



Katedra Inżynierii
Ochrony Wód



UNIwersYTET
WARMIŃSKO-MAZURSKI
W OLSZTYNIE



KOMPLEKSOWA REKULTYWACJA JEZIOR W KARTUZZACH JAKO PRZYKŁAD DOBRYCH PRAKTYK W REWITALIZACJI ZBIORNIKÓW WODNYCH

prof. UWM dr hab. inż. JOLANTA GROCHOWSKA
Katedra Inżynierii Ochrony Wód i Mikrobiologii Środowiskowej
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie



Unia Europejska
Fundusz Spójności

EUTROFIZACJA – proces naturalnego starzenia się jezior, któremu podlegają wszystkie jeziora od momentu powstania. Proces wywołany jest stałym dopływem ze zlewni do jeziora substancji mineralnych i organicznych (głównie fosforu i azotu) budujących materię organiczną (materie organiczna autochtoniczna), a ponadto cząstek stałych i związków organicznych (materie organiczna allochtoniczna). **Inaczej, jest to wzrost żyzności (trofii) wód w wyniku stałego dopływu do jeziora substancji mineralnych i organicznych ze zlewni.**

Proces starzenia się jezior w warunkach naturalnych zachodzi bardzo powoli, w sposób niezauważalny dla człowieka (miliardy, a nawet setki tysięcy lat), który przebiega jedynie w oparciu o żyzność zlewni.



OD CZEGO ZALEŻY TEMPO EUTROFIZACJI W WARUNKACH NATURALNYCH?

Rzeźba terenu zlewni

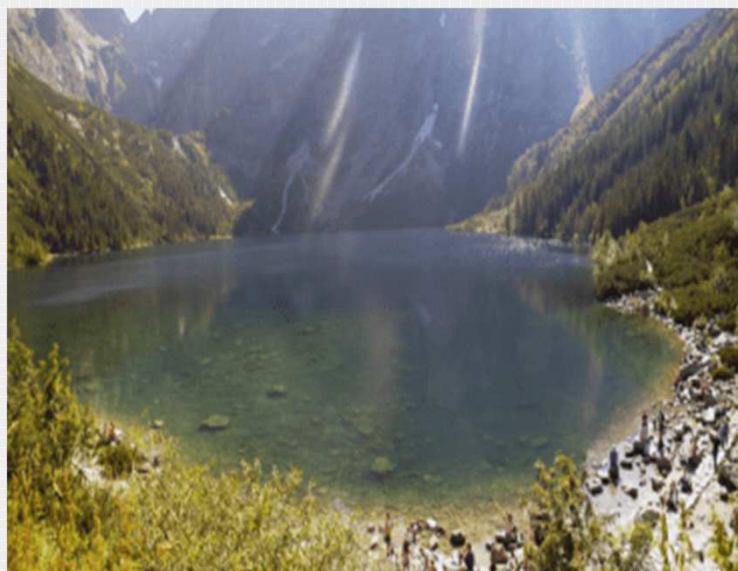
Budowa geologiczna podłoża

Zdolności buforowe i sorpcyjne gleb

Stosunki wodne

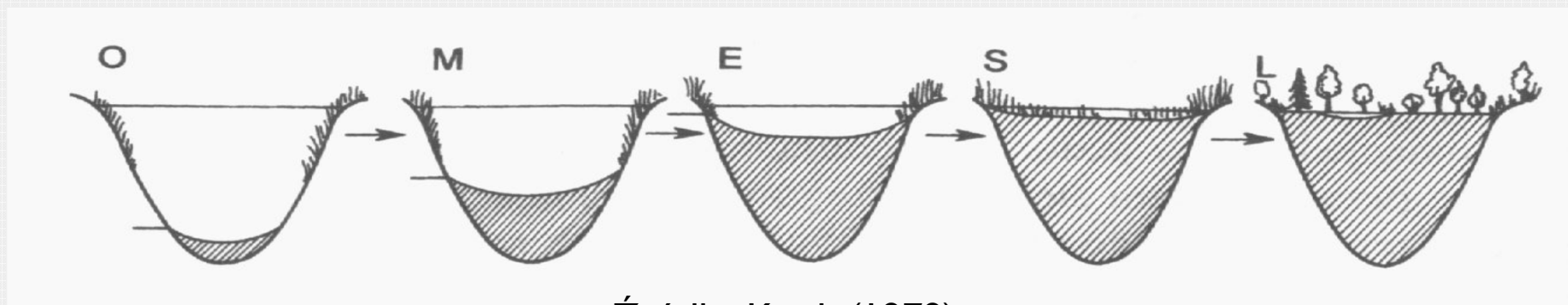
Pokrycie terenu

Warunki klimatyczne



Fot. biomist.pl, surykatkatoja.flog.pl

ETAPY ISTNIENIA JEZIORA



Źródło: Kajak (1979)

POŻĄDANE DZIAŁANIA CZŁOWIEKA NA OBSZARZE ZLEWNI ZBIORNIKÓW WODNYCH

urbanizacja zlewni

zeksztalcenie obszarów otaczających jeziora w grunty orne lub inne formy użytkowania rolniczego

yciniwanie lasów

intensywny chów zwierząt

rozwój przemysłu

nadmierna presja turystyczna

wprowadzanie do wód ścieków



Fot. Jolanta Grochowska, Ełk, czerwiec 2016



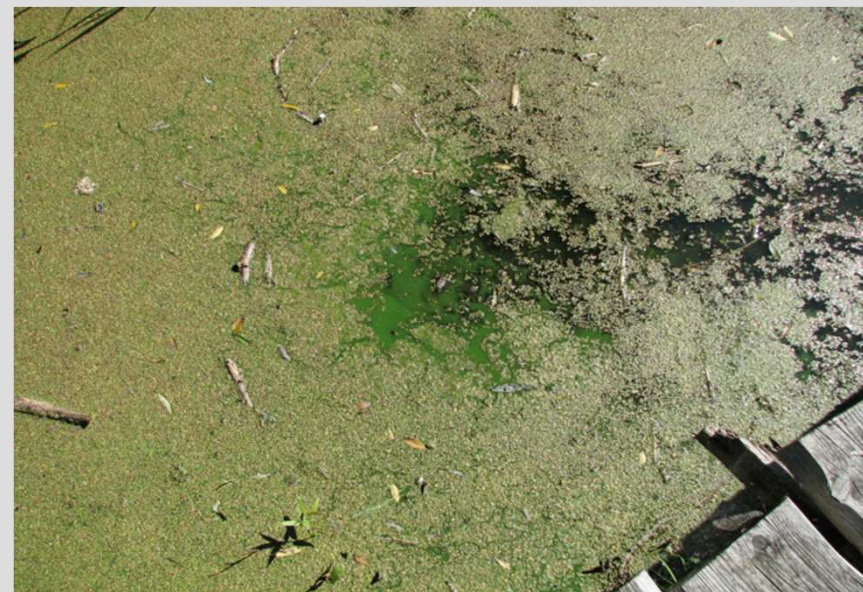
Fot. Rafał Zieliński (grudzień 2012, Kartuzy)

SYMPTOMY EUTROFIZCJI

Nadmierny rozwój fitoplanktonu zmniejszający przezroczystość wody i jej właściwości organoleptyczne.

W strefie brzegowej jezior w wyniku nadmiernego rozwoju glonów dochodzi do pogorszenia warunków świetlnych a to prowadzi do zaniku roślinności zanurzonej.

Opadające na dno jeziora obumarłe szczątki roślinne i zwierzęce ulegają mineralizacji, co powoduje silne zużywanie tlenu. W pewnym momencie dochodzi do całkowitego odtlenienia wód naddennych i gnicia materii organicznej z wydzielaniem amoniaku, siarkowodoru oraz metanu.



Fot. Jolanta Grochowska, jez. Gagławki, 2009

SYMPTOMY EUTROFIZACJI

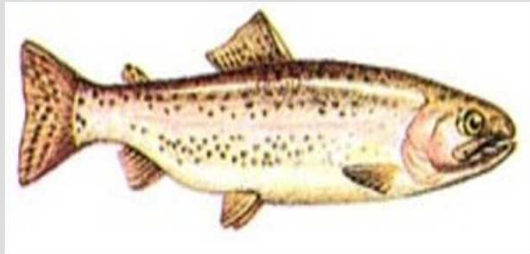
/skrajnych sytuacjach może dojść do zupełnego zaniku tlenu w tym zbiorniku, a na jego miejsce pojawia się siarkowodór, który uwalnia się i zatrzuwa atmosferę w okolicy.

/ jeziorach zanieczyszczonych w okresie zimowym może pojawić się zjawisko przyduchy – śmiertelność organizmów, zwłaszcza ryb w wyniku braku tlenu.



Fot. wiadomosci.wp.pl, nto.pl

- ✓ Zanik roślinności w strefie brzegowej (litoral) oraz deficyty tlenowe powodują pogorszenie warunków tarła i rozrodu ryb, czego efektem jest zmiana składu i stosunków dominacji w zespołach ryb.



PSTRĄG



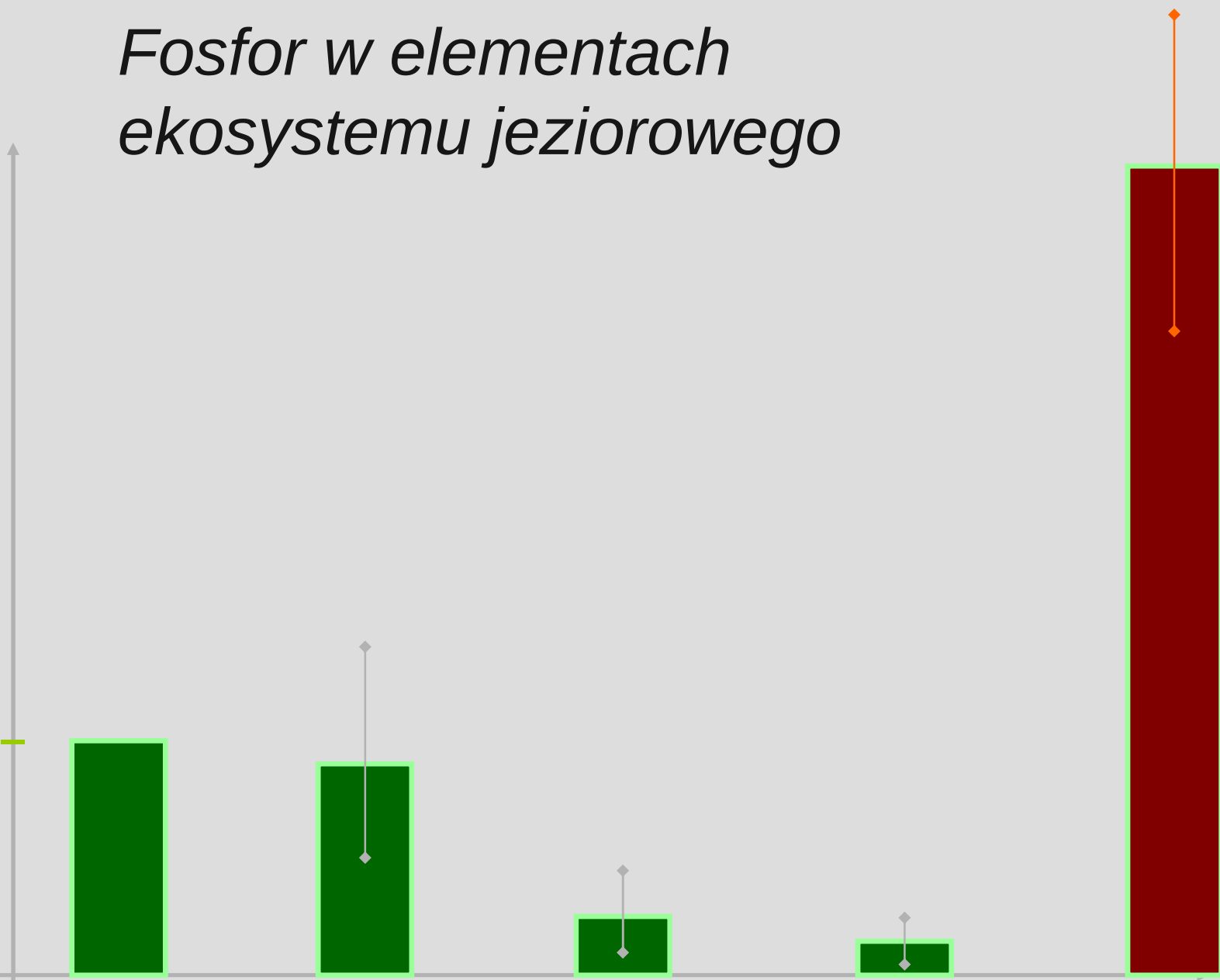
KARAŚ

- ✓ W skrajnych przypadkach dochodzi do tak silnego zanieczyszczenia zbiornika substancją organiczną (saprotofizacja), że nie może się ona efektywnie rozkładać i woda ulega zatruciu produktami niepełnego rozkładu tej substancji.
- ✓ Zbiorniki tracą swe walory estetyczne, woda ma przykry zapach i smak, jest bezużyteczna dla gospodarki, rekreacji, rybactwa.



Fot. Rafał Zieliński, Kartuzy, 2013, pl.wikipedia.org

Fosfor w elementach ekosystemu jeziorowego



WODA

LITORAL

RYBY

BEZKRĘGOWCE

OSADY

Źródło: M. Łopata

ajistotniejszym z punktu widzenia planowania działań ochronnych i kultywacyjnych skutkiem eutrofizacji jest uruchomienie w jeziorze zjawiska „zasilania wewnętrznego”.

Wzrost dwukierunkowej wymiany substancji między osadami a wodą ma charakter powszechny. W większości ekosystemów wodnych „zasilanie wewnętrzne” w dłuższym okresie ma wartości ujemne, a w zbiornikach degradowanych, w wyniku znacznej kumulacji pierwiastków biogennych w osadach i wskutek przekroczenia granic dopuszczalnego dla zbiornika ładunku zewnętrznego, przyjmuje wartości dodatnie. Jest to etap, w którym transport pierwiastków z osadów dennych przewyższa ich wytrącanie.

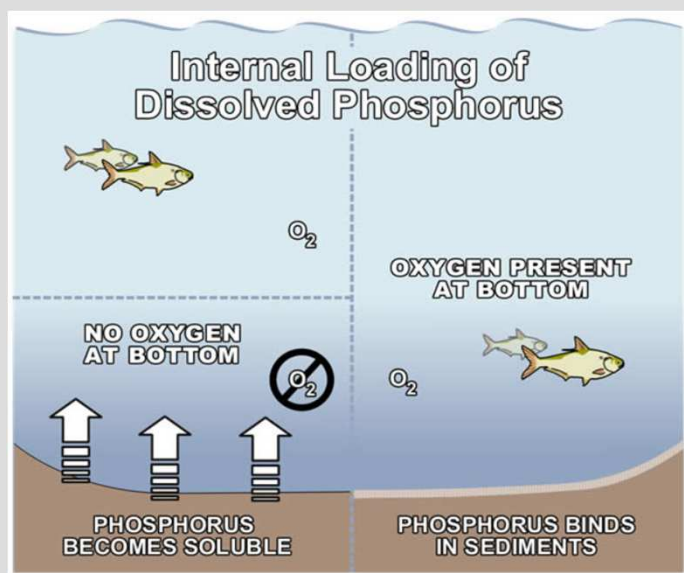
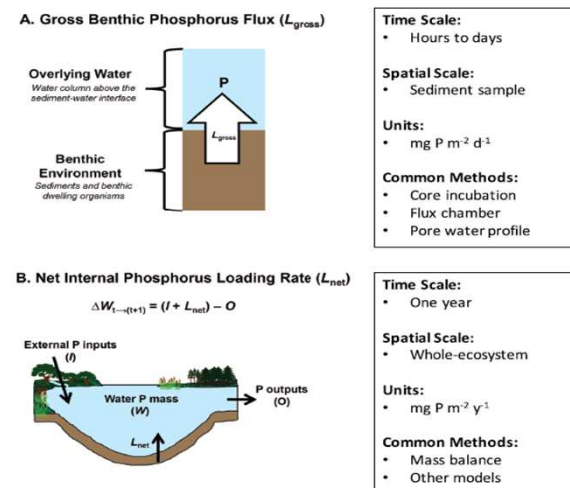


Fig. 1. Schematic of two operational definitions of internal P loading. (A) Gross benthic phosphorus flux (I_{gross}) is the gross rate of P release per unit area of sediment measured in a sediment sample over hours to days and is typically expressed in units of $\text{mg P m}^{-2} \text{ day}^{-1}$. (B) Net internal P loading rate (L_{net}) is the net rate of P release per unit area of sediment estimated for a whole ecosystem over 1 year and is typically expressed in units of $\text{mg P m}^{-2} \text{ year}^{-1}$.





Jeziorność Polski

7081 jezior powyżej 1ha

2 810 km²

jeziorność kraju 0,9%

**NA TERENIE POLSKI, GDZIE JEZIORA NATURALNE SĄ POCHODZENIA
LODOWCOWEGO, W CIĄGU 10-11 TYSIĘCY LAT ISTNIENIA TYCH EKOSYSTEMÓW
ZANIKŁO JUŻ 2/3 ICH POWIERZCHNI.**

OBIEKT PLANOWANYCH DZIAŁAŃ - KOMPLEKS JEZIOR KARTUSKICH

zioro Mielenko
zioro Karczemne
zioro Klasztorne Małe
zioro Klasztorne Duże



A detailed physical map of Poland, showing its geographical features, major cities, and administrative boundaries. The map is color-coded to represent different elevations: green for lowlands, yellow for rolling hills, and brown for highlands. A prominent yellow arrow points to the Polesie Lubelskie region, which is shaded in a darker green. The map includes labels for various regions, rivers, and cities. The Baltic Sea (MORZE BALTYSKIE) is visible in the north, and the Gdansk Bay (Zatoka Gdanska) is in the northeast. The Carpathian Mountains (Karpaty) are shown in the south. The map also shows the borders of Poland with neighboring countries: Lithuania and Belarus to the north, Slovakia and Ukraine to the east, and Czech Republic and Germany to the west.

JEZIORO MIELENKO

Wierchnia - 7,8 ha

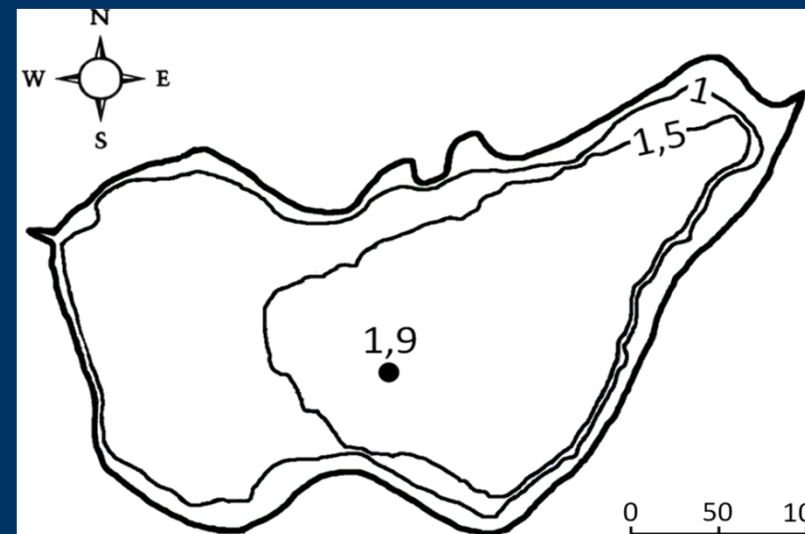
Głokość maksymalna - 1,9 m

Głokość średnia - 1,3 m

ętość – 102,9 tys. m³

Wierchnia zlewni całkowitej – 3,82 km²

Wierchnia zlewni bezpośredniej - 22,1 ha (65% lasy, 35% łąki)



Jezioro Mielenko (Program ochrony jezior kartuskich wraz z projektami rekultywacji, 2013)



Źródło: wikimapia.org

Fot. Renata Augustyniak

Fot. Rafał Zieliński

JEZIORO KARCZEMNE

powierzchnia – 40,4 ha

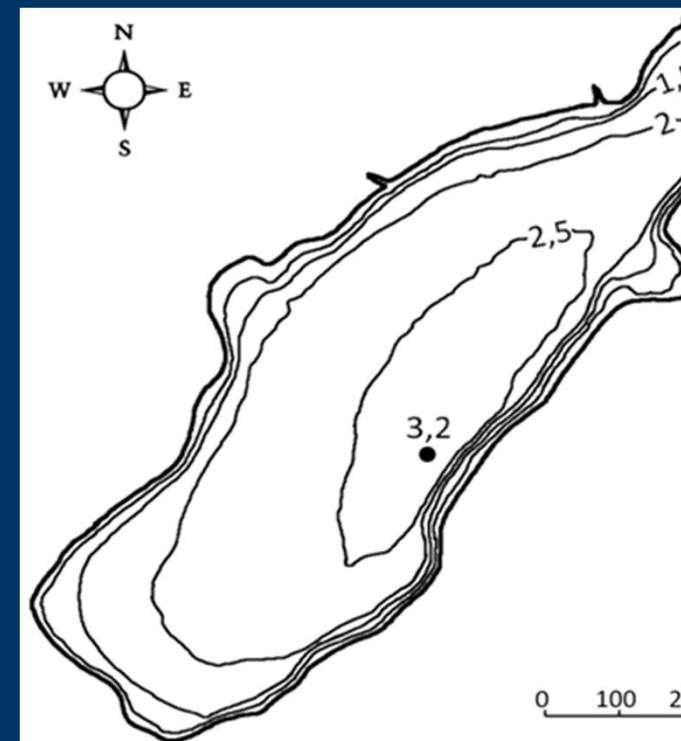
głokość maksymalna – 3,2 m

głokość średnia - 1,98 m

pojemność – 798,3 tys. m³

powierzchnia zlewni całkowitej – 5,15 km²

powierzchnia zlewni bezpośrednio – 44,9 ha (79% las, 21% nieużytki)



Jezioro Karczemne (Program ochrony jezior kartuskich z projektem rekultywacji, 2013)



Fot. Renata Augustyniak



Fot. Renata Augustyniak



Fot. Renata Augustyniak

JEZIORO KLASZTORNE MAŁE

Powierzchnia – 13,7 ha

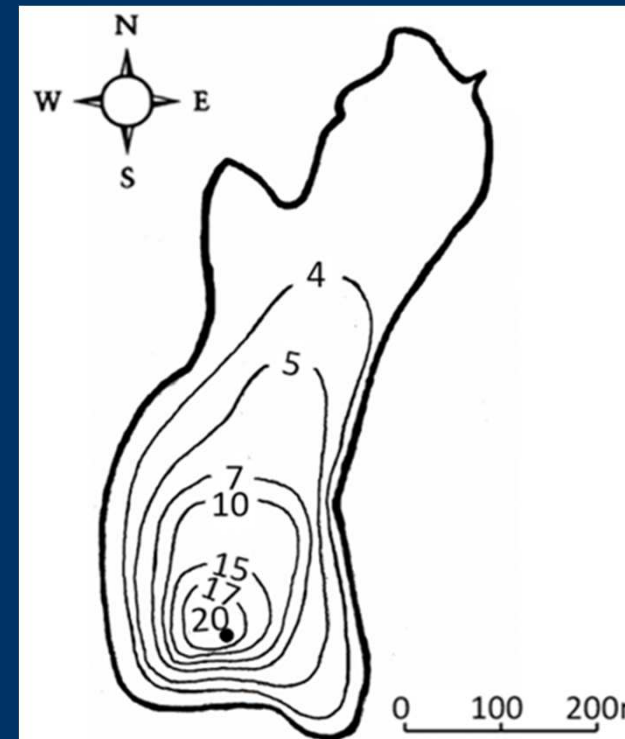
Głębokość maksymalna – 20,0 m

Głębokość średnia – 8,1 m

Objętość – 1106,0 tys. m³

Powierzchnia zlewni całkowitej – 7,45 km²

Powierzchnia zlewni bezpośredniej – 22,4 ha (100% las mieszany)



Jezioro Klasztorne Małe (Program ochrony jezior kartuskich z projektem rekultywacji, 2013)



Fot. Renata Augustyniak



Fot. Renata Augustyniak



Fot. Renata Augustyniak

JEZIORO KLASZTORNE DUŻE

Powierzchnia – 57,5 ha

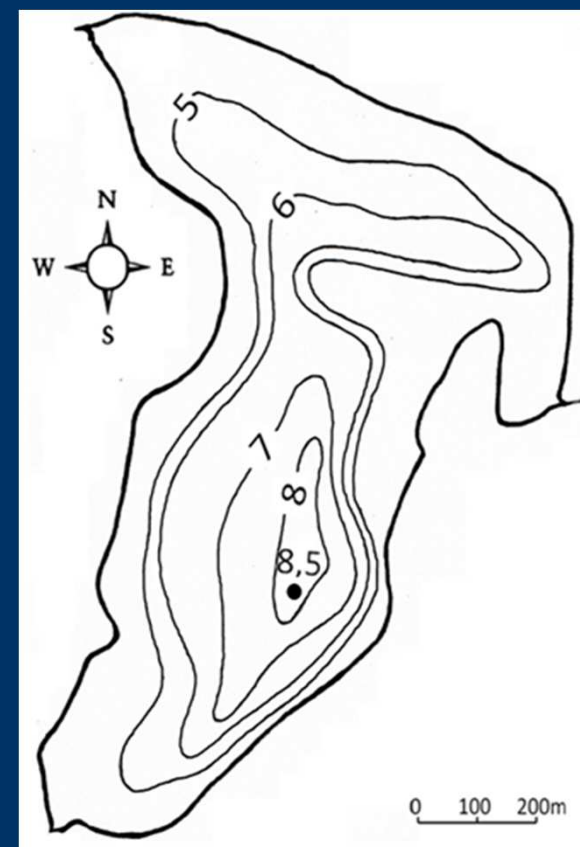
Głębokość maksymalna – 8,5 m

Głębokość średnia – 4,8 m

Objętość – 2780,0 tys. m³

Powierzchnia zlewni całkowitej – 12,25 km²

Powierzchnia zlewni bezpośredniej – 103,0 ha (100% las mieszany)



Jezioro Klasztorne Duże (Program ochrony jezior kartuskich wraz z projektem rekultywacji, 2013)



Fot. Renata Augustyniak



Fot. Renata Augustyniak



Źródło: geocaching.com

ach 50. miasto Kartuzy zajmowało areał 359 ha, a pod zabudową wało się 62 ha, ilość mieszkańców wynosiła około 7800 osób.

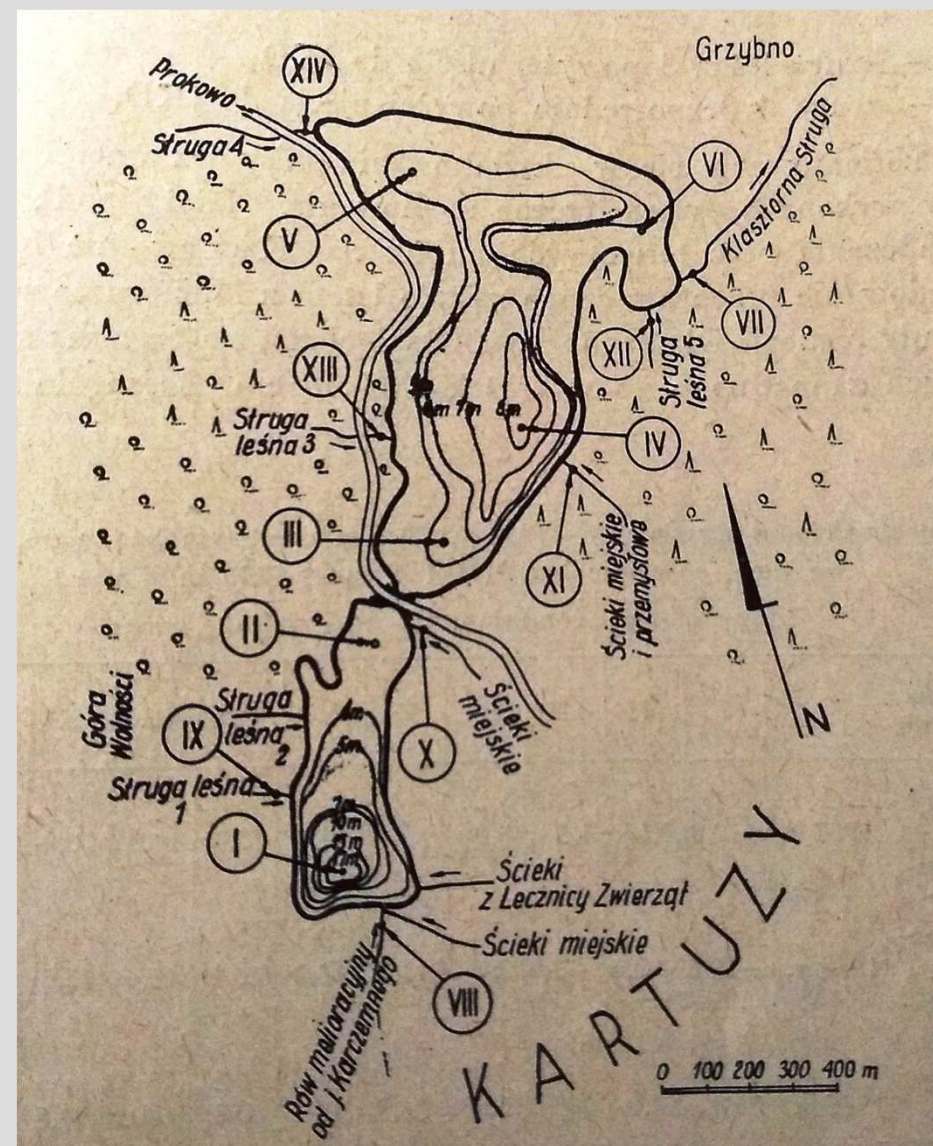
tkie domostwa zaopatrywano w wodę z wodociągów miejskich w 550 m³/dobę. Miejska sieć kanalizacyjna o charakterze ogólnospławnym owała 50% domostw. Powstające w tym czasie Nowe Osiedle posiadało ację rozdzielczą.

sanitarne i opadowe odprowadzane były do jezior po przejściu przez olne urządzenia oczyszczające – osadniki (Januskiewicz i Jakubowska

60% spływów miejskich uchodziło za pośrednictwem 6 kolektorów do Karczemnego, 30% spływało 3 kolektorami do Jeziora Klasztornego, a 10% ścieków kierowane było rowem otwartym do Jeziora Dużego.

licznych zakładów przemysłowych i użyteczności publicznej mi ścieków dopływających w tym czasie do jezior kartuskich szpital, mleczarnia, rzeźnia, rozlewnia piwa, fabryka wód ych, wytwórnia mebli, lecznica zwierząt.

wprowadzane do jezior charakteryzowały się mętnoszarą, dy brunatnokrwistą barwą, obfita zawiesiną i przykrym hem (Januskiewicz i Jakubowska 1964).



Szkic rozmieszczenia stanowisk badawczych na jeziorze Klasztorne (Januskiewicz i Jakubowska 1964)

z z rozbudową miasta rosła ilość wytwarzanych ścieków. Zanieczyszczenia z powstającej zabudowy jednorodzinnej gromadzono w indywidualnych szambach przez co część zanieczyszczeń wsiąkała do ziemi, mogąc przedostawać się w kierunku jezior. Część szamb posiadała przelewy włączone w sieć ogólnospławną i tą drogą ścieki komunalne dostawały się bezpośrednio do jezior. Istniały także nielegalne podłączenia ścieków sanitarnych z poszczególnych nieruchomości do sieci kanalizacji deszczowej oraz bezpośrednie odprowadzanie ścieków do jezior z domostw zlokalizowanych nad ich brzegami.

Na początku lat 70. zaczęto porządkować gospodarkę ściekową w Kartuzach. W 1982 roku uruchomiono mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków. W latach 90. objęto kanalizacją sanitarną prawie całe miasto. W 2010 roku zaczęto porządkować gospodarkę wodami opadowymi poprzez wybudowanie osadników i separatorów wód deszczowych. Obecnie na obszarze Kartuz sieć kanalizacji deszczowej obejmuje tylko część miasta - 17%.

Podczas intensywnych opadów deszczu dochodzi do lokalnych podtopień a wód opadowych i roztopowych z ulic, które nie mają kanalizacji deszczowej uchodzą do kanalizacji ogólnospławnej, przeciążając ją. Nierozdzielenie istniejącej sieci kanalizacji deszczowej z kanalizacją sanitarną powoduje przedostawanie się ścieków komunalnych do jezior.



Źródło: <https://www.tvn24.pl/pomorze,42/firma-przyznana-do-sciekow-cebuli-i-groszku,305986.html>

STAN OBECNY



- Stanowisko 1** – ujście kolektora nr 13 z separatorem Ø400,
Stanowisko 2 – odpływ z jeziora Mielenko do Jeziora Karczemnego na zastawce,
Stanowisko 3 – odpływ z jeziora Mielenko do Jeziora Karczemnego, za ujściem kolektorów nr 12 (separator Ø600) i 12a (separator Ø12a),
Stanowisko 4 – odpływ z jeziora Mielenko do Jeziora Karczemnego, ogródki działkowe, 100 m od Jeziora Karczemnego,
Stanowisko 5 – ujście kolektora nr 15 z separatorem Ø400,
Stanowisko 6 – ujście kolektora nr 16 z separatorem Ø600,
Stanowisko 7 – ujście kolektora nr 17 z separatorem Ø500,
Stanowisko 8 – ujście kolektora nr 18 z separatorem Ø400,
Stanowisko 9 – ujście kolektora nr 19 RA1, separatorem Ø500,

Slajd 19

RA1

Renata Augustyniak; 06.11.2019

Zdjęcia: Jolanta Grochowska



St. 1. Kolektor nr 13 – dopływ do Mielenka



St. 4. Rów łączący jezioro Mielenko z
Jeziorom Karczemnym



St. 7. Kolektor nr 17 – dopływ do Jeziora
Karczemnego



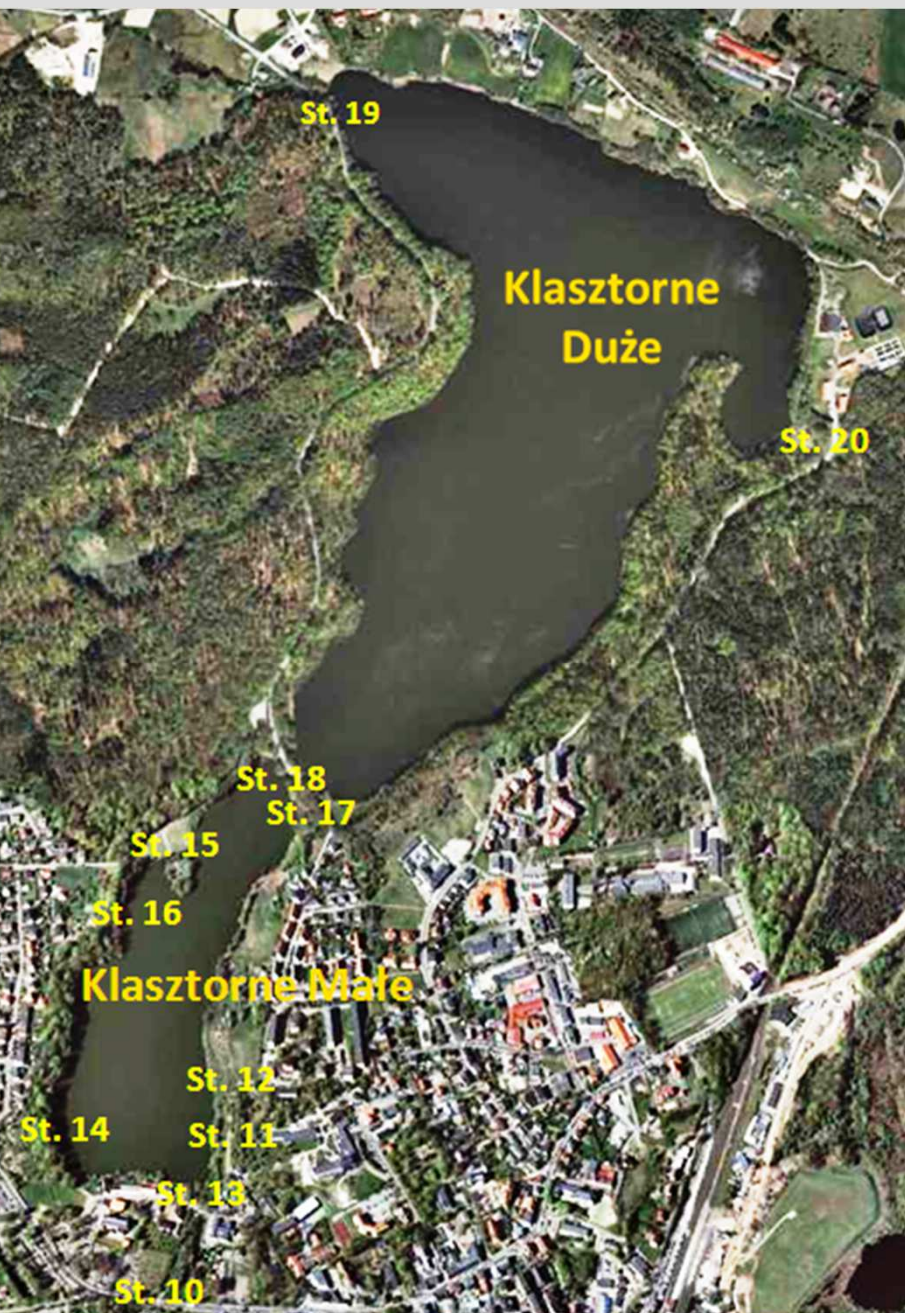
St. 8. Kolektor nr 18 – dopływ do Jeziora
Karczemnego



St. 9. Kolektor nr 19 – dopływ do Jeziora
Karczemnego



St. 10. Odpływ z Jeziora Karczemnego
do Klasztornego Małego



Stanowisko 10 – odpływ z Jeziora Karczemnego do Klasztornego Małego, za ogródkami działkowymi,

Stanowisko 11 – ujście kolektora nr 4 bez separatora Ø800,

Stanowisko 12 – ujście kolektora nr 3 bez separatora Ø300,

Stanowisko 13 – Klasztorna Struga przy ujściu do Jeziora Klasztornego Małego, za ujściem kolektorów nr 5 (separator Ø800) i nr 6 (separator Ø400),

Stanowisko 14 – ujście kolektora nr 7 bez separatora Ø250,

Stanowisko 15 – ujście kolektora bez numeru, deptak na wschodnim brzegu Jeziora Klasztornego Małego,

Stanowisko 16 – ujście kolektora nr 8 z separatorem Ø800,

Stanowisko 17 – ujście kolektora nr 2 z separatorem Ø500,

Stanowisko 18 – odpływ z Jeziora Klasztornego Małego do Klasztornego Dużego,

Stanowisko 19 – dopływ leśny do Jeziora Klasztornego Dużego, północno-wschodni brzeg jeziora,

Stanowisko 20 - ujście Klasztornej Strugi z jeziora Klasztornego Dużego, Oczyszczalnia Ścieków.



St. 13. Ujście kolektorów nr 5 i 6 do Jeziora
Klasztornego Małego



St. 16. Ujście kolektora nr 8 do Jeziora
Klasztornego Małego

Zdjęcia: Jolanta Grochowska



St. 19. Ciek leśny dopływający do Jeziora
Klasztornego Małego

PODSTAWOWE WSKAŹNIKI FIZYKO-CHEMICZNE ŚWIADCZĄCE O ZŁEJ JAKOŚCI WODY ANALIZOWANYCH JEZIOR

PARAMETR CHEMICZNY	MIELENKO	KARCZEMNE		KLASZTORNE MAŁE		KLASZTORNE DUŻE	
	P	P	D	P	D	P	D
ODCZYN [pH]	8,45	10,30	10,16	8,98	7,16	9,24	7,48
PRZEWODNOŚĆ ELEK. [μScm^{-1}]	793	393	392	306	496	273	315
CHLORKI [mg Cl l^{-1}]	220	88	80	60	76	46	40
BZT ₅ [$\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$]	6,6	5,9	5,2	3,4	52,0	4,0	8,5
UTLENIALNOŚĆ [$\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$]	8,8	18,8	22,0	9,5	11,9	13,7	10,2
ALKALICZNOŚĆ [mval l^{-1}]	2,6	2,6	2,8	2,0	6,2	2,0	3,1
TWARDOŚĆ OGÓLNA [mval l^{-1}]	3,11	3,00	2,55	2,27	3,52	2,16	2,73
WAPŃ [mg Ca l^{-1}]	46,1	42,5	42,6	29,6	43,6	31,3	42,3
MAGNEZ [mg Mg l^{-1}]	9,0	9,8	4,6	8,9	15,0	6,7	6,9
FOSFOR MINERALNY [mg P l^{-1}]	0,048	0,684	0,682	0,028	0,644	0,039	0,560
FOSFOR ORGANICZNY [m P l^{-1}]	0,202	0,538	0,596	0,137	1,092	0,080	0,304
FOSFOR OGÓLNY [mg P l^{-1}]	0,250	1,222	1,278	0,165	1,736	0,119	0,864
AZOT AMONOWY [mg N l^{-1}]	0,045	0,035	0,034	nw	4,900	0,075	2,250
AZOT AZOTANOWY(V) [mg N l^{-1}]	0,221	0,438	0,312	0,159	0,604	0,149	0,164
AZOT ORGANICZNY [mg N l^{-1}]	3,214	2,847	3,134	1,561	35,476	1,286	3,566
AZOT OGÓLNY [mg N l^{-1}]	3,480	3,320	3,480	1,720	40,980	1,510	5,980
OWO [mg C l^{-1}]	21,9	24,6	21,9	15,6	14,5	13,4	12,6
	0,42						



Fot. Renata Augustyniak

PROPONOWANE I REALIZOWANE PRZEZ GMINĘ I UŻYTKOWNIKA RYBACKIEGO DZIAŁANIA OCHRONNE DLA JEZIOR KARTUSKICH

ograniczenie ładunków związków biogenicznych
ze źródeł punktowych – **przebudowa**
istniejącego systemu kanalizacyjnego miasta
ograniczenie wprowadzania zanęt wędkarskich
do jezior

NAJWAŻNIEJSZE PUNKTY DOTYCZĄCE BUDOWY I PRZEBUDOWY SIECI KANALIZACJI DESZCZOWEJ I OGÓLNOSPŁAWNEJ W KARTUZHACH

Włączenie w sieć kanalizacji deszczowej wszystkich ulic w mieście

Modernizacja głównej przepompowni na nadmiar wód opadowych

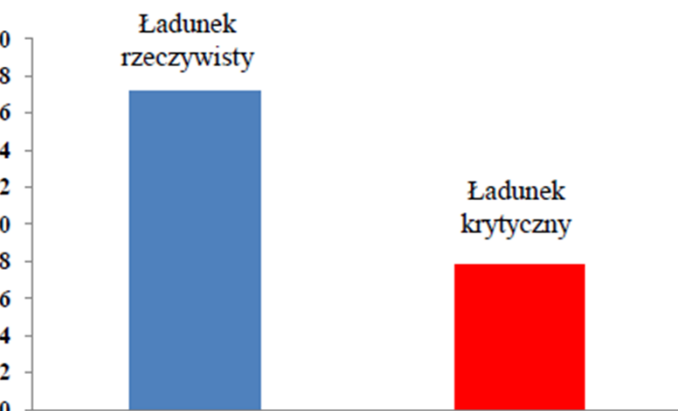
Adaptacja komory pomp suchych na zbiornik retencyjny wód opadowych

Wymiana orurowania

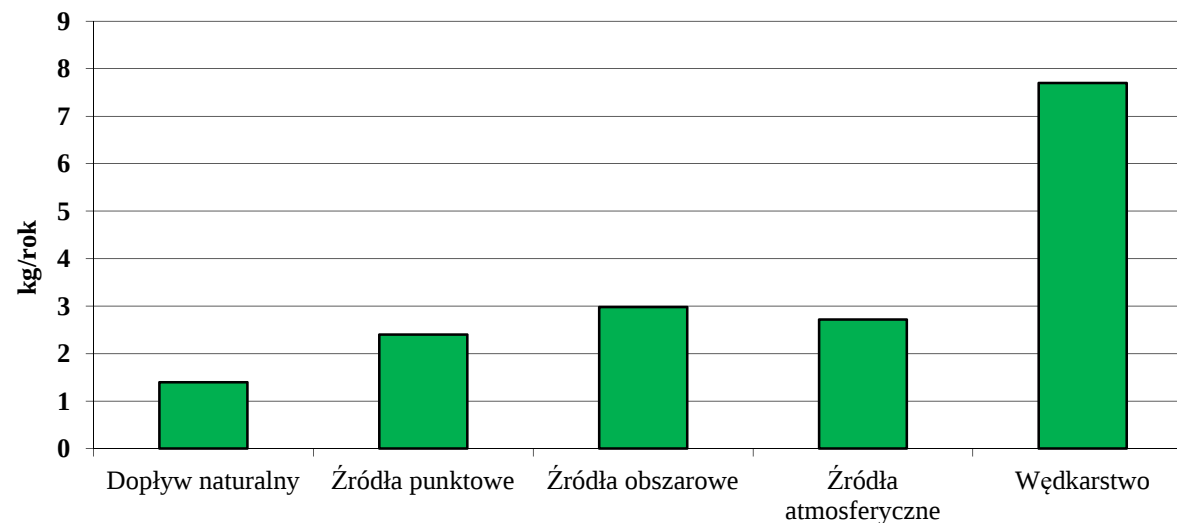


Źródło: <https://www.kpwik.kartuzy.pl/335,o-nas.html>

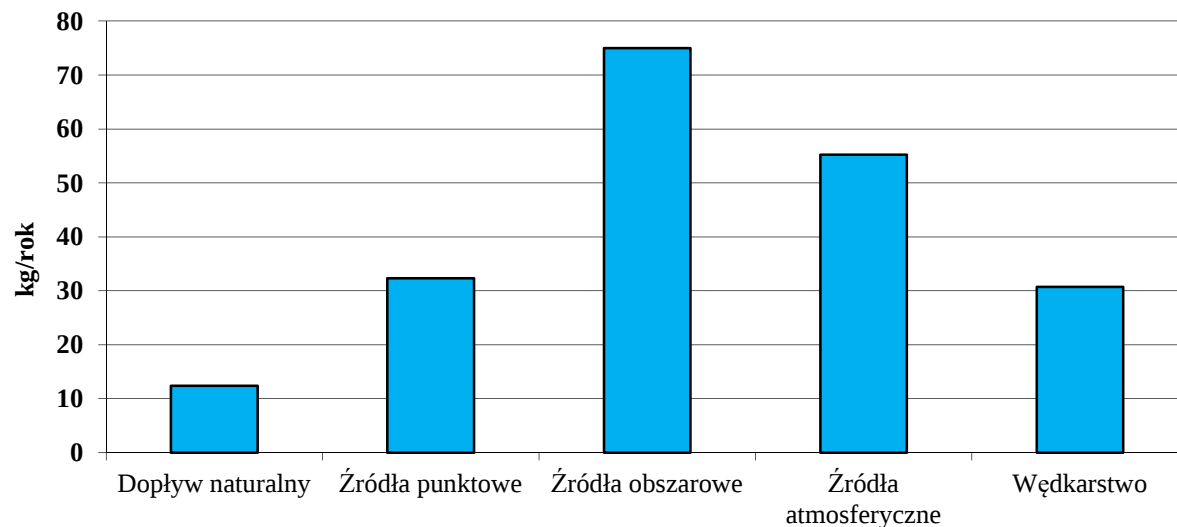
JEZIORO MIELENKO



Obciążenie jeziora Mielno ładunkiem fosforu ze względu na poziom ładunku niebezpiecznego określonego z modelu hydrologicznego Vollenweidera (1976)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora fosforem (kg P/rok)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora azotem (kg N/rok)

Jezioro Mielenko - proponowane działania rekultywacyjne

tywacja fosforu przy
iu: chlorku poliglinu PAX
chlorku żelazowego PIX

wki koagulantów w ciągu
u – III-V i IX-XI / 2 lata
owania

da dawka około:

X 18 - 2 500 kg
III - 2 200 kg

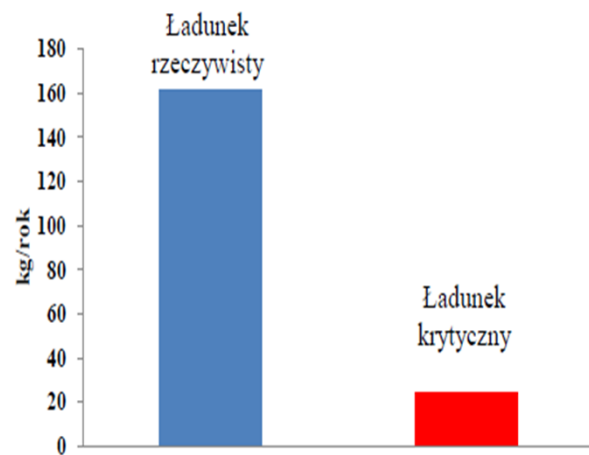


Fot. M. Łopata, Jezioro Wolsztyńskie, 2005

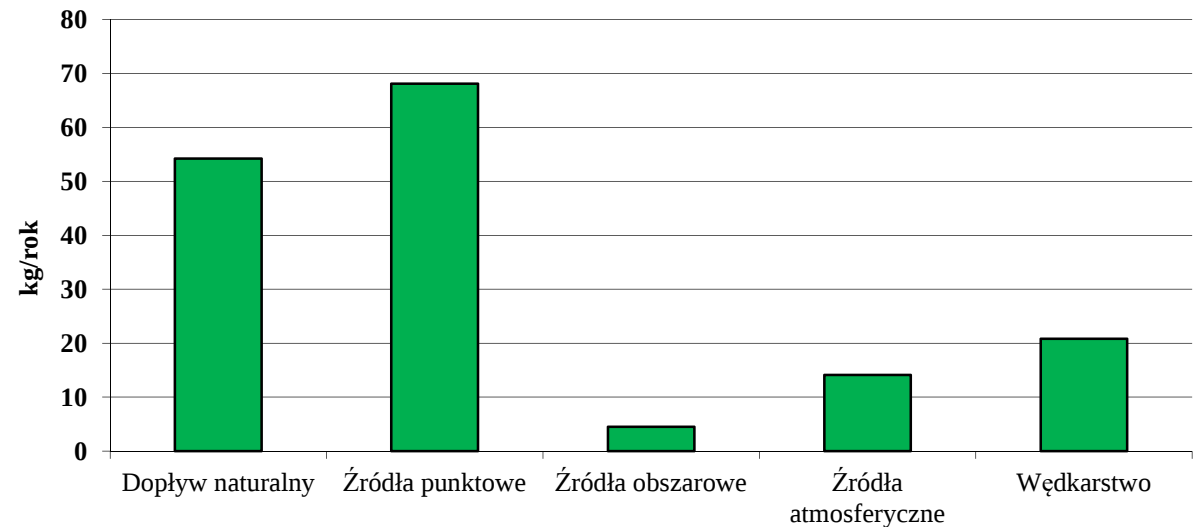


Fot. M. Łopata, warstewka PAX 18

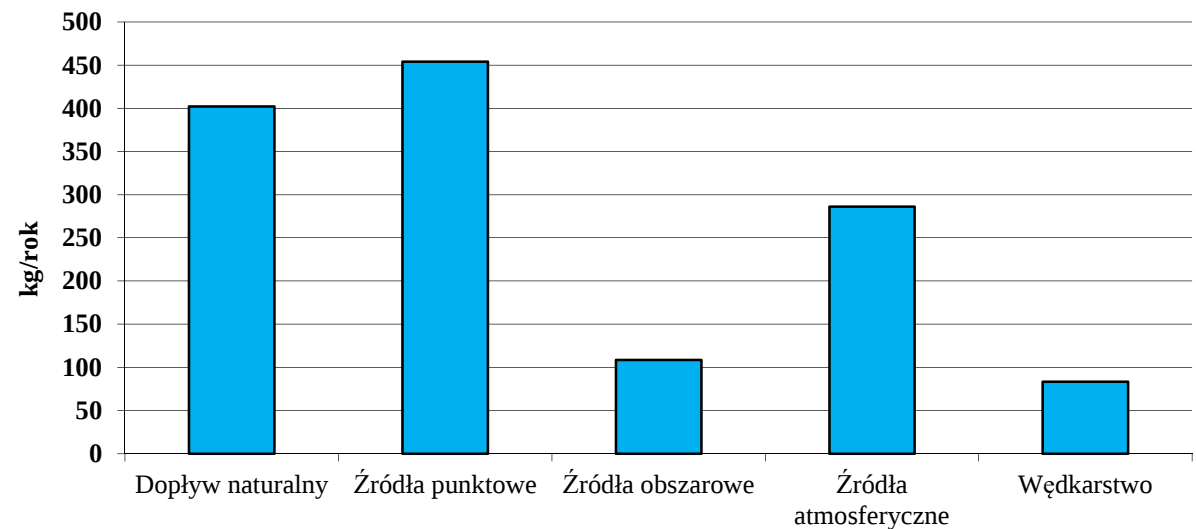
JEZIORO KARCZEMNE



Ładunek Jeziora Karczemnego
fosforu ze zlewni względem ładunku
bezpiecznego wyliczonego z modelu
hydrologicznego Vollenweidera (1976)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora fosforem (kg P/rok)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora azotem (kg N/rok)

Jezioro Karczemne – stan wody i osadów dennych

zbiorniku przezroczystość wody oscylowała w okresie wegetacyjnym wokół 0,2 m, odczyn powyżej 9,0 pH, żyzności fosforu ogólnego przekraczały 0,5 mg P/l w całej głębokości wody, przewodnictwo elektrolityczne wahało się od 400 do 500 uS/cm, zawartość materii organicznej rozpuszczonej wyrażonej jako BZT₅ sięgała 15,5 mg O₂/l.

W osadach dennych Jeziora Karczemnego stwierdzono szczególnie wysokie zawartości fosforu ogólnego – dotąd nie notowane w literaturze naukowej – **powyżej 30 mg P g such. osadu (st. 5).**

Wieloletnie badania wykazały bardzo wysoki poziom zanieczyszczenia powierzchniowej warstwy osadów związkami azotu (WVA) i metalami ciężkimi (Cu i Pb) na st. 5.



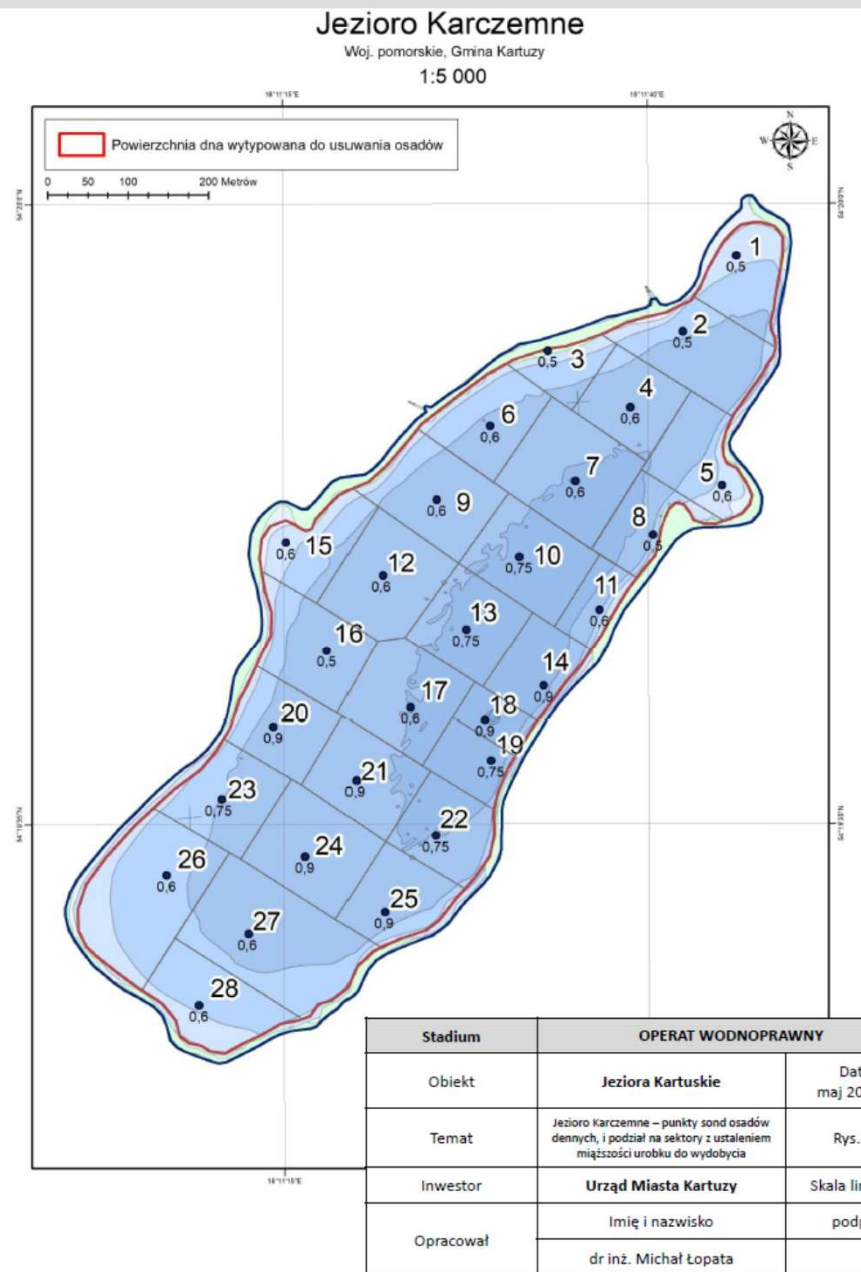
Fot. Renata Augustyniak, lipiec 2019

Jezioro Karczemne - proponowane działania rekultywacyjne

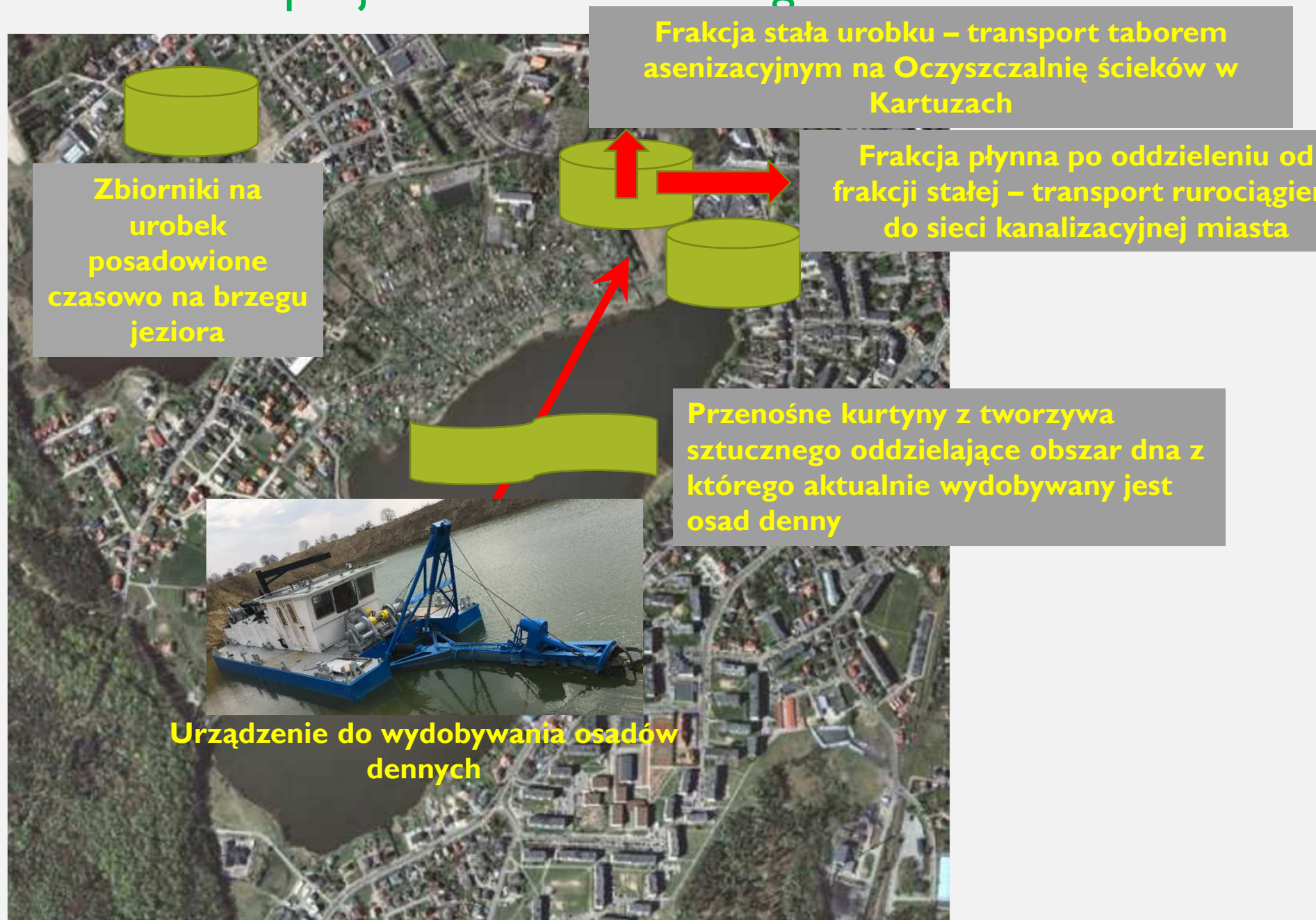
Wieranie osadów dennych

zawartości analizowanych składników w poszczególnych próbkach
ono do miąższości osadów na danym stanowisku i obliczono sumy
wych zawartości badanej materii w rdzeniach. Następnie określono metodą
u Voronoi powierzchnie dna, dla których reprezentatywne były
gólne sondy badawcze. W dalszej kolejności przeliczono zawartość danego
omponentu na zdeponowaną masę, przyjmując jednorodność osadu w
wanych powierzchniach cząstkowych.

**Według obliczeń należy
wydobyć około 240 tys. m³
osadów**



Jezioro Karczemne – projektowana technologia usuwania osadów



Jezioro Karczemne – inaktywacja fosforu

inaktywacja fosforu przy użyciu:
poliglinu PAX 18 i chlorku
żelazowego PIX III
dawki koagulantów w ciągu roku
IV i IX-XI / 2 lata dozowania

Każda dawka około:

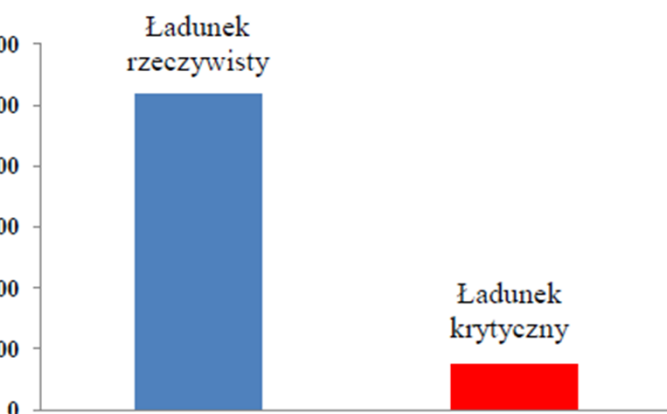
PAX 18 – 17 600 kg

PIX III – 18 600 kg

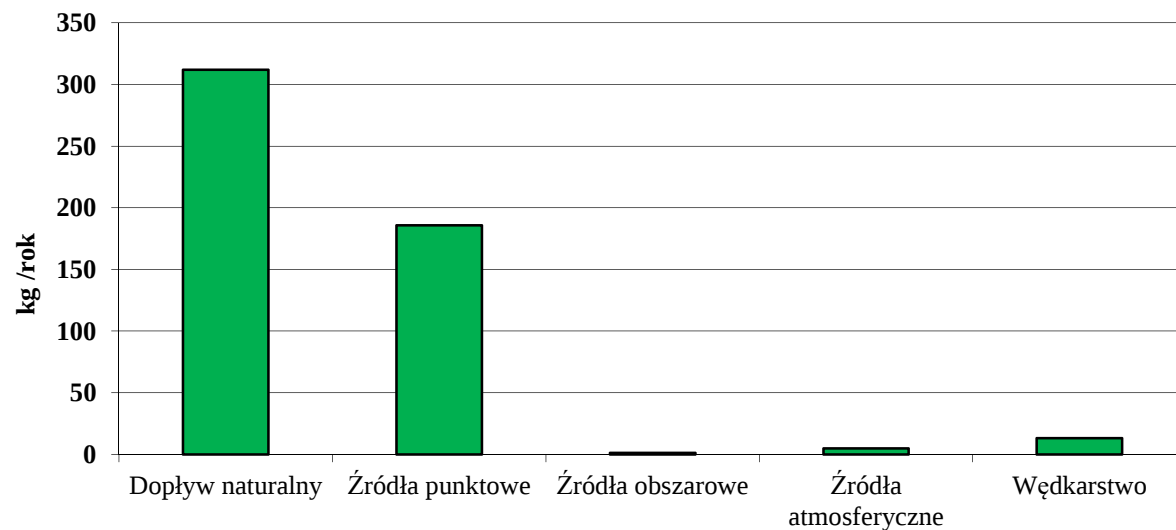


Fot. G. Wiśniewski, Jezioro Klasztorne Górne w Strzelcach Krajeńskich, 2012

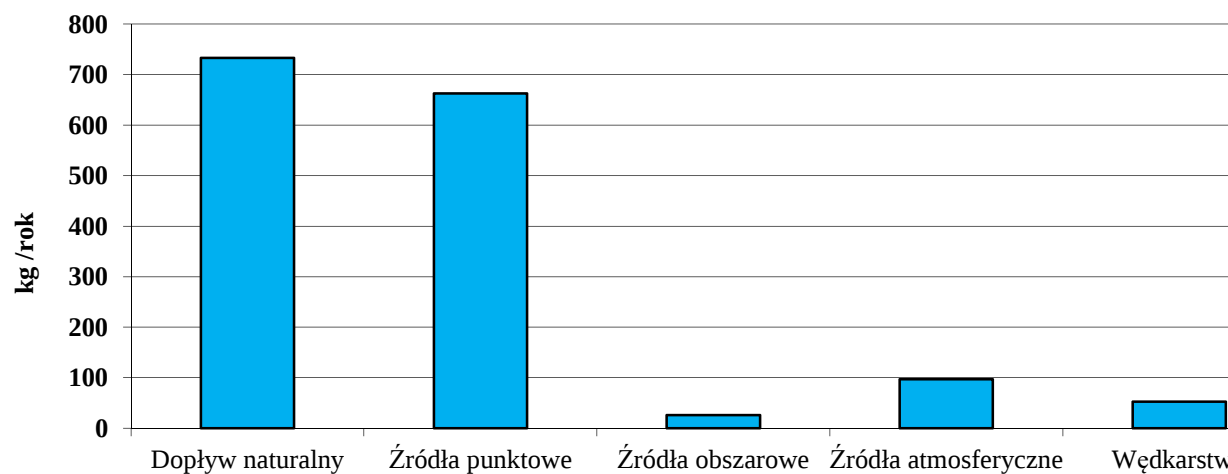
JEZIORO KLASZTORNE MAŁE



ciężenie Jeziora Klasztorne Małego
punktem fosforu ze zlewni względem
punktu niebezpiecznego wyliczonego z
modelu hydrologicznego Vollenweidera
(1976)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora fosforem (kg P/rok)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora azotem (kg N/rok)

Jezioro Klasztorne Małe – inaktywacja fosforu

tywacja fosforu przy użyciu: chlorku
glinu PAX 18 i chlorku żelazowego
III

wki koagulantów w ciągu roku – III-
X-XI / 2 lata dozowania
lata dozowania

Każda dawka około:

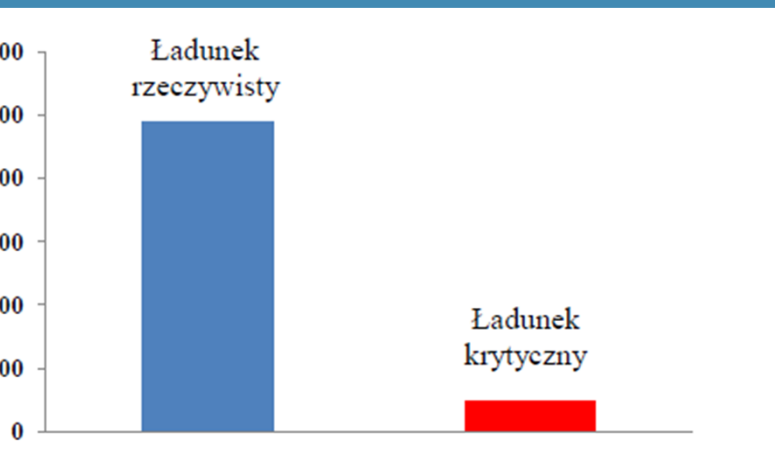
PAX 18 – 18 800 kg

PIX III – 7 000 kg



Fot. Helena Gawrońska, Jezioro Wolsztyńskie, 2005

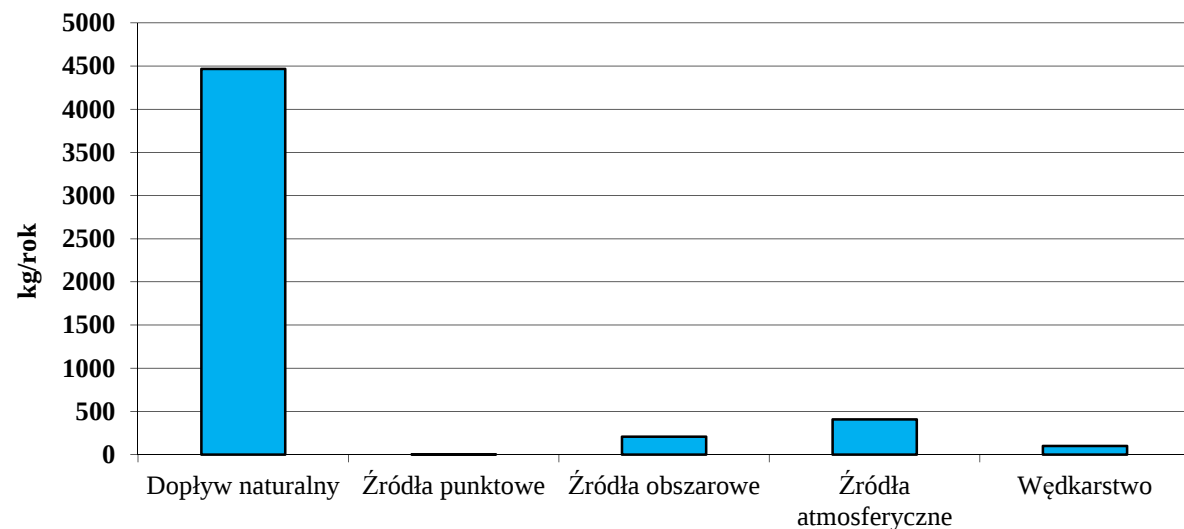
JEZIORO KLASZTORNE DUŻE



Obciążenie Jeziora Klasztornego
Dużego ładunkiem fosforu ze
zlewni względem ładunku
niebezpiecznego wyliczonego z
modelu hydrologicznego
Vollenweidera (1976)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora fosforem (kg P/rok)



Roczne obciążenie zewnętrzne jeziora azotem (kg N/rok)

Jezioro Klasztorne Duże – inaktywacja fosforu

Wywaczanie fosforu przy
użyciu: chlorku poliglinu PAX
chlorku żelazowego PIX

Wywaczanie koagulantów w ciągu
– III-V i IX-XI / 2 lata
wzrostu

Łączna dawka około:

I – 18 – 37 100 kg

II – 23 200 kg



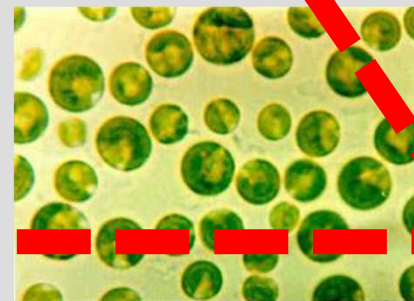
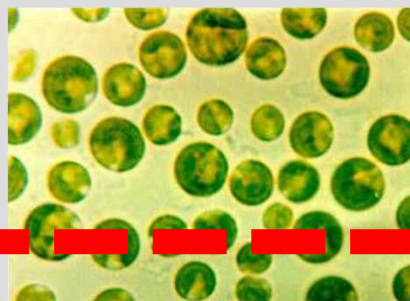
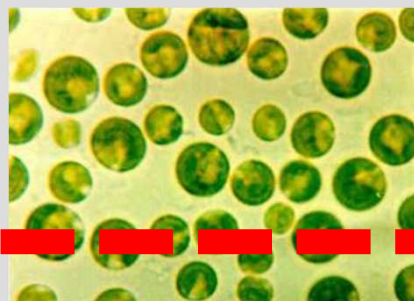
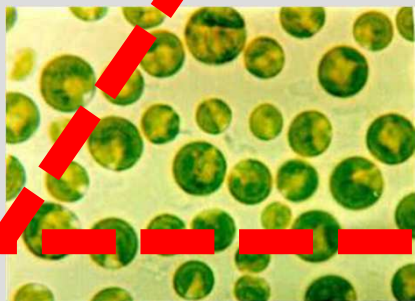
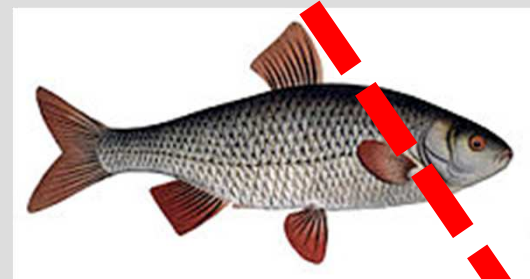
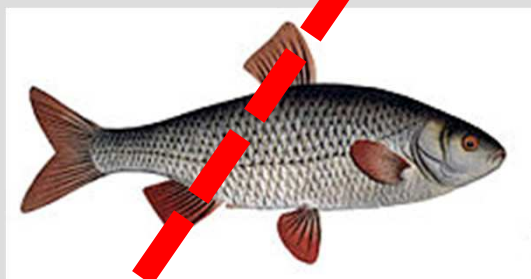
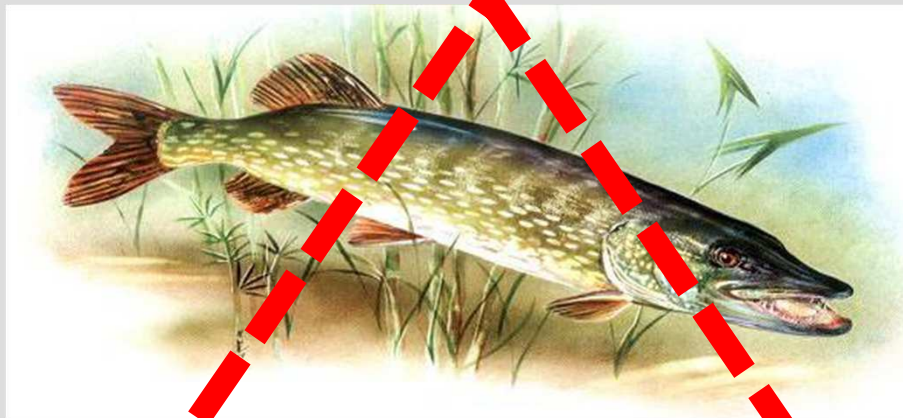
BIOMANIPULACJA w porozumieniu z użytkownikiem rybackim

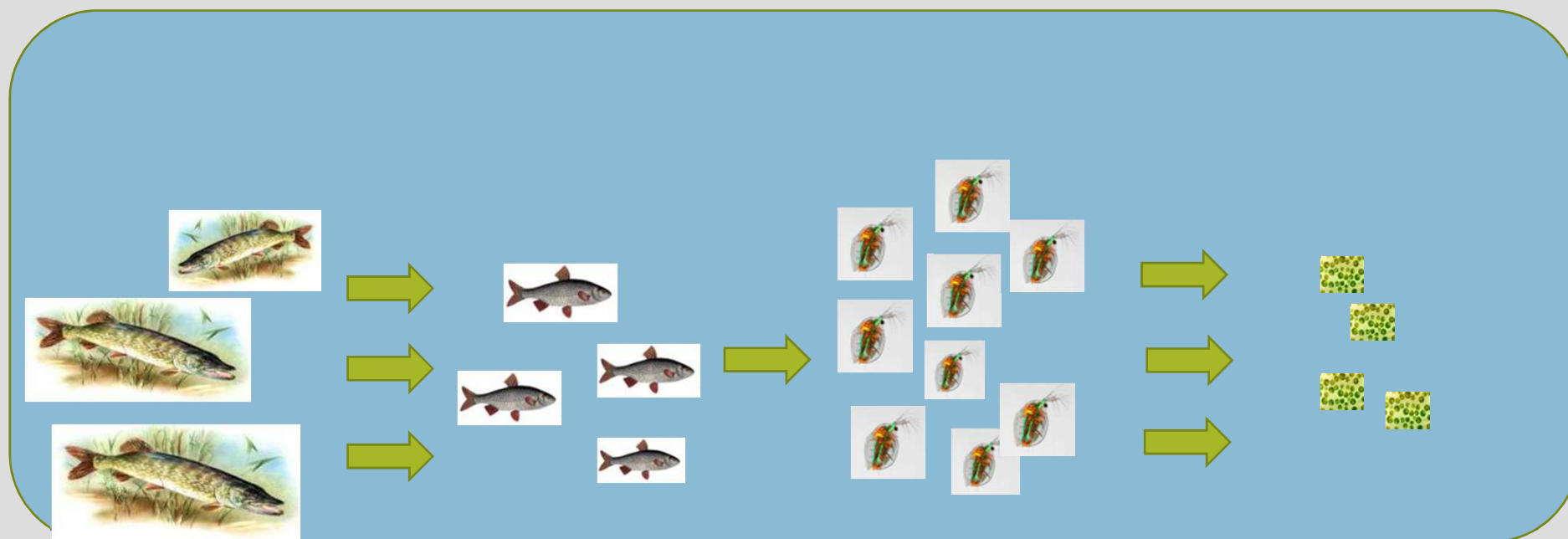
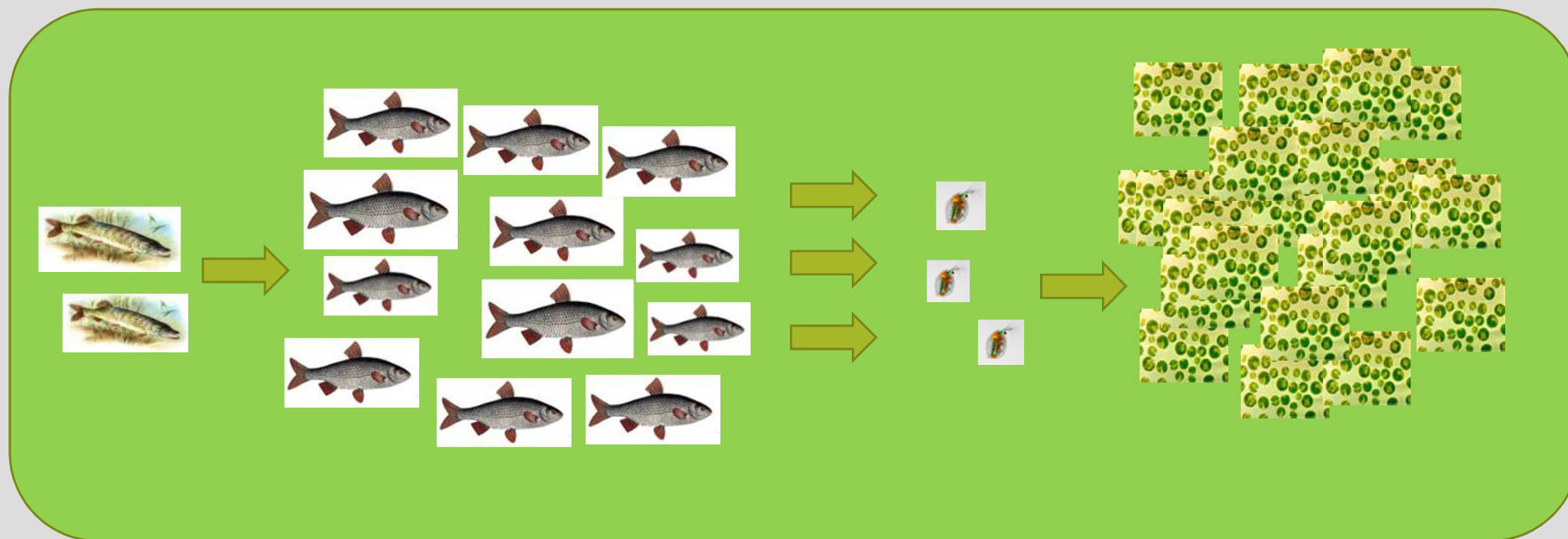
W jednym z warunków utrzymania pozytywnych efektów
rekultywacji jezior kartuskich jest racjonalna
gospodarka rybacka.

W ramach przeprowadzonej analizy wykonalności oraz analizy
strategicznej wskazano, że będzie ona wdrożona poprzez
zastosowanie biomanipulacji.

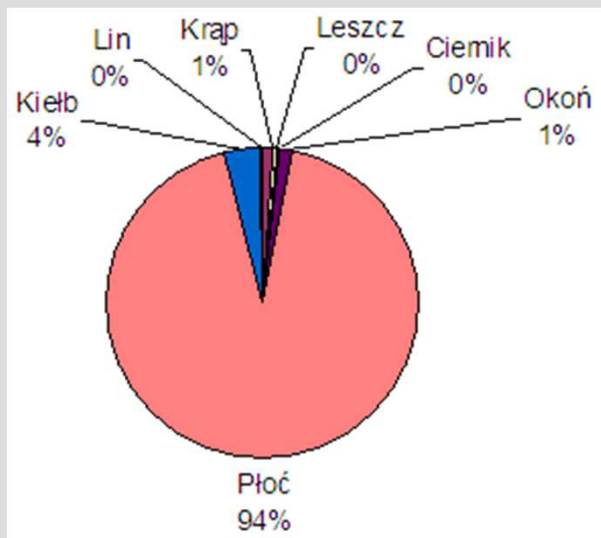
Metoda ta polega na świadomym kształtowaniu biocenoz
organizmów wodnych, poprzez zmianę składu gatunkowego
ichtiofauny.

łożenia
manipulacji





Źródło: Michał Łopata



Struktura ichtiofauny Jeziora Karczemnego w 2018 r.

Stan obecny:

- Zdecydowana dominacja ryb karpiowatych,
- Zbyt mała ilość ryb drapieżnych,
- Dominujące gatunki: płoć, krap, kiełb.

Biomanipulacja jezior kartuskich:

Monitoring ichtiofauny 2019-2023

Preferowane gatunki to **szczupak i sandacz**

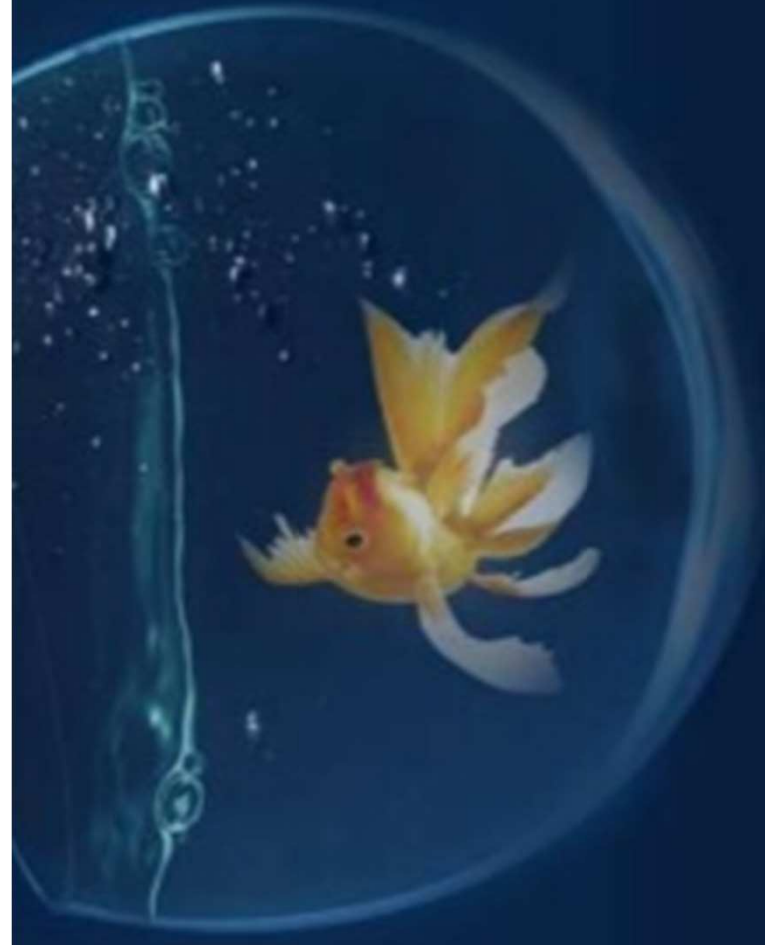
Preferowany sortyment materiału zarybieniowego: narybek letni i jesienny

Plan działań biomanipulacyjnych będzie uzgodniony z Użytkownikiem rybackim



Przykład biomanipulacji: wsiedlanie szczupaka – narybek letni.

Fot. M. Łopata



Dziękujemy za uwagę!