

PRZEBUDOWA ZBIORNIKA WODNEGO NA ROWIE RS-11  
W PODKOWIE LEŚNEJ  
Podkowa Leśna, ul. Lilpopa,  
pow. Grodzisk Mazowiecki, woj. mazowieckie  
dz. nr 2 obręb 7

## HYDROTECHNIKA

### OPIS TECHNICZNY

#### Zawartość opracowania:

- Opis stanu istniejącego
- Cel i zakres przebudowy
- Charakterystyczne dane przebudowywanego zbiornika
- Opis rozwiązań projektowych
- Roboty ziemne
- Uszczelnienie zbiornika
- Zaopatrzenie w wodę
- Technologia biofiltry
- Opis przebiegu filtracji
- Obieg uzdatniania wody
- Filtracja wody
- Środki do poprawy jakości wody i korekty pH
- Strefa hydrobotaniczna i rośliny w strefie mineralnej

#### 1. Opis stanu istniejącego

Staw zajmuje część działki Nr 2, obręb 07, położonej przy ul. St. Lilpopa, należącej do Gminy Miasta Podkowa Leśna i stanowiącej obszar parku miejskiego o powierzchni 14.0214 ha. Przyległy do zbiornika teren pokryty jest mieszanym lasem z przewagą drzew liściastych. Powierzchnia liczona wzdłuż górnej krawędzi skarp wynosi 2800m<sup>2</sup>. Staw parkowy jest budowlą ziemną, powstałą przez rozbudowę koryta rowu, zasilany jest wodami pochodzącymi z wód opadowych płynących rowem Rs-11.

Dno stawu jest stosunkowo płaskie, położone na rzędnych 98,9 – 99,10. Nachylenie skarp stawu jest zmienne i waha się w granicach od 1:2 do 1:3,7. Od strony zachodniej i północno-zachodniej skarpy są bardzo łagodne, ich nachylenie wynosi 1:9/1:10 w tym rejonie zlokalizowana jest "dzika" plaża. Powierzchnia skarp, za wyjątkiem odcinka plaży, porośnięta jest trawą; przy górnej ich krawędzi rosną pojedyncze drzewa lub ich grupy. W czaszy brak jest roślinności wodnej.

W ostatnich latach, w okresach posusznych - miesiącach kwiecień - październik, zbiornik, całkowicie wysycha. Jest to spowodowane brakiem zasilania wodą z rowu, w której w tym okresie, zanika przepływ oraz przepuszczalnym podłożem w czaszy zbiornika, zbudowanym z piasków średnich i drobnych.

Obecnie realizowana jest przebudowa zbiornika. Wykonane zostały już wszystkie prace rozbiórkowe i część robót ziemnych. W chwili obecnej wody okresowo płynące rowem Rs-11 nie mają połączenia ze stawem. Zostały puszczane „tranzytem” przez zbiornik, szczelnym przepustem rurowym o średnicy 2 x Ø1000mm.

## 2. Warunki gruntowo wodne w obrębie projektowanego zbiornika

### 2.1. Warunki geologiczne

Budowę geologiczną ustalono na podstawie badań geotechnicznych. [3]. Przeprowadzone analizy objęły swoim zasięgiem czaszę i brzegi zbiornika wodnego. Na podstawie otrzymanych wyników badań wydzielono trzy warstwy geotechniczne :

- warstwa I – powierzchniowe piaski drobne, średnio zagęszczone (wsk. zagęszczenia  $ID = 0.37$ ), występujące do głębokości ok 1 m poniżej powierzchni terenu,
- warstwa II – piaski drobne oraz piaski drobne na granicy z piaskami średnimi, średnio zagęszczone ( $ID = 0.50$ ), występujące na głębokości od 1 do 2 m p.p.t.,
- warstwa III – piaski drobne na granicy piasków średnich, zagęszczone ( $ID = 0.75$ ), występujące na głębokości poniżej 2 m p.p.t.

Swobodne zwierciadło wody gruntowej występuje na całym terenie objętym badaniami i układa się na głębokości od 3.8 do 4.7 m p.p.t.; w czaszy, pod dnem zbiornika – na głębokości 1.2 m. Współczynnik filtracji, określony na podstawie składu granulometrycznego gruntów podłoża przyjęto rzędu  $k (0,29 - 0,023) \cdot 10^{-3} [m/s]$ .

Ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia obiektu (opinia geotechniczna) zgodnie z [25] mając na uwadze równomierny układ warstw gruntowych oraz poziom zwierciadła wody gruntowej, występujące warunki gruntowe sklasyfikowano jako proste, a obiekt zaliczono do pierwszej kategorii geotechnicznej.

### 2.2. Warunki hydrologiczne

Charakterystykę hydrologiczną obiektu przedstawiono w oparciu o operat hydrologiczny dla rzeki Niwki [4]. Rów melioracyjny RS-11 stanowi prawostronny dopływ rz. Rokitnicy, do której uchodzi na północ od Brwinowa, w miejscowości Kotowice. Powierzchnia zlewni w przekroju wlotu do stawu wynosi 20 km<sup>2</sup>. Skarpy ciekuro porośnięte są nieregularnie trawą i chwastami. Miejscami, głównie przy górnej krawędzi, rosną drzewa. Rów odprowadza wody z południowej części zlewni cząstkowej rzeki Rokitnicy, przebiega z południa na północ i na odcinku do przekroju obliczeniowego, przebiega przez miejscowości: Urszulin, Terenia, Owczarnia, Żółwin, Podkowa Leśna. Większą część zlewni rowu stanowią tereny użytkowane rolniczo i sady; lasy zlokalizowane są we wschodniej części zlewni (tzw. Las Młochowski i Las Zaborów) i centralnej. Zabudowa zagrodowa i jednorodzinna rozłożona jest głównie wzdłuż dróg i ulic. Ponadto na terenie zlewni zlokalizowanych jest kilka punktów hodowli drobiu, głównie w miejscowości Kopana i Żółwin. Rów posiada liczne dopływy, na których lub obok nich zlokalizowanych jest kilkanaście małych zbiorników wodnych. Ponadto, na terenie zlewni, w lokalnych zagłębieniach terenu, znajduje się również kilka zbiorników bezodpływowych. Na cieku zlokalizowanych jest kilkanaście przepustów i mostów. W granicach Podkowy Leśnej, na odcinkach gdzie Rów przebiega przez teren ogrodzonych posesji, właściciele pobudowali kładki i mostki o różnej konstrukcji. W miejscach tych ciek jest bardzo trudno dostępny, a wykonane konstrukcje mogą powodować dodatkowe spiętrzenie wód w okresie wezbrań.

Aktualnie zlewnia rowu jest bardzo przekształcona. Na terenach miejskich zredukowano wielkość naturalnego zasilania zlewni, a na terenach rolniczych nastąpił wzrost dopływu zanieczyszczeń. Na trasie rowu obserwuje się zasypywanie lub pogłębienie przebiegu trasy ciekuro i jego bocznych dopływów, zmiany przekrojów poprzecznych i spadków, erozję oraz lokalne zamulenia

## Przepływy charakterystyczne

Tabela 1 Zestawienie wyników przepływów charakterystycznych dla rowu RS-11 w przekroju obliczeniowym zlokalizowanym na wlocie rowu do zbiornika wodnego w Parku Miejskim w Podkowie Leśnej

Rodzaj przepływu charakterystycznego	Wartość przepływu [m <sup>3</sup> /s]	
	Metoda spływów jednostkowych	Metody empiryczne
Przepływ średni roczny SQ	0.0508	0,0491
Przepływ średni niski SNQ	0.0091	0,0076
Przepływ najdłużej trwający NTQ	-	0,0089

### Przepływ nienaruszalny

Przepływem nienaruszalnym nazywa się graniczną wartość przepływu rzeczno, poniżej której przepływy wody w rzece nie powinny być zmniejszane na skutek działalności człowieka. Tak więc nie wolno pobierać wody z cieką do celów gospodarczych w okresach niżówek, gdy przepływy osiągnęły wartość równą lub mniejszą od przepływu nienaruszalnego. Przepływ nienaruszalny ustalany jest w poszczególnych przekrojach poprzecznych cieką, ze względu na potrzeby ochrony środowiska przyrodniczego i życia biologicznego w wodzie oraz wymagania społeczne związane z rekreacją i wypoczynkiem. Konieczność utrzymywania tego przepływu nie podlega kryteriom ekonomicznym.

Podstawowym kryterium jakie wzięto pod uwagę przy ustalaniu przepływu nienaruszalnego w rowie RS-11 poniżej zbiornika w Parku Miejskim w Podkowie Leśnej były przesłanki hydrobiologiczne, warunkujące zachowanie podstawowych form flory i fauny, charakterystycznych dla środowiska wodnego cieką –  $Q_{nh}$ . przepływ nienaruszalny w rzece poniżej zbiornika został określony w sposób pośredni, na podstawie przepływu średniego niskiego, wykorzystując wzór Kostrzewy (1977):

$$Q_{nh} = kSNQ$$

$Q_{nh}$  – przepływ nienaruszalny,

$SNQ$  – wartość średnia z minimalnych przepływów rocznych (przepływ średni niski),  $k$  – wsp. zależny od wielkości i położenia rzeki, dla małych rzek nizinnych  $k=1$ .

Obliczony przepływ nienaruszalny na rzece poniżej zbiornika wynosi **0.0076 m<sup>3</sup>/s**

### 2.3 Jakość wód powierzchniowych

Jakość wód płynąca rowem Rs-11 jest zła. Stwierdzono występowanie zanieczyszczeń punktowych i obszarowych. Do zanieczyszczeń obszarowych trafiających do wód powierzchniowych zaliczyć możemy: nawozy sztuczne i naturalne, środki ochrony roślin, zanieczyszczone odcieki drenarskie; niedostateczną infrastrukturą odwadniającą, spływy powierzchniowe zanieczyszczonych wód z ciągów komunikacyjnych, Ze wszystkich metali ciężkich, których obecność stwierdza się w spływach deszczowych, szczególnie w okresie roztopów śniegu, w największym stężeniu występują: cynk i ołów, którego trujące dla organizmów żywych (bakterii tlenowych) właściwości ujawniają się już przy stężeniu 0,1 mg/l. Jest to stężenie wyższe od dopuszczalnego w wodach powierzchniowych do 0,5 mg/l. Toksyczność metali ciężkich powoduje zmniejszenie liczby gatunków organizmów wodnych jak i liczby pozostałych bardziej odpornych np. ryb. Metale ciężkie nie podlegają procesom biodegradacji i dlatego może następować ich kumulacja w środowisku wodnym (np. zbiorniku

retencyjnym) nawet jeśli odprowadzane są okresowo i w niewielkich stężeniach Zanieczyszczeniami punktowymi, występującymi w obszarze zlewni rowu RS 11, stwarzającymi bardzo poważne zagrożenia czystości wód są bezpośrednie dzikie zrzuty ścieków do rowu. Szczególnie w górnej części na terenie wsi Zółwin, rów prowadzi wody zanieczyszczone ściekami sanitarnymi. Na portalu geodezyjnym powiatu pruszkowskiego można się doliczyć co najmniej 7 punktów wylotów kanalizacji do istniejącego systemu melioracyjnego. Wody te są silnie zeutofizowane, odznaczające się wysokim stężeniem substancji biogenych, w szczególności fosforu i azotu. Biogeny powodują przyspieszony wzrost glonów i wyższych form życia roślinnego, w wyniku którego następują niepożądane zakłócenia biologicznych stosunków w środowisku wodnym oraz pogorszenie jakości tych wód. Wody takie nie mogą być retencjonowania w zbiorniku wodnym. W związku z powyższym występuje konieczność ich odseparowania od wód zbiornika. W tym celu proponuje się wykorzystanie istniejącego tymczasowego rurociągu okularowego przebiegającego przez zbiornik, który zapewni całkowite odcięcie wód prowadzonych przez rów, które są w dużym stopniu zanieczyszczone.

### **3. Cel przebudowy**

Przebudowa stawu ma na celu nadanie mu funkcji stałego zbiornika wodnego, co pozwoli na jego funkcjonowanie w ciągu całego roku. Uszczelnienie dna i skarp zapobiegnie wysychaniu stawu i obumieraniu roślinności. Przebudowa ma zapewnić czystości wody i utrzymanie życia biologicznego w zbiorniku. Modernizacja obiektu umożliwi wykorzystanie go do celów poprawy warunków ekologicznych, mikroklimatu najbliższego otoczenia, rekreacji okolicznych mieszkańców oraz upiększenia parku, tak aby wypoczynek stał się przyjemnością i wizytówką dla miasta. Planowany zbiornik będzie stanowił cenną enklawę przyrodniczą. Korzystny wpływ zbiornika na środowisko będzie polegał na:

- zwiększeniu biologicznej różnorodności - roślinność wodna stworzy siedliska odpowiednie dla ryb, a także ptaków i innych dzikich zwierząt,
- poprawieniu estetyki - zbiornik wodny będzie istotnym elementem prawidłowo i estetycznie ukształtowanego obszaru Parku Miejskiego w Podkowie Leśnej,
- stworzeniu warunków do rekreacji, widok lustra wody wpływa korzystnie na psychikę człowieka, uspokaja i wprowadza w dobry nastrój,
- poprawie stanu biotycznego Rezerwatu Parów Sójek poprzez zwiększenie prawdopodobieństwa występowania przepływu nienaruszalnego poniżej istniejącej lokalizacji zbiornika,
- zabezpieczeniu przed infiltrującymi zanieczyszczeniami istniejącego, pobliskiego ujęcia wody czwartorzędowej (likwidacja faktycznej funkcji sedymentacyjnej zbiornika dzisiaj pracującego jako osadnik),
- znaczącym zwiększeniu występowania dni w których system korzeniowy pobliskich drzew będzie zasilany retencjonowanymi i infiltrującymi wodami opadowymi

### **4. Analiza rozwiązania projektowego**

Analizując wszystkie dostępne opracowania, analizy, projekty dotyczące stawu w Podkowie Leśnej [1] [3] [4] [5] [6] [7] [9] wykazać można wspólne dla autorów wnioski:

- zasoby wodne w cieku RS-11 nie są w stanie zapewnić funkcjonowania zbiornika w ciągu całego roku
- rów nie jest w stanie zbilansować strat związanych z parowaniem i przesiąkami.
- należy zapewnić stałe zasilanie stawu w wodę.
- ze względu na przepuszczalne piaszczyste podłoże zbiornika niezbędne jest uszczelnienie dna i skarp stawu.
- zarówno w projekcie z roku 2016 [7] a także opracowaniu [4] autorzy wykazują, że przebudowa stawu nie wpływa na zwiększenie zasobów wodnych zlewni rowu Rs-11, i ogranicza się tylko do rejonu samego zbiornika. Budowle upustowa i na wlocie do stawu

zostały tak zaprojektowane aby zapewnić przeprowadzenie wód wielkich bez powodowania nadmiernych spiętrzeń ponad warunki występujące przed przebudową. Zbiornik w pomijalnym stopniu, wpływa na redukcję większych i długotrwałych wezbrań, nie ma wpływu na zmniejszenie szczytowego przepływu w rowie poniżej.

- kolejną kwestią podnoszoną przez autorów opracowań jest stan jakości wód. Stan rowu Rs-11 jest zły, wody są zanieczyszczone zarówno przez zanieczyszczenia obszarowe jak i punktowe, a proces ten nadal trwa i nie ulega poprawie. Zanieczyszczenie ściekami sanitarnymi podnoszone jest w każdym opracowaniu będącym w posiadaniu Miasta Podkowa Leśna. Na przestrzeni ostatnich 15 lat (pierwsze opracowanie dot. melioracji miasta Podkowa Leśna w którym zwraca się uwagę na ten problem) w górnej części zlewni nie zaszły praktycznie żadne zmiany, poza intensywną urbanizacją i faktem, zwiększonej ilości zrzutu ścieków deszczowych.(dane między innymi na podstawie monitoringu jakości wód powierzchniowych WIOŚ 1999-2017)

Podstawowym warunkiem retencjonowania wód w zbiorniku jest ich czystość, nie mogą być zanieczyszczone ściekami sanitarnymi. Infiltrację wód opadowych można stosować tylko w przypadkach, gdy chemiczne, fizyczne i biologiczne właściwości wód opadowych nie mają ujemnego wpływu na właściwości wód gruntowych. Zgodnie z literaturą przy projektowaniu urządzeń infiltrujących należy zapoznać się także z położeniem stref ochronnych źródeł i ujęć wody [18][19][29] W obrębie zbiornika znajduje się strefa ochronna wraz z ujęciem wód czwartorzędowych, którego zaopatrywana jest Podkowa Leśna.

Biorąc pod uwagę zanieczyszczenie wód Rs-11, bliskie usytuowanie ujęcia wód podziemnych, budowę geologiczną terenu, nie można dopuścić do ich infiltracji bez oczyszczenia. Taka woda nie może dostawać się bezpośrednio do zbiorników retencyjnych gdyż spowoduje masowy trwały zakwit glonów, szybkie zarastanie i zamulanie zbiorników. Zjawisku temu towarzyszyć będą nieprzyjemne zapachy wywoływane poprzez sinice oraz gnijące osady. Efektem obumierania planktonu stają się półpłynne szlamy - osady pokrywające całe dno. Dodatkowo łatwo ulegają zamąceniu, a w okresach tzw. zakwitów glonów, powierzchnia pokryta jest mało estetycznym, zielonym kożuchem. Dla tych wód charakterystyczne jest również występowanie znacznych ilości glonów tzw. nitkowatych, które często w wyniku wytwarzania znacznych ilości tlenu, wypływają na powierzchnię zbiornika. Nocą w wyniku oddychania szybko dochodzi do braku tlenu, co powoduje obumieranie wodnych organizmów. Politrofia charakteryzuje się trwałym zielonym zabarwieniem wody. Często spotykane jest seledynowe zabarwienie wody, wywoływane przez toksyczne sinice. Zjawisku temu towarzyszy nieraz „rybi” zapach. Rosnące w takim stawie rośliny, nie są w stanie zmagazynować nutrientów. Permanentny brak tlenu, na skutek rozkładu materii organicznej w zacienionych warstwach, prowadzi do silnych procesów redukcyjnych, którym towarzyszy wydobywanie się gazów o niezbyt przyjemnym zapachu, takich jak metan czy siarkowodór. Jeśli retencjonowana jest nieoczyszczona woda, (zawartość 0,5 -2 mg/l P) bez stosowania systemów oczyszczających, to można być raczej pewnym, że zbiorniki retencyjne będą miały charakter wód politroficznych. Takie uroczyska zbiorniki można „podziwiać” przy autostradach i drogach szybkiego ruchu. Stosowanie systemu filtracji do takiej wody wewnątrz zbiornika kompletnie mija się z celem, gdyż żaden system filtracji nie jest w stanie osiągnąć odpowiednich parametrów. W celu ich oczyszczenia przed odbiornikiem należałoby wybudować zbiornik sedymentacyjny a może i kilka, oraz zespół urządzeń podczyszczających (m.in.: separator, filtry mechaniczne, filtry biologiczne) dobranych na podstawie analizy chemicznej próbek wody. Osiągnięcie żądanych parametrów chemicznych jest teoretycznie możliwe, ale wiąże się z ogromnymi nakładami finansowymi, i jest ekonomicznie nieuzasadnione, wymaga również odpowiedniej powierzchni terenu. Eksploatacja takiego zbiornika byłaby zatrwajająca kosztowna. Biorąc pod uwagę wyżej wymienione fakty, a także jakość wód powierzchniowych, aspekt ekologiczny i ekonomiczny przedsięwzięcia w projekcie przewiduje się odseparowanie wód niesionych rowem Rs-11 od wód zbiornika. Rozdzielenie wód umożliwi kontrolę nad jej jakością i ilością oraz zagwarantuje efektywność

projektowanego systemu oczyszczania. Ograniczenie infiltracji do wód opadowych, a nie płynących, bezpośrednio nad ujęciem wód pitnych zatrzyma ich stopniowe zanieczyszczenie się ściekami opadowymi.

Zbiornik w Parku Miejskim będzie pełnił funkcje retencyjną, jednakże będzie napełniany wodą opadową oraz płynącą w rowie pod warunkiem występowania przepływu powyżej przepływu nienaruszalnego, gdy przepływ będzie ustabilizowany i bez niesionego rumowiska wleczonego oraz jakość wód płynących będzie pozwalała na ich retencjonowanie – po potwierdzeniu tego faktu poprzez wykonanie badań jakości wody, które wykażą brak zanieczyszczenia ściekami.

Napełnienie zbiornika i uzupełnianie jego zasobów wodami płynącymi rowem RS-11 będzie możliwe pod warunkiem, że:

1. zapewniony będzie przepływ w rowie Rs-11,
2. przepływ będzie powyżej przepływu nienaruszalnego,
3. wody nie będą zawierały zanieczyszczeń ściekami sanitarnymi.

Dodatkowo należy zwrócić uwagę na zjawisko deszczy nawalnych, które charakteryzują się krótkim okresem trwania i są niekorzystne z powodu fali wezbraniowej niosącej wszystkie zanieczyszczenia do zbiornika. Duża ilość wody niosąca rumowisko wlezione wpływając do zbiornika o dużo większym przekroju niż rów melioracyjny wytraca prędkość, zanieczyszczenia sedimentują. I w przypadku dużego ładunku BZT i CHZT infiltrują do warstw wodonośnych i pobliskich ujęć wody pitnej. Likwidacja funkcji sedymentacyjnej stawu zatrzyma postępujący proces infiltracji zanieczyszczonej biologicznie i chemicznie wody w pobliżu ujęć czwartorzędowych

Zatem odseparowanie sporadycznie płynącej i często w małych ilościach wody będzie miało pozytywny wpływ dla środowiska w tym dla położonego poniżej zbiornika Rezerwatu Parów Sójek.

Projektuje się pozostawienie tymczasowego przepustu okularowego. Średnica rurociągu okularowego  $2 \times \varnothing 1000\text{mm}$  jest w stanie bezpiecznie przeprowadzić wody o prawdopodobieństwie wystąpienia przepływu maksymalnego.

Przepływ rurociągu  $2 \times \varnothing 1000\text{mm}$   $Q=2,82 \text{ m}^3/\text{s}$  > przepływ obliczeniowy  $Q=2,81 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wszystkie inne działania zmierzające do zwiększenia retencji wód opadowych płynących rowem RS-11 w tym jego pogłębienie na odcinku wspólnym z gruntami wsi Żółwin, proponuje się przeprowadzić dopiero po zlikwidowaniu (odcięciu) odprowadzania do rowu ścieków sanitarnych z przyległych posesji oraz budowy na całej długości systemu odwodnienia powierzchniowego dróg urządzeń redukujących zanieczyszczenia (z uwzględnieniem procesów sedymentacji, filtracji, flotacji i koalescencji) oraz zawiesin.

Projektuje się wykonanie stałego zbiornika wodnego, odizolowanego od podłoża membraną EPDM wraz z przestrzenią przelewową i powierzchnią infiltracyjną. Obszarem infiltracji wód przelewających się ze zbiornika będzie obszar pomiędzy górną krawędzią hydroizolacji, a krawędzią projektowanej ścieżki. Woda opadowa występująca podczas intensywnych opadów, retencjonowana będzie w pierwszej kolejności w stawie, a po osiągnięciu poziomu wysokości hydroizolacji 102,05 m.n.p.t, kierowana będzie na ukształtowaną powierzchnię wsiąkania. To rozwiązanie, będzie miało znaczenie dla czystości wód infiltrujących do złoża wodonośnego, a także wpłynie na poprawę warunków hydrogeologicznych drzew. Rezygnacja z bentomaty na rzecz membrany EPDM będzie miała korzystny wpływ na koszty funkcjonowania systemu poprzez ograniczenie strat związanych z przeciekaniem maty bentonitowej. Straty, a za tym konieczność uzupełniania sztucznie wody w owym rozwiązaniu są co najmniej 4 krotnie mniejsze niż te obliczone w roku 2010 dla tamtego projektowego rozwiązania. Projekt z 2010 zakładał infiltrację w wypadku wysokich stanów wody w Rowie RS 11 i uzyskania krótkotrwałego efektu podpiętrzenia – bentomata, jej górna krawędź była zaprojektowana 16 centymetrów powyżej rzędnej wylotu wody ze stawu ( jeśli uwzględnimy rzędne wylot ze stawu rzędna 100,44 ; rzędna górnej krawędzi bentomaty 100,60 ( rysunki w dokumentacja projektowa do etapu I H1 do H5) rzędne grodzic 100,75 ,

(efektywność i zdolność infiltracyjna tamtego rozwiązania jest prawie żadna – ograniczona do ww. obliczanych kilku czy kilkunastu dni w roku – takich pewnych dni jest 11 ).

W nowym rozwiązaniu, odnosząc się do niżej wymienionych źródeł meteorologicznych takich dni gdzie będzie występować efekt chwilowej retencji wód opadowych i ich infiltracja (także pozytywnie oddziaływująca na pobliskie drzewa) będzie min 105 przy prawdopodobieństwie 95% oraz min 37 przy prawdopodobieństwie 99% w ciągu roku.

Inaczej wygląda efektywność niecki infiltracyjnej - przy zaproponowanym w niniejszym opracowaniu horyzontalnym jej ułożeniu, a inaczej na prawie pionowych skarpach – gdzie woda przede wszystkim szybko spływa, a nie infiltruje – „Tworzyć ona będzie pionową ścianę o wysokości 65 cm, podpierającą górną część”

Dodatkowo projekt z 2010 roku zakładał rzędną półki na rośliny 100,45, gdy tymczasem rzędna projektowanej budowli upustowej wynosiła 100,44 czyli zawsze powyżej efektywnego poziomu zwierciadła wody. Biorąc pod uwagę straty dzienne na parowanie, aby utrzymać roślinność w stawie zachodziłaby konieczność codziennego uzupełniania wodą lub stałego podlewania, a ta różnica 1 cm w rzędnych powodowałaby, że dowieziona woda natychmiast odpływa ze stawu. Bardzo nieefektywne ekonomicznie i środowiskowo rozwiązanie – „Dno projektowanego zbiornika, po wykonaniu jego uszczelnienia, zostanie w całości umocnione płytami EKO, otwory w płytach zostaną wypełnione żwirem. Płytami EKO umocnione zostaną również skarpy na odcinku poniżej projektowanej półki, posiadające nachylenie 1:2, oraz sama półka” – czyli półka na rzędnej 100,45 + płyty betonowe EKO – zawsze powyżej efektywnego zwierciadła wody”

Obecnie planowane do realizacji zamierzenie, jest jeszcze daleko bardziej idące w swoich pro środowiskowych założeniach. Woda w czasie małych stanów w rowie RS 11 nie będzie zatrzymywana w zbiorniku (retencja ograniczona tylko do wód opadowych) i będzie szybciej – nawet w śladowych ilościach dopływała do rezerwatu Parów Sójek. Co będzie miało kapitalne korzystne znaczenie dla środowiska.

Zbiornik przebudowany w proponowany sposób zapewnia ochronę istniejących zasobów wód podziemnych, wpływa korzystnie na warunki przyrodnicze w Parku.

## 5. Charakterystyka projektowanego obiektu

Podstawowe parametry przebudowanego zbiornika:

- Normalny Poziom Piętrzenia – 102,00 m n.p.m.
- Minimalny Poziom Piętrzenia – 101,78 m n.p.m.
- powierzchnia zalewu przy NPP – 2437 m<sup>2</sup>.
- pojemność zbiornika przy NPP – 2276m<sup>3</sup>,
- powierzchnia infiltracyjna - 176 m<sup>2</sup>
- średnia głębokość – 1,04 m.
- rzędna zbiornika w najgłębszym miejscu – 99,00 m n.p.m.
- nachylenie skarp 1:6 – 1:8
- sposób uszczelnienia – membrana EPDM

### 5.1 Straty na parowanie

Parowanie roczne ze zbiorników wodnych jest sumą parowania z powierzchni wody i parowania (sublimacji) z lodu i śniegu. Do obliczenia parowania ze zbiorników służy wzór:

$$E_{x,h} = kE_xE_i \text{ [mm]}$$

$E_i$  - miesięczna suma parowania ze zbiornika standardowego w mm,

$kE$  – współczynnik przeliczeniowy odczytywany z tabel w zależności od  $x$  i  $h$ ,

$E_{x,h}$  – miesięczna suma parowania ze zbiornika o wymiarach  $x$  i  $h$ ,

x – parametr charakteryzujący wielkość powierzchni i kształt zbiornika,  
h – parametr charakteryzujący jego średnią głębokość.

Obliczenia parowania z powierzchni wody przeprowadzono metodą wskazaną w atlasie hydrologicznym, odczytując sumy parowania z map izolinii parowania z powierzchni wody. Mapy izolinii średnich z 20 – lecia sum parowania z powierzchni zbiornika standardowego opracowano na podstawie danych z 62 stacji i posterunków meteorologicznych. Ze względu na zróżnicowanie fizjograficzne Polski, przy kreśleniu izolinii parowania zastosowano metodę matematyczno – geograficzną, tzn. obok interpolacji matematycznej uwzględniono również ukształtowanie terenu oraz regionalizację klimatyczną.

Tab. 2 Parowanie z powierzchni wody

<b>Podkova Leśna</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>
Ei [mm]	22,2	2,6	7,4	7,1	17,4	36,1	62,0	95,2	112,4	99,9	77,6	41,0
kE	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,26	1,26	1,26	1,07	1,07	1,07	0,85
Ex,h mm	15,1	2,6	7,4	7,1	17,4	45,5	78,1	120	120,3	106,9	83	34,9

## 5.2 Opady atmosferyczny w zlewni

W celu wyznaczenia wysokości opadu, posłużono się danymi z najbliższej stacji meteorologicznej tj. Pruszkowa. Źródłem pochodzenia danych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy. Dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowego Instytutu Badawczego zostały przetworzone.

Tab.3 Opad normalny na podstawie śr. sumy opadu z lat 2003-2018 ze stacji opadowej w Pruszkowie

<b>Pruszków</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>
P [mm]	39,49	41,06	39,11	32,90	28,84	35,95	56,68	63,13	81,39	55,99	40,89	40,48

## 5.3 Bilans wodny zbiornika

Potrzeby wodne zbiornika dla projektowanego stawu ustalono o dane wyjściowe: powierzchnię lustra wody, pojemność zbiornika. Równanie bilansu wodnego jako sumę algebraiczną elementów przychodu i rozchodu wody.

Tab 4. Zestawienie obliczeniowe strat na parowanie nad wielkość opadu atmosferycznego

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ilość dni	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Pow. Zbiornika 2437 [m <sup>2</sup> ]												
E <sub>x,h</sub> [mm]	7,4	7,1	17,4	45,5	78,1	120	120,3	106,9	83	34,9	15,1	2,6
P [mm]	39,11	32,90	28,84	35,95	56,68	63,13	81,39	55,99	40,89	40,48	39,49	41,06
E <sub>x,h</sub> - P	[mm]	0	0	0	9,55	21,42	56,87	38,91	50,91	42,11	0	0
	[m <sup>3</sup> ]	0	0	0	23,27	52,18	138,58	94,82	124,07	102,62	0	0
	[l/s]	0	0	0	0,009	0,020	0,053	0,035	0,046	0,040	0	0



W wyniku przeprowadzanych obliczeń stwierdzono że w okresie od IV – IX występuje nadwyżka parowania nad opadem. Sumaryczna wysokość strat na parowanie z powierzchni lustra wody, które należy uzupełnić wynosi 536 m<sup>3</sup> średniorocznie.

Dla przyjętych wartości ze średniej opadów za okres 09.2003 do 05.2019 czyli ostatnich 16 lat wynika, że zbiornik trzeba będzie zaopatrzyć ilością ok. 535,58 m<sup>3</sup> wody (jest to zużycie wody 3,5 gospodarstw domowych w Podkowie Leśnej w ujęciu statystycznym bez uwzględnienia podlewania ogrodów lub sumy podlewania 11 statystycznych podkowieńskich ogrodów w skali roku)

Dla porównania przeanalizowano jeszcze straty na parowanie z wielkością opadów z rokiem charakteryzującym się najwyższą i najniższą średniomiesięczną sumą opadów w całym okresie wrzesień 2003 do maj 2019 oraz rok rocznej sumie opadów.

Tab 5. Najniższa suma rocznych opadów

2015	42.9	11.0	33.6	31.2	39.5	20.1	70.2	<u>7.2</u>	36.3	45.1	54.8	15.7	<b>407.6</b>
------	------	------	------	------	------	------	------	------------	------	------	------	------	--------------

E <sub>x,h</sub>	[mm]	7,4	7,1	17,4	45,5	78,1	120	120,3	106,9	83	34,9	15,1	2,6
P	[mm]	42,9	11,0	33,6	31,2	39,5	20,1	70,2	7,2	36,3	45,1	54,8	15,7
E <sub>x,h</sub> - P	[mm]	0	0	0	14,3	38,6	99,9	50,10	99,7	46,7	0	0	0
	[m <sup>3</sup> ]	0	0	0	34,85	94,07	243,46	122,09	242,97	113,81	0	0	0
	[l/s]	0	0	0	0,013	0,035	0,094	0,046	0,091	0,04	0	0	0

Dla roku z najniższą sumą opadów zbiornik trzeba będzie zaopatrzyć ilością 851,24 m<sup>3</sup> wody (jest to zużycie wody 5,5 gospodarstw domowych w Podkowie Leśnej w ujęciu statystycznym bez uwzględnienia podlewania ogrodów lub sumy podlewania 18 statystycznych podkowieńskich ogrodów w skali roku)

Tab. 6 Najwyższa suma rocznych opadów

2017	<u>15.7</u>	37.2	42.3	52.2	43.9	93.4	55.0	44.1	<u>135.4</u>	89.3	52.1	43.2	<b>703.8</b>
------	-------------	------	------	------	------	------	------	------	--------------	------	------	------	--------------

E <sub>x,h</sub>	[mm]	7,4	7,1	17,4	45,5	78,1	120	120,3	106,9	83	34,9	15,1	2,6
P	[mm]	15,7	37,2	42,3	52,2	43,9	93,4	55,0	44,1	135,4	89,3	52,1	43,2
E <sub>x,h</sub> - P	[mm]	0	0	0	0	34,2	26,6	65,3	62,8	0	0	0	0
	[m <sup>3</sup> ]	0	0	0	0	75,89	59,02	144,90	139,35	0	0	0	0
	[l/s]	0	0	0	0	0,028	0,022	0,054	0,052	0,24	0	0	0

Dla roku z najwyższą sumą opadów zbiornik trzeba będzie zaopatrzyć ilością 460,35 m<sup>3</sup> wody (jest to zużycie wody 3 gospodarstw domowych w Podkowie Leśnej w ujęciu statystycznym bez uwzględnienia podlewania ogrodów lub sumy podlewania 9 statystycznych podkowieńskich ogrodów w skali roku)

## 5.4 Retencja układu wodnego

W celu sprawdzenia poprawności przyjętych rozwiązań projektowych, wykonano obliczenia hydrauliczne. Pojemność retencyjna w obrębie zbiornika i niecki terenowej wyznaczono w oparciu o dane o opadach wg. Reinholda na podstawie wzoru:

$$V_s = 2,57 \cdot 10^{-4} \cdot (A_{RED} + A_T + A_M) \cdot r_{15;1} \cdot \frac{T}{T+9} - A_M \cdot T \cdot 60 \cdot \frac{k_f}{2}$$

gdzie:

$A_{red}$  – powierzchnia efektywna zredukowana

$A_t$  – powierzchnia zbiornika [m<sup>2</sup>]

$A_m$  – powierzchnia infiltracji [m<sup>2</sup>]

$r_{15;1}$  – obl. natężenie deszczu [l/sha]

$T$  – czas trwania deszczu obliczeniowego wg. Reinholda [min]

$K_f$  – współczynnik infiltracji [m/s],

$$T = \sqrt{\frac{3,85 \cdot 10^{-5} \cdot (A_{RED} + A_M + A_S) \cdot r_{15;1}}{A_M \cdot \frac{k_f}{2}} - 9}$$

Obliczeniowe natężenie deszczu, przyjęto współczynnik Reinholda dla dużych miast o zwartej zabudowie  $r_{15;1} = 300$  l/s ha

Współczynnik infiltracji gruntów zalewowych wynosi  $k$  od  $(0,29-0,023) \cdot 10^{-3}$ , na potrzeby obliczeń przyjęto średnią wartość  $k = 0,15 \cdot 10^{-3}$

$$T_{obl} = 39 \text{ min}$$

Zatem pojemność retencyjna zbiornika

$$V_s = 132,80 \text{ m}^3$$

Zbiornik o powierzchni 2437 m<sup>2</sup> wraz z strefą filtracyjną o powierzchni 176 m<sup>2</sup> przy deszczu miarodajnym 300 l/s/ha zatrzymać będzie 132,8 m<sup>3</sup> wody co daje spiętrzenie na poziomie 5,1 cm, które jest niższe niż założone na przelewie awaryjnym oraz ograniczeniem ścieżką co potwierdza słuszność przyjętych rozwiązań projektowych

Czas wsiąkania wyniesie ok 2 godziny 48 minut.

Zdolność infiltracyjna niecki wyznaczono w oparciu o wzór empiryczny:

$$Q_s = \frac{k_f}{2} \cdot \frac{(A_{SMIN} + A_{SMAX})}{2}$$

gdzie:

$K_f$  – współczynnik infiltracji [m/s],

$A_{smin}$  – pow. dna niecki [m<sup>2</sup>]

$A_{smax}$  – pow. całkowita niecki [m<sup>2</sup>]

$$Q_s = 0,0126 \text{ m}^3/\text{s} \text{ czyli } Q_s = 12,6 \text{ l/s}$$

Co daje możliwość infiltracji na poziomie 47,5m<sup>3</sup>/h

## 6. Opis rozwiązań projektowych

Zakres przebudowy obejmuje: wykonanie przekopów i nasypów w celu ukształtowania czaszy zbiornika, uszczelnieniu czaszy zbiornika membraną EPDM, przykrycie hydroizolacji warstwą kruszywa dolomitowego, wykonanie systemu oczyszczania zbiornika opartego o technologię biofiltrów, wykonanie tarasu widokowego.

### 6.1 Roboty ziemne

Roboty ziemne w czaszy zbiornika są niezbędne do wykonania uszczelnień, korekty kształtu dna i skarp w celu ochrony strefy korzeniowej drzew oraz urozmaicenie wyglądu obiektu.

Głębokość jak i kształt niecki stawu powinny być zróżnicowane, dostosowane do potrzeb dobrego funkcjonowania stawu. Nieckę projektuje się tak, aby możliwe było wbudowanie filtrów bagiennych, a także zainstalowanie niezbędnych elementów technicznych umożliwiających cyrkulację wody w stawach. Głębokość stawu najpłytszym miejscu ok. 20-30 cm, a w najgłębszym miejscu przy odpływach dennych 2,5-3, m. Przepusty rurowe 2 x Ø1000mm należy zasypać warstwą piasku i zagęścić, miąższość warstwy 10 cm ponad wierzch rury. Geometrię czaszy zbiornika ukształtować zgodnie z rysunkiem mapy sytuacyjno-wysokościowej (rys. A-01)

#### 4.1. Konstrukcja zbiornika

Dno jak i brzegi stawu powinny być uszczelnione ze względu na utrzymanie stałego poziomu lustra wody, możliwość kontrolowanego dopływu wody o określonej jakości oraz efektywności zaprojektowanego systemu oczyszczania wody w stawie (biofiltry). Do uszczelnienia stawu wykorzystanym materiałem będzie membrana EPDM, która zapewni szczelność, długowieczność, jest nieszkodliwa dla środowiska, dodatkowo jest łatwa w realizacji, odporna na działania mechaniczne i wrastanie korzeni. Membranę należy układać na zagęszczonym podłożu na podkładzie z geowłókniny. W celu zakotwienia membrany należy na krawędzi ją wywinąć za opornik betonowy, oraz przysypać w rowku kotwiącym. Rzędna kotwienia na oporniku wynosi 102,05 Aby uniknąć obsuwania się kruszyw i odsłonięcia membrany należy wykonać skarpy o bardzo łagodnym nachyleniu tj 1:4 – 1:8 oraz na jej powierzchni ułożyć warstwę geowłókniny o gramaturze 300g g/m<sup>2</sup>. Właściwe wykonanie brzegu ma wielkie znaczenie dla stawu. Na granicy wody występują siły kapilarne powodujące „wysysanie” wody ze stawu. Żeby temu przeciwdziałać ułożenie wierzchniej warstwy geowłóknina należy zakończyć kilka centymetrów poniżej górnej krawędzi EPDM. W celu minimalizować straty wody dostarczonej z wodociągu miejskiego, zakłada się utrzymanie poziomu wody w stawie poniżej krawędzi hydroizolacji pomiędzy 101,80 -102,00 m n.p.m. Ważne jest również wzmocnienie i ustabilizowanie brzegu, by na skutek nacisku nie powstały zapadnięcia gruntu oraz nie doszło do przerwania ciągłości hydroizolacji. Membrana przykryta zostanie warstwą kruszywa dolomitowego o miąższości 20-25 cm oraz żwiru dekoracyjnego. Materiał przed wybudowaniem w zbiornik należy poddać badaniom fizyko – chemicznym w celu oznaczenia poziomu fosforanów. Jest to niezwykle ważne ze względu na efektywność funkcjonowania strefy biofiltrów W stawie zaprojektowano wykonanie strefy filtru glebowego 465 m<sup>2</sup>, strefę zadarniającą zlokalizowaną nad przepustem okularowym o pow. ok. 200 m<sup>2</sup>, hydrobotaniczną 317 m<sup>2</sup>, strefę z powierzchnią infiltracyjną 780 m<sup>2</sup>. Powierzchnie wsiąkania należy ukształtować tak aby była jak najbardziej zbliżona naturalnemu poziomowi terenu, jej głębokość nie przekraczała 30 cm, a krawędź niecki powodowała możliwie równomierny rozkład wody do wsiąkania. Powierzchnia infiltracyjna wkomponowana będzie w teren parku. W pobliżu strefy zadarniającej i filtrów bagiennych i proponuje się obsadzić ją roślinami tolerującymi okresowe zalewanie i odpornymi na susze (np. Miscanthus, Hosta, Rodgesia, Astilbe, Bergenia, Phalaris arundinacea, Salix rosmarinifolia, purpurea, itys sibirica), W części od wjazdu do parku należy obsiać ją trawą, a pozostała część wkomponować poprzez obsiew trawy i nasypy żwirowe.

#### **4.2. Zaopatrzenie stawu w wodę**

Staw zasilany będzie wodami opadowymi, wodą z sieci miejskiej oraz wodami płynącymi rowem RS-11. W przypadku braku występowania przepływu w rowie Rs11 lub niedostatecznego stanu jakości tych wód, pierwsze napełnienie stawu i późniejsze uzupełnienie strat na parowanie wody odbywać się będzie z wodociągu miejskiego, Zagwarantuje to stabilność składu chemicznego wody w zbiorniku, zachowanie jednakowych warunków środowiskowych przez cały okres wegetacji. Przewidziano wykonanie przyłącza wodociągowego z rur PE Ø50, przewód doprowadzony będzie do komory filtracyjnej, gdzie zainstalowane będą zasuwki, wodomierz oraz elektrozawór sterujący dopływem wody, w zależności od napełnienia zbiornika. Ze względu na ochronę korzeni drzew zaleca się wykonanie przyłącza przewiertem sterowanym. W zbiorniku od strony wylotu rowu Rs-11 przewiduje się wykonanie przelewu awaryjnego, o średnicy 160 mm, rzędna wlotu 102,20 m. n.p.t. Napełnienie zbiornika i uzupełnienie wodami płynącymi rowem RS-11 będzie możliwe pod warunkiem:

1. Występowania przepływu w rowie
2. Przepływ będzie powyżej przepływu nienaruszalnego tj powyżej 0,0076 m<sup>3</sup>/s
3. Wody płynące rowem nie będą zawierały zanieczyszczeń ściekami, w tym sanitarnymi

### **5. Technologia Biofiltry**

#### **5.1. Opis przebiegu filtracji.**

Projektowany zbiornik wodny o charakterze naturalnego stawu oczyszczany będzie w sposób jak najbardziej zbliżony do procesów zachodzących w naturalnym środowisku. Ze zbiornikiem wodnym zintegrowana jest strefa bagienna (uszczelniona), której zadaniem jest utrzymanie dobrej jakości wody w zbiorniku. Woda pobierana systemem skimmerów (zbieraczy powierzchniowych) oraz filtrowana mechanicznie przez substraty mineralne (BioChalix), tłoczona jest do filtracyjnej strefy bagiennej, gdzie jest uzdatniana na warstwach filtracyjnych (odpowiednio dobranych kruszyw typu BioPorif, zeolit, FerricSorb), a następnie przepływa do zbiornika wodnego. Woda w zbiorniku filtrowana będzie za pomocą procesu ekotechnicznego polegającego na wykorzystaniu złóż porośniętych roślinnością szuwarową, gdzie do oczyszczania wody wykorzystuje się proces rozkładu substancji przez mikroorganizmy glebowe pokrywające substrat filtracyjny (błona bakteryjna). Jednocześnie odpowiednio spreparowany materiał filtracyjny, chłonie fosforany. Ze względu na charakter filtra glebowo-korzeniowego w złożu zachodzi równolegle tlenowy rozkład białek, jak i beztlenowa redukcja azotanów do azotu cząsteczkowego. Proces ten pozwala na zachowanie równowagi biologicznej w zbiorniku i przeciwdziała procesowi eutrofizacji skutkującemu tzw. zakwitaniu wody. Pompy mają za zadanie wymusić obieg wody, aby zintensyfikować proces oczyszczania. Dodatkowym, istotnym czynnikiem wspomagającym oczyszczanie w okresie wczesnowiosennym są wcześniej rozwijające się rośliny podwodne w strefie hydrobotanicznej, konkurujące o związki pokarmowe.

#### **5.2. Obieg uzdatniania wody:**

Zasadniczymi źródłami zanieczyszczeń wód opadowych są: aerozole wymywane z powietrza oraz zanieczyszczenia spłukiwane z powierzchni gruntu. Ładunek zanieczyszczeń w wodach opadowych i ich stężenie zależą od intensywności deszczu, czasu jego trwania, okresu pogody bezdeszczowej poprzedzającej opad, stopnia zanieczyszczenia atmosfery, ilości terenów zielonych w okolicy, rodzaju nawierzchni terenów utwardzonych, sposobu oczyszczania nawierzchni i wielu innych czynników. Pobrana woda będzie grawitacyjnie odpływać do filtra mechanicznego w komorze, mającego za zadanie usunięcie zanieczyszczeń o większej frakcji, poprzez połączenie procesu sedymentacji i filtracji na matach filtracyjnych o porowatości 10, 20

PPI. Później woda przepływać będzie przez komory filtracyjnej o wymiennych mediach z minerałami poprawiającymi jej jakość. Kolejnym etapem będzie, przepompowanie wody na filtracyjne złożo porośnięte szuwarem, gdzie nastąpi dalsza redukcja biogenów .

### **5.3. Filtracja wody**

Do uzdatniania wody zastosowano zestaw filtracyjny składający się z:

- Mat filtracyjnych mechanicznych umieszczonych w komorach filtracyjnych.
- Filtra o złożu mineralnym z wymiennych granulatów adsorpcyjnych (BioChalix), w komorze filtracyjnej za filtrem mechanicznym;
- Filtra włókninowego zapobiegającego eliminacji planktonu.
- Filtra bagiennego w postaci złoża bagiennego obsadzonego roślinnością szuwarową (dolomit, zeolit, BioPorif, FerricSorb)
- Energooszczędnych pomp filtracyjnych Oase Living Water
- Zaworów
- Orurowania (rury ciśnieniowe i drenarskie)

### **5.4. Środki do poprawy jakości wody i korekty pH**

Zastosowana technologia zbiornika wodnego wykorzystuje do czyszczenia wody i usuwania biogenów filtr biologiczny z roślinami repozycyjnymi, zaś większe zanieczyszczenia powierzchniowe usuwane są za pomocą filtrów mechanicznych. Dodatkowo przewidziano filtry adsorpcyjne w komorze filtrującej pozwalającej na usunięcie niepożądanych składników chemicznych z wody. Skład granulatów adsorpcyjnych został dobrany na podstawie badań fizyko-chemicznych wody używanej do zasilania stawu. W nowo założonych zbiornikach często rozmnażają się glony nitkowate. Świadczą one o zawartości w wodzie przyswajalnych składników pokarmowych, ale nie dowodzą wcale jej złej, jakości. Glony te należy odławiać i odłożyć w pobliżu sadzawki na dobę umożliwiając tym samym powrót organizmów żywych żyjących pośród nich. Po ustabilizowaniu się biologii stawu występowanie glonów stanie się ograniczone, Jeżeli natomiast nadal będą się pojawiać, należy wykonać analizę wody a glony nitkowate zlikwidować przy pomocy środka o nazwie AlgoSplit. Przy podwyższonej zawartości fosforanów należy stosować pył PhosSorb lub preparat mikrobiologiczny EcoGerm Lakes,. Gdyby twardość wody spadła poniżej 5° dH, należy podnosić twardość, stosując także pył PhosSorb lub naturalny preparat PondStabil. Jednocześnie stabilizuje się wtedy pH wody, które powinno być na poziomie 6,9-9. W zbiorniku o tym typie filtracji nie można stosować dezynfekujących środków chemicznych, preparatów zawierających monolinuron, siarczan miedzi i jakichkolwiek innych substancji biocydowych.

### **5.5. Strefa roślinna**

Konieczne jest wprowadzenie do stawu odpowiedniej roślinności zarówno pod względem ilościowym jaki i doboru gatunkowego. Roślinność jest nie tylko sprzymierzeńcem do walki z glonami, ale wypełniają szereg innych ważnych funkcji takich jak: wpływają na walory przyrodnicze i estetyczne (wpływ na jakość wody), stworzenie miejsc do zasiedlania, rozrodu dla zwierząt i ptactwa.

W projektowanym stawie dużą rolę w oczyszczaniu wody będą odgrywać rośliny oraz zooplankton. W strefie hydrobotanicznej będą znajdować się rośliny wynurzone (trzcina pospolita, kosaciec żółty, tatarak, skrzyp bagieny, sit rozpierzchły, przetacznik bobowiczek, niezapominajka błotna), rośliny podwodne i pływające (osoka, moczarka, rogatek sztywny, wywłócznik, żabiściek) i rośliny o wynurzonych liściach, takie jak: grążel, lilia wodna i rdestnica. W okresie wegetacyjnym strefę tą cechować będzie dobra eliminacja fosforu, ale za to niska eliminacja bakterii (na poziomie ok. 20%). W warstwie roślin zadarniających przewiduje się turzycę, niezapominajki, przetacznik. W filtrze bagienym (strefa mineralna) obok zdolności filtracyjnych samych roślin, będzie dochodziło do efektywnej filtracji w złożu pokrytym błoną

bakteryjną (peryfyton) oraz reakcji chemicznych z komponentami złoża. Rośliny wodne utrzymają odpowiednią przepustowość hydrauliczną złoża, wywołują efekt ryzosfery i będą w stanie magazynować szereg substancji toksycznych oraz biogennych, zawartych w wodzie stawowej. Rośliny wodne będzie trzeba pielęgnować zgodnie z programem pielęgnacyjnym dla zbiornika wodnego.

Wykaz roślin wodnych:

Lilia wodna – 100 szt  
Grążel żółty – 50 szt  
Niezapominajka błotna – 50 szt  
Kosaciec żółty – 1 000 szt.  
Osoka – 200 szt.  
Manna mielec – 400 szt  
Tatarak zwyczajny – 500 szt.  
Jeżogłówka gałęziasta – 250 szt.  
Przetacznik bobowniczek 1 000 szt  
Tojeść rozestłana – 1 000 szt.

Przęstka pospolita – 200 szt.  
Żabiściek pływający – 200 szt.  
Turzyca brzegowa – 200 szt. – kłocze  
Strzałka wodna – 200 szt.  
Skrzyp bagienny – 500 szt.  
Pałka wąskolistna - 500 szt.  
Trzcina pospolita – 500 szt.  
Ocieret jeziorny – 250 szt.  
Mięta nadwodna – 250 szt.

HYDROTECHNIKA	mgr inż. <b>Sylwia Lulis</b> nr upr.: MAZ/0900/PBH/18	
HYDROTECHNIKA	mgr inż. <b>Michał Lulis</b>	

# Informacja dotycząca Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia

## PRZEBUDOWA ZBIORNIKA WODNEGO NA RZECE NIWCE (Rów RS-11) W PODKOWIE LEŚNEJ

Podkowa Leśna, ul. Lilpopa,  
pow. Grodzisk Mazowiecki, woj. mazowieckie  
dz. nr 2 obręb 7

### 1 Przedmiot inwestycji

Zaprojektowano budowę układu filtracji wody w zbiorniku. Na jego potrzeby zbudowane zostaną prefabrykowane, żelbetowe komory zagłębione w gruncie. Nad komorami zostanie wybudowany taras rekreacyjny.

Ponadto zaprojektowano wokół stawu ścieżkę o nawierzchni mineralnej ograniczonej obrzeżem wykonanym z płaskowników stalowych gr. 4 mm. Po wschodniej stronie zbiornika, przy ścieżce zaprojektowano widownię. Widownia składająca się z czterech rzędów ławek. Ławki w kształcie łagodnych łuków z nieznacznymi przewyższeniami kolejnych rzędów.

### 2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych:

- Zbiornik wodny.

### 3 Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

Na terenie przewidzianych prac budowlanych nie występują elementy mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

### 4 Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych:

Prace budowlane mogą stwarzać zagrożenie upadkiem z wysokości maksymalnie ok. 3,0 m.

### 5 Sposób prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

Robotami szczególnie niebezpiecznymi będą roboty na wysokościach.

### 6 Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie:

Należy odpowiednio zabezpieczyć całą przestrzeń wokół budowy przed możliwością dostępu osób trzecich.

Projektant architektury:

arch. **Bartosz Zdanowicz**  
nr upr.: MA/089/04