak nie sięgał głęboko; nie wyznaczono liczbowo granicy jego kolonizacji. Obserwowano także kożuchy zielenic, bez oznaczenia ich składu gatunkowego. Nie są to obserwacje z Psarskiego i nie należy ich łączyć z dokumentacją fotograficzną ramienic zamieszczoną dalej [Furdyna, 2026]. Rozpoznanie opisuje rzeczywiście obserwowaną roślinność, bez zastępowania jej listą gatunków typowych dla jezior ramienicowych. Dzięki temu późniejsza kontrola będzie mogła odnosić się do konkretnego stanu wyjściowego.

Zestawienie tych cech z lokalnymi opisami jeziora ramienicowego wskazuje na poważną zmianę struktury roślinności i wyraźne przejawy podwyższenia trofii. Obecność samego rogatka nie rozstrzyga o eutrofizacji;

znaczenie ma łączny obraz obejmujący kożuchy zielenic, niestwierdzenie ramienic i silne zaburzenie warunków wodnych. Jest to ocena ekspercka oparta na obserwacjach biologicznych. Wielkości wzrostu trofii, dynamiki zmian i udziału poszczególnych źródeł biogenów nie określono bez serii pomiarów. Autor odnotował ponadto wyraźnie mniejszą przezroczystość Nawsia w porównaniu z Psarskiem. Jest to jakościowe porównanie z tej samej wizyty, bez liczbowej głębokości widzialności krążka Secchiego. Wspiera ono łączną ocenę pogorszenia warunków świetlnych, lecz wymaga rozdzielenia udziału fitoplanktonu, zawiesiny mineralnej i rozpuszczonej materii organicznej. Krążek Secchiego jest białym lub biało-czarnym krążkiem opuszczanym na lince do chwili utraty widoczności. Powtarzalny pomiar tej głębokości pozwala śledzić przezroczystość w sposób bardziej porównywalny niż ocena koloru i wyglądu tafli.

Poziom wody obniżył się tak silnie, że dotychczasowa tafla Nawsia została rozdzielona na dwa odrębne akweny. Jest to stwierdzony objaw utraty zalewu i ciągłości przestrzeni wodnej. Obecny stan autor określa jako skrajny deficyt wody związany z suszą. To określenie rozpoznania terenowego, bez ilościowego przypisania całego ubytku wody do czynnika klimatycznego. Obniżenie zwierciadła jest istotnym elementem degradacji, ale nie wyklucza równoległego oddziaływania dopływu biogenów, przekształceń odpływu i zmian zasilania podziemnego. Podział akwenu jest szczególnie czytelnym przejawem przekroczenia progu hydrologicznego: dno przewężenia znalazło się ponad poziomem wody. Ma to znaczenie dla ciągłości siedlisk niezależnie od tego, jaki udział w ubytku mają poszczególne przyczyny.

Według przekazów przywołanych przez autora jezioro mogło być rozdzielone także przed 1945 r. Nie wskazano dotąd datowanego źródła pozwalającego określić ówczesną rzędną, czas trwania lub przyczynę podziału. Nawet potwierdzenie takiego epizodu nie dowodziłoby dobrego stanu ekologicznego ani nie wyznaczałoby właściwego poziomu odniesienia. Historyczny niski stan mógł również odzwierciedlać silny deficyt wody lub przekształcenia stosunków wodnych. Dawny epizod niskiego stanu może pomóc odtworzyć zakres zmian, ale wymaga rozpoznania jego tła. W ochronie odniesieniem powinny być warunki podtrzymujące siedliska, a nie sam fakt wystąpienia określonego stanu w historii.

W ocenie autora obraz otoczenia jeziora i odsłoniętej strefy brzegowej wskazuje, że poziom zapewniający właściwe funkcjonowanie ekosystemu powinien być znacznie wyższy od obecnego. Dokładna rzędna wymaga niwelacji, rozpoznania dawnych granic zalewu, batymetrii i oceny siedlisk. Obecnego podziału nie należy przyjmować jako pożądanego stanu docelowego. Nawsie jest już poważnie zdegradowane; ta ocena nie musi czekać na liczbowy podział przyczyn. Wniosek ochronny dotyczy zatem przywrócenia odpowiedniejszego i trwalszego zalewu. Pomiar docelowego poziomu służy dobraniu skutecznego działania; nie podważa rozpoznania, że aktualna utrata wody jest poważna.

Przezroczystość i fotograficzna dokumentacja roślinności Nawsia

Podczas wizyty 10 listopada autor stwierdził zdecydowanie mniejszą przezroczystość wody w Nawsiu niż w Psarskiem. Różnica współwystępuje z opisanymi kożuchami glonów, rogatkiem ograniczonym do niezbyt głębokiej strefy oraz utratą zalewu. Taki zestaw obserwacji stanowi spójny obraz pogorszonych warunków funkcjonowania płytszego jeziora. Przy tej samej dostępności światła nad taflą mniejsza przezroczystość zmniejsza możliwość utrzymania roślinności na większej głębokości. Nałożenie tego ograniczenia na silny spadek poziomu może zawężać pas zasiedlonego dna zarówno od strony lądu, jak i od głębi. Przezroczystość opisuje tu warunek życia organizmów przy dnie. Jej pogorszenie należy zatem oceniać razem z utratą płytkiej strefy, ponieważ oba procesy mogą jednocześnie ograniczać przestrzeń dostępną roślinności.



Fotografia A. Nawsie, 10.11.2026. Kożuch przy brzegu i wynurzony pas podłoża. Terenowo opisany jako zielenice; fotografia nie rozstrzyga składu taksonomicznego. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0625.JPG.

Fotografie A i B pochodzą wyłącznie z Nawsia. Dokumentują przybrzeżne kożuchy i pobrany materiał roślinny zgodny z terenowym rozpoznaniem rogatka sztywnego. Nie przedstawiają ramienic Psarskiego. Sam kolor wody na fotografii zależy też od oświetlenia, odbić i dna, dlatego jakościowe porównanie przezroczystości przyjęto jako obserwację terenową autora, a nie pomiar z obrazu. W monitoringu należy je zastąpić powtarzalnym pomiarem krążkiem Secchiego oraz oznaczeniem chlorofilu a, zawiesiny i barwy wody. Chlorofil a jest barwnikiem wykorzystywanym do oceny ilości fitoplanktonu. Zestawienie go z zawiesiną i barwą pomoże rozróżnić, czy ograniczenie widoczności ma przede wszystkim podłoże biologiczne, mineralne czy związane z substancjami rozpuszczonymi.



Fotografia B. Nawsie, 10.11.2026. Roślinność pobrana kotwiczką; pokrój zgodny z rogatkiem sztywnym Ceratophyllum demersum wskazanym w rozpoznaniu terenowym. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0630.JPG.

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Zróżnicowanie kondycji ramienic w Psarskiem

Rozpoznanie z 9 listopada 2026 r. wykazało różnicę wyglądu pobranego materiału: od strony północnej, przy Psich Głowach, pobory kotwiczką dostarczały dużych, zwartych kęp, określanych terenowo jako całe płyty, natomiast przy południowej krawędzi jedna z prób była słabo rozwinięta i nosiła cechy zamierania. Kontrola z 10 listopada zmienia zakres tej interpretacji: na bardzo płytkiej wodzie południowej części Psarskiego stwierdzono ramienice i pobrano materiał ze świeżymi, zielonymi fragmentami plech. Obraz jeziora jest zatem mozaikowy. Nie ma podstaw do stwierdzenia jednolicie złej kondycji całego południa ani do przyjęcia, że ramienice zachowały się tylko od północy. Nowa seria z północnego zachodu pochodzi, według wskazania autora, z rejonu punktu poboru wody bliżej Psich Głów [Furdyna, 2026]. Takie zróżnicowanie kieruje uwagę ku lokalnym warunkom dna i wody, zamiast pozwalać na prostą ocenę całego jeziora na podstawie jednej próby. Stanowiska trzeba zachować jako odrębne punkty dalszych porównań.

Obserwację należy odnieść do listopadowego terminu, porównywalnych głębokości i gatunków oraz sposobu pobierania. Dokumentuje ona różnicę jakościową; nie wyznacza jeszcze powierzchni lub biomasy płatów. Fotografie poniżej przedstawiają pobrany materiał, bez przypisania zdjęć do konkretnego północnego lub południowego stanowiska. Dodatkowe fotografie z 10 listopada mają już rozdzielone przypisanie przestrzenne: południowa płycizna oraz północno-zachodnia część przy punkcie poboru. Te lokalizacje należy zachować przy oznaczaniu prób i ponownych kontrolach; nie utożsamiać ich na podstawie zbliżonego wyglądu plech. Rozdzielenie dat i miejsc poboru umożliwia późniejsze sprawdzenie, czy różnica wyglądu powtarza się w tej samej strefie. Jest to warunek powiązania obserwacji roślin z pomiarami lokalnej presji.



Rycina 2. Kępy ramienic pobrane podczas rozpoznania 9 listopada 2026 r. Dwa ujęcia materiału. Fot. Artur Furdyna.

Interpretacja mozaiki siedliskowej Psarskiego po uzupełnieniu obserwacji

Hipoteza korzystniejszego zasilania podziemnego od północy oraz silniejszego oddziaływania terenów rolniczych i fermy od południa wymaga weryfikacji. Stwierdzenie ramienic na południowej płyciźnie

wyklucza traktowanie wcześniejszego porównania próbek jako dowodu prostego gradientu degradacji północ–południe. Zróżnicowanie wyglądu materiału może wynikać z lokalnej głębokości, rodzaju osadu, falowania, wieku plechy, składu gatunkowego, mineralnej inkrustacji, organizmów poroślowych i przestrzennego dopływu wody lub biogenów. Żadnego z tych mechanizmów nie rozstrzygnięto samym zdjęciem. Hipoteza nierównomiernego zasilania służy rozmieszczeniu monitoringu i ukierunkowaniu ochrony, a nie przypisaniu odpowiedzialności konkretnemu źródłu. Ochroną trzeba objąć zachowane płaty w obu rozpoznanych częściach jeziora. Za pomocą monitoringu należy sprawdzić, które różnice utrzymują się po uwzględnieniu głębokości i sezonu. Dopiero takie porównanie pozwoli wskazać proces wymagający ograniczenia oraz miejsce, w którym działanie ochronne przyniesie korzyść.

Geometria misy i rozmieszczenie dopływów umożliwiają lokalne różnice temperatury, przewodności, biogenów i warunków świetlnych, szczególnie przy brzegu. Mieszanie i sezon decydują o ich trwałości. Dopływ podziemny może poprawiać bilans wodny, ale jego jakość zależy od użytkowania obszaru zasilania. Dlatego ochroną trzeba objąć zarówno ilość, jak i jakość dopływającej wody [Winter i in., 1998]. Woda podziemna jest więc elementem ilościowego i jakościowego bilansu. Zachowanie jej dopływu powinno iść w parze z ochroną terenu, z którego pochodzi, ponieważ substancje wprowadzane do podłoża mogą docierać do jeziora inną drogą niż widoczny spływ po stoku.

Sprawdzenie przyczyn zróżnicowania Psarskiego wymaga równoczesnego badania północnych i południowych stanowisk. Należy wyznaczyć transekty, czyli stałe linie badań przechodzące przez kolejne głębokości, i porównywać miejsca o podobnej głębokości wody. Pomiary w całym pionowym przekroju toni powinny obejmować temperaturę, zawartość tlenu, przewodność elektrolityczną, odczyn pH, alkaliczność i wapń. Przewodność pomaga opisywać ilość rozpuszczonych jonów, a alkaliczność charakteryzuje zdolność wody do zobojętniania kwasów. Równocześnie potrzebne są oznaczenia fosforu ogólnego i rozpuszczalnych fosforanów, form azotu, chlorofilu a, zawiesiny oraz przezroczystości lub światła docierającego do dna. Badania trzeba powtarzać w sezonie, także po deszczach i podczas okresów suchych. Dopływ podziemny należy rozpoznawać przez pomiar różnic wysokości hydraulicznej, które wskazują możliwość i kierunek przepływu, oraz metodami dobranymi do podłoża. Mapa ramienic i osadów pozwoli następnie sprawdzić, czy miejsca gorszej kondycji roślin pokrywają się z mierzalną presją.

Wstępne oznaczenie materiału fotograficznego

Fotografie potwierdzają wstępne rozpoznanie rodzaju Chara: widoczne są członowane osie oraz okółki zasadniczo nierozgałęzionych nibyliści. Nowy materiał z południowej płycizny i z północnego zachodu pozwala porównywać pokrój, ale nie daje jeszcze pewnego oznaczenia gatunkowego. Nie potwierdzono drugiego gatunku ani tożsamości gatunkowej obu prób. Cechy rozstrzygające obejmują okorowanie, przylistki, komórki kolczaste i organy rozrodcze, które wymagają zdjęć makro lub obserwacji pod lupą binokularną. W zasadniczym wykazie pozostawiono *Chara sp.*; poniżej przedstawiono robocze kierunki oznaczenia i sposób ich sprawdzenia, bez przypisywania nieudokumentowanego zespołu roślinnego [Furdyna, 2026; Zviedre, 2007]. Okorowanie oznacza układ komórek otaczających główną oś plechy. Przylistki, komórki kolczaste i organy rozrodcze są drobnymi strukturami, których ułożenie ma znaczenie diagnostyczne, dlatego podobny ogólny wygląd roślin nie wystarcza do rozstrzygnięcia gatunku.



Rycina 3. Fragment plechy oznaczonej wstępnie jako *Chara sp.* Fot. Artur Furdyna, 9 listopada 2026 r.

Ramienice z południowej płycizny i północnego zachodu Psarskiego

Materiał południowy wykazuje silny jasny nalot na starszych fragmentach i zachowane zielone końce. Taki wygląd wymaga odróżnienia naturalnej inkrustacji mineralnej, osadu i organizmów porośłowych od obumarcia. Wapienna inkrustacja jest typowa dla części ramienic twardowodnych; samego jasnego lub brunatnego zabarwienia nie należy więc traktować jako dowodu eutrofizacji lub śmierci całej kępy. Nie ustalono składu nalotu laboratoryjnie. Obecność świeżych fragmentów i terenowe stwierdzenie ramienic uzasadniają zmianę opisu południowej części jeziora. W tym przypadku jasny wygląd należy rozpatrywać jako cechę do wyjaśnienia, a zachowane zielone fragmenty jako przesłankę obecności żywego materiału. Ocenę całego płatu trzeba oprzeć na jego strukturze i powtarzalnych obserwacjach.



Fotografia C. Psarskie, południowa płycizna, 10.11.2026. Chara sp.; członowane nibyliście oraz jasny nalot na starszych fragmentach. Zdjęcie dokumentuje obecność ramienic także na południu. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0675.JPG.



Fotografia D. Psarskie, południowa płycizna, 10.11.2026. Materiał pobrany kotwiczką, z jasnymi starszymi częściami i zielonymi fragmentami plech. Nie oznaczono składu nalotu ani udziału żywej biomasy. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0687.JPG.

Seria północno-zachodnia IMG_0643–IMG_0654 została przez autora przypisana do rejonu punktu poboru wody bliżej Psich Głów. Widać w niej odcinki osi z okółkami członowanych nibyliści, dość długie międzywęźla i drobne wyrostki w obrębie węzłów nibyliści. To lepszy materiał do porównania pokroju niż zdjęcie samej zwartej kępy, ale powtarzające się ujęcia tego samego fragmentu nie zastępują obrazu cech mikroskopowych. Nie utożsamia się wskazanego punktu przy jeziorze z ujęciami głębinowymi opisanymi w rozdziale o poborach, jeśli nie ma dokumentu łączącego te obiekty. Odrębność oznaczeń punktów ma

znaczenie dla interpretacji presji. Miejsce terenowego pobrania roślin i administracyjnie udokumentowana studnia mogą być różnymi obiektami, nawet jeżeli oba opisuje się jako punkt poboru.



Fotografia E. Psarskie, część północno-zachodnia przy punkcie poboru wody, bliżej Psich Głów, 10.11.2026. Chara sp., widoczne okółki i członowanie nibyliści. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0643.JPG.



Fotografia F. Psarskie, to samo stanowisko północno-zachodnie, 10.11.2026. Szczegóły węzłów i fragmentów nibyliści. Rozdzielczość nie pozwala policzyć rzędów okorowania. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0654.JPG.

Robocze kierunki oznaczenia i cechy do sprawdzenia

Dla północno-zachodniej próby pierwszym kierunkiem porównania jest *Chara contraria*, z *Chara vulgaris* jako ważną alternatywą. Jest to propozycja do sprawdzenia, o bardzo niskiej pewności gatunkowej. Pokrój, proporcje osi i nibyliści oraz nalot nie rozstrzygają między nimi. U tych taksonów istotny jest odmienny typ dwurzędowego okorowania, niewidoczny na zdjęciach. W przypadku materiału z południa należy dodatkowo sprawdzić *Chara aspera*. Brak widocznych długich kolców na fotografii nie dowodzi ich nieobecności. Nie przyjęto oznaczenia gatunkowego jako wyniku inwentaryzacji [Zviedre, Genus Chara L. in

Latvia, 2007]. Porównanie według klucza jest sposobem uporządkowania hipotez. Do wykazu potwierdzonych gatunków można wprowadzić dopiero takie oznaczenie, dla którego udokumentowano rozstrzygające cechy materiału.

Kierunek porównania	Cecha rozstrzygająca do udokumentowania
Chara contraria i *Chara vulgaris*	Do rozróżnienia tych gatunków potrzebna jest ocena podwójnego okorowania: rzędy z komórkami kolczastymi mogą być bardziej wypukłe albo położone w bruzdach. Oznaczenie należy uzupełnić o przylistki i organy rozrodcze.
Chara aspera	Należy sprawdzić, czy okorowanie jest trójrzędowe, kolce pojedyncze, a rośliny rozdzielnopłciowe. Dodatkowego wsparcia rozpoznaniu mogą dostarczyć białe kuliste bulwki na chwytnikach, jeżeli występują.
Chara globularis i *Chara virgata*	Przy trójrzędowym okorowaniu trzeba ocenić redukcję kolców i budowę przylistków. Dostępne zdjęcia nie dokumentują tych cech wystarczająco wyraźnie, dlatego nie wykluczają obu kierunków porównania.

Weryfikacja hipotez według klucza Pełechatego i Pukacza

Dodatkową weryfikację przeprowadzono według dostarczonego przez autora Klucza do oznaczania gatunków ramienic w rzekach i jeziorach [Pełechaty i Pukacz, 2008, s. 28–30, 35–36 i 58–59]. Jako hipotezy robocze przyjęto *Chara contraria* i *Chara vulgaris*. Zestawienie z opisami i fotografiami w kluczu nie daje podstaw do automatycznego przypisania jednego gatunku do północy, a drugiego do południa. Możliwa pozostaje również sytuacja, w której oba pakiety przedstawiają ten sam gatunek o różnym pokroju i stopniu inkrustacji. Poniżej oceniono istniejące fotografie; dalsze uzupełnienie opinii nie jest uzależnione od dostarczenia nowych zdjęć. Różnica między hipotezą a wynikiem oznaczenia pozostaje zachowana w całym tekście. Dalsza ocena ochronna wykorzystuje potwierdzoną obecność ramienic, nie uzależniając uznania wartości stanowisk od rozstrzygnięcia wszystkich szczegółów taksonomicznych.

Opis *Chara contraria* obejmuje małe, silnie inkrustowane i przez to kruche formy z płycizn oraz dłuższe formy z głębszych stanowisk. Taki zakres zmienności dobrze odpowiada możliwości porównywania zwartego, jasnego materiału południowego i bardziej wydłużonego fragmentu północno-zachodniego. Jasna powierzchnia starszych części plechy jest więc zgodna z tą hipotezą i nie może sama stanowić dowodu zamierania. Nie potwierdzono jednak na zdjęciach właściwego dla gatunku układu rzędów okorowania. Samo podobieństwo pokroju daje jedynie słabe wsparcie identyfikacji. Inkrustacja oznacza odkładanie składników mineralnych na powierzchni plechy. Jej duże nasilenie może zmieniać barwę, sztywność i kruchość materiału bez konieczności przyjmowania, że cała roślina zamiera.

W opisie *Chara vulgaris* klucz podkreśla wiotki pokrój, często wygięte do środka nibyliście oraz długie, cienkie nibylistki na ich wewnętrznej stronie. Nibylistki są drobnymi strukturami przy węzłach nibyliścia, a nie całymi ramionami okółka. Ich wyraźne wydłużenie byłoby istotnym wsparciem tej hipotezy. W serii północno-zachodniej widoczne są wyrostki węzłowe, ale nie można wiarygodnie określić ich długości względem lęgni ani rozpoznać ułożenia okorowania. Brak ich wyraźnego obrazu nie wyklucza C. vulgaris, jednak nie stanowi potwierdzenia tego gatunku. Lęgnia jest żeńskim organem rozrodczym ramienicy. Odniesienie długości sąsiednich struktur do jej wielkości wymaga wyraźnego obrazu obu elementów, dlatego ocena samych wyrostków na fotografii pozostaje niewystarczająca.

Cecha według klucza z 2008 roku	*Chara contraria*	*Chara vulgaris*
Okorowanie osi	Oś ma podwójne okorowanie. Rzędy główne są zwykle wyraźniej wypukłe niż boczne.	Oś ma podwójne okorowanie. Rzędy boczne są zwykle bardziej wypukłe, a komórki kolczaste leżą w bruzdach.
Nibylistki przy węzłach nibyliścia	Nibylistki na stronie wewnętrznej są rozwinięte, a ich długość i kształt mogą być zmienne.	Nibylistki na stronie wewnętrznej są często bardzo długie i cienkie. Jest to ważna cecha porównawcza.
Pokrój i nalot	Formy z płytkiej wody mogą być małe i silnie inkrustowane, natomiast formy z głębszych stanowisk bywają bardziej wydłużone.	Roślina bywa wiotka i rozgałęziona. Formy płytkie są zwykle słabiej inkrustowane.
Wartość dostępnych fotografii	Pokrój i nalot wspierają tę hipotezę, zwłaszcza dla południowej próby. Na zdjęciach brakuje jednak cechy rozstrzygającej.	Hipoteza pozostaje możliwa. Na zdjęciach nie wykazano dostatecznie długich nibylistków ani właściwego układu okorowania.

Na potrzeby opinii materiał pozostaje oznaczony jako *Chara sp.*, czyli ramienica rozpoznana do rodzaju, bez pewnego oznaczenia gatunku. Porównano go roboczo z *Chara contraria* i *Chara vulgaris*, przy czym obraz południowej próby wykazuje większą zgodność z opisem *Chara contraria*. Taki wynik nie oznacza stwierdzenia dwóch gatunków ani sporządzenia zweryfikowanej listy gatunkowej. Nawet ewentualne potwierdzenie *Chara vulgaris* na płyciźnie wymagałoby odniesienia do składu i struktury całego płatu, aby ocenić jego znaczenie dla siedliska 3140. Informacji o ochronie prawnej zawartych w publikacji z 2008 roku nie wykorzystano do określenia aktualnego statusu prawnego gatunków, ponieważ wymaga on sprawdzenia odrębnych, obowiązujących przepisów.

Do rozpoznania należy zachować kilka kompletnych plech z każdego stanowiska osobno, z dolną częścią i chwytnikami. Dokumentacja do późniejszej weryfikacji powinna obejmować zdjęcia wykonane w wodzie, na jasnym tle i z podziałką. Należy pokazać całą plechę, odcinek międzywęźla, węzeł osi z dwoma rzędami przylistków, kolejne węzły nibyliścia oraz organy rozrodcze, jeśli są obecne. Potrzebne jest ostre zbliżenie kilku stron osi, aby rozróżnić komórki okorowania. Oznaczenie należy powiązać z głębokością i osadem; różny pokrój płyciny i głębszego stanowiska nie jest samodzielnym dowodem dwóch gatunków. Zachowany materiał powinien mieć opis umożliwiający połączenie oznaczenia z konkretnym miejscem i dniem pobrania. Dzięki temu wynik botaniczny będzie użyteczny także do interpretacji warunków środowiskowych.

5 Utrata litoralu i konsekwencje dla różnorodności

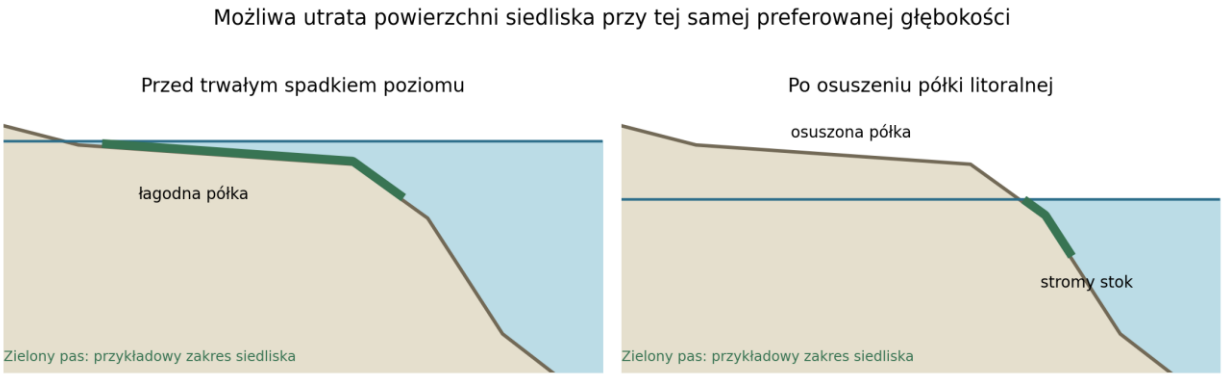
Obniżanie zwierciadła oddziałuje szczególnie silnie na litoral, ponieważ niewielka zmiana rzędnej może odsłonić dużą powierzchnię płytkiego dna. O skutku decydują amplituda, czas trwania, sezon i nachylenie brzegu. Utrata zalewu oznacza zarazem utratę podłoży roślin, siedlisk bezkręgowców i miejsc wykorzystywanych przez ryby [Leira i Cantonati, 2008; Cott i in., 2008]. W ocenie takiej zmiany należy pytać o utracone funkcje konkretnej powierzchni dna. Sama różnica poziomu w centymetrach nie pokazuje jeszcze, ile miejsca pozostało dla roślin, bezkręgowców i rozrodu ryb.

Przegląd Carmignaniego i Roy z 2017 r. opisuje oddziaływanie obniżeń zimowych przez osuszenie, przemarzanie i erozję odsłoniętego dna, z konsekwencjami dla makrofitów i bezkręgowców. Nachylenie i ekspozycja brzegu modyfikują siłę reakcji. Jest to wsparcie dla mechanizmu utraty siedlisk; wyniku obniżenia zimowego nie należy utożsamiać z wieloletnią suszą w omawianych jeziorach [Ecological impacts

of winter water level drawdowns on lake littoral zones a review, Aquatic Sciences 79, 803–824; doi:10.1007/s00027-017-0549-9]. Przegląd literatury służy tutaj wyjaśnieniu procesów, które mogą zachodzić na odsłoniętym dnie. Intensywność i sezonowy przebieg tych procesów w Nawsiu oraz Psarskiem trzeba odnieść do miejscowych warunków.

W eksperymencie w jeziorze 226 poziom obniżano o 2-3 m przez trzy kolejne zimy. Turner i in. [2005] stwierdzili początkowy silny spadek biomasy i pokrycia makrofitów, utratę podłoży dla glonów dennych oraz różną zdolność odnowy poszczególnych gatunków. Stężenia azotu i fosforu nie wzrosły, a reakcja fitoplanktonu była niewielka. Przykład dowodzi, że szkoda w litoralu może wystąpić również bez równoczesnego wzrostu trofii toni wodnej. Źródło przykładu: Turner i in., Divergent impacts of experimental lake-level drawdown on planktonic and benthic plant communities in a boreal forest lake, 2005; doi:10.1139/f05-003. Wniosek z tego porównania jest istotny dla ochrony: poprawny wynik pojedynczego badania chemicznego nie wyklucza poważnej utraty siedliska wywołanej zmianą poziomu wody. Obserwacja biologiczna i bilans wodny muszą uzupełniać analizę składu wody.

Układ półki litoralnej i stoku misy uzasadnia ocenę skutków ubytku wody dla dostępnej przestrzeni siedliskowej. W Psarskiem zagrożone są współcześnie potwierdzone łąki ramienicowe. W Nawsiu utrata zalewu jest już zaawansowana i doprowadziła do rozdzielenia jeziora na dwa akweny; ramienic podczas rozpoznania nie stwierdzono. Przesunięcie stref głębokościowych nie zapewnia odtworzenia dawnej powierzchni siedliska. Skali utraconego zalewu i potencjalnego zasięgu odnowy roślinności nie wyliczono bez pomiarowej batymetrii i dowiązanych rzędnych wody. Jest to kolejny powód, aby odbudowę wyższego poziomu rozpatrywać jako działanie na rzecz przestrzeni życia organizmów. Osiągnięcie odpowiedniej rzędnej ma znaczenie dopiero wraz z oceną, jakie fragmenty dna odzyskają trwały zalew.



Rycina 4. Wpływ obniżenia poziomu na dostępną powierzchnię litoralu. Zarys misy i zielony pas siedliska są schematyczne.

Zmniejszenie powierzchni łąk ogranicza schronienia, żerowiska i podłoża rozrodu. Dlatego o stanie przyrodniczym nie rozstrzyga sama liczba gatunków: istotna jest także powierzchnia i ciągłość siedlisk, ich struktura oraz zdolność podtrzymywania populacji. Ochrona powinna zatem śledzić także rozmiar i jakość przestrzeni dostępnej dla organizmów. Lista gatunków jest częścią tej oceny, ale nie pokazuje, czy ich populacje dysponują warunkami trwałego odnawiania.

Pasy cofania wody i mięczaki jako uzupełniające świadectwa zmian

Fotografie brzegu Psarskiego pokazują szeroki pas odsłoniętego podłoża i następujące po sobie strefy różniące się wilgotnością oraz stopniem zasiedlenia przez roślinność. Autor interpretuje je jako ślady cofania się wody w ostatnich kilku latach. Na górnej krawędzi wskazuje młode sosny, ocenione terenowo na około dwa lata, a niżej kolejne, słabiej porośnięte pasy. Ta obserwacja wspiera wniosek o niedawnym

przesunięciu zalewu. Samo zdjęcie nie określa jednak wieku sosen, kolejnych dat stanów wody ani liczbowego tempa obniżenia zwierciadła. Różnice wynikające z falowania, ekspozycji i rodzaju podłoża należy sprawdzić w terenie. Pasy brzegu warto traktować jako miejsca przyszłego pomiaru i powtarzania fotografii. Rozpoznawalne granice roślinności mogą wtedy zostać powiązane z rzeczywistymi rzędnymi i datami stanów wody.



Fotografia G. Psarskie, 10.11.2026. Odsłonięta strefa brzegowa i pasy o różnym stopniu porośnięcia. Autor wiąże je z cofaniem wody w ostatnich latach; fotografia nie jest samodzielną skalą czasu. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0664.JPG.

Wartość tych fotografii polega na połączeniu informacji o poziomie i funkcjach siedliska. Odsłonięcie dna oznacza utratę strefy wodnej w miejscu dawniej dostępnego litoralu, a wkraczanie roślin lądowych świadczy o czasie umożliwiającym ich rozwój. Do ustalenia tempa zmian potrzebne są stałe punkty fotografowania, niwelacja granic pasów i datowane zdjęcia archiwalne. Szczególnie przy stromych brzegach w środkowej części Psarskiego pas płycizn może być wąski, dlatego utrata łagodnych wypłaszczeń na końcach misy ma znaczenie dla dostępnej przestrzeni siedliskowej. W ten sposób fotografia staje się częścią dokumentacji procesu, a nie wyłącznie ilustracją wyglądu jeziora. Szczególnie cenna jest możliwość zestawienia z tym samym miejscem po kolejnym sezonie.



Fotografia H. Psarskie, 10.11.2026. Kolejne pasy odsłoniętego podłoża przy aktualnej wodzie. Przy górnej krawędzi autor wskazał młode sosny o terenowo oszacowanym wieku około dwóch lat. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0666.JPG.

Autor odnotował niepokojącą liczbę martwych małży oraz obecność innych mięczaków. W serii z Psarskiego widoczna jest duża pusta muszla małża, a osobne zdjęcie przedstawia muszlę ślimaka. Tych grup nie należy łączyć w jedno oznaczenie. Nie określono gatunku małża na podstawie ujęcia zewnętrznego ani gatunkowego składu śmiertelności. Pojedyncze puste muszle są naturalnym elementem jeziora; wzrost ich liczby na odsłanianym dnie, zwłaszcza z osobnikami świeżo martwymi, wymaga kontroli ilościowej. Dla oceny znaczenia ekologicznego potrzebne jest rozróżnienie naturalnego gromadzenia pustych muszli od zwiększonej śmiertelności organizmów. Lokalizacja znalezisk względem odsłanianego dna pomaga ukierunkować taką kontrolę.



Fotografia I. Psarskie, 10.11.2026. Pusta muszla dużego małża. Zdjęcie ilustruje obserwację autora, lecz nie określa daty śmierci, liczebności ani przyczyny. Oznaczenie gatunkowe wymaga dodatkowych cech muszli. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0696.JPG.

Obniżenie wody może narażać słabo mobilne małże na wynurzenie i wysychanie, a w pozostałej płyciźnie współwystępować z ogrzaniem oraz niedotlenieniem. Zależności te opisano w przeglądzie skutków suszy i osuszania dla małży słodkowodnych [Cushway, Geist i Schwalb, 2025]. Nie pozwalają one przypisać każdej znalezionej muszli do ostatniej suszy ani do konkretnego poboru. Dla weryfikacji należy policzyć żywe i martwe osobniki na stałych transektach, odróżnić muszle stare od świeżych, zanotować położenie względem linii wody oraz zbadać temperaturę i tlen. Powiązanie wyników liczenia z poziomem wody pozwoli sprawdzić, czy straty koncentrują się w pasie utraconego zalewu. Będzie to znacznie mocniejsza przesłanka niż sama obecność muszli na brzegu.



Fotografia J. Psarskie, 10.11.2026. Muszla ślimaka, odrębna od dokumentacji małży. Nie oznaczono gatunku ani przyczyny śmierci na podstawie tego ujęcia. Fot. Artur Furdyna. Plik IMG_0673.JPG.

Wspólna interpretacja obejmuje więc rozdzielenie Nawsia, utratę zalewu, pasy odsłanianego brzegu Psarskiego, obserwacje mięczaków, odmienną przezroczystość i strukturę roślinności. Są to zbieżne sygnały zaburzenia funkcjonowania powiązanego układu, a nie równoważne dowody jednej przyczyny. Trzeba zachować przypisanie do jeziora: gorsza przezroczystość, kożuchy i rogatek dotyczą Nawsia; pokazane tu pasy brzegu oraz muszle pochodzą z pakietu Psarskiego. Taka synteza pozwala ocenić powagę zmian bez sprowadzania całego obrazu do jednego wskaźnika. Poszczególne obserwacje dotyczą różnych funkcji ekosystemu, lecz wszystkie kierują uwagę ku warunkom wodnym i siedliskowym.

6 Mniejsza objętość wody i zmiana trofii

Zależność między objętością wody a stężeniem substancji można najpierw wyjaśnić na prostym przykładzie bilansowym. Jeżeli w jeziorze pozostaje ta sama masa danej substancji, ale objętość wody zmniejsza się o 30%, to substancja znajduje się już tylko w 70% wcześniejszej ilości wody. Jej stężenie wzrasta wówczas około 1,43 raza, czyli o około 43%. Jest to ilustracja matematycznej zależności, a nie obliczona prognoza dla Nawsia lub Psarskiego. W rzeczywistym jeziorze masa substancji zmienia się wraz z dopływem, odpływem, pobieraniem przez organizmy i zatrzymywaniem w osadach. Stały roczny ładunek dopływający do jeziora nie oznacza więc stałej masy w toni. Oceniając zmianę trofii, trzeba uwzględnić eksport składników, ich retencję w osadzie, pobór biologiczny oraz wymianę wód podziemnych.

Płytsza woda silniej podlega nagrzewaniu i oddziaływaniu falowania na osad. Może to zwiększać znaczenie unoszenia zawiesiny i wymiany biogenów z dnem. Zarazem lepsze oświetlenie płytkich stref sprzyja

roślinności podwodnej. O kierunku zmian decydują stan łąk, charakter osadu, obciążenie zlewni i dostępność tlenu [Kufel i Kufel, 2002; Leira i Cantonati, 2008]. Skutek spłycenia nie musi być jednakowy na całym jeziorze. W jednym miejscu większy dopływ światła może sprzyjać roślinom, podczas gdy w innym odsłonięcie lub wzruszanie osadu ograniczy ich rozwój.

Kufel i Kufel [2002] opisują łąki Chara jako miejsca retencji biogenów: ich biomasa i inkrustacje węglanowe zatrzymują składniki pokarmowe, a zwarte płaty ograniczają resuspensję. Utrata łąk może osłabić te funkcje. To mechanizm wzmacniający ryzyko pogorszenia jakości wody, odrębny od samego zmniejszenia objętości jeziora. Odtworzenie zasobu wody i zachowanie łąk są z tego względu działaniami wzajemnie się uzupełniającymi. Wyższy poziom powinien przywracać przestrzeń siedliska przy równoczesnym ograniczaniu czynników pogarszających przezroczystość.

Hilt i in. [2025] pokazali w twardowodnym jeziorze Stechlin, że zastępowanie zimującej *Nitellopsis obtusa* roślinami naczyniowymi wiązało się ze zmianą sezonowej retencji fosforu, pogorszeniem przezroczystości i spłyceniem zasięgu makrofitów. Badanie wspiera hipotezę sprzężenia między utratą ramienic a eutrofizacją. Nie jest dowodem skutków obniżenia wody: w badanym jeziorze poziom wody był stosunkowo stabilny. Źródło przykładu: Hilt i in., Facilitation of Lake Eutrophication by Altered Feedback Loops Between Submerged Macrophyte Vegetation and Phosphorus Retention, Freshwater Biology 70, e70051, 2025; doi:10.1111/fwb.70051. Przykład pokazuje, że sama zmiana składu roślinności może zmienić działanie jeziora. Wykorzystano go do uzasadnienia mechanizmu, zachowując odrębność warunków i przyczyn badanych w Stechlinie.

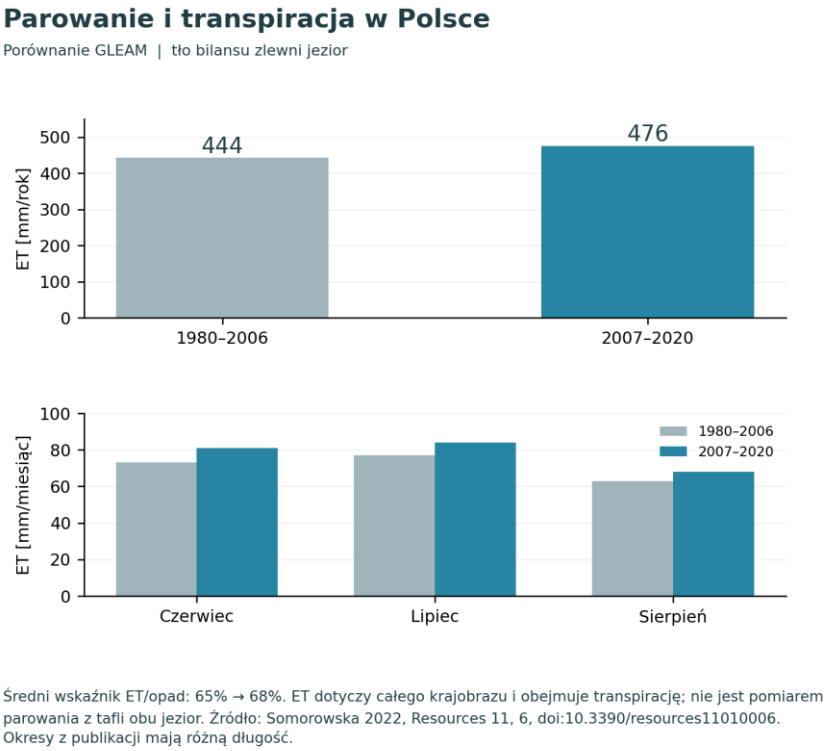
Nawsie jako jezioro płytkie

Nawsie jest jeziorem wyraźnie mniejszym i płytszym od Psarskiego. Historyczne dane Halbfassa wskazują odpowiednio 12 ha i 6 m głębokości maksymalnej wobec 21 ha i 16 m dla Psarskiego. Są to wartości historyczne, a nie współczesny pomiar. Płytsza misa oznacza mniejszy bufor zasobów wody w przeliczeniu na powierzchnię tafli. W połączeniu z utratą zalewu, podziałem jeziora i brakiem stwierdzonych ramienic uzasadnia to ocenę Nawsia jako układu obecnie znacznie mniej odpornego na dalszy deficyt wody i obciążenie biogenami. Sama mniejsza powierzchnia nie stanowi uniwersalnej miary odporności jezior; w tym przypadku znaczenie ma łączny obraz morfologii i stwierdzonych zmian [Halbfass, 1901; Kufel i Kufel, 2002; Leira i Cantonati, 2008]. Wskazanie mniejszej odporności Nawsia odnosi się więc do jego obecnego, rozpoznanego stanu. Ochrona powinna uwzględniać zarówno mniejszy zasób, jak i utraconą ciągłość tafli oraz osłabienie roślinnych mechanizmów stabilizacji.

Ta sama warstwa wody utracona przez parowanie stanowi większą część zasobu jeziora o mniejszej średniej głębokości. Nie oznacza to, że każdy płytki zbiornik paruje intensywniej w przeliczeniu na metr kwadratowy tafli. Rzeczywistą stratę określają także temperatura wody, wilgotność, wiatr, promieniowanie, magazynowanie ciepła i długość sezonu bez lodu. Do obliczenia skutków dla Nawsia potrzebne są aktualna batymetria i bilans. Milimetr parowania z tafli oznacza tę samą utratę objętości z każdego metra kwadratowego powierzchni, ale inną część całego magazynu wody w jeziorze płytkim i głębokim. To rozróżnienie pomaga uniknąć mylenia natężenia procesu z podatnością zbiornika.

Parowanie i odbudowa zasobów wodnych

Rycina 5 przedstawia krajowe tło zmian bilansu wodnego zlewni. W modelu GLEAM, służącym do oszacowania parowania i transpiracji z powierzchni lądowej, średnia roczna ewapotranspiracja wynosiła 444 mm w latach 1980–2006 i 476 mm w latach 2007–2020. Ewapotranspiracja jest łącznym powrotem wody do atmosfery przez parowanie z powierzchni oraz transpirację roślin. Jej średni udział w opadzie wzrósł w tym porównaniu z 65% do 68%; w zapisach bilansu stosuje się dla niej symbol ET. Dane obejmują cały krajobraz, dlatego parowanie bezpośrednio z tafli Nawsia i Psarskiego pozostaje odrębnym składnikiem lokalnego bilansu i wymaga osobnego oszacowania [Somorowska, 2022].



Rycina 5. Ewapotranspiracja krajobrazu Polski w dwóch okresach analizy GLEAM. Źródło Somorowska 2022.

Bliższe regionalnie badanie północno-zachodniej Polski porównywało m.in. lata 1981–2000 i 2001–2018, wskazując nasilenie wzrostu parowania potencjalnego po 2001 r. Autorzy obliczali je metodą Iwanowa z temperatury i wilgotności. To wskaźnik warunków parowania, odmienny od rzeczywistej ET krajobrazu i lokalnego pomiaru strat jeziora. Łącznie badania uzasadniają uwzględnienie presji klimatycznej obok poborów i przekształceń odpływu, bez przypisywania jej z góry całego spadku zwierciadła [Okoniewska i Szumińska, 2020]. Parowanie potencjalne opisuje zapotrzebowanie atmosfery na wodę przy przyjętych warunkach jej dostępności. Parowanie rzeczywiste zależy również od tego, czy woda jest dostępna, dlatego obu wartości nie można bezpośrednio zastępować w bilansie.

Znaczenie zasilania podziemnego

Dopływ przez dno i brzegi może stanowić istotną, a lokalnie dominującą część zasilania jeziora także przy braku czynnego cieku na powierzchni. Spływ po gruncie bywa ilościowo uzupełniający, a mimo to może wnosić duży ładunek biogenów. Dopływ ciekiem również może pochodzić w części z drenażu wód podziemnych. Zależności te uzasadniają objęcie ochroną całego układu zasilania [Winter i in., 1998]. Z tego powodu pozornie spokojna tafla i brak widocznego dopływu nie oznaczają słabej wymiany wody. Część

najważniejszych procesów może zachodzić pod powierzchnią i ujawniać się dopiero w poziomach, chemizmie oraz reakcji roślinności.

Lokalny model na rycinie 1 ujmuje Nawsie i Psarskie w powiązaniu z sekwencją jezior Kaleńskie–Krzemno–Krzemienko–Siemięcin i bocznymi misami. Zasilanie podziemne uzupełniają opad i spływ z otoczenia, a rozchód obejmuje parowanie i dalszą wymianę wód w kierunku doliny Niecieczy. Model nie nadaje strumieniom arbitralnych procentów. Stały odpływ powierzchniowy za Psarskiem obecnie nie funkcjonuje według rozpoznania terenowego. Przyjęty model jest punktem wyjścia do rozpoznania, które drogi dopływu trzeba zabezpieczyć. Uzupełnianie go o dane geologiczne i pomiarowe umożliwi stopniowe przejście od interpretacji jakościowej do oceny ilościowej.

Ichtiofauna i zachowanie możliwości naturalnego rozrodu

W przekazanej przez autora charakterystyce historycznej rybostanu wskazywane są sieja *Coregonus lavaretus* w szerokim ujęciu taksonomicznym i sielawa *Coregonus albula*; wcześniejsze rozpoznanie wiązało sielawę z głębokim Psarskiem. Nawsie opisano jako płytkie jezioro linowo-szczupakowe. Informacji tej nie rozszerzono na stwierdzenie obu gatunków w każdym z jezior. Podstawą lokalnego opisu rybostanu są informacje autora związane z operatem rybackim dla Stowarzyszenia Lobelia oraz wyniki połowów kontrolnych przekazane do niniejszej opinii [Furdyna, 2026]. Określenie siei w szerokim ujęciu taksonomicznym uwzględnia złożoność nazewnictwa tej grupy. Historyczna charakterystyka rybacka opisuje typ jeziora i jego dawny potencjał, który należy odróżnić od współczesnego potwierdzenia każdego gatunku.

W połowach kontrolnych dominowały okonie *Perca fluviatilis*, odławiano też pojedyncze sieje. W Nawsiu zwracała uwagę duża liczebność uklei *Alburnus alburnus*. Jest to opis składu odłowów, bez przeliczenia na liczebność całych populacji. W przekazanych wynikach nie wskazano współczesnego połowu sielawy [Furdyna, 2026]. Udział gatunku w połowie zależy również od zastosowanego narzędzia, miejsca, terminu i nakładu pracy. Dlatego wyniki kontrolne są przesłanką oceny, a ich porównywanie wymaga zachowania podobnej metody.

Znaczny udział okonia i obecność siei wskazują na zachowanie części wartości ichtiocenozy. Nie uzasadniają jednak łagodzenia oceny całego jeziora Nawsie, gdzie obserwacje roślinności i rozdzielenie akwenu dokumentują poważną degradację. Sama dominacja okonia nie rozstrzyga dobrego stanu ekologicznego, a duża liczebność uklei nie jest samodzielnym wskaźnikiem jakości wody. Ważne pozostają struktura wielkości i wieku, udział narybku, powtarzalność rekrutacji oraz warunki tlenowe. Wartość zachowanych populacji ryb i zła kondycja pozostałych elementów ekosystemu mogą współwystępować. Rekrutacja oznacza wchodzenie kolejnych roczników młodych ryb do populacji. Jej powtarzalność pokazuje, czy jezioro zapewnia warunki odnowy, a nie tylko utrzymywania dorosłych osobników pochodzących z wcześniejszych lat lub zarybień.

Dalsze obniżanie poziomu wody zagraża tarliskom oraz dostępowi do zalanej roślinności i miejsc odchowu narybku. Dotyczy to szczególnie gatunków związanych z litoralem w rozrodzie i wczesnym rozwoju. Termin ubytku wody względem tarła i inkubacji jest równie ważny jak amplituda. Dorosłe ryby mogą pozostawać w jeziorze mimo osłabienia kolejnych roczników, dlatego celem ochrony musi być także zdolność populacji do samoodnawiania [Cott i in., 2008]. Ochrona wody powinna więc uwzględniać jej dostępność w biologicznie ważnych terminach. Poprawa średniego poziomu rocznego nie wystarczy, jeżeli tarliska pozostają odsłonięte w okresie rozrodu.

Monitoring ichtiofauny należy powiązać z poziomem wody, mapą tarlisk i roślinności oraz profilami temperatury i tlenu. Potrzebne są porównywalne połowy, rejestr nakładu i zarybień, pomiary długości i

struktury wieku oraz obserwacje narybku. Dla siei i sielawy trzeba rozpoznać odpowiednie podłoże tarłowe i jego natlenienie, a w Psarskiem także zasięg chłodnej, natlenionej wody latem. Ryzyka utraty litoralu nie należy utożsamiać z jednakowym sposobem rozrodu wszystkich ryb. Takie połączenie pomiarów fizycznych i biologicznych pozwoli rozpoznać, czy ograniczeniem jest ilość wody, brak odpowiedniej temperatury i tlenu, czy niedostępność podłoży potrzebnych w określonej fazie życia.

7 Opinia o mechanizmach zmian ekologicznych

W ocenie autora Nawsie znajduje się już w stanie poważnej degradacji, a nie jedynie podwyższonego ryzyka przyszłego pogorszenia. Silny deficyt wody i rozdzielenie jeziora współwystępują z niestwierdzeniem ramienic, dość obfitym rogatkiem sztywnym w niezbyt głębokiej strefie i kożuchami zielenic oraz wyraźnie mniejszą przezroczystością wody niż w Psarskiem. Łączny obraz wskazuje na pogorszenie warunków troficznych i osłabienie funkcji siedliskowych. Obniżenie zwierciadła jest elementem tego mechanizmu, lecz nie wyjaśnia samo całego obrazu; należy równolegle ocenić zewnętrzny dopływ biogenów i procesy zachodzące w jeziorze. W Psarskiem zachowane płaty ramienic na północnym zachodzie oraz potwierdzone ramienice południowej płycizny, przy lokalnym zróżnicowaniu wyglądu prób uzasadniają odrębną ocenę: ochronę istniejących łąk i przeciwdziałanie ich regresowi. W obu przypadkach potrzebna jest ochrona zasilania, jakości wody i litoralu w skali powiązanego układu. Zalecenia wynikają z tej oceny wprost: należy ograniczać presję na ilość i jakość wody oraz dążyć do odbudowy trwalszego, wyższego zalewu. Dalsze badania mają pomóc wybrać miejsca i parametry działań, a nie odsuwać uznanie zaobserwowanych zmian za poważne.

8 Zlewnie oraz rozpoznane ujęcia

Według urzędowych granic przyjętych w drugiej aktualizacji planu gospodarowania wodami, określanej skrótem II aPGW, oba jeziora leżą w zlewni jednolitej części wód powierzchniowych Dobrzyca do Świerczyńca. Jednolita część wód powierzchniowych, w skrócie JCWP, jest jednostką stosowaną do planowania gospodarowania wodami i oceny ich stanu. Wskazana jednostka ma kod RW60000918865994871 i powierzchnię 217,69 km². Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, określana dalej jako MPHP, przypisuje oba jeziora do układu Niecieczy. W karcie rzecznej JCWP, opartej na ocenie z lat 2014–2019, stan ekologiczny jest umiarkowany, stan ogólny zły, a osiągnięcie celów środowiskowych uznano za zagrożone. Wskazano także presję hydromorfologiczną związaną z piętrzeniami, czyli zmianami fizycznych warunków przepływu i koryta. Jest to ocena jednostki rzecznej, która dostarcza kontekstu dla obu jezior, ale nie stanowi ich odrębnej diagnozy trofii.

Punkt i CBDH	Parametry i położenie PL 1992
P Pławno 1960145	Studnia 72 m, 1997; czwartorzęd na dnie otworu. Ujęcie komunalne. E 315857,78 N 631613,34
B1 Byszkowo 1970071	Ferma trzody chlewnej; 70 m, 2005; czwartorzęd na dnie otworu. E 319552,13 N 629890,11

Punkt i CBDH	Parametry i położenie PL 1992
B2 Byszkowo 1970075	Ferma trzody chlewnej; 46 m, 2019; czwartorzęd na dnie otworu. E 319540,14 N 629891,81
S1, S2, S3, S4 Broczyno	Ujęcie WC Tron na lotnisku, działka 466/7, obręb Broczyno. Cztery studnie potwierdzone dokumentami gminy i kontrolą PSSE z 2024 r. Brak publicznie ustalonych współrzędnych głowic, filtrów i poborów.
S5 Broczyno	Piąta studnia tego ujęcia, potwierdzona jako użytkowana w informacji PSSE za 2025 r. Dokumentacja środowiskowa: GKO.6220.8.2023.KT i GKO.6220.5.2025.KT. 100 m³/h to łączna zdolność projektowa ujęcia, nie wydajność każdej studni ani pomierzony pobór.

Dane punktów studziennych zestawiono na podstawie Centralnego Banku Danych Hydrogeologicznych, określanego skrótem CBDH, prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Rekordy odczytano 9 listopada 2026 roku. Wpis potwierdza udokumentowanie otworu i określonych parametrów, lecz sam nie rozstrzyga, w jakim stopniu studnia jest obecnie eksploatowana. Całkowita głębokość otworu jest inną informacją niż położenie filtra, przez który woda napływa do studni. Podobna głębokość dwóch otworów nie dowodzi jeszcze, że ujmują one ten sam poziom wodonośny.

W interpretacji położenia ujęć istotne jest rozróżnienie zlewni powierzchniowej i podziemnej. Pławno znajduje się poza zlewnią powierzchniową wskazanej jednostki rzecznej i leży w jednolitej części wód podziemnych numer 25, natomiast jeziora oraz studnie fermy należą do jednostki numer 26. Jednolite części wód podziemnych oznacza się skrótem JCWPd i wykorzystuje jako jednostki planowania oraz oceny zasobów. Ich granice nie są automatycznie nieprzepuszczalnymi granicami geologicznymi. Możliwe oddziaływanie Pławna na układ jezior pozostaje hipotezą wymagającą porównania profili warstw, położenia filtrów, wysokości zwierciadeł wody i reakcji na pompowanie. Takie porównanie powinno wyjaśnić rzeczywiste powiązania, niezależnie od podziału administracyjnego przyjętego do gospodarowania wodami.

W publicznej bazie POBORY PIG-PIB odnaleziono rekord AGRI PLUS SP. Z O.O., UJĘCIE BYSZKÓW, UJ_IDENT 16_00147: TYSM3R 52,718 oraz M3D 144,432877; data pozwolenia 19.07.2005. To dane bazy poboru rejestrowanego. Brakuje roku odniesienia wartości, numeru decyzji i treści pozwolenia. Nie są podstawą do podania aktualnego dopuszczalnego poboru. Lokalizacja rekordu jest odmienna od B1/B2, dlatego nie przeniesiono tych wielkości na konkretne studnie. Skróty TYSM3R i M3D są nazwami pól bazy. Pierwszy zapis odpowiada wielkości rocznej w tysiącach metrów sześciennych, a drugi wielkości dobowej w metrach sześciennych. Bez roku i definicji wpisu nie należy utożsamiać ich z dzisiejszym limitem lub odczytem wodomierza.

Dla Pławna baza POBORY zawiera starszy punkt oznaczony identyfikatorem UJ_IDENT 16_00710, przypisany do Zakładu Gospodarki Komunalnej w Czaplinku. W rekordzie występują wartości 5,63 tys. m³ rocznie i 15,424658 m³ na dobę oraz data decyzji 17 grudnia 2012 roku. Punkt leży przy starszej lokalizacji ujęcia i nie został utożsamiony ze studnią P przedstawioną w zestawieniu. Dla fermy i pozostałych ujęć należy ustalić aktualne pozwolenia oraz maksymalne i średnie natężenia poboru, dla których w dokumentacji technicznej używa się symbolu Q. Potrzebne są także rzeczywiste miesięczne objętości, podział pracy między studnie i położenie filtrów. Poziom statyczny oznacza położenie wody przed pompowaniem lub po odpowiedniej odbudowie, a dynamiczny jej położenie podczas pracy studni. Oznaczenie P-6 dotyczy płytkiego piezometru badawczego, czyli otworu obserwacyjnego, a nie punktu poboru wody.

Ujęcie festiwalowe na lotnisku w Broczynie

Uzupełnienie kwerendy potwierdza dodatkowe ujęcie wód podziemnych obsługujące Pol'and'Rock Festival na dawnym lotnisku w Broczynie. Nie jest to wyłącznie informacja ustna o planowanym wierceniu: raport gminy za 2022 r. opisuje dzierżawę części działki 466/7 pod cztery studnie i infrastrukturę, informacja sanitarna za 2024 r. wymienia S1–S4, a informacja PSSE za 2025 r. wskazuje już pięć ujęć indywidualnych S1–S5 pracujących na potrzeby tymczasowej sieci. Tym samym piąta studnia była wykazywana w użytkowaniu co najmniej w lipcu 2025 r. [Gmina Czaplinek, Raport za 2022 r., s. 117; PSSE Drawsko Pomorskie, informacje za 2024 r., s. 85, i za 2025 r., s. 92]. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, oznaczana skrótem PSSE, dostarcza tu potwierdzenia wymienienia i kontroli punktów zaopatrzenia. Jej informacja pomaga ustalić istnienie ujęcia, natomiast parametry eksploatacji trzeba odczytać z dokumentacji wodnej i pomiarów.

Dokumenty gminne identyfikują inwestora WC Tron i pobór z wód czwartorzędowych, plejstoceńskich, na działce 466/7 obręb Broczyno. Obwieszczenie z 2 czerwca 2025 r. oraz ogłoszenie z 8 grudnia 2025 r. dotyczą studni S5 na istniejącym ujęciu o łącznej zdolności poboru 100 m³/h. Wartości tej nie należy mnożyć przez pięć ani traktować jako aktualnego limitu pozwolenia lub poboru rzeczywistego. Do bilansu potrzebne są odczyty wodomierzy i zakres uprawnień z właściwego pozwolenia wodnoprawnego. Zdolność projektowa opisuje przyjętą możliwość pracy całego układu urządzeń. Rzeczywista presja zależy dodatkowo od tego, jak długo i z jakim natężeniem pracowały pompy w poszczególnych dniach.

Data i dokument	Ustalenie dla rejestru poborów
2022 Raport gminy i GKO.6220.16.2022.KT	Dzierżawa 400 m² na działce 466/7 od 28.04.2022 do 30.09.2024 pod cztery studnie; postępowanie dotyczące urządzeń do poboru wody, obwieszczenie 26.07.2022.
2024 GKO.6220.8.2023.KT; PSSE za 2024	Obwieszczenie 10.01.2024 o wniosku dla S5 z grudnia 2023. W dokumentacji sanitarnej próby wody z S1–S4 z 9.07.2024.
2025 PSSE za 2025	Pięć ujęć S1–S5 na potrzeby tymczasowej sieci; pobranie prób z wszystkich pięciu 9.07.2025. Potwierdzenie użytkowania S5.
2025 GKO.6220.5.2025.KT	Wniosek z 28.02.2025, obwieszczenie z 2.06.2025; decyzja środowiskowa nr 7/2025 z 8.12.2025, sygn. KT.11, ogłoszona pismem KT.12. Projekt S5, zdolność łączna ujęcia 100 m³/h.

Daty potwierdzenia użytkowania S5 w materiale sanitarnym i późniejszej decyzji środowiskowej wymagają uporządkowania na podstawie pełnych akt i wcześniejszych rozstrzygnięć. Sama taka sekwencja dat nie pozwala ocenić legalności pracy studni. W opinii rozdzielono fakt wymienienia punktu w kontroli sanitarnej, tok postępowania środowiskowego i prawo do poboru wody. Dla czytelnika istotne jest zachowanie osobnej osi czasu dla dokumentów i faktycznej eksploatacji. Pozwala to odtworzyć zdarzenia bez wyprowadzania wniosków prawnych z samej kolejności publikacji.

Nie uzyskano pełnych kart informacyjnych przedsięwzięcia, profili S1–S5, dokumentacji hydrogeologicznej ani właściwych pozwoleń wodnoprawnych z operatami. To brak parametrów koniecznych do ilościowej oceny, a nie powód pominięcia ujęcia w rejestrze presji. Publiczne ogłoszenie wskazuje akta w Urzędzie Miejskim w Czaplinku, komórce gospodarki komunalnej i ochrony środowiska. Do identyfikacji dokumentacji służą trzy sygnatury zestawione powyżej; przy zapytaniu należy żądać również załączników, zmian i dokumentacji powykonawczej. Dokumentacja powykonawcza opisuje konstrukcję rzeczywiście wykonanego otworu. Jest potrzebna, ponieważ założenia projektu mogą zostać zmienione po rozpoznaniu warstw podczas wiercenia.

Dla każdej z pięciu studni trzeba ustalić współrzędne, rzędną, datę wykonania, głębokość i filtry, poziom wodonośny, zasoby eksploatacyjne, zwierciadło statyczne i dynamiczne oraz rejestry pracy. Dla całego ujęcia potrzebne są sumy dobowe, godzinowe szczyty, daty prób i przygotowania imprezy, pobór podczas festiwalu i demontażu oraz sposób odprowadzania zużytej wody. Okres pompowania może być dłuższy od dat samego wydarzenia. Nie ustalono rzeczywistego czasu pracy ani sumy poboru na podstawie informacji o pojemności sieci lub liczbie uczestników. Obserwację należy prowadzić także po zakończeniu poboru. Pozwoli to ustalić czas odbudowy i sprawdzić, czy krótki okres intensywnego pompowania nakłada się na późniejsze osłabienie zasilania.

Na mapie pokazano obrys całej działki 466/7, uzyskany z Usługi Lokalizacji Działek Katastralnych, określanej skrótem ULDK. Obrys służy wskazaniu obszaru lokalizacji grupy studni. Nie jest granicą dzierżawionych 400 m² ani zasięgiem obniżenia zwierciadła wywołanego pompowaniem, nazywanego lejem depresji. Ponieważ nie ustalono współrzędnych głowic pięciu studni, nie nadano im na mapie pozornej dokładności przez umieszczenie domyślnych punktów. Ujęcie festiwalowe pozostaje odrębne od gminnej stacji uzdatniania wody w Broczynie. Ewentualny związek z jeziorami trzeba ustalić przez porównanie warstw i różnic wysokości hydraulicznej. Samo sąsiedztwo obiektów na mapie nie określa kierunku ani wielkości przepływu między nimi.

Dane geologiczne PIG i ich znaczenie dla rozpoznania zasilania

Dostępne zasoby Państwowego Instytutu Geologicznego pozwalają wyjść poza ogólny opis osadów polodowcowych. Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Nadarzyce, wymieniają analizę 69 archiwalnych otworów oraz wykonanie otworów pełnordzeniowych Machliny N-1, Rudki N-2 i Laski Wałeckie N-4, o głębokościach odpowiednio 221 m, 227 m i 160 m. Opracowanie zawiera przekroje i zestawienie profili. Psarskie i Byszkowo wiąże z rynnami o kierunku północno-północny zachód–południowo-południowy wschód. Potwierdza to geologiczne tło interpretacji układu mis, ale samo położenie w rynnie nie dowodzi dzisiejszej ciągłości hydraulicznej [Mądry, Objaśnienia do SMGP, arkusz Nadarzyce, 2005, s. 7–9 i tabl. IV].

Opracowanie geośrodowiskowe tego arkusza, odwołujące się do Mapy hydrogeologicznej Polski autorstwa Marcinek, wyróżnia poziom przypowierzchniowy oraz poziomy międzyglinowe. Głębsze piaski rozdzielają gliny, a warstwy wodonośne nie tworzą wszędzie ciągłej powierzchni. Ich zasilanie obejmuje kontakty między warstwami i przesączanie przez gliny; doliny, zwłaszcza Dobrzycy, stanowią strefy drenażu. Jest to miejscowa podstawa rozpatrywania wymiany pionowej i wpływu bazy drenażu, bez zakładania pełnej izolacji głębszych zasobów [PIG, Objaśnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski, arkusz Nadarzyce, 2005, s. 13–15; za Marcinek, 2004].

W publicznej warstwie otworów Centralnej Bazy Danych Geologicznych rozpoznano dodatkowe punkty w Broczynie, Trzcińcu i Machlinach. Zestawienie poniżej zachowuje identyfikatory oraz numery dokumentacji, które umożliwiają dalsze pozyskanie kart i profili. Otwory złożowe wykonywano do badania surowców; nie należy zaliczać ich automatycznie do czynnych ujęć wody. W szczególności archiwalny punkt BROCZYNO S-1 z 1989 roku nie został utożsamiony ze studnią S1 współczesnego ujęcia festiwalowego. Zbieżne oznaczenie wymaga porównania współrzędnych i dokumentacji. Źródłem zestawienia jest publiczna usługa mapowa PIG-PIB CBDG Otwory wiertnicze, odczytana 10 listopada 2026 roku. Pełną odpowiedź i wybór rekordów dołączono do pakietu źródeł.

Otwór lub grupa otworów	Głębokość i rok	Identyfikator CBDG	Dokumentacja w archiwum
Machliny N-1	221 m; 2000	2063069	134984

Otwór lub grupa otworów	Głębokość i rok	Identyfikator CBDG	Dokumentacja w archiwum
Broczyno S-1	63 m; 1989	3490802	Brak numeru w rekordzie
Broczyno	27 m; rok niepodany	26647	6213
Trzciniec T-1, T-2, T-3 i T-4	Po 15 m; 2014	3232963, 3232966, 3232976, 3232986	790/2015
Broczyno, seria B z 2016 roku	0,6–5,0 m; 2016	Pełny wykaz w pliku źródłowym CSV	1787/2016

Zestawienie dokumentuje istnienie punktów i odsyła do materiałów archiwalnych. Głębokości nie są położeniem filtrów. Wszystkie numery dokumentacji należy odczytywać razem z identyfikatorem otworu.

Rozpoznanie to wskazuje konkretne materiały do wykorzystania w korelacji geologicznej, czyli porównaniu kolejności i położenia warstw w różnych miejscach. Profil głębokiego otworu Machliny N-1 może pomóc uporządkować regionalne następstwo osadów, a płytsze otwory w Broczynie i Trzcińcu uzupełniają obraz lokalnego podłoża. Aby ustalić połączenie ze studniami fermy lub lotniska, trzeba porównać wysokości warstw i filtrów, ich ciągłość oraz poziomy wody. Zbiór metadanych potwierdza istnienie otworów i wskazanej dokumentacji, lecz nie jest równoważny uzyskaniu pełnych profili wszystkich tych punktów. W przeglądzie warstwy otworów atlasów geologiczno-inżynierskich nie uzyskano dodatkowych punktów dla badanego otoczenia; nie przesądza to o braku dawnych dokumentacji inwestycyjnych lotniska.

Wiedza archiwalna pozwala więc zawęzić możliwe mechanizmy i lepiej zaplanować pomiary. Przedstawiony wcześniej model warstw należy traktować jako interpretację opartą na rozpoznanej budowie regionalnej, którą można stopniowo doprecyzowywać. Ocena powagi utraty zalewu, regresu roślinności i ryzyka dodatkowego poboru jest możliwa już obecnie. Osobnym poziomem dokładności pozostaje obliczenie, jaka część zmiany poziomu jeziora wynika z konkretnej studni i w jakim czasie ujawni się jej ograniczenie.

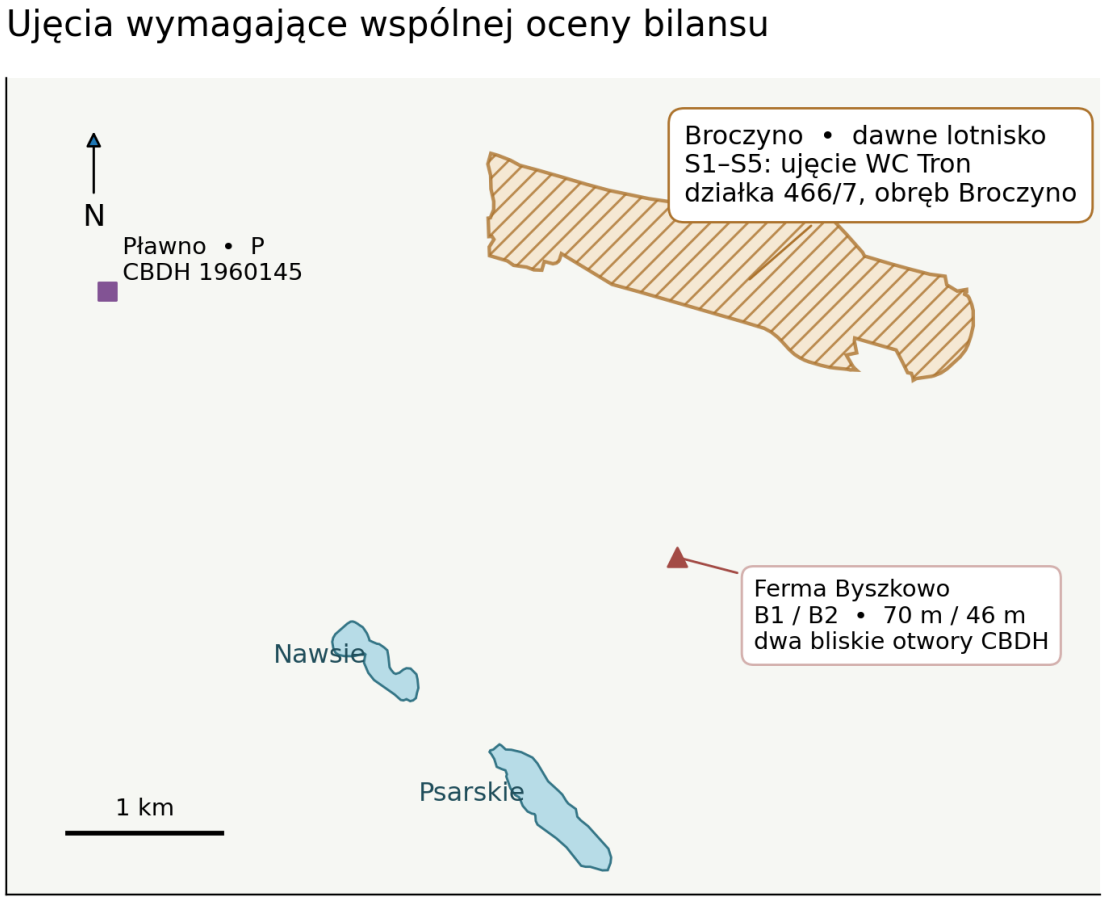
9 Zakres map i ich ograniczenia

Atlas zawiera pięć plansz: zlewnię JCWP i Niecieczy, obie zlewnie lokalne ze studniami, osobne mapy Nawsia i Psarskiego oraz zestawienie map 1838 i 1937 z MPHP. Dołączono warstwy GIS, NMT i rastry historyczne. Granica JCWP jest urzędowa. Obrys Niecieczy zbudowano z jednostek MPHP. Granice lokalne są wynikiem modelowania i są oznaczone linią przerywaną. Warstwy GIS są cyfrowymi zbiorami danych przestrzennych, które można zestawiać na wspólnej mapie. Ich połączenie ułatwia analizę, ale nie zmienia dokładności i aktualności każdego materiału źródłowego.

Zlewnie lokalne wyznaczono z numerycznego modelu terenu udostępnionego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, czyli GUGiK, odczytanego w siatce co 10 m. Numeryczny model terenu, określany skrótem NMT, opisuje wysokość powierzchni lądu. W analizie zastosowano algorytm priority-flood, służący uporządkowaniu dróg odpływu przez obniżenia, oraz metodę D8, przypisującą spływ do jednego z ośmiu sąsiednich pól siatki. Każde jezioro z MPHP potraktowano jako odrębny odbiornik spływu. Otrzymano orientacyjnie 53 ha dla Nawsia i 299 ha dla Psarskiego, łącznie z powierzchnią jezior. Wyniki są modelowym opisem zlewni topograficznych, a nie rezultatem terenowego kartowania odpływu ani wyznaczeniem obszarów zasilania podziemnego. Potrzebna jest kontrola rowów, przepustów i progów między misami, ponieważ ich drożność może zmieniać rzeczywiste drogi odpływu.

Pobrano bezpośrednio ze Staatsbibliothek zu Berlin arkusz Gr. Linichen 1159 z 1838 r., PPN1979909121, oraz ze SLUB arkusz Meßtischblatt 2563 Gr. Linichen, Ausgabe 1937. Nie potwierdzono arkusza wydanego dokładnie w 1945 r. Skan 1838 ma orientacyjną georeferencję z ramki, z rozbieżnością sięgającą kilkuset metrów, i służy do porównania jakościowego. Wycinek 1937 wykorzystuje georeferencję dostawcy TMS.

Nie obliczono różnic powierzchni między epokami. Skrót SBB odnosi się do biblioteki Staatsbibliothek zu Berlin, a SLUB do biblioteki w Dreźnie. TMS oznacza sposób udostępniania mapy w kaflach; wykorzystanie takiego podkładu wymaga zachowania informacji o jego źródle i dopasowaniu przestrzennym.



Kreskowanie: cała działka lokalizacyjna, nie zasięg ujęcia lub leja depresji.
Nie ustalono współrzędnych poszczególnych S1–S5. B1/B2 nie utożsamiono z otworem około 120 m. Kontury jezior nie przedstawiają linii wody z 2026 r.
Źródła: GUGiK ULDK, PIG-PIB CBDH, BIP Czaplinek, © OpenStreetMap, ODbL.
Układ współrzędnych PL 1992. Rozmieszczenie nie dowodzi więzi hydraulicznej.

Rycina 6. Uzupełnienie rozmieszczenia rozpoznanych poborów o ujęcie S1–S5 w Broczynie. Obszar działki jest lokalizacją grupy studni, a nie rozpoznanym zasięgiem oddziaływania. Źródła i ograniczenia na planszy.

Kontury MPHP nie są aktualną linią wody z listopada 2026 r. Nie uzyskano datowanej współczesnej ortofotomapy pozwalającej na wiarygodne odrysowanie aktualnego lustra. Do ilościowej oceny zaniku litoralu potrzebne są geodezyjnie dowiązane rzędne wody, batymetria półki i stoku, aktualna linia brzegu oraz powtarzalne transekty roślinności. Presje poboru zaznaczono punktowo; nie narysowano nieudokumentowanych lejów depresji. Mapa przedstawia więc lokalizację i relacje przestrzenne, a nie pomiar listopadowej powierzchni wody. Dzięki zachowaniu tego rozróżnienia można ją wykorzystywać do planowania badań bez nadawania wynikom pozornej precyzji.

Załączniki mapowe uzupełniają opinię o lokalizację jezior, studni i wododziałów, porównanie historyczne oraz modele przestrzenne i przekroje. Każdy rysunek ma własny opis źródeł i zakresu interpretacji. Zestawienie pozwala przechodzić od położenia obiektów na planie do ich relacji wysokościowych. Ograniczenia opisane przy figurach pozostają częścią interpretacji także wtedy, gdy plansza jest wykorzystywana osobno.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

10 Historia ujęcia fermy i wyjaśnienie tożsamości otworów

Dla oceny oddziaływania fermy trzeba rozdzielić historię zaopatrzenia zakładu, ewidencję poszczególnych otworów, decyzje administracyjne oraz rzeczywisty harmonogram poboru. Numer studni w dokumentacji zakładu nie musi być tożsamy z numerem rekordu CBDH ani oznaczeniami B1 i B2 przyjętymi na mapach tego opracowania. Również głębokość otworu nie określa położenia jego czynnego filtra. Dopiero połączenie tych informacji pozwoli ocenić, czy w danym okresie rzeczywiście wzrosło obciążenie układu wodonośnego. Zmiana numeru lub nazwy obiektu w dokumentach może oznaczać zmianę ewidencji, a nie wykonanie kolejnej studni.

Data lub okres	**Potwierdzona informacja**
Do czerwca 2004 oraz stan opisany w 2005	Decyzja z 19.07.2005 opisuje wcześniejsze własne studnie 22 i 25 m na działce 121/3; następnie zakup wody od Agrol s.c. Gospodarstwo Rolne Byszkowo. Dawne ujęcie pozostawało do celów pożarowych.
2005 i 2019	CBDH dokumentuje otwory fermy: 1970071 o głębokości 70 m oraz 1970075 o głębokości 46 m.
5.11.2020 i 12.03.2021	Wniosek Agri Plus o nowy otwór nr 2 na działce 121/28, obręb Trzciniec; późniejsze obwieszczenie GKO.6220.11.2020.WS.11.
14.05.2021 i 10.06.2021	Zawiadomienie z 10.06 potwierdza wydanie 14.05 decyzji środowiskowej nr 3/2021, GKO.6220.11.2020.WS.13, dla tego przedsięwzięcia.
2022–2023 według informacji do weryfikacji	Zgłoszono istnienie później uruchomionej lub ujawnionej studni około 120 m, wykonanej wobec niewystarczalności płytszego zaopatrzenia.
Lipiec 2026	Zapytanie ZAK/2026/001612 dotyczy ekspertyzy studni około 40 m w Byszkowie, oceny dalszej eksploatacji i przyczyn pogorszenia pracy.

Podstawą dwóch dat z 2021 r. są skany urzędowych obwieszczeń, a nie sam tytuł internetowej pozycji. Nowy otwór nr 2 jest zatem potwierdzonym przedsięwzięciem, natomiast utożsamienie go ze zgłoszoną studnią około 120 m byłoby przedwczesne. Data projektu, decyzji środowiskowej, wykonania wiercenia, zatwierdzenia dokumentacji, pozwolenia na pobór, uruchomienia i wpisu do rejestru może być różna. Późniejszy wpis nie dowodzi późniejszego rozpoczęcia pompowania. Chronologia postępowań jest zatem materiałem do odtworzenia historii, a nie gotowym wykresem poboru. Moment rozpoczęcia pracy trzeba powiązać z dokumentacją odbioru i zapisami eksploatacyjnymi.

W publicznych rekordach CBDH wyszukanych dla Byszkowa i w przestrzennym przeglądzie CBDG nie zidentyfikowano jednoznacznie nowego otworu fermy około 120 m z lat 2022–2023. W okolicy występują historyczne otwory o tej głębokości, m.in. w Piekarach z 1966 r. oraz w Czaplinku z 1993 r.; nie są one dowodem dla fermy. Brak rozpoznanego rekordu w publicznej warstwie nie jest dowodem nieistnienia studni. Lokalizację nowego otworu należy ustalić z dokumentacji powykonawczej; nie naniesiono na mapy domniemanego punktu jako potwierdzonej studni. Informacja autora o modernizacji i możliwym pogłębieniu istniejącej studni wymaga odrębnego prześledzenia. Dopóki nie porówna się numerów, współrzędnych, konstrukcji i decyzji, nie wolno doliczać zgłoszonej studni około 120 m jako kolejnego, niezależnego punktu poboru. Centralna Baza Danych Geologicznych, określana skrótem CBDG, jest odrębnym zasobem od banku hydrogeologicznego. Zestawienie obu rejestrów może ujawnić dodatkowe dokumenty, ale wymaga sprawdzenia, czy wpisy dotyczą tego samego fizycznego otworu.

Zapytanie o ekspertyzę z 2026 r. obejmuje m.in. stan filtra, zamulenie, szczelność, wydajność i stabilność dopływu. Sam spadek wydajności może wynikać z kolmatacji, awarii lub pogorszenia parametrów urządzenia; może też współwystępować z obniżeniem naporu w warstwie. Bez porównania zwierciadła

statycznego, dynamicznego i sprawności studni nie można stwierdzić wyczerpywania zasobów poziomu. Nie utożsamia się też studni opisanej jako około 40 m z rekordem 46 m bez dokumentu łączącego oba oznaczenia. Kolmatacja oznacza ograniczenie drożności filtra i jego otoczenia przez osady lub procesy chemiczne i biologiczne. Jej wpływ na pracę studni trzeba odróżnić od obniżenia ilości wody i ciśnienia w samej warstwie.

Chronologii ujęcia nie należy utożsamiać z ciągłością tego samego sposobu zaopatrzenia. Opis z 2005 r. nie rozstrzyga stanu po wykonaniu kolejnych otworów; rekordy CBDH nie wyznaczają aktualnego rozdziału pompowania. Obwieszczenie o decyzji środowiskowej z 2021 r. nie podaje głębokości, filtra, wydajności ani uruchomienia. Zapytanie o ekspertyzę z lipca 2026 r. potwierdza potrzebę diagnostyki studni około 40 m, a nie tożsamość z nowym otworem ani hydrogeologiczną przyczynę pogorszenia pracy. Poszczególne źródła odpowiadają więc na różne pytania: dokument opisuje dopuszczony zakres, rejestr potwierdza parametry otworu, a zapisy pracy pokazują rzeczywiste wydobycie. Wspólny rejestr powinien zachować te różnice.

Ślad postępowania a hipoteza pogłębienia studni fermy

Dwa odnalezione obwieszczenia dotyczą zamierzenia AGRI Plus polegającego na wykonaniu nowego otworu nr 2 na działce 121/28 obręb Trzciniec. Pismo z 12 marca 2021 r., GKO.6220.11.2020.WS.11, odnotowuje uzupełnienie karty przedsięwzięcia złożone 8 marca i przekazanie go RDOŚ 10 marca. Obwieszczenie z 10 czerwca 2021 r., WS.14, wskazuje wniosek z 5 listopada 2020 r. i decyzję środowiskową nr 3/2021 z 14 maja 2021 r., WS.13. To potwierdzony ślad administracyjny umożliwiający wystąpienie o kompletną dokumentację. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, oznaczana skrótem RDOŚ, występuje w tej historii jako organ uczestniczący w postępowaniu. Zachowanie pełnych sygnatur umożliwia odnalezienie załączników i powiązanie kolejnych pism.

W tych ogłoszeniach nie ma głębokości około 120 m, przedziałów filtra ani numeru pozwolenia wodnoprawnego na ten pobór. Przegląd opublikowanych zmian pozwolenia zintegrowanego do 2025 r. nie dał dokumentu jednoznacznie łączącego zgłoszoną modernizację lub pogłębienie z otworem o tej głębokości. Nie dowodzi to braku takiej dokumentacji u organów. Rozstrzygnięcie wymaga porównania projektu, dokumentacji powykonawczej i decyzji dla tego samego punktu, również gdy w różnych aktach zmieniał się numer studni. Pozostawienie tej kwestii otwartej chroni przed dwiema pomyłkami: pominięciem rzeczywiście zmienionego poboru oraz doliczeniem tego samego otworu po raz drugi. Obie pomyłki zniekształcałyby ocenę presji.

Dokumentacja może ujawnić trzy odmienne sytuacje. Pierwszą jest modernizacja urządzeń bez zmiany istniejącego otworu, na przykład wymiana pompy lub wyposażenia. Drugą jest pogłębienie lub rekonstrukcja tego samego otworu, która może zmienić zakres ujmowanych warstw. Trzecią jest wykonanie nowego otworu, który może pracować dodatkowo albo zastępować starszą studnię. W każdym przypadku trzeba rozdzielić liczbę fizycznych otworów od liczby studni pracujących równocześnie oraz od łącznej objętości wody dostarczanej fermie. Dopiero uporządkowany rejestr pozwoli rozpoznać rzeczywisty dodatkowy pobór lub zmianę jego głębokości, bez podwójnego sumowania tej samej ilości wody.

Dokumenty rozstrzygające status nowej studni

Najwyższy priorytet ma pełna decyzja środowiskowa nr 3/2021 wraz z kartą informacyjną przedsięwzięcia i załącznikami, projekt robót geologicznych oraz dokumentacja hydrogeologiczna powykonawcza z decyzją zatwierdzającą. Potrzebne są: współrzędne i rzędna głowicy, całkowita głębokość, profil litologiczny, przedziały filtrów, uszczelnienie przewierconych warstw, zwierciadło statyczne i dynamiczne, próbne pompowania z obserwacją sąsiednich otworów oraz udokumentowane zasoby eksploatacyjne. Datę uruchomienia należy powiązać z protokołem odbioru i pierwszymi odczytami wodomierza. Dokumentację

należy zamówić w wersji przed modernizacją i po niej, z informacją, czy zachowano ten sam otwór, wykonano jego rekonstrukcję lub pogłębienie, czy odwiercono nowy otwór zastępczy. W każdym wariancie trzeba ustalić, które starsze otwory nadal pobierają wodę, a które wyłączono lub zlikwidowano. Profil litologiczny przedstawia rodzaje i kolejność przewierconych gruntów oraz skał. Zestawiony z położeniem filtrów pozwala ustalić, z której warstwy woda rzeczywiście napływa i jakie przegrody oddzielają ją od płytszych zasobów.

Kolejny komplet obejmuje aktualne pozwolenie wodnoprawne z operatem i zmianami, decyzje dla wcześniejszych studni, schemat połączeń ujęcia, ewidencję pompowania każdej studni i ewentualnego zakupu wody oraz wynik ekspertyzy zamawianej w 2026 r. Dokumenty dotyczące postępowania środowiskowego należy identyfikować w Urzędzie Miejskim w Czaplinku po sygnaturze GKO.6220.11.2020; dokumentację geologiczną we właściwym archiwum geologicznym i u organu zatwierdzającego, a pozwolenie u właściwego organu PGW Wody Polskie. Żądanie powinno dotyczyć pełnych załączników i parametrów, nie jedynie wykazu wydanych decyzji. Rozpoznano decyzję środowiskową nr 3/2021 z 14 maja 2021 r., GKO.6220.11.2020.WS.13, ogłoszoną obwieszczeniem WS.14 z 10 czerwca 2021 r. To precyzyjny ślad do dalszego pozyskania akt; nie jest on sam w sobie pozwoleniem wodnoprawnym na pobór. Operat wodnoprawny jest dokumentacją opisującą planowany sposób korzystania z wód i jego uwarunkowania. Należy odczytywać go razem z decyzją oraz późniejszymi zmianami, ponieważ dopiero cały komplet pokazuje zakres przyjętych warunków.

Znaczenie głębszego ujęcia dla przyjętej interpretacji

Pobór z głębszego poziomu może zmieniać napór i przesączanie w układzie połączonych warstw. W opinii przyjęto, że oddziaływanie głębszego ujęcia należy rozpatrywać łącznie z płytszymi studniami, bilansem jezior i drenażem doliny. Siła takiego oddziaływania zależy od rzeczywistych filtrów, warstw rozdzielających i czasu pompowania, dlatego sama głębokość otworu nie rozstrzyga zasięgu wpływu [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012]. Napór opisuje energię hydrauliczną wody w warstwie znajdującej się pod ciśnieniem. Jego zmniejszenie może zmienić kierunek wymiany pionowej, nawet jeżeli woda nie przepływa bezpośrednio z jeziora do filtra studni.

Informacja, że głębszy otwór wykonano wobec niewystarczalności wcześniejszego zaopatrzenia, stanowi element przyjętej hipotezy zmian warunków wodnych. Rozstrzygające znaczenie mają chronologia pracy studni, przebieg zwierciadeł, wydajności i stan techniczny urządzeń. W opinii nie utożsamiono samego wykonania nowego otworu z dowodem wywołania spadku poziomu jezior. Ocena powinna zatem odtworzyć, co zmieniło się równocześnie w podłożu, pracy urządzeń i jeziorach. Takie podejście pozwoli sprawdzić hipotezę bez przyjmowania jej z góry jako jedynego wyjaśnienia.

11 Pobory wody i ich skutki dla funkcjonowania zlewni

Bilans zmieniany przez każdy czynny pobór

Każdy czynny pobór wód podziemnych wprowadza dodatkowy odpływ z systemu wodonośnego. W porównaniu z wariantem bez poboru musi być on pokryty zmniejszeniem zasobów magazynowanych, zwiększeniem zasilania lub ograniczeniem naturalnego odpływu, w różnych proporcjach i z różnym opóźnieniem. Wpływ obejmuje zmianę pola ciśnień i kierunków przepływu. Część wody może pochodzić z ograniczenia zasilania jezior i cieków albo z indukowanej infiltracji wód powierzchniowych [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012]. Nie wynika stąd, że każdy pobór powoduje mierzalną szkodę w obu badanych jeziorach. Tę konkretną reakcję trzeba wykazać lub oszacować wraz z niepewnością. Zmiana ta dotyczy

podziału wody, która wcześniej pozostawała w układzie lub zasilała jego naturalne odpływy. Szczególne znaczenie ma to wtedy, gdy jeziora i mokradła już funkcjonują blisko granicy utrzymania zalewu.

Bilans zmian wywołanych pompowaniem można zapisać jako Qp = ΔR + ΔD + Qs. Zapis porównuje dwa warianty tego samego obszaru i okresu: z poborem oraz bez niego. Symbol Qp oznacza natężenie poboru brutto, ΔR zwiększenie zasilania układu, ΔD ograniczenie jego naturalnego odpływu, a Qs tempo uwalniania wody wcześniej zgromadzonej w warstwach. Innymi słowy, woda wydobyta ze studni musi pochodzić ze zmiany co najmniej jednego z tych składników. Wszystkie wielkości należy wyrażać w zgodnych jednostkach i odnosić do tych samych granic bilansu. Powroty pobranej wody do środowiska trzeba ująć odrębnie, aby nie liczyć ich dwukrotnie. Jest to bilans koncepcyjny wyjaśniający mechanizm. Bez pomiarów i rozpoznania przepływów nie określa on udziału konkretnego jeziora w zasilaniu studni [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012].

Wielkość poboru należy rozpatrywać jako zmianę podziału zasobu między magazynowaniem w warstwach, zasilaniem jezior i cieków oraz pozostałymi odpływami. Długotrwałe pompowanie może przechwytywać wodę, która bez poboru podtrzymywałaby ekosystemy. Warunkiem oceny jest bilans odniesiony do konkretnego obszaru i okresu, z osobnym uwzględnieniem powrotów wody [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012]. W praktyce należy więc śledzić zarówno ilość wydobytą, jak i miejsce, w którym ujawnia się brak tej wody. Sam odczyt wodomierza nie pokazuje rozdziału skutków między jezioro, ciek i podziemny magazyn.

Porównanie poboru z rocznym zasilaniem całej JCWPd nie określa poboru bezpiecznego dla konkretnego jeziora. Nawet przy ustalonym poziomie w studni naturalny odpływ i warunki siedliskowe mogą być trwale zmienione. Kryterium ochronnym powinno być zachowanie funkcji jezior, mokradeł i cieków, a nie wyłącznie możliwość dalszej pracy pomp [Barlow i Leake, 2012]. Duża jednostka bilansowa może obejmować miejsca o odmiennej podatności. Dostateczny zasób w skali regionu nie wyklucza lokalnego ograniczenia zasilania niewielkiego jeziora w górnej części układu.

Barlow i Leake [2012] opisują ograniczenie zasilania cieków przez pompowanie oraz możliwość przechwytywania wód powierzchniowych; podkreślają znaczenie lokalizacji i czasu oddziaływania. Dla niniejszego opracowania oznacza to potrzebę symulacji stanów przejściowych i kontroli reakcji po ograniczeniu poboru. Brak natychmiastowej poprawy poziomu jeziora po zatrzymaniu pompy nie wyklucza związku hydraulicznego. Również brak szybkiej reakcji na krótkie próbne pompowanie nie rozstrzyga o braku skutków długotrwałych. Stan przejściowy oznacza tutaj zmianę warunków w czasie, zanim ustali się nowa równowaga. Obserwowanie tego przebiegu jest konieczne przy poborach sezonowych i przy ocenie skuteczności ich ograniczenia.

Pobór brutto i zużycie bezzwrotne nie są tożsame. Należy odtworzyć, jaka część wody wraca do tego samego systemu, gdzie, kiedy i w jakiej jakości. Woda w gnojowicy rozprowadzanej na gruntach nie stanowi automatycznie równoważnego zasilania ujmowanej warstwy: część paruje i jest zużywana przez rośliny, a infiltracja jest opóźniona i może przenosić biogeny. Wywóz ścieków lub produktów poza obszar zasilania stanowi inny bilans niż lokalny powrót. Rozpoznanie tych dróg jest zadaniem lokalnym, nie ustaloną w opracowaniu wielkością strat. Zużycie bezzwrotne oznacza część pobranej wody, która nie wraca do rozpatrywanego układu w odpowiednim miejscu i czasie. Dla bilansu lokalnego ważna jest także jakość powrotu, ponieważ odzyskanie ilości nie kompensuje dopływu zanieczyszczeń.

Dane liczbowe i ich rzeczywiste znaczenie

Wartość	Źródło i status
99 542 m³/rok i do 272,7 m³/dobę	Pozwolenie zintegrowane z 19.07.2005, K-SR-Ś-6/6619/21/05, roczne parametry instalacji, s. 5; opis zaopatrzenia V.2.1, s. 8.
52 718 m³/rok; 144,432877 m³/dobę	POBORY, UJ_IDENT 16_00147, data pozwolenia 19.07.2005, bez określonego roku wartości.
5 630 m³/rok; 15,424658 m³/dobę	POBORY Pławno 16_00710; data decyzji 17.12.2012.
Około 120 m; lata 2022–2023	Informacja o nowej studni wymagająca weryfikacji.

Parametr 272,7 m³/dobę odpowiada w przybliżeniu rocznej wielkości podzielonej przez 365; samo takie przeliczenie nie tworzy dowodu maksymalnego chwilowego ani godzinowego poboru. Kwerenda objęła również opublikowany łańcuch zmian pozwolenia zintegrowanego do 2025 r.; dostępne dokumenty nie dostarczyły jednoznacznego, aktualnego zestawienia limitów wszystkich studni. Konieczne jest sprawdzenie odrębnych pozwoleń wodnoprawnych i zatwierdzonej dokumentacji ujęcia. Do czasu ich uzyskania aktualne maksimum prawne i techniczne pozostaje nieustalone. Średnia dobowa wyprowadzona z roku nie pokazuje dni o największym obciążeniu. Do oceny krótkich okresów krytycznych potrzebny jest przebieg pompowania, a do oceny uprawnień właściwa treść decyzji.

Historyczne 99 542 m³/rok opisuje parametr instalacji; nie ustala dzisiejszego limitu poboru konkretnych studni. Zapis POBORY 52 718 m³/rok nie może być bez uzgodnienia okresu i definicji porównywany z tą wielkością jako dowód wzrostu lub przekroczenia. Analogicznie zapis 5 630 m³/rok dla Pławna nie dokumentuje aktualnego maksimum otworu P. Informacja o głębokości około 120 m nie daje podstawy do doliczania wydajności ani zasobów nowej studni. Te ograniczenia zachowano w interpretacji danych, bez osobnej kolumny ocen. Dzięki temu liczby pozostają użyteczne jako wskazówki do poszukiwania dokumentów, ale nie tworzą pozornego porównania wielkości o innym znaczeniu. Właściwe zestawienie musi mieć zgodny okres, jednostkę i zakres urządzeń.

Znaczenie poszczególnych rodzajów maksymalnego poboru

Prawnie dopuszczalne maksimum poboru wynika z aktualnych decyzji dotyczących danego ujęcia. Przy jego ustalaniu trzeba odczytać nie tylko podaną liczbę, lecz także jednostkę czasu, okres obowiązywania decyzji oraz warunki pracy poszczególnych studni. Limit chwilowy lub godzinowy opisuje inną sytuację niż dopuszczalna objętość dobowa albo roczna. Istotne jest również to, czy studnie mogą pracować równocześnie, czy część z nich ma charakter rezerwowy. Dopiero powiązanie tych informacji pozwala odtworzyć zakres dopuszczonej eksploatacji. Limit przypisany całemu ujęciu obejmuje pracę jego urządzeń i nie może być dodawany do limitów poszczególnych studni tak, jakby dotyczył niezależnego, kolejnego poboru. W odniesieniu do badanych jezior odczytanie uprawnień jest niezbędnym elementem oceny presji, ale samo nie określa jeszcze jej rzeczywistej wielkości.

Technicznie osiągalne maksimum oznacza ilość wody, którą można uzyskać przy określonej konstrukcji studni, wyposażeniu i warunkach pracy. Jego ocena wymaga zestawienia charakterystyk pomp, parametrów filtrów, zatwierdzonych zasobów oraz wyników próbnych pompowań, z równoczesnym uwzględnieniem depresji, czyli obniżenia zwierciadła lub naporu podczas poboru. Trzeba przy tym odróżnić wydajność uzyskaną w krótkiej próbie od możliwości długotrwałego utrzymywania takiego poboru. Wydajności kilku studni badanych osobno nie muszą odpowiadać wydajności zespołu pracującego jednocześnie, ponieważ studnie mogą oddziaływać na wspólną warstwę. Ocena techniczna powinna więc obejmować ich

współpracę i przebieg odbudowy po wyłączeniu. Nawet potwierdzenie odpowiedniej sprawności urządzeń nie rozstrzyga, czy taki pobór pozwala zachować zasilanie jezior i pozostałych ekosystemów.

Maksimum wynikające z zapotrzebowania opisuje potrzeby użytkownika w okresie największego zużycia. Dla fermy należy je odtworzyć z rzeczywistej obsady poszczególnych grup zwierząt, czasu ich utrzymywania oraz sposobu zaopatrzenia w wodę. Poza pojeniem trzeba uwzględnić mycie, potrzeby bytowe, uzdatnianie, straty instalacji i ewentualne chłodzenie, wraz z ich sezonową zmiennością. Normy zużycia mogą pomóc zbudować scenariusz porównawczy, lecz nie zastępują odczytów wodomierzy. Jeżeli pomiar na wejściu obejmuje już wodę utraconą w instalacji, ponowne doliczenie tych strat zawyżyłoby wynik. Dla ujęcia festiwalowego analogiczną rolę pełnią zapisy pracy sieci w czasie przygotowania, wydarzenia i demontażu. Tak rozpoznany szczyt potrzeb należy odróżnić zarówno od średniego zużycia rocznego, jak i od technicznych możliwości pomp.

Maksimum akceptowalne środowiskowo należy określić przez odniesienie poboru do funkcjonowania jezior, cieków i mokradeł zależnych od danego układu wodonośnego. Potrzebne są jawne kryteria ochrony, takie jak zachowanie zalewu litoralu, warunków dla roślinności oraz zasilania ekosystemów w okresach niskich stanów. Ich sprawdzenie wymaga modelu skalibrowanego na podstawie obserwacji jezior i wód podziemnych, obejmującego suszę, pracę wszystkich istotnych ujęć oraz reakcję po ograniczeniu pompowania. Wynik takiej analizy może być niższy od możliwości technicznych urządzeń i od limitu administracyjnego. Musi być przedstawiony wraz z niepewnością, ponieważ dobór parametrów i stopień rozpoznania więzi hydraulicznych wpływają na ocenę skutków. W obecnej opinii nie wyznaczono liczbowo tej wartości; wskazano dane i warunki konieczne do jej wiarygodnego ustalenia.

Ocena poborów w kontekście ochrony jezior

Objętość pobranej wody zależy jednocześnie od natężenia i czasu pracy. Jeżeli studnia pracuje ze stałą wydajnością q wyrażoną w m^3/h przez t godzin w ciągu doby, objętość dobowa wynosi $q \times t$. Przy zmiennej pracy podstawą powinny być odczyty wodomierza albo zapis kolejnych okresów pompowania. Dla kilku studni należy zsumować ich rzeczywiste objętości, uwzględniając jednak wspólne ograniczenia i współoddziaływanie, a nie zakładać ciągłą pracę każdej z maksymalną wydajnością. Roczny pobór jest sumą objętości z kolejnych dni i zwykle nie odpowiada prostemu pomnożeniu maksymalnego dnia przez 365. Studnie rezerwowe trzeba ująć zgodnie z rzeczywistym lub dopuszczonym sposobem wykorzystania. Także zakup wody wymaga wskazania źródła jej poboru, ponieważ zmiana dostawcy może przenosić presję w inne miejsce, zamiast usuwać ją z regionalnego bilansu.

Wyniku poboru ze wszystkich studni nie można bezpośrednio przeliczyć na spadek poziomu jezior przez podzielenie go przez powierzchnię ich tafli. Taki rachunek zakładałby, że cała wydobyta woda pochodzi wyłącznie z tych akwenów, czego nie wykazano. Należy ustalić, jaka część zmiany bilansu dotyczy każdego jeziora, jaka naturalnego odpływu rzecznego, a jaka magazynu w warstwach i pozostałych granic systemu. Wyznaczone modelowo zlewnie o powierzchniach 53 ha i 299 ha opisują kierunki spływu po powierzchni. Nie są udokumentowanymi obszarami zasilania studni ani zamkniętymi jednostkami bilansu wód podziemnych.

Zapotrzebowanie fermy należy odtworzyć osobno dla poszczególnych grup technologicznych, z uwzględnieniem rzeczywistej obsady i czasu utrzymywania zwierząt. Pozwoli to porównać potrzeby wynikające z działalności zakładu z ilością wody rzeczywiście doprowadzaną do instalacji. Rozpoznanie powinno obejmować poidła, mycie, potrzeby ludzi, płukanie instalacji, uzdatnianie i ewentualne chłodzenie. Jeżeli stosowane jest chłodzenie ewaporacyjne, do zużycia należy zaliczać wodę uzupełniającą i odprowadzaną, a nie cały przepływ krążący w obiegu. Szczególne znaczenie ma przebieg zapotrzebowania w upalne dni, ponieważ średnia roczna może przesłaniać krótkie okresy intensywnego poboru. Taki szczyt

może zbiegać się z małym zasilaniem opadowym i niskimi stanami jezior. Z tego powodu scenariusz letniego zapotrzebowania powinien być oceniony odrębnie od wariantu przeciętnego, bez przesądzania, jaka część poboru obciąża konkretne jezioro.

Porównania konieczne do oceny skumulowanej

Dla oceny skumulowanej istotne są rzeczywiste pobory wszystkich ujęć oddziałujących na wspólny układ oraz warunki suszowe, kiedy duże zapotrzebowanie zbiega się z małym zasilaniem. W opinii przyjęto łączne rozpatrywanie fermy, Pławna, sezonowego ujęcia S1–S5 na lotnisku w Broczynie oraz innych czynnych źródeł zaopatrzenia w rzeczywistym obszarze zasilania. Ocena powinna odnosić się do zmian poziomu jezior, wymiany podziemnej i powierzchni siedlisk, nie do prostego sumowania wydajności pomp. Krótkiego czasu obsługi festiwalu nie można użyć jako podstawy do pominięcia poboru; znaczenie mają rzeczywista objętość, natężenie i okres odbudowy po wyłączeniu. Tak rozumiana kumulacja obejmuje nakładanie się skutków w czasie i przestrzeni. Nawet oddzielne ujęcia mogą korzystać z tej samej części zasobu, jeżeli łączą je warstwy i wspólne strefy naturalnego odpływu.

Porównanie scenariuszy powinno pozwolić oddzielić wpływ poborów od przebiegu pogody. Punktem odniesienia są warunki bez pompowania przy tym samym opadzie, parowaniu i stanie początkowym zasobów. Następnie należy odtworzyć rzeczywistą pracę ujęć oraz sprawdzić wariant wykorzystania aktualnych limitów. Odrębnie można rozpatrzyć techniczny wariant stresowy, wyraźnie zaznaczając, że nie opisuje on zakresu uprawnień do poboru. Każdy scenariusz powinien obejmować warunki przeciętne i suszowe oraz okres po ograniczeniu pompowania. Jeśli zostanie potwierdzony głębszy otwór fermy, potrzebne będzie również porównanie jego pracy z eksploatacją samych studni płytszych. Wspólny rejestr powinien obejmować fermę, Pławno, ewentualne zewnętrzne źródło zakupionej wody oraz pozostałe czynne ujęcia w rzeczywistym obszarze zasilania. Studnie S1–S5 na działce 466/7 w Broczynie należy wprowadzić z pełnym sezonowym harmonogramem, aby nie zgubić ich wpływu przez zastąpienie krótkiego poboru średnią roczną.

Wyniki każdego scenariusza należy przedstawić jako przebieg zmian w czasie. Najważniejsze jest ustalenie, jak zmieniają się poziomy obu jezior i zwierciadła w kolejnych warstwach oraz jaka część zmiany dotyczy wymiany między jeziorem a podłożem. Oceną trzeba objąć również odpływ podziemny do Niecieczy w układzie Niecieczy i Dobrzycy, czas odbudowy po ograniczeniu poboru oraz powierzchnię dna pozostającą pod wodą. Dzięki temu wynik modelu będzie można odnieść do funkcjonowania siedlisk, zamiast pozostawić go jako samą depresję w studni. Możliwego wpływu Pławna nie należy ani przesądzać na podstawie zbliżonej głębokości otworów, ani odrzucać wyłącznie z powodu granicy JCWPd. W obu przypadkach rozstrzygające są przestrzenne powiązania warstw, gradienty hydrauliczne i obserwowana reakcja układu.

12 Funkcjonowanie zlewni na różnych głębokościach i odbudowa zasobów

Zlewnia powierzchniowa i wspólny układ podziemny

Bilans jeziora obejmuje nie tylko wodę widoczną na powierzchni. Opad zasila glebę, płytkie wody podziemne i, przez dalsze przesączanie oraz przepływ boczny, głębsze poziomy. Część wody wraca do atmosfery przez parowanie i transpirację, część odpływa ciekami, a część pozostaje czasowo w magazynie glebowym, jeziornym i podziemnym. Dopływ ciekiem może sam pochodzić z wód podziemnych. Dlatego spływu powierzchniowego, odpływu rzecznego i infiltracji nie należy traktować jako rozłącznych pozycji bez określenia miejsca i czasu bilansu [Winter i in., 1998]. Dla czytelnika najważniejsze jest to, że woda

widoczna w cieku może wcześniej przez długi czas płynąć pod ziemią. Bilans musi więc śledzić jej drogę i granice rozpatrywanego obszaru, aby nie dodawać tej samej porcji kilkakrotnie.

Wododział topograficzny wyznacza kierunki spływu po powierzchni. Wododziały podziemne zależą od geometrii warstw, przepuszczalności, naporów, położenia stref zasilania i drenażu oraz pompowania. Mogą przebiegać inaczej na kolejnych głębokościach i przemieszczać się w czasie. Granicy lokalnej zlewni wyznaczonej z NMT nie można zatem użyć jako ściany odcinającej oddziaływanie studni leżącej za nią. Ta sama zasada nie pozwala też automatycznie uznać każdej odległej studni za źródło ubytku badanego jeziora. Wododział podziemny jest granicą kierunków przepływu w określonej warstwie. Jego przesunięcie podczas eksploatacji może zmienić, do którego jeziora, cieku lub ujęcia dopływa dana część zasobu.

W osadach polodowcowych warstwy piasków i żwirów są rozdzielane glinami, mułkami lub osadami jeziornymi. Warstwy słabo przepuszczalne ograniczają wymianę i mogą ją opóźniać, lecz nie zawsze całkowicie ją blokują. Znaczenie mają ich ciągłość, miąższość, przewodność pionowa i okna hydrogeologiczne. Pobór głębszy może obniżyć napór oraz nasilić przepływ ku dołowi albo zmniejszyć dopływ wstępujący. Głębokość filtra jest więc istotniejsza od samej całkowitej długości otworu. Dla Psarskiego i Nawsia te powiązania są modelem do sprawdzenia, a nie pomierzonym rozkładem strumieni [Barlow i Leake, 2012]. Okno hydrogeologiczne oznacza miejsce ułatwionej wymiany między warstwami, na przykład tam, gdzie słabo przepuszczalna przegroda zanika lub jest przerwana. Rozpoznanie takich kontaktów jest ważniejsze niż założenie jednakowej izolacji na całym obszarze.

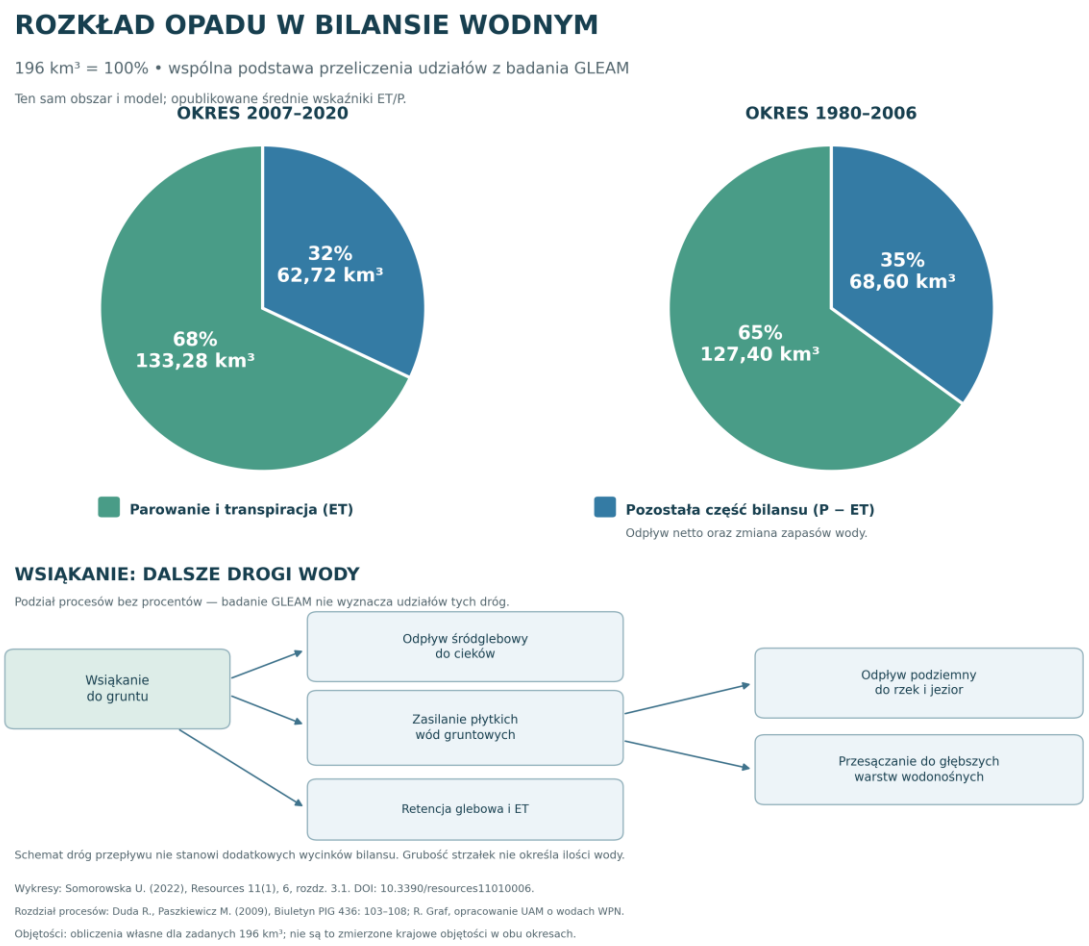
Udział parowania i znaczenie proporcji bilansowych

Rycina 7 wykorzystuje wcześniej przygotowane krajowe zestawienie oparte na modelu GLEAM. Dla okresów 1980–2006 i 2007–2020 przybliżony udział ewapotranspiracji w opadzie wynosi odpowiednio 65% i 68%. Objętość 196 km³ przyjęto jako wspólną wielkość odniesienia, aby czytelnie porównać proporcje. Przeliczone z niej objętości nie są osobnymi, zmierzonymi sumami opadu lub strat dla obu okresów. W zapisie P−ET litera P oznacza opad, a ET łączne parowanie i transpirację. Pozostałość tej różnicy obejmuje odpływ netto i zmianę zasobów. Nie można traktować jej w całości jako wody zasilającej głębokie warstwy podziemne, ponieważ część odpływa wcześniej lub pozostaje czasowo w glebie i płytszych magazynach [Somorowska, 2022].

Wzrost udziału ET oznacza, przy porównywalnym dopływie opadowym, mniejszą część pozostającą dla odpływu i magazynowania. Dla jeziora zależnego od podziemnego podtrzymania może to zmniejszać rezerwę na kolejną suszę i pobór. Zależność jest szczególnie ważna, gdy niedobór powtarza się przez kilka sezonów. Nie da się jednak przeliczyć krajowych 65–68% bezpośrednio na ubytek w Psarskiem lub Nawsiu. Lokalne parowanie z tafli, transpiracja otoczenia, opad i zmiana zasobów wymagają odrębnego bilansu. W ochronie oznacza to potrzebę ograniczania dodatkowych strat wody, na które można oddziaływać lokalnie. Nie wymaga to pewności co do każdego przyszłego scenariusza klimatycznego, lecz rozpoznania obecnych dróg zasilania i presji.

Nie przyjęto uniwersalnego podziału opadu na 20% płytkiego i 10% głębokiego zasilania. Infiltracja do gleby nie jest tożsama z dojściem wody do zwierciadła, a woda przechodząca przez kilka poziomów nie może być sumowana jako kilka niezależnych porcji opadu. Takie rozróżnienie chroni przed zawyżeniem zasobów odnawialnych w zestawieniu zapotrzebowania studni z dopływem naturalnym. Właściwą wielkością do porównania jest dopływ odnawiający dany magazyn, wyznaczony dla odpowiedniego obszaru i czasu. Woda przechodząca następnie do niższej warstwy pozostaje częścią tej samej drogi obiegu.

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

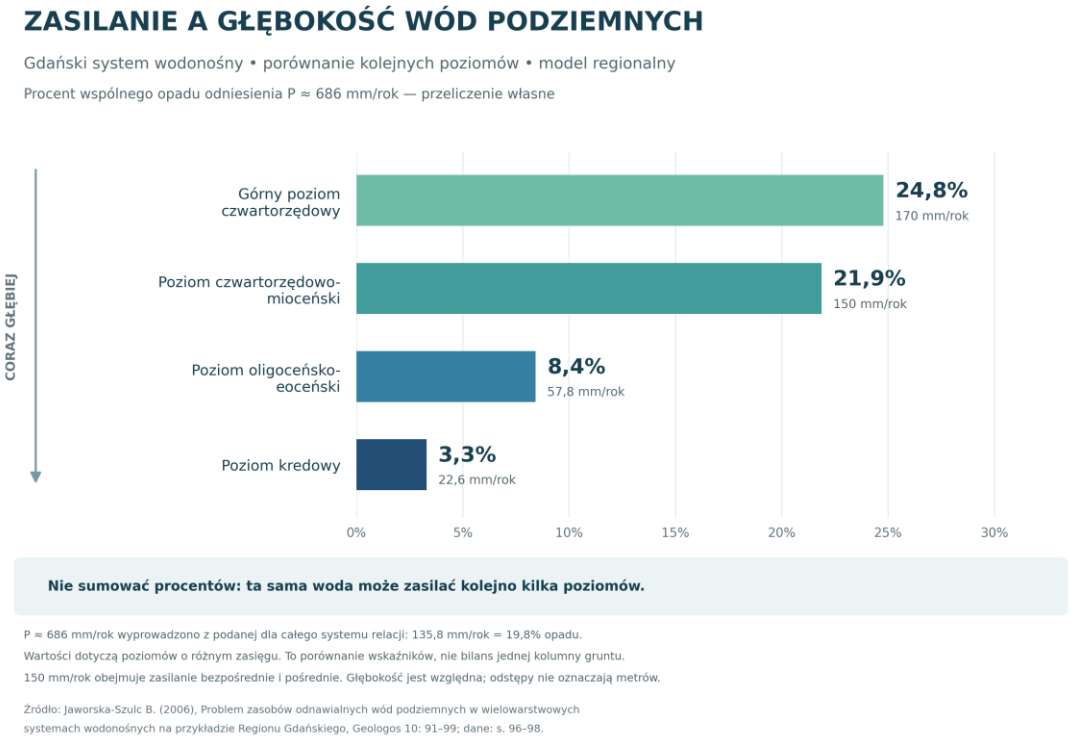


Rycina 7. Krajowe proporcje ewapotranspiracji i pozostałej części bilansu oraz drogi wsiąkania. Wcześniej przygotowany materiał na podstawie Somorowskiej 2022. Wartości ilustracyjne nie są bilansem lokalnych jezior.

Głębsze poziomy nie tworzą dodatkowego opadu

Przykładem regionalnym jest model gdańskiego systemu wodonośnego, w którym zasilanie kolejnych poziomów obejmuje infiltrację oraz wymianę pionową i boczną. Dla całego układu autorka oszacowała infiltrację efektywną na 135,8 mm/rok, około 19,8% średniego opadu. Wcześniej przygotowana rycina 8 porównuje odrębne moduły warstw: 170, 150, 57,8 i 22,6 mm/rok. Przeliczenie przez wspólny opad odniesienia 686 mm daje około 24,8%, 21,9%, 8,4% i 3,3%. Nie są to cztery części jednego rozłącznego podziału [Jaworska-Szulc, 2006]. Moduł zasilania jest ilością wody odniesioną do powierzchni i czasu. Pozwala porównywać warstwy, ale dopiero znajomość powierzchni bilansowania i wymiany między nimi wyjaśnia, czy wartości dotyczą niezależnych strumieni.

Zasilanie warstw może obejmować tę samą wodę przechodzącą między poziomami i odnosić się do różnego obszaru występowania warstwy. Dlatego podanych procentów nie wolno dodawać ani przenosić na studnie Byszkowa lub Broczyna. Przykład pokazuje potrzebę wspólnego bilansu całej struktury oraz kontroli wymiany wewnętrznej, zamiast uznawania każdej głębszej warstwy za niezależny, dodatkowy zasób. Nie ustalono, jakie poziomy odpowiadają temu przykładowi w otoczeniu omawianych jezior. Zestawienie ma więc wyjaśniać zasadę wspólnego gospodarowania zasobem. Lokalny model powinien wykorzystać miejscowe profile i pomiary, zachowując tę samą kontrolę nad przepływem wody między poziomami.



Rycina 8. Regionalny przykład proporcji zasilania warstw według Jaworskiej-Szulc 2006. Wcześniej przygotowana plansza porównawcza; wartości nie są pomiarami Psarskiego i Nawsia, a kolumn nie wolno sumować.

Dlaczego położenie przy wododziale zwiększa znaczenie kolejnego poboru

W górnych częściach układów zlewniowych ograniczony bywa dopływ z terenów leżących powyżej. Jezioro, mokradło lub źródlisko może zależeć od niewielkiej nadwyżki zasilania lokalnego nad naturalnymi stratami. Jeżeli wieloletnia susza zmniejsza tę nadwyżkę i uszczupla magazyn, dodatkowy pobór może stanowić duży udział w pozostałym strumieniu podtrzymującym ekosystem. To stosunek poboru do dostępnego zasilania i zapasu, a nie sama objętość oceniana bez kontekstu, wyznacza ryzyko. Położenie blisko wododziału jest przesłanką ostrożnej analizy, lecz nie dowodzi jednakowej podatności wszystkich takich jezior. W górnej części zlewni dodatkowa strata może przypadać na niewielki strumień podtrzymujący mokradło lub jezioro. Dlatego skutki należy odnosić do pozostałej rezerwy i progów ekologicznych, a nie tylko do wielkości rocznego opadu.

Każdy kolejny litr poboru musi mieć pokrycie w bilansie. W warunkach bliskich progowi utrzymania zalewu nawet niewielka dodatkowa strata może mieć duże znaczenie ekologiczne: odsłonić płaski fragment dna, przerwać połączenie lub wydłużyć okres wynurzenia organizmów. Nie oznacza to, że każdy litr samodzielnie wywołuje silne, mierzalne zaburzenie. O skali decydują łączny pobór, czas, aktualne zasilanie, zapas oraz geometria misy. W Nawsiu próg utraty ciągłości tafli został już przekroczony według obserwacji autora. Przekroczenie progu może oznaczać jakościową zmianę siedliska, chociaż zmiana bilansu jest ciągła. Wynurzenie przewężenia Nawsia pokazuje, jak utrata kolejnej części zasobu zmienia organizację przestrzeni wodnej.

Bilans należy odnosić do poboru netto i miejsca rzeczywistego powrotu wody. Woda wywieziona, odprowadzona poza obszar zasilania albo zużyta w procesie nie kompensuje lokalnego ubytku w tym samym miejscu i czasie. Nawet powrót do tej samej zlewni powierzchniowej nie gwarantuje odtworzenia naporu w ujmowanym poziomie. Dla fermy i festiwalu potrzebne jest rozdzielenie zużycia, odpływu ścieków

i ewentualnego powrotu infiltracyjnego; nie można zakładać pełnej kompensacji bez danych. Powrót do gleby w jednym miejscu może zasilać inny odbiornik niż warstwa, z której pobrano wodę. Przebieg tej drogi należy odtworzyć, zamiast traktować wspólną nazwę zlewni jako dowód pełnej kompensacji.

Pobór sezonowy oraz skutki po wyłączeniu pomp

Ujęcie S1–S5 w Broczynie wprowadza dodatkowy, skupiony w czasie rozchód wody. Jego sezonowość powinna być odwzorowana w modelu z godzinowymi lub dobowymi przebiegami, a nie wygładzona wyłącznie do średniej rocznej. Trzeba ująć nakładanie na pracę fermy, Pławna i innych studni oraz na letni deficyt zasilania. Roczna suma jest potrzebna, ale sama nie pokazuje najniższego naporu i momentu największego ryzyka dla litoralu. Przebieg dobowy pozwoli porównać moment największego zapotrzebowania z najniższym poziomem wody. Jest to istotne zwłaszcza wtedy, gdy krótkotrwała presja przypada na okres osłabionej zdolności odbudowy.

Reakcja odległego jeziora, cieku lub mokradła może być opóźniona względem pracy pompy. Klasyczne analizy warstwa–ciek wykazują, że ograniczenie naturalnego odpływu utrzymuje się po zakończeniu pompowania, a przy niektórych parametrach jego największe nasilenie przypada już po wyłączeniu. Pobór przerywany może więc pozostawiać efekt resztkowy i nakładać się na późniejszy deficyt. Jest to uzasadnienie uwzględnienia poboru krótkotrwałego, a nie ilościowa prognoza dla Broczyna lub tych jezior [Jenkins, 1968]. Efekt resztkowy oznacza utrzymującą się zmianę odpływu lub poziomu już po ustaniu poboru. Jego możliwość wynika z czasu rozchodzenia się reakcji w warstwie i dlatego należy ją sprawdzać także po zakończeniu wydarzenia.

Zakończenie festiwalu nie stanowi zatem hydrologicznej daty zakończenia oddziaływania. Do kontroli potrzebne są poziomy przed poborem, w czasie jego wzrostu i po zamknięciu sieci, równocześnie w studniach obserwacyjnych i jeziorach. Stopień powiązania z S1–S5 może okazać się duży, mały lub nieistotny dla konkretnego receptora; powinien wynikać z profili, gradientów i modelu nieustalonego, z pokazaniem niepewności. W modelu nieustalonym zmienne są poziomy i przepływy w kolejnych dniach. Takie ujęcie pozwala ocenić opóźnienie oraz czas powrotu, których nie pokazuje pojedynczy stan ustalony.

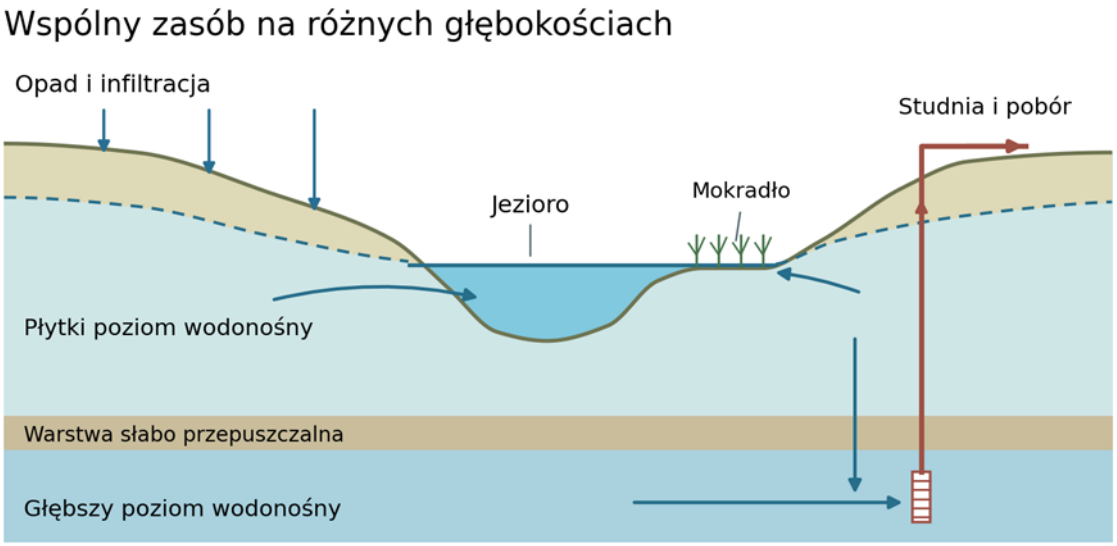
Odbudowa zwierciadła i odnowa ekosystemu

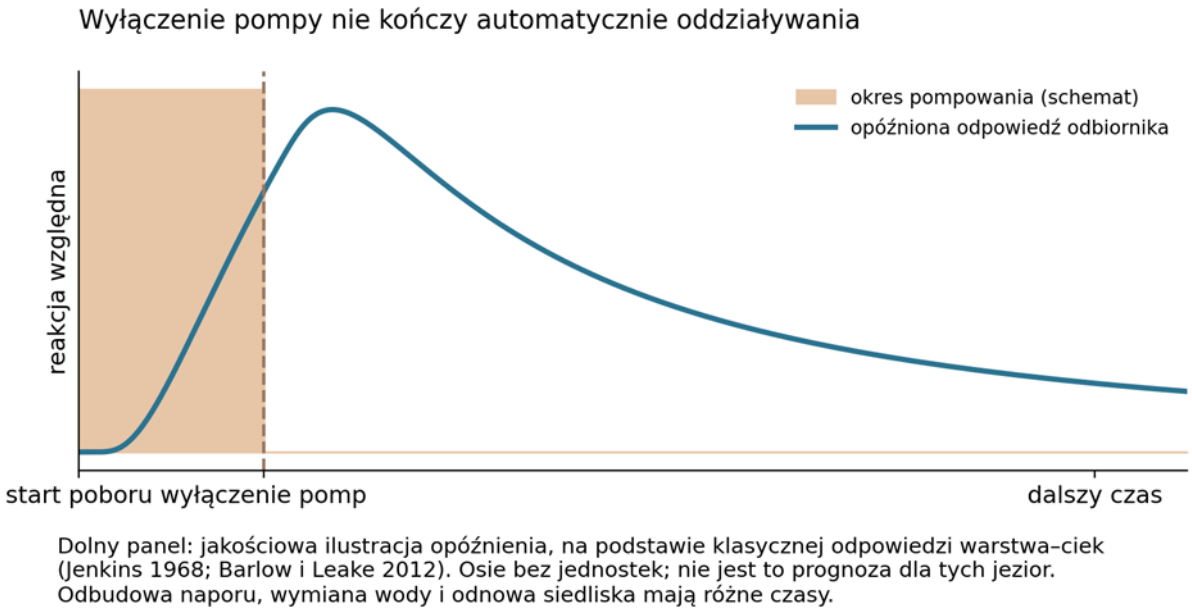
Odbudowę układu należy rozpatrywać w trzech odrębnych skalach czasu. Pierwsza dotyczy odpowiedzi ciśnienia lub położenia zwierciadła po zmianie pompowania. Druga obejmuje rzeczywiste uzupełnianie wody wcześniej zgromadzonej w podłożu. Trzecia dotyczy odtwarzania siedlisk i populacji organizmów. Woda znajdująca się w odległej części warstwy może przebywać tam długo, chociaż zmiana naporu dociera do tego miejsca stosunkowo szybko. Z drugiej strony szybka poprawa poziomu w pojedynczej studni nie dowodzi uzupełnienia zasobu w całym układzie. Czas przepływu danej porcji wody różni się więc od czasu rozchodzenia się reakcji hydraulicznej oraz od czasu potrzebnego do odnowy ekosystemu.

Tempo odbudowy zależy od przewodności i magazynowania, odległości, wymiany między warstwami, opadów, sezonowej ET, warunków na granicach oraz dalszej pracy pozostałych studni. Przy nadal ujemnym bilansie wyłączenie jednej pompy może jedynie spowolnić spadek, bez pełnego powrotu do wcześniejszego stanu. Nie ma danych pozwalających podać dla Psarskiego i Nawsia wiarygodną liczbę miesięcy lub lat powrotu. Rycina 9 wyjaśnia mechanizm bez nadawania mu nieudokumentowanej skali czasu. Magazynowanie opisuje zdolność podłoża do oddawania i przyjmowania wody przy zmianie poziomu lub ciśnienia. W połączeniu z przepuszczalnością warstw wpływa ono na szybkość i zasięg reakcji.

Odzyskanie poziomu nie oznacza automatycznej odbudowy łąki ramienicowej lub populacji małży. Znaczenie mają ponowne oświetlenie dna, stan osadów i biogenów, materiał zdolny do odnowy oraz czas

rozrodu. Dlatego efekt działań należy sprawdzać równocześnie przez bilans i poziomy, powierzchnię zalanego siedliska oraz odpowiedź roślin i fauny. Kontynuacja obserwacji po ograniczeniu poboru jest częścią oceny skuteczności, a nie zbędnym okresem po zakończeniu presji. Weryfikacja biologiczna jest konieczna, ponieważ stan osadu i dostępność materiału do odnowy mogą zmieniać się w czasie odsłonięcia. Odtworzenie warunków wodnych otwiera możliwość powrotu, ale jego przebieg trzeba obserwować.





Rycina 9. Koncepcyjny układ warstw i jakościowa ilustracja opóźnionej odpowiedzi po zakończeniu poboru. Brak skali lokalnej i czasu w latach. Podstawy: Winter i in. 1998; Jenkins 1968; Barlow i Leake 2012.

Dla ochrony obu jezior wynik praktyczny jest jednoznaczny: nie wolno pomijać kolejnego ujęcia tylko dlatego, że pracuje sezonowo lub ujmuje głębszy poziom. Uzasadniona jest wspólna ocena wszystkich

rozpoznanych poborów, zachowanie obszarów infiltracji i ograniczanie nadmiernego drenażu. Wniosek ten nie zastępuje wykazania indywidualnego udziału konkretnej studni; określa kompletny zakres presji, który trzeba uwzględnić przed rozstrzygnięciem przyczyn i wyborem działań. Brak dokładnej liczby opisującej udział studni nie oznacza braku podstaw do oceny ryzyka. Uzasadnia natomiast takie rozmieszczenie badań i działania ograniczające presję, które odpowiadają znanym mechanizmom funkcjonowania zlewni.

Wrażliwość górnych części zlewni w świetle badań

Literatura potwierdza szczególne znaczenie ograniczania poborów w niewielkich układach źródłowych. Przegląd duńskiej służby geologicznej opisuje badania cieków zasilanych podziemnie, w których odcinki górne okazywały się bardziej wrażliwe na pobór niż odcinki położone niżej. Wyniki uzasadniały różnicowanie zasad ochrony przepływu [Henriksen i Refsgaard, Sustainable groundwater abstraction, 2013, s. 38–39]. Badanie scenariuszy poboru w regionie Marcellus Shale wykazało również większe zagrożenie zmianą przepływu w małych ciekach źródłowych niż w większych rzekach [Buchanan i in., Environmental flows in the context of unconventional natural gas development in the Marcellus Shale, 2016]. Są to badania innych układów, dlatego ich wielkości liczbowych nie przeniesiono na Nawsie i Psarskie.

Znaczenie tych wyników dla omawianych jezior wynika z mechanizmu bilansu. W górnej części układu mniejszy bywa dopływ z terenów położonych powyżej, a pozostała nadwyżka wody musi podtrzymywać jeziora, źródliska i mokradła. Dodatkowy pobór lub przyspieszenie drenażu może wtedy pochłaniać znaczną część strumienia decydującego o trwaniu siedliska. Jeśli układ znajduje się blisko progu utrzymania zalewu, stosunkowo niewielka zmiana może odsłonić szeroką półkę albo przerwać połączenie mis. Położenie przy wododziale uzasadnia więc zwiększoną uwagę wobec kolejnej ingerencji. Nie jest natomiast samodzielnym przelicznikiem, według którego każda studnia położona wyżej musi powodować większą depresję niż studnia położona niżej.

Co można ocenić przed zakończeniem szczegółowych badań

Brak pełnego szeregu pomiarowego nie uniemożliwia oceny stanu i wskazania zagrożeń. Rozdzielenie Nawsia, utrata zalewu, zmiana roślinności oraz zróżnicowanie kondycji stanowisk są obserwacjami, których znaczenie można interpretować w świetle znanych procesów. Dane geologiczne potwierdzają miejscowe występowanie układu warstw i dróg wymiany, które należy uwzględnić. Na tej podstawie można już uzasadnić ochronę zasilania, ograniczanie dodatkowego rozchodu wody i odbudowę retencji. Dokładne procentowe przypisanie ubytku poszczególnym poborom, wyznaczenie ich bezpiecznych limitów i zaprojektowanie docelowych rzędnych wymaga dalszych danych. Te dwa poziomy wnioskowania należy rozdzielić, aby brak wyliczenia nie był traktowany jako brak rozpoznanego problemu.

Ochrona powinna zatem wykorzystywać dostępną wiedzę do ograniczania presji już w czasie prowadzenia badań. W warunkach niepewnej odpowiedzi ekosystemów na zmiany klimatu szczególne znaczenie ma zachowanie wody, dróg jej infiltracji oraz przestrzeni siedliskowej. Wyniki kolejnych pomiarów powinny doprecyzowywać sposób działania i umożliwiać ocenę efektu. Nie powinny prowadzić do utrwalania obecnego niskiego poziomu jako jedynego możliwego stanu odniesienia.

13 Wskazówki ochrony jezior

Cele ochrony wynikające z rozpoznania obu jezior

Za nadrzędny cel przyjęto zachowanie jezior z funkcjonującym litoralem, trwałymi płatami ramienic i możliwością naturalnego odnawiania populacji ryb. Oznacza to utrzymanie dopływu wody odpowiedniej

jakości, ograniczanie utraty zasobu i zachowanie podłoży zajmowanych przez roślinność. Cel ten dotyczy obu jezior, lecz sposób działania powinien uwzględniać płytkość Nawsia i rozpoznane zróżnicowanie kondycji ramienic w Psarskiem. Przyjęta hipoteza powiązania z wyższą sekwencją jezior i warstwami wodonośnymi rozszerza przestrzenny kontekst ochrony poza same linie brzegowe. W odniesieniu do poziomu wody celem jest także odbudowa wyższego i trwalszego zalewu tam, gdzie obecny stan oznacza utratę siedlisk. Przyjęcie tej intencji nie zastępuje ustalenia docelowego zakresu rzędnych na podstawie pomiarów.

W pierwszej kolejności należy zabezpieczyć wartości, których obecność została rozpoznana, i nie zwiększać presji podczas przygotowania badań. Oznacza to zachowanie istniejących szuwarów, roślinności brzegowej i podwodnych łąk oraz ograniczanie bezpośredniego dopływu zanieczyszczonej wody. GIOŚ wskazuje gospodarkę wodną w zlewni i zachowanie stref buforowych jako ważne kierunki ochrony siedliska 3140. W tej opinii przekłada się to na ochronę całego rozpoznanego układu zasilania i dróg dopływu do Nawsia i Psarskiego [GIOŚ, zalecenia ochronne 2016–2018]. Takie postępowanie wykorzystuje działania pozostające w bezpośrednim zasięgu człowieka. Ogranicza presje, które nakładają się na zmianę klimatu, i zachowuje warunki potrzebne dla naturalnej odnowy.

Zachowanie zasilania i retencji w sekwencji jezior

Należy zinwentaryzować rowy, przepusty, przewężenia pod nasypami i dawne odpływy, zaczynając od otoczenia Kaleńskiego, przez Krzemno i kolejne misy, po mokradła za Psarskiem. Dla każdego miejsca potrzebne jest określenie rzędnej dna i progu, śladów dawnych poziomów oraz obecnego kierunku i okresowości przepływu. Rozpoznanie powinno wyjaśnić, które urządzenia odprowadzają wodę, które ograniczają powierzchniową łączność, a które nie mają dziś istotnego udziału w bilansie. Historyczna obecność mokradeł uzasadnia sprawdzenie tych miejsc; sama nie przesądza sposobu przebudowy urządzeń. Dla każdego obiektu należy zatem odpowiedzieć, jak zmienia on drogę i czas odpływu. Sama obecność rowu lub przepustu jest wskazówką do kontroli, natomiast decyzja o jego zmianie wymaga rozpoznania funkcji.

Zalecanym kierunkiem jest spowalnianie nieuzasadnionego odpływu i utrzymywanie retencji w dolinie oraz obszarach infiltracji. Jeżeli potwierdzi się obniżenie bazy drenażu przez przekształcone odcinki rowów lub cieku, działania należy rozważać na odcinkach powiązanej doliny, z oceną skutków dla kolejnych mis i mokradeł. Pojedyncze spiętrzenie przy jeziorze nie zapewni trwałego wyniku, jeżeli istotny odpływ lub zmiana naporu zachodzą gdzie indziej. Docelowe rzędne trzeba wyprowadzić z pomiarów, z uwzględnieniem sąsiednich gruntów i siedlisk. Stabilizacja przepływów powinna służyć podtrzymywaniu zasobu i wyższego zalewu w całym powiązanym układzie. Gdy przyczyna jest rozciągnięta wzdłuż doliny, skuteczne rozwiązanie również może wymagać działań na dłuższym odcinku.

Za Psarskiem należy zachować istniejącą strefę podmokłą oraz rozpoznać jej kontakt z doliną Niecieczy. Wykonanie lub pogłębienie połączenia odpływowego bez bilansu mogłoby przyspieszyć utratę wody. Z kolei odtworzenie retencji wymaga wiedzy o drożności i rzędnych całego odcinka, a także o przepuszczalności podłoża. W opinii zaleca się ochronę procesów zasilania i retencji; nie wyznacza się bez tych danych wysokości budowli ani docelowego piętrzenia. Obecny brak stałego cieku nie wyklucza roli tej strefy w wymianie podziemnej i retencji. Jej rozpoznanie jest potrzebne, aby poprawa poziomu jeziora wynikała z właściwego oddziaływania na bilans.

Ograniczenie dopływu biogenów z bezpośredniego otoczenia

Pilnego rozpoznania i ograniczenia wymagają drogi dopływu biogenów do Nawsia, gdzie przejawy pogorszenia trofii są już wyraźne. Oceną należy objąć otoczenie obu obecnie rozdzielonych akwenów. W

Psarskiem szczególną uwagę trzeba poświęcić południowemu otoczeniu, przy którym wcześniejsza próba miała gorszą kondycję, a uzupełnienie z 10 listopada potwierdziło również zachowane ramienice na płyciźnie. Kontroli presji nie należy utożsamiać ze stwierdzeniem złego stanu całego południa. Należy sprawdzić spływy z gruntów rolnych, ujścia drenów i rowów, miejsca koncentracji wody po opadach oraz powiązania z terenami użytkowanymi przez gospodarstwa i fermę. Kontrola powinna objąć rzeczywiste gospodarowanie wodą, ściekami i nawozami oraz drogi transportu, bez przypisywania określonego ładunku pojedynczemu użytkownikowi wyłącznie na podstawie położenia. Wybór stanowisk powinien obejmować miejsca rzeczywistego wnoszenia substancji oraz punkty porównawcze. Dzięki temu zalecenia będzie można skierować na rozpoznane drogi dopływu, zachowując ochronę ramienic po obu stronach jeziora.

W miejscach bezpośredniego spływu zasadne jest utrzymywanie lub odtwarzanie roślinności przechwytującej wodę i zawiesinę, z doborem rozwiązania do nachylenia, gruntu i natężenia dopływu. Można rozważyć pasy roślinności trwałej i wykorzystanie istniejących obniżeń do retencji oraz oczyszczania biologicznego, o ile nie prowadzi to do przeciążenia cennych mokradeł. Szerokość i przebieg stref buforowych należy ustalić lokalnie. Nawet szeroki pas przy brzegu nie przechwyci wszystkich zanieczyszczeń, jeżeli transport odbywa się drenem lub głębszym przepływem podziemnym. Strefa buforowa działa najlepiej, gdy przecina rzeczywistą drogę transportu. Jeżeli substancje omijają ją w rurociągu, drenie lub głębszej warstwie, potrzebne jest rozwiązanie na tej właśnie drodze.

Weryfikacja powinna objąć także gospodarkę ściekową zabudowy i sezonowego użytkowania brzegów oraz ewentualne miejsca magazynowania i stosowania nawozów naturalnych w obszarze zasilania. Przy badaniu wpływu działalności hodowlanej trzeba uwzględnić, stosownie do lokalnych przesłanek, depozycję związków azotu. Są to kierunki rozpoznania wszystkich istotnych presji; obecna obserwacja ramienic nie pozwala przypisać pojedynczemu użytkownikowi określonego ładunku. Depozycja oznacza osiadanie lub wymywanie z atmosfery substancji zawierających azot. Jej ewentualne znaczenie należy ocenić w powiązaniu z lokalnymi źródłami i pozostałymi drogami dopływu.

Ochrona roślinności i strefy brzegowej

Należy zachować ciągłość szuwaru trzcinowego i płatów pałki oraz ograniczyć tworzenie nowych, rozproszonych dojść i miejsc mechanicznego usuwania roślin. Równie ważna jest ochrona roślin o liściach pływających i łąk położonych głębiej. Istniejące miejsca dostępu do wody należy ocenić pod kątem przecinania cennych płatów i wzruszania osadów. Zasadne jest skupienie użytkowania na niewielkiej liczbie miejsc o mniejszej wartości siedliskowej, po ich terenowym rozpoznaniu. Ochrona brzegów nie wyklucza dostępu ludzi do jeziora. Wymaga takiego rozmieszczenia użytkowania, aby korzystanie z walorów wody nie powodowało rozproszonego niszczenia struktur, które te walory podtrzymują.

Nie zaleca się traktowania łąk ramienicowych jako roślinności wymagającej oczyszczania dna. Mechaniczne wygrabianie, pogłębianie i niszczenie osadów mogą usuwać zachowane płaty oraz pogarszać warunki ich odnowy. Celem ochrony jest zachowanie naturalnej roślinności i ograniczenie źródeł jej regresu. Zabiegi w misach powinny wynikać z konkretnego rozpoznania i wykazanego problemu, z oceną oddziaływania na ramienice oraz pozostałe organizmy. Pierwszeństwo mają działania w obszarze zasilania i na drogach dopływu zanieczyszczeń. Zachowana roślinność jest częścią rozwiązania problemu jakości wody. Jej usunięcie dla uzyskania pozornie czystego dna może osłabić mechanizmy stabilizacji i warunki odnowy siedliska.

Pobory wody i użytkowanie zasobu wspólnego dla jezior i zlewni

Należy wspólnie ocenić rzeczywistą pracę ujęć fermy, Pławna i innych czynnych studni oddziałujących na rozpoznany układ. Potrzebny jest rejestr objętości, czasu pracy i sezonowych szczytów oraz informacja o miejscu powrotu pobranej wody. Dla fermy trzeba odrębnie rozpoznać pojenie, mycie, cele bytowe i ewentualne chłodzenie, unikając podwójnego doliczania zużycia już objętego pomiarem. Zmniejszenie strat technicznych i dostosowanie zużycia do rzeczywistych potrzeb można przygotowywać równolegle z badaniem wpływu ujęć. Do wspólnej ewidencji i analizy należy włączyć również studnie S1–S5 ujęcia festiwalowego WC Tron na działce 466/7 w obrębie Broczyno, z pełnym sezonowym harmonogramem pracy. Wyniki powinny pokazać zarówno ilości możliwe do oszczędzenia, jak i rzeczywiste znaczenie tych oszczędności dla wspólnego bilansu. Ograniczenie strat może być przygotowywane bez oczekiwania na zakończenie całego modelowania.

Ocena skumulowana powinna odnosić pobory do funkcji ekosystemów i przebiegu suszy. Sam limit administracyjny lub możliwość utrzymania pracy pompy nie dowodzą zachowania zasilania jezior. W programie badawczym należy przewidzieć sprawdzenie reakcji układu po zmianie pompowania, jeżeli warunki techniczne i organizacyjne na to pozwolą. Wynik powinien wskazywać wpływ na poziom jezior i mokradeł oraz opóźnienie reakcji, a nie tylko zmianę zwierciadła w pojedynczej studni [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012]. Takie sprawdzenie łączy ocenę urządzeń z potrzebami środowiska. Najważniejszy jest stan zasobu podtrzymującego jeziora, a nie tylko zachowanie wydajności pojedynczej studni.

Ochrona rybostanu i naturalnego rozrodu

Znaczny udział okonia i obecność pojedynczych siei uzasadniają ochronę zachowanych elementów ichtiocenozy. W Nawsiu należy uwzględnić również obserwowaną liczną ukleję oraz siedliska ryb strefy płytkiej. Podstawą działań jest utrzymanie zalanych podłoży tarłowych, roślinności i osłoniętych miejsc odchowu oraz właściwych warunków tlenowych. Trzeba powiązać terminy tarła i inkubacji z przebiegiem poziomu wody, ponieważ niewielkie obniżenie w niekorzystnym terminie może mieć inne skutki niż podobna zmiana poza okresem rozrodu. Znaczenie danego fragmentu brzegu może zmieniać się w ciągu roku wraz z fazą życia ryb. Dlatego zalecenia dotyczące poziomu wody powinny uwzględniać kalendarz biologiczny rozpoznanych gatunków.

Dla głębszego Psarskiego potrzebna jest sezonowa kontrola profilu temperatury i tlenu, łącznie z określeniem zasięgu wód chłodnych i natlenionych. Obecność dorosłych ryb nie zapewnia trwałości populacji, jeżeli nie powstają kolejne roczniki. Dlatego monitoring powinien obejmować narybek, strukturę wielkości i wieku oraz dokumentację zarybień i odłowów. Gospodarkę rybacką należy prowadzić w sposób wspierający zachowanie roślinności i możliwości samoodnawiania ryb. Zarybienia mogą być elementem odrębnego planu gospodarki, ale nie zastąpią ochrony siedlisk rozrodczych. Ochrona rybostanu oznacza zatem również ochronę jego podstaw abiotycznych. Odpowiednia ilość wody, temperatura, tlen i zalew podłoży umożliwiają wykorzystanie miejsc rozrodu i żerowania.

Mierzalne cele i ocena skuteczności ochrony

Stan wyjściowy należy udokumentować osobno dla Nawsia i Psarskiego, tak aby późniejsze kontrole odnosiły się do tych samych miejsc i porównywalnych warunków. Podstawę powinny tworzyć dowiązany poziom wody, mapa roślinności, zasięg zalanego litoralu, profile temperatury i tlenu oraz opis rybostanu wykonany porównywalną metodą. W Nawsiu trzeba określić aktualne granice obu akwenów, rzędną i profil wynurzonego przewężenia, rozmieszczenie rogatka i kożuchów zielenic oraz wyniki poszukiwania ramienic. W Psarskiem sieć stanowisk powinna obejmować zarówno północny zachód przy punkcie poboru, jak i

południową płyciznę z potwierdzonymi ramienicami. Powtarzalne pomiary przezroczystości i kontrole małży należy prowadzić w powiązaniu z poziomem wody. Fotografie z listopada 2026 r. trzeba zachować z lokalizacją, kierunkiem ujęcia i opisem pobierania, ponieważ dopiero taki zapis pozwoli wykorzystać je jako punkt odniesienia dla dalszych zmian.

Dla Nawsia celem jest zahamowanie degradacji i odbudowa warunków, które umożliwiają utrzymywanie roślinności oraz fauny litoralu. Wymaga to równoległej poprawy bilansu wodnego i warunków troficznych. W Psarskiem najważniejsze pozostaje zachowanie istniejących łąk i rozpoznanie przyczyn lokalnego pogorszenia kondycji poszczególnych płatów. Skuteczność działań należy oceniać przez trwałość zalewu i funkcje strefy brzegowej, stan połączenia części Nawsia, odnowę roślinności, warunki świetlne i tlenowe oraz rekrutację ryb, czyli pojawianie się kolejnych roczników. Zmiany te trzeba zestawić z ograniczeniem udokumentowanych ładunków biogenów. Samo ponowne połączenie tafli Nawsia nie będzie wystarczającym świadectwem odtworzenia dobrego stanu. Docelowe rzędne i wskaźniki wymagają pomiarów oraz uwzględnienia odmiennej morfologii obu jezior; nie należy przyjmować dla nich jednego uniwersalnego poziomu wody lub pokrycia roślinnością.

Organizacja pełnego rozpoznania i jego relacja do niniejszej opinii

Niniejsza opinia stanowi końcowy wynik zleconej, ograniczonej kosztowo oceny wybranych elementów stanu ekologicznego, wycinkowej oceny siedliska 3140 oraz podstawowych uwarunkowań zlewni bezpośrednich. Rozwinięcie zaleceń przedstawia drogę od rozpoznanych objawów do wyboru i sprawdzenia działań ochronnych. Nie oznacza ono wykonania w ramach tego zlecenia kompletnej diagnozy hydrogeologicznej ani całosezonowego monitoringu. Dostępne dane pozwalają jednak ocenić powagę zmian i wskazać procesy wymagające ochrony. Osobnym zadaniem pozostaje dokładne wyliczenie udziału poszczególnych presji oraz parametrów przyszłych rozwiązań.

Dla całej sekwencji jezior potrzebny jest odrębny program z udziałem hydrogeologa, hydrologa lub limnologa, botanika znającego ramienice, specjalisty chemii wód i ichtiologa, uzupełniony o inne grupy wskaźnikowe stosownie do pytań. Minimum stanowi pełny sezon z powtórzeniami przy różnych warunkach wodnych. Dla bilansu oraz okresu jesienno-zimowego wskazany jest pełny rok hydrologiczny, a przy długich opóźnieniach reakcji podziemnej dalsza obserwacja. Program wymaga odrębnego finansowania, odpowiedniego do czasu, liczby stanowisk i udziału kilku specjalności. Poszczególni specjaliści powinni korzystać ze wspólnej lokalizacji i czasu pomiarów. Wtedy wynik botaniczny, chemiczny i hydrologiczny opisze ten sam stan środowiska, zamiast kilku nieporównywalnych epizodów.

Poniższy zakres określa szczegółową kolejność prac potrzebną do realizacji tych zaleceń. Dokumentacja, wspólne pomiary wody i badania biologiczne powinny być prowadzone równolegle tam, gdzie wymagają porównania tego samego epizodu. Wyniki mają służyć wyborowi i sprawdzeniu konkretnych działań, z ochroną zachowanych wartości już w czasie prowadzenia diagnozy. Opracowanie nie zamyka możliwości działania do czasu uzyskania pełnej wiedzy. Porządkuje kolejne kroki tak, aby rozwijanie diagnozy towarzyszyło ograniczaniu rozpoznanych obciążeń.

Zakres badań rozstrzygających i kolejność prac

Pierwszym zadaniem jest powiązanie dawnych i aktualnych rzędnych wody z rzeczywistym profilem misy. Pozwoli to ustalić, które fragmenty dna utraciły zalew i czy nowa linia brzegowa przesunęła się na stok o większym nachyleniu. Na tej podstawie należy opracować krzywe zależności powierzchni i objętości od rzędnej zwierciadła, a następnie obliczyć zmianę powierzchni zalanej półki oraz dna w przedziałach głębokości zajmowanych przez poszczególne zbiorowiska. Taki wynik pokaże ekologiczne znaczenie

obniżenia wody, którego nie oddaje sama różnica poziomów wyrażona w centymetrach. Porównania muszą odnosić się do jednoznacznie datowanych stanów i wspólnego układu wysokościowego. Dopóki tych danych nie ma, schematy misy pozostają podstawą interpretacji jakościowej, a nie pomiarem utraconego siedliska.

Rozpoznanie roślinności należy prowadzić wzdłuż stałych transektów prostopadłych do brzegów. Każdy z nich powinien obejmować odsłoniętą dawną półkę, dzisiejszą strefę płytką i głębszy stok, aby można było prześledzić przesunięcie granic zasiedlenia. W Psarskiem szczególnie potrzebne jest porównanie łagodnych wypłaszczeń końców jeziora ze stromszymi brzegami części środkowej, a także stanowisk ramienic z północnego zachodu i południa. W Nawsiu badania powinny objąć oba obecnie rozdzielone akweny. Na transektach trzeba oznaczyć rośliny, określić ich pokrycie i maksymalną głębokość kolonizacji oraz opisać osad i miejsca odtwarzania płatów. Powtarzanie kontroli w tych samych miejscach pozwoli odróżnić lokalną zmienność od kierunkowej zmiany zasięgu siedliska.

Badania roślinności należy połączyć z równoczesnym rozpoznaniem warunków fizykochemicznych. Zakres powinien obejmować fosfor ogólny i fosforany, azot ogólny i jego formy mineralne, chlorofil a, przezroczystość, przewodność i pH oraz pionowe profile temperatury i tlenu. Te grupy parametrów opisują różne elementy procesu: dostępność biogenów, odpowiedź fitoplanktonu, warunki świetlne i możliwość utrzymania organizmów na poszczególnych głębokościach. Wyniki należy porównywać między stanowiskami i terminami, odnosząc je do opadu, poziomu wody i obserwowanej roślinności. Na dopływach trzeba oceniać również ładunek transportowanych składników, a nie tylko ich chwilowe stężenie. Taki sposób prowadzenia badań pozwoli sprawdzić, czy gorsza przezroczystość Nawsia współwystępuje z mierzalną odpowiedzią troficzną i jak zmienia się ona w sezonie.

Rozpoznanie ujęć powinno objąć dokumentacje hydrogeologiczne oraz rzeczywiste pobory Pławna, fermy i wszystkich pozostałych źródeł zaopatrzenia, które mogą oddziaływać na wspólny układ. Dla ujęcia festiwalowego S1–S5 na działce 466/7 w Broczynie konieczny jest pełny zapis sezonowej pracy, obejmujący także przygotowanie i demontaż sieci. Dane o pompowaniu trzeba zestawić z synchroniczną obserwacją poziomów jezior i piezometrów ujmujących rozpoznane warstwy. Dopiero porównanie gradientów hydraulicznych i reakcji w czasie pozwoli oceniać rolę poszczególnych ujęć. Miesięczne sumy są potrzebne do odtworzenia bilansu wieloletniego, lecz przy analizie krótkiego poboru należy wykorzystać także dokładniejszy zapis dobowy lub godzinowy, jeśli jest dostępny. Brak szybkiej odpowiedzi nie może zastąpić rozpoznania możliwego opóźnienia.

Powyższe kierunki stanowią rdzeń poszerzonego programu. Kolejne części określają dokumentację, wspólną sieć pomiarową, badanie siedlisk i bilans presji, tak aby wyniki mogły służyć wyborowi działań ochronnych. Kolejność etapów porządkuje pracę, lecz nie oznacza konieczności zakończenia każdego z nich przed rozpoczęciem następnego. Szczególnie ważne jest równoległe uchwycenie tego samego stanu wody w różnych elementach układu.

Etap pierwszy dokumentacja i odtworzenie chronologii

Prace dokumentacyjne należy rozpocząć od zebrania pełnych akt otworu nr 2 fermy i zgłoszonej studni około 120 m, pozwoleń oraz profili wszystkich czynnych i zlikwidowanych otworów. Każdy punkt powinien otrzymać jeden wpis łączący numer zakładowy, identyfikatory CBDH lub CBDG, współrzędne, filtry i daty zmian. W ten sposób będzie można rozstrzygnąć, czy modernizacja, pogłębienie i kolejny numer w aktach odnoszą się do tego samego otworu, czy do odrębnej studni. Rejestr powinien obejmować również dokumentacje S1–S5 i akta GKO.6220.16.2022.KT, GKO.6220.8.2023.KT oraz GKO.6220.5.2025.KT wraz z właściwymi pozwoleniami wodnoprawnymi. Następnie należy odtworzyć miesięczne objętości poboru i

zakupu wody z dostępnego okresu wieloletniego, a dla ostatnich lat także dobowe lub godzinowe przebiegi pracy pomp. Zmiany obsady, urządzeń i odbiorców trzeba powiązać z tą chronologią. Historyczne zużycie powinno wynikać z odczytów, a nie z dzisiejszej wydajności pomp; pozwoli to uniknąć zarówno podwójnego liczenia studni, jak i pozornego wzrostu poboru.

Chronologię eksploatacji studni należy zestawić z chronologią zmian jezior i ich otoczenia. Linię wody można odtwarzać z datowanych ortofotomap, zdjęć lotniczych i fotografii terenowych zawierających rozpoznawalne punkty odniesienia. Mapy z 1838 i 1937 r. pozwalają opisywać dawny układ wód i użytkowanie terenu, lecz porównanie ilościowe wymaga uprzedniej oceny błędu georeferencji oraz zgodności dat materiałów. Równolegle należy zinwentaryzować rowy, przepusty, rurociągi i dawne odpływy oraz ustalić, czy ich przekształcenie zmieniło bazę drenażu. Trzeba również sprawdzić aktualność historycznej informacji o przesyle wody Machliny Małe–Byszkowo, bez automatycznego włączania go do współczesnego bilansu. Tak przygotowana oś czasu pozwoli porównywać zdarzenia, ale sama zbieżność dat nie będzie jeszcze wystarczającym dowodem związku przyczynowego.

Etap drugi wspólna sieć hydrologiczna i hydrogeologiczna

Sieć obserwacyjną należy oprzeć na wspólnym układzie wysokościowym, zakładając repery i rejestratory poziomu obu jezior oraz piezometry w rozpoznanych kierunkach wymiany. Powinna ona obejmować relacje jeziora–ferma, jeziora–Pławno i odpływ ku Niecieczy, a po rozpoznaniu profili S1–S5 także kierunek Broczyno–jeziora. Ostateczne rozmieszczenie punktów musi wynikać z przekrojów i korelacji warstw, zamiast zakładać z góry bezpośrednie połączenie każdego ujęcia z jeziorem. W wybranych miejscach potrzebne są oddzielne piezometry ujmujące różne głębokości, bez łączenia poziomów jednym filtrem. Umożliwi to rozróżnienie zmian swobodnego zwierciadła od zmian naporu oraz ocenę kierunku wymiany pionowej. Obserwacje podziemne trzeba prowadzić razem z rejestracją opadu, temperatury i danych do oszacowania parowania, a także stanu i przepływu czynnych cieków oraz źródlisk. Dopiero wspólny zapis pozwoli odnosić reakcje do przebiegu zasilania i poboru.

Pomiary automatyczne powinny mieć wspólny czas z rejestrami pracy ujęć i być okresowo sprawdzane pomiarem ręcznym. Dzięki temu zmiany wywołane błędem rejestratora lub przesunięciem punktu odniesienia nie zostaną pomylone z reakcją układu. Pełny rok hydrologiczny jest potrzebny do opisania sezonowego bilansu, natomiast rozdzielenie wpływu suszy, naturalnej sezonowości i poboru uzasadnia obserwacje co najmniej dwu–trzyletnie oraz wykorzystanie dłuższych szeregów archiwalnych. Próby pompowania i odbudowy należy zaplanować tak, aby obejmowały sąsiednie warstwy i potencjalnie zależne jeziora lub mokradła przez czas dobrany do spodziewanej reakcji. Interpretacja musi uwzględniać dokładność pomiaru, wpływ ciśnienia atmosferycznego i opóźnienie zasilania. Sama korelacja dwóch krótkich wykresów nie wystarczy do wykazania ani wykluczenia oddziaływania ujęcia.

Etap trzeci morfometria roślinność i funkcje siedlisk

Batymetrię należy wykonać z nawiązaniem do równocześnie zmierzonej rzędnej wody i profilu odsłoniętego brzegu. Pomiary powinny umożliwić opracowanie zależności powierzchni i objętości od poziomu, mapy nachylenia dna oraz rozmieszczenia osadów i pasa utraconego zalewu. W Psarskiem pozwoli to sprawdzić układ wskazany przez autora: głęboczek w około jednej trzeciej długości od północnego zachodu, strome stoki części środkowej i płytsze wypłaszczenia końców jeziora. W Nawsiu istotne jest również pomierzenie przewężenia, którego wynurzenie rozdzieliło taflę. Każdą powierzchnię należy odnosić do konkretnej daty i stanu wody. Numeryczny model terenu otoczenia nie zastępuje sondowania dna, a całkowitej utraty zalewu nie wolno utożsamiać z utratą powierzchni właściwej dla każdego zespołu roślin. Te dwa wyniki trzeba przedstawić oddzielnie i dopiero potem powiązać z rozmieszczeniem siedlisk.

Inwentaryzację makrofitów należy przeprowadzić osobno dla każdego jeziora w sezonie wegetacyjnym. Powinna łączyć mapowanie całych płatów ze stałymi transektami i, w razie potrzeby, powtórzeniem kontroli w innym terminie. Ramienice trzeba oznaczać z materiału diagnostycznego, zachowując powiązanie próbki ze stanowiskiem, głębokością i osadem. Wykaz powinien obejmować również rośliny naczyniowe, szuwary i roślinność odsłoniętej strefy, ponieważ ich udział opisuje zmianę struktury litoralu. Dla poszczególnych zbiorowisk należy rejestrować pokrycie, ciągłość i głębokość kolonizacji, a także dostępność światła przy dnie. Takie badanie pozwoli przejść od obecnego potwierdzenia ramienic w wybranych miejscach do oceny zasięgu i funkcjonowania siedliska 3140. Listę gatunków należy oprzeć na rzeczywistych oznaczeniach, zachowując jako hipotezy te rozpoznania, których cechy diagnostyczne pozostają nieudokumentowane.

Różnorodność biologiczną należy oceniać równocześnie w skali stanowiska, zbiorowiska i całego jeziora. Sama liczba taksonów nie pokaże, czy zachowane są rozległe płaty roślinności charakterystycznej oraz warunki rozrodu i żerowania związanej z nimi fauny. Badania bezkręgowców i funkcji siedliskowych dla ryb trzeba więc prowadzić w porównywalnych strefach odsłoniętej półki, aktualnego litoralu i głębszego stoku. Pozwoli to sprawdzić, jakie organizmy pozostają w kontakcie z wodą i gdzie utracone zostały wykorzystywane wcześniej podłoża. Jednorazowe niestwierdzenie gatunku w dawnym płacie nie dowodzi zaniku całej populacji w jeziorze. Z drugiej strony utrata powierzchni i ciągłości siedliska może być poważna także wtedy, gdy łączna liczba gatunków nie spada. Oba aspekty powinny znaleźć odrębne odzwierciedlenie w ocenie skuteczności ochrony.

Etap czwarty bilans biogenów i model przyczynowy

Badania fizykochemiczne z czterech kierunków należy uzupełnić o sezonowe profile toni, próbkowanie rzeczywistych dopływów i wód podziemnych oraz ocenę osadów, jeżeli pojawią się przesłanki uwalniania z nich biogenów. Chodzi o rozdzielenie ładunku docierającego z zewnątrz od obiegu składników wewnątrz jeziora, ich czasowego zatrzymywania w roślinności i osadzie oraz eksportu. Dla interpretacji warunków ramienic potrzebne są także informacje o alkaliczności i wapniu. Mniejsza objętość wody może zmieniać stężenia, ale nie wyjaśnia samodzielnie każdego obserwowanego wzrostu. Rozpoznanie eutrofizacji powinno zatem łączyć wyniki chemiczne z odpowiedzią fitoplanktonu i makrofitów, przezroczystością oraz warunkami tlenowymi. W ten sposób będzie można ocenić, czy pogorszenie jakości wynika z większego dopływu składników, zmiany ich obiegu, utraty roślinności czy współwystępowania tych procesów.

Model przyczynowy należy rozpocząć od uporządkowania hipotez dotyczących zasilania, odpływu i pracy studni, a następnie dobrać do dostępnych danych model nieustalonego przepływu wód podziemnych sprzężony z bilansem jezior. Kalibracja powinna obejmować zwierciadła na rozdzielonych głębokościach, przebiegi poziomów jezior i odpływy, aby poprawne odtworzenie jednej studni nie zastąpiło sprawdzenia całego układu. Trzeba zbadać wrażliwość wyniku na przewodność osadów dennych i warstw rozdzielających, magazynowanie, zasilanie oraz przyjęte warunki brzegowe. Jeżeli różne zestawy parametrów podobnie wyjaśniają obserwacje, należy przedstawić zakres możliwych skutków, zamiast wybierać pozornie dokładny udział jednej presji. Końcowym wynikiem powinno być także wskazanie pomiaru, który najbardziej ograniczy pozostałą niepewność. Model ma służyć wyborowi i ocenie działań ochronnych, a nie jedynie odtworzeniu wcześniej przyjętego wyjaśnienia.

Czynniki wymagające weryfikacji

Weryfikacji wymaga udział wieloletniego deficytu opadu i wzrostu parowania w obniżeniu zwierciadła. Należy porównać przebieg zmian w całym ciągu jezior i w punktach referencyjnych oraz odtworzyć sezonowe opóźnienia zasilania. Równolegle trzeba sprawdzić, czy odwodnienia, zmiany drożności rowów,

przepustów i progów między misami zmieniły odpływ lub bazę drenażu. Zestawienie jezior z punktami odniesienia pomoże rozróżnić zmianę obejmującą większy obszar od reakcji skupionej przy określonej presji. Oba rodzaje zmian mogą się nakładać.

Możliwe oddziaływanie poborów wymaga analizy skumulowanej obejmującej rzeczywistą pracę studni, powiązania warstw wodonośnych oraz reakcje jezior i piezometrów. Rozdzielenie udziału klimatu, pompowania i przekształceń odpływu powinno wynikać ze wspólnego bilansu i scenariuszy przy tych samych warunkach meteorologicznych [Winter i in., 1998; Barlow i Leake, 2012]. Porównanie tych samych warunków pogodowych pozwoli wyodrębnić dodatkowy skutek eksploatacji. Bez tego różnica między dwoma latami mogłaby odzwierciedlać jednocześnie zmianę pompowania i przebiegu opadów.

Hipotezę utraty siedliska ramienicowego należy zweryfikować przez powiązanie zmiany poziomu wody z powierzchnią zalanego dna i rozmieszczeniem zbiorowisk. Osobno trzeba ocenić dopływ biogenów, ich retencję oraz odpowiedź fitoplanktonu i makrofitów, aby odróżnić bezpośrednią utratę litoralu od pogorszenia warunków troficznych [Leira i Cantonati, 2008; Kufel i Kufel, 2002]. Takie rozdzielenie jest potrzebne do wyboru działania: utrata zalewu wymaga poprawy warunków wodnych, a nadmierne obciążenie składnikami ograniczenia ich dopływu i obiegu. W obu jeziorach działania te mogą być potrzebne równocześnie.

Rozpatrywane mechanizmy mogą współwystępować i wzajemnie wzmacniać swoje skutki. Celem rozpoznania jest ustalenie ich udziałów w granicach dostępnej wiedzy oraz wskazanie działań, które ograniczą presję na warunki życia organizmów. Liczbową wielkość poboru akceptowalnego dla ekosystemów można określić po ustaleniu mierzalnych kryteriów ochrony, sprawdzeniu bilansu i porównaniu wariantów suszowych. Wiedza o mechanizmach pozwala wcześniej wskazać kierunek postępowania, zwłaszcza oszczędzanie zasobu, ochronę zasilania i ograniczanie zanieczyszczeń. Natomiast parametry działań zmieniających odpływ i poziom jeziora trzeba dobrać do lokalnego rozpoznania, tak aby poprawa w jednym miejscu nie powodowała strat w sąsiednich siedliskach lub warstwach wodonośnych.

14 Wyniki oceny i wnioski opinii

Wybrane elementy stanu ekologicznego

Wynik oceny wskazuje na wyraźnie gorszy stan jezior Nawsie niż Psarskiego. W Nawsie stwierdza się poważną degradację: silne obniżenie poziomu i rozdzielenie jeziora na dwa akweny, brak stwierdzenia ramienic, dość obfity rogatek sztywny na niezbyt głębokim dnie oraz kożuchy zielenic i mniejszą przezroczystość wody w porównaniu z Psarskiem. Jest to łączny terenowy obraz zaburzenia warunków wodnych i pogorszenia trofii. Nie należy sprowadzać go wyłącznie do suszy ani przedstawiać jako samej podatności na przyszłe pogorszenie. W Psarskiem zachowane są łąki ramienicowe, szczególnie dobrze rozwinięte w rozpoznanej części północnej, a na bardzo płytkiej wodzie na południu ich obecność potwierdziło uzupełniające rozpoznanie z 10 listopada. Wcześniejsza słaba kondycja pojedynczej południowej próby wymaga sprawdzenia, lecz nie uzasadnia jednolitej oceny całej południowej części jeziora. Ocena jest eksperckim rozpoznaniem stanu tych elementów; nie nadaje jeziorom formalnej klasy stanu ekologicznego. Wynik należy odczytywać jako ocenę rozpoznanych funkcji i objawów. Dokumentuje on różnicę między jeziorami oraz potrzebę działania na warunki, od których zależy możliwość utrzymania i odnowy organizmów.

Oba jeziora nadal wymagają ochrony, lecz z odmiennym akcentem: w Nawsie konieczne są pilne działania zmierzające do zahamowania degradacji i odtworzenia warunków siedliskowych, a w Psarskiem zabezpieczenie zachowanych wartości i przeciwdziałanie dalszemu regresowi. Zachowane ryby i roślinność

brzegowa nie podważają oceny poważnej degradacji Nawsia. Historyczne opisy ramienic wyznaczają tam kierunek rozpoznania i odnowy, a nie dowodzą dobrego stanu współczesnego. Odmienny priorytet nie oznacza rezygnacji z żadnego z jezior. W jednym trzeba ratować już silnie osłabione funkcje, a w drugim zabezpieczyć zasób, który nadal może podtrzymywać charakterystyczne siedlisko.

Wycinkowa ocena siedliska przyrodniczego 3140

W Psarskiem występowanie ramienic potwierdzono współcześnie: od północnego zachodu pobierano zwarte kępy, a 10 listopada stwierdzono je również na bardzo płytkiej wodzie na południu, uzupełniając wcześniejszy obraz słabo rozwiniętej próby. Rozpoznanie dotyczy lokalnej mozaiki siedlisk i nie dowodzi jednolicie gorszego stanu południowej części. Oznaczenie fotograficzne pozostaje na poziomie *Chara sp.* W Nawsiu podczas rozpoznania ramienic nie stwierdzono, mimo ich wykazywania w lokalnej dokumentacji obu jezior. W połączeniu z rogatkiem, zielenicami i silną utratą zalewu jest to przesłanka poważnego regresu cech siedliska 3140. Nie potwierdzono całkowitego zaniku wszystkich stanowisk, ponieważ nie wykonano pełnosezonowego kartowania. Opinia nie nadaje formalnej oceny stanu właściwego (FV), niezadowalającego (U1) ani złego (U2), ale jasno rozdziela zachowane, zagrożone łąki Psarskiego od znacznie silniej zdegradowanych warunków Nawsia. Rozstrzygnięcie gatunków i pełne kartowanie uzupełnią wiedzę o skali zachowanych wartości. Nie zmienia to obecnej potrzeby ochrony zalewu i jakości wody w miejscach już rozpoznanych.

Utrata zasobów wody i zalewu litoralu oraz obciążenie biogenami wymagają równoległego przeciwdziałania. W Nawsiu są to elementy już ujawnionej poważnej degradacji. W Psarskiem zagrażają zachowanym płatom i funkcjom siedliska. Mniejsza i płytsza misa Nawsia, dodatkowo rozdzielona wskutek spadku zwierciadła, ma w obecnych warunkach słabszy bufor wobec dalszej utraty wody i pogorszenia jakości. Ochrona musi obejmować ilość i jakość wody oraz przestrzeń siedliskową, z priorytetem pilnej poprawy warunków w Nawsiu. Najbardziej bezpośrednim zadaniem jest ograniczenie presji na te warunki. Wzrost niepewności klimatycznej wzmacnia znaczenie zachowania lokalnych rezerw i usuwania obciążeń, na które można oddziaływać.

Podstawowe uwarunkowania bezpośrednich zlewni

Dla Nawsia i Psarskiego wyznaczono z NMT modelowe zlewnie topograficzne, odpowiednio około 53 ha i 299 ha wraz z jeziorami. Opisano użytkowanie otoczenia, położenie ujęć, historyczne ślady podmokłości i przekształcenia łączności. Za istotne uznano oddziaływanie gruntów rolnych i działalności hodowlanej, presje poboru oraz znaczenie zasilania podziemnego. Analiza szerszej sekwencji jezior jest tłem dla interpretacji warunków obu zlewni bezpośrednich; nie zastępuje wyznaczenia obszarów zasilania podziemnego. Rejestr presji uzupełniono o udokumentowane sezonowe ujęcie S1–S5 na lotnisku w Broczynie; nie przypisano mu pomierzonego wpływu na jeziora bez danych hydrogeologicznych i historii pompowania. Dalsze poszerzanie dokumentacji geologicznej powinno doprecyzować drogi wymiany, ale już obecne dane uzasadniają wspólne traktowanie powierzchniowych i podziemnych części bilansu.

Przyjęta hipoteza powiązania Nawsia i Psarskiego z ciągiem jezior powyżej, warstwami wodonośnymi i doliną Niecieczy uzasadnia prowadzenie ochrony w skali całego układu. Pobory, odwodnienia, przekształcenia połączeń i obciążenie gruntów należy oceniać łącznie. Obecny zakres rozpoznania nie pozwala liczbowo rozdzielić udziału poszczególnych presji. W praktyce oznacza to szukanie skutecznej poprawy w miejscach kontrolujących zasilanie i odpływ. Granica widocznego brzegu nie jest granicą działań potrzebnych do zachowania jeziora.

Wniosek ochronny

Nawsie wymaga pilnego zahamowania poważnej degradacji poprzez ochronę i odbudowę zasilania, ograniczenie dopływu biogenów oraz odtworzenie warunków dla roślinności i fauny litoralu. W Psarskiem należy zabezpieczyć zachowane łąki ramienicowe, objąć ochroną również płaty potwierdzone na południowej płyciźnie, rozpoznać przyczyny lokalnych różnic wyglądu materiału i przeciwdziałać dalszej utracie zalewu. Przekaz o historycznym podziale Nawsie na dwa akweny, nawet po potwierdzeniu, nie uzasadnia przyjęcia dzisiejszego niskiego poziomu za właściwy stan odniesienia. Obraz otoczenia i odsłoniętej strefy brzegowej wskazuje według oceny terenowej autora na potrzebę znacznie wyższego poziomu; jego docelową rzędną trzeba ustalić pomiarowo. Pełne rozdzielenie przyczyn wymaga odrębnego programu obejmującego co najmniej pełny sezon. Potrzeba dalszych badań nie zmienia oceny powagi już zaobserwowanych objawów. Ujęcie festiwalowe w Broczynie jest dodatkowym składnikiem rozpatrywanej presji poboru, również po zakończeniu sezonowego pompowania. Dla fermy konieczne pozostaje ustalenie, czy opis około 120 m dotyczy dodatkowego otworu, modernizacji lub pogłębienia dotychczasowego; nie potwierdzono publicznie jego aktualnego pozwolenia wodnoprawnego. Wspólnym kierunkiem ochrony dla obu jezior jest stabilizacja przepływów oraz odbudowa warunków umożliwiających wyższy, trwalszy poziom wody. Działania powinny wynikać z rozpoznania zasilania, retencji i drenażu, a ich efekt trzeba sprawdzać równocześnie w wodach, roślinności i faunie.

15 Kluczowa bibliografia i źródła danych

Furdyna A. 2026. Rozpoznanie jezior Nawsie i Psarskie z 9.11.2026 oraz uzupełnienie obserwacji obu jezior z 10.11.2026, obejmujące ramienice południowej płycizny i północnego zachodu Psarskiego, cofanie wody, mięczaki oraz porównanie przezroczystości. Fotografie i informacje o rybostanie przekazane w związku z operatem autora dla Stowarzyszenia Lobelia. Materiał własny obejmujący obserwacje terenowe i informacje o połowach.

Dokumentacja gminy Czaplinek: Program ochrony środowiska 2023–2026, 2023, s. 40; Jakubowska, ekofizjografia, 2013, s. 20; Staszek W. i Niecikowski K., ekofizjografia części południowo-wschodniej, 2008, s. 12–13, 33, 38, 45; E-Projekt Karol Jaworski, prognoza planu ogólnego, 2024/2025, s. 27. BIP gminy Czaplinek.

Halbfass W. 1901. Beiträge zur Kenntnis der Pommerschen Seen. Ergänzungsheft 136, tabela I, s. 14, poz. 63–64. Głębokości pozostałych jezior: dane atlasowe wskazane przy modelach; Nadleśnictwo Świerczyna, Program ochrony przyrody 2009–2018, s. 70–72; Studium gminy Wierzchowo 2022, s. 44.

Źródła mapowe: PGW Wody Polskie MPHP10k i II aPGW 2022–2027; GUGiK NMT GRID1 w siatce 10 m, odczyt 9.11.2026; SBB Gr. Linichen 1159, 1838, PPN1979909121; SLUB Meßtischblatt 2462, 2463, 2562 i 2563, wydania 1937. Identyfikatory i zakres na planszach.

PIG-PIB: Bielecka H., MHP Czaplinek 0196, 2004; Bielec B. i Operacz T., MHP Łubowo 0197, 2004; Mądry S., objaśnienia SMGP Nadarzyce 0235, 2005; CBDH i POBORY, odczyt 9.11.2026. Rekordy i współrzędne w rozdziałach 8–11.

Dokumenty ujęć: pozwolenie zintegrowane 19.07.2005 K-SR-Ś-6/6619/21/05 i opublikowane zmiany do 2025; obwieszczenia GKO.6220.11.2020.WS.11 i WS.13, decyzja nr 3/2021; zapytanie Amix Bis ZAK/2026/001612, lipiec 2026. BIP gminy Czaplinek i województwa zachodniopomorskiego.

Gąbka M. i in. 2015. Siedlisko 3140. W: Monitoring siedlisk przyrodniczych, część IV, GIOŚ, s. 120–140. Uzupełnienie ochronne: GIOŚ, Zalecenia ochronne z monitoringu 2016–2018, s. 13. https://siedliska.gios.gov.pl/

Kufel L. i Kufel I. 2002. Chara beds acting as nutrient sinks in shallow lakes a review. Aquatic Botany 72, 249–260, doi:10.1016/S0304-3770(01)00204-2. Leira M. i Cantonati M. 2008. Effects of water-level fluctuations on lakes, Hydrobiologia 613, 171–184, doi:10.1007/s10750-008-9465-2. Cott P.A. i in. 2008. A Review of Water Level

Fluctuations on Aquatic Biota With an Emphasis on Fishes in Ice-Covered Lakes, doi:10.1111/j.1752-1688.2007.00166.x.

Winter T.C. i in. 1998. Ground water and surface water a single resource, USGS Circular 1139. Barlow P.M. i Leake S.A. 2012. Streamflow depletion by wells, USGS Circular 1376. https://pubs.usgs.gov/

Somorowska U. 2022. Changes in Terrestrial Evaporation across Poland over the Past Four Decades Dominated by Increases in Summer Months, Resources 11, 6, doi:10.3390/resources11010006. Okoniewska M. i Szumińska D. 2020. Changes in Potential Evaporation in the Years 1952–2018 in North-Western Poland, Water 12, 877, doi:10.3390/w12030877.

Pełechaty M. i Pukacz A. 2008. Klucz do oznaczania gatunków ramienic (Characeae) w rzekach i jeziorach. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. Klucz s. 28–30; *Chara contraria* s. 35–36; *Chara vulgaris* s. 58–59. Egzemplarz dostarczony przez autora opinii.

Zviedre E. 2007. Genus Chara L. in Latvia – freshwater species and their identification. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis 7(2), 139–147. Klucz i cechy do weryfikacji rodzaju Chara. https://du.lv/wp-content/uploads/2022/02/Zurnals_7_2.pdf

Jaworska-Szulc B. 2006. Problem zasobów odnawialnych wód podziemnych w wielowarstwowych systemach wodonośnych na przykładzie Regionu Gdańskiego. Geologos 10, 91–99. Przykład regionalny, nie parametry jezior. https://mostwiedzy.pl/pl/publication/download/1/problem-zasobow-odnawialnych-wod-podziemnych-w-wielowarstwowych-systemach-wodonosnych-na-przykladzie_94055.pdf

Jenkins C.T. 1968. Computation of rate and volume of stream depletion by wells. USGS Techniques of Water-Resources Investigations 4-D1. doi:10.3133/twri04D1. Mechanizm opóźnienia, bez lokalnej prognozy. Cushway K.C., Geist J., Schwalb A.N. 2025. Surviving global change: a review of the impacts of drought and dewatering on freshwater mussels. Biological Reviews 100, 275–307, doi:10.1111/brv.13142.

Ujęcie Broczyno: Gmina Czaplinek, Raport o stanie gminy za 2022 r., s. 117; obwieszczenia GKO.6220.16.2022.KT z 26.07.2022, GKO.6220.8.2023.KT z 10.01.2024, GKO.6220.5.2025.KT.1 z 2.06.2025 i KT.12 z 8.12.2025; PSSE Drawsko Pomorskie, informacje o stanie bezpieczeństwa sanitarnego za 2024 r., s. 85, oraz za 2025 r., s. 92. Kopie i adresy publikacji w dołączonym pakiecie źródeł. Dokumenty nie określają pomierzonego wpływu na jeziora.

Uzupełnienie źródeł mapowych: GUGiK ULDK, geometria działki 320301_5.0025.466/7, PL 1992, odczyt 10.11.2026; © autorzy OpenStreetMap, jeziora Psarskie i Nawsie, ODbL. Działka jest obszarem lokalizacyjnym grupy S1–S5, bez współrzędnych poszczególnych studni.

Piotrowicz R. 2004. Twardowodne oligo- i mezotroficzne zbiorniki z podwodnymi łąkami ramienic Charetea. W: Herbich J. (red.), Wody słodkie i torfowiska. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000, tom 2, s. 48–58. Herbichowa M. i Wołejko L. 2004. Torfowiska nakredowe. W tym samym poradniku. Opisy siedlisk dostępne w serwisie Wigierskiego Parku Narodowego: https://wigry.org.pl/siedliska/3140.htm oraz https://wigry.org.pl/siedliska/7210_1.htm.

Pełechaty M., Pukacz A., Apolinarska K., Pełechata A., Siepak M. 2013. The significance of Chara vegetation in the precipitation of lacustrine calcium carbonate. Sedimentology 60, 1017–1035. doi:10.1111/sed.12020. Schneider S.C., García A., Martín-Closas C., Chivas A.R. 2015. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview. Aquatic Botany 120, 2–6. doi:10.1016/j.aquabot.2014.10.001.

Wilson R.K., Arnscheidt J., McElarney Y., Stewart N. 2024. Identification and quantitative estimates of groundwater transfers to formerly charophyte dominated marl lakes with radon-222. Science of the Total Environment 954, 176141. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.176141. Badanie stanowi odniesienie dla znaczenia zasilania podziemnego; nie określa wielkości dopływu do Nawsia i Psarskiego.

Wiik E., Bennion H., Sayer C.D. i in. 2015. The coming and going of a marl lake: multi-indicator palaeolimnology reveals abrupt ecological change and alternative views of reference conditions. Frontiers in Ecology and Evolution 3, 82. doi:10.3389/fevo.2015.00082. Rey-Boissezon A., Auderset Joye D. 2015. Habitat requirements of charophytes—Evidence of species discrimination through distribution analysis. Aquatic Botany 120, 84–91. doi:10.1016/j.aquabot.2014.05.007.

George D.G., Bell V.A., Parker J., Moore R.J. 2006. Using a 1-D mixing model to assess the potential impact of year-to-year changes in weather on the habitat of vendace (*Coregonus albula*) in Bassenthwaite Lake, Cumbria. Freshwater Biology 51, 1407–1416. doi:10.1111/j.1365-2427.2006.01572.x. Leake S.A., Barlow P.M. 2013. Understanding and Managing the Effects of Groundwater Pumping on Streamflow. USGS Fact Sheet 2013–3001. doi:10.3133/fs20133001.

PIG-PIB. Publiczna warstwa CBDG Otwory wiertnicze, usługa https://cbdgmapa.pgi.gov.pl/arcgis/rest/services/cbdg_otwory/MapServer/0, odczyt 10.11.2026. Identyfikatory i numery dokumentów w tabeli oraz w pakiecie źródeł. Mądry S. 2005. Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Nadarzyce (235), s. 7–9, tablica IV. https://bazadata.pgi.gov.pl/data/smgp/arkusze_txt/smgp0235.pdf. PIG 2005. Objaśnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski, arkusz Nadarzyce, s. 13–15. https://bazadata.pgi.gov.pl/data/mgsp/txt/mgsp0235.pdf. W zakresie warunków wodnych opracowanie odwołuje się do MHP Nadarzyce autorstwa U. Marcinek z 2004 roku.

Henriksen H.J., Refsgaard J.C. 2013. Sustainable groundwater abstraction. Review report. GEUS Rapport 2013/30, zwłaszcza s. 38–39. doi:10.22008/gpub/29549. Buchanan B.P., Auerbach D.A., McManamay R.A., Taylor J.M., Flecker A.S., Archibald J.A., Fuka D.R., Walter M.T. 2016. Environmental flows in the context of unconventional natural gas development in the Marcellus Shale. Ecological Applications. doi:10.1002/eap.1425. Wyniki wykorzystano do wyjaśnienia wrażliwości małych układów źródłowych, bez przenoszenia liczbowych progów na badane jeziora.

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

16 Załączniki mapowe i przekroje

Wszystkie plansze przedstawiono na pionowych stronach formatu A4, zachowując ich pełną treść. Długie przekroje zmniejszono do szerokości strony, aby można było odczytać cały ich przebieg i porównać kolejne odcinki układu. Załącznik 12 zawiera dwa pełne przekroje podłużne na jednej stronie. Pięć przekrojów poprzecznych oznaczonych T1–T5 rozmieszczono w załącznikach 11a–11c. Przed interpretacją rysunku należy odczytać jego podpis i źródło, ponieważ pomiar terenu, historyczny podkład i schemat dna mają odmienny zakres wiarygodności.

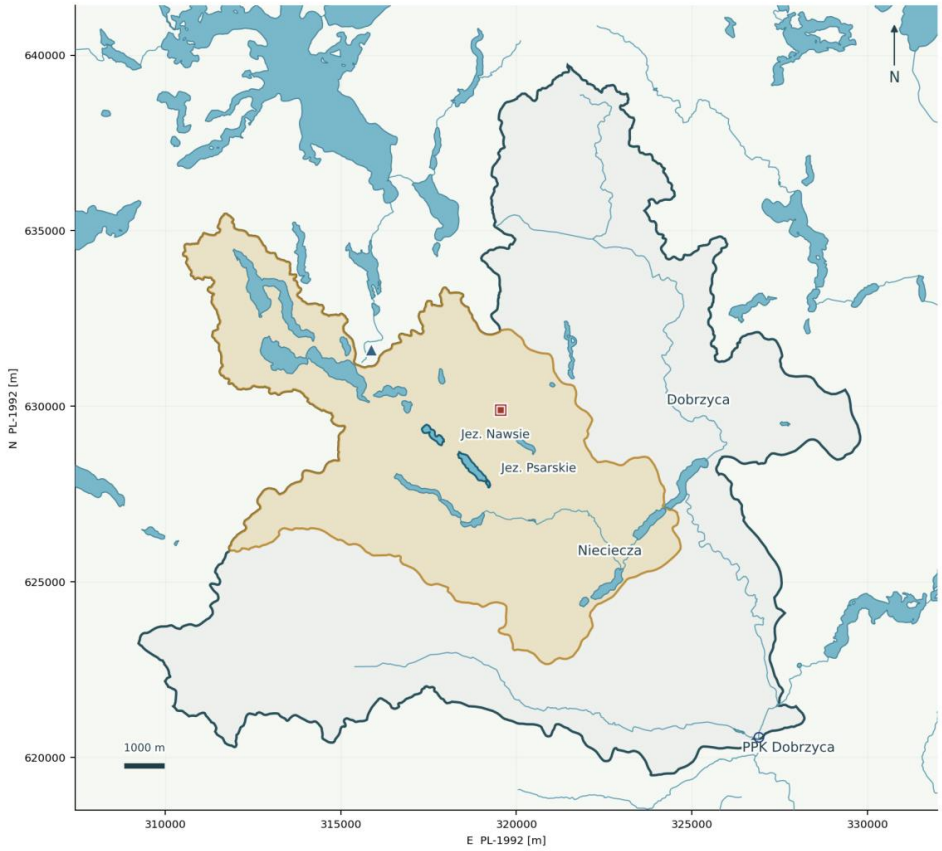
Załącznik	Zawartość
1	Jeziora na tle zlewni Niecieczy
2	Zlewnie lokalne i rozpoznane studnie
3	Nawsie i jego zlewnia topograficzna
4	Psarskie i jego zlewnia topograficzna
5	Porównanie map historycznych 1838 i 1937
6	Cały ciąg jezior od Kaleńskiego do Psarskiego
7	Ślady podmokłości na mapach historycznych
8	Pełny przekrój zasilania podziemnego
9	Model przestrzenny całego układu jezior
10	Przekroje przestrzenne przez bryłę zlewni
11a	T1 Kaleńskie oraz T2 Krzemno
11b	T3 Krzemienko oraz T4 Nawsie
11c	T5 Psarskie
12	Dwa pełne profile podłużne do jezior Machlin
13	Układ jezior i przebieg Niecieczy

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Jeziora na tle zlewni Niecieczy

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Granica ciemnozielona: JCWP Dobrzyca do Świerczyńca, RW60000918865994871. Ochra: agregacja zlewni Niecieczy MPHP. Czerwone kwadraty: studnie fermy Byszkowo; niebieski trójkąt: Pławno; pusty okrąg: punkt monitoringu Dobrzycy.

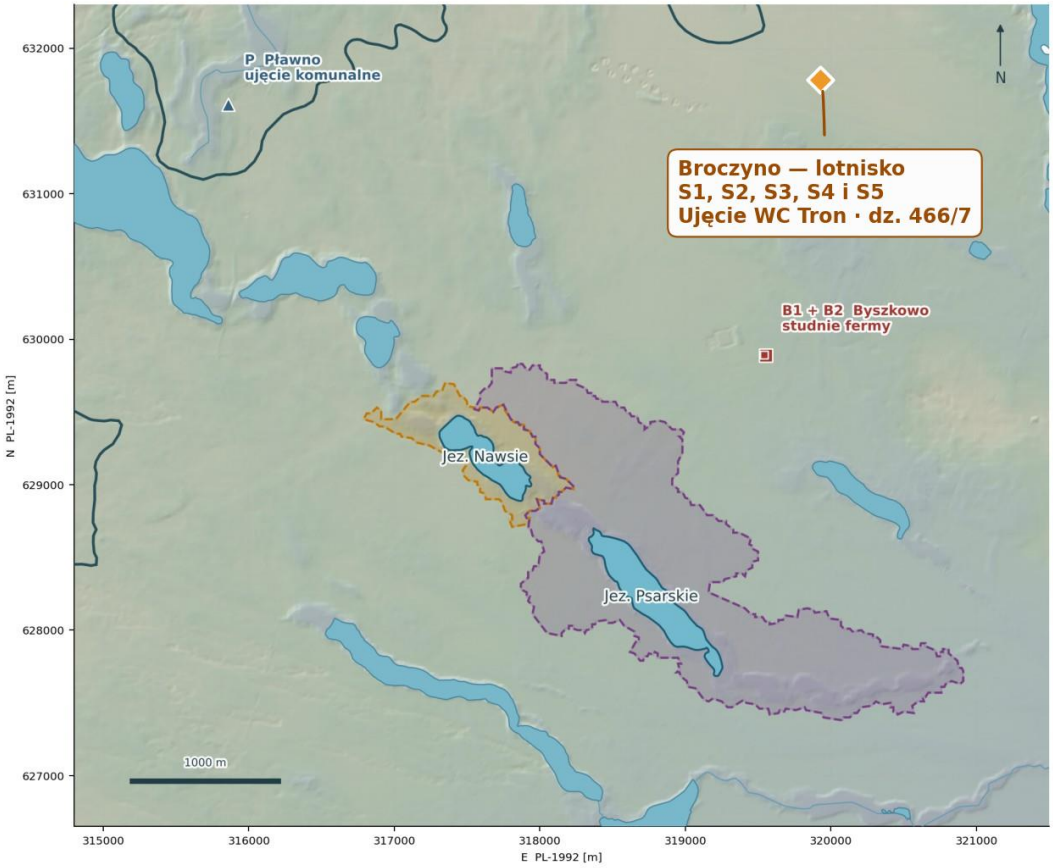
Źródła PGW WP MPHP10k i II aPGW, PIG-PIB CBDH. Granice JCWPd nie wyznaczają izolowanych układów hydraulicznych. Kontury jezior są referencyjne.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Zlewnie lokalne i rozpoznane studnie

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Przerywane obwiednie: modelowe zlewnie topograficzne Nawsia około 53 ha i Psarskiego około 299 ha, wraz z jeziorami. P: Pławno, studnia komunalna 72 m. B1 i B2: Byszkowo, studnie 70 m i 46 m.

Źródła GUGiK NMT w siatce 10 m, MPHP10k, PIG-PIB CBDH. Granice obliczono metodą priority-flood i D8. Przebieg dotyczy odpływu powierzchniowego; obszar zasilania podziemnego może być inny.

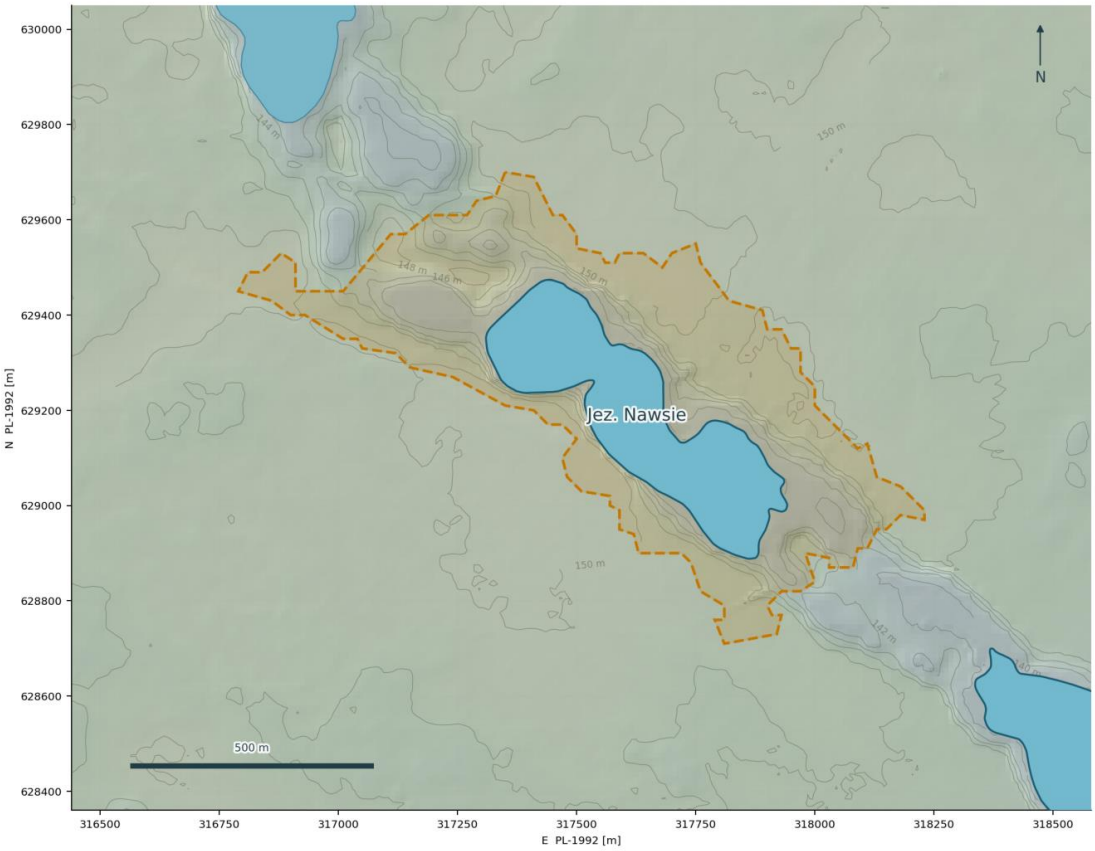
Broczyno: oznaczono rejon ujęcia obejmującego pięć studni S1–S5 na działce 466/7.
Symbol wskazuje grupę studni; nie ustalono współrzędnych poszczególnych głowic.
Źródła uzupełnienia: Gmina Czaplinek; PSSE Drawsko Pomorskie, 2024 i 2025;
GUGiK ULDK, geometria działki 466/7, obręb Broczyno.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Nawsie i jego zlewnia topograficzna

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Ochrowa obwiednia: modelowa zlewnia bezpośrednia około 53 ha wraz z jeziorem. Niebieski poligon: jezioro referencyjne MPHP. Poziomice opisują otoczenie lądowe.

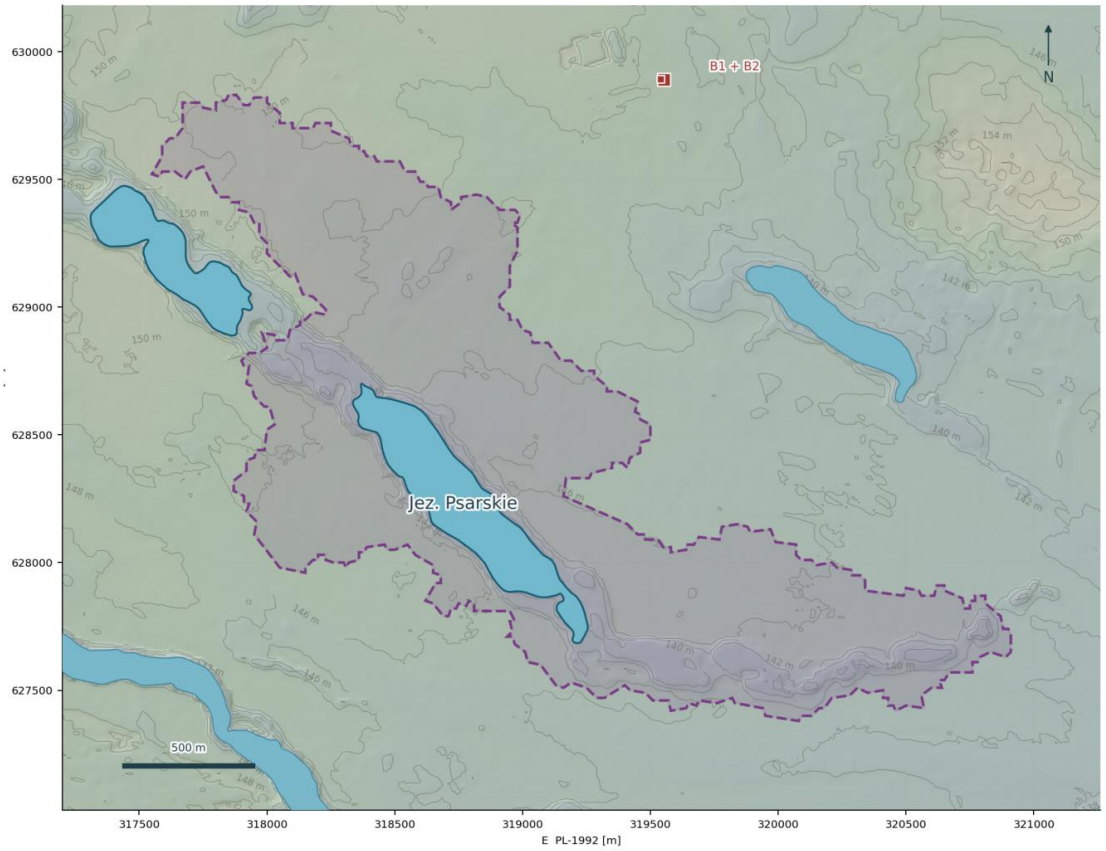
Źródła GUGiK NMT w siatce 10 m i MPHP10k. Jest to zlewnia obliczona z rzeźby terenu. NMT nie przedstawia dna jeziora; ocena utraty litoralu wymaga nawiązanej do poziomu wody batymetrii.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Psarskie i jego zlewnia topograficzna

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Fioletowa obwiednia: modelowa zlewnia bezpośrednia około 299 ha wraz z jeziorem. Niebieski poligon: jezioro referencyjne MPHP. Poziomice opisują otoczenie lądowe.

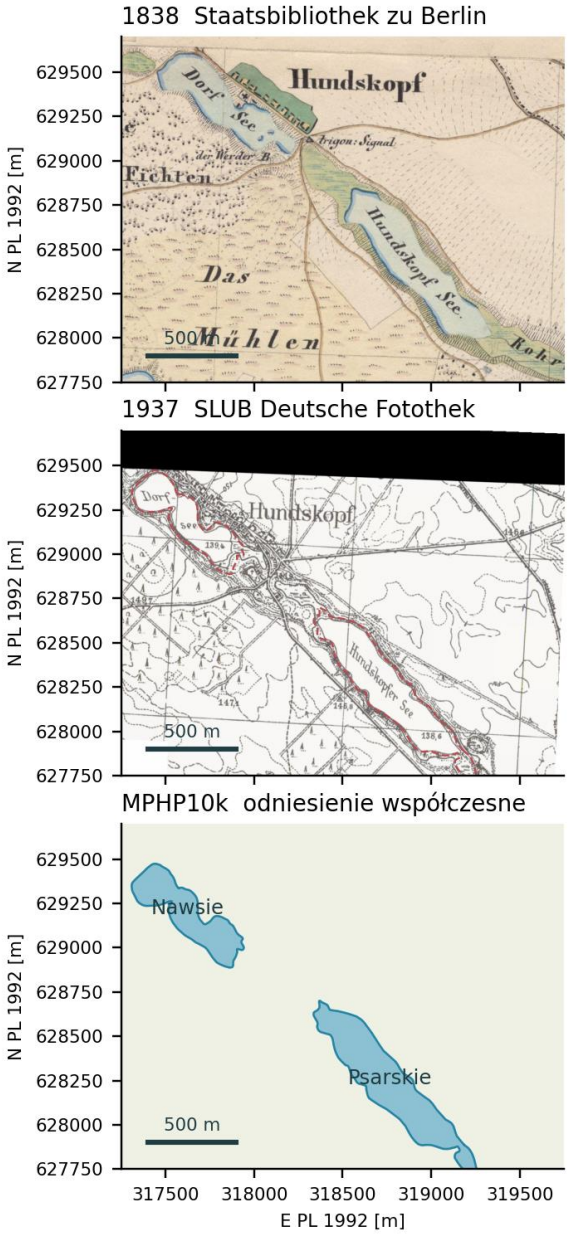
Źródła GUGiK NMT w siatce 10 m i MPHP10k. Granica odpływu powierzchniowego nie wyznacza granicy wymiany z warstwami wodonośnymi. Kontur bazy nie jest pomiarem linii wody z listopada 2026 r.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Porównanie map historycznych

Wspólny zasięg przestrzenny | 1838, 1937 i MPHP10k



Kontury przerywane oznaczają jeziora MPHP na mapie 1937. Georeferencja mapy 1838 jest orientacyjna, z błędem do kilkuset metrów; zestawienie służy porównaniu jakościowemu. Źródła SBB Gr. Linichen 1159, 1838; SLUB 2563 Gr. Linichen, 1937; PGW WP MPHP10k.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Ciąg jezior od Kaleńskiego do Psarskiego

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Linia A–B: łamana przekroju przez główne misy. Bordowa linia: orientacyjny przebieg kolei. R1: kolej w obniżeniu Kaleńskie–Krzemno; R2: przekształcone przewężenie Krzemna. W1–W5: strefy odczytu historycznych śladów podmokłości. Ciemniak stanowi misę boczną.

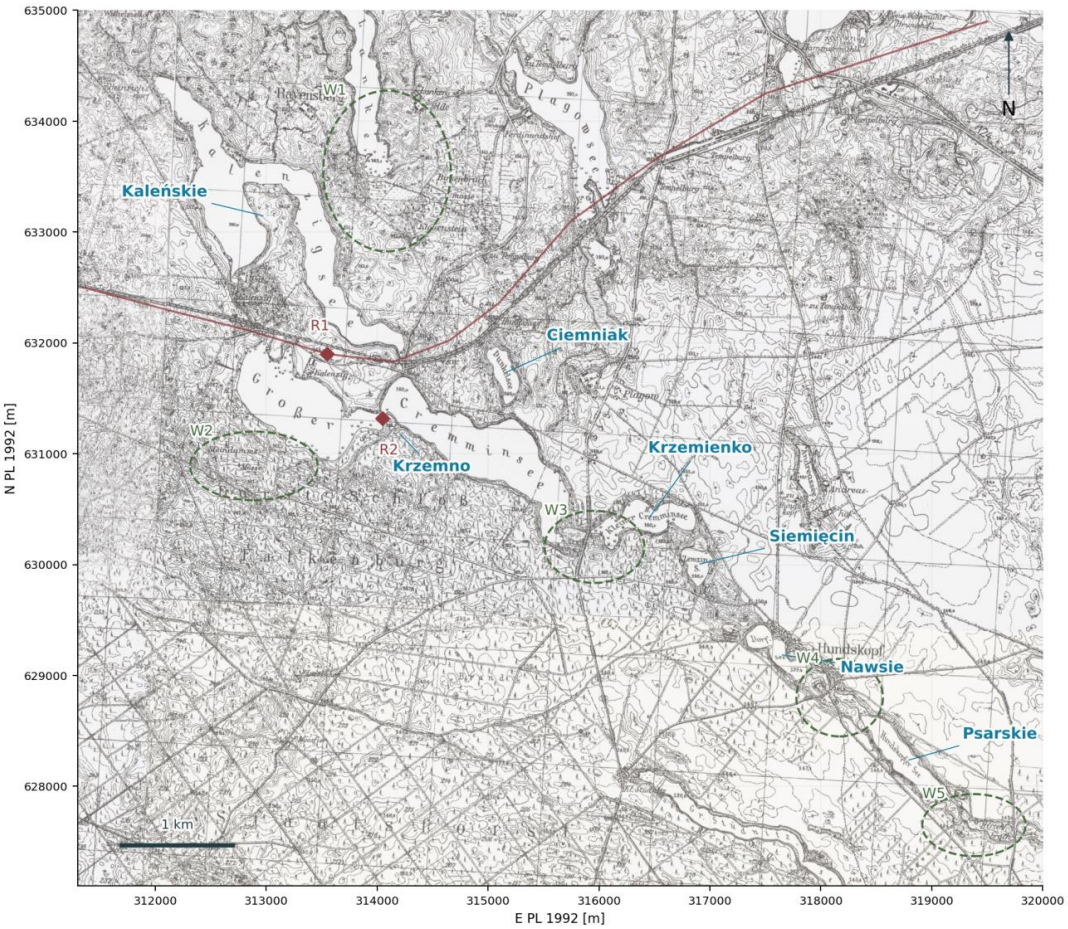
Źródła MPHP10k, GUGiK NMT 10 m i SLUB 1937. Mapa przedstawia układ przestrzenny i interpretację dawnych obniżeń. Nie utożsamia barier powierzchniowych z odcięciem przepływu podziemnego.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Podmokłości na mapach z 1937 roku

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



W1: Bürgerbruch Mösse na wschód od Kaleńskiego. W2: Steindamms Mösse przy zachodniej misie Krzemna. W3: wilgotne obniżenie Krzemno–Krzemienko–Siemięcin. W4: obniżenie Nawsie–Psarskie. W5: łąki i rowy za południowo-wschodnim końcem Psarskiego.

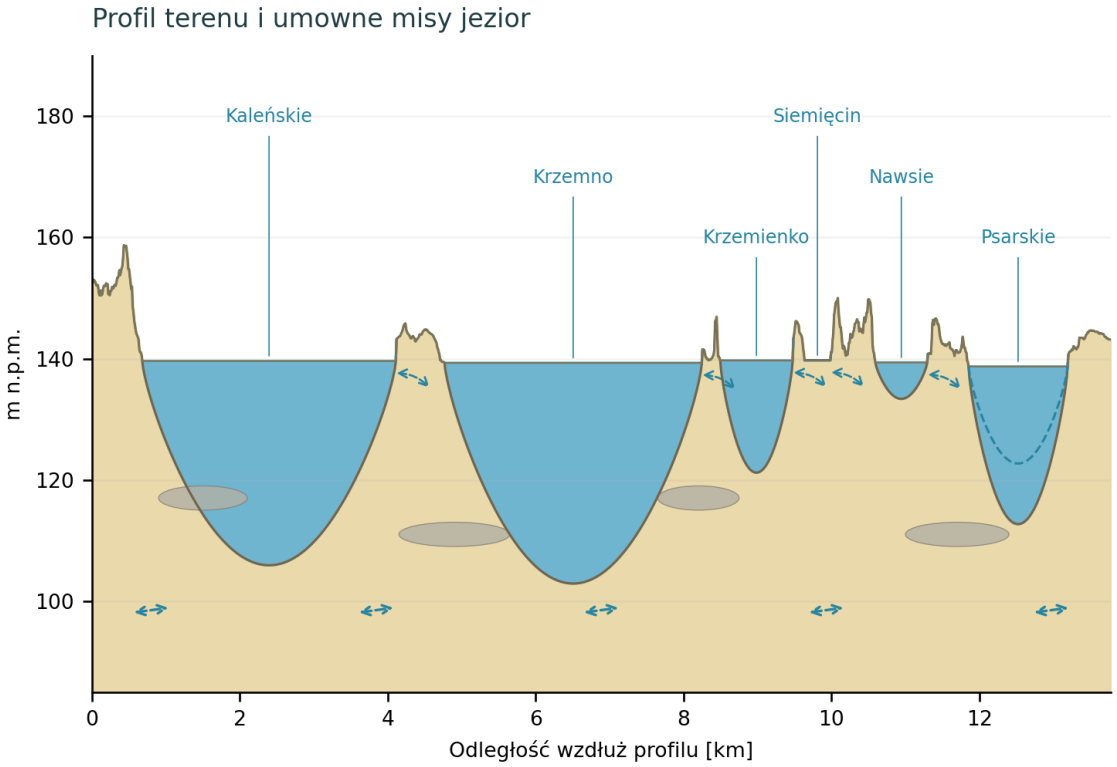
Źródło SLUB Deutsche Fotothek, arkusze Meßtischblatt 2462, 2463, 2562 i 2563, wydania 1937. Strefy W mają charakter interpretacyjny; nie wyznaczają dokładnych granic dzisiejszych mokradeł.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Zasilanie podziemne ciągu jezior

Cały przekrój od wododziału nad Kaleńskiem do terenu za Psarskiem



Ochra: podłoże; szare soczewki: możliwe gliny i mułki o umownym położeniu. Nie jest to udokumentowany przekrój litologiczny. Strzałki przerywane oznaczają przyjętą możliwość wymiany podziemnej; kierunki netto i natężenie wymagają pomiarów.

Głębokości modelowe: Kaleńskie 33,7 m; Krzemno 36,4 m; Krzemienko 18,5 m; Nawsie 6 m historycznie. Psarskie 16 m według Halbfassa 1901 (linia przerywana) i około 26 m do gytii według autora. Różnica do sprawdzenia, bez wniosku o zmianie głębokości. Siemięcin: głębokość niezweryfikowana. Ciemniak: misa boczna poza osią.

Nasypy i przepusty w pasie obniżeń mogą zmieniać wymianę powierzchniową. Rzędne NMT nie są synchronicznym pomiarem poziomów ani hydroizohipsami.

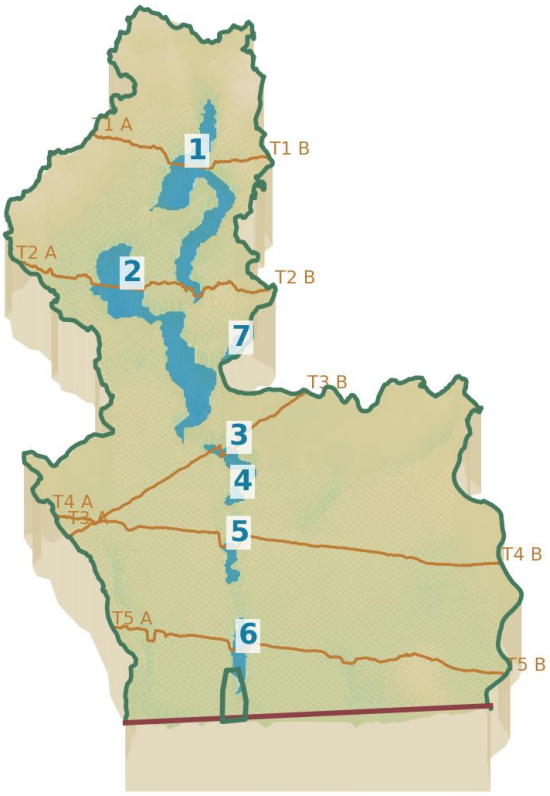
Źródła: GUGiK NMT 10 m, MPHP10k, Halbfass 1901, Choiński 1991 za dokumentacją DPK, Atlasjezior.pl i rozpoznanie autora. Misy i warstwy są umowne, nie stanowią nowej batymetrii ani wierceń.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Model przestrzenny całego układu

Zewnętrzne wododziały MPHP oraz przekrój zamykający za Psarskiem



Jeziora: 1 Kaleńskie, 2 Krzemno, 3 Krzemienko, 4 Siemięcin, 5 Nawsie, 6 Psarskie, 7 Ciemniak. Linie T1–T5 obejmują całą szerokość do granic wododziałów. Zielony obrys: wododziały i orientacyjna strefa mokradeł. Bordowa linia: zamknięcie wycinka, nie wododział.

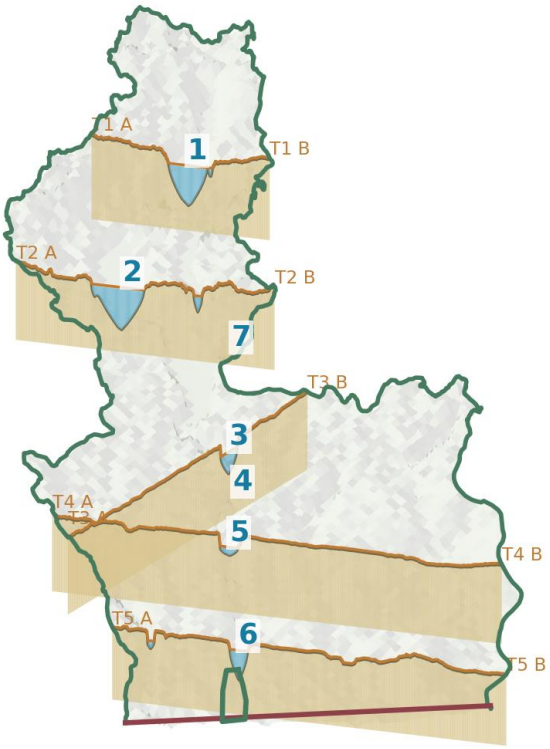
Źródła: GUGiK NMT 10 m i MPHP10k. Siatka modelu około 35 m; wyolbrzymienie pionowe około 24 razy. Misy są umowne; głębokości jak w opinii. W Siemięcinie i Ciemniaku dna nie modelowano. Bryła podłoża nie rozdziela udokumentowanych warstw geologicznych.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Przekroje przestrzenne zlewni

Zewnętrzne wododziały MPHP oraz przekrój zamykający za Psarskiem



Jeziora: 1 Kaleńskie, 2 Krzemno, 3 Krzemienko, 4 Siemięcin, 5 Nawsie, 6 Psarskie, 7 Ciemniak. Linie T1–T5 obejmują całą szerokość do granic wododziałów. Zielony obrys: wododziały i orientacyjna strefa mokradeł. Bordowa linia: zamknięcie wycinka, nie wododział.

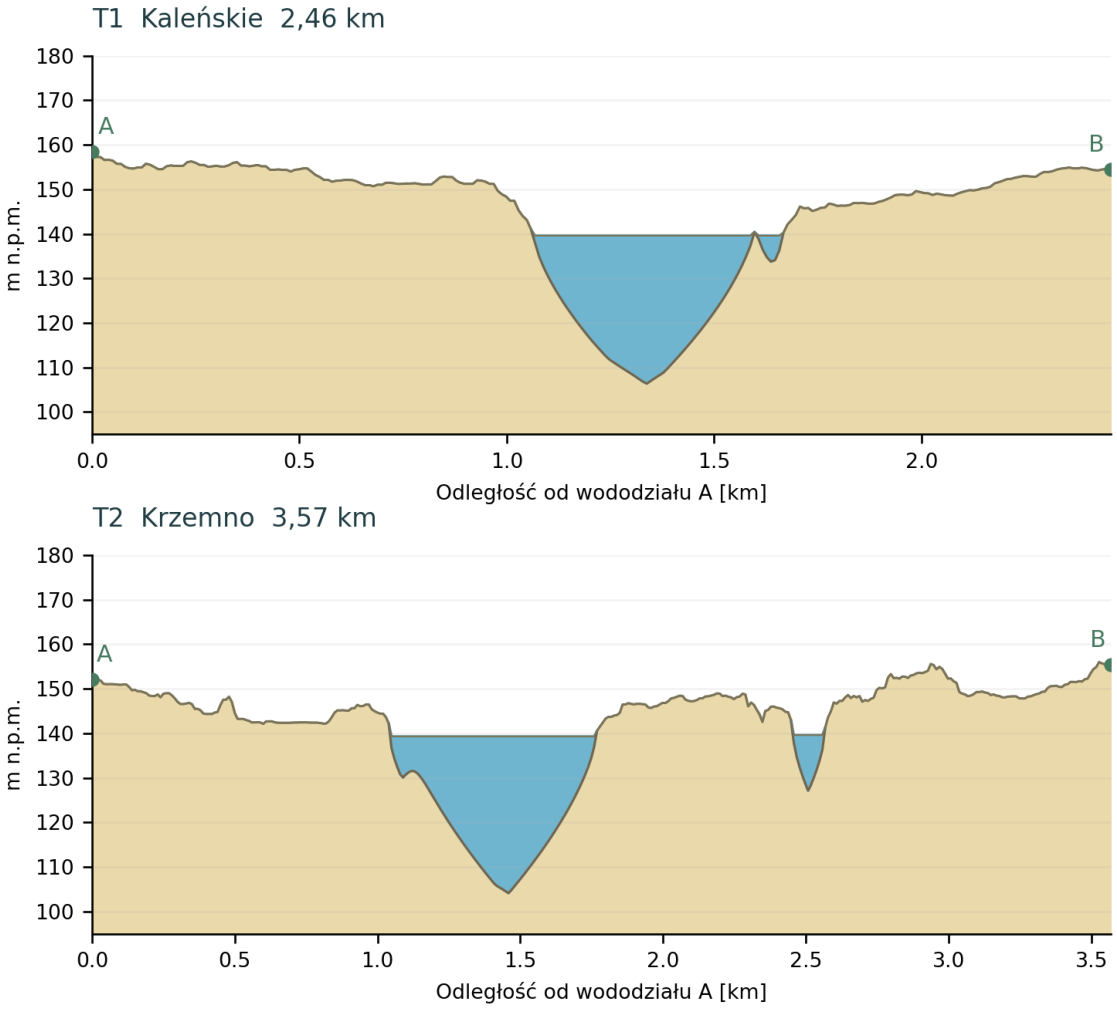
Źródła: GUGiK NMT 10 m i MPHP10k. Siatka modelu około 35 m; wyolbrzymienie pionowe około 24 razy. Misy są umowne; głębokości jak w opinii. W Siemięcinie i Ciemniaku dna nie modelowano. Bryła podłoża nie rozdziela udokumentowanych warstw geologicznych.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Przekroje od wododziału do wododziału

Wspólna skala wysokości | pełne profile A–B



Zielone punkty A i B znajdują się na zewnętrznych granicach referencyjnych zlewni MPHP. Każdy profil zachowano w całości. Niebieski: przekrój przez umowną misę jeziora; ochra: podłoże.

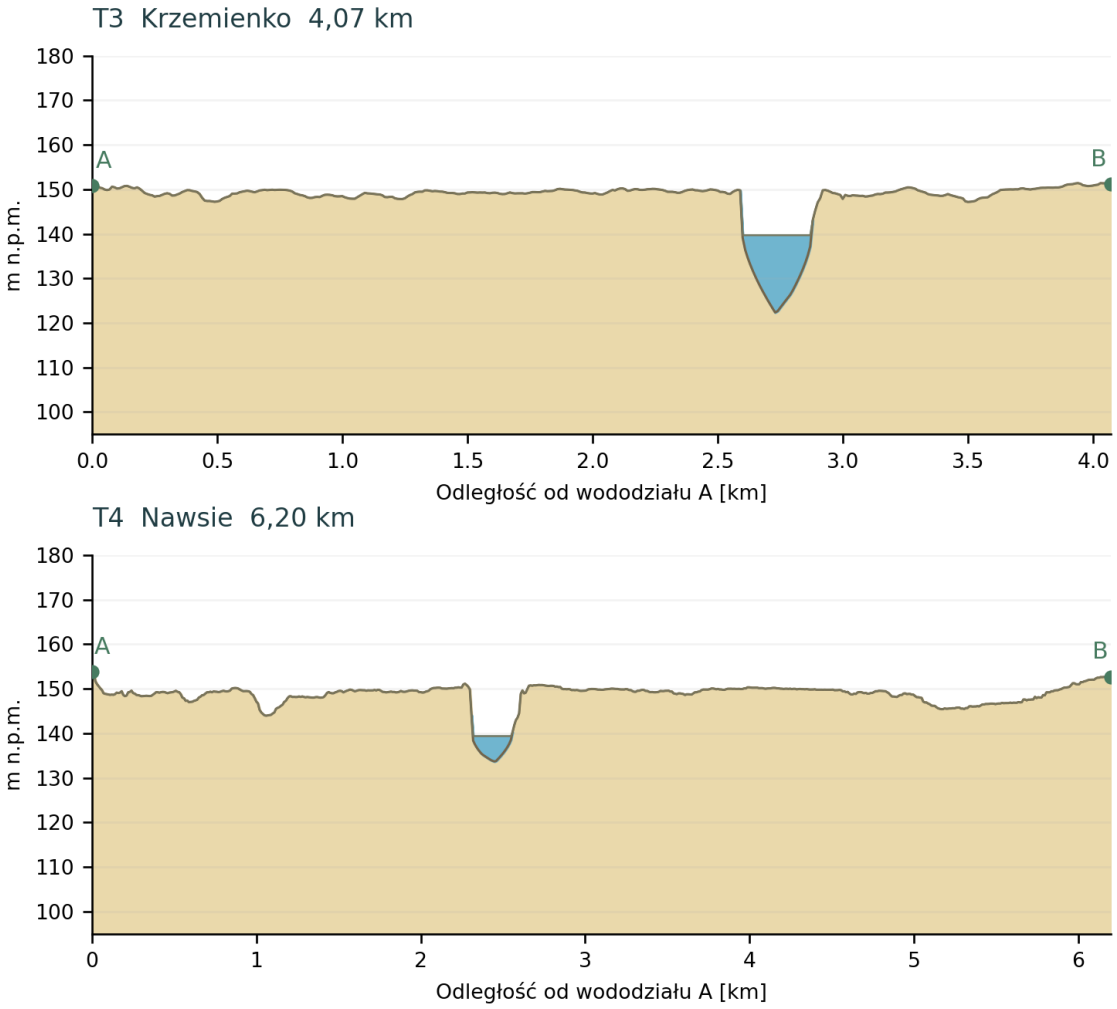
Źródła: GUGiK NMT 10 m, MPHP10k i głębokości opisane w opinii. Dno wyznaczono z odległości od brzegu oraz głębokości maksymalnej całej misy. Przecięcie płytszego fragmentu nie musi osiągać tej głębokości. Rzędne nie są aktualnym pomiarem zwierciadła. Zlewnia topograficzna nie jest granicą zasilania podziemnego.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Przekroje od wododziału do wododziału

Wspólna skala wysokości | pełne profile A–B



Zielone punkty A i B znajdują się na zewnętrznych granicach referencyjnych zlewni MPHP. Każdy profil zachowano w całości. Niebieski: przekrój przez umowną misę jeziora; ochra: podłoże.

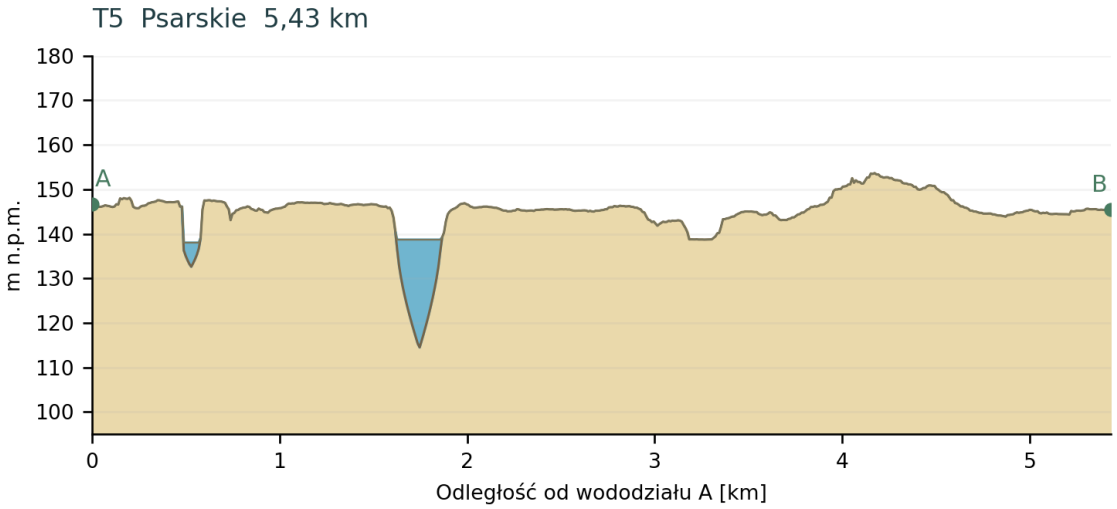
Źródła: GUGiK NMT 10 m, MPHP10k i głębokości opisane w opinii. Dno wyznaczono z odległości od brzegu oraz głębokości maksymalnej całej misy. Przecięcie płytszego fragmentu nie musi osiągać tej głębokości. Rzędne nie są aktualnym pomiarem zwierciadła. Zlewnia topograficzna nie jest granicą zasilania podziemnego.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Przekroje od wododziału do wododziału

Wspólna skala wysokości | pełne profile A–B



Zielone punkty A i B znajdują się na zewnętrznych granicach referencyjnych zlewni MPHP. Każdy profil zachowano w całości. Niebieski: przekrój przez umowną misę jeziora; ochra: podłoże.

Źródła: GUGiK NMT 10 m, MPHP10k i głębokości opisane w opinii. Dno wyznaczono z odległości od brzegu oraz głębokości maksymalnej całej misy. Przecięcie płytszego fragmentu nie musi osiągać tej głębokości. Rzędne nie są aktualnym pomiarem zwierciadła. Zlewnia topograficzna nie jest granicą zasilania podziemnego.

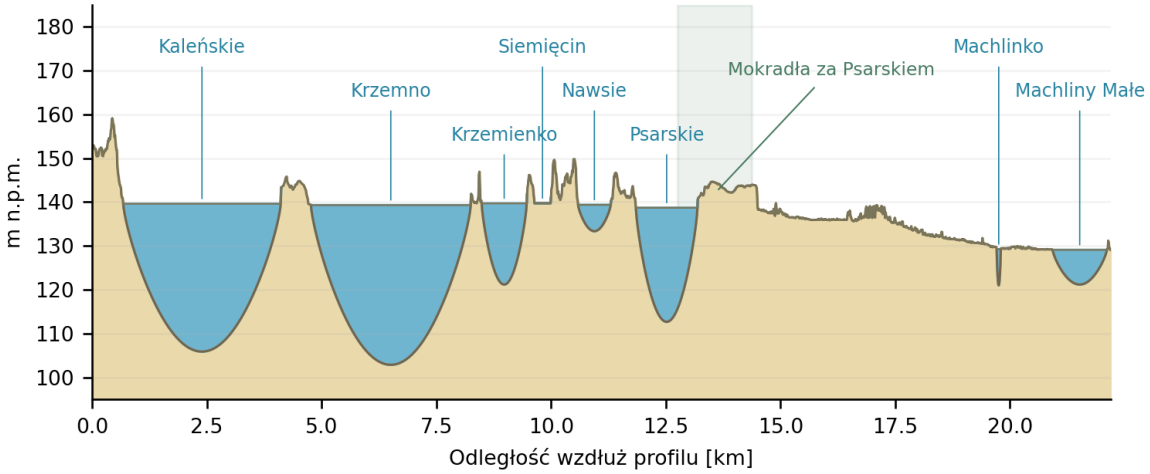
Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

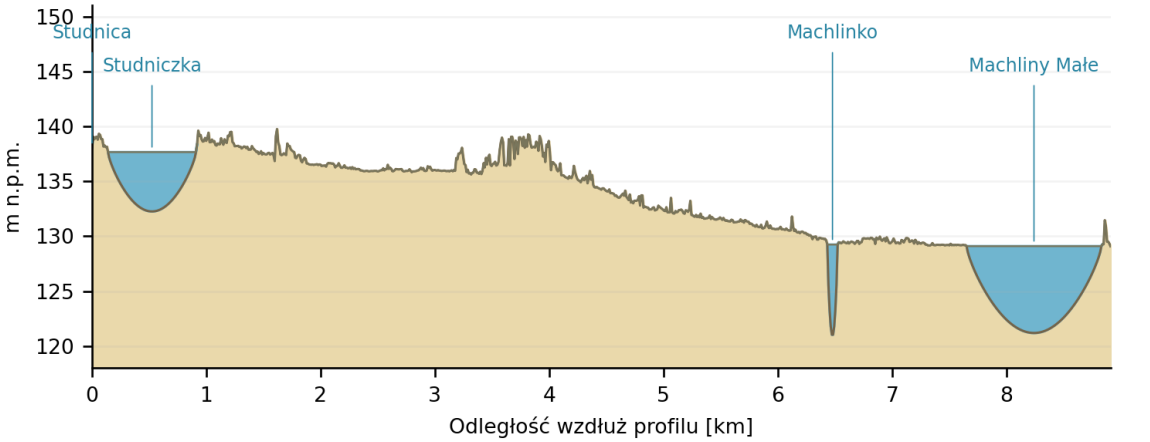
Ciąg jezior oraz cała Nieciecza

Dwa pełne przekroje podłużne | skala pozioma dostosowana do A4

Od Kaleńskiego przez Psarskie do jezior Machlin



Nieciecza od wypływu ze Studnicy do Machlin



Górny przekrój zachowuje całą sekwencję i interpretacyjne powiązanie Psarskiego z doliną Niecieczy. Dolny pokazuje osobną oś źródłową Niecieczy; Studnica nie jest kolejną misą za Psarskiem. Skale odległości i rzędnych są opisane osobno.

Źródła: GUGiK NMT 10 m, MPHP10k, Nadleśnictwo Świerczyna, studium gminy Wierzchowo, SMGP Nadarzyce i dane głębokości jak w opinii. Profil lądu w osi rzeki nie jest niwelacją jej dna. Miejsce współczesnego początku ciągłego przepływu wymaga obserwacji.

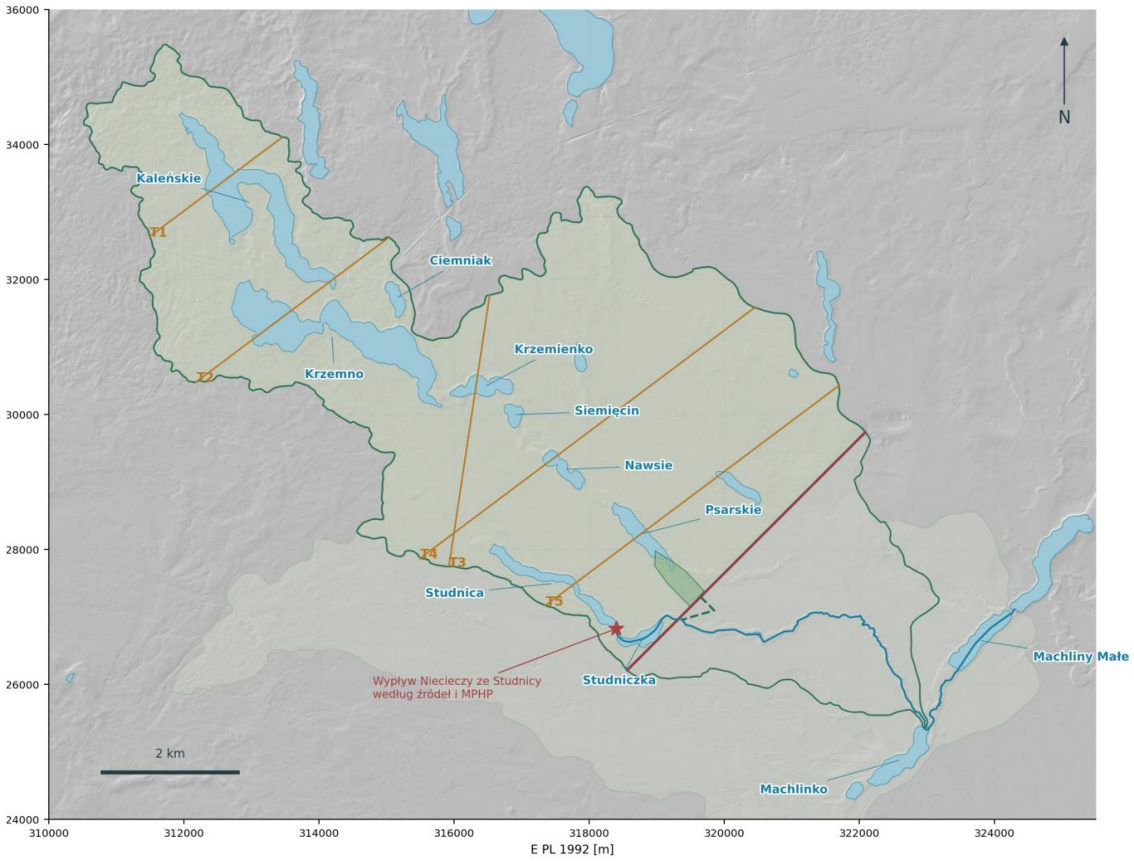
Nawsie i Psarskie | Załącznik 12

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Jeziora i przebieg Niecieczy

Geometria i treść mapy zachowane z opracowania źródłowego



Zielone granice: wododziały referencyjne MPHP. Bordowa linia: przekrój zamykający model za Psarskiem. Ochrowe linie T1–T5: przekroje od wododziału do wododziału. Zieleń za Psarskiem: mokradła wskazane w terenie. Linia przerywana: interpretowane powiązanie z doliną Niecieczy.

Gwiazda: wypływ Niecieczy ze Studnicy według MPHP i źródeł. Dalej Studniczka, zbiorniki na cieku, Machlinko i Machliny Małe. Źródła MPHP10k, GUGiK NMT 10 m, Nadleśnictwo Świerczyna. Współczesny początek nieprzerwanego przepływu jest sezonowo zmienny i nie został ustalony.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

17 Uzupełnienie rozpoznania batymetrii

Przedstawione schematy uzupełniają rozpoznanie morfologii mis, czyli ich kształtu i zróżnicowania głębokości. Służą wyjaśnieniu możliwych następstw obniżenia zwierciadła dla przybrzeżnej strefy życia organizmów. Dla Nawsia wykorzystano odnaleziony rysunek przypisany do tego jeziora, natomiast dla Psarskiego opracowano jakościowy schemat misy skorygowany według opisu terenowego z 10 listopada 2026 roku. Materiały mają więc różną podstawę i nie są współczesnymi planami pomiarowymi. Pozwalają czytelnie przedstawić zależności przestrzenne, ale ich barw i proporcji nie należy wykorzystywać jako zastępstwa sondowania dna.

Dla Nawsia zachowano rozmieszczenie pasów barwnych z podglądu Zimorodka. Obraz sugeruje zróżnicowanie dwóch części jeziora i przewężenia między nimi. Według aktualnej obserwacji autora silne obniżenie zwierciadła doprowadziło już do rozdzielenia jeziora na dwa akweny. Rysunek źródłowy nie dokumentuje daty ani rzędnej tego zdarzenia i nie jest mapą aktualnej linii wody. Nie potwierdzono legendy, daty, metody pomiaru ani orientacji rysunku; barwom nie przypisano metrów. Historyczne maksimum 6 m i 15 sondowań pochodzą z tabeli Halbfassa [1901, s. 14, poz. 64]. Rysunek zachowuje wartość jako świadectwo wcześniejszego sposobu przedstawienia misy. Do oceny współczesnego podziału jeziora trzeba jednak wykorzystać aktualne pomiary i datowane obserwacje autora.

Dla Psarskiego podstawą zarysu jest obrys OpenStreetMap, a układ dna skorygowano według opisu terenowego autora z 10 listopada 2026 r. Oś jeziora ma kierunek północny zachód–południowy wschód. Głęboczek umieszczono orientacyjnie w około jednej trzeciej długości od północnego lub północno-zachodniego końca. W części środkowej, w rejonie głęboczka, przedstawiono większe spadki i węższe pasy płytkiego dna, zgodnie z morfologią otaczających skarp. Końce północny i południowy mają łagodniejsze wypłaszczenia, a część południowa jest generalnie płytsza. Zaznaczono występowanie ramienic na bardzo płytkiej wodzie na południu. Barwy przedstawiają względne zróżnicowanie, bez głębokości w metrach; granice barw nie są pomierzonymi izobatami. Schemat przedstawia więc różnicę między rozległą płytką strefą a wąskim pasem na stromym stoku. Ułatwia zrozumienie, dlaczego ten sam spadek poziomu może mieć różne skutki w poszczególnych częściach misy.

Halbfass [1901, s. 14, poz. 63] podaje dla Psarskiego 16 m i 48 sondowań; opracowanie Staszka i Niecikowskiego [2008, s. 37] przywołuje 15,4 m. Wartości te są historycznymi punktami odniesienia. Informację terenową autora o około 26 m do osadu gytiowego, opisaną wcześniej w opracowaniu, pozostawiono jako zagadnienie do odrębnej weryfikacji. Schemat nie rozstrzyga tej różnicy. Dopóki nie zastosuje się wspólnej metody sondowania i punktu wysokościowego, różnicę należy zachować jako problem do sprawdzenia. Nie można jej przedstawiać jako udowodnionego pogłębienia lub ubytku jeziora.

Schematy wskazują potrzebę powiązania położenia roślinności z rzeczywistą geometrią dna. Nie wyznaczają powierzchni utraconych łąk ramienicowych, tempa obniżania wody ani zmian objętości jezior. Do takich obliczeń niezbędne są sondowania z lokalizacją punktów i dowiązaniem do rzędnej zwierciadła. Skorygowany schemat Psarskiego odtwarza jakościowo opisany przez autora układ wypłaszczeń i stromych stoków. Nie określa ich pomierzonych szerokości, nachyleń ani rzędnych. Wcześniejsze regularne pole odległości od brzegu zostało zastąpione tym rozpoznaniem. Znaczenie opracowania polega na wskazaniu zależności, które należy zmierzyć. Łączy ono opis terenowy z pytaniami o utracony zalew, dostępność dna i możliwości odbudowy siedlisk.

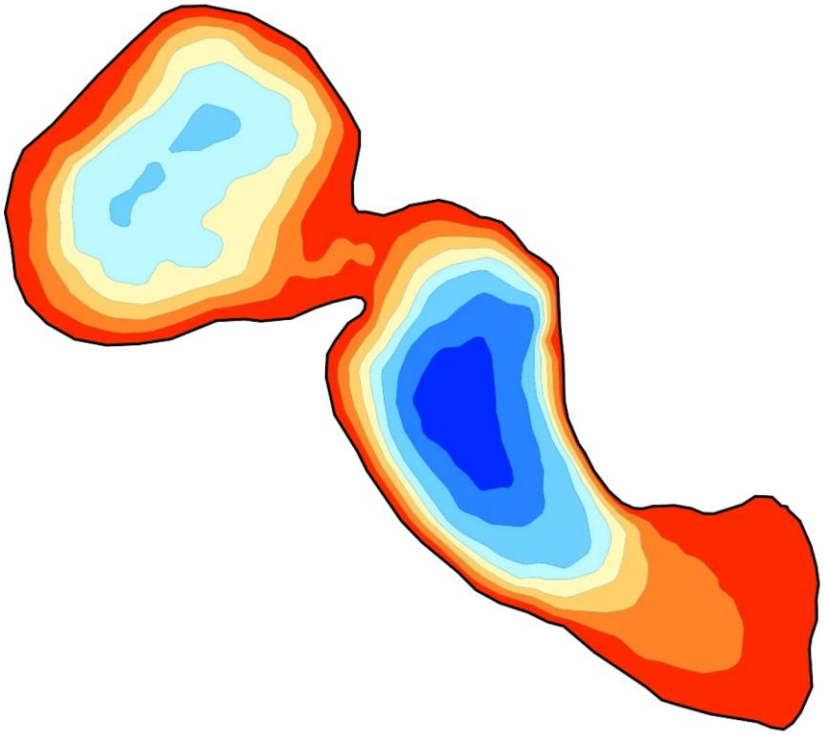
Źródła: Halbfass W., Beiträge zur Kenntnis der Pommerschen Seen, 1901, tabela I, s. 14; Staszek W. i Niecikowski K., opracowanie ekofizjograficzne gminy Czaplinek, 2008, s. 37; Zimorodek, https://zimorodek.pl/img/bathymetry/645/map.webp; © autorzy OpenStreetMap, https://www.openstreetmap.org/way/9667850, ODbL. Dostęp 10.11.2026.

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

Załącznik 16 Schemat zróżnicowania dna Nawsia

Nawsie

SCHEMAT WEDŁUG RYSUNKU ŹRÓDŁOWEGO



Względne zróżnicowanie dna według podglądu Zimorodka

Barwy zachowane ze źródła. Brak potwierdzonej legendy głębokości, daty sondowania, podziałki i orientacji geograficznej.

Dane historyczne: maksimum 6 m, 15 sondowań [Halbfass, 1901, s. 14].

Źródło rysunku: Zimorodek, /img/bathymetry/645/map.webp
Dostęp 10.11.2026. Obraz nie przedstawia zweryfikowanych izobat w metrach.

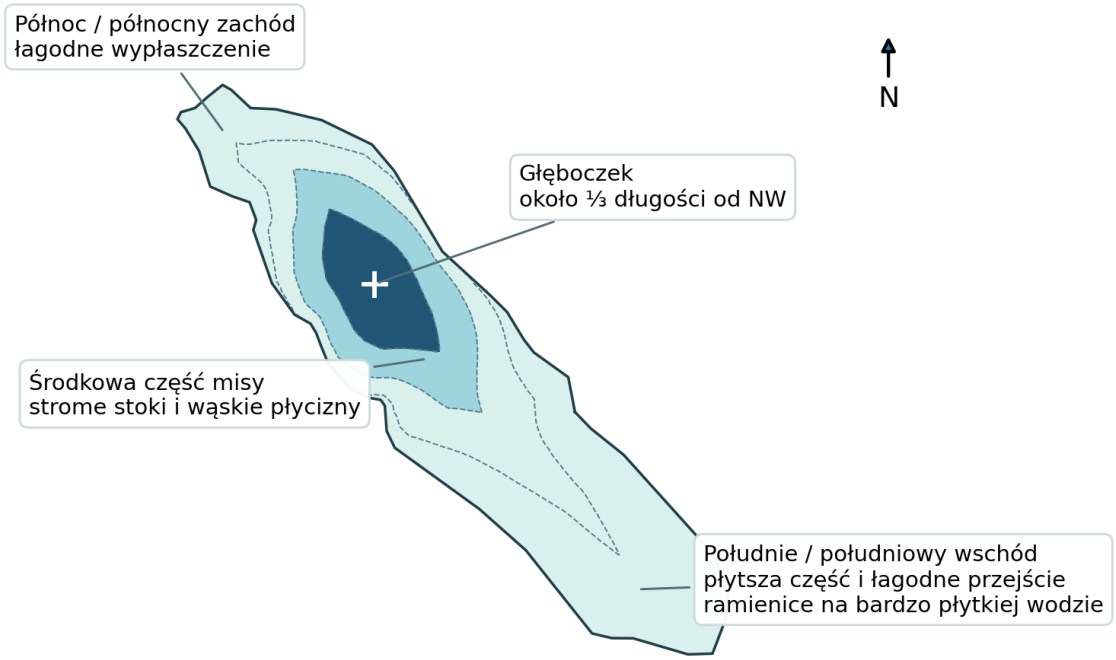
Schemat na podstawie obrazu przypisanego do Nawsia w serwisie Zimorodek. Zachowano barwy i geometrię rysunku źródłowego, bez nadawania głębokości w metrach. Data, metoda i orientacja pozostają nieustalone. Według aktualnego rozpoznania autora jezioro rozdzieliło się na dwa akweny; schemat nie odwzorowuje aktualnej linii wody.

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868

WODEKO *Pracownia badań i usług przyrodniczych*
Artur Furdyna
Ul. Bolesława Chrobrego 17
72-112 Stepnica
NIP 856-110-97-44, REGON 811190174
nr konta 57195000012006057825360002 PEKAO S.A.

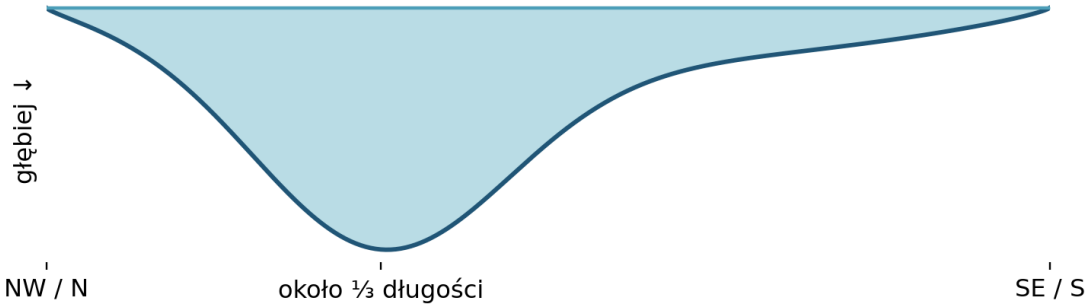
Załącznik 17 Skorygowany schemat morfologii misy Psarskiego

Psarskie • skorygowany schemat morfologii misy



Barwy oznaczają względną głębokość: jasne → ciemne.
Linie przerywane nie są izobatami o wartościach w metrach.

Przekrój podłużny • schemat bez skali pionowej



Geometria dna: opis terenowy Artura Furdyny, 10.11.2026. Obrys: © autorzy OpenStreetMap, ODbL.
Rysunek jakościowy; nie służy obliczaniu objętości ani powierzchni siedlisk. Obrys nie jest aktualną linią wody.

Schemat jakościowy na podstawie obrysu jeziora i opisu terenowego Artura Furdyny z 10 listopada 2026 r. Głęboczek około jednej trzeciej długości od NW, strome stoki części środkowej, łagodniejsze końce i płytsze południe. Ciemniejsze barwy oznaczają względnie głębsze strefy. Granice nie są izobatami pomiarowymi. Schemat nie służy obliczaniu zasobów wodnych ani powierzchni siedlisk i nie odtwarza aktualnej linii wody.

PODPIS ZAUFANY
ARTUR JACEK
FURDYNA
11.11.2026 20:24:01 GMT+1
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Kontakt : arturfurdyna@op.pl
Mobile : +48 531 402 868