

# PLAN GOSPODAROWANIA ZASOBAMI WĘGORZA W POLSCE

Przygotowany na podstawie dokumentu doradczego  
służącego opracowaniu planów gospodarowania zasobami węgorza  
zgodnie z rozporządzeniem Rady (WE) nr 1100/2007



MINISTERSTWO ROLNICTWA I ROZWOJU WSI



MORSKI INSTYTUT RYBACKI W GDYNI



INSTYTUT RYBACTWA ŚRÓDLĄDOWEGO IM. STANISŁAWA SAKOWICZA W  
OLSZTYNIE



Warszawa, 2008

## Spis treści

1. Wstęp .....	6
2. Jednostki zarządzania zasobami węgorzy (JZZW) w Polsce.....	7
2.1 Obszary dorzeczy w Polsce według Ramowej Dyrektywy Wodnej.....	7
2.2 Podział Polski na jednostki zarządzania zasobami węgorza (JZZW).....	8
2.3 Podmioty odpowiedzialne za wdrożenie planu gospodarowania zasobami węgorza.....	10
2.4 Użytkownicy poławiający w wodach Polski.....	13
3. Habitaty węgorza w Polsce.....	14
3.1 Rzeki.....	14
3.2 Jeziora.....	14
3.3 Zbiorniki zaporowe .....	16
3.4 Charakterystyka habitatów poszczególnych JZZW .....	16
4. Opis i analiza obecnej sytuacji populacji węgorza w wodach Polski.....	18
4.1. Wody śródlądowe (JZZWD Odry i Wisły).....	18
4.2 Zalew Szczeciński (JZZWD Odry) .....	20
4.3. Zalew Wiślany (JZZWD Wisły).....	21
5. Połowy rybackie i rekreacyjne.....	22
5.1. Cechy wspólne połowów dla obydwu JZZW .....	22
5.2 JZZWD Odry .....	25
5.3. JZZWD Wisły.....	27
6. Śmiertelność pozapółowowa .....	29
6.1. Przeszkody hydrotechniczne .....	30
6.2. Drapieżnictwo kormorana czarnego.....	31
6.3 Zanieczyszczenia .....	32
6.4. Choroby i pasożyty.....	33
6.5. Nielegalne, nieraportowane i nieuregulowane połowy .....	33
7. Szacunek potencjalnego spływu srebrnych węgorzy w JZZW.....	33
8. Zarybianie.....	34
8.1 Opis zarybień przeprowadzonych w przeszłości .....	34
8.2 Plan zarybień węgorzem określony na podstawie wybranej strategii PGZWP .....	37
8.3 Identyfikacja obszarów, w których przeprowadzone będzie zarybianie .....	38
8.4. Wpływ planowanych zarybień na osiągnięcie celu PGZWP.....	39
9. Monitoring.....	41
9.1 Monitoring aktualnego spływu srebrnych węgorzy – metodyka .....	41
9.2. System próbkowania nakładu połowowego i odłowów węgorza .....	42
9.3 System identyfikowalności pochodzenia eksportowanych i importowanych węgorzy do/z terytorium Polski .....	43

<b>10. Środki służące realizacji celu.....</b>	<b>44</b>
10.1. Zarybianie (działanie podstawowe) .....	44
10.2. Redukcja śmiertelności połowowej (działanie podstawowe).....	44
10.3. Udrożnienie szlaków migracji (działanie podstawowe) .....	45
10.4. Włączenie w proces ochrony węgorza Słowińskiego Parku Narodowego .....	47
10.5. Harmonogram stosowania środków służących realizacji PGZWP .....	47
<b>11. Środki kontrolne i wykonawcze .....</b>	<b>49</b>
11.1. Wody śródlądowe.....	49
11.2. Wewnętrzne wody morskie.....	50
<b>12. Literatura .....</b>	<b>52</b>
<b>Załącznik 1.....</b>	<b>57</b>
Model dynamiki populacji węgorza wraz z implikacjami dla odbudowy stada .....	57
<b>Załącznik 2.....</b>	<b>80</b>
Przeszkody hydrotechniczne i ocena śmiertelności sphywających węgorzy przy ich pokonywaniu .....	80

### **Akronimy i nazwy skrócone stosowane w dokumencie**

PGZWP – Plan Gospodarowania Zasobami Węgorza w Polsce  
 JZZW – Jednostka zarządzania zasobami węgorza  
 JZZWD Odry – Jednostka Zarządzania Zasobami Węgorza Dorzecza Odry  
 JZZWD Wisły – Jednostka Zarządzania Zasobami Węgorza Dorzecza Wisły  
 MRiRW – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
 IRS – Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie  
 MIR – Morski Instytut Rybacki w Gdyni  
 KZGW – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie  
 RZGW – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej.  
 OIRM – Okręgowe Inspektoraty Rybołówstwa Morskiego  
 PSR – Państwowa Straż Rybacka  
 NNN – Nielegalne, nieraportowane i nieuregulowane połowy

## 1. Wstęp

Przygotowanie Planu Gospodarowania Zasobami Węgorza w Polsce (PGZWP) w oparciu o rozporządzenie Rady (WE) nr 1100/2007 z dnia 18 września 2007 r. ustanawiające środki służące odbudowie zasobów węgorza europejskiego, przebiegało w trzech etapach. W trakcie dwóch pierwszych, zespół ekspertów z Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni i Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie zebrał i szczegółowo opracował dane naukowe przygotowując założenia merytoryczne zawarte w opracowaniach etapowych. Ostatnim etapem prac było sporządzenie niniejszego dokumentu, w którym przedstawiono rezultaty, wnioski i wynikające z nich propozycje działań. Oprócz części opisowej, przedstawiono konkretne metody osiągnięcia celu PGZWP, wynikające z przyjętego modelu dynamiki populacji. Przyjęte opcje zostały wybrane z uwagi na realistyczną kombinację możliwych do zastosowania środków oraz czas, w którym zostałyby osiągnięty cel PGZWP.

W trakcie przygotowania założeń przeprowadzono szereg konsultacji z przedstawicielami społeczności rybackiej, naukowcami, administracją rządową i samorządową, a także z delegacjami państw Wspólnoty, z którymi Polska dzieli dorzecza transgraniczne. Założenia PGZWP były również przedstawione do szerokiej konsultacji na stronach internetowych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Zgodnie z wytycznymi dotyczącymi sporządzania planu, uwzględniając Dyrektywę 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającą ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Ramową Dyrektywę Wodną), obszar Polski podzielono na dwie jednostki zarządzania zasobami węgorza (JZZW) – JZZW Dorzecza Odry oraz JZZW Dorzecza Wisły. Do obydwu JZZW dołączono sąsiadujące morskie wody wewnętrzne i terytorialne, a także dorzecza transgraniczne. W konsekwencji PGZWP obejmuje niemal wszystkie wody Polski (morskie i śródlądowe). Jedynie polskie części dorzecza Dniestru, Łaby i Dunaju zostały pominięte w planie z uwagi na to, że nie są to obszary naturalnego występowania węgorza.

Do osiągnięcia celu PGZWP zaplanowano wykorzystanie takich środków jak: ograniczenie śmiertelności połowowej (zarówno rybackiej, jak i wędkarskiej), zarybianie narybkiem szklistym lub podchowanim o długości ciała Lt < 20 cm, udroźnienie rzek dla migracji ryb oraz ograniczenie liczby kormoranów. Rekomendacji poszczególnych opcji w obu dorzeczach dokonano uwzględniając osiągnięcie najkorzystniejszych efektów pod względem odbudowy zasobów, jak i ponoszonych w tym celu kosztów ekonomiczno-społecznych, przy uwzględnieniu dostępności środków z Europejskiego Funduszu Rybackiego (rozporządzenie Rady WE nr 1198/2006).

Przedstawiony system monitorowania i weryfikacji realizacji planowanych działań opiera się na istniejących rozwiązaniach i normach prawnych stosowanych i będących w trakcie dostosowywania w systemie kontroli polskiego rybołówstwa morskiego oraz gospodarki rybackiej w wodach śródlądowych, w oparciu o rozporządzenie Rady (EWG) nr 2847/93 z dnia 12 października 1993 r. ustanawiające system kontroli mający zastosowanie do wspólnej polityki rybołówstwa.

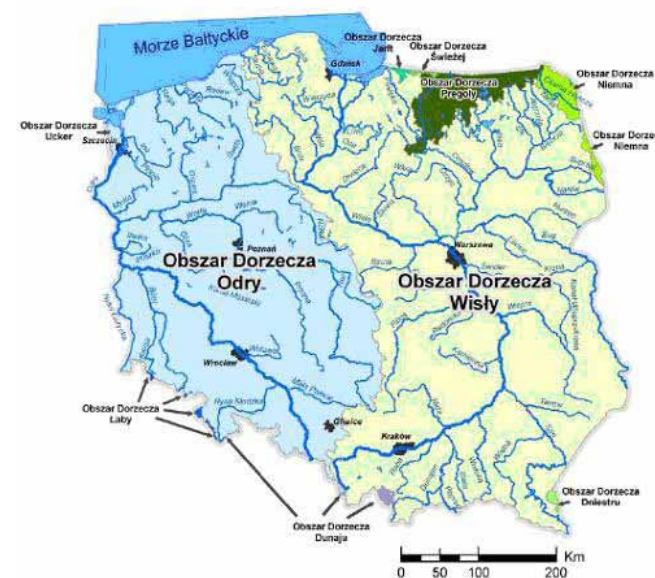
## 2. Jednostki zarządzania zasobami węgorzy (JZZW) w Polsce

Plan Gospodarowania Zasobami Węgorza w Polsce (PGZWP) zostanie wprowadzony dla dwóch jednostek zarządzania, zwanych jednostkami zarządzania zasobami węgorza (JZZW). Jednostki te obejmują granice międzynarodowych dorzeczy Odry i Wisły wraz z dorzeczami transgranicznymi, wyznaczonymi na podstawie Ramowej Dyrektywy Wodnej (Dyrektywa 2000/60/WE).

### 2.1 Obszary dorzeczy w Polsce według Ramowej Dyrektywy Wodnej

Na podstawie Ramowej Dyrektywy Wodnej wyznaczono w Polsce następujące obszary dorzeczy (rys. 1)

- **Dorzecze Odry** – obejmujące również dorzecza rzek Przymorza na zachód od ujścia Słupi, a także wpadających do Zalewu Szczecińskiego,
- **Dorzecze Wisły** – obejmujące również dorzecza rzek Przymorza na wschód od ujścia Słupi, a także wpadających do Zalewu Wiślanego,
- **Dorzecza pozostałe** – znajdujące się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej części międzynarodowych dorzeczy: Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej, Ücker.



Rys. 1. Dorzecza w Polsce wg Ramowej Dyrektywy Wodnej  
źródło: www.bip.rzgw.szczecin.pl

Transgraniczne dorzecze Odry znajduje się na terytorium Polski, Niemiec i Czech.

Transgraniczne dorzecze Wisły znajduje się na terytorium Polski, Białorusi, Ukrainy i Słowacji.

Pozostałe dorzecza transgraniczne międzynarodowych dorzeczy, to (rys. 2):

- wspólne z Niemcami: Úcker i Łaba;
- wspólne z Rosją: Pregoła, Jarft i Świeża;
- wspólne z Litwą: Niemen;
- wspólne z Ukrainą: Dniestr;
- wspólne ze Słowacją: Dunaj.



Rys. 2. Obszary transgranicznych dorzeczy Europy Środkowej.

## 2.2 Podział Polski na jednostki zarządzania zasobami węgorka (JZZW)

Uwzględniając dostępność danych niezbędnych do oszacowania wielkości populacji oraz potencjalnego wpływu węgorka srebrzystych, biorąc pod uwagę wyniki konsultacji z państwami dzielącymi dorzecza transgraniczne, terytorium Polski zostało podzielone na dwie jednostki zarządzania zasobami węgorka:

- Jednostkę Zarządzania Zasobami Węgorka Dorzecza Odry (JZZWD Odry)
- Jednostkę Zarządzania Zasobami Węgorka Dorzecza Wisły (JZZWD Wisły)

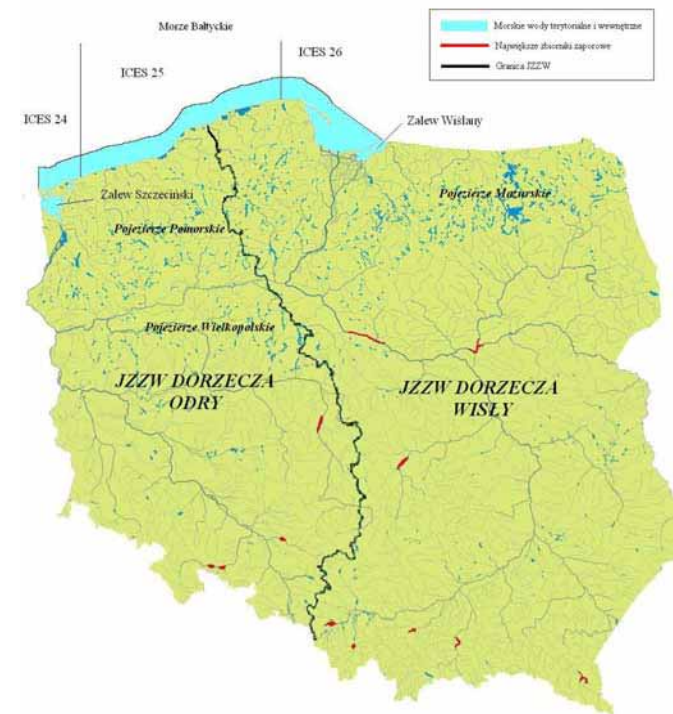
Wymienione JZZW obejmują następujące dorzecza, wody przejściowe i morskie znajdujące się na terytorium Polski:

### JZZWD Odry:

- transgraniczne dorzecze Odry w obrębie obszaru Polski;
- Zalew Szczeciński z wodami przyległymi w obrębie wód polskich;
- strefa przybrzeżna (do 12 mil) rejonu ICES 24 (Zatoka Pomorska);
- strefa przybrzeżna (do 12 mil) rejonu ICES 25 do ujścia rzeki Słupii;
- transgraniczne dorzecza Łaby (Elbe) i Úcker w granicach obszaru Polski.

### JZZWD Wisły:

- transgraniczne dorzecze Wisły w obrębie obszaru Polski;
- transgraniczny Zalew Wiślany w obrębie wód polskich;
- Zatoka Gdańska wewnętrzna;
- strefa przybrzeżna (do 12 mil) rejonu ICES 25 od ujścia rzeki Słupii i rejonu ICES 26;
- transgraniczne dorzecza Jarft, Niemna (Nemunas), Pregoły i Świeżej w granicach Polski.



Rys. 3. Jednostki zarządzania zasobami węgorka w Polsce.

Wody przybrzeżne (wody terytorialne i morskie wody wewnętrzne Polski) oraz przejściowe (Zalew Wiślany i Zalew Szczeciński) zostały, odpowiednio do zasięgu poszczególnych JZZW, włączone do zarządzania w PGZWP ze względu na ich znaczenie dla występowania węgorza. Również dane dotyczące połowów, zarybień i parametrów biologicznych stada węgorza pochodzącego z wód przybrzeżnych i przejściowych zostały użyte w opracowaniu modelu na potrzeby polskiego planu. Z tych względów nie ma zastosowania art. 8 ust. 1 rozporządzenia Rady (WE) nr 1100/2007.

Zgodnie z art. 6 ust. 1 i 2 rozporządzenia Rady (WE) nr 1100/2007, odpowiednie konsultacje odnośnie przygotowania wspólnych planów gospodarowania węgorzem zostały przeprowadzone ze stroną niemiecką i litewską. W przypadku Niemiec uzgodniono, że obecnie, z uwagi na brak czasu, każde z państw przygotowuje plan dla swojej części dorzecza Odry, a po trzech latach zostanie podjęta próba opracowania wspólnego planu. W przypadku Litwy – uzgodniono, że Polska opracuje swój plan dla dorzecza Wisły, włączając do tego polską część dorzecza Niemna. Trudności koordynacyjne z Rosją, uniemożliwiły terminowe przedstawienie wspólnego planu dla dorzecza Pregoły, dlatego też, dorzecze to i kilka mniejszych dorzeczy rzek transgranicznych leżących w obrębie Polski, zostały włączone do dorzecza Wisły. Z podobnych przyczyn nie udało się skonsultować planu z Białorusią.

Polska część dorzecza Łaby została pominięta w planie z uwagi na brak występowania w nich węgorza. Polskie części dorzecza Dniestru i Dunaju zostały wyłączone z planu, gdyż nie jest to obszar naturalnego występowania węgorza (zlewnia Morza Czarnego).

### 2.3 Podmioty odpowiedzialne za wdrożenie planu gospodarowania zasobami węgorza

Za wdrażanie i realizację działań przewidzianych w planie gospodarowania zasobami węgorza odpowiadają, w szczególności:

- **Minister właściwy do spraw rybołówstwa** (obecnie Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi), w którego kompetencji znajdują się między innymi sprawy rybactwa śródlądowego i racjonalnego gospodarowania żywymi zasobami morza;
- **Minister właściwy do spraw gospodarki wodnej** (obecnie Minister Środowiska), w którego kompetencji znajdują się między innymi sprawy kształtowania, ochrony i racjonalnego wykorzystywania zasobów wodnych;
- **Minister właściwy do spraw środowiska** (obecnie Minister Środowiska), w którego kompetencji znajdują się między innymi sprawy ochrony przyrody, a także ochrony i kształtowania środowiska oraz racjonalnego wykorzystywania jego zasobów;
- **Prezes Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (KZGW)** – centralny organ administracji rządowej, właściwy w sprawach gospodarowania wodami, nadzorowany przez ministra właściwego do spraw gospodarki wodnej i sprawujący nadzór nad dyrektorami regionalnych zarządów gospodarki wodnej;
- **Dyrektorzy regionalnych zarządów gospodarki wodnej (RZGW)** – organy administracji rządowej niezespółonej, podlegające Prezesowi KZGW, właściwe w sprawach gospodarowania wodami w ustanowionych w oparciu o podejście zlewniowe regionach wodnych (rys.4);

- **Marszałkowie województw i inne organy jednostek samorządu terytorialnego** – organy właściwe w sprawach gospodarowania wodami odpowiedzialne między innymi za wydawanie, cofanie i ograniczanie pozwoleń wodnoprawnych, kontrole prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej w obwodach rybackich oraz tworzenie, aktualizację i realizację wojewódzkich programów mających na celu ochronę i rozwój zasobów wodnych, w tym udrożnienie rzek dla migracji ryb. Podział kompetencji terytorialnej marszałków województw jest zgodny z wojewódzkim podziałem administracyjnym kraju (rys. 5);
- **Wojewodowie** – organy i zarazem zwierzchnicy rządowej administracji zespolonej w województwie, do których kompetencji należy między innymi nadawanie regulaminu Państwowej Straży Rybackiej (PSR). Regulamin określa szczegółową organizację i sposób działania PSR. Podział kompetencji terytorialnej jest analogiczny jak w przypadku marszałków województw (rys. 5);
- **Państwowa Straż Rybacka** – wyodrębniona jednostka organizacyjna podległa bezpośrednio wojewodzie, której zadaniem jest kontrola przestrzegania ustawy o rybactwie śródlądowym oraz przepisów wydanych na jej podstawie;
- **Dyrektorzy parków narodowych** – do których kompetencji należy między innymi sporządzanie projektu planu ochrony dla parku narodowego i realizacja ustaleń tego planu;
- **Okręgowi Inspektorzy Rybołówstwa Morskiego** – organy administracji rybołówstwa morskiego, odpowiedzialne za kontrolę rybołówstwa morskiego i podlegające ministrowi właściwemu do spraw rybołówstwa. Wykonują swoje zadania przy pomocy okręgowych inspektoratów rybołówstwa morskiego (**OIRM**);
- **Użytkownicy wód** – organy administracji publicznej będące użytkownikami wód oraz inne podmioty, w tym użytkownicy urządzeń wodnych oraz użytkownicy rybaccy;
- **Morski Instytut Rybacki w Gdyni (MIR) oraz Instytut Rybactwa Śródlądowego im. St. Sakowicza w Olsztynie (IRS)** – jednostki badawczo-rozwojowe odpowiedzialne między innymi za nadzór naukowy nad wdrażaniem planu gospodarowania zasobami węgorza.



JZZW Dorzecza Odry	JZZW Dorzecza Wisły
RZGW Szczecin	RZGW Gdańsk
RZGW Poznań	RZGW Warszawa
RZGW Wrocław	RZGW Kraków
RZGW Gliwice	

Rys. 4. Obszary działania Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (www.rdw.org.pl).



Rys. 5. Podział administracyjny Polski uwzględniający kompetencje terytorialne Urzędów Marszałkowskich i Wojewódzkich.



Rys. 6. Polskie wybrzeże Bałtyku z lokalizacją OIRM.

#### 2.4 Użytkownicy połowiąjący w wodach Polski

Na wszystkich śródlądowych wodach płynących, z wyjątkiem wód znajdujących się w granicach parków narodowych i rezerwatów przyrody, w których jest zabronione wykonywanie rybactwa, właściwi dyrektorzy RZGW ustanawiają obszary, zwane obwodami rybackimi. Podstawą uzyskania uprawnień na prowadzenie działalności rybackiej w obwodzie rybackim jest wygranie konkursu ofert na jego użytkowanie. Ze zwycięzcą konkursu dyrektor RZGW podpisuje wieloletnią umowę na oddanie w użytkowanie obwodu rybackiego.

Gospodarka rybacka w obwodzie rybackim prowadzona jest w oparciu o operat rybacki. Dokument ten zawiera szczegółowy opis planowanej gospodarki rybackiej wraz ze specyfikacją zarybnień. Operat rybacki wymaga uzyskania pozytywnej opinii uprawnionej do opiniowania jednostki. Ogółem w Polsce ustanowiono 2 370 obwodów rybackich, które są użytkowane przez około 800 podmiotów (prawnych i fizycznych).

Amatorski połów ryb w wodach śródlądowych jest możliwy w przypadku posiadania karty wędkarskiej lub karty łowiectwa podwodnego. Dokumenty te wydaje starosta, po złożeniu przez osobę zainteresowaną egzaminu ze znajomości ochrony i połowu ryb przed komisją powołaną przez społeczną organizację amatorskiego połowu ryb. Ponadto uprawiający amatorski połów ryb winien posiadać zezwolenie uprawnionego do rybactwa na połów ryb.

Wykonywanie rybołówstwa morskiego odbywa się przy użyciu statku rybackiego wpisanego do rejestru statków rybackich, posiadającego licencję połowową oraz specjalne zezwolenie połowowe na dany rok kalendarzowy. Specjalne zezwolenie połowowe wydaje:

- minister właściwy do spraw rybołówstwa – na połowy w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej, na morzu terytorialnym, w Zatoce Puckiej i w Zatoce Gdańskiej oraz poza polskimi obszarami morskimi;

- właściwy okręgowy inspektor rybołówstwa morskiego – na połowy w Zalewie Wiślanym, w Zalewie Szczecińskim, na obszarze Zalewu Kamieńskiego i Jeziora Dąbie.

Połowy w celach sportowo-rekreacyjnych w polskich obszarach morskich mogą być prowadzone po uzyskaniu sportowego zezwolenia połowowego. Zezwolenie takie wydaje okręgowy inspektor rybołówstwa morskiego lub upoważnieni przez niego inspektorzy OIRM. Zezwolenie jest ważne na cały obszar polskiej strefy ekonomicznej.

### 3. Habitaty węgorza w Polsce

Naturalnymi habitatami węgorza w Polsce są niemal wszystkie typy wód (tabela 1). Zróżnicowane jest jedynie ich znaczenie dla występowania węgorza. Najmniejsze dla bytowania węgorza znaczenie mają rzeki, które stanowią korytarze dla migracji żerowiskowych i tarłowych (spływu węgorki srebrzystych). Najważniejszymi habitatami dla węgorki były i są wody przejściowe (Zalew Wiślan i Zalew Szczeciński) oraz jeziora położone w grupach pojezierzy w północnej części Polski.

Tabela 1. Powierzchnia (ha) jednolitych części wód w JZZW

Rodzaje wód	JZZWD Odry	JZZWD Wisły	Razem Polska
<b>Rzeki, szerokość &gt; 3 m</b>	-	-	<b>134 700*</b>
<b>Jeziora, powierzchnia &gt; 1 ha</b>	163 000	118 400	<b>281 400</b>
<b>Zbiorniki zaporowe</b>	16 000	32 000	<b>48 000</b>
<b>Wody przejściowe</b>	45 700	32 800	<b>78 500</b>
<b>Wody morskie **</b>	<b>646 450</b>	<b>344 100</b>	<b>990 550</b>

\* km długości

\*\* do wód morskich zaliczono Zatokę Gdańską wewnętrzną, która nominalnie należy do morskich wód wewnętrznych

#### 3.1 Rzeki

Polska leży w zlewisku trzech mórz: Morza Bałtyckiego – 99,7% powierzchni Polski, Morza Czarnego (dorzecza Dniestru i Dunaju) i Morza Północnego (dorzecze Łaby). Największą rzeką jest Wisła. Jej zlewnia zajmuje 55,7% powierzchni Polski. Druga duża rzeka to Odra (33,9%). Teren odwadniany przez rzeki przy morskie zajmuje 9,3%.

#### 3.2 Jeziora

Jeziora zajmują około 0,8-0,9% całkowitej powierzchni Polski, licząc akweny o powierzchni ponad 1 ha jest ich łącznie 7085 (Choiński 2006), zaś, powierzchnia łączna szacowana jest na około 281 tys. ha. W tabeli 2 przedstawiono zróżnicowanie powierzchniowe jezior w Polsce.

Tabela 2. Zróżnicowanie powierzchniowe jezior w Polsce (Szczerbowski 2005).

Zakres powierzchni [ha]	Liczba jezior [szt.]	Udział [%]	Powierzchnia [ha]	Udział [%]
1 – 5	3115	44,0	7121	2,5
5 – 10	945	13,3	6508	2,3
10 – 20	1048	14,8	14305	5,1
20 – 50	981	13,8	30783	11,1
50 – 100	492	7,0	33875	12,0
100 – 1000	476	6,7	116616	41,5
ponad 1000	28	0,4	71792	25,5



Rys. 7. Mapa konturowa głównych pojezierzy w Polsce.

Niemal połowa liczby jezior w Polsce nie przekracza powierzchni 5 ha, zaś zbiorniki największe, o powierzchni ponad 1000 ha stanowią jedynie 0,4% całkowitej liczby jezior. Akweny te zajmują jednak ponad 25% całkowitego arealu jezior w Polsce. Największe jeziora w Polsce – Śniardwy i Mamry – zajmują powierzchnię ponad 10 tys. ha.

Polskie jeziora nie należą do jezior głębokich, tylko w nielicznych przypadkach ich głębokość przekracza 50m, zaś tylko jedno (Hańcza) przekracza 100 m głębokości.

Większość jezior Polski jest pochodzenia polodowcowego. Największe zgrupowania jezior znajdują się na północy kraju, na północ od linii zasięgu zlodowacenia bałtyckiego, na obszarach pojezierzy: Pomorskiego, Mazurskiego i Wielkopolskiego (rys. 7). Powierzchnię i liczbę jezior w zależności od rejonów pojeziernych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Powierzchnia i liczba jezior w Polsce według Choińskiego (2006)

Rejon	Liczba jezior [szt.]	Powierzchnia [ha]
<b>Pojezierze Pomorskie</b>	3385	<b>104 219</b>
<b>Pojezierze Mazurskie</b>	2061	<b>130 481</b>
<b>Pojezierze Wielkopolsko-Kujawskie</b>	1347	<b>42 053</b>
<b>Jeziora na południe od linii zasięgu zlodowacenia bałtyckiego</b>	<b>292</b>	<b>4 246</b>

Odrębnym typem jezior, a przy tym ważnymi habitatami węgorza w Polsce, są jeziora przymorskie, powstałe w wyniku odcięcia mierzejami wód zatok Bałtyku. Są to jeziora o dużej powierzchni i niewielkiej głębokości, z reguły bezpośrednio połączone ciekami z morzem. Najważniejsze i największe z nich to jeziora: Łebsko, Gardno, Sarbsko, Wicko, Jamno, Bukowo, Kopań i Resko Przymorskie.

### 3.3 Zbiorniki zaporowe

Zbiorniki zaporowe stanowią niewielki udział w systemie wodnym Polski. Większość z ponad 50 zbiorników o łącznej powierzchni 480 km<sup>2</sup> znajduje się w południowej części kraju i została zbudowana w dolinach rzek górskich. Są to najczęściej akweny typu chłodnego lub umiarkowanie chłodnego. Warunki klimatyczne i hydrologiczne tych zbiorników warunkują prowadzenie gospodarki rybackiej opartej głównie na gatunkach lososiowatych. Nieliczne zbiorniki zaporowe usytuowane w rejonach nizinnych mają wiele cech wspólnych z naturalnymi jeziorami przepływowymi, dzięki czemu prowadzona na nich gospodarka rybacka wykorzystuje większą liczbę gatunków ryb, takich jak płoć, leszcz, okoń, sandacz, szczupak i węgorz.

### 3.4. Charakterystyka habitatów poszczególnych JZZW

#### JZZWD Odry

Do jezior o dobrej jakości wód (I i II klasa czystości) zaliczono w 2006 r. 47% analizowanych zbiorników, a do jezior o wodach silnie zeutrofizowanych (III klasa i jeziora pozaklasowe) 53%. (Cydzik i in. 2007). Wartości najistotniejszych wskaźników eutrofizacji wód w grupie 49 jezior zbadanych w 2006 r. w dorzeczu Odry przedstawiają się następująco:

- fosfor całkowity (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 0,015 – 0,503 mgP/l, wartość średnia 0,092 mgP/l, w 78% jezior wartości nie przekraczają 0,100 mgP/l (czyli wartości średniej w jeziorach Polski);
- azot całkowity (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 0,36 – 6,12 mgN/l, wartość średnia 1,82 mgN/l, w 63% jezior wartości nie przekraczają 1,70 mgN/l, czyli wartości średniej dla jezior w kraju;
- chlorofil „a” (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 3,4 – 307,7 mg/m<sup>3</sup>, wartość średnia 42,1 mg/m<sup>3</sup>, w 65% jezior stężenia chlorofilu są mniejsze od 30,0 mg/m<sup>3</sup>, tj. od wartości średniej dla jezior Polski;
- przezroczystość wód mierzona widzialnością krążka Secchiego (wartość średnia z wiosny i lata): zakres wartości wynosi 5,0 – 0,4 m, wartość średnia 1,8 m, w 41% jezior przezroczystość jest większa od 1,8 m (czyli od średniej dla jezior w kraju).

Żadna badana w 2006 r. w ramach monitoringu rzeka nie miała I klasy jakości wody, przeważały wody zaliczane do III i IV klasy (GIOS 2007).

Zalew Szczeciński ma łączną powierzchnię 911,8 km<sup>2</sup>, z czego polska część to 457,3 km<sup>2</sup>. Granica państwowa pomiędzy Niemcami i Polską przebiega z północy na południe i dzieli ten akwen na dwie części: zachodnią – Mały Zalew i wschodnią – Wielki Zalew. Akwen ten charakteryzuje się specyficzną hydrochemią wód, która kształtuje się pod wpływem dopływu wód śródlądowych i wymiany wód z morzem. Napływ wody z Bałtyku uzależniony jest od kierunku i szybkości wiatru, stanu morza, ciśnienia atmosferycznego i poziomu wody w Zalewie. Na polskiej części Zalewu przebiega tor wodny prowadzący ze Świnoujścia do Szczecina. Tor wodny wywiera bardzo istotny wpływ na wymianę wód pomiędzy Wielkim Zalewem i Zatoką Pomorską. Głównym dopływem Zalewu jest Odra. Odpływ wód z Zalewu odbywa się trzema cieśninami: Świną i Dziwną do Zatoki Pomorskiej oraz Pianą do Zatoki Greifswaldzkiej.

Strefa przybrzeżna ICES 24 to Zatoka Pomorska, która stanowi część estuarium Odry. Akwen ten charakteryzuje się zmiennymi warunkami hydrochemicznymi, wywołanymi wzajemnym oddziaływaniem wód śródlądowych i morskich.

Strefa przybrzeżna ICES 25 stanowi stosunkowo jednorodne środowisko 12-milowej strefy brzegowej o dnie piaszczystym, wystawionym na silne oddziaływanie wiatru i falowania, oraz miejscowo występującym zjawiskiem upwellingu (wynoszenie z głębiny ku brzegowi zimnych mas wody w okresie letnim).

#### JZZWD Wisły

Do jezior o dobrej jakości wód (I i II klasa czystości) zaliczono 36% analizowanych w 2006 r. zbiorników, a do jezior o wodach silnie zeutrofizowanych (III klasa i jeziora pozaklasowe) 64% (Cydzik i in. 2007). Charakterystykę najistotniejszych wskaźników eutrofizacji wód grupy 58 jezior badanych w 2006 r. na obszarze dorzecza Wisły przedstawiono poniżej:

- fosfor całkowity (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 0,010 – 0,373 mgP/l, wartość średnia 0,077 mgP/l, w 83% jezior zawartości fosforu w wodach są mniejsze od 0,100 mgP/l, czyli od średniej dla jezior Polski;
- azot całkowity (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 0,59 – 6,40 mgN/l, wartość średnia 2,03 mgN/l, w 52% jezior zawartości azotu są mniejsze od 1,70 mgN/l, czyli od średniej dla jezior w kraju;
- chlorofil „a” (wartość średnia z wiosny i lata, warstwa powierzchniowa): zakres wartości wynosi 2,8 – 143,3 mg/m<sup>3</sup>, wartość średnia 32,4 mg/m<sup>3</sup>, w 67% jezior stężenia chlorofilu nie przekraczają 30,0 mg/m<sup>3</sup>;
- widzialność krążka Secchiego (wartość średnia z wiosny i lata): zakres wartości wynosi 5,8 – 0,5 m, wartość średnia 1,5 m, w 21% jezior wartości są większe od 1,8 m (czyli od średniej przezroczystości wód jezior polskich).

Żadna badana w 2006 r. w ramach monitoringu rzeka nie miała I klasy jakości wody, przeważały wody zaliczane do III i IV klasy (GIOS 2007).

Zalew Wiślany jest największym słonawowodnym, silnie zeutrofizowanym zbiornikiem przybrzeżnym południowego Bałtyku. Powierzchnia Zalewu wynosi 838 km<sup>2</sup>, największa długość 91 km, średnia szerokość 9,5 km, a średnia głębokość 2,8 m. Obszar Zalewu w granicach Polski wynosi 328 km<sup>2</sup>. Zalew Wiślany jest zbiornikiem silnie przekształconym wskutek



działalności hydrotechnicznej. Wskutek powodzi w 1895 roku wody Wisły skierowano tzw. przekopem Wisły Śmiałej bezpośrednio do Zatoki Gdańskiej, a następnie w 1914 r. odnogę Wisły – Nogat – odcięto systemem śluz od głównego nurtu. W efekcie ze zbiornika słodkowodnego o dużej dynamice spływu Zalew Wiślany stał się zbiornikiem słonawowodnym, połączonym z Zatoką Gdańską Cieśniną Piławską, położoną na terytorium Rosji. Zmiany te istotnie wpłynęły na występowanie węgorza w Zalewie Wiślanym.

Wody Zatoki Gdańskiej zaliczane do morza terytorialnego Polski można podzielić na Zatokę Pucką oraz Zatokę Gdańską wewnętrzną. Zatoka Pucka jest zróżnicowana pod względem morfologicznym na płytką, o małej objętości wody Zatokę Pucką wewnętrzną (powierzchnia 104 km<sup>2</sup>) oddzieloną od części zewnętrznej grzbietem. Stosunkowo niska dynamika wody oraz silna eutrofizacja związana ze spływem biogenów i zanieczyszczeń z lądu spowodowały silną degradację ekosystemu Zatoki Puckiej w latach 70. i 80. XX wieku. Wewnętrzna Zatoka Gdańska, szczególnie na wschód od ujścia Wisły stanowi stosunkowo jednorodne środowisko z dnem piaszczystym, wystawionym na silne oddziaływanie wiatru i falowania

#### 4. Opis i analiza obecnej sytuacji populacji węgorza w wodach Polski

Populacja węgorza w Polsce nie jest jednorodna, ponieważ gatunek ten zasiedla różne typy habitatów. Obecnie występujący węgorz pochodzi przede wszystkim z intensywnych zarybień prowadzonych w XX wieku. Naturalne uzupełnienie odgrywa prawdopodobnie niewielką rolę w kształtowaniu populacji. Monitoring występowania węgorzy prowadzony obecnie na rzekach uchodzących bezpośrednio do Morza Bałtyckiego potwierdził niewielkie ilości narybku węgorza występującego, o znacznie wyższej długości i masie, niż narybek występujący obserwowany w latach 50. XX wieku. Największą przeszkodą, która już od początku XX wieku utrudnia, a nawet uniemożliwia naturalne rozprzestrzenianie się węgorza w wodach na terenie Polski są budowle hydrotechniczne.

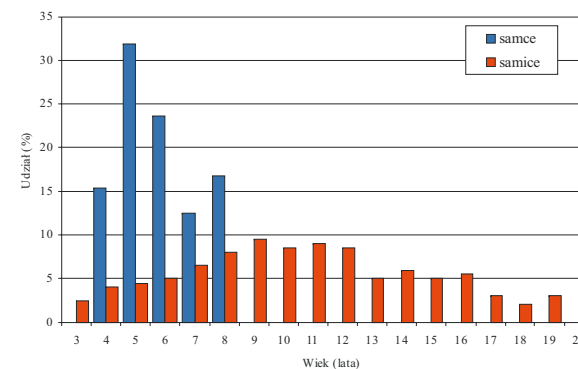
Zróżnicowanie parametrów populacji węgorza jest uzależnione od typu habitatu. Ponieważ obydwie jednostki zarządzania zasobami węgorza charakteryzują się podobnymi typami habitatów (rzeki, jeziora, jeziora przybrzeżne), charakterystykę populacji podano łącznie dla wód śródlądowych obydwu JZZW, a oddzielnie dla wód morskich obydwu JZZW – Zalewu Szczecińskiego (dorzecze Odry) i Zalewu Wiślanego (dorzecze Wisły).

##### 4.1. Wody śródlądowe (JZZWD Odry i Wisły)

W wodach śródlądowych polskich występują dwie formy morfologiczne węgorzy: wąsko- (ok. 56% populacji) i szeroko- (ok. 44% populacji). Formy te różnią się nieznacznie tempem wzrostu, a ich występowanie uzależnione jest od typu habitatu i dostępności pokarmu. Samice osiągają wiek maksymalnie 22 lat a samce 8 lat (rys. 8). Udział samców stanowi około 1% całej populacji i 3% w grupie osobników o długości ciała Lt do 46 cm.

Początkowy okres bytowania węgorzy w wodach śródlądowych charakteryzuje się szybkim przyrostem liniowym. Przyrosty w granicach 4,6 cm/rok węgorze osiągają w pierwszych siedmiu latach, z maksymalnym przyrostem ponad 5 cm w pierwszym lub drugim roku. W kolejnych latach przyrost długości ciała systematycznie maleje, aż do zatrzymania włącznie. W tym okresie węgorze znacząco zwiększają swoją masę. Stosunek masy do długości ciała ryb określony współczynnikiem kondycji *K* (Fultona) kształtuje się w szerokim zakresie i przyjmuje wartości od 0,1 do 0,25. Przy tak dużym zróżnicowaniu masa osobników o tej samej długości ciała może różnić się dwukrotnie. Podstawowe parametry opisujące populację węgorzy (samiec) z wód śródlądowych Polski:

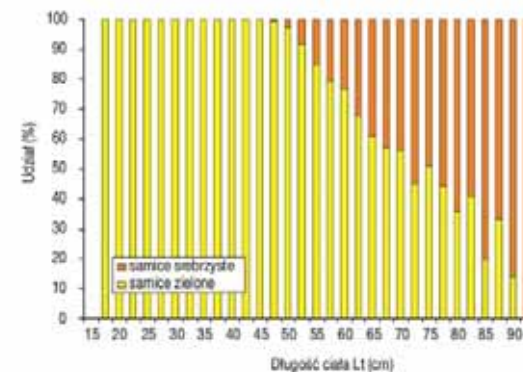
- (i) parametry wzrostu dla równania von Bertalanffy  $L_{\infty}=93.06$ ,  $K=0,0717$ ,  $t_0= 0,1859$ .
- (ii) współczynniki równania zależności masy od długości ryby  $a = 0,0011$   $b = 3,1023$ .



Rys. 8. Rozkład wieku samców i samic węgorza w wodach śródlądowych.

Proces dojrzewania płciowego samic następuje po osiągnięciu minimalnej wielkości, 47 cm długości i 175 g masy ciała. Udział samic srebrzystych wzrasta wraz z wielkością ryb w tempie 2% na 1 cm przyrostu ciała ( $L_t > 47$  cm) (rys. 9) (Robak 2005). Średnia długość ciała samic srebrzystych wynosi 64,6 cm, a masa 468 g. Stan dojrzałości płciowej mierzony indeksem Pankhursta jest porównywalny we wszystkich grupach wielkościowych i przybiera wartości  $9,0 > I > 6,5$ , co odpowiada średnicy oocytu 0,8 mm, w III stadium rozwoju gonad.

Maksymalne rozmiary wysrebrzonych samców wynoszą dla wód obu dorzeczy 46,0 cm długości i 155 g masy ciała.

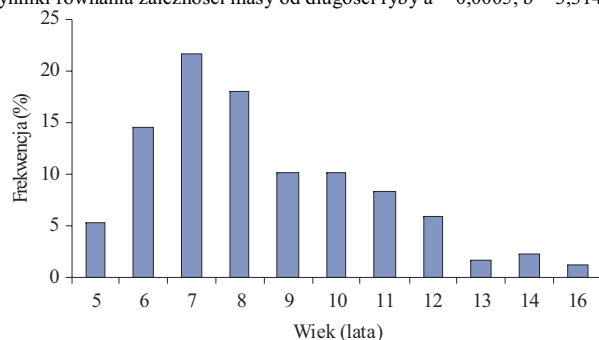


Rys. 9. Udział procentowy samic żółtych i srebrzystych w klasach długości ciała (stadium dojrzałości płciowej określono na podstawie indeksu oka wg Pankhursta 1982).

#### 4.2 Zalew Szczeciński (JZZWD Odry)

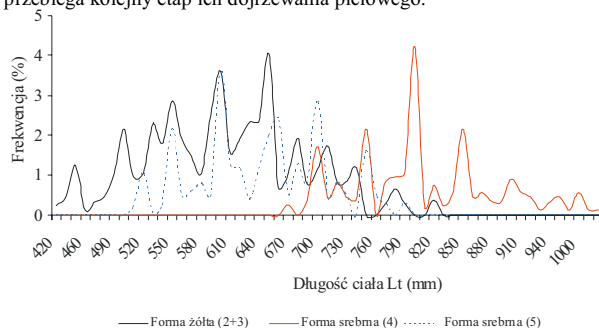
Średnia długość łowionych ryb wynosi 66,1 cm. Udział samców w populacji jest nieznaczny (do 1%). Głównym składnikiem połowów były węgorze w klasach długości 50-70 cm należące do 7-8 grupy wieku (rys. 10). Tempo wzrostu jest wysokie, średnie przyrosty roczne wynoszą 65,6 mm. Podstawowe parametry opisujące populację węgorzy (samiec) z Zalewu Szczecińskiego to:

- (i) parametry wzrostu dla równania von Bertalanffy  $L_{\infty}=102$   $K=0,135$ ,  $t_0=0,641$
- (ii) współczynniki równania zależności masy od długości ryby  $a=0,0005$ ,  $b=3,3144$



Rys. 10. Procentowy udział węgorzy z Zalewu Szczecińskiego w poszczególnych grupach wiekowych.

Na podstawie wyników indeksu wysrebrzania (Durif i in. 2005) oraz tempa wzrostu stwierdzono niejednorodność populacji migrujących ryb Zalewu Szczecińskiego. Węgorze w 5 stadium metamorfozy wykazywały odmienne tempo wzrostu, przez co ich rozkład długości oscylował w granicach właściwej Zalewowi Szczecińskiemu populacji ryb żółtych (rys. 11). Węgorze w stadium 4 miały średnio 80 cm, powyżej tej wartości nie oznaczono ryb w 5 stadium. Należy więc sądzić, iż węgorze Zalewu Szczecińskiego w 4 stadium wywędrowują na pełne morze i tam przebiega kolejny etap ich dojrzewania płciowego.

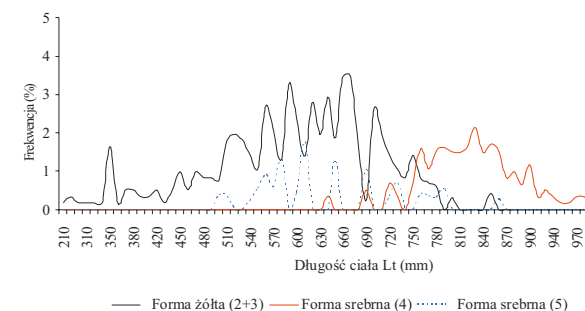


Rys. 11. Frekwencja długości poszczególnych form węgorzy z Zalewu Szczecińskiego.

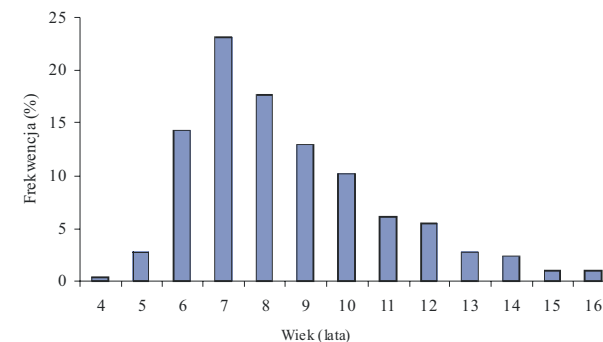
#### 4.3. Zalew Wiślaný (JZZWD Wisły)

Populacja występująca na Zalewie Wiślanym jest stosunkowo jednorodna. Występuje w niej niemal wyłącznie forma wąskogłowa. Średnia długości łowionych ryb wynosi 67,7 cm. Udział samców w populacji jest nieznaczny (do 1%). Głównym składnikiem połowów są węgorze w klasach długości 50 – 70 cm (rys. 12) należące do 7-8 grupy wieku (rys. 13). Forma srebrna węgorzy (samice) odróżnia się od węgorzy zielonych długością ciała (powyżej 70 cm). Tempo wzrostu jest wysokie, średnie przyrosty roczne oszacowano na 72,8 mm. Podstawowe parametry opisujące populację węgorzy (samiec) z Zalewu Wiślanego:

- (i) parametry wzrostu dla równania von Bertalanffy  $L_{\infty}=111,7$ ,  $K=0,116$ ,  $t_0=-0,459$ .
- (ii) współczynniki równania zależności masy od długości ryby  $a=0,0008$ ,  $b=3,3120$



Rys. 12. Frekwencja długości poszczególnych form węgorzy z Zalewu Wiślanego (2006-2008).



Rys. 13. Rozkład wieku węgorzy z Zalewu Wiślanego.

## 5. Połowy rybackie i rekreacyjne

### 5.1. Cechy wspólne połowów dla obydwu JZZW

W obydwu JZZW nakład połowowy, sprzęt połowowy i regulacje prawne są podobne. Do najczęściej stosowanych grup narzędzi połowowych zaliczamy:

- narzędzia pułapkowe – żaki, mieroże, kozaki, ustawiane w strefie spokojnej wody mają wiele lokalnych modyfikacji dotyczących zarówno budowy matni, jak i systemu naprowadzającego do niej ryby (skrzydeł). Jedyną cechą narzędzi pułapkowych, którą wymuszają odpowiednie przepisy zarówno na wodach śródlądowych jak i morskich jest minimalny dopuszczalny wymiar oczka w matni (tabela 4). Na Zalewie Szczecińskim i na Zalewie Wiślanym wprowadzono dodatkowe środki ochrony, tzw. sита selekcyjne instalowane w ostatniej komorze żaków (fot. 1);

Tabela 4. Minimalne wymiary oczek dozwolone w żakach

	Minimalny wymiar oczka w matni [mm]	Sita selekcyjne
Morze Bałtyckie ICES 26	16	NIE
Zalew Wiślany	16	TAK
Zalew Szczeciński	14	TAK
Wody śródlądowe	12	NIE



Fot. 1. Żak z zainstalowanym sitem selekcyjnym (Zalew Wiślany).

- narzędzia ciągnięte – niewody, przywłoki, tuki;
- narzędzia przegradzające – ruchome (przestawy sieciowe) i stałe (węgornie – fot. 2) miejsca odłowu na ciekach i kanałach. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, całkowite przegradzenie cieku jest możliwe tylko poza szlakami wodnymi i wymaga zezwolenia starosty;



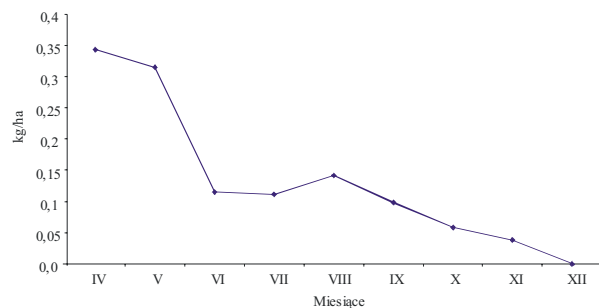
Fot. 2. Węgorń na rzece Węgorapie w JZZWD Wisły.

- narzędzia elektryczne – spalinowe agregaty prądotwórcze oraz zestawy plecakowe do połowów w mniejszych ciekach;
- narzędzia haczykowe – sznury i haki węgorzowe. Podstawowym narzędziem stosowanym do tego typu połowów jest sznur denny, składający się z jednego długiego (100-200 m) mocnego sznurka głównego, od którego odchodzą cieńsze, krótsze (1,0 m) sznurki, z umocowanymi na końcach haczykami.

Sezon połowowy możemy podzielić zgodnie z porami roku na trzy okresy:

- wiosennego spływu węgorza (dotyczy głównie wód śródlądowych – rys. 14),
- letniego żerowania węgorza,
- jesiennego spływu węgorza (dotyczy głównie wód morskich i przymorskich).

Wymiary ochronne (minimalne rozmiary ryb dopuszczonych do połowu i wyładunku) podane są w tabeli 5. Najwyższy wymiar ochronny  $L_t < 50$  cm, został ustanowiony na polskiej części Zalewu Wiślanego.



Rys. 14. Średnia wydajność odłowów węgorza [kg/ha] w poszczególnych miesiącach w latach 2004-2006 w wybranych gospodarstwach rybackich w JZZWD Wisły i Odry.

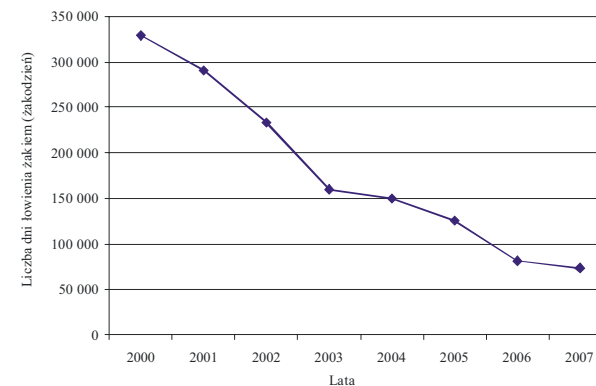
Tabela 5. Wymiary ochronne węgorza – stan prawny na 10.06.2008 r.

Obszar	Wymiar ochronny Lt< (cm)
<b>Podobszary ICES 22-32</b>	35,0
<b>Morskie wody wewnętrzne</b>	40,0
<b>Zalew Szczeciński i wody przyległe</b>	
<b>Morskie wody wewnętrzne w granicach portów morskich Darłowo, Dźwirzyno, Kołobrzeg, Łeba, Rowy, Ustka</b>	40,0
<b>Morskie wody wewnętrzne – obszar wód Zatoki Gdańskiej wewnętrznej</b>	35,0
<b>Morskie wody wewnętrzne – Zalew Wiślany</b>	50,0
<b>Wody śródlądowe Polski</b>	40,0

W Polsce brak jest dokładnych danych dotyczących liczby i rodzaju stosowanych rybackich narzędzi połowowych oraz użytkowanych łodzi rybackich na wodach śródlądowych. Nie istnieje również system zbierania tego typu danych statystycznych.

Rybolówstwo w wodach przybrzeżnych i przejściowych jest limitowane pod względem ilości jednostek oraz maksymalnej ilości sprzętu. Węgorze poławiane są praktycznie wyłącznie przez jednostki do 12 m długości w rejonie do 12 mil od brzegu. W specjalnym zezwoleniu połowowym określane są rodzaje oraz ilości użytkowanych narzędzi połowowych.

Nakład połowowy w strefie przybrzeżnej Polski uległ poważnej redukcji ze względu na złomowanie statków rybackich finansowane z Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybolówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006”. W segmencie łodzi do 12 metrów długości zezłomowano ok. 25% jednostek, ale w przypadku Zalewu Wiślanego niemal 50%, co spowodowało duży spadek wydatkowanego nakładu połowowego narzędziami pułapkowymi (rys. 15).



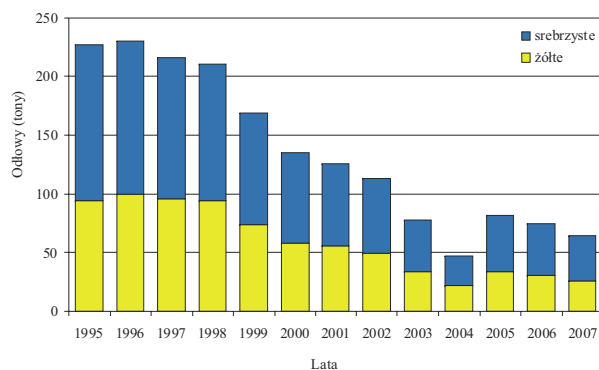
Rys. 15. Wartość nakładu połowowego na narzędzia pułapkowe na Zalewie Wiślanym

Wielkość połowów rekreacyjnych węgorza określono w zależności od tego, czy są one dokonywane w wodach użytkowanych przez Polski Związek Wędkarski, czy jeziorowe gospodarstwa rybackie. Okręgi Polskiego Związku Wędkarskiego, w których większa część presji wędkarskiej jest skierowana na rzeki i zbiorniki zaporowe umownie określono jako „rzeczne”, natomiast okręgi, gdzie większa część presji wędkarskiej jest skierowana na jeziora zaliczono do okręgów „jeziorowych”. Obliczono średnie wielkości odłowów węgorza przypadające na 1 wędkarza łowiącego w wodach Polskiego Związku Wędkarskiego oraz w wodach jeziorowych gospodarstw rybackich. Następnie wyniki ekstrapolowano na całkowitą liczbę członków w okręgach Polskiego Związku Wędkarskiego oraz na całkowitą liczbę sprzedanych zezwoleń (licencji) na wędkowanie w jeziorach użytkowanych przez gospodarstwa rybackie. Połowy rekreacyjne na wodach morskich są niewielkie i wobec braku stosownych danych trudne do oszacowania.

## 5.2 JZZWD Odra

Połowy rybackie węgorzy w dorzeczu Odry wykazują trend spadkowy. Obecnie oscylują na poziomie 70 ton (rys. 16). Udział węgorzy srebrnych w połowach jest większy niż węgorzy złotych (60 : 40%).

Użytkowany nakład połowowy w wodach śródlądowych został oszacowany na poziomie 250 łodzi rybackich, 1000 szt. narzędzi pułapkowych, 50 narzędzi ciągnionych i 120 przestaw na ciekach (tabela 6).



Rys. 16. Roczne odłowy węgorza żółtego i srebrzystego w JZZWD Odry (włącznie ze strefą przybrzeżną).

Tabela 6. Charakterystyka nakładu połowowego w wodach śródlądowych JZZWD Odry

Rodzaj narzędzi	Udział narzędzi w odłowach węgorza [%]	Szacunkowa intensywność użytkowania [szt./ 100 ha jezior]
Pułapkowe	4	1,14
Ciągnione	2	0,06
Przestawy na ciekach	72	0,14
Elektryczne	15	Brak danych
Haczykowe	7	Brak danych

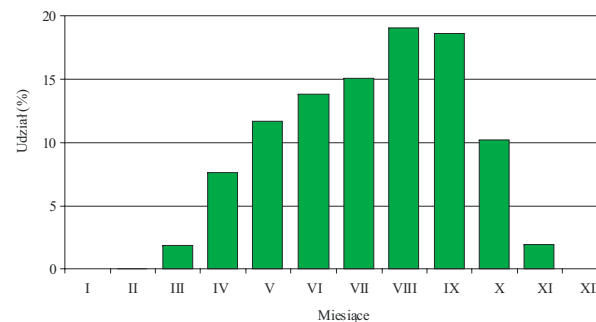
W wodach przybrzeżnych węgorz stanowi najczęściej przyłów przy połowach innych gatunków. Całkowity nakład połowowy jest limitowany liczbą licencjonowanych jednostek, a w przypadku Zalewu Szczecińskiego – również ilością narzędzi pułapkowych i haczykowych.

Według stanu na 31.12.2007 r. nakład połowowy kształtował się następująco:

- Zalew Szczeciński – 109 jednostek z licencją i specjalnym zezwoleniem połowowym, 1883 końcówek żaków, 184 szt. alhamów, 940 mierzoży węgorzowych i 67 000 szt. haków;
- strefa przybrzeżna ICES 24 – 101 łodzi zarejestrowanych w bazach podlegających OIRM Szczecin. Z tej liczby w 2007 r. tylko 7 łodzi raportowało wyładunki węgorza przy użyciu sznurów haczykowych.
- strefa przybrzeżna ICES 25 – 119 łodzi zarejestrowanych w bazach podlegających OIRM Szczecin. Z tej liczby w 2007 r. tylko 10 łodzi raportowało wyładunki węgorza przy użyciu sznurów haczykowych.

Na Zalewie Szczecińskim ponad 99% węgorzy poławianych jest przy użyciu narzędzi pułapkowych. Pod względem udziału w liczbie i masie całkowitego połowu ryb poszczególnymi narzędziami węgorz stanowi jedynie 1-2%. W strefie przybrzeżnej ICES 24 i 25 połowy węgorza

w niemal 100% pochodzą ze sznurów haczykowych. Największe połowy rejestruje się w sezonie letnim i jesiennym (rys. 17).



Rys. 17. Sezonowość połowów węgorzy w strefie przybrzeżnej JZZW Odry.

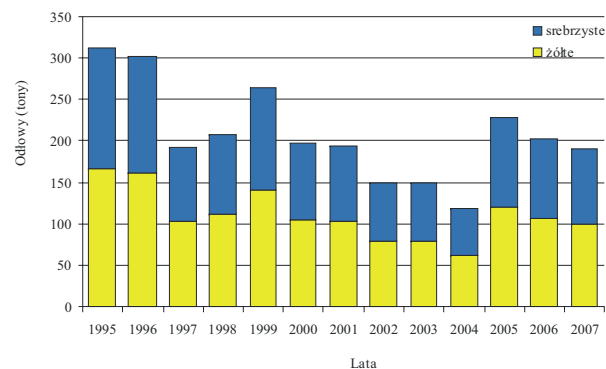
### Połowy rekreacyjne

Odłowy węgorzy na wodach użytkowanych przez Polski Związek Wędkarski różnią się w okręgach „jeziorowych” (119 857 wędkarzy x 0,30 kg = 36 ton) i „rzecznych” (97 686 wędkarzy x 0,04 kg = 3,9 ton). W jeziorach użytkowanych przez gospodarstwa rybackie wydano 24 053 zezwoleń (licencji) całorocznych, 12 038 zezwoleń sezonowych i 23 670 zezwoleń jednodniowych. Całkowite wędkarskie odłowy węgorza w wodach użytkowanych przez okręgi Polskiego Związku Wędkarskiego wynoszą rocznie 39,9 ton, natomiast w wodach użytkowanych przez jeziorowe gospodarstwa rybackie 66,4 tony, co daje całkowity odłów węgorza w JZZW Odry na poziomie około 106 ton rocznie.

### 5.3. JZZWD Wisły

Połowy komercyjne węgorzy w dorzeczu Wisły oscylują na poziomie 200 ton (rys. 18). Udział węgorzy żółtych i srebrnych w połowach jest niemal równy.

Użytkowany nakład połowowy w wodach śródlądowych został oszacowany na poziomie 470 łodzi rybackich, 4200 szt. narzędzi pułapkowych, 120 narzędzi ciągnionych i 500 przestaw na ciekach. Najważniejszymi są narzędzia pułapkowe: żaki, kozaki i mierzoże (tab. 7).



Rys. 18. Roczne odłowy (tony) węgorza żółtego i srebrzystego w dorzeczu Wisły (z uwzględnieniem strefy przybrzeżnej)

Tabela 7. Charakterystyka nakładu połowowego w wodach śródlądowych JZZWD Wisły

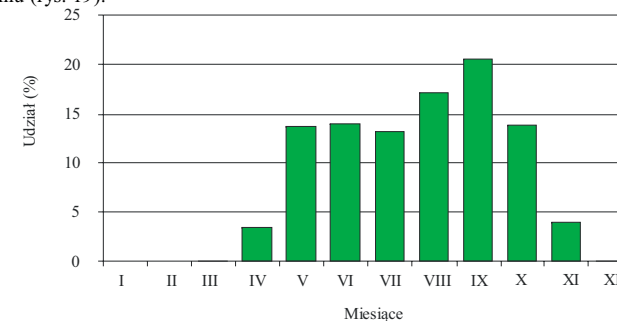
Rodzaj narzędzi	Udział narzędzi w odłowach węgorza [%]	Szacunkowa intensywność użytkowania [szt./ 100 ha jezior]
Pułapkowe	44	2,66
Ciągnięte	23	0,07
Przestawy na ciekach	21	0,32
Elektryczne	1	Brak danych
Haczykowe	11	Brak danych

W wodach przybrzeżnych węgorz stanowi najczęściej przyłów przy połowach innych gatunków ryb. Całkowity nakład połowowy jest limitowany liczbą licencjonowanych jednostek, a w przypadku Zalewu Wiślanego – również ilością narzędzi pułapkowych i haczykowych. Według stanu na 31.12.2007 r. nakład połowowy kształtował się następująco:

- Zalew Wiślany – 64 łodzi dysponujących 3 072 zestawami żaków (w każdym zestawie 2 końcówki), 20 000 szt. haków.
- strefa przybrzeżna ICES 26 – 203 łodzi zarejestrowanych w bazach podlegających OIRM Gdynia. Z tej liczby w 2007 r. 59 łodzi raportowało wyładunki węgorza przy użyciu narzędzi pułapkowych i sznurów haczykowych.

Na Zalewie Wiślanym ok. 93% połowów węgorza pochodzi z narzędzi pułapkowych. Pod względem ilości i masy węgorz stanowi jedynie 1-5% całkowitego połowu ryb tymi narzędziami. W strefie przybrzeżnej ICES 26 (wraz z wewnętrzną Zatoką Gdańską) węgorze łowi się w większości (55%) narzędziami pułapkowymi, gdzie podobnie jak na Zalewie Wiślanym, stanowi on nieznaczny pod względem ilości przyłów, jednak większą rolę odgrywają sznury haczykowe

(35%). Połowy są rejestrowane stosunkowo równomiernie od maja do października, ze szczytem we wrześniu (rys. 19).



Rys. 19. Sezonowość połowów węgorzy w strefie przybrzeżnej JZZWD Wisły.

### Połowy rekreacyjne

Odłowy węgorzy na wodach użytkowanych przez Polski Związek Wędkarski różnią się w okręgach „jeziorowych” (74 754 wędkarzy x 0,22 kg = 16,4 ton) i „rzecznych” (266 797 wędkarzy x 0,033 kg = 8,8 ton). W jeziorach użytkowanych przez gospodarstwa rybackie wydano 17 580 zezwoleń (licencji) całorocznych, 30 591 zezwoleń sezonowych i 64 071 zezwoleń jednodniowych. Całkowite wędkarskie odłowy węgorza w wodach użytkowanych przez okręgi Polskiego Związku Wędkarskiego wynoszą 25,3 tony, natomiast w wodach użytkowanych przez jeziorowe gospodarstwa rybackie 80,4 tony, co daje całkowity odłów węgorza w JZZWD Wisły na poziomie około 106 ton rocznie.

### 6. Śmiertelność pozapółowowa

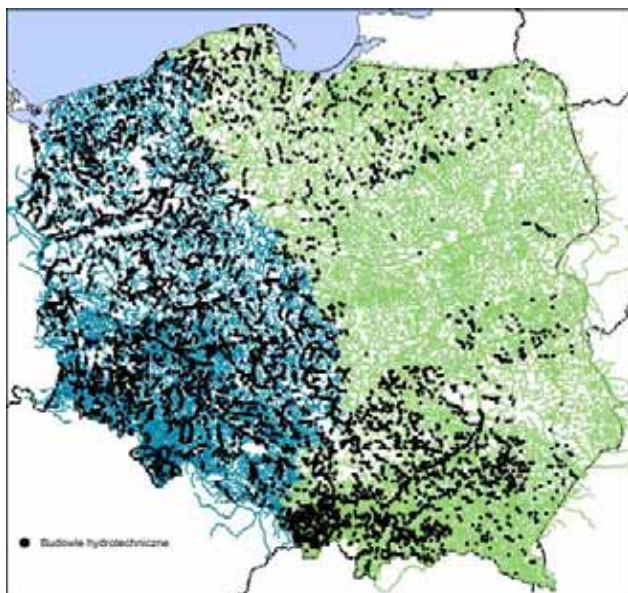
Węgorz podlega wielu rodzajom śmiertelności pozapółowowej. Najważniejsze przyczyny to: przeszkody hydrotechniczne, drapieżnictwo kormoranów, zanieczyszczenie wód, inwazje pasożytów oraz nielegalne połowy.

Tabela 8. Przyczyny i poziom pozapółowowej śmiertelności węgorza

Lp.	Przyczyna śmiertelności	Rodzaj siedliska	Oddziaływanie
6.1	Przeszkody hydrotechniczne	Wszystkie	JZZWD Wisły – 44% JZZWD Odry – 30% (Załącznik 1)
6.2	Kormorany	Wszystkie	Potencjalnie duże (wymaga badań)
6.3	Zanieczyszczenie	Wszystkie	Dane jakościowe
6.4	Choroby i pasożyty	Wszystkie	Dane jakościowe
6.5	Nielegalne połowy	Wszystkie	Brak danych (możliwy znaczny wpływ)

## 6.1. Przeszkody hydrotechniczne

Migrujące rzekami węgorze napotykać na swojej drodze liczne przeszkody (rys. 20). Najwięcej z nich jest rezultatem zabudowy hydrotechnicznej cieków. Są to różnego rodzaju jazy, progi oraz ujęcia wody.

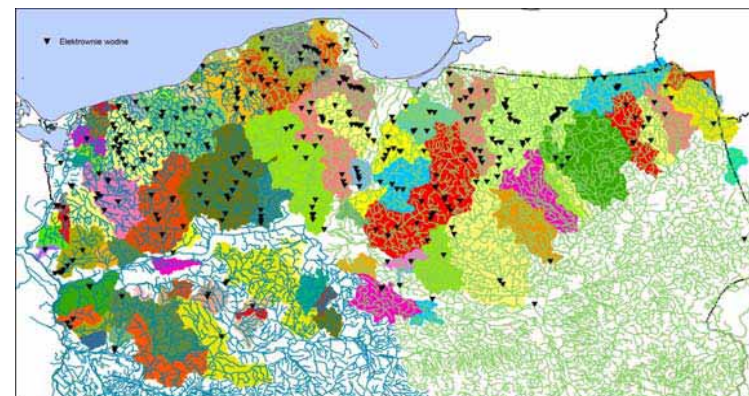


Rys. 20. Budowle hydrotechniczne w Polsce  
(dane z obszaru RZGW Warszawa – niekompletne).

Śmiertelność węgorzy pokonujących przegrodę z elektrownią zależy od możliwości omińnięcia turbin, wielkości węgorza, typu i wielkości turbiny, wysokości piętrzenia rośnie wraz z wielkością ryb, jest większa w turbinach Francisza niż Kaplana i większa w turbinach mniejszych. W mniejszych elektrowniach częściej stosowane są turbiny Francisza, wydaje się także, że większe ryby mają szanse na omińnięcie turbin mają ryby na elektrowniach większych. Warto także pamiętać, że węgorze ulegają przy przechodzeniu przez turbiny znacznie poważniejszym obrażeniom niż np. smolty łososi (EIFAC/ICES 2002). Uwzględniając te zależności i opierając się na zestawieniach istniejących danych sporządzonych przez Larinier i Travade (1999) oraz w Raporcie EIFAC/ICES (2002), a także danych na temat śmiertelności (głównie smoltów ryb łososiowatych) w elektrowniach na rzekach Polski (Bieniarz i Epler 1973, 1977, Bartel i in. 1993, 1994, 1998), przyjęto następujące wskaźniki śmiertelności (M) w zależności od mocy nominalnej elektrowni:

- do 100 kW – 0,8,
- powyżej 100 kW do 1 MW – 0,6,
- powyżej 1 MW do 10 MW – 0,4,
- powyżej 10 MW – 0,3.

Liczba elektrowni, w ostatnich latach gwałtownie się zmienia – w 2002 roku ich liczbę szacowano na ok. 400, przy czym nie są dostępne aktualne ich wykazy. Lokalizację elektrowni wodnych w Polsce północnej przedstawiono na rys. 21. Szczegółowy wykaz rzek, powierzchni jezior oraz przeszkód w dorzeczach Odry i Wisły zamieszczono w załączniku 2.

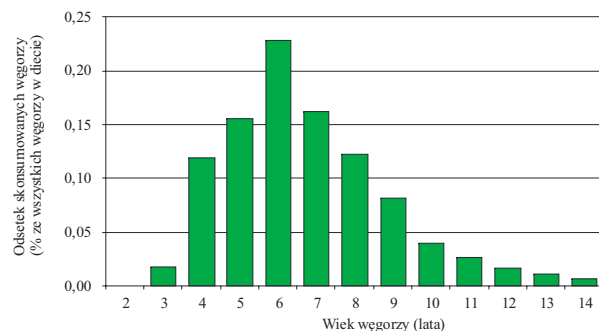


Rys. 21. Elektrownie wodne w rejonie północnej Polski.

## 6.2. Drapieżnictwo kormorana czarnego

Niekorzystny wpływ kormorana czarnego na gospodarkę rybacką należy rozpatrywać w dwóch aspektach: bezpośredniej utraty masy wyzerowywanych ryb oraz psychologicznym, w postaci wyboru mniej korzystnego sposobu użytkowania wód. Duża presja pokarmowa kormorana na ryby bytujące w danym obwodzie rybackim zniechęca do inwestowania w cenne gatunki ryb, w tym węgorza oraz przesuwają akcent użytkowania wód z rybackiego na wędkarski. W takich warunkach preferowane są gatunki, których materiał zarybieniowy jest powszechnie dostępny, tani i wędkarsko atrakcyjny (szczupak, sandacz, lin, karp itp.).

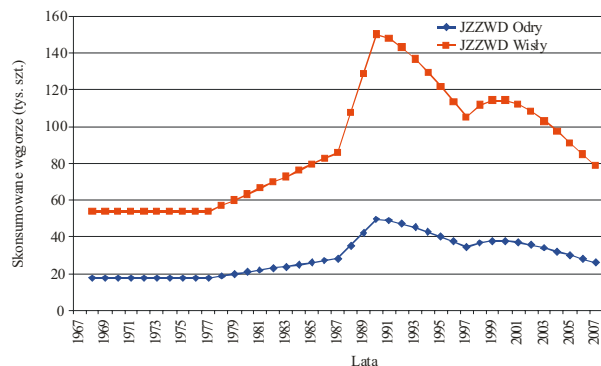
W ciągu ostatnich 20 lat obserwowany jest znaczny przyrost liczby kolonii lęgowych na terenie Polski, jak również zwiększenie liczby zakładanych gniazd. Na obszarze polskiego wybrzeża Bałtyku większe skupiska kormoranów występują przeważnie wokół płytszych akwenów. Rejon Zalewu Wiślanego to miejsce wyjątkowe – od kilkudziesięciu lat znajduje się tam tylko jedna kolonia kormoranów, jednakże jest to największa kolonia tych ptaków w Europie, skupiająca ponad połowę polskiej populacji lęgowej. W 2005 i 2006 r. było to ok. 11 500 policzonych gniazd. Kormorany konsumują węgorze o różnej długości i w różnym wieku (rys. 22).



Rys. 22. Udział grup wiekowych węgorzy w diecie kormorana.

Konsumpcja węgorzy przez kormorany szybko rosła wraz ze wzrostem liczebności kormoranów. Spadek liczebności węgorza w latach 90. doprowadził do znacznego spadku jego udziału w pokarmie kormoranów.

Konsumpcja węgorza przez kormorany została oszacowana na podstawie liczebności kormoranów zarówno w obszarze pasa przy morskiego, jak i w głębi Polski (rys. 23).



Rys. 23. Szacowana liczba węgorzy skonsumowanych przez kormorany.

### 6.3 Zanieczyszczenia

Przedmiotem analiz przeprowadzonych w 2008 r. było określenie zawartości w tkance mięśniowej węgorzy następujących substancji:

- polichlorowanych bifenili wskaźnikowych
- pestycydów chloroorganicznych – (HCB)
- dioksynopodobnych polichlorowanych bifenili (dl-PCB)
- dioksyn (PCDDs) i furanów (PCDFs)

- metali ciężkich – kadm (Cd), ołów (Pb), arsen (As), chrom (Cr), nikiel (Ni) i rtęć (Hg).
- Dla zebranych prób nie stwierdzono przekroczenia obowiązujących norm wg rozporządzenia nr 1881/2006 ustalającego najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Wyniki badań zostały udostępnione do Europejskiej Bazy Danych Jakości Węgorzy (WGEEL 2008).

### 6.4. Choroby i pasożyty

Badania kliniczne i anatomopatologiczne przeprowadzone w Zakładzie Patologii i Immunologii Ryb Instytutu Rybactwa Śródlądowego w 2008 r. jednoznacznie ustaliły, że węgorze pochodzące z różnych zbiorników wodnych nie wykazywały zmian wskazujących na toczący się proces chorobowy. Nieliczne otarcia, przebarwienia, drobne ubytki na skórze oraz wybroczyny na płetwie ogonowej były spowodowane odłowem i transportem ryb. Potwierdziły to badania specjalistyczne wirusologiczne, bakteriologiczne i immunologiczne. Nie stwierdzono u badanych ryb obecności wirusów patogennych dla węgorza oraz nie izolowano bakterii patogennych dla tego gatunku.

Najnowsze badania parazytologiczne węgorzy pozyskanych z różnych regionów Polski potwierdzają występowanie *Anguillicola crassus* w pęcherzach pławnych. Ekstensywność zarażenia pasożytem była bardzo wysoka i wyniosła od 100% w jeziorze Łebsko do 50% (Gryfino), a maksymalna intensywność oscylowała od 1 do 55 pasożytów (jezioro Jamno). Najniższą średnią intensywnością i względnym zagęszczeniem charakteryzowały się próby pozyskane latem, w których stopień rozwoju pasożyta i jego niewielka liczebność świadczyła o początkowym stopniu inwazji. Porównując ekstensywność zarażenia nicieniem *Anguillicola crassus* z lat 90. (Własow 1991, Garbacik-Wesołowska i in. 1994, Orecka i in. 1995, Rolbiecki 2002, Rodjuk i Shelenkova 2006) z wynikami badań należy podkreślić wzrastający poziom zapażyczenia ryb nicieniem.

### 6.5. Nielegalne, nieraportowane i nieuregulowane połowy

Węgorz należy do gatunków cennych i poszukiwanych na rynku, dlatego presja kłusownicza jest znacząca. Woda z akwenów śródlądowych odprowadzana jest często małymi i wąskimi rzekami lub ciekami, które w łatwy sposób są przegradzane narzędziami stawnymi (zakami lub przestawami węgorzowymi). W okresie letnim wykorzystywana jest powszechnie metoda połowów hakowych na sznury i pęczki przez osoby nieuprawnione do rybołówstwa. Dokładne dane odnośnie skutków zjawiska nielegalnych połowów nie są znane. Szacuje się, że w wyniku nielegalnych połowów gospodarka rybacka na wodach śródlądowych traci około 20% podlegającej eksploatacji części populacji węgorza, tj. około 100 ton rocznie. Zjawisko to obejmuje zarówno nielegalne połowy wykonywane bez stosownych zezwoleń, jak również odłowy nieewidencjonowane.

### 7. Szacunek potencjalnego spływu srebrnych węgorzy w JZZW.

Szczegółowy opis modelu dynamiki populacji węgorza, który posłużył do szacowania potencjalnego spływu osobników srebrzystych znajduje się w załączniku nr 1. Określona na



podstawie obliczeń potencjalna liczba spływających węgorzy w okresie referencyjnym kształtuje się dla poszczególnych JZZW następująco:

- JZZWD Odry – 2 522 tys. sztuk, z czego 40% stanowi **1 009** tys. sztuk,
- JZZWD Wisły – 2 102 tys. sztuk, z czego 40% stanowi **841** tys. sztuk.

Ocena liczby węgorzy spływających do morza w latach 2005-2007 wynosi:

- dla JZZWD Odry – 308 tys. sztuk potencjalnie spływających, z których przeszkody hydrotechniczne pokonuje **216 tys. sztuk**, tj. około 70%,
- dla JZZWD Wisły – 371 tys. sztuk potencjalnie spływających, z których przeszkody hydrotechniczne pokonuje ok. **208 tys. sztuk**, tj. około 56%.

Dla obu dorzeczy (modele A i B) liczba aktualnie spływających węgorzy stanowi od 21% do 25% spływu docelowego.

Tabela 9. Ocena liczby węgorzy spływających w latach 1960-79 i 2005-2007 w JZZWD Odry i Wisły

	JZZWD Odry	JZZWD Wisły
<b>Śmiertelność węgorzy spowodowana przeszkodami hydrotechnicznymi</b>	30%	44%
<b>Liczba węgorzy spływających [tys. szt.]</b>		
<b>Okres 1960-1979*</b>	2522	2102
<b>Potencjalnie w 2005-07</b>	308	371
<b>Z uwzględnieniem przeszkód hydrotechnicznych w 2005-07</b>	216	208
<b>Cel (40% z okresu 1960-79)</b>	1009	841
<b>Stosunek 2005-07** do celu</b>	0,21	0,25

\*/ szacunkowa z rekrutacji naturalnej przy założeniu braku połowów i przeszkód technicznych

\*\*/ z uwzględnieniem przeszkód hydrotechnicznych

Docelowy współczynnik spływania węgorzy obliczano, zgodnie z rozporządzeniem Rady (WE) nr 1100/2007, art. 2, ustęp 5, punkt a, przy założeniu braku eksploatacji i tylko w odniesieniu do węgorzy pochodzących z rekrutacji naturalnej. Za uzupełnienie stada do okresu referencyjnego przyjęto średni wskaźnik uzupełnienia z lat 60. i 70., mnożony przez wyznaczony w poszczególnych modelach mnożnik  $R_{alfa}$ . Tak wyznaczone uzupełnienie było punktem wyjścia do obliczenia liczebności populacji w grupach wieku tylko w oparciu o śmiertelność naturalną. Suma liczebności węgorzy spływających w wieku 12-14 tworzyła liczebność węgorzy potencjalnie spływających do morza na tarło. Proponowaną metodę użyto zgodnie z wymogami art. 2, ustęp 5, punkt a, opartą na danych (wskaźnikach uzupełnienia) zebranych przed 1980 r., a dane do kalibracji modelu okazały się wystarczająco dobre do oceny uzupełnienia populacji (poprzez mnożnik  $R_{alfa}$ ) w okresie lat 60. i 70.

## 8. Zarybianie

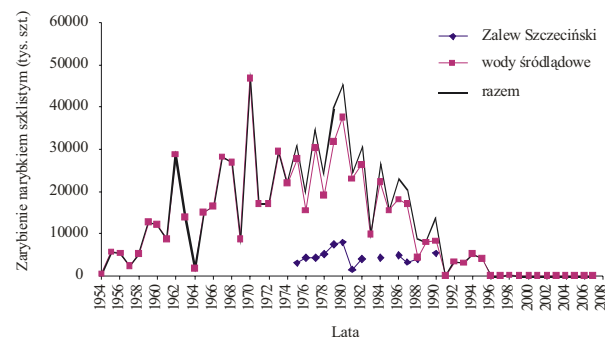
### 8.1 Opis zarybień przeprowadzonych w przeszłości

Zarybianie węgorzem rozpoczęto na obszarach leżących obecnie w Polsce już na początku XX wieku, osiągając bardzo dobre rezultaty (Sakowicz 1930). Prowadzono je głównie w jeziorach dorzecza Wisły oraz na Zalewie Wiślanym. Ówczesny materiał zarybieniowy pochodził

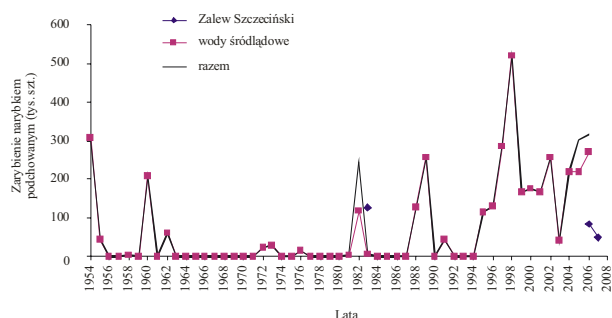
z wybrzeży Wielkiej Brytanii (węgorz szklisty), ale Zalew Wiślany był zarybiany również węgorzem wstępującym z rzeki Elby (20-30 cm Lt). W latach 50. z uwagi na duży popyt związany z eksportem żywego węgorza do krajów Europy Zachodniej rozpoczęto masowe zarybiania wszystkich odpowiednich do tego celu wód. Załamanie zarybień nastąpiło w związku z przemianami polityczno-gospodarczymi po 1989 r., które wiązały się z przekształcaniem Państwowych Gospodarstw Rybackich (PGRyb) w przedsiębiorstwa prywatne. Jednocześnie przestał funkcjonować Fundusz Zarybieniowy, który działał w ramach budżetu państwa. Prywatne gospodarstwa rybackie użytkujące wody, w których były wcześniej prowadzone zarybiania ponownie rozpoczęły importować węgorza w połowie lat 90. Ze względu na kalkulacje ekonomiczne i wzrost ceny węgorza szklistego był to głównie węgorz podchowany. Na obydwu zalewach (Wiślanym i Szczecińskim) zarybianie wznowiono dopiero w 2005 r. w ramach planu zarybiania polskich obszarów morskich.

### JZZWD Odry

Zarybiania w jeziorach dorzecza Odry rozpoczęto w 1954 r. W niektórych latach do tego celu łowiono i transportowano ryby o długości poniżej 20 cm Lt, które wstępowały do Zalewu Szczecińskiego, jednak w przeważającej liczbie używano węgorzy szklistych. Ilość zarybień była najwyższa w drugiej połowie lat 70. i pierwszej połowie lat 80. XX wieku (rys. 24). Zalew Szczeciński rozpoczęto zarybiać w 1975 r. Podobnie jak w przypadku JZZW Wisły zarybiania prowadzone w latach 90. i późniejszych dokonywane są przy użyciu węgorzy podchowanych w warunkach kontrolowanych (rys. 25).



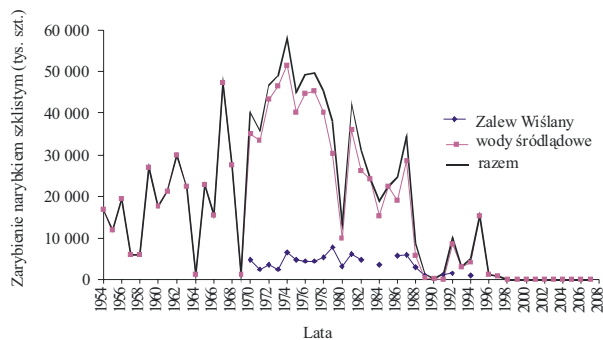
Rys. 24. Zarybianie węgorzem szklistym w JZZWD Odry.



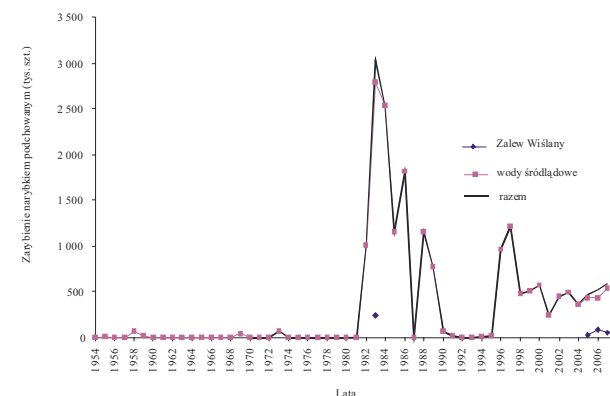
Rys. 25. Zarybianie węgorzem podchowanim w JZZWD Odra.

### JZZW Wisły

W okresie powojennym intensywnie zarybiania rozpoczęto w latach 50. XX wieku sprowadzając węgorza szklistego. Szczyt zarybień nastąpił w latach 70. (rys. 26). Zarybiane były jeziora i zbiorniki zaporowe zarządzane przez PGRyb zgodnie z centralnym planem zarybień. W latach 80. część jezior była zarybiana narybkiem podchowanim pochodzącym z różnych źródeł i o różnej długości ciała i wieku. Zalew Wiślany rozpoczęto zarybiać w 1970 r. węgorzem szklistym. W latach 80. zaczęto sprowadzać znaczne partie węgorzy podchowanych (rys. 27), którymi zarybiano niektóre jeziora. Były to ryby w wieku 2-5 lat podchowywane w warunkach półnaturalnych, w których duży udział miały samce. Zarybiania prowadzone w latach 90. i późniejsze dokonywane są przy użyciu węgorzy podchowanych w warunkach kontrolowanych.



Rys. 26. Zarybianie węgorzem szklistym w JZZWD Wisły.



Rys. 27. Zarybianie węgorzem podchowanim w JZZWD Wisły.

### 8.2 Plan zarybień węgorzem określony na podstawie wybranej strategii PGZWP

Zgodnie z założeniami rozporządzenia 1100/2007, dla osiągnięcia odbudowy populacji węgorza, PGZWP przewiduje wykonywanie systematycznych i intensywnych zarybień. Ich intensywność została określona na podstawie wybranej opcji modelu dynamiki populacji węgorza (załącznik 1). Oceniono, iż odbudowa stada do założonego poziomu będzie wymagać wprowadzania do wód Polski rokrocznie 13 mln sztuk węgorza szklistego. W ogólnym bilansie potrzeb uwzględniono poziom dotychczasowych zarybień wykonywanych w ramach istniejących umów na rybactwie korzystanie z wód powierzchniowych. Obowiązujące umowy zakładają wykorzystywanie do zarybień narybku wstępującego i obsadowego pochodzącego z podchowu narybku szklistego w warunkach kontrolowanych (krajowych i europejskich farm węgorzowych). PGZWP uwzględni zarówno dotychczasowy sposób zarybiania pod warunkiem stosowania narybku węgorza, którego całkowita długości ciała (Lt) nie przekroczy 20 cm (zgodnie z art. 7 pkt 8 rozporządzenia (WE) nr 1100/2007 na podstawie art. 38 ust. 2 rozporządzenia (WE) nr 1198/2006) oraz wykorzystanie węgorza szklistego.

Prognozy oparto na wielkości zarybień węgorzem szklistym, który w przeszłości (do końca lat 80. XX wieku) stanowił podstawowy materiał zarybieniowy w Polsce. Uwzględniając różnice śmiertelności w pierwszym roku życia pomiędzy węgorzami wpuszczanymi do wód polskich jako węgorze szkliste i węgorze podchowane stwierdzono, że średnio w habitacie wód polskich 1 szt. węgorza podchowanego jest ekwiwalentna 5 szt. węgorza szklistego.

Inną różnicą pomiędzy zarybieniami węgorzem szklistym i podchowanim jest termin dokonywanych zabiegów. W warunkach Polski zarybianie można rozpocząć po zejściu pokrywy lodowej, co ma miejsce w marcu-kwietniu. Z punktu widzenia zakupu węgorzy szklistych do zarybień jest to termin ryzykowny. Zarybianie węgorzem podchowanim wyduża okres potencjalnych zarybień do najbardziej optymalnych z punktu widzenia przeżywalności ryb miesięcy jesiennych, tzn. września i października.

### JZZWD Odry

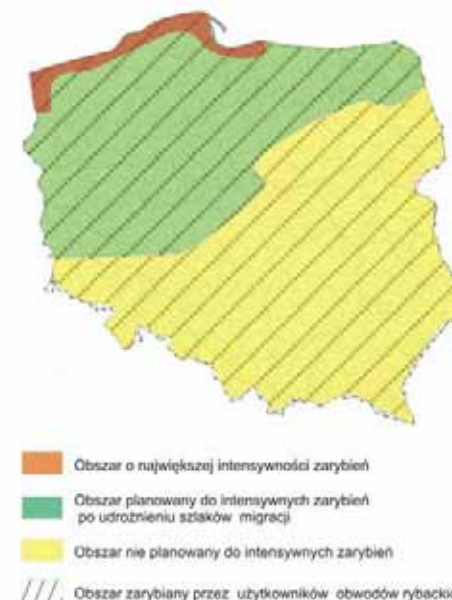
W wyniku analizy 6 opcji strategii zarządzania (załącznik 1) wybrano opcję modelu uwzględniającego zarybianie w wysokości 6 mln szt. węgorza szklatego (2 tony). Ekwiwalentna wielkość w przypadku węgorzy podchowanych o długości ciała Lt < 20 cm wyniosłaby 1200000 szt.

### JZZWD Wisły

W wyniku analizy 6 opcji strategii zarządzania (załącznik 1) wybrano opcję modelu uwzględniającego zarybianie w wysokości 7 mln szt. węgorza szklatego (2,33 ton). Ekwiwalentna wielkość w przypadku węgorzy podchowanych o długości ciała Lt < 20 cm wyniosłaby 1400000 szt.

### 8.3 Identyfikacja obszarów, w których przeprowadzone będzie zarybianie

Obecny sposób prowadzenia gospodarki rybackiej oparty na użytkowaniu obwodów rybackich sprawia, że węgorz na terytorium Polski jest gatunkiem powszechnie zarybianym. Kluczowym elementem skutecznej realizacji planu jest możliwość stworzenia warunków niezakłóconej migracji tarłowej węgorzy srebrzystych pochodzących z już istniejących oraz nowo formowanych populacji. Niestety gęsta zabudowa hydrotechniczna większości rzek ogranicza to w sposób istotny. Należy podkreślić, że większość wód mających potencjał produkcyjny podlega rybackiemu użytkowaniu i wszelka ingerencja w sposób ich gospodarowania może wywołać niekorzystne skutki prawne, społeczne i ekonomiczne. Z uwagi na aktualny sposób użytkowania obwodów rybackich i związany z tym obowiązek zarybiania, do wód powierzchniowych trafia rocznie około 1 mln sztuk narybku obsadowego, co stanowi około 38% wymaganej w planie ilości materiału zarybieniowego. Pozostała część, tj. 62% będzie rozdysponowana w wodach wolnych od przeszkód ograniczających migrację ryb. W pierwszej kolejności zarybiane będą jeziora strefy przymorskiej, zalewy (Szczeciński i Wiślany) oraz jeziora zlokalizowane w strefie przymorskiej (Pojezierze Pomorskie). Wody położone w głębi lądu będą zarybiane sukcesywnie w miarę poprawy drożności rzek (rys. 28).



Rys. 28. Obszary Polski typowane do zarybień węgorzem.

Wody przeznaczone do zarybień to w szczególności:

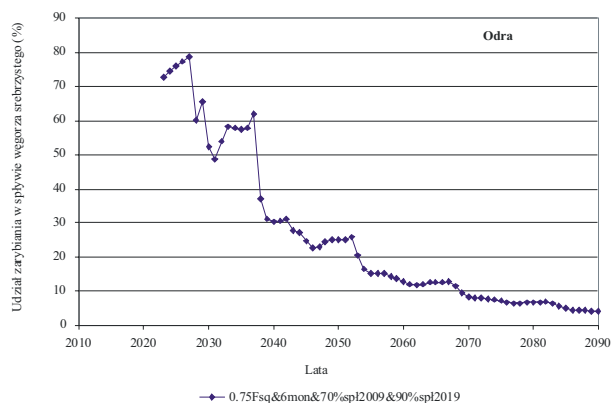
- Zalew Wiślany 32 800 ha;
- Zalew Szczeciński 41 000 ha;
- Zatoka Pucka 36 400 ha;
- jezioro Gardno i Łebsko 9 608 ha.
- 2 583 jezior użytkowanych przez uprawionych do rybactwa o łącznej powierzchni 235 784 ha;

### 8.4. Wpływ planowanych zarybień na osiągnięcie celu PGZWP

Na podstawie proporcji węgorzy zarybianych i szacowanej ilości węgorzy pochodzących z naturalnego tarła, określono prognozy wielkości populacji węgorzy spływających, pochodzących z zarybień omówionych w punkcie 7.1. Wyniki dla wybranych strategii zarządzania przedstawiono w załączniku nr 1.

### JZZWD Odry

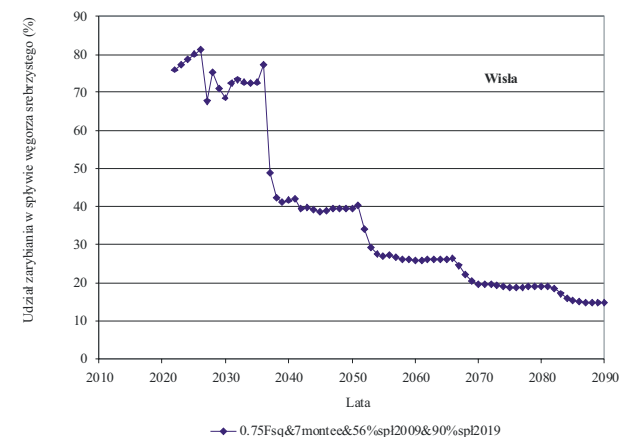
Dla Odry (rys. 29) rozpatrywano dwie kombinacje środków, dla których model odbudowy populacji przewidywał zbliżony czas osiągnięcia celu. Z uwagi na wysoką ilość materiału zarybieniowego nie rozpatrywano dalej opcji przewidującej konieczność zakupu 9 mln szt. narybku szklistego. Opcja optymalna zakłada zarybianie w ilości 6 mln szt. narybku szklistego, ograniczenie nakładu połowowego o 25% oraz zwiększenia spływu do 90%. Dla powyższej kombinacji środków w połowie lat 20. (około 2025 r., XXI w.) udział węgorza zarybianego wyniósłby 70%. Pod koniec lat 30. udział w spływie węgorza zarybianego będzie szybko spadał i w okresie osiągania celu zarządzania (ok. roku 2050) wyniesie 25%.



Rys. 29. Udział węgorzy zarybianych w spływie w JZZWD Odry.

### JZZWD Wisły

Dla Wisły (rys. 30) rozpatrywano opcję redukcji śmiertelności połowowej o 25%, zarybienia na poziomie 7 mln sztuk węgorza szklistego i zwiększenie spływu do 90% począwszy od roku 2019. Udział w spływie węgorza zarybianego w pierwszych latach jego spływania (okres 2020-2035) wyniesie 70-80%, następnie, w miarę odbudowy populacji, będzie szybko spadał do 20-25% w okresie uzyskania spływu na poziomie zakładanego celu (połowa lat 60.).



Rys. 30. Udział węgorzy zarybianych w spływie w JZZWD Wisły.

## 9. Monitoring

### 9.1 Monitoring aktualnego spływu srebrnych węgorzy – metodyka

Polska nie dysponuje bezpośrednimi pomiarami spływu węgorzy srebrzystych. Parametr ten został oszacowany na podstawie modelu populacji ryb stale bytujących (żółtych), przy założonych współczynnikach śmiertelności. Na podstawie badań indeksu wysrebrzania określono, w których grupach wieku ryby zaczynają się wysrebrzać. Taka metoda wymaga jednak wysokiego stopnia próbkowania ze względu na zróżnicowane habitaty.

W 2008 WGEEL przedstawiła metody próbkowania populacyjnego na potrzeby EMP. Podobne rozwiązania zostaną przyjęte w Polsce. Podstawowym elementem będą elektropuławy – najskuteczniejszy i najbardziej wiarygodny sposób próbkowania ryb w wodach słodko- i słonawodnych (do 5 PSU). Zgodnie z normą DIN/EN 14011:2003 (CEN/DIN Standard Water quality – Sampling of fish with electricity) ilość stacji próbkowań zależy od przestrzennego zróżnicowania populacji (współczynnik zmienności CV) między punktami próbkowania. Plan monitoringu w Polsce przewiduje przeprowadzenie elektropuław z równomiernym rozbięciem nakładu badawczego w poszczególnych habitatach JZZW. Okres badań będzie obejmował cały sezon połowowy (maj-październik), w celu śledzenia zmian trendów populacyjnych i dostarczenia parametrów biologicznych stada.

Parametry niezbędne do oszacowania populacji użyte w modelu, na którym jest oparty PGZWP przedstawia szczegółowo załącznik nr 1. Parametry niezbędne dla ewaluacji PGZWP przedstawia tabela 10.

Tabela 10. Parametry niezbędne dla modelu, na którym oparta będzie ewaluacja PGZW

Rodzaj parametru	Nazwa parametru
Presja połowowa	Połowy rybackie
	Nakład połowowy rybacki
	Połowy wędkarskie
Charakterystyka populacji	Skład wiekowy
	Wzrost osobniczy (masa i długość w grupach wieku)
	Struktura płci
	Proporcja węgorzy żółtych i srebrnych
	Rekrutacja naturalna
	Rekrutacja sztuczna (zarybianie)
Śmiertelność populacji	Śmiertelność spowodowana przez kormorany
	Śmiertelność spowodowana przez hydroelektrownie

Niezbędne jest przeprowadzenie badań dotyczących śmiertelności na najważniejszych przegrodach, dzięki czemu oszacowany zostanie rzeczywisty wpływ węgorzy srebrzystych.

Weryfikacja efektów dokonanych udrożeń będzie prowadzona dwiema metodami:

- Na małych ciekach, tam gdzie to możliwe, w okresie splywu węgorzy, poniżej przegród, stosowane będą przestawy łowiące migrujące ryby i – jeśli warunki techniczne pozwolą na usytuowanie przestaw bezpośrednio poniżej wypływu z elektrowni – ryby uszkodzone przez turbiny lub/i ich szczątki.
- Na ciekach każdej wielkości, ale szczególnie na ciekach dużych, których przegrodzenie przestawami jest niemożliwe lub bardzo trudne, zastosowane będą metody radiotelemetryczne. Badanie takie polegałoby na odłowieniu węgorzy srebrzystych w górze dorzecza, tam gdzie to możliwe technicznie, zaopatrzeniu ich w implanty radiotelemetryczne oraz przewiezienie w dół dorzecza i wypuszczenie powyżej przegrody. Przemieszczające się ryby będą rejestrowane przez stacje automatyczne rozmieszczone tak, aby wykrywały wszystkie ryby, które przedostały się poniżej przegród i kontynuują wędrówkę, ryby, które nie przeżyły przejścia (nadajniki wyposażone będą w „funkcję śmierci”, ich dokładne losy badane będą metodą telemetrii aktywnej) oraz ryby, które pozostały powyżej przegród. Ponieważ efektywność pokonywania przeszkód przez węgorze może zależeć od zmieniających się w kolejnych latach warunków hydrologicznych i, w konsekwencji, warunków pracy przegrody (elektrowni), badania takie będą prowadzone przez 3 lata.

## 9.2. System próbkowania nakładu połowowego i odłowów węgorza

Od 2006 r. Polska uczestniczy w programie zbierania danych rybackich w zakresie próbkowania wyładunków węgorzy. Do 2008 roku ramy zbierania danych określało rozporządzenie (WE) nr.1639/2001. Próby pobierane były dotąd z Zalewu Szczecińskiego i Wiślanego. Standardowo wypełniana ankieta wprowadzana jest do bazy danych MIR.

Szczegółowa analiza ichtiologiczna węgorzy pochodzących z wyładunków jest standardową procedurą w próbkowaniu populacyjnym. Obejmuje ona zapisywanie takich parametrów jak długość, masa, płeć, napełnienie żołądka czy zapasozyczenie nicieniem *Anguillicola crassus*. Pobierane są także otolity w celu późniejszego badania wieku i tempa

wzrostu. Jako że rybactwo komercyjne nie wyróżnia węgorzy srebrzystych czy żółtych, stadium metamorfozy jest określane na podstawie tzw. indeksu wysrebrzania (ang. silvering index).

Od roku 2009 wyznaczono nowe ramy zbierania danych rozporządzeniem Rady (WE) nr 199/2008 w sprawie ustanowienia wspólnotowych ram gromadzenia danych, zarządzania nimi i ich wykorzystywania w sektorze rybołówstwa oraz w sprawie wspierania doradztwa naukowego w zakresie wspólnej polityki rybołówstwa.

Zmiana oznacza odejście od próbkowania jednogatunkowego (lata 2005-2008) i wprowadzenie próbkowania wielogatunkowego, bazującego na tzw. metièrs i segmentach floty. W przypadku węgorza wprowadzone zostaje próbkowanie wód śródlądowych w zakresie połowów komercyjnych i rekreacyjnych. O ile w przypadku wód morskich ramy zbioru danych są dosyć dokładnie opisane (Com. Dec. Draft 2008/XXX/EC; Guidelines for the new DCR (SGRN-08-01), to w przypadku śródlądzia istnieje tylko jeden krótki zapis o wymaganej liczbie analizowanych ryb w celu odczytu wieku. MIR zaplanował system monitoringu funkcjonujący na analogicznej do wód morskich zasadzie (tabela 11). Wybór tzw. metièr, czyli segmentu floty w wodach słodkich będzie się opierał na danych szacunkowych IRS. Próbkowane będą połowy z grupy narzędzi obejmujących do 90% całego nakładu połowowego. Planuje się przeanalizowanie 200 ryb z każdego dorzecza.

Tabela 11. Schemat zbierania podstawowych danych rybackich z połowów węgorzy w latach 2009 – 2010

Wybór obszaru ( Obszar Bałtyku; fishing grounds)	Podobszar ICES SD 22- 24	Podobszar ICES SD 25-32
	JZZW dorzecza Odry	JZZW dorzecza Wisły
Wybór segmentu floty (Metièr) dla węgorza	Narzędzia stawne (FPO)	
Stopień próbkowania segmentu (wyładunki + odrzuty)	Minimalnie jeden rejs w miesiącu	
Całkowita liczebność prób	Zależna od współczynnika zmienności CV, Przyjęto cv=12,5% dla węgorza	
Analiza wiekowa	100 węgorzy żółtych:	100 węgorzy żółtych;100
Pozostałe parametry biologiczne*	100 węgorzy srebrnych	węgorzy srebrnych

\* płeć, indeks wysrebrzania (silvering index) – dojrzałość gonad, stopień zapasozyczenia przez *Anguillicola crassus*.

## 9.3 System identyfikowalności pochodzenia eksportowanych i importowanych węgorzy do/ z terytorium Polski

System identyfikacji pochodzenia importowanych i eksportowanych węgorzy oparty jest w Polsce na kontroli celnej, weterynaryjnej oraz administracyjnej. Kontrola celna w przypadku wymiany towarowej z państwami Unii Europejskiej polega na comiesięcznym składaniu deklaracji celnej w systemie INTRASTAT, który jest systemem statystyki obrotów handlowych pomiędzy państwami członkowskimi Unii Europejskiej. System INTRASTAT w Polsce funkcjonuje od 1 maja 2004 r. Jest narzędziem do przekazywania przez przedsiębiorców w kraju członkowskim Unii Europejskiej informacji o dokonanych przywozach albo wywozach towarów do innych krajów należących do Wspólnoty. Ponadto system INTRASTAT służy do gromadzenia tych danych przez upoważnione do tego organy państwowe, ich kontroli, przetwarzania oraz

udostępniania innym uprawnionym podmiotom. Zebrane w ten sposób informacje są następnie porównywane z informacjami zadeklarowanymi przez te same osoby w podatkowych deklaracjach VAT. W Polsce za gromadzenie, przetwarzanie, kontrolowanie i przekazywanie danych odpowiedzialna jest Polska Administracja Celna. Głównym partnerem Polskiej Administracji Celnej w zakresie metodologii systemu INTRASTAT i odbiorcą danych jest Główny Urząd Statystyczny. W ramach wymiany towarowej z krajami spoza Unii Europejskiej do kontroli wykorzystane zostaną dane z dokumentu deklaracji celnej SAD, które są przetwarzane i gromadzone w sposób podobny do systemu INTRASTAT

Innym, ważnym sposobem kontroli obrotu węgorzem na terytorium Polski są informacje zawarte na świadectwie zdrowia zwierząt w handlu wewnątrzwspólnotowym wystawianym w systemie TRACES, zgodnie z rozporządzeniem Komisji UE Nr 599/2004 z dnia 30 marca 2004 roku. Legalny obrót węgorzem warunkowany jest posiadaniem ważnego świadectwa zdrowia uzyskanego od uprawnionego do wystawiania takiego dokumentu lekarza weterynarii.

W związku z umieszczeniem węgorza na liście gatunków II Załącznika CITES obrót tym gatunkiem wymagać będzie zezwoleń uzyskiwanych z Ministerstwa Środowiska (rozporządzenie Komisji WE nr 865/2006).

## 10. Środki służące realizacji celu

### 10.1. Zarybianie (działanie podstawowe)

**Rekomendowana wielkość zarybienia wynosi odpowiednio dla dorzeczca Odry 6 mln, a dla dorzeczca Wisły 7 mln sztuk narybku szklatego rocznie** W procesie zarybienia istnieje możliwość stosowania różnych form narybku, którego długość ciała (Lt) nie przekracza 20 cm (zgodnie z art. 7 pkt 8, rozp. 1100/2007). W okresie ostatnich kilkunastu lat zarybienia w Polsce wykonywano w oparciu o narybek podchowany. W procesie zarybienia JZZW narybek ten może być formą alternatywną dla narybku szklatego (tabela 12).

Tabela 12. Roczna liczba osobników narybku szklatego lub podchowanego niezbędna do realizacji PGZWP w Polsce.

	Narybek szklisty (szt.)	Narybek podchowany Lt < 20 cm (szt.)
JZZWD Odry	6 000 000	1 200 000
JZZWD Wisły	7 000 000	1 400 000

### 10.2. Redukcja śmiertelności połowowej (działanie podstawowe)

- **Ustanowienie okresu ochronnego.** Według przyjętych założeń, w celu osiągnięcia redukcji śmiertelności połowowej o 25% konieczne jest ustanowienie miesięcznego okresu ochronnego w terminie od 15.06 do 15.07 w całej Polsce.
- **Ujednoczenie wymiaru ochronnego.** Optymalna wielkość, do której powinniśmy chronić węgorza europejskiego w wodach Polski to 50,0 cm l.t. niezależnie od uzyskiwanej masy.

- **Poprawa selektywności narzędzi rybackich.** Zwiększenie selektywności najpowszechniejszych narzędzi pułapkowych można uzyskać metodą instalacji sit selektywnych lub zwiększenia oczka sieci w kutlu (matni) do 20 mm (bok oczka).

- **Limit połowu dziennego na wędkę w liczbie 2 węgorzy na dobę.** Przepisy krajowe nie uwzględniają ograniczenia ilościowego połowu dziennego na wędkę. Środek ten ma przeciwdziałać wzrostowi śmiertelności wywołanej połowami rekreacyjnymi ponad poziom uwzględniony w zastosowanym modelu populacji.

- **Ograniczenie presji kormorana czarnego (drapieźnictwo).** Status ochronny kormorana czarnego określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 września 2001 roku „w sprawie określenia listy gatunków zwierząt rodzimych dziko występujących, objętych ochroną gatunkową ścisłą i częściową oraz zakazów dla danych gatunków i odstępstw od tych zakazów”, (Dz.U. nr 130, poz. 1456, § 2, załącznik nr 2). Według rzezonego rozporządzenia kormoran czarny objęty jest ochroną gatunkową częściową, tj. z wyjątkiem osobników występujących na obszarze stawów rybnych i uznanych za obręby hodowlane w rozumieniu przepisów o rybactwie śródlądowym. Wdrażanie planu ochrony węgorza poprzez zwiększenie intensywności i efektywności procesu zarybiania oraz ograniczenia eksploatacji może prowadzić do zmiany preferencji pokarmowych kormoranów i zwiększenia ich presji na węgorze. Zważywszy na liczbę bytujących na terenie Polski osobników i stale zachodzący proces reprodukcji, populacja tego gatunku wzrasta, a próby ograniczenia liczebności muszą odbywać się sposobem humanitarny i uwzględniać metody naturalne. W świetle znanych faktów interwencja na niewielką skalę nie przyniesie zamierzonego efektu w odniesieniu do całej populacji kormoranów i powinna ograniczać się do miejsc ważnych z punktu widzenia niniejszego planu. Realizacja zadania byłaby zależna od prac i wyników prowadzonych w ramach Planu Zarządzania Populacją Kormorana. Projekt ten jest aktualnie rozpatrywany do finansowania w ramach 5 Osi Priorytetowej Infrastruktura i Środowisko. Koordynatorem projektu będzie SGGW w Warszawie. O ile projekt otrzyma finansowanie rozpocznie się w styczniu 2010 r.

- **Ograniczenie NNN.** Do przeciwdziałania NNN na wodach śródlądowych powołana jest Państwowa Straż Rybacka, która działa na podstawie ustawy o rybactwie śródlądowym z 1985 r. Na wodach morskich podobną rolę spełnia OIRM. Ograniczenie NNN jest uzależnione od zwiększeniem zasobów ludzkich w PSR i OIRM w celu poprawy ochrony na szczególnie wrażliwych akwenach (m.in. Zalewie Wiślanym i Zalewie Szczecińskim).

Drugim, istotnym czynnikiem jest ograniczenie funkcjonowania szarej strefy handlu i przetwórstwa węgorzy. Większa ilość kontroli punktów skupu oraz punktów sprzedaży hurtowej i detalicznej węgorzy powinna zmniejszyć popyt na węgorze, które nie pochodząłyby z legalnych połowów.

### 10.3. Udrożnienie szlaków migracji (działanie podstawowe)

Sposoby zmniejszania śmiertelności na przegrodach, czyli częściowego lub całkowitego ich udrażniania mogą być różne:

- Likwidacja przegrody – najpewniejszy sposób udrażniania, zwłaszcza w wypadku niewielkich elektrowni, gdzie wykorzystywana jest cała woda i przeznaczenie jej części na urządzenia pozwalające ominąć turbiny jest niemożliwe lub podważa ekonomiczny sens ich istnienia.

- Budowa obejść połączona z urządzeniami skierowanymi do nich ryby i zabezpieczającymi przed dostawianiem się na turbiny – trudne technicznie, ale możliwe zwłaszcza na większych przegradach.
- Okresowe zamykanie elektrowni w czasie spływu węgorzy połączone z umożliwieniem im w tym czasie pokonania przeszkody – możliwe i zazwyczaj technicznie nietrudne, wadą jednak jest, że jest to rozwiązanie tylko dla węgorzy, i przy migracjach innych ryb (np. smoltów troci) nie spełni swojego zadania lub okres zamykania będzie na tyle duży, że podważy ekonomiczny sens istnienia elektrowni.
- Modyfikacje techniczne – wykorzystujące istniejące obejścia, przelewy itd. zmiany typów turbin i in.

Każda przegrada stanowi indywidualny przypadek i indywidualizowane powinny być także sposoby udrażniania. Plany udrażniania poszczególnych dorzeczy lub ich części powinny być poprzedzane szczegółową analizą lokalnych warunków. Plany takie są przygotowane w poszczególnych województwach i wymagają aktualizacji dla potrzeb realizacji PGZWP.

#### JZZWD Odry

Wzrost liczby spływających węgorzy o 20% w całej zlewni można uzyskać przez poprawę drożności rzek zlewni o 29%. Najefektywniejsze będzie udrożnienie przegród na Inie, Welnie, Kanale Mosińskim, Drawie, Obrze, Łobżonco, Pliszce, Ołoboku, Gwdzie (tabela 13).

Tabela 13. Lista przeszkód, których pełne udrożnienie spowoduje znaczący przyrost spływu węgorzy w JZZWD Odry

Rzeka	Przegroda	Kolejna od dołu rzeki	Przyrost spływu (%)	Moc elektrowni (kW)
Ina	Stargard Szczec.	1	2,5	15
Welna	Jaracz	1	6,7	65
Kan. Mosiński		1	2,5	45
Drawa	Kamienna	1	2,5	960
	Borowo	2	3,3	900
	Drawsko Pom.	3	6,5	86
Obra	Bledzewo	1	3,0	1500
Łobżonka		1	1,3	34
Pliszka	Koziczyn	1	0,9	50
Ołobok	Radziszyn	1	1,6	30
Gwda	Koszyce	1	1,3	5950

Najbardziej racjonalnym sposobem uzyskania zamierzonego efektu jest pełne udrożnienie lub likwidacja małych elektrowni (poniżej 100 kW) i zmniejszenie śmiertelności ryb o połowę w pobliżu dużych elektrowni wymienionych w tabeli 13. Zmniejszenie to można, teoretycznie, uzyskać przez budowę obejść, czasowe wyłączanie turbin lub/i przebudowę elektrowni/przegrody. Wybór optymalnego rozwiązania wymaga szczegółowej analizy lokalnych warunków każdej z przegród i od tego wyboru zależą koszty udrożnienia.

#### JZZWD Wisły

Wzrost liczby spływających węgorzy o 34% w całej zlewni można uzyskać przez poprawę drożności rzek zlewni o 46%. Najefektywniejsze będzie udrożnienie przegród na Wiśle, Narwi, Hawce, Ełku i Skarlance (tabela 14).

Tabela 14. Lista przeszkód, których pełne udrożnienie spowoduje znaczący przyrost spływu węgorzy w JZZWD Wisły

Rzeka	Przegroda	Kolejna od dołu rzeki	Przyrost spływu (%)	Moc elektrowni (kW)
Wisła	Włocławek	1	19,8	160 000
Narew	Dębe	2	19,4	20 000
Hawka		1	8,5	30
Ełk		3	5,5	40
Skarlanka	Grzmięca	1	2,2	30
Jegrznia		3	1,1	40
Krutynia		3	1,3	40

Warunkiem koniecznym uzyskania zamierzonego celu jest poprawa drożności przegród we Włocławku i Dębem. Teoretycznie możliwe i racjonalne wydaje się pełne udrożnienie lub likwidacja elektrowni małych wymienionych w tabeli 14 i zmniejszenie śmiertelności ryb przy elektrowniach w Dębem i Włocławku do jednej trzeciej śmiertelności aktualnej (założonej na 30%). Poprawa taka może być uzyskana różnymi drogami, wybór konkretnego rozwiązania musi być jednak poprzedzony szczegółowymi badaniami i analizą technicznych warunków poszczególnych przegród.

#### 10.4. Włączenie w proces ochrony węgorza Słowińskiego Parku Narodowego

Do realizacji planu ochrony węgorza celowe jest włączenie wód obszarów chronionych wchodzących w skład Słowińskiego Parku Narodowego obejmującego jeziora Gardno i Łebsko o łącznej powierzchni 9608 ha. Jeziora te charakteryzuje się wysoka produktywność i brak przeszkód hydrotechnicznych w drodze migracji do morza.

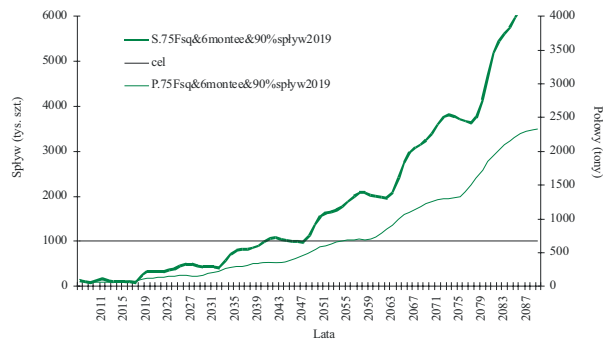
#### 10.5. Harmonogram stosowania środków służących realizacji PGZWP

Lp.	Rodzaj działania	Stan aktualny	Po zmianie	Termin wdrożenia	Kategoria ważności
1.	Zarybianie	Rocznie 1 000 000 szt. narybku o masie jednostkowej od 2 do 80 g	Rocznie 13 000 000 szt. narybku szklatego lub 2 600 000 szt. narybku podchowanego o Lt<20 cm	Od 2009/2010	Działanie podstawowe
2.	Ustanowienie okresu ochronnego	Nie podlega okresowej ochronie	Od 15 czerwca do 15 lipca	Od 2009 (2010)	Działanie podstawowe
3.	Udrożnienie szlaków migracji	Działania niewystarczające	Poprawa drożności dla dorzecza Wisły 22% i dla	do 2019	Działanie podstawowe

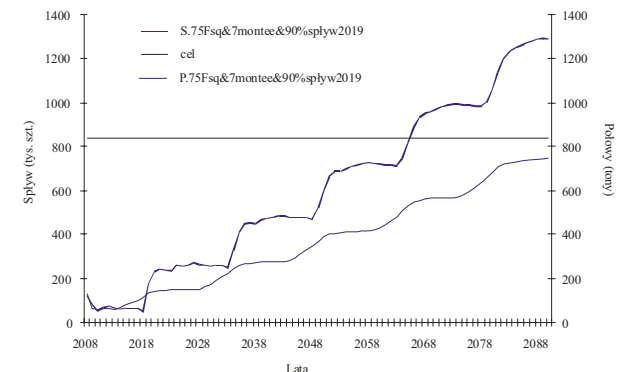
4.	Ograniczenie NNP	Jest realizowane w ramach ochrony ichtiofauny	dorzecza Odry 34% Działania ukierunkowane na ochronę zasobów węgorza	Od 2009 (2010)	Działanie podstawowe
5.	Ograniczenie presji kormorana czarnego	Brak działania	W przypadku zwiększenia presji na węgorza znaczne ograniczanie populacji kormorana czarnego	Od 2009 (2010)	Działanie podstawowe
6.	Włączenie w proces ochrony węgorza obszarów chronionych	Brak ukierunkowanego działania	Działania ochronne populacji	Od 2009 (2010)	Działanie wspomagające
7.	Wprowadzenie dziennego limitu połowu węgorza na wędkę	Brak limitu	2 sztuki	Od 2009 (2010)	Działanie wspomagające
8.	Ujednoczenie wymiaru ochronnego	W zależności od akwenu Lt > od 35, 40, 45 i 50 cm	Dla wszystkich wód – Lt >50 cm	Od 2009 (2010)	Działanie podstawowe
9.	Poprawa selektywności narzędzi pułapkowych	12 mm w wodach śródlądowych	>20 mm lub sита selektywne	do 2013	Działanie wspomagające

W JZZWD Odry 40% współczynnik spływu zostanie osiągnięty teoretycznie w 2048 roku.

W JZZWD Wisły 40% współczynnik spływu zostanie osiągnięty teoretycznie w 2066 roku.



Rys. 31. Prognoza liczby węgorzy spływających do morza oraz prognoza wielkości połowów dla proponowanych opcji działań w celu odbudowy zasobów, dorzecze Odry (spływ – S, linie pogrubione, połowy, P – linie cieńsze).



Rys. 32. Prognoza liczby węgorzy spływających do morza oraz prognoza wielkości połowów dla proponowanej opcji działań w celu odbudowy zasobów, dorzecze Wisły (spływ – S, linie pogrubione, połowy, P – linie cieńsze).

## 11. Środki kontrolne i wykonawcze

### 11.1. Wody śródlądowe

Zarządzanie i kontrola w obrębie obwodów rybackich opiera się na następujących aktach prawnych:

- Ustawa z 18 kwietnia 1985 o rybnictwie śródlądowym (Dz. U. 1999 nr 66, poz. 750 ze zm.),
- Ustawa z 18 lipca 2001 Prawo wodne (Dz. U. 2005 nr 239, poz. 2019 ze zm.),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 31 stycznia 2007 w sprawie konkursu ofert na oddanie w użytkowanie obwodu rybackiego (Dz. U. nr 27, poz. 181),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 29 marca 2002 w sprawie operatu rybackiego (Dz. U. nr 44, poz. 414),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 30 września 2003 w sprawie dokumentacji prowadzonej przez uprawnionego do rybactwa (Dz. U. nr 180, poz. 1766, sprostowanie błędu Dz. U. 2003 nr 210, poz. 2048),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 30 września 2003 w sprawie oceny wypełniania obowiązku prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej (Dz. U. nr 180, poz. 1765, sprostowanie błędu Dz. U. 2003 nr 210, poz. 2048, zmiana Dz. U. 2006 nr 32, poz. 224).

System monitorowania i weryfikacji realizacji planowanych działań oparty jest na istniejących rozwiązaniach i normach prawnych stosowanych w systemie kontroli polskiego rybołówstwa morskiego i rybactwa śródlądowego. Dla wód morskich przyjęte rozwiązania są spójne z zapisami rozporządzenia Rady (EWG) nr 2847/93 z dnia 12 października 1993 roku, ustanawiające system kontroli mający zastosowanie do wspólnej polityki rybołówstwa morskiego. W przypadku wód śródlądowych większość wymaganych systemem prawnym rozwiązań jest zbieżna z systemem stworzonym dla wód morskich.

W ramach przestrzegania ustanowionych norm prawnych rybackiego użytkowania wód oraz w celu zapewnienia dostosowania zdolności połowowej do dostępnych zasobów, systemem



kontroli objęto sposób wykorzystywania wód, terminy połowów i wielkość odłowów, połowy amatorskie, korzystanie z jednostek pływających, wykorzystywanie narzędzi połowowych, wyładunek i dystrybucję produktów rybactwa oraz stosowanie i weryfikację nadzoru.

#### **Kontrola połowów, odłowów, zarybień oraz dystrybucji ryb i produktów rybnych**

Regulacja połowów węgorza w wodach śródlądowych oparta jest na rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 roku w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie (Dz. U. nr 138, poz. 1559, zmiana Dz. U. 2003 nr 17, poz. 160). Rozporządzenie to określa m.in. szczegółowe warunki uprawiania amatorskiego połowu ryb, w tym wędkarskie narzędzia połowowe, oraz szczegółowe warunki ochrony i połowu ryb, w tym rybackie narzędzia i urządzenia połowowe.

Nadzór kontrolny przestrzegania przepisów dotyczących wykonywania połowów i przestrzegania prawa w tym zakresie oraz dystrybucji ryb i produktów rybnych realizuje Państwowa Straż Rybacka oraz policja w oparciu o przepisy ustawy o rybactwie śródlądowym, Prawo wodne, prawa karne i administracyjne.

Jednostkami administracji samorządowej odpowiedzialnymi za kontrolę prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej przez użytkowników obwodów rybackich są Urzędy Marszałkowskie poszczególnych województw. Podział obszaru ich kompetencji jest w tym przypadku zgodny z wojewódzkim podziałem administracyjnym kraju. Jednostki Urzędów Marszałkowskich zobowiązane są do kontroli m.in. zgodności działań użytkownika rybackiego z zapisami znajdującymi się w operacie rybackim, w tym o dokonywanych odłowach i zarybieniach węgorzem. Ponadto ważną funkcję kontrolną spełniają RZGW, które poprzez swoich terenowych inspektorów uczestniczą w procesie zarybiania wód, gwarantując jego prawidłowe wykonanie.

#### **Kontrola i nadzór nad sprzętem pływającym służącym do połowu ryb**

W celu zapewnienia na obszarze Polski przestrzegania wszelkich obowiązujących przepisów dotyczących kontroli i nadzoru stosowania zasad ochrony zasobów połowowych, upoważnia się użytkowników wód do rejestracji sprzętu pływającego służącego do połowu ryb. Wspomnianej rejestracji dokonuje się w jednostkach administracji samorządowej (starostwach powiatowych) na podstawie złożonego wniosku i wniesionej opłaty. Informacje zawarte we wniosku dotyczą użytkownika, rodzaju i wielkości łodzi, miejsca cumowania i jej przeznaczenia. Rejestracji jednostki dokonuje się poprzez nadanie jej numeru ewidencyjnego (identyfikacyjnego) i wpisanie do odpowiedniego rejestru.

#### **11.2. Wewnętrzne wody morskie**

Rybołówstwo na wewnętrznych wodach morskich (innych niż wspólnotowe), do których należą:

- strefa przybrzeżna (do 12 mil);
- Zalew Wiślany;
- Zatoka Pucka;
- Zalew Szczeciński wraz z przyległymi wodami

reguluje ustawa z dnia 19.02.2004 r. o rybołówstwie (Dz. U. z dnia 14 kwietnia 2004 r.). Zgodnie z Ustawą, rybołówstwo na tych obszarach wykonywać mogą jednostki, które mają licencję połowową oraz specjalne pozwolenie połowowe. Specjalne zezwolenie połowowe wydaje:

- minister właściwy do spraw rybołówstwa – na połowy w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej, na morzu terytorialnym, w Zatoce Puckiej i w Zatoce Gdańskiej oraz poza polskimi obszarami morskimi;

- właściwy okręgowy inspektor rybołówstwa morskiego - na połowy w Zalewie Wiślany, w Zalewie Szczecińskim, na obszarze Zalewu Kamieńskiego i Jeziora Dąbie.

Nadzór nad przestrzeganiem przepisów o rybołówstwie morskim sprawują Okręgowe Inspektoraty Rybołówstwa Morskiego (OIRM). W ramach swoich kompetencji kontrolują przestrzeganie przepisów o organizacji rynku rybnego, w tym egzekwowanie prawa w drodze wydawania decyzji administracyjnych, wykonywania poza polskimi obszarami morskimi zadań określonych przepisami Unii Europejskiej oraz umowami międzynarodowymi, obsługę administracyjną podmiotów wykonujących rybołówstwo w celach komercyjnych i sportowo-rekreacyjnych, podejmują współpracę z Departamentem Rybołówstwa Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, ze służbami i organami określonymi na podstawie przepisów prawa krajowego oraz z instytucjami naukowo-badawczymi działającymi na rzecz rybołówstwa morskiego, regulują rybołówstwo morskie w zakresie określonym nadanymi uprawnieniami ustawowymi.

OIRM sprawują nadzór nad wykonywaniem rybołówstwa, działalnością zarybieniową, połowami naukowo-badawczymi i innymi formami eksploatacji i gospodarowania - chroniąc żywe zasoby morza w interesie obywateli Rzeczypospolitej Polskiej. OIRM zwalczają działalność kłusowników i nadzorują przestrzeganie przepisów przez rybaków i wędkarzy. Nadzorują także działalność podmiotów skupujących, transportujących i przetwarzających organizmy morskie. Działając z upoważnienia Okręgowego Inspektora, inspektorzy rybołówstwa morskiego pełnią swoje zadania w portach i przystaniach oraz na morskich łowiskach.

Pracownicy Okręgowego Inspektoratu Rybołówstwa Morskiego, oprócz głównych zadań związanych z nadzorem nad przestrzeganiem przepisów o ochronie żywych zasobów morza, zajmują się także opracowywaniem i opiniowaniem przepisów w tym zakresie oraz nadzorują zarybiania dwuśrodowiskowymi gatunkami ryb wód morskich i rzecznych.

W ramach nadzoru nad wykonywaniem rybołówstwa inspektorzy są uprawnieni do:

- zatrzymania statku rybackiego i wejścia na jego pokład;
- kontroli dokumentów tożsamości, dziennika połowowego, dokumentu przewozowego oraz dokumentów uprawniających do wykonywania rybołówstwa morskiego, prowadzenia skupu lub przetwórstwa na morzu organizmów morskich,
- połowów organizmów morskich w celach naukowo-badawczych, szkoleniowych albo sportowo-rekreacyjnych,
- prowadzenia zarybiania oraz chowu lub hodowli ryb i innych organizmów morskich;
- sprawdzania, czy rybołówstwo jest wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym z umowami międzynarodowymi, których Rzeczpospolita Polska jest stroną;
- kontroli narzędzi połowowych i złowionych organizmów morskich;
- kontroli pomieszczeń statków, środków transportu, magazynów, przetwórn i innych pomieszczeń służących do przechowywania organizmów morskich na lądzie;
- wykonywania innych czynności niezbędnych do przeprowadzenia kontroli, a w przypadkach uzasadnionego podejrzenia naruszenia przepisów ustawy - do zatrzymania sprawdzanych dokumentów jak również organizmów morskich i narzędzi połowowych oraz ich zabezpieczenia.

## 12. Literatura

- Åström A., Dekker W. 2007. When eel will recover ? A full life-cycle model. stock. ICES J. mar. Sci., 57: 938-939.
- Bartel R., Bieniarz K., Epler P. 1993. Przechodzenie ryb przez turbiny 4 hydroelektrowni na rzece Slupii. Roczn. Nauk. Pol. Zw. Węd. 6: 137-142.
- Bartel R., Bieniarz K., Epler P. 1994. Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnych na rzekach Łupawie i Redze. Roczn. Nauk. Pol. Zw. Węd. 7: 11-17.
- Bartel R., Bieniarz K., Epler P. 1998. Przechodzenie ryb przez turbinę elektrowni wodnej na rzece Wieprzy w Darłowie. Roczn. Nauk. Pol. Zw. Węd. 11: 87-90.
- Beverton R.J.H., Holt S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish population. Fish. Invest., London. 553pp
- Bieniarz K., Epler P. 1973. Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnej w Solinie - RNR 95-H-2: 7-15.
- Bieniarz K., Epler P. 1977. Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnych w Polsce. Gosp. Ryb. 3: 12-13.
- Choiński A. 2006. Katalog jezior Polski. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 600.
- Cydzik D., Gołub M., Kolada A. 2007. Ocena stanu wód w dorzeczach na podstawie monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych – jeziora badane w roku 2006. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa [maszynopis].
- Dekker W. 2000. A Procrustean assessment of the European eel stock. ICES J. mar. Sci., 57: 938-947
- Deriso R.B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for an age-structured model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:268-282.
- Deriso R.B., Quinn II T.J., Neal P.R. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 815-824.
- Durif C., Dufour S., Elie P. 2005. The silvering process of the eel: a new classification from the yellow resident stage to the silver migrating stage. Journal of Fish Biology, 66: 1-19.
- Garbacik-Wesołowska A., Szkudlarek A. 1994. Biuletyn MIR, 2 (132): 34-37.
- GIOS 2007. Badania i ocena jakości wód powierzchniowych w Polsce w 2006 roku. <http://www.gios.gov.pl/dokumenty/jakoscwodyrzekach20060629.pdf>
- Gulland J.A. 1965. Estimates of mortality rates. Annex to Rep. Arctic Fish. Working Group. ICES CM (3)

- Holzner M. 1999. Untersuchungen zur Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich dargestellt am Kraftwerk Dettelbach am Main/Unterfranken. Landesfischereiverband Bayern e.V.
- Horbowy J. 1992. The differential alternative to the Deriso difference production model. ICES J. mar. Sci. 49:167-174
- Instytut Rybactwa Śródlądowego 2008. Zebranie i opracowanie danych naukowych w formie założeń do planu gospodarowania zasobami węgorza europejskiego w Polsce
- Larinier M., Dartiguelongue J. 1989. La circulation des poissons migrateurs: le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 312/313: 1-90.
- Larinier M., Travade F. 1999. La dévalaison des migrateurs: problèmes et dispositifs. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 353/354: 181-210.
- Larinier M., Travade F. 2002. Downstream migration: problems and facilities. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 634 pp.(Suppl.): 181-207.
- McCleave J.D. 2001. Simulation of the impact of dams and fishing weirs on reproductive potential of silver-phase American eels in the Kennebec River Basin, Maine. N. Amer. J. Fish. Mgt. 21(3): 592-605.
- Montén E. 1985. Fish and turbines: fish injuries during passage through power station turbines. Vattenfall, Stockholm.
- Morski Instytut Rybacki 2008. Zebranie i opracowanie danych naukowych w formie założeń do planu gospodarowania zasobami węgorza europejskiego w Polsce.
- Orecka T., Pilecka-Rapacz M., Rząd I. 1995. Pasożyty – azjatyckie nicienie - przyczyną wyniszczającego schorzenia węgorzy. Prz. Ryb., 20 (2): 50-56.
- Pankhurst N.W. 1982. Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* (L.). J. Fish Biol. 21: 127-140.
- Patterson K.R. 1998. Integrated Catch-at-age Analysis Version 1.4. Scottish Fisheries Research Report. No. 38.
- Pella J.J., Tomlinson P.K. 1969. A generalized stock production model. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 13:419-496.
- Pope J.G. 1972. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis. Int. Comm. Northwest. Res. Bull. Int. Comm. Northw. Atl. Fish. 9: 65-74.
- Psuty I., Draganik B. 2008. The effectiveness of glass eel stocking in the Vistula Lagoon, Poland. Acta Ichthyologica et Piscatoria 2008 [w druku].

Robak S. 2005. Sex structure, recruitment rate, and size of maturing specimens of European eel (*Anguilla anguilla* (L.)) in a population from lakes in northeastern Poland. Arch. Pol. Fish. 13(2): 181-192.

Rodjuk G., Shelenkova O. 2006. Parasite fauna of the European eel *Anguilla anguilla* (L.) from the Russian part of the Vistula Lagoon (Baltic Sea). Wiad. Parazytol., 52 (2): 121-125.

Rolbiecki L. 2002. On the role of paratenic hosts in the life cycle of the nematode *Anguillicola crassus* in the Vistula Lagoon, Poland. Acta Ichthyol. et Piscat., 32, 2.

Sakowicz S. 1930. Węgorz; biologia i produkcja. Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Warszawa.

Schaefer M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 1:25-56.

Shepherd J.G. 1999. Extended survivors analysis: An improved method for the analysis of catch-at-age data and abundance indices. ICES J. mar. Sci., 56: 584-591

Szczerbowski J. A. 2005 – Podstawy rybactwa, Wydawnictwo IRS, Olsztyn, 188

Travade F., Larinier M. 1992. La migration de dévalaison: problèmes et dispositifs. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 326/327: 165-176

Wlasow T. 1991. Azjatycki nicien *Anguillicola* spp. w pęcherzu pławnym węgorza europejskiego *Anguilla anguilla* L. Komun. Ryb. 3: 21-22.

Commission Decision (2008/XXX/EC) adopting a multi annual Community programme pursuant to Council Regulation (EC) No 199/2008 establishing a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the Common Fisheries Policy

Commission Regulation (EC) No 1639/2001 of 25 July 2001 establishing the minimum and extended Community programmes for the collection of data in the fisheries sector and laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No 1543/2000

Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. 2003 - Development of a Community Action Plan for the management of European Eel. 2003 Commission of the European Communities. Brussels.

Council Regulation (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel

Council Regulation (EC) No 199/2008 of 25 February 2008 concerning the establishment of a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the Common Fisheries Policy

DIN EN 14011 (2003-07): Water quality - Sampling of fish with electricity.

EIFAC/ICES 2002. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. Nantes, France 2–6 September 2002.

EIFAC 2003. Report of the thirteenth sessions of the JOINT EIFAC/ICES WORKING GROUP ON EELS - EIFAC Occasional Paper No. 36. Copenhagen, Denmark, 2001

EIFAC/ICES 2007. Report of the 2007 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Bordeaux, France, 3–7 September 2007.

Guidance document for the drafting of Eel Management Plans. European Commission. DG for Fisheries and Maritime Affairs. 28.03.2008

ICES 2006. Report of the 18th session of the joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL). CM 2006/ACFM:16

REVIEW OF GUIDELINES FOR THE NEW DCR (SGRN-08-01) SUBGROUP ON RESEARCH NEEDS (SGRN), OF THE SCIENTIFIC, TECHNICAL AND ECONOMIC COMMITTEE FOR FISHERIES (STECF) OF 7-11 JULY 2008 IN HELSINKI.

WGEEL 2008, Report of the 2007 Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. ICES CM 2007/ACFM:23

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

Ustawa z 18 kwietnia 1985 o rybactwie śródlądowym (Dz. U. 1999 nr 66, poz. 750 ze zm.).

Ustawa z 18 lipca 2001 Prawo wodne (Dz. U. 2005 nr 239, poz. 2019 ze zm.).

Ustawa z dnia 19.02.2004 r. o rybołówstwie (Dz. U. z dnia 14 kwietnia 2004 r.

Rozporządzeniem Komisji UE nr 599/2004 z dnia 30 marca 2004 roku.

Rozporządzenie Rady (WE) nr 1198/2006 z dnia 27 lipca 2006 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rybackiego.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.

Rozporządzenie Rady (EWG) nr 2847/93 z dnia 12 października 1993 roku, ustanawiające system kontroli mający zastosowanie do wspólnej polityki rybołówstwa morskiego.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 września 2001 r. w sprawie określenia listy gatunków zwierząt rodzimych dziko występujących, objętych ochroną gatunkową ścisłą i częściową oraz zakazów dla danych gatunków i odstępstw od tych zakazów, (Dz.U. nr 130, poz. 1456, § 2, załącznik nr 2).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 roku w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie (Dz. U. nr 138, poz. 1559, zmiana Dz. U. 2003 nr 17, poz. 160).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 31 stycznia 2007 w sprawie konkursu ofert na oddanie w użytkowanie obwodu rybackiego (Dz. U. nr 27, poz. 181).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 29 marca 2002 w sprawie operatu rybackiego (Dz. U. nr 44, poz. 414).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 30 września 2003 w sprawie dokumentacji prowadzonej przez uprawnionego do rybactwa (Dz. U. nr 180, poz. 1766, sprostowanie błędu Dz. U. 2003 nr 210, poz. 2048).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 30 września 2003 w sprawie oceny wypełniania obowiązku prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej (Dz. U. nr 180, poz. 1765, sprostowanie błędu Dz. U. 2003 nr 210, poz. 2048, zmiana Dz. U. 2006 nr 32, poz. 224).

## Załącznik 1

### Model dynamiki populacji węgorza wraz z implikacjami dla odbudowy stada

#### 1. Wprowadzenie

Opracowany model matematyczny ułatwia obecną i historyczną ocenę stanu zasobów węgorza w wodach Polski oraz umożliwia symulowanie efektów zarządzania zasobami przy uwzględnieniu szeregu alternatywnych opcji.

Rozwinięto dwa różne, uzupełniające się modele:

- model do oceny zasobów, charakteryzujący historycznie ich dynamikę,
- model do prognozy zasobów węgorzy przy różnych wariantach oddziaływania na nie człowieka i środowiska.

Ponadto, przeprowadzono analizę dostępnych danych historycznych, umożliwiającą wstępną informację o stanie zasobów węgorzy w wodach Polski oraz tempie ich wzrostu i śmiertelności.

Aby zastosować model matematyczny do analizowanego obiektu biologicznego, należy najpierw przedstawić opis obiektu. Rozwinięty następnie model matematyczny będzie, w zależności od jego celów i zadań, przedstawiał (aproksymował) w ujęciu ilościowym wybrane procesy biologiczne i ewentualnie efekty oddziaływań człowieka na analizowany obiekt. Podstawą zastosowania modelu był opis cyklu życiowego węgorza.

#### 2. Metody

##### 2.1. Dostępne dane biostatystyczne i ich analiza

Dysponowano następującymi danymi biostatystycznymi odnośnie węgorza:

- połowy rybackie w tonach, wg obszarów i lat,
- ocena połowów wędkarskich w latach 2004-2006, dane dla lat wcześniejszych założono,
- składy wiekowe połowów w wybranych latach dla Zalewu Wiślanego i Szczecińskiego oraz średnie składy wiekowe dla grupy jezior,
- wzrost osobniczy (masa i długość) w grupach wieku,
- wielkość zarybień obu zalewów i wód śródlądowych,
- liczebność kormoranów i konsumpcja przez nie węgorzy.

Powyższe dane były na ogół dostępne z opracowań przygotowanych w pierwszym etapie zadania: „Zebranie i opracowanie danych naukowych w formie założeń do planu gospodarowania zasobami węgorza europejskiego w Polsce” realizowanego przez Morski Instytut Rybacki w Gdyni i Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Sakowicza (IRS, 2008; MIR, 2008).

##### *Połowy rybackie*

Informacje o połowach rybackich dotyczyły wód śródlądowych (IRS, 2008), wewnętrznych wód morskich (Zalew Szczeciński, Zalew Wiślany, Zatoka Pucka) oraz strefy przybrzeżnej w granicach 12 mil od brzegu (MIR 2008).

Dane dotyczące połowów śródlądowych otrzymano na podstawie ankietowania części gospodarstw rybackich, a następnie ekstrapolowania tych wyników na całe dorzecze. Są to więc dane przybliżone.

Dane dotyczące obu Zalewów i Zatok pochodzą z oficjalnych statystyk połowowych, mogą też być niepełne, gdyż jakość statystyk jest niska, szczególnie pogorszeniu uległa po roku 1990. Wielkości połowów przedstawiono na rys. 1a, b.

#### **Połowy wędkarskie**

Połowy wędkarskie oceniono jedynie w okresie 2004-2006, w obu dorzeczach na poziomie ok. 106 ton w każdym (IRS, 2008). Do zastosowania modelu potrzeba połowów historycznych, obejmujących lata wcześniejsze. W celu oceny tych połowów założono, że stosunek połowów wędkarskich do połowów rybackich na śródlądziu jest stały i równy proporcji obu rodzajów połowów w okresie 2004-2006. Stosunek połowów wędkarskich do rybackich w dorzeczu Odry wynosił dla tego okresu 2,7, a w dorzeczu Wisły 0,58. Te stosunki przyjęto w celu ekstrapolacji połowów wędkarskich w obu dorzeczach wstecz do roku 1960. Prawie trzykrotna wysokość połowów wędkarskich do rybackich w dorzeczu Odry wydaje się bardzo duża, jednak badania wcześniejsze wskazują, że ten stosunek może być rzędu 3 (badania prof. Leopolda, informacja od doc. Wołosa na spotkaniu w MIR 1.09.2008 r.). Ze względu na brak danych nie uwzględniono połowów wędkarskich w wodach morskich i zalewach. Wg ocen ekspertów, połowy te są nieistotne w porównaniu do połowów rybackich.

#### **Zarybianie**

Dane dotyczące zarybień obejmowały: Zalew Szczeciński, Zalew Wiślany oraz wody śródlądowe. Użyte w modelu liczbowe oceny zarybień wód śródlądowych (podobnie jak połowy z tych wód) pochodziły m.in. z ankietowania części gospodarstw rybackich, a następnie ekstrapolowania tych wyników na całe dorzecze. Są to więc dane przybliżone. Dane dotyczące zarybiania w obu zalewach są dokładniejsze, oparte na archiwach Okręgowych Inspektoratów Rybołówstwa Morskiego (Psuty i Draganik 2008). Użyte w modelu wielkości zarybień przedstawiono na rys. 2a, b, c, d.

#### **Uzupełnienie stada naturalnego pochodzenia**

Dane dotyczące dynamiki uzupełnienia pochodzą z badań liczebności węgorza szklatego w ujściach rzek państw zachodniej Europy i Skandynawii (ICES, 2006). Serię danych dla każdej z rzek przeskalowano poprzez podzielenie liczebności w kolejnych latach przez średnią geometryczną liczebności wieloletniej dla danej rzeki. Następnie dla każdego roku wzięto średnią geometryczną tak wyskalowanych wartości dla poszczególnych rzek, otrzymując wskaźnik liczebności uzupełnienia stad w okresie 1950-2005. Ponadto wyznaczono analogiczny wskaźnik w oparciu o dane z trzech rzek, obejmujące najdłuższy okres badań (Loire, Den Oever i Ems). Wyniki przedstawiono na rys. 3. Obie uśrednione serie wykazują podobne trendy zmian, poza tym, że średnia oparta na danych z trzech rzek ma szybsze tempo spadku, szczególnie po roku 1980, niż średnia oparta na danych z wszystkich rzek. Do dalszych obliczeń wzięto wskaźniki liczebności uzupełnienia oparte na wszystkich dostępnych danych.

#### **Konsumpcja węgorza przez kormorany**

Dane o liczebności kormoranów wzięto z opracowania IRS (2008). Rozbito je na dorzecza proporcjonalnie do powierzchni dorzeczy. Udział kormoranów dorosłych i 1-2 letnich jak również ich konsumpcję ryb oparto na danych IRS (2008). Przyjęto dalej, że udział węgorza w pokarmie wynosił ok. 10% do lat 90., następnie malał wykładniczo do 1% w roku 2007. Obliczona konsumpcja sumaryczna dla Polski w poszczególnych latach jest przedstawiona na rys. 4. Konsumpcja szybko rosła wraz ze wzrostem liczebności kormoranów. Spadek liczebności

węgorza prowadził do znacznego spadku jego wybiórczości w pokarmie kormoranów, co spowodowało szybki spadek liczby wyjadanych przez kormorany węgorzy po roku 1990.

#### **Składy wiekowe połowów - ocena śmiertelności całkowitej i połowowej na podstawie krzywej połowów**

Spośród wymienionych danych, szczególnie użyteczne do wstępnej analizy dynamiki zasobów są składy wiekowe połowów. Były one dostępne jedynie w wybranych latach dla Zalewu Szczecińskiego i Zalewu Wiślanego. Ponadto dysponowano danymi dla jezior północnej Polski, średnimi za okres 1996-2008. Dane dla Zalewu Szczecińskiego obejmowały lata 1964, 1966, 1968-1972, 1978-1980 i 2006-2008. Natomiast składy wiekowe połowów na Zalewie Wiślanym były dostępne dla lat 1970-1978, 1984-1986 i 2006-2008. Dane te umożliwiają przybliżoną ocenę śmiertelności całkowitej,  $Z$ , poprzez analizę krzywej połowów. Oceny śmiertelności połowowej można otrzymać, odejmując od ocen śmiertelności całkowitej wielkość śmiertelności naturalnej.

Krzywa połowów to relacja pomiędzy logarytmem połowów w sztukach, a wiekiem ryby. Prowadząc przez prawe jej ramię regresję liniową i obliczając nachylenie regresji (ze znakiem minus), otrzymujemy przybliżoną ocenę śmiertelności całkowitej. Ocena taka jest w miarę dobra, jeśli zarówno eksploatacja jak i dopływ nowych ryb były stosunkowo stabilne w analizowanych latach. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, to ocena może być zaniżona (zawyżona), gdy np. uzupełnienie wykazuje trend malejący (rosnący).

## **2.2. Model do oceny zasobów, charakteryzujący historycznie ich dynamikę**

Określanie dynamiki biomasy i liczebności stad ryb jest jednym z podstawowych elementów potrzebnych do racjonalnego gospodarowania zasobami żywymi i wprowadzenia odpowiednich regulacji, np. wyznaczenia dopuszczalnej wielkości ich połowów. Dynamikę stad ryb można określać za pomocą:

- metod bezpośrednich (eksperymentalnych), które zwykle realizujemy w trakcie rejsów badawczych (np. metody pomiarów hydroakustycznych, metodę przetrzałowanej powierzchni, metodę opierającą się na ilości złożonej ikry),
- metod matematycznych, tzn. odpowiednich modeli, które w oparciu o parametry biologiczne stad, wskaźniki ich wielkości uzyskane w metodach eksperymentalnych oraz pewne informacje związane ze statystyką połowów i eksploatacji, pozwalają ocenić wielkość biomasy ryb.

Obecnie metody matematyczne uznawane są za bardziej wiarygodny sposób oceny stanu zasobów - metody bezpośrednie są metodami pomocniczymi, a ich wyniki są często używane jako dane w odpowiednich metodach matematycznych. Do stosunkowo prostych modeli dynamiki populacji należą tzw. modele syntetyczne (inaczej stado-produkcja) (np. Schaeffer 1954, Pella i Tomlinson 1969, Deriso 1980, Horbowy 1992). Modele te do zastosowania wymagają wieloletnich wskaźników standaryzowanego nakładu połowowego. Takich danych dla węgorza nie ma. Poza tym operują one na całości lub większości biomasy, podczas gdy w przypadku węgorza interesuje nas m. in. część populacji udająca się na tarło, a to tylko niewielka część stada. Modele te nie mogły więc być zastosowane do oceny dynamiki zasobów węgorza.

Inną grupą modeli oceny zasobów są modele używające struktury wiekowej stada czy połowów. Jednymi z najczęściej stosowanych tu podejść są metoda wirtualnej populacji, VPA, Gulland (1965) i analiza kohort (Pope 1972) W nawiązaniu do tych metod rozwinięto wiele innych technik, różniących się założeniami, zakresem używanych danych biologicznych i statystyki eksploatacji oraz zakresem informacji, uzyskiwanych z badań stanu zasobów metodami bezpośrednimi. Przykładem takiej metody jest model „Extended Survivor Analysis” (XSA)

(Shepherd, 1999) oraz szereg tzw. "doraźnych metod kalibracyjnych". Do grupy metod używających struktury wieku należą też tzw. modele zintegrowane, których podstawą jest model statystyczny, wykorzystujący możliwie duży zakres informacji o stadzie i wskaźnikach jego dynamiki. Do takich metod należy np. model CAGEAN (Deriso i in., 1985) oraz model ICA - Integrated Catch Analysis - (Patterson, 1998).

#### Wybrany model

Do oceny zasobów węgorza adaptowano model CAGEAN (Deriso i in., 1985). Złożyły się na to duże braki w danych odnośnie składu wiekowego połowów. W tej sytuacji można było wykorzystać uproszczone założenie o rozdzielności selektywności i efektu roku w śmiertelności połowowej – jedno z podstawowych założeń modelu CAGEAN. Przyjęto zatem, że śmiertelność połowowa ( $F$ ) jest iloczynem nakładu połowowego ( $f$ ) w roku ( $y$ ) i selekcji ( $s$ ) w danej grupie wieku ( $a$ ), czyli

$$F_{a,y} = f_y s_a \quad [1]$$

Liczebność populacji w wieku  $a+1$ , roku  $y+1$  obliczano za pomocą klasycznego równania wykładniczego spadku

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} e^{-(s_a f_y + M)}, \quad [2]$$

gdzie  $M$  oznacza współczynnik śmiertelności naturalnej. Natomiast połowy w sztukach wg wieku obliczano równaniem Baranowa,

$$C_{a,y} = \frac{s_a f_y}{s_a f_y + M} N_y (1 - e^{-s_a f_y - M}) \quad [3]$$

Ponadto w modelu założono, że:

- wskaźnikami liczebności naturalnego uzupełnienia populacji są wartości obserwowane u wejść do rzek zachodniej i północnej Europy (ICES, 2006) (patrz rozdz. 3.2.1),
- migracja tarłowa następuje w wieku 12 lat w liczbie 50% rocznika, 13 lat – 75%, 14 lat – 99% oraz uwzględniono:

- zarybianie węgorzem szklistym i „podchowanim” (ze względu wyższą przeżywalność i wzrost węgorza podchowanego oba elementy modelowano oddzielnie, jako osobne komponenty),
- wyjadanie węgorzy przez kormorany.

Założenia odnośnie spływu na tarło w punkcie b) są ocenami eksperckimi. Wstępne analizy wykazały, że model jest mało czuły na tego typu założenie, np. przyjęcie, że migracja tarłowa następuje dopiero w wieku 14 lat prowadziłoby do zbliżonych jakościowo wyników prognoz dynamiki stada. Śmiertelność naturalną przyjęto na 0,14 (Dekker 2000), jedynie dla węgorza szklistego zarybianego założono  $M$  na poziomie 1,0. To ostatnie założenie odpowiada uzyskiwaniu 1 ryby w połowie z 10 zarybianych węgorzy szklistych i średniemu wiekowi ryb w połowie w wysokości 8-9 lat oraz śmiertelności naturalnej pozostałych węgorzy w wysokości 0,14.

W symulacjach uwzględniających drapieżnictwo kormoranów wzory na liczebność populacji odpowiednio zmodyfikowano do postaci

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} e^{-(s_a f_y + M)} - Korm_{a,y} e^{-(s_a f_y + M)/2}, \quad [4]$$

gdzie  $Korm$  oznacza liczbę węgorzy zjedzonych przez kormorany. Powyższy wzór można uzyskać w podobny sposób, jak podstawowy wzór na zmianę liczebności populacji w analizie kohort (Pope 1972). Włączenie do modelu drapieżnictwa kormoranów na węgorzach poszerza go do klasy modeli wielogatunkowych, tj. modeli uwzględniających pewne relacje troficzne w analizowanym ekosystemie. Modelowanie tych interakcji ma szczególnie duże znaczenie, gdy eksploatacja stad jest intensywna. Może wówczas dochodzić do zakłócenia równowagi biologicznej w ekosystemie oraz takiego zwiększenia oddziaływań międzygatunkowych, że nieuwzględnienie ich w symulacjach prowadzi do zbyt dużego błędu.

Równania [2] i [4] dla grup wieku spływających do morza na tarło (wiek 12, 13 i 14) były odpowiednio modyfikowane, poprzez pomnożenie prawej strony przez frakcję pozostających węgorzy, tj. odpowiednio 0,5, 0,25 i 0,01.

Ważnym elementem prac nad modelem jest jego kalibracja, polegająca na dobraniu nieznanymi parametrów modelu tak, aby otrzymać wartości pewnych wielkości obliczanych za pomocą modelu możliwie bliskie wartościom obserwowanym. Model kalibrowano poprzez minimalizację sumy kwadratów odchyleń masy połowów obserwowanych od modelowanych w okresie 1960-2007 i połowów w sztukach obserwowanych od modelowanych w latach, dla których były dostępne. Oba człony ważono przez odwrotność ich wariancji

$$SS(param) = \sum_y (\ln Y_y^{obs} - \ln Y_y^{mod})^2 + \lambda \sum_{y,a} [\ln(C_{y,a}^{obs}) - \ln(C_{y,a}^{mod})]^2, \quad [5]$$

gdzie  $param$  oznacza wektor nieznanymi parametrów modelu, a  $\lambda$  jest stosunkiem odwrotności wariancji obu członów minimalizowanej sumy kwadratów. Nieznanymi z góry parametrami modelu (lub danymi do modelu) estymowanymi jako  $param$  były:

- współczynnik skalowania wskaźników uzupełnienia z badań międzynarodowych na wartości w modelu,  $Ralfa$ ,
- liczebność początkowa stada w grupach wieku w startowym roku obliczeń,
- selektywność w grupach wieku 3-5 (dla węgorzy młodszych niż grupa wieku 3 przyjęto 0 (brak w połowach), dla starszych niż 5 założono 1, (szczyt krzywej, czyli w przybliżeniu pełna selekcja do rybołówstwa, przypada średnio na grupę wieku 6)),
- wartości śmiertelności połowowej (efektu roku) wg lat.

Gdyby wyznaczać liczebność początkową i śmiertelność połowową odpowiednio dla każdej grupy wieku i każdego roku jako oddzielną wartość szukaną bezpośrednio poprzez minimalizację sumy kwadratów [5], to liczba stopni swobody modelu byłaby mała – zbyt dużo nieznanymi parametrów w stosunku do liczby danych. Zatem, by zwiększyć liczbę stopni swobody w modelu, liczebność początkową w grupach wieku wyznaczono za pomocą dwóch parametrów. Obliczono średnie wskaźniki uzupełnienia populacji w okresie 10 lat przed rokiem startowym, przeskalowano je poprzez parametr  $Ralfa$ , a następnie obliczano liczebności w grupach wieku na podstawie równania wykładniczego spadku (analogiczne do równania [2])

$$N_{a,1960} = Ralfa * indexR * e^{-a * Zini}, \quad [6]$$

gdzie  $Zini$  jest parametrem szukanym w modelu (odpowiednik śmiertelności pomiędzy kolejnymi grupami wieku), a  $indexR$  jest średnim wskaźnikiem uzupełnienia stada w okresie 1950-1959. Z kolei śmiertelność połowową (jej efekt roku,  $f_y$ ) symulowano za pomocą wielomianu 7 stopnia

$$f_y = c_0 + c_1 y + c_2 y^2 + c_3 y^3 + c_4 y^4 + c_5 y^5 + c_6 y^6 + c_7 y^7, \quad [7]$$

gdzie  $y$  jest wskaźnikiem kolejnego roku (by uniknąć zbyt dużych liczb podnoszonych do wysokich potęg, za wskaźniki kolejnych lat przyjęto odpowiednio 1, 1,025, 1,05, ... itd.). Współczynniki wielomianu  $c_i$  są parametrami szukanymi w modelu, umożliwiającymi dalej wyznaczenie wartości  $f_y$ . Podsumowując, ostatecznymi parametrami  $param$  szukanymi poprzez minimalizację funkcji [5] były *Ralfa*, *Zini*, współczynniki  $c_0, c_1, \dots, c_7$  wielomianu [7] oraz selektywność  $s_3, s_4, s_5$ .

#### Zastosowanie modelu

Model do oceny sytuacji historycznej zastosowano dla dwóch dorzeczy:

A. model obejmujący dorzecze Odry (włącznie z Zalewem Szczecińskim i Zatoką Pomorską),

B. model obejmujący dorzecze Wisły (włącznie z Zalewem Wiślany i Zatoką Gdańską).

Należy zaznaczyć, że układy powyższe mogą nie spełniać założenia jednorodnej, homogenicznej populacji, wymaganej w większości modeli dynamiki stada. Obejmują one m.in. dziesiątki jezior, w których prowadzona jest różna gospodarka rybacka, różne jest tempo zarybień i odłowów i różne możliwości spływu węgorzy srebrzystych do morza. Wszystkie układy symulowano dla okresu 1960-2008.

Ponadto w celach weryfikacyjnych model zastosowano do dwóch układów: Zalew Wiślany i Zatoka Gdańska oraz Zalew Szczeciński i Zatoka Pomorska. Oba układy znacznie lepiej spełniają założenia o jednorodnej populacji i rybołówstwie niż dorzecza, a dane dotyczące składów wiekowych połowów odnoszą się właśnie do Zalewów.

### 2.3. Wielkość populacji węgorzy w okresie referencyjnym i wolny spływ – sposób oceny

#### Wielkość populacji węgorzy w okresie referencyjnym

Docelowy współczynnik spływania węgorzy obliczano, zgodnie z rozporządzeniem Rady (WE) nr 1100/2007, art. 2, ustęp 5, punkt a („a) na podstawie danych zebranych w najodpowiedniejszym okresie przed rokiem 1980, pod warunkiem że są one dostępne w wystarczającej ilości i są odpowiedniej jakości”), przy założeniu braku eksploatacji i tylko w odniesieniu do węgorzy z naturalnego tarła. Za uzupełnienie stada do okresu referencyjnego wzięto średni wskaźnik uzupełnienia z lat 60. i 70., mnożony przez wyznaczony w poszczególnych modelach mnożnik *Ralfa*. Tak wyznaczone uzupełnienie było punktem wyjścia do obliczenia liczebności populacji w grupach wieku tylko w oparciu o śmiertelność naturalną. Suma liczebności węgorzy spływających w wieku 12-14 tworzyła liczebność węgorzy potencjalnie spływających do morza na tarło. Proponowana metoda jest zgodna z wymogami Art. 2, ustępu 5, punktu a: jest oparta na danych (wskaźniki uzupełnienia) zebranych przed rokiem 1980, a dane użyte do kalibracji modelu okazały się wystarczająco dobre do oceny uzupełnienia populacji (poprzez mnożnik *Ralfa*) w okresie lat 60. i 70.

#### Wolny spływ - frakcja węgorzy srebrzystych mająca możliwość spłynięcia do morza

Liczne przeszkody wodne, tamy, turbiny powodują, że część spływających węgorzy albo nie znajduje drogi do spływu, albo ginie np. na turbinach elektrowni wodnych. Śmiertelność „hydrotechniczna” węgorzy w wodach śródlądowych dorzecza Wisły wynosi 60%, natomiast w przypadku dorzecza Odry – 44% (załącznik 2). Zakładając brak przeszkód hydrotechnicznych na obu Zalewach i uwzględniając proporcje zasobów w Zalewach wraz z Zatokami oraz w wodach śródlądowych, otrzymano śmiertelność „hydrotechniczną” dla całych dorzeczy: wynosi ona dla dorzecza Odry 30%, a dla Wisły – 44%.

### 2.4. Model prognozy zasobów węgorzy przy różnych wariantach oddziaływania na nie człowieka i środowiska

Punktem wyjścia do prognoz był stan stad (liczebność wg wieku) na początku roku 2008, oceniony na podstawie modelu opisanego w rozdz. 2.2. Prognozy wykonywano w oparciu o model przedstawiony przez Åström i Dekker (2007), obejmujący cały cykl życiowy węgorza, uwzględniający zarówno biologię jak i eksploatację gatunku. Model ten jest adaptacją jednogatunkowego modelu Bevertona i Holta (1954).

Określmy za Åstrom i Dekker (2007)

$R$  = uzupełnienie na wodach kontynentalnych,

$N_t^y$  = liczebność pokolenia węgorza z roku  $y$  w czasie  $t$ ,

$Tcont$  = długość kontynentalnej fazy życia,

$Toc$  = długość oceanicznej fazy życia,

$Tex$  = długość fazy życia, w której węgorz był eksploatowany,

$M$  = wykładniczy współczynnik śmiertelności naturalnej,

$b$  = uzupełnienie uzyskiwane z jednego osobnika tarłowego (liczebność węgorza szklitego osiągniętego wody europejskie podzielona przez liczbę węgorzy srebrzystych opuszczających wody kontynentu w celu tarła).

Wtedy, dla rocznika rekrutującego do wód europejskich w roku  $t$ , do czasu  $Tcont-Tex$  tylko śmiertelność naturalna ma miejsce i tę fazę przeżywa następująca liczba węgorzy

$$N_{t+Tcont-Tex} = R_t \exp(-(Tcont - Tex)M) \quad [8]$$

Następnie rozpoczyna się eksploatacja i do początku fazy oceanicznej liczba przeżywających węgorzy wynosi

$$N_{t+Tcont} = R_t \exp(-(Tcont - Tex)M) \exp(-Tex(M + F)) = R_t \exp(-TcontM - TexF) \quad [9]$$

Z tych osobników wylęgnie się nowe pokolenie, średnio w liczbie

$$newR_{t+Tcont+Toc} = bR_t \exp(-TcontM - TexF) \quad [10]$$

osobników. Jeśli zredukujemy śmiertelność połowową o frakcję  $p$  w roku  $t$ , to liczba osobników spływająca na tarło wyniesie

$$N_{t+Tcont} = R_t \exp(-TcontM - pTexF), \quad [11]$$

co doprowadzi do nowej liczebności uzupełnienia

$$newR_{t+Tcont+Toc} = bR_t \exp(-TcontM - pTexF). \quad [12]$$

W adaptowanym dla potrzeb niniejszego opracowania modelu liczba osobników spływających na tarło składa się z osobników trzech grup wieku - 12, 13 i 14 - w części równej odpowiednio 50%, 75% i 99%.

Ponadto wprowadzono możliwość zwiększenia liczebności populacji poprzez zarybianie i zwiększenia przeżywalności węgorzy spływających do morza poprzez udrażnianie rzek. Odnośnie zarybiania do modelu jest wprowadzana zmienna zewnętrzna jako liczebność węgorzy szklitych, którymi zarybiany jest układ. Liczebność tę można zmieniać w poszczególnych latach

prognozy. W przypadku symulacji efektu zwiększania splywu poprzez udrażnianie rzek, w dowolnym prognozowanym roku można podać parametry wolnego splywu różne od wyznaczonych metodą opisaną w załączniku 3, w zależności od przyjętych opcji tempa udrażniania rzek.

### 3. Wyniki

#### 3.1. Ocena śmiertelności całkowitej i połowowej na podstawie krzywej połowów

Wyniki obliczeń na podstawie danych z Zalewu Szczecińskiego i Wiślanego przedstawiono na rysunkach 5a, b i w tabelach pod rysunkami. Krzywe połowów i wyznaczone śmiertelności wskazują na stabilną wartość śmiertelności całkowitej na Zalewie Wiślanym: jej ocena na podstawie danych z trzech okresów wynosi ok. 0,3, a dane z lat 1975-1978 wskazują na wartość  $Z$  równą ponad 0,7. Ta ostatnia wartość jest zdecydowanie zawyżona, będąc efektem dopływu młodych ryb na łowisko w wyniku podjętych od 1970 roku zarybień. Powoduje to „wypiętrzanie” krzywej połowu w młodszych grupach wieku i zawyża jej stromość.

Z kolei dane z Zalewu Szczecińskiego wskazują na śmiertelność całkowitą rzędu 0,30-0,45. Jedynie dane dla okresu 1964, 1966 prowadzą do oceny 0,54. Trudno ocenić, czy ta ostatnia wielkość jest zawyżoną czy też odpowiada zwiększonej śmiertelności.

Ocena śmiertelności całkowitej na podstawie składu wiekowego połowów z jezior Polski, jest przedstawiona na rysunku 5c. Dla samic wynosi 0,21. Oceny dla samców wahają się od 0,20 do 0,65 w zależności od przyjętego wariantu obliczeń. Dane dla samców obejmują jedynie 4-5 grup wieku i wiarygodność oceny ich śmiertelności jest niska. Ogólnie dane dla jezior wskazują na śmiertelności całkowite rzędu 0,2.

Podsumowując uzyskane wyniki, stwierdzamy, że oceny śmiertelności całkowitej są dość zgodne i na ogół wahają się w zakresie 0,20-0,40. Przyjmując śmiertelność naturalną jako 0,14 (Dekker 2000), otrzymujemy śmiertelność połowową rzędu 0,06-0,26. Oceny śmiertelności całkowitej (i połowowej) z krzywej połowów są tylko wstępnymi przybliżeniami śmiertelności. Aby ich wiarygodność była wysoka, potrzeba spełnienia pewnych warunków: uzupełnienie populacji powinno być stabilne (mogą być fluktuacje, ale bez wyraźnego trendu), a selektywność powinna być stała. Najtrudniej spełnić warunek o stabilności uzupełnienia, jeśli uzupełnienie obniża się w tempie wykładniczym równym  $p$ , to ocena śmiertelności całkowitej z krzywej połowów jest zaniżona o wartość  $p$ . Tempo spadku uzupełnienia naturalnego wynosiło w ostatnich trzech dekadach od 0,08 do 0,15 (łatwo to obliczyć na podstawie danych przedstawionych na rys. 3), w zależności czy do obliczeń przyjmiemy wskaźnik uzupełnienia oparty na wszystkich czy tylko na trzech rzekach o najdłuższej serii danych. Oznaczałoby to, że do śmiertelności całkowitych wyznaczonych na podstawie danych z okresu po roku 1980 należałoby dodać od 0,08 do 0,15. Z drugiej strony zarybianie podjęte w latach 70. prowadziło do zwiększenia uzupełnienia i przeszacowywania śmiertelności całkowitej (przykład podany dla Zalewu Wiślanego, dane z lat 1975-78). Podsumowując, trudno ocenić wielkość zaburzeń  $Z$ , możemy jedynie podać ich źródła.

#### 3.2. Wyniki oceny stanu zasobów

W obu rozpatrywanych modelach A i B (model obejmujący dorzecze Odry i model obejmujący dorzecze Wisły) problemem było wyznaczenie wartości  $Ralfa$ , parametru przeskalowującego wskaźniki uzupełnienia stada (rozdz. 2.2) na liczebność uzupełnienia w rozważanym układzie/modelu. Przyczyną tego były prawdopodobnie liczne minima lokalne

funkcji celu (sumy kwadratów [5]), związane z parametrem  $Ralfa$ . Z tego powodu obliczenia prowadzono dla szeregu założonych wcześniej wartości  $Ralfa$ , a następnie analizowano wyniki każdej symulacji pod kątem jej właściwości statystycznych i zgodności wyznaczonej dynamiki populacji z obserwacjami, a także wiedzą jakościową, dotyczącą rybactwa węgorzowego.

Rozkłady reszt nie różniły się istotnie od rozkładu normalnego, zatem użycie w minimalizowanej sumie kwadratów [5] logarytmów modelowanych zmiennych (czyli założenie, że ich rozkład jest log-normalny) jest akceptowalne. Jako przykład podano rozkład reszt dla modelu obejmującego dorzecze Odry (rys. 6). Rozkład reszt dla Wisły był podobny.

#### Model A. (JZZWD Odry)

Model A kalibrowano dla założonych wartości startowych  $Ralfa$  wynoszących od 1000 do 6000 z krokiem 1000. Statystycznie najlepsze wyniki otrzymano dla startowej wartości  $Ralfa$  równej 6000, jednakże wyniki dla  $Ralfa$  wynoszącego 5000 i jakość dopasowania były tylko nieznacznie gorsze. Ostateczna ocena  $Ralfa$  wyniosła 6000,025. Wg modelu biomasa węgorzy systematycznie rosła od połowy lat 60., a szczyt wielkości biomasy sięgającej 12 – 13 tys. ton przypadł na koniec lat 80. Następnie biomasa obniżała się, spadając do ok. 1000 ton w latach 2006-2007. Podobną dynamikę (z kilkuletnim przesunięciem) wykazywała liczebność węgorzy potencjalnie splywających na tarło – szczyt przypadł na początek lat 90., potem ich liczebność szybko się obniżała. Wzrost zarówno biomasy jak i liczby węgorzy splywających w latach 80. to efekt intensywnych zarybień. Obecna wysokość biomasy to ok. 7% tej z okresu rekordowych wartości i ok. 20% wielkości biomasy z lat 60. (rys. 7a, b).

Średnia w całym okresie śmiertelność połowowa wynosiła 0,13. Wyższa była w latach 60. (średnio 0,19), a najniższa na przełomie lat 80. i 90. (ok. 0,1). Po roku 2000 wynosiła ok. 0,15. Ocen tych nie można bezpośrednio porównać z ocenami śmiertelności połowowej z krzywej połowów, gdyż ta ostatnia dotyczy jedynie zalewów.

Oceny śmiertelności naturalnej wywołanej przez kormorany były zwykle bardzo małe i pominięto je w dalszych rozważaniach. Powyższe śmiertelności choć małe w skali dorzecza, są wysokie w niektórych rejonach, zatem mogą stanowić znaczny w problem w skali lokalnej.

#### Model B. (JZZWD Wisły)

Model B kalibrowano dla założonych wartości startowych  $Ralfa$  wynoszących od 1000 do 6000 z krokiem 1000. Minimalizowana suma kwadratów najniższa była przy startowej wartości  $Ralfa$  równej 5000. Jednakże dla  $Ralfa$  wynoszącego 6000 minimum było tylko nieznacznie gorsze, przy tym znacznie lepiej dopasowane były połowy całkowite. Ponadto dla  $Ralfa$  wynoszącego 5000 otrzymano mało realistyczną wartość selektywności w wieku 4 równą 0,01, będącą jednocześnie nałożonym ograniczeniem (minimum) na estymowane wartości selektywności. W tych warunkach przyjęto wyniki kalibracji modelu dla  $Ralfa$  wynoszącego 6000 za bardziej wiarygodne. Ostateczna wartość tego parametru wynosiła 6000,022. Dla całego dorzecza Wisły biomasa węgorzy była stabilna prawie do połowy lat 70., następnie szybko wzrastała i osiągnęła szczyt w połowie lat 80. Po kilku latach wysokiej i dość stabilnej biomasy, obserwujemy jej spadek zapoczątkowany w połowie lat 90. Wielkość biomasy w roku 2007 to ok. 25% opisywanych rekordowych wartości. Wg modelu liczebność węgorzy potencjalnie splywających na tarło była niska w latach 70., wzrastała w wyniku zarybień i szczyt osiągnęła pod koniec ubiegłej dekady, potem obniżyła się, ale nadal była duża (rys. 8a, b). Wyniki dotyczące węgorzy splywających na tarło są różne od wyników w modelu A. W modelu B ocena liczby tych węgorzy jest bardzo niestabilna i mocno zależy od przyjętej wartości  $Ralfa$ .

Średnia w całym okresie śmiertelność połowowa wynosiła 0,35. Najwyższa była w latach 70. (średnio 0,54), a niska po roku 2000 (średnio 0,19). Ocen tych nie można bezpośrednio porównać z ocenami śmiertelności z krzywej połowów, gdyż ta ostatnia dotyczy jedynie Zalewu.



Podobnie jak dla modelu A, oceny śmiertelności naturalnej wywołanej przez kormorany były na ogół bardzo małe (w skali dorzecza) i pominięto je w dalszych rozważaniach.

#### Podsumowanie wyników dynamiki zasobów w okresie 1960-2007 i wiarygodność modelu

Przedstawione wyniki symulacji dynamiki zasobów węgorzy są na ogół zbliżone pod względem trendów zmian. Wskazują na stabilną lub rosnącą biomasę węgorzy w latach 60. i 70., wzrost do rekordowych wartości w drugiej połowie lat 80., a następnie dość szybki spadek biomasy. Symulacje wskazują na intensywniejsze tempo eksploatacji węgorzy w dorzeczu Wisły niż w dorzeczu Odry.

Jednym z kryteriów oceny wiarygodności modelu jest jakość dopasowania mierzona wartością błędu standardowego i rozkładem reszt wartości modelowanych użytych w sumie [5] (w tym wypadku połowy całkowite i połowy w sztukach). Rozkłady reszt już omówiono na początku rozdz. 3.2 – nie różniły się istotnie od rozkładu normalnego. Błędy standardowe logarytmów połowów całkowitych wynosiły 0,16 i 0,20, odpowiednio dla dorzecza Odry i Wisły. Dla obu dorzeczy błędy standardowe logarytmów połowów w sztukach były dużo wyższe, wynosząc odpowiednio 0,85 i 0,98. Tak duże błędy standardowe są zrozumiałe, gdyż obserwowany skład połowów w sztukach odnosił się do obu Zalewów. Błąd standardowy logarytmów połowów całkowitych nie przekraczał 0,2, co w uproszczeniu oznacza możliwe błędy ocenianych połowów na poziomie do 40%.

Omówione wyżej błędy standardowe nie wyczerpują kwestii jakości modelu. Przedstawione oceny w kategoriach bezwzględnych zależą mocno od przyjętej wartości *Ralfa*. W modelu i w danych użytych do jego zastosowania, nie ma wystarczającej ilości i jakości informacji do niezależnego wyznaczenia wartości *Ralfa*. Jednakże w kategoriach względnych wyniki symulacji na ogół pokazują podobne trendy dla tych wartości *Ralfa*, dla których parametry dopasowania modelu były akceptowalne. Zatem wyznaczone wartości (biomasa, liczebność, śmiertelność połowowa) prawdopodobnie oddają trend zmian, ale niekoniecznie ich wielkość bezwzględna.

Podobnie pod kątem trendów uzyskano wyniki biomasy i śmiertelności połowowej we wspomnianych tu jedynie modelach weryfikacyjnych (model obejmujący Zalew Szczeciński i Zatokę Pomorską oraz model obejmujący Zalew Wiślany i Zatokę Gdańską). Jednak i w tych modelach trzeba było założyć szereg wartości *Ralfa* dla każdą z nich użyć jako punkt startowy do obliczenia wartości docelowej tego parametru.

### **3.3 Referencyjne liczby węgorzy spływających do morza**

Wartości te wyznaczone wg opisu w rozdz. 2.3 wynoszą (tabela 1):

- dla JZZWD Odry – 2522 tys. sztuk, z czego 40% wynosi **1009** tys. sztuk,
- dla JZZWD Wisły – 2102 tys. sztuk, z czego 40% wynosi **841** tys. sztuk,

Oceny liczby węgorzy ostatnio spływających do morza (lata 2005-2007) wynoszą:

- dla JZZWD Odry – 308 tys. sztuk potencjalnie spływających, z czego przeszkody hydrotechniczne pokonuje ok. 70%, tj. **216** tys. sztuk,
- dla JZZWD Wisły – 371 tys. sztuk potencjalnie spływających, z czego przeszkody hydrotechniczne pokonuje ok. 56%, tj. **208** tys. sztuk,

Dla obu dorzeczy (modele A-B) obecnie spływające węgorze stanowią od 21% do 25% spływu docelowego.

### **3.4. Wyniki prognoz dynamiki stada – opcje zarządzania zasobami**

Wyniki ocen stanu zasobów węgorzy w dorzeczu Odry i w dorzeczu Wisły posłużyły jako punkt wyjścia do prognoz dynamiki stada przy różnych opcjach intensywności eksploatacji i

wspomagania odbudowy zasobów (np. poprzez zarybianie bądź zwiększanie liczby spływających węgorzy drogą zmniejszania przeszkód hydrotechnicznych). Prognozy prowadzono do roku 2090 (arbitralnie założony okres, można go wydłużyć lub skrócić w miarę potrzeb). Dla każdego z dorzeczy rozpatrywano następujące działania, mające prowadzić do odbudowy stada:

1. zmniejszanie śmiertelności połowowej (stosowanie śmiertelności obecnej oraz obecnej pomniejszonej o 25% i 50%)
2. zarybianie węgorzem szklстым (w zależności od opcji i dorzecza w granicach 4 – 15 mln sztuk)
3. zmniejszanie przeszkód hydrotechnicznych:
  - a. Odra: zwiększenie wolnego spływu o 70% potencjalnie spływających węgorzy do 80, 85 i 90% w roku 2019,
  - b. Wisła: zwiększenie wolnego spływu o 56% potencjalnie spływających węgorzy do 65 - 90% w roku 2019.

Dla obu dorzeczy rozważano też zwiększenie wolnego spływu do 90% już w roku 2019.

Ponadto prognozowano wielkość populacji węgorzy dla różnych kombinacji powyższych działań.

#### JZZWD Odry

Wybrane wyniki symulacji przedstawiono na rysunkach 9 a,b. Oznaczenia poszczególnych opcji należy interpretować wg przykładu: ".75Fsq&6montee&90%splyw2019" oznacza opcję z redukcją śmiertelności połowowej *status quo* (średnia z ostatnich trzech lat oznaczana jako Fsq) do 75% jej wartości, zarybianie węgorzem szklстым w liczbie 6 mln sztuk i zwiększenie wolnego spływu do 90% węgorzy dojrzałych do spływu (spływ potencjalny) w roku 2019. Operowanie jedynie śmiertelnością połowową w celu odbudowy zasobów (tj. uzyskania spływu do morza węgorzy w liczbie równej co najmniej wartości referencyjnej) wymagałoby jej redukcji o 50%. Wtedy zalecany spływ na tarło zostałby osiągnięty ok. roku 2073 (rys. 9a), jednak później zasoby znowu spadają i spływ trwale przekraczający cel nastąpiłby ok. 15 lat później. Szybko do celu prowadzi (ok. roku 2034) zarybianie na poziomie 15 mln sztuk i zmniejszenie śmiertelności połowowej o 25%, jednak ta opcja może być trudna do realizacji ze względu na konieczność bardzo dużej ilości materiału zarybieniowego. Z pozostałych opcji najszybciej do wartości referencyjnej (pierwsze osiągnięcie celu w roku 2042, a przekroczenie trwałe ok. roku 2049) prowadzi obniżenie śmiertelności połowowej o 25%, zarybianie węgorzem szklстым na poziomie 6 mln sztuk i zwiększenie wolnego spływu do 90% spływu potencjalnego, przy czym nie ma większego znaczenia, czy udroźnienie rozpoczniemy w roku 2010 czy w 2019. Zarybianie na poziomie 4 mln sztuk węgorzy szklстых połączone z redukcją śmiertelności połowowej o 25% i zwiększeniem wolnego spływu do 90% potencjalnego prowadzi do osiągnięcia celu ok. roku 2050.

Rozpatrywane opcje łączące zarybianie ze zmniejszaniem przeszkód hydrotechnicznych prowadzą też do znacznie szybszego wzrostu połowów niż opcje oparte na samej śmiertelności połowowej (rys. 9b).

#### JZZWD Wisły

Wybrane wyniki symulacji przedstawiono na rysunkach 10 a,b. Żadna z rozpatrywanych redukcji śmiertelności połowowej (do 50%) nie prowadzi do celu w rozpatrywanym okresie (rys. 12a). Najszybciej cel osiągamy łącząc kilka działań. I tak zarybianie (7 mln sztuk węgorza szklстого) połączone z redukcją śmiertelności połowowej o 25% i zwiększeniem wolnego spływu do 90% w roku 2010 lub 2019 prowadzi do celu ok. roku 2066. Jeśli w powyższej opcji zarybianie ograniczyć do 4 mln sztuk, to cel osiągamy ponad 20 lat później.

Opcje łączące zarybianie z udrażnianiem rzek prowadzą też do znacznego wzrostu połowów w połowie lat 20. (rys. 11b).

### Uwagi

Powyższe symulacje nie dotyczą wód Wspólnoty (połowy w Zatoce Gdańskiej i Pomorskiej prowadzone są na wodach terytorialnych), zatem nie ma tu zastosowania Art. 8 rozporządzenia Rady (WE) nr 1100/2007.

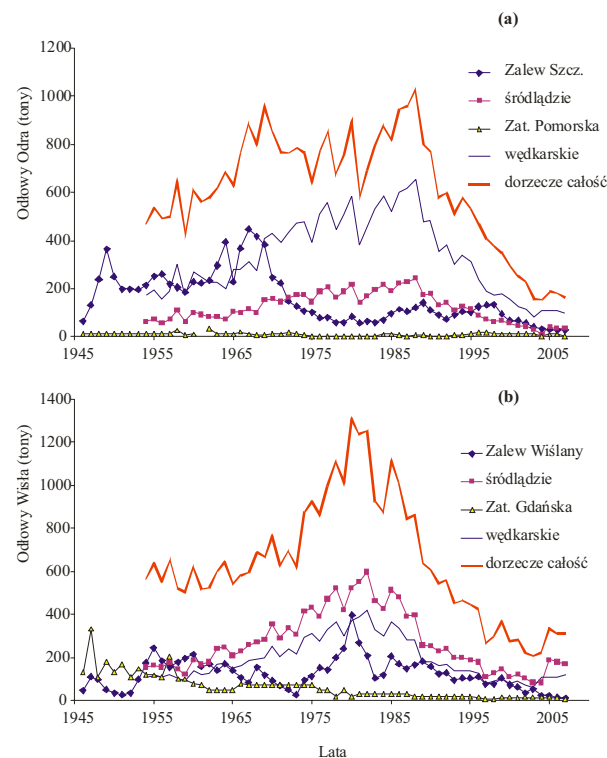
Symulacje wykonano zakładając wprowadzenie środków odbudowy zasobów od początku roku 2009. Wprowadzenie tych środków w trakcie roku (np. w połowie) nie będzie miało istotnego wpływu na uzyskiwane wyniki.

Tabela 1. Oceny liczby węgorzy spływających przy różnych założeniach w latach 1960-79 i 2005-2007

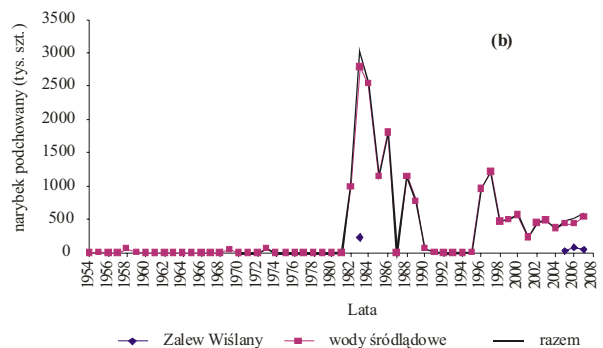
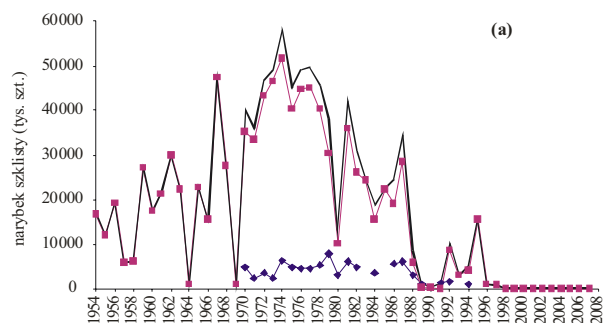
	JZZWD Odry	JZZWD Wisły
Śmiertelność węgorzy spływających na przeszkodach hydrotechnicznym	30%	44%
Liczba węgorzy spływających [tys. szt.]		
Okres 1960-1979*		
Potencjalnie w 2005-07	2522	2102
Z uwzględnieniem przeszkód hydrotechnicznych w 2005-07	308	371
Cel (40% z okresu 1960-79) [tys. szt.]	1009	841
Stosunek 2005-07** do celu [%]	0,21	0,25

\*/ szacunkowa z naturalnego tarła, przy założeniu braku eksploatacji i przeszkód technicznych

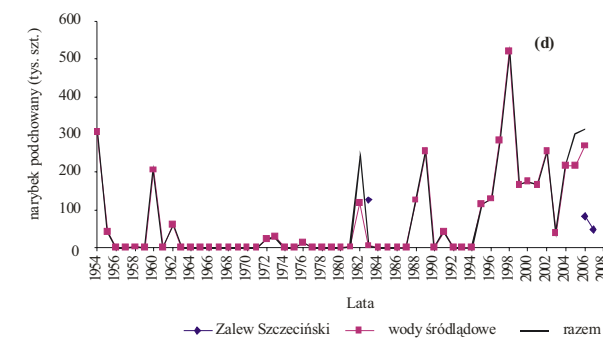
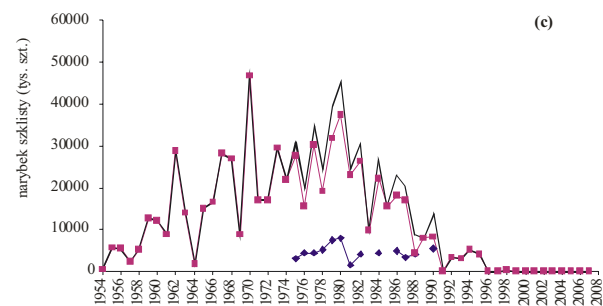
\*\*/ przeszkody hydrotechniczne uwzględnione



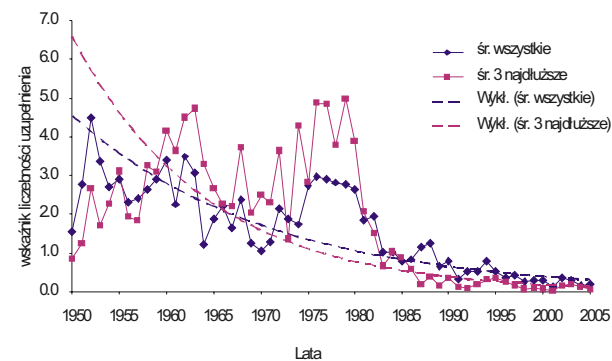
Rys. 1a, b. Szacowane odłowcy węgorza (tony) w dorzeczu Odry i w dorzeczu Wisły, z uwzględnieniem połowów w Zalewie Szczecińskim i Wiślanym, Zatoce Pomorskiej i Gdańskiej, w rybołówstwie śródlądowym i połowów wędkarskich.



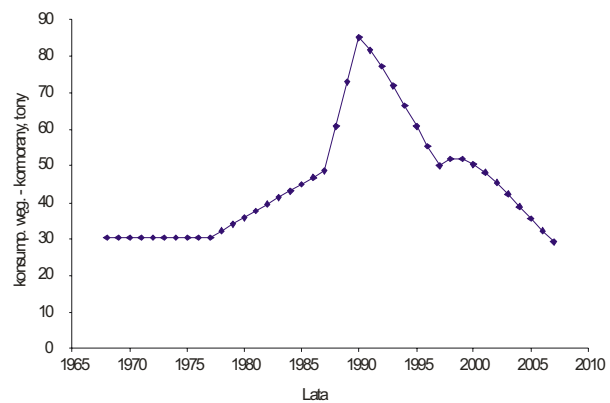
Rys. 2a, b. Zarybianie narybkiem szklistym (a) oraz narybkiem podchowany (b) wód Zalewu Wiślanego i śródlądowych dorzecza Wisły w latach 1954-2007.



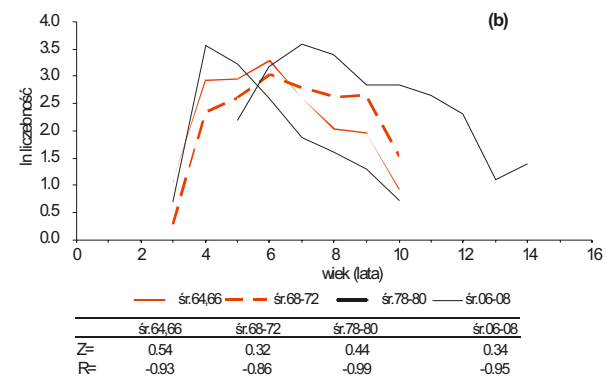
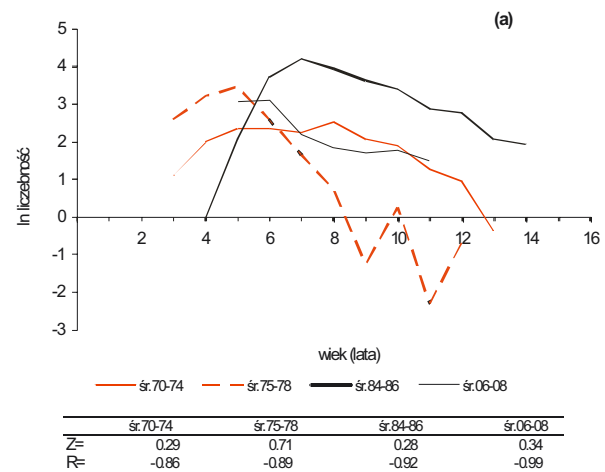
Rys. 2c, d. Zarybianie narybkiem szklistym (c) oraz narybkiem podchowany (d) wód Zalewu Szczecińskiego i śródlądowych dorzecza Odry w latach 1954-2007.



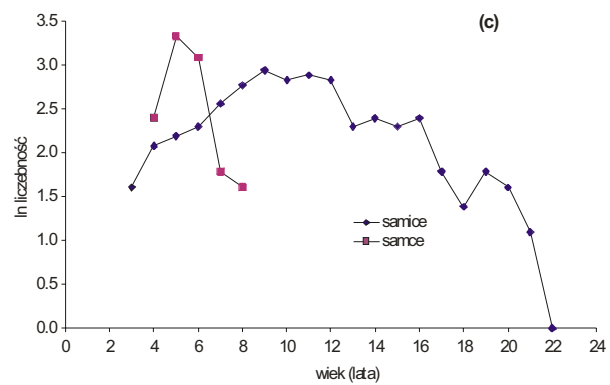
Rys. 3. Wskaźniki liczebności uzupełnienia węgorzy: średnia ze wszystkich dostępnych danych oraz średnia z trzech serii obejmujących najdłuższy okres. Ponadto na wykresie pokazano linie trendów wykładniczych dla obu serii wskaźników.



Rys. 4. Szacunkowa konsumpcja węgorka przez kormorany.

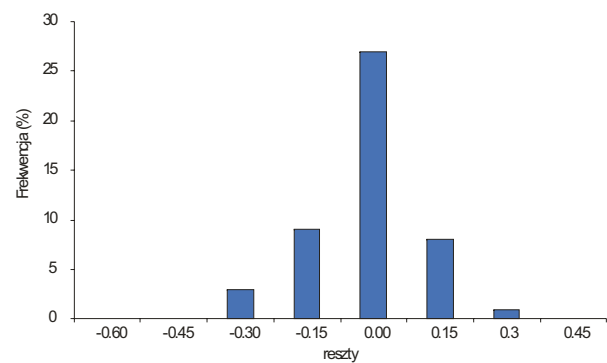


Rys. 5a, b. Ocena śmiertelności całkowitej, Z, węgorzy na podstawie krzywej połowów (a – Zalew Wiślany, b – Zalew Szczeciński) (R – współczynnik korelacji).

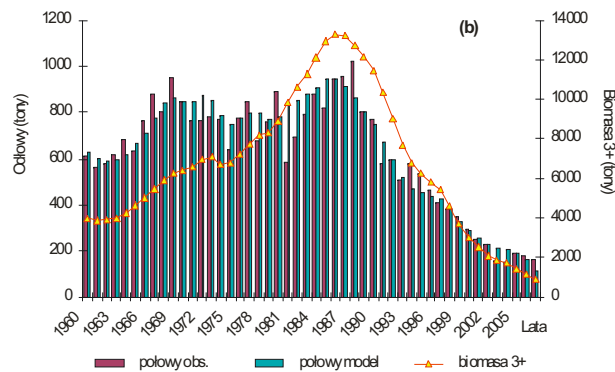
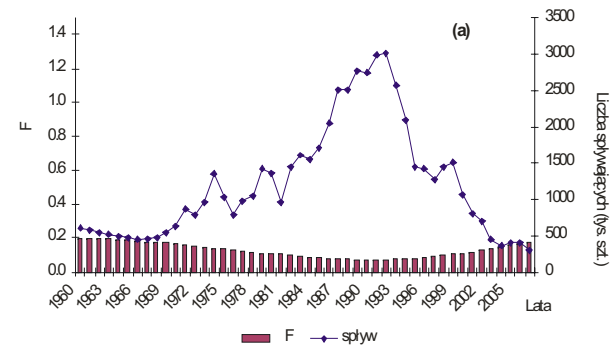


	samice		samice	
	wiek 11+	wiek 5+	wiek 4-5	wiek 7-8
Z=	0.21	0.65	0.24	0.18
R=	-0.91	-0.95		

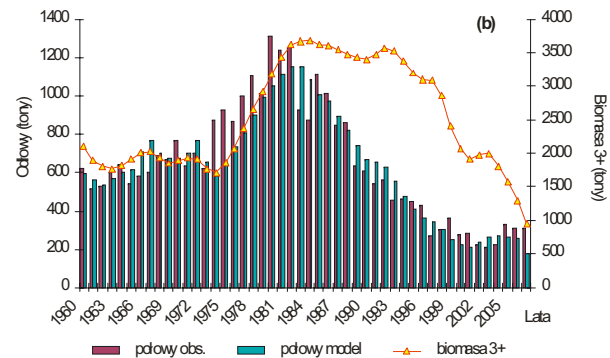
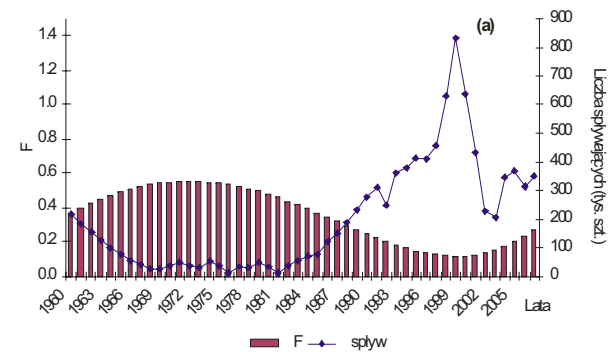
Rys. 5c. Ocena śmiertelności całkowitej, Z, węgorzy na podstawie średniej za okres 1996-2008 krzywej połowów dla jezior (R – współczynnik korelacji).



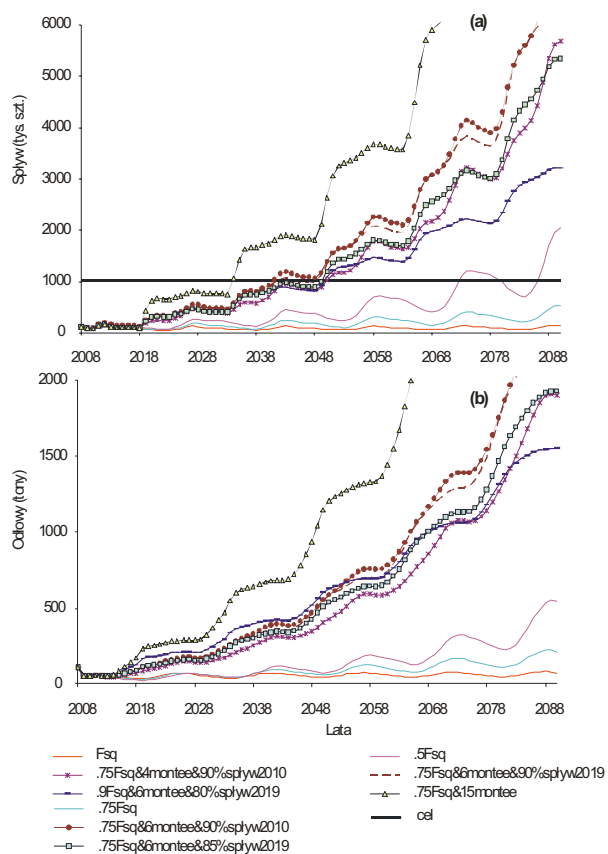
Rys. 6. Rozkład reszt (różnic pomiędzy logarytmami połowów obserwowanych i wynikających z modelu) dla symulacji dynamiki zasobów w dorzeczu Odry.



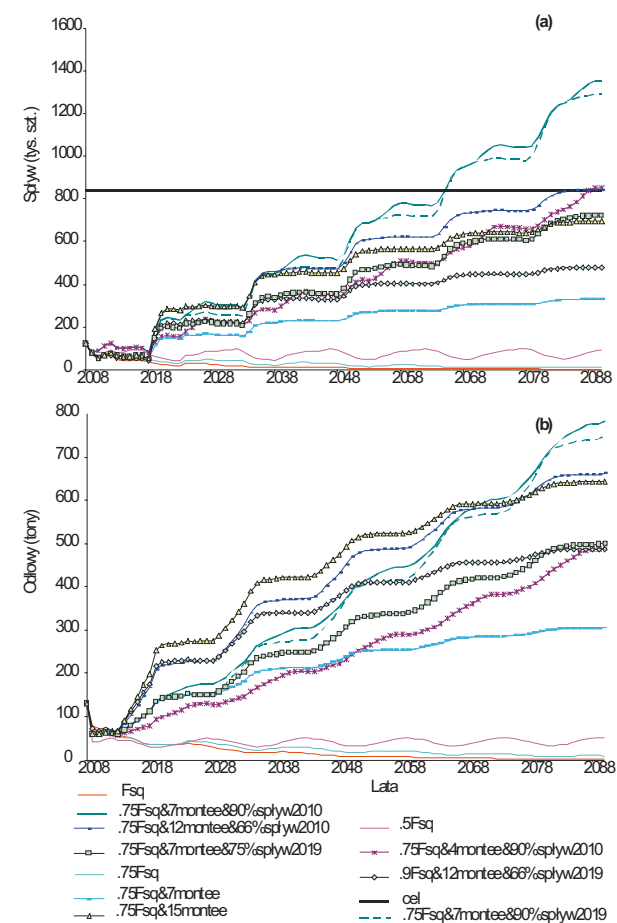
Rys. 7a, b. Dorzecze Odry: a) współczynniki śmiertelności połowowej,  $F$ , i liczba węgorzy potencjalnie wpływających na tarło (tys. szt.). b) odłowy obserwowane, modelowane i biomasa węgorzy w wieku 3 i starszym (tony).



Rys. 8 a, b. Dorzecze Wisły: a) współczynniki śmiertelności połowowej,  $F$ , i liczba węgorzy potencjalnie wpływających na tarło (tys. szt.). b) odłowy obserwowane, modelowane i biomasa węgorzy w wieku 3 i starszym (tony).



Rys. 9a, b. Prognoza liczby węgorzy spływających do morza oraz prognoza wielkości połowów dla różnych opcji działań w celu odbudowy zasobów, dorzecze Odry (spływ w tys. sztuk, odlowy w tonach).



Rys. 10 a, b. Prognoza liczby węgorzy spływających do morza oraz prognoza wielkości połowów dla różnych opcji działań w celu odbudowy zasobów, dorzecze Wisły (spływ w tys. szt., odlowy w tonach).

## Załącznik 2

### Przeszkody hydrotechniczne i ocena śmiertelności spływających węgorzy przy ich pokonywaniu

Zebrano informacje o ponad 15 tysiącach budowli hydrotechnicznych. Ich wpływ na możliwości migracji jest bardzo różny: praktycznie każda z nich w jakimś stopniu utrudnia przemieszczanie się ryb w górę rzeki, nie wszystkie, jednak, stanowią przeszkodę w spływie ryb w dół rzeki. Wpływ ten zależy od szeregu czynników, z których najważniejszym jest przeznaczenie budowli, a zwłaszcza to, czy woda wykorzystywana jest do produkcji prądu, nawodnień, zasilania wodociągów, stawów itd., czy wykorzystywana jest w całości, czy ryby mają możliwość ominięcia urządzeń (turbiny, pomp itp.), co, z kolei, zależy od indywidualnych rozwiązań technicznych, i czy omijając je nie są narażone na obrażenia spowodowane upadkiem, różnicami ciśnienia itp.

A zatem każda budowla stanowi, w kontekście migracji ryb, przypadek indywidualny (EIFAC/ICES 2007). Analiza ich wpływu w skali wielkich zlewni wymagała przyjęcia szeregu upraszczających założeń. Najważniejsze z nich to:

- Wpływ na migrację w dół rzeki mają wyłącznie elektrownie – ujęć wody dla innych celów jest znacznie mniej i nie sposób przyjąć dla nich jakiś przeciętnych parametrów wpływu, podobnie jak i dla różnego rodzaju progów, okresowo pracujących zastawek, śluz itp., których wprawdzie jest bardzo dużo, ale w większości nie uniemożliwiają one spływu ryb; elektrowni w Polsce jest obecnie około 600.
- Śmiertelność węgorzy pokonujących przegrodę z elektrownią zależy od możliwości ominięcia turbin, wielkości węgorzy, typu i wielkości turbiny, wysokości piętrzenia: rośnie wraz z wielkością ryb, jest większa w turbinach Francisa niż Kaplana i większa w turbinach mniejszych (Montén 1985, Larinier i Dartiguelongue 1989, Travade i Larinier 1992, Holzner 1999, Larinier i Travade 1999, 2002, McCleave 2001), w mniejszych elektrowniach częściej stosowane są turbiny Francisa, wydaje się także, że większe szanse na ominięcie turbin mają ryby na elektrowniach większych. Warto także pamiętać, że węgorze są ulegają przy przechodzeniu przez turbiny znacznie większym obrażeniom niż, np., smolty łososi (EIFAC/ICES 2002). Uwzględniając te zależności i opierając się na zestawieniach istniejących danych sporządzonych przez Larinier i Travade (1999) oraz w Raporcie EIFAC/ICES (2002), a także danych na temat śmiertelności (głównie smoltów ryb łososiowatych) w elektrowniach na rzekach Polski (Bartel i in. 1998) przyjęto następujące wskaźniki śmiertelności (M) w zależności od mocy nominalnej elektrowni:
  - do 100 kW - 0,8,
  - powyżej 100 kW do 1 MW – 0,6,
  - powyżej 1 MW do 10 MW – 0,4,
  - powyżej 10 MW – 0,3.

Trzeba, jednak, pamiętać, że liczba elektrowni, w ostatnich latach gwałtownie się zmienia – w 2002 roku ich liczbę szacowano na ok. 400. Nie są dostępne aktualne ich wykazy i dane na ich temat czerpano z bardzo wielu różnych źródeł, z których część może już nie odzwierciedlać aktualnego ich stanu.

Podstawowym środowiskiem i miejscem produkcji naturalnej węgorzy, czy to faktycznej, czy potencjalnej, są jeziora. Oczywiście występują one także w rzekach, ale w warunkach Polski, zwłaszcza gdy produkcja ta opiera się przede wszystkim na zarybieniach, rzeki stanowią głównie drogi migracji węgorzy i ich powierzchnię w kontekście produkcji węgorza możemy pominąć.

W Polsce jest ponad 7 tysięcy jezior. Ich produktywność jest bardzo różna, jednak dla celów niniejszej analizy prowadzonej w skali wielkich zlewni, musimy przyjąć założenie, że jest ona taka sama dla wszystkich jezior większych od 5 ha, czyli, że każdy hektar powierzchni jezior ma dla produkcji węgorzy takie samo znaczenie.

Analizie poddano 93 dorzecza, w granicach których leży przeważająca większość polskich jezior (tab. 1); część z nich podzielono jeszcze na dorzecza większych dopływów.

Wielkość spływu węgorzy wyrażano wskaźnikiem (W) będącym iloczynem powierzchni w hektarach (P) i przeżywalności ryb na przegrodzie (S). Ponieważ warunki spływu w różnych częściach dorzecza mogą być różne zależnie od lokalizacji przegród, spływ z całego dorzecza jest sumą spływu z części odgradzonych przez jedną, przez dwie, trzy i cztery przegrody (przyjęto, że przy tak przybliżonych wskaźnikach śmiertelności szacowanie przeżywalności po przejściu większej liczby elektrowni nie ma sensu, tym bardziej, że z reguły już trzecia i czwarta elektrownia to budowle niewielkie o największej śmiertelności przechodzących przez nie ryb) przy, odpowiednio kumulującej się śmiertelności:

$$W = P_1 * S_1 + P_2 * S_1 * S_2 + P_3 * S_1 * S_2 * S_3 + P_4 * S_1 * S_2 * S_3 * S_4$$

gdzie: P<sub>i</sub> - powierzchnia powyżej i-tej przegrody, i = 1...4,  
S<sub>i</sub> - przeżywalność na i-tej przegrodzie, i = 1...4,  
S<sub>i</sub> = 1 - M<sub>i</sub>



Tabela 1. Uzględnione dorzecza i powierzchnie jezior

Zlewnia: WISŁA i rzeki przymorskie do Szupki (włącznie)

Zlewnia	Dorzecze	Pow. jezior (ha)
WISŁA	Netta	3774
WISŁA	Jegrznia	4317
WISŁA	Ełk	6565
WISŁA	Pisa	35208
WISŁA	Szkwa	219
WISŁA	Rozoga	151
WISŁA	Omulew	3917
WISŁA	Orzyc	101
WISŁA	Wkra	322
WISŁA	Skrwa Lewob.	466
WISŁA	Skrwa	449
WISŁA	Chelmiczka	303
WISŁA	Zgłowiączka	2005
WISŁA	Mienia	435
WISŁA	Tażyna	15
WISŁA	Drwęca	16389
WISŁA	Brda	2483
WISŁA	Wda	4896
WISŁA	Fryba	468
WISŁA	Kanał Główny	292
WISŁA	Osa	3241
WISŁA	Mątawa	646
WISŁA	Wierzyca	2037
WISŁA	Nogat	2100
WISŁA	Motława	3362
MORZE	Pasłęka	4016
MORZE	Elbląg	1399
MORZE	Reda	313
MORZE	Piaśnica	1767
MORZE	Łeba	8484
MORZE	Łupawa	3455
MORZE	Słupia	2172
RAZEM		115767
NIEMEN	Czarna Hańcza	6024
NIEMEN	Hołnianka	857
NIEMEN	Szeszupa	766
PREGOŁA	Węgorapa	14028
PREGOŁA	Łyna	16268
<b>RAZEM</b>		<b>153710</b>

Zlewnia: ODRA i rzeki przymorskie do Szupki (włącznie)

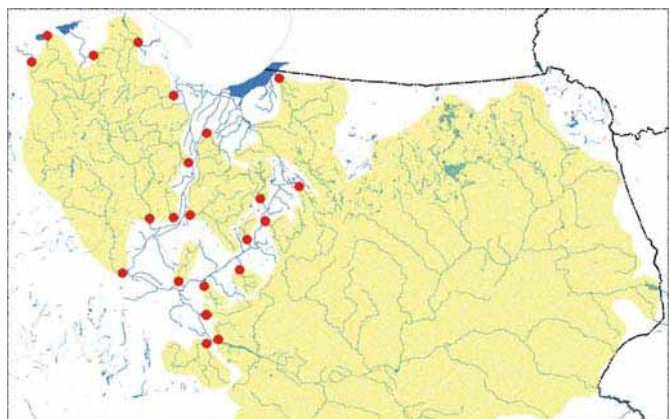
Zlewnia	Dorzecze	Pow. jezior (ha)
ODRA	Obrzyca	2805
ODRA	Ołobok	901
ODRA	Biała	247
ODRA	Pliszka	489
ODRA	Ilanka	154
ODRA	K.Postomski	967
ODRA	K.Mosiński	2010
ODRA	Kopel	621
ODRA	Cybina	261
ODRA	Główna	698
ODRA	Wielna	3857
ODRA	Samica	303
ODRA	Sama	633
ODRA	Oszczynica	1034
ODRA	Kamionka	163
ODRA	Męcinka	598
ODRA	Obra	3446
ODRA	K.Slesiński	1403
ODRA	Meszna	1404
ODRA	K.Ostrowo-Gopło	921
ODRA	Mała Noteć	3462
ODRA	Gasawka	1508
ODRA	Łobżonka	1339
ODRA	Gwda	10789
ODRA	Bukówka	89
ODRA	Drawa	10294
ODRA	Miała	316
ODRA	K.Otok	536
ODRA	Kłodawka	215
ODRA	Mysła	2712
ODRA	Słubia	512
ODRA	Rurzyca	344
ODRA	Marwicka S.	176
ODRA	Tywa	725
ODRA	Omulna	309
ODRA	Plonia	5178
ODRA	Ina	2024
ODRA	j.Dąbie	5422
ODRA	Krepa	16
ODRA	Gowienica	186
ODRA	Wolczenica	572
ODRA	Świniec	156
MORZE	Głównica	1774
MORZE	Wieprza	1571
MORZE	K.Szczuczycy	1616
MORZE	Jamiński N.	2464
MORZE	Czerwona	61
MORZE	Parsęta	1075
MORZE	Blotnica	629
MORZE	Rega	3125
MORZE	K.Liwia	175
<b>RAZEM</b>		<b>82285</b>

## JZZWD Wisły

W zlewni Wisły węgorki mogą spływać swobodnie z jezior o powierzchni ok. 22,5 tys. ha, czyli z 19% całkowitej powierzchni w zlewni (tab. 2). Z dużych dorzeczy odsetek ten największy jest dzięki dużym jeziorom przymorskim, dla Łeby, Łupawy, Piaśnicy, oraz dla Drwęcy (rys. 2). Jednak największy areal jezior, w dorzeczu Pisy, jest odcięty całkowicie, podobnie jak dorzecze Ełku, Jegrzni, Pasłęki i Netty, i to przez więcej niż jedną przegrodę.

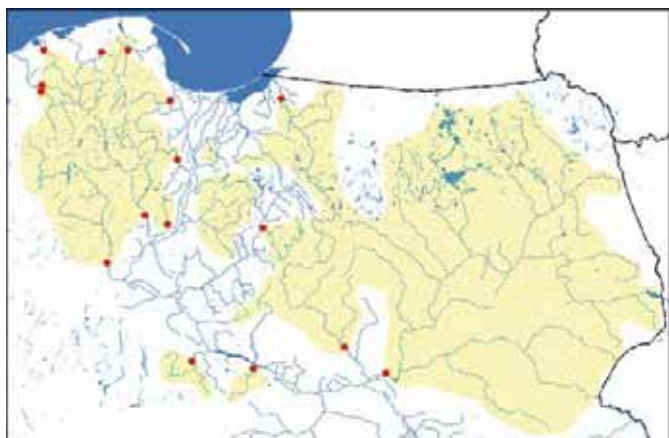
Tabela 2. Powierzchnie całkowite (Ptot), dostępne (Pdost) i za jedną (P1), dwoma (P2), trzema (P3) i czterema (P4) przegrodami w zlewni WISŁA

Dorzecze	Ptot	Pdost	P1	P2	P3	P4
Netta	3774	0	0	2763	249	762
Jegrznia	4317	0	0	2614	1338	0
Ełk	6565	0	0	140	6425	
Pisa	35208	0	0	30647	1474	345
Szkwa	219	0	0	219		
Rozoga	151	0	0	151		
Omulew	3917	0	0	3917		
Orzyc	101	0	0	0	101	
Wkra	322	0	0	0	0	0
Skrwa Lewob.	466	0	0	466		
Skrwa	449	0	0	449		
Chelmiczka	303	0	303			
Zgłowiączka	2005	515	0	1490		
Mienia	435	0	40	395		
Tażyna	15	15				
Drwęca	16389	7128	4891	1248	495	455
Brda	2483	0	0	0	0	0
Wda	4896	359	0	78	1602	1641
Fryba	468	468				
Kanał Główny	292	292				
Osa	3241	20	806	0	1922	68
Mątawa	646	40	45	0	0	0
Wierzyca	2037	0	0	0	0	0
Nogat	2100	0	0	0	504	
Motława	3362	427	0	0	0	0
Pasłęka	4016	0	0	0	996	728
Elbląg	1399	1300				
Reda	313	0	70	0	0	0
Piaśnica	1767	1767				
Łeba	8484	7902	157	0	0	0
Łupawa	3455	2320	0	0	0	0
Słupia	2172	0	0	0	0	403
<b>Razem</b>	<b>115767</b>	<b>22553</b>	<b>6312</b>	<b>44577</b>	<b>15106</b>	<b>4402</b>
%		19	5	39	13	4
suma %			25	63	76	80



Rys. 2. Odgradzona część zlewni WISŁA i lokalizacja pierwszych od dołu przegród (nie uwzględnia dorzeczy transgranicznych).

Całkowity, potencjalny spływ z całej zlewni (W) oszacowano na 45 tys. Mimo dwóch przegród na trasie migracji z dorzecza Pisy potencjalnie spływa najwięcej węgorzy, ponad dwukrotnie więcej niż z Łeby lub Drwęcy (tab. 3).

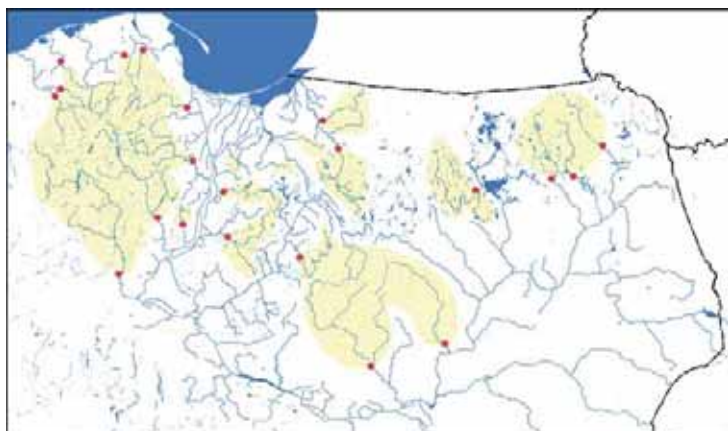


Rys. 3. Odgradzona część zlewni WISŁA po udrożnieniu dolnych przegród i lokalizacja kolejnych przegród.

Tabela 3. Spływ aktualny (W0), po udrożnieniu jednej (W1), dwóch (W2), trzech (W3) i czterech (W4) przegród w zlewni WISŁA

Dorzecze	W0	W1	W2	W3	W4
Netta	1393	1990	2843	3164	3774
Jęgrznia	1412	2017	2882	3952	3952
Elk	698	998	1425	6565	6565
Pisa	15168	21669	30956	32190	32466
Szkwa	107	153	219	219	219
Rozoga	74	106	151	151	151
Omulew	1919	2742	3917	3917	3917
Orzyc	10	14	20	101	101
Wkra	0	0	0	0	0
Skrwa Lewob.	65	93	466	466	466
Skrwa	63	90	449	449	449
Chelmiczka	212	303	303	303	303
Zgłowiączka	575	813	2005	2005	2005
Mienia	24	119	435	435	435
Tażyna	15	15	15	15	15
Drwęca	8546	12459	13457	13853	14217
Brda	0	0	0	0	0
Wda	656	1101	1595	2367	3680
Fryba	468	468	468	468	468
Kanał Główny	292	292	292	292	292
Osa	199	916	1224	2762	2816
Mątawa	49	85	85	85	85
Wierzyca	0	0	0	0	0
Nogat	8	20	101	504	504
Motława	427	427	427	427	427
Pasłęka	55	137	228	1142	1724
Elbląg	1300	1300	1300	1300	1300
Reda	28	70	70	70	70
Piaśnica	1767	1767	1767	1767	1767
Łeba	7933	8059	8059	8059	8059
Łupawa	2320	2320	2320	2320	2320
Słupia	23	58	145	242	403
<b>Razem</b>	<b>45807</b>	<b>60601</b>	<b>77624</b>	<b>89590</b>	<b>92950</b>

Powyżej jednej przegrody największa powierzchnia pozostaje w dorzeczu Drwęcy, natomiast udrożnienie jednej przegrody dałoby największy przyrost spływu w dorzeczu Pisy i, w dalszej kolejności, w dorzeczu Drwęcy. Warto zwrócić uwagę, że dla 12 dorzeczy o łącznej powierzchni jezior ok. 56 tys. ha, czyli prawie połowy powierzchni wszystkich jezior w zlewni, tą jedną przeszkodą jest elektrownia we Włocławku. Jej udrożnienie zwiększyłoby wielkość spływu (wskaźnik spływu, W) z 21 tys. do 30 tys. (tab. 3). Dla prawie tej samej powierzchni drugą przegradą jest Dęba. Udrożnienie tej przegrady zwiększyłoby spływ o dalsze 13 tys. (rys. 4). Oczywiście te dwie przegrady mają znacznie większy wpływ na wielkość spływu niż jakiegokolwiek inne w zlewni: udrożnienie pierwszych przegród na 14 z pozostałych przegradzonych dorzeczy zwiększyłoby spływ z 25 tys. tylko o 5 tys. (z czego prawie 4 tys. po udrożnieniu przegrady na Hawce), a udrożnienie drugich (czyli razem 27 przegród) – o dalsze 4 tys. Stosunkowo dużą korzyść przyniosło by udrożnienie przegrady na Elku (trzeciej od dołu) – 2,5 tys. i pierwszej na Skarlance - 1 tys.



Rys. 4. Odgradzona część zlewni WISŁA po udroźnieniu dwóch dolnych przegród i lokalizacja kolejnych przegród.

#### JZZWD Odry

Swobodny spływ z jezior zlewni ma 49% węgorzy emigrujących z jezior o łącznej powierzchni 40 tys. ha. (tab. 4, rys. 5). Z kilku dużych dorzeczy - jeziora Dąbie, Płoni, Małej Noteci, ryby mogą pływać bez przeszkód. Jednak dwa największe dorzeczca – Gwdy i Drawy, są przegradzone przez więcej niż jedną budowlę.

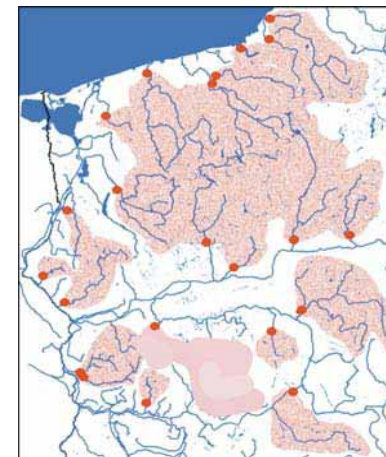
Potencjalny spływ węgorzy z całej zlewni został oszacowany na 46 tys. Najwięcej węgorzy spływa potencjalnie z jez. Dąbie, dorzeczca Płoni i, jednak, Drawy (tab. 5). Udrożnienie jednej przeszkody w dorzeczu najczęściej dałoby w Welnie (wzrost spływu o ponad 3 tys.), Inie, Kanale Mosińskim, Obrze i Drawie (po ponad 1 tys.). Udrożnienie po jednej przeszkodzie w każdym przegradzonym dorzeczu, czyli łącznie 22, spowodowałoby wzrost spływu z 46 tys. do 58 tys. (rys. 6).

Tabela 4. Powierzchnie całkowite (Ptot), dostępne (Pdost) i za jedną (P1), dwoma (P2), trzema (P3) i czterema (P4) przegradzami w zlewni ODRA

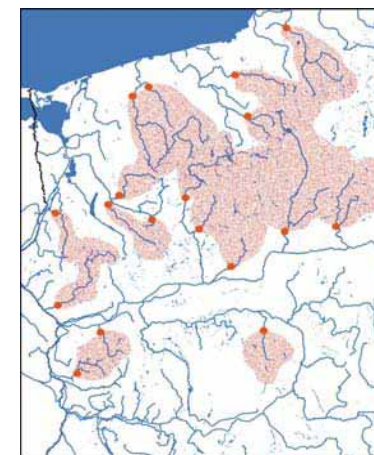
Dorzecze	Ptot	Pdost	P1	P2	P3	P4
Obrzyca	2805	2805				
Ołobok	901	0	901			
Biała	247	247				
Pliszka	489	0	489			
Iłanka	154	0	55	99		
K.Postomski	967	827	0	140		
K.Mosiński	2010	592	1418			
Kopel	621	621				
Cybina	261	261				
Główna	698	137	561			
Welna	3857	0	3857			
Samica	303	303				
Sama	633	70	0	563		
Oszczynica	1034	1034				
Kamionka	163	163				
Męcinka	598	598				
Obra	3446	0	3446			
K.Ślesiński	1403	1403				
Meszna	1404	1404				
K.Ostrowo-Gopło	921	921				
Mała Noteć	3462	3462				
Gąsawka	1508	1508				
Łobżonka	1339	0	600	25	532	182
Gwda	10789	0	1000	531	1708	215
Bukówka	89	0	89			
Drawa	10294	3500	900	1750	3704	
Miała	316	316				
K.Otok	536	536				
Kłodawka	215	215				
Myśla	2712	0	0	0	0	0
Ślubia	512	30	482			
Rurzyca	344	344				
Marwicka S.	176	176				
Tywa	725	0	0	0	42	0
Omulna	309	309				
Płonia	5178	5178				
Ina	2024	14	1360	210	100	220
j. Dąbie	5422	5422				
Krepa	16	16				
Gowienica	186	176	10			
Wolczenica	572	447	125			
Świniec	156	156				
Głównica	1774	1774				
Wieprza	1571	0	50	548	0	0
K.Szczuczny	1616	1616				
Jamieński N.	2464	2464				
Czerwona	61	61				
Parsęta	1075	0	400	60	0	94
Błotnica	629	629				
Rega	3125	0	0	0	0	0
K.Liwia	175	175				
<b>Razem</b>	<b>82285</b>	<b>39910</b>	<b>15743</b>	<b>3926</b>	<b>6086</b>	<b>711</b>
%		49	19	5	7	1
Suma %			68	72	80	81

Tabela 5. Spływ aktualny (W0), po udroźnieniu jednej (W1), dwóch (W2), trzech (W3) i czterech (W4) przegród w zlewni ODRA

Dorzecze	W0	W1	W2	W3	W4
Obrzyca	2805	2805	2805	2805	2805
Ołobok	180	901	901	901	901
Biała	247	247	247	247	247
Pliszka	98	489	489	489	489
Ilanka	15	75	154	154	154
K.Postomski	833	855	967	967	967
K.Mosiński	876	2010	2010	2010	2010
Kopel	621	621	621	621	621
Cybina	261	261	261	261	261
Główna	249	698	698	698	698
Welna	771	3857	3857	3857	3857
Samica	303	303	303	303	303
Sama	93	183	633	633	633
Oszczynica	1034	1034	1034	1034	1034
Kamionka	163	163	163	163	163
Męcinka	598	598	598	598	598
Obra	2068	3446	3446	3446	3446
K.Slesiński	1403	1403	1403	1403	1403
Meszna	1404	1404	1404	1404	1404
K.Ostrowo-Gopło	921	921	921	921	921
Mała Noteć	3462	3462	3462	3462	3462
Gąsawka	1508	1508	1508	1508	1508
Łobżonka	126	628	739	1193	1339
Gwda	917	1529	1881	3282	3454
Bukówka	18	89	89	89	89
Drawa	4259	5396	6891	9854	9854
Miała	316	316	316	316	316
K.Otok	536	536	536	536	536
Kłodawka	215	215	215	215	215
Myśla	0	0	0	0	0
Słubia	126	512	512	512	512
Rurzyca	344	344	344	344	344
Marwicka S.	176	176	176	176	176
Tywa	0	2	8	42	42
Omulna	309	309	309	309	309
Plonia	5178	5178	5178	5178	5178
Ina	300	1445	1613	1728	1904
j.Dąbie	5422	5422	5422	5422	5422
Krępa	16	16	16	16	16
Gowienica	178	186	186	186	186
Wolczenica	472	572	572	572	572
Świniec	156	156	156	156	156
Głównica	1774	1774	1774	1774	1774
Wieprza	239	598	598	598	598
K.Szczuczycy	1616	1616	1616	1616	1616
Jamieński N.	2464	2464	2464	2464	2464
Czerwona	61	61	61	61	61
Parsęta	172	430	475	498	554
Blotnica	629	629	629	629	629
Rega	0	0	0	0	0
K.Liwia	175	175	175	175	175
<b>Razem</b>	<b>46106</b>	<b>58017</b>	<b>60836</b>	<b>65826</b>	<b>66376</b>



Rys. 5. Odgradzona część zlewni ODRA i lokalizacja pierwszych od dołu przegród.



Rys. 6. Odgradzona część zlewni ODRA po udroźnieniu dolnych przegród i lokalizacja kolejnych przegród.