

Problemy związane z rekultywacją jezior polimiktycznych na przykładzie jeziora Jamno.

1. Wstęp:

Jak wiadomo, jeziora polimiktyczne, to jeziora bardzo płytkie, podlegające ciągłemu mieszaniu. Mała głębokość takich jezior wynika albo bezpośrednio z procesów ich kształtowania, albo z procesów starzenia. Przy czym starzenie to nie zawsze przebiega według naturalnych przemian, ale bardzo często przyspieszane jest (również wypływanie) negatywną działalnością człowieka. Jeziora polimiktyczne, przeważnie mają bardzo małą zdolność wytwarzania mechanizmów obronnych, gdyż często charakteryzują się bardzo niekorzystnym stosunkiem pojemności do powierzchni i długości linii brzegowej. Ciągłe wypływanie i to zarówno naturalne jak i wynikające z antropopresji, jeszcze tę sytuację pogarsza. Przy czym medium zapełniające misę jeziora na skutek działalności człowieka, to przeważnie osady ściekowe, bądź wyerodowana gleba bogata w całe spektrum związków organicznych, pestycydów itp. W opracowaniu tym nie zajmujemy się zewnętrznymi przyczynami degradacji, lecz krótką charakterystyką mechanizmów działających wewnątrz misy jezior polimiktycznych oraz problemami związanymi z przeciwdziałaniem zjawiskom destrukcyjnym, jak też przedstawieniu możliwych sposobów rekultywacji takich zbiorników wodnych.

2. Mechanizmy destrukcyjne:

W odróżnieniu od jezior głębokich (np. dimiktycznych), gdzie falowanie wywołane wiatrem jest zjawiskiem bardzo pożądanym, w jeziorach polimiktycznych, działanie wiatru oczywiście napowietrza toń, ale jednocześnie ruch wody podrywa do toni co najmniej wierzchnie warstwy osadów dennych. Często jest tak, że właśnie na powierzchni dna zalega przede wszystkim sapropel (dla tłumacza: szlam gnilny - muł denny starzejących się lub zanieczyszczonych zbiorników wodnych). Szlam ten, ze względu na swój skład chemiczny i strukturę, powoduje natychmiastowy wzrost konsumpcji tlenu oraz w drastyczny sposób obniża przezroczystość wody. Oba te zjawiska nakręcają spiralę autodestrukcji biocenozy zbiornika wodnego, albowiem spada natychmiast konkurencyjność makrofitów i całej grupy zwierzęcej od zooplanktonu poczynając, a na rybach kończąc. W takich warunkach obserwujemy obumieranie całych gatunków roślin i zwierząt, których szczątki wtórnie zwiększają depozyt sapropelu, który uniesiony znowu do toni utlenia się będąc w stanie/trakcie rozkładu wg poniższej reakcji:



Przebieg tej reakcji powoduje, że uwolnieniu 1 mola fosforu (31 g) odpowiada w trakcie rozkładu materii organicznej 118,5 moli tlenu $\sim 3'800$ g O_2 , czyli na 1 g P trzeba około 122,5 g O_2 .

Jeśli zważymy, że jak podają niektórzy autorzy (A. Solski 1983) przy gorącym i bezwietrznym lecie z 1 m² dna jeziora może uwolnić się do toni wodnej **22,4 mg P/dobę !!!**, to ze szczególną uwagą trzeba przyjrzeć się i zinterpretować pomiary nasycenia tlenem toni wodnej w jeziorach polimiktycznych. Wiele źródeł podaje nawet 200% nasycenie tlenem toni wodnej (Insp. Ochr. Środ. w Zielonej Górze - badania z 26.06.1992 r. jezioro Wojnowskie). Jeśli jednak weźmiemy pod uwagę, że w jeziorach płytkich takich jak np. Jamno, nad każdym metrem kwadratowym dna mamy 1 m³ osadów i tylko 2 m³ wody, to stosunek masy osadów do ilości **chwilowo** rozpuszczonego w wodzie tlenu, jest gorzej niż niekorzystny, bo w okresach ustabilizowanej upalnej pogody prawie zawsze nie występują trwałe wiatry (brak różnicy ciśnienia atmosferycznego na dużych obszarach wyżowych). Występują przeważnie krótkotrwałe ruchy mas powietrza, po których następują długie okresy ciszy. Wtedy, bardzo szybko następuje deficyt tlenowy przy dnie spowodowany intensywną konsumpcją w toni. Konsekwencją tego jest następujące zjawisko: koloidalne formy żelaza $Fe^{3+}(OH)_3$, które wiążą fosfor zdeponowany w osadach dennych, w warunkach beztlenowych tracą zdolności sorpcyjne i powstaje $Fe^{2+}(HCO_3)_2$ i fosfor zostaje uwolniony do wody. Wyjątkowa dynamika tych zjawisk jest charakterystyczna dla jezior polimiktycznych i dezorientuje niektórych autorów twierdzących, że stopień natlenienia wód płytkich jezior ma niewielki wpływ na obieg fosforu w jeziorze.

3. Sposoby - metody rekultywacji jezior polimiktycznych:

Klasycznym przykładem zdegradowanego jeziora polimiktycznego jest jezioro Jamno. Jest to ósmy, co do wielkości śródlądowy akwen w Polsce. Powierzchnia Jamna wynosi 2'240 ha, długość 10 km, a średnia szerokość 3,4 km. Średnia głębokość wynosi około 1,4 m i tylko lokalnie zbliża się do 4,0 m (3,9). Miąższość osadów szacuje się w granicach od 0,0 - 1,2 m. Można stąd wysnuć wniosek, że średnio, miąższość osadów stanowi blisko połowę profilu jeziora licząc od dna „twardego” do lustra wody. Stan ten praktycznie unicestwił bentos przerywając w sposób istotny łańcuch pokarmowy, co powoduje nakręcanie wspomnianej wcześniej spirali destrukcji. Zadaniem rekultywacji takiego zbiornika jest uruchomienie mechanizmów wytwarzających korzystne warunki dla bytowania biomasy wszystkich możliwych sektorów - siedlisk jeziora. Jak wspomniano wcześniej głównym problemem jeziora Jamno (jak większości zdegradowanych jezior polimiktycznych) jest olbrzymia relatywnie ilość osadów z olbrzymim ładunkiem biogenów. Jakie kroki należy podjąć i zrealizować w celu rekultywacji tego akwenu. Autorzy niniejszego opracowania nie zamierzają polemizować z pomysłami rekultywacji częściowej, które to pomysły dominują w odniesieniu do tego jeziora od kilkunastu lat, a skoncentrują się na zagadnieniach merytorycznych w odniesieniu do problemu jako całości.

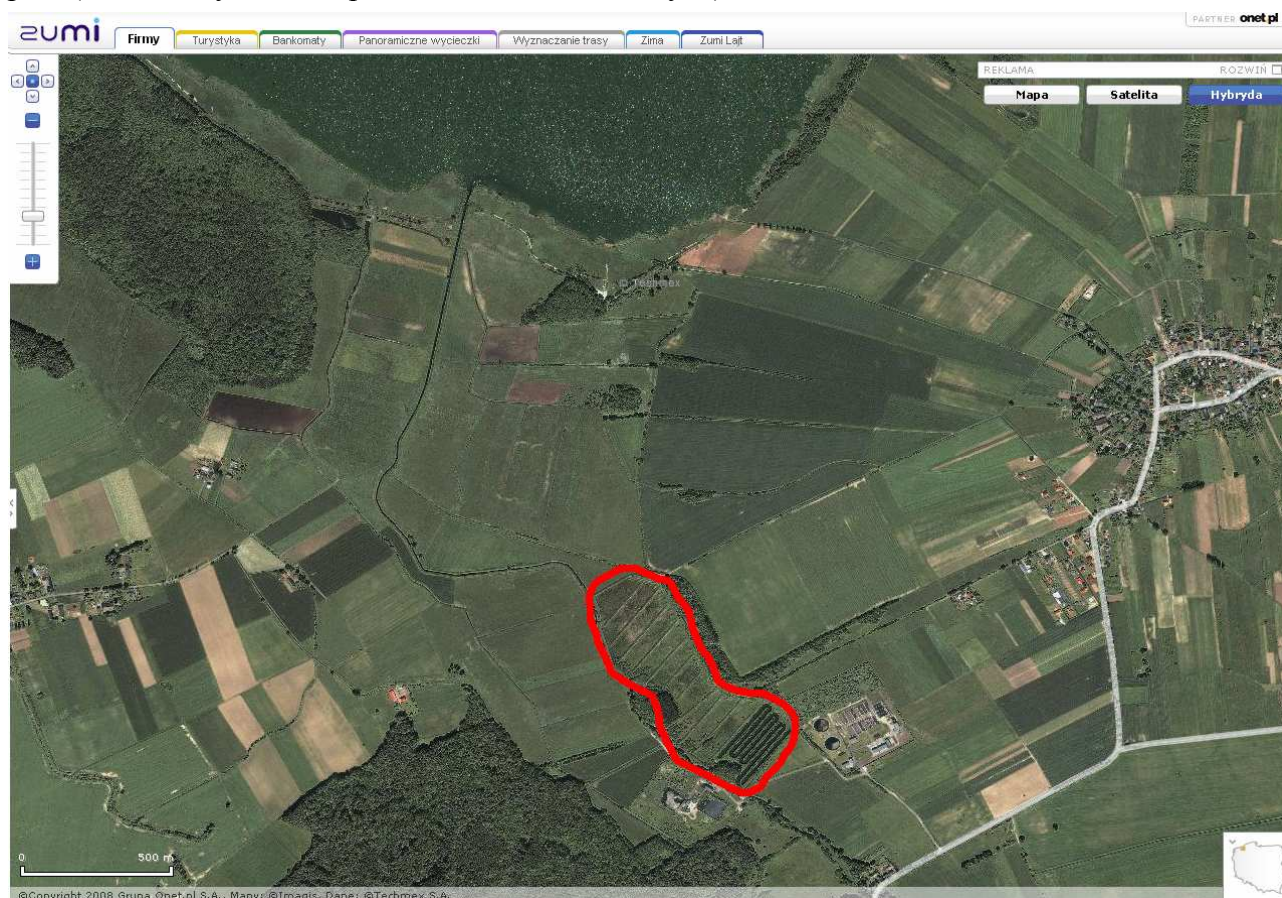
Jak wspomniano wcześniej, ze względu na miąższość i skład osadów, w jeziorze Jamno, praktycznie nie istnieje bentos, czyli czynnik, którego rola w bioregulacji troficznej ma praktycznie znaczenie pierwszoplanowe. Różne publikacje i koncepcje nie autoryzowane przez konkretne osoby, zgodnie stwierdzają, że usunięcie z misy jeziora około 70% osadów definitywnie i trwale

rozwiąże problem. Jednak nadal daje się zaobserwować znaczne zasilanie ładunkiem biogenów ze źródeł punktowych. Wynika stąd, że dla zapewnienia końcowego sukcesu, należy rozwiązać i ten problem. Ponadto wydaje się, że samo usunięcie osadów nie gwarantuje osiągnięcia pożądanego efektu.

W związku z tym spróbujemy ustalić tok postępowania.

Nie ulega kwestii, że osadów zalegających na dnie jeziora Jamno jest relatywnie za dużo. W związku z tym należy się ich pozbyć, bądź zdezaktywować w inny sposób.

Pod koniec lat 80-tych firma BIOTECHNIKA wraz z powołaną przez siebie Fundacją Jamno wykonała projekt i rozpoczęła prace mające na celu usuwanie i dezaktywację osadów dennych jeziora Jamno. Wybudowano laguny osadowe wraz z systemem odwadniania i systemem oczyszczalni rowowej dla odcieku. Do dziś na zdjęciach satelitarnych widać ogrom wykonanych prac (zaznaczony obszar - ponad 20 ha robót ziemnych).



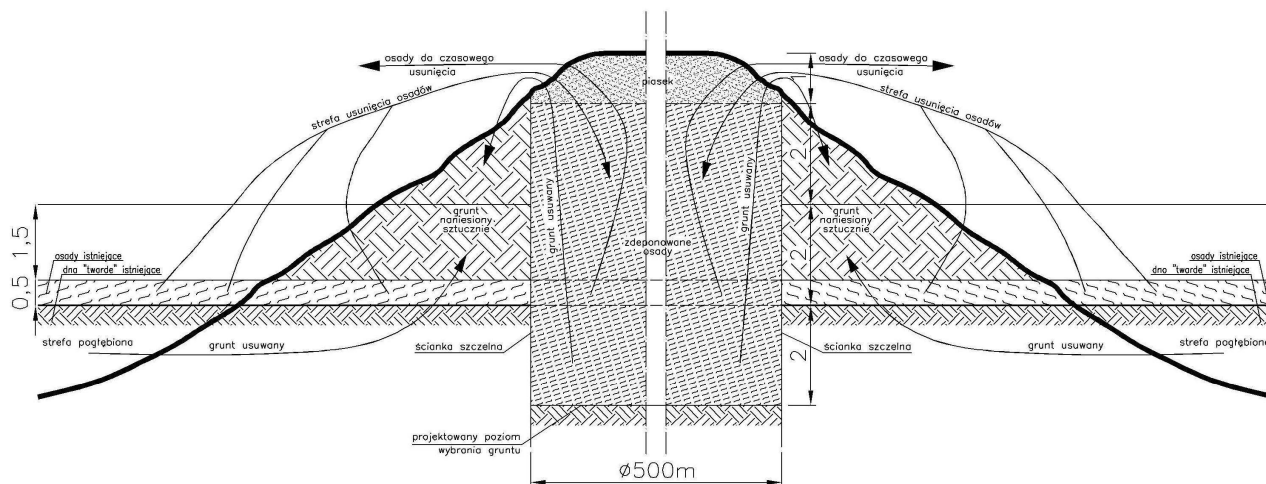
Zdjęcie nr 1 (z serwisu www.zumi.pl)

Założeniem projektu było wydobywanie osadów, odwadnianie i suszenie, a odciek poprzez system oczyszczania, rzeką Dzierżęcinką miał wracać do jeziora. Wysuszone osady, po uzdatnieniu zależnym od aktualnego składu miały być, w najbliższej okolicy, wykorzystane rolniczo lub przyrodniczo. Brak środków nie pozwolił na kontynuację projektu, który w dalszych etapach polegać miał również na budowie sztucznych wysp - pułapek osadowych. Od tamtego czasu nie zaprojektowano innych rozwiązań.

W odróżnieniu od rozwiązań holenderskich (Grontnij Consulting Engineers) autorzy niniejszego opracowania nie preferują odcinania poszczególnych części jeziora poprzez budowę

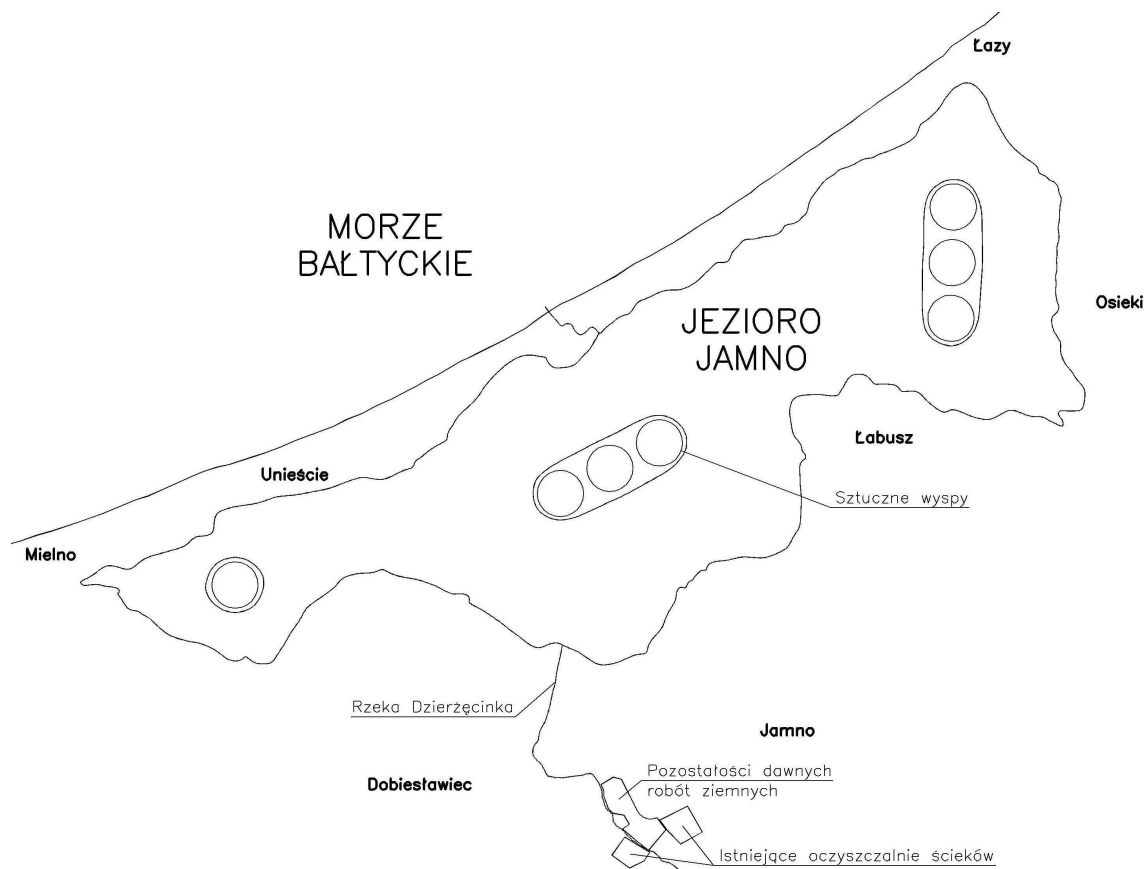
bardzo rozległych wysp - grobli wydzielonych wałami z gliny wydobywanej z dna. Proponujemy wykonanie pojedynczych, bądź zestawionych w ciągu, wysp o zwartej konstrukcji jak na poniższym szkicu.

Mechanizm utworzenia sztucznej wyspy



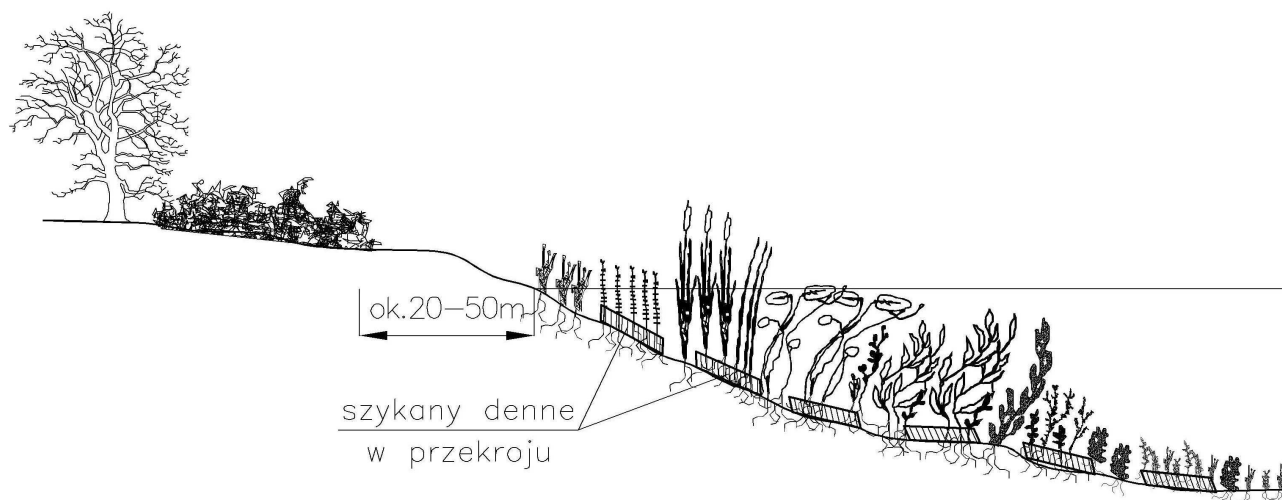
Rysunek nr 1

Przy proporcjach wysokościowych jak na powyższym rysunku, jedna kołowa wyspa o średnicy 500 m może pomieścić około 1,2 mln m³ osadów. Poniżej - przykładowe rozmieszczenie sztucznych wysp na jeziorze:



Rysunek nr 2

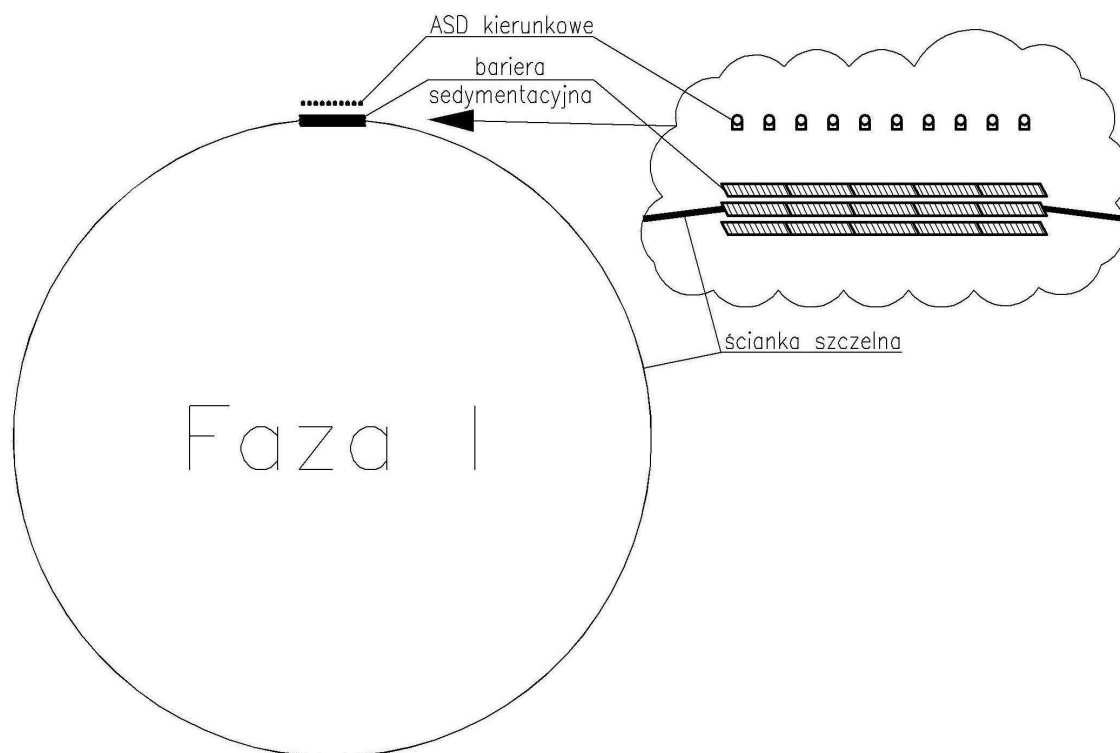
Skarpy - brzegi wysp należy wyposażyć w szykany denne, które będą podkładem inicjacyjnym dla bentosu.



Rysunek nr 3

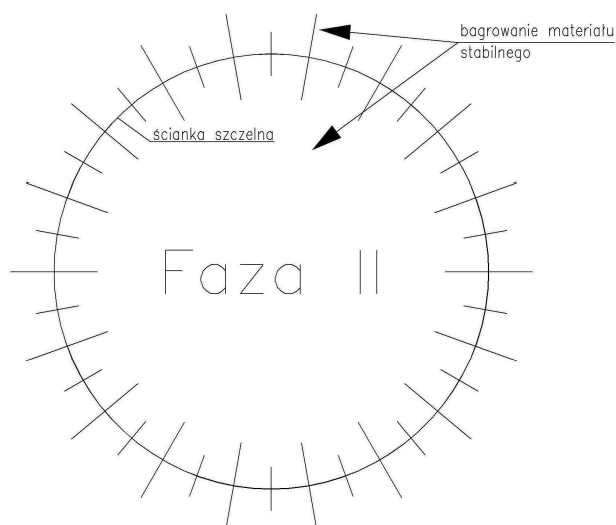
Mechanizm tworzenia wysp pokazaliśmy na rysunku nr 4 i nr 5.

W początkowym okresie budowy wyspy, obwód utworzony przez ściankę nie powinien być całkowicie zamknięty. Przez pozostawioną lukę będą odpływały wody nadosadowe. Luka powinna być zabezpieczona barierami sedymentacyjnymi i zespołem ASD kierunkowych działających w przeciwnym kierunku do odpływu z zamkniętego obszaru. Zastosowana ścianka szczelna będzie miała charakter tymczasowy. To znaczy niezbędna będzie tylko w początkowym okresie tworzenia wyspy, dlatego może być wykonana z jak najgorszego gatunku stali, co obniży koszty.



Rysunek nr 4

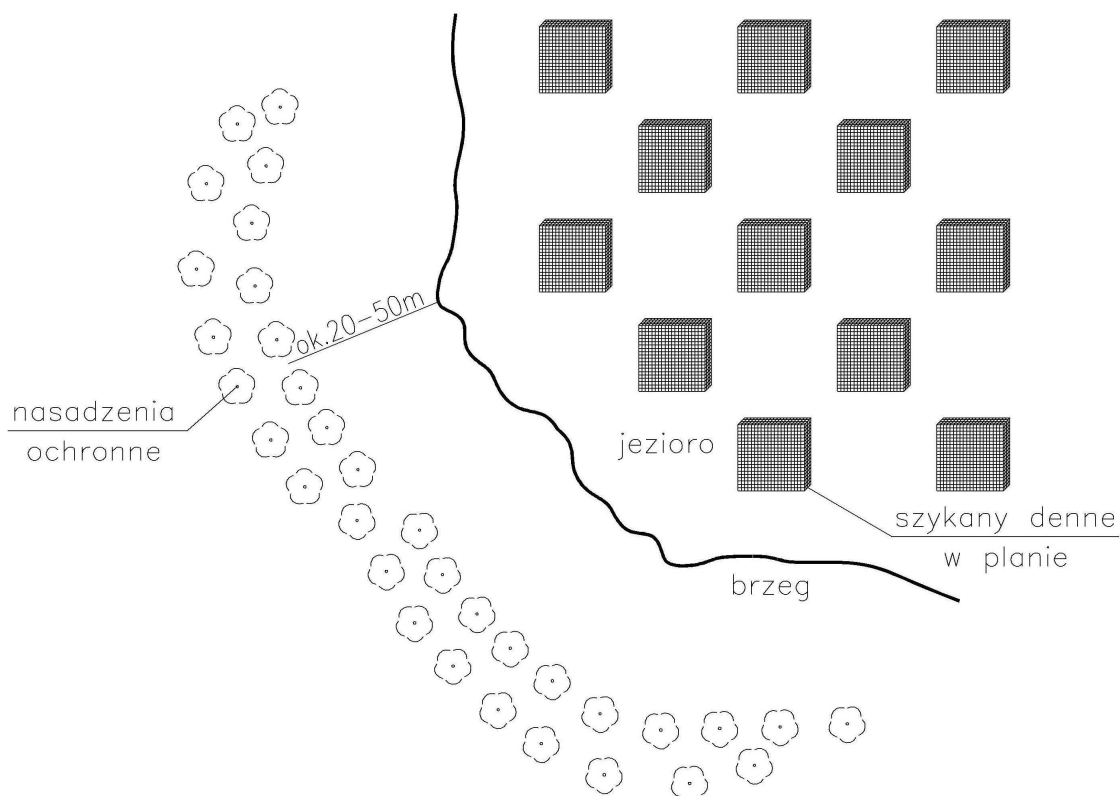
Pod koniec wypełniania wyspy, lukę odpływową należało będzie zamknąć ścianką szczelną. Po zakończeniu bagrowania osadów, całość należy zasypać (bagrowaniem) materiałem stabilnym.



Rysunek nr 5

Po zakończeniu prac inżynierskich należy dokonać nasadzeń np. wikliny. Wyspy takie mogą być w części wykorzystywane rekreacyjnie, a częściowo przyrodniczo. Odpowiednie, wydzielone ich zagospodarowanie może być terenem gniazdowania wielu gatunków ptaków.

Pozostałe na dnie osady, których miąższość nie powinna przekraczać 20 cm można unieruchomić szyskanami dennymi ułożonymi w szachownicę.



Rysunek nr 6

W trakcie działań rekultywacyjnych, stale należy monitorować zasilanie punktowe. Jeśli stwierdzone zostanie wprowadzanie biogenów tą drogą, należało będzie na ujściach dopływów ustawić bariery biologiczne, najlepiej aktywne (z napowietrzaniem).

Ograniczyć również można negatywne oddziaływanie spływu obszarowego, poprzez bariery w postaci odpowiednich nasadzeń równoległe do linii brzegowej.

Tworząc wyspy należałoby wybagrować kilka lokalnych głębozczków (około 5-6 m). W głębozczkach tych należałoby ustawić, ASD, które nie dopuszczałyby do powstawania deficytów tlenowych w okresach bezwietrznych. Wydaje się, że sztuczne wspomaganie napowietrzania należało będzie utrzymać do czasu powstania równowagi: pokarm - konsument, jak również producenci - reducenty. Dlatego, dla obniżenia kosztów energii, celowe będzie w strefach przybrzeżnych wysp i niezagospodarowanych odcinkach wybrzeża wykonać sztuczne rafy jako podkład inicjujący rozwój bentosu. Należałoby również przemyśleć stan i skład ichtiopo populacji.

4. Podsumowanie:

Jak wynika z powyższego, rekultywacja silnie zdegradowanych jezior polimiktycznych wymaga bardzo dużego nakładu prac inżynierskich, co wiąże się z odpowiednio dużymi kosztami. Jednak kiedyś (im wcześniej tym lepiej i taniej) musi przyjść czas zapłaty za brak odpowiedzialności i „oszczędności” w postaci rabunkowej gospodarki zasobami wodnymi, albowiem czyste środowisko, a woda w szczególności nie ma ceny.

Artykuł został zamieszczony na str. 211 pozycji: „Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych” pod redakcją naukową prof. Zofii Sadeckiej i dr Sylwi Myszograj - Zielona Góra 2008.

Pozycja wydrukowana przez Oficynę Wydawniczą Uniwersytetu Zielonogóskiego.

Recenzenci: Andrzej Jędrzak, Marlena Piontek, Zofia Sadecka.

ISBN 978-83-7481-169-9