

**Utylizacja wód po  
pompowych wyladunkach ryb**

pod redakcją Joanny Szlinder-Richert



Gdynia 2024

Tytuł:  
**Utylizacja wód po pompowych wyladunkach ryb**

Monografia powstała na podstawie wyników badań wykonanych w ramach projektu innowacyjnego nr 00010-61720-OR0200007/12 pt. „**Utylizacja w porcie zanieczyszczonych wód technologicznych z rozładunku statków rybackich stosujących systemy przechowywania i transportu ryb w oziębionej wodzie morskiej (CSW i RSW)**” finansowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa

**Członkowie zespołu badawczego:**

dr inż. Bogusław Pawlikowski - kierownik projektu, mgr inż. Maria Adamczyk, prof. dr hab. inż. Andrzej Dowgiałło, mgr inż. Jolanta Hillar-Walczak, mgr inż. Dorota Janiszewska, dr inż. Mariusz Kosmowski, mgr inż. Kamila Kozieł, dr inż. Olga Szulecka

Redaktor naukowy:  
dr hab. inż. Joanna Szlinder-Richert

Recenzenci:  
dr hab. inż. Zygmunt Usydus  
dr hab. inż. Wojciech Weiner

Korekta i skład:  
Anna Ochman

Licencja:



Publikacja jest zamieszczona na stronie [www.mir.gdynia.pl](http://www.mir.gdynia.pl) na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska. Pewne prawa zastrzeżone na rzecz autorów. Zezwala się na wykorzystanie publikacji zgodnie z licencją – pod warunkiem zachowania niniejszej informacji licencyjnej oraz wskazania autorów jako właścicieli praw do tekstu.

Treść licencji jest dostępna na stronie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pl>

© Copyright by Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia 2024

Wydawca:  
Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Kołłątaja 1  
81-332 Gdynia  
[www.mir.gdynia.pl](http://www.mir.gdynia.pl)

ISBN-978-83-61650-36-2

Gdynia, 2024

## Spis treści

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Analiza ilościowa ścieków z systemów CSW i RSW oraz ich rozkład w czasie w wytypowanych portach rybackich .....                                                                                                                                                                                                              | 6  |
| 1.1.   | Wstęp .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6  |
| 1.2.   | Wielkość i rozkład w czasie wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2011 - 2014 i 2020 - 2022 .....                                                                                                                                                                                                       | 8  |
| 1.2.1. | Ilość i rozkład w czasie masy wód technologicznych z wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2011 - 2014 .....                                                                                                                                                                                            | 9  |
| 1.2.2. | Wielkość wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2020 - 2022.....                                                                                                                                                                                                                                         | 15 |
| 1.3.   | Podsumowanie .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 17 |
| 2.     | Stosowane rozwiązania wyładunków pompowych .....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 19 |
| 3.     | Opracowanie charakterystyk portów rybackich ze względu na specyficzne uwarunkowania terenowo-logistyczne związane z rozładunkiem ryb z kutrów z systemami CSW i RSW oraz wytypowanie portów rybackich do szczegółowych badań ilościowych i jakościowych zużytych wód technologicznych ze statków z systemami CSW i RSW ..... | 26 |
| 3.1.   | Port rybacki we Władysławowie .....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26 |
| 3.1.1. | Metody wyładunku ryb pelagicznych w porcie .....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 28 |
| 3.2.   | Port rybacki w Helu .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 30 |
| 3.2.1. | Metody wyładunku ryb pelagicznych w porcie .....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 32 |
| 3.3.   | Port rybacki w Kołobrzegu .....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 36 |
| 3.3.1. | Metody wyładunku ryb pelagicznych .....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 37 |
| 3.4.   | Port rybacki w Ustce .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 43 |
| 3.4.1. | Metody wyładunku ryb pelagicznych w porcie .....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 44 |
| 3.5.   | Podsumowanie .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 48 |
| 4.     | Zanieczyszczenia w wodach technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb .....                                                                                                                                                                                                                                              | 49 |
| 4.1.   | Charakterystyka sensoryczna zużytych wód technologicznych.....                                                                                                                                                                                                                                                               | 49 |
| 4.2.   | Analiza jakościowa zużytych wód technologicznych .....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 55 |
| 4.3.   | Podsumowanie .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 63 |
| 5.     | Technologiczne i techniczne sposoby oraz warunki utylizacji zanieczyszczonych wód z systemów CSW i RSW .....                                                                                                                                                                                                                 | 64 |
| 5.1.   | Wywóz i zrzut wód po wyładunkach pompowych do otwartych wód morskich.....                                                                                                                                                                                                                                                    | 66 |
| 5.2.   | Możliwości i warunki wstępnego oczyszczania wód po wyładunkach pompowych w portach rybackich .....                                                                                                                                                                                                                           | 71 |

|        |                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.   | Laboratoryjne próby wstępnego oczyszczania<br>zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb .....                                                                                                         | 78  |
| 5.4.   | Pilotażowa próba wstępnego oczyszczania zużytych<br>wód technologicznych .....                                                                                                                                           | 82  |
| 5.5.   | Podsumowanie .....                                                                                                                                                                                                       | 88  |
| 6.     | Wymagania i warunki technologiczno-techniczne<br>umożliwiające odprowadzanie wód z systemów RSW i CSW<br>oraz wyładunków pompowych do otwartego morza, do wód<br>portowych albo do komunalnych oczyszczalni ścieków..... | 90  |
| 7.     | Koncepcja rozwiązania utylizacji w portach<br>zanieczyszczonych wód z rozładunków pompowych i systemów<br>CSW i RSW na przykładzie portów we Władysławowie i Helu .....                                                  | 93  |
| 7.1.   | Wstęp .....                                                                                                                                                                                                              | 93  |
| 7.2.   | Opracowanie możliwych do zastosowania metod utylizacji<br>zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w portach<br>rybackich .....                                                                                       | 96  |
| 7.2.1. | Mechaniczno-chemiczna instalacja do wstępnego<br>oczyszczania metodą jednostopniową.....                                                                                                                                 | 97  |
| 7.2.2. | Mechaniczno-chemiczna instalacja do wstępnego oczyszczania<br>metodą dwustopniową .....                                                                                                                                  | 99  |
| 8.     | Metody i warunki utylizacji w wybranych portach rybackich<br>wód po hydraulicznym wyładunku ryb, w tym z kutrów<br>z systemami RSW i CSW .....                                                                           | 103 |
| 8.1.   | Port rybacki we Władysławowie .....                                                                                                                                                                                      | 103 |
| 8.1.1. | Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania<br>terenowo-logistyczne i techniczne związane z rozładunkiem<br>ryb z jednostek rybackich .....                                                                        | 103 |
| 8.1.2. | Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po<br>hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Helu .....                                                                                                                | 104 |
| 8.2.   | Port rybacki w Kołobrzegu .....                                                                                                                                                                                          | 107 |
| 8.2.1. | Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania<br>terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem<br>ryb z jednostek rybackich .....                                                                     | 107 |
| 8.2.2. | Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po<br>hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Kołobrzegu .....                                                                                                          | 108 |
| 8.3.   | Port rybacki w Ustce .....                                                                                                                                                                                               | 110 |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.3.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich ..... | 110 |
| 8.3.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Uście .....                                        | 111 |
| 8.4. Port rybacki we Władysławowie .....                                                                                                              | 113 |
| 8.4.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich.....  | 113 |
| 8.4.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie we Władysławowie .....                               | 115 |
| 9. Podsumowanie .....                                                                                                                                 | 117 |
| Bibliografia .....                                                                                                                                    | 118 |

## **1. Analiza ilościowa ścieków z systemów CSW i RSW oraz ich rozkład w czasie w wytypowanych portach rybackich**

### **1. 1. Wstęp**

W polskim rybołówstwie bałtyckim wzrosła liczba kutrów rybackich, które adaptowane są do stosowania nowoczesnych systemów schładzania, przechowywania i transportu złowionych ryb, głównie szprotów i śledzi, w oziębionej lodem (system CSW) lub przy pomocy urządzeń chłodniczych (system RSW) wodzie morskiej (RSW - ang. Refrigerated Sea Water - chłodzona mechanicznie woda morska lub CSW - ang. Chilled Sea Water - chłodzona lodem woda morska). Systemy te są znacznie efektywniejsze od tradycyjnej, klasycznej metody przechowywania i transportu ryb w skrzynkach lub pojemnikach, w lodzie, zarówno pod względem zapewnienia lepszej jakości i świeżości (trwałości) ryb, jak też pracochłonności i bezpieczeństwa pracy w operacjach transportowo-przeładunkowych złowionych ryb tak na kuterach rybackich, jak i w portach. System RSW działa w następujący sposób: woda morska pobierana jest przez statek poprzez system chłodniczy, następnie zostaje ona schłodzona do temperatury około  $-1,5^{\circ}\text{C}$  do  $-0,5^{\circ}\text{C}$  i skierowana do specjalnie izolowanych zbiorników z rybami, aby zmniejszyć jej temperaturę w maksymalnie krótkim czasie.

System CSW jest bardzo zbliżoną technologią, jednakże obniżenie temperatury wody w zbiornikach z rybą następuje poprzez dodanie lodu i stworzenie mieszaniny lodowej (Groenwald 2013).

W MIR-PIB w latach 2012 - 2015 przeprowadzono szeroko zakrojone badania nad problemem utylizacji w porcie zanieczyszczonych wód technologicznych pochodzących z rozładunków hydraulicznych ryb przechowywanych w oziębionej wodzie morskiej (CSW i RSW) na kuterach oraz wyładunku ryb z większych jednostek rybackich niedysponujących systemami RSW lub CSW.

W celu określenia zmian zachodzących w zakresie wielkości wyładunków hydraulicznych przeprowadzono w roku 2023 ponownie badania ilościowe takich wyładunków w tych samych portach w latach 2020 - 2022.

Stosowanie na statkach rybackich takich systemów wiąże się z hydraulicznym wyładunkiem za pomocą pomp z jednostek rybackich mieszaniny ryb wraz z wodą morską. Udział wody morskiej, według producentów systemów RSW i CSW, zazwyczaj wynosi od 20 do 30% (od 10 do ponad  $30\text{ m}^3$  w przypadku pojedynczego kutra). Zużyta woda technologiczna pochodząca z rozładunku ryb z kutrów stosujących systemy CSW lub RSW jest mocno zanieczyszczona drobnymi rybami, ich fragmentami oraz substancjami,

pochodzącymi z ryb: białkiem, tłuszczem oraz bakteriami. Ich obecność w ściekach znacznie podnosi wysokość opłat za ich odprowadzanie do oczyszczalni. Z kolei biorąc pod uwagę, że w zasadzie wszystkie miejscowości, w których funkcjonują porty rybackie, są miejscowościami turystyczno-wypoczynkowymi z kąpieliskami morskimi, zrozumiałym jest, że zarządcy portów i władze lokalne nie godzą się na odprowadzanie zanieczyszczonych wód technologicznych z kutrów rybackich bezpośrednio do basenów portowych.

Z drugiej strony rybacy, uważają, że zarządcy portów rybackich nie wypełniają właściwie swoich funkcji w zakresie portowej obsługi floty rybackiej, gdyż nie zapewniają odpowiednich warunków do wykorzystywania na kutrach nowoczesnych i powszechnie stosowanych w innych krajach systemów przechowywania i transportu złowionych ryb w oziębionej wodzie morskiej (systemy CSW i RSW). Z tej przyczyny narastają poważne konflikty pomiędzy armatorami floty rybackiej a portami, które są naturalną bazą i zapleczem techniczno-organizacyjnym obsługi tej floty. Ich rozwiązanie było niezbędne dla dalszego efektywnego funkcjonowania polskiego rybołówstwa bałtyckiego bez negatywnych skutków środowiskowych wprowadzania postępu technologiczno-technicznego na kutrach rybackich dla stanu sanitarnego wód w portach rybackich i ich otoczenia (plaże). Warunkiem sine qua non było określenie jakościowe i ilościowe problemu oraz zaproponowanie możliwych do wdrożenia rozwiązań satysfakcjonujących zarówno rybaków jak i władze administracyjne portów.

Szczegółowe wyniki prac, a więc:

- analiza problemów techniczno-technologicznych związanych ze stosowaniem systemów CSW i RSW na statkach rybackich,
- analiza ilościowa ścieków z systemów CSW i RSW w wytypowanych portach rybackich oraz ich rozkład w czasie,
- analiza jakościowa parametrów fizykochemicznych i wskaźników zanieczyszczeń wód z systemów RSW i CSW na kutrach rybackich po rozładunku ryb,
- przegląd i analiza możliwych do wykorzystania technologicznych i technicznych sposobów oraz warunków utylizacji zanieczyszczonych wód z systemów CSW i RSW na kutrach po hydraulicznym rozładunku ryb w portach rybackich,
- koncepcja praktycznego rozwiązania utylizacji w portach zanieczyszczonych wód z kutrów rybackich stosujących systemy CSW i RSW i hydrauliczny rozładunek ryb na przykładzie portów we Władysławowie, Helu, Kołobrzegu i Ustce, umotywowane wynikami badań naukowych, są podstawą do

wdrażania systemu w portach rybackich.

Podkreślić należy, że przedstawione badania i ich wyniki są unikalne i to nie tylko w skali krajowej, gdyż w dostępnych źródłach danych (opracowania publikowane, źródła internetowe itp.) nie napotkano informacji związanych z utylizacją wód po RSW i CSW, które pozwoliłyby na ich zastosowanie w warunkach krajowego rybołówstwa bałtyckiego.

## **1.2. Wielkość i rozkład w czasie wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2011 - 2014 i 2020 - 2022**

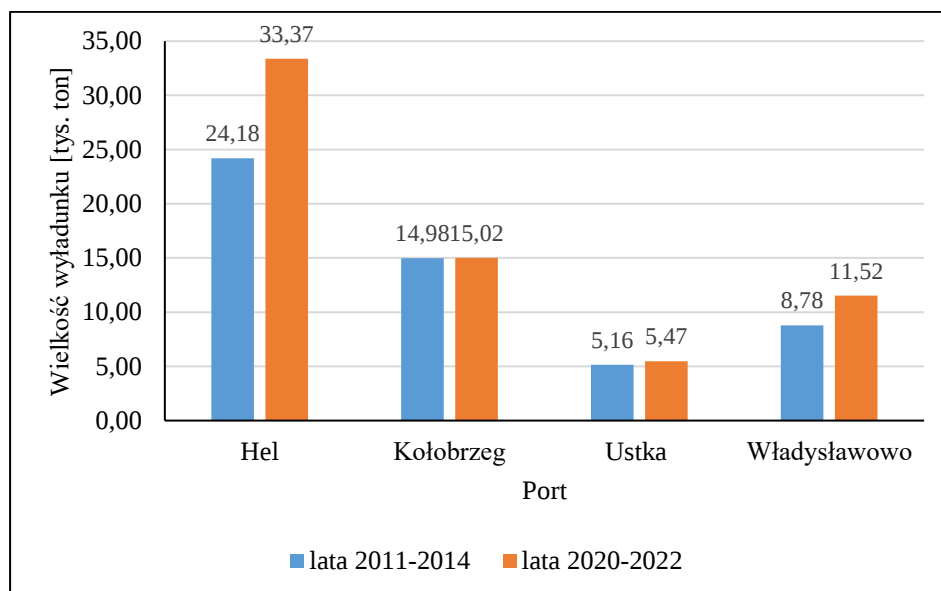
W celu określenia skali problemu, związanego z utylizacją zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, przeprowadzono analizę wielkości wyładunków śledzi i szprotów bałtyckich w wybranych portach rybackich w latach 2011 - 2013 i pierwszej połowie 2014 r. oraz w latach 2020 - 2022. Przy ich wyborze brano pod uwagę uwarunkowania terenowo-logistyczne, wielkości wyładunków, infrastrukturę techniczną, a także liczbę jednostek rybackich, w tym kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, stosujących hydrauliczny wyładunek ryb. Po uwzględnieniu wszystkich kryteriów wytypowano następujące porty rybackie:

- w Helu,
- w Kołobrzegu,
- w Ustce,
- we Władysławowie

Na podstawie informacji uzyskanych od armatorów jednostek rybackich oraz rozpoznania przeprowadzonego w poszczególnych portach przyjęto, że wyładunek hydrauliczny śledzi i szprotów dotyczy jednostek rybackich o długości całkowitej od 18,5 m do 30,5 m. W tym zakresie długości jednostek rybackich mieszczą się również kutry wyposażone w systemy RSW lub CSW.

Wykorzystane w analizie wielkości połowów ryb otrzymano od Centrum Monitorowania Rybołówstwa (CMR) w Gdyni, armatorów jednostek rybackich oraz z czasopism branżowych. Ich analiza wykazała, że ze względu na duże zróżnicowanie masy wyladowywanych szprotów i śledzi w portach w Helu, Kołobrzegu, Ustce i Władysławowie w zależności od wielkości jednostek rybackich oraz okresów połowu, ma miejsce znaczna fluktuacja w ilościowym rozkładzie zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb w ciągu doby, tygodnia, miesiąca oraz roku.

Średnie roczne wielkości szprotów i śledzi wyładowanych metodą hydrauliczną w latach 2011 - 30,49 m, a najmniejsze z jednostek o długości 18,5 - 20,49 m.



Rys. 1. Średnia roczna wielkość wyładunków szprotów i śledzi metodą hydrauliczną w wybranych portach w latach 2011 - 2014

Wielkości wyładunków szprotów były największe w pierwszych półroczach oraz w ostatnich dwóch miesiącach analizowanych lat, natomiast największe wyładunki śledzi - w kwartałach I i III. Występujące różnice w wielkości wyładunków w poszczególnych portach istotnie wpływały na rozkład ilościowy wody technologicznej zużywanej w czasie roku.

#### 1.2.1. Ilość i rozkład w czasie masy wód technologicznych z wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2011 - 2014

Ilości wód technologicznych z hydraulicznych wyładunków szprotów i śledzi, w tym z kutrów z systemami RSW lub CSW, w latach 2011 - 2013 oraz pierwszej połowie 2014 r. w portach Władysławowa, Helu, Kołobrzegu i Ustki zostały oszacowane na podstawie przeprowadzonych ankiet oraz danych uzyskanych w CMR. Ilości te w skali tygodniowej i dobowej należy uznać za orientacyjne, gdyż nie uwzględniają one okresów przestojów jednostek rybackich w portach oraz przestojów w połowach ryb.

### **Port rybacki w Helu**

W tabeli 1 przedstawiono szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie we Władysławowie w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r.

Tab. 1. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Helu w latach 2011 - 2014

| Rok     |                                                 | 2011    | 2012    | 2013    | 2014<br>(I połowa) |
|---------|-------------------------------------------------|---------|---------|---------|--------------------|
| Szproty | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 16608,3 | 22081,3 | 30281,1 | 20515,6            |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 6645,5  | 8057,7  | 12140,1 | 8206,1             |
| Śledzie | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 2091,4  | 3149,6  | 2804,1  | 1508,6             |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 836,5   | 1259,8  | 1115,9  | 603,4              |

Sumaryczna ilość wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku śledzi i szprotów w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r. w porcie w Helu wyniosła 38865 m<sup>3</sup>, z czego ponad 90% stanowiła zużyta woda technologiczna po rozładunku szprotów, i stanowiła 40% masy wyładowanych ryb.

W analizowanym okresie, w odniesieniu do szprotów miesięczne najwięcej wody technologicznej zużywano w okresie od stycznia do maja (od 970 m<sup>3</sup> do ponad 3707 m<sup>3</sup>), a najmniej - od lipca do września (od 0,7 m<sup>3</sup> do 54,5 m<sup>3</sup>).

Średnie tygodniowe ilości wody technologicznej po rozładunku szprotów wynosiły od 242,5 m<sup>3</sup> do 926,8 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 34,6 m<sup>3</sup> do 132,4 m<sup>3</sup>.

W odniesieniu do śledzi, największe miesięczne zużycie wody technologicznej notowano od stycznia do kwietnia oraz od lipca do listopada i mieściło się ono w przedziale od 124,8 m<sup>3</sup> do ponad 332,2 m<sup>3</sup>, a najmniejsze - w maju i w czerwcu i wynosiło ono od 21,8 m<sup>3</sup> do 38,4 m<sup>3</sup>.

Średnie tygodniowe ilości wody technologicznej po rozładunku śledzi mieściły się w przedziale od 31,2 m<sup>3</sup> do 83,1 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 4,5 m<sup>3</sup> do 11,9 m<sup>3</sup>.

W przypadku portu w Helu największe ilości zużytej wody technologicznej pochodziły z wyładunków w porcie szprotów i śledzi z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Na przykład w 2013 r. udział zużytej wody technologicznej z hydraulicznego wyładunku szprotów z kutrów

z systemami RSW lub CSW stanowił około 78% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów ze wszystkich jednostek rybackich oraz około 55% ogólnej ilości ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym śledzi.

### ***Port rybacki w Kołobrzegu***

W porcie rybackim w Kołobrzegu szproty i śledzie wyładowywane są metodą hydrauliczną z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, których długość całkowita zawarta jest w przedziale od 18,5 m do ponad 30,5 m. Badania terenowe i dane ankietowe wykazały, że udział zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb wynosił około 40% w stosunku do masy wyładowanych ryb.

W tabeli 2 przedstawiono szacunkowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym ryb z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, w porcie w Kołobrzegu, w latach 2011 - 2013 i pierwszej połowie 2014 r.

Tab. 2. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Kołobrzegu w latach 2011 - 2014

| Rok     |                                                 | 2011    | 2012    | 2013   | 2014<br>(I połowa) |
|---------|-------------------------------------------------|---------|---------|--------|--------------------|
| Szproty | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 2638,0  | 11566,6 | 5558,7 | 6353,7             |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 1055,2  | 4626,8  | 2223,4 | 2536,0             |
| Śledzie | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 11870,0 | 10285,5 | 7828,2 | 4373,7             |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 4546,0  | 4114,2  | 3126,2 | 1750,0             |

Z danych w tabeli 2 wynika, że ilości zużytych wód technologicznych powstałe po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w porcie w Kołobrzegu były zróżnicowane w poszczególnych miesiącach, jak i w analizowanych latach.

Ogólne sumaryczne roczne ilości zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r. mieściły się w przedziale od 4286,0 m<sup>3</sup> do 8741,0 m<sup>3</sup>.

Łączna ilość zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku śledzi i szprotów w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r. w porcie

w Kołobrzegu wyniosła 23977,8 m<sup>3</sup>, z czego ponad 43,5% stanowiła zużyta woda technologiczna po rozładunku szprotów.

W analizowanym okresie, miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów miały miejsce od marca do sierpnia i mieściły się w przedziale od 387,7 m<sup>3</sup> do 1093,3 m<sup>3</sup>, a najmniejsze ilości wody - we wrześniu i wyniosły od 1,1 m<sup>3</sup> do 7,8 m<sup>3</sup>.

Z szacunkowych danych wynika, że tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów w porcie w Kołobrzegu wyniosły od 96,9 m<sup>3</sup> do 273,3 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 13,8 m<sup>3</sup> do 39,0 m<sup>3</sup>.

W odniesieniu do wyładunku śledzi, największe miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku tych ryb miały miejsce od czerwca do października i mieściły się w przedziale od 343,6 m<sup>3</sup> do ponad 936,1 m<sup>3</sup>, a najmniejsze ilości wody w kwietniu i maju wyniosły od 28,8 m<sup>3</sup> do 44,7 m<sup>3</sup>.

Szacunkowe oceny wykazały, że największe ilości zużytej wody technologicznej pochodziły z wyładunku szprotów i śledzi z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Np. w 2011 r. udział zużytej wody technologicznej z hydraulicznego wyładunku szprotów z kutrów z systemami RSW lub CSW stanowił około 70% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów ze wszystkich jednostek oraz 86% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku śledzi.

Z szacunkowych danych wynika, że tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku śledzi w porcie w Kołobrzegu mieściły się w przedziale od 85,9 m<sup>3</sup> do 234,0 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 12,3 m<sup>3</sup> do 33,4 m<sup>3</sup>.

### ***Port rybacki w Ustce***

W porcie rybackim w Ustce szproty i śledzie wyładowywane są metodą hydrauliczną z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, których długość całkowita zawarta jest w przedziale 20,5 m do 20,49 m. Wyjątek stanowiły wyładunki śledzi w I poł. 2014 r., które dostarczyły także jednostki o długości całkowitej w przedziale 18,5 - 20,49 m. Badania terenowe wykazały, że udział zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb nie przekraczał 30% w stosunku do masy wyladowanych ryb.

W tabeli 3 przedstawiono szacunkowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym ryb z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, w porcie w Ustce, w latach 2011 - 2013 i pierwszej połowie 2014 r. Z przedstawionych danych wynika, że ilości zużytych wód technologicznych powstałe po hydraulicznym wyładunku

szprotów i śledzi w porcie w Ustce różniły się w poszczególnych miesiącach oraz w analizowanych latach.

Tab. 3 Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Ustce w latach 2011 - 2014

| Rok     |                                                 | 2011     | 2012   | 2013   | 2014<br>(I połowa) |
|---------|-------------------------------------------------|----------|--------|--------|--------------------|
| Szproty | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 1 735, 4 | 3146,4 | 3762,7 | 4166,2             |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 694,2    | 1258,6 | 1478,2 | 1666,5             |
| Śledzie | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 3872,1   | 3161,1 | 2884,6 | 990,0              |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 1548,9   | 1264,4 | 1173,4 | 400,6              |

Ogólne sumaryczne roczne ilości zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w latach 2011 - 2013 i w pierwszej połowie 2014 r. mieściły się w przedziale od 2076,1 m<sup>3</sup> (I poł. 2014 r.) do 4071,9 m<sup>3</sup> (2012 r.).

Łączna ilość zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku śledzi i szprotów w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r. w porcie w Ustce wyniosła 9484,8 m<sup>3</sup>, z czego 53,7% stanowiła zużyta woda technologiczna po rozładunku szprotów.

W analizowanym okresie, największe miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów wystąpiły w okresie od lutego do maja i mieściły się w przedziale od 266,3 m<sup>3</sup> do 1468,0 m<sup>3</sup>, a najmniejsze ilości wody od czerwca do września i wyniosły od 1,0 m<sup>3</sup> do 2,8 m<sup>3</sup>.

Z szacunkowych danych, wynika, że tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów w porcie w Ustce wyniosły od 66,6 m<sup>3</sup> do 367,0 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 9,5 m<sup>3</sup> do 52,4 m<sup>3</sup>.

W odniesieniu do wyładunku śledzi, największe miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku tych ryb miały miejsce od lipca do listopada i mieściły się w przedziale od 211,2 m<sup>3</sup> do ponad 1040,5 m<sup>3</sup>, a najmniejsze ilości wody, od marca do czerwca, wyniosły od 1,4 m<sup>3</sup> do 23,8 m<sup>3</sup>.

Z szacunkowych danych wynika, że tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku śledzi w porcie w Ustce mieściły się w przedziale od 52,8 m<sup>3</sup> do 260,0 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 7,5 m<sup>3</sup> do 37,1 m<sup>3</sup>.

Szacunkowe oceny wykazały, że największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów i śledzi metodą hydrauliczną pochodziły z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Na przykład udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów w 2013 r. stanowił około 96% ogólnej ilości całej zużytej wody technologicznej do wyładunku szprotów, a w przypadku śledzi, udział zużytej wody technologicznej z kutrów z systemami RSW lub CSW, wyniosła około 53% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej do wyładunku śledzi w tym porcie.

#### **Port rybacki we Władysławowie**

W tabeli 4 przedstawiono szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie we Władysławowie w latach 2011 - 2013 i w I połowie 2014 r.

Tab. 4. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie we Władysławowie w latach 2011 - 2014

| Rok     |                                                 | 2011   | 2012   | 2013   | 2014<br>(I połowa) |
|---------|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| Szproty | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 6198,7 | 5357,4 | 6449,1 | 7980,6             |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 2259,8 | 2143,2 | 2579,8 | 3192,3             |
| Śledzie | Łączna masa<br>wyładunków ryb [t]               | 2345,0 | 4022,9 | 1942,7 | 805,7              |
|         | Zużyta woda<br>technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 938,0  | 1609,1 | 772,2  | 322,3              |

Łączna ilość wody technologicznej z hydraulicznych wyładunków w badanym okresie wynosiła 13816,6 m<sup>3</sup>, stanowiąc 40% masy wyładowanych ryb, z czego 73,6% to woda technologiczna po wyładunku szprotów. Największe zużycie wody technologicznej, adekwatne do największych wyładunków ryb, miało miejsce od marca do maja (od 530 m<sup>3</sup> do ponad 880 m<sup>3</sup>), a najmniejsze - od września do grudnia (około 0,1 m<sup>3</sup>).

Z szacunkowych danych wynika, że tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów mieściły się w przedziale od 132,5 m<sup>3</sup> do 220 m<sup>3</sup>, natomiast dzienne - od 18,9 m<sup>3</sup> do 31,4 m<sup>3</sup>. Natomiast w odniesieniu do śledzi tygodniowe największe ilości zużytej wody technologicznej mieściły się w przedziale od 47,8 m<sup>3</sup> do 133 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 6,8 m<sup>3</sup> do 19 m<sup>3</sup>.

Analizując dostępne dane stwierdzono, że największe ilości wody technologicznej z hydraulicznych wyładunków ryb w porcie we Władysławowie pochodziły z jednostek rybackich niewyposażonych w systemy RSW lub CSW. Na przykład udział zużytej wody technologicznej z hydraulicznych wyładunków szprotów w 2012 r. z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW stanowił około 21% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej zużytej do wyładunku tego gatunku ryb, a w przypadku śledzi - około 17%.

Zestawienie oszacowanych stosunków mas wód technologicznych do odpowiadających im mas wyładowanych ryb w latach 2011 - 2014 w poszczególnych portach oraz ich wartości średnie roczne zawiera tabela 5.

Tab. 5. Szacunkowe stosunki ilości wody technologicznej do masy wyładowanych pompowo ryb w portach rybackich w latach 2011 - 2014\*

| Port         | Ryby    | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | śred.  |
|--------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hel          | szproty | 0,4000 | -      | 0,4009 | 0,4000 | 0,4003 |
|              | śledzie | 0,3999 | 0,4000 | 0,3979 | 0,4000 | 0,3995 |
| Kołobrzeg    | szproty | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,3991 | 0,3998 |
|              | śledzie | 0,3830 | 0,4000 | 0,3993 | 0,4001 | 0,3956 |
| Ustka        | szproty | 0,4000 | 0,4000 | 0,3928 | 0,4000 | 0,3982 |
|              | śledzie | 0,4000 | 0,4000 | 0,4068 | 0,4046 | 0,4028 |
| Władysławowo | szproty | -      | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 |
|              | śledzie | 0,4000 | 0,4000 | 0,3975 | 0,4000 | 0,3994 |

\*) wartości zaokrąglone do czwartego miejsca po przecinku

Obliczona na podstawie danych zawartych w tabeli 5 średnia wartość stosunku „ilość wody/masa ryby” m/t) podczas wyładunków pompowych w portach rybackich Helu, Kołobrzegu, Ustki i Władysławowa w badanych latach 2011 - 2014 była równa 0.4000, a jej odchylenie standardowe - 0,0021.

#### 1.2.2. Wielkość wyładunków ryb ze statków z systemami CSW lub RSW w latach 2020 - 2022

W oparciu o oszacowaną średnią wartość stosunku „ilość wody/masa ryby” podczas wyładunków pompowych w latach 2011 - 2014, oszacowano, dysponując wielkościami mas śledzi i szprotów wyładowywanych pompowo w tych samych portach latach 2020 - 2022, ilości wody technologicznej związanej z tymi wyładunkami. Oszacowane wartości dla poszczególnych portów przedstawione są w tabelach 6 - 9.

Tab. 6. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Helu w latach 2020 - 2022

| Rok     |                                              | 2020    | 2021    | 2022    |
|---------|----------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Szproty | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 20624,0 | 22081,3 | 30281,1 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 8215, 4 | 8795,9  | 12062,2 |
| Śledzie | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 13943,8 | 9462,1  | 5803,2  |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 5554,4  | 3769,1  | 2311,6  |

Tab. 7. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Kołobrzegu w latach 2020 - 2022

| Rok     |                                              | 2020    | 2021    | 2022    |
|---------|----------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Szproty | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 11393,7 | 10366,3 | 10485,3 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 4538, 6 | 4129,3  | 4176,7  |
| Śledzie | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 9405,5  | 5893,9  | 3421,1  |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 3746,6  | 2347,8  | 1362,8  |

Tab. 8. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie w Ustce w latach 2020 - 2022

| Rok     |                                              | 2020   | 2021   | 2022   |
|---------|----------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Szproty | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 2858,0 | 4772,9 | 3417,9 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 1138,5 | 1901,2 | 1361,5 |
| Śledzie | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 2302,2 | 1800,1 | 1069,7 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 917,1  | 717,1  | 426,1  |

Tab. 9. Szacunkowe ilości wody technologicznej z wyładunków szprotów i śledzi w porcie we Władysławowie w latach 2020 - 2022

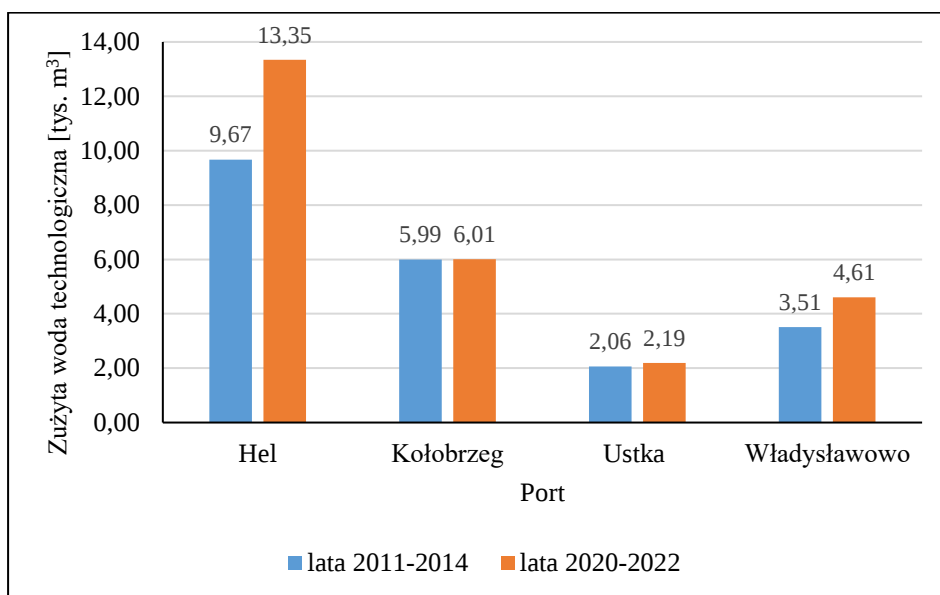
| Rok     |                                              | 2020    | 2021   | 2022   |
|---------|----------------------------------------------|---------|--------|--------|
| Szproty | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 8214,8  | 8579,7 | 8946,4 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 3272, 3 | 3417,6 | 3563,7 |
| Śledzie | Łączna masa wyładunków ryb [t]               | 4738,0  | 6823,4 | 1946,7 |
|         | Zużyta woda technologiczna [m <sup>3</sup> ] | 1887,3  | 2718,0 | 775,4  |

### 1.3. Podsumowanie

Analiza wielkości zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w wybranych portach rybackich wykazała, że są one w poszczególnych portach rybackich zróżnicowane, w zależności od wielkości kutrów a także pory roku (sezonu połowowego).

Średnie roczne wielkości zużytej wody technologicznej powstałej w wyniku hydraulicznego wyładunku szprotów i śledzi w latach 2011 - 2014 (I połowa 2014 r.) i 2020 - 2022 w wybranych portach rybackich przedstawia rysunek 2.

Z czterech analizowanych portów rybackich, największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym ryb w latach 2011 - 2014 (I połowa 2014 r.) i 2020 - 2022 z jednostek rybackich, wliczając w tym kutry rybackie z systemami RSW lub CSW, stwierdzono w porcie rybackim w Helu (średnia 9,67 tys. m<sup>3</sup> i 13,35 tys. m<sup>3</sup>), a następnie w porcie w Kołobrzegu (średnia 5,99 tys. m<sup>3</sup> i 6,01 tys. m<sup>3</sup>). Na niższym poziomie kształtowały się wielkości zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w porcie we Władysławowie (średnia 3,51 tys. m<sup>3</sup> i 4,61 tys. m<sup>3</sup>) oraz w porcie w Ustce (średnia 2,06 tys. m<sup>3</sup> i 4,61 tys. m<sup>3</sup>).



Rys. 2. Średnie roczne ilości zużytej wody technologicznej w wybranych portach rybackich w latach 2011 - 2014 i 2020 - 2022

W większości analizowanych portów rybackich największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów i śledzi metodą hydrauliczną pochodziły z jednostek rybackich o długości całkowitej 25,5 - 30,49 m, a najmniejsze ilości zużytej wody technologicznej dotyczyły jednostek o długości całkowitej 18,5 - 20,49 m.

Miesięczne wielkości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów i śledzi w analizowanych portach były bardzo zróżnicowane i miały związek z sezonem połowowym oraz limitami połowowymi dla tych gatunków ryb.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów wystąpiły w I i II kwartale oraz w ostatnich dwóch miesiącach roku kalendarzowego, natomiast największe ilości zużytej wody technologicznej do wyładunku śledzi stwierdzono w I i III kwartale roku kalendarzowego.

Występujące różnice w rozkładzie ilościowym zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym ryb w skali roku, kwartału i miesiąca wymagają odrębnego podejścia do zagadnień związanych z utylizacją tych wód w poszczególnych portach rybackich.

## 2. Stosowane rozwiązania wyładunków pompowych

W ostatniej dekadzie sektor połowów ryb pelagicznych, zwłaszcza śledzi i szprotów, stał się najbardziej dynamicznie modernizującym się sektorem polskiego rybołówstwa bałtyckiego. Od szeregu lat największy udział w połowach polskiej floty bałtyckiej mają szproty stanowiąc około 51% ogólnej masy poławianych ryb. Wynika to z relatywnie najwyższych, w porównaniu z innymi limitowanymi połowami gatunków ryb, kwot połowowych przyznanych Polsce na te ryby (tab. 10). W latach 2011 - 2014 limit połowowy szprotów mieścił się w przedziale od 83,7 tys. ton (2011 r.) do 67,3 tys. ton (2014 r.) Natomiast limit połowowy śledzi był znacznie mniejszy i wahał się od 29,9 tys. ton (2011 r.) do 30,7 tys. ton (2014 r.).

Tab. 10. Przyznane Polsce limity połowów szprotów i śledzi bałtyckich (Hryszko 2017, 2022)

| Rok  | Wielkość limitu połowowego<br>(tys. ton) |         |
|------|------------------------------------------|---------|
|      | szproty                                  | śledzie |
| 2011 | 83,7                                     | 29,9    |
| 2012 | 66,1                                     | 22,3    |
| 2013 | 73,4                                     | 23,9    |
| 2014 | 62,1                                     | 30,7    |
| 2020 | 63,5                                     | 42,7    |
| 2021 | 67,4                                     | 28,6    |
| 2022 | 73,5*                                    | 17,4*   |

\*) dane szacunkowe

Poławiane szproty i śledzie bałtyckie mają decydujące znaczenie dla rozwoju krajowego przetwórstwa. Są one cennymi surowcami dla wielu wytwarzanych przetworów rybnych, jak konserwy, ryby wędzone, marynaty itp., a ponadto znaczne ich ilości, zwłaszcza szprotów, przeznaczone są na cele paszowe.

Wraz ze wzrostem wymagań przetwórców na dostawy surowców rybnych o wysokiej jakości, następowała modernizacja dotąd zaniedbywanej infrastruktury portowej (Karnicki 2013). W odniesieniu do rybołówstwa bałtyckiego istotne zmiany dotyczyły modernizacji dużych jednostek rybackich, polegającej na instalacji systemu RSW lub CSW do schładzania ryb pelagicznych (śledzi i szprotów) w oziębionej wodzie morskiej, a także hydraulicznego (pompowego) ich wyładunku w porcie. Zaletami stosowania tych systemów na jednostkach rybackich są: utrzymanie wysokiej jakości ryb konsumpcyjnych,

zwiększenie autonomiczności jednostek rybackich w morzu, zmniejszenie pracochłonności na jednostkach rybackich oraz poprawienie efektywności ekonomicznej jednostek rybackich ze względu na uzyskiwane wyższe ceny ryb przechowywanych w oziębionej wodzie morskiej (Groenwald 2013).

W ostatnich latach w dużych portach rybackich hydrauliczny (pompowy) wyładunek złowionych ryb pelagicznych (śledzi i szprotów), stosowany jest nie tylko na kutrach posiadających RSW lub CSW, ale także na jednostkach rybackich, które tych systemów nie posiadają. W przypadku tych drugich jednostek rybackich, wyładunek hydrauliczny ryb odbywa się za pomocą instalacji pompowych zainstalowanych na nabrzeżu portowym, z wykorzystaniem wody morskiej z basenu portowego, dostarczonej uprzednio do ładowni statku.

Na koniec 2014 r. bałtycka flota kutrowa liczyła 139 jednostek. (Szostak i in. 2015), w latach 2019 - 2021 124 kutry, a w roku 2022 - 123 kutry, z których większość stacjonowała i nadal stacjonuje w województwie pomorskim (Rocznik Statystyczny Gospodarki Morskiej 2023). Część eksploatowanych kutrów rybackich jest wyposażona w systemy RSW lub CSW, w skład których wchodzi instalacja pompowa służąca do hydraulicznego transportu złowionych ryb z sieci do ładowni, a następnie do ich wyładunku z ładowni do magazynu lub środka transportu w porcie (fot. 1).



Fot. 1. System pompowy firmy Euskan zainstalowany na kutrze  
(fot. MIR-PIB)

Jednostki rybackie, nieposiadające własnego systemu RSW lub CSW, do hydraulicznego wyładunku złowionych ryb przechowywanych luzem w ładowni wykorzystują instalacje pompowe usytuowane są na nabrzeżu portowym (fot. 2 i 3).

W obu metodach, do transportu hydraulicznego złowionych ryb z jednostek rybackich wykorzystywana jest woda. W przypadku kutrów rybackich posiadających systemy RSW lub CSW jest to woda morska pobierana wraz ze złowionymi rybami, a w przypadku kutrów rybackich nieposiadających własnych systemów RSW lub CSW - wpompowywana do ładowni woda z basenu portowego.



Fot. 2. Instalacja pompowa firmy Euskan do hydraulicznego transportu ryb w porcie  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 3. Wyładunek ryb do cysterny samochodowej za pomocą instalacji firmy IRAS  
(fot. MIR-PIB)

Podczas hydraulicznego transportu ryb z ładowni kutra do separatora następuje oddzielenie masy ryb od wody morskiej lub wody z basenu portowego, które w wyniku kontaktu z rybami są w różnym stopniu zanieczyszczone substancjami pochodzenia organicznego i nieorganicznego, a także odpadkami stałymi (fot. 4, 5, 6).



Fot. 4. Mieszanina ryb i wody w ładowni kutra  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 5. Zbiornik z przenośnikiem do oddzielenia ryb od wody technologicznej  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 6. Zużyta woda technologiczna po oddzieleniu od ryb  
(fot. MIR-PIB)

Wraz z upowszechnianiem hydraulicznego (pompowego) wyładunku szprotów i śledzi z kutrów rybackich, organizacje rybackie, a także indywidualni rybacy, zaczęli zgłaszać problemy związane utylizacją zużytych wód technologicznych po wyładunku ryb w porcie.

Zużyta woda technologiczna z jednostek rybackich jest to woda morska, w której przechowywane były ryby w zamkniętych zbiornikach na kutrach posiadających systemy RSW lub CSW (Shaweyer i Medina Pizalli 2003). Dodatkowo do kategorii tych wód należy zaliczyć wodę morską dostarczaną do ładowni kutrów lub łodzi rybackich, nieposiadających systemów RSW lub CSW, ale wykorzystujących wodę pobieraną z basenu portowego do hydraulicznego (pompowego) wyładunku złowionych ryb. W niektórych przypadkach zużyta woda technologiczna po rozładunku ryb służy do przechowywania złowionych ryb w pojemnikach typu *big-box* podczas transportu do odbiorcy.

Głównymi zanieczyszczeniami zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb są organiczne i nieorganiczne substancje rozpuszczalne, które dyfundowały ze złowionych ryb do wody morskiej. W odniesieniu do niektórych substancji, na przykład chlorku sodu, możliwa jest dyfuzja w przeciwnym kierunku - z wody morskiej do tkanki ryb. Do zanieczyszczeń stałych należą między innymi pojedyncze ryby lub ich części, łuski, fragmenty skóry, cząsteczki wydzielonego tłuszczu i białka itp.

Cechy sensoryczne i parametry fizykochemiczne, w tym rodzaj zanieczyszczeń i ich zawartość w zużytej wodzie technologicznej po rozładunku ryb z kutrów są bardzo zróżnicowane i zależą od wielu czynników, z których najważniejsze to:

- skład fizykochemiczny, stan mikrobiologiczny oraz temperatura pobranej wody morskiej,
- gatunek i stan biologiczny złowionych ryb,
- metoda połowu ryb,
- proporcja masy ryb do ilości pobranej wody w zbiorniku,
- temperatura i czas kontaktu ryb z wodą morską,
- warunki transportu ryb w wodzie (intensywność mieszania oraz częstotliwość wymiany wody morskiej w zbiornikach, w których przechowywane są ryby),
- warunki i czas transportu ryb w ładowniach kutrów nieposiadających systemów CSW lub RSW,
- warunki i czas rozładunku hydraulicznego ryb z kutrów rybackich oraz dalsze postępowanie z zanieczyszczoną wodą.

Wielkość zanieczyszczeń zużytych wód technologicznych zależy w dużym stopniu od temperatury otoczenia. Im wyższa temperatura wody

morskiej i temperatury otoczenia tym intensywniejsze są procesy mikrobiologiczne i biochemiczne zachodzące w środowisku wodnym. Z tego względu wykorzystywanie systemów RSW lub CSW do przechowywania złowionych ryb na kutrach w okresie letnim jest mało opłacalne ekonomiczne, z uwagi na wysokie koszty związane ze schładzaniem wody morskiej do niskich temperatur.

W praktyce możliwe są różne metody utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich. Na przykład zużyta woda technologiczna z kutrów, posiadających systemy RSW lub CSW, zazwyczaj po rozładunku ryb jest przepompowywana do zamkniętych zbiorników kutrów i usuwana z nich do morza za strefą 12 Mm. Podobne postępowanie przewidziane jest w przypadku dużych jednostek rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW, które dokonują połowów ryb na cele paszowe. W wielu przypadkach, z różnych powodów, takie postępowanie nie jest stosowane, a zużyta woda technologiczna po rozładunku ryb usuwana jest bezpośrednio do basenu portowego.

Osobnym zagadnieniem jest postępowanie ze zużytą wodą technologiczną po rozładunku ryb z mniejszych jednostek rybackich (np. łodzi rybackich), nieposiadających zamkniętych zbiorników. Woda umożliwiająca hydrauliczny wyładunek ryb jest pobierana z basenu portowego i po oddzieleniu od ryb najczęściej kierowana jest bezpośrednio do basenu portowego lub kanalizacji portowej.

Ilość zużytej wody technologicznej z jednego kutra lub łodzi jest bardzo zróżnicowana i zależy od pojemności zbiorników, ilości przechowywanych ryb lub ilości wody pobranej z basenu portowego do rozładunku ryb i może wynosić od 3 - 5 m<sup>3</sup> w przypadku rozładunku ryb luzem z łodzi rybackich lub ryb paszowych z kutrów, do 80 - 100 m<sup>3</sup> w przypadku dużych kutrów wyposażonych w system RSW lub CSW.

Do zakończenia prezentowanych badań (2015 r.) w żadnym porcie rybackim nie stosowano fizycznych i/lub chemicznych metod podczyszczania zanieczyszczonych wód technologicznych z kutrów rybackich przed ich usunięciem do kanalizacji lub basenu portowego.

W świetle przedstawionego problemu, pilnym zadaniem stało się opracowanie optymalnych i skutecznych metod postępowania ze zużytymi wodami technologicznymi po hydraulicznym wyładunku ryb z kutrów w poszczególnych portach rybackich, uwzględniających ich specyficzne uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz organizacyjne, wielkości yładunków ryb oraz wyposażenie techniczne jednostek rybackich.

### **3. Opracowanie charakterystyk portów rybackich ze względu na specyficzne uwarunkowania terenowo-logistyczne związane z rozładunkiem ryb z kutrów z systemami CSW i RSW oraz wytypowanie portów rybackich do szczegółowych badań ilościowych i jakościowych przerobionych wód technologicznych ze statków z systemami CSW i RSW**

Według dokumentu Program Operacyjny „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007 - 2013” wydanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, polskie wybrzeże bałtyckie ma ogółem 59 zarejestrowanych przystani, portów rybackich i miejsc przeznaczonych do wyładunku produktów rybnych. Z tej liczby tylko niewielka część posiada odpowiednią infrastrukturę techniczną umożliwiającą wyładunki ryb pelagicznych metodą hydrauliczną. Na całym wybrzeżu bałtyckim tylko 10 portów rybackich ma szczególne znaczenie dla jednostek rybackich. Są to:

- Wybrzeże Zachodnie: Świnoujście, Dziwnów,
- Wybrzeże Środkowe: Kołobrzeg, Darłowo, Ustka, Łeba,
- Wybrzeże Wschodnie: Władysławowo, Jastarnia, Hel, Gdynia.

W pracy przedstawiono charakterystyki dla czterech wybranych portów rybackich, posiadających specyficzne uwarunkowania terenowo-logistyczne związane z metodą hydraulicznego wyładunku szprotów i śledzi z jednostek rybackich. Są to następujące porty:

- Port rybacki we Władysławowie,
- Port rybacki w Helu,
- Port rybacki w Kołobrzegu,
- Port rybacki w Ustce.

Charakterystyki wybranych portów rybackich uzyskano na podstawie obserwacji własnych ankiet, a także informacji uzyskanych od instytucji i podmiotów związanych bezpośrednio z działalnością portów rybackich i rybołówstwem, w tym:

- zarządów portów rybackich,
- lokalnych organizacji rybackich,
- zarządów spółek działających na terenie portów,
- armatorów jednostek rybackich,
- szypków i rybaków z poszczególnych jednostek rybackich.

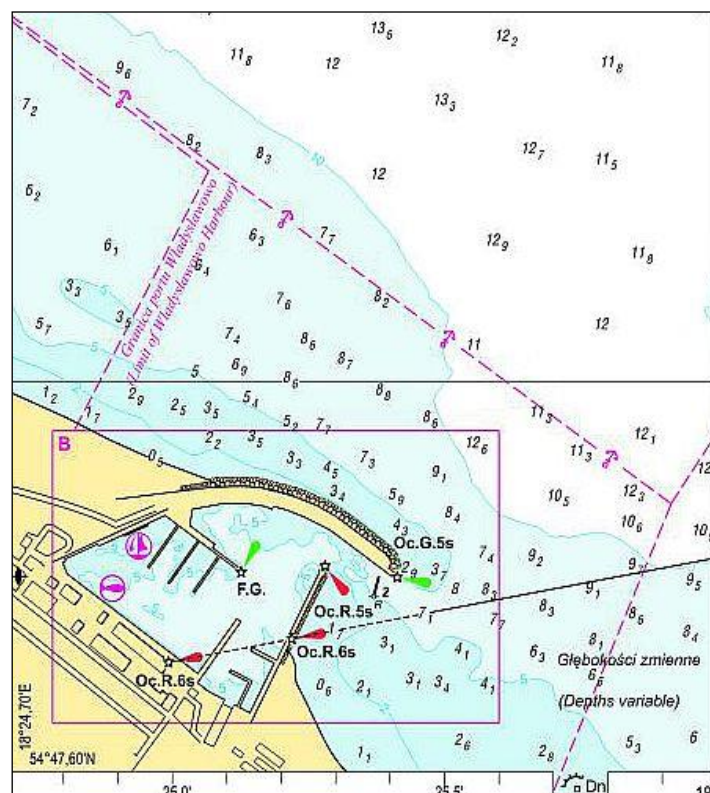
#### **3.1. Port rybacki we Władysławowie**

Port rybacki we Władysławowie (rys. 3) jest położony na południowym wybrzeżu Morza Bałtyckiego, na północnym krańcu Pobrzeża Kaszubskiego, przy odchodzącej na wschód od lądu Mierzei Helskiej. Usytuowanie portu

rybackiego zakłóca cyrkulację wód w Bałtyku i utrudnia naturalną drogę przenoszenia materiału osadowego, a tym samym naturalny proces budowy Mierzei Helskiej. Efektem tej lokalizacji jest systematyczne nanoszenia piasku na tor podejścia kutrów do portu, co wymusza konieczność jego cyklicznego pogłębiania. Port osłaniają dwa falochrony:

- północny o długości 620 m,
- wschodni o długości 340 m.

Wejście główne i wewnętrzne mają szerokość po około 60 m. Łączna długość nabrzeży w porcie Władysławowo wynosi 341 m, a głębokości basenów mieszczą się w przedziale od 4 m do 6 m.



Rys. 3. Usytuowanie portu rybackiego we Władysławowie  
(<http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-Władysławowo%20port.jpg>)

Port rybacki we Władysławowie zarządzany przez firmę Szkuner Sp. z o.o. jest jednym z najważniejszych portów bałtyckich pod względem ilości wyładowywanych ryb, liczby obsługiwanych kutrów rybackich oraz

wyposażenia techniczno-technologicznego (stocznia, zakład przetwórczy ryb, fabryka lodu łuskowego). Kutry rybackie bazują przy trzech pomostach drewnianych, a także zajmują część mola pasażerskiego i nabrzeża wyładunkowego.

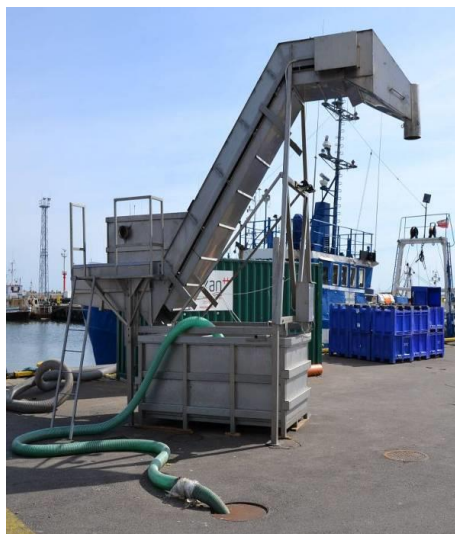
### **3.1.1. Metody wyładunku ryb pelagicznych w porcie**

W porcie stosowany jest hydrauliczny wyładunek ryb z kutrów rybackich o długości całkowitej, co najmniej 18,5 m. Hydrauliczny wyładunek ryb z kutrów, przeznaczonych głównie na cele paszowe, stosują jednostki rybackie należące do Zrzeszenia Rybaków Morskich - Organizacji Producentów we Władysławowie oraz jednostki rybackie należące do Szkuner Sp. z o.o.

Specyfiką połowów tych kutrów rybackich są krótkie, kilkunastogodzinne wyjścia na łowiska i powrót ze złowionymi rybami do portu. Ryby są przechowywane luzem w ładowniach kutrów i lodowane. W celu ułatwienia wyładunku hydraulicznego ryb z kutra, do ładowni wpompowana jest woda morska z basenu portowego w ilości około 30% w stosunku do masy złowionych ryb. W instalacji pompowej firmy Euskan następuje oddzielenie ryb od zużytej wody technologicznej, która kierowana jest przewodami rurowymi bezpośrednio do kanalizacji portowej, a następnie przez kanalizację komunalną do oczyszczalni w Swarzewie.

#### ***Instalacje do hydraulicznego wyładunku ryb z ładowni kutrów***

Aktualnie na terenie portu rybackiego eksploatowana jest jedna instalacja firmy Euskan do hydraulicznego wyładunku ryb z kutrów rybackich. Instalacja ta jest własnością Zrzeszenia Rybaków Morskich - Organizacji Producentów we Władysławowie (fot. 7, 8).



Fot. 7. Instalacja do hydraulicznego wyladunku ryb firmy Euskan  
ryb firmy Euskan  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 8. Przewody rurowe do hydraulicznego wyladunku ryb z kutrów rybackich  
rybackich  
(fot. MIR-PIB)

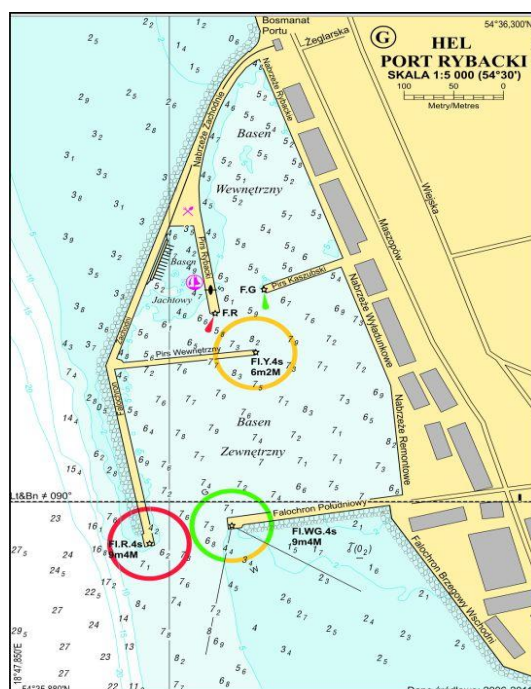
### ***Portowa oczyszczalnia ścieków***

Port rybacki we Władysławowie nie posiada własnej oczyszczalni ścieków pochodzących z prowadzonej działalności produkcyjnej. Z tego względu powstające ścieki kierowane są za pomocą kanalizacji portowej a następnie kanalizacji komunalnej, do oczyszczalni w Swarzewie, która posiada trzy stopnie oczyszczania: mechaniczny, biologiczny i chemiczny (<http://www.sws-swarzewo.pl>).

Planowana przez poprzedni zarząd portu we Władysławowie budowa zbiornika do magazynowania, uśredniania i sedymentacji zużytych wód technologicznych po rozładunku hydraulicznym ryb z kutrów nie została zrealizowana, głównie ze względu na zastrzeżenia władz sanitarnych dotyczące potencjalnych zagrożeń sanitarno-higienicznych związanych ze składowaniem zużytych wód technologicznych w porcie rybackim.

### **3.2. Port rybacki w Helu**

Port rybacki w Helu jest położony w południowej części Mierzei Helskiej, przy zachodniej stronie cypla mierzei, przy wschodnim wybrzeżu Zatoki Puckiej. Port znajduje się w południowo-zachodniej części układu miejskiego, na południe od portu wojennego oraz fokarium. Głównymi falochronami portu rybackiego w Helu są, spełniające jednocześnie rolę falochronów osłonowych, Falochron Południowy (o długości 180 m) oraz Falochron Zachodni (o długości 615 m) oraz pirsy: Rybacki, Kaszubski i Wewnętrzny. Nabrzeża portowe (Falochron Południowy, Nabrzeże Remontowe, Pirs Kaszubski, Nabrzeże Wyładunkowe, nabrzeże Zachodnie Wewnętrzne, Pirs Rybacki) o łącznej długości 929 m, wykorzystywane są na cele postoju i obsługi jednostek rybackich. Wewnątrz portu znajdują się trzy niezależne baseny portowe: wyładunkowo-manewrowy, wewnętrzny wyładunkowy i jachtowy (rys. 4).



Rys. 4. Usytuowanie portu rybackiego w Helu

(<http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-Hel%20port.jpg>)

Port w Helu pełni funkcję dużego portu rybackiego wraz z rozbudowanym zapleczem przetwórstwa rybnego. Działalność przetwórcza zlokalizowana w centralnej części portu prowadzona przez firmę Koga-Maris Sp. z o.o., Chłodnie Helskie Sp. z o.o., a także Centrum Pierwszej Sprzedaży Ryb. Położenie portu najbliżej najbogatszych łowisk Bałtyku sprawia, że jest on atrakcyjny dla armatorów wielu jednostek rybackich.

W latach 2012 - 2015 port rybacki w Helu był miejscem stałego postoju dla 25 jednostek rybackich, w tym 11 kutrów - jednostek o długości powyżej 12 m. Obecnie (stan na koniec 2023 r. wg Centrum Monitorowania Rybołówstwa) w porcie stacjonuje 21 jednostek, w tym 10 kutrów.

Na wyładunek ryb lub postój w porcie wchodzi również jednostki rybackie z innych bałtyckich portów. W skali miesiąca tych jednostek, o długości całkowitej do 24 m, jest średnio 50. Także ze względu na dogodne położenie portu względem bogatych łowisk, czasowo na postój w porcie w Helu przenoszą się łodzie motorowe z Jastarni i Kuźnicy, w liczbie około 10 jednostek o długości do 16 m.

Specyfiką portu rybackiego w Helu jest stałe mieszanie się wód portowych i morskich, co wynika z jego usytuowania oraz znacznej głębokości basenu

portowego. Ze względu na głębokość port rybacki może przyjmować duże kutry rybackie o zanurzeniu do 5 m.

### **3.2.1. Metody wyładunku ryb pelagicznych w porcie**

W porcie stosowany jest system hydraulicznego (pompowego) wyładunku ryb pelagicznych z kutrów wyposażonych w system RSW lub CSW oraz jednostek rybackich o długości całkowitej równej lub wyższej 18,5 m (fot. 9).



Fot. 9. Kuter rybacki wyposażony w system RSW  
(fot. MIR-PIB)

Powstające w wyniku hydraulicznego rozładunku ryb z kutrów zużyte wody technologiczne są obecnie utylizowane dwoma różnymi metodami.

W przypadku dużych kutrów rybackich, w tym wyposażonych w systemy RSW lub CSW i posiadających ładownie do ryb, zużyte wody technologiczne po rozładunku ryb kierowane są przewodami rurowymi do kanalizacji portowej i poprzez kanalizację miejską do oczyszczalni w Swarzewie.

Druga metoda hydraulicznego wyładunku ryb dotyczy kutrów o długości całkowitej co najmniej 18,5 m i nieposiadających systemu RSW lub CSW. W metodzie tej woda z basenu portowego pobierana jest za pomocą pompy do ładowni kutra, w której magazynowane są luzem złowione ryby. Następnie mieszanina ryb i wody zostaje wypompowana z ładowni kutra do nabrzeżnej instalacji, np. produkcji firm IRAS lub Euskan, w której, w zbiorniku

z przenośnikiem, następuje oddzielenie ryb od zużytej wody technologicznej. Ryby kierowane są za pomocą przenośnika oraz przewodu rurowego do cystern samochodowych (fot. 10) lub do pojemników typu *big-box*, natomiast zużyta woda technologiczna usuwana jest na pomocą przewodu rurowego bezpośrednio do basenu portowego. Wizualnym efektem wypompowania zużytej wody technologicznej do basenu portowego jest piana utrzymująca się przez dłuższy czas na jego powierzchni (fot. 11).



Fot. 10. Załadunek ryb do cysterny samochodowej  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 11. Usuwanie zużytej wody technologicznej do basenu portowego  
(fot. MIR-PIB)

W przypadku dużych jednostek, poławiających ryby na cele paszowe w ilości do 500 ton jednorazowo, zużyta woda technologiczna, ze względu na jej bardzo silne zanieczyszczenie, nie jest kierowana do basenu portowego, lecz magazynowana w zbiornikach jednostki i wywożona za strefę 12 Mm celem jej utylizacji.

#### ***Instalacje do hydraulicznego wyładunku ryb z ładowni kutrów***

Aktualnie na nabrzeżu portu rybackiego w Helu znajdują się cztery oddzielne instalacje producentów IRAS oraz Euskan, przystosowane do hydraulicznego wyładunku ryb pelagicznych (szprotów i śledzi) z kutrów rybackich. Instalacje te są własnością firmy Koga-MarisKoga-Maris, firmy PaulaFish oraz Związku Rybaków Morskich - Organizacji Producentów (fot. 12 i 13).



Fot. 12. Instalacja firmy IRAS do hydraulicznego wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 13. Instalacja firmy Euskan do hydraulicznego wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)

### ***Oczyszczalnia ścieków***

Port rybacki w Helu nie posiada własnej podczyszczalni ścieków i z tego względu ścieki powstające w wyniku działalności produkcyjnej prowadzonej przez firmę Koga-Maris Sp. z o.o., Chłodnie Helskie Sp. z o.o., a także Lokalne Centrum Pierwszej Sprzedaży Ryb, kierowane są za pomocą kanalizacji portowej, a następnie komunalnej do oczyszczalni w Swarzewie. Ponad 80% masy zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb z kutrów jest kierowana bezpośrednio do basenu portowego, a około 20% jest wywożonych za strefę 12 Mm.

### ***Opinie dotyczące problemu utylizacji zużytych wód technologicznych***

Zdaniem armatorów rybackich niezbędna jest klasyfikacja zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb z kutrów pod względem wielkości zanieczyszczeń i stosowanych metod ich utylizacji. W przypadku najmniej zanieczyszczonych zużytych wód technologicznych, po wstępnym oddzieleniu na sieć zanieczyszczeń stałych, powinien być stosowany ich zrzut bezpośrednio do basenu portowego lub powinny być kierowane do kanalizacji komunalnej. Argumentem umożliwiającym zrzut zużytej wody technologicznej bezpośrednio do basenu może być wyłącznie ich bardzo niski stopień zanieczyszczeń odpowiadający wymaganiom dotyczącym jakości wody w basenie portowym.

W przypadku zużytych wód technologicznych o wysokim stopniu zanieczyszczeń, w celu utylizacji powinien być stosowany ich wywóz za strefę 12 Mm. Dużym problemem w tym przypadku są małe jednostki rybackie nie posiadające zamkniętych ładowni, co uniemożliwia gromadzenie w nich zużytych wód technologicznych oraz wywóz za strefę 12 Mm.

Zdaniem zarządu portu Hel budowa oczyszczalni na terenie portu przeznaczonej do utylizacji zużytych wód technologicznych nie jest obecnie opłacalna ze względu na zbyt małe ilości zużytych wód technologicznych oraz nieregularność ich występowania w ciągu roku.

### **3.3. Port rybacki w Kołobrzegu**

Port rybacki w Kołobrzegu stanowi część Portu Morskiego Kołobrzeg, który usytuowany jest w ujściu rzeki Parsęty w bezpośredniej styczności z morzem. Port rybacki zlokalizowany jest po lewej stronie rzeki Parsęty; od strony zachodniej i południowej graniczy z ul. Bałtycką, a od strony wschodniej z Portem Jachtowym (rys. 5).



Rys. 5. Usytuowanie portu rybackiego w Kołobrzegu  
(Źródło: <http://www.zpm.portkolobrzeg.pl/292,port-rybacki.htm>)

Port rybacki w Kołobrzegu odgrywa ważną rolę, gdyż jest największym spośród wszystkich portów rybackich w Polsce, trafia tu bowiem około 60% połowów bałtyckich. Do portu mogą zawijać jednostki pływające nie przekraczające długości 85 m i zanurzenia 4,7 m. ZPM Kołobrzeg zarządza w porcie rybackim łącznie czterema nabrzeżami o łącznej długości 692 m oraz pomostem drewnianym o długości 121 m. W latach 2012 - 2015 port rybacki w Kołobrzegu był miejscem stałego postoju dla 66 jednostek rybackich, w tym 46 kutrów. Obecnie (stan na koniec 2023 r. wg Centrum Monitorowania Rybołówstwa) w porcie stacjonuje 38 kutrów i 15 łodzi rybackich. Na terenie portu rybackiego działają dwie organizacje rybackie: Kołobrzewska Grupa Producentów Ryb Sp. z o.o. oraz Organizacja Producentów Ryb Bałtyk Sp. z o.o.

### 3.3.1. Metody wyładunku ryb pelagicznych

W porcie rybackim stosowany jest hydrauliczny wyładunek złowionych ryb z kutrów, posiadających systemy RSW lub CSW, a także z większych jednostek rybackich o długości całkowitej co najmniej 18,5 m.

W przypadku dużych kutrów rybackich, wyposażonych w systemy CSW lub RSW, złowione ryby przechowywane w oziębionej wodzie morskiej są wyładowywane za pomocą hydraulicznego systemu umieszczonego na kutrze (fot. 14). Po wyładunku ryb zużyte wody technologiczne transportowane są ponownie do zbiorników jednostek, a następnie wywożone za strefę 12 Mm i usuwane do morza (fot. 15 i 16).



Fot. 14. Instalacja firmy Euskan na kutrze rybackim  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 15. Mieszanina ryb i wody morskiej w ładowni kutra  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 16. Zbiornik kutra wypełniony zużytą wodą technologiczną po wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)

W odniesieniu do kutrów rybackich o długości całkowitej, co najmniej 18,5 m, nieposiadających systemów RSW lub CSW, woda z basenu portowego pobierana jest za pomocą pompy umiejscowionej na brzegu do ładowni jednostki, w której magazynowane są luzem złowione ryby. Następnie mieszanina ryb i wody zostaje wypompowana z ładowni kutra do nabrzeżnej instalacji firmy IRAS (fot. 17), w której następuje oddzielenie ryb od zużytej wody technologicznej.



Fot. 17. Instalacja firmy IRAS do hydraulicznego  
wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)

Ryby kierowane są za pomocą przenośnika oraz przewodu rurowego do pojemników typu *big-box*, zaś zużyta woda technologiczna usuwana jest na pomocą przewodu rurowego bezpośrednio do basenu portowego.

***Kołobrzeska Grupa Producentów Ryb Sp. z o.o. w Kołobrzegu***

W 2014 r. organizacja posiadała 2 kutry, wyposażone w system RSW, stosujące hydrauliczny wyładunek złowionych ryb. Obecnie (stan na koniec 2023 r.) organizacja posiada 23 jednostki, w tym 2 stosujące wyładunek pompowy.

Poważnym problemem są terminy usuwania zużytych wód technologicznych ze zbiorników kutrów do morza w odległości 12 Mm od wybrzeża. Czas od załadunku zużytych wód technologicznych do zbiorników kutra do jego wyjścia w morze jest bardzo zróżnicowany i zależy między innymi od warunków meteorologicznych oraz sytuacji połowowej. W przypadku dłuższego postoju jednostek w porcie istnieje niebezpieczeństwo znacznego

pogorszenia się stanu mikrobiologicznego i biochemicznego zużytych wód technologicznych przed ich zrzutem do morza.

Organizacja posiada instalację do hydraulicznego wyładunku ryb przeznaczonych na cele paszowe. Istotnym problemem w tym przypadku jest utylizacja powstających po wyładunku ryb zużytych wód technologicznych, charakteryzujących się bardzo wysoką zawartością zanieczyszczeń (fot. 18).



Fot. 18. Urządzenie do wyładunku ryb  
poławianych na cele paszowe  
(fot. MIR-PIB)

Aby umożliwić wyładunek ryb metodą hydrauliczną woda z basenu portowego dostarczana jest do ładowni kutra, w której znajdują się złowione ryby. Zużyta woda technologiczna po oddzieleniu od ryb przeznaczonych na cele paszowe jest bardzo silnie zanieczyszczona. Usuwanie tak silnie zanieczyszczonych zużytych wód technologicznych bezpośrednio do basenu portowego stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego

i związanymi z tym bardzo dotkliwymi sankcjami karnymi dla armatorów jednostek, zarówno ze strony zarządu portu, jak i władz sanitarnych.

Z tego względu organizacja rybacka widzi potrzebę wybudowania w niedalekiej przyszłości podczyszczalni zużytych wód technologicznych na terenie portu rybackiego. W tym celu podjęto inicjatywę w sprawie zakupu gruntu portowego niezbędnego do zainstalowania podczyszczanie ścieków.

Według opracowanej koncepcji, instalacja podczyszczająca zaopatrzona będzie w sito do mechanicznego oddzielania odpadów stałych oraz w instalację do chemicznej koagulacji substancji rozpuszczalnych w ściekach. Po wstępnym podczyszczeniu zużyta woda technologiczna będzie kierowana do oczyszczalni komunalnej

### ***Organizacja Producentów Ryb Bałtyk Sp. z o.o.***

W 2014 r. organizacja posiadała łącznie 9 kutrów: w tym 7 kutrów wyposażonych w system RSW, a dwa kutry były w trakcie wyposażania w system RSW. Obecnie (stan na koniec 2023 r.) organizacja posiada 10 kutrów. Kutry wyposażone w systemy RSW posiadają rozwiązania zapobiegające osiadaniu ryb na dnie ładowni (system cyrkulacji wody od dna zbiornika ku górze) oraz rozwiązanie zapobiegające wypływaniu ryb na powierzchnię zbiornika po ich złowieniu (specjalne druciane klatki).

Hydrauliczny system wyładunku złowionych ryb zainstalowany na kutrach o długości całkowitej, co najmniej 18,5 m. Mieszanina ryb i wody pompowana jest przewodem rurowym do zbiornika zaopatrzonego w przenośnik, który znajduje się w pomieszczeniu sortowni na nabrzeżu portowym (fot. 19).



Fot. 19. Transport mieszaniny ryb i wody do zbiornika z przenośnikiem  
w sortowni  
(fot. MIR-PIB)

Następnie ryby kierowane były za pomocą przenośników do sortownicy, a po podziale na 2 grupy wielkościowe - do pojemników typu *big-box*. Natomiast zużyta woda technologiczna ze zbiornika w przetwórnicy (fot. 20) jest ponownie transportowana przewodem rurowym do zbiornika na kutrze, a następnie usuwana poza strefę 12 Mm do morza.



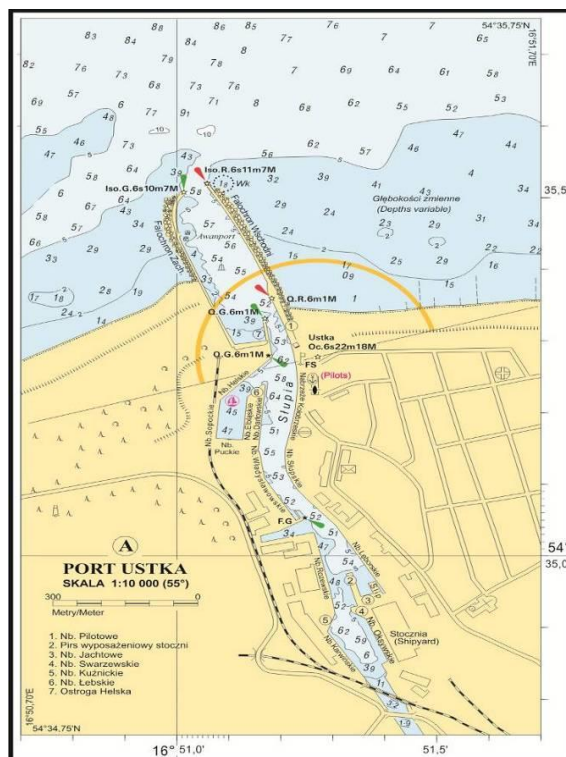
Fot. 20. Zbiornik zużytej wody technologicznej w sortowni na nabrzeżu  
(fot. MIR-PIB)

#### ***Portowa oczyszczalnia ścieków***

Port rybacki w Kołobrzegu nie posiada własnej podczyszczalni ścieków. Znajdujące się na terenie portu dwa separatory tłuszczu w ściekach, ze względu na ich niską przepustowość nie są przydatne do usuwania tłuszczu z zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb. Organizacje rybackie na terenie portu rybackiego mają poważne problemy z utylizacją zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb. Z tego względu zarządy organizacji rybackich czynią starania o zakup odpowiednich gruntów na terenie portu w celu zainstalowania urządzeń do utylizacji zużytych wód technologicznych.

#### **3.4. Port rybacki w Ustce**

Port rybacki w Ustce usytuowany jest w ujściu rzeki Słupi. Wejście do portu o szerokości 40 m osłonięte jest dwoma betonowymi falochronami, o długości 303 m i 420 m. Główny kanał prowadzący do wewnętrznej części portu ma 28 m szerokości. Całkowita długość nabrzeży w porcie wynosi 3417 m, z czego ponad 1110 m stanowią nabrzeża rybackie (rys. 6).



Rys. 6. Usytuowanie portu rybackiego w Ustce  
(<http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-stka%20port.jpg>)

Port jest jednym z większych portów rybackich w Polsce, a na stałe stacjonuje w nim 56 jednostek rybackich - 24 kutry i 32 łodzie (stan na koniec 2023 r. wg Centrum Monitorowania Rybołówstwa). Maksymalne jednostki rybackie, jakie mogą zawijać do portu, są ograniczone wymiarami: 58 m długości, 11,5 m szerokości, przy 4,5 m zanurzenia. Od kilku lat funkcjonuje w porcie Lokalne Centrum Pierwszej Sprzedaży Ryb, należące do Krajowej Izby Producentów Ryb i zajmujące się obrotem handlowym złowionymi rybami.

### 3.4.1. Metody wyladunku ryb pelagicznych w porcie

Na terenie portu rybackiego stosowany jest hydrauliczny wyladunek złowionych szprotów i śledzi z jednostek rybackich o długości całkowitej co najmniej 20,5 m, w tym kutrów posiadających systemy RSW lub CSW, przebywających zazwyczaj na łowiskach nie dłużej niż 48 godzin. W przypadku kutrów rybackich dysponujących systemem RSW lub CSW, zużyta woda technologiczna jest wywożona za strefę 12 Mm i usuwana do morza.

W przypadku jednostek nieposiadających systemów RSW lub CSW, złowione ryby dostarczane są w sieciach na pokład jednostek, a następnie magazynowane luzem w chłodzonych ładowniach kutrów. W celu umożliwienia hydraulicznego wyładunku ryb w porcie, do ładowni kutrów pompowana jest woda czerpana bezpośrednio z basenu portowego. Udział dostarczonej masy wody w stosunku do masy ryb w ładowni wynosi do 30%. Następnie mieszanina ryb i wody przetransportowana jest za pomocą ssącego systemu pompowego, będącego na wyposażeniu kutrów, do kontenerów typu big-box, ustawionych na nabrzeżu. Po wyładunku ryb niewielka ilość zużytej wody technologicznej (około 10%) dostaje się przewodem rurowym do kontenerów z rybami, natomiast główna jej część (około 90%) jest usuwana do basenu portowego lub wywożona za strefę 12 Mm.

#### ***Instalacja do hydraulicznego wyładunku ryb z ładowni kutrów***

W porcie rybackim znajduje się jedna instalacja pompowo-rurowa firmy IRAS do hydraulicznego wyładunku mieszaniny ryb z wodą morską z ładowni kutrów (fot. fot. 21 i 22).



Fot. 21. Instalacja firmy IRAS (Dania) do hydraulicznego wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 22. Instalacja pompowa firmy IRAS (Dania) do wyładunku ryb  
(fot. MIR-PIB)

W przypadku wykorzystania instalacji pompowej znajdującej się na kutrze mieszanina ryb i wody doprowadzana jest do górnego zbiornika - separatora - oddzielającego ryby od wody oraz przewodu rurowego dostarczającego ryby do pojemników typu *big-box* (fot. fot. 23 i 24).



Fot. 23. Wyładunek ryb z ładowni kutra za pomocą systemu hydraulicznego  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 24. Przewód do transportu ryb do pojemników *big-box* (fot. MIR-PIB)

Po oddzieleniu od ryb, zużyta woda technologiczna kierowana jest do specjalnego zbiornika, skąd zostaje przepompowana do zbiornika na kutrze lub usuwana bezpośrednio do kanału portowego. W przypadku wykorzystania instalacji pompowej znajdującej się bezpośrednio na kutrze, woda technologiczna po rozładunku ryb z separatora kierowana jest bezpośrednio do ładowni, a następnie wywożona za strefę 12 Mm i usuwana do morza.

#### ***Portowa oczyszczalnia ścieków***

Na terenie portu znajduje się wyeksploatowana i nieefektywna oczyszczalnia ścieków, której obecny stan techniczny uniemożliwia wykorzystanie jej do podczyszczania zużytych wód technologicznych. Natomiast na terenie należącym do Lokalnego Centrum Pierwszej Sprzedaży Ryb znajduje się pomieszczenie przewidziane do lokalizacji w nim nowoczesnej podczyszczalni ścieków. Brak środków finansowych uniemożliwia jednak realizację tej inwestycji w najbliższym czasie.

#### ***Opinie dotyczące problemu utylizacji zużytych wód technologicznych***

Według opinii rybaków, systemy RSW lub CSW na kutrach rybackich sprawdzają się głównie w jesienno-zimowym oraz wiosennym sezonie połowowym, gdy woda morska pobierana do zbiorników na kutrach ma

odpowiednio niską temperaturę (poniżej 10°C). W sezonie letnim konieczne jest znaczne schłodzenie pobranej wody morskiej, co podnosi koszty eksploatacji jednostki i związaną z tym opłacalność połowu ryb.

Zdaniem rybaków wywóz zużytej wody technologicznej za strefę 12 Mm nie jest korzystny, ze względu na konieczność magazynowania dużych ilości (kilkadziesiąt metrów sześciennych) zużytej wody technologicznej w zbiornikach kutra podczas pobytu w porcie.

Zużyta woda technologiczna zawiera czynne substancje biologiczne oraz drobnoustroje, pochodzące od przechowywanych w niej surowców rybnych. W okresie kilkudniowego przechowywania zużytych wód technologicznych w zbiornikach kutrów następuje istotne pogorszenie ich wskaźników fizykochemicznych, biologicznych oraz stanu mikrobiologicznego. Po usunięciu tych wód za strefę 12 Mm niezbędne jest dokładne oczyszczenie i zdezynfekowanie zbiorników kutra, które często prowadzi się w trudnych warunkach morskich. Ponadto stosowanie silnych środków odkażających i czyszczących ma niekorzystny wpływ na naturalne środowisko morskie.

Zdaniem ankietowanych rybaków korzystnym rozwiązaniem problemu utylizacji zużytych wód technologicznych, byłoby magazynowanie ich w zbiorniku uśredniającym na terenie portu i zastosowanie efektywnej metody ich podczyszczania, poprzez oddzielenie zanieczyszczeń stałych, a następnie koagulację chemiczną w celu wytrącenia osadów białkowo-tłuszczowych. Po oddzieleniu wytrąconego osadu podczyszczona woda technologiczna powinna być kierowana do basenu portowego lub do kanalizacji miejskiej.

### **3.5. Podsumowanie**

Analiza wykazała, że wybrane porty rybackie posiadają specyficzne uwarunkowania terenowo-logistyczne związane z hydraulicznym wyładunkiem ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów z systemami RSW lub CSW.

Do największych portów rybackich pod względem wyładunków szprotów i śledzi należy zaliczyć port w Helu i w Kołobrzegu. Porty te różnią się pod względem uwarunkowań terenowych i usytuowania; port rybacki w Helu usytuowany jest u nasady półwyspu Helskiego, w pobliżu bogatych łowisk, natomiast port rybacki w Kołobrzegu znajduje się w ujściu rzeki Parsęty. Oba te porty są jednak terenami licznie odwiedzanymi przez turystów, co wymaga dodatkowych starań o ich właściwy stan sanitarny. Podobna sytuacja ma miejsce w odniesieniu do dwóch mniejszych portów rybackich, we Władysławowie i w Ustce. Port we Władysławowie zlokalizowany jest bezpośrednio na

wybrzeżu Zatoki Gdańskiej, u nasady półwyspu Helskiego, podczas gdy port w Ustce położony jest w głębi lądu, w ujściu rzeki Słupi.

Różnice w położeniu terenowym tych portów stwarzają odmienne warunki zjawiska mieszania się wód portowych z morskimi, co ma to istotne znaczenie w przypadku usuwania do basenu portowego zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb.

Wybrane porty rybackie różnią znacznie się pod względem wyposażenia w lądowe instalacje do hydraulicznego wyładunku ryb. Największą ilość tych instalacji - cztery - posiada port w Helu, podczas gdy pozostałe porty mają ich znacznie mniej (po jednej lub dwie).

Z kolei port w Kołobrzegu obsługuje największą ilość jednostek rybackich wyposażonych w systemy RSW lub CSW, które są wyposażone we własne systemy do hydraulicznego wyładunku ryb.

Wspólnym mankamentem czterech wybranych portów jest brak na ich terenie sprawnych podczyszczalni ścieków, które umożliwiałyby wstępne oczyszczenie zużytych wód technologicznych po wyładunku ryb z jednostek rybackich.

#### **4. Zanieczyszczenia w wodach technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb**

Próbki zużytej wody technologicznej pobierano w czasie hydraulicznego wyładunku po oddzieleniu ryb i umieszczano w szczelnych kanistrach z tworzywa sztucznego, o objętości 5 dm<sup>3</sup> każdy. W zależności od zakresu badań jedna próbka zużytej wody technologicznej zajmowała objętość dwóch lub trzech kanistrów.

Następnie próbki wody były dostarczane, w warunkach chłodniczych w czasie nieprzekraczającym 4 godz. do laboratorium, gdzie wykonywano planowane badania i oceny bezpośrednio po ich dostarczeniu. W laboratorium próbki przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 3 - 5°C. Przeprowadzono ich analizę sensoryczną oraz badania fizykochemiczne, w których określono w nich rodzaj i stężenia zanieczyszczeń.

##### **4.1. Charakterystyka sensoryczna zużytych wód technologicznych**

Przeprowadzone charakterystyki wybranych wyróżników sensorycznych zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb dotyczyły próbek wód pobranych w wybranych portach w okresie od stycznia do listopada 2014 r.

Ocenie sensorycznej poddano łącznie 21 próbek (fot. 25 - 28) i określono następujące wyróżniki sensoryczne:

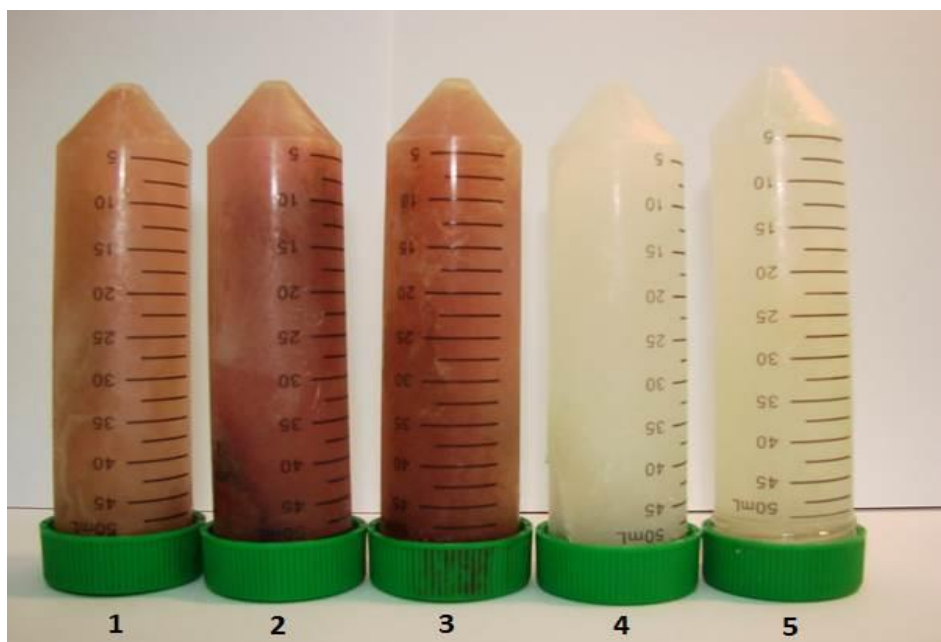
- wygląd ogólny,
- barwę,
- zapach,
- obecność widocznych zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych.

#### ***Charakterystyka próbek 1-5 zużytych wód technologicznych***

Próbka 1 - roztwór mętny, zawiesina w toni, osad tłuszczowy, zapach rybny, barwa bordowo-brunatna jaśniejsza przy powierzchni, obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe.

Próbka 2 - roztwór mętny, zawiesina w toni, osad tłuszczowy, zapach rybny lekko kwaśny, barwa bordowa (beżowa przy powierzchni), obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe.

Próbka 3 - roztwór mętny, zawiesina w toni, osad tłuszczowy, zapach rybny i lekko octowy, barwa czerwono-bordowa (beżowa przy powierzchni), obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe.



Fot. 25. Próbki 1 - 5 surowych, zużytych wody technologicznych

Próbka 4 - roztwór przejrzysty, żółto-mleczna piana, osad tłuszczowy, zapach rybny lekko kwaśny, barwa słomkowa, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb), czarny, drobny osad w toni.

Próbka 5 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zapach intensywny rybny lekko kwaśny, barwa słomkowo-różowa, brak widocznych zanieczyszczeń.

#### ***Charakterystyka próbek 6 - 10 zużytych wód technologicznych***

Próbka 6 - roztwór mętny, żółto-mleczna piana, osad tłuszczowy, zapach wody morskiej, barwa słomkowo-różowa, obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe i organiczne (kawałki ryb).

Próbka 7 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zapach delikatnie rybny, barwa beżowo-żółta, obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe i organiczne (kawałki ryb),



Fot. 26. Próbki 6 - 10 surowych, zużytych wód technologicznych

Próbka 8 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zapach intensywnie rybny, barwa słomkowa, obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe, organiczne (kawałki ryb) i nieorganiczne, osad na dnie.

Próbka 9 - roztwór mętny, żółto-mleczna piana, osad tłuszczowy, zapach rybny, barwa pomarańczowo-brązowa, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb) i nieorganiczne;

Próbka 10 - roztwór mętny, żółto-mleczna piana, osad tłuszczowy, zapach rybny, barwa cytrynowa, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb).

#### ***Charakterystyka próbek 7 - 15 zużytych wód technologicznych***

Próbka 11 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zapach rybny, barwa cytrynowa, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb - warstwa na dnie).



Fot. 27. Probki 11-15 surowych, zużytych wód technologicznych

Próbka 12 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zawiesina w toni, zapach mocznikowy - lekko gnilny, barwa żółto-zielona, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb).

Próbka 13 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zawiesina w toni, zapach lekko gnilny, barwa brunatna, obecne zanieczyszczenia tłuszczowo-białkowe i organiczne (kawałki ryb), kłaczkowaty osad na dnie,

Próbka 14 - roztwór mętny, pęcherzyki powietrza na powierzchni, zapach rybny i lekko gnilny, barwa mleczno-słomkowa, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb).

Próbka 15 - roztwór mętny, żółto-mleczna piana, zawiesina w toni, zapach gnilny i kwaśny, barwa szaro-brunatna, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb) i nieorganiczne.



Fot. 28. Próbkki 16-21 surowych, zużytych wód technologicznych

#### ***Charakterystyka próbek 16 - 21 zużytych wód technologicznych***

Próbka 16 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zapach rybny, barwa żółto-zielona, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb), osad na dnie.

Próbka 17 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zawiesina w toni, zapach rybny, barwa szaro-zielona, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb), nieorganiczne.

Próbka 18 - roztwór mętny, osad tłuszczowy, zawiesina w toni, zapach lekko gnilny, barwa szaro-zielona, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb), nieorganiczne.

Próbka 19 - roztwór przejrzysty, osad tłuszczowy, zawiesina w toni, zapach delikatnie rybny, barwa wody morskiej, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb).

Próbka 20 - roztwór mętny, brak osadu tłuszczowego, zapach delikatnie morski, barwa wody morskiej, obecne zanieczyszczenia organiczne (kawałki ryb), osad w toni.

Próbka 21 - roztwór przejrzysty, pęcherzyki powietrza w toni, zapach delikatnie rybny, barwa wody morskiej, obecne małe zanieczyszczenia organiczne.

Oceny stopnia zanieczyszczenia zużytych wód technologicznych na podstawie wybranych wyróżników sensorycznych wykazały, że najmniej zanieczyszczone były zużyte wody technologiczne po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich w porcie w Helu (próbki 19 - 21). Próbki tych wód pobrano w listopadzie, a surowcem wyładowywanym były szproty konsumpcyjne. Wody te, o barwie typowej dla wody morskiej, charakteryzowały się morskim, lekko wyczuwalnym rybnym zapachem. W wodach tych nie stwierdzono wytrąconego osadu tłuszczowego, a obecne w nich zanieczyszczenia stanowiły niewielkie fragmenty tkanki rybnej.

Niewielkie zanieczyszczenia w próbkach zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb w porcie w Helu związane są ze specyfiką połowów w tym rejonie, charakteryzujących się stosunkowo krótkim, kilkunastogodzinnym pobytem statków na łowiskach. Z tego względu czas przechowywania złowionych ryb w zbiornikach z wodą morską do momentu ich wyładunku w porcie jest krótki, a zużyta woda technologiczna w niewielkim stopniu jest zanieczyszczona substancjami organicznymi i nieorganicznymi dyfundującymi z ryb.

Próbki zużytych wód technologicznych wyładunku ryb z jednostek rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW (próbki 8 i 9), należy zaliczyć jako próbki o średnim poziomie zanieczyszczenia. Wynika to ze stosunkowo krótkiego czasu kontaktu złowionych ryb z wodą pobraną z basenu portowego, która jest wykorzystywana do hydraulicznego wyładunku. W tych warunkach o stopniu zanieczyszczenia tych wód decydującymi czynnikami są: stan świeżości ryb oraz warunki, w jakich były one przechowywane w ładowniach statku.

Stosunkowo wysoki stopień zanieczyszczenia stwierdzono w próbce zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów przeznaczonych na cele konsumpcyjne w porcie we Władysławowie w maju (próbka 13). W tym przypadku decydujący wpływ na wzrost zanieczyszczeń w tej wodzie miała wyższa temperatura otoczenia. Próbka posiadała brunatno-czerwoną barwę, gnilny zapach, a obecność osadu tłuszczowego świadczyła o wysokiej zawartości tłuszczu w rybach.

Przeprowadzone oceny wykazały, że spośród pobranych próbek, najbardziej zanieczyszczoną była zużyta woda technologiczna (próbka 15), po hydraulicznym wyładunku w porcie w Kołobrzegu szprotów przeznaczonych na cele paszowe.

Ponieważ wyładunek tych ryb odbywał się w wiosennym sezonie połowowym (w maju), wyższa temperatura wody morskiej w tym okresie stosowana do hydraulicznego wyładunku tych ryb miała również niekorzystny wpływ na wzrost w niej zanieczyszczeń.

Przeprowadzone oceny wykazały, że wyróżniki sensoryczne pobranych próbek zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w system RSW lub CSW, były bardzo zróżnicowane w zależności od przeznaczenia złowionych ryb (konsumpcyjne, paszowe), czasu i sposobu przechowywania ryb w ładowni statku (w zbiornikach z wodą morską, luzem w ładowni) a także od pory roku (sezon zimowy, wiosenny).

#### **4.2. Analiza jakościowa zużytych wód technologicznych**

Zawartość zanieczyszczeń obecnych w zużytej wodzie technologicznej określono na podstawie badań chemicznych obejmujących następujące wskaźniki: biochemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $BZT_5$ ), chemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $ChZT$ ), zawiesinę ogólną, ekstrakt eterowy (substancje ekstrahujące się eterem etylowym), azot ogólny, jony chlorkowe, fosfor ogólny i pH.

##### **$BZT_5$**

Oznaczenia  $BZT_5$  wykonano metodą rozcieńczeń na podstawie norm: PN-EN 1899-1:2002 Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach ( $BZT_n$ ). Część 1: Metoda rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika, PN-EN 1899-2:2002 Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach ( $BZT_n$ ). Część 2: Metoda do próbek nierozcieńczonych.

Oznaczenie  $BZT_5$  polega na określeniu ilości tlenu zużywanej do utlenienia substancji organicznych w badanej próbce w ciągu 5 dób inkubacji w temperaturze 20°C. Tę ilość w przeliczeniu na 1 dm<sup>3</sup> wody lub ścieku, oblicza się jako różnicę zawartości tlenu rozpuszczonego przed i po inkubacji. Początkową ilość tlenu rozpuszczonego oznaczono za pomocą metody Winklera.

### **ChZT**

Oznaczenia ChZT dokonano za pomocą metody spektrofotometrycznej w adapterze HACH 8000 w dwóch zakresach oznaczeń od 0-150 mg/dm<sup>3</sup> oraz 0 - 1500 mg/dm<sup>3</sup>. Wyniki analizy ChZT definiuje się jako mg O<sub>2</sub> zużywanego na litr próbki w warunkach wykonywania oznaczenia. Zasada metody polega na ogrzaniu próbki z dwuchromianem potasu przez dwie godziny. Podczas ogrzewania następuje redukcja jonu dwuchromianowego (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) do jonu Cr<sup>3+</sup>. W przypadku oznaczania stężeń w zakresie od 0 do 150 mg/dm<sup>3</sup> zastosowano kolorymetryczną metodę pomiaru pozostałych jonów Cr<sup>6+</sup>. Podczas oznaczania ChZT w zakresie od 0 mg/dm<sup>3</sup> do 1500 mg/dm<sup>3</sup> wykonano kolorymetryczny pomiar ilości Cr<sup>3+</sup>. Odczynnik zastosowany w metodzie spektrofotometrycznej HACH 8000 zawiera katalizator srebra i rtęć, jako czynnik kompleksujący jony chlorkowe, ograniczając ich wpływ na wyniki badań (Instrukcja metody spektrofotometrycznej HACH 8000).

### **Zawiesina ogólna**

Oznaczenia zawiesiny ogólnej w ściekach rybnych wykonano metodą wagową wg normy PN-EN 872:2007 Jakość wody. Oznaczanie zawiesin. Metoda z zastosowaniem filtracji przez sączi z włókna szklanego.

Zasada metody polega na filtracji przez okrągły sącze filtracyjny roztworu z zastosowaniem aparatury do filtracji ciśnieniowej lub próżniowej. Następnie sącze suszy się w temperaturze 105°C, natomiast masę zatrzymaną na nim pozostałości oznacza się wagowo. Do metody wagowej zastosowano sączi filtracyjne Munktell 389 o gramaturze 84 g/m<sup>2</sup> (filtracja średnio-szybka, średnio-szerokie pory), Munktell 392 o gramaturze 84 g/m<sup>2</sup> (filtracja średnia do wolnej, średnie pory) lub Whatman GF/F (filtracja szybko-średnia). Wybór sącza filtracyjnego zależał od właściwości i stopnia zanieczyszczenia badanego ścieku.

### **Ekstrakt eterowy**

Ekstrakt eterowy oznaczono wg procedury badawczej Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB: Oznaczanie zawartości substancji ekstrahujących się eterem etylowym lub naftowym opracowanej na podstawie norm:

- PN-ISO 1444:2000 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenia zawartości tłuszczu wolnego,
- PN-67/A-86734 Ryby, przetwory rybne i produkty uboczne z ryb. Oznaczenia zawartości tłuszczu (norma wycofana bez zastąpienia).

Oznaczenie wykonano stosując eter etylowy w aparacie Soxhleta.

#### ***Azot ogólny***

Azot ogólny w próbce ścieków oznaczano metodą miareczkową po mineralizacji na podstawie normy PN-EN 25663:2001 Jakość wody. Oznaczanie azotu Kjeldahla. Metoda po mineralizacji z selenem.

Zasada oznaczenia polega na przeprowadzeniu organicznych związków azotu w siarczan amonowy za pomocą stężonego kwasu siarkowego w obecności katalizatora, zalkalizowaniu roztworu, destylacji i miareczkowaniu kwasem solnym amoniaku związanego w kwasie borowym.

#### ***Jony chlorkowe***

Zawartość chlorków w ściekach rybnych oznaczono wykorzystując metodę miareczkową wg normy PN-ISO 9297:1994 Jakość wody. Oznaczanie chlorków. Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (metoda Mohra).

Metodą oznaczano stężenia rozpuszczalnych chlorków w wodzie w zakresie od 5 mg/dm<sup>3</sup> do 150 mg/dm<sup>3</sup>. Zasada oznaczania polega na miareczkowaniu jonów chlorkowych azotanem (V) srebra wobec chromianu (VI) potasu (KCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) jako wskaźnika.

#### ***Fosfor ogólny***

Obecność związków fosforu w próbce ścieków zbadano na podstawie normy PN-EN ISO 6878:2006 Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu (ze zmianami Ap1 i Ap2).

Metoda polega na przeprowadzeniu związków fosforu w ortofosforany poprzez mineralizację z nadtlenodwusiarczaniem potasu lub kwasem azotowym i kwasem siarkowym. Próbkę mineralizowano się przez 30 min. w temperaturze około 120°C.

#### ***Wartość pH***

Wartość pH oznaczano metodą potencjometryczną wg Procedury Badawczej Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB opracowanej na podstawie dokumentów:

- PN-74/C-04540 Woda i ścieki. Badania wartości pH, kwasowości i zasadowości (norma wycofana),
- PN-ISO 2917:2001 Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza,

- ISO 2917:1999 Meat and meat products. Measurement of pH. Reference method,
- Instrukcja Metodyczna „Oznaczanie pH metodą potencjometryczną”
- Dojlido J. 1980. Instrumentalne metody badawcze wody i ścieków, Wyd. Arkady, Warszawa.

Metoda polega na pomiarze siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa (elektroda kombinowana) zanurzonego w badanej cieczy, osadzie lub odpowiednio przygotowanym produkcie żywnościowym. Zmierzona SEM jest proporcjonalna do stężenia jonów wodorowych, czyli pH.

W tabeli 11 porównano średnie zawartości zanieczyszczeń w pobranych próbkach surowych, zużytych wód technologicznych ze średnimi wartościami zanieczyszczeń w typowych ściekach z przetwórstwa rybnego (Gudelis-Matys 2002).

Tab. 11. Średnie wartości zanieczyszczeń w próbkach surowych, zużytych wód technologicznych oraz w typowych ściekach z przetwórstwa rybnego

| Wskaźnik                                    | Liczba prób (n) | Jednostka miary                    | Zużyta woda technologiczna | Ścieki z przetwórstwa rybnego |
|---------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| pH                                          | 21              | -                                  | $6,9 \pm 0,2$              | 5,0 - 6,0                     |
| BZT <sub>5</sub>                            | 12              | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | $3184 \pm 5917,4$          | 5 000                         |
| ChZT                                        | 21              | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | $7692 \pm 12162,7$         | 10 000                        |
| Zawiesina ogólna                            | 15              | mg/dm <sup>3</sup>                 | $383,9 \pm 476,6$          | 2 500                         |
| Azot ogólny                                 | 21              | mg N/dm <sup>3</sup>               | $779,5 \pm 1255,6$         | 80                            |
| Substancje ekstrahujące się eterem etylowym | 19              | mg/dm <sup>3</sup>                 | $539,9 \pm 1646,7$         | 700                           |
| Jony chlorkowe                              | 19              | mg Cl/dm <sup>3</sup>              | $3365,9 \pm 1051,9$        | 2000                          |
| Fosfor                                      | 2               | mg/dm <sup>3</sup>                 | $23,4 \pm 8,8$             | 50                            |

Z danych w tabeli wynika, że większość średnich zawartości zanieczyszczeń w badanych próbkach zużytej wody technologicznej była niższa od średnich zawartości tych zanieczyszczeń w typowych ściekach z przetwórstwa rybnego. Dotyczy to takich wskaźników jak: BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesina ogólna, substancje ekstrahujące się eterem etylowym oraz fosfor. Natomiast średnie zawartości takich wskaźników, jak azot ogólny i jony

chlorkowe w próbkach zużytej wody technologicznej przekraczały średnie zawartości tych wskaźników w ściekach z przetwórstwa rybnego.

Na przykład średnia zawartość azotu ogólnego w zużytych wodach technologicznych wynosiła ponad 779 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w ściekach z przetwórstwa rybnego - 80 mg/dm<sup>3</sup>. W przypadku chlorków, średnia ich zawartość w zużytych wodach technologicznych wynosiła ponad 3366 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w ściekach z przetwórstwa rybnego - 2000 mg/dm<sup>3</sup>.

Średnia wartość pH dla badanych próbek wyniosła 6,9 i mieściła się w normie dla ścieków utylizowanych w kanalizacji lub środowisku naturalnym.

Z badanych próbek, największy poziom zanieczyszczeń stwierdzono w próbce „15”, po hydraulicznym wyładunku szprotów przeznaczonych na cele paszowe. Zawartości poszczególnych wskaźników w tej próbce były następujące:

- BZT<sub>5</sub> - 20646 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>,
- ChZT - 35875 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>,
- zawiesina ogólna - 1780 mg/dm<sup>3</sup>,
- azot ogólny - 2326 mg N/dm<sup>3</sup>,
- substancje ekstrahujące się eterem etylowym - 7 267 mg/dm<sup>3</sup>,
- jony chlorkowe - 911 mg Cl/dm<sup>3</sup>.

Analizy wykazały, że zawartości zanieczyszczeń w tej próbce, w tym BZT<sub>5</sub>, ChZT, azot ogólny, substancje ekstrahujące się eterem etylowym, były wielokrotnie wyższe od zawartości tych wskaźników w ściekach typowych dla przetwórstwa rybnego.

W przypadku surowych, zużytych wód technologicznych po przechowywaniu szprotów bałtyckich przeznaczonych na cele konsumpcyjne, najwyższe stężenia zanieczyszczeń BZT<sub>5</sub> i ChZT stwierdzono w próbce „16”. Zawartości zanieczyszczeń w tej próbce wynosiły:

- BZT<sub>5</sub> - 4148 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>,
- ChZT - 4670 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

Analizy wykazały, że poziom zanieczyszczeń, określony zawartością BZT<sub>5</sub> i ChZT w próbce „16” nie przekroczył średnich wartości tych wskaźników w ściekach z przetwórstwa rybnego.

Najniższe zawartości zanieczyszczeń stwierdzono w próbce „19”, w której zawartość BZT<sub>5</sub> wynosiła 30,6 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a ChZT - 74,9 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Próbką tej wody była pobrana w listopadzie, w porcie w Helu, po hydraulicznym wyładunku szprotów przeznaczonych na cele konsumpcyjne. Niskie zawartości zanieczyszczeń w tej wodzie wynikają z krótkiego kontaktu wyładowywanych

ryb z wodą morską i ograniczoną w związku z tym dyfuzją zanieczyszczeń z ryb do wody.

W badanych próbkach zużytych wód technologicznych, zawartość jonów chlorkowych, była zróżnicowana, w zależności od tego czy do wyładunku ryb stosowana była woda morska czy też woda z basenu portowego.

W ramach pracy oznaczono zawartość jonów chlorkowych w wodach z basenu portowego portach w Uście, Helu, Władysławowie i Kołobrzegu. Wyniki oznaczeń chlorków w wodach portowych były następujące:

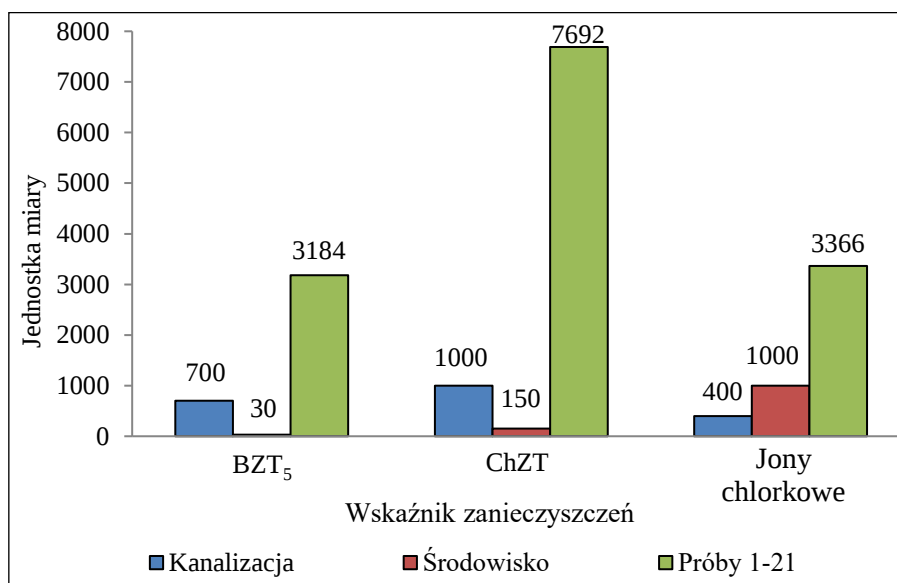
- port Ustka (n=1) –  $229,9 \pm 0,9$  mg Cl/dm<sup>3</sup>,
- port Hel (n=2) –  $3\,368 \pm 271,5$  mg Cl/dm<sup>3</sup>,
- port Władysławowo (n=1) –  $4\,031 \pm 80$  mg Cl/dm<sup>3</sup>,
- port Kołobrzeg (n=1) –  $3\,560 \pm 48$  mg Cl/dm<sup>3</sup>.

Analizy wykazały, że wysokie stężenia jonów chlorkowych zanotowano w wodach portowych we Władysławowie, Kołobrzegu i Helu, odpowiednio: 4031, 3560 i 3368 mg Cl/dm<sup>3</sup>. Natomiast znacznie niższą zawartość jonów chlorkowych stwierdzono w wodzie z basenu portowego w porcie Uście ( $229,9$  mg Cl/dm<sup>3</sup>), co ma związek z jego usytuowaniem przy ujściu rzeki Słupi i dopływem wód z tej rzeki do basenu.

W związku z tym, najwyższy poziom zawartości jonów chlorkowych ( $4276$  mg Cl/dm<sup>3</sup>) odnotowano w próbkach „4”, „6” i „7”, po rozładunku ryb w porcie w Kołobrzegu, natomiast najniższy ( $587$  mg Cl/dm<sup>3</sup>) w próbce „8”; po rozładunku ryb w porcie w Uście.

Wyniki badań laboratoryjnych próbek zużytych wód technologicznych 1 - 21 wykazały, że zawartości chlorków są bardzo zróżnicowane w zależności od miejsca pobrania próbek (port morski, port przy ujściu rzeki), a także użycia do wyładunku ryb wody morskiej lub wody z basenu portowego.

Na rysunku 7 przedstawiono dopuszczalne poziomy zawartości BZT<sub>5</sub>, ChZT oraz jonów chlorkowych dla ścieków odprowadzanych do instalacji kanalizacyjnych oraz do środowiska (wody, ziemia), a także średnie zawartości tych wskaźników w pobranych zużytych wodach technologicznych po wyładunku ryb.

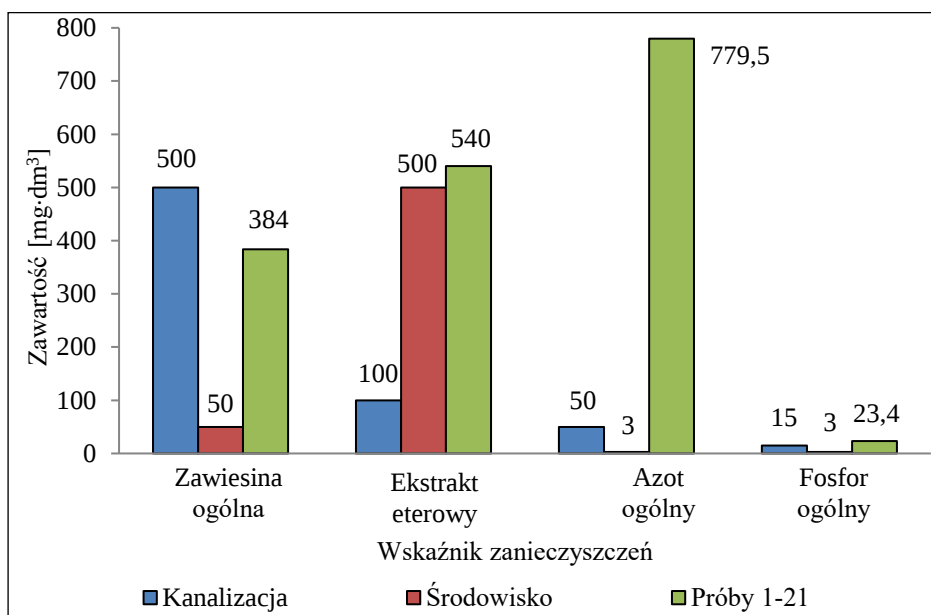


Rys. 7. Dopuszczalne poziomy zawartości BZT<sub>5</sub> [mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>], ChZT [mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>] i jonów chlorkowych [mg Cl/dm<sup>3</sup>] w ściekach wprowadzanych do kanalizacji i środowiska oraz średnie zawartości tych wskaźników w zużytych wodach technologicznych (wyniki badań MIR-PIB i Gudelis-Matys 2002)

Na podstawie wykresu można stwierdzić, że średnie zawartości BZT<sub>5</sub>, ChZT i chlorków w zużytych wodach technologicznych były znacznie wyższe od dopuszczalnych poziomów tych wskaźników w ściekach odprowadzanych do kanalizacji komunalnej i do środowiska naturalnego. W odniesieniu do BZT<sub>5</sub> różnica ta wynosiła 2484 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> dla ścieków odprowadzanych do kanalizacji komunalnej i 3154 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> dla ścieków odprowadzanych do środowiska naturalnego.

W przypadku ChZT, średnia zawartość tego wskaźnika w zużytych wodach technologicznych była wyższa od dopuszczalnego poziomu tego wskaźnika, o 6692 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> w ściekach odprowadzanych do kanalizacji komunalnej i o 7542 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> w ściekach odprowadzanych do środowiska.

Na rysunku 8 przedstawiono średnie zawartości zanieczyszczeń zawiesiny ogólnej, substancji ekstrahujących się eterem etylowym, azotu ogólnego i fosforu ogólnego w zużytych wodach technologicznych oraz dopuszczalne poziomy tych wskaźników dla ścieków odprowadzanych do instalacji kanalizacyjnych oraz do środowiska.



Rys. 8. Dopuszczalne poziomy zawiesiny ogólnej, ekstraktu eterowego, azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach wprowadzanych do kanalizacji i środowiska oraz średnie zawartości tych zanieczyszczeń w zużytych wód technologicznych (próbki 1-21)  
(wyniki badań MIR-PIB i Gudelis-Matys 2002)

Z danych przedstawionych na wykresie 2 wynika, że jedynie średnia zawartość zawiesiny w zużytych wodach technologicznych nie przekroczyła dopuszczalnego poziomu tego wskaźnika dla ścieków odprowadzanych do kanalizacji. W odniesieniu do pozostałych zanieczyszczeń, zwłaszcza azotu ogólnego, średnie zawartości tych związków w zużytych wodach technologicznych znacznie przekraczały ich dopuszczalne poziomy w ściekach odprowadzanych do kanalizacji komunalnej oraz do środowiska.

Badania wykazały, że zawartości zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych zależały w głównej mierze od przeznaczenia złowionych ryb (konsumpcyjne, paszowe), czasu kontaktu złowionych ryb z wodą, a także od temperatury wody morskiej (okres jesienno-zimowy, wiosenno-letni).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że im wyższa temperatura wody morskiej tym szybciej i intensywniej następowały przemiany fizykochemiczne w zużytych wodach technologicznych.

Na przykład zawartość zanieczyszczeń BZT<sub>5</sub> i ChZT w zużytych wodach technologicznych pobranych w okresie wiosennym wyniosły odpowiednio:

5173,2 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i 8798,33 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w okresie zimowym, odpowiednio: 1194,83 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> oraz 7249,633 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Dane te świadczą o wpływie temperatury otoczenia i wody morskiej na poziom substancji zanieczyszczających w zużytych wodach technologicznych.

#### 4.3. Podsumowanie

Przeprowadzone oceny i oznaczenia analityczne w próbkach zużytych wód technologicznych wykazały, że ich wyróżniki sensoryczne (wygląd ogólny, zapach, barwa, zanieczyszczenia) oraz zawartości wskaźników fizykochemicznych (BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny, substancje ekstrahujące się eterem etylowym oraz jony chlorkowe) były zróżnicowane w zależności od przeznaczenia złowionych ryb (konsumpcyjne, paszowe), czasu kontaktu złowionych ryb z wodą morską lub z wodą z basenu portowego, temperatury wody (sezon zimowy, letni) a także położenia portu rybackiego (morski lub w ujściu rzeki).

Oceny sensoryczne wykazały, że zużyte wody technologiczne charakteryzowały się przeważnie żółtą lub brunatno-czerwoną barwą, morskim lub intensywnie rybnym zapachem, obecnością osadów tłuszczowo-białkowych oraz zanieczyszczeniami stałymi w postaci fragmentów ryb.

Znaczący wpływ na zawartość organicznych i nieorganicznych zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych miały takie czynniki, jak przeznaczenie złowionego surowca (konsumpcyjne, paszowe) oraz sezon połowu temperatura i związana z tym temperatura wody. Największe zanieczyszczenia stwierdzono w próbkach zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb przeznaczonych na cele paszowe.

Na średnim poziomie w odniesieniu do zawartości substancji zanieczyszczających, należy ocenić próbki zużytej wody technologicznej stosowanej do wyładunku ryb z kutrów, wyposażonych w system RSW lub CSW.

Przeprowadzone oceny i badania wykazały, że ze względu na duży stopień zanieczyszczeń w postaci BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesiny ogólnej i innych substancji rozpuszczalnych, zużyte wody technologiczne po wyładunku hydraulicznym ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów zaopatrzonych w system RSW lub CSW, powinny być wstępnie oczyszczone w portach rybackich.

Po wstępnym oczyszczeniu zużyte wody technologiczne powinny być kierowane do instalacji kanalizacyjnej, a następnie do oczyszczalni ścieków. O ewentualnym wprowadzeniu wstępnie oczyszczonych, zużytych wód technologicznych do środowiska naturalnego (basenu portowego) decyduje terenowo właściwy starosta, na podstawie udokumentowanych pozytywnych

wyników badań, potwierdzających, że poziomy zanieczyszczeń w tych wodach nie przekraczają dopuszczalnych limitów.

## **5. Technologiczne i techniczne sposoby oraz warunki utylizacji wód po wyładunkach pompowych**

Pod terminem woda po wyładunkach pompowych (zużyta wody technologiczna) należy rozumieć zanieczyszczoną wodę morską, w której przechowywane i transportowane były ryby w zamkniętych zbiornikach na kutrach posiadających systemy RSW lub CSW oraz wodę z basenu portowego wykorzystaną do pompowego wyładunku ryb z kutrów lub łodzi rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW. Pod względem prawnym zużyta woda po pompowym wyładunku ryb stanowi więc rodzaj ścieku powstałego w wyniku działalności gospodarczej.

Zgodnie z definicją zawartą w ustawach: Prawo wodne (Dz. U. z 2012 r., poz. 145 z późn. zm.) oraz Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2013 r., poz. 1232 z późn. zm.) za ścieki uważa się między innymi wprowadzane do wód lub do ziemi:

- wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze,
- ciepłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy przeznaczonych do rolniczego wykorzystania w sposób i na zasadach określonych w przepisach o nawozach i nawożeniu,
- wody opadowe lub roztopowe, ujęte w systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych, w tym z centrów miast, terenów przemysłowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów o trwałej nawierzchni,
- wody odciekowe ze składowisk odpadów, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne,
- wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów gospodarki rybackiej, jeżeli występują w nich nowe substancje lub zwiększone zostaną ilości substancji w stosunku do zawartych w pobranej wodzie.

W zależności od pochodzenia ścieki dzieli się na: ścieki bytowe, komunalne i przemysłowe. Zanieczyszczenia niesione w ściekach obejmują substancje nieorganiczne (mineralne) i organiczne rozpuszczone oraz w formie koloidów, zawiesin i emulsji.

Biorąc pod uwagę przytoczone określenia, zużyte wody technologiczne po rozładunku hydraulicznym ryb stanowią rodzaj ścieki powstałe w wyniku prowadzonej działalności gospodarczej (rybołówstwa morskiego). Zgodnie z załącznikiem nr 4 w ustawie Prawo wodne (Dz. U. z 2012 r., poz. 145 z późn.

zm.) przetwórstwo rybne, w tym rybołówstwo, należy do sektorów, z których odprowadzane są ścieki przemysłowe biologicznie rozkładalne. Z tego względu zużyte wody technologiczne po rozładunku ryb podlegają obowiązującym przepisom prawnym zawartym w Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. z 2014 r. poz. 1800).

W związku z wątpliwościami i zastrzeżeniami dotyczącymi problemu utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb, zgłaszanymi m.in. przez Kapitanaty Portu we Władysławowie i Helu, Urząd Morski w Gdyni wydał opinię, znak IOŚ-BGK-780-51/14 z dnia 04.03.2014 r., dotyczącą odprowadzania wód, powstających w związku z wyładunkiem ryb pelagicznych przewożonych luzem w ładowniach kutrów i łodzi rybackich z wykorzystaniem hydraulicznego transportu ryb. W powyższej opinii Urząd Morski w Gdyni zaznaczył, że zgodnie z § 91.1 Zarządzeniem Nr 5 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 20 lutego 2013 r. Przepisy portowe (Dz. Urz. Woj. Pomorskiego z 2013 r., poz. 1314) zabrania się zanieczyszczania wód, terenów, obiektów i innych urządzeń portowych. W myśl § 90.1 w przypadku odprowadzania jakichkolwiek ścieków do urządzeń kanalizacyjnych, wód portowych i do ziemi zastosowanie mają odrębne przepisy, (Dz. U. z 2012 r., poz. 145 ze zm.). Zgodnie z art. 9 ust. 1 pkt 14 a tej ustawy wody wykorzystywane do przewozu i rozładunku ryb należy zakwalifikować, jako wody zużyte. Natomiast sposób korzystania z wód to jest pobór wód, ich wykorzystanie oraz wprowadzanie ścieków do wód portowych wykracza poza korzystanie powszechne lub zwykłe i zgodnie z art. 37 należy traktować je jako szczególne korzystanie z wód, na które wymagane jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego (art. 122 ust. 1 pkt. 1), które wydawane jest przez właściwego starostę. Ponadto zgodnie z art. 41 ust. 1. ustawy Prawo wodne, ścieki wprowadzane do wód lub ziemi w ramach zwykłego lub szczególnego korzystania z wód powinny być oczyszczone w stopniu wymaganym przepisami ustawy i nie mogą:

1) zawierać:

- a) odpadów oraz zanieczyszczeń pływających,
- b) dwuchloro-dwufenylo-trójkloroetanu (DDT), polichlorowanych bifenyli (PCB), polichlorowanych trifenyli (PCT), aldryny, dieldryny, endryny, izodryny, heksachlorocykloheksanu (HCH),
- c) chorobotwórczych drobnoustrojów pochodzących z obiektów, w których leczeni są choroby na choroby zakaźne,

2) powodować w tych wodach:

- a) zmian w naturalnej, charakterystycznej dla nich biocenozie,
- b) zmian naturalnej mętności, barwy, zapachu,
- c) formowania się osadów lub piany.

Jednocześnie Urząd Morski w Gdyni zwraca uwagę, że podobne sytuacje mają miejsce w innych portach na terenie właściwości Urzędu Morskiego w Słupsku.

Tymczasowo ustalono, jako zasadę postępowania, zgodę na usuwanie wód zużywanych do transportu ryb do morza w odległości 12 Mm od brzegu. Jednocześnie określono zakaz wprowadzania ścieków lub odprowadzania ścieków do kanalizacji portowej. Rozwiązanie to może stanowić alternatywę w stosunku do konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie oczyszczonych ścieków do wód portowych lub odprowadzania ścieków do kanalizacji portowej.

#### **5.1. Wywóz i zrzut wód po wyładunkach pompowych do otwartych wód morskich**

Problem utylizacji wód po pompowym wyładunku ryb w portach jest wspólny, zarówno dla kutrów dysponujących systemami RSW lub CSW jak i większych jednostek rybackich, o długości całkowitej powyżej 18,5 m, które tych systemów nie posiadają a stosują pompowy wyładunek ryb.

Jednym z wariantów utylizacji tych wód jest ich gromadzenie w porcie, a następnie wywóz i zrzut do otwartych wód morskich.

Podstawę prawną tego wariantu utylizacji regulują ratyfikowane i implementowane przez Polskę przepisy prawa międzynarodowego w wyżej wymienionym zakresie, to jest:

- załącznik IV do Międzynarodowej Konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (MARPOL 73/78),
  - dyrektywa 2000/59/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 listopada 2000 r. w sprawie portowych urządzeń do odbioru odpadów wytwarzanych przez statki i pozostałości ładunku (Dz. U. z 2013 r., poz. 21 ze zm.),
- Natomiast główne przepisy prawa polskiego regulujące zagadnienie gospodarowania ściekami ze statków to:
- art. 10 ustawy z dnia 16 marca 1995 r. o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (Dz. U. z 2012 r., poz. 1244),
  - art. 8 ustawy z dnia 20 grudnia 1996 r. o portach i przystaniach morskich (Dz. U. z 1997 r. Nr 9, poz. 44),

- ustawa z dnia 12 września 2002 r. o portowych urządzeniach do odbioru odpadów oraz pozostałości ładunkowych ze statków wraz z aktami wykonawczymi (Dz. U. z 2002 r. Nr 166, poz. 1361 ze zm.).

Zgodnie z art. 10 ustawy o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki podczas postoju w porcie, przystani morskiej lub stoczni na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej statek jest obowiązany zdać do portowych urządzeń odbiorczych wszystkie odpady i pozostałości ładunkowe, w tym ścieki, których zrzut do morza nie jest dozwolony na Morzu Bałtyckim. Przepis ten dotyczy wszystkich statków z wyjątkiem statków rybackich oraz sportowych uprawnionych do przewozu mniej niż 12 osób.

W załączniku IV do Międzynarodowej Konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (MARPOL 73/78) przedstawione zostały warunki, jakie muszą być spełnione w wypadku zrzutu ścieków do morza przez statki.

W ustępie Prawidło 11 niniejszego załącznika pt.: „Zrzut ścieków” podane są następujące sytuacje, w których możliwy jest zrzut ścieków do morza przez statki:

- statek dokonuje zrzutu ścieków rozdrobnionych i odkażonych, stosując system zatwierdzony przez administrację i w odległości większej niż cztery mile morskie od najbliższego lądu, lub też ścieków, które nie są rozdrobnione i odkażone, w odległości większej niż 12 mil morskich od najbliższego lądu, pod warunkiem, że w żadnym przypadku ścieki, które były przetrzymywane w zbiorniku zatrzymującym, nie będą usunięte jednorazowo w całości, lecz stopniowo, gdy statek jest w drodze i płynie z prędkością nie mniejszą niż cztery węzły
- lub
- statek posiada czynną oczyszczalnię ścieków zatwierdzoną przez administrację,
  - wyniki testowe pracy tej oczyszczalni są podane w dokumencie znajdującym się na statku;
  - ponadto odpływ z oczyszczalni nie wprowadza do otaczającej wody widocznych pływających ciał stałych ani też nie powoduje zmiany jej barwy,
  - statek znajduje się na wodach będących pod zwierzchnictwem państwa i zrzuca ścieki zgodnie z łagodniejszymi wymaganiami, jakie mogą być ustanowione przez to państwo,
  - gdy ścieki zmieszane są z odpadami lub wodami odpadowymi, których zrzut podlega odmiennym wymaganiom, będą stosowane te wymagania, które są ostrzejsze.

Na podstawie przeprowadzonej w pracy analizy warunków i parametrów technologiczno-technicznych związanych z eksploatacją jednostek rybackich, ustalono, że okresowe gromadzenie w porcie zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb, a następnie jej wywóz i zrzut do otwartych wód morskich, może się odnosić jedynie do jednostek rybackich, dysponujących zamkniętymi zbiornikami. Takie warunki spełniają kutry wyposażone w systemy RSW lub CSW, a także duże jednostki rybackie dokonujące połowów ryb na cele konsumpcyjne lub paszowe, posiadające więcej niż jedną ładownię.

Natomiast pozostałe jednostki rybackie, w których stosuje się hydrauliczny wyładunek ryb, ze względu na brak zamkniętych zbiorników, nie są przystosowane do wywozu i zrzutu zużytych wód technologicznych do otwartych wód morskich.

Z szacunkowych danych dotyczących ilości zużytych wód technologicznych w czterech wybranych portach, pochodzących z hydraulicznego wyładunku szprotów i śledzi z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW wynika, że w 2012 roku:

- w porcie we Władysławowie udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW stanowił około 21%, to jest około 450 m<sup>3</sup>, w odniesieniu do całkowitej ilości zużytej wody technologicznej, a w przypadku śledzi, udział tej wody stanowił około 17%, to jest około 274 m<sup>3</sup>, w stosunku ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku tych ryb,
- w porcie w Helu udział zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów z kutrów z systemami RSW lub CSW wynosił około 78%, to jest około 9470 m<sup>3</sup>, ogólnej ilości zużytej wody technologicznej, a w odniesieniu do śledzi udział tej wody stanowił około 55%, to jest około 613 m<sup>3</sup>, w stosunku do ogólnej ilości ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku tych ryb,
- w porcie w Kołobrzegu udział zużytej wody technologicznej z hydraulicznego wyładunku szprotów z kutrów z systemami RSW lub CSW stanowił około 70%, to jest około 739 m<sup>3</sup>, w stosunku do ogólnej ilości zużytej wody technologicznej oraz 86%, to jest 3910 m<sup>3</sup> w odniesieniu do ogólnej ilości ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku tych ryb,
- w porcie w Ustce udział zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW stanowił około 96%, (około 1420 m<sup>3</sup>) w stosunku do ogólnej ilości zużytej wody technologicznej, a w przypadku śledzi udział tej wody stanowił około 53%

(około 645 m<sup>3</sup>) w stosunku do ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku śledzi.

Przytoczone dane świadczą o tym, że w poszczególnych portach występują zróżnicowane wielkości zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym śledzi i szprotów z jednostek rybackich, które można magazynować i wywozić za strefę 12 Mm od lądu.

W odniesieniu do jednostek rybackich nie dysponujących systemami RSW lub CSW ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb, w badanych portach są różne. Na przykład w porcie we Władysławowie, w 2012 r. udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów z jednostek rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW wynosił 79% oraz 83% po wyładunku śledzi. Natomiast w porcie we Kołobrzegu, w 2011 r. udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów z jednostek rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW wynosił tylko 30% oraz 14% po wyładunku śledzi.

Badania terenowe wykazały, że w obecnych warunkach techniczno-organizacyjnych w portach rybackich, znaczna ilość kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, w celu utylizacji zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb dokonuje ich zrzutu do morza w odległości większej niż 12 Mm od lądu.

Zużyta woda technologiczna po hydraulicznym wyładunku szprotów lub śledzi z kutrów rybackich wyposażonych w systemy RSW lub CSW stanowi około 30 - 40% całkowitej pojemności zbiorników kutra. W przypadku jednostek rybackich o całkowitej pojemności zbiorników 100 - 120 m<sup>3</sup>, ilość zużytej wody technologicznej wynosi około 30 - 48 m<sup>3</sup>.

Ilość zamkniętych zbiorników na kutrach wyposażonych w systemy RSW lub CSW jest zróżnicowana i wynosi od 3 do 7 zbiorników. W starszych typach kutrów znajdują się zazwyczaj trzy zbiorniki, z których jeden jest wykorzystywany do gromadzenia i wywozu zużytej wody technologicznej.

W przypadku kutrów z czterema zbiornikami, trzy z nich są przeznaczone do transportu ryb, a jeden do gromadzenia zużytej wody technologicznej. W nowych kutrach posiadających pięć zbiorników, trzy zbiorniki wykorzystywane są do przewozu ryb, a dwa zbiorniki do transportu czystej wody morskiej i zużytej wody technologicznej. Z kolei w kutrach posiadających siedem zbiorników, cztery zbiorniki wykorzystywane są zazwyczaj do przewozu ryb, a trzy zbiorniki do transportu czystej wody morskiej oraz zużytej wody technologicznej.

W omawianym przypadku utylizacja zużytych wód technologicznych przebiega następująco:

- a) dobicie do nabrzeża portowego kutra, wyposażonego w system RSW lub CSW, celem wyładunku złowionych ryb,
- b) wypompowanie metodą hydrauliczną (pompową) mieszaniny ryb i wody morskiej ze zbiorników kutra,
- c) oddzielenie w separatorze masy ryb od zużytej wody technologicznej,
- d) transport pompowy zużytej wody technologicznej z separatora do otwartego zbiornika uśredniającego,
- e) transport zużytej wody technologicznej ze zbiornika uśredniającego do zbiornika na kutrze,
- f) przewóz zużytej wody technologicznej w zamkniętym zbiorniku kutra na odległość co najmniej 12 Mm od lądu,
- g) kontrolowany zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza,
- h) umycie i dezynfekcja zbiornika, w którym była transportowana zużyta woda technologiczna.

W uchylonym już rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 maja 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji i dla produktów rybołówstwa (Dz. U. z 2004 r. Nr 132, poz. 1418 ze zm. - uchylony 20.08.2009 r.) znajdują się wymagania szczegółowe dla statków, na których produkty rybołówstwa są schładzane, a następnie magazynowane dłużej niż 24 godziny:

- 1. ładownie powinny być oddzielone w sposób trwały od maszynowni i pomieszczeń mieszkalnych dla załogi, w celu uniemożliwienia zanieczyszczania magazynowanych w nich produktów rybołówstwa,
- 2. statki rybackie wyposaża się w zbiorniki, kontenery lub komory chłodnicze do magazynowania schłodzonych produktów rybołówstwa,
- 3. na statkach rybackich, na których produkty rybołówstwa są schładzane w zimnej wodzie morskiej ochładzanej lodem (CSW) albo schładzane mechanicznie (RSW), zbiorniki lub kontenery, tworzące system, wyposaża się w urządzenia:
  - doprowadzające i odprowadzające czystą wodę morską,
  - zapewniające osiągnięcie jednakowej temperatury w całych zbiornikach,
  - umożliwiające rejestrowanie temperatury, z czujnikami temperatury umieszczonymi w części zbiornika o najwyższej temperaturze,
- 4. system zbiorników lub kontenerów, o którym mowa w ust. 3, powinien zapewniać osiągnięcie przez magazynowane produkty rybołówstwa temperatury:
  - nie wyższej niż 3°C - przy magazynowaniu do 6 godzin,
  - nie wyższej niż 0°C - przy magazynowaniu do 16 godzin,

5. datę dokonania pomiaru temperatury, wynik tego pomiaru oraz numer zbiornika, w którym pomiar był dokonany, zapisuje się w dokumentacji,
6. po rozładowaniu produktów rybołówstwa zbiorniki, systemy obiegu wody oraz kontenery całkowicie opróżnia się i dokładnie myje przy użyciu wody pitnej lub czystej wody morskiej, a następnie, przed załadunkiem, ponownie napełnia czystą wodą morską.

W okresie jesienno-zimowym, ze względu na niskie temperatury otoczenia, nawet dłuższe magazynowanie zużytej wody technologicznej w zamkniętych zbiornikach kutra nie stanowi zagrożenia sanitarnego. Odmienna sytuacja ma miejsce w okresie wiosenno-letnim, w którym, ze względu na wyższe temperatury otoczenia zużyta woda technologiczna w zamkniętych zbiornikach kutra szybko ulega procesom mikrobiologicznego psucia się i wymaga utylizacji w krótkim czasie.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że problem utylizacji zużytej wody technologicznej w portach dotyczy wszystkich jednostek rybackich stosujących wyładunek ryb metodą hydrauliczną, w tym kutrów posiadających system RSW lub CSW.

## **5.2. Możliwości i warunki wstępnego oczyszczania wód po wyładunkach pompowych w portach rybackich**

Z przeprowadzonej analizy wynika, że znaczne ilości wód po pompowym wyładunku ryb z jednostek rybackich, które nie zostały wywiezione i odprowadzone do morza, powinny być zutylizowane na terenie portu rybackiego. Utylizacja w porcie polegać powinna na poddaniu tych wód procesowi wstępnego oczyszczania, a następnie odprowadzeniu ich do instalacji komunalnej lub, w ściśle określonych warunkach, bezpośrednio do basenu portowego.

Utylizacja zużytych wód to jeden z ważniejszych problemów, jaki powinien znaleźć odpowiednie rozwiązanie w poszczególnych portach rybackich. Powstające podczas pompowego wyładunku ryb wody są w różnym stopniu obciążone zanieczyszczeniami pochodzenia organicznego i nieorganicznego. Są to głównie substancje białkowe, tłuszcz, różnego rodzaju zawiesiny, a także azot i fosfor. Bardzo poważny problem stwarzają także obecne w nich jony chlorkowe.

Miejsce odprowadzania wód po wyładunkach pompowych po oczyszczeniu - do kanalizacji komunalnych lub bezpośrednio do środowiska naturalnego - ma decydujący wpływ na wybór technologii ich oczyszczania oraz poniesione koszty inwestycji. Związane jest to z warunkami, jakim muszą

odpowiadać ścieki odprowadzane. Dotyczy to między innymi stopnia redukcji zanieczyszczeń w nich zawartych przez instalację oczyszczającą.

Warunki wprowadzania ścieków do systemów kanalizacyjnych reguluje rozporządzenie Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 r. w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (Dz. U. z 2006 r. Nr 136, poz. 964) oraz ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków (Dz. U. z 2006 r. Nr 123, poz. 858 ze zm.) oraz umowa zawarta z eksploatatorem sieci kanalizacyjnej lub lokalnej oczyszczalni. W umowie tej szczegółowo określa się jakość i ilość ścieków, które będą wprowadzane do systemu kanalizacyjnego lub oczyszczalni.

Natomiast warunki wprowadzania ścieków przemysłowych do środowiska naturalnego, na przykład do basenu portowego, określa ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2012 r. poz. 145 ze zm.) oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. z 2014 r. poz. 1800), a także pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków wydane przez właściwe dla lokalizacji zakładu starostwo powiatowe.

W procesie wstępnego oczyszczania ścieków przed ich zrzutem do kanalizacji stosuje się głównie metody mechaniczno-chemiczne, natomiast ścieki odprowadzane do środowiska naturalnego (np. morza lub basenu portowego) po oczyszczeniu mechaniczno-chemicznym powinny być oczyszczone metodami biologicznymi.

#### ***Odprowadzanie ścieków do kanalizacji komunalnej***

W tabeli 12 zamieszczono dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych wprowadzanych do urządzeń kanalizacyjnych. Wartości te są określone w rozporządzeniu Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 r. w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (Dz. U. z 2006 r. Nr 136, poz. 964).

Tab. 12. Dopuszczalne wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych wprowadzanych do kanalizacji komunalnej

| Parametr                                                            | Jednostka                          | Limit   |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Temperatura                                                         | °C                                 | ≥35     |
| pH                                                                  | -                                  | 6,5÷9,0 |
| Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT <sub>5</sub> ) | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | *       |
| Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)                              | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | *       |
| Zawiesiny ogólne                                                    | mg/dm <sup>3</sup>                 | *       |
| Zawiesiny łatwo opadające                                           | mg/dm <sup>3</sup>                 | 10      |
| Azot amonowy                                                        | mg/dm <sup>3</sup>                 | 100     |
| Fosfor ogólny                                                       | mg/dm <sup>3</sup>                 | *       |
| Substancje ekstrahujące się eterem naftowym                         | mg/dm <sup>3</sup>                 | 100     |
| Suma jonów chlorkowych                                              | mg/dm <sup>3</sup>                 | 1000    |

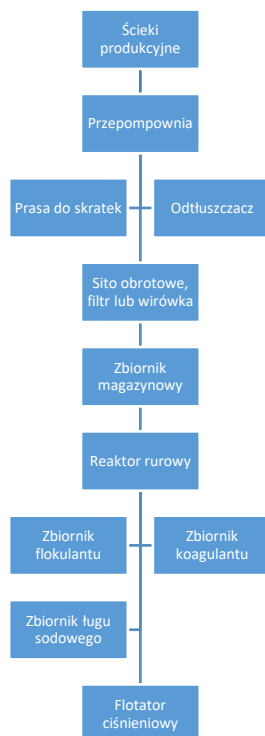
<sup>\*)</sup> Wartości wskaźników należy ustalać na podstawie dopuszczalnego obciążenia oczyszczalni ładunkiem tych zanieczyszczeń.

Podmioty gospodarcze, w tym porty rybackie, odprowadzające ścieki do kanalizacji komunalnej powinny wstępnie podczyścić odprowadzane ścieki do wartości określonej w umowie z eksploatorem komunalnej kanalizacji ściekowej.

Ze wstępnych analiz wynika, że do oczyszczania zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb, odprowadzanych do oczyszczalni można stosować metodę mechaniczno-flotacyjną (Gudelis-Matys 2002). Proces oczyszczania ma wówczas następujący przebieg:

- oddzielenie na sicie, w wirówce lub filtrze zanieczyszczeń stałych (kawałki ryb, wydzielone cząstki białkowo-tłuszczowe, łuski, itp.),
- uśrednienie w zbiorniku magazynowo-uśredniającym składu i natężenia dopływu zużytej wody technologicznej,
- koagulacja zanieczyszczeń za pomocą soli metali glinu lub żelaza,
- flokulacja zanieczyszczeń za pomocą polielektrolitów organicznych,
- korekta odczynu pH,
- oddzielanie wytrąconych osadów od oczyszczonej wody,
- odprowadzenie oczyszczonej wstępnie wody do instalacji kanalizacyjnej.

Przebieg typowego procesu wstępnego oczyszczania ścieków produkcyjnych z zakładów przetwórstwa rybnego przedstawia rys. 9.



Rys. 9. Schemat technologiczny procesu wstępnego oczyszczania ścieków produkcyjnych

Ścieki produkcyjne transportowane są z przepompowni na prasę do skratek, a następnie do odtłuszczacza. Odtłuszczone ścieki w celu oddzielenia stałych zanieczyszczeń kierowane są na sito, do filtra lub wirówki. Zatrzymane stałe zanieczyszczenia gromadzone są w odpowiednim pojemniku, skąd usuwane są okresowo poza teren portu celem utylizacji. Sito lub filtr powinny być okresowo myte gorącą wodą w celu usunięcia zalegających w szczelinach zanieczyszczeń. Wstępnie oczyszczone ścieki kierowane są do zbiornika magazynowo-uśredniającego. W zbiorniku tym ścieki są mieszane w celu uśrednienia ich składu i magazynowane do czasu wypełnienia zbiornika. Po napełnieniu zbiornika ścieki dostarczane są do instalacji chemicznego podczyszczania. Chemiczne oczyszczanie ścieków zazwyczaj prowadzone jest w reaktorze rurowym, do którego w ściśle określonej sekwencji i ilości dozowane są substancje chemiczne oraz ścieki ze zbiornika magazynowo-uśredniającego. Następnie ścieki przepływają do flotatora ciśnieniowego, gdzie wytrącone osady, w postaci pływającego po powierzchni szlamu poflotacyjnego, są oddzielane od

oczyszczanych ścieków. Szlam poflotacyjny jest automatycznie zgarniany do rynny, a następnie do zbiornika szlamów. W zależności od rodzaju szlam poflotacyjny może być podawany na prasę filtracyjną lub usuwany wozem asenizacyjnym na specjalistyczne wysypisko. Oczyszczone ścieki spływają do sieci kanalizacyjnej, odprowadzającej ścieki z zakładu.

Według Gudelis-Matys (2003a, 2003b) stopień redukcji zanieczyszczeń ze ścieków w poszczególnych elementach instalacji do oczyszczania jest zróżnicowany i wynosi dla sita obrotowego 10%, układu chemicznego 25 - 30% oraz flotatora 40 - 50%.

Opisana instalacja do oczyszczania ścieków zazwyczaj jest zlokalizowana w budynku z wydzielonym pomieszczeniem na sterownię i zapleczem socjalnym dla obsługi. Budynek musi być ogrzewany i mieć skuteczną wentylację. Oczyszczalnię powinny obsługiwać osoby z wykształceniem o kierunku mechanicznym lub chemicznym, przeszkolone w zakresie eksploatacji oczyszczalni ścieków. Stopień oczyszczania ścieków odprowadzanych z zakładu po procesie wstępnego oczyszczania zależy od ich stanu wyjściowego.

W tabeli 13 zamieszczono przykładowe stopnie redukcji zanieczyszczeń po zastosowaniu metody wstępnego oczyszczania.

Tab. 13. Stopnie redukcji wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach wstępnie oczyszczanych metodą mechaniczno-chemiczną (Gudelis-Matys 2002)

| <b>Parametr</b>                                                     | <b>Jednostka</b>                   | <b>Stopień redukcji (%)</b> |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT <sub>5</sub> ) | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 60 - 90                     |
| Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)                              | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 60 - 90                     |
| Zawiesiny ogólne                                                    | mg/dm <sup>3</sup>                 | 80 - 90                     |
| Azot ogólny                                                         | mg/dm <sup>3</sup>                 | 20 - 40                     |
| Fosfor ogólny                                                       | mg/dm <sup>3</sup>                 | 60 - 90                     |
| Substancje ekstrahujące się eterem naftowym                         | mg/dm <sup>3</sup>                 | 90 - 98                     |
| pH                                                                  | -                                  | 6,5 - 9,0                   |

Przedstawione zasady i warunki podczyszczania ścieków mogą być stosowane do częściowego oczyszczania zużytych wód technologicznych po pompowym wyładunku ryb z jednostek rybackich w portach. Stopień redukcji zanieczyszczeń w zużytej wodzie technologicznej po procesie wstępnego oczyszczania będzie od zawartości tych zanieczyszczeń przed procesem

oczyszczania oraz efektywności zastosowanej metody.

Podczyszczone przedstawionym sposobem wody po pompowym wyładunku ryb spełniają warunki wymienione w Dzienniku Ustaw z 2006 r. nr 136, poz. 964 dla ścieków wprowadzanych do urządzeń kanalizacyjnych, a mianowicie:

- nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia osób obsługujących urządzenia kanalizacyjne, stanu konstrukcji budowlanych i prawidłowego działania tych urządzeń oraz oczyszczalni ścieków, a także dla spełnienia przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne warunków pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi i stosowania osadów ściekowych,
- spełnione są przez dostawcę ścieków przemysłowych warunki posiadanego pozwolenia wodnoprawnego, gdy takie pozwolenie jest wymagane na podstawie przepisów Prawa wodnego,
- temperatura tych ścieków nie przekracza 35°C, a odczyn pH mieści się w przedziale od 6,5 do 9,5, z wyłączeniem ścieków zawierających cyjanki i siarczki, dla których pH mieści się w przedziale od 8 do 10,
- są podatne na mechaniczno-biologiczne procesy oczyszczania.

Na podstawie przedstawionych powyżej warunków, można stwierdzić, że zużyta woda technologiczna po rozładunku ryb, ze względu na rodzaj zanieczyszczeń i parametry fizykochemiczne, spełnia wymagania umożliwiające wprowadzanie jej do instalacji kanalizacyjnych.

### ***Odprowadzanie ścieków do środowiska naturalnego***

Ścieki odprowadzone do środowiska naturalnego (wody lub gleby) muszą spełniać określone warunki w zakresie zawartości zanieczyszczeń. Dopuszczalne stopnie zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do środowiska naturalnego są znacznie niż w porównaniu ze ściekami odprowadzanymi do kanalizacji komunalnej.

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. z 2014 r. poz. 1800) zamieszczone zostały najwyższe dopuszczalne wartości dla wskaźników zanieczyszczeń dla ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi (tab. 14).

Tab. 14. Najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do środowiska naturalnego

| Parametr                                                            | Jednostka                          | Limit     |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Temperatura                                                         | °C                                 | ≥35       |
| pH                                                                  | -                                  | 6,5 - 9,0 |
| Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT <sub>5</sub> ) | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 30        |
| Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)                              | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 250       |
| Zawiesiny ogólne                                                    | mg/dm <sup>3</sup>                 | 35        |
| Zawiesiny łatwo opadające                                           | mg/dm <sup>3</sup>                 | 0,5       |
| Azot ogólny                                                         | mg/dm <sup>3</sup>                 | 30        |
| Fosfor ogólny                                                       | mg/dm <sup>3</sup>                 | 2         |
| Substancje ekstrahowane eterem naftowym                             | mg/dm <sup>3</sup>                 | 20        |
| Suma jonów chlorkowych i siarczanowych                              | mg/dm <sup>3</sup>                 | 1500      |

W odniesieniu wód po pompowym rozładunku ryb o bardzo niskim lub niskim stopniu zanieczyszczeń zastosowanie efektywnej i skutecznej metody mechaniczno-chemicznej może okazać się wystarczające do uzyskania zezwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie tych wód do basenu portowego. Należy zaznaczyć, że basen portowy jest urządzeniem wodnym, bowiem spełnia podstawowe kryterium, o którym mowa w art. 9 ust. 1 pkt 19 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2012 r. poz. 145 ze zm.) czyli kształtuje zasoby wodne (oddziałuje na tereny przyległe) i służy do korzystania z wód (do żeglugi).

Przy wprowadzania ścieków do wód basenu portowego wypada rozróżnić dwa podstawowe przypadki:

- portu (kanału portowego), przez który woda przepływa i który może być wówczas traktowany jako kanał, do którego odprowadzanie ścieków będzie traktowane jak do wód otwartych,
- portu mającego wprawdzie połączenie z wodą płynącą, ale w którym woda nie przepływa, zatem nie może być traktowany, jako kanał. W tym przypadku odprowadzanie ścieków będzie traktowane według kryterium ostrzejszych - jak do ziemi.

O uzyskaniu zgody na wprowadzanie podczyszczonych wód po pompowym rozładunku ryb decydować będzie poziom zanieczyszczeń w nich zawartych, co związane jest z efektywnością zastosowanej metody podczyszczania.

W przypadkach, gdy efektywność metody mechaniczno-chemicznej do wstępnego oczyszczania ścieków nie daje zadowalających efektów, można dodatkowo stosować metodę biologiczną. Instalacja do biologicznego oczyszczania ścieków składa się kilku zbiorników o pojemnościach zależących od ładunku zanieczyszczeń zawartych w ściekach, głównie zanieczyszczeń wyrażonych we wskaźniku BZT<sub>5</sub> i azocie ogólnym. Zasadniczy proces oczyszczania prowadzony jest w reaktorze biologicznym wyposażonym w system napowietrzania i mieszania ścieków oraz urządzenia do pomiaru zawartości tlenu. Oczyszczone ścieki są klarowane w osadniku wtórnym. Następnie ścieki doprowadzane są do środowiska, a osad magazynowany jest na poletkach osadowych lub odwadniany na prasie czy wirówce. Po odwodnieniu osad jest utylizowany poprzez spalanie.

Z analizy warunków techniczno-organizacyjnych w poszczególnych portach wynika, że budowa w nich oczyszczalni biologicznej jest nieuzasadniona. Głównymi powodami są jej wysokie koszty budowy i eksploatacji, konieczność wydzielenia znacznego arealu na terenie portu niezbędnego do montażu instalacji oczyszczalni biologicznej, a także bardzo zróżnicowane ilości ścieków po rozładunku ryb, zależne od pory roku i sezonu połowowego i sytuacji meteorologicznej.

### **5.3. Laboratoryjne próby wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb**

Wyniki przedstawionych w rozdziale 4.2. badań wskazują na to, że wody technologiczne z kutrów rybackich po hydraulicznym wyładunku ryb, ze względu na poziom zawartości zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, nie powinny być odprowadzane do wód portowych, bez ich wstępnego oczyszczenia w porcie.

W tabeli 15 przedstawiono ustawowo określone maksymalne wartości dopuszczalnych zanieczyszczeń ścieków odprowadzanych do utylizacji oraz wartości zanieczyszczeń w przykładowej próbce „14” (pobranej w porcie w Kołobrzegu) zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb.

Tab. 15. Graniczne wartości parametrów fizykochemicznych i zanieczyszczeń ścieków odprowadzanych do kanalizacji lub środowiska oraz średnie wartości zanieczyszczeń w przykładowej próbce zużytej wody technologicznej\*

| Parametr         | Jednostka                          | Ścieki technologiczne |            |             |
|------------------|------------------------------------|-----------------------|------------|-------------|
|                  |                                    | Kanalizacja           | Środowisko | Próbka „14” |
| pH               | -                                  | 6÷9,5                 | 6,5÷9      | 6,54 ± 0,01 |
| BZT <sub>5</sub> | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 700                   | 30         | 1396        |
| ChZT             | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> | 1 000                 | 150        | 2140 ± 30   |
| Zawiesina ogólna | mg/dm <sup>3</sup>                 | 500                   | 50         | 219,1 ± 0,6 |
| Azot ogólny      | mg/dm <sup>3</sup>                 | 50                    | 3          | 235 ± 25    |
| Fosfor           | mg/dm <sup>3</sup>                 | 15                    | 5          | 73,5 ± 4,4  |
| Ekstrakt eterowy | mg/dm <sup>3</sup>                 | 100                   | 500        | 96,6 ± 0,7  |
| Jony chlorkowe   | mg/dm <sup>3</sup>                 | 400                   | 1 000      | 3 352 ± 32  |

\*) Gudelis-Matys 2002, wyniki badań MIR-PIB

Jak wynika z danych w tabeli 15, zawartość zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych znacznie przekracza dopuszczalny poziom uznany za bezpieczny dla środowiska naturalnego po ich wprowadzaniu do kanalizacji lub wód morskich. Z tego względu wody o tak wysokim ładunku zanieczyszczeń przed odprowadzaniem do zbiorników wód powierzchniowych lub kanalizacji powinny być poddane częściowemu oczyszczaniu.

W zależności od poziomu zanieczyszczeń oraz jakości ścieków proces oczyszczania powinien być tak zaprojektowany, aby przy minimalnym nakładzie kosztów uzyskiwać wysoki stopień oczyszczenia. W zależności od rodzaju zanieczyszczeń i ich zawartości ścieki mogą być oczyszczane mechanicznie, chemicznie lub biologicznie.

W celu zdobycia niezbędnych danych dla zaprojektowania takiego procesu przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych badania metod i warunków częściowego oczyszczania zużytych wód po wyładunku hydraulicznym ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów zaopatrzonych w system chłodzenia RSW lub CSW.

Materiałem do badań były zużyte wody technologiczne po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w system RSW lub CSW. Przeprowadzone analizy fizykochemiczne, w tym: BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesiny ogólna, ekstrakt eterowy, azot ogólny, chlorki, fosfor i wartość pH, badanych próbek zużytych wód technologicznych wykazały znaczne zróżnicowanie obecnych w nich zanieczyszczeń (tab. 16).

Tab. 16. Średnie zawartości zanieczyszczeń w badanych próbkach zużytych wód technologicznych

| Wskaźnik                                    | Jednostka miary                     | Ilość próbek | Zużyta woda technologiczna |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------|
| Odczyn pH                                   | -                                   | 21           | 6,9 ± 0,2                  |
| BZT <sub>5</sub>                            | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>  | 12           | 3184 ± 5917,4              |
| ChZT                                        | mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>  | 21           | 7692 ± 12162,7             |
| Zawiesina ogólna                            | mg/dm <sup>3</sup>                  | 15           | 383,9 ± 476,6              |
| Azot ogólny                                 | mg N/dm <sup>3</sup>                | 21           | 779,5 ± 1255,6             |
| Substancje ekstrahujące się eterem naftowym | mg/dm <sup>3</sup>                  | 19           | 539,9 ± 1646,7             |
| Jony chlorkowe                              | mg Cl <sup>-</sup> /dm <sup>3</sup> | 19           | 3365,9 ± 1051,9            |
| Fosfor                                      | mg/dm <sup>3</sup>                  | 2            | 23,4 ± 8,8                 |

W badaniach laboratoryjnych próbach wykonano pięć wariantów prób wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych:

- wariant I - metodą koagulacji cieplnej,
- wariant II - metodą koagulacji chemicznej,
- wariant III - metodą koagulacji chemicznej, flokulacji chemicznej i neutralizacji,
- wariant IV - metodą koagulacji chemicznej, flokulacji chemicznej, neutralizacji i saturacji,
- wariant V - wariant IV z dodatkowym oczyszczaniem zużytej wody technologicznej poprzez zastosowanie metody tak zwanego pogłębionego utleniania AOPs.

Istotną zaletą zastosowania do utleniania związków organicznych metod AOPs jest to, że przy odpowiednim doborze warunków procesu dochodzi do

pełnej mineralizacji zanieczyszczeń lub przy niepełnym utlenieniu - do powstawania prostszych cząsteczek, podatnych na biodegradację (Świdarska 2005).

Efektem zastosowania procesu pogłębionego utleniania jest eliminacja zawiesin, koloidów oraz substancji rozpuszczonych, a także dalsza redukcja podstawowych wskaźników zanieczyszczeń, w tym ChZT i BZT<sub>5</sub> (tab. 17).

Tab. 17. Redukcja wybranych wskaźników zanieczyszczeń w próbkach zużytej wody technologicznej po procesie pogłębionego utleniania AOPs

| Próbka | Oznaczenie                                             | Zawartość wskaźników zanieczyszczeń |             | Stopień redukcji (%) |
|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------------|
|        |                                                        | Wstępne oczyszczanie                | Proces AOPs |                      |
| „16”   | ChZT (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )             | 940                                 | 142 - 161*  | 82 - 85              |
|        | BZT <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 506                                 | 97 - 126    | 75 - 80              |
|        | Zawiesina ogólna (mg/dm <sup>3</sup> )                 | 289                                 | 34 - 47     | 83 - 88              |
|        | Ekstrakt eterowy (mg/dm <sup>3</sup> )                 | 71                                  | 11 - 17     | 76 - 84              |
|        | pH (-)                                                 | 7,0                                 | 7,8         | -                    |
| „17”   | ChZT (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )             | 921                                 | 140 - 154** | 83 - 85              |
|        | BZT <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 518                                 | 98 - 120    | 76 - 81              |
|        | Zawiesina ogólna (mg/dm <sup>3</sup> )                 | 274                                 | 35 - 42     | 84 - 87              |
|        | Ekstrakt eterowy (mg/dm <sup>3</sup> )                 | 72                                  | 12 - 15     | 79 - 83              |
|        | pH (-)                                                 | 7,2                                 | 7,8         | -                    |

\*) ilość próbek n=4

\*\*) ilość próbek n=3

Z danych w tabeli 17 wynika, że zastosowanie procesu pogłębionego utleniania AOPs wstępnie oczyszczonej zużytej wody technologicznej metodą mechaniczno-chemiczną istotnie wpłynęło na dalszą redukcję zawartości substancji zanieczyszczających. Wyniki te potwierdzają wysoką efektywność zastosowanego procesu pogłębionego utleniania zużytej wody technologicznej w zakresie redukcji wskaźników zanieczyszczeń, umożliwiającą wprowadzanie jej, po spełnieniu określonych warunków do środowiska naturalnego, na przykład basenu portowego.

Na podstawie wyników przeprowadzonych prób laboratoryjnych opracowana została metoda wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Zgodnie

z zaprojektowaną metodą fizykochemiczny proces wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych składa się z następujących etapów:

- koagulacja chemiczna,
- neutralizacja,
- flotacja chemiczna,
- saturacja
- oddzielenie osadu poflotacyjnego od fazy wodnej.

Dodatkowym, uzupełniającym procesem oczyszczania jest poddanie wstępnie oczyszczonej wody pogłębionemu utlenianiu AOPs.

Opracowane na podstawie laboratoryjnych prób metody wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb, zostały następnie sprawdzone i zweryfikowane w próbie pilotażowej, warunkach portowych.

#### **5.4. Pilotażowa próba wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych**

Do wstępnego oczyszczania użyto zużytą wodę technologiczną po hydraulicznym wyładunku śledzi z kutra wyposażonego w system RSW. W trakcie wyładunku, po oddzieleniu ryb na separatorze, zużyta woda technologiczna w ilości około 25 m<sup>3</sup> została przepompowana do zamkniętego zbiornika kutra, a następnie do instalacji oczyszczającej zainstalowanej na nabrzeżu portowym.

Proces wstępnego oczyszczania składał się z następujących etapów:

- przepompowanie około 0,1 m<sup>3</sup> wody celem uruchomienia instalacji oczyszczającej,
- uruchomienie ciągłego przetłaczania zużytej wody ze zbiornika kutra do instalacji,
- dozowanie koagulantu,
- dozowanie 30% wodorotlenku NaOH,
- dozowanie flokulantu,
- napowietrzanie roztworu,
- mechaniczne zbieranie szlamu poflotacyjnego i odprowadzenie go do specjalnego zasobnika,
- odprowadzanie oczyszczonej wody do zbiornika kutra.

Do koagulacji chemicznej zastosowano:

- koagulant: PIX-113 (siarczan żelaza III) w ilości 0,7 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,
- wodorotlenek sodu 30% w ilości 0,5 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,
- flokulant: FLOPAM<sup>TM</sup> w ilości 5 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

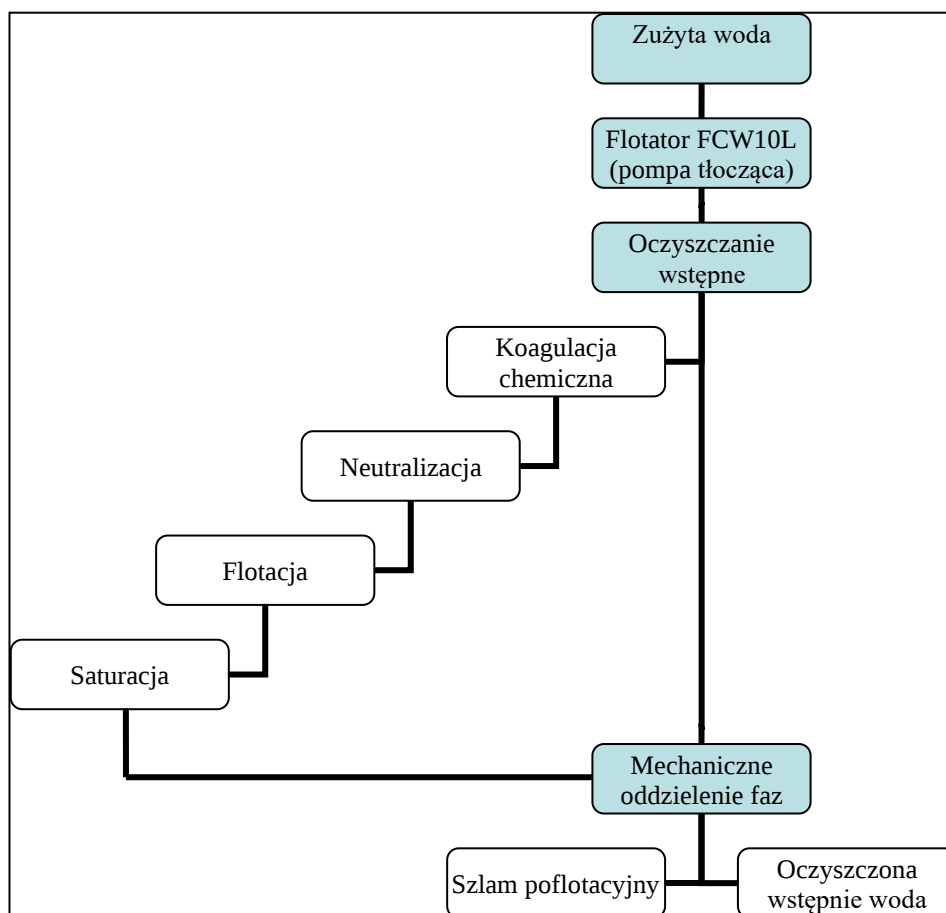
Saturację (napowietrzanie) ścieków prowadzono metodą mechaniczną doprowadzając do roztworu wodnego sprężone powietrze.

Schemat procesu wstępnego oczyszczania zużytej wody przedstawiono na rysunku 10.

Do wstępnego oczyszczania zużytej wody technologicznej zastosowano instalację o działaniu ciągłym, z flotatorem typu FCW10L. Przebieg próby wstępnego oczyszczania zużytej wody technologicznej był następujący:

- przetłoczenie zużytej wody technologicznej (około 25 m<sup>3</sup>) przewodem rurowym o  $\phi$  63 mm do zbiornika kutra;
- przepompowywanie zużytej wody technologicznej przewodem rurowym o  $\phi$  90 mm do instalacji pilotażowej,
- ciągły proces wstępnego oczyszczania zużytej wody technologicznej w instalacji lądowej,
- odprowadzanie oczyszczonej wody technologicznej do zbiornika,
- usuwanie szlamu poflotacyjnego był do oddzielnego zbiornika.

Przepustowość pilotażowej instalacji określonej na podstawie natężenia dopływu zużytej wody początkowo wynosiła 5 m<sup>3</sup>/godz., a następnie została zredukowana do 3,7 m<sup>3</sup>/godz. Łączny czas trwania próby wstępnego oczyszczania, wraz testami sprawdzającymi efektywność jej działania, wynosił około 4 godzin.



Rys. 10. Schemat technologiczny procesu wstępnego oczyszczania użytej wody technologicznej

Fotografia 29 przedstawia pilotażową instalację wykorzystaną do wstępnego oczyszczania zużytej wody technologicznej w porcie, a fotografia 30 próbki wody z rozładunku pompowego przed i po oczyszczeniu.



Fot. 29. Pilotażowa instalacja do oczyszczania zużytej wody technologicznej w porcie  
(fot. MIR-PIB)



Fot. 30. Próbkę wody z rozładunku pompowego przed (z lewej) i po wstępnym oczyszczeniu (z prawej)

W tabeli 18 zamieszczono wyniki oznaczeń wskaźników zanieczyszczeń w zużytej wodzie technologicznej przed i po wstępnym oczyszczaniu za pomocą pilotażowej instalacji w porcie.

Tab. 18. Wyniki badań fizykochemicznych zużytej wody technologicznej

| Oznaczany parametr                                     | Metoda                                                                               | Próbka          |                 |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                        |                                                                                      | nieoczyszczona  | oczyszczona     |
| Odczyn pH (-)                                          | Potencjometrycznie (PB-14)                                                           | $6,54 \pm 0,01$ | $6,68 \pm 0,01$ |
| ChZT (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )             | Metoda HACH 8000 spektrofotometryczna                                                | $2140 \pm 30$   | $776 \pm 20$    |
| BZT <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ) | Metoda rozcieńczeń                                                                   | 1396            | 477             |
| Azot Kjedała (mg N/dm <sup>3</sup> )                   | Metoda miareczkowa po mineralizacji                                                  | $219,1 \pm 0,6$ | $104,1 \pm 3,6$ |
| Zawiesina ogólna (mg/dm <sup>3</sup> )                 | PN-EN 872<br>Metoda wagowa (sączki Munktell 389)                                     | $235 \pm 25$    | $288 \pm 7$     |
| Ekstrakt eterowy (mg/dm <sup>3</sup> )                 | Oznaczanie zawartości substancji ekstrahujących się eterem (PB-7)                    | $96,6 \pm 0,7$  | $54,2 \pm 3,9$  |
| Jony chlorkowe (mg Cl/dm <sup>3</sup> )                | Metoda miareczkowa PN-ISO 9297                                                       | $3352,6 \pm 32$ | $3342 \pm 16$   |
| Fosfor ogólny (mg P/dm <sup>3</sup> )                  | Metoda HACH 8190 z min. kwasem nadsiarkowym zakres 0,00-1,10 (mg P/dm <sup>3</sup> ) | $73,5 \pm 4,4$  | $3,0 \pm 0,2$   |

W wyniku zastosowania opracowanej metody wstępnego oczyszczania zużytej wody technologicznej, z wykorzystaniem pilotażowej instalacji w warunkach portowych, uzyskano następujące stopnie redukcji poszczególnych wskaźników:

- ChZT: z 2140 do 776 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, redukcja o 64%,
- BZT<sub>5</sub>: z 1396 do 477 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, redukcja o 66%,
- azot Kjedała: z 219,1 do 104,1 mg N/dm<sup>3</sup>, redukcja o 53%,
- zawiesina ogólna: z 235 do 288 mg/dm<sup>3</sup>, wzrost o 22%,

- ekstrakt eterowy: z 96,6 do 54,2 mg/dm<sup>3</sup>, redukcja o 44%,
- jony chlorkowe: z 3352,6 do 3342 mg Cl/dm<sup>3</sup>, redukcja o 1%,
- fosfor ogólny: z 73,5 do 3,0 mg P/dm<sup>3</sup>, redukcja o 96%,
- pH, wartość utrzymywała się w zakresie od 6,5 do 6,7.

Fotografia 31 pokazuje wprowadzanie oczyszczonej wstępnie wody technologicznej do zbiornika kutra.



Fot. 31. Wprowadzanie oczyszczonej wstępnie wody technologicznej do zbiornika kutra (fot. MIR-PIB)

W tabeli 19 zamieszczono oceny podstawowych wskaźników sensorycznych zużytej wody technologicznej przed i po wstępnym oczyszczeniu.

Tab. 19. Podstawowe wskaźniki sensoryczne zużytej wody technologicznej przed i po wstępnym oczyszczeniu

| Cechy                  | Zużyta woda technologiczna             |                               |
|------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
|                        | przed oczyszczeniem                    | po oczyszczeniu               |
| Wygląd ogólny          | Mętna, nieprzeźroczysta, z zawiesinami | Klarowna, bez zawiesin        |
| Zapach                 | Rybny, intensywny                      | Obojętny, neutralny           |
| Barwa                  | Nieprzeźroczysta, mleczno-żółta        | Lekko mętna                   |
| Zanieczyszczenia stałe | Duża ilość cząstek osadu               | Niewielka ilość cząstek osadu |

Z tabeli wynika, że proces wstępnego oczyszczenia korzystnie wpłynął na poprawę wskaźników sensorycznych zużytej wody technologicznej, w tym jej wyglądu ogólnego, zapachu i barwy.

#### ***Bilans masowy pilotażowej próby wstępnego oczyszczenia***

Na podstawie uzyskanych wyników pilotażowej próby oczyszczania, szacunkowy bilans masowy procesu był następujący:

- ilość wody oczyszczonej - 5 m<sup>3</sup>,
- ilość zużytego koagulantu - 3,5 dm<sup>3</sup>,
- ilość zużytego flokulantu - 25 dm<sup>3</sup>,
- ilość oddzielnego szlamu poflotacyjnego - około 0,6 m<sup>3</sup>.

Zużycie substancji chemicznych w procesie wstępnego oczyszczenia zużytej wody technologicznej, w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup>, przedstawiono w tabeli 20.

Tab. 20. Zużycie substancji chemicznych w procesie wstępnego oczyszczania w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> zużytej wody technologicznej

| Substancja                     | Ilość substancji<br>(dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Koagulant PIX-113              | 0,7                                                    |
| 30% wodorotlenek sodu NaOH     | 0,5                                                    |
| Flokulant FLOPAM <sup>TM</sup> | 5,0                                                    |

#### **5.5. Podsumowanie**

Próby laboratoryjne wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów wyposażonych w system RSW lub CSW, przeprowadzono w pięciu wariantach, w których zastosowano różne metody, w tym koagulację cieplną, koagulację chemiczną, flokulację, neutralizację, sedymentację, saturację, a także dodatkowo głębokie utlenianie AOPs.

Oczyszczanie metodą koagulacji cieplnej charakteryzowało się dużą skutecznością w obniżaniu zawartości substancji zanieczyszczających w próbach. Stosowanie tej metody warunkach przemysłowych może okazać się jednak zbyt kosztowne ze względu na duże zużycie energii cieplnej i trudne do realizacji w warunkach portowych. Z tego względu metodę tę można wykorzystać jedynie do utylizacji niewielkich ilości zużytych wód

technologicznych w portach dysponujących odpowiednią instalacją cieplną (np. para grzejna).

Oczyszczanie wstępne metodą koagulacji chemicznej z zastosowaniem wyłącznie koagulantu powoduje redukcję substancji zanieczyszczających w zużytych wodach technologicznych, na poziomie zbliżonym do koagulacji cieplnej.

Badania wykazały, że korzystniejszym rozwiązaniem jest wstępne oczyszczanie zużytych wód technologicznych przy zastosowaniu zarówno koagulacji, jak i flokulacji chemicznej, połączonych z neutralizacją odczynu pH. Zastosowanie tej metody oczyszczania spowodowało największy stopień redukcji substancji zanieczyszczających w zużytych wodach technologicznych. Dodatkowo, prowadzenie saturacji oczyszczanych wód technologicznych wpływa korzystnie na formowanie się osadu poflotacyjnego na powierzchni roztworu, co znacznie ułatwia mechaniczny jego usuwanie.

Dalszy istotny stopień redukcji zanieczyszczeń można uzyskać stosując tzw. głębokie utlenianie (AOPs) substancji rozpuszczonych w oczyszczonej wstępnie zużytej wodzie technologicznej.

Na podstawie uzyskanych wyników prób technologicznych zostały opracowane dwie metody (jednostopniowa i dwustopniowa) wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po wyładunku hydraulicznym ryb.

Przeprowadzona pilotażowa próba w warunkach portowych wykazała, że opracowana metoda fizykochemiczna skutecznie redukuje zawartości podstawowych wskaźników zanieczyszczeń, w tym ChZT, BZT<sub>5</sub>, związków azotowych, ekstraktu eterowego i fosforu ogólnego, w zużytej wodzie technologicznej. Widocznej poprawie uległy także wskaźniki sensoryczne zużytej wody technologicznej. Oczyszczona wstępnie zużyta woda technologiczna pozbawiona była widocznych osadów stałych oraz zanieczyszczeń pływających, posiadała naturalną przejrzystość, barwę, i zapach wody morskiej, a także nie tworzyła piany na powierzchni.

Należy zauważyć, że w warunkach portowych, efektywność opracowanej metody mechaniczno-chemicznej oraz stopień redukcji wskaźników zanieczyszczeń będą zależały od wielu czynników, w tym od stanu wyjściowego (jakości) zużytych wód technologicznych, wydajności stosowanych instalacji oraz rodzaju i stężenia użytych substancji chemicznych (koagulanty, flokulanty, utleniacze).

## **6. Wymagania i warunki technologiczno-techniczne umożliwiające odprowadzanie wód z systemów RSW i CSW oraz wyładunków pompowych do otwartego morza, do wód portowych albo do komunalnych oczyszczalni ścieków**

Na podstawie przeprowadzanych analiz i badań dotyczących możliwości utylizacji zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb w portach, można określić minimalne wymagania i warunki techniczno-technologiczne i organizacyjne dotyczące omawianych metod utylizacji.

### ***Odprowadzenie zużytych wód technologicznych do otwartego morza***

Ta metoda utylizacji dotyczy wszystkich jednostek rybackich dysponujących zamkniętymi zbiornikami do przewozu ryb i wody morskiej. Tego typu zbiorniki posiadają kutry rybackie wyposażone w systemy RSW lub CSW, do pompowego załadunku i wyładunku złowionych ryb.

Po wyładunku ryb ze zbiorników metodą hydrauliczną, zużyta woda technologiczna, po oddzieleniu od ryb, jest wpompowana do jednego lub dwóch specjalnie przeznaczonych do tego zbiorników.

Wywóz zużytej wody technologicznej do otwartych wód morza dokonywany jest najczęściej w drodze kutra rybackiego na łowisko i z tego względu nie wiąże się on z dodatkowymi poniesionymi kosztami, np. zużycie paliwa.

Warunki, jakie muszą być spełnione przy utylizacji zużytych wód technologicznych poprzez ich zrzut do otwartego morza określone zostały w załączniku IV do Międzynarodowej Konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (MARPOL 73/78).

Jednostka rybacka (kuter) dokonać może zrzutu ścieków (zużytej wody technologicznej po rozładunku ryb) w odległości większej niż 12 mil morskich od najbliższego lądu, pod warunkiem, że w żadnym przypadku ścieki, które były przetrzymywane w zbiorniku zamkniętym, nie będą usunięte jednorazowo w całości, lecz stopniowo, gdy statek jest w drodze i płynie z prędkością nie mniejszą niż 4 węzły.

Ta metoda utylizacji zużytych wód technologicznych stosowana jest przez większość kutrów rybackich posiadających zamknięte zbiorniki do przewozu wody morskiej, w ciągu całego sezonu połowowego.

W niektórych przypadkach losowych, związanych np. z awarią jednostki rybackiej, niekorzystną sytuacją meteorologiczną lub zbyt długim postojem w porcie, wywóz i zrzut do morza zużytych wód technologicznych po rozładunku ryb jest niemożliwy do wykonania. Wówczas mogą być stosowane inne

rozwiązania, w tym odprowadzanie surowych zużytych wód do urządzeń kanalizacyjnych, podczyszczania wód w porcie a następnie odprowadzenie ich do sieci kanalizacyjnej lub w przypadku uzyskaniu wymaganego pozwolenia wodnoprawnego, bezpośrednio do basenu portowego.

#### ***Wprowadzanie zużytych wód technologicznych do basenu portowego***

Ze względu na zajmowany akwen, omawiane w projekcie porty rybackie można podzielić na dwa typy: porty morskie (Hel, Władysławowo) oraz porty morsko-rzeczne (Kołobrzeg, Ustka).

Z tego względu, wody w basenach w tych portów mogą być zaliczone do wód przejściowych, jak port w Helu i Władysławowie) i wód zmodyfikowanych, stanowiących głównie wody w ujściowym odcinku rzek, odpowiadające morskim wodom wewnętrznym (port w Ustce i Kołobrzegu).

Baseny portowe należą do akwenów, których wody są szczególnie narażone na zanieczyszczenia w związku z przeładunkami, jakie mają miejsce na ich terenie. Korzystanie z wód w basenach portowych, tj. pobór wód, ich wykorzystanie oraz wprowadzanie ścieków do wód portowych wykracza poza korzystanie powszechne lub zwykłe, i zgodnie z artykułem 37 Prawa wodnego (2001) należy traktować je, jako szczególne korzystanie z wód, na które wymagane jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego, które wydawane jest przez właściwego starostę. Z tego względu woda po hydraulicznym wyładunku ryb, w stanie nieoczyszczonym lub po wstępnym oczyszczeniu, może być wprowadzana do basenu portowego na podstawie odpowiedniego pozwolenia wodnoprawnego. W celu uzyskania pozwolenia niezbędne jest porównanie stężenia zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych z wartościami granicznymi wskaźników jakości wód odnoszących się do jednolitych części wód powierzchniowych, takich jak wody przejściowe, określonymi w załączniku 3 i 6 do rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U.2019.2149 z dnia 2019.11.07).

W przypadku, gdy wskaźniki zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych po wyładunku hydraulicznym w określonym porcie rybackim są niższe od granicznych wskaźników jakości wód w basenie portowym, właściwy starosta może wydać pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie tych wód bezpośrednio do basenu portowego. Wprowadzane do wód portowych zużyte wody technologiczne nie mogą zawierać odpadów oraz zanieczyszczeń

pływających, powodować w tych wodach zmiany naturalnej, charakterystycznej dla nich biocenozy, a także zmian naturalnej mętności, barwy, zapachu oraz formowania się osadów lub piany.

W innych przypadkach, gdy wskaźniki zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych po wyładunku hydraulicznym w określonym porcie rybackim są wyższe od granicznych wskaźników jakości wód w basenie portowym, niezbędne jest odprowadzanie surowych lub wstępnie oczyszczonych zużytych wód technologicznych do instalacji kanalizacyjnych.

### ***Wprowadzanie zużytych wód technologicznych do instalacji kanalizacyjnych***

Zużyte wody technologiczne po wyładunku ryb mogą być, w stanie nieoczyszczonym lub po ich wstępnym oczyszczeniu na terenie portu, wprowadzane do instalacji kanalizacyjnej. O sposobie utylizacji tych wód decydować będą takie czynniki, jak ilość i natężenie przepływu ścieków w określonych jednostkach czasu (doba, miesiąc, rok) oraz zawartość w nich zanieczyszczeń. W tym przypadku brana pod uwagę powinna być także opłacalność budowy podczyszczalni ścieków.

Porty rybackie mogą odprowadzać zużyte wody technologiczne do komunalnych instalacji kanalizacyjnych, na podstawie umowy zawartej z eksponentem tej instalacji.

W uzasadnionych przypadkach właściciel kanalizacji komunalnej może wymagać, aby odprowadzane ścieki, np. zużyte wody technologiczne, zostały wstępnie oczyszczone na terenie portu, do poziomu zanieczyszczeń określonego w zawartej umowie. W tym celu uzgadnia on z dostawcą zużytej wody technologicznej możliwości zastosowania w porcie najlepszej dostępnej techniki oczyszczania wstępnego tych ścieków, w celu zmniejszenia ładunków zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do kanalizacji.

Zgodnie z obowiązującym prawem ścieki przemysłowe mogą być wprowadzane do urządzeń kanalizacyjnych, jeżeli nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia osób obsługujących urządzenia kanalizacyjne, stanu konstrukcji budowlanych i prawidłowego działania tych urządzeń oraz oczyszczalni ścieków, a także dla spełnienia przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne warunków pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi.

Ścieki przemysłowe wprowadzane do urządzeń kanalizacyjnych, zawierające substancje zanieczyszczające, nie powinny zawierać tych substancji w ilościach przekraczających dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń.

Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w zużytej wodzie technologicznej powinny być spełnione w próbce średniej dobowej, proporcjonalnej do przepływu, zmieszanej z próbek pobranych przez dostawcę ścieków.

Zakres wskaźników zanieczyszczeń i ich dopuszczalne wartości oraz maksymalną wartość strumienia objętości ścieków przemysłowych, w zależności od specyfiki tych ścieków, ustala przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne, uwzględniając warunki pozwoleń wodnoprawnych.

Podsumowując, można stwierdzić, że budowa oczyszczalni zużytej wody technologicznej na terenie portu rybackiego staje się uzasadniona w perspektywie stale rosnących cen dowozu i oczyszczania ścieków w oczyszczalniach komunalnych.

Inwestycja ta wiąże się z poniesieniem określonych nakładów finansowych, ale w dłuższej perspektywie czasu staje się ona opłacalna, ponieważ obniża i stabilizuje koszty związane z utylizacją ścieków, a także powoduje, że port rybacki spełnia wymagania stawiane przez obowiązujące prawo w zakresie ochrony środowiska.

## **7. Koncepcja rozwiązania utylizacji w portach zanieczyszczonych wód z rozładunków pompowych i systemów CSW i RSW na przykładzie portów we Władysławowie i Helu**

### **7.1. Wstęp**

W ramach prac badawczo-rozwojowych wykonanych w ramach projektu, dotyczącego utylizacji w porcie zanieczyszczonych wód technologicznych z rozładunku statków rybackich, w tym stosujących systemy przechowywania i transportu ryb w oziębionej wodzie morskiej (RSW lub CSW), scharakteryzowane zostały warunki techniczne, technologiczne i organizacyjne związane z hydraulicznym wyładunkiem ryb pelagicznych w wybranych portach rybackich, w tym we Władysławowie i Helu. Analiza wykazała, że poszczególne porty rybackie posiadają specyficzne usytuowanie terenowo-logistyczne oraz uwarunkowania technologiczno-techniczne, dotyczące między innymi hydraulicznego wyładunku ryb z jednostek rybackich, w tym kutrów z systemami RSW lub CSW (Pieńkowska i in. 2012).

Do największych portów rybackich pod względem wielkości wyładunków szprotów i śledzi należy port w Helu i w Kołobrzegu. Porty te różnią się pod względem uwarunkowań terenowych i położenia; port rybacki w Helu usytuowany jest u nasady półwyspu Helskiego, natomiast port rybacki w Kołobrzegu znajduje się w ujściu rzeki Parsęty.

Podobna sytuacja ma miejsce w odniesieniu do dwóch mniejszych portów rybackich, we Władysławowie i w Ustce. Port we Władysławowie usytuowany jest bezpośrednio na wybrzeżu Zatoki Gdańskiej, u nasady półwyspu Helskiego, a port w Ustce położony jest w ujściu rzeki Słupi. Różnice w usytuowaniu terenowym i odległości od otwartych wód morskich poszczególnych portów mają duży wpływ na możliwości i uwarunkowania utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb.

Ponadto, poszczególne porty rybackie posiadają odmienne warunki techniczne niezbędne do hydraulicznego wyładunku ryb. Największa liczba lądowych instalacji pompowych do wyładunku ryb znajduje się w porcie w Helu (cztery instalacje), podczas gdy pozostałe porty mają tych instalacji mniej (jedna lub dwie instalacje). Z kolei w porcie w Kołobrzegu obsługiwana jest największa ilość kutrów rybackich wyposażonych w systemy RSW lub CSW, posiadających własne instalacje do hydraulicznego wyładunku ryb. Wspólnym mankamentem większych portów rybackich jest brak na ich terenie sprawnych i wydajnych oczyszczalni ścieków, które umożliwiłyby utylizację zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb.

Jak wykazały przeprowadzone analizy i obserwacje, w ostatnich latach wyładunek hydrauliczny ryb z udziałem wody morskiej stosują nie tylko kutry wyposażone w systemy RSW lub CSW, ale także większe jednostki rybackie o długości całkowitej powyżej 18,5 m.

Wielkości wyładunków szprotów i śledzi metodą hydrauliczną w portach rybackich mają decydujący wpływ na ilości powstającej zużytej wody technologicznej, zarówno w skali roku, miesięcy, a także poszczególnych dni.

Przedstawiona w rozdziałach 1.2 - 1.3 analiza wielkości wyładunków szprotów i śledzi bałtyckich w wybranych portach rybackich w latach 2011 - 2014 (I połowa 2014 r.) i 2020 - 2022 wykazała, że są one bardzo zróżnicowane.

Badania wykazały, że największe roczne wyładunki szprotów i śledzi metodą hydrauliczną z jednostek rybackich, wliczając w to kutry rybackie z systemami RSW lub CSW, mają miejsce w portach rybackich w Helu i w Kołobrzegu. Mniejsze ilości tych ryb wyładowywane są w porcie we Władysławowie oraz w porcie w Ustce. Miesięczne wielkości wyładunków szprotów i śledzi w poszczególnych portach były zróżnicowane w zależności od sezonu (pory roku) oraz limitów połowowych dla poszczególnych gatunków ryb. Ogólnie można stwierdzić, że największe wyładunki szprotów miały miejsce w I i II kwartale oraz w dwóch ostatnich miesiącach roku kalendarzowego,

natomiast największe wyładunki śledzi - w I i III kwartale roku kalendarzowego (Pawlikowski i in. 2015).

Ponieważ szacunkowe obliczenia wykazały, że wielkości zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w poszczególnych portach rybackich zależały bezpośrednio od masy wyładowywanych w nich ryb, więc największe roczne ilości zużytej wody technologicznej stwierdzono w porcie rybackim w Helu, a następnie w porcie w Kołobrzegu we Władysławowie i w porcie w Ustce (rozdziały 1.2 - 1.3).

Zróżnicowanie wielkości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów i śledzi w analizowanych portach jest pochodną zróżnicowania wielkości wyładunków tych ryb metodą hydrauliczną.

Jak wykazały badania i obserwacje terenowe, w poszczególnych portach udziały zużytych wód technologicznych pochodzących wyłącznie z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, w stosunku do całkowitej ilości tych wód po rozładunku ryb metodą hydrauliczną, były zróżnicowane. Największe udziały zużytych wód technologicznych (ponad 70%), pochodzących z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, w stosunku do całkowitych ilości tych wód po hydraulicznym wyładunku ryb, stwierdzono w portach w Helu i w Kołobrzegu. Z kolei najmniejszy udział zużytych wód technologicznych (około 19%) z jednostek rybackich wyposażonych w systemy RSW lub CSW w stosunku do całkowitej ilości tych wód po wyładunku hydraulicznym ryb, odnotowano w porcie we Władysławowie.

Średnie, dobowe ilości zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w poszczególnych portach były zróżnicowane i mieściły się w przedziale od 20 m<sup>3</sup> do 60 m<sup>3</sup>.

Dane dotyczące wielkości wyładunków metodą hydrauliczną ryb oraz związane z tym ilości zużytej wody technologicznej umożliwiły ocenę skali zaistniałego problemu w poszczególnych portach rybackich.

Na efektywność określonych metod utylizacji istotny wpływ mają właściwości fizykochemiczne i zawartość substancji zanieczyszczających w zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb z jednostek rybackich. Przeprowadzone oceny i oznaczenia analityczne w próbkach zużytych wód technologicznych wykazały, że ich wyróżniki sensoryczne oraz zawartości wskaźników zanieczyszczeń (BZT<sub>5</sub>, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny, substancje ekstrahujące się eterem naftowym oraz jony chlorkowe) były zróżnicowane w zależności od przeznaczenia złowionych ryb (konsumpcyjne, paszowe), czasu kontaktu złowionych ryb z wodą morską oraz temperatury wody (sezon zimowy, letni).

Największe zanieczyszczenia stwierdzono w zużytej wodzie technologicznej po wyładunku hydraulicznym ryb przeznaczonych na cele paszowe. Na średnim poziomie w odniesieniu do zawartości zanieczyszczeń, ocenione zostały zużyte wody technologiczne stosowane do wyładunku ryb z kutrów, wyposażonych w system RSW lub CSW.

Przeprowadzone badania wykazały, że w przypadku zużytych wód technologicznych po wyładunku hydraulicznym ryb z jednostek rybackich, o wysokim stopniu zanieczyszczenia niezbędne jest ich wstępne oczyszczanie na terenie portów rybackich. Oczyszczone, zużyte wody technologiczne, w zależności od ich parametrów fizykochemicznych i zawartości wskaźników zanieczyszczeń, powinny być kierowane do komunalnej instalacji kanalizacyjnej lub do basenu portowego.

O ewentualnym wprowadzeniu oczyszczonych wód technologicznych do środowiska naturalnego (basenu portowego) decyduje terenowo właściwy starosta, wydając odpowiednie pozwolenie wodnoprawne. Pozwolenie to wydane jest na podstawie poziomu zawartości wskaźników zanieczyszczeń w oczyszczonych, zużytych wodach technologicznych, które nie mogą przekraczać dopuszczalnych limitów dla tych wskaźników w wodach wprowadzanych do środowiska naturalnego, zgodnie z ustawą z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków ( Dz. U. z 2006 r. Nr 123, poz. 858 ze zm.).

## **7.2. Opracowanie możliwych do zastosowania metod utylizacji zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w portach rybackich**

Na bazie doświadczeń zdobytych podczas przeprowadzonych prób laboratoryjnych i badań pilotażowych opracowano dwie możliwe do zastosowania w wybranych portach rybackich metody wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb i systemach RSW i CSW.

Pierwsza z nich, jednostopniowa metoda mechaniczno-chemiczna, zastosowana będzie głównie do redukcji zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych wprowadzanych do instalacji kanalizacyjnych.

Druga, metoda dwustopniowa, będzie wykorzystana do redukcji zanieczyszczeń do poziomu, umożliwiającego wprowadzanie zużytej wody technologicznej do środowiska naturalnego (basenu portowego).

### **7.2.1. Mechaniczno-chemiczna instalacja do wstępnego oczyszczania metodą jednostopniową**

Opracowana metoda jednostopniowego wstępnego oczyszczania wód po wyładunkach pompowych oraz z systemów RSW i CSW składa się z następujących etapów:

- mechaniczne usunięcie stałych zanieczyszczeń,
- koagulacja chemiczna,
- neutralizacja,
- flokulacja chemiczna połączona z saturacją, czyli nasyceniem powietrzem fazy ciekłej,
- oddzielenie osadu poflotacyjnego od oczyszczonej wody,
- odprowadzenie wstępnie oczyszczonej wody do instalacji portowej instalacji kanalizacyjnej,
- odbiór i utylizacja osadu poflotacyjnego.

Schemat technologiczny zaprojektowanej oczyszczalni mechaniczno-chemicznej przedstawiony został na rysunku 11.

Zgodnie ze schematem zużyta woda po oddzieleniu od ryb na separatorze kierowana jest do przepompowni (studzienki zbiorczej). Drobne zanieczyszczenia stałe, (fragmenty ryb, cząstki tkanki, tłuszczu, łuski) oddzielane są na gęstej kracie koszowej, z której są okresowo usuwane. Zanieczyszczenia stałe, tak zwane skratki, rynną kierowane są do specjalnego pojemnika i okresowo wywożone poza teren oczyszczalni celem utylizacji.

Oczyszczona mechanicznie woda technologiczna jest przetłaczana ze studzienki zbiorczej do zbiornika magazynowego. Po napełnieniu zbiornika uruchomiona zostaje instalacja chemicznego oczyszczania.

Proces chemicznego oczyszczania prowadzony jest w reaktorze rurowym, do którego w ściśle określonej kolejności i ilościach dozowane są substancje chemiczne (koagulant, flokulant, substancja neutralizująca) oraz oczyszczana woda ze zbiornika magazynowego. Następnie wpływa ona do flotatora ciśnieniowego, gdzie wytracone osady poflotacyjne są oddzielane od fazy ciekłej ścieków tworząc pływający kożuch zanieczyszczeń.



Zanieczyszczenia są automatycznie zgarniane do zbiornika szlamów i podawane do odwadniającej je wirówki dekantacyjnej, a następnie odtransportowane wozem asenizacyjnym na specjalistyczne wysypisko.

Wstępnie oczyszczone zużyte wody technologiczne, w zależności od uzyskanego stopnia redukcji zawartości substancji zanieczyszczających, mogą być kierowane głównie do kanalizacji odprowadzającej ścieki z portu do oczyszczalni komunalnej.

Z przeprowadzonych szacunkowych obliczeń wynika, że zastosowanie dwóch zbiorników retencyjnych o objętości 50 m<sup>3</sup> każdy, umożliwi ciągłe wstępne oczyszczanie ścieków z wydajnością do 10 m<sup>3</sup>/godz.

Zaprojektowana instalacja przeznaczona jest do wstępnego oczyszczania wód po hydraulicznym wyładunku ryb przeznaczonych na cele konsumpcyjne lub paszowe, z jednostek rybackich nie wyposażonych w systemy RSW lub CSW (o średniej lub o wysokiej zawartości substancji zanieczyszczających). Ponieważ jednostki te nie posiadają zamkniętych zbiorników, magazynowanie w nich zużytych wód technologicznych oraz ich zrzut do otwartego morza nie są możliwe do realizacji.

Instalacja ta może służyć także do wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych z jednostek rybackich wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Dotyczy to sytuacji, gdy utylizacja zużytych wód poprzez wywóz i zrzut do otwartego morza, z różnych przyczyn nie może być zrealizowana w krótkim okresie czasu. Spowodowane to może np. awarią jednostki rybackiej uniemożliwiającej jej wypłynięcie z portu, zbyt długim postojem w porcie, a także koniecznością niezwłocznej utylizacji zużytych wód technologicznej ze względu na wysoką temperaturę otoczenia, np. w okresie wiosenno-letnim.

#### **7.2.2. Mechaniczno-chemiczna instalacja do wstępnego oczyszczania metodą dwustopniową**

Opracowana metoda dwustopniowego wstępnego oczyszczania wód po wyładunkach pompowych oraz z systemów RSW i CSW składa się z następujących etapów:

- mechaniczne usunięcie stałych zanieczyszczeń,
- koagulacja chemiczna,
- neutralizacja,
- flokulacja chemiczna połączona z saturacją, czyli nasyceniem powietrzem fazy ciekłej,
- oddzielenie osadu poflotacyjnego od wstępnie oczyszczonej wody,
- pogłębione utlenianie (AOPs) wstępnie oczyszczonej wody technologicznej,

- odprowadzenie oczyszczonej wody do basenu portowego,
- odbiór i utylizacja osadu poflotacyjnego.

Schemat technologiczny zaprojektowanej dwustopniowej oczyszczalni mechaniczno-chemicznej przedstawiony został na rysunku 12.

Zgodnie ze schematem, zaprojektowana instalacja składa się z dwustopniowego układu zbiorników retencyjnych oraz zbiorników procesowych, w których prowadzone są procesy koagulacji, flokulacji, flotacji oraz pogłębionego utleniania związków rozpuszczonych (AOPs).

Zużyte wody po mechanicznym oczyszczeniu z części stałych trafiają do zbiornika retencyjno-uśredniającego pierwszego stopnia, w którym zachodzi niwelowanie zmienności napływów godzinowych oraz uśrednienie składu ścieków poprzez ich mieszanie.

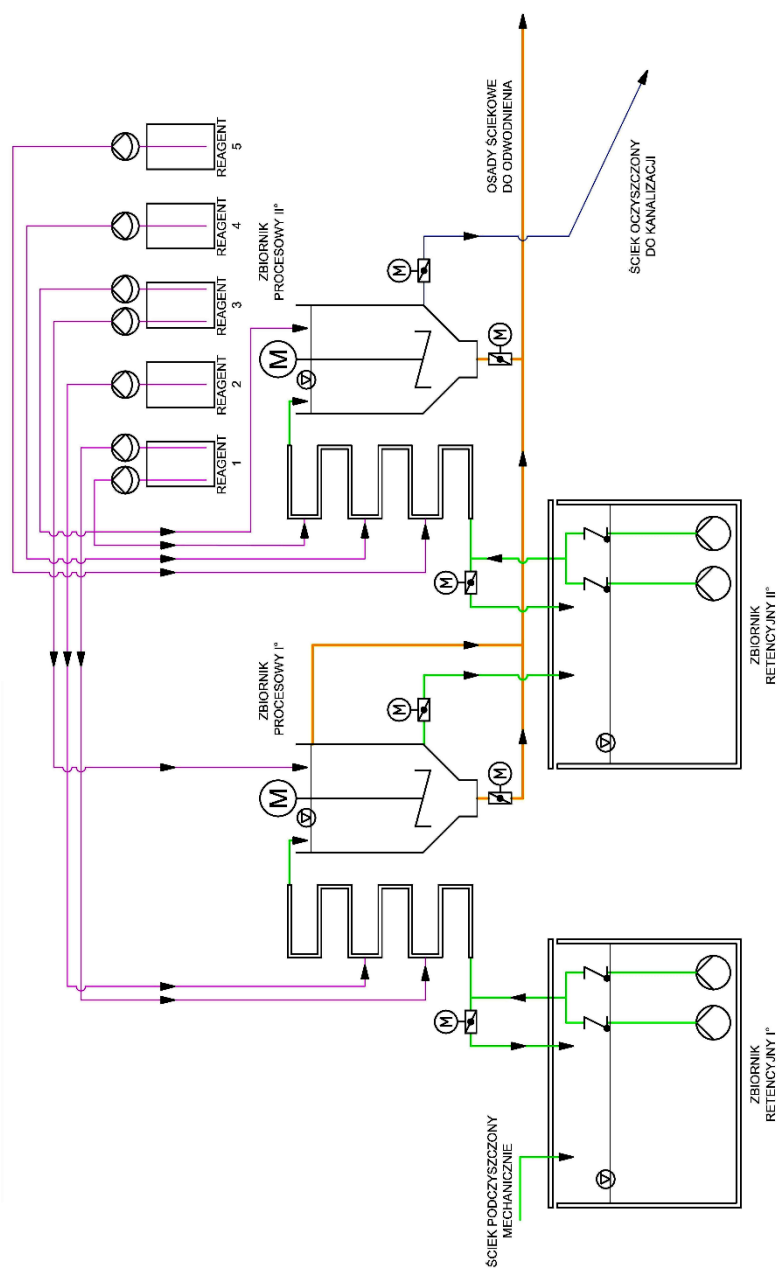
Ze zbiornika retencyjnego ścieki podawane są za pomocą pomp (dwie pompy pracujące naprzemiennie) do zbiornika procesowego pierwszego stopnia poprzez mieszacz statyczny, gdzie następuje pomiar i korekta pH za pomocą reagenta „1” do wartości odpowiedniej dla prowadzenia kolejnych procesów jednostkowych.

Po uzyskaniu zadanej wartości odczynu następuje recyrkulacja ścieków za pomocą pompy cyrkulacyjnej z jednoczesnym dozowaniem do mieszacza statycznego reagenta „2” (odpowiedniego koagulantu) ze stacji dozowania reagentów chemicznych, który powoduje destabilizację układów koloidalnych.

Po dokładnym wymieszaniu całego układu i zainicjowaniu procesu koagulacji następuje dozowanie do zbiornika procesowego flokulantu (reagent „4”) i powolne jego wymieszanie ze ściekami za pomocą mieszadła ramowego wolnoobrotowego, co pozwala na wytworzenie flokuł odpowiedniej wielkości umożliwiającej łatwy rozdział faz.

Wytrącone substancje koloidalne i zawiesiny poddawane są zjawisku flotacji i sedymentacji - oczyszczony wstępnie ściek oddzielany jest od osadów flotujących i sedymentujących, a następnie kierowany do zbiornika retencyjnego drugiego stopnia, a osady kierowane są do dalszej obróbki (odwadnianie).

Oczyszczony wstępnie ściek poddawany jest zasadniczemu procesowi oczyszczania w technologii głębokiego utleniania chemicznego (AOPs). W tym celu przepompowywany jest ze zbiornika retencyjnego do zbiornika procesowego drugiego stopnia poprzez mieszacz statyczny, gdzie następuje zakwaszenie ścieków z jednoczesną kontrolą stężenia jonów hydroniowych do poziomu wymaganego dla optymalnego przebiegu utleniania zanieczyszczeń (podczas prowadzenia zakwaszania prowadzona jest jednocześnie recyrkulacja ścieku).



Rys. 12. Schemat technologiczny dwustopniowej oczyszczalni po wyladunku ryb

Po uzyskaniu odpowiedniego odczynu układu do mieszacza dozowany zostaje reagent „5” (reagent o wysokim potencjale utleniającym). Po dokładnym wymieszaniu układu następuje zatrzymanie pompy cyrkulacyjnej zbiornika procesowego drugiego stopnia i następuje cykl utleniania chemicznego - zawartość zbiornika procesowego mieszana jest za pomocą mieszadła wolnoobrotowego ramowego poprzez czas niezbędny do całkowitego wygaszenia procesu.

W procesie głębokiego utleniania następuje rozkład głównie związków organicznych a tym samym redukcja wskaźników zanieczyszczeń ChZT oraz BZT<sub>5</sub>. Po wygaszeniu procesu utleniania następuje uruchomienie pompy cyrkulacyjnej łącznie z dozowaniem reagenta 1 w celu neutralizacji układu i osiągnięcia odpowiedniego pH dla procesu flokulacji - dozowany zostanie reagent „4” (wyselekcjonowany flokulant) w celu łączenia drobnych kłaczek osadu powstałego w trakcie utleniania, łącząc je w większe aglomeraty łatwo sedimentujące.

Po wytworzeniu flokuł odpowiedniej wielkości następuje zatrzymanie mieszadła wolnoobrotowego i rozpoczyna się proces rozdziału faz - woda podczyszczona zostaje odprowadzona do odbiornika, a osad z dna zbiornika procesowego za pomocą pompy odprowadzany jest do odwodnienia (w zależności od skali inwestycji proponuje się różne warianty odwadniania osadu).

Całość procesu jest w pełni zautomatyzowana, a ingerencja obsługi ogranicza się do dozoru i uzupełniania reagentów chemicznych. Instalacja może być umieszczona w pomieszczeniu lub dostarczona jako instalacja w zabudowie kontenerowej na nabrzeżu portowym.

Zalety dwustopniowej metody oczyszczania zużytych wód technologicznych są następujące:

- eliminacja zawiesin, koloidów oraz substancji rozpuszczonych do minimalnego poziomu,
- redukcja zanieczyszczeń organicznych (ChZT, BZT<sub>5</sub>),
- możliwość ustawienia instalacji w miejscu optymalnym z punktu widzenia organizacji wyładunku ryb w porcie.

W zależności od wielkości wydajność instalacji dwustopniowego oczyszczania zużytych wód technologicznych może wynosić od 1 - 5 m<sup>3</sup>/dobę do 20 - 25 m<sup>3</sup>/dobę.

Zaprojektowana instalacja przeznaczona jest do oczyszczania zużytych wód technologicznych, o średniej oraz o wysokiej zawartości substancji zanieczyszczających, po hydraulicznym wyładunku ryb przeznaczonych na cele

konsumpcyjne lub paszowe, z jednostek rybackich dokonujących wyładunku ryb metodą hydrauliczną, w tym z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW.

Dzięki zastosowaniu w procesie oczyszczania etapu pogłębionego utleniania substancji rozpuszczonych (AOPs), poziom zawartości wskaźników zanieczyszczeń powinien spełniać wymagania umożliwiające wprowadzanie tych wód bezpośrednio do basenu portowego.

Bezpośredni wpływ na uzyskany stopień redukcji wskaźników zanieczyszczeń w dwustopniowej metodzie oczyszczania będą miały takie czynniki, jak zawartość substancji zanieczyszczających w surowych zużytych wodach technologicznych, odpowiednie dozy reagentów chemicznych (koagulanty, flokulanty, utleniacze), a także parametry techniczne i wydajnościowe zastosowanej instalacji.

## **8. Metody i warunki utylizacji w wybranych portach rybackich wód po hydraulicznym wyładunku ryb, w tym z kutrów z systemami RSW i CSW,**

### **8.1. Port rybacki w Helu**

#### **8.1.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne i techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich**

Port rybacki w Helu jest położony w południowej części Mierzei Helskiej, przy wschodnim wybrzeżu Zatoki Puckiej. Specyfiką usytuowania portu rybackiego jest intensywne mieszanie oraz wymiana wód portowych i morskich, co w przypadku wprowadzania zużytych wód technologicznych do basenu portowego jest korzystnym zjawiskiem. Ze względu na głębokość port rybacki może przyjmować duże jednostki rybackie o zanurzeniu do 5 m. W porcie stosowany jest w szerokim zakresie system hydraulicznego wyładunku ryb pelagicznych, z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW oraz z jednostek rybackich o długości całkowitej powyżej 18,5 m, nieposiadających tych systemów.

Obecnie, przeważająca ilość zużytych wód technologicznych po wyładunku ryb z kutrów rybackich kierowana jest do bezpośrednio kanalizacji portowej. Mniejsze jednostki rybackie nie posiadające systemu RSW lub CSW do wyładunku ryb stosują wodę morską pobieraną z basenu portowego. Po wyładunku ryb, zużyta, nieczyszczona woda technologiczna usuwana jest na pomocą przewodu rurowego bezpośrednio do basenu portowego.

W przypadku jednostek rybackich poławiających ryby na cele paszowe, zużyta woda technologiczna, ze względu na jej bardzo wysokie zanieczyszczenie

jest magazynowana w zbiornikach jednostek i wywożona za strefę 12 Mm, celem jej utylizacji w otwartym morzu.

Aktualnie w porcie rybackim w Helu znajdują się cztery lądowe instalacje do hydraulicznego wyładunku ryb pelagicznych (szprotów i śledzi) z kutrów rybackich.

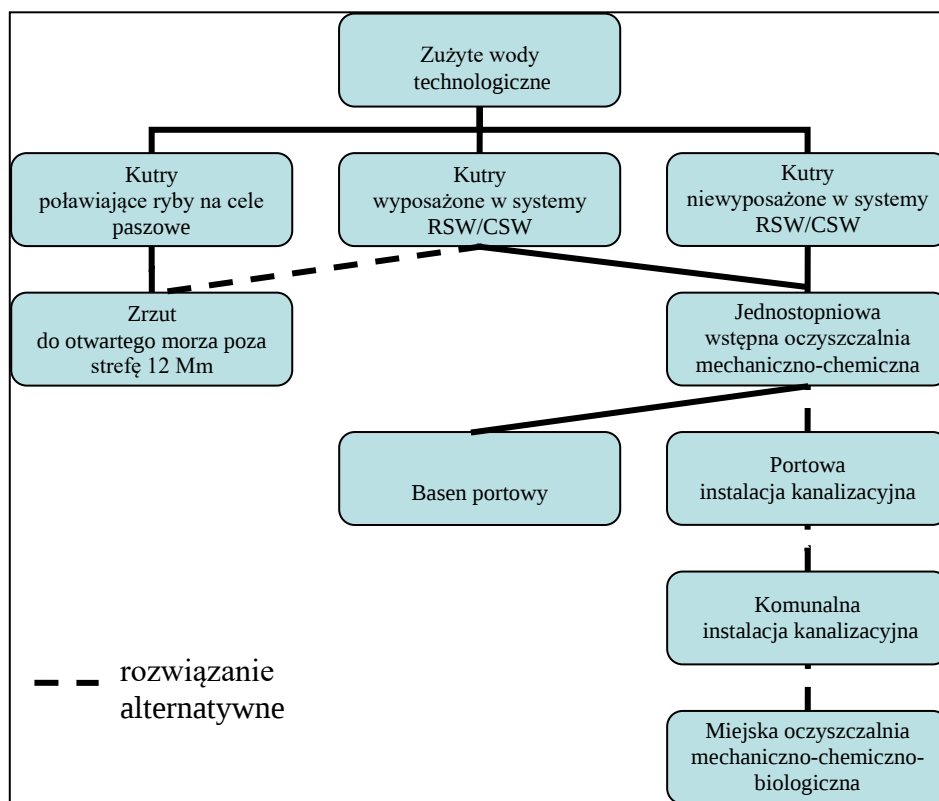
Ogólne roczne ilości zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb mieszczą się w przedziale od 7500 do 13000 m<sup>3</sup>. Największe miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów i śledzi wynoszą od 1200 m<sup>3</sup> do ponad 4000 m<sup>3</sup>. Tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb, w zależności od wielkości połowów, są w przedziale od 300 m<sup>3</sup> do 1000 m<sup>3</sup>, a dzienne - od 40 m<sup>3</sup> do 150 m<sup>3</sup>.

Port rybacki w Helu nie posiada własnej oczyszczalni ścieków i z tego względu nieoczyszczone zużyte kierowane są do basenu portowego.

Jak wykazały badania, z ogólnej ilości zużytych wód technologicznych po rozładunku hydraulicznym ryb z kutrów, ponad 80% tych wód jest kierowana bezpośrednio do basenu portowego, a około 20% ścieków wywożonych jest za strefę 12 Mm celem utylizacji w otwartym morzu.

#### **8.1.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Helu**

Schemat opracowanych metod utylizacji zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w warunkach portu rybackiego w Helu zamieszczono na rysunku 13.



Rys. 13. Schemat metod utylizacji zużytych wód technologicznych w warunkach portu w Helu

#### ***Zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza***

Zrzut zużytej wody technologicznej do morza poza strefę 12 Mm dotyczy kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW, a także większych jednostek dokonujących połowów ryb na cele paszowe.

Udział zużytej wody technologicznej w odniesieniu do szprotów i śledzi wyładowywanych z kutrów z systemami RSW lub CSW stanowił odpowiednio 78% i 55% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej stosowanej do wyładunku tych gatunków ryb.

Z danych szacunkowych wynika, że z ogólnej ilości zużytych wód technologicznych jedynie 20% tych wód usuwana jest do otwartego morza, poza strefę 12 Mm, a 80% tych wód kierowanych jest bezpośrednio do basenu portowego.

Bazując na powyższych danych, można przyjąć, że utylizacja zużytej wody technologicznej poprzez zrzut do otwartego morza, w warunkach portu rybackiego w Helu, dotyczy głównie dużych jednostek rybackich dokonujących

połowu ryb na cele paszowe. Stopień zanieczyszczenia tych wód jest tak wysoki, że stosowanie mechaniczno-chemicznych metod ich oczyszczania nie daje pozytywnych rezultatów.

Z kolei stopień zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych po wyładunku ryb z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW zależy m.in. od: czasu trwania rejsu, temperatury przechowywania ryb w zbiornikach, okresu połowu (letni, zimowy) i in.

Z uwagi na korzystne terenowo-logistyczne usytuowanie portu w Helu, w przypadku zużytych wód technologicznych pochodzących z tych kutrów, możliwa jest ich utylizacja zarówno poprzez zrzut do otwartego morza, jak i wprowadzanie do basenu portowego po wstępnym efektywnym oczyszczeniu.

#### ***Odprowadzanie nieczyszczonych zużytych wód technologicznych bezpośrednio do basenu portowego lub kanalizacji portowej***

Obecnie, zużyta, surowa woda technologiczna po wyładunku ryb z jednostek rybackich nieposiadających systemów RSW lub CSW, odprowadzana jest bezpośrednio do basenu portowego.

Z przeprowadzonych badań wynika, że stopień zanieczyszczenia tych wód jest zróżnicowany, od niskiego do średniego poziomu. Różnice w zawartości zanieczyszczeń w tych wodach zależą głównie od czasu i warunków przechowywania ryb w ładowniach statku, czasu kontaktu ryb z wodą w trakcie wyładunku w porcie, a także od warunków pogodowych (temperatury otoczenia).

Niekorzystne skutki związane z wprowadzaniem nieczyszczonych wód do środowiska naturalnego są w pewnym stopniu zmniejszone wskutek zjawiska intensywnego mieszania się wód portowych z morskimi a także znacznej głębokości basenu portowego.

#### ***Wstępne oczyszczanie zużytych wód technologicznych metodą jednostopniową, mechaniczno-chemiczną***

Z przeprowadzonej analizy wynika, że jedynym racjonalnym rozwiązaniem problemu utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb jest budowa jednostopniowej, wstępnej oczyszczalni mechaniczno-chemicznej o wydajności około 15 m<sup>3</sup>/godz., wyposażonej w dwa zbiorniki retencyjne, każdy po 30 m<sup>3</sup>.

Inwestycja ta umożliwi znaczną redukcję zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych po wyładunku ryb, zarówno z jednostek nieposiadających systemów RSW lub CSW, jak i z kutrów, które te systemy

posiadają.

Można założyć, że w warunkach technologiczno-technicznych i terenowo-logistycznych portu rybackiego w Helu, uzyskany stopień redukcji zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych metodą mechaniczno-chemiczną, umożliwi odprowadzanie tych wód bezpośrednio do basenu portowego lub do kanalizacji komunalnej celem utylizacji w oczyszczalni. W innym przypadku, niezbędne będzie odprowadzanie wstępnie oczyszczonych wód do instalacji kanalizacyjnych a następnie do oczyszczalni komunalnej. Zastosowanie wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych jest uzasadnione ze względu na obniżenie kosztów utylizacji tych ścieków w oczyszczalni miejskiej, a także ograniczenie niekorzystnego wpływu na środowisko.

Podobnie, jak w przypadku portu we Władysławowie, koncepcja budowy dwustopniowej wstępnej oczyszczalni mechaniczno-chemicznej, względu na stosunkowo wysokie koszty nie uzyskała pozytywnej oceny.

## **8.2. Port rybacki w Kołobrzegu**

### **8.2.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich**

Port rybacki w Kołobrzegu usytuowany jest w ujściu rzeki Parsęty w bezpośredniej styczności z morzem. Z tego względu wody portowe można zaliczyć do wód zmodyfikowanych, stanowiących głównie wody w ujściowym odcinku rzek, odpowiadające morskim wodom wewnętrznym. Takie usytuowanie portu nie jest korzystne w przypadku odprowadzania zużytych, nieczyszczonych wstępnie wód technologicznych do basenu portowego.

W porcie stosowany jest hydrauliczny wyładunek ryb z kutrów, posiadających systemy RSW lub CSW, a także z większych jednostek rybackich o długości całkowitej powyżej 18,5 m. Obecnie, zużyte wody technologiczne z kutrów rybackich, wyposażonych w systemy CSW lub RSW, gromadzone są w zbiornikach, a następnie wywożone za strefę 12 Mm i usuwane do otwartego morza.

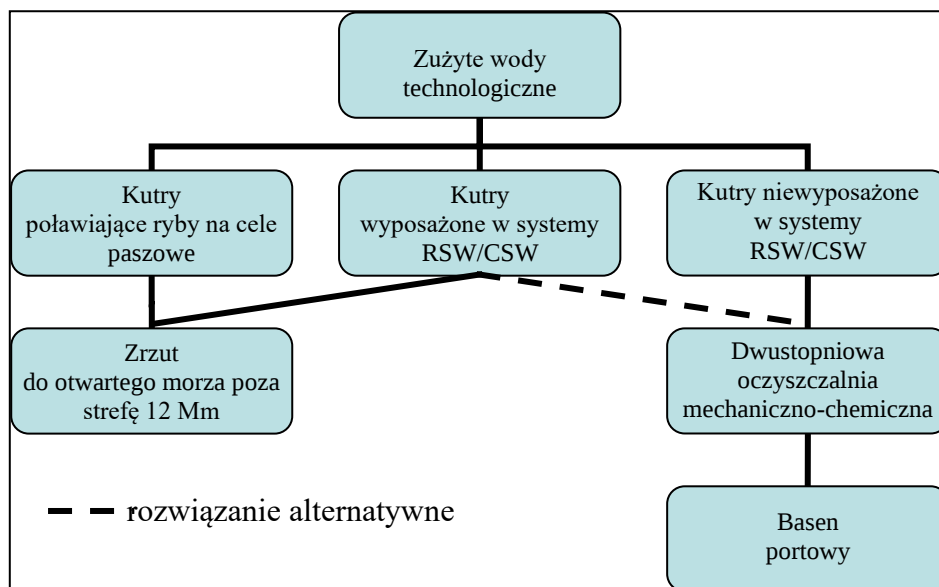
W odniesieniu do kutrów rybackich o długości całkowitej powyżej 18,5 m, nieposiadających systemów RSW lub CSW, zużyta woda technologiczna usuwana jest bezpośrednio do basenu portowego.

Port rybacki w Kołobrzegu nie posiada własnej oczyszczalni ścieków. Znajdujące się na jego terenie dwa separatory tłuszczu charakteryzują się małą przepustowością i nie są przydatne do usuwania tłuszczu z zużytych wód

technologicznych po rozładunku ryb. Ogólna sumaryczna roczna ilość zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb mieści się w przedziale od około 4300 m<sup>3</sup> do około 8700 m<sup>3</sup>. Miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po rozładunku szprotów mieszczą się w przedziale od około 400 m<sup>3</sup> do około 1000 m<sup>3</sup>. Tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów wynoszą od około 100 m<sup>3</sup> do około 300 m<sup>3</sup>, a dzienne - od około 20 m<sup>3</sup> do około 40 m<sup>3</sup>. W odniesieniu do wyładunku śledzi, tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej mieszczą się w przedziale od około 100 m<sup>3</sup> do około 250 m<sup>3</sup>, a dzienne - od około 20 m<sup>3</sup> do około 40 m<sup>3</sup>.

### 8.2.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Kołobrzegu

Schemat opracowanych metod utylizacji zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w warunkach portu rybackiego w Kołobrzegu zamieszczono na rys. 5.



Rys. 14. Schemat wariantów utylizacji zużytych wód technologicznych w warunkach portu w Kołobrzegu

#### *Zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza*

Zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza poza strefę 12 Mm dotyczy utylizacji zużytej wody technologicznej z kutrów wyposażonych

w systemy RSW lub CSW oraz z jednostek rybackich dokonujących połowów ryb na cele paszowe. W warunkach portu rybackiego w Kołobrzegu, udział zużytej wody technologicznej z hydraulicznego wyładunku szprotów z kutrów z systemami RSW lub CSW stanowi około 70% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku tych ryb oraz 86% ogólnej ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku śledzi.

Ze względu na dużą ilość zużytej wody technologicznej pochodzącej z tych jednostek, oaz usytuowanie portu, optymalnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest wariant utylizacji, polegający na okresowym wywozie i zrzucie do otwartego morza (poza strefą 12 Mm) nieoczyszczonych zużytych wód technologicznych. Zastosowanie tego wariantu utylizacji wpłynie na istotne zmniejszenie ilości zużytych wód technologicznych odprowadzanych do basenu portowego, co z uwagi na niekorzystne położenie terenowo-logistyczne portu, jest rozwiązaniem korzystnym.

Z tego względu opracowany wariant utylizacji przewiduje ograniczenie do minimum ilości zużytych wód technologicznych wprowadzanych do basenu portowego.

#### ***Odprowadzanie zużytej, nieoczyszczonej wody technologicznej do basenu portowego***

W obecnych warunkach techniczno-technologicznych, w porcie w Kołobrzegu, zużyta woda technologiczna z jednostek rybackich, nieposiadających systemu RSW lub CSW, kierowana jest bezpośrednio do basenu portowego.

Jest to metoda niekorzystna, gdyż w porcie rybackim w Kołobrzegu utrudnione jest efektywne mieszanie oraz wymiana wód portowych i morskich. Wprowadzanie zużytych, nieoczyszczonych wód technologicznych do basenu portowego, może stwarzać zwiększone zagrożenie dla środowiska naturalnego.

#### ***Oczyszczanie zużytej wody technologicznej dwustopniową metodą mechaniczno-chemiczną***

Udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów i śledzi z kutrów nieposiadających systemów RSW lub CSW jest stosunkowo niski i wynosi około 30% w stosunku do ogólnej ilości wód po wyładunku szprotów oraz 14% w stosunku do ogólnej ilości tych wód po wyładunku śledzi.

Przy założeniu, że wody te będą wprowadzane do basenu portowego, niezbędne jest zastosowanie efektywnej i skutecznej metody ich oczyszczania,

tj. dwustopniowej metody mechaniczno-chemicznej, z wykorzystaniem procesu pogłębionego utleniania związków rozpuszczonych (AOPs). Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie tej metody powoduje redukcję zanieczyszczeń zużytych wodach technologicznych do poziomu, umożliwiającego wprowadzanie tych wód do basenu portowego.

W wariantcie tym przewidziana jest także możliwość oczyszczania zużytych wód technologicznych z kutrów posiadających systemy RSW lub CSW, gdy metoda utylizacji tych wód poprzez zrzut do otwartego morza z różnych przyczyn nie może być zrealizowana.

W tego względu, racjonalnym rozwiązaniem w warunkach portu rybackiego w Kołobrzegu jest budowa dwustopniowej mechaniczno-chemicznej wstępnej oczyszczalni, o wydajności około 10 m<sup>3</sup>/godz., wyposażonej w dwa zbiorniki retencyjne, każdy po 15 m<sup>3</sup>. Zastosowanie takiego rozwiązania zapewni efektywny i skuteczny proces oczyszczania w trakcie wyładunków ryb metodą hydrauliczną. Koszty tej inwestycji, w dłuższej perspektywie czasu, powinny zostać zrekompensowane, ze względu na wyeliminowanie opłat za utylizację ścieków w oczyszczalni komunalnej oraz kar przewidzianych za zanieczyszczanie środowiska naturalnego.

### **8.3. Port rybacki w Ustce**

#### **8.3.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich**

Port rybacki w Ustce usytuowany jest w ujściu rzeki Słupi. Wody basenu portowego w tym porcie mogą być zaliczone do wód zmodyfikowanych, stanowiących głównie wody w ujściowym odcinku rzek i odpowiadające morskim wodom wewnętrznym. Podobnie, jak w porcie w Kołobrzegu, takie usytuowanie portu utrudnia mieszanie się i wymianę wód portowych z morskimi.

W porcie stosowany jest hydrauliczny wyładunek ryb z jednostek rybackich o długości całkowitej, co najmniej 20,5 m, w tym kutrów posiadających systemy RSW lub CSW. Czas przebywania jednostek rybackich na łowiskach jest stosunkowo krótki i nie przekracza 48 godzin. Obecnie, zużyta woda technologiczna z kutrów dysponujących systemem RSW lub CSW, jest wywożona za strefę 12 Mm i usuwana do otwartego morza.

W przypadku jednostek nieposiadających systemów RSW lub CSW, zużyta woda technologiczna jest usuwana bezpośrednio do basenu portowego.

W porcie rybackim znajduje się jedna instalacja pompowo-rurowa do hydraulicznego wyładunku ryb. Na terenie portu znajduje się wyeksploatowana

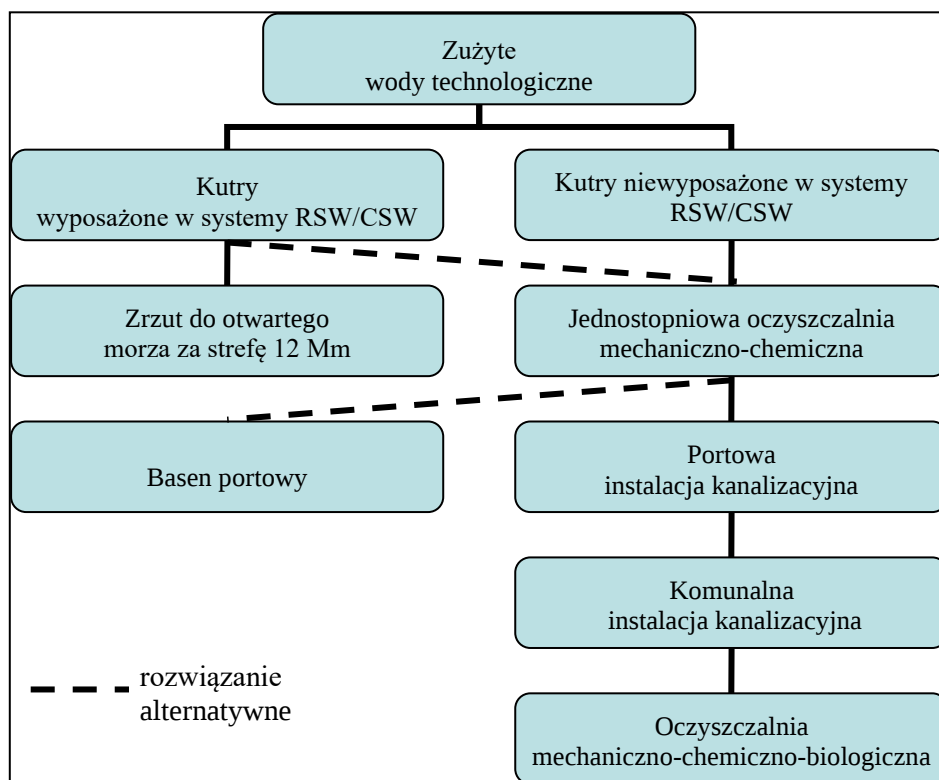
i nieefektywna oczyszczalnia ścieków, której stan techniczny uniemożliwia oczyszczanie zużytych wód technologicznych. Z tego względu podjęto decyzję o budowie nowej oczyszczalni ścieków, ale inwestycja ta ze względu na brak środków została wstrzymana.

Średnia roczna ilość zużytej wody technologicznej kształtuje się na poziomie około 1800 m<sup>3</sup>, a miesięczna około 450 m<sup>3</sup>. Maksymalna, dzienna ilość zużytej wody technologicznej nie przekracza 70 m<sup>3</sup>. Natomiast średnia dzienna ilość zużytej wody technologicznej wynosi około 15 m<sup>3</sup>.

W warunkach portu w Ustce, największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów i śledzi pochodzą z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Np. udział zużytej wody technologicznej po wyładunku szprotów wynosi około 96% ogólnej ilości wody zużytej do wyładunku tych ryb, a w przypadku śledzi wody te stanowiły około 53% ogólnej ilości wody zużytej do ich wyładunku.

#### **8.3.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie w Ustce**

Schemat opracowanych metod utylizacji zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w warunkach portu rybackiego w Ustce zamieszczono na rysunku 15.



Rys. 15. Schemat metod utylizacji zużytych wód technologicznych w warunkach portu w Ustce

#### ***Zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza***

Zrzut zużytej wody technologicznej do morza poza strefę 12 Mm dotyczy utylizacji zużytej wody technologicznej z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW oraz jednostek rybackich dokonujących połowów ryb na cele paszowe.

Ze względu na dużą ilość zużytej wody technologicznej pochodzącej z tych jednostek oraz usytuowanie terenowo-logistyczne portu, optymalnym rozwiązaniem jest okresowy ich wywóz poza strefę 12 Mm i zrzut do otwartego morza. Zastosowanie tego wariantu utylizacji wpłynie na istotne zmniejszenie ilości zużytych wód technologicznych odprowadzanych do basenu portowego, co z uwagi na niekorzystne usytuowanie portu jest rozwiązaniem korzystnym.

Z tego względu opracowany wariant utylizacji przewiduje ograniczenie do minimum ilości zużytych wód technologicznych wprowadzanych do basenu portowego oraz zastosowanie wstępnej metody ich oczyszczania.

### ***Odprowadzanie zużytej, nieoczyszczonej wody technologicznej do basenu portowego***

W obecnych warunkach techniczno-technologicznych, w porcie w Ustce, zużyta woda technologiczna z jednostek rybackich, nieposiadających systemu RSW lub CSW, usuwana jest bezpośrednio do basenu portowego.

Jest to metoda niekorzystna, gdyż w porcie w Ustce, ze względu na jego usytuowanie, utrudnione jest efektywne mieszanie oraz wymiana wód portowych i morskich, co stwarza duże zagrożenie dla środowiska naturalnego przy wprowadzania zużytych wód technologicznych do basenu portowego.

### ***Oczyszczanie zużytej wody technologicznej jednostopniową metodą mechaniczno-chemiczną***

Udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów i śledzi z kutrów nieposiadających systemów RSW lub CSW jest zróżnicowany i wynosi jedynie 4% w przypadku szprotów oraz 47% w przypadku śledzi.

Przy założeniu, że wody te będą odprowadzane do oczyszczalni komunalnej, celowe jest ich wstępne oczyszczanie metodą mechaniczno-chemiczną. Zastosowanie tej metody spowoduje znaczną redukcję zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych, co wpłynie na obniżenie kosztów związanych z ich utylizacją w oczyszczalni komunalnej.

W wariantcie tym przewidziana jest także możliwość oczyszczania zużytych wód technologicznych z jednostek rybackich posiadających systemy RSW lub CSW, gdy metoda utylizacji tych wód poprzez zrzut do otwartego morza z różnych przyczyn nie może być zrealizowana. Z tego względu, racjonalnym rozwiązaniem w warunkach portu rybackiego w Ustce jest budowa jednostopniowej mechaniczno-chemicznej wstępnej oczyszczalni, o wydajności około 10 m<sup>3</sup>/godz., wyposażonej w dwa zbiorniki retencyjne, każdy po 10 m<sup>3</sup>.

Koszty tej inwestycji, powinny w dłuższej perspektywie czasu zostać zrekompensowane, ze względu na niższe opłaty związane z utylizacją ścieków w oczyszczalni komunalnej.

## **8.4. Port rybacki we Władysławowie**

### **8.4.1. Charakterystyka portu ze względu na uwarunkowania terenowo-logistyczne oraz techniczne związane z rozładunkiem ryb z jednostek rybackich**

Port rybacki we Władysławowie jest położony na północnym krańcu Pobrzeża Kaszubskiego, przy odchodzącej na wschód od lądu Mierzei Helskiej.

Usytuowanie portu zakłóca cyrkulację wód w Bałtyku, czego efektem jest systematyczne nanoszenie piasku na tor podejścia kutrów do portu, co wymusza konieczność jego cyklicznego pogłębiania. Z tego względu utrudnione jest wejście do portu jednostek rybackich o głębokości zanurzenia powyżej 4 m. Takie usytuowanie portu zakłóca wymianę i mieszanie się wód portowych z morskimi, co utrudnia możliwość utylizacji zużytych wód technologicznych w przypadku wprowadzania ich do basenu portowego.

W porcie stosowany jest hydrauliczny wyładunek szprotów z kutrów rybackich o długości całkowitej powyżej 18,5 m. Czas pobytu na łowisku i powrotu kutrów ze złowionymi rybami do portu we Władysławowie jest stosunkowo krótki, najwyżej kilkunastogodzinny.

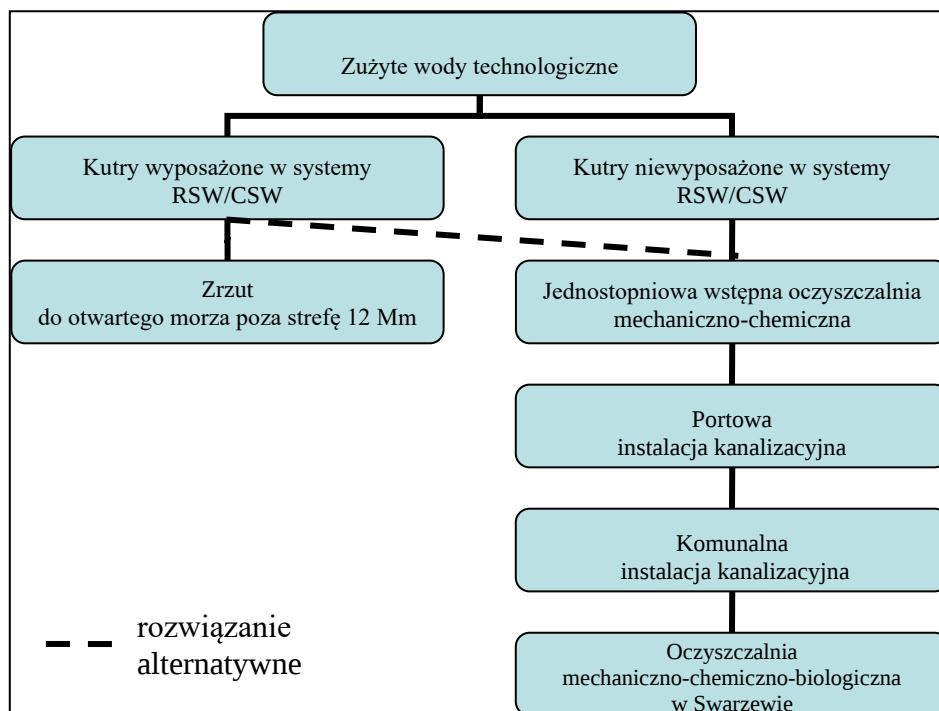
Na terenie portu rybackiego eksploatowana jest jedna instalacja do hydraulicznego wyładunku ryb z kutrów niewyposażonych w systemy RSW lub CSW. Dla ułatwienia wyładunku ryb z tych jednostek, do ich ładowni dostarczana jest woda morska z basenu portowego w ilości około 30% w stosunku do masy złowionych ryb. W instalacji następuje oddzielenie na separatorze ryb od zużytej wody technologicznej, która kierowana jest przewodem rurowym bezpośrednio do kanalizacji portowej, a następnie przez kanalizację komunalną do mechaniczno-chemiczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Swarzewie.

W ostatnich latach, ogólne ilości zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku szprotów i śledzi w porcie we Władysławie wynoszą od około 3200 m<sup>3</sup> do około 3800 m<sup>3</sup> rocznie. Miesięczne ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb mają miejsce od marca do maja i wynoszą od około 530 m<sup>3</sup> do około 880 m<sup>3</sup>. Z kolei tygodniowe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb mieszczą się w przedziale od około 180 m<sup>3</sup> do około 350 m<sup>3</sup>, a dzienne - od około 30 m<sup>3</sup> do około 50 m<sup>3</sup>.

Największe ilości zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb w porcie pochodzą z jednostek rybackich niewyposażonych w systemy RSW lub CSW. Udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów i śledzi z kutrów nieposiadających systemów RSW lub CSW wynosi odpowiednio 79% i 83% w stosunku do ogólnej ilości wody zużytej do wyładunku tych gatunków ryb.

#### 8.4.2. Warianty utylizacji zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb w porcie we Władysławowie

Schemat opracowanych metod utylizacji zużytych wód po hydraulicznym wyładunku ryb w warunkach portu rybackiego we Władysławowie przedstawiono na rys. 16.



Rys. 16. Schemat metod utylizacji zużytych wód technologicznych w warunkach portu we Władysławowie

##### ***Zrzut zużytej wody technologicznej do otwartego morza***

Zrzut zużytej wody technologicznej do morza za strefę 12 Mm dotyczy wyłącznie kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW. Udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów i śledzi z kutrów posiadających systemy RSW lub CSW jest stosunkowo niewielki i wynosi około 19% w stosunku do ogólnej ilości zużytej wody technologicznej wykorzystanej do wyładunku tych gatunków ryb. W skali roku ilość zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW wynosi od 600 m<sup>3</sup> do ponad 700 m<sup>3</sup>.

Z uwagi na stosunkowo niewielką ilość zużytej wody technologicznej

pochodzącej z tych jednostek, optymalnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest wariant utylizacji, polegający na okresowym wywozie i zrzucie do otwartego morza (poza strefą 12 Mm) nieczyszczonych wstępnie zużytych wód technologicznych przez kutry wyposażone w systemy RSW lub CSW. Zastosowanie tego rozwiązania wpłynie na m.in. obniżenie kosztów związanych z wprowadzaniem tych ścieków do kanalizacji komunalnej i ich utylizacją w mechaniczno-chemiczno-biologicznej oczyszczalni w Swarzewie.

Alternatywnym rozwiązaniem tej metody utylizacji, jest wstępne oczyszczanie zużytych wód technologicznych w portowej oczyszczalni a następnie odprowadzenie ich do oczyszczalni komunalnej.

#### ***Wstępne oczyszczanie ścieków jednostopniową metodą mechaniczno-chemiczną***

Udział zużytej wody technologicznej po wyładunku hydraulicznym szprotów i śledzi z kutrów nieposiadających systemów RSW lub CSW jest wysoki i wynosi około 81% w stosunku do ogólnej ilości zużytej wody technologicznej wykorzystanej do wyładunku tych gatunków ryb. W skali roku ilość zużytej wody technologicznej po wyładunku ryb z kutrów wyposażonych w systemy RSW lub CSW wynosi od 2600 m<sup>3</sup> do ponad 3000 m<sup>3</sup>. Dzieląc wielkość zużytej wody technologicznej przeznaczonej do utylizacji nie przekraczają 50 m<sup>3</sup>.

Aktualnie nieczyszczone, zużyte wody technologiczne po hydraulicznym wyładunku ryb odprowadzane są przez portowe i komunalne instalacje kanalizacyjne do mechaniczno-chemiczno-biologicznej oczyszczalni w Swarzewie. Wysokość opłaty ponoszonych za utylizację tych ścieków w oczyszczalni zależy od poziomu zanieczyszczeń w zużytych wodach technologicznych. Racjonalnym rozwiązaniem w tych warunkach jest budowa jednostopniowej mechaniczno-chemicznej wstępnej oczyszczalni, o wydajności około 10 m<sup>3</sup>/godz., wyposażonej w dwa zbiorniki retencyjne, każdy po 25 m<sup>3</sup> (rys. 11). Zastosowanie takiego rozwiązania zapewniłoby prowadzenie procesu oczyszczania na bieżąco, w trakcie wyładunków ryb metodą hydrauliczną z jednostek rybackich. Koszty realizacji tej inwestycji, powinny w dłuższej perspektywie czasu być zrekompensowane, ze względu na niższe koszty ponoszone na opłaty za utylizację tych wód w oczyszczalni komunalnej.

Koncepcja budowy dwustopniowej wstępnej oczyszczalni mechaniczno-chemicznej, umożliwiającej odprowadzanie oczyszczonych wód technologicznych bezpośrednio do basenu portowego, ze względu na koszty i uwarunkowania terenowo-logistyczne portu nie uzyskała pozytywnej oceny.

## 9. Podsumowanie

W zadaniu opracowane zostały koncepcje praktycznego rozwiązania utylizacji zanieczyszczonych wód technologicznych z jednostek stosujących hydrauliczny rozładunek ryb, w tym kutrów posiadających systemy RSW i CSW, na przykładzie portów w Kołobrzegu, Helu a także w Kołobrzegu i Uście.

Koncepcje mają charakter wariantowy i obejmują, w zależności warunków terenowo-logistycznych i techniczno-technologicznych, metody utylizacji zużytych wód technologicznych poprzez ich zrzut do otwartego morza lub wstępne oczyszczenie mechaniczno-chemiczne, a następnie odprowadzenie tych wód do basenu portowego lub do oczyszczalni komunalnej.

Poszczególne warianty utylizacji opracowane zostały na podstawie wyników prac badawczo-rozwojowych i analitycznych wykonanych w ramach projektu, obserwacji i ocen w trakcie pobytu w poszczególnych portach, a także opinii amatorów jednostek rybackich, przedstawicieli organizacji rybackich oraz zarządów portów.

Ze względu na złożoną problematykę utylizacji zużytych wód technologicznych po wyładunku ryb, opracowane koncepcje przewidują rozwiązania alternatywne, w zależności od czynników technologiczno-technicznych i organizacyjnych.

O ostatecznym wyborze poszczególnych metod utylizacji decydować będzie efektywność ekonomiczna poszczególnych rozwiązań i inwestycji w portach rybackich, przy ograniczeniu do minimum niekorzystnego ich oddziaływania na środowisko naturalne.

### **Bibliografia**

1. Dz. U. z 2002 r. Nr 166, poz. 1361 ze zm.
2. Dz. U. z 2004 r. Nr 132, poz. 1418 ze zm. - uchylony 20.08.2009 r.
3. Dz. U. z 2006 r. Nr 123, poz. 858 ze zm.
4. Dz. U. z 2006 r. Nr 136, poz. 964
5. Dz. U. z 1997 r. Nr 9, poz. 44
6. Dz. U. z 2012 r. poz. 145 ze zm.
7. Dz. U. z 2012 r., poz. 1244
8. Dz. U. z 2013 r., poz. 21 ze zm.
9. Dz. U. z 2019 r. poz. 2149
10. Dz. U. z 2014 r. poz. 1800
11. Dz. Urz. Woj. Pomorskiego z 2013 r., poz. 1314
12. Groenwald R. 2013. RSW – nowa jakość w polskim rybołówstwie, ale czy warto? Wiadomości Rybackie. Nr 9-10 (195), s. 6 - 8.
13. Gudelis-Matys K. 2002. Oczyszczanie ścieków w przetwórstwie rybnym - część I. Magazyn Przemysłu Rybnego, 4(28), s. 10 - 12.
14. Gudelis-Matys K. 2003a. Oczyszczanie ścieków w przetwórstwie rybnym - część II. Magazyn Przemysłu Rybnego, 1(31), s. 7 - 9.
15. Gudelis-Matys K. 2003b. Oczyszczanie ścieków w przetwórstwie rybnym - dlaczego warto oczyszczać ścieki?. Magazyn Przemysłu Rybnego, 5(35), s. 12 - 13.
16. Hryszko, K. (red.). 2017. Rynek ryb. Stan i perspektywy. Nr 27. Analizy Rynkowe. IERiGŻ PIB.
17. Hryszko, K. (red.). 2022. Rynek ryb. Stan i perspektywy. Nr 33. Analizy Rynkowe. IERiGŻ PIB
18. <http://www.sws-swarzewo.pl>
19. <http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-Hel%20port.jpg>
20. <http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-Ustka%20port.jpg>
21. <http://www.tawernaskipperow.pl/UserFiles/Image/5-Wladyslawowo%20port.jpg>
22. <http://www.zpm.portkolobrzeg.pl/292,port-rybacki.html>
23. Instrukcja metody spektrofotometrycznej HACH 8000.
24. ISO 2917:1999 Meat and meat products. Measurement of pH. Reference method.

25. Karnicki Z. 2013. Ważny 2013 rok. Wiadomości Rybackie. Nr 1 - 2 (191), s. 5 - 8.
26. MARPOL 73/78. 2000. Consolidated Edition 2000. IMO, London.
27. Pieńkowska B., Rakowski M., Kuzebski E. 2012. Analiza stanu infrastruktury w portach rybackich i przystaniach pod kątem dalszych potrzeb inwestycyjnych MIR-PIB. Gdynia.
28. Pawlikowski B. i in. 2015. Sprawozdanie z projektu innowacyjnego nr 00010-61720-OR0200007/12 „Utylizacja w porcie zanieczyszczonych wód technologicznych z rozładunku statków rybackich stosujących systemy przechowywania i transportu ryb w oziębionej wodzie morskiej (CSW i RSW)” finansowanego przez ARiMR.
29. PN-67/A-86734 Ryby, przetwory rybne i produkty uboczne z ryb. Oznaczenia zawartości tłuszczu (norma wycofana bez zastąpienia).
30. PN-74/C-04540 Woda i ścieki. Badania wartości pH, kwasowości i zasadowości (norma wycofana),
31. PN-EN 25663:2001 Jakość wody. Oznaczanie azotu Kjeldahla. Metoda po mineralizacji z selenem.
32. PN-EN 1899-1:2002 Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTn). Część 1: Metoda rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika.
33. PN-EN 1899-2:2002 Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTn). Część 2: Metoda do próbek nierozcieńczonych.
34. PN-EN ISO 6878:2006 Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu (ze zmianami Ap1 i Ap2).
35. PN-EN 872:2007 Jakość wody. Oznaczanie zawiesin. Metoda z zastosowaniem filtracji przez sączi z włókna szklanego.
36. PN-ISO 9297:1994 Jakość wody. Oznaczanie chlorków. Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (metoda Mohra).
37. PN-ISO 1444:2000 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenia zawartości tłuszczu wolnego.
38. PN-ISO 2917:2001 Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza,
39. Procedura Badawcza Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB - Oznaczanie pH metodą potencjometryczną.

40. Procedura Badawcza Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB - Oznaczanie zawartości substancji ekstrahujących się eterem etylowym lub naftowym.
41. Shaweyer M., Medina Pizalli A. F. 2003. The use of ice on small fishing vessel. FAO Fisheries Technical Paper 436.
42. Szostak S., Rakowski M., Budny T. 2015. Morska gospodarka rybna w 2014 r. Zakład Ekonomiki Rybackiej. Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy. Gdynia.
43. [www.marextechnology.com](http://www.marextechnology.com)
44. Załącznik IV do Międzynarodowej Konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (MARPOL 73/78).