



Wprowadzenie do akwakultury: metody produkcji

Jacek Sadowski

Mikołajki 15.09.2021r.



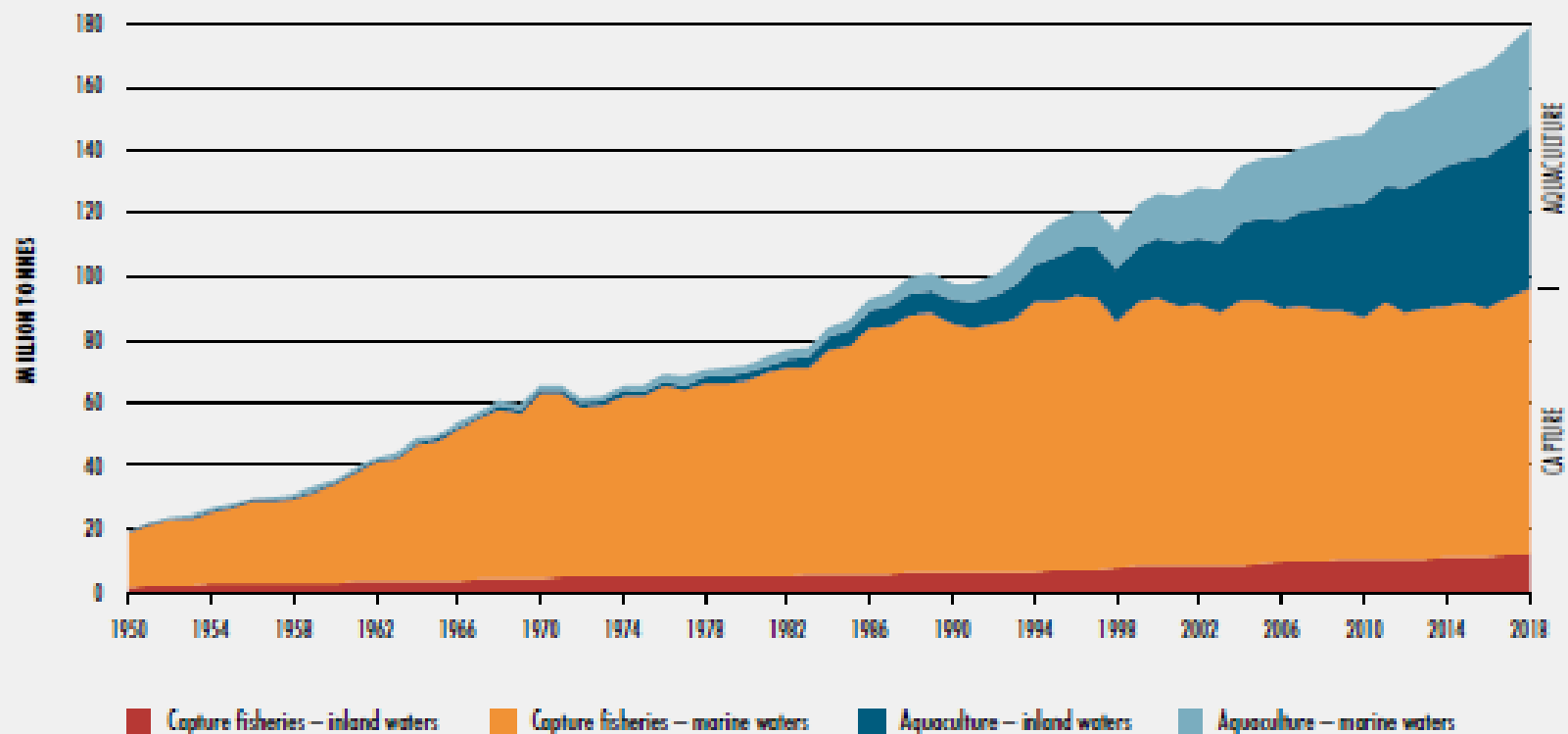
Rybacktwo jest jedną z najstarszych gałęzi ludzkiej działalności.



**Obecnie składa się z dwóch wielkich części:
starszego ale nadal funkcjonującego z powodzeniem w różnych
częściach świata – rybołówstwa.**



oraz młodszej za to niezwykle szybko się rozwijającej -
akwakultury.



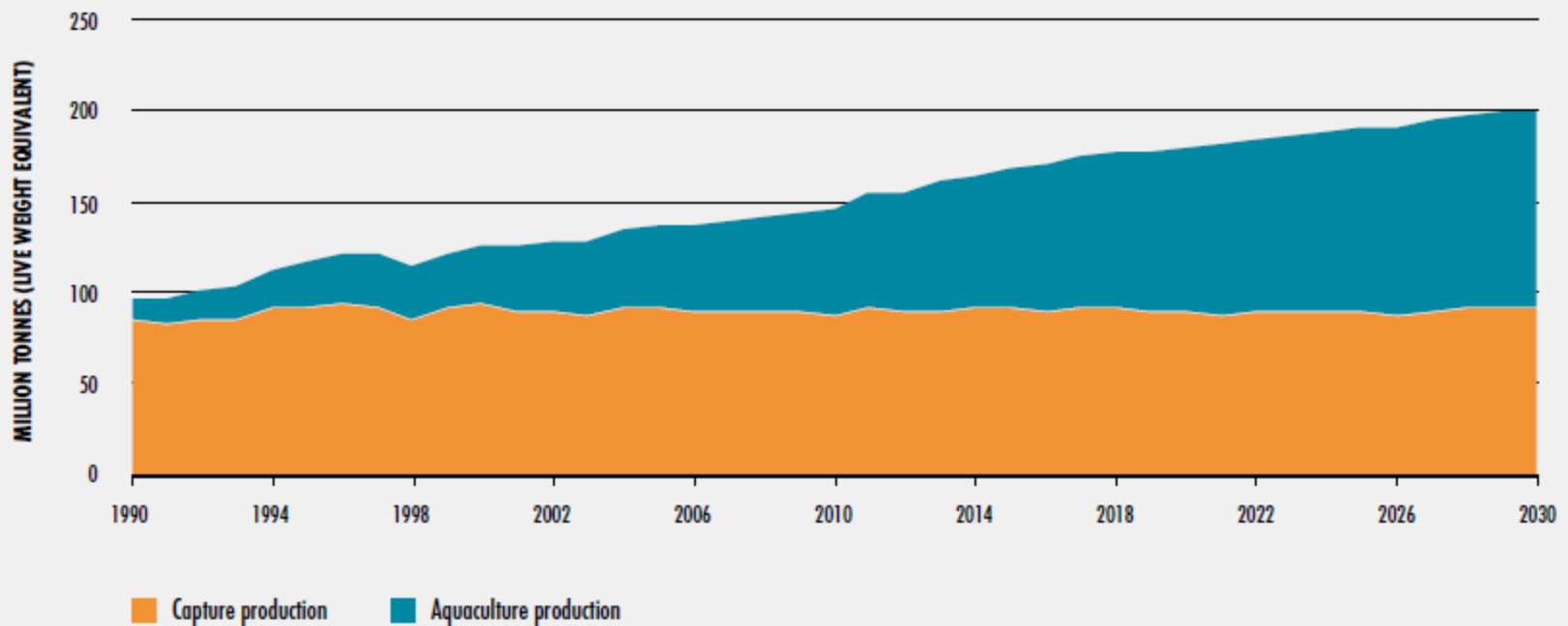
NOTE: Excludes aquatic mammals, crocodiles, alligators and caimans, seaweeds and other aquatic plants.

SOURCE: FAO.

sofia2020

Światowa produkcja rybactwa

WORLD CAPTURE FISHERIES AND AQUACULTURE PRODUCTION, 1990–2030



sofia2018

Proгноza produkcji rybactwa do 2030

Akwakultura — jest to hodowla i chów organizmów wodnych w warunkach kontrolowanych.

Warunkiem rozwoju akwakultury jest:

- obecność wody o odpowiedniej temperaturze, zasoleniu i produktywności,
- posiadanie wykwalifikowanej kadry,
- dysponowanie odpowiednim poziomem technicznym i naukowym oraz
- posiadanie dobrze zorganizowanej administracji.

Technologie akwakultury

Chów w stawach ziemnych

Chów sadzowy w wodach śródlądowych

Chów sadzowy w wodach morskich w strefie przybrzeżnej:
onshore cage culture

Chów sadzowy w wodach morskich w strefie otwartego
morza - offshore cage culture

Chów w basenach rotacyjnych lub raceways w obiegu
otwartym lub z kilkakrotnym wykorzystaniem wody (reuse
systems)

Chów w systemach zamkniętych (RAS)



<http://www.gospodarstwotoporow.pl/>

Chów w stawach ziemnych



Tisza wild carp
Cyprinus carpio carpio



Amur wild carp
Cyprinus carpio haematopterus

www.carpology.net

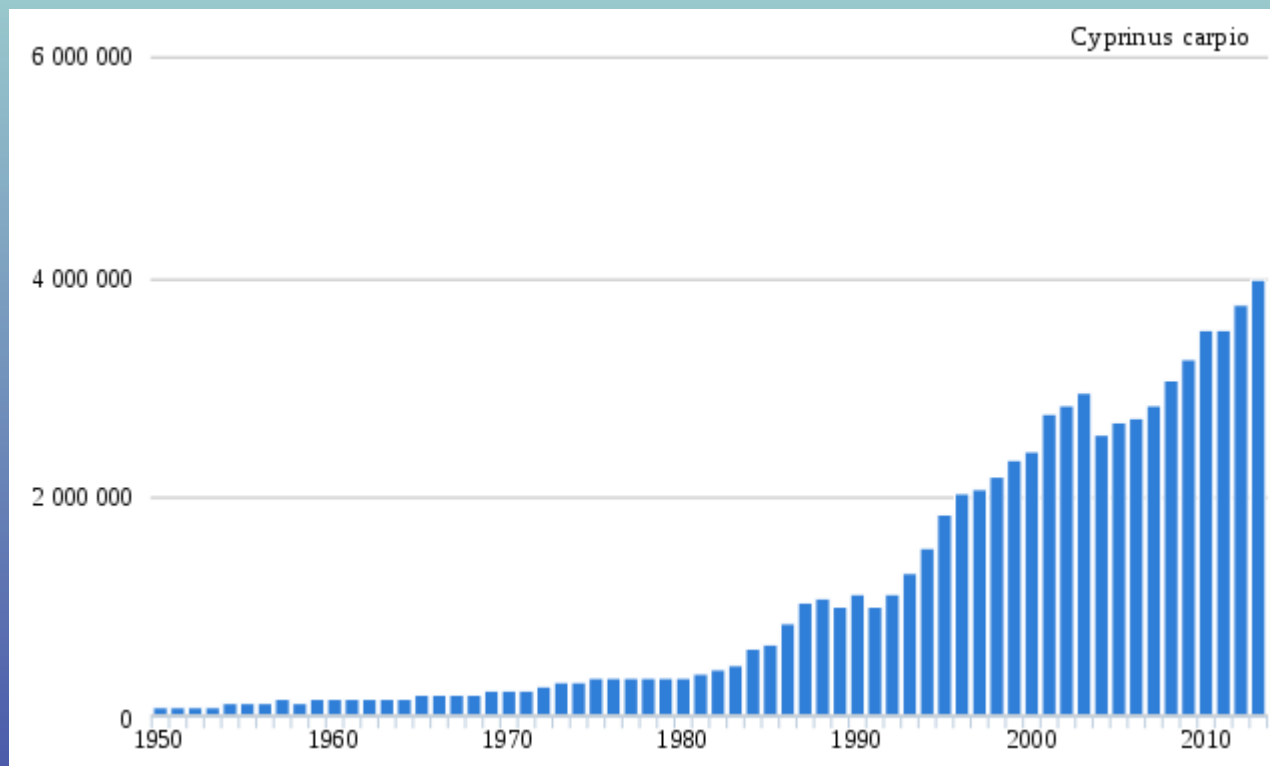
Podgatunki karpia dzikiego – sazan dunajski, sazan amurski



Różne formy barwne karpia koi (nishikigoi)

Produkcja karpia w świecie – w podziale na kontynenty [t]

Kontynent	1995	2000	2005	2010	2016
Cały Świat	1 827 370	2 410 402	2 666 446	3 630 530	4 556 622
Azja	1 643 008	2 188 468	2 443 181	3 268 601	4 332 429
Europa	139 800	137 549	154 853	169 395	162 170
Afryka	23 958	19 689	3 277	96 215	54 571
Ameryka	20 588	64 496	64 835	95 819	7 002
Oceania	16	200	300	500	450



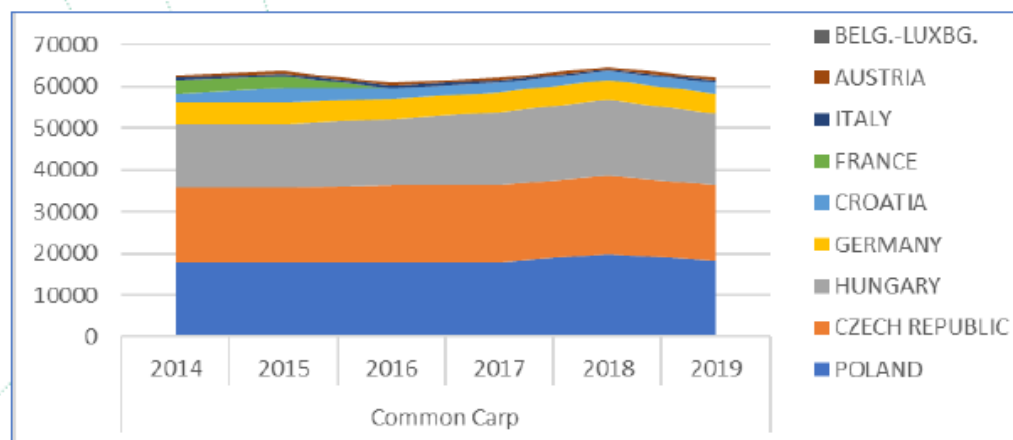
Rozwój akwakultury karpia wg FAO

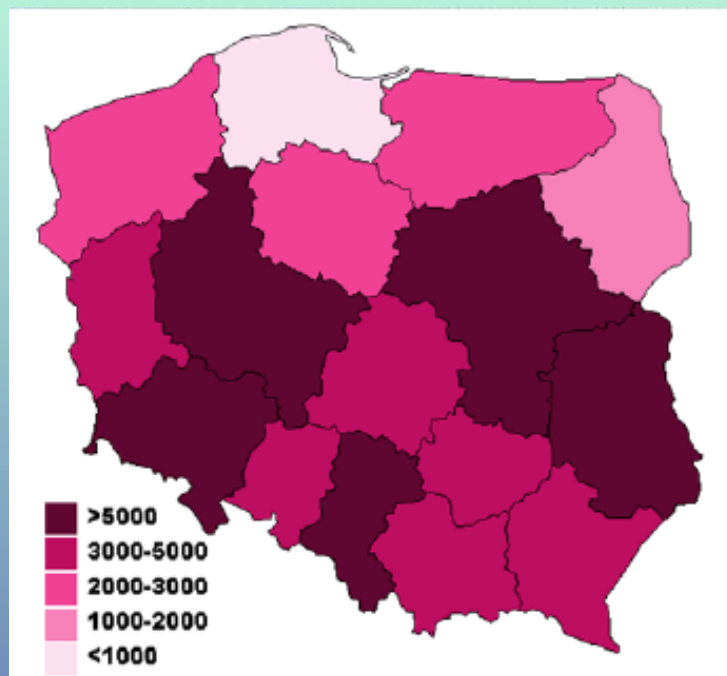
COMMON CARP (CYPRINUS CARPIO)



Common Carp production (tons) 2014-2019

Production (tons)	YEAR					
SPECIES	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Common Carp	62715	63723	60944	61977	64739	62037
POLAND	18000	18000	18000	18000	20000	18300
CZECH REPUBLIC	17833	17860	18354	18460	18430	17945
HUNGARY	15005	15238	15784	17470	18396	17388
GERMANY	5285	4916	4800	4800	4746	4746
CROATIA	2284	3401	2698	2039	1959	2500
ITALY	700	700	700	600	600	550
AUSTRIA	573	573	573	573	573	573
BELG.-LUXBG.	35	35	35	35	35	35
FRANCE	3000	3000	0	0	0	0





Rozmieszczenie stawów karpowych w Polsce wg województw. – Lirski 2016

Klasa wielkości (ha)	Liczba	Udział w powierzchni (%)	Udział w produkcji (%)
do 5	281	0,9	2.1
5 do 50	427	14.5	17,8
50 do 100	102	12,2	12,7
100 do 500	117	39,7	39,9
500 do 1 000	16	18.6	20,4
ponad 1000	3	14.1	6,6

Struktura ilościowa gospodarstw karpowych w Polsce – Lirski 2016

Typowe gospodarstwo karpiove z lotu ptaka – Stawy Milickie www.old.stawymilickie.pl



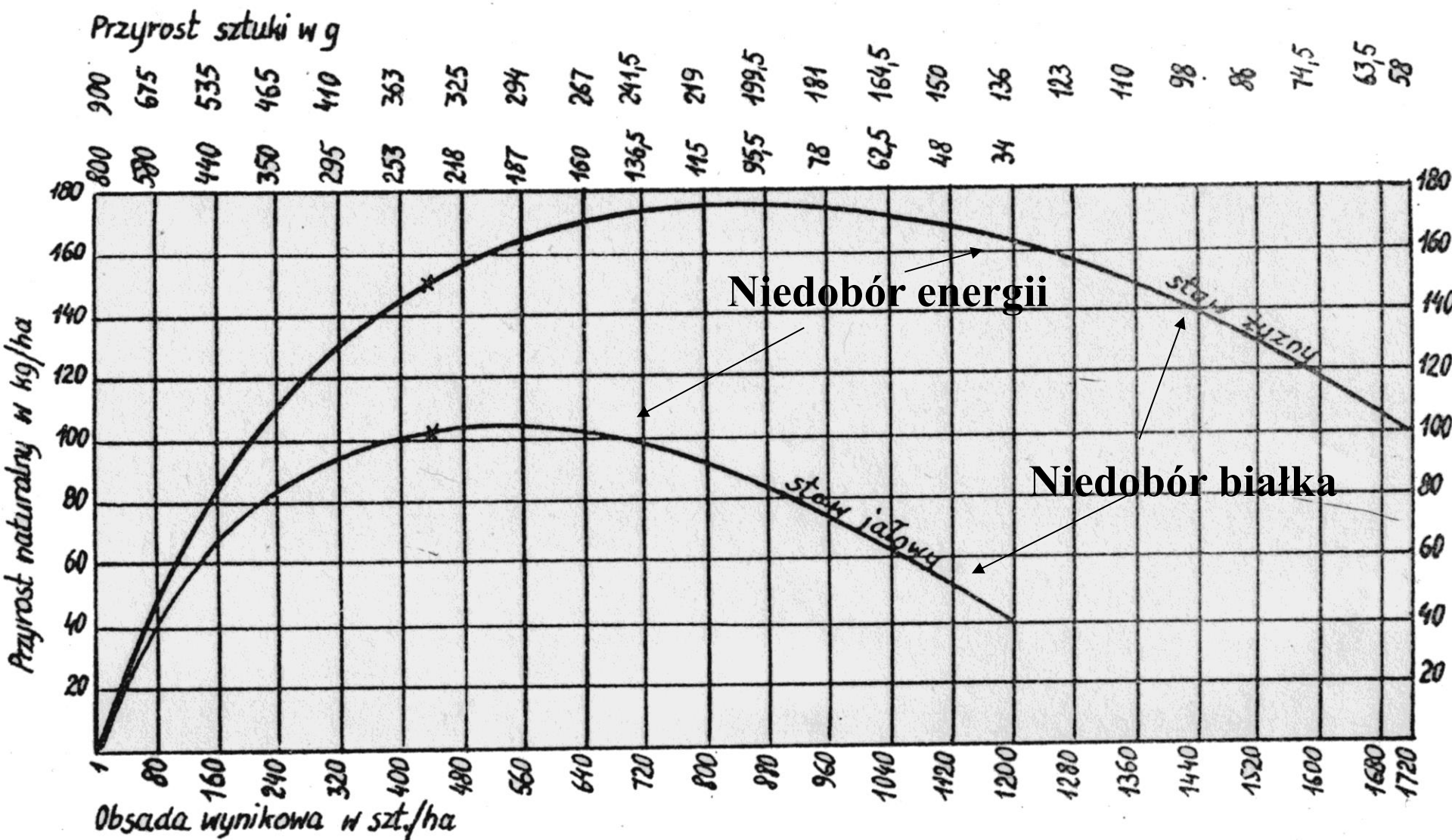
fot. Paweł Kucharski © Stawy Milickie SA

ŻYWIENIE KARPI W STAWACH A POZIOM INTENSYFIKACJI

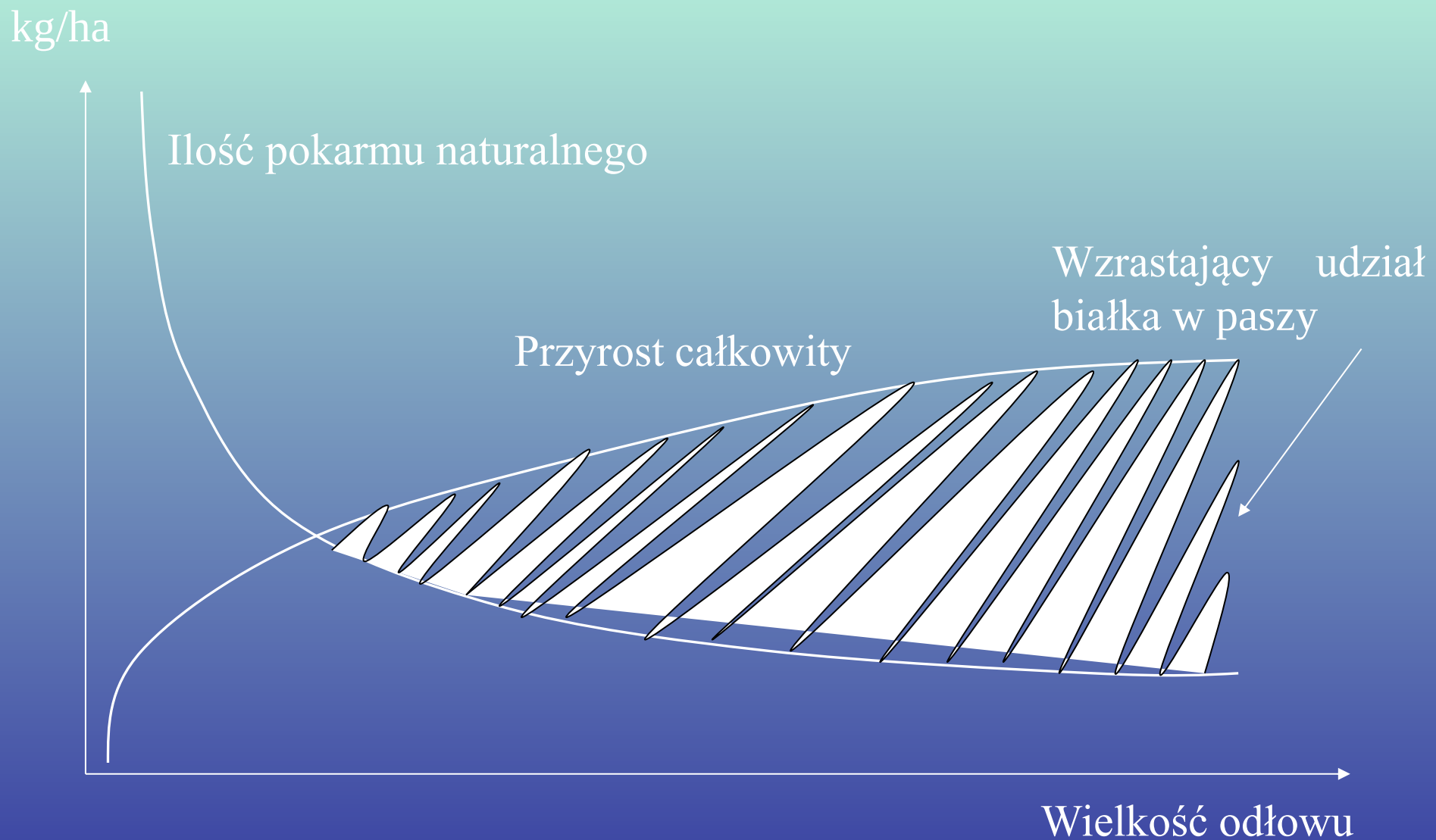
Uwzględniając poziom intensyfikacji produkcji karpi w stawach, ich chów może być prowadzony metodą:

- ekstensywną – na pokarmie naturalnym – z nawożeniem stawów lub bez,
- półintensywną (semi-) – z dokarmianiem paszami zbożowymi,
- intensywną – z żywieniem upostaciowanymi, pełnowartościowymi (pełnoporcjowymi) paszami przemysłowymi (granulaty, ekstruderaty)

Obecnie w Polsce w stawach dominuje chów karpi metodą półintensywną, przy dokarmianiu ryb paszami zbożowymi. Pasze zbożowe skarmiane są w postaci całych ziaren (K_2 i K_3) lub rozdrobnionej (narybek K_1 i K_1). Pasze zadaje się rybom na oznaczonych palikami paśnikach (głęb. ca 1,0 m, dno twarde), których liczba w danym stawie zależy od liczebności obsady (1 paśnik na: 500 szt. K_{2-3} , 1000 szt. K_{1-2} lub 2000 szt. K_{1-1}). Dzienna dawka paszy ustalana jest w preliminarzu żywieniowym (uwzględn.: wiek i masę jedn. oraz planowany przyrost i wielokrotność przyrostu ryb) i korygowana poprzez uwzględnianie temp. wody (mierzonej o godz. 10⁰⁰), t. j. wg zasady „żywienia z termometrem w rękę”. Paszę zadaje się w godzinach przedpołudniowych, kiedy następuje wzrost temp. wody.



Rys. 3. Krzywa Nordqvista dla K_{1-2} w stawach żywnych i jałowych



Zależność pomiędzy wielkością odłowu, ilością pokarmu naturalnego, przyrostu całkowitego i zapotrzebowaniem na białko paszowe

Chów w basenach rotacyjnych lub raceways w obiegu otwartym lub z kilkakrotnym wykorzystaniem wody (reuse systems)



PORTION-SIZE TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS)

Portion-size Trout production (tons) 2014-2019



Production (tons)	YEAR					
SPECIES	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portion Rainbow Trout	247427	243872	233345	231954	251702	225200
TURKEY	107533	101550	100300	100500	110000	95000
ITALY	36800	37000	33800	33300	35000	32800
FRANCE	22000	23947	24200	24506	26814	26000
DENMARK	26925	26925	21022	19404	25086	25086
POLAND	17500	19000	18000	19000	20500	15600
SPAIN	13000	13260	13260	12922	13671	13680
UTD. KINGDOM	11000	10500	11500	11000	11000	7750
GERMANY	8466	7642	7642	7642	6315	6315
SWITZERLAND						1360
PORTUGAL	788	890	676	665	662	660
CZECH REPUBLIC	426	368	367	509	784	649
CROATIA	378	679	467	395	370	300
GREECE	1611	1611	1611	1611	1000	0
IRELAND	1000	500	500	500	500	0

Produkcja porcjowego pstrąga tęczowego w Europie

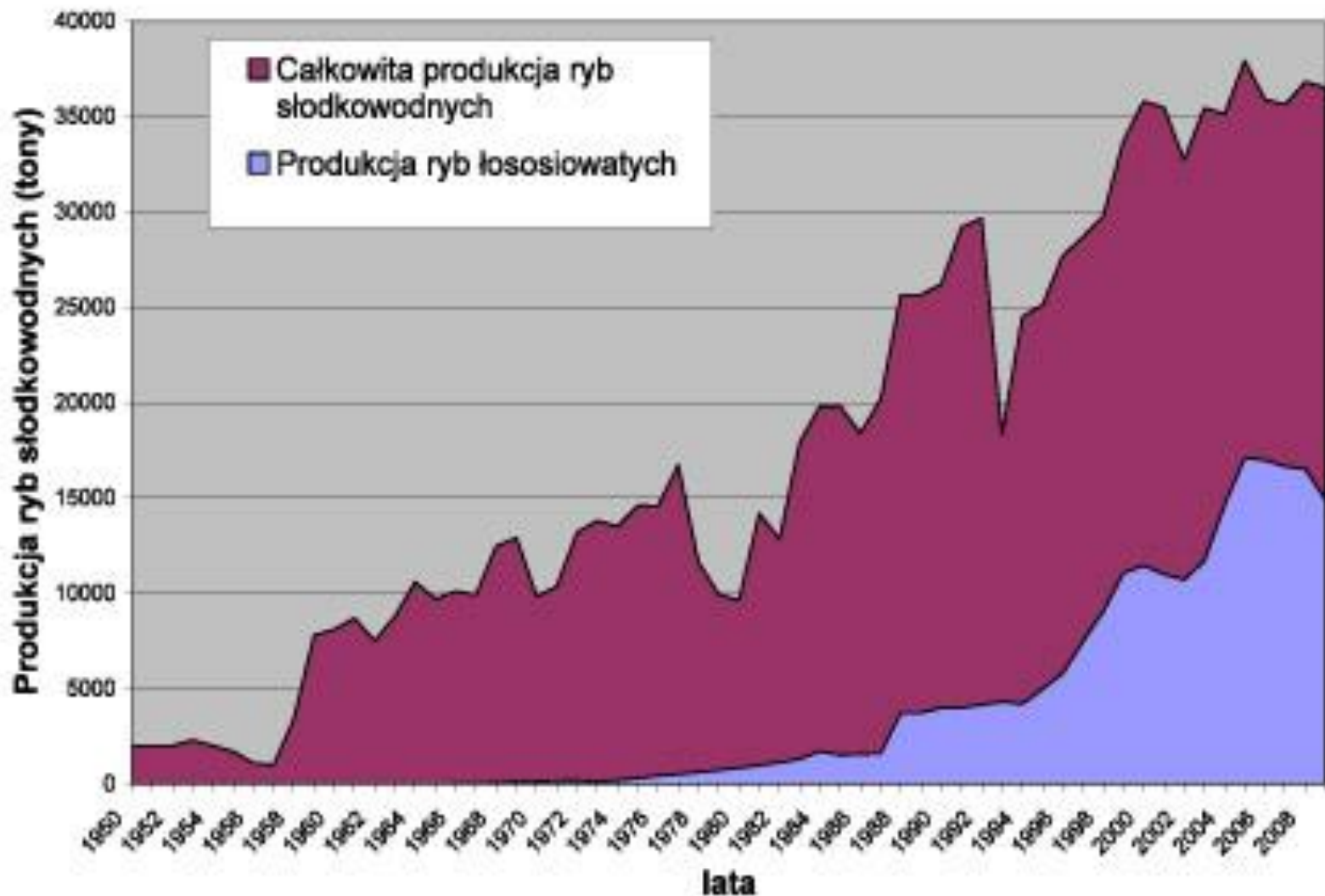
LARGE RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS)

Large Rainbow Trout production (tons) 2014-2019



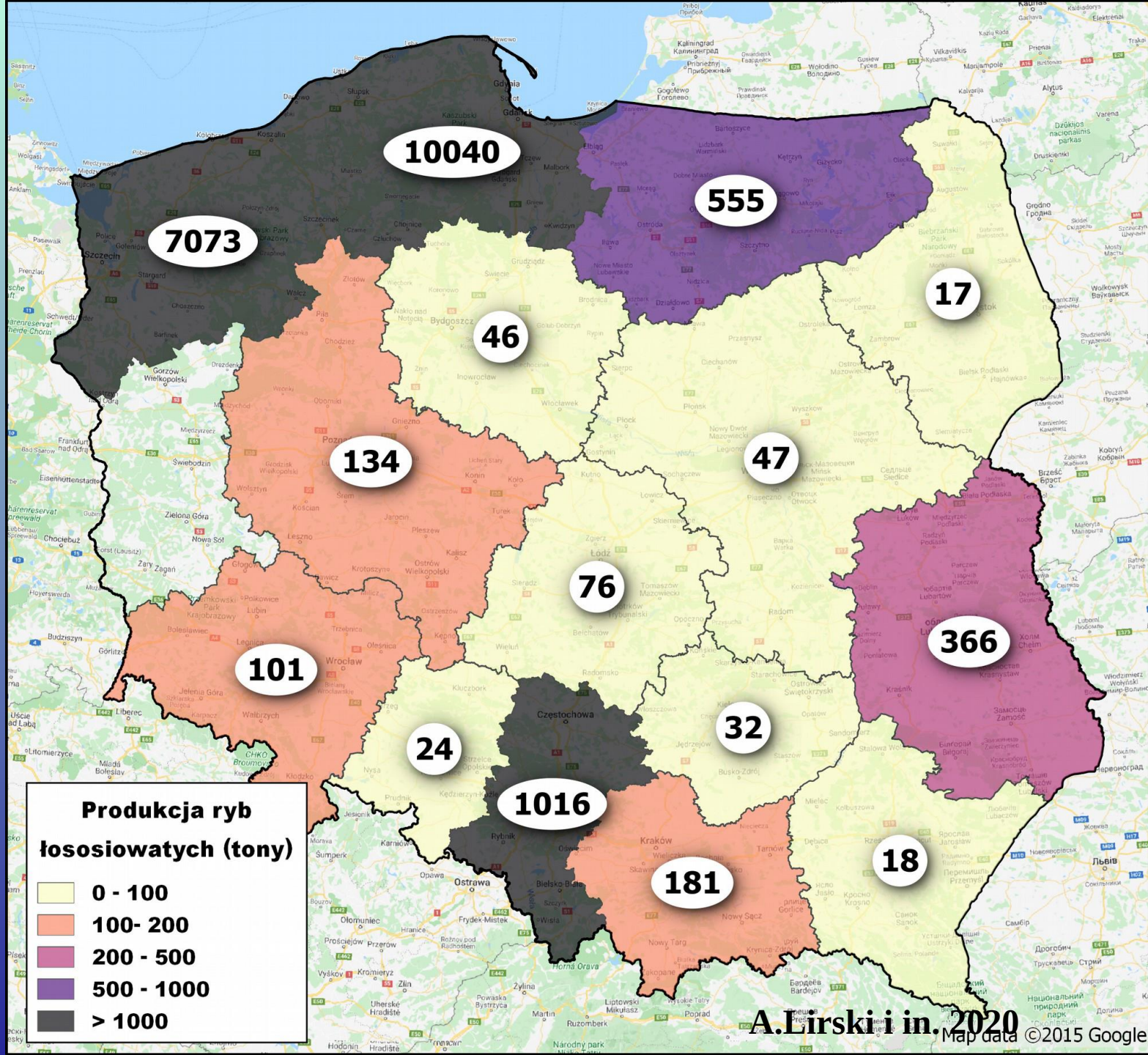
Production (tons)	YEAR					
LARGE TROUT	2014	2015	2016	2017	2018	2019
NORWAY	74769	79557	80694	61418	66337	78320
FRANCE	12000	12766	13000	13064	14295	14500
FINLAND	12448	12500	13127	12314	12835	13116
DENMARK	11115	11115	13500	13500	11599	11599
SWEDEN	6951	7048	9123	8504	8504	8504
POLAND						8400
TURKEY	4812	5450	5000	7000	11000	8000
UTD. KINGDOM	4000	4500	5500	3500	4000	5800
SPAIN	2600	2678	3900	5025	5185	5250
ITALY	2000	1000	2500	1800	2500	4000
GERMANY	1471	1506	1506	1506	1537	1537
IRELAND	400	500	500	500	557	500
SWITZERLAND						340
ICELAND	603	728	4000	4628	295	299
Grand Total	133169	139348	152350	132759	138644	160165

Produkcja pstrąga tęczowego (łososiowego) w Europie



terazpstrag.pl

**Produkcja ryb łososiowatych
na tle całkowitej produkcji ryb słodkowodnych**



BILANS TLENOWY

$$q \cdot O_d = O_z \cdot m$$

$$q = \frac{O_z \cdot m}{O_d}$$

gdzie:

q – zapotrzebowanie na wodę w basenie [$\text{dm}^3/\text{min.}$],

O_d – dyspozycyjna ilość tlenu [mg/dm^3],

O_z – zapotrzebowanie na tlen 1 kg ryb [$\text{mg} \cdot \text{min.}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$]

m – masa ryb w basenie [kg]



Baseny rotacyjne

FISH REARING UNITS

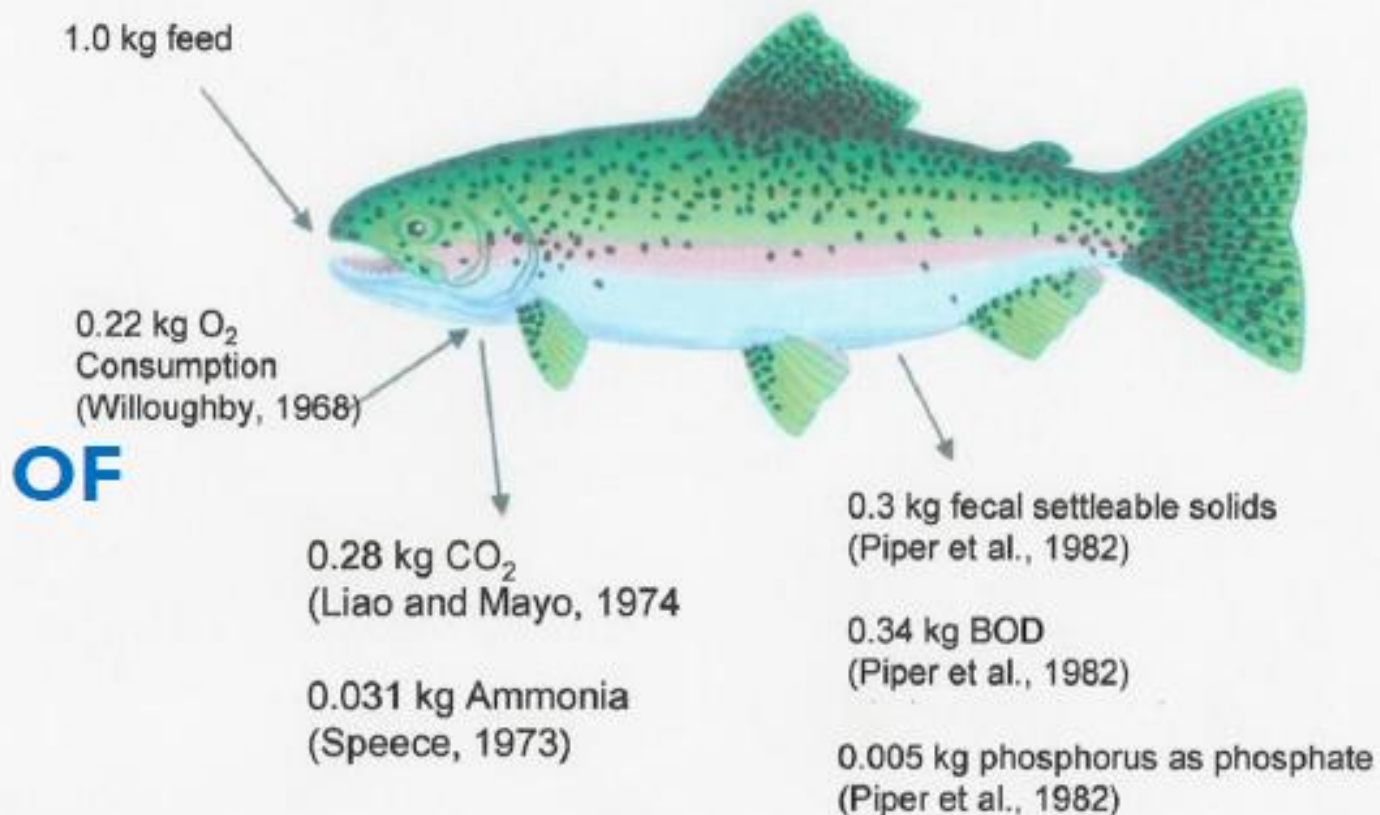
Raceways



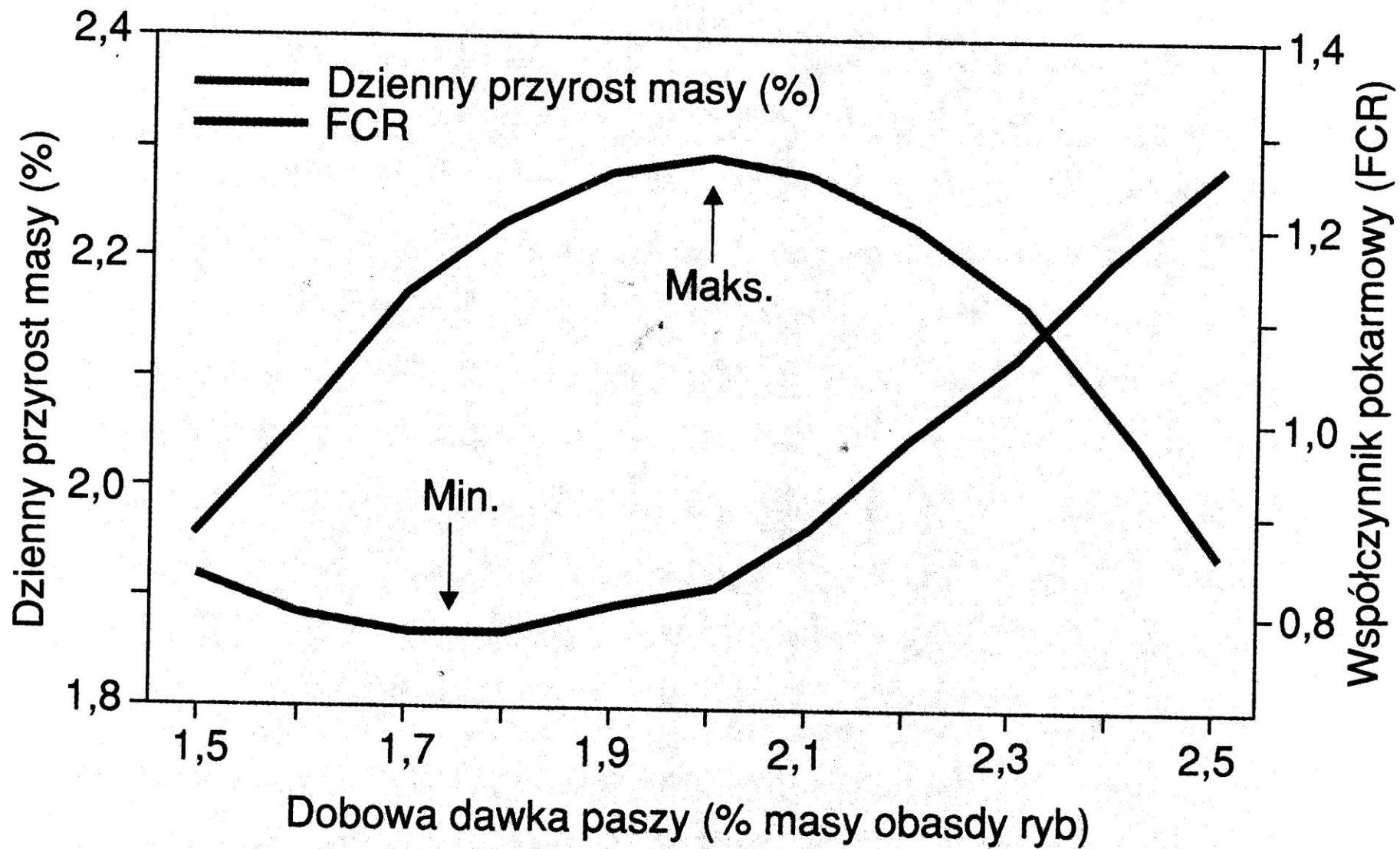
Żywienie ryb w systemach przepływowych

Figure 1

TROUT METABOLIC REQUIREMENTS AND BY-PRODUCTS



Courtesy: Fish Pro



Rys. 6. Wzrost i współczynnik pokarmowy ryb w zależności od sposobu żywienia (za zgodą BioMar)

Oczyszczanie wody poprodukcyjnej



www.aqua-techniki.pl

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE PRZYROSTY ILOŚCI SUBSTANCJI DLA OCZYSZCZONYCH WÓD WYKORZYSTANYCH NA POTRZEBY CHOWU LUB HODOWLI RYB LOSOSIOWATYCH

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka miary	Najwyższy dopuszczalny przyrost ilości substancji
1	Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT ₅)	mg O ₂ /l	3
2	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT _{Cr})	mg O ₂ /l	7
3	Zawiesiny ogólne	mg/l	6
4	Azot ogólny	mg N/l	1
5	Fosfor ogólny	mg P/l	0,1

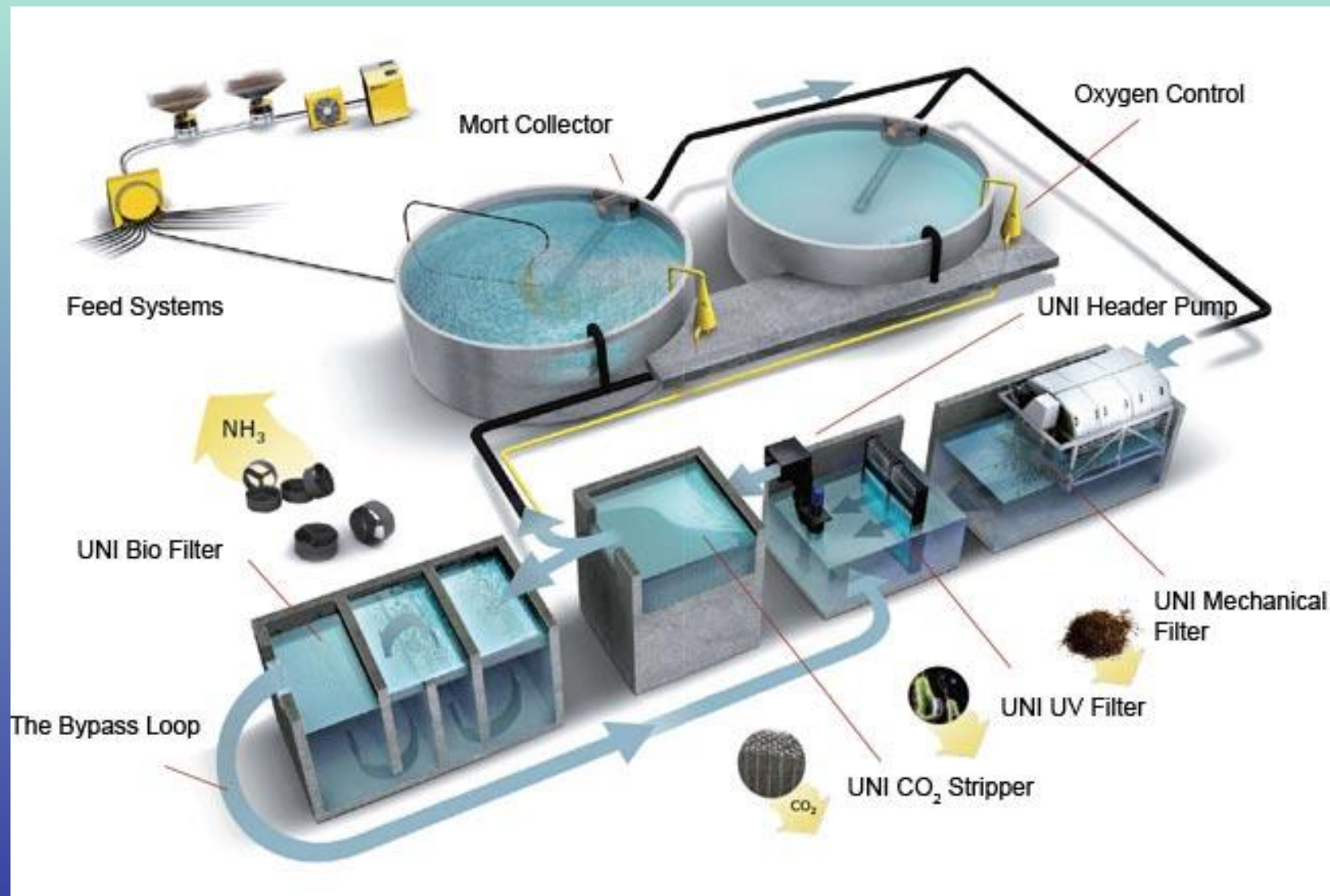
Podstawowe metody podczyszczania wody stosowane w akwakulturze pstrąga

- 1. Mikrofiltracja mechaniczna - mikrosita**
- 2. Sedymentacja w osadnikach – strefy martwej wody, osadniki**
- 3. Podczyszczanie w lagunach**

Systemy zamknięte do chowu ryb (RAS)



System zamknięty (recyrkulowany) - W tym systemie produkcji woda poprodukcyjna po przejściu przez urządzenia hodowlane poddawana jest oczyszczeniu i uzdatnieniu, a następnie ponownie wraca do obiegu. Przy takim systemie produkcji straty wody powstają jedynie na skutek jej parowania jak i w trakcie usuwania z obiegu osadów, przy czym z zasady nie przekraczają dziennie 10% całkowitej jej objętości. System zamknięty, poza opracowaniem technologii rozrodu i żywienia ryb, wymaga także przeprowadzenia szczegółowych obliczeń dotyczących zużycia tlenu, niezbędnej ilości wody w obiegu (np. stosunku masy ryb do masy wody), ilości materii organicznej powstającej w jednostce czasu, a w przypadku ryb ciepłolubnych szczegółowego bilansu cieplnego budowli. Z uwagi na wysoki koszt budowy i eksploatacji takich instalacji wykorzystywane są one głównie do produkcji ryb uzyskujących na rynku wysoką cenę oraz w wylęgarniach.



Monitoring – Sterowanie – Alarm – oraz rejestracja



Commander nadciąga!

Do chowu w obiegach zamkniętych szczególnie nadają się gatunki ryb, które:

-wytrzymują duże zagęszczenia w jednostce objętości

-są mało wrażliwe na zanieczyszczenia wody

-są odporne na okresowo niskie zawartości tlenu w wodzie

- posiadają wysokie walory smakowe, dzięki czemu uzyskują wysoką cenę na rynku.

Wybrane gatunki ryb nadające się do chowu w systemach zamkniętych (tucz ryb)

Ryby słodkowodne

sum afrykański (*Clarias gariepinus*)

węgorz (*Anguilla anguilla*)

sum kanałowy (*Ictalurus punctatus*)

sum europejski (*Silurus glanis*)

jesiotrowate (*Acipenseridae*)

tilapia nilowa (*Tilapia nilotica*)

pstrąg tęczowy (*Oncorhynchus mykiss*)

Ryby morskie

łosoś (*Salmo salar*)

labraks (*Dicentrarchus labrax*)

turbot (*Psetta maxima*)

halibut (*Hippoglossus hippoglossus*)

.

Wady i zalety recyrkulacji w akwakulturze

+

- możliwość prowadzenia produkcji przy ograniczonych zasobach wodnych
- uniezależnienie od warunków klimatycznych – pełna lub niemal pełna kontrola parametrów
- ograniczenie negatywnego wpływu patogenów i drapieżników
- oszczędność terenu – większa produkcja/mala powierzchnia

-

- koszt inwestycyjny
- konieczność stosowania zaawansowanych technicznie systemów uzdatniania wody
- zagrożenie szybkiego rozprzestrzeniania się chorób w obrębie obiektu
- Zrzut zanieczyszczeń

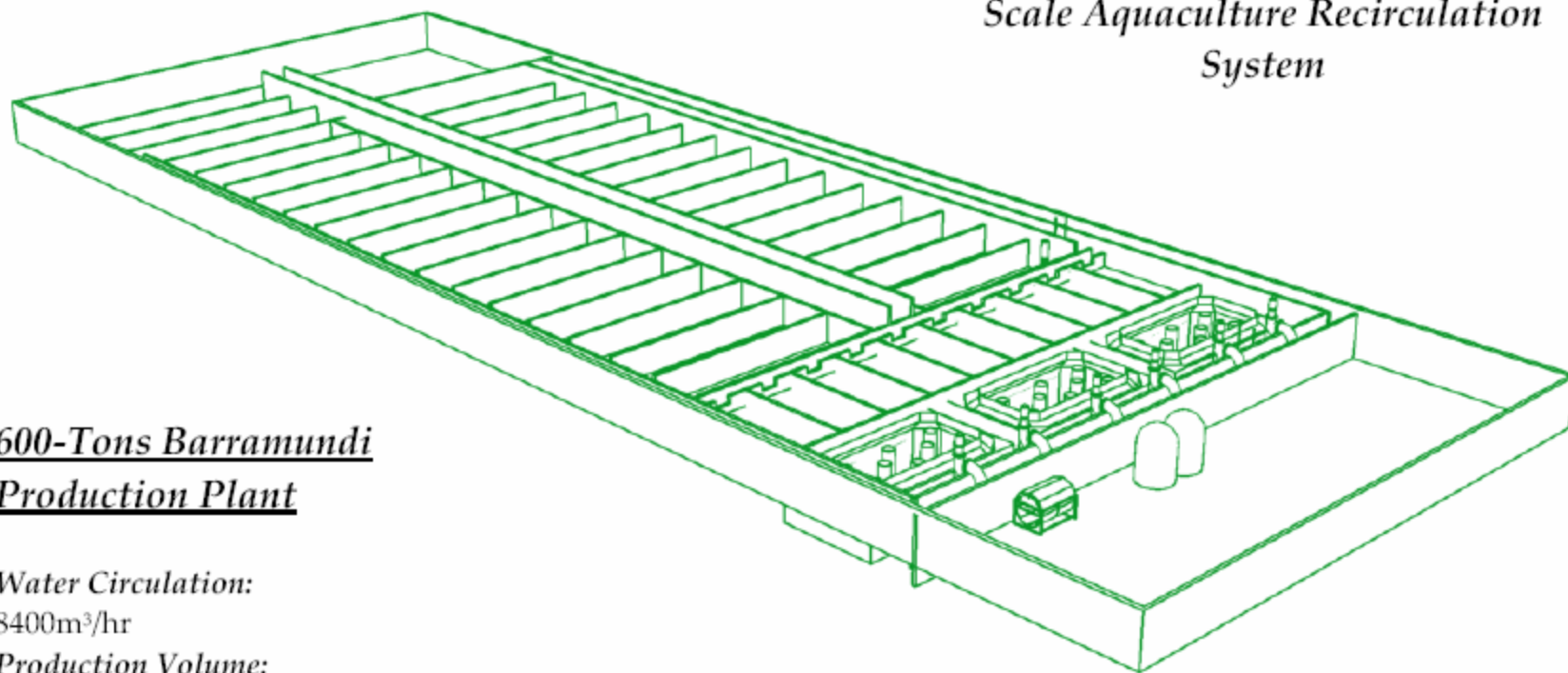
Przykładowe koszty produkcji w farmie o wydajności 600 ton baramundi

600 Tons/year Barramundi Production System, 50g - 800g

Investments		Total
Production Plant excl. concrete constructions		€ 1,738,500
Concrete raceways, reservoirs, channels, etc.		€ 560,000
Building, 3500 m ² incl. ventilation and heating		€ 397,000
Miscellaneous		€ 205,000
Total Investment Costs		€ 2,900,500
Production Costs	Total	Total/kg
<i>Capital Costs</i>		
Depreciation, 10-20 years, av. 15	€ 193,367	0.32 €/kg
Interest, 60% of investment at 6%	€ 104,418	0.17 €/kg
Total Capital Costs	€ 297,785	0.49 €/kg
<i>Variable Costs</i>		
Fingerlings, 800,000 @ 0.50 €/pc.	€ 400,000	0.67 €/kg
Feed, 660 t @ 0.80 €/kg	€ 528,000	0.88 €/kg
Electricity, 147 kW @ 0.15 €/kWh	€ 193,158	0.32 €/kg
Oxygen, 330 t @ 0.18 €/kg	€ 59,400	0.10 €/kg
Miscellaneous	€ 6000	0.01 €/kg
Total Variable Costs	€ 1,186,558	1.98 €/kg
Total Capacity Costs	€ 160,000	0.27 €/kg
Total Production Costs	€ 1,644,343	2.74 €/kg

Schemat obiegu zamkniętego do produkcji 600 ton *Lates calcarifer*

Schematic of an Industrial-Scale Aquaculture Recirculation System



600-Tons Barramundi Production Plant

Water Circulation:

8400m³/hr

Production Volume:

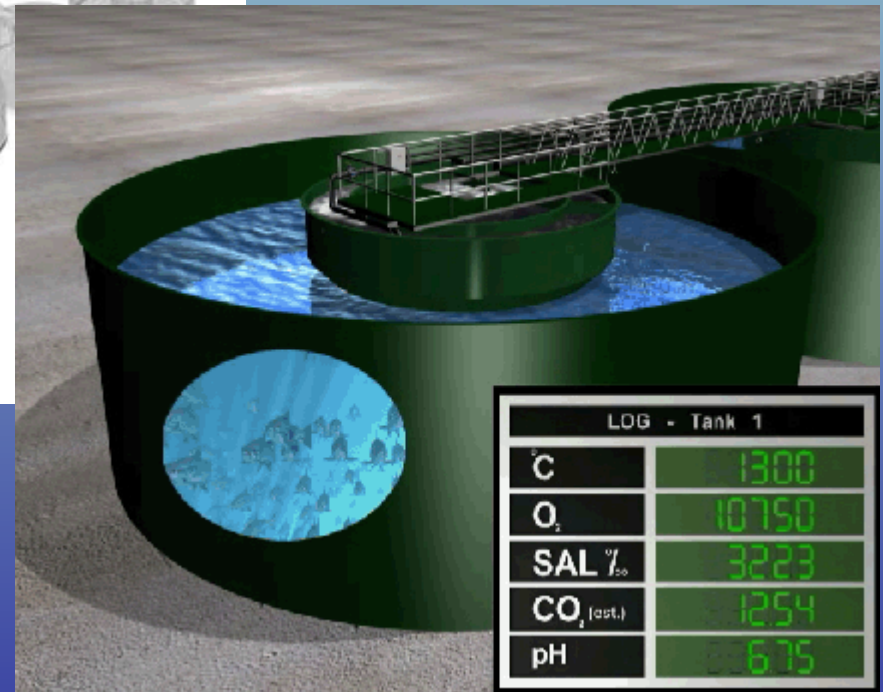
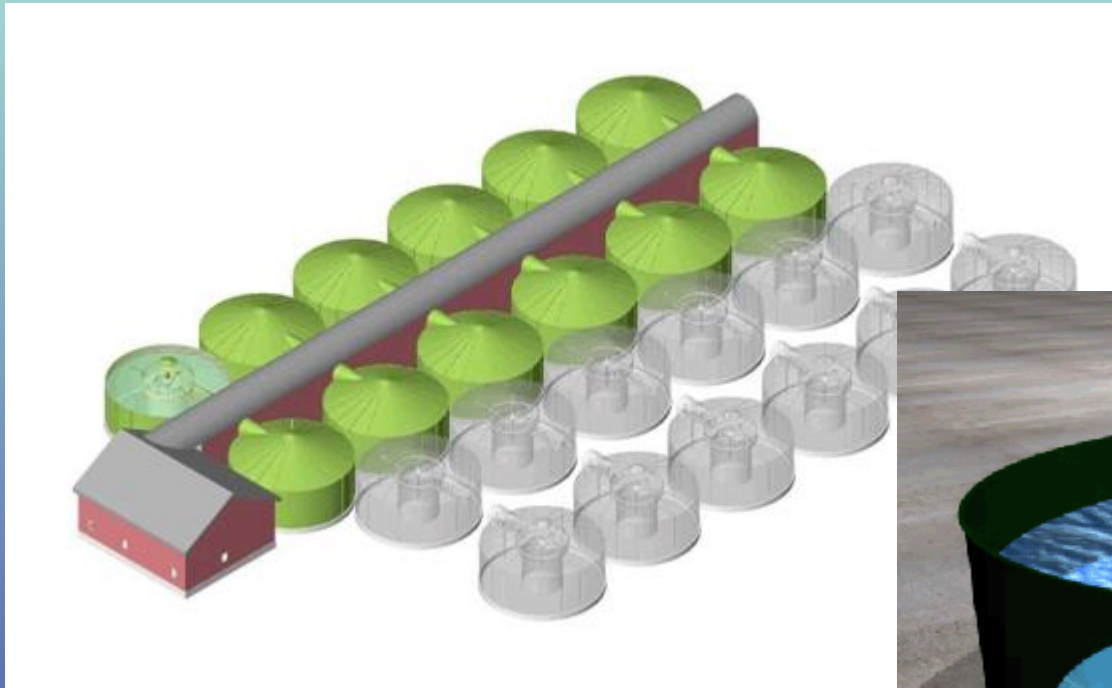
2100 m³

Max. Feed:

3700 kg/day



Klasyczne systemy zamknięte RAS modyfikacja system modułowy (jak klocki LEGO)



RAS zaprojektowany przez Eco Farm (www.ecofarm.no) – objętość basenu 700 m³

Zintegrowane systemy RAS pracujące w oparciu o system kogeneracji lub trigeneracji

Miętus temperatura optymalna 10°C

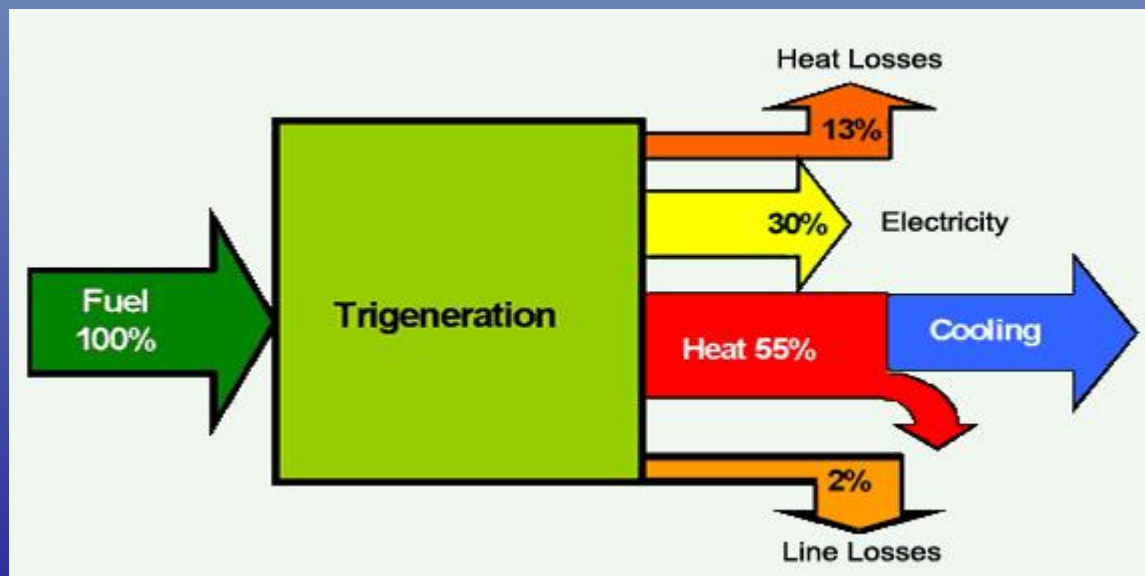


wedkuje.pl

Sum afrykański temperatura optymalna 25°C

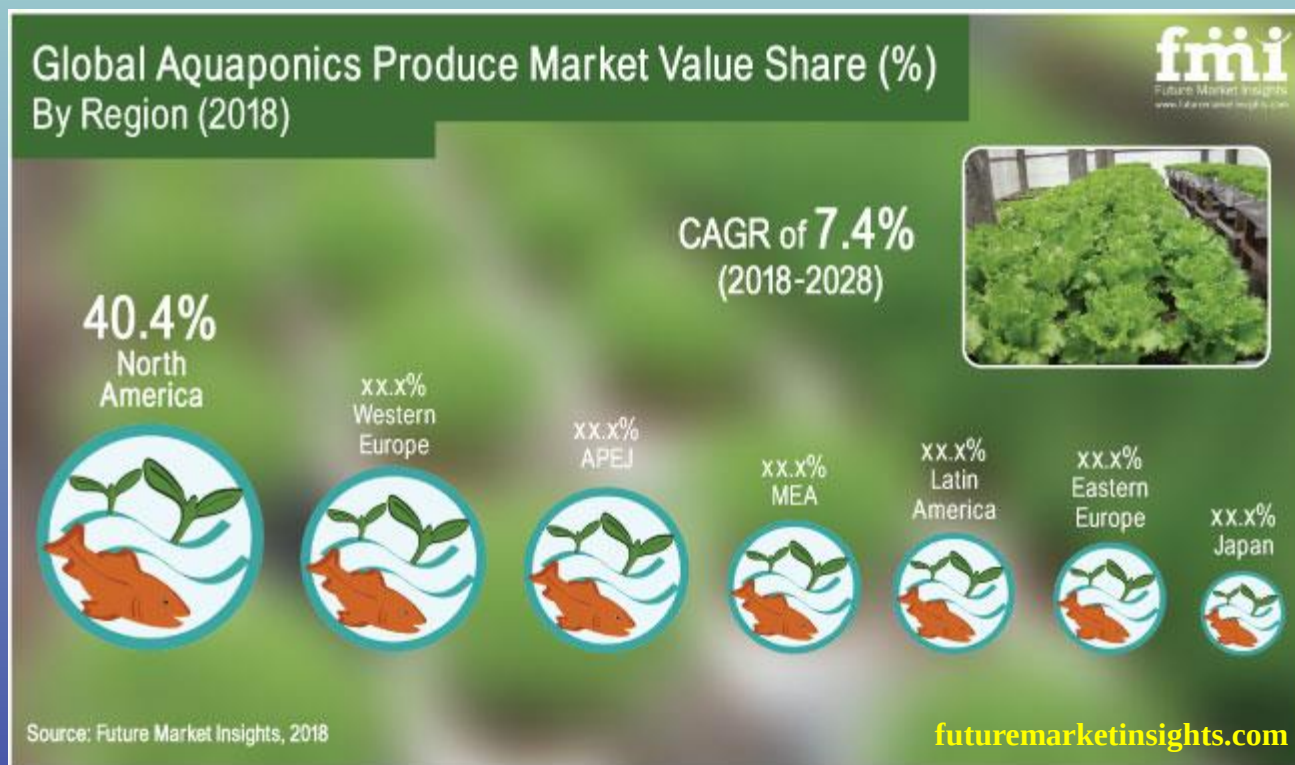


iagro.pl



Systemy akwaponiczne

Akwaponika to system łączący akwakulturę (hodowlę wodnej fauny w zbiornikach) z hydroponiką (uprawa roślin w wodzie) w wytworzonym symbiotycznym środowisku.



- znaczną oszczędność w zużyciu wody (straty to głównie parowanie);
- oszczędność energii;
- produkcja produktów pochodzenia naturalnego;
- potencjalny zysk z dwóch źródeł hodowli (ryby i rośliny);
- oszczędność powierzchni.

Wielkopowierzchniowa uprawa akwaponiczna



Soliród (*Salicornia*) : wielkoprzemysłowa produkcja szklarniowa w Belgii

Wielkopowierzchniowa uprawa polowa



Zbiór żurawiny wielkoowocowej

Polowa uprawa rukwi wodnej (*Nasturtium officinale*) w Warnford, Hampshire, England

Wielkopowierzchniowe systemy RAS do produkcji ryby handlowej



Jurassic Salmon – 45 mln zł 1000 t lososia



Nordic Aquafarms

**Nordic Aquafarms – 400 mln USD
30 000 t lososia**



Salmon Evolution

**Salmon Evolution – 323 mln EURO
28 800 t lososia**

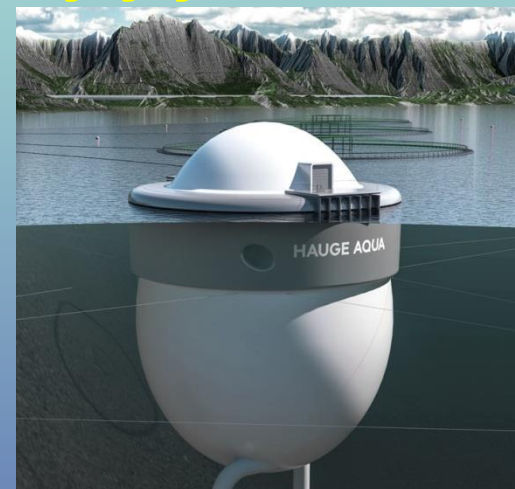
CHÓW SADZOWY



**RSD Nowe Czarnowo k/Gryfina (kanał wody pochłodniczej elektrowni Dolna Odra)
- przykład małej, badawczej sadzowej instalacji do chowu ryb**

Systemy pływające z częściowym lub całkowitym obiegiem wody

Hauge aqua – Marine Harvest 1000 ton produkcji/jajo



Farma rura – 7020 ton produkcji, koszt 80-86 mln \$ Leroy Seafood Group

Pełnomorskie systemy pływające



<http://www.nortrade.com/Global/Havfarm%20vs%20Hoydal.jpg>

**Statek sadz – 10 000 ton
produkcji lososia rocznie
Nordlaks AS**



[www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/fish-farming-700x323.jpg/\\$File/fish-farming-700x323.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/fish-farming-700x323.jpg/$File/fish-farming-700x323.jpg?OpenElement)

**Pływająca
platforma sadz –
SalMar AS - 250 000
m³ objętości**