Wpływ elektrowni termicznych na ichtiofaunę

Raport z badań ilości ryb (larw i wczesnych form narybkowych) zasysanych przez otwarte systemy poboru wód chłodzących Elektrowni Kozienice oraz Elektrowni Ostrołęka B w latach 2018 i 2019

Kraków – Oświęcim – Bystra, 2020

Tomasz Mikołajczyk
Michał Nowak
Dariusz Skowronek
Łukasz Mikołajczyk
Robert Wawręty

Wpływ elektrowni termicznych na ichtiofaunę

Raport z badań ilości ryb
(larw i wczesnych form narybkowych)
zasysanych przez otwarte systemy poboru
wód chłodzących Elektrowni Kozienice
oraz Elektrowni Ostrołęka B w latach 2018 i 2019

Kraków – Oświęcim – Bystra, 2020

ZESPÓŁ AUTORSKI
Tomasz Mikołajczyk, Michał Nowak, Dariusz Skowronek,
Łukasz Mikołajczyk, Robert Wawręty

PODZIĘKOWANIA
Karol Ciężak, Jakub Krawczyński, Anna Wawręty

KOREKTA
Diana Maciąga

PROJEKT GRAFICZNY I SKŁAD
Magda Warszawa

ZDJĘCIE NA OKŁADCE
Dariusz Skowronek

WYDAWCY

Towarzystwo na rzecz Ziemi
ul. Leszczyńskiej 7, 32-600 Oświęcim
tel.: 33 842 21 20, 737 692 261
e-mail: biuro@tnz.most.org.pl
https://tnz.most.org.pl

Pracownia na rzecz Wszystkich Istot
ul. Jasna 17, 43-360 Bystra
tel. 33 817 14 68
e-mail: biuro@pracownia.org.pl
https://pracownia.org.pl

© Towarzystwo na rzecz Ziemi, 2020

ISBN 978-83-60106-16-7

Spis treści

Przedmowa 4

1. Wpływ elektrowni termicznych na ekosystemy rzek – informacje ogólne 6

2. Problem zasysania ryb przez systemy poboru wód chłodniczych w literaturze naukowej 9

3. Metodyka badań 12

Elektropołowy 14

Połów sieciowy za pomocą włoka drobnicowego 15

Połów dryfujących larw i wczesnych form narybkowych (ichtioplankton) 16

4. Wyniki 19

Skład gatunkowy ichtiofauny rzeki Wisły w rejonie ujęcia wody chłodniczej na potrzeby Elektrowni Kozienice, dane zbiorcze z 2018 i 2019 r. 20

Skład gatunkowy ichtiofauny rzeki Narwi w rejonie ujęcia wody chłodniczej na potrzeby Elektrowni Ostrołęka B, stan na 2019 r. 21

Wyniki odłowów dryfujących larw i wczesnych stadiów narybkowych oraz oszacowanie liczby osobników ichtioplanktonu zasysanych do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice i Elektrowni Ostrołęka B w ciągu roku 2018 i 2019 23

Elektrownia Kozienice 23

Elektrownia Ostrołęka B 25

Oszacowanie liczby larw i wczesnych form narybkowych dostających się do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice i Elektrowni Ostrołęka B w latach 2018–2019 27

Szacunkowe straty w ichtiofaunie powodowane przez Elektrownię Kozienice . . . 28

Szacunkowe straty w ichtiofaunie powodowane przez Elektrownię Ostrołęka B . . . 31

5. Wpływ elektrowni na obszary Natura 2000 32

6. Korzyści dla ichtiofauny w przypadku wyłączeń starych bloków Elektrowni Kozienice 35

Wnioski i rekomendacje 39

Bibliografia 41

Streszczenie 42

Summary 44

Przedmowa

Niniejsze opracowanie jest kolejnym głosem w dyskusji poświęconej środowiskowym skutkom funkcjonowania elektrowni węglowych. Autorzy publikacji skupiają się na zagadnieniu dotychczas pomijanym w Polsce, aczkolwiek szeroko znanym w literaturze zagranicznej - stratach ryb spowodowanych ich zasysaniem do systemów chłodzących elektrowni termicznych. W raporcie skoncentrowano się na dwóch przypadkach spośród 7 krajowych elektrowni węglowych z otwartymi systemami chłodzenia skraplaczy pary (kondensatorów) zlokalizowanych w dorzeczu Wisły. Są to stare Kozienice (bloki 1-10) i Ostrołęka B o łącznej mocy osiągalnej 3631 MW. **Trzeba jednak podkreślić, że poruszona w opracowaniu problematyka dotyczy również bloków gazowych i jądrowych. Skala oddziaływania elektrowni termicznych na organizmy wodne nie jest zależna od rodzaju paliwa, ale od zastosowanego typu systemu chłodzenia wodą kondensatorów.**

W zależności od objętości wody używanej do chłodzenia rozróżniamy trzy systemy obiegu wód chłodzących: otwarty (jednoprzepływowy), zamknięty (recyrkulacyjny) lub kombinowany (łączony). Rozwiązaniem najbardziej inwazyjnym dla ekosystemów wodnych są jednoprzepływowe układy chłodzenia. Wymagają one niejednokrotnie ponad 100 razy więcej wody niż systemy z zamkniętym obiegiem, jeśli weźmiemy pod uwagę wartości największych poborów w układzie jednoprzepływowym w stosunku do najmniejszych w układzie cyrkulacyjnym. Według badań amerykańskich pobór wody do celów chłodzenia w systemach otwartych elektrowni wynosi od 75,7 do 189,3 m^3/MWh (Macknick i wsp. 2012). Z kolei w układach zamkniętych te wartości mieszczą się w granicach 1,8 a 4,2 m^3/MWh. Jest to o tyle istotne, że niektórzy polscy operatorzy zamierzają w przyszłości zastąpić jednostki węglowe gazem. Z puntu widzenia polityki klimatycznej, w krótkiej perspektywie czasu, spowoduje to zmniejszenie emisji dwutlenku węgla. Nie przyniesie jednak większych korzyści organizmom wodnym lub wręcz pogorszy ich sytuację, jeśli otwarte układy chłodzenia nie zostaną zastąpione systemami radykalnie ograniczającymi pobór wód. W instalacjach gazowych z chłodzeniem jednoprzepływowym w zależności od rodzaju stosowanej technologii pobór wód może wynieść od 28,4 do 227,1 m^3/MWh.

Zamiana układów jednoprzepływowych na układy recyrkulacyjne spowodowałaby nie tylko zmniejszenie ilości pobieranej wody, lecz również spadek liczby unicestwionych organizmów. Wiązałaby się również ze zmniejszeniem ilości podgrzanych wód zrzucanych do rzek. Oczywiście nie rozwiązałoby to wszystkich problemów, w szczególności tych związanych z malejącymi zasobami wodnymi rzek. Dlatego najbardziej pożądanym rozwiązaniem jest nie tyle przebudowa układów chłodzenia, ale przede wszystkim rezygnacja z wodochłonnej energetyki opartej o paliwa kopalne i zastąpienie jej źródłami odnawialnymi.

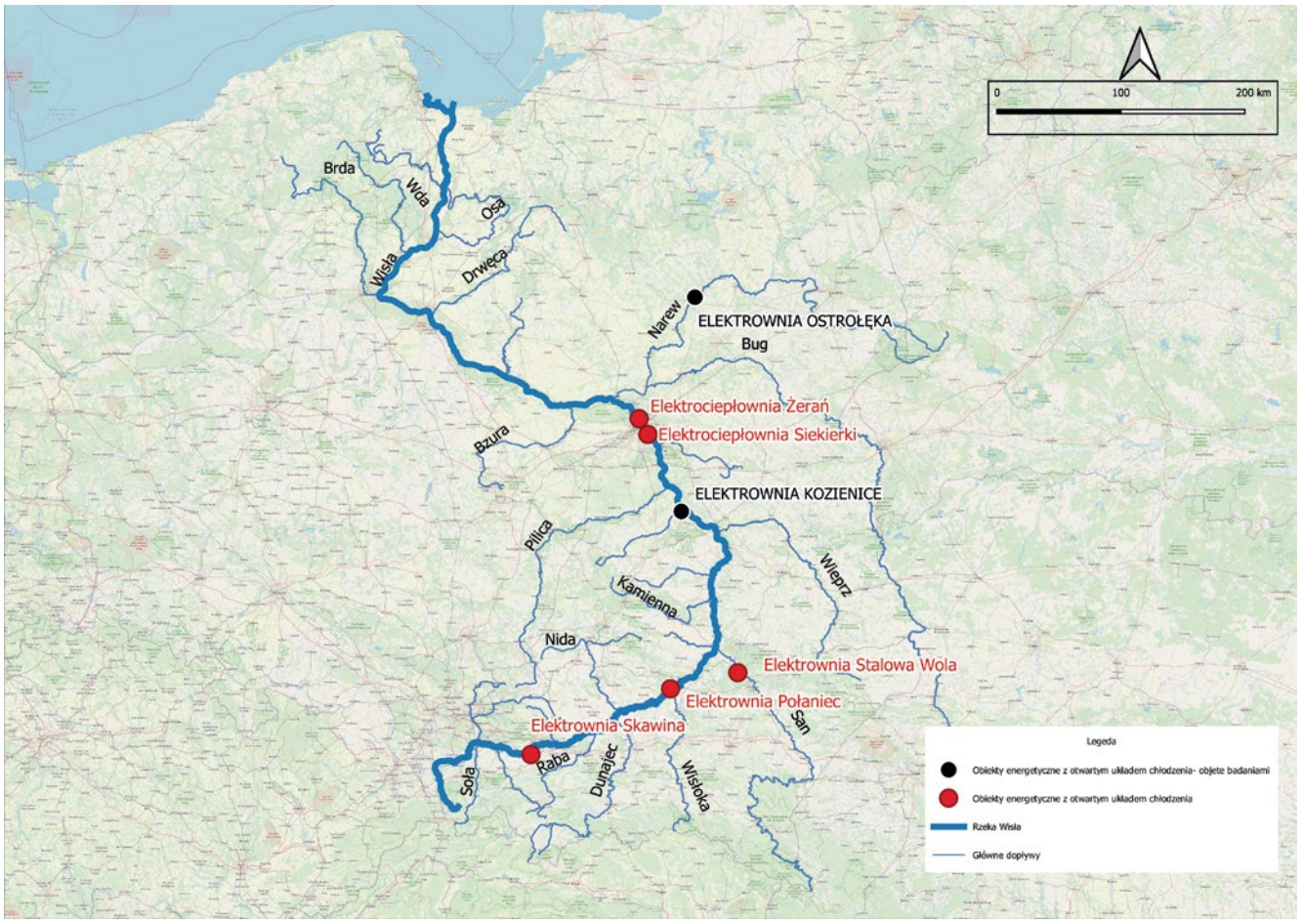
Mamy świadomość, że publikacja ta nie obejmuje wszystkich negatywnych aspektów oddziaływań elektrowni na środowisko wodne. Najważniejsze pominięte kwestie to m.in. zagrożenia/zanieczyszczenia termiczne wód oraz szeroko znane skutki oddziaływań przegród poprzecznych na rzekach (w celu umożliwienia

poboru wód przez elektrownie w dorzeczu Wisły zbudowano cztery progi wodne). Problematyka zanieczyszczeń termicznych rzek wymaga pogłębionych badań terenowych. Pełną analizą należałoby objąć docelowo wszystkie siedem obiektów energetycznych z otwartym układem chłodzenia. To pozwoliłoby na określenie zagrożeń dla egzystencji ichtiofauny w dorzeczu Wisły w obliczu postępujących zmian klimatycznych i środowiskowych.

Wpływ elektrowni termicznych na ekosystemy rzek – informacje ogólne

1

© Fot. D. Skowronek



Ryc. 1. Lokalizacja elektrowni termicznych z otwartym systemem chłodzenia w dorzeczu Wisły.

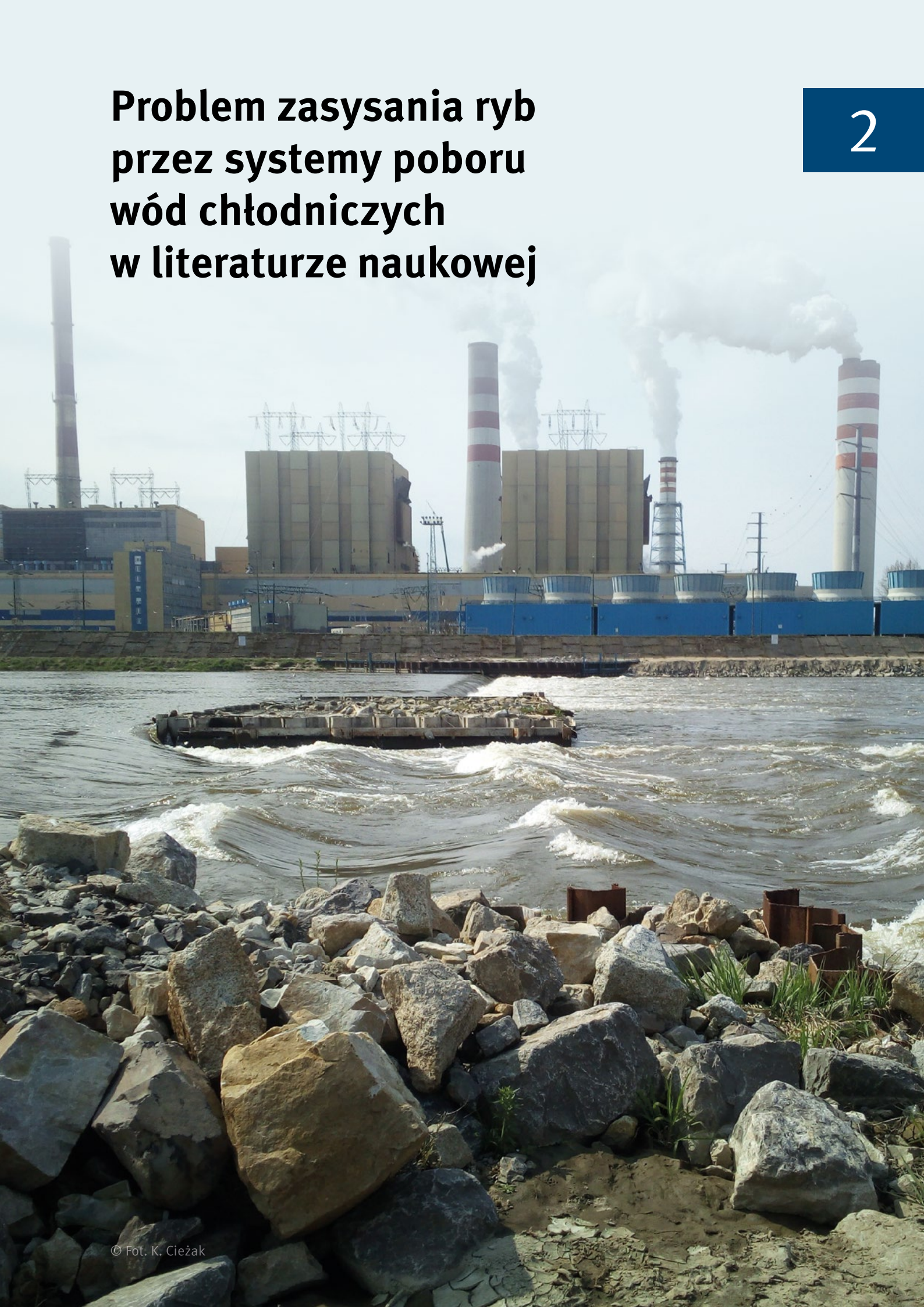
Elektrownie termiczne (węglowe, jądrowe czy gazowe) wyposażone w **otwarty system chłodzenia** skraplaczy zużywają bardzo duże ilości wody. Z tego powodu budowane są zawsze w bezpośredniej bliskości dużych rzek. Zapotrzebowanie elektrowni termicznych na wodę zależy od ich mocy i w warunkach polskich waha się od 8 do 100 metrów sześciennych na sekundę. Największa polska elektrownia na węgiel kamienny w Kozienicach w latach 2018 do 2019 pobrała **z rzeki Wisły ponad 3 mld metrów sześciennych wody**. Do tego bilansu należy także dodać pobór wody przez inne duże obiekty energetyczne z otwartym systemem chłodzenia zlokalizowane w dolinie Wisły, takie jak Elektrownia Skawina, Elektrownia Połaniec, Elektrociepłownia Siekierki oraz Elektrociepłownia Żerań. Tak duży pobór wód przez elektrownie termiczne ma bardzo duży wpływ na ekosystem rzek. Ten negatywny efekt przejawia się głównie w następujący sposób:

1. Unicestwienie wszelkich organizmów zassanych wraz z wodą do systemów chłodzących elektrowni (ryby, płazy, owady, skorupiaki, mięczaki etc.).
2. Drastyczna zmiana reżimu termicznego rzeki poniżej ujścia wód pochłodniczych (podgrzanie rzeki) skutkująca zmianą warunków bytowania roślin i zwierząt.
3. Unicestwienie wszelkich organizmów dryfujących z prądem wody (ichtioplanktonu etc.) po dostaniu się w strugę gorących ścieków z elektrowni.
4. Zaburzenie ciągłości ekologicznej rzeki poprzez budowle hydrotechniczne piętrzące wodę dla potrzeb elektrowni (Skawina, Połaniec, Kozienice, Ostrołęka B) i zablokowanie bądź upośledzenie migracji fauny wodnej.

Problemy przedstawione powyżej były i są przedmiotem intensywnych badań naukowych, zwłaszcza w USA, gdzie problem elektrowni termicznych z otwartym systemem chłodzenia jest bardzo poważny i, co najważniejsze, dostrzeżony. Problem ten nie był jak do tej pory szeroko badany i dyskutowany w Polsce. Dobrze zbadano jedynie zagadnienie zmian w Jeziorach Konińskich narażonych na efekt podgrzania przez Elektrownie Pątnów, Adamów i Konin, pracujące w tym rejonie (Wilkońska 1988, Wilkońska 1994, Stawecki i wsp. 2007, Najberek i Solarz 2011, Pyka i wsp. 2013,Kapusta i Bogacka-Kapusta 2015, Kapusta i wsp. 2017).

Problem zasysania ryb przez systemy poboru wód chłodniczych w literaturze naukowej

2

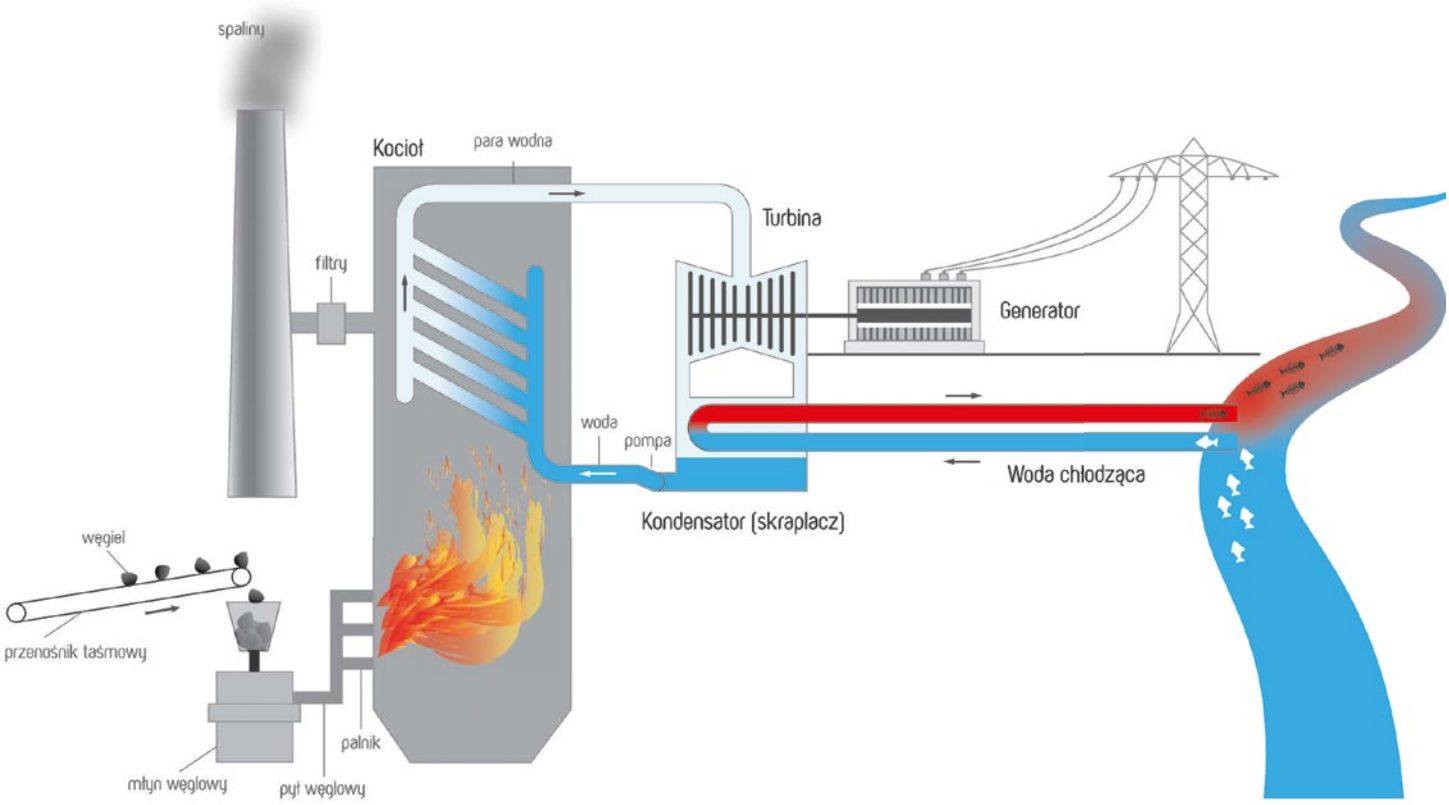


© Fot. K. Cieżak

Problematyka zabijania ryb przez pobór wody z rzek czy mórz do systemów chłodzących elektrowni przyciąga uwagę wielu naukowców i jest studiowana od kilku dziesięcioleci (Hanson i wsp. 1977, Barnthouse i Van Winkle 1988, Boreman i Goodyear 1988, Hillbricht-Ilkowska i Zdanowski 1988, Carter i Reader 2000, Barnthouse 2000, Greenwood 2007, White i wsp. 2010, Barnthouse 2013). Wykazano ponad wszelką wątpliwość, że o ile systemy chroniące ujęcia wód są stosunkowo skuteczne w przypadku ryb dużych, to w przypadku ryb niewielkich rozmiarów, a zwłaszcza ichtioplanktonu (ikra, larwy, narybek 0+) są całkowicie nieprzydatne. Silny prąd pobieranej wody zasysa i „przykleja" do krat ryby o słabszych zdolnościach pływackich, natomiast najmniejsze z nich przechodzą przez systemy zabezpieczające i dostają się do systemów chłodniczych, w których giną. Nieskuteczność barier mechanicznych ochraniających systemy ssące związana jest z koniecznością doboru takiego rozstawu krat (szczelin), aby nie hamowały one przepływu wody i nie były narażone na ciągłe blokowanie przez materiał unoszony przez nurt wody (gałęzie, liście, śmieci). Efektu nie przynoszą też różnego rodzaju bariery elektryczne, gdyż efekt działania prądu elektrycznego na ryby zależy od długości ich ciała. Carter i Reader (2000) wykazali 100% podatność na zassanie i 100% śmiertelność narybku 0+ wszelkich ryb karpiowatych zassanych do systemów chłodzących elektrowni na rzece Trent w Wielkiej Brytanii. Jacobson i wsp. (2004) badając przez wiele lat wpływ elektrowni Connecticut Yankee na ichtiofaunę rzeki Connecticut ocenili, że 4% ikry i larw ryb przepływających obok elektrowni jest zasysane i zabite w systemie chłodniczym elektrowni. W innym przypadku, dotyczącym rzeki Hudson, Boreman i Goodyear (1998) oszacowali straty w rybostanie (9 gatunków) będące efektem pracy 5 elektrowni pracujących w systemie otwartym oraz 3 elektrowni pracujących w systemie zamkniętym. Wykazano, że w przypadku otwartego systemu chłodzenia, straty w populacji poszczególnych gatunków wynoszą od 10 do 79%. Straty w populacji spowodowane przez elektrownie z zamkniętym systemem chłodzenia były o 30 do 90% niższe w zależności od badanego gatunku ryb. Wykazano również, że najbardziej podatne na zassanie i zagrożone są młodociane stadia rozwojowe (wylęg i narybek).

W Wielkiej Brytanii, a jeszcze wyraźniej w USA (Sierra Club 2011, Union of Concerned Scientists 2011) hekatomba ryb w systemach chłodniczych elektrowni posadowionych nad rzekami Missisipi czy Ohio przybrała takie rozmiary, że administracja rządowa USA już od 1972 roku wydaje i nowelizuje kolejne akty prawne, mające wymusić na operatorach siłowni termicznych wprowadzenie kolejnych zabezpieczeń, aby ograniczyć ten problem (Barnthouse 2013). Dla pobudzenia wyobraźni wystarczy przytoczyć przykład jednej z siłowni termicznych w Wielkiej Brytanii (2400 MW), gdzie w ciągu jednego roku system chłodzący zabił 56 milionów szt. ryb ważących łącznie 258 ton (Greenwood 2007). Podobne dane pochodzą z innych elektrowni. Badania elektrowni Sizewell w Suffolk (Wielka Brytania)

wykazały straty w ilości 66 ton ryb rocznie, których rynkowa wartość wyniosła 28 tys. funtów, a dotyczy to tylko ryb zabitych na filtrach bębnowych (Turnpenny i Taylor. 2000). W USA oszacowano, że średniej wielkości elektrownia zabija na samych tylko kratach (nie licząc ichtioplanktonu zassanego do systemu) od 100 tys. do 20 mln ryb w klasie wielkości 40-100 mm w zależności od miejsca posadowienia elektrowni (Hanson i wsp. 1977). Na pytanie, jaka jest ilość zniszczonej ikry, larw i narybku, nie sposób odpowiedzieć.



Ryc. 2. Schemat ideowy elektrowni węglowej z otwartym układem chłodzenia na podstawie https://cutt.ly/lthCjMi.

Metodyka badań

3

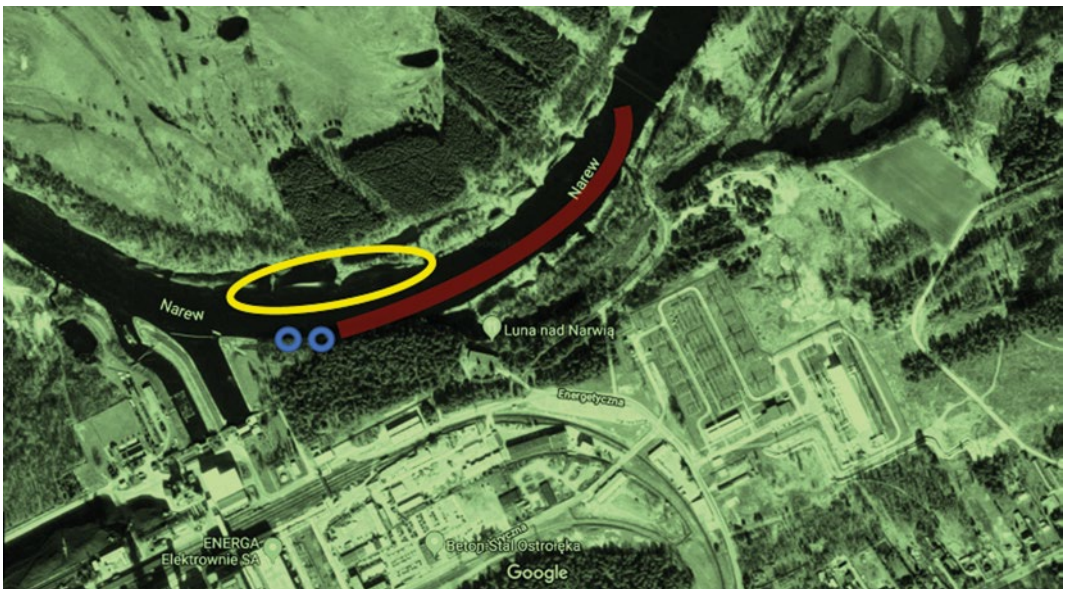
© Fot. D. Skowronek

Badania ichtiofauny Wisły w rejonie Elektrowni Kozienice i ichtiofauny Narwi przy Elektrowni Ostrołęka B oraz ilości larw i wczesnych form narybkowych ryb (ichtioplanktonu) zasysanego przez systemy chłodzące tych elektrowni przeprowadziła Pracowania Ekspertyz i Badań Ichtiologicznych PEBI sp. z o.o. z Krakowa przy pomocy trzech różnych metod połowowych:

1. elektropołowy z łodzi,
2. połowy sieciowe narzędziami ciągnionymi (włok drobnicowy),
3. narzędzia pułapkowe.

Badania w Kozienicach prowadzono w latach 2018 i 2019, zaś w Ostrołęce tylko raz, w roku 2019. W obu przypadkach wykonywano je czterokrotnie w ciągu roku w okresie od kwietnia do połowy lipca. Okres ten wybrano ze względu na fakt, iż praktycznie wszystkie gatunki występujące w Wiśle i Narwi odbywają swoje tarło w okresie wiosenno-letnim. Elektropołowy oraz połowy włokiem drobnicowym miały na celu określenie składu gatunkowego ichtiofauny oraz określenie jej struktury ilościowej. Odłowy dryfujących larw i wczesnych form narybkowych za pomocą pułapek miały za zadanie oszacowanie ilości ichtioplanktonu (larwy ryb i wczesne formy narybkowe), jaki dostaje się wraz z nurtem Wisły lub Narwi do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice i Ostrołęka B. Na mapach satelitarnych (ryc. 3 i 4) przedstawiono schematycznie rejon badań na Wiśle i Narwi.

Ryc. 3. Lokalizacja punktów badawczych ichtiofauny w rejonie Elektrowni Kozienice. Czerwone kółka przedstawiają miejsce posadowienia pułapek na dryfujące larwy. Niebieska szeroka linia obrazuje trasę spływu łodzią i elektropołowów. Niebieska elipsa wskazuje rejon odłowów sieciowych (włokiem). Źródło google.pl/maps



Ryc. 4. Lokalizacja punktów badawczych ichtiofauny w rejonie Elektrowni Ostrołęka B. Niebieskie kółka przedstawiają miejsce posadowienia pułapek na dryfujące larwy. Czerwona szeroka linia obrazuje trasę spływu łodzią i elektropołowów. Żółta elipsa wskazuje rejon odłowów sieciowych (włokiem). Źródło gogle.pl/maps

Elektropołowy

Elektropołów z łodzi został przeprowadzony zgodnie z procedurą pobierania próbek ryb przy pomocy elektryczności (PN-EN 14011). Ryby odławiano przy pomocy stacjonarnego elektrycznego urządzenia połowowego DEKA 5000 (DEKA *Gerätebau*, Marsberg, Niemcy) zasilanego agregatem prądotwórczym. Uzyskiwano prąd impulsowy o napięciu w szczycie impulsu wynoszącym 350 V i natężeniu 8-10 A. Odłowów ryb dokonywano podczas swobodnego dryfu łodzi przy lewym brzegu Wisły lub Narwi powyżej obu elektrowni na odcinku ok. 800 m. Po zakończeniu połowu ryby były sukcesywnie znieczulane w wodnym roztworze 2-fenoksyetanolu (3 ml/10 l wody). Po identyfikacji gatunku, zmierzeniu *(longitudo totalis)* z dokładnością do 0,2 cm i zważeniu (dokł. do 1 g) ryby były wybudzane z narkozy i następnie wypuszczane w stanie nienaruszonym do łowiska. Dodatkowo mierzono temperaturę wody i powietrza, mierzono przewodność elektryczną wody, notowano pozycję GPS i wysokość nad poziomem morza, określano strukturę dna, charakter brzegów, stan wody i najbliższego otoczenia oraz wykonywano dokumentację fotograficzną. Wyniki odłowów i pomiarów w terenie nanoszono na standardowe protokoły terenowe. Ogółem dokonano 6 odłowów na Wiśle i 2 odłowy na Narwi.

Fot. 1. Widok na Elektrownię Kozienice z rejonu eletropołowu z łodzi.

Fot. 2. Widok na ujęcie wody dla Elektrowni Ostrołęka B.

Połów sieciowy za pomocą włoka drobnicowego

Odłowy sieciowe przeprowadzono za pomocą włoka drobnicowego o długości 18 m (2 skrzydła 6 × 2 m i matnia 6 × 4 m), wykonanego z bezwęzłowej nylonowej tkaniny sieciowej o boku oczka równym 6 mm. Ryby odławiano wykonując zaciąg włoka zgodnie z nurtem płynącej wody, na granicy nurtu i stojącej wody na piaszczystym odsypisku utworzonym pomiędzy ostrogami rzecznymi. Głębokość wody w miejscu łowienia wynosiła od ok. 60 cm do 120 cm. Włok prowadzono w przybliżeniu równolegle do brzegu, na odcinku ok. 50 m, pobierając próbę

z powierzchni w przybliżeniu 600 m². Na końcu transektu sieć wraz z odłowionymi rybami wyciągano na piaszczysty brzeg. Po identyfikacji gatunku i zmierzeniu długości ciała (lt) ryby w stanie nienaruszonym wypuszczano na wolność w miejscu złowienia. Połowy włokiem przeprowadzono sześciokrotnie na Wiśle i dwukrotnie na Narwi.

Fot. 3. Połów ryb włokiem drobnicowym na Wiśle w Kozienicach.

Połów dryfujących larw i wczesnych form narybkowych (ichtioplankton)

Połowów dryfujących larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny dokonywano w trybie dobowym, czterokrotnie w ciągu roku na każdej z rzek, w okresie od kwietnia do lipca. Specjalne pułapki (2 zestawy) do połowu dryfujących larw i wczesnych form narybkowych ryb (ichtioplanktonu) wykonano z gazy młyńskiej o oczku 507 μm (0,507 mm). Długi na 220 cm worek z gazy młyńskiej rozpięty był na ramie stalowej o wymiarach 250 × 500 mm (1250 cm²). Pułapki montowano przy lewym brzegu Wisły i Narwi na głębokości ok. 0,8-1 m tuż powyżej ujęcia wody chłodniczej do elektrowni. Pułapki eksponowano przez 15 min. W celu dokładnego określenia okresu dryfu larw i narybku na przestrzeni doby połowy pułapkowe przeprowadzano 6 razy w ciągu doby: trzy razy w ciągu dnia (godzinę po wschodzie słońca, w południe i godzinę przed zachodem słońca) oraz trzy razy w nocy (godzinę po zachodzie słońca, o północy oraz ok. godzinę przed wschodem słońca). Uzyskany tą drogą materiał dryfujący (materiał roślinny, owady oraz ryby) przenoszono do szklanych słoi i utrwalano formaliną (4%). Po zakończeniu pobierania prób w miejscu posadowienia pułapek mierzono prędkość prądu wody za pomocą młynka hydrometrycznego (typ olejowy, model He-Ga 1, nr seryjny 213, średnica wirnika fi 50 mm). Po zakończeniu badań i przepłukaniu

prób przeglądano je pod lupą w celu odseparowania larw ryb, które liczono, mierzono i fotografowano. Znając czas pobierania prób, powierzchnię łowną pułapki oraz prędkość prądu wody obliczono jej objętość, z której odłowiono daną liczbę larw. Te dane zostały następnie skonfrontowane z ilością wody pobieranej przez elektrownię. Szczegóły obliczeń przedstawiono w rozdziale „Wyniki”.

Fot. 4. Zakładanie pułapek na ichtioplankton w porze dziennej.

Fot. 5. Zakładanie pułapek na ichtioplankton w porze nocnej.

Fot. 6. Próbka dryfu pobrana na Narwi w ciągu dnia.

Fot. 7. Identyfikacja gatunkowa ryb odłowionych włokiem drobnicowym w rejonie Elektrowni Kozienice.

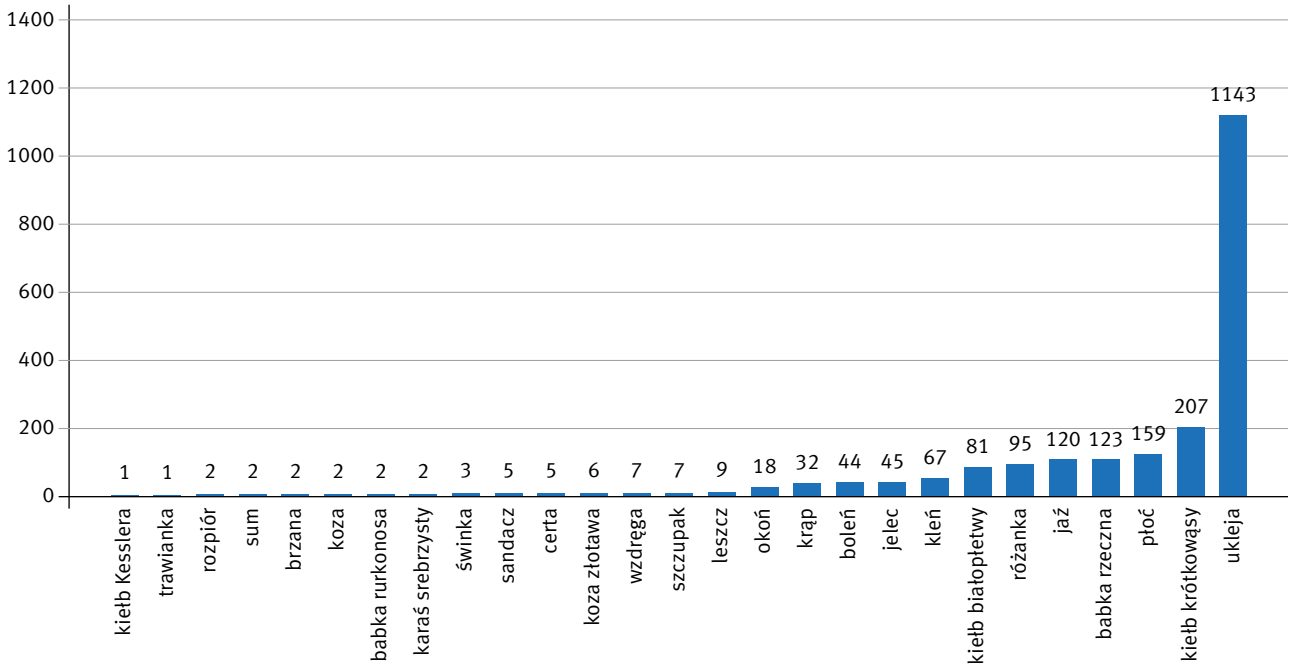
Wyniki

4

© Fot. D. Skowronek

Skład gatunkowy ichtiofauny rzeki Wisły w rejonie ujęcia wody chłodniczej na potrzeby Elektrowni Kozienice, dane zbiorcze z 2018 i 2019 r.

Poniższe dane są kompilacją wyników uzyskanych drogą elektropołowów i odłowów sieciowych przeprowadzonych wielokrotnie w 2018 i 2019 r. Przedstawiają one łączną liczbę gatunków obecnych w Wiśle oraz udział poszczególnych gatunków w stwierdzonym w Wiśle zespole ryb. Dzięki tak przeprowadzonym badaniom (6 elektropołowów i 6 połowów włokiem) w ciągu 2 lat, w różnych porach roku uzyskano stosunkowo kompletną listę gatunków występujących w Wiśle w rejonie Elektrowni Kozienice. Stwierdzono tu bytowanie **27 gatunków ryb**, w tym 6 z Załączników II i V Dyrektywy Siedliskowej oraz 5 objętych ochroną gatunkową, a także 4 gatunki obce. Listę gatunków, ich liczebność oraz udział procentowy w zespole ryb przedstawiono w tab. 1 i graficznie na ryc. 5.



Ryc. 5. Sumaryczne zestawianie liczby osobników poszczególnych gatunków ryb odłowionych w trakcie badań w 2018 i 2019 r. w rejonie Elektrowni Kozienice.

Tab. 1. Sumaryczne zestawienie składu gatunkowego ichtiofauny Wisły, liczebności, udziału w zespole ryb oraz różnych form ochrony (DS – Dyrektywa Siedliska, IUCN – Czerwona Lista, OG – ochrona gatunkowa) poszczególnych gatunków w odłowach elektrycznych i sieciowych przeprowadzonych w latach 2018–2019. Kolorem żółtym zaznaczono gatunki objęte ochroną prawem krajowym i/lub UE. Kolorem czerwonym zaznaczono gatunki obce.

Lp.	Gatunek	Liczba osobników (n)	Udział w zespole (%)	DS	IUCN	OG
1	Ukleja *Alburnus alburnus*	1143	52,19	–	LC	Nie
2	Kiełb krótkowąsy *Gobio gobio*	207	9,45	–	LC	Nie
3	Płoć *Rutilus rutilus*	159	7,26	–	LC	Nie
4	Babka rzeczna *Neogobius fluviatilis*	123	5,62	–	obcy	Nie
5	Jaź *Leuciscus idus*	120	5,48	–	LC	Nie
6	Różanka *Rhodeus amarus*	95	4,34	Zał. II	VU	Tak
7	Kiełb białopłetwy *Romanogobio belingi*	81	3,70	Zał. II	VU	Tak
8	Kleń *Squalius cephalus*	67	3,06	–	LC	Nie
9	Jelec *Leuciscus leuciscus*	45	2,05	–	NT	Nie
10	Boleń *Aspius aspius*	44	2,01	Zał. V	NT	Nie
11	Krąp *Blicca bjoerkna*	32	1,46	–	LC	Nie
12	Okoń *Perca fluviatilis*	18	0,82	–	LC	Nie
13	Leszcz *Abramis brama*	9	0,41	–	LC	Nie
14	Szczupak *Esox lucius*	7	0,32	–	LC	Nie
15	Wzdręga *Scardinius erythrophthalmus*	7	0,32	–	LC	Nie
16	Koza złotawa *Sabanejewia baltica*	6	0,27	–	VU	Tak
17	Certa *Vimba vimba*	5	0,23	–	CR	Nie
18	Sandacz *Sander lucioperca*	5	0,23	–	LC	Nie
19	Świnka *Chondrostoma nasus*	3	0,14	–	EN	Nie
20	Karaś srebrzysty *Carassius gibelio*	2	0,09	–	obcy	Nie
21	Babka rurkonosa *Proterorhinus semilunaris*	2	0,09	–	obcy	Nie
22	Koza pospolita *Cobitis taenia*	2	0,09	Zał. II	LC	Tak
23	Brzana *Barbus barbus*	2	0,09	Zał. V	NT	Nie
24	Sum *Silurus glanis*	2	0,09	–	LC	Nie
25	Rozpiór *Ballerus ballerus*	2	0,09	–	LC	Nie
26	Trawianka *Perccottus glenii*	1	0,05	–	obcy	Nie
27	Kiełb Kesslera *Romanogobio kesslerii*	1	0,05	Zał. II	NT	Tak
		2190	**100,00**			

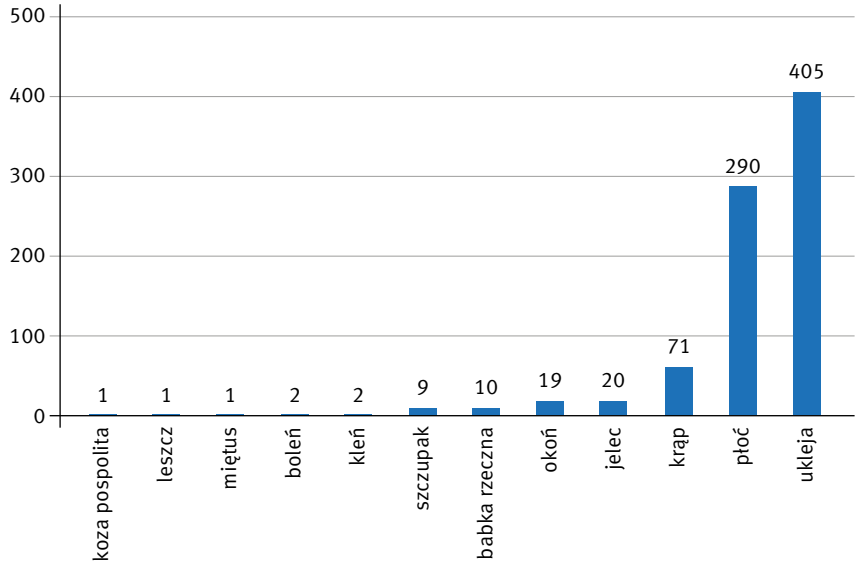
Skład gatunkowy ichtiofauny rzeki Narwi w rejonie ujęcia wody chłodniczej na potrzeby Elektrowni Ostrołęka B, stan na 2019 r.

Poniższe dane przedstawiają wyniki 2 sesji odłowowych przeprowadzonych w czerwcu i lipcu 2019 roku, składających się z elektropołowów i połowów włokiem drobnicowym. Wyniki wszystkich odłowów posłużyły do przedstawienia kompleksowego obrazu struktury gatunkowej i ilościowej ichtiofauny rzeki Narwi w rejonie Elektrowni Ostrołęka B. W trakcie badań odłowiono ogółem 831 osobników

ryb należących do **12 gatunków**. Najliczniej reprezentowana była ukleja, która stanowiła 48,74% wszystkich złowionych ryb. Na kolejnych miejscach uplasowały się płoć (34,9%) oraz krąp (8,54%). Szczegółowy skład i strukturę ichtiofauny przedstawiono w tab. 2 oraz graficznie na ryc. 6. W składzie gatunkowym znajduje się jeden gatunek chroniony prawem krajowym (koza pospolita), jeden gatunek z II Załącznika Dyrektywy Siedliskowej UE (boleń) oraz jeden gatunek obcy/inwazyjny - babka rzeczna.

Tab. 2. Skład gatunkowy, liczebność oraz udział poszczególnych gatunków ryb odłowionych w Narwi w Ostrołęce w 2019 r. (dane zbiorcze z 4 odłowów elektrycznych i sieciowych). Kolorem żółtym zaznaczono gatunki prawnie chronione, naturowe oraz o podwyższonym statusie zagrożenia IUCN. Kolorem czerwonym zaznaczono gatunki obce.

Lp.	Gatunek	Liczba odłowionych osobników (n)	Udział w zespole ryb (%)	DS	IUCN	OG
1	Ukleja *Alburnus alburnus*	405	48,74	–	LC	Nie
2	Płoć *Rutilus rutilus*	290	34,90	–	LC	Nie
3	Krąp *Blicca bjoerkna*	71	8,54	–	LC	Nie
4	Jelec *Leuciscus leuciscus*	20	2,41	–	NT	Nie
5	Okoń *Perca fluviatilis*	19	2,29	–	LC	Nie
6	Babka rzeczna *Neogobius fluviatilis*	10	1,20	–	obcy	Nie
7	Szczupak *Esox lucius*	9	1,08	–	LC	Nie
8	Kleń *Leuciscus cephalus*	2	0,24	–	LC	Nie
9	Boleń *Aspius aspius*	2	0,24	Zał. V	NT	Nie
10	Miętus *Lota lota*	1	0,12	–	LC	Nie
11	Leszcz *Abramis brama*	1	0,12	–	LC	Nie
12	Koza pospolita *Cobitis taenia*	1	0,12	Zał. II	LC	Tak
		831	**100**			



Ryc. 6. Skład gatunkowy oraz liczebność ryb stwierdzonych podczas 2 sesji połowów w rejonie Elektrowni Ostrołęka B w czerwcu i lipcu 2019 r. (dane zbiorcze z elektropołowów i połowów sieciowych).

Wyniki odłowów dryfujących larw i wczesnych stadiów narybkowych oraz oszacowanie liczby osobników ichtioplanktonu zasysanych do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice i Elektrowni Ostrołęka B w ciągu roku 2018 i 2019

Elektrownia Kozienice

Dryfowanie larw ryb z prądem wody jest naturalną metodą migracji ryb do odpowiednich siedlisk w celu utrzymywania/powiększania zasięgu występowania danego gatunku. Ze względu na fakt, iż wszystkie gatunki ryb występujące w Wiśle w rejonie Kozienic odbywają tarło w okresie wiosenno-letnim (połowa marca - początek lipca) połowy dryfujących z prądem wody larw i wczesnych stadiów narybkowych przeprowadzono od początku kwietnia do lipca.

© Fot. T. Mikołajczyk

Fot. 8. Porównanie próby dryfu pobranego przed elektrownią (po lewej) pełnego substancji organicznych, larw owadów i ryb z próbą pobraną poniżej zrzutu wód pochłodniczych Elektrowni Kozienice (po prawej) praktycznie pozbawionej życia biologicznego.

Uzyskane dane potwierdzają wyniki wcześniejszych doniesień naukowych, że bierna migracja larw ryb (dryf z prądem wody) ma miejsce prawie wyłącznie w nocy. Jest to związane ze strategią przetrwania larw i unikania zagrożeń ze strony drapieżników. Jakkolwiek podczas fazy jasnej (o świcie) udało się niekiedy odłowić pojedyncze osobniki larw ryb to ich liczba pozyskana w fazie nocnej była od kilkunastu do kilkudziesięciu razy większa. Szczegóły odnośnie liczby odłowionych larw w poszczególnych latach, cyklach badań i porach doby zaprezentowano w tab. 3 i 4. Pozyskane larwy i wczesne formy narybkowe przedstawiono na fot. 9 i 10.

Jak można zauważyć, szczyt migracji (dryfu) larw ryb w 2019 roku podobnie jak w roku 2018 przypada na czerwiec. Liczba pozyskanych larw w tym okresie badań była ponad 20 razy wyższa niż w kwietniu i kilka razy wyższa niż w lipcu. Potwierdzono po raz kolejny, że dryf odbywa się prawie wyłącznie w fazie ciemnej doby, choć w okresie kwietniowej migracji (najniższa temperatura wody

i najkrótszy dzień) udało się złowić podobną liczbę osobników w dzień jak i w nocy. Wyniki z późniejszych miesięcy jednoznacznie wskazują na to, że dryf odbywa się z podobnym natężeniem przez całą noc i powoli zanika wraz ze wschodem słońca. Połowów dryfujących larw dokonano także dwukrotnie (maj i czerwiec) **poniżej ujścia podgrzanej wody chłodniczej** z Elektrowni Kozienice. W obu przypadkach w pobranych próbach dryfu **nie stwierdzono obecności żadnych larw ryb** (fot. 8).

Tab. 3. Liczba larw i wczesnych form narybkowych (‹30 mm) ryb stwierdzonych w 2 pułapkach w czasie badań pilotowych w 2018 roku.

Data połowów	Liczba odłowionych osobników larw i wczesnych form narybkowych (‹30 mm) w 2018 r.			
	świt	dzień	noc	
15 V	2	0	15	
11 VI	6	0	71	61
5 VII	1	0	12	
1 X	0	0	0	

Tab. 4. Liczba larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny odłowionych tuż powyżej ujęcia wód powierzchniowych do elektrowni Kozienice w trakcie badań w 2019 r.

Data połowów	Liczba odłowionych osobników larw i wczesnych form narybkowych (‹30 mm) w 2019 r.						Średnia liczba larw w nocy
	Dzień			Noc			
	świt	południe	wieczór	po zmierzchu	północ	przed świtem	
27 IV	5	1	3	4	4	3	3,66
29 V	0	0	0	77	74	43	64,66
24 VI	1	0	0	84	99	95	92,66
06 VII	0	1	1	28	9	10	15,66

Fot. 9. Larwy nieoznaczonych gatunków wypreparowane z pierwszej próby nocnej pobranej w Kozienicach 12 czerwca 2018 r.

Fot. 10. Wczesne formy narybkowe ryb oraz larwy nieoznaczonych gatunków wypreparowane z drugiej próby nocnej pobranej w Kozienicach 24 czerwca 2019 r.

Elektrownia Ostrołęka B

Ze względu na fakt, iż niemal wszystkie gatunki ryb występujące w Narwi w rejonie Ostrołęki (oprócz miętusa) odbywają tarło w okresie wiosenno-letnim (koniec marca - początek lipca) połowy dryfujących z prądem wody larw i wczesnych stadiów narybkowych przeprowadzono, podobnie jak w Wiśle, w okresie od kwietnia do lipca 2019 r. Wyniki jednoznacznie wskazują na to, że dryf, analogicznie jak na Wiśle, odbywa się z podobnym natężeniem przez całą noc i powoli zanika wraz ze wschodem słońca. Szczegóły odnośnie liczby odłowionych larw w poszczególnych cyklach badań i porach doby przedstawiono w tab. 5.

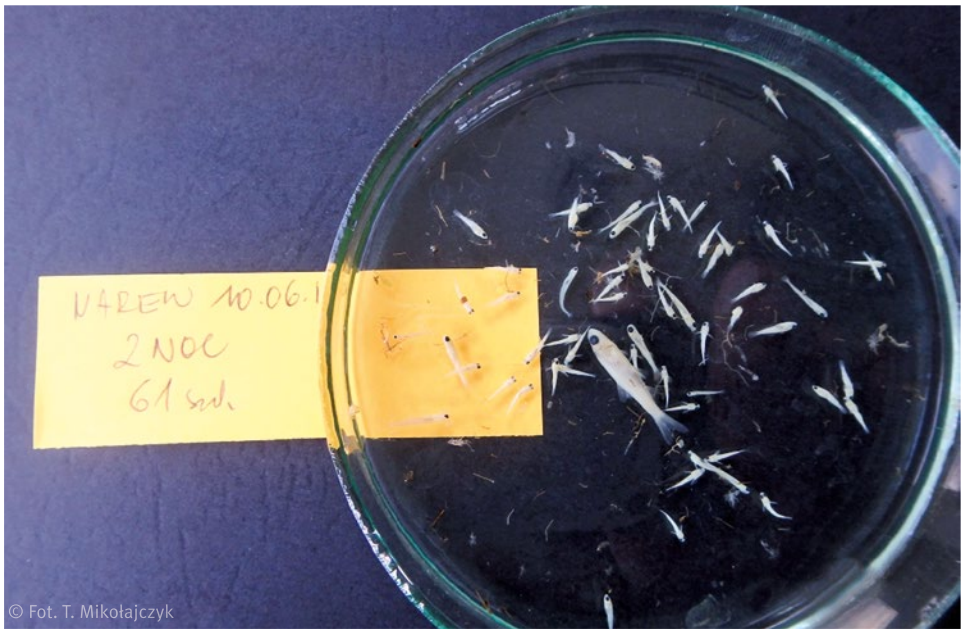
Tab. 5. Liczba larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny odłowionych tuż powyżej ujęcia wód powierzchniowych do Elektrowni Ostrołęka B w trakcie badań w 2019 r.

Data połowów	Liczba odłowionych larw						Średnia liczba larw w nocy
	Dzień			Noc			
	świt	południe	wieczór	po zmierzchu	północ	przed świtem	
28 IV	4	5	4	74	62	125	87,0
23 V	1	1	0	10	12	4	8,66
10 VI	0	3	3	73	61	94	76,0
05 VII	10	0	0	39	14	43	32,0

Jak można zauważyć, szczyt migracji (dryfu) larw ryb w Narwi przypada na kwiecień, na drugim miejscu jest czerwiec. Niewielka liczba larw dryfujących w maju spowodowana była najprawdopodobniej bardzo niskimi stanami wód

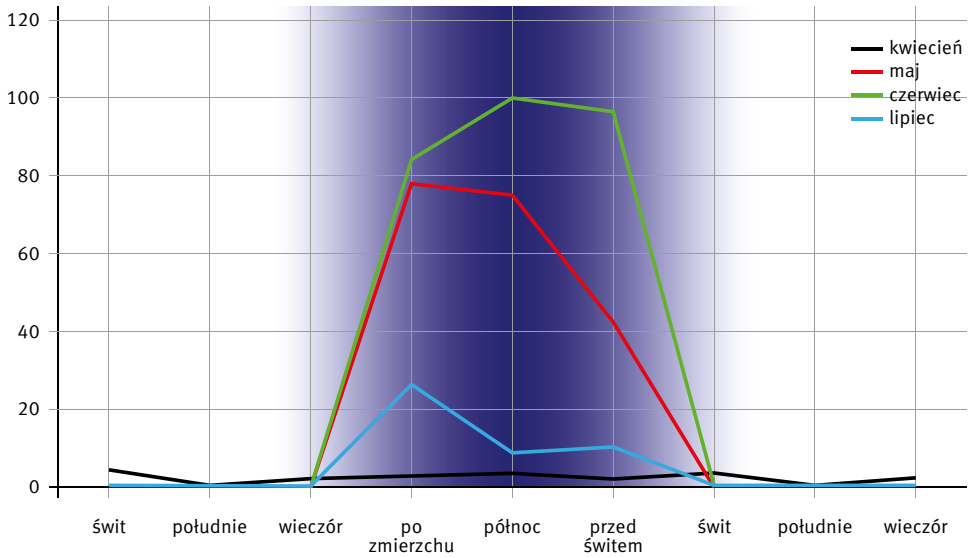
Narwi, wywołanymi długotrwałą suszą w tym regionie Polski. Warty odnotowania jest fakt, że intensywny dryf larw odbywa się również w pierwszej dekadzie lipca, co świadczy o długim okresie rozrodczym niektórych gatunków ryb bytujących w Narwi.

Fot. 11. Larwy nieoznaczonych gatunków ryb wypreparowane z 3 próby nocnej (przed świtem) pobranej w Ostrołęce w kwietniu 2019 r.

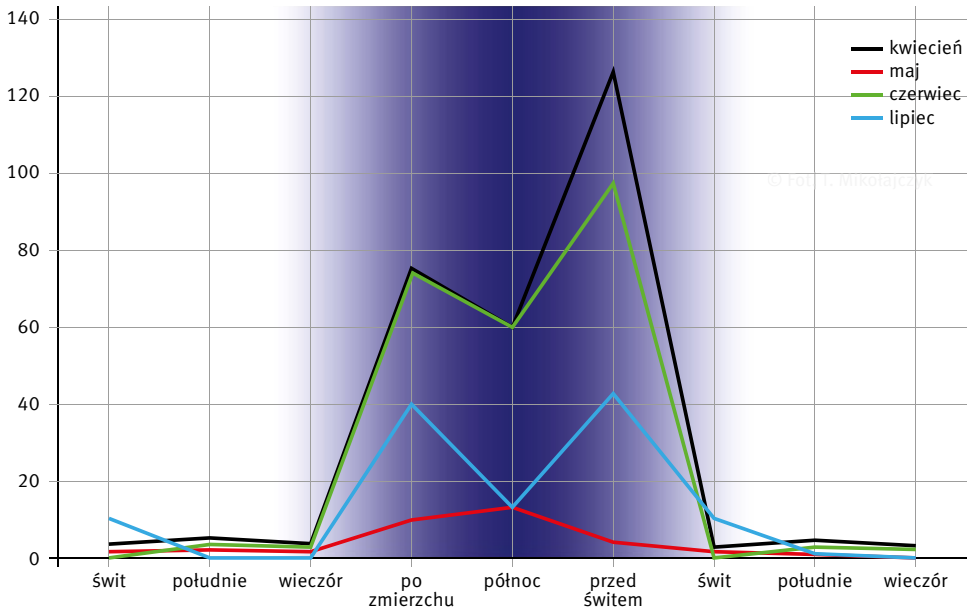


Fot. 12. Larwy nieoznaczonych gatunków i wczesne formy narybkowe wypreparowane z drugiej próby nocnej (północ) w Ostrołęce w czerwcu 2019 r.

Na ryc. 7 i 8 zaprezentowano graficznie natężenie dryfu larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny w Wiśle i Narwi stwierdzone w trakcie badań w 2019 r.



Ryc. 7. Dobowa dynamika dryfu larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny w poszczególnych miesiącach badań na Wiśle w Kozienicach w 2019 r.



Ryc. 8. Dobowa dynamika dryfu larw i wczesnych form narybkowych ichtiofauny w poszczególnych miesiącach badań na Narwi w Ostrołęce w 2019 r.

Oszacowanie liczby larw i wczesnych form narybkowych dostających się do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice i Elektrowni Ostrołęka B w latach 2018–2019

Do obliczenia ilości larw i narybku zabijanego w systemach chłodzących obu elektrowni zastosowano uzyskane wyniki odłowów i pomiarów dokonanych w terenie oraz dane udostępnione przez Mazowiecki Urząd Marszałkowski dotyczące ilości wody pobranej przez elektrownie z Wisły i Narwi. Poniżej przedstawiono wszystkie czynniki, dane empiryczne i założenia, które wykorzystano do wykonania obliczeń:

1. Ilość wody ($m^3 \cdot s^{-1}$) realnie pobrana przez Elektrownię Kozienice lub Ostrołęka B (dane Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego).
2. Czas trwania połowów pułapkowych - 15 min.
3. Liczba pułapek - 2 szt.
4. Powierzchnia gardzieli pułapki - 1250 cm^2.
5. Prędkość nurtu wody przy wlocie do pułapek - ($m \cdot s^{-1}$, każdy pobór prób mierzony indywidualnie).
6. Objętość wody, jaka przepłynęła przez pułapki i z jakiej uzyskano daną liczbę larw obliczona na podstawie danych z punktów 2, 3, 4, 5.
7. Liczba larw i wczesnych form narybkowych odłowiona w pułapkach.
8. Dryf larw odbywa się tylko w ciemnej fazie doby. Średnia długość nocy w poszczególnych miesiącach badań:
    - kwiecień 10 godz. (30 dni),
    - maj - 8,5 godz. (31 dni),
    - czerwiec - 7,5 godz. (30 dni),
    - lipiec - 8,5 godz. (15 dni).
9. Ilość miesięcy, podczas których dryfują larwy - 3,5 (kwiecień, maj, czerwiec, ½ lipiec).

*) Szczegółowe dane i obliczenia znajdują się w archiwum Pracowni Ekspertyz i Badań Ichtiologicznych PEBI, ul. Lea 236/9, 30-133 Kraków.

Szacunkowe straty w ichtiofaunie powodowane przez Elektrownię Kozienice

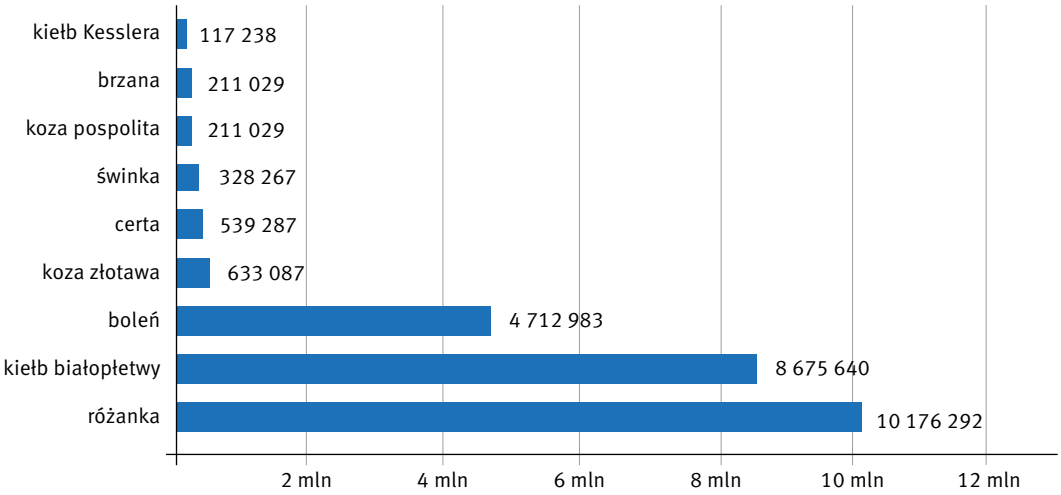
Elektrownia Kozienice pracując ze zwiększoną mocą, **może pobrać z Wisły 100 m^3 wody na sekundę** *(Decyzja Wojewody Mazowieckiego z dnia 20.12.2005 nr WŚR.I.6640/13/6/06 w sprawie udzielenia pozwolenia zintegrowanego dla instalacji w przemyśle energetycznym do spalania paliw o mocy nominalnej 6812,6 MWt)*. Z danych udostępnionych przez Mazowiecki Urząd Marszałkowski wynika, że w 2018 i 2019 roku pobór wody powierzchniowej z Wisły na potrzeby Elektrowni Kozienice od kwietnia do lipca (II i III kwartał) wynosił średnio **58 $m^3 \cdot s^{-1}$** (tab. 6), a najwyższa stwierdzona wartość przekroczyła **81 $m^3 \cdot s^{-1}$**.

Dysponując przedstawionymi wyżej danymi i założeniami oszacowano liczbę larw ryb dostających się do systemów chłodzących skraplacze Elektrowni Kozienice w każdym miesiącu (kwiecień, maj, czerwiec i połowa lipca) przyjmując, że średnia ilość wody pobieranej przez elektrownię to **58 $m^3 \cdot s^{-1}$**. Na tej podstawie oszacowano ogólną liczbę ryb unicestwionych przez Elektrownię Kozienice w ciągu roku 2018 i 2019. **Z dokonanych szacunkowych obliczeń wynika, że od kwietnia do lipca (w okresie rozrodu ichtiofauny) w urządzeniach chłodzących Elektrownię Kozienice w 2018 roku zginęło 64 279 111 (64,3 mln) larw ryb i wczesnych form narybkowych. W analogicznym okresie w 2019 roku śmierć w urządzeniach chłodzących elektrowni poniosłoco najmniej 234 476 763 (234,5 mln) larw ryb i wczesnych form narybkowych.** Znając strukturę gatunkową ichtiofauny Wisły w rejonie elektrowni można oszacować straty w poszczególnych gatunkach (tab. 7), mając zwłaszcza na uwadze gatunki objęte ochroną gatunkową oraz ujęte w załącznikach II i/lub V Dyrektywy Siedliskowej UE (ryc. 9).

Tab. 6. Dane na temat pobieranych wód powierzchniowych przez Elektrownię Kozienice w latach 2018–2019 przekazane przez Mazowiecki Urząd Marszałkowski. Wytłuszczonym drukiem zaznaczono pobór wody w okresie badań.

	Woda pomierzch. na cele technologiczne (m³)	Woda powierzch. na cele chłodzenia (m³)	Woda powierzch. dla IOS (m³)	Suma całkowitego poboru wód (m³)	Dobowy kwartalny pobór wód (m³)	Ilość pobranych wód STARE BLOKI 1–10 (m³/s)	Woda powierzch. NOWY BLOK 11 (m³/s)
I kw. 2018	475 305	261 240 638	662 248	262 378 191	2 915 313	34	0,371
II kw. 2018	391 188	450 056 131	704 801	**451 152 120**	4 957 716	**57**	0,374
III kw. 2018	375 386	460 106 030	875 771	**461 357 187**	5 014 752	**58**	0,454
IV kw. 2018	413 843	296 301 856	745 238	297 460 937	3 233 271	37	0,455
I kw. 2019	428 954	251 257 134	706 971	252 393 059	2 804 367	32	0,395
II kw. 2019	453 267	426 609 172	853 738	**427 916 177**	4 702 376	**54**	0,434
III kw. 2019	542 201	500 528 932	1 015 778	**502 086 911**	5 457 466	**63**	0,422
IV kw. 2019	502 494	380 777 198	771 301	382 050 993	4 152 728	48	0,34

Wyniki uzyskane w 2019 r. różnią się znacznie od tych z 2018 roku, kiedy to liczba zabitych ryb była czterokrotnie niższa niż w 2019 r. Przyczyną takiej sytuacji jest zdecydowanie inny przebieg warunków pogodowych i hydrologicznych na Wiśle w 2019 r. w porównaniu z rokiem 2018. Rok 2018 w okresie od maja do lipca charakteryzował się niewielkimi opadami i bardzo stabilnym, niskim poziomem Wisły. W roku 2019 od początku do końca maja mieliśmy do czynienia z bardzo poważnym wezbraniem (kulminacja 3000 $m^3 \cdot s^{-1}$), które spowodowało wypełnienie doliny zalewowej i wystąpienie bardzo korzystnych warunków do rozrodu większości gatunków ryb bytujących w Wiśle. Z tego powodu liczba larw dryfujących Wisłą w trakcie i po wezbraniu była tak duża. Przełożyło się to niestety bezpośrednio na liczbę ryb zabitych przez Elektrownię Kozienice.



Ryc. 9. Szacunkowa liczba ryb gatunków chronionych, naturowych oraz o podwyższonym statusie zagrożenia IUCN zabitych w systemach chłodzących Elektrowni Kozienice w okresie kwiecień – lipiec 2019.

Tab. 7. Oszacowanie liczby osobników poszczególnych gatunków ryb ginących w systemach chłodzących Elektrowni Kozienice w okresie kwiecień – lipiec 2019 na podstawie ich udziału w liczebności ogólnej ichtiofauny Wisły w rejonie Kozienic. Kolorem żółtym zaznaczono gatunki prawnie chronione, naturowe oraz o podwyższonym statusie zagrożenia IUCN.

Lp.	Gatunek	Straty (n osobników)	Udział w ichtiofaunie (%)
1	Ukleja *Alburnus alburnus*	122 373 423	52,19
2	Kiełb krótkowąsy *Gobio gobio*	22 158 054	9,45
3	Płoć *Rutilus rutilus*	17 023 013	7,26
4	Babka rzeczna *Neogobius fluviatilis*	13 177 594	5,62
5	Jaź *Leuciscus idus*	12 849 327	5,48
6	Różanka *Rhodeus amarus*	10 176 292	4,34
7	Kiełb białopłetwy *Romanogobio belingi*	8 675 640	3,70
8	Kleń *Squalius cephalus*	7 174 989	3,06
9	Jelec *Leuciscus leuciscus*	4 806 774	2,05
10	Boleń *Aspius aspius*	4 712 983	2,01
11	Krąp *Blicca bjoerkna*	3 423 361	1,46
12	Okoń *Perca fluviatilis*	1 922 709	0,82
13	Leszcz *Abramis brama*	961 355	0,41
14	Szczupak *Esox lucius*	750 326	0,32
15	Wzdręga *Scardinius erythrophthalmus*	750 326	0,32
16	Koza złotawa *Sabanejewia baltica*	633 087	0,27
17	Certa *Vimba vimba*	539 297	0,23
18	Sandacz *Sander lucioperca*	539 297	0,23
19	Świnka *Chondrostoma nasus*	328 267	0,14
20	Karaś srebrzysty *Carassius gibelio*	211 029	0,09
21	Babka rurkonosa *Proterorhinus semilunaris*	211 029	0,09
22	Koza pospolita *Cobitis taenia*	211 029	0,09
23	Brzana *Barbus barbus*	211 029	0,09
24	Sum *Silurus glanis*	211 029	0,09
25	Rozpiór *Ballerus ballerus*	211 029	0,09
26	Trawianka *Perccottus glenii*	117 238	0,05
27	Kiełb Kesslera *Romanogobio kesslerii*	117 238	0,05
		234 476 763	**100,00**

Dysponując wynikami przedstawionych obliczeń można w przybliżeniu oszacować ekonomiczną stratę poniesioną przez użytkownika rybackiego. Przyjmując, że 1 szt. wylęgu tzw. podniesionego (ze zresorbowanym woreczkiem żółtkowym), z jakim mieliśmy do czynienia w trakcie badań dryfu, kosztuje w wylęgarni ok. 1,5 grosza (zakres cenowy od 0,008 do 0,025 zł, w zależności od gatunku) to **straty dla gospodarki rybackiej oscylują wokół kwoty 964 000 PLN w 2018 r. i 3 517 000 PLN w 2019 r.** Oszacowane straty nie obejmują oczywiście zniszczeń ekosystemu Wisły związanych ze śmiercią gatunków rzadkich, zagrożonych, chronionych prawem krajowym oraz europejskim i co najważniejsze, dla których nie opracowano metod sztucznego rozrodu, więc ich strat nie da się zrekompensować zarybieniami.

Na przedstawioną powyżej wartość strat w ichtiofaunie można spojrzeć jeszcze z innej strony. Przyjmując, że prędkość nurtu Wisły w rejonie Kozienic oscyluje wokół wartości ok. 1,5 km/godz. (pomiary własne) to należy przypuszczać, że tylko w ciągu jednej doby, **podczas dryfu z nurtem Wisły wszystkie larwy wylęgłe i migrujące przy lewym brzegu rzeki na odcinku ok. 12 km powyżej elektrowni (8 godzin nocy × 1,5 km/godz. = 12) zostały zassane i unicestwione w elektrowni.** Biorąc pod uwagę fakt, że dryf larw niektórych gatunków może trwać wiele dni daje to wyobrażenie o rozmiarach strat generowanych przez Elektrownię Kozienice w ichtiofaunie Wisły.

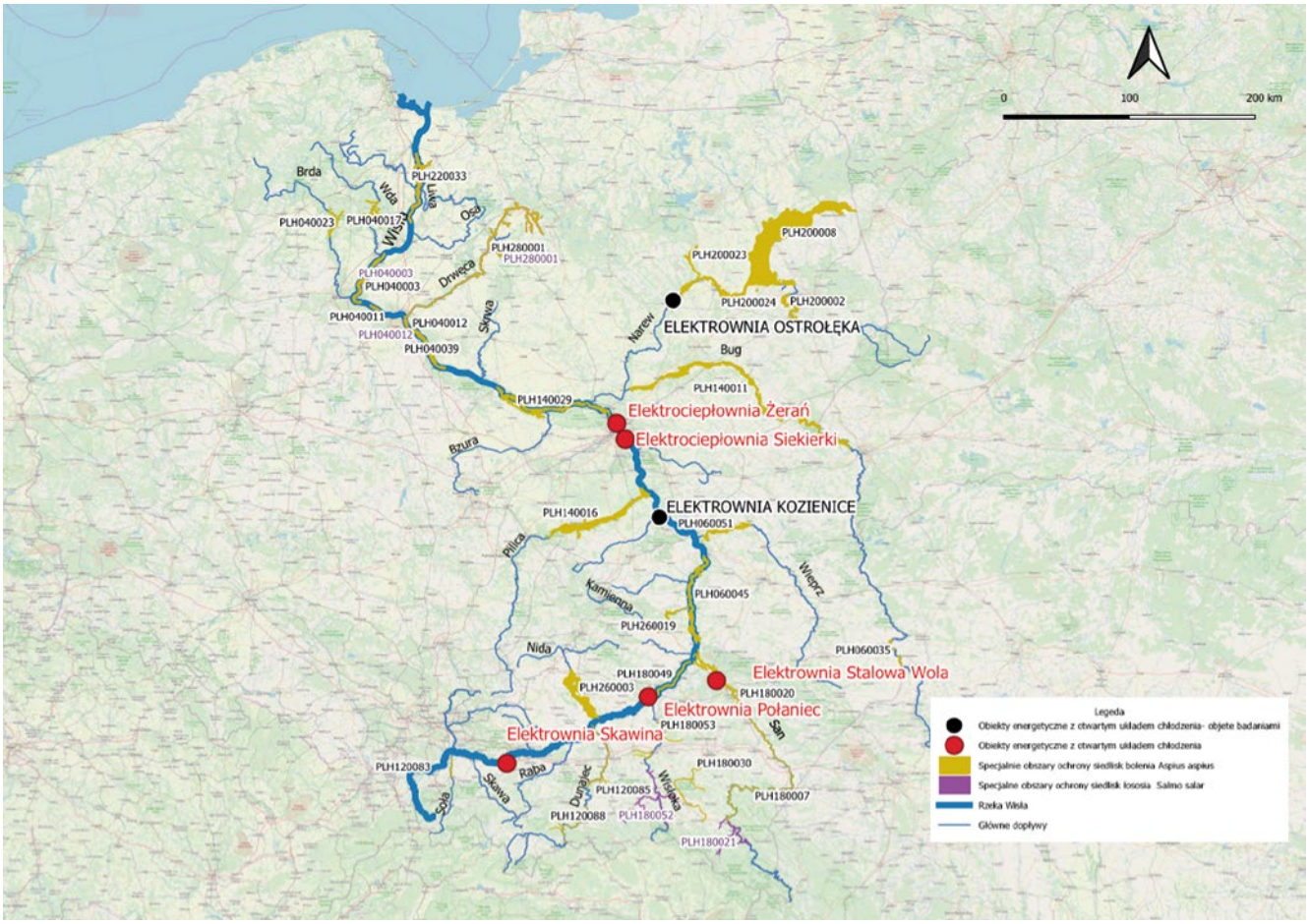
Szacunkowe straty w ichtiofaunie powodowane przez Elektrownię Ostrołęka B

Identyczny sposób obliczeń został zastosowany przy szacowaniu strat w ichtiofaunie spowodowanych pracą Elektrowni Ostrołęka B. Pracując pełną mocą elektrownia może pobrać z Narwi 26 $m^3 \cdot s^{-1}$. Z danych udostępnionych przez Mazowiecki Urząd Marszałkowski wynika, że przeciętne zużycie wody przez elektrownię w okresie od kwietnia do lipca 2019 r. kształtuje się na poziomie ok. **10 $m^3 \cdot s^{-1}$. Po zsumowaniu strat w poszczególnych miesiącach wynika, że w 2019 roku podczas 3,5 miesięcy (od kwietnia do lipca, kiedy występuje dryf larw) w urządzeniach chłodzących Elektrownię Ostrołęka B mogło zginąć ok. 37 164 054 (37,16 mln) larw i wczesnych form narybkowych ryb. Straty użytkownika rybackiego wyniosły około 557 460 PLN.** W tym miejscu należy zaznaczyć, iż w 2019 roku w ciągu całego okresu wiosenno-letniego na Narwi nie wystąpiło żadne wezbranie, a poziom wód utrzymywał się ciągle w strefie stanów niskich. Należy przypuszczać, że w przypadku wystąpienia podobnego wezbrania wiosennego jak na Wiśle ilość dryfujących larw mogła być dużo większa.

Wpływ elektrowni na obszary Natura 2000

5

© Fot. R. Żurek



Ryc. 10. Lokalizacja elektrowni węglowych z otwartym systemem chłodzenia vs. obszary Natura 2000.

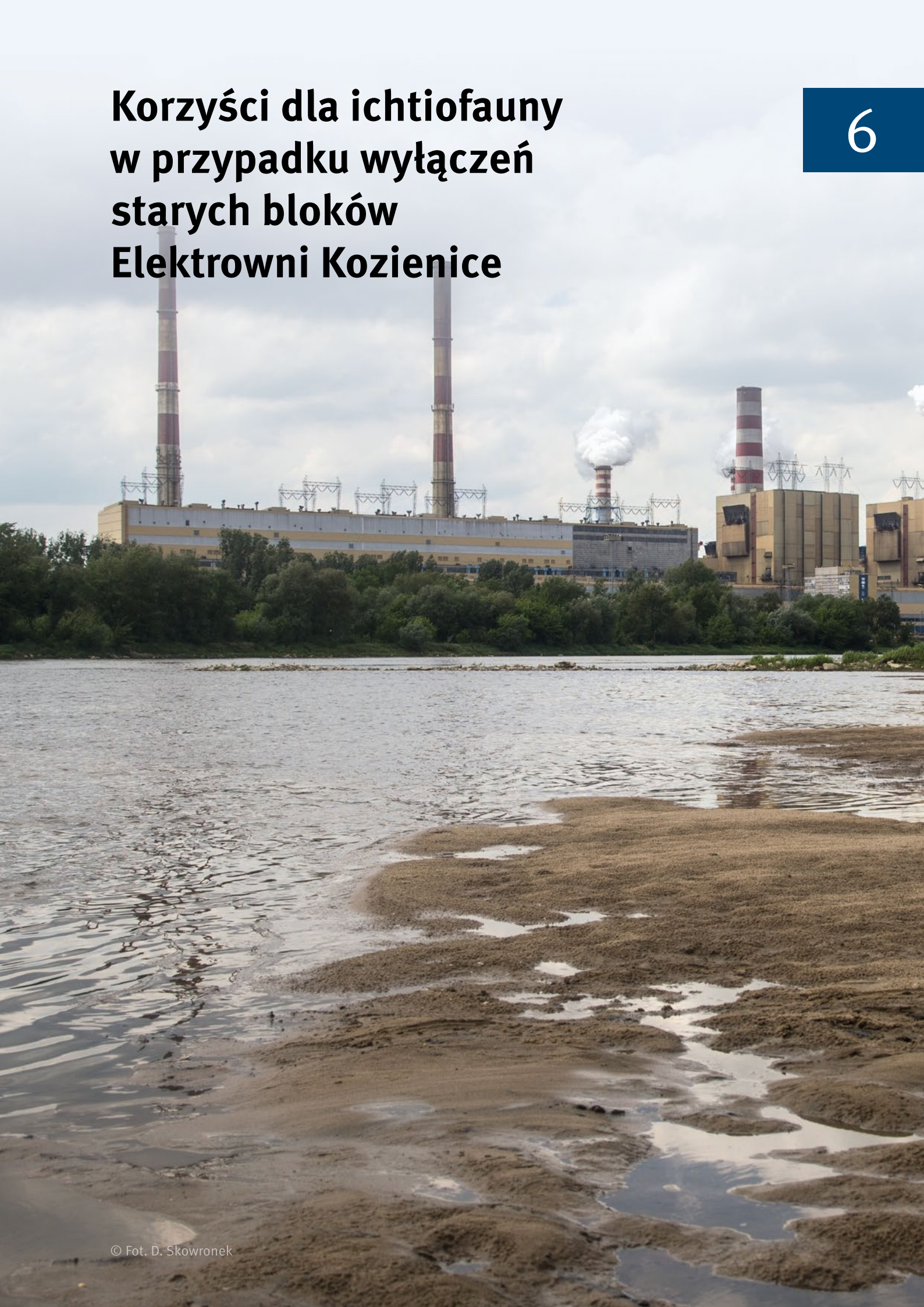
Elektrownie Kozienice oraz Ostrołęka B znajdują się w dolinach Wisły i Narwi. Obie rzeki stanowią szlak migracji chronionych gatunków naturowych: bolenia (Wisła i Narew) oraz łososia (Wisła). Dla zachowania tych gatunków w dorzeczu Wisły utworzono łącznie 35 obszarów Natura 2000. W 28 ostojach ogólną ocenę stanu zachowania bolenia uznano za znakomitą (A), dobrą (B) lub znaczącą (C). Wśród nich znajduje się 7 obszarów, których przedmiotem ochrony jest dodatkowo łosoś (A i C). Rozmieszczenie obszarów Natura 2000 w dorzeczu Wisły przedstawiono na ryc. 10. Najbliżej rejonu elektrowni Kozienice (do 60 km) znajdują się obszary boleniowe:

- PLH140016 Dolina Dolnej Pilicy - ok. 23 km poniżej ujęcia wód na Wiśle dla elektrowni;
- PLH060051 Dolny Wieprz - ok. 38 km powyżej ujęcia wód;
- PLH060045 Przełom Wisły w Małopolsce - ok. 51 km powyżej ujęcia wód.

Możliwości migracyjne bolenia wynoszą ok. 250 km. Z kolei w najbliższym zasięgu oddziaływania elektrowni Ostrołęka B (do 60 km) znajdują się PLH200024 Ostoja Narwiańska (ok. 7 km) oraz PLH 200023 Dolina Pisy (ok. 27 km) - obie powyżej ujęcia wód chłodniczych. W trakcie prowadzonych badań bolenia stwierdzono w zespole ryb Wisły i Narwi. Największy udział, bo aż 2 procent stanowił w zespole ryb z rejoniu Elektrowni Kozienice. Roczne straty tego gatunku powodowane przez Elektrownię Kozienice szacuje się tu na ok. 4 mln osobników. Są one na tyle duże, że na obecnym etapie nie można wykluczyć istotnie negatywnego wpływu Elektrowni Kozienice (bloki 1-10) na co najmniej 3 obszary Natura 2000. Dalsze utrzymywanie obecnego *status quo* może skutkować sankcjami finansowymi ze strony Komisji Europejskiej.

Korzyści dla ichtiofauny w przypadku wyłączeń starych bloków Elektrowni Kozienice

6



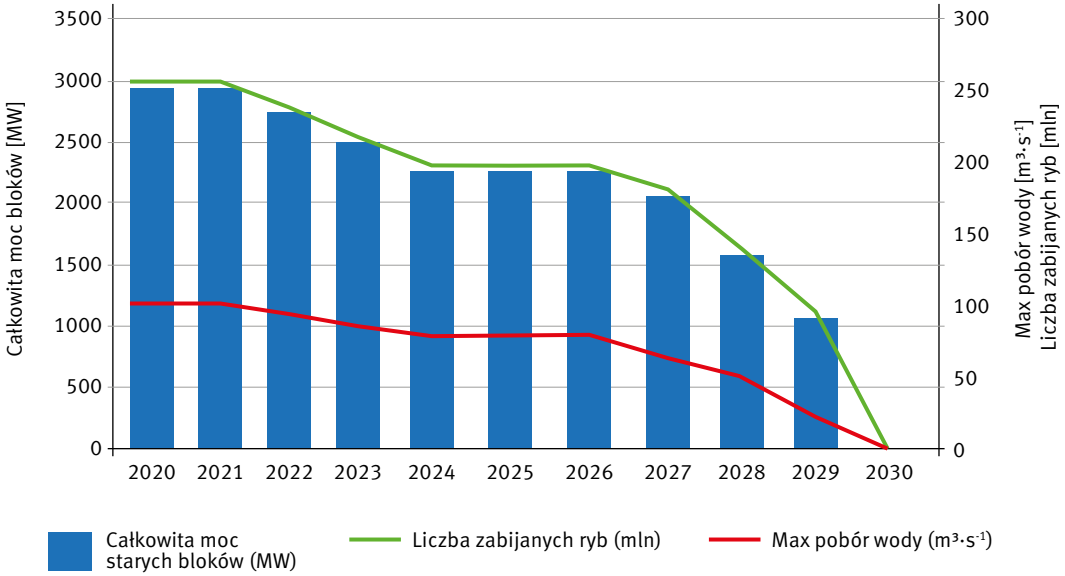
© Fot. D. Skowronek

Na przykładzie Elektrowni Kozienice zaprezentowano dwa warianty wyłączeń bloków i związane z tym korzyści dla ryb. Mają one charakter uproszczony i służą wyłącznie celom poglądowym. Punktem wyjścia jest maksymalny dopuszczalny przez pozwolenie zintegrowane pobór wód równy 100 $m^3 \cdot s^{-1}$ odpowiadający całkowitej dostępnej mocy elektrowni w 2020 roku. Przyjęcie maksymalnego poboru wód jest o tyle uzasadnione, że do produkcji 1 MWh w okresie dryfu ichtioplanktonu, Elektrownia Kozienice (bloki 1–10) potrzebowała w latach 2018 i 2019 od 115,7 do 249,7 m^3 wody (0,032 do 0,069 $m^3 \cdot s^{-1}$ wody na 1 MW), przy średniej wynoszącej 152,8 m^3 (0,042 $m^3 \cdot s^{-1}$ wody) i medianie równej 145 m^3 (0,040 $m^3 \cdot s^{-1}$ wody). Największa osiągnięta moc starych bloków nie przekroczyła 2037 MW. Ponadto założono stały, wprost proporcjonalny do mocy wytwórczych pobór wód. W tabelach 8 i 9 oraz na ryc. 11 i 12 przedstawiono szacunkowe wyliczenia obrazujące zapotrzebowanie na wodę chłodniczą oraz szacunkowe straty w ichtiofaunie w kolejnych latach pracy Elektrowni Kozienice. Do określenia strat w ichtiofaunie przyjęto średnią liczbę larw ryb z lat 2018 i 2019.

Wariant I stanowi zmodyfikowaną wersję możliwych wyłączeń bloków 200 MW wskazanych w raporcie oddziaływania na środowisko z 2010 roku nowego bloku energetycznego o mocy około 1000 MW (Raport OOŚ), poszerzoną o bloki 500 MW i z przesuniętym początkiem wyłączeń o cztery lata w stosunku do pierwotnie założonego na 2016 r. Z kolei wariant II uwzględnia wyłączenia proponowane w sprawozdaniu finansowym zarządu ENEA za rok 2018. Zgodnie z nim mają się one rozpocząć dopiero w 2029 roku, a zakończyć w roku 2041. Całkowita liczba zabitych w tym czasie ryb wyniesie prawie 3,935 mld sztuk. Będzie ona więc o 1,96 mld mln wyższa niż w przypadku realizacji wariantu I.

Tab. 8. Moc Elektrowni Kozienice (bloki 1–10), pobór wody oraz szacunkowe straty w ichtiofaunie Wisły w najbliższej dekadzie. Plan stopniowego ograniczania mocy na podstawie Raportu OOŚ z roku 2010 (wariant I).

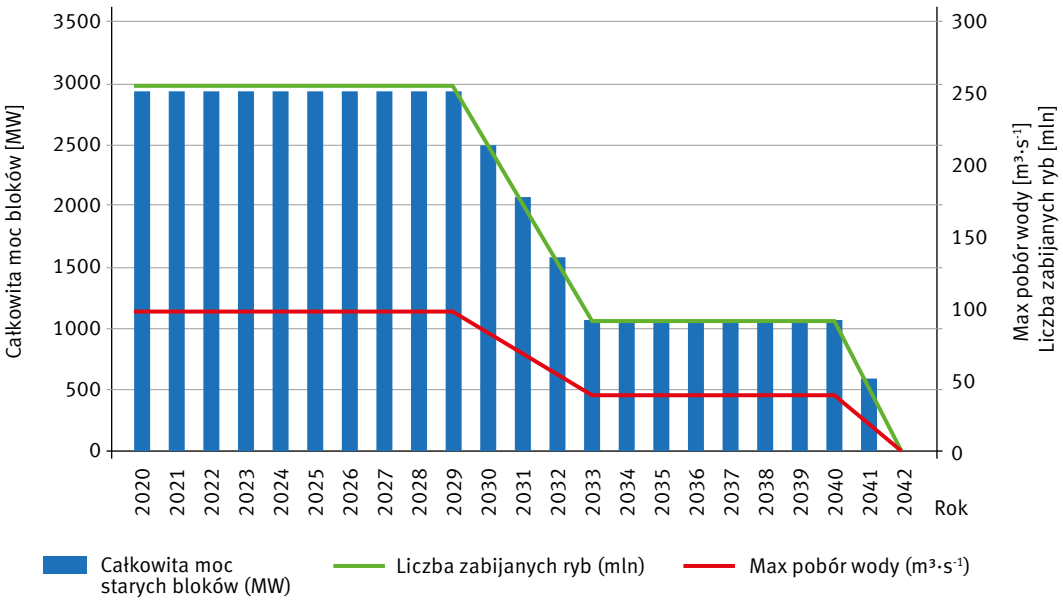
Rok	Moc starych bloków (MW)	Max pobór wód ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Liczba zabijanych ryb (mln)
2020	2960	100	257,5
2021	2960	100	257,5
2022	2730	92,23	237,5
2023	2500	84,46	217,5
2024	2270	76,69	197,5
2025	2270	76,69	197,5
2026	2270	76,69	197,5
2027	2040	68,92	177,5
2028	1580	53,38	137,4
2029	1120	37,84	97,4
2030	0	0,00	0
Razem			**1 974,8**



Ryc. 11. Szacunkowa liczba zabijanych ryb (mln osobników) w zależności od mocy Elektrowni Kozienice (bloki 1–10) i ilości pobieranej wody ($m^3 \cdot s^{-1}$). Na podstawie zmodyfikowanych założeń z Raportu OOŚ.

Tab. 9. Moc Elektrowni Kozienice (bloki 1–10), pobór wody oraz szacunkowe straty w ichtiofaunie Wisły w ciągu dwóch kolejnych dekad. Plan stopniowego ograniczania mocy wg założeń Sprawozdania Zarządu Finansowego ENEA (wariant II).

Rok	Całkowita moc starych bloków (MW)	Max pobór wód ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Liczba zabijanych ryb (mln)
2020	2960	100,0	257,5
2021	2960	100,0	257,5
2022	2960	100,0	257,5
2023	2960	100,0	257,5
2024	2960	100,0	257,5
2025	2960	100,0	257,5
2026	2960	100,0	257,5
2027	2960	100,0	257,5
2028	2960	100,0	257,5
2029	2960	100,0	257,5
2030	2500	84,5	217,5
2031	2040	68,9	177,5
2032	1580	53,4	137,4
2033	1120	37,8	97,4
2034	1120	37,8	97,4
2035	1120	37,8	97,4
2036	1120	37,8	97,4
2037	1120	37,8	97,4
2038	1120	37,8	97,4
2039	1120	37,8	97,4
2040	1120	37,8	97,4
2041	560	18,9	48,7
2042	0	0,0	0
Razem			**3935,3**



Ryc. 12. Szacunkowa liczba zabijanych ryb (mln osobników) w zależności od mocy Elektrowni Kozienice (bloki 1–10) i ilości pobieranej wody ($m^3 \cdot s^{-1}$). Założenia ze Sprawozdania Zarządu Finansowego ENEA.

Wnioski i rekomendacje

- Dryfowanie larw ryb z prądem wody jest naturalną metodą migracji ryb do odpowiednich siedlisk w celu utrzymywania/powiększania zasięgu występowania danego gatunku. Uzyskane dane potwierdzają wyniki wcześniejszych doniesień naukowych, że bierna migracja larw ryb (dryf z prądem wody) ma miejsce prawie wyłącznie w nocy. W przypadku Wisły oraz Narwi odbywa się z największą intensywnością w okresie rozrodu ryb (od początku kwietnia do połowy lipca), aczkolwiek w zależności od przebiegu warunków pogodowych i hydrologicznych tarło niektórych gatunków ryb, takich jak szczupak może mieć miejsce już w marcu.
- W latach 2018 i 2019 w okresie rozrodu ichtiofauny w urządzeniach chłodzących Elektrowni Kozienice (bloki 1-10) zginęło łącznie 298 755 874 (298,8 mln) larw i wczesnych form narybkowych ryb. W 2019 roku śmierć w urządzeniach chłodzących Elektrowni Ostrołęka B poniosło 37 164 054 (37,2 mln) larw i wczesnych form narybkowych.
- Wśród osobników ichtiofauny unicestwionych przez Elektrownię Kozienice oraz Elektrownię Ostrołęka B znalazły się liczne gatunki chronione, w tym gatunki naturowe. Działalność co najmniej jednej z nich - Elektrowni Kozienice - może istotnie negatywnie oddziaływać na minimum 3 obszary Natura 2000, w których głównym przedmiotem ochrony jest boleń.
- Zasysanie ryb przez elektrownie termiczne wiąże się nie tylko z ich unicestwieniem, ale również przekłada się na wymierne straty ekonomiczne dla gospodarki rybackiej. Koszty spowodowane działalnością Elektrowni Kozienice w latach 2018 i 2019 wyniosły blisko 4,5 mln PLN. Natomiast w przypadku Elektrowni Ostrołęka B osiągnęły wartość 0,6 mln PLN. Gdyby w rachunku ekonomicznym uwzględnić wielkość utraconych korzyści związanych z faktem braku możliwości osiągnięcia przez larwy i wczesne formy narybkowe postaci dorosłych osobników ryb, skutki ekonomiczne byłyby dużo wyższe.
- Biorąc pod uwagę rozmiar strat dla fauny wodnej Wisły i Narwi sugeruje się natychmiastowe podjęcie wszelkich możliwych środków zaradczych w celu wyeliminowania bądź znaczącego ograniczenia strat w ichtiofaunie wywołanych pracą Elektrowni Kozienice, Ostrołęka B oraz innych elektrowni pracujących w otwartym systemie chłodzenia. W przypadku dorzecza Wisły problem dotyczy łącznie 7 obiektów energetycznych. Skutecznym rozwiązaniem byłaby zmiana systemu chłodzenia skraplaczy elektrowni z otwartego na zamknięty, a jeśli to niemożliwe całkowite wyłączenie starych bloków pracujących w przestarzałej technologii otwartego systemu chłodzenia. Przykładowo wyłączenie bloków 1-10 w Elektrowni Kozienice najpóźniej do końca 2029 roku pozwoliłoby na zachowanie 1,96 mld szt. ryb w stosunku do liczby osobników zabitych w trakcie ich planowanej przez spółkę ENEA pracy do 2041 roku.
- Do czasu wyłączenia ostatnich bloków należy każdego roku w okresie od kwietnia do lipca (okres rozrodu zdecydowanej większości ryb występujących w Polsce), w godzinach nocnych drastycznie ograniczyć moc elektrowni,

a przez to pobór wody z Wisły i Narwi, co pozwoli na przeżycie choćby części dryfujących ryb i ograniczenie strat dla ekosystemów rzecznych.

- Z uwagi na możliwy negatywny wpływ na obszary Natura 2000, brak podjęcia przez właścicieli elektrowni środków minimalizujących straty w środowisku rzecznym może skutkować sankcjami finansowymi ze strony Komisji Europejskiej.
- Zamiana bloków węglowych na paliwo gazowe nie zmniejszy ilości strat w rybach, jeśli w ślad za tym nie zostanie dokonana przebudowa otwartych systemów chłodzenia skraplaczy na układy zamknięte. Najbardziej korzystną z punktu widzenia ochrony ekosystemów rzecznych oraz ochrony zasobów wodnych jest produkcja energii ze źródeł odnawialnych, a zwłaszcza wiatru i słońca.

Bibliografia

Barnthouse L.W. 2000. Impacts of power-plant cooling system on estuarine fish populations: the Hudson River after 25 years, Environ. Sci. Pol. 3, 341-348.

Barnthouse L.W. 2013. Impacts of entrainment and impingement on fish populations: A review of scientific evidence. Environ. Sci. Policy 31, 149-156.

Barnthouse L.W., Van Winkle W. 1988. Analysis of impingement impacts on Hudson River fish populations. Am. Fish. Soc. Mon. 4, 182-190.

Boreman J., Goodyear C.P., 1998. Estimates of entrainment mortality for striped bass and other fish species inhabiting the Hudson River estuary. Am. Fish. Soc. Mon. 4, 152-160.

Carter, L.K. and Reader, P.J. (2000) Patterns of drift and power station entrainment of 0+ fish in the River Trent, England. Fish. Management and Ecology 7, 447-464.

Greenwood M.F.D. 2007. Fish mortality by impingement on the cooling-water intake screens of Britain's largest direst-cooled power station. Mar. Pollut. Bull. 56, 723-739.

Hanson C.H., White J.R., Li H.W. 1977. Entrapment and impingement of fishes by power plat cooling-water intakes: an overview. 1977. Marine Fisheries Review 1266, 7-17.

Hillbricht-Ilkowska A., Zdanowski B. 1988. Changes in lake ecosystems connected with the power-generating industry (the outline of problem); the Konin lakes (Poland) as the study sites - Ekol. pol. 36: 5-21.

Jacobson P.M., Dixon D.A., Laggett W.C., Marcy Jr. B.C., Massengill R.R. (eds). 2004. The Connecticut River Ecological Study (1965-1973). Revisited: Ecology of the lower Connecticut River 1979-2003. American Fisheries Society Monograph 9.

Kapusta A., Bogacka-Kapusta E. 2015. Non-native fish species in heated lakes: Origins and present status. Arch. Pol. Fish. 23, 121-129.

Kapusta A., Czarnecki B., Duda A., Morzuch J. 2017. Przemieszczanie się azjatyckich ryb roślinożernych w jeziorach konińskich. Kom. Ryb. 4, 13-40.

Macknick J., Newmark R., Heath G. i Hallet K. Ct. 2012. Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature. Environ. Res. Let., Vol. 7, Number 4

Najberek K., Solarz W. 2011. Jeziora Konińskie jako ognisko inwazji gatunków obcych w Polsce. W: Z. Głowaciński, H. Okarma, J. Pawłowski, W. Solarz (red.). Gatunki obce w faunie Polski. Tom II: Zagadnienia problemowe i syntezy: 614-623.

Pyka J.P., Zdanowski B., Stawecki K. 2013. Long-term trends in changes of the chemical composition of waters in lakes heated by electric power plants. Arch. Pol. Fish. 21, 343-355.

Sierra Club. 2011. Giant Fish Blenders: How power plants kill fish & damage our waterways. http://www.sierraclub.org/pressroom/media/2011/2011-08-fish-blenders.pdf

Stawecki K., Pyka J.P., Zdanowski B. 2007. The thermal and oxygen relationship and water dynamics of the surface water layer in the Konin heated lakes ecosystem. Arch. Pol. Fish. 15, 247-258.

Turnpenny A.W.H., Taylor C.J.L. 2000. An assessment of the effect of the Sizewell power station on fish populations. Hydroecol. Appl. 12, 87-134.

Union of Concerned Scientists. 2011. www.ucsusa.org/electricity-water-use

White J. W., Nickols K.J., Clarke L., Largier J.L. 2010. Larval entrainment in cooling water intakes: spatially explicit models reveal effects on benthic metapopulations and shortcomings of traditional assessments. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67, 2014-2031.

Wilkońska H. 1988. The effect of heated-water discharge in the Konin lakes (Poland) on their ichthyofauna. Ekol. Pol. 36, 145-163

Wilkońska H. 1994. Changes in the efficiency of natural reproduction and survival of fish larvae in heated Konin lakes. Arch. Pol. Fish. 2, 285-299.

Wiśniewski J. 2000. Power plants & aquatic resources; Issues and assessment. Environ. Sci. Policy3, S1-5212.

Wright S.A., Holly Jr. F.M., Bradley A.A., Krajewski W. 1999. Long-term stimulation of thermal regime of Missouri River. J. Hydraul.Eng. 125, 242-252.

Streszczenie

Niniejsze opracowanie jest pierwszą próbą oszacowania strat w ichtiofaunie rzek Polski powodowanych przez elektrownie termiczne z otwartym systemem chłodzenia. Przedstawione wyniki dotyczą strat powodowanych przez zasysanie larw i wczesnych form narybkowych ryb do systemów chłodzących i technologicznych Elektrowni Kozienice (bloki 1-10) oraz Elektrowni Ostrołęka B. Badania przeprowadzono w latach 2018 i 2019 na Wiśle w Kozienicach oraz w 2019 na Narwi w Ostrołęce. W pierwszej kolejności określono aktualny skład gatunkowy ichtiofauny Wisły i Narwi w rejonie obu elektrowni. Odłowy przeprowadzono kilkakrotnie metodą elektropołowów oraz połowów sieciowych włokiem drobnicowym. Równolegle do badań monitoringowych ichtiofauny, w okresie od kwietnia do lipca, co najmniej raz w miesiącu, za pomocą specjalnie skonstruowanych pułapek badano liczbę/zagęszczenie dryfujących larw i wczesnych form narybkowych ryb (ichtioplanktonu) tuż przed wlotem do kanału doprowadzającego wodę do elektrowni. Na podstawie zebranych danych i dokonanych pomiarów oszacowano ilość ichtioplanktonu jaki w ciągu roku zostaje zasysany do systemów chłodzących elektrowni i tam ginie. Wyniki badań wskazują, że dryf larw i narybku odbywa się prawie wyłącznie w fazie nocnej doby i trwa od początku kwietnia co najmniej do połowy lipca (okres tarła zdecydowanej większości ryb bytujących w Wiśle i Narwi). Natężenie dryfu jest stabilne w ciągu nocy, aczkolwiek liczba dryfującego ichtioplanktonu wykazuje znaczne różnice w zależności od pory roku (miesiąca) oraz od aktualnego stanu wody w rzece (wezbranie/niżówka). Obliczenia wykazały, że w 2018 r. w okresie od kwietnia do lipca w Elektrowni Kozienice zginęło ponad **64,3 miliona** osobników ryb. W badaniach z 2019 roku, kiedy miało miejsce wezbranie wiosenne na Wiśle (kulminacja ok 3 tys. $m^3 \cdot s^{-1}$) i gdy wystąpiły bardzo korzystne warunki do rozrodu ryb, liczbę osobników, które dostały się do systemów chłodzących Elektrowni Kozienice oszacowano na **234,5 miliona**. Wykazano, że w Wiśle w rejonie Elektrowni Kozienice bytuje 27 gatunków ryb, z których aż 7 jest objętych ochroną gatunkową. Wyniki podobnych badań przeprowadzonych na Narwi w Ostrołęce wykazały, że w 2019 roku w systemach chłodzących tamtejszej elektrowni straciło życie ponad **37 milionów** osobników ryb należących do 12 gatunków (w tym dwa gatunki chronione). Wysoka śmiertelność ryb, w połączeniu z innymi szkodliwymi czynnikami generowanymi przez funkcjonowanie elektrowni, prowadzi do głębokich, często nieodwracalnych zmian w populacjach ryb zamieszkujących rzeki, przy których posadowiono elektrownie termiczne. Działalność co najmniej jednej z nich - Elektrowni Kozienice - może istotnie negatywnie oddziaływać na minimum trzy obszary Natura 2000, w których głównym przedmiotem ochrony jest boleń *Aspius aspius*. Straty ekonomiczne dla gospodarki rybackiej spowodowane działalnością Elektrowni Kozienice w latach 2018 i 2019 wyniosły blisko 4,5 mln PLN natomiast w przypadku Elektrowni Ostrołęka B osiągnęły wartość 0,6 mln PLN.

Biorąc pod uwagę rozmiar strat dla fauny wodnej Wisły i Narwi należy natychmiastowo podjąć wszelkie możliwe środki zaradcze w celu wyeliminowania bądź znaczącego ograniczenia strat w ichtiofaunie wywołanych pracą Elektrowni Kozienice, Ostrołęka B oraz pozostałych elektrowni pracujących w otwartym systemie

chłodzenia. Można to osiągnąć poprzez zmianę systemu chłodzenia skraplaczy elektrowni z otwartego na zamknięty, a jeśli to niemożliwe poprzez całkowite wyłączenie starych bloków pracujących w przestarzałej technologii otwartego systemu chłodzenia. Do czasu ich wyłączenia należy znacznie ograniczyć moc elektrowni i ilość pobieranej z rzek wody w okresie rozrodu ryb w godzinach nocnych. Zamiana bloków węglowych na gazowe nie zmniejszy ilości strat w rybach, jeśli w ślad za tym nie zostanie dokonana przebudowa otwartych systemów chłodzenia na układy zamknięte. Najbardziej korzystnym z punktu widzenia ochrony ekosystemów rzecznych oraz ochrony zasobów wodnych jest produkcja energii z wiatru i słońca. Z uwagi na możliwy negatywny wpływ na obszary Natura 2000, brak podjęcia przez właścicieli elektrowni środków minimalizujących straty w środowisku rzecznym może skutkować sankcjami finansowymi ze strony Komisji Europejskiej.

Summary

This study is the first attempt in Poland to estimate the losses in the river ichthyofauna caused by thermal power plants with an open cooling system. The presented results relate only to mortality caused by entrainment of larvae and early fish fry forms to the cooling and technological systems of the power plants in Kozienice and Ostrołęka. The research was carried out in 2018 and 2019 on the Vistula river in Kozienice and in 2019 on the Narew river in Ostrołęka. Current species composition of the Vistula and Narew ichthyofauna in the vicinity of both power plants was determined. Catches were carried out several times by electrofishing and net fishing. Together with species composition assessment, at least once a month in the period from April to July the number/density of drifting larvae and early fry forms of fish (ichthyoplankton) were examined with the use of purpose-designed traps, just above the entrance to the water supply channel to the power plant. Based on the collected data and measurements, the amount of ichthyoplankton entrained into the cooling systems of the power plant during the year was estimated. The results of our research indicate that the drift of larvae and fry occurs almost exclusively in the night phase and lasts from early April to, at least, mid-July (spawning period of the majority of fish living in the Vistula and Narew rivers). Drift intensity is stable during the whole night, although the number of drift ichthyoplankton shows significant differences depending on the season (month) and the current water level in the river. Our calculations have shown that from April to July 2018 over 64.3 million fish individuals died in the Kozienice Power Plant. In 2019, due to a spring flood on the Vistula river (culmination of aprox. 3,000 $m^3 \cdot s^{-1}$) and the occurrence of very favorable conditions for fish reproduction, the number of individuals that were sucked into the cooling systems of Kozienice Power Plant and died there was estimated at 234.5 million. It has been shown that 27 fish species live in the area of Kozienice Power Plant, 7 of which are protected. The results of similar studies carried out on the Narew river in the vicinity of Ostrołęka B Power Plant showed that in 2019 more than 37 million fish individuals belonging to 12 species (including two protected species) lost their lives in the cooling systems of this power plant. Such high mortality of fish combined with other harmful factors generated by power plants leads to deep, often irreversible changes in fish populations in the rivers where the thermal power plants were founded. Operation of at least one of them—Kozienice Power Plant—can have significant adverse effect on at least 3 Natura 2000 areas where the asp (*Aspius aspius*) is the main subject of protection. Economic losses for fisheries management caused by the operation of Kozienice Power Plant in 2018 and 2019 amounted to nearly PLN 4.5 million (EUR 1.04 million), while in the case of Ostrołęka B Power Plant they reached PLN 0.6 million (EUR 0.14 million).

Having in mind the scope of losses in Vistula and the Narew river fauna, all possible countermeasures should be taken immediately to eliminate or significantly reduce losses in ichthyofauna caused by operation of Kozienice and Ostrołęka B power plants as well as by other power plants operating with an open cooling system. This can be achieved by changing the power plant's condenser cooling

system from open to closed, and if that is not possible, by decommissioning old units which use outdated open cooling technology. Until old units have been decommissioned, power of the plants and the amount of water drawn from the rivers need to be significantly reduced at night during fish spawning. Conversion of coal units to gas units will not reduce the amount of losses in fish unless the conversion of open cooling systems into closed systems is implemented. The most beneficial for protecting river ecosystems and protecting water resources is production of wind and solar energy. Due to possible adverse impact on Natura 2000 sites, lack of measures taken by the power plant owners to minimize losses in river environment may result in financial sanctions being imposed by European Commission.

TNZ

PRACOWNIA NA RZECZ WSZYSTKICH ISTOT