

ZBIORNIKI DLA WÓD DRENARSKICH

WATER RESERVOIRS FOR DRAINAGE WATERS

Andrzej Wanke

Katedra Kształtowania Środowiska i Melioracji

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska

SGGW w Warszawie

Wstęp

Zasoby wód Polski, określane jako średnie opadów z wielolecia, wynoszą około 200 km³ z czego odpływ wynosi około 60 km³ (GUS 1997). Zawiera się w nim woda z drenowań rolniczych, które można oszacować na około 3 km³ co stanowi 5% odpływu ogólnego.

Przy ciągle rosnącym deficycie wodnym Polski zatrzymanie tych wód w krajobrazie umożliwiłoby istotne łagodzenie tego deficytu.

Gromadzenie wód w zbiornikach eliminowałoby biogeny, przywracało zasilanie zasobów wód podziemnych, stanowiło rezerwę wody do nawodnień i pełniło istotną rolę w kształtowaniu lokalnych mikroklimatów oraz szereg funkcji społecznych jakie związane są z otwartym lustrem wody.

Rodzaje, typy i usytuowanie zbiorników

Naturalnymi zbiornikami dla wód drenarskich mogą być oczka wodne występujące często na terenach polodowcowych w obniżeniach terenowych (Kosturkiewicz, Szafranski 1988).

Można wyróżnić ich cztery typy:

- źródłowe, bez rowu dopływowego i odpływowego,
- dopływowe, zasilane głównie spływami powierzchniowymi,
- dopływowe, stanowiące początek rowu odpływowego,
- przepływowe.

Drugim rodzajem są zbiorniki sztuczne:

- śródpolne, sytuowane na trasach rowów odpływowych drenarskich w sprzyjających ukształtowaniach terenowych,
- wąwozowe.

Zbiorniki naturalne jak i sztuczne można podzielić na rozległe i płytkie oraz głębokie, przy piętrzeniu wyższym od 2 m o niedużej powierzchni lustra wody do 1

ha. Rozróżnienie to warunkuje przyjęcie rodzaju zabudowy biologicznej i warunków eksploatacji.

Wszystkie typy i rodzaje zbiorników, w zależności od objętości dopływających wód drenarskich, można ocenić jako spełnione lub nie. Spełnione to takie, których pojemności eksploatacyjne równoważą się lub będą większe od objętości wód drenarskich. Nie spełnione natomiast gdy nie pomieszczą wszystkich wód drenarskich a ich część nadal będzie odpływać poza obiekt.

Objętość wód drenarskich

Odplywy z sieci drenarskich następują gdy gleba nad sączkami jest nasycona wodą powyżej wilgotności pojemności polowej, czyli w porach glebowych pojawia się woda wolna. Dotyczy to w większości okresu zimowo-wiosennego. Średnie wieloletnie wielkości odpływów oraz okresy ich występowania identyfikowane są w wyniku prowadzenia wieloletnich obserwacji terenowych. Z uwagi jednak na brak takiego systemu monitoringu Kosturkiewicz i Szafranski (1998) proponują określać wskaźnik odpływów jako 50% sumy opadów półrocza zimowego (XI-IV). Tak określane wielkości zawierają się przeważnie w przedziale 90-110 mm będąc o 5-10% zawyżone dla terenów pasa środkowego Polski i o tyleż zaniżone dla części północnej i południowej. Nie umniejsza to jednak znaczenia tej metody, która w sposób prosty i wystarczająco dokładny pozwala na ocenę ilości wody odprowadzanej przez drenowania.

Straty wody ze zbiorników na parowanie i przesiąki gruntowe

W półroczu letnim (V-X) parowanie przewyższa opady a różnica sprawia, że przy braku dopływów, wody w zbiornikach ubywa. Obniżanie się poziomu wody w zbiorniku z tego powodu, w poszczególnych miesiącach lub w całym półroczu letnim, można oszacować przyjmując średnie wielkości parowania z wolnej powierzchni wody (IMGW 1973), pomniejszając je o średnie opady.

Określenie wielkości strat na przesiąki jest trudniejsze gdyż zależy ono od wyczerpywania się zasobów wód gruntowych w otoczeniu zbiornika, wielkości filtracji oraz napełnienia zbiornika. Można je określić np. z zależności podanych przez Ostromeckiego (1969):

$$q = e \cdot l \quad (1)$$

$$l^2 = \frac{k \left[(D + H)^2 - h^2 \right]}{e} \quad (2)$$

gdzie:

q - przesiąki gruntowe na 1mb brzegu zbiornika [m²/d],

e - średnia intensywność rozchodów na parowanie z powierzchni wody gruntowej [m/d], (w przybliżeniu można przyjąć wartość dobowego parowania z wolnej powierzchni wody),

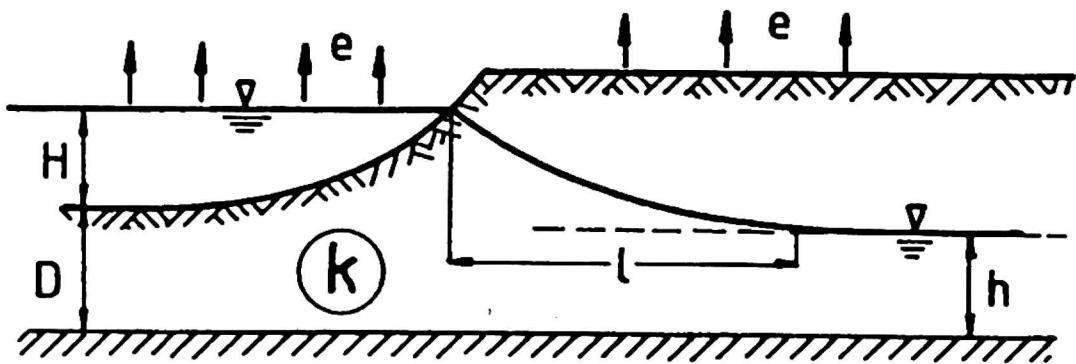
l - zasięg krzywej depresji [m], jak na rys. 1.,

k - współczynnik filtracji gruntu w dnie zbiornika [m/d],

D - głębokość do warstwy nieprzepuszczalnej pod dnem zbiornika [m],

H - głębokość wody w zbiorniku [m],

h - głębokość do warstwy nieprzepuszczalnej od poziomu wody gruntowej [m].



Rys. 1. Schemat hydrauliczny do określania strat na przesiąki gruntowe ze zbiornika. *Hydraulic scheme for determination of seepage flow from reservoir.*

Straty na przesiąki gruntowe na groblowanych brzegach zbiornika należy rozpatrywać w zależności od tego czy są posadowione na podłożu nieprzepuszczalnym (rys.2.) czy przepuszczalnym (rys.3.). Określenie ich wielkości w przypadku podłoża nieprzepuszczalnego można uzyskać przy pomocy równania (Szymański 1987):

$$q_z = k_z \cdot \frac{H^2}{2L} \quad (3)$$

gdzie:

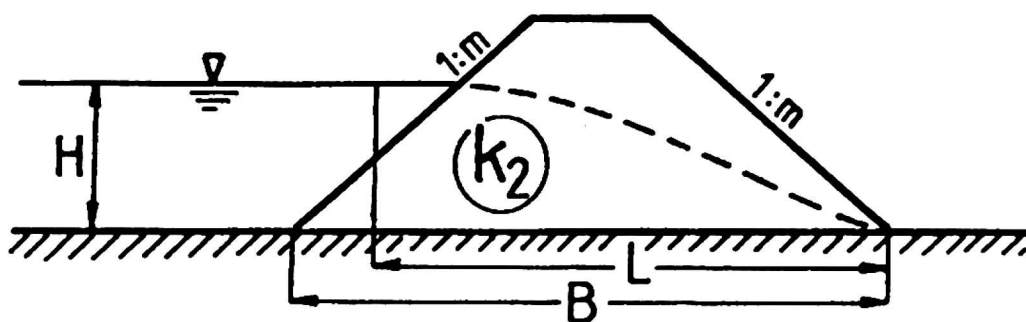
L - $(B-0,5 \cdot m)$ szerokość zastępcza, [m]

k_z - współczynnik filtracji gruntu grobli [m/d],

B - szerokość podstawy grobli [m],

m - nachylenie skarpy odwodnej,

H - głębokość wody w zbiorniku [m].



Rys. 2. Schemat hydrauliczny do określania strat na przesiąki przez groblę.
Hydraulic scheme for determination of seepage through a dam.

Przy groblach posadowionych na podłożu przepuszczalnym przesiąki gruntowe określa się jako sumę przesiąków przez groblę q_z (liczone jak poprzednio) i przez podłoże przepuszczalne q_p .

$$q = q_z + q_p \quad (4)$$

gdzie:

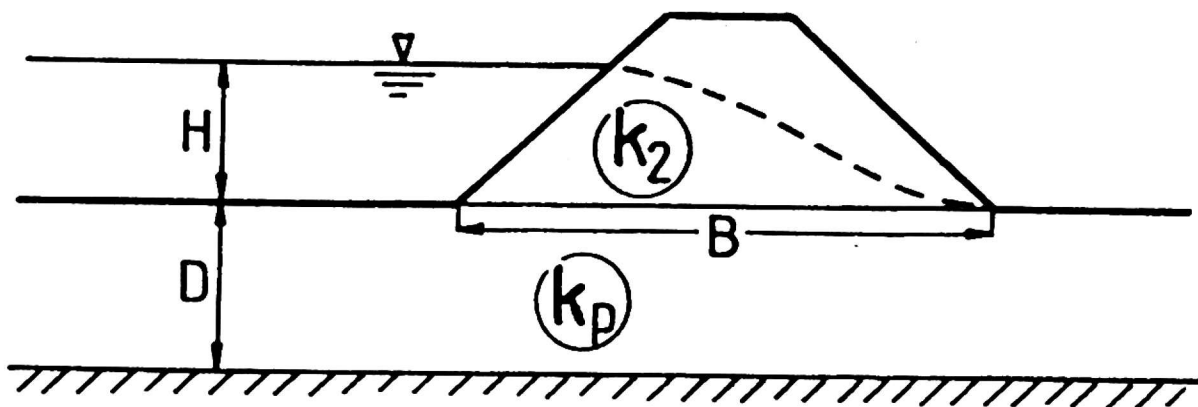
$$q_p = k_p \frac{H \cdot D}{B \cdot n} \quad (5)$$

k_p - współczynnik filtracji podłoża [m/d],

n - współczynnik empiryczny zależny od stosunku $B : D$,

B:D	20	5	4	3	2	1
n	1,15	1,18	1,23	1,30	1,44	1m87

D - głębokość do warstwy nieprzepuszczalnej pod groblą [m].



Rys. 3. Schemat hydrauliczny do określania strat na przesiąki przez groblę posadowioną na podłożu przepuszczalnym. *Hydraulic scheme for determination of seepage through a dam constructed on permeable layer.*

Adaptacja terenu pod zbiornik

Przygotowanie obniżenia terenowego przeznaczonego na zbiornik polega przede wszystkim na usunięciu z jego powierzchni roślinności i wierzchniej warstwy próchnicznej gleby. Oczyszczenie dna jest konieczne dla utrzymania w zbiorniku czystej wody. Zebraną glebę należy rozplantować wzdłuż brzegów zbiornika co zapobiegnie ich zabagnieniu.

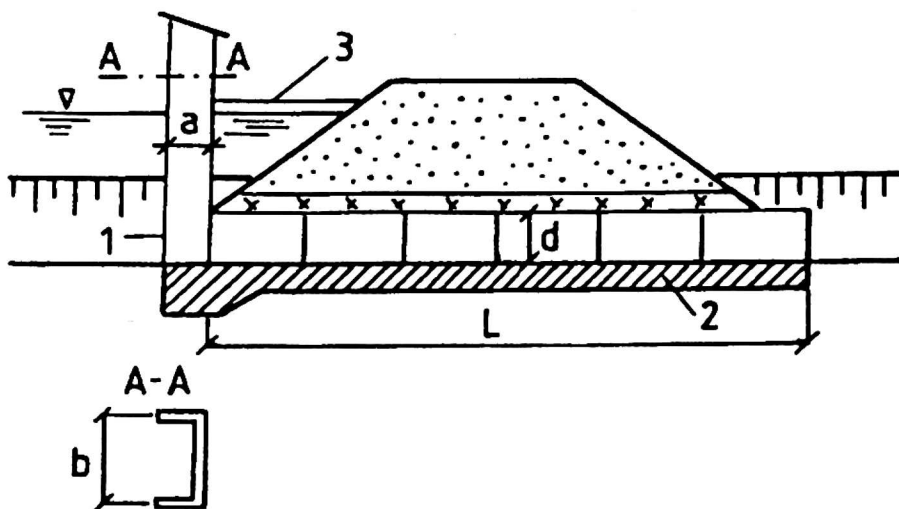
Spiętrzenie wody wymaga wybudowania grobli, która swą wysokością powinna przewyższać o minimum 0,5 m najwyższy poziom wody. Szerokość grobli w koronie nie powinna być natomiast mniejsza od 2 m. Grunt na budowę grobli najlepiej czerpać z dna przyszłego zbiornika. Uzyskuje się wówczas jego pogłębienie, co jest bardzo korzystne ze względu na powiększenie pojemności. Groblę od strony odwodnej należy obsypać ziemią organiczną, wcześniej usuniętą, z dna zbiornika.

W przypadku stwierdzenia możliwości zaistnienia nadmiernych ucieczek wody przez przesiąki gruntowe dno zbiornika należy uszczelnić najlepiej 5-10 cm warstwą rozdrobnionej a następnie zagęszczonej gliny oraz przykryć 5 cm warstwą żwiru lub piasku grubego. Ochroni on wodę zbiornika przed mętnieniem przez wyflukiwanie cząstek spławialnych z gliny. Gdy w podłożu występują utwory słabo przepuszczalne też należy je przykryć żwirem lub grubszym piaskiem z tego samego powodu.

W przypadku zamykania wąwozów, z natury posiadających strome skarpy, dolne ich partie, które znajdują się pod wodą, należy oczyścić z roślinności i ubezpieczyć, najlepiej narzutem kamiennym, co zapobiegnie ewentualnym ich zsuwom. Nie występuje tu na ogół zagrożenie nadmiernej ucieczki wody ze zbiornika ze względu na naturalne uszczelnienie dna wąwozu wynikające ze spływów erozyjnych. Dlatego też nie należy tu usuwać wierzchniej warstwy gleby a jedynie pokryć ją warstwą żwiru lub piasku, wskazane jest natomiast uszczelnienie grobli zamykającej wąwóz od strony wody.

Budowla piętrząca

Piętrzenie wody w zbiorniku, jak również jego opróżnienie w razie konieczności, zapewni budowla zwana mnichem (rys.4.). Mnich będzie usytuowany w grobli zamykającej, w osi rowu odpływowego. Powierzchnia przekroju leżaka powinna być tak duża aby w przypadku wypełnienia zbiornika i dalszym dopływie wody drenarskiej, mnich mógł ją odprowadzać. W przeciwnym razie doszłoby do przepelnienia zbiornika i zniszczenia grobli. Można oczywiście dokonać stosownych obliczeń, ale najbezpieczniej przyjmować wielkość powierzchni przekroju leżaka kołowego lub prostokątnego równą sumie powierzchni przekrojów wylotów drenarskich w zlewni zbiornika.



Rys. 4. Schemat budowy mnicha: 1 - stojak, 2 - leżak, 3 - kładka; a, b, d, l - wymiary mnicha. *Scheme for construction of hydraulic structure; a, b, d, l - dimensions of hydraulic structure.*

Zasady eksploatacji zbiorników

Podstawowymi parametrami eksploatacyjnymi zbiorników są ich rzęde piętrzenia: maksymalna, normalna i minimalna.

Rzędna napętnienia maksymalnego jest uzależniona lub warunkowana poziomem posadowienia wylotów drenarskich czyli taka, która nie powodowałaby ich podtapiania. W praktyce oznacza to iż tereny drenowania będą się znajdowały o jeden metr wyżej od rzędnej piętrzenia maksymalnego, a obszar znajdujący się niżej i przyległy do lustra wody w zbiorniku będzie stanowił otoczenie zbiornika. W zależności od jego wielkości i spadków może on być przeznaczony na użytek zielony lub teren otuliny ekologicznej. W obu przypadkach jego funkcja ochronna będzie polegać na zatrzymywaniu cząstek gleby i składników chemicznych unoszonych przez wodę przy spływach powierzchniowych, którą to rolę spełniają trawy lub inne rośliny tam rosnące.

Napętnienie normalne. W przypadku gdy otoczenie zbiornika będzie użytkowane jako łąka lub pastwisko, powinno ono odpowiadać utrzymywaniu optymalnego poziomu wody gruntowej dla właściwego wzrostu i rozwoju traw. Gdy skarpy zbiornika są strome, jak np. w zamkniętym wąwozie, i one stanowią obszar otoczenia, napętnienie normalne będzie odpowiadało napętnieniu maksymalnemu.

Konieczność utrzymywania w zbiorniku napętnienia minimalnego, czyli niedopuszczanie do całkowitego jego opróżnienia, wynika z uwarunkowań biologicznych i nie powinno być mniejsze niż 0,5 m w najgłębszym miejscu. Dla spełnienia tego warunku konieczne jest takie uszczelnienie dna aby straty wody na parowanie i przesiąki gruntowe nie były większe niż wynika to z warunków meteorologicznych i okresów braku dopływu wód drenarskich.

Dla eliminacji biogenów dopływających do zbiornika z wodami drenarskimi niezbędna jest ich zabudowa roślinami cechującymi się intensywnym wzrostem, szybkim tempem pobierania i akumulacji makro i mikroelementów, łatwością ich usuwania i odpornością na szkodniki. Mosiej, Renman (1995) podają, że do usuwania zanieczyszczeń pochodzących ze spływów z pól uprawnych, dróg, terenów zurbanizowanych a także odpływów drenarskich wykorzystuje się roślinność wodną (makrofity wynurzone - helofity). Należą do nich: pałka wodna, sitowie, trzcina, manna, turzyce jak również wierzba. Aby nie dopuszczać do wtórnych zanieczyszczeń, poprzez gnicie obumarłych części roślin, wskazane jest usuwanie ich przyrostów. Można je wykorzystywać jako paszę lub kompostować.

Wnioski

1. Gromadzenie odpływów drenarskich w zbiornikach może poprawić bilans wodny kraju poprzez zmniejszenie odpływu.
2. Budowa zbiorników nie wymaga dużych nakładów środków i robocizny ze względu na małe piętrzenia i nieduże pojemności.
3. Zbiorniki mogą stanowić istotny element powiększania retencji wodnej spełniając różnorodne funkcje:
 - rezerw wody na okresy suszy,
 - wzbogacania zasobów wód podziemnych,

- zmniejszenia odpływu biogenów do rzek i nie podwyższania w nich stanów w okresach dużych przepływów,
- poprawę wilgotności lokalnych mikroklimatów,
- tworzenia miejsc lokalnej rekreacji.

Literatura

- GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY 1997: *Ochrona Środowiska 1997*. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
- INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ 1993: *Atlas klimatyczny Polski*. Państw. Przed. Wyd. Kartograficznych. Warszawa.
- KOSTURKIEWICZ A., SZAFRAŃSKI CZ., 1988: *Wykorzystanie oczek wodnych w drenowaniu*. Wytyczne drenowania gruntów ornych. Zał. 2. IMUZ Falenty.
- OSTROMEŃCKI J., 1969: *Obliczanie nawodnień podsiąkowych*. PWRiL Warszawa; s.31
- MOSIEJ J., RENMAN G., 1995: *Możliwości zastosowania systemów hydrobotanicznych do redukcji związków biogennych pochodzących z obszarowych źródeł zanieczyszczeń*. Mat. konf. „Oczyszczalnie hydrobotaniczne”, Politechnika Gdańska; s. 95-1-4.
- SZYMAŃSKI J., 1987: *Stawy rybne*. Podstawy melioracji rolnych t.2. Praca zbiorowa pod red. P. Prochala. PWRiL, Warszawa.
- WANKE A., 1992: *Analiza warunków zbiornikowania wód drenarskich w Puczniewie*. Mat. konf. nauk. pt. „Gospodarowanie wodą w krajobrazie rolniczym jako element zrównoważonego rozwoju”, SGGW, PAN, Warszawa.

Summary

Water reservoirs for drainage waters. The drainage outflow consists 5% of total runoff from Poland territory. Increase of capacity of small water storage system for drainage water is very important for improvement the water balance in the local catchment scale. The paper presents required conditions for location of small water reservoirs, as well their water balance, functions and principles of their operation.

Andrzej Wanke
 Katedra Kształtowania Środowiska i Melioracji
 Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW
 ul. Nowoursynowska 166
 02-787 Warszawa