



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



MONITORING ZANIECZYSZCZENIA TERMICZNEGO ZRZUTU CIEPŁEJ WODY Z ELEKTROWNI POŁANIEC - PRZEPŁYW NISKI/ŚREDNI





Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Wykonawca:



ZAKŁAD BADAŃ EKOLOGICZNYCH

31-425 Kraków, ul Rogatka 9, tel. 12 412721, kom. 508 393988, NIP 676=102-23-95

Wykonano na zlecenie:

Wykonano na zlecenie Stowarzyszenia ekologicznego EKO-UNIA w ramach realizacji projektu pn. „Strażnicy dobrego stanu wód – monitoring regulacji środowiskowych”. Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 Nr projektu: POWR.02.16.00-00-0070/17-00 z inicjatywy i wniosku Towarzystwa na rzecz Ziemi.

1. Wstęp.....	4
2. Wyniki i wstępne wnioski.....	4
2.1. Krajowy i Europejski kontekst prawny zanieczyszczenia cieplnego.....	4
2.2. Wyniki.....	8
2.3. Wpływ temperatury na organizmy wodne.....	12
2.4. Wnioski:.....	18
3. Literatura.....	19
4. Akty prawne.....	21

1. Wstęp

Potrzeba praktycznego zbadania zasięgu strefy wymieszania zrzutów ciepłej wody z Elektrowni Połaniec wynika z:

1. Konieczności sprawdzenia stanu faktycznego z zapisami Dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady. Zrzuty podgrzanej wody mają miejsce w bezpośrednim sąsiedztwie obrębie odcinka rzeki Wisły zaliczonego do obszaru Natura 2000 pod nazwą Tarnobrzeska Dolina Wisły(PLH180049).
2. Oceny możliwych skutków dla biocenoz Wisły w kontakcie oddziaływania skumulowanego dla kilku elektrowni w tej samej zlewni.

Jak wskazano w poprzednich opracowaniach w ramowej dyrektywie wodnej ustalono obowiązki w odniesieniu do rezultatów (tj. celów środowiskowych. Sposób realizacji RDW pozostawiła każdemu państwu do uznania. Obowiązki te wynikają w szczególności z dyrektywy 2008/1/WE (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE z dnia 15 stycznia 2008 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Tekst mający znaczenie dla EOG)) oraz dyrektywy 91/271/EWG (DYREKTYWA RADY z dnia 21 maja 1991 r dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych) dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych, w których ustanowiono minimalne kontrole emisji dla określonych instalacji. Jednakże obie dyrektywy zobowiązują do ustalenia bardziej restrykcyjnych kontroli, jeśli są one konieczne do osiągnięcia celów środowiskowych wyznaczonych na mocy innego prawodawstwa.

Obie wspomniane dyrektywy uwzględnione są w podejściu łączonym, o którym mowa w art. 10 ramowej dyrektywy wodnej. Również w ust. 3 tego artykułu wprowadzono wymóg bardziej rygorystycznych kontroli, w przypadku gdy jest to niezbędne do osiągnięcia celów środowiskowych zgodnie z art. 4 ramowej dyrektywy wodnej.

2. Wyniki i wstępne wnioski

2.1. Krajowy i Europejski kontekst prawny zanieczyszczenia ciepłego.

Polskie Prawo Wodne (Dz. U. 2017 poz. 1566, Prawo Wodne, tekst jednolity (Dz. U. z 2018 r. poz. 2268, z 2019 r. poz. 125, 534.)) wymaga aby „wody nadawały się do bytowania ryb i innych organizmów wodnych w warunkach naturalnych, umożliwiających ich migracji, Art. 51, p2, 3) i także Art. 85 p.3. W zasadzie takie określenie jest zadowalające ale wymaga doprecyzowania.

Prawo Wodne nakłada obowiązek posiadania przez wprowadzającego zanieczyszczenie „przrządy pomiarowe lub systemy pomiarowe służące do pomiaru temperatury na wlocie do ujęcia wody oraz na wylocie do odbiornika dla wód z systemów chłodzenia elektrowni lub elektrociepłowni”, Art. 303, p 1, pp 3.

Prawo Wodne rozpatruje zanieczyszczenie termiczne jedynie w kontekście opłat za przekroczenia.

I tak odpowiednio:

Art.291. Górne jednostkowe stawki opłaty podwyższonej, o której mowa w art.280 pkt 2 lit. b, wynoszą:

2) 14 zł–za 1m³ ścieków w przypadku przekroczenia dopuszczalnej temperatury...,

Jeśli jednak (Art. 279 p.2) temperatura „nie przekracza +26°C albo różnica między temperaturą wód pobranych i wprowadzanych do wód lub do ziemi pochodzących z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni jest mniejsza niż 11°C to na mocy Art.279. są zwolnione z opłat.

Górne jednostkowe stawki opłat za usługi wodne wynoszą (Art.274 p.10 lit. a, b, c.):

10) za wprowadzanie do wód lub do ziemi 1dam³ wód pochodzących z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni:

a) 0,68zł –jeżeli temperatura wprowadzanych wód pochodzących z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni jest wyższa niż +26°C, a nie przekracza +32°C,

b) 1,36zł –jeżeli temperatura wprowadzanych wód pochodzących z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni jest wyższa niż +32°C, a nie przekracza +35°C,

c) 4,24zł – jeżeli temperatura wprowadzanych wód pochodzących z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni jest wyższa niż +35°C.

Dyrektywa 2008/105/WE

Dyrektywą 2008/105/WE w sprawie środowiskowych norm jakości w dziedzinie polityki wodnej daje możliwość wyznaczenia przejściowego obszaru przekroczenia norm, znajdującego się w sąsiedztwie punktów zrzutu zanieczyszczeń czyli tzw. Strefy Mieszania.

Dyrektywa ta stwarza Państwom członkowskim możliwość wykorzystywania stref mieszania, pod warunkiem iż wyznaczona strefa/strefy nie ma wpływu na przestrzeganie stosownych środowiskowych norm jakości w pozostałej części danej jednolitej JCWP. Zgodnie z powyższym przy wyznaczaniu stref mieszania należy brać pod uwagę daną jednolitą część wód powierzchniowych a także analizować wpływ na kolejną część wód. W samej strefie mieszania stężenie (stężenie jednej lub kilku substancji) substancji priorytetowych oraz substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego może przekraczać limity, pod rygorystycznym warunkiem, iż pozostała część wód powierzchniowych spełnia środowiskowe normy jakości (EQS – Environmental Quality Standards).

Artykuł 4 dyrektywy stanowi, iż pod względem przestrzennym zasięg stref mieszania powinien być ograniczony do miejsc znajdujących się w pobliżu punktów zrzutu i być proporcjonalny (zasada bliskości i zasada proporcjonalności).

I tak odpowiednio:

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 w sprawie zanieczyszczenia termicznego wskazywała w artykule 4, stosownie:

Strefy mieszania :

1. Państwa członkowskie mogą wyznaczyć strefy mieszania przylegające do punktów zrzutu. W takich strefach mieszania stężenie jednej lub kilku substancji wymienionych w części załącznika I może przekroczyć odpowiednie środowiskowe normy jakości, o ile nie ma to wpływu na przestrzeganie tych norm w pozostałej jednolitej części wód powierzchniowych.
2. Państwa członkowskie wyznaczające strefy mieszania włączają do planów gospodarowania wodami w dorzeczach, opracowanych zgodnie z art. 13 dyrektywy 2000/60/WE, opis:
 - a) podejścia i metodologii stosowanych przy określaniu takich stref; oraz
 - b) środków podjętych w celu ograniczenia w przyszłości zasięgu stref mieszania, takich jak środki podjęte na podstawie art. 11 ust. 3 lit. k) dyrektywy 2000/60/WE lub przegląd pozwoleń wydanych na podstawie dyrektywy 2008/1/WE lub wcześniejszych przepisów, o których mowa w art. 11 ust. 3 lit. g) dyrektywy 2000/60/WE.
3. Państwa członkowskie wyznaczające strefy mieszania zapewniają, że zasięg takiej strefy jest:
 - a) ograniczony do miejsc znajdujących się w pobliżu punktów zrzutu;
 - b) proporcjonalny, z uwzględnieniem stężeń substancji zanieczyszczających w punkcie zrzutu oraz zawartych we wcześniejszych regulacjach warunków dotyczących emisji substancji zanieczyszczających, takich jak zezwolenia lub pozwolenia, o których mowa w art. 11 ust. 3 lit. g) dyrektywy 2000/60/WE i wszelkich innych stosownych przepisach prawa wspólnotowego, w oparciu o najlepsze dostępne techniki i zgodnie z art. 10 dyrektywy 2000/60/WE, w szczególności po poddaniu tych przednich regulacji przeglądowi.
4. Wytyczne techniczne dotyczące wyznaczania stref mieszania przyjmuje się zgodnie z procedurą regulacyjną przewidzianą w art. 9 ust. 2 niniejszej dyrektywy.

Wytyczne techniczne Komisji Europejskiej do wyznaczenia stref mieszania (Technical Guidelines for the identification of mixing zones pursuant to Art. 4(4) of the Directive 2008/105/EC) w sposób prosty proponują by długość strefy mieszania nie przekraczała 10-krotności szerokości rzeki lub by strefa osiągała nie więcej niż 1 kilometr (pod warunkiem, że 1km nie przekracza 10% długości rzeki).

Przyjmuj do rozważań tylko te najprostsze wskazania przyjąć należy, iż w przypadku zrzutu ciepłej wody z Elektrowni dopuszczalna długość strefy mieszania - strefa przekroczenia nie nie powinna przekroczyć 1 km.

Dyrektywa 2006/44/WE (Wg. informacji na stronach Komisji Europejski dyrektywa uznawana jest za wygasłą)

Parlament europejski uchwalił czasową dyrektywę określającą podstawowe cechy wód przydatnych do bytowania ryb i drugą dla mięczaków- *Directive 2006/44/EC of the European Parliament and of the Council on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life.*

W Polskim prawie zapisy tej dyrektywy zmaterializowały się w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych (Dz.U.2002.176.1455).

Rozporządzenie Ministra Środowiska zostało uchylone w r. 2018. po wprowadzaniu ustawy Prawo Wodne „wdrażającej” zapisy Ramowej Dyrektywy Wodnej - *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.*

Wg. informacji na stronach Komisji Europejskiej¹ wspomniana wyżej dyrektywa „rybna” (2006/44/WE) uznawana jest również za wygasłą. Jej status jest określony następująco: The directive was in effect from October 15, 2006 until December 21, 2013. (No longer in force, Date of end of validity: 21/12/2013; Uchylona w sposób domniemany przez 32000L00602).

Przyjmuje się, zatem, że na mocy art. 22 ust. 2 dyrektywy 2000/60/WE w sposób domniemany uchylono dyrektywę 2006/44/WE (która zastąpiła dyrektywę 78/659/EW). Dyrektywa 2000/60/WE zawierała przepis międzyczasowy (intertemporalny), który przewidywał uchylenie dyrektywy 78/659/EW, którą to dyrektywa 2006/44/WE zastąpiła. Przyjąć zatem można, że właśnie na tej podstawie stwierdzono, że ta ostatnia dyrektywa jest w sposób domniemany uchylona.

Pomimo, iż oba wskazane wyżej akty prawne zostały uchylone warto wspomnieć jakie wartości krytyczne dla temperatur były ustalone np. w Załączniku 1 Dyrektywy 2006/44/WE i tak odpowiednio:

1. Temperatura mierzona poniżej punktu zrzutu wody podgrzanej tj. na krawędzi strefy mieszania (przepisy nie wskazują precyzyjnie gdzie znajduje się ta krawędź strefy mieszania) nie może przekraczać temperatury w strefie kontrolnej o więcej niż: 1,5°C dla ryb łososiowatych i 3°C dla ryb karpowatych. W szczególnych przypadkach Państwa Członkowskie mogą podjąć decyzję dotyczącą odstępstw o ograniczonym zakresie geograficznym, jeżeli właściwy organ może dowieść, że nie wywoła to szkodliwych skutków dla zrównoważonego rozwoju populacji ryb.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/TXT/?uri=CELEX:32006L0044>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>

2. Zrzuty wody podgrzanej nie mogą spowodować przekroczenia przez wodę poniżej punktu zrzutu wody podgrzanej (na krawędzi strefy mieszania) następującej temperatury:

21,5 (0) 28 (0)

10 (0) 10 (0)

Limit temperatury 10°C dotyczy tylko okresów tarła gatunków, które potrzebują zimnej wody do rozmnażania się i tylko wód, które mogą zawierać takie gatunki. Limity temperatury mogą być jednakże przekraczane przez 2 % czasu.

2.2. Wyniki

Punkt zrzutu ciepłej wody z elektrowni Połaniec zlokalizowany jest na kanale zrzutowym o ujściu do rzeki Wisła poniżej Elektrowni w km. 236+030 (696+650 od ujścia). Około 500 m poniżej miejsca zrzutu wód zlokalizowany jest obszar natura 2000 Tarnobrzaska Dolina Wisły(PLH180049) oraz Dolina Wisłoka z Dopływami (PLH180052) rys 1.



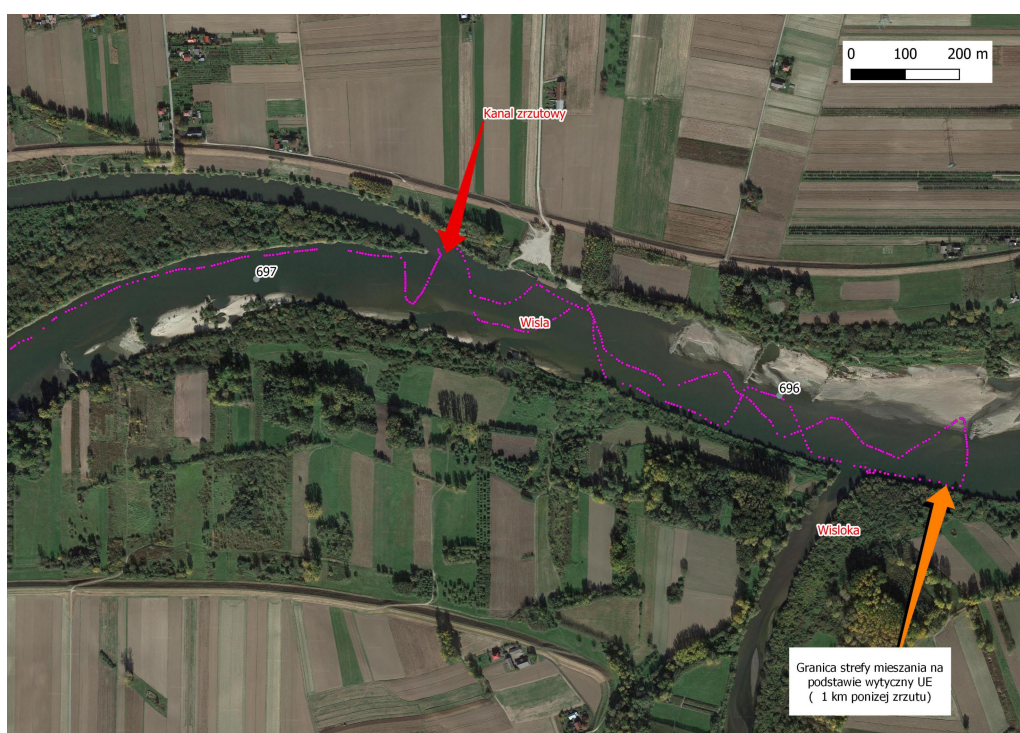
Rys. 1. Zrzut wód procesowych na tle obszarów N2000

Na obszarach tych stwierdzono występowanie wielu cennych gatunków ryb, takich jak: łosoś atlantycki, głowacz białopłetwy, piekielnica, brzana, brzana peloponeska, świnka, głowacz przegopłetwy, miętus, lipień, certa, piskorz, różanka europejska.

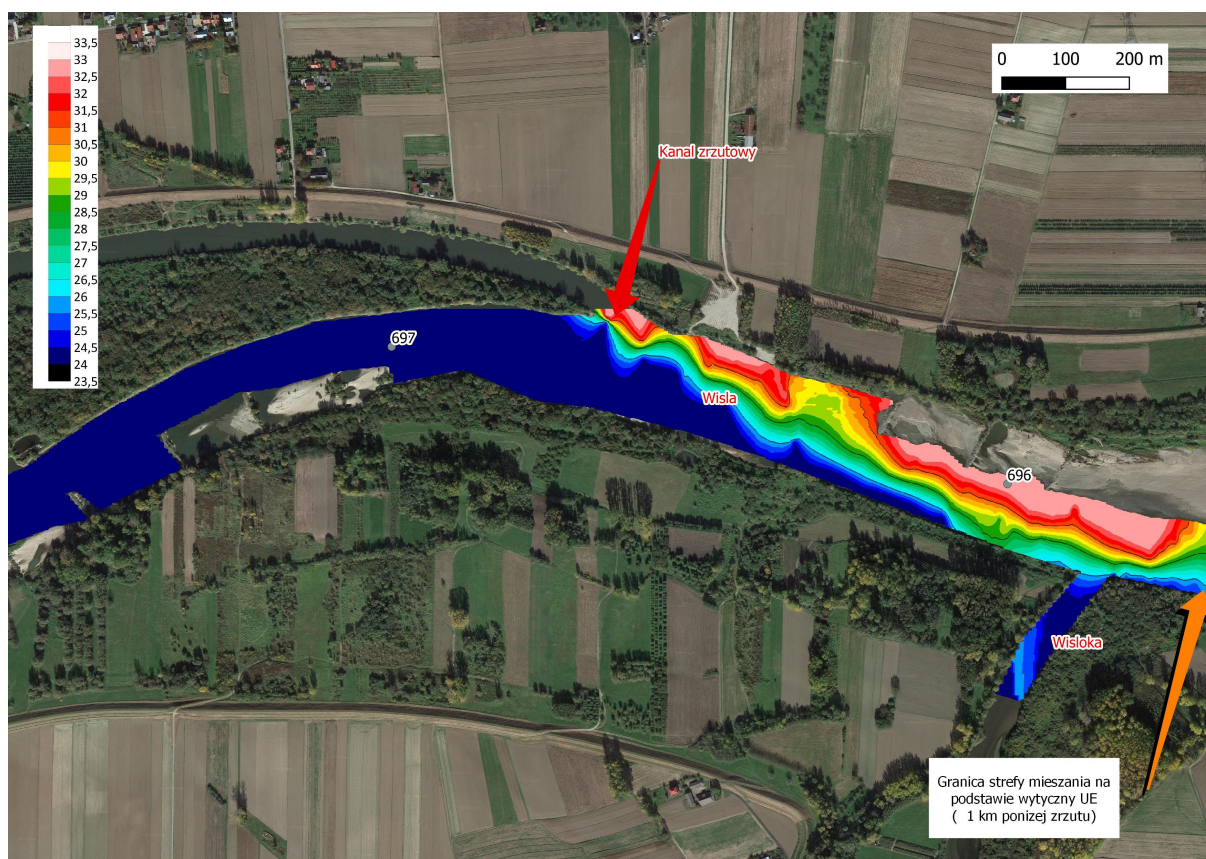
Obserwacji dokonywano w sposób bezpośredni, poprzez kontrolnie pomiary termometrem z dokładnością do 0.1°C.

Podczas pierwszej sesji pomiarowej wykonanej w dniu 6 sierpnia 2019 wykonano pomiary rozkładu temperatury wody poniżej zrzutu z elektrowni.

Na końcu strefy mieszania(1 km poniżej zrzutu) w miejscu wyznaczonym na podstawie dyrektywy UE (2008/105/WE) temperatura w sierpniu 2019 r na lewym brzegu Wisły w strudze ciepłej wody wynosiła 30.6-30.9 °C a więc nadal była o 6.5-6.8 °C wyższa od naturalnej temperatury rzeki (24.1 °C) . Rozkład punktów pomiarowych pokazano na rys. 2 a rozkład temperatur z badań wykonanych w sierpniu 2019 r, na rys nr 3.



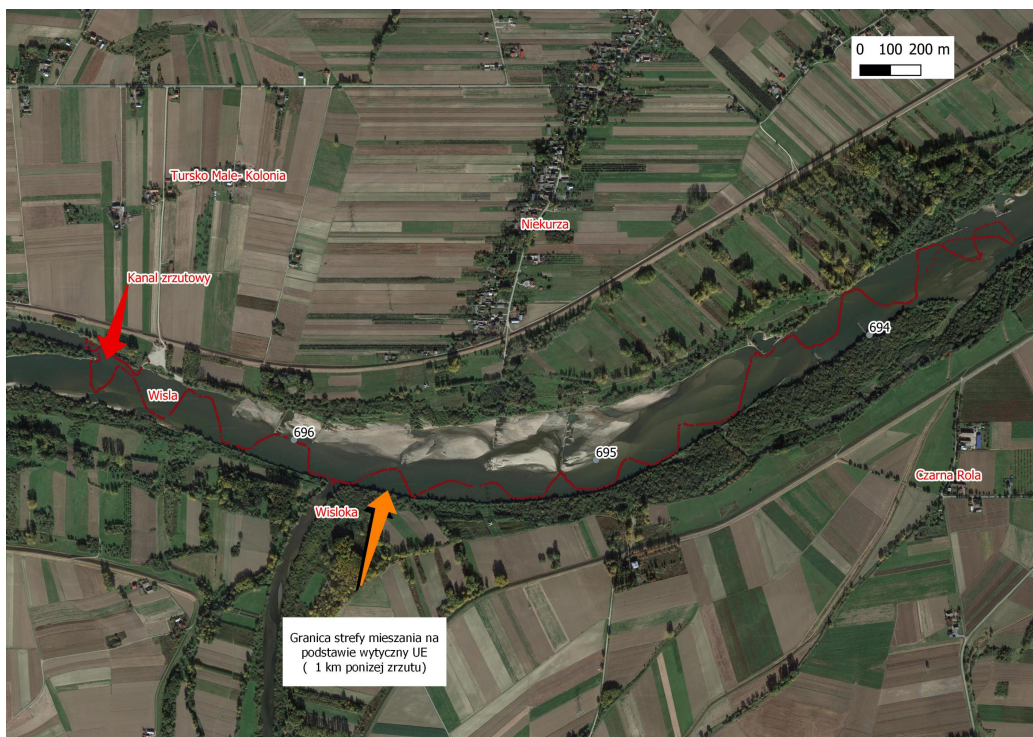
Rys. 2. Rozkład punktów pomiarowych , sierpień 2019r.



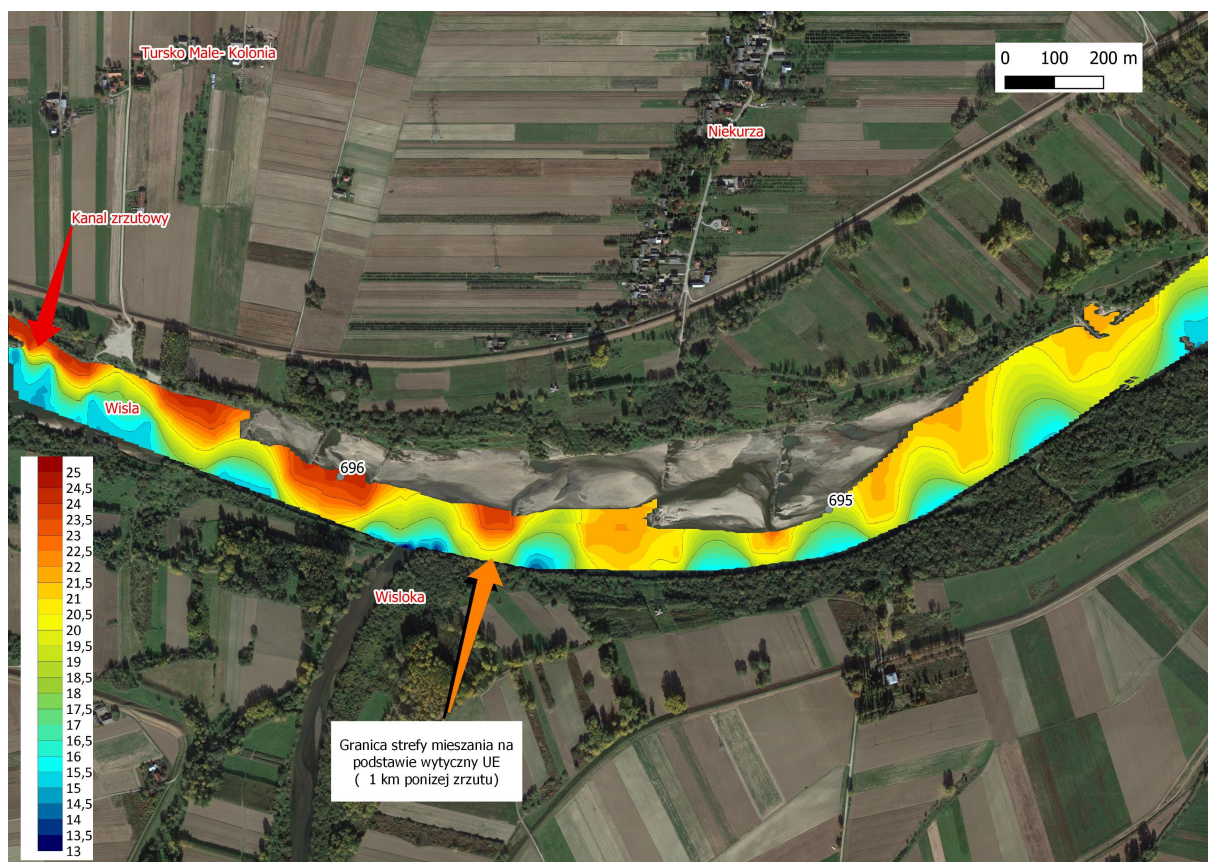
Rys. 3. Rozkład temperatury, sierpień 2019r.

Temperatura Wisły przed zrzutem była jednorodna i wynosiła 15.1 °C a temperatura wód zrzutowych na granicy strefy mieszania wynosiła 23.3-23.5 °C, co oznacza różnicę temperatur 8.2-8.4 °C. Temperatura Wisły ponad 3 km poniżej miejsca zrzutu nadal wynosiła ponad 20.2 °C co oznacza różnice na poziomie 5.1 °C

Dane posłużyły do wykreślenia mapy rozkładu temperatury w rzece. Rozkład punktów pomiarowych pokazano na rys. 4 a rozkład temperatur z badań wykonanych we wrześniu 2019 r, na rys nr. 5.



Rys. 4. Układ punktów pomiarowych. Rozkład wrzesień 2019 r.



Rys. 5. Układ punktów pomiarowych. Rozkład z dnia 2019-09-23.

2.3. Wpływ temperatury na organizmy wodne.

Większość zmian temperatury wody jest powodowana działalnością związaną z użytkowaniem gruntów i wykazuje tendencję wzrostową. Wyjątkiem jest uwalnianie zimnej wody ze zbiorników zaporowych, które mogą zmieniać florę i faunę przez wiele kilometrów poniżej zapory.

Większość innych działań zazwyczaj podnosi temperaturę przyjmowanych wód z następującymi efektami:

- (a) Wyższe temperatury zmniejszają rozpuszczalność rozpuszczonego tlenu, a tym samym zmniejszają dostępność tego niezbędnego gazu.
- (b) Podwyższone temperatury zwiększają metabolizm, oddychanie i zapotrzebowanie na tlen ryb i innych organizmów wodnych, w przybliżeniu podwajając oddychanie dla wzrostu temperatury o 10 °C. Stąd zapotrzebowanie na tlen zwiększa się w warunkach obniżenia dopływu tlenu.
- (c) Rozpuszczalność wielu substancji toksycznych jest zwiększona, a także nasilona wraz ze wzrostem temperatury.
- (d) Wyższe temperatury przemawiają przeciwko pożądanemu życiu ryb poprzez sprzyjanie rozwojowi grzybów ściekowych i gniciu osadów ściekowych, a na koniec
- (e) nawet z odpowiednią ilością rozpuszczonego tlenu istnieje maksymalna temperatura, którą każdy gatunek ryby lub innego organizmu może tolerować. Wyższe temperatury powodują śmierć. Maksymalne temperatury, które mogą tolerować dorosłe ryby, różnią się w zależności od gatunku ryb, wcześniejszej aklimatyzacji, dostępności tlenu i synergistycznego wpływu innych zanieczyszczeń.

Medianową granicę tolerancji (MTL) przedstawiono w poniższej tabeli nr 2. Podane tam temperatury dotyczą dorosłych ryb. Do tarła i wylęgu jaj wymagane są znacznie niższe temperatury. Wiele gatunków odbywa tarło tylko powyżej lub poniżej pewnych temperatur.

Ryby zimnowodne mogą zacząć rozmnażać się w bardzo niskich temperaturach - tylko kilka stopni powyżej temperatury zamarzania dla łososia, pstrąga i lipienia. Podczas gdy wiele gatunków ciepłowodnych zaczyna się rozmnażać tylko w znacznie wyższych temperaturach, a więc odnosi sukcesy tylko w miejscach, w których wysokie temperatury są dostępne wystarczająco długo do hodowli i wczesnego rozwoju. Jak stwierdzono wcześniej, ryby mają optymalne temperatury dla tempa wzrostu i rozmnażania. Mając wybór, preferują również wodę o określonym zakresie temperatur.

W literaturze wielokrotnie opisano następujące optymalne lub korzystne temperatury:

Tab. 1. Optymalne lub korzystne temperatury

Nazwa gatunku	Nazwa łacińska	Temperatura °C
Pstrąg tęczowy	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	13
Łosoś	<i>Oncorhynchus keta</i>	13.5
Łosoś czerwony	<i>Oncorhynchus nerka</i>	15
Łosoś Coho	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	20
Pstrąg jeziorny	<i>Salvelinus namaycush</i>	15-17
Greenthroat darter	<i>Etheostoma lepidum</i>	20-23
okoń	<i>Micropterus salmoides</i>	22-25
płóc	<i>Rutilus rutilus</i>	23-24
gupik (pawie oczko)	<i>Lebistes lebistes</i>	23-25
karp	<i>Cyprinus carpio</i>	32

Hasnain et al. w 2010 opracowali dla gatunków amerykańskich wymagania termiczne. Poniżej obszernie cytaty z ich opracowania.

Metryki termiczne

(i) Wzrost

Optymalna temperatura wzrostu (OGT): Optymalna temperatura wzrostu to taka, która wspiera najwyższą szybkość wzrostu w eksperymencie, w którym oddzielne grupy ryb są wystawione na działanie jednego ze zbioru stałych temperatur w warunkach żywienia ad libitum. Zakres tych stałych temperatur jest tak dobrany, aby zaobserwować zmniejszony wzrost w obu skrajnościach (McCauley i Casselman 1980 cytowany w Wismer and Christie 1987, Jobling 1981).

Ostateczne preferendum temperaturowe (FTP): Ostateczne preferendum temperaturowe jest tym, w którym ryby grawitują po wystawieniu na „nieskończony” zakres temperatur (Giattina i Garton 1982 cytowane w Wismer and Christie 1987). Do określenia FTP stosuje się dwie metody: metodę grawitacji i metodę aklimatyzacji (Jobling 1981). Metoda grawitacji polega na wystawianiu ryb na gradient temperatury, aż grawitują w kierunku określonej temperatury. Metoda aklimatyzacji rozszerza metodę grawitacji, powtarzając „próby grawitacyjne” z rybami aklimatyzowanymi do coraz wyższych temperatur. Korzystna temperatura wykazywana w każdej próbie jest następnie wykreślana w funkcji temperatury aklimatyzacji, a FTP jest temperaturą, w której linia najlepszego dopasowania dla tych danych przekracza linię równości (Jobling 1981). Nieformalne badanie podzbioru oryginalnych źródeł wykazało, że większość szacunków została określona metodą grawitacji. Szacunki FTP uzyskane przy użyciu obu metod zostały skompilowane w bazie danych.

Klasa preferencji termicznej: Dla każdego gatunku klasa preferencji termicznej została określona na podstawie klasyfikacji Coker i wsp. (2001), która wykorzystuje preferowaną temperaturę wody letniej do klasyfikacji gatunków w następujący sposób: ciepło $\rightarrow 25^{\circ}\text{C}$, chłód - 19 do 25°C i zimno - $<19^{\circ}\text{C}$. Gatunki mogą zajmować jedną z dwóch klas pośrednich, tj. Chłodzić / chłodzić ciepło / chłodzić, jeśli ich preferowana temperatura pokrywa się z klasami.

(ii) Przeżycie

Górna początkowa temperatura śmiertelna (UILT): Górna śmiertelna temperatura w początkowym stadium jest taka, że 50% ryb w próbie doświadczalnej przeżywa przez dłuższy czas (Spotila i wsp. 1979, Jobling 1981, Wismer and Christie 1987). Testy na UILT obejmują umieszczanie grup ryb w oddzielnych kąpielach, każda utrzymywana w innej stałej temperaturze, przy użyciu wystarczająco szerokiego zakresu stałych temperatur, że w niektórych kąpielach obserwuje się szybką śmiertelność, podczas gdy powolna, niepełna śmiertelność występuje w innych (Spotila i in. 1979).

Krytyczne maksimum termiczne (CTMax): Krytyczne maksimum termiczne jest wskaźnikiem „oporu cieplnego” i jest definiowane jako temperatura, w której ryba traci zdolność do utrzymywania „normalnej” wyprostowanej postawy w wodzie (utrata równowagi; Jobling 1981). Określa się ją, wystawiając ryby w zbiorniku na stale rosnące temperatury wody (zwykle z szybkością $1^{\circ}\text{C min}^{-1}$) i odnotowując temperaturę, w której ryby wykazują skurcze i utratę równowagi (Jobling 1981, Wismer and Christie 1987). Pozostając przy lub powyżej CTMax powoduje śmiertelność (Jobling 1981, Wismer i Christie 1987).

(iii) Rozmnażanie

Optymalna temperatura tarła (OS): Optymalna temperatura tarła to ta, w której tarło osiąga swój szczyt (Wismer i Christie 1987).

Optymalna temperatura rozwoju jaj (OE): Optymalna temperatura rozwoju jaj jest taka, przy której szybkość udany rozwój jaj jest najwyższy (Wismer i Christie 1987).

Sezon rozrodczy: każdy gatunek został wyznaczony jako tarło wiosenne lub jesienne za pomocą danych tarłowych cytowanych w Scott and Crossman (1973). Wiosną tarlaki były gatunkami, które odbywały tarło między początkiem kwietnia a końcem czerwca, podczas gdy tarlaki upadkowe były gatunkami, które tarły od początku września do końca października.

Tab. 2. Średnia optymalna temperatura wzrostu (OGT), końcowa temperatura preferendum (FTP), górna temperatura początkowa śmiertelna (UILT), krytyczne maksima termiczne (CTMax), optymalna temperatura tarła (OS) i optymalna temperatura rozwoju jaja (OE) dla 87 gatunków słodkowodnych ryb w Ontario. Myślnik (-) wskazuje, że nie znaleziono żadnych danych. Gatunki są uporządkowane alfabetycznie w obrębie rodzin. Wg. Hasnain et al. 2010

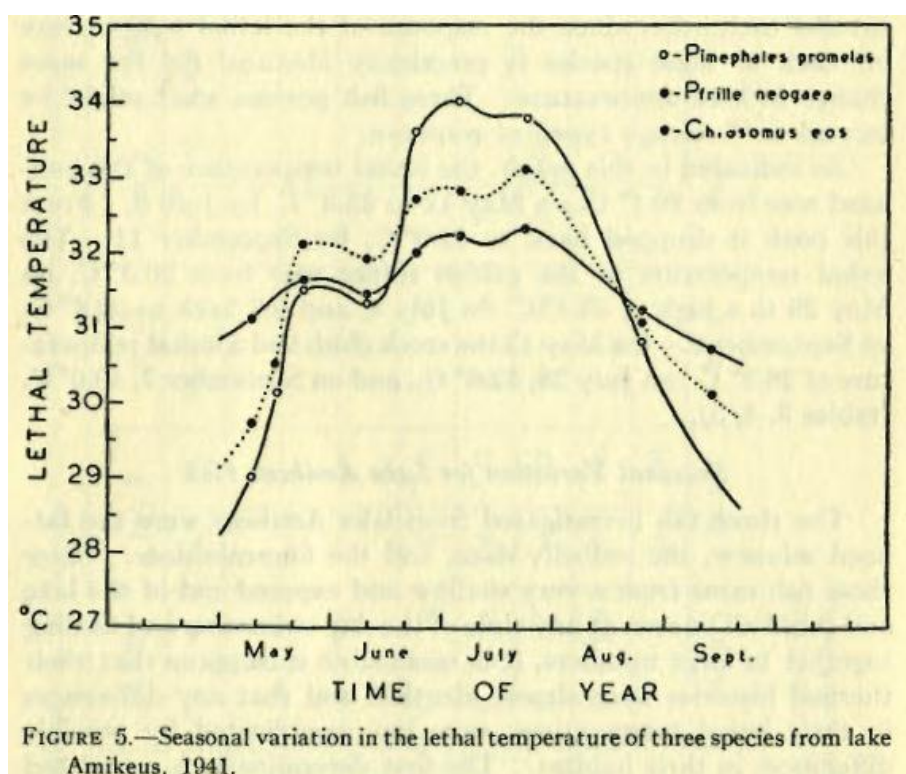
Family	Common Name	Scientific Name	Temperature °C					
			OGT	FTP	UILT	CTMax	OS	OE
Ascipenseridae	Lake Sturgeon	<i>Acipenser fulvescens</i>	-	11.0	-	-	15	14.5
Amiidae	Bowfin	<i>Amia calva</i>	-	30.3	-	37.0	-	-
Anguillidae	American Eel	<i>Anguilla rostrata</i>	25.0	19.9	-	-	-	-
Catostomidae	Bigmouth Buffalo	<i>Ictiobus cyprinellus</i>	-	19.8	-	-	16.95	20.5
	Longnose Sucker	<i>Catostomus catostomus</i>	-	11.1	26.8	-	10	12.5
	Northern Hog Sucker	<i>Hypentelium nigricans</i>	25.6	27.0	29.8	30.8	17.5	17.4
	Quillback	<i>Carpoides cyprinus</i>	-	20.5	-	37.2	-	-
	Spotted Sucker	<i>Minytrema melanops</i>	-	21.8	-	31.0	-	-
	White Sucker	<i>Catostomus commersoni</i>	25.5	23.4	27.8	31.6	15.83	15
Centrarchidae	Black Crappie	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	18.0	23.4	33.3	34.9	19.2	18.15
	Bluegill	<i>Lepomis macrochirus</i>	29.2	30.2	32.2	40.2	25	23
	Green Sunfish	<i>Lepomis cyanellus</i>	28.0	25.4	40.0	36.0	21.9	29.1
	Largemouth Bass	<i>Micropterus salmoides</i>	26.6	28.6	31.9	38.4	19.15	20
	Pumpkinseed	<i>Lepomis gibbosus</i>	25.0	27.7	31.7	37.6	26	28
	Rock Bass	<i>Ambloplites rupestris</i>	28.4	24.9	33.9	36.0	-	-
	Smallmouth Bass	<i>Micropterus dolomieu</i>	26.0	25.0	36.0	36.3	18	21
	White Crappie	<i>Pomoxis annularis</i>	22.5	19.1	-	32.8	17	19.15
Clupeidae	Alewife	<i>Alosa pseudoharengus</i>	20.1	16.9	23.1	31.3	13.75	17.8
	Gizzard Shad	<i>Dorosoma cepedianum</i>	17.0	20.7	35.5	31.7	22	22.2
Cottidae	Deepwater Sculpin	<i>Myoxocephalus thompsoni</i>	-	5.0	-	-	-	-
	Fourhorn Sculpin	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	-	5.0	-	-	-	-
	Mottled Sculpin	<i>Cottus bairdii</i>	-	16.2	24.3	30.9	11.4	12.55
	Slimy Sculpin	<i>Cottus cognatus</i>	-	11.0	22.8	26.1	-	-
	Spoonhead Sculpin	<i>Cottus ricei</i>	-	6.0	-	-	-	-
Cyprinidae	Blackchin Shiner	<i>Notropis heterodon</i>	-	-	38.0	32.8	-	-
	Blacknose Dace	<i>Rhinichthys atratulus</i>	-	19.6	28.6	30.2	-	-
	Bluntnose Minnow	<i>Pimephales notatus</i>	26.2	24.1	31.5	29.9	-	-
	Carp	<i>Cyprinus carpio</i>	27.3	27.7	34.5	39.0	24	21
	Central Stoneroller	<i>Camptostoma anomalum</i>	24.8	23.9	31.0	34.3	-	-
	Common Shiner	<i>Notropis cornutus</i>	22.0	21.9	30.4	31.2	-	-
	Creek Chub	<i>Semotilus atromaculatus</i>	-	24.9	29.1	33.0	-	-
	Emerald Shiner	<i>Notropis atherinoides</i>	25.7	19.3	27.4	28.6	24	23.9
	Fallfish	<i>Semotilus coropralis</i>	-	22.0	-	-	-	-

Family	Common Name	Scientific Name	Temperature °C					
			OGT	FTP	UILT	CTMax	OS	OE
	Fathead Minnow	<i>Pimephales promelas</i>	25.8	26.6	31.3	34.1	19.48	25
	Finescale Dace	<i>Chrosomus neogaeus</i>	-	24.1	30.3	32.2	18.5	20
	Golden Shiner	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	25.0	21.8	32.0	33.4	20.25	20
	Goldfish	<i>Carassius auratus</i>	26.6	27.4	34.9	35.8	21.08	16.95
	Longnose Dace	<i>Rhinichthys cataractae</i>	-	15.3	-	31.4	11.7	15.6
	Northern Redbelly Dace	<i>Chrosomus eos</i>	-	25.3	29.2	29.0	-	-
	Pugnose Shiner	<i>Notropis anogenus</i>	-	16.5	-	-	-	-
	Rosyface Shiner	<i>Notropis rubellus</i>	25.5	25.3	33.0	33.6	24.3	21.1
	Spotfin Shiner	<i>Cyprinella spiloptera</i>	28.9	27.5	36.0	-	-	-
	Spottail Shiner	<i>Notropis hudsonius</i>	27.3	16.6	33.0	33.2	19	20
Cyprinodontidae	Banded Killifish	<i>Fundulus diaphanus</i>	-	23.0	31.7	-	23	24.35
	Mummichog	<i>Fundulus heteroclitus</i>	24.3	25.0	27.6	39.8	-	-
Esocidae	Grass Pickerel	<i>Esox americanus vermiculatus</i>	-	25.7	-	-	9.45	8.35
	Muskellunge	<i>Esox masquinongy</i>	25.1	25.4	32.2	32.0	12.8	13.5
	Northern Pike	<i>Esox lucius</i>	23.0	20.7	31.0	-	11.5	12.05
Gadidae	Burbot	<i>Lota lota</i>	16.6	13.2	23.3	-	1.15	7.5
Gasterosteidae	Brook Stickleback	<i>Culaea inconstans</i>	-	21.3	30.6	-	13.13	18.3
	Ninespine Stickleback	<i>Pungitius pungitius</i>	-	16.5	-	-	-	-
	Threespine Stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	17.1	12.5	27.2	28.7	12.5	19
Hiodontidae	Mooneye	<i>Hiodon tergisus</i>	-	28.0	-	-	-	-
Ictaluridae	Black Bullhead	<i>Ictalurus melas</i>	-	-	35.4	37.5	-	-
	Brown Bullhead	<i>Ameiurus nebulosus</i>	30.0	26.2	33.4	37.9	21.1	22.8
	Channel Catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>	29.5	27.3	32.9	36.7	-	-
	Stonecat	<i>Noturus flavus</i>	-	15.3	-	29.0	-	-
	Yellow Bullhead	<i>Ictalurus natalis</i>	-	28.2	-	36.4	-	-
Lepisosteidae	Longnose Gar	<i>Lepisosteus osseus</i>	26.4	27.4	-	-	-	-
	Spotted Gar	<i>Lepisosteus oculatus</i>	-	16.0	-	-	-	-
Moronidae	White Bass	<i>Morone chrysops</i>	-	27.3	33.5	35.3	15.5	17.45
	White Perch	<i>Morone americana</i>	28.5	29.8	36.0	-	17.5	19.95
Percichthyidae	Striped Bass	<i>Morone saxatilis</i>	-	-	28.8	25.9	-	-
Percidae	Eastern Sand Darter	<i>Ammocrypta pellucida</i>	-	24.6	-	-	-	-
	Rainbow Darter	<i>Etheostoma carolineum</i>	-	19.9	-	32.1	-	-
	Sauger	<i>Stizostedion canadense</i>	22.0	19.6	-	-	10.33	13.5
	Walleye	<i>Stizostedion vitreum</i>	22.1	22.5	29.7	23.4	7.73	12.2
	Yellow Perch	<i>Perca flavescens</i>	25.4	17.6	25.6	35.0	9.13	15
Percopsidae	Trout-Perch	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	-	13.4	-	22.9	-	-
Petromyzontidae	Sea Lamprey	<i>Petromyzon marinus</i>	17.5	10.3	31.4	-	15.35	18.5
Salmonidae	Atlantic Salmon	<i>Salmo salar</i>	13.6	15.3	27.6	32.8	-	-
	Bloater	<i>Coregonus hoyi</i>	18.6	8.5	26.5	-	-	-
	Brook Trout	<i>Salvelinus fontinalis</i>	14.2	14.8	24.9	29.3	10.7	6.1
	Brown Trout	<i>Salmo trutta</i>	12.6	15.7	25.0	28.3	7.8	7.5
	Chinook Salmon	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	14.3	13.8	23.5	25.1	-	-
	Chum Salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	13.0	14.1	-	-	-	-
	Coho Salmon	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	13.6	14.4	21.8	27.6	6.05	7.15
	Cutthroat Trout	<i>Oncorhynchus clarkii</i>	16.5	14.9	21.9	28.0	-	-
	Lake Herring, Cisco	<i>Coregonus artedii</i>	18.1	12.4	23.9	-	3.3	5.6
	Lake Trout	<i>Salvelinus namaycush</i>	10.0	11.8	24.3	-	-	-
	Lake Whitefish	<i>Coregonus clupeaformis</i>	14.7	12.7	23.9	-	3.05	4.95
	Pink Salmon	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	15.5	13.0	-	-	10	7.25
	Rainbow Trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	15.7	15.5	25.0	22.1	7	8.9
	Round Whitefish	<i>Proposium cylindraceum</i>	-	8.3	-	-	3.75	3
	Sockeye Salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>	15.0	13.7	21.5	-	8.63	8.25
Sciaenidae	Freshwater Drum	<i>Aplodinotus grunniens</i>	22.0	24.6	32.8	34.0	21	23.9
Umbelidae	Central Mudminnow	<i>Umbra limi</i>	-	-	33.5	-	-	-

Cherry i in. 1977 doświadczalnie stwierdzili, że temperatura unikania dla większości karpioatych wynosi powyżej 24 ° C i mniej niż 19 ° C dla łososiowatych. Jako łososiowate „testowali” zachowania pstrąga tęczowego, potokowego i źródlanego.

Temperatury, w której 50% próbki płoci (*Rutilus rutilus*) umiera w ciągu tygodnia, nie można podnieść powyżej 33,5 ° C, Cocking, 1959.

Temperatury letalne zależą od czasu adaptacji, rys. 20, Brett 1944.



Rys. 6. Sezonowa zmienność temperatury letalnej trzech gatunków z jeziora Amikeus, 1941.
Wg Brett 1944.

Denaturacja frakcji białek mięśniowych u ryb.

Kołąkowski i in. wykazali iż do denaturacji białek dochodzi w przypadku ryb morskich w temp. 26 – 50 °C (dorsz 26 – 43 °C), ryb słodkowodnych 30 – 52 °C !!!

Tab. 3. Zakresy temperatury i średnie wartości denaturacji poszczególnych frakcji białek mięsa ryb morskich, ryb słodkowodnych i zwierząt rzeźnych. Kołąkowski i in.

Frakcja (pik) Fraction (peak)	Temperatura [°C] Temperature [°C]		
	Ryby morskie Saltwater fish	Ryby słodkowodne Freshwater fish	Zwierzęta rzeźne Slaughter animals
1	26 ÷ 36 32 ± 5,3	30 ÷ 36 32 ± 2,9	44 ÷ 46 45 ± 1,4
1a	36 ÷ 46 41 ± 5,0	41 ÷ 45 42 ± 1,5	50 ÷ 54 52 ± 2,8
T _{pp 1,2}	43 ÷ 50 48 ± 4,0	49 ÷ 52 51 ± 1,2	54 ÷ 58 56 ± 2,8

Chroniczne narażenie na temperaturę pozwoliło ustalić, że górna granica dodatniego wzrostu pstrąga źródlanego (*Salvelinus fontinalis*) wynosi 23,4 °C. Dodatkowo, pstrąg źródlany narażony na codzienne wahania temperatury 8 °C, około średniej 21 °C, wykazywał tempo wzrostu o 43 i 35% niższe odpowiednio dla długości i wagi, niż przy stałych 21 °C kontrolach [Chadwik 2012]. Ograniczenia wzrostu były związane ze wzrostem wskaźników reakcji stresu fizjologicznego. Osobniki narażone na 22 lub 24 °C przez 24 dni wykazywały poziom kortyzolu w osoczu, który był 12 i 18 razy większy niż w 16 °C. Podobnie, poziom białka szoku cieplnego w skrzelach (Hsp)-70 był o 10,7 i 56 razy wyższy w 22 i 24 °C niż w 16 °C. Pstrąg źródlany narażony na codzienne wahania temperatury 4 lub 8 °C miał poziomy Hsp-70 w skrzelach, o 40 i 700 razy większe niż w grupie kontrolnej. Ekspozycję na ostre (6 godzin) temperatury zastosowano do wykazania progu indukcji Hsp-70 i odpowiedzi glukozy w osoczu odpowiednio 20,7 °C i 21,2 °C. Badania terenowe wykazały wzrost stężenia kortyzolu w osoczu, stężenia glukozy w osoczu i Hsp-70 w skrzelach w temperaturach powyżej 21 °C. Indukcja odpowiedzi stresu komórkowego i hormonalnego wiąże się ze zmniejszeniem wzrostu pstrąga źródlanego. Ograniczenia termiczne wzrostu mogą stanowić mechanizm, za pomocą którego temperatura wpływa na dystrybucję tego zimnego gatunku wody.

Wiele badań wykazało, że temperatura 13–16 °C jest optymalna dla wzrostu pstrąga źródlanego (Baldwin 1956; Dwyer i in., 1983; Hokanson i in., 1973; McCormick i in., 1972; McMahon i in., 2007), jednak żadne z tych badań nie przetestowało wystarczająco wysokiej temperatury, aby określić górny próg wzrostu. **Najnowsze badania terenowe wskazują, że pstrągi potokowe nie występują w wodach powyżej 24-dniowej średniej maksymalnej temperatury 22 °C (Wehrly i in., 2007).** Dodatkowa praca w wodach lenitycznych sugeruje, że populacje są ograniczone przez temperatury powyżej 20 °C (Robinson i in., 2010).

Zatem jeśli temperatura zrzutu jak i zasięgu strumienia zostanie podniesiona o 30 °C, jest nader prawdopodobne, że u ryb rozpocznie się proces denaturacji pierwszej frakcji białek mięśniowych a zimnolubne unikną tego zasięgu i że zostaną zastąpione przez ryby ciepłolubne.

W ten sposób, bez jakiegokolwiek bezpośredniej widocznej śmiertelności, zmieni się charakter ryb i wsparcie życia wodnego.

2.4. Wnioski:

Kluczowe wnioski :

- Zrzut ciepłej wody to bariera behawioralna głównie dla ryb łososiowatych. Temperatura unikania ciepłych wód dla większości karpiowatych wynosi powyżej 24 °C i mniej niż 19 °C dla łososiowatych. Przekroczenie tych temperatur stanowi barierę behawioralną dla ryb.

- **Jeśli temperatura zrzutu jak i zasięgu strumienia zostanie podniesiona o 30 °C, jest nader prawdopodobne, że u ryb rozpocznie się proces denaturacji pierwszej frakcji białek mięśniowych**
- W skutek zrzutu zanieczyszczenia do rzeki Wisła zaburzeniu uległy ogólne warunki termiczne ciek. Jesienna temperatura ciek po ponad 3 km od miejsca zrzutu jest wyższa o od wód naturalnych o 5.6 °C. Istnieje bardzo ryzyko, iż w skutek zrzutu ciepłej wody dochodzi do trwałej zmiany termiki rzeki. Podgrzane wody Wisły nie są w stanie wytrącić tak dużej ilości energii co skutkuje kumulacją oddziaływania termicznego przy kolejnej elektrowni tj. Kozienice.
- Biorąc pod uwagę otwarty system chłodzenia kolejnej elektrowni Połaniec i podgrzewanie wody przez elektrownię Kozienice mamy do czynienia praktycznie ze skumulowanym działaniem obu elektrowni.
- Pomimo, że w jesieni, zimie i wiosną podgrzewanie jest w granicach tolerowanych przez ryby, to dla niektórych gatunków stanowi duże zagrożenie.
- Dodatkowo w wskutek Ryby dwuśrodowiskowe, które zdołały pokonać Włocławek migrują w cieplejszej wodzie co powoduje przyspieszoną utratę zgromadzonych w morzu zapasów energetycznych. Z dużym prawdopodobieństwem ryby te, nawet jeśli pokonają próg w Kozienicach to utracą tyle energii, że jeśli nie zginą z wyczerpania to prawdopodobnie nie zdołają wykopać gniazd i odbyć tarła.
- Jeśli temperatura zasięgu strumienia zostanie podniesiona o 5-10 °C, jest prawdopodobne, że ryby zimnowodne uciekną z takiego miejsca i zostaną zastąpione przez ryby ciepłolubne.
- Podgrzanie wód sprzyja rozwojowi inwazyjnych małży np. *Corbicula fluminea*, *Sinanodonta*, które już są na stałe obecne w Wiśle w Kozienicach razem z *Dreissena polymorpha*.
- A w przypadku gdy zrzut zagraża osiągnięciu celów ramowej dyrektywy wodnej na poziomie jednolitej części wód warto rozważyć możliwości wprowadzenia-zgłoszenia bardziej restrykcyjnych kontroli emisji.

3. 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
- Brett J.R. 1944. Some lethal temperature relations of Algonquin park fishes. Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. 52, pp.49.

- Chadwick, Joseph G. Jr, 2012. Temperature Effects on Growth and Stress Physiology of Brook Trout: Implications for Climate Change Impacts on an Iconic Cold-Water Fish. Masters Theses 1911 - February 2014. 897. <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. 34:239-24
- 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.
- 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.
- Hoar W.S. 1939. The weight-length relationship of the atlantic salmon. Fish. Res. Board Can. 4b (5), 441-460
- 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.
- 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
- Kane T.R. 1988. Communications: Length–Weight Relationship of Hatchery-Reared Atlantic Salmon. Am. Fish Soc. 50, 1, 28-30.
- Lee, C.G., Farrell, A.P., Lotto, A., MacNutt, M.J., Hinch, S.G., Healey, M.C., 2003. The effect of temperature on swimming performance and oxygen consumption in adult sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon stocks. J. Exp. Biol. 206,3239–3251.
- 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.(2007b). 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.
- 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
- 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
- Ogawa M., Tamiya T., Tsuchiya T.: Structural changes of carp myosin during heating. Fisheries Science, 1994
- Kołąkowski E., Wiancki M., Milewska I.: Temperatura ciepłej koagulacji białek mięśniowych ryb i zwierząt rzeźnych wybranych gatunków.
- 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
- 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
- RZGW 2014. Identyfikacja substancji priorytetowych i określenie stref mieszania w zlewni rzeki pilotażowej - rzeka Silnica. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie 2014 r.

4. Akty prawne

- 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 2008/105/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
- Technical Guidelines for the identification of mixing zones pursuant to Art. 4(4) of the Directive 2008/105/EC
- 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)