



NATURALNA ESTETYKA ZBIORNIKÓW RETENCYJNYCH DESZCZÓWKI

STRESZCZENIE

Zmniejszonej retencji szczelnych dróg i innych powierzchni powinno towarzyszyć odtwarzanie jej w sposób naturalny poprzez kształtowanie łagodnych skarp otoczenia drogi i poprzez budowę przydrożnych zbiorników retencyjnych. Wybudowane w Polsce zbiorniki cechuje estetyka „betonu i stali”, która nie stanowi dobrego przejścia pomiędzy budowlą drogową a pobliską przyrodą. Zastosowanie wzorów z przyrody pozwala włączyć zbiornik do lokalnego środowiska. Dla uniknięcia konieczności ogrodzenia zbiornika potrzebne jest wyłagodzenie skarp jego brzegów oraz wyprowadzenie regulacji dopływu i odpływu poza jego zbiornika. Takie wyłagodzenie jest sprzyjające dla rozprzestrzenienia się roślinności wodnej i nadbrzeżnej, a także jest łatwe do realizacji przy zastosowaniu geomembrany umieszczonej pod balastem gruntowym. Podano źródła literatury pozwalające na projektowanie zbliżonych do natury zbiorników i zastosowanie odpowiedniej szaty roślinnej.

NATURAL AESTHETIC OF RAINWATER RETENTION RESERVOIRS

SUMMARY

Reduced rainwater retention of impermeable roads and other surfaces should be accompanied by restoration of water retention in natural way by designing flat slopes of road surroundings, or by construction of roadside reservoirs for water retention. Such reservoirs constructed in Poland show aesthetics of “steel & concrete”, which is not a proper transition between the road structure and nature nearby. Adopting nature examples enables connection of reservoir with the local environment. To avoid necessity of reservoir fencing, flattening slopes and moving of flow control regulators to outside of the reservoir is needed. Such flattening enables proliferation of plant life and it is easy to accomplish using geo-membrane under soil ballast. References supplied enable one to design reservoirs similar to natural and to select appropriate plant cover.

1. Retencja wód

Celowym jest zachowanie jak największej retencji wód opadowych dla ich wykorzystania w postaci zasilania wód gruntowych, równomiernego zasilania wód płynących, oraz zmniejszania negatywnego wpływu gwałtownych opadów lub roztopów. Szczelne nawierzchnie drogowe uniemożliwiają przenikanie wód w głąb gruntu przyczyniając się w ten sposób wraz z innymi szczelnymi powierzchniami (np. urządzeń melioracyjnych czy dachów) do zmniejszania retencji zlewni. W znaczącym zakresie budownictwo drogowe wzdłuż rzek i potoków powoduje likwidację naturalnych zbiorników retencyjnych i terenów podmokłych związanych z naturalnym przebiegiem cieków, a więc: starorzeczy, rozczłonkowanych koryt rzecznych, bagien i lasów łągowych. Jeśli w związku z budową drogi koryto rzeki lub potoku musi zostać uregulowane, to na długi okres czasu utraci ono tak zwaną retencję korytową, polegającą na specyficznym układzie głębocek i bystrzy skorelowanym z meandrowaniem cieków, oraz najprawdopodobniej utraci także możliwość wymiany wód z wodami gruntowymi teras zalewowych. Pomimo intencjonalnie pozytywnych działań w szerokim zakresie

¹ Mgr inż., Biuro Inżynierii Lądowej „KONSONANS”, 40-695 Katowice, ul. Traktorzystów 6/2, dorgat@interia.pl

² Mgr inż., JOT Doradztwo Inwestycyjno – Budowlane, 31-214 Kraków, ul. Mackiewiczza 25/1, jot.myslenice@interia.pl

zwiększających retencję, na przykład zalesiania wielkoobszarowego czy budownictwa wodnego, efektem niefrasobliwego kształtowania odwodnienia dróg (publicznych oraz prywatnych, np. leśnych czy rolnych) i związanej z budownictwem drogowym regulacją wód płynących, może być znaczne zmniejszenie retencji na dużych obszarach i w ten sposób przyczynianie się do zwiększenia wielkości wezbrań w rzekach i potokach

W konsekwencji szczelnego zabudowania powierzchni terenu wody opadowe gromadzą się na drodze swego przepływu wzdłuż linii spadku. Zalecane jest stosowanie rozwiązań, które nie dopuszczają zebrania się większych ilości wody w urządzeniach odwadniających, gdyż powoduje to dalsze przyspieszenie odpływu, a więc zmniejszenie retencji. Rzadziej spotykane rozwiązania stosowane w Polsce, częściej za granicą zmniejszające głębokość przepływu, a tym samym prędkość odpływu to stosowanie szerokich, płaskich, trawiastych muld terenowych lub zgoła brak rowów wraz ze stosowaniem łagodnych skarp nasypu (fot. 1 i 2). Można także stosować w miejsce rowów - sączki wgłębne, które dopływającą z nawierzchni wodę wprowadzają w głąb ziemi. Poza znakomitym efektem retencji, rozwiązania te są ponadto bardziej ekonomiczne oraz bezpieczniejsze dla ruchu od rozwiązań z rowami i ze skarpami o dużym nachyleniu. Ponadto nie wymagają one stosowania przepustów pod zjazdami do gospodarstw i pól. Do zwiększenia retencji urządzeń drogowych przyczynia się też stosowanie nawierzchni częściowo przepuszczalnych na przykład na placach postojowych.



1. Droga lokalna w Bawarii (bez rowów)

W przekrojach miejskich i w rozwiązaniach odwodnień dla intensywnego ruchu, w których wody opadowe zmieniają się w ścieki poprzez ich kumulację w kanalizacji deszczowej następuje dalsze niekorzystne przyspieszenie odpływu, które może być rekompensowane poprzez retencjonowanie wody w specjalnych zbiornikach. Zbiorniki takie w sposób skuteczny mogą opóźnić odpływ wód do cieków naturalnych lub w głąb ziemi. Jeśli ich lokalizacja jest poza urządzeniami oczyszczającymi wodę do stopnia pozwalającego na

ich infiltrację do wód gruntowych, to korzystniejsze są zbiorniki infiltracyjno-retencyjne. Coraz częstsza konieczność budowania takich przydrożnych zbiorników retencyjnych i infiltracyjno-retencyjnych skłania do poszukiwania rozwiązań odpowiadających zarówno potrzebom eksploatacyjnym jak i kryteriom estetycznym w dopasowaniu do otoczenia drogi.



2. Droga lokalna w dolinie Wieprza bez rowów

2. Estetyka betonu i stali

Obserwując wykonane zbiorniki retencyjne mamy wrażenie, że projektanci zafascynowani są estetyką betonu i stali. Wzory zaczerpnięte najprawdopodobniej z katalogów warszawskiego Hydroprojektu charakteryzują się niedostępnością dla ludzi i zwierząt nie tylko dlatego, że są ogrodzone siatką stalową, ale przede wszystkim dlatego, że woda jest otoczona niebezpiecznie stromymi betonowymi skarpami. W tych rozwiązaniach obecność roślin w szczelinach betonu i ptaków pływających na wodzie jest nieprzewidziane i niepożądane. Oglądane z drogi na tle lasu, łąk i pól rażą geometrycznym kształtem, a wyraziste urządzenia odpływowe i wyeksponowane ściany separatorów nawiązują raczej do kształtu technicznych urządzeń drogowych niż do sąsiadujących z drogą terenów (fot 3, 4, 5).

Kiedy stosowane są inne niż beton powierzchnie zbiorników, efekty zdają się być mierne i nietrwale. Okazuje się, że nawet stosowanie geomembran nieodmiennie kończy się ich obetonowaniem, a zamiar obsiania skarp kojarzy się projektantom z ich uprzednim wyłożeniem odpowiednimi elementami betonowymi (ażurowymi, a jakże...). Zastosowanie kamienia – to zwykle kamień łamany, najczęściej dodatkowo odrutowany, co przedstawia się jako większe zbliżenie do natury niż sztuczny kamień w postaci betonu.



3. Zbiornik retencyjny ogrodzony siatką i z betonowymi skarpami na tle lasów i pól



4. Zbiornik z wyeksponowanym separatorem



5. Uszkodzony zbiornik retencyjny z wyekspozowaną folią, zdewastowane ogrodzenie i rozkradzione elementy betonowe drobnowymiarowe

3. Wzory z natury

W naturze rolę powierzchniowych zbiorników retencyjnych pełnią stawy, jeziora, tereny podmokłe, a wzdłuż dolin rzecznych starorzecza. Wszystkie te formy terenowe posiadają charakterystyczną roślinność ją otaczającą i wypełniającą, a ich naturalność polega oprócz tego także na ich odpowiednim zasiedleniu przez właściwe dla środowiska wodnego zwierzęta bezkręgowce i kręgowce (fot. 6). Podziemne warstwy wodonośne zasilane są również z zapadlisk i lejów krasowych, w których woda nie zbiera się na dłuższy czas, toteż roślinność z nimi związana nie należy do zbiorowisk nadwodnych (fot. 7). Obserwując te przykłady można zauważyć podstawowe różnice pomiędzy nimi a zbiornikami realizowanymi w zgodzie z estetyką „betonu i stali”. Są to:

- dostępność dla ludzi i zwierząt, polegająca między innymi na łagodnym ukształtowaniu zarówno skarp nabrzeży jak i stoku podwodnego, a w przypadku stromego ukształtowania brzegu – czytelnej drogi dojścia do wody (wodopoju),
- utrzymanie właściwej dla środowiska wodnego flory i fauny, pomimo różnic poziomu i zasięgu powierzchni lustra wody przy stałej obecności wody i podmokłego terenu – oprócz lejów krasowych i zbiorników szybko wysychających,
- zróżnicowany materiał podłoża gruntowego strefy nadbrzeżnej, ziemnowodnej i podwodnej, stanowiący podstawę do zasiedlenia charakterystycznej roślinności w odpowiednich strefach, ukształtowany w nachyleniach nie przekraczających kąta naturalnego stoku,
- powiązanie stref roślinnych okalających zbiornik naturalny z roślinnością innych podobnych miejsc w okolicy,
- brak urządzeń technicznych takich jak ogrodzenia, urządzenia spustowe i przelewowe, place postojowe, rozdzielnie energetyczne czy tym podobne,

- zróżnicowany kształt, gdzie różnorodność i zmienność głębokości wody idzie w parze ze zróżnicowaniem stref roślinnych i możliwością zasiedlenia przez zwierzęta lądowe i wodne.



6. Naturalny odbiornik wód deszczowych z drogi lokalnej na Lubelszczyźnie (starorzecze Wieprza)



7. Lej krasowy na pustyni (Wadi Sirat w Dzebel Al Akhdar, północna Libia)

Poszukiwania wzorów budowli podobnych do naturalnych zbiorników wodnych skłaniają do wykorzystania doświadczeń budownictwa stawowego. Oprócz jednak literatury historycznej, która opisuje takie budowle, obecne kierunki intensywnej gospodarki rybackiej opierają się raczej na budowie basenów z dużą wymianą wody i z urządzeniami do jej natleniania, niż na odpowiednim dostosowaniu ziemnych stawów do naturalnej roli zróżnicowanego siedliska roślin i zwierząt. Wyjątkiem są magazyny tarlaków ryb pochodzących z odłowów w naturze i przetrzymywanych w celach utrzymania bioróżnorodności (fot. 8). Stosuje się wtedy naturalny materiał dna i brzegów (dla pstrągów: żwir, otoczaki i głazy na podkładzie z geowłókniny na geomembranie) dla zasiedlenia roślin podwodnych i nadbrzeżnych charakterystycznych dla środowiska magazynowanych ryb. Jednak i tu skarpy brzegów i stoki podwodne są kształtowane raczej stromo w stosunku do występujących w naturze, dla uzyskania odpowiednio dużej powierzchni nadającej się do hodowli.

Znaczącą pomoc w doborze zbliżonych do natury rozwiązań konstrukcyjnych brzegów zabezpieczonych przed erozją, otoczenia roślinnego zbiorników wodnych oraz roślin ziemnowodnych i podwodnych mogą stanowić podane źródła literaturowe związane z renaturyzacją rzek nizinnych i górskich (patrz spis literatury). Ponadto, dobre rozeznanie w kierunkach poszukiwań roślin wodnych odpowiednich do nasadzeń poszczególnych rejonów wód można uzyskać z opracowania „Przewodnik: fauna i flora wód śródlądowych”, gdzie opisano poszczególne zespoły roślin.



8. Budowa stawu rybnego: betonowanie fundamentu pod mur oporowy, widoczny balast żwirowy na dnie i z głazów na skarpie (dla obciążenia geomembrany osłoniętej geowłókniną)

4. Realizacje zbliżonych do natury zbiorników retencyjnych

Wykonane realizacje zbiorników retencyjnych i retencyjno-infiltracyjnych wskazują, że można nawiązując do otaczającej przyrody wykreować podobne do niej fragmenty służące naprawieniu szkód, jakie budownictwo drogowe wprowadza w obieg wody w przyrodzie (fot. 9, 10, 12). Na poprzedniej konferencji przytaczano potrzebę takiego działania, a opracowanie

IBDM z roku 1999 przytacza wiele przykładów możliwych zastosowań. Rozwiązania te najczęściej nie wymagają wielkich nakładów eksploatacyjnych, a dostęp do zbiornika i jego dna dla wykonania prac utrzymaniowych sprzętem zmechanizowanym to zazwyczaj wszystko, co jest potrzebne dla zapewnienia jego trwałej używalności.

Funkcjonalnie najłatwiejsze w obsłudze są te zbiorniki, które:

- posiadają zagłębioną w gruncie zewnętrzną komorę operacyjną, w której odbywa się zarówno nawadnianie jak i odwadnianie zbiornika poprzez system rur doprowadzających i odprowadzających wodę ze zbiornika, możliwą do zamknięcia, co eliminuje konieczność ogrodzenia licznych urządzeń regulacyjnych,
- mają około 1/3 powierzchni w sposób stały zawsze zalaną, ale woda może być odpompowana podczas zabiegów utrzymaniowych pompami zanurzeniowymi bez zagrożenia wyniesienia szczelnego dna zbiornika parciem wód gruntowych (wyniesienie ponad poziom wód gruntowych, zapewnienie balastu odpowiedniej grubości do parcia hydrostatycznego lub zaworu bezpieczeństwa w najniższym punkcie dna),

W zbiornikach o ciągłym zalewie, z roślinnością podwodną i nadbrzeżną warto dla ochrony przed plagą komarów zapewnić obecność owadożernych ryb. Jakość wody w przydrożnych zbiornikach retencyjnych jest wystarczająca dla karasi i linów, które będąc gatunkami rodzimymi (nie wymagającymi zezwolenia Ministra Środowiska na wprowadzanie do wód) mogą bytować w zbiornikach z niewielką ilością rozpuszczonego tlenu. Dla przetrwania ryb konieczne jest zapewnienie odpowiedniej głębokości stałego zalewu, około półtora metra w najgłębszym miejscu. W rozległych zbiornikach wypada dla kontroli liczebności karpiołubnych obsadzić także szczupaki lub sumy. Narybek wymienionych ryb jest powszechnie dostępny na rynku.



9. Zbiornik retencyjno-infiltracyjny przy autostradzie Monachium – Salzburg



10. Rów przydrożny prowadzący do zbiornika retencyjnego przy autostradzie w Bawarii

W gruntach przepuszczalnych część zbiornika infiltrującego musi być uszczelniona dla utrzymania tam stałego zalewu zabezpieczającego ciągłość bytowania organizmów związanych z wodą.

5. Parametry geometryczne zbiorników częściowo lub całkowicie wykonywanych z geomembrany

Geomembrana PEHD o grubości 1,5 do 2,5 mm stanowi tworzywo szczelne i możliwe do układania na powierzchniach o dowolnych kształtach, na przykład owalnych lub złożonych, dostosowanych do kształtu działki. Jest łatwa w obróbce (przycinanie i spawanie) i z łatwością można dokonywać jej połączeń z elementami kanalizacyjnymi PE, a po dospawaniu listwy kotwiącej na krawędzi można ją wbetonować do elementów kotwiących. Jedynym warunkiem dla podłoża jest to, by było gładkie (bez ostrych krawędzi mogących przedziurawić membranę), najlepiej wyrównane piaskiem lub geowłókniną odporną na przebicie. Jeśli w trakcie eksploatacji będzie konieczne osuszenie szczelnego zbiornika poniżej zwierciadła wód gruntowych, to przepuszczalna podsypka piaskowa pod geomembraną pozwala na obniżenie wód gruntowych poprzez odpompowywanie piezometrów rozmieszczonych wokół zbiornika. Dla zbiorników infiltracyjnych, w których najgłębsza część zbiornika nie jest uszczelniona, warunek wodoprzepuszczalności podłoża nie jest konieczny.

Geomembrana powinna być osłonięta przed możliwym przypadkowym przebiciem. Osłona ta jednocześnie stanowi balast, który stabilizuje położenie geomembrany. Jako balast można stosować różne grunty lub kruszywa, lecz w bezpośrednim sąsiedztwie geomembrany powinno się stosować grunty ziarniste naturalne, o zaokrąglonych ziarnach (naturalne piaski

pospólki i żwiru) w warstwie o grubości nie mniejszej niż 20 cm. Pod grunty zawierające ziarna o ostrych krawędziach lepiej zastosować grubą włókninę filtracyjną, odporną na przebicie. Ułożenie geomembrany na spadku mniejszym od kąta jej tarcia wewnętrznego (ok. 25° dla teksturowanych i ok. 20° dla gładkich) zabezpiecza ją od zsuwania się po podłożu. Spadek skarpy zastosowanego balastu powinien być odpowiedni do kąta tarcia wewnętrznego zastosowanego materiału. Wynika z tego potrzeba kształtowania łagodnych skarp zbiornika, co może stać w sprzeczności z ograniczeniami terenowymi dla zbiorników o znaczącej pojemności. Łagodne skarpy (1:2 i łagodniejsze) zapewniają możliwość rozwoju roślin i łatwiejszy dostęp do lustra wody, a więc są pożądane z punktu widzenia naturalności obiektu. Łagodne skarpy są konieczne także ze względu na stosowane podłoża dla roślin nadbrzeżnych i podwodnych. Na przykład warstwa piasku w strefie falowania powinna mieć nachylenia nie mniejsze niż 1:5, a w strefie stale podwodnej 1:3. Warstwa pospólki lub żwiru naturalnego zachowuje się doskonale na dnie zbiornika, ale na skarpach może być układana najwyżej do nachylenia 1:2,5. Jeśli jednak ograniczenia terenowe muszą być brane pod uwagę, to warto rozważyć kształtowanie skarp lub suchych murów z naturalnego bruku, w nachyleniach 1:2 i 5:1 (patrz fot. 8). Jest także możliwa kombinacja skarp łagodniejszych i ostrzejszych w celu wytworzenia podwodnych półek do obsadzenia odpowiednią roślinnością. Elementy schowane stale pod wodą mogą być wykonane z betonu, natomiast wystające nawet okresowo ponad powierzchnię wody powinny być wykonywane z materiałów naturalnych, ewentualnie z układanego kamienia naturalnego lub łamanego.

Kształtowanie zbiornika w geomembranie skłania do „wyprowadzenia” wszystkich wlotów i wylotów poza jego obręb do komory kontrolnej (fot. 11), w której regulować można większość operacji w zbiorniku. Komora taka zbudowana jako konstrukcja podziemna nie stanowi naruszenia zasady naturalności zbiornika, gdyż praktycznie jest niewidoczna z drogi.

Dla roślinności wodnej istotne jest odpowiednie podłoże, które powinno być piaszczysto-gliniaste lub żwirowe. Ze względu na potrzebę ewentualnego okresowego czyszczenia zbiorników najwłaściwsze byłoby podłoże żwirowe, łatwe do wypłukania przyrządami do mycia ciśnieniowego. Pospólki, gliny i piaski mogą być stosowane w miejscach nie wymagających czyszczenia, na przykład na skarpach zbiornika lub na wyznaczonych podwodnych półkach. Sadzenie roślinności wodnej czy bagiennej nie jest potrzebne, o ile w okolicy znajdują się inne zarośnięte zbiorniki wodne. Roślinność wodna sukcesywnie będzie opanowywać zbiornik, stanowiąc podstawę do zasiedlenia przez ryby i ptaki wodne. Z dala od zbiorników wodnych warto zasadzić nieliczne sadzonki pionierskich roślin należących do charakterystycznych dla okolicy szuwarów (np. jeżogłówkę gałęzistą, oczeret jeziorny, mannę mielec) unikając inwazyjnych trzcin pospolitych i pałki wąskolistnej. Podobnie w toni wodnej warto zasadzić wtedy wywłóczniki i włosieniczniki dla opóźnienia zarastania wody monokulturą moczarki kanadyjskiej czy rdestnicy kędzierzawej. W osadnikach przy autostradzie w Bawarii występuje gatunek u nas prawnie chroniony (osoka aloesowata), czyli znajduje tam lepsze warunki w przydrożnej młacie niż u nas w jeziorach i stawach...

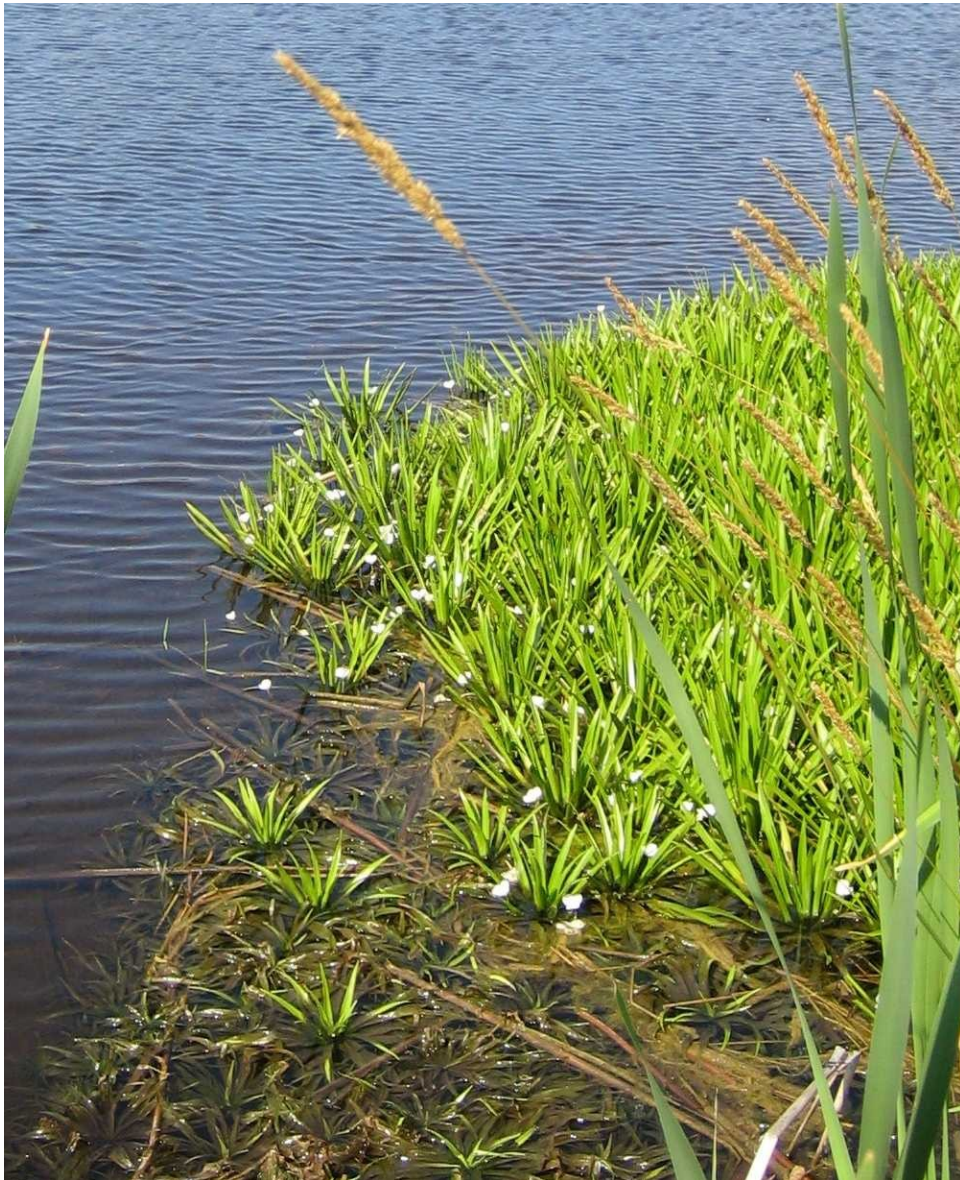
WNIOSKI

1. Jeśli szkoda dla środowiska polegająca na zmniejszeniu retencji obszarowej ma być rekompensowana środkami przyjaznymi dla środowiska, to budowa przydrożnych zbiorników retencyjnych nie może polegać na dodatkowym zajęciu terenu pod budowlę niebezpieczne dla ludzi i zwierząt i nieprzydatne dla odtworzenia szaty roślinnej.
2. Dla ułatwienia zasiedlenia przez lokalną florę i faunę konieczne jest:
 - łagodne nachylenie skarp i stoków (łagodniejsze niż 1:2),
 - odpowiednie podłoże gruntowe dla roślin,

- stały zalew wody, odpowiednio rozległy i głęboki.
3. Dla uniknięcia konieczności wyłączenia zbiorników z naturalnego (zwykłego) użytkowania należy całość operacji dotyczących obsługi zbiornika zlokalizować poza jego obszarem, w zamkniętej komorze kontrolnej.
 4. Naturalne rozwiązania pozwalają uniknąć wysokich kosztów budowy i utrzymania związanych z budową ogrodzonych betonowych zbiorników.



11. Przelew awaryjny ze zbiornika retencyjnego zespolony z komorą operacyjną, zaledwie widoczne przy naturalnie wyglądającym zbiorniku w km 82+400 autostrady Monachium – Salzburg



12. Osoka aloesowata (roślina prawnie chroniona w Polsce), pałka wąskolistna i mozga trzcinowata w strefie brzegowej zbiornika przy autostradzie w Bawarii

LITARATURA

- Hydroprojekt, 1983: Zbiór projektów typowych budowli regulacyjnych rzek i potoków górskich.
- Żelazo J., Popek Z. 2002: Podstawy renaturyzacji rzek. SGGW Warszawa.
- Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J. 2005: Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich. RZGW-Kraków.
- Engelhardt W., Jurging P., Pfadenhauer J., Rehfeld K. 1998: Przewodnik flora i fauna wód śródlądowych. Multico.
- GDDP 1999: Zasady ochrony środowiska w drogownictwie, tom IV, dz.11. IBDM Warszawa