

SPOSÓB ODTWORZENIA ZBIORNIKÓW WODNYCH W OGRODZIE BOTANICZNYM UNIWERSYTETU im. M. CURIE-SKŁODOWSKIEJ

Reconstruction of gardens ponds in Botanical Garden of M. Curie-Skłodowska University

Maciej KWIATKOWSKI

Ogród Botaniczny Uniwersytetu im. Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Sławinkowska, 320-810 Lublin.

WSTĘP

Zważając, że stan skromnych zasobów wodnych w Polsce w dodatku degradowanych przez przemysł, rolnictwo i nieumiejętne gospodarowanie wodą prowadzi do nieodwracalnych zmian w przyrodzie, każda inwestycja związana z budową, bądź renaturalizacją zbiorników wodnych ma pierwszorzędne znaczenie.

W Polsce w zbiornikach wodnych można zmagazynować zaledwie ok. 5% przeciętnego rocznego odpływu. W innych krajach europejskich o podobnych warunkach hydrograficznych - 15%. Mała zasobność retencji wody prowadzi do jej deficytu dla potrzeb gospodarki i zmusza do korzystania z głębokich ujęć wód podziemnych powodując suszę hydrologiczną na wielu obszarach kraju, zaś w przypadku długotrwałych opadów atmosferycznych grozi powodzią. Tymczasem naturalna retencja sukcesywnie maleje. Przede wszystkim w wyniku postępującej degradacji lasów, szczególnie górskich, i w źródłanych partiach dorzeczy, oraz z powodu zmniejszania się obszarów nadrzecznych. Nastąpiło również znaczne ograniczenie retencji podziemnej pod wpływem intensywnej eksploatacji złóż surowców naturalnych, odwodnień budowlanych a także jednostronnych melioracji, głównie odwadniających. Przykładem tego stanu jest obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego gdzie obniżający się poziom wód powierzchniowych

zagroza istnieniu bogatych rezerwatów przyrody.

Szczególne znaczenie ze względów edukacyjnych i rekreacyjnych mają projektowane bądź renaturyzowane zbiorniki wokół aglomeracji miejskich gdzie na skutek degradacji wód podziemnych naturalne zbiorniki wyschły.

Ogród Botaniczny w Lublinie położony jest na terenie byłego uzdrowiska Sławinek przy zachodniej stronie miasta. Słynął między innymi z wysokiej jakości wód źródłanych zawierających Fe^{++} i Mg^{++} oraz uroczych stawów w dolinie rzeki Czechówki. Utracił on te walory z przyczyn wyżej wspomnianych. Źródła wyschły, woda ze stawów zniknęła, a rzeka Czechówka płynie okresowo. Od 1984r. szukano możliwości i racjonalnej technologii utworzenia zbiorników z zachowaniem roślinności w linii brzegowej (drzew, krzewów, bylin) i bez naruszenia istniejących budowli (mostków, mnichów itp.). Dopiero w 1996 roku staraniem władz UMCS i kierownictwa Ogrodu przy wydatnym wsparciu Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej znaleziono środki, właściwego projektanta i wykonawcę dla proekologicznej renowacji stawów.

W trakcie przetargu ofert rozważano różne możliwości uszczelnienia dna stawów i grobli.

TECHNOLOGIA PRAC

Wybór rozwiązania technologicznego był podyktowany walorami technicznymi materiałów bentonitowych VOLCLAY, dzięki którym udało się zagwarantować nie tylko wysoką szczelność wykładziny (izolacji), lecz również doprowadzić do realizacji robót bez jakiegokolwiek zniszczeń w zasobach przyrodniczych Ogrodu Botanicznego.

Aspekt ekonomiczny, ważny w każdym przypadku, tym razem nie był najważniejszy. Uznano bowiem, że przy bardzo szczupłych zasobach wodnych rzeki Czechówki, z okresowymi zanikami przepływu i przy głębokim deficycie wodnym zlewni z uwagi na bliskość miejskiego ujęcia wód podziemnych i utworzonego w rejonie Ogrodu leja depresyjnego sprawa szczelności zbiornika stała się pierwszorzędna. Drugim istotnym warunkiem wyboru technologii było odtworzenie stawów z zachowaniem ich walorów widokowych - stromizn i kształtu skarp linii brzegowej z zachowaniem istniejących zasobów roślinnych.

Trzecim warunkiem był oczywiście krótki czas realizacji inwestycji i mała uciążliwość dla otoczenia.

W ramach wyboru technologii, zrezygnowano zarówno z wykonania „wykładziny krzemowo - popiołowej”, której realizacja musiałaby spowodować zapylenie Ogrodu, zaś pochodzenie głównego komponentu, jakim byłyby tu popioły z Elektrociepłowni nie służyłoby generalnej zasadzie zastosowania materiałów „przyjaznych” środowisku. Odstąpiono również od pomysłu zastosowania materiałów niemieckich typu *Bentofix* głównie z powodu mniejszej zdolności uszczelniania.

Rozważana technologia z wyłożeniem dna i skarp grubą warstwą gliny, rzędu 0,8 - 1,0m., była również trudna do przyjęcia, zarówno z uwagi na daleki transport gliny ciężkiej (według trójkąta Fereta), jak również z obawy na jej niedogęszczenie do wymaganych parametrów w strefach przyległych do drzew rosnących na brzegach, w rejonie istniejących budowli: mostków, mnichów itp., a także z obaw, iż przy braku warunków na przygotowanie gliny do wbudowania o „optymalnej” dla

zagęszczenia wilgotności, wykładzina nie będzie w pełni i na całej powierzchni skuteczna. Poza tym, zwiększyłyby to wielokrotnie prace kubaturowe związane z wymianą podłoża do zalecanej głębokości wydłużając cykl inwestycji.

Ostatecznie wybrano rozwiązanie spełniające wszystkie omówione wyżej kryteria, przyjmując do realizacji propozycję zastosowania wykładziny BENTOMAT (VOLCLAY - USA), zarówno dla czaszy stawu, jak również dla cieku doprowadzającego wodę, zrealizowanego w formie atrakcyjnego krajobrazowo strumienia.

BENTOMAT jest matą uszczelniającą, przyrządzoną według najnowocześniejszych technologii amerykańskich zawierającą jako główny komponent, naturalny, od wielu lat znany bentonit sodowy, będący w istocie spoistą skalą osadową, której głównym składnikiem jest minerał ilowy - montmorillonit (70%).

Montmorillonity, powstałe w wyniku wietrzenia tufów wulkanicznych, posiadają wybitne zdolności pęcznienia. Bentonit może absorbować wodę w ilościach dziewięciokrotnie większych niż jego waga, zaś przy całkowitym nasyceniu, może zajmować objętość 12-krotnie większą, niż jego ilość w stanie powietrzno - suchym. Bentonit może być wielokrotnie uwadniany i suszony, zamrażany i rozmrażany bez straty tak wysokich zdolności pęcznienia. Powyższe cechy bentonitów mają praktyczny wymiar w zdolności bentomatu do samonaprawiania. Ewentualne przebicie wykładziny, jest w kontakcie z wodą natychmiast zasklepiane. Następuje tak zarówno przy przebicciu przez korzenie drzew, jak i przy przegryzieniu przez zwierzęta (szczury wodne, nornice itp.) Zdolność samoregeneracji zachowuje bentomat do 30 cm² wielkości pojedynczego otworu.

Bentomat jest kompozycją składającą się z dwóch warstw tkanin technicznych, w środku których jest wszyty bentonit. Wszycie to łączy się z perfekcyjnym igłowaniem, przy zastosowaniu 2,5 miliona przeszyć na 1m². Stosując bentonit gruboziarnisty oraz tkaniny o odpowiedniej szorstkości, uzyskuje się

stabilność wykładziny w strefie skarp (brak poślizgu, typowego dla folii lub różnego rodzaju geomembran). W trudnych warunkach fizjograficznych stawów widokowych Ogródu Botanicznego, gdzie występuje wiele stromych brzegów ma to istotne znaczenie zarówno w trakcie układania jak i stabilności wykładziny w ogóle. Liczne igłowania zapewniają dodatkowo, że równomierność „rozłożenia” materiału bentonitowego jest stała, zarówno w poziomie, jak i na stromych skarpach i bez względu na czasokres - zawsze : 4,88 kg/m². Dwa rodzaje geotekstyliów tworzące „bentomatę” stanowią; - wierzchnia tkanina stabilizująca matę, przejmuje naprężenia rozciągające, zaś warstwa dolna jest igłowaną włókniną, przez którą bentonit bez trudu przechwytyje wilgoć.

Stan szczelności bentomaty jest zawsze odpowiedni do stanu wilgotności gruntu w jego sąsiedztwie. Gdy w gruncie jest wilgoć lub woda, bentonit jest rozpulchniony i przez to wykładzina jest szczelna. Gdy wody w pobliżu bentomaty nie ma, wykładzina jest w stanie uśpionia i czeka na swoją dawkę wilgoci w dowolnym czasie. Grubość włókniny w warstwie dolnej jest tak dobrana, aby nie zachodziło w niej podsiąkanie pozorne, co jest szczególnie istotne w strefach połączeń mat.

Bentomat VOLCALY (USA) posiada współczynnik filtracji rzędu 5×10^9 cm/s, co odpowiada w przybliżeniu filtracji 0,8m. zagęszczonego iltu, czy też 1 m. dobrze zagęszczonej gliny. Wykładzina jest przygotowana w postaci wstęg o szerokości 4,5 m. i długości 40 m. Produkt posiada liczne atesty instytutów amerykańskich i zachodnio-europejskich, aprobatę techniczną ITB, także PZH i wysokie oceny specjalistycznych gremiów technicznych (na przykład złoty medal na targach POLEKO w 1996r.). Stosowanie go w Polsce jest w pełni dopuszczalne przepisami prawa budowlanego i przepisami w zakresie ochrony środowiska. Bentonit dzięki dużej zdolności sorbcyjnej zapewnia ochronę zbiornika wodnego w przypadku skażenia środowiska przez metale ciężkie.

Układanie bentomaty jest niezwykle proste. Do rozkładania potrzebny jest dowolny sprzęt budowlany, umożliwiający uniesienie rolki o

wadze 1,3 tony i jej obrót, powodujący rozwinięcie. W Ogrodzie Botanicznym UMCS w Lublinie zastosowano spycharkę gąsienicową, ze specjalnym podwieszonym osprzętem. Sąsiednie pasma bentomaty układano na zakład o szerokości 15cm, podsypyany granulatem bentonitowym luzem. Wymagane zabezpieczenie bentomaty realizowane jest przez przysypywanie gruntem grubości 40 - 50 cm, najlepiej natychmiast po ułożeniu. Dociążenie gruntem zapewnia szczelność w strefie zakładów i równomierne naprężenie wykładziny na całej powierzchni. Szczelność bentomaty dociążonego gruntem jest wielokrotnie większa, niż szczelność maty bez dociążenia. Wymagane przykrycie bentomaty utrzymuje wykładzinę w stałych warunkach wilgotnościowych, sprzyja utrzymaniu miejsc połączeń mat w ścisłym kontakcie (przyleganiu), zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi, a przede wszystkim wywiera nacisk na pęczniący po uwodnieniu bentonit, wpływając korzystnie na jego efektywność hydrauliczną.

Prace wykonawcze przy uszczelnianiu stawu w Ogrodzie Botanicznym UMCS w Lublinie zrealizowano w przeciągu 3,5 miesiąca, w lecie i jesieni 1996r. Uszczelniono 1,0 ha zbiornika wodnego i dodatkowo 320 m ciekłu alimenującego staw w wodę - kaskadowo ułożonego strumienia. Wykonano kompletne prace ziemne - wstępne zdjęcie mas ziemnych, następnie wyłożenie wykładziny bentonitowej oraz obciążenie wykładziny ziemią. W trakcie robót nie uszkodzono ani jednego drzewa, prace wykonano bez jakichkolwiek ograniczeń dla gości Ogródu, zaś efekt w postaci napełnionego akwenu uzyskano natychmiast po zakończeniu robót. Dotychczas, woda z rzeki Czechówki, o ile dostała się do czaszy stawu, bardzo szybko, zauważalnie nawet w sposób „burzliwy”, infiltrowała w podłoże i poprzez groble.

Zrealizowano uszczelnienie bentonitowe, zrekonstruowano budowle wlotowe, wylotowe, także „widokowy” - łukowy mostek w przewężeniu linii brzegowej, zagospodarowano skarpy ziemne poprzez obsiewy mieszkankami traw. Po zakończeniu prac nie można było zauważyć, że obiekt został poddany tak gruntownemu re-

montowi. Obecnie, po roku, staw jest porośnięty na brzegach roślinnością i sukcesywnie zagospodarowywany.

Kaskada doprowadzająca wodę posiada liczne zakola, kilkanaście progów, jest zabezpieczona materiałem kamiennym, również właściwym dla obszaru Ogrodu Botanicznego położonego na krawędzi wysoczyzny. Co jest istotne, „kaskada” - po wyłożeniu bentomatą, jest również szczelna i stabilna pod względem hydrotechnicznym.

Efektem robót w Ogrodzie Botanicznym, z zastosowaniem BENTOMATY (VOLCALY - USA) jest przede wszystkim odtworzenie zbiornika wodnego w warunkach ekstremalnego deficytu wody powierzchniowej w rzekach przepływających przez miasto Lublin. Zaletą przyjętego rozwiązania jest również zabezpieczenie zasobów przyrodniczych przed zniszczeniem, nieuniknionym w przypadku zastosowania innej technologii robót.

Całość robót wykonano w kosztach porównywalnych z kosztami innych technologii, jakie były proponowane lecz odrzucone w trakcie analizy walorów i wad różnych sposobów uszczelnienia, omówionej wcześniej.

Dyrekcja Ogrodu Botanicznego UMCS w Lublinie jest przekonana, że przy renowacji stawu zastosowano optymalne rozwiązania techniczne, dbając o środowisko przyrodnicze, zarówno przy projektowaniu, jak i przy wykonawstwie robót.

SUMMARY

The condition of water resources in Poland and their incompetent use have resulted in drying out natural water reservoirs. This situation applies to Botanical gardens in Lublin, the area formerly famous for its curative water supplies. Since 1984 a way of reconstructing natural ponds has been sought. The conditions under which sealing technology was implemented were:

- the use of natural/ecological materials
- keeping the existing floral resources and escarpments and banks of the ponds untouched
- quick implementation term

The above criteria have been fulfilled by using BENTOMAT (VOLCLAY - USA). Bentomat consists of two layers of technical liners inside of

which bentonite is inserted (4.88 kg/m^2). The surface layer stabilises the matrix and the lower porous layer facilitates adhesion to the ground and absorption of water into bentomat.

Sodium bentonite is compact sedimentary rock consisting of 70% montmorillonite. Bentonite is capable of absorbing water 9 times its own weight and 12 times own capacity. As a mineral it does not lose the ability to swell in changing conditions. These properties guarantee the ability of bentomat to complement the void spaces. Bentomat is capable of self-repairing even if the void is 30 cm^2 big. The bentomat VOLCLAY filtering rate equals $5 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ and is approximate to the filtration of 8.0 m of well condensed loam of 1.0 m of well condensed clay. The product boasts various certificates and the approval of Building Technology Institute (ITB) and Foreign Trade Enterprise (PHZ) as well as high technical notes. Owing to its ability to absorb heavy metals bentomat ensures protection of any water reservoir.

The process of lying bentomat in Botanical garden went very smoothly. Soil was pushed away by bulldozers forming a heap. Due to this the reservoir was deepened and widened by 30-50 cm. Then the bentomat belts ($4.5 \text{ m} \times 40 \text{ m}$) were spread on the levelled surface. These panels were spread out from the reel by a tractor. The folds between the belts were covered by loose bentonite. Next the soil from the heap was spread on the bentomat forming 40-50 cm deep soil layer. Pressing bentomat with soil ensured tightness in the folds region and equalled tenseness on the whole surface. Furthermore, it burned swelling bentonite and protected bentomat from mechanical damage.

The works on sealing the pond in Botanical Gardens lasted for 3.5 months during the autumn of 1996. 1.0 ha of the pond was selected and 320 m of cascade providing the pond with water was created using this method. There is an unlimited duration guarantee for the durability of the materials.

LITERATURA

Cichy W., 1994 Nowe spojrzenie na uszczelnienie dna komunalnych składowisk odpadów. Ekoproblemy 3

Szymański K., Sidelko R., 1993 Sorbcja metali ciężkich w warunkach kontaktu z bentonitem. Gospodarka wodna 6

TR300 - Porównanie skuteczności różnych uszczelnień dla wylewisk (zbiorników), w opracowaniu tym porównano szczelność

wykładzin z ilu (gliny, bentomatu i geomembran).

TR310 - Opis skuteczności uszczelnienia bentonitem wobec oddziaływania roślinności na to uszczelnienie.

TR407- Bentonat, podsumowanie testów na przesączanie.