

Michał Cebula, Karol Ciężak, Roman Żurek



Zrzut wód z otwartych systemów chłodzenia elektrowni i elektrociepłowni

Omówienie aspektów prawnych i wpływu na zasoby wodne oszacowanego na podstawie monitoringu wybranych obiektów energetycznych

Publikacja powstała w ramach projektu „Obywatele dla Wody” realizowanego przez Fundację Greenmind, kolektyw Siostry Rzeki i Towarzystwo na rzecz Ziemi z dotacji programu Aktywni Obywatele – Fundusz Krajowy finansowanego przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię z Funduszy EOG.

Autorzy: Michał Cebula, Karol Ciężak, Roman Żurek

Zdjęcie na okładce: Karol Ciężak

Projekt graficzny i skład: Monika Bakalarz

Warszawa, 2023

© Towarzystwo na rzecz Ziemi & Fundacja Greenmind



Spis treści



Wstęp — 4

Temperatura wód chłodniczych i opłaty za odprowadzanie tych wód przez elektrownie termiczne — 5

Monitoring temperatur wód chłodniczych dla wybranych elektrowni i elektrociepłowni — 12

Metodyka badań — 12

Monitoring temperatury wód chłodniczych Elektrociepłowni Wrocław — 13

Monitoring temperatury wód chłodniczych Elektrociepłowni Siekierki — 16

Monitoring temperatur wód chłodniczych Elektrowni Kozienice — 19

Oszacowanie strat parowania — 23

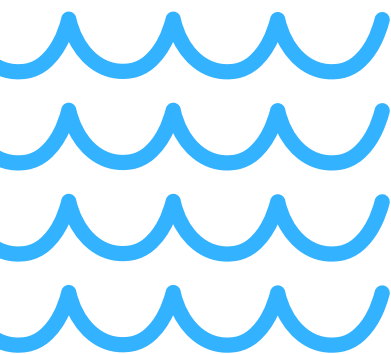
Rekomendacje i wnioski — 30

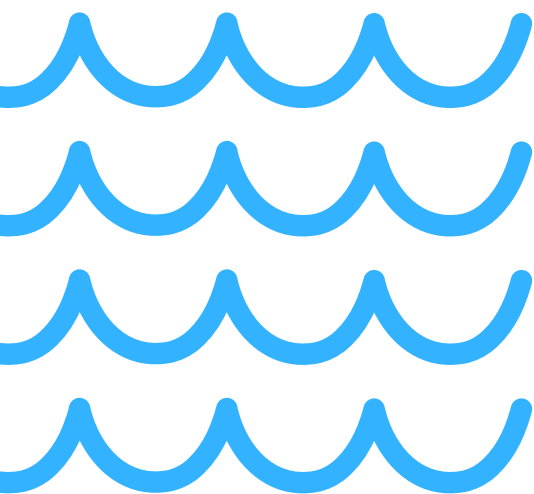
Literatura — 32

Wstęp

Niniejszy raport powstał w ramach projektu „Obywatele dla Wody”, finansowanego przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię z funduszy EOG, z dotacji Programu Aktywni Obywatele – Fundusz Krajowy. Podstawą do jego przygotowania był przeprowadzony przez Towarzystwo na rzecz Ziemi w latach 2021-2022 monitoring temperatur wód pochłódniczych wybranych elektrowni i elektrociepłowni węglowych, zlokalizowanych nad Wisłą (Kozienice, Siekierki) i Odrą (Wrocław).

Zebrane w raporcie dane, wraz z opisem uwarunkowań prawnych funkcjonowania obiektów energetycznych z otwartym systemem chłodzenia, są spojrzeniem na konieczność transformacji energetycznej, modernizacji sektora z perspektywy troski o wodę, jej jakość i zasoby. To także głos na rzecz pilnych zmian w stosowanych w polskich elektrowniach i elektrociepłowniach węglowych rozwiązaniach chłodzących bloki energetyczne. W dobie katastrofy klimatycznej, w czasie kryzysu utraty różnorodności biologicznej, nie możemy pozwalać, by wodochłonne zakłady przemysłowe ograniczały dostęp do wody ludziom i przyrodzie.





Temperatura wód chłodniczych i opłaty za odprowadzanie tych wód przez elektrownie termiczne

Technologia produkcji prądu w elektrowniach termicznych (węglowych, gazowych, jądrowych), ale i wytwarzania ciepła w elektrociepłowniach, wymaga wydajnego chłodzenia bloków energetycznych, które realizowane jest przy użyciu wody. W procesie tym najczęściej stosowane są w tzw. otwarte systemy chłodzenia bloków energetycznych. Instalacje te pobierają wodę z wód śródlądowych (rzek, zbiorników), wykorzystują ją do schłodzenia bloków, a następnie jako podgrzane wody chłodnicze zwracają do odbiornika (akwenu) z którego była pobrana. Cechą tego procesu jest pobór ogromnych ilości wody, bowiem jest ona co do zasady wykorzystywana do chłodzenia tylko raz. Przeciwnieństwem systemów otwartych są zamknięte systemy chłodzenia, w których woda chłodząca krąży w obiegu zamkniętym, gdzie jest naprzemiennie podgrzewana i schładzana, a nowa woda potrzebna jest głównie do uzupełnienia strat. Tym samym systemy zamknięte, w przeciwieństwie do otwartych, zużywają mniejsze ilości wody.

Znaczna część polskich elektrowni i elektrociepłowni węglowych jest wyposażona w otwarte systemy chłodzenia bloków energetycznych. Oznacza to, że mają ogromne zapotrzebowanie na wodę, a jednocześnie odprowadzają do wód otwartych duże ilości wód chłodniczych o wysokiej temperaturze. Praca tych instalacji generuje szereg problemów środowiskowych, z których naj-

istotniejsze dotyczą podniesienia temperatury odbiornika wód chłodzących. Zbyt duża lub zbyt gwałtowna zmiana temperatury wody może spowodować masowe śnięcie ryb, przypadki takie miały już miejsce w przeszłości¹. Długotrwałe zwiększenie temperatury wód otwartych powoduje zmianę warunków siedliskowych i może docelowo prowadzić do przebudowy struktury ekosystemu wodnego, w tym ichtiofauny danej rzeki lub zbiornika. Ponadto, w czasie postępującej katastrofy klimatycznej należy zwrócić uwagę – zwłaszcza w okresach tzw. niżówek na rzekach – na ilość pobieranej wody na potrzeby chłodzenia w stosunku do dostępnych zasobów oraz na coraz istotniejsze straty w procesie parowania wody wykorzystanej w procesie chłodzenia. Z tej przyczyny kluczowe jest właściwe unormowanie w prawie wodnym zasad odprowadzania wód chłodniczych, w tym określenie bezpiecznych norm temperatury wód, dokładnego ich monitoringu oraz odpowiednich instrumentów finansowych, które będą ograniczać nadmierne wykorzystanie wody i obciążenie środowiska wodnego².

Aktualnie polskie prawo przewiduje tylko jedno ograniczenie związane z temperaturą odprowadzanych wód chłodniczych. Zgodnie z § 13 rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dn. 12.07.2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych³ – maksymalna dopuszczalna temperatura wprowadzanych do rzek lub innych akwenów wód chłodniczych z systemów chłodzących nie może przekraczać 35°C. Takie ograniczenie, choć niezwykle istotne, jest dalece niewystarczające m.in. dla zapewnienia bezpieczeństwa organizmów wodnych, bowiem nie uwzględnia różnic między temperaturą wody pobranej i oddanej, a przede wszystkim nie bierze pod uwagę wpływu zrzutu wód chłodniczych na termikę odbiornika. Tymczasem wyraźna różnica temperatur pomiędzy wodą pobraną a oddaną jest równie niebezpieczna dla ekosystemu wodnego co przegrzanie wody. Stosowanemu podejściu umyka również problematyka strat wody poprzez parowanie.

Polskie prawo w przeszłości zawierało uregulowania, które chroniły organizmy wodne przed wahaniami temperatur. Stosowne zapisy były zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4.10.2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych⁴. Załącznik do tego rozporządzenia określał maksymalne różnice temperatur w wodach śródlądowych pomiędzy wodą przed i po wprowadzeniu zanieczyszczenia termicznego, a także maksymalne wartości, jakie może osiągnąć temperatura danego akwenu po wprowadzeniu tego zanieczyszczenia. Wielkości te były podane



¹ Wziątek B. 2016. Opinia w sprawie przyczyny śnięcia różnych gatunków ryb o łącznej masie szacunkowej ok. 5000 kg, zaistniałego w okresie od 3 stycznia do 4 stycznia 2016 r. w kanale zrzutowym wód pochłodniczych przy elektrowni spółki Enea Wytwarzanie w Świerżach Górnych, wchodzącym w skład Obwodu Rybackiego Rzeki Wisły nr 2 którego Użytkownikiem Rybackim jest Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Radomiu. Okręg PZW w Radomiu. DZ-30/150/16.

² Por. Cebula M., Ciężak K. i inni, 2021. Wybrane aspekty środowiskowych skutków zrzutu wód pochłodniczych przez elektrownie termiczne z otwartym systemem chłodzenia. Raport z badań terenowych przeprowadzonych w latach 2019 i 2020.

³ Dz.U. z 2019 r. poz. 1311

⁴ Dz.U. z 2002 r. nr 176, poz. 1455, dalej zwane rozporządzeniem z 2002 r.

osobno dla krain ryb łososiowatych i karpiovatych z uwagi na fakt, że zimnolubne ryby z rodziny łososiowatych mają inne wymagania co do termiki i zapotrzebowania na tlen (którego ilość rozpuszczona w wodzie jest ściśle zależna od termiki) niż pozostałe ryby. Przy czym przez wody dla ryb łososiowatych rozporządzenie rozumiało wody, które stanowią lub mogą stanowić środowisko życia populacji ryb należących do rodzaju *Salmo* spp., rodziny Coregonidae (*Coregonus*) lub gatunku lipień, zaś przez wody dla ryb karpiovatych rozumiało wody, które stanowią lub mogą stanowić środowisko życia populacji ryb należących do rodziny karpiovatych lub innych gatunków, takich jak szczupak, okoń oraz węgorz. Rozporządzenie nakazywało, aby temperatura mierzona poniżej punktu wprowadzenia zanieczyszczenia cieplnego (na skraju strefy mieszania) nie różniła się od temperatury niezależnej od tego zanieczyszczenia więcej niż o 1,5°C dla wód ryb łososiowatych, oraz więcej niż o 3°C dla wód ryb karpiovatych. Zatem dopuszczalna różnica temperatur w akwenu przed i po wprowadzeniu wód chłodniczych nie mogła być większa niż 1,5°C dla wód ryb łososiowatych i 3°C dla wód ryb karpiovatych. Przepis dość dobrze zabezpieczał więc organizmy wodne przed szokiem termicznym wywołanym nagłym i gwałtownym skokiem temperatury wody w akwenu. Obecnie, gdy jedynym ograniczeniem jest maksymalna temperatura wód chłodniczych (35°C), taki szok termiczny dość łatwo wywołać. Wystarczy w okresie zimowym, gdy temperatura wody w rzece nieznacznie przekracza 0°C, podgrzać wody chłodnicze do maksymalnej temperatury, co w połączeniu z niskimi zimowymi przepływami może podgrzać wody tej rzeki o nawet kilkanaście stopni Celsjusza. Takiej nagłej zmiany termiki większość organizmów wodnych nie przeżyje, pomimo że opisana sytuacja nie naruszy dzisiejszych norm w zakresie odprowadzania wód chłodniczych.

Drugie ograniczenie zawarte w rozporządzeniu z 2002 r. dotyczyło maksymalnej temperatury jaką może osiągnąć woda w akwenu po wprowadzeniu wód chłodniczych. Zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia, zanieczyszczenie cieplne nie mogło powodować w akwenu przekroczenia poniżej punktu wprowadzenia tego zanieczyszczenia (na skraju strefy mieszania) temperatury: 21,5°C dla wód ryb łososiowatych i 28°C dla wód ryb karpiovatych. Celem tej regulacji było zabezpieczenie wód odbiornika przed przegrzaniem. Tak jak bowiem wspomniano, ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie maleje wraz ze wzrostem temperatury. Po przekroczeniu pewnych wartości ilość tlenu w wodzie staje się zbyt mała, aby ryby i inne organizmy wodne mogły swobodnie oddychać. Pojawia się wtedy zjawisko przyduszy i masowe śnięcie ryb. Inne są przy tym wymagania tlenowe ryb zimnolubnych (łososiowatych), a inne ciepłolubnych (karpiovatych), stąd rozporządzenie również w tym przypadku różnicowało temperatury dla tych grup zwierząt. Przyjęte normy zapewniały właściwe maksymalne wartości temperatur, uwzględniające niezbędny margines bezpieczeństwa.

Rozporządzenie z 2002 r. zawierało jeszcze jeden warunek dotyczący termiki. W okresie tarła gatunków ryb, które wymagają zimnej wody do rozmnażania i występują w danym zbiorniku, wody chłodnicze nie mogły podgrzać wód odbiornika do temperatury wyższej niż 10°C. Przepis ten uwzględniał więc fakt, że ryby zimnolubne nie mogą się rozmnażać w ciepłej wodzie, zapewniając im optymalne warunki do tarła.

Normy zawarte w rozporządzeniu z 2002 r. nie pojawiły się w polskim porządku prawnym bez przyczyny. Ich źródłem była Dyrektywa Rady z dnia 18 lipca 1978 r. w sprawie jakości słodkich wód wymagających ochrony lub poprawy w celu zachowania życia ryb (78/659/EWG). Dyrektywa

ta w 2006 r. została zastąpiona przez dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady o takiej samej nazwie⁵. Nowa dyrektywa obowiązywała do dn. 21.12.2013 r. Od tej daty ustawodawca unijny zrezygnował z norm określających temperaturę wody odbiornika po wprowadzeniu wód chłodniczych. Doprowadziło to do uchylecia rozporządzenia z 2002 r., które przestało obowiązywać z dniem 31.12.2017 r. Odtąd polskie prawo w odniesieniu do wód chłodniczych zawiera tylko jedną normę: odprowadzana woda nie może mieć temperatury wyższej niż 35°C. Brak jest więc jakichkolwiek regulacji, które zabraniały by podgrzać wodę w akwenu do temperatur niebezpiecznych dla organizmów wodnych (czy też tworzących warunki dla istotnego ubytku wody na skutek parowania).

Uchylenie przepisów unijnych i polskich, regulujących wpływ wód chłodniczych na temperaturę wody w odbiorniku, należy ocenić negatywnie. Poprzednie przepisy, choć niedoskonałe, zapewniały wysoki poziom ochrony ekosystemów wodnych, czego nie można powiedzieć o przepisach obecnych. Uchylone przepisy pomijały jedynie kwestię różnic pomiędzy temperaturą wody pobranej i odprowadzanej⁶.

Polskie prawo reguluje jeszcze jedną istotną kwestię dotyczącą odprowadzanych wód chłodniczych. Prawo energetyczne przewiduje, że operator systemu elektroenergetycznego, do którego sieci dana elektrownia jest podłączona, może wydawać polecenia dyspozytorskie wytwórcy energii, a przedsiębiorstwo energetyczne obowiązane jest do nich zastosować⁷. Zasada ta generalnie nie budzi wątpliwości, jednakże wraz z wejściem w życie nowej ustawy Prawo wodne⁸ w dn. 1.01.2018 r. zmieniło się jej znaczenie w kwestii odprowadzania wód chłodniczych. Art. 476 ust. 3 ustawy Prawo wodne przewiduje, że nie popełnia wykroczenia, kto wykorzystuje wody na potrzeby wytwarzania energii elektrycznej na polecenie operatora systemu przesyłowego elektroenergetycznego w celu usunięcia zagrożenia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, jeżeli wykorzystanie tej wody nastąpiło w rozmiarze i w czasie niezbędnym do usunięcia tego zagrożenia. Nowy przepis pozwolił, więc operatorowi systemu elektroenergetycznego na wydawanie wytwórcom energii poleceń, które co do zasady naruszają przepisy Prawa wodnego, w tym normy dotyczące temperatury odprowadzanych wód chłodniczych. Trudno nie oprzeć się wrażeniu, że art. 476 ust. 3 ustawy Prawo wodne powstał głównie na potrzeby pominięcia norm dotyczących temperatury odprowadzanych wód chłodniczych.

Powyższy wyjątek w razie polecenia dyspozytorskiego pozwala na nieograniczone korzystanie z wody, w tym na nienormowane odprowadzenie wód chłodniczych. Nie trudno wyobrazić sobie, że pewnego dnia skorzystanie z tego wyjątku przez elektrownię z otwartym systemem chłodzenia



⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/44/WE z dn. 6 września 2006 w sprawie w sprawie jakości słodkich wód wymagających ochrony lub poprawy w celu zachowania życia ryb Dz.Urz. UE L 264 z 25.09.2006, s. 20

⁶ Różnica ta również jest istotna, zwłaszcza dla organizmów znajdujących się w kanałach odpływowych z elektrowni termicznych. Ciepłsza woda tych kanałów, zwłaszcza zimą, przyciąga duże ilości ryb, więc nagłe wahnięcie temperatury może spowodować masowe śnięcia ryb zgromadzonych w kanale i w pobliżu jego ujścia, na odcinku aż do całkowitego wymieszania się obu typów wód

⁷ Art. 9j ust. 1 i 2 ustawy z dn. 10.04.1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 2022 r. poz. 1385)

⁸ Ustawa z dn. 20.07.2017 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2022 r. poz. 2625)

bloków doprowadzi do masowej śmierci ryb i innych organizmów wodnych, na skutek przegrzania wody w odbiorniku. Przepis ten drastycznie pogarsza więc bezpieczeństwo ekosystemów wodnych, dodatkowo pogarszając w okresach niskich stanów wód dostęp do zasobów wodnych w odpowiedniej ilości (straty na parowanie) i jakości termicznej.

Powyższe przykłady wskazują, że aktualny stan prawny dotyczący termiki wód chłodniczych jest niewystarczający. Biorąc pod uwagę realne zagrożenie dla środowiska, normy z rozporządzenia z 2002 r. powinny zostać przywrócone i uzupełnione o maksymalną dopuszczalną różnicę pomiędzy temperaturą wody pobranej a odprowadzanej wody chłodniczej. Jednocześnie wyjątek przewidziany w art. 476 ust. 3 ustawy Prawo wodne, pozwalający na zrzut wód chłodniczych o dowolnej temperaturze, powinien być jak najszybciej uchylony.

Określenie właściwych norm temperatury regulujących wprowadzanie wód chłodniczych do akwenów jest kluczowe, lecz niewystarczające dla zabezpieczenia organizmów wodnych przed skutkami przegrzania wód. Równie ważna jest egzekucja przestrzegania tych norm, co może mieć miejsce tylko w przypadku prawidłowo prowadzonego monitoringu temperatury⁹. Biorąc pod uwagę, że nawet chwilowe przekroczenie granicznych wartości temperatur może prowadzić np. do śnięcia ryb, niezbędne jest prowadzenie ciągłych pomiarów tego wskaźnika. Największe znaczenie ma przy tym temperatura wody w akwenu, więc wskazane jest monitorowanie nie tylko odprowadzanych wód chłodniczych, lecz także temperatury wody w akwenu powyżej i poniżej wprowadzenia zanieczyszczenia cieplnego, co korespondowało by z przedstawionym postulatem powrotu do unormowania tych temperatur.

Obowiązujące w tym zakresie przepisy nie są stanowcze ani jednoznaczne. Konkluzje BAT¹⁰ wymagają pomiaru ciągłego temperatury przy wprowadzaniu ścieków z oczyszczania spalin (BAT 3), jednak nie odnoszą się do wód chłodniczych. Również zapisy rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dn. 12.07.2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych nie wymagają ciągłego pomiaru temperatury wód chłodniczych. Rozporządzenie stanowi jedynie, że ścieki przemysłowe i ścieki zbliżone składem do ścieków przemysłowych, powstające w wyniku działalności innej niż działalność handlowa, przemysłowa, składowa, transportowa lub usługowa, spełniają wymagane warunki, jeżeli każda wartość temperatury zmierzona ręcznie lub automatycznie w okresie doby, w odstępach nie większych niż dwie godziny, stale w tym samym miejscu, w którym ścieki są wprowadzane do wód, a jeżeli to konieczne – w innym miejscu reprezentatywnym dla ilości i jakości tych ścieków, nie przekracza najwyższych dopuszczalnych wartości substancji zanieczyszczających, określonych w rozporządzeniu.



⁹ Prawidłowy i staranny monitoring temperatury wody jest również istotny dla oceny istotności strat ilościowych wód chłodniczych (skali i zasięgu zjawiska); wsparłby systemowy zmiany w rozwiązaniach stosowanych w chłodzeniu bloków w elektrowniach i elektrociepłowniach, zwiększył re-using wód chłodniczych

¹⁰ Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2021/2326 z dnia 30 listopada 2021 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE – Dz.Urz.U.E. z dn. 30.12.2021 r. L 469/1

Warunek ciągłego pomiaru temperatury wód chłodniczych może być jednak nałożony w pozwoleniu zintegrowanym i jest to częsta praktyka, choć niektóre instalacje spalania paliw wciąż posiadają pozwolenia zintegrowane, które zobowiązują jedynie do okresowego pomiaru temperatury tych wód (np. raz w miesiącu). Należy przy tym wspomnieć, że zgodnie z art. 303 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo wodne od dn. 1.01.2027 r. elektrownie zobowiązane będą do pomiaru ciągłego temperatury zarówno pobieranych wód, jak i wprowadzanych wód chłodniczych, co ma związek z potrzebą prawidłowego naliczania opłat za korzystanie z wód. Do tej daty wyliczenie opłat, które są zależne od temperatury wód chłodniczych, ma miejsce na podstawie oświadczeń przedkładanych przez zakłady, które zawierają ilość wprowadzanych wód pochodzących z obiegu chłodzących elektrowni, wraz z informacją o ich temperaturze, odczytaną z urządzeń pomiarowych lub oszacowaną na podstawie obserwacji, analiz lub kalkulacji związanych z parametrami charakteryzującymi wydajność lub moc urządzenia¹¹. Jeżeli zatem zakład nie dokonuje pomiaru ciągłego temperatury odprowadzanych wód chłodniczych, to ich temperatura na potrzeby opłat jest szacowana, a stan taki będzie się utrzymywał do końca 2026 r. Tak odległy termin wprowadzenia obowiązku realnych pomiarów temperatury wód chłodniczych wydaje się zupełnie nieuzasadniony. Czujniki mierzące w sposób ciągły temperaturę nie stanowią żadnego wyzwania technicznego ani finansowego dla elektrowni, stąd wieloletnie odwlekane nałożenie tego obowiązku jest zupełnie niezrozumiałym gestem w ich stronę.

Monitoring temperatury wody w akwenu powyżej i poniżej wprowadzenia zanieczyszczenia cieplnego występuje zupełnie sporadycznie. Zgodnie z art. 101 ust. 2 ustawy Prawo wodne zakłady wprowadzające ścieki do wód (wody chłodnicze są zaliczone do ścieków) mogą być w pozwoleniu zintegrowanym/wodnoprawnym zobowiązane do pomiaru danego zanieczyszczenia (a więc i temperatury) powyżej i poniżej wprowadzenia ścieku, lecz jest to jedynie możliwe, gdy organ uzna taką konieczność ze względu na potrzebę zapewnienia możliwości utrzymania dobrego stanu wód lub jego niepogarszania oraz osiągnięcia celów środowiskowych. W konsekwencji, organy mają ograniczone możliwości nakładania takiego obowiązku i wymaga to szczegółowego uzasadnienia w decyzji, co powoduje, że przepis ten jest rzadko stosowany w praktyce.

Korzystanie z wód publicznych, w tym pobór wód i emisja ścieków do wód, podlega co do zasady opłatom. W przypadku wprowadzania ścieków (w tym wód chłodniczych) jest to konsekwencja zastosowania zasady „zanieczyszczający płaci”, wynikającej zarówno z prawa unijnego¹², jak i polskiego¹³. Ustawa Prawo wodne przewiduje dwa typy opłat za korzystanie z wód: stałe (zależne od przewidzianych w pozwoleniu wodnoprawnym lub zintegrowanym maksymalnych ilości poboru wody lub emisji ścieków) oraz zmienne (zależne od rzeczywistego wykorzystania wód w danym przedziale czasowym). Przedsiębiorca, który pobiera wodę powierzchniową lub podziemną, a następnie wprowadza ścieki do wód zobowiązany jest do zapłaty 4 typów opłat (stałej i zmiennej za pobór wody oraz stałej i zmiennej za wprowadzanie ścieków). Analogiczna zasada



¹¹ Zgodnie z art. 552 ust. 2a pkt 2 oraz ust. 2 i ustawy Prawo wodne.

¹² Art. 191 ust. 2 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej Dz.Urz. UE. C 2012 Nr 326, s. 47; oraz art. 9 Dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.Urz. UE. L 2000 Nr 327, s. 1), tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna.

¹³ Art. 7 ustawy z dn. 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2022 r. poz. 2556)

powinna dotyczyć elektrowni i elektrociepłowni termicznych, jednak ustawodawca przewidział dla tych zakładów zwolnienia z części opłat.

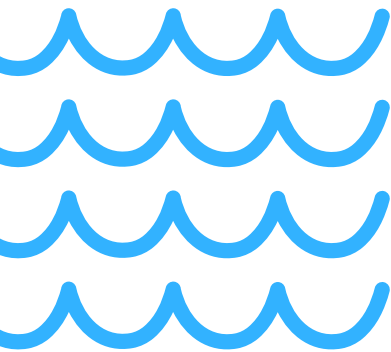
W przypadku poboru wody do celów chłodzenia zwolnienie dotyczy opłaty zmiennej. Zgodnie z art. 270 ust. 5 ustawy Prawo wodne opłatę tę ponosi się wyłącznie za różnicę między ilością wód pobranych do tych celów, a ilością wód z obiegów chłodzących elektrowni wprowadzanych do wód. Jeśli więc zakład nie zużywa pobranej wody do innego celu niż chłodzenie, to poza parowaniem nie występują różnice w ilości pomiędzy wodą pobraną, a odprowadzonym ściekiem termicznym. W praktyce więc, zakłady z otwartym systemem chłodzenia nie płacą opłat zmiennych za pobór wód do celów chłodniczych.

W zakresie wprowadzania wód chłodniczych do wód otwartych zwolnienie dotyczy obu typów opłat. W myśl art. 270 ust. 12 ustawy Prawo wodne opłata stała nie jest w ogóle pobierana od takiej emisji. W przypadku opłaty zmiennej wprowadzono częściowe zwolnienie. Jest ona pobierana tylko, gdy zakład podgrzeje wody chłodnicze o co najmniej 11°C lub gdy temperatura wprowadzanej wody chłodniczej przekroczy +26°C¹⁴. Zatem elektrownie i elektrociepłownie, w których różnica temperatur pomiędzy wodą pobraną, a wprowadzaną wodą chłodniczą wynosi mniej niż 11°C będą całkowicie zwolnione z opłat za emisję ścieków termalnych. Nawet w razie osiągnięcia tej wielkości nie zapłacą opłaty za wprowadzane ścieki termalne w chłodniejszych porach roku, gdy podgrzana woda chłodnicza nie przekroczy temperatury +26°C.

Wymienione zwolnienia z opłat przewidziane dla branży energetycznej są nieuzasadnione środowiskowo i naruszają wspomnianą wyżej zasadę „zanieczyszczający płaci”. Stanowią nieuprawniony przywilej dla tej branży, pomimo że pobiera ona największe ilości wody spośród wszystkich sektorów przemysłowych. Szczególnie rażący jest zakres zwolnień dotyczących odprowadzania podgrzanych wód chłodniczych, który powoduje, że polskie elektrownie i elektrociepłownie unikają całkowicie opłat za tą emisję lub płacą je w śladowych ilościach (za nieliczne dni w roku). Jest to sytuacja zupełnie nieadekwatna do skali obciążenia środowiska jakie generują ścieki termalne. Zwolnienia zniechęcają do oszczędzania wody i czynią zupełnie nieopłacanym zastąpienie wodochłonnych otwartych systemów chłodzenia bloków systemami zamkniętymi.



¹⁴ Tak stanowi art. 279 ust. 2 ustawy Prawo wodne.



Monitoring temperatur wód chłodniczych dla wybranych elektrowni i elektrociepłowni

Zgodnie z założeniami projektu „Obywatele dla Wody” prowadzono monitoring temperatur wód zrzucanych z systemów chłodzenia elektrowni i elektrociepłowni dla trzech obiektów:

- Elektrociepłowni Wrocław zlokalizowanej nad rzeką Odra (w roku 2021),
- Elektrociepłowni Siekierki nad rzeką Wisłą (w roku 2022),
- Elektrowni Kozienice nad rzeką Wisłą (w roku 2022).

Metodyka badań

Na potrzeby projektu wykorzystano dwie niezależne metody badawcze:

- Mapowanie temperatur wód zrzucanych z systemów chłodzenia przy zastosowaniu automatycznych rejestratorów GPS oraz termometrów przemysłowych (Elmetron PT-401, zakres czujnika: $-50 \div 300,0^{\circ}\text{C}$, dokładność w terenie w zakresie: $0 \div 100^{\circ}\text{C}$: $\pm 0,10^{\circ}\text{C}$),
- Automatyczne rejestratory temperatury tzw. loggery (HOBO 8K Pendant oraz HOBO® 64K Pendan, precyzja rejestracji $\pm 0,53^{\circ}\text{C}$, od 0° do 50°C).

Logger pomiaru temperatury.



Monitoring temperatury wód chłodniczych Elektrociepłowni Wrocław

Zrzut podgrzanej wody z Elektrociepłowni Wrocław do rzeki Odry odbywa się w dwóch punktach: w km 254+209 i 254+311. Na potrzeby projektu, w roku 2021 dokonano szeregu pomiarów rozkładu temperatury w chmurze ciepłej wody zrzucanej z Elektrociepłowni Wrocław. Obserwacje prowadzono w sposób bezpośredni, poprzez kontrolnie pomiary termometrem z dokładnością do 0.1°C, jak również poprzez montaż urządzeń do stałego monitoringu temperatury tzw. loggerów. Loggery do stałego pomiaru temperatury zamontowano w rzece wiosną 2021 roku i dokonywano ich cyklicznych odczytów, jak również kontroli stanu technicznego samych urządzeń.



Rysunek 1
Lokalizacja loggerów przy elektrociepłowni Wrocław

Dodatkowo, zgodnie z przyjętą metodyką badawczą raz w miesiącu dokonywano mapowania rozkładu temperatur w rzece.



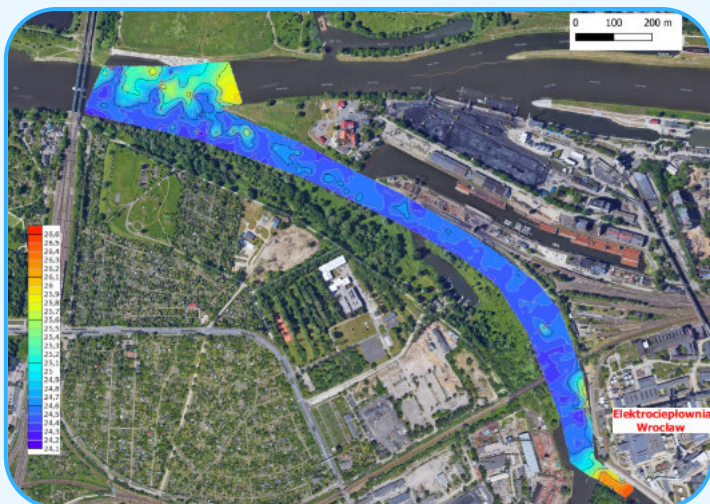
Rysunek 2
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrociepłowni Wrocław (mapowanie, maj 2021)

Podczas mapowania 30 maja 2021 r. temperatura rzeki Odra przed miejscem zrzutu wód chłodniczych wynosiła 15,6°C, a najwyższa zarejestrowana temperatura wód zrzucanych z systemu chłodzenia – 17,3°C. Dane zebrane w tym dniu posłużyły do wykreślenia pierwszej mapy rozkładu temperatury w rzece Odrze w pobliżu Elektrociepłowni Wrocław (Rysunek 2). Wpływ zrzutu wód ciepłych z procesu chłodzenia Elektrociepłowni Wrocław na rzekę był niewielki i ograniczał się do niespełna 100 m od punktów zrzutu.



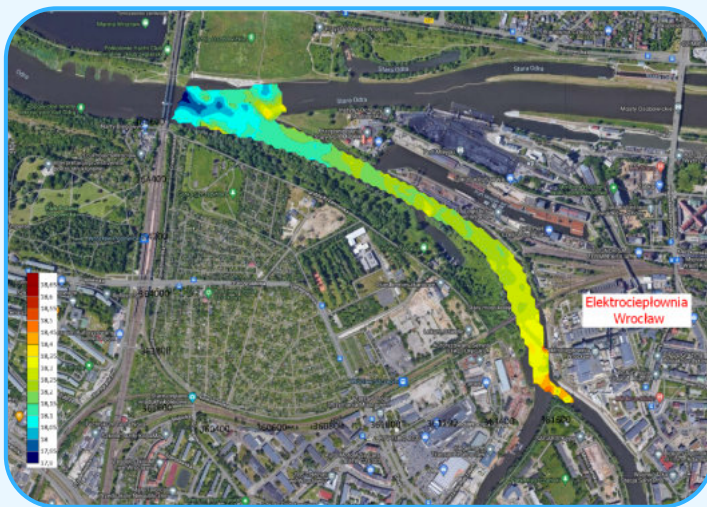
Rysunek 3
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrociepłowni Wrocław (mapowanie, czerwiec 2021)

Podczas mapowania 28 czerwca 2021 r. temperatura rzeki Odra przed miejscem zrzutów wynosiła 21,5°C a najwyższa zarejestrowana temperatura wód zrzucanych (z systemu chłodzenia) 27,9°C. Dane posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece (Rysunek 3). Wpływ zrzutu wód ciepłych z procesu chłodzenia Elektrociepłowni Wrocław na rzekę ograniczał się do 100 m od punktów rzutu. W okresie mapowania temperatura powietrza przekraczała 25°C.



Rysunek 4
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrociepłowni Wrocław (mapowanie, lipiec 2021)

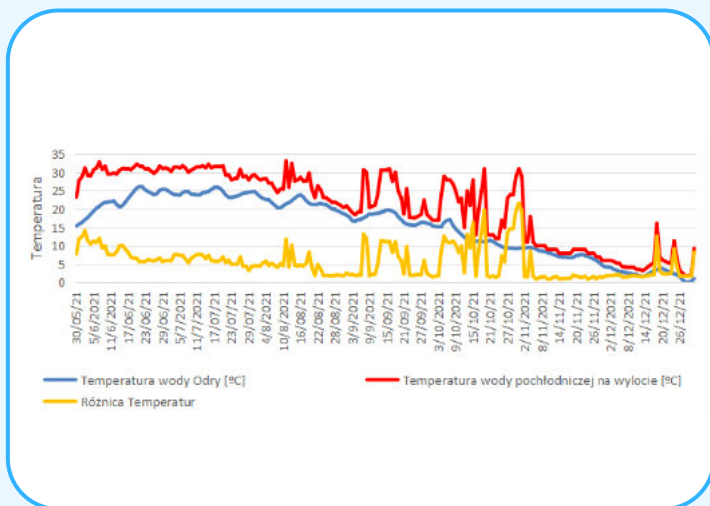
W dniu 28 lipca 2021 r. temperatura rzeki Odra przed miejscem zrzutu wynosiła ponad 26°C, a najwyższa zarejestrowana temperatura wód w rzece – 26,6°C. Po wykreśleniu mapy rozkładu temperatury w rzece (Rysunek 4) potwierdzono, iż w momencie badań Elektrociepłownia Wrocław nie prowadziła dużego zrzutu wód chłodniczych. Kolejną kontrolę terenową, odczyt loggerów i mapowanie przeprowadzono w dniu 31 sierpnia 2021 r. (minimalna temperatura rzeki Odry wynosiła 17,9°C a maksymalna 18,9°C. Tym samym potwierdzono obserwację z lipca 2021 r., kiedy to bezpośrednie mapowanie temperatury ujmowało stan termiczny rzeki w chwili pomiaru (woda nie była w danym momencie znacząco podgrzewana wodami chłodniczymi).



Rysunek 5
Rozkład temperatury w pobliżu
Elektrociepłowni Wrocław
(mapowanie, sierpień 2021)

Pozyskane z Elektrociepłowni Wrocław dane (za rok 2021) o temperaturach wskazują jedną dobową wartość temperatury wody zrzutowej z bloków oraz dobowy pobór i zrzut wody. Niestety brak jest informacji o lokalizacji geoprzestrzennej mierników, co przy tak różnorodnym układzie zanieczyszczenia termicznego sprawia, że zestawienie danych pochodzących z elektrociepłowni i badań prowadzonych w ramach projektu może być obarczone dużym błędem.

Z uwagi na realizację obserwacji terenowych przez niepełny rok kalendarzowy dane pozyskane z Elektrociepłowni („Ilość pobranej wody”, „Ilość zrzuconej wody pochłoniczej Odra km 254+209”, Temperatura wody pochłoniczej na wylocie”, „Ilość zrzuconej wody pochłoniczej Odra km 254+311”) z 2021 roku przeliczono niezależnie. Dane z zainstalowanego w ramach projektu loggera temperatury w rejonie zrzutu uzupełniono o odczyty temperatury loggera zimnej wody (za okres maj-grudzień 2021), a skompilowane wyniki zobrazowano na rysunku 6.



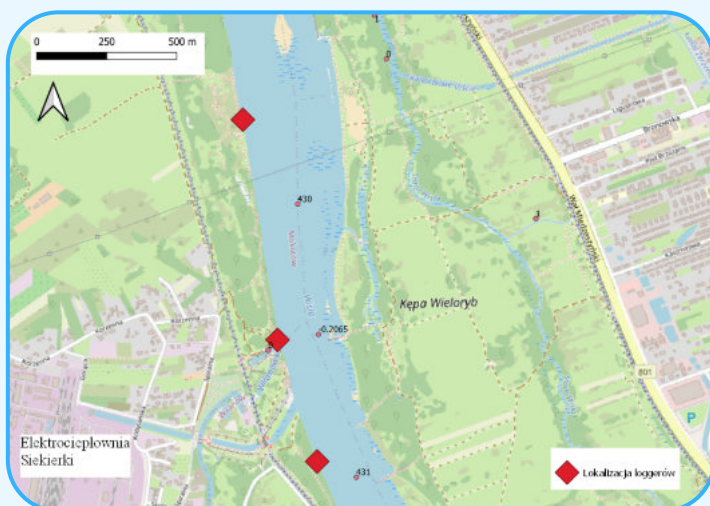
Rysunek 6

Temperatury w 2021 r.
Dane dla Elektrociepłowni Wrocław
za okres maj-grudzień 2021

Monitoring temperatury wód chłodniczych Elektrociepłowni Siekierki

Punkt zrzutu ciepłej wody z Elektrociepłowni Siekierki zlokalizowany jest w km 430+460 biegu Wisły. W roku 2022 dokonano szeregu pomiarów rozkładu temperatury w chmurze ciepłej wody zrzucanej z obiektu. Obserwacji dokonywano w sposób bezpośredni, poprzez kontrolnie pomiary termometrem z dokładnością do 0,1°C, jak również poprzez montaż urządzeń do stałego monitoringu temperatury tzw. loggerów. Loggery do stałego pomiaru temperatury zamontowano w rzece wczesną wiosną 2022 r. i dokonywano ich cyklicznych odczytów a także kontroli stanu technicznego urządzeń.

Badania prowadzone na rzece Wiśle w 2022 r., podobnie jak inne tego typu prowadzone w latach poprzednich obarczone są dużym ryzykiem utraty sprzętu pomiarowego. Zespół monitorujący realizujący działania w ramach projektu zmuszony był do systematycznego uzupełniania skradzionych loggerów. Utrata urządzenia wiąże się z utratą odczytów, co skutkuje przerwą w serii pomiarowej.

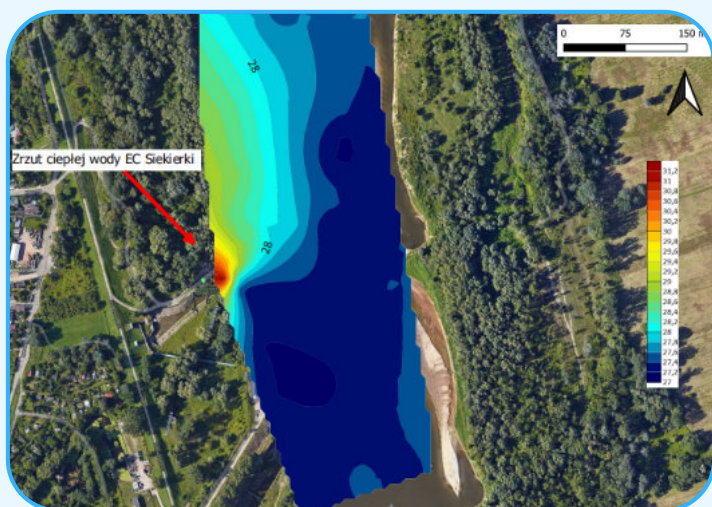


Rysunek 7

Lokalizacja loggerów w pobliżu
Elektrociepłowni Siekierki

Dodatkowo zgodnie z przyjętą metodyką badawczą raz w miesiącu dokonywano mapowania rozkładu temperatury w rzece.

W dniu 23 lipca 2022 r. podczas mapowania temperatura Wisły przed miejscem zrzutu wynosiła 27,2°C a zarejestrowana temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia) 31,0°C. Zebrane dane posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece. Przy modelowaniu zanieczyszczenia termicznego nie wykreślono obszaru w kanale zrzutowym z uwagi na jego zamknięty charakter (nie jest znana też temperatura w tym miejscu). Wpływ zrzutu wód ciepłych z procesu chłodzenia Elektrociepłowni Siekierki na rzekę ograniczał się do 100-200 m od punktu zrzutu.

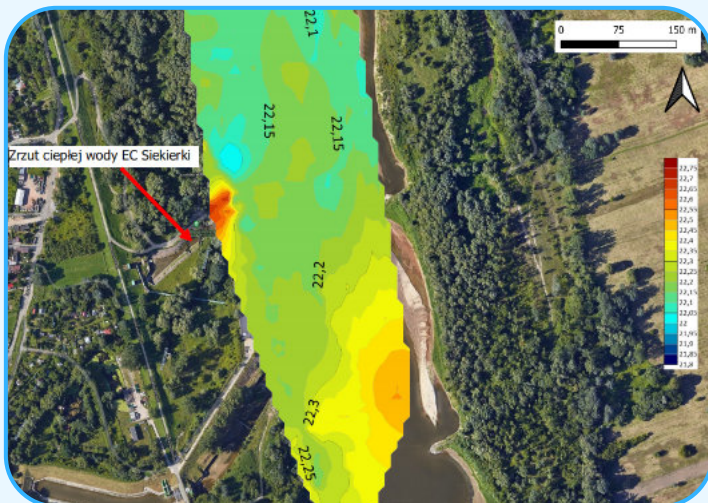


Rysunek 8

Rozkład temperatury poblizu Elektrociepłowni Siekierki (mapowanie, lipiec 2022)

W dniu 23 czerwca 2022 r. podczas mapowania temperatura Wisły przed zrzutem wynosiła 22,0°C a temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia) 22,7°C. Dane z mapowania ponownie posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece. Podobnie jak poprzednio, przy modelowaniu zanieczyszczenia termicznego nie wykreślono obszaru w kanale zrzutowym z uwagi na jego zamknięty charakter. Zarejestrowane dane potwierdzają obserwacje bezpośrednie o braku zrzutu ciepłej wody w okresie prowadzenia badań związanych z mapowaniem. Różnica temperatur na poziomie 0,7°C jest wartością w granicach zmian temperaturowych wody spowodowanych nagrzewaniem atmosferycznym.

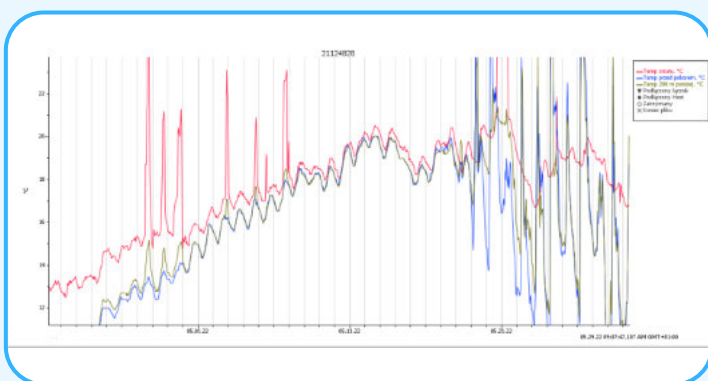
W dniu 8 maja 2022 r. podczas mapowania temperatura Wisły przed zrzutem wynosiła 18,2°C a temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia) 18,6°C. Podobną sytuację zaobserwowano w dniu 2 sierpnia 2022 r., kiedy to woda przed rzutem miała temperaturę 27,9°C a 200 m poniżej rzutu bardzo zbliżoną 28,1°C (temperatura samego zrzutu 28,4°C). Zarejestrowane dane potwierdzają obserwacje bezpośrednie o braku zrzutu ciepłej wody w okresie prowadzenia badań związanych z mapowaniem. Różnica temperatur na poziomie 0,4-0,5°C jest wartością w granicach zmian temperaturowych wody spowodowanych nagrzewaniem atmosferycznym. Analiza danych dobowych pozyskanych z loggerów wskazuje, iż Elektrociepłownia Siekierki dokonuje zrzutu w cyklach kilkugodzinnych. Podczas takowego zrzutu temperatura wody zrzucanej



Rysunek 9
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrociepłowni Siekierki (mapowanie, czerwiec 2022)

może znacznie odbiegać od temperatury wód rzeki Wisły. Dla przykładu w dniu 2 maja 2022 r. logger temperatury zarejestrował zrzut o temperaturze przekraczającej 23°C podczas, gdy w dniu tym rzeka Wisła miała temperaturę 16,1°C. Mimo tak dużej różnicy temperatur woda rzeki Wisły na lewym brzegu 200 metrów poniżej zrzutu miała wartość termiczną na poziomie 17°C.

Okresowe zrzuty wody pochłoniczej mogą stanowić zagrożenie dla organizmów wodnych znajdujących się w bezpośrednim obszarze zrzutowym jednakże bilans mas wody rzeki Wisły w stosunku do ilości wody zrucanej powoduje, że strefa zagrożenie jest bardzo ograniczona. Niestety podczas prac terenowych nie udało się wykonać mapowania termicznego dokładnie w chwili zrzutu.



Rysunek 10
Temperatury dla Elektrociepłowni Siekierki (na podstawie loggerów). Kolorem czerwonym oznaczono temperaturę zrzutu, kolorem niebieskim temperaturę rzeki powyżej punktu poboru, kolorem zielonym temperaturę w rzece 200 m poniżej zrzutu wód chłodniczych.

Monitoring temperatur wód chłodniczych Elektrowni Kozienice

Punkt zrzutu ciepłej wody z Elektrowni Kozienice zlokalizowany jest poniżej przegrody piętrzącej wodę na rzece Wiśle w km. 425+ 950 (km 502+900 od ujścia), 28 km poniżej wodowskazu Dęblin. W roku 2022 dokonano szeregu pomiarów rozkładu temperatury w chmurze ciepłej wody zrzucanej z Elektrowni Kozienice. Obserwacje prowadzono w sposób bezpośredni, poprzez kontrolnie pomiary termometrem z dokładnością do 0,1°C, jak również poprzez montaż urządzeń do stałego monitoringu temperatury tzw. loggerów (w lokalizacji tej zespół monitorujący zmuszony był do systematycznego uzupełniania skradzionych urządzeń; utrata sprzętu wiąże się z przerwą w serii pomiarowej). Loggery do stałego pomiaru temperatury zamontowano w rzece już wczesną wiosną 2022 r. i dokonywano ich cyklicznych odczytów (maj, czerwiec, lipiec i sierpień 2022).

Dodatkowo, zgodnie z przyjętą metodyką badawczą raz w miesiącu dokonywano mapowania rozkładu temperatury w rzece. W dniu 23 lipca 2022 r. wykonano również mapowanie temperaturowe rzeki Wisły na odcinku Elektrownia Połaniec – Elektrownia Kozienice – Elektrociepłownia Siekierki. Wyniki zwizualizowano na rysunku nr 11.



Rysunek 11

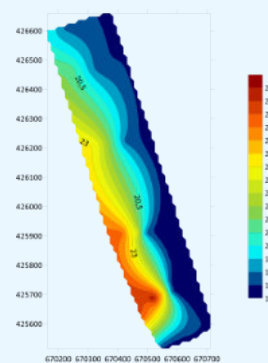
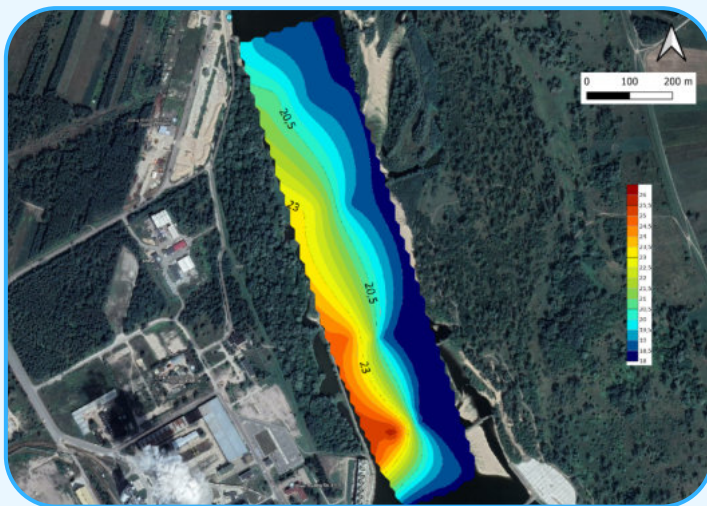
Wartości temperatury rzeki Wisły odcinku Elektrownia Połaniec – Elektrownia Kozienice – Elektrociepłownia Siekierki, lipiec 2022 r.



Rysunek 12

Lokalizacja loggerów w pobliżu Elektrowni Kozienice, 2022

W dniu 8 maja 2022 r. podczas mapowania temperatury temperatura Wisły przed zrzutem wynosiła 18,4°C a temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia elektrowni) 24,9°C, co oznacza różnicę temperatur na poziomie 6,5°C. Na końcu teoretycznej strefy mieszania (1 km poniżej zrzutu), w miejscu wyznaczonym na podstawie dyrektywy UE (2008/105/WE) temperatura w dniu 11 maja 2022 r., na lewym brzegu Wisły w strudze ciepłej wody wynosiła 19,6°C. Na prawy brzegu rzeki Wisły, na całym analizowanym odcinku rzeki temperatura wody wahała się w przedziale 18,4-18,7°C czyli była zbliżona do temperatury Wisły powyżej punktu zrzutu. Dane z mapowania ponownie posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece. Przy modelowaniu zanieczyszczenia termicznego nie wykreślono obszaru w kanale zrzutowym z uwagi na jego zamknięty charakter.

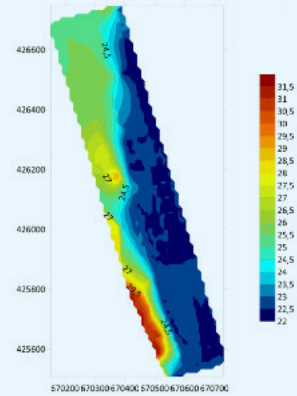
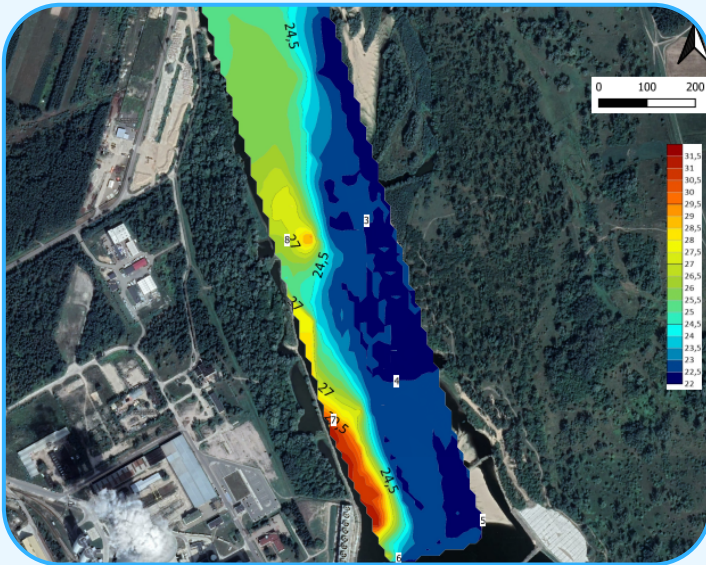


Rysunek 13
Rozkład temperatury-w pobliżu Elektrowni Kozienice (mapowanie, maj 2022)

W dniu 23 czerwca 2022 r. podczas mapowania temperatury temperatura Wisły przed zrzutem wynosiła 21,9°C a temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia elektrowni) 31,4°C, co oznacza różnicę temperatur na zrzucie 9,5°C.

Dane z mapowania ponownie posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece. Przy modelowaniu zanieczyszczenia termicznego nie wykreślono obszaru w kanale zrzutowym z uwagi na jego zamknięty charakter. Tym samym nie jest znana temperatura ściśle w samym kanale zrzutowym.

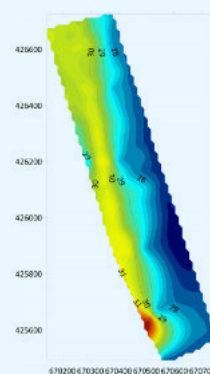
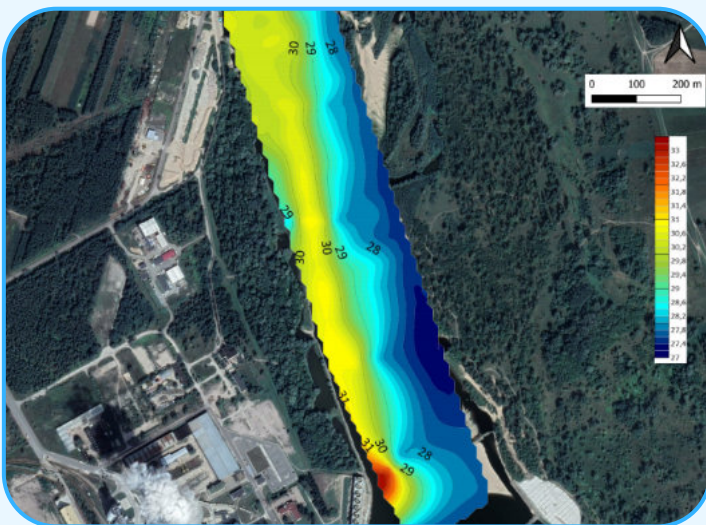
Na końcu teoretycznej strefy mieszania (1 km poniżej zrzutu), w miejscu wyznaczonym na podstawie dyrektywy UE (2008/105/WE) temperatura w dniu 23 czerwca 2022 r., na lewym brzegu Wisły w strudze ciepłej wody wynosiła 25,50- 25,20°C. Na prawy brzegu rzeki Wisły, na całym analizowanym odcinku temperatura wody wahała się w przedziale 22,4-23,1°C czyli była zbliżona do temperatury Wisły powyżej punktu zrzutu. Obserwowana różnica, między temperaturą rzeki przed zrzutem jak i na końcu strefy mieszania wynosiła maksymalnie 1,2°C. Różnica zbieżna z różnicami temperatur obserwowanych na rzekach między wodami nasłonecznionymi a zacienionymi.



Rysunek 14
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrowni Kozienice (mapowanie, czerwiec 2022)

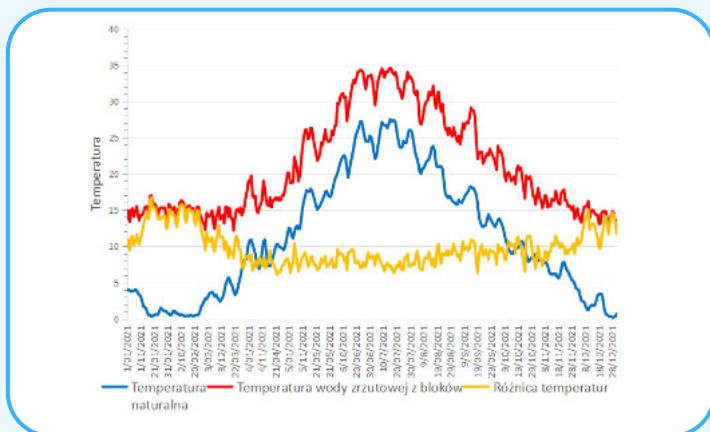
W dniu 23 lipca 2022 r. podczas mapowania temperatura Wisły przed zrzutem wynosiła 27,7°C a zarejestrowana temperatura wód zrzutowych (z systemu chłodzenia elektrowni) w odległości 1 km od zrzutu – 31,4°C. Dane posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece (Rysunek 14). Przy modelowaniu zanieczyszczenia termicznego nie wykreślono obszaru w kanale zrzutowym z uwagi na jego zamknięty charakter.

Na końcu teoretycznej strefy mieszania (1 km poniżej zrzutu), w miejscu wyznaczonym na podstawie dyrektywy UE (2008/105/WE) temperatura w dniu 23 lipca 2022 r., na lewym brzegu Wisły w strudze ciepłej wody wynosiła około 30-30,4°C. Na prawy brzegu rzeki Wisły, na całym analizowanym odcinku temperatura wody wahała się w przedziale 28,5-29,2°C czyli ponownie była zbliżona do temperatury Wisły powyżej punktu zrzutu. Obserwowana różnica, między temperaturą rzeki przed zrzutem jak i na końcu strefy mieszania wynosiła maksymalnie 1,5°C.

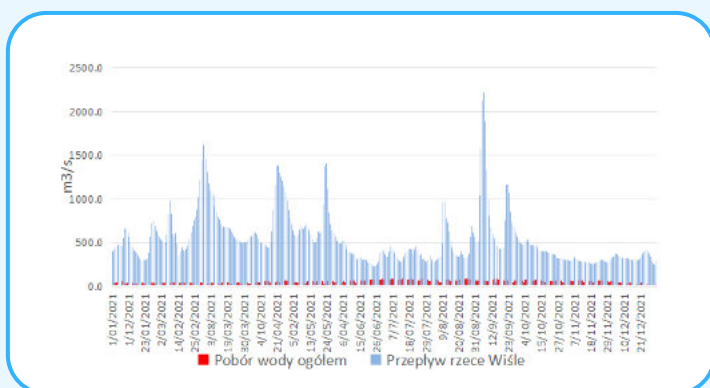


Rysunek 15
Rozkład temperatury w pobliżu Elektrowni Kozienice (mapowanie, lipiec 2022)

Dla roku 2021 pozyskano dane rejestrowane przez Elektrownię Kozienice, dotyczące przepływów wody w rzece Wiśle, poborów wody na potrzeby elektrowni, temperatury wody w rzece i temperatury wód chłodniczych. Przeliczono je niezależnie i zobrazowano na rysunkach (poniżej).



Rysunek 16
Zmiany temperatury w roku 2021
(Elektrownia Kozienice)



Rysunek 17
Zmiany poboru wody w roku 2021
(Elektrownia Kozienice)



Rysunek 18
Woda powierzchniowa (%) pobierana na cele Elektrowni Kozienice w stosunku do przepływu rzeki Wisły (dane elektrowni z rok 2021)

Według danych pozyskanych z Elektrowni Kozienice różnica temperatur wód rzeki Wisły i zrzucanych w procesie chłodzenia w 2021 r. wahała się w granicach 6,1-16,7°C.

Na skutek zrzutu zanieczyszczeń do Wisły zaburzeniu uległy ogólne warunki termiczne rzeki. Wody Wisły zostały podgrzane o 2.4-3.0°C. Taka sytuacja może mieć kluczowe znaczenie dla rozwoju i bytowania ryb w okresie letnim, gdy temperatura samej rzeki niejednokrotnie przekracza ponad 25°C.

Dodatkowo, może generować straty wody w procesie parowania przy mieszaniu zrzucanych wód chłodniczych z wodą z rzeki.

Oszacowanie strat parowania

Jednym, omówionym już w raporcie, z problemów związanych z podgrzaną wodą zrzucaną do rzek jest określenie przyrostu temperatury rzeki po całkowitym zmieszaniu podgrzanej i rzecznej wody. Drugim, omówionym poniżej – straty wody w rzece na parowanie towarzyszące mieszaniu wody rzecznej i pochłodniczej, i obniżaniu temperatury do tej przed miejscem zrzutu.

Podgrzana woda traci energię w trojaki sposób: przez wypromieniowanie, przewodnictwo i parowanie. Ten ostatni sposób jest bardzo wydajny w obniżeniu temperatury ciepłej wody. Aby wyliczyć straty wody na parowanie należy dysponować danymi dotyczącymi ilości pobranej wody oraz przyrostu temperatury wody podgrzewanej.

Dane trzeba uzupełnić o stałe fizyczne, a mianowicie o ciepło właściwe wody i ciepło parowania. Ciepło właściwe podaje się w dżulach na kilogram wody i wynosi 4189 J kg⁻¹. Ciepło parowania zmienia się nieznacznie z temperaturą:

Ciepło parowania wody (0°C)	2500	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (30°C)	2427	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (60°C)	2359	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (100°C)	2259	kJ kg ⁻¹

Tabela 1
Ciepło parowania

Ciepło parowania wody (273,16 K = 0,001°C)	2500	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (285 K = 11,85°C)	2473	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (290 K = 16,85°C)	2461,2	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (293.15 K = 20°C)	2454	kJ kg⁻¹
Ciepło parowania wody (295 K = 21,85°C)	2449,5	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (300 K = 26,85°C)	2437,6	kJ kg ⁻¹
Ciepło parowania wody (305 K = 31,85°C)	2425,8	kJ kg ⁻¹

Tabela 1 c.d.

Ciepło parowania w zależności od temperatury

Ciepło właściwe wody (0,01°C)	4,212	kJ/(kg K)
Ciepło właściwe wody (10°C)	4,191	kJ/(kg K)
Ciepło właściwe wody (20°C)	4,183	kJ/(kg K)
Ciepło właściwe wody (30°C)	4,174	kJ/(kg K)

Tabela 2

Ciepło właściwe w zależności od temperatury¹⁵



¹⁵ https://home.agh.edu.pl/~siwek/Maszyny_I_Urzedzenia_Energetyczne_2017/Z.5.%20Turbin%20Gazowe/tablicetermo.pdf

Z uwagi, iż niniejsza analiza ma na celu oszacowanie skali problemu, a różnica ciepła parowania między temperaturą 16,85°C a 31,85°C to tylko 35,4 kJ kg⁻¹, na potrzeby oceny skali strat wody potrzebnej do obniżenia temperatury do stanu wyjściowego wystarczy przyjąć wartość bliską temperatury rzeki. Tutaj dla potrzeb analizy wykorzystano wartość dla ciepła parowania wody w temperaturze 293.15 K= 20°C wynoszącego 2454 kJ kg⁻¹.

Warto zwrócić uwagę na konieczność uzgodnienia jednostek: kJ należy wyrazić w J, a m³ pobranej lub zrzucanej wody sprowadzić do kilogramów, oczywiście też z pewnym niewielkim błędem z tytułu rozszerzalności objętościowej.

Przykład obliczeń dla temperatury 30°C

Pobór wody **100 m³**; po sprowadzeniu do kilogramów **100 000 kg** przy założeniu, że 1 dm³ wody ma masę 1 kg.

Przyrost temperatur **ΔT= 5°C**

Obliczenie ilości energii dostarczonej, aby uzyskać przyrost o **5°C**:

Ilość dostarczona = 4189 J*kg⁻¹ x 100 000 kg x 5°C= **2 094 500 000 J**

Aby odebrać tę ilość ciepła przez odparowanie wody trzeba odparować:

2 094 500 000 J /2427 000 J*kg⁻¹= **862,999 kg**

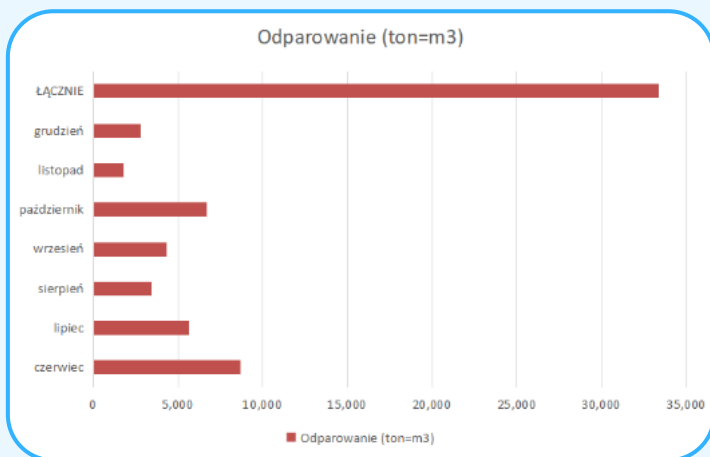
Z danych za rok 2021 pozyskanych z monitorowanych elektrowni i elektrociepłowni (pobory wód, zrzuty wód) jednoznacznie wynika, iż nie istnieje jednorodny schemat raportowania dla tego typu przedsiębiorstw, a co za tym idzie zapewne i monitorowania.

Elektrociepłownia Wrocław i Siekierki w swoich raportach nie wykazują przepływu – odpowiednio – Odry i Wisły w rejonie miejsca poboru / zrzutu, a także nie raportują temperatury rzeki przed punktem poboru. Brak tych danych uniemożliwia obliczenie ilości energii, jaką należy uwolnić (poprzez parowanie) z wody zrzucanej z procesów chłodzenia bloków energetycznych.

W przypadku Elektrociepłowni Wrocław umieszczenie loggerów monitorujących rzekę Odrę w cyklu ciągłym pozwoliło na uzupełnienie danych (za okres od 30 maja 2021 do 31 grudnia 2021 r.) i oszacowanie strat wody z ekosystemu poprzez parowanie¹⁶.



¹⁶ Nieznany jest punkt monitorowania temperatury wody zrzucanej z procesów chłodzenia, tym samym próba połączenia obu różnych systemów monitoringowych obarczona jest dużym prawdopodobieństwem błędu



Rysunek 19
Szacowane parowanie wody (ton=m³) dla Elektrociepłowni Wrocław

Miesiąc	Woda powierzchniowa pobierana na cele Elektrociepłowni	Odparowanie (ton=m ³)
czerwiec	7 286 664 m ³	8 661 m ³
lipiec	6 830 889 m ³	5 637 m ³
sierpień	2 044 264 m ³	3 463 m ³
wrzesień	1 816 153 m ³	4 355 m ³
październik	2 042 887 m ³	6 705 m ³
listopad	828 264 m ³	1 816 m ³
grudzień	767 932 m ³	2 769 m ³
ŁĄCZNIE	21 617 053 m³	33 406 m³

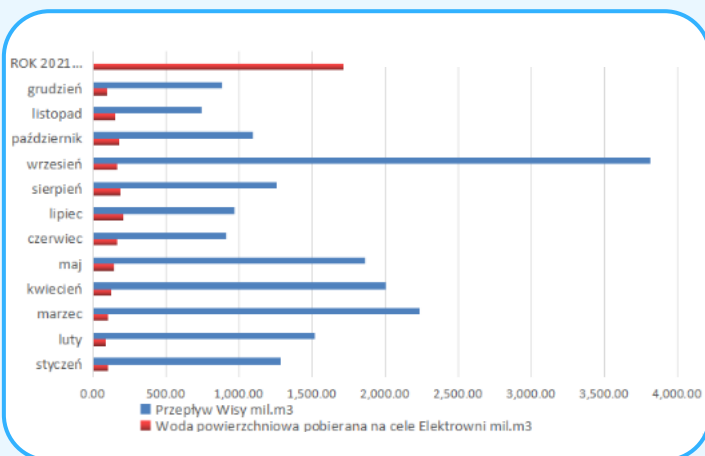
Tabela 3
Pomiar zużycia wody i szacowane parowanie w okresie czerwiec – grudzień 2021 dla Elektrociepłowni Wrocław

Dane przekazane przez Elektrownię Kozienice pozwoliły na oszacowanie strat wody rzeki Wisły w wyniku odparowania wód pochłodniczych w procesie wyrównania temperatur przed i po zrzucie.



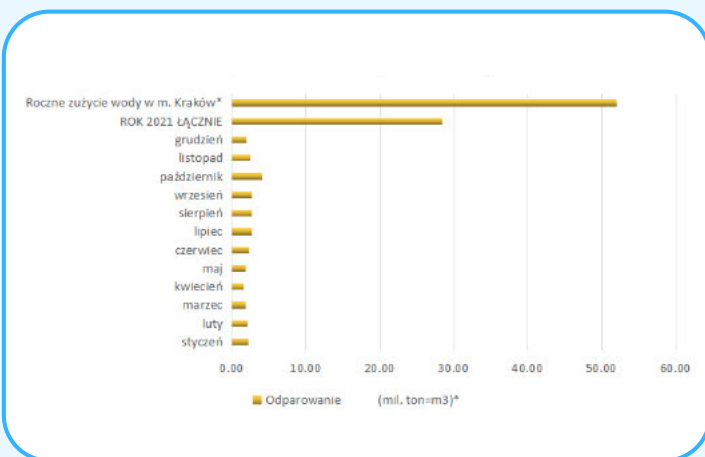
Rysunek 20

Woda powierzchniowa pobierana na cele Elektrowni w stosunku do przepływu rzeki Wisły



Rysunek 21

Bilans zużycia wody Elektrownia Kozienice (2021 r.)



Rysunek 22

Szacowane parowanie wody (mil. ton=mil. m³) dla Elektrowni Kozienice

Miesiąc	Woda powierzchniowa łącznie pobierana na cele Elektrowni – milion m ³	Przepływ Wisły – milion m ³	Udział poboru do celów chłodzenia w stosunku do przepływu Wisły	Szacowane odparowanie (milion ton = milion m ³)
styczeń	100,40	1 285,99	8%	2,20
luty	86,16	1 520,10	6%	2,10
marzec	104,86	2 235,07	5%	1,80
kwiecień	121,11	2 004,97	6%	1,60
maj	143,13	1 865,26	8%	1,90
czerwiec	163,09	913,56	18%	2,30
lipiec	211,18	968,34	22%	2,70
sierpień	188,74	1 257,34	15%	2,70
wrzesień	169,12	3 816,33	4%	2,70
październik	179,60	1 097,76	16%	4,00
listopad	154,83	744,15	21%	2,50
grudzień	94,11	885,96	11%	2,00
ROK 2021 ŁĄCZNIE	1 716,33			28,40

Tabela 3

Bilans zużycia wody i szacowane parowanie dla Elektrowni Kozienice (2021)

Analiza danych pozyskanych z Elektrowni Kozienice wskazuje, iż obiekt ten w okresach niżówek tj. w miesiącach czerwiec–lipiec może pobierać od 18 do 22% przepływu całej rzeki, a szacowane straty roczne wody w ekosystemie powodowane pracą tylko jednej elektrowni wynosić mogą aż 28 milionów m³ wody. Dla porównania roczne zapotrzebowanie na wodę pitną dla miasta Krakowa w 2020 r. wskazywane było na poziomie 58,5 miliona m³ ¹⁷.

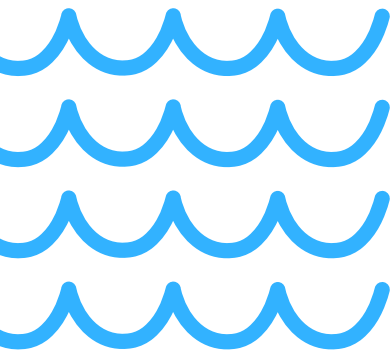
Zgodnie z taryfą¹⁸ Miasta Krakowa, cena wody dla gospodarstw domowych wynosi ponad 5 zł brutto za 1 m³. Zatem wartość komercyjna odparowanej wody przekracza 140 milionów zł.

Brak danych z innych elektrowni w kraju czy niekompletne dane z Elektrociepłowni Siekierki za 2022 rok uniemożliwiają oszacowanie całkowitych strat wody powodowanych przez całą krajową energetykę. Badania te wymagają dalszej szerszej analizy nieobjętej tym opracowaniem.



¹⁷ Ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej w 2020 roku; Raport 2020. Raport roczny 2020. Wodociągi miasta Krakowa; https://wodociagi.krakow.pl/admin/files/Files/Raporty_roczne/WMK-Raport_roczny_2020.pdf

¹⁸ <https://wodociagi.krakow.pl/strefa-klienta/taryfa-i-cenniki.html>



Rekomendacje i wnioski

1. Prawo przewiduje tylko jedno ograniczenie związane z wprowadzaniem wód chłodniczych do środowiska: ich temperatura nie może przekroczyć 35°C. Ta jedyna norma dotycząca wód chłodniczych jest niewystarczająca dla zabezpieczenia organizmów wodnych przed przegrzaniem wód otwartych, które prowadzi do masowego śnięcia ryb. Niezbędne jest uzupełnienie parametrów emisji ścieków termicznych poprzez określenie:

a) w odniesieniu do wód chłodniczych – maksymalnej różnicy temperatury pomiędzy wodą pobraną i oddaną;

b) w odniesieniu do temperatury wody w akwenu – maksymalnej temperatury poniżej wprowadzenia zanieczyszczenia cieplnego oraz maksymalnej różnicy temperatury wody przed i po wprowadzeniu tego zanieczyszczenia.

W zakresie podpunktu b) przepisy rozporządzenia z 2002 r. zawierały już takie normy i istnieje pilna potrzeba przywrócenia ich mocy obowiązującej.

2. Prawo wodne przewiduje dla wytwórców energii zwolnienie z obowiązku dochowania warunków korzystania z wód, jeżeli wykonują polecenia operatora systemu elektroenergetycznego. Zwolnienie to dotyczy także wymogu nieprzekraczania maksymalnej temperatury wprowadzanych wód chłodniczych (35°C). Skorzystanie z tego wyjątku, zwłaszcza w czasie upałów, stwarza poważne zagrożenie wywołania katastrofy ekologicznej na dużą skalę w wyniku przegrzania wód. Przepisy nie powinny zezwalać na żadne odstępstwa od warunków udzielonego pozwolenia zintegrowanego/wodnoprawnego, ani norm prawnych. Konieczne jest więc uchylene przepisów zawierających taki wyjątek.

3. Przepisy powinny wprost nakazywać prowadzenie ciągłego pomiaru temperatury wód chłodniczych – zarówno odprowadzanych jak i pobieranych. Obowiązek ten nie powinien być odwołany w czasie do roku 2027 r. (a do tego czasu opierać się na „szacunkowych” oświadczeniach zakładów), ani być powiązany jedynie z kwestią opłat za korzystanie z wody. Ponadto ciągły pomiar temperatury przed i poniżej wprowadzenia zanieczyszczenia cieplnego powinien być prowadzony także w wodach cieką, którego woda jest wykorzystywana na potrzeby chłodzenia. Ciągły monitoring temperatury jest kluczowy dla prawidłowej kontroli przestrzegania warunków

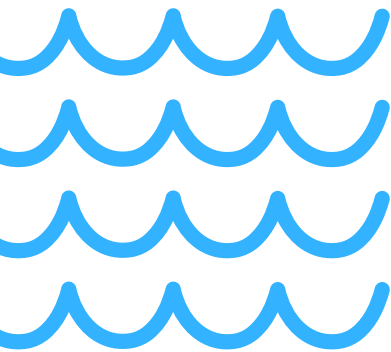
korzystania z wód przez powołane organy, bezpieczeństwa organizmów wodnych, a także dla prawidłowego naliczania opłat za korzystanie z wód.

4. Korzystanie z wód przez wytwórców energii na potrzeby chłodzenia bloków energetycznych podlega licznym zwolnieniom z opłat, które w sposób nieuzasadniony faworyzują branżę energetyczną względem innych sektorów gospodarki, naruszają zasadę „zanieczyszczający płaci”, oraz demotywią do oszczędzania wody i modernizacji instalacji w kierunku zamkniętych systemów chłodzenia bloków energetycznych. Zwolnienia z opłat dotyczą opłaty zmiennej za pobór wód do celów chłodzenia, oraz opłaty zmiennej i stałej za wprowadzanie wód chłodniczych. Zwolnienia te powinny być zlikwidowane.

5. Przeprowadzony w ramach projektu monitoring temperatur wód zrzucanych z systemów chłodzenia wybranych elektrowni i elektrociepłowni uniemożliwia ustalenie rzeczywistych całkowitych strat wody na parowanie funkcjonujących obiektów energetycznych w Polsce. Jednakże przeprowadzone dla Elektrowni Kozienice analizy wskazują, że straty te dla obiektów tego typu, z otwartym systemem chłodzenia, mogą przekraczać połowę zapotrzebowania na wodę mieszkańców miasta wielkości Krakowa. Dodatkowo, duże obiekty, takie jak Elektrownia Kozienice, przy obecnym systemie chłodzenia mogą pobierając nawet kilkadziesiąt procent całego przepływu rzeki, zwłaszcza w okresach niskich stanów wód. Lokacja kilku takich obiektów na jednym cieku może powodować niezwykle niebezpieczną sytuację, gdy sumaryczny bilans poborów wód i zrzutów ścieków, do których zalicza się również wody pochłonicze, przekroczy wartość całkowitego przepływu rzeki.

W trosce o bezpieczeństwo energetyczne kraju i skuteczną adaptację do zmian klimatu, istnieje konieczność pilnego wyeliminowania przestarzałych otwartych systemów chłodzenia.

Przeprowadzone badania wskazują na znaczną różnicę temperatur wód podgrzanych w stosunku do temperatury rzeki powyżej punktu zrzutu. Chmura zanieczyszczenia termicznego o ΔT w granicach 3,0-10,0°C może zaburzać warunki termiczne rzeki na odcinku kilku kilometrów, przy czym uzyskanie punktu wymieszania nie powoduje powrotu do parametrów termicznych sprzed zrzutu. W przypadku elektrociepłowni wpływ zanieczyszczenia termicznego wywołanego przez wody pochłonicze jest nieporównywalnie mniejszy (w okresie badawczym ograniczał się do 100-200 m).



Literatura

Baldwin, N. W. (1956). Food consumption and growth of brook trout at different temperatures. Transactions of the American Fisheries Society 86, 323-328

Beitinger et al. 2000. Temperature Tolerances of North American Freshwater Fishes Exposed to Dynamic Changes in Temperature.

Bleninger T., G.H. 2011. Mixing zone regulation for effluent discharges into EU waters. W: Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Water Management 164 , 8, September 2011, pp. 387-396

Bleninger T., Jirk G.H. How to deal with mixing zones for priority pollutant discharges? for priority pollutant discharges? https://www.eu-neptune.org/Workshop/02_-_Tobias_Bleninger_Neptune_Koblenz_April_2009.pdf

Brett J.R. 1944. Some lethal temperature relations of Algonquin park fishes. Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. 52, pp.49.

Chadwick, Joseph G. Jr, "Temperature Effects on Growth and Stress Physiology of Brook Trout: Implications for Climate Change Impacts on an Iconic Cold-Water Fish" (2012). Masters Theses 1911– February 2014. 897. Retrieved from <https://scholarworks.umass.edu/theses/897>

Cherry D.S., Dickson K.L., Cairns J. Jr. 1977. Preferred, avoided, and lethal temperatures of fish during rising temperature conditions. J. Fish. Res. Board Can. t4:239-24

Cocking, A.W. 1959. The effects of high temperatures on roach (*Rutilus rutilus*). II. The effects of temperature increasing at a known rate. J. Exp. Biol. 36: 217–226.

Coutant, C.C. 1977. Compilation of temperature preference data. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, vol. 34, pp. 739–745

Dwyer, W. P., Piper, R. G., and Smith, C. E. (1983). Brook Trout Growth Efficiency As Affected by Temperature. Progressive Fish-Culturist 45, 161–163

ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/44/oj>

Hasnain S.S., Minns C.K. Shuter B.J. 2010. Key Ecological Temperature Metrics for Canadian Freshwater Fishes. Climate change research report; CCRR-17.

Hokanson, K. E., Kleiner, C. F., and Thorslund, T. W. (1977). Effects of Constant Temperatures and Diel Temperature-Fluctuations on Specific Growth and Mortality-Rates and Yield of Juvenile Rainbow-Trout, *Salmo-Gairdneri*. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34, 639-648.

Jobling, M. 1981. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. Journal of Fish Biology, vol. 19, pp. 439–455

Keefer M.L., et al. 2018. Thermal exposure of adult Chinook salmon and steelhead: Diverse behavioral strategies in a large and warming river system PLoS One. 2018; 13 (9): e0204274.

Lewin W-C., Arlinghaus R., and Mehner T. 2006. Documented and potential biological impacts of recreational fishing: insights for management and conservation. Reviews in Fisheries Science, 14:305–367, DOI: 10.1080/10641260600886455

McCormick, J. H., Jones, B. R., and Hokanson, K. E. (1972). Effects of Temperature on Growth and Survival of Young Brook Trout, *Salvelinus-Fontinalis*. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 29, 1107-1112

McMahon, T. E., Zale, A. V., Barrows, F. T., Selong, J. H., and Danehy, R. J. 2007. Temperature and competition between bull trout and brook trout: A test of the elevation refuge hypothesis. Transactions of the American Fisheries Society 136, 1313-1326.

Mikołajczyk T., Nowak M., Mikołajczyk Ł. Skowronek D. 2021. Raport z porównawczych badań monitoringowych ichtiofauny rzeki Wisły w rejonie Elektrowni Kozienice w aspekcie zróżnicowanej temperatury wody rzeki powyżej i poniżej Elektrowni Kozienice.

Pokropski T. 2019. Monitoring migracji ryb przez przepławkę na stopniu wodnym we Włocławku w 2018 roku. PGW WP, Zarząd zlewni Włocławek. https://warszawa.rzgw.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0013/25051/przeplawka-raport-migracji-ryb-przez-Stopien-2018.pdf

Reynolds, W.W. & M.E. Casterlin. 1979. Behavioral thermoregulation and the “Final Preferendum” paradigm. American Zoologist, vol. 19 (1), pp. 211–224.

Robinson, J. M., Josephson, D. C., Weidel, B. C., and Kraft, C. E.(2010). Influence of Variable Interannual Summer Water Temperatures on Brook Trout Growth, Consumption, Reproduction, and Mortality in an Unstratified Adirondack Lake. Transactions of the American Fisheries Society 139, 685-699

RZGW 2014. Identyfikacja substancji priorytetowych i określenie stref mieszania w zlewni rzeki pilotażowej – rzeka Silnica. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie 2014 r.

Skowysz A. 2011. O wykorzystaniu wzorów empirycznych do obliczania długości drogi pełnego wymieszania ścieków zrzucanych do rzek i kanałów. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 53, 237–246

Stolarska M., Szklarek S., Łukasiewicz G., Sowińska K. 2014. Identyfikacja substancji priorytetowych i określenie stref mieszania w zlewni rzeki pilotażowej – rzeka Silnica. EcoGem

Wehrly, K. E., Wang, L. Z., and Mitro, M.(2007). Field-based estimates of thermal tolerance limits for trout: Incorporating exposure time and temperature fluctuation. Transactions of the American Fisheries Society 136, 365-374

Wziątek B. 2016. Opinia. w sprawie przyczyny śnięcia różnych gatunków ryb o łącznej masie szacunkowej ok. 5000 kg, zaistniałego w okresie od 3 stycznia do 4 stycznia 2016 r. w kanale zrzutowym wód pochłodniczych przy elektrowni spółki Enea Wytwarzanie w Świerżach Górnych, wchodzącym w skład Obwodu Rybackiego Rzeki Wisły nr 2 którego Użytkownikiem Rybackim jest Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Radomiu. Okręg PZW w Radomiu. DZ-30/150/16

August S.M., Hicks B.J. 2008. Water temperature and upstream migration of glass eels in New Zealand: Implications of climate change. Environmental Biology of Fishes 81(2):195-205. DOI: 10.1007/s10641-007-9191-z

Kucharczyk D., Czarkowski T., Nowosad J., Targońska K., Kupre K., Wyszomirska E., Kujawa R., Horváth L., Müller T. 2016. Influence of temperature on successful european eel female maturation under controlled conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 16: 477-482. DOI:10.4194/1303-2712-v16_2_28SHORT

Edeline E., Lambert P., Rigaud C., Elie P. 2006. Effects of body condition and water temperature on *Anguilla anguilla* glass eel migratory behavior. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 331(2):217-225 DOI: 10.1016/j.jembe.2005.10.011

RZGW 2014. Identyfikacja substancji priorytetowych i określenie stref mieszania w zlewni rzeki pilotażowej – rzeka Silnica. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie 2014 r.

TnZ 2017. Żurek R. Ciężak K. Monitoring zanieczyszczenia termicznego zrzutu ciepłej wody z elektrowni Połaniec – przepływ niski/średni

TnZ 2019. Żurek R. Ciężak K. Analiza rozkładu termicznego zrzutu ciepłej wody z elektrowni Kozienice.

TnZ 2021. Cebula M., Ciężak K., Mikołajczyk Ł., Mikołajczyk T., Nowak M., Skowronek D., Wawręty R., Żurek R. Wpływ zrzutu do rzek gorących wód pochodniczych z elektrowni.

TnZ 2022. Mikołajczyk Ł., Mikołajczyk T., Nowak M., Skowronek D., Wawręty R. Śmiertelność ryb w otwartych systemach chłodniczych elektrowni.

TnZ 2020. Mikołajczyk Ł., Mikołajczyk T., Nowak M., Skowronek D., Wawręty R. Wpływ elektrowni termicznych na ichtiofaunę.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/105/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie środowiskowych norm jakości w dziedzinie polityki wodnej, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy Rady 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG i 86/280/EWG oraz zmieniająca dyrektywę 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. (Dz.U. 2002 nr 176 poz. 1455 – tekst uchylony)

Dyrektywa 208/105/WE. Wytyczne techniczne dotyczące wyznaczania stref mieszania zgodnie z art. 4 ust. 4 dyrektywy 2008/105/WE Bruksela, dnia 22 grudnia 2010 r. C(2010) 9369 wersja ostateczna

Dyrektywa 2006/44/WE. Dyrektywa 2006/44/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 września 2006 r. w sprawie jakości wód słodkich wymagających ochrony lub poprawy w celu zachowania życia ryb (tekst ujednolicony)

Wodociągi Miasta Krakowa wczoraj i dziś. ANNA BIEDRZYCKA, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, zdjęcia: WODOCIĄGI MIASTA KRAKOWA SA

Raport 2020. Raport roczny 2020. Wodociągi miasta Krakowa. https://wodociagi.krakow.pl/admin/files/Files/Raporty_roczne/WMK-Raport_roczny_2020.pdf oraz <https://wodociagi.krakow.pl/strefa-klienta/taryfa-i-cenniki.html>

Warszawa, 2023

© **Towarzystwo na rzecz Ziemi & Fundacja Greenmind**



Publikacja powstała w ramach projektu „Obywatele dla Wody” realizowanego przez Fundację Greenmind, kolektyw Siostry Rzeki i Towarzystwo na rzecz Ziemi z dotacji programu Aktywni Obywatele – Fundusz Krajowy finansowanego przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię z Funduszy EOG.