# Podstawowe technologie akwakultury i występujące błędy technologiczne

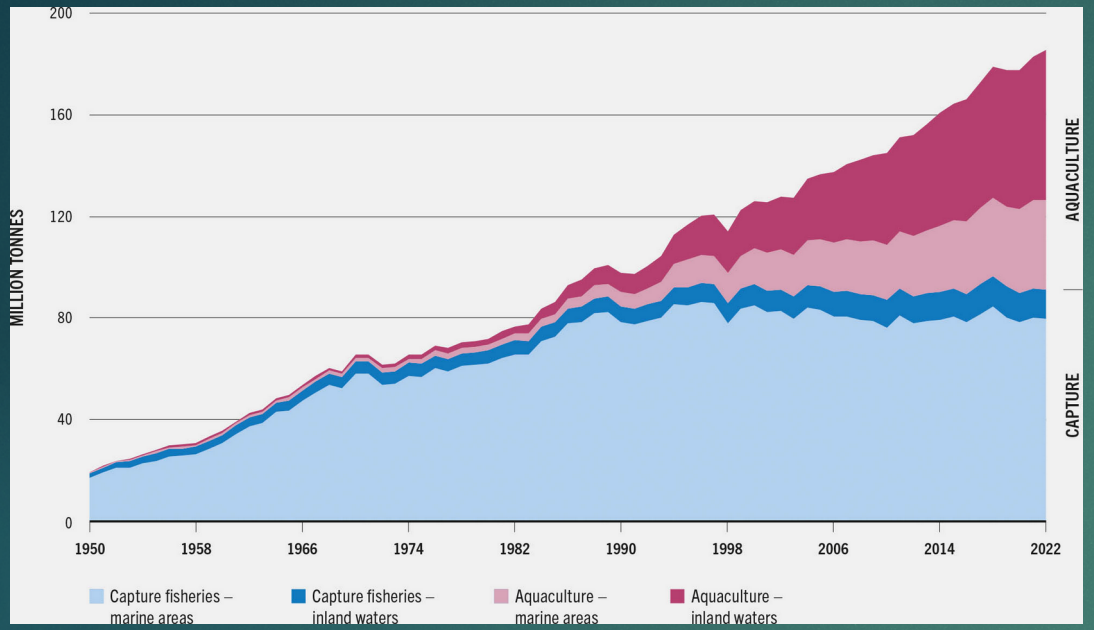
MIROSŁAW KUCZYŃSKI

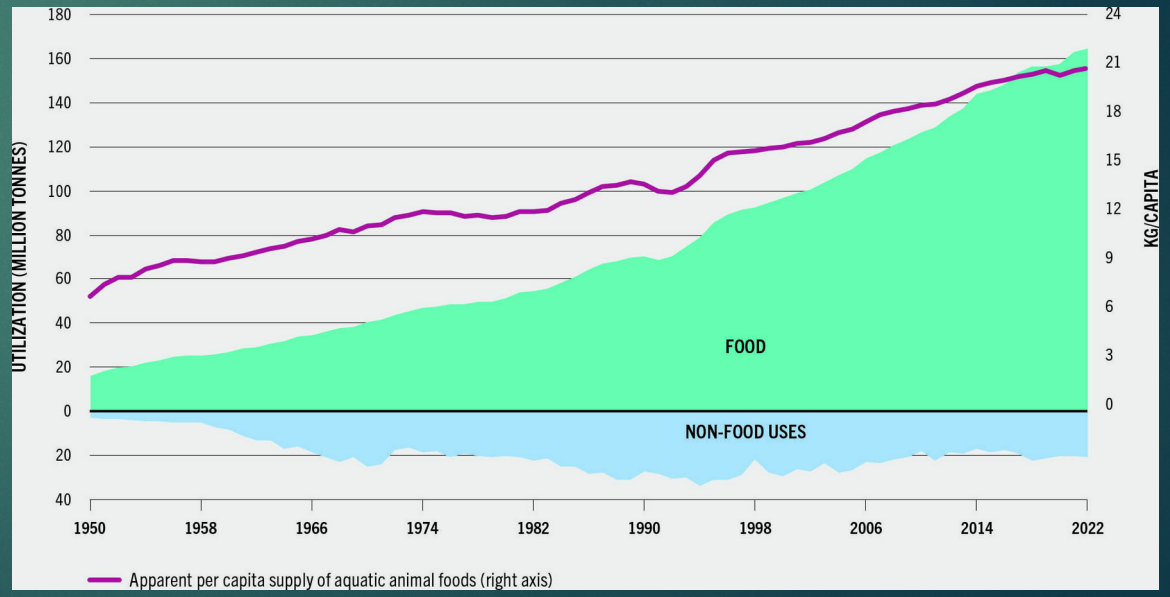
Puławy 24-25 listopada 2025r.

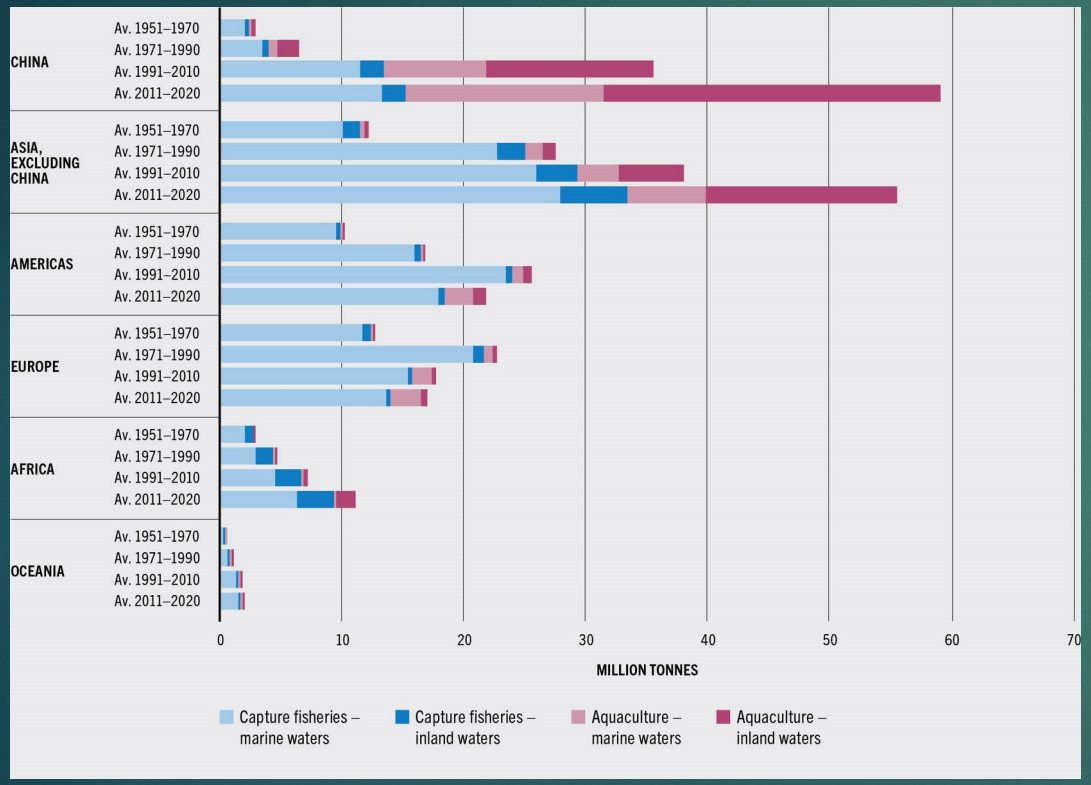
# Rybactwo

- **Rybołówstwo** – pozyskiwanie ryb i innych organizmów wodnych z zasobów naturalnych
  - **morskie** (dla celów konsumpcyjnych i paszowych)
  - **śródlądowe** (dla celów konsumpcyjnych i „sportowych”)
- **Akwakultura** – chów i hodowla ryb i innych organizmów wodnych (skorupiaki, mięczaki, glony spożywcze etc.)
  - **chów** – produkcja biomasy ryb i innych organizmów wodnych (dla celów konsumpcyjnych i zarybieniowych)
  - **hodowla** – działania związane z doskonaleniem genetycznym, selekcją itp..

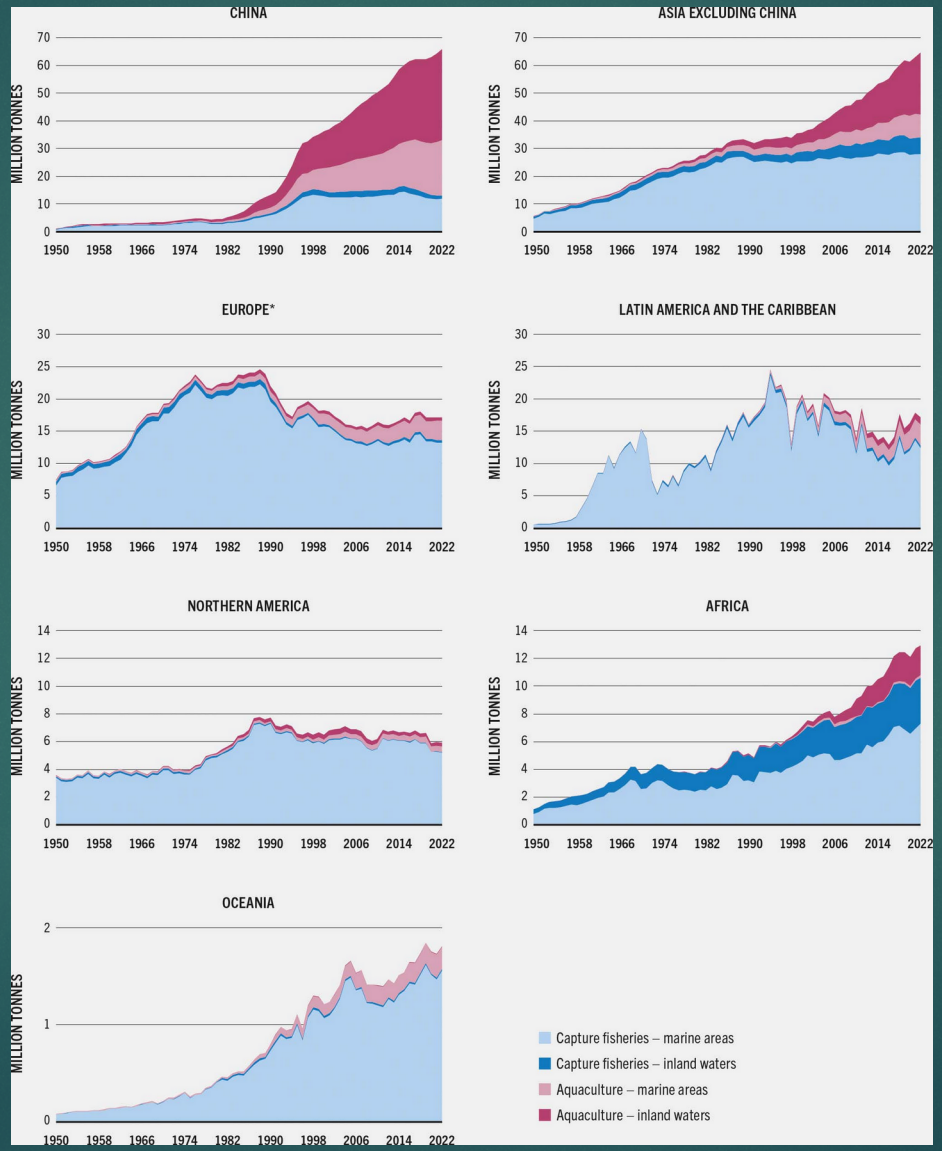
# Rybołówstwo i akwakultura - globalnie



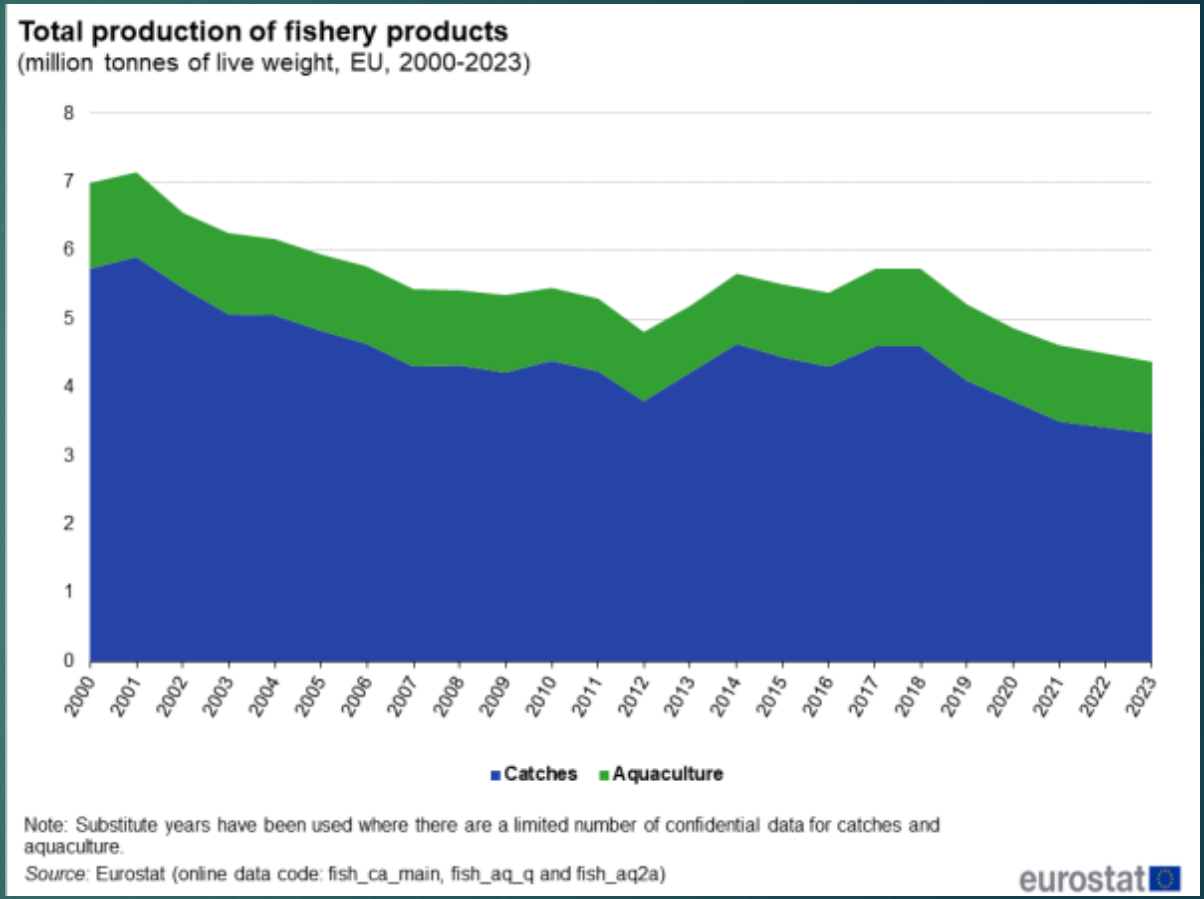




CHINA
ASIA, EXCLUDING CHINA
AMERICAS
EUROPE
AFRICA
OCEANIA
Av. 1951–1970
Av. 1971–1990
Av. 1991–2010
Av. 2011–2020
0
10
20
30
40
50
60
70
MILLION TONNES
Capture fisheries – marine waters
Capture fisheries – inland waters
Aquaculture – marine waters
Aquaculture – inland waters

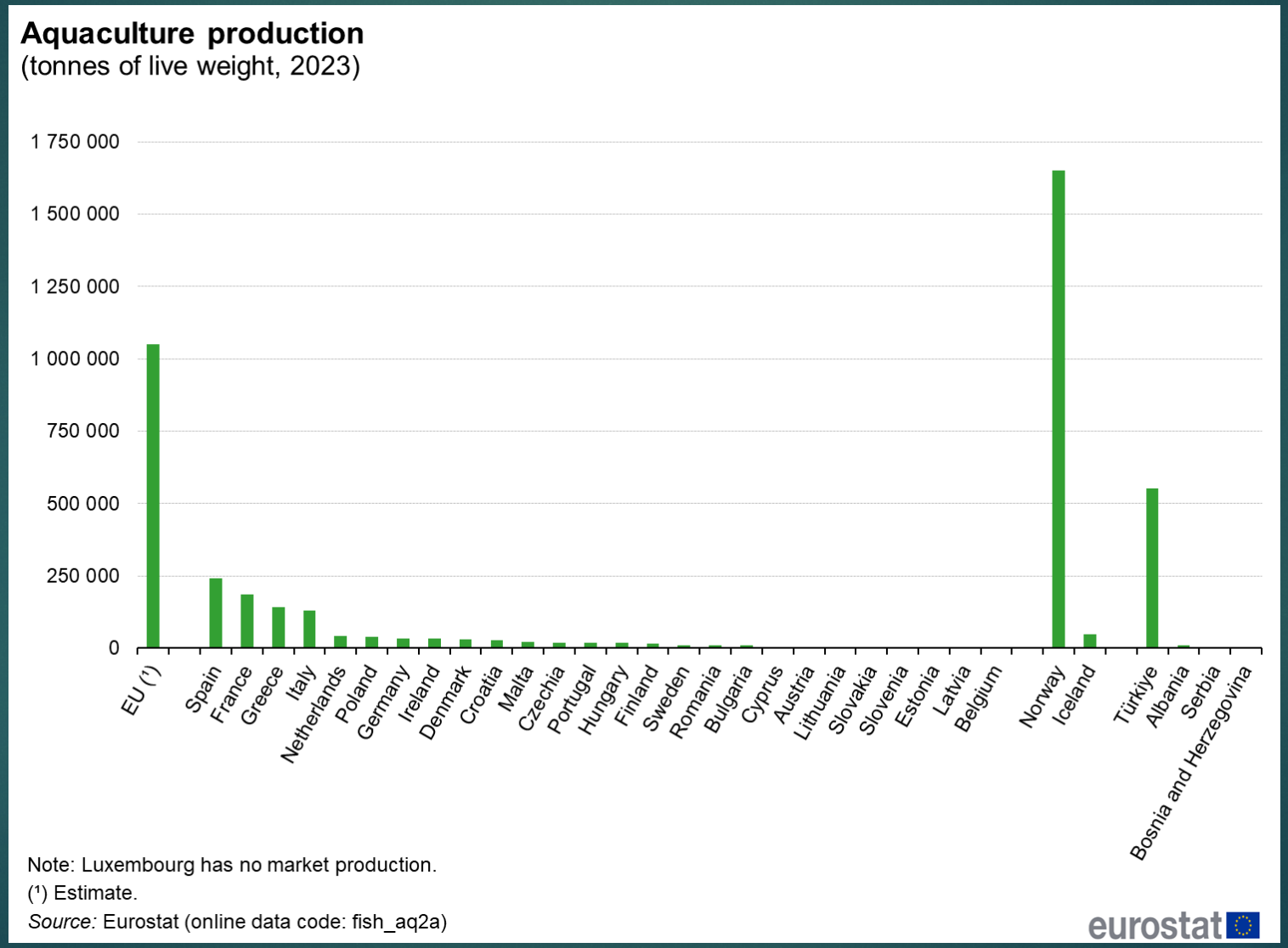
# Pozyskanie ryb, skorupiaków i mięczaków - regionalnie



# Akwakultura

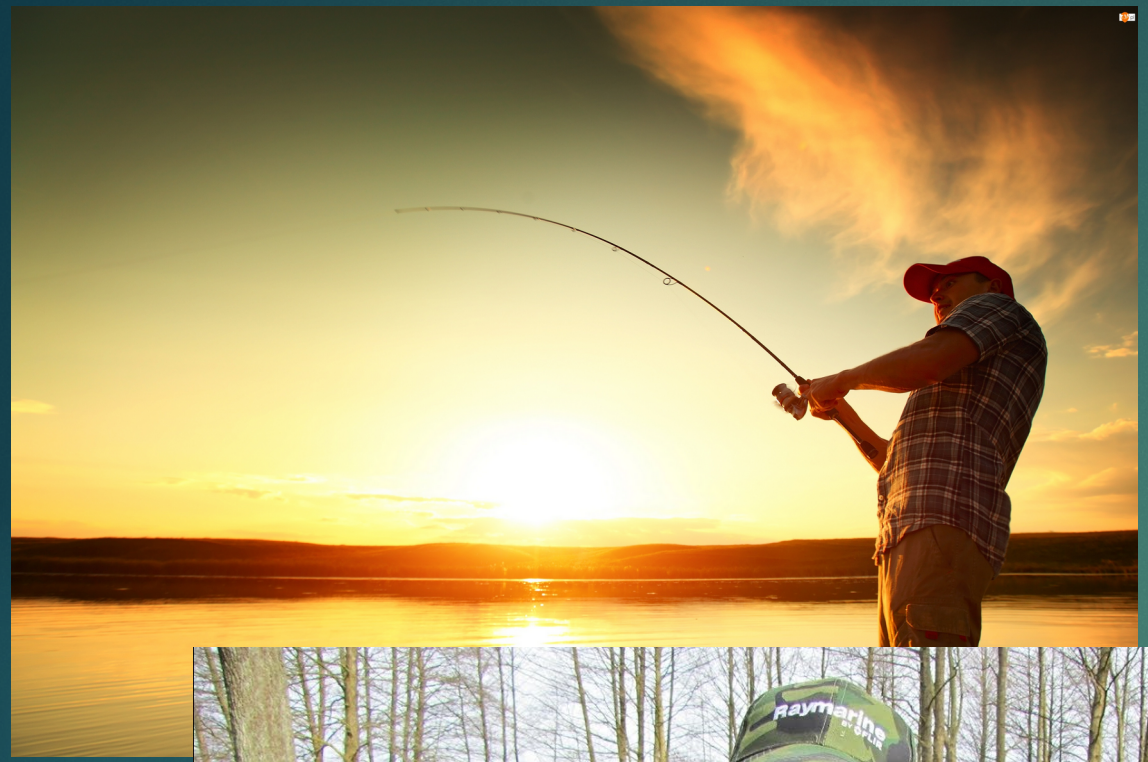


# Europejska produkcja akwakultury - kraje



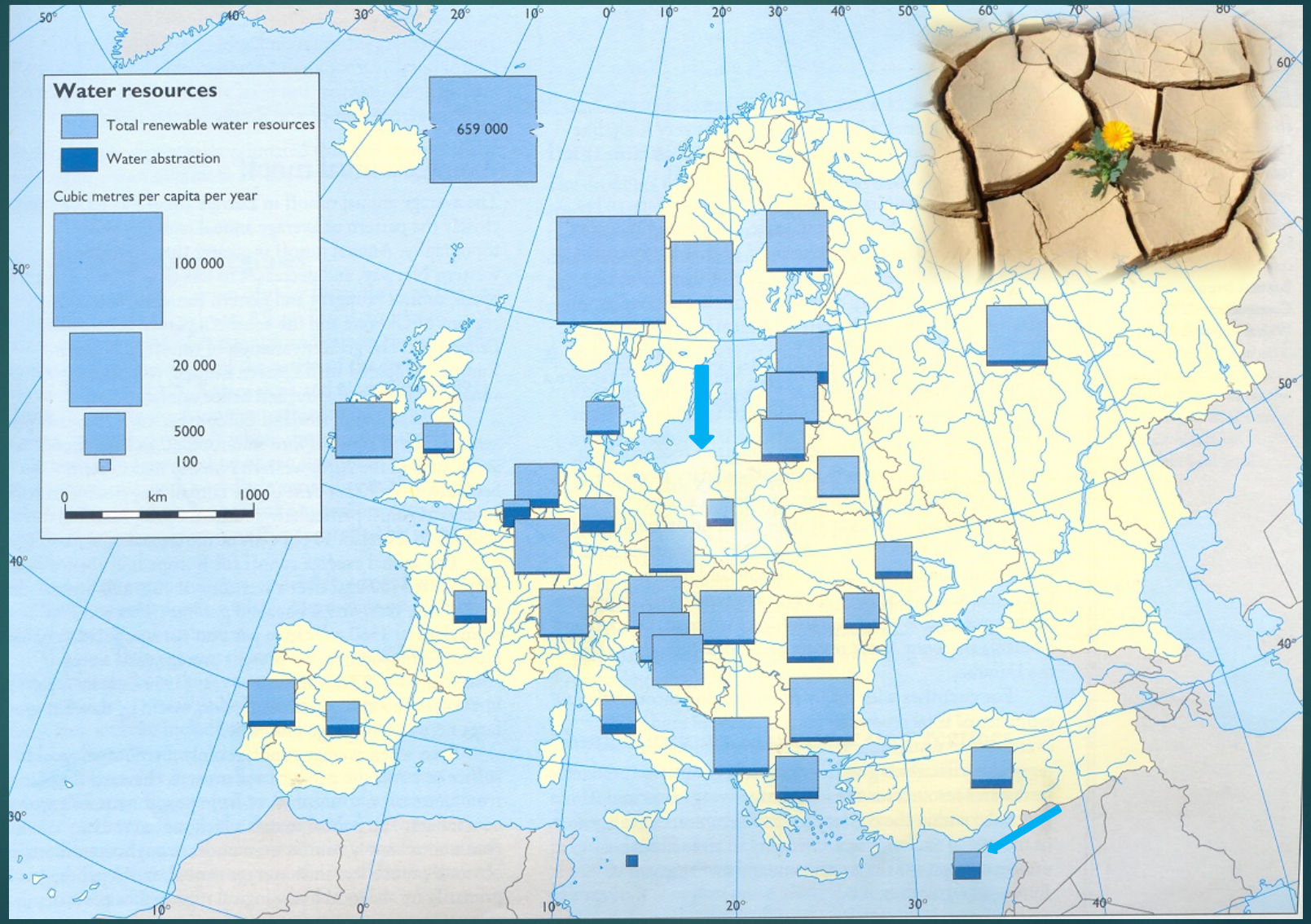
PIKE PLACE FISH CO.
we pack fish to keep fresh 43 hours

PIKE PLACE MARKET
SEATTLE WA.
GIFT CERTIFICATE AVAILABLE
FREE DELIVERY
SHIP ANYWHERE IN THE U.S.
WE SHIP SEAFOOD ANYWHERE
PIKE PLACE MARKET
SEATTLE WA.



Raymarine

# Akwakultura w Polsce - warunki



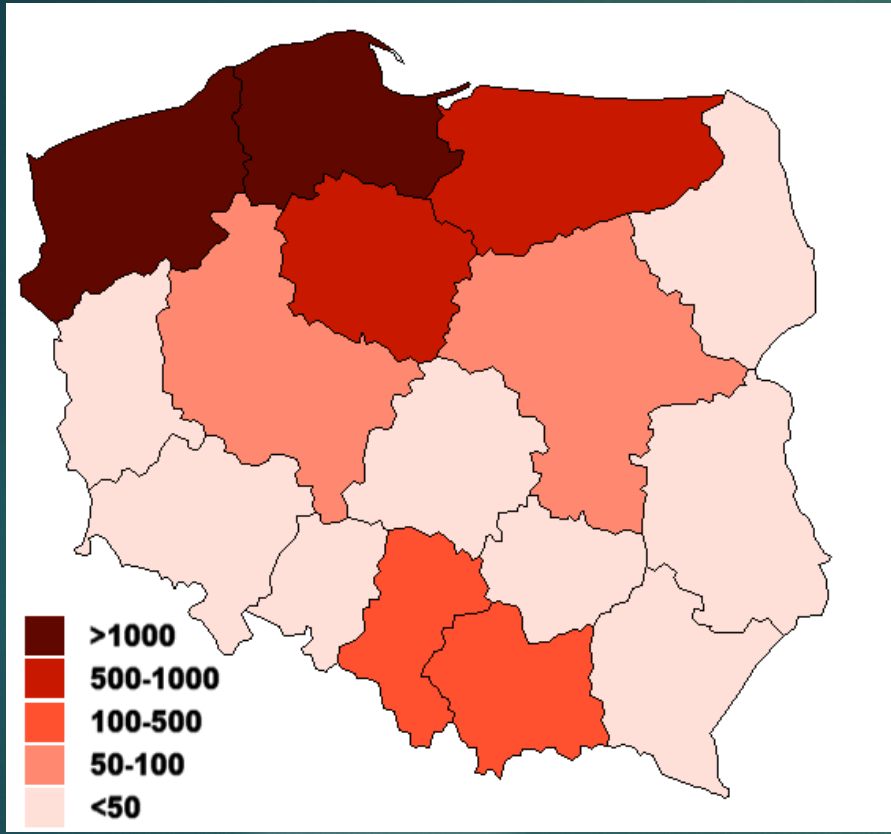
# Całkowita powierzchnia wód śródlądowych w Polsce wynosi ponad 566 tys. ha

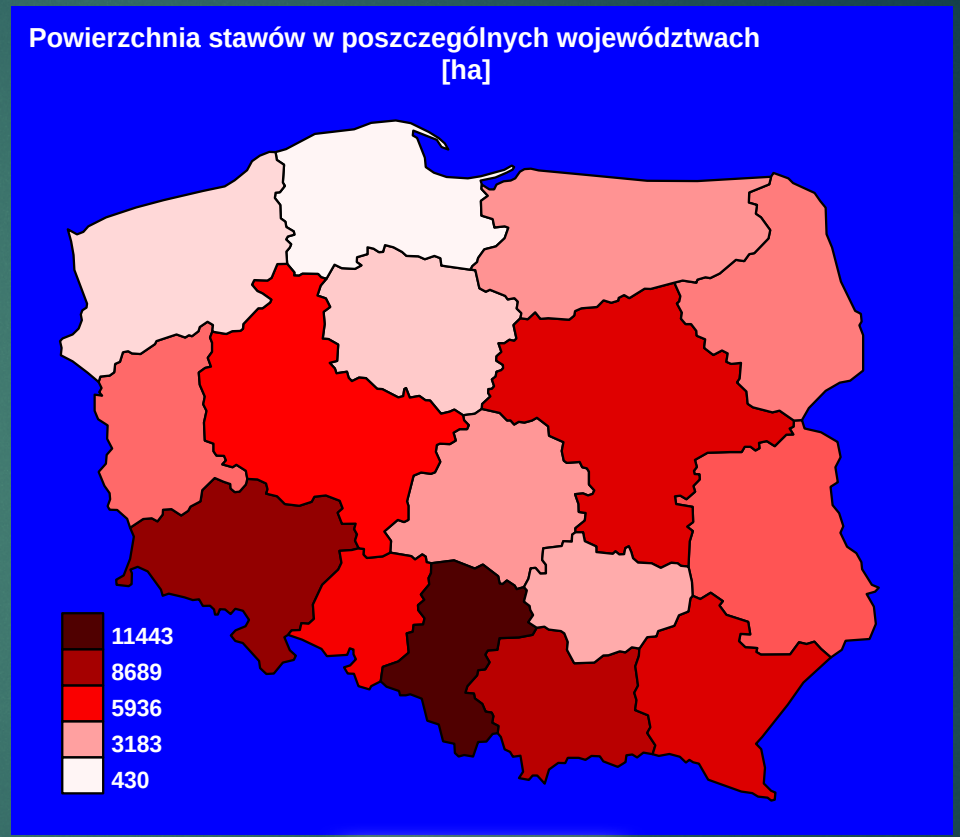
## około 85% tych wód jest użytkowanych rybacko

- Jeziora – 270 tys. ha
- Rzeki – 138 tys. ha
- Zbiorniki zaporowe - 55 tys. ha
- Stawy ziemne – 70 tys. ha
- Drobne zbiorniki – 33 tys. ha

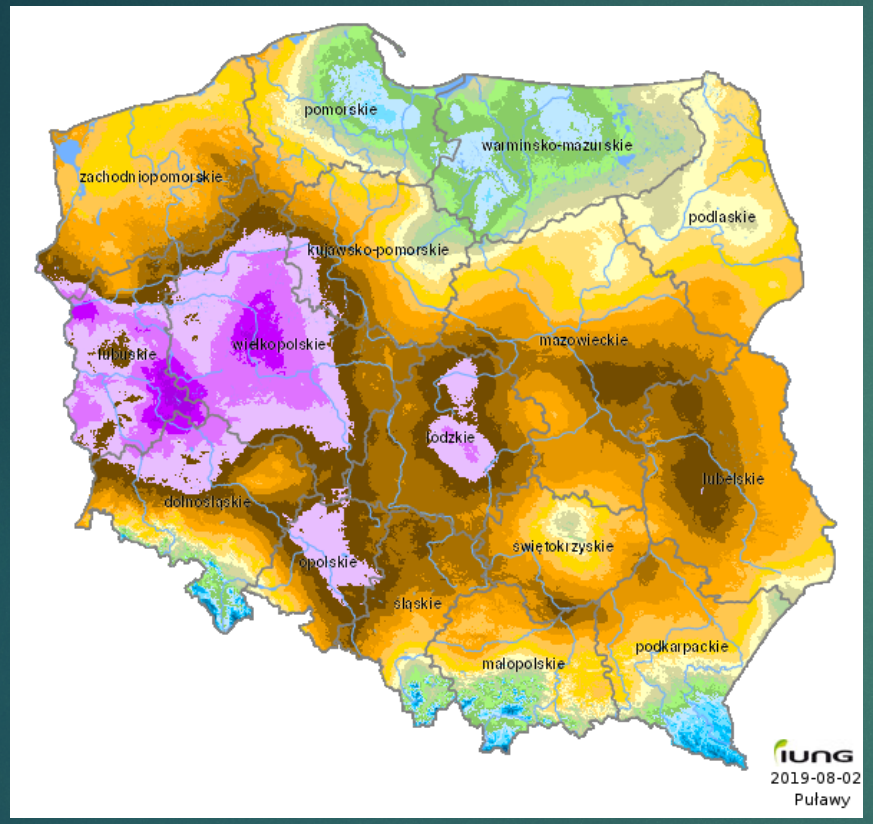
- **Razem – 566 tys ha**

# Akwakultura w Polsce

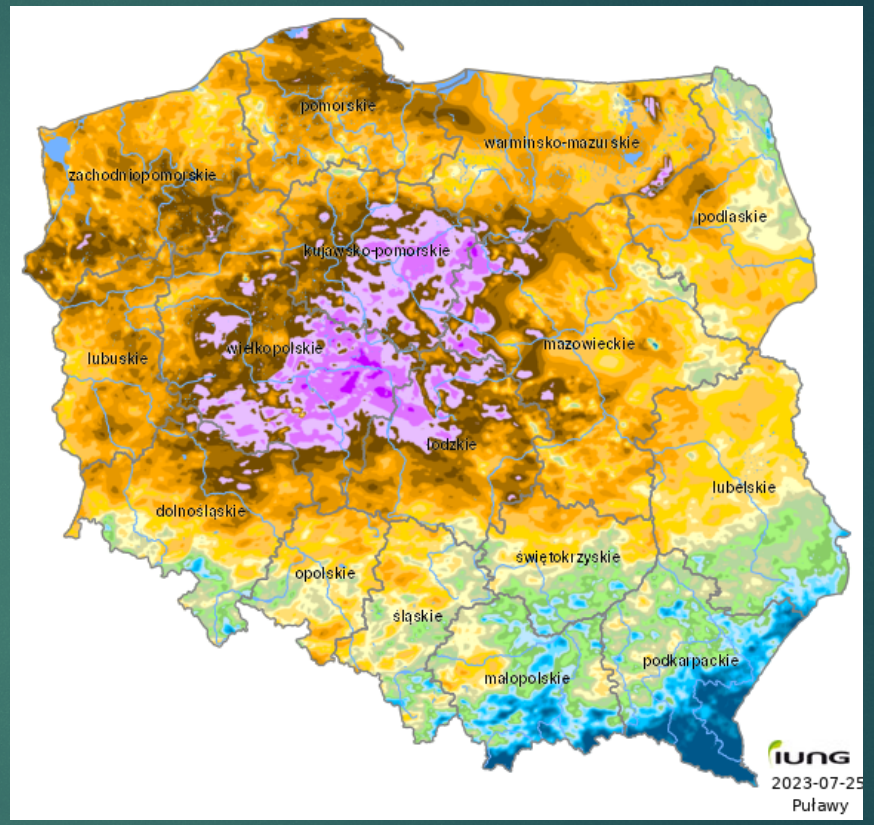


# Akwakultura w Polsce - warunki



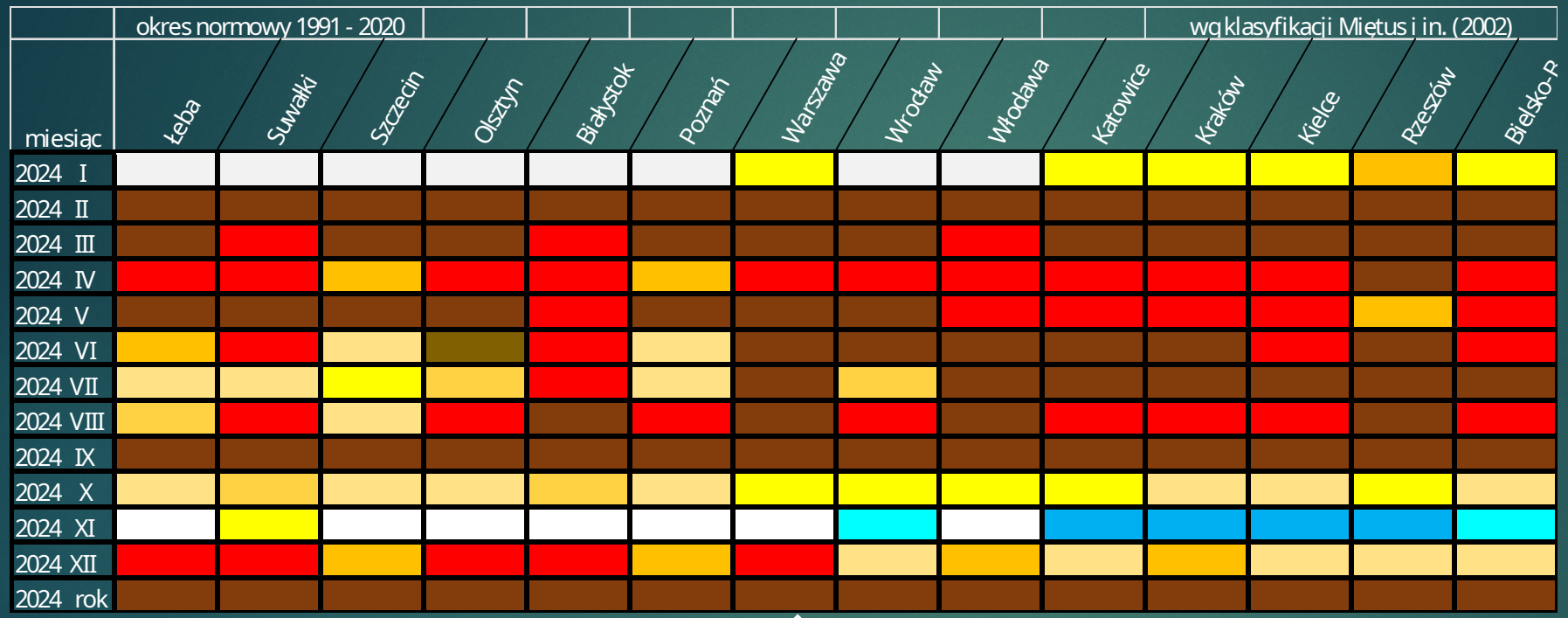

2019




2022

Krajowy Bilans Wodny (za: IUNG)

# 2024 - temperatura



| | kwantyle średniej temperatury |
|---|---|
| ekstremalnie ciepły | > 0,95 |
| anomalnie ciepły | 0,90-0,95 |
| bardzo ciepły | 0,80-0,90 |
| ciepły | 0,70-0,80 |
| lekko ciepły | 0,60-0,70 |
| normalny | 0,40-0,60 |
| lekko chłodny | 0,30-0,40 |
| chłodny | 0,20-0,30 |
| bardzo chłodny | 0,10-0,20 |
| anomalnie chłodny | 0,05-0,10 |
| ekstremalnie chłodny | < 0,05 |

Możliwe naruszenie dobrostanu?

Równocześnie TAK i NIE

# 2024 - opady

| | okres normowy 1991 - 2020 | | | | | | | | | | wg klasyfikacji Kaczorowskiej (1962) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| miesiąc | Łeba | Suwałki | Szczecin | Olsztyn | Białystok | Poznań | Warszawa | Wrocław | Włodawa | Katowice | Kraków | Kielce | Rzeszów | Bielsko-P |
| 2024 I | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 II | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 III | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 IV | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 V | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 VI | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 VII | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 VIII | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 IX | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 X | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 XI | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 XII | | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 rok | | | | | | | | | | | | | | |

| | % normy |
|---|---|
| skrajnie suchy | < 50 |
| bardzo suchy | 50-74 |
| suchy | 75-89 |
| normalny | 90-110 |
| wilgotny | 111-125 |
| bardzo wilgotny | 126-150 |
| wilgotny | > 150 |

# Ryby w środowisku

- Zmiennocieplność (egzoergiczność)
- Reguła Van’t Hoffa (szybkość reakcji chemicznej wzrasta od 2 do 4 razy przy podwyższeniu temperatury o 10 °C )
- Tolerancja ekologiczna – zdolność organizmu do odreagowania zmian w środowisku.
- Zakres tolerancji ekologicznej – przedział wartości danego parametru wewnątrz którego możliwe jest zachowanie prawidłowych funkcji organizmu.

Granice tolerowanych błędów technologicznych, granice dobrostanu

# Struktura polskiej akwakultury w 2024r.

- **Liczba podmiotów: 1098**
- **Liczba produkowanych gatunków konsumpcyjnych – ryby: 29, skorupiaki: 0**
- **Produkcja ryb konsumpcyjnych – 49,4 tys. ton**
  - **Akwakultura niskointensywna – 21,5 tys. ton**
  - **Akwakultura intensywna – 22,3 tys. ton**
  - **Akwakultura niskointensywna – 307 mln. zł**
  - **Akwakultura intensywna – 358 mln. zł**
- **Wartość sprzedanej ikry przeznaczonej do konsumpcji – 68 mln. zł**
- **Razem wartość akwakultury – 782 mln. zł**

# Główne technologie i gatunki akwakultury w Polsce

- **Chów ekstensywny i półintensywny:**
  - karp
  - amur biały, tołpyga biała i pstra, karaś, lin, jaź, boleń
  - szczupak, sandacz, sum europejski
  - ryby ozdobne
- **Chów intensywny:**
  - ryby łososiowate
  - sum afrykański, tilapie, barramundi
  - jesiotry
  - ryby ozdobne

# Produkcja ryb konsumpcyjnych z krajowej akwakultury (tys. ton)

| Rok | Razem | Karpie | Łososiowate | Pozostałe |
|---|---|---|---|---|
| 2012 | 36,15 | 17,70 | 14,57 | 3,88 |
| 2013 | 35,10 | 18,80 | 13,70 | 2,60 |
| 2014 | 40,10 | 20,30 | 16,10 | 3,70 |
| 2015 | 36,99 | 17,75 | 15,80 | 3,44 |
| 2016 | 37,87 | 18,55 | 16,33 | 2,99 |
| 2017 | 38,24 | 18,32 | 16,89 | 3,03 |
| 2018 | 43,30 | 20,75 | 18,82 | 3,73 |
| 2019 | 44,71 | 21,25 | 19,72 | 3,74 |
| 2020 | 50,00 | 21,14 | 24,39 | 4,47 |
| 2021 | 44,20 | 17,40 | 22,57 | 4,23 |
| 2022 | 44,11 | 17,75 | 22,52 | 3,89 |
| 2023 | 46,83 | 20,21 | 22,34 | 4,28 |
| 2024 | 49,35 | 21,49 | 22,29 | 5,57 |

# Technologie akwakultury śródlądowej

- Ekstensywna
  - Niskie obsady ryb, głównie gatunków rodzimych i pochodzących ze zbliżonej strefy klimatycznej
  - Duże powierzchnie
  - Pokarm naturalny
  - Duża zależność od warunków klimatycznych i meteorologicznych
- Półintensywna
  - Większość warunków jak w technologii ekstensywnej
  - Możliwe żywienie suplementacyjne
- Intensywna
  - Obsady duże i b. duże
  - Mieszanki paszowe pełnoporcjowe, formułowane, brak pokarmu naturalnego
  - Zabiegi techniczne uzdatniające wodę
  - Oczyszczanie wód odpływowych jako ścieków
  - Duża lub całkowita (RAS) niezależność od warunków klimatycznych i meteorologicznych

# Technologia ekstensywna – stawy karpiowe

# Stawy karpiowe

# Główne gatunki stawów karpiowych

- Karp (Cyprinus carpio)
- Amur biały (Ctenopharyngodon idella)
- Tołpyga biała (Hypophyhalmichthys molitrix)
- Tołpyga pstra (Aristichthys nobilis)
- Karaś (Carassius carassius
- Karaś srebrzysty (Carassius auratus)
- Lin (Tinca tinca)
- Szczupak (Esox lucius)
- Sandacz (Sander lucioperca)
- Sum europejski (Silurus glanis)

# System produkcji – zasady ogólne

- Stawy ziemne
  - przepływowe, zasilane wodami rzecznymi
  - nieprzepływowe (śródpolne)
  - oparte na wodach opadowych i gruntowych
  - system indywidualnego zasilania w wodę
  - stawy paciorkowe – przepływ „staw do stawu”
- Naturalna baza pokarmowa
- Uzupełniające żywienie ziarnem zbóż
- Wspólny chów różnych gatunków

*Polikultury z karpiem w stawach ziemnych*

*tołpyga biała i pstra: 600 – 1000 ton*

*amur biały: 350 – 700 ton*

*lin: 120 – 220 ton*

Za: A. Lirski

# *Polikultury z karpiem w stawach ziemnych szczupak: produkcja 150 - 200 ton.*

Za: A. Lirski

# System produkcji karpia 3-letni (gospodarstwa komplementarne)

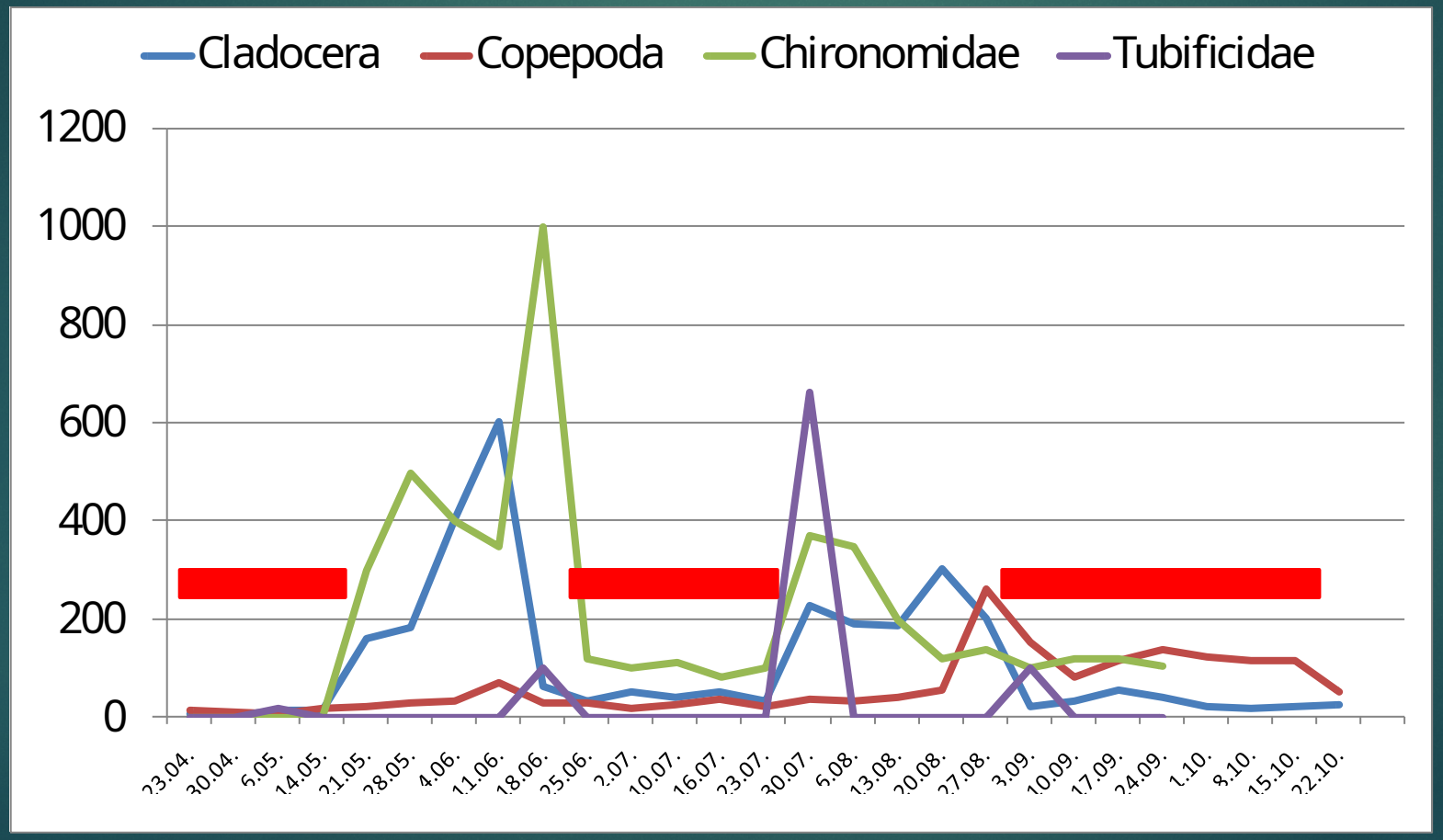
- Rok I (maj – październik) – narybek (K1) 15 – 60 g
- Rok II (kwiecień – październik) – kroczek (K2) 150 – 250 g
- Rok III (kwiecień – październik) – handlówka (K3)  1,3 – 1,5 kg

- Rok 5……12 – tarlak (Kt) 5 – 20 kg

# Rok (sezon) I

- Kwiecień/maj – odłów tarlaków
- Maj – tarło (naturalne na tarliskach, sztuczne w wylęgarni)
- Maj/czerwiec – przesadki I - 2-5 g
- Czerwiec(lipiec)-październik – 15 – 60 g

# Pokarm naturalny w stawach – chów półintensywny



# Rok (sezon) II

- Marzec/kwiecień – odłów stawów narybkowych
- Marzec/kwiecień – obsada stawów kroczkowych
- Kwiecień - październik – karmienie ryb (zboża, pasze kompletne), odłowy kontrolne, obsługa stawów (koszenie grobli, usuwanie nadmiernie rozrastającej się roślinności wodnej, płoszenie szkodników

# Rok (sezon) III w gospodarstwach komplementarnych lub I i jedyny w gospodarstwach „sezonowych”

- Marzec/kwiecień – odłów stawów kroczkowych lub zakup kroczka przez gospodarstwa „sezonowe” w gospodarstwach komplementarnych
- Marzec/kwiecień – obsada stawów towarowych
- Kwiecień - październik – karmienie ryb (zboża, pasze kompletne), odłowy kontrolne, obsługa stawów (koszenie grobli, usuwanie nadmiernie rozrastającej się roślinności wodnej, płoszenie szkodni
- Październik/listopad – odłowy końcowe, sortowanie, sprzedaż, przenoszenie ryb do stawów magazynowych
- Listopad/grudzień – magazynowanie ryb, „odpijanie”,
- Grudzień – sprzedaż ryb

# Wylęgarnia karpia

- Indukowane tarło (preparaty hormonalne wyzwalające równoczesność owulacji)
- Inkubacja w czystej, stabilizowanej wodzie
- Możliwość sterowania procesem inkubacji i wylęgu (gł. temperatura)
- Resorpcja woreczka żółtkowego w wylęgarni
- Brak naturalnych wrogów

# Technologie intensywne - zasady ogólne

- Chów ryb w przepływającej wodzie
- Chów ryb w RAS
- Zaawansowane techniki uzdatniania wody
  - aeracja,
  - aktywne natlenianie
  - filtracja mechaniczna
  - biofiltracja
- Zagęszczenia obsady duże i b. duże (30 - 400 kg ryb w 1 $m^3$)
- Brak udziału pokarmu naturalnego
- Żywienie pełnoporcjowymi, formowanymi mieszankami paszowymi (gł. ekstruderaty)
- Mechanizacja procesu sortowania i odłowu

# Technologia intensywna – ryby łososiowate

# Ryby łososiowate produkowane w Polsce

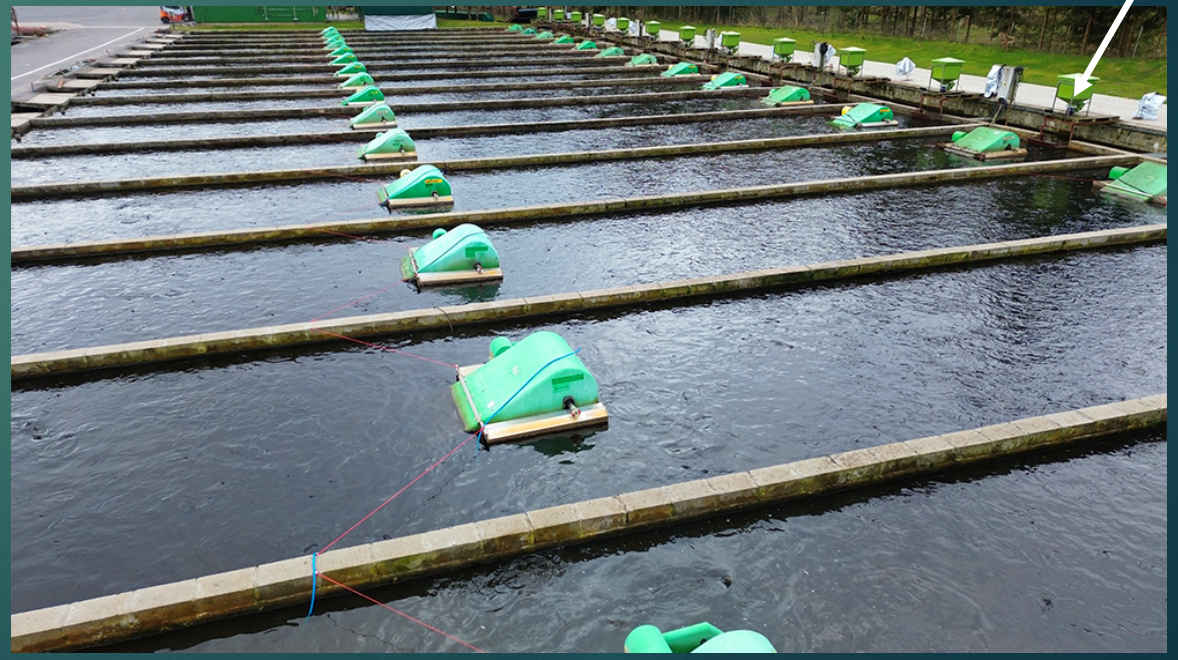
- Pstrąg tęczowy (*Oncorhynchus mykiss*) – k.
- Pstrąg źródlany (*Salvelinus fontinalis*) – k.
- Palia (golec) (*Salvelinus alpinus*) – k.
- Pstrąg potokowy (*Salmo trutta m. fario*) – z, k.
- Troć (*Salmo trutta m. trutta*) – z.
- Troć jeziorna (*Salmo trutta m. lacustris*) – z.
- Łosoś (*Salmo salar*) – z.
- Lipień (*Thymallus thymallus*) – z.
- Głowacica (*Hucho hucho*) – z.

# Techniczne aspekty chowu ryb łososiowatych

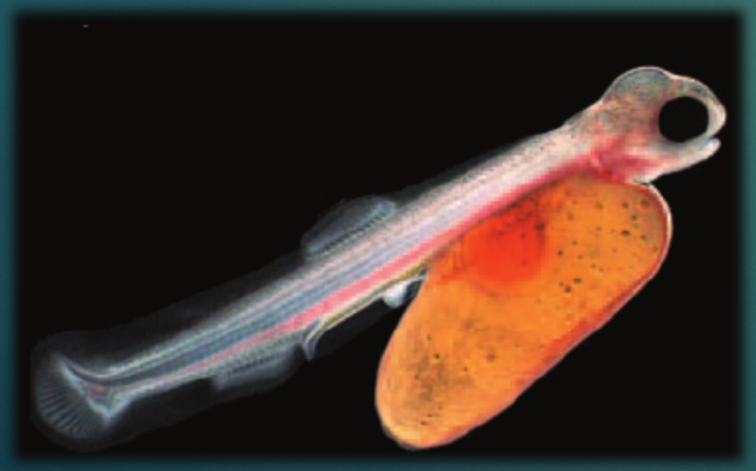
- Stawy ziemne
- Baseny kamienne i betonowe
- Tory wodne
- Systemy recyrkulowane (RAS)

# RAS

# Karmienie pstrągów



# Wylęgarnie



Obiekt Upiłka

# Wylęgarnie

# Technologia intensywna - jesiotry

# *Jesiotry: produkcja 300 – 600 ton*

*Informacje odnośnie rozrodu jesiotrów: Kolman R. 2006. Jesiotry – chów i hodowla. IRS.*

Za: A. Lirski, IRS

# Jesiotry w Polsce

| **Jesiotr ostronosy** | ***Acipenser oxyrhynchus*** |
|---|---|
| Jesiotr rosyjski | *Acipenser gueldenstaedti* |
| Jesiotr syberyjski | *Acipenser baeri* |
| Sterlet | *Acipenser ruthenus* |
| Siewruga | *Acipenser ocellatus* |
| Bieługa | *Huso huso* |
| *Bester* | *H. huso x A. ruthenus* |
| Wiosłonos amerykański | *Polyodon spatula* |

# Dlaczego jesiotry?

- Restytucja (*A. oxyrhynchus, A. sturio (?)*)
- Dywersyfikacja oferty rynkowej GR
- Wykorzystanie warunków w obiektach pstrągowych o pogarszającej się jakości wody, produkcja uzupełniająca PGR
- Wykorzystanie wolnych powierzchni stawowych w obiektach stawowych, produkcja uzupełniająca KGR
- Produkcja kawioru
- Możliwość sprzedaży na rynku wewnętrznym i w eksporcie

# Dlaczego jesiotry?

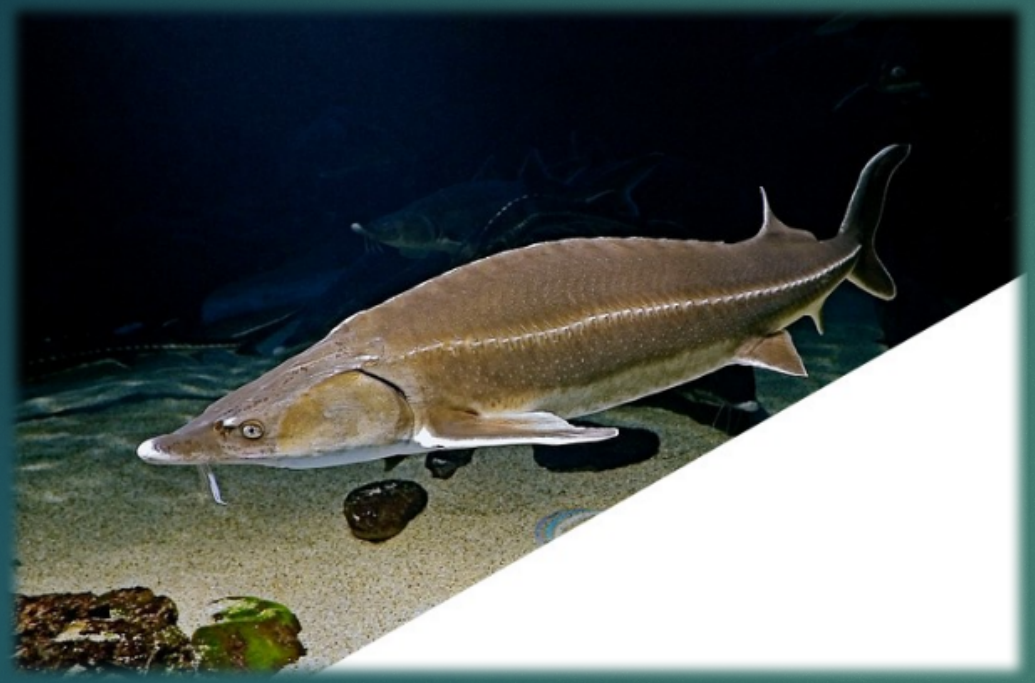
- Termika wody odpowiada preferencjom
- Możliwość wykorzystania pasz dedykowanych lub dostępnych pasz pstrągowych
- Możliwość wykorzystania istniejących obiektów PGR i KGR
- Krajowe ośrodki badawcze i produkcyjne – dostępność informacji
- Ochrona gatunkowa w zasobach naturalnych

# Jesiotr ostronosy, jesiotr zachodni

# Jesiotr rosyjski, jesiotr syberyjski

# Bieługa, siewruga

# Bester



*Huso huso x Acipenser ruthenus*

# Rozród

- Dojrzałość płciową w warunkach naturalnych jesiotry osiągają w wieku 12-20 (24) lat (sterlety 5-8). Czynnikiem wspomagającym jest temperatura (wyższa), konieczna jednak jest termiczna symulacja pór roku.
- Tarło ma miejsce zwykle co 3 – 5 lat, (sterlety raz do roku).
- W warunkach fermowych owulacja i spermiacja wymaga stymulacji środowiskowej (temperatura 12-16$^{o}$C i intensywny przepływ) i hormonalnej (hypofizacja 2-8 mg kg$^{-1}$, Ovopel 1 gran. kg$^{-1}$, analogi syntetyczne LH-RH i GnRH 0,1 – 0,25 mg kg$^{-1}$) .

# Anesteza przed pobraniem produktów płciowych

# Pobieranie mlecza

# Pobieranie ikry

# Zaplemnienie, zapłodnienie

- Ikra mieszana z mleczem „na sucho”
- Płyn zapładniający
- Pęcznienie
- Odklejanie ikry (mleko, r-r taniny)

# Zaplemnienie, zapłodnienie

- Ikra mieszana z mleczem „na sucho”
- Płyn zapładniający
- Pęcznienie
- Odklejanie ikry (mleko, r-r taniny)

- oczyszczanie
- płukanie
- solankowanie
- pakowanie

# Inkubacja ikry

# Wychów narybku

- *Artemia salina*
- Pasze
- Warunki kontrolowane
- Sortowanie
- Higiena

# Tucz

- Obiekty pstrągowe – woda przepływowa
- Obiekty stawowe – woda stagnująca
- Pasze
- Pokarm naturalny
- RAS

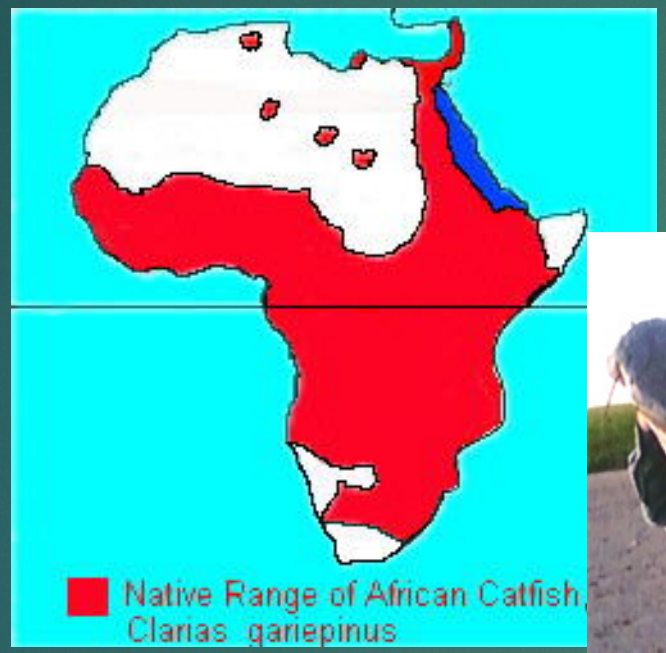
# Wykorzystanie naturalnej bazy pokarmowej (za: Adamek & Turk, 2007)

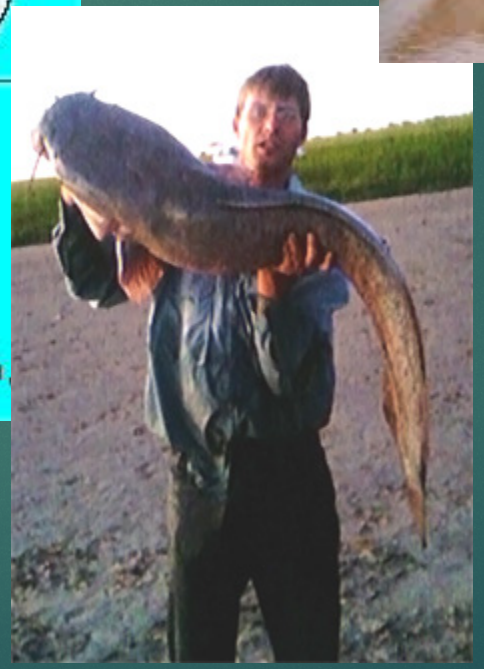
**Table 5.** Diet composition (DC) in % and frequency of occurrence (FO) in % of individual food items in juvenile 1+ Siberian sturgeon (*A. baerii*) in pond culture

| Item/Period | April Overwintering Pond | | June – August FF | | June – August CF | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DC | FO | DC | FO | DC | FO |
| *Spirogyra* sp. | | | + | 8 | + | 8 |
| Lemnaceae g. sp. | | | | | + | 8 |
| cf. *Hydromermis* sp. | 10.6 | 67 | | | | |
| *Tubifex tubifex* | + | 11 | | | | |
| *Daphnia* sp. | + | 44 | 28.8 | 77 | 19.1 | 77 |
| Cyclopidae g. sp. | | | | | + | 8 |
| Diaptomidae g. sp. | | | | | 0.6 | 15 |
| Ostracoda g. sp. | + | 11 | | | + | 8 |
| *Asellus aquaticus* | + | 11 | | | 1.5 | 15 |
| *Carinogammarus roeselii* | | | | | + | 8 |
| *Corixa affinis* | + | 11 | + | 15 | 2.2 | 69 |
| *Naucoris cimicoides* | | | + | 8 | | |
| *Mystacides* sp. | | | 1.0 | 31 | 2.0 | 38 |
| Chironomidae larva g. sp. | 37.3 | 100 | 40.4 | 100 | 52.8 | 100 |
| Chironomidae pupa g. sp. | | | + | 23 | 0.5 | 31 |
| Ceratopogonidae g. sp. | + | 22 | | | + | 23 |
| Culicidae pupa g. sp. | | | + | 8 | + | 8 |
| *Tabanus* sp. | | | | | 0.5 | 8 |
| *Eristaltis* sp. | | | | | 1.9 | 15 |
| *Berosus* larva sp. | | | + | 15 | | |
| *Rhantus* larva sp. | | | + | 8 | | |
| Terrestrial insects | | | 1.3 | 23 | 0.6 | 54 |
| Detritus | 48.3 | 100 | 19.4 | 54 | 16.3 | 77 |
| Plant debris | 3.8 | 11 | 0.4 | 31 | 2.1 | 23 |
| Feed pellets | | | 8.7 | 31 | | |
| n examined fish | 9 | | 13 | | 13 | |
| TL - mean ± S.D. (mm) | 376 ± 17 | | 516 ± 23 | | 498 ± 31 | |
| w - mean ± S.D. (g) | 217 ± 46 | | 472 ± 74 | | 405 ± 77 | |
| IF - mean ± S.D. (‰) | 41 ± 47 | | 61 ± 34 | | 135 ± 64 | |

Explanations: + = < 0.05 %, FF = fed variant, CF = control variant, IF – index of gut fullness.

# Technologia intensywna RAS – sum afrykański





# Trochę historii

- 1979 – pierwsze sumy docierają do Holandii
- 1983 – pierwsza ferma suma w Holandii
- 1989 – pierwsza partia sumów w Polsce
- 1990 – 800 kg narybku, 18 T suma konsumpcyjnego
- 1991 – 13 T narybku, 90 T suma konsumpcyjnego
- 1992 – nadal – prace badawcze, produkcja, upowszechnianie wyników, 78 publikacji

# Dlaczego sum afrykański?

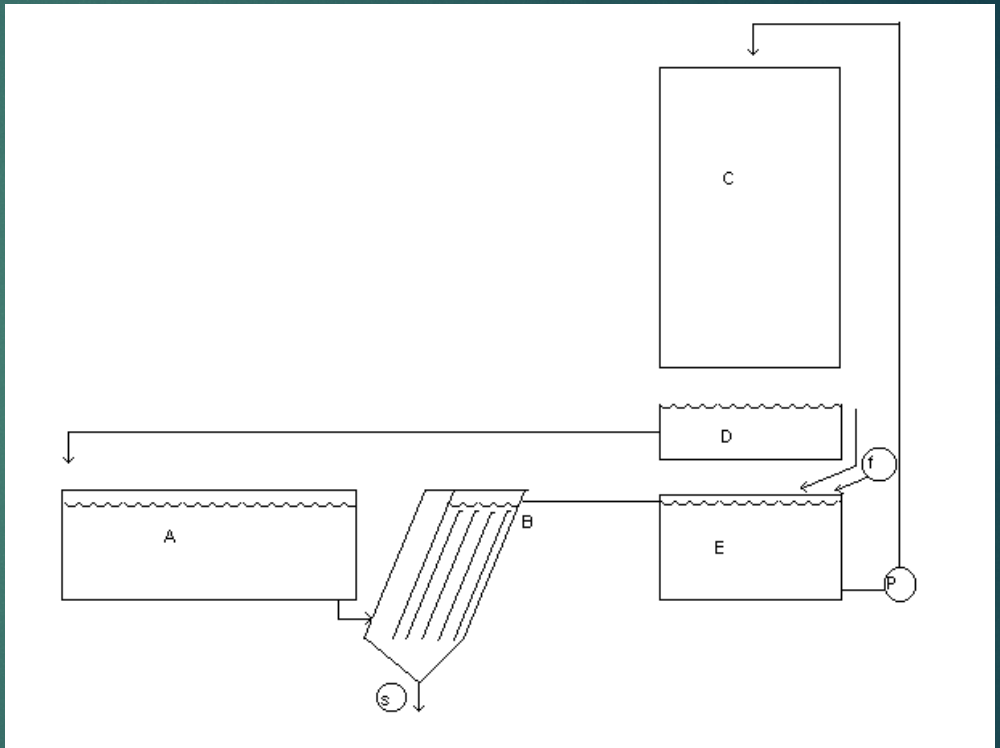
- Możliwość kontrolowanego chowu, niezależnego od warunków klimatycznych
- Tolerancja ekstremalnie wysokiego zagęszczenia (max 965 kg ryb/1 m3 basenu)
- Tolerancja obciążenia wody (~ 7 mg $NH_3$/L)
- Znakomita akceptacja pasz
- Możliwość niesezonowego tarła
- Odchów narybku na paszach.

# Dlaczego sum afrykański?

- Szybki wzrost (10 – 900 g w 6 miesięcy)
- Niski współczynnik pokarmowy (~ 1,0)
- Oddychanie tlenem atmosferycznym
- Dostępność „ciepłych” technologii budowlanych
- Wysoka jakość mięsa
- Łatwość przetwarzania

# Technologia produkcji - technika

- Baseny produkcyjne
- Filtr mechaniczny
- Filtr biologiczny (nitryfikacja)
- Zbiorniki pośrednie
- Pompy, rurociągi i armatura



# Technologia produkcji

| | Obsada | 6 miesięcy | >6 miesięcy |
|---|---|---|---|
| **Zagęszczenie** | **20 kg /m³ (narybek 5g)<br>100 kg /m³ (narybek 15g)** | **250 kg /m³** | **>300 kg /m³** |
| **Wielkość** | **5 - 15g** | **800-900g** | **2500g** |
| **Współczynnik pokarmowy** | **0,8** | **1,0** | |
| **Sortowanie** | **-- 100g-- 350g-- 800g-- >1kg** | | |
| **Produkcja:** | **1 - 1,2 t /m2 powierzchni basenu /rok** | | |
| **Temperatura** | **25 - 27 °C** | | |

# Tarlaki

# Tarło sztuczne – pozyskanie ikry

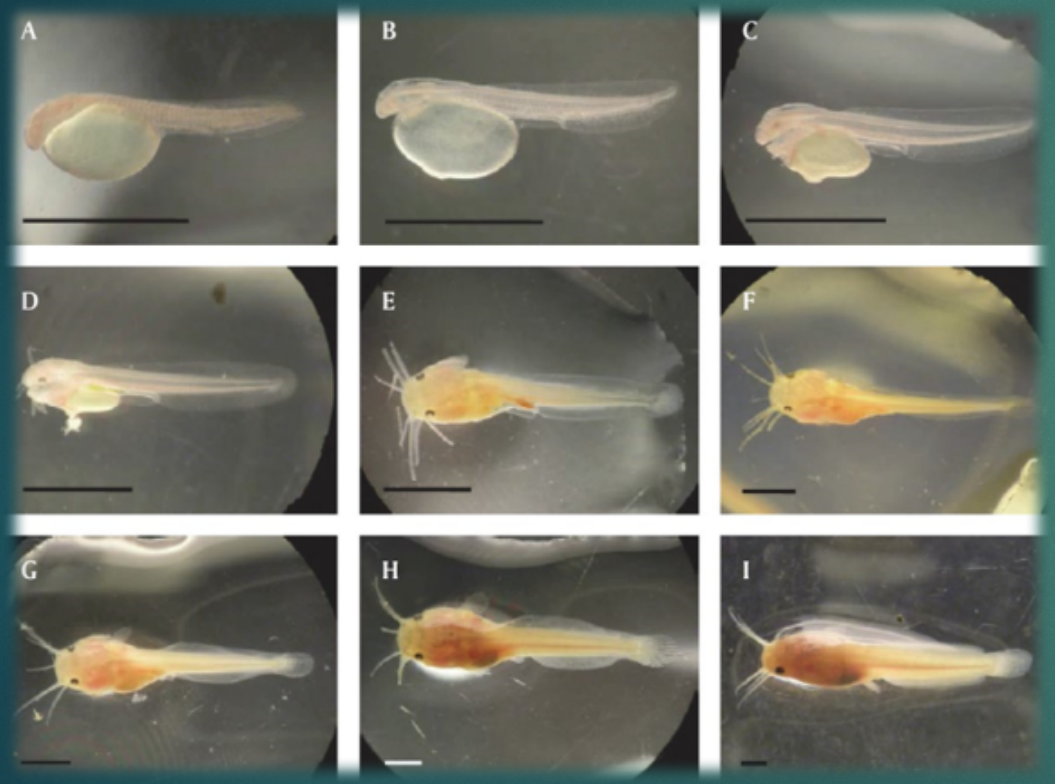
# Tarło sztuczne – pozyskanie mlecza

Wyizolowane gonady

# Tarło sztuczne - zaplemnienie

# Inkubacja (28°C)

# Wylęg (~2,3 mg/szt)



# Chów narybku

- Temperatura 25-27°C
- *Artemia*, pasza starter
- Żywienie ciągłe
- Ciemność / półmrok
- Kanibalizm, sortowanie 2-3x do śr. masy 5-15g
- Duża wrażliwość na rozrzedzenie (do ok. 100g/szt)
- Duża wrażliwość na gwałtowne bodźce akustyczne
- Podatność na infekcje bakteryjne i grzybicze
- Wysoka tolerancja wobec $NH_3$ / $NH_4^+$
- Wczesne rozpoczęcie oddychania atmosferycznego

# Tucz

**500 – 600 t rocznie w Polsce**
**5500 t na Węgrzech**
**4500 t w Holandii**

# Błędy technologiczne, czyli co może pójść „nie tak”?

- Wadliwa konstrukcja (stawy / zbiorniki / baseny / instalacje)
  - głębokość
  - pojemność, przepustowość
  - nieszczelności
  - szorstkie brzegi / ściany
  - kształt lub układ utrudniający obsługę
- Niewłaściwa jakość wody (wszystkie gatunki i technologie)
  - tlen
  - pH
  - $NO_2^-$
  - $NH_3$ / $NH_4^+$
  - zawiesina
  - pozostałości detergentów, leków
  - żyzność (stawy)

# Co może pójść „nie tak”?

- Niewystarczająca ilość wody (wszystkie technologie)
  - brak / niedostatek
  - rozkład dostępności sezonowej
- Źle obliczona biomasa obsady ryb (wszystkie technologie)
  - zbyt niska (zwiększenie poziomu stresu u ryb stadnych)
  - zbyt wysoka (pogorszenie jakości wody, nienaturalne interakcje socjalne, zwiększenie możliwości wystąpienia chorób)
- Złe warunki tlenowe (wszystkie gatunki, szczególnie wrażliwe łososiowate)
  - zbyt niska ilość tlenu rozpuszczonego (mg/L)
  - zbyt niskie stężenie tlenu rozpuszczonego (%)
  - przetlenowanie / przegazowanie (choroba gazowa)
  - brak rozwiązań awaryjnych
- Wadliwe żywienie (wszystkie gatunki)
  - niewłaściwy skład / niedostosowany do gatunku, wieku, pory roku
  - źle obliczona dzienna racja pokarmowa
  - niewłaściwa wielkość cząstek

# Co może pójść „nie tak”?

- Manipulacje (wszystkie gatunki)
  - niewłaściwe narzędzia (wielkość, pojemność, przeznaczenie)
  - uszkodzone elementy narzędzi
  - pojemniki, naczynia …
- Personel (wszystkie technologie)
  - niskie kwalifikacje
  - nieprzestrzegania zasad
  - brak szkoleń (zdrowie ryb, dobrostan)
- Zwierzęta rybożerne i uszkadzające infrastrukturę (z wyj. RAS w budynkach)
  - straty bezpośrednie
  - uszkodzenia
  - stres
  - straty wtórne

*Zapraszam na przerwę kawową*