

## Kanalizacja wód opadowych, elementy rozwiązań alternatywnych

Dr hab. inż. Ziemowit Suligowski – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych  
mgr inż. Katarzyna Gudelis – Taraszkiewicz – EKOBUDEX, Gdańsk

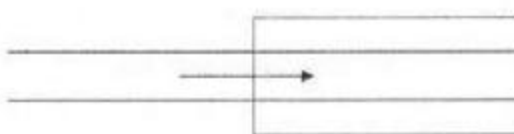
Technicznie poprawne rozwiązanie zagospodarowania wód opadowych jest jednym z zasadniczych warunków normalnego funkcjonowania jednostki osadniczej. W tradycyjnym ujęciu dla małych jednostek jest ono traktowane wręcz jako priorytet w stosunku do publicznego zaopatrzenia w wodę oraz odprowadzania ścieków sanitarnych. Szczególnego znaczenia nabiera zarówno ograniczoność posiadanej informacji [3], jak też postępujące w miarę upływu czasu uszczelnienie powierzchni zlewni [4], a w efekcie – ogólny wzrost koncentracji odpływu wód opadowych. W konsekwencji mamy do czynienia z postępującą dezaktualizacją wcześniejszych założeń projektowych.

Polski system gromadzenia i udostępniania informacji meteorologicznych wyklucza możliwość spełnienia standardów przyjmowanych w innych krajach. Istniejące urządzenia techniczne wymagają więc systematycznego dostosowywania do nowych warunków. Wiąże się z tym odpowiednio wysokie koszty, które na podstawie materiałów niemieckich [1] można ocenić nawet na 30 – 50% kosztu zagospodarowania ścieków sanitarnych. Niezależnie jednak od aspektu technicznego, wszelkie formy kanalizowania wód opadowych mają ważny negatywny aspekt ekologiczny. Prowadzą one do znaczących zmian warunków w naturalnym obiegu wody w przyrodzie, co jest konsekwencją zarówno ograniczenia zasilania wód podziemnych i parowania w wyniku przyspieszenia spływu, jak też często powodują zmiany naturalnych zlewni.

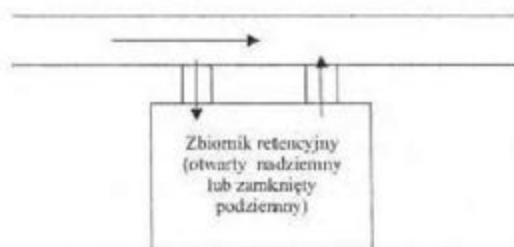
Szczególnym problemem funkcjonowania polskiej kanalizacji wód opadowych (oraz w coraz większym stopniu odwodnień drogowych) jest istniejący system prawny. Wprowadzone po 1990 r. zasady funkcjonowania gospodarki komunalnej [6, 7] praktycznie pogorszyły stan istniejący, dość starannie pomijając gospodarkę rozlewów opadowych. Nowa regulacja [9] pozbawiła kanalizację możliwości normalnego finansowania ze źródeł spoza środków budżetowych. W tej sytuacji poszczególne gminy próbują znaleźć jakieś rozwiązania, jednak regulacje zobowiązań mają charakter dobrowolny i w przypadku konfliktu są one z góry na przegranej pozycji, a formalne zaliczenie części wód opadowych do „ścieków” [8] mieści się w kategorii pobożnych życzeń. Zagadnieniem strategicznym jest więc znalezienie rozwiązań pozwalających na ograniczenie koniecznych nakładów finansowych do poziomu akceptowalnego dla gmin lub dla indywidualnych inwestorów.

Klasycznym rozwiązaniem zwiększenia przepustowości istniejących urządzeń kanalizacyjnych jest budowa zbiorników retencyjnych (rys. 1). Zbiornik ten pozwala przejmować szczytowe obciążenia, dzięki czemu nie jest konieczna wymiana zbyt małych kolektorów. Zgromadzony nadmiar wód kierowany jest stopniowo z powrotem do kolektora, w miarę zmniejszania się jego obciążenia hydraulicznego. Niezależnie jednak od tego efektu, zbiornik jest tylko urządzeniem technicznym i nie pozwala rozwiązać problemu ekologicznego. Te ostatnie problemy mogą do pewnego stopnia rozwiązać otwarte zbiorniki retencyjne, pozwa-

Sytuacja klasyczna przebudowa (powiększenie) istniejącego kanału



Zbiornik retencyjny na istniejącym kanale – przyjmowanie wysokich obciążeń



Rys. 1. Zasada funkcjonowania zbiornika retencyjnego

lające na odparowanie wody do atmosfery. Samo odparowanie zależy przede wszystkim od warunków klimatycznych, a te w polskich realiach są mało sprzyjające. Na tym tle szczególne wątpliwości wzbudza nadmiernie łatwa akceptacja lokalizacji obiektów w sąsiedztwie dróg, co przecież sprzyja zamgleniom i oblodzeniu (szadz).

Alternatywą pozostaje infiltracja wód opadowych do gruntu. Może być ona realizowana przez zbiorniki (muldy, rowy) z dnem, w którym wykonana jest warstwa filtracyjna (rys. 2). Jednak pozostaje problem analogiczny ze zbiornikiem odparowującym – urządzenia te nie powinny być lokalizowane w sąsiedztwie dróg szybkiego ruchu, a w przypadku sąsiedztwa z osiedlami mieszkalnymi muszą być przedsięwzięte środki przeciwdziałające konsekwencjom zawilgocenia atmosfery. Ponadto otwarte urządzenia wymagają dysponowania odpowiednio dużymi powierzchniami terenu. Dyspozycyjna głębokość obiektu i nachylenie jego skarp muszą być bardzo ograniczone choćby tylko ze względów bezpieczeństwa.

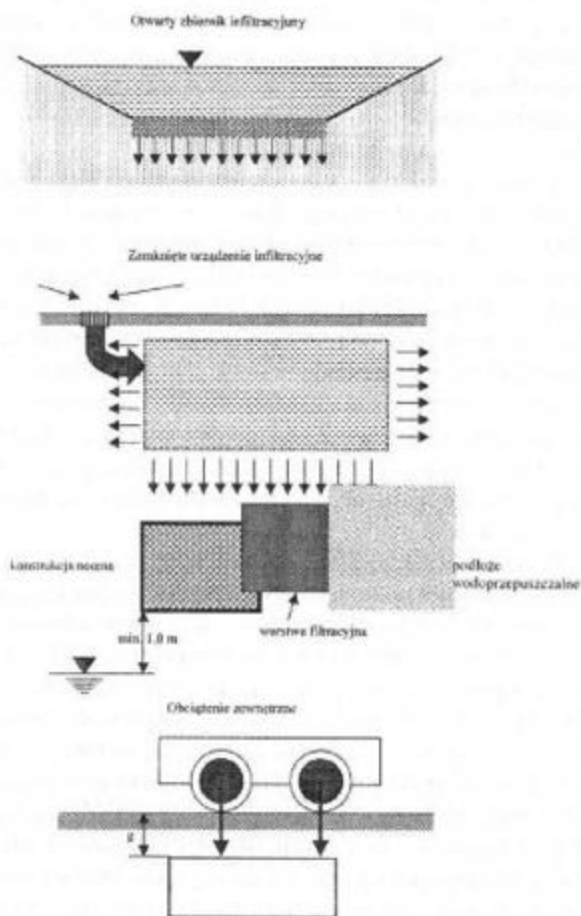
Zamknięte urządzenia infiltracyjne (rys. 2) musi mieć odpowiednio dużą pojemność, aby mogło zatrzymać spływającą masę wód opadowych. Ściany boczne muszą mieć odpowiednio ażurową konstrukcję; ochronę przed przedostawaniem się do wnętrza zbiornika materiału z podłoża gruntowego stanowi tkanina filtracyjna. W celu zapewnienia sprawnego przesiąkania, urządzenia mogą być instalowane dopiero przy zachowaniu odpowiedniej odległości ich dna od najwyższego poziomu zwierciadła wody gruntowej – z reguły określa się ją na co najmniej 1,0 m (dokumentacja firmy INFILTRATOR). Ponadto urządzenie musi być zainstalowane tak, aby nie zagrażało zawilgoceniem budynków – przykładowo, zgodnie z zaleceniami firmy WAVIN minimalna odległość pozioma wynosi:

- dla budynku z izolacją 2,0 m,
- dla budynku bez izolacji 5,0 m.

Zwraca przy tym uwagę dość daleko idąca tolerancja wodoprzepuszczalności gruntu, do którego odprowadzane są wody opadowe. Przykładowo w dokumentacji firmy WAVIN wymieniane są grunty mieszczące się w przedziale od  $k = 10^{-3}$  do  $k = 10^{-6}$  m/s, co odpowiada materiałowi od piasku grubego po piaski drobne, pylaste, gliniaste, mułki itp. Zróżnicowania uwzględnia się przez powiększenie powierzchni kontaktu, np. liczbę użytych jednostek (tabl. 1). Naturalnie, nie wszystkie podłoża gruntowe mogą współpracować z urządzeniami infiltracyjnymi; obok gruntów nawodnionych są to m.in. torfy, namuły oraz grunty ilaste.

Szczególny problem techniczny stanowi natomiast wytrzymałość konstrukcji na zewnętrzne obciążenia. Zabezpieczenie stanowi zarówno sama konstrukcja ramy urządzenia, jak też minimalne przykrycie  $g$  (rys. 2). Przykładowo według zaleceń firmy WAVIN wynosi ono 0,4 m dla terenów zielonych i 0,8 m dla terenów o dużych obciążeniach. Nieco bardziej liberalnie podchodzi do problemu firma FUNKE – przy obciążeniu do 25 kN (samochód osobowy) przykrycie wynosi 0,4 m, dla ciężkiego transportu (obciążenie osiowe 130 kN) – 1,0 m. W tym ostatnim przypadku chodzi tu o trójwarstwową konstrukcję nawierzchni:

- podbudowę (materiał filtracyjny),
- mrozoodporną konstrukcję drogową,
- nawierzchnię drogową.



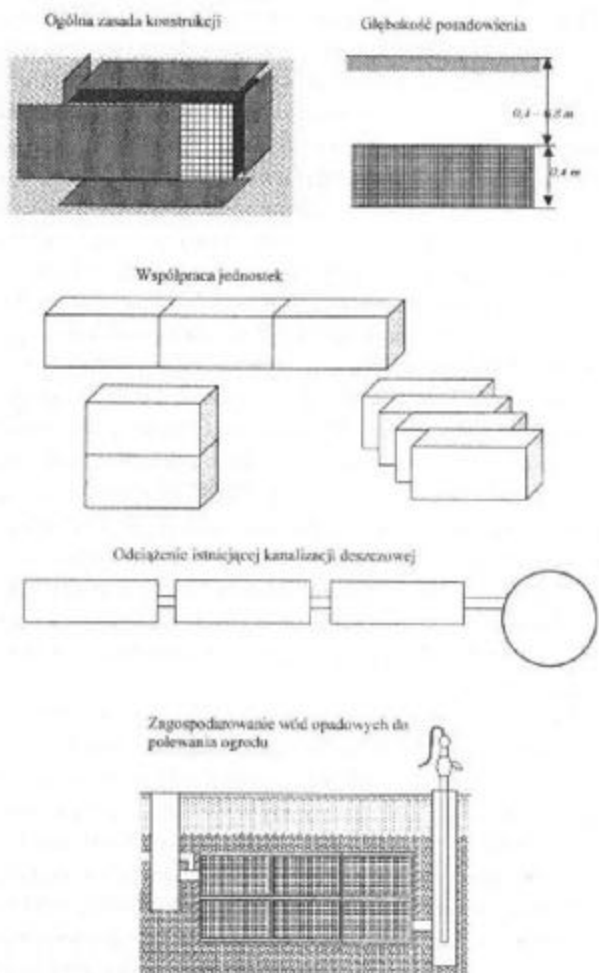
Rys. 2. Ogólna zasada tworzenia zbiorników infiltracyjnych

Tabl. 1. Liczba jednostek odwadniających użyta dla odwodnienia powierzchni dachowej zależnie od wodoprzepuszczalności podłoża gruntowego na przykładzie zaleceń firmy WAVIN dla skrzynek AZURA

| Grunt                | Dla opadu 100 l/s.ha i powierzchni dachowej równej |                    | Dla opadu 150 l/s.ha i powierzchni dachowej równej |                    |
|----------------------|--|--------------------|--|--------------------|
|                      | 100 m <sup>2</sup>                                 | 150 m <sup>2</sup> | 100 m <sup>2</sup>                                 | 150 m <sup>2</sup> |
| Przepuszczalny       | 4  | 6                  | 6  | 8                  |
| Słabo przepuszczalny | 13   | 20                 | 20   | 26                 |

Bez uwzględniania tych warunków istnieje jednak groźba awarii.

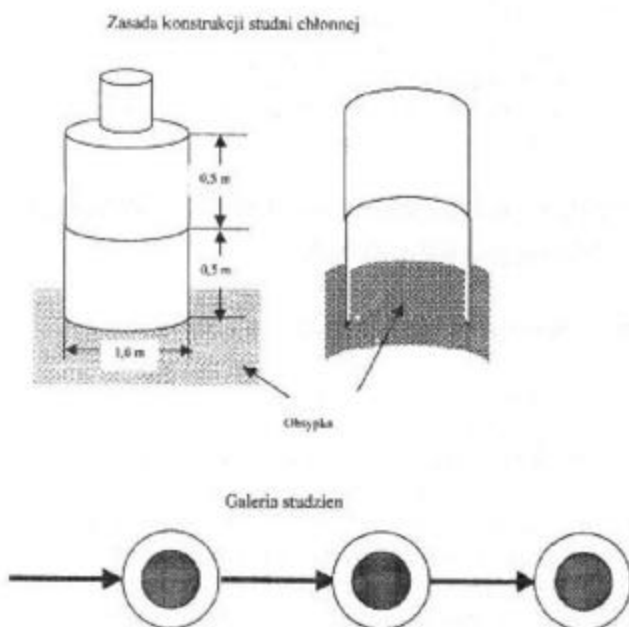
Zgodnie z zaleceniami firmy INFILTRATOR, przy przykryciu 0,46 – 2,43 m konstrukcja wytrzymałe obciążenie osiowe równe 145 kN. Z kolei rozwiązanie firmy KESSEL (konstrukcja zwieńczenia) zapewnia przykrycie równe 0,4 – 0,9 m. Powyższe różnice wynikają nie tyle z różnic w podejściu do zagadnienia, ale przede wszystkim z różnic sztywności poszczególnych konstrukcji. Z ostatnich informacji wynika wysoce prawdopodobny dalszy wzrost obciążenia osiowego i wartość oczekiwaną można oszacować na 200 kN. W efekcie w miejscach, gdzie może pojawić się obciążenie od transportu ciężkiego (np. na parkingach) wskazane jest użycie elementów o zwieńczeniach łukowych (elipsoidalnych) jako lepiej przenoszących duże obciążenie.



Rys. 3. Wprowadzanie wód opadowych przy użyciu skrzynek

Stosowane rozwiązania techniczne dzielą się tu na trzy grupy. Stosunkowo najmniejsze i równocześnie wymagające najmniejszej głębokości posadowienia są skrzynki (rys. 3), dostosowane do przyłączenia przewodu  $\varnothing 120$  lub  $\varnothing 160$  mm. Przy stosunkowo niewielkiej pojemności jednostkowej ( $0,2 - 0,3 \text{ m}^3$ ) łatwo tworzone są z nich większe jednostki. Na rynku aktualnie dostępne są dwa systemy skrzynek – AZURA oraz D-RAINTANK. Różnią się one szczegółami konstrukcyjnymi – przykładowo w systemie D-RAINTANK otwory doprowadzające są każdorazowo odpowiednio wycinane w ścianie, a w systemie AZURA są już wcześniej przygotowane i wymagają wycięcia odpowiedniego elementu. Pierwsze rozwiązanie pozwala poprawić wskaźnik aktywnej powierzchni (dla D-RAINTANK 75% wobec 43% dla AZURY). W ogóle problem doboru właściwej geometrii skrzynki jest niezwykle istotny – przykładowo ograniczenie do minimum elementów konstrukcji pozwala (D-RAINTANK) uzyskać wyjątkowo wysoki poziom kubatury użytecznej (95%), jednak wymaga to dodatkowego wzmocnienia konstrukcji.

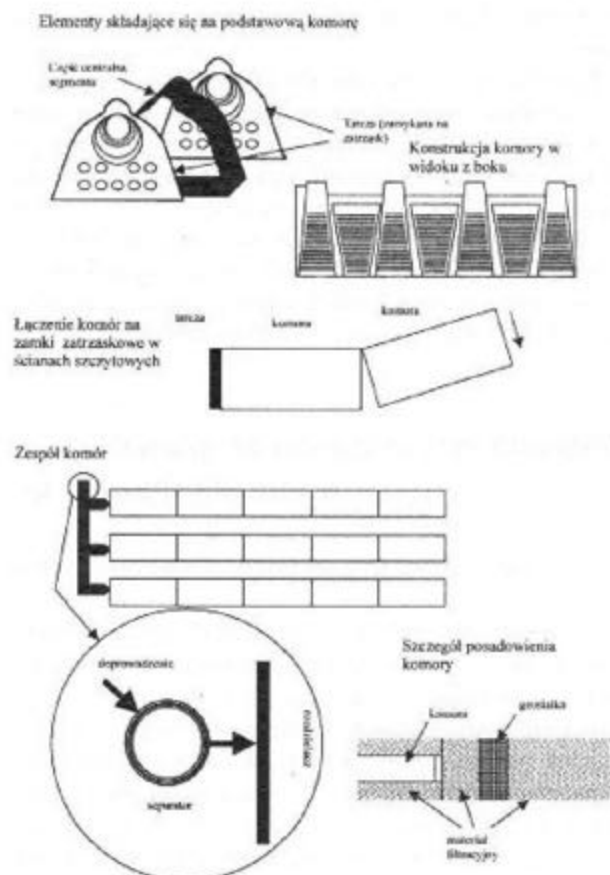
Stanowiącą podstawę systemu D-RAINTANK skrzynka ma wysokość  $0,40$  m przy szerokości  $0,81$  m i długości  $0,86$  m, jest więc konstrukcją o niemal kwadratowym przekroju poziomym. Uzyskuje się ją na bazie kwadratów (ok.  $40 \times 40$  cm) będących bardzo gęstymi kratownicami z cienkościennych płaskowników. Przy jednostkowej kubaturze nominalnej  $0,280 \text{ m}^3$  jednostkowa pojemność użyteczna wynosi  $0,265 \text{ m}^3$ . Bardzo interesujące jest wprowadzenie do wnętrza skrzynki 3 przegród perforowanych, dzielących ją na 4 komory, co ma istotne znaczenie dla poprawy wytrzymałości konstrukcji na zgniatanie. Ostatecznie skrzynka może być ustawiona poziomo lub pionowo i stanowi wygodną podstawę do konstruowania zbiorników o relatywnie dużej objętości. Z kolei system AZURA opiera się na nieco mniejszej konstrukcji – skrzynce o wysokości  $0,40$  m, szerokości  $0,50$  m i długości  $1,00$  m, a nominalna pojemność jednostkowa jest równa  $0,20 \text{ m}^3$ .



Rys. 4. Studnia chłonna na przykładzie systemu AQUATRAIN

Objektami o relatywnie większej objętości są specjalne studnie chłonne, które mogą być zarówno wytwarzane z tradycyjnych kregów betonowych, jak też z tworzyw. Przykładowo studnia AQUATRAIN (firma KESSEL) opiera się na rozwiązaniu segmentowej kanalizacyjnej studzienki rewizyjnej  $\varnothing 1000$  mm (rys. 4), w wersji podstawowej składającej się z 2 jednostek o wysokości po  $0,5$  m. Przy łącznej wysokości  $1,0$  m wysokość czynna jest równa ok.  $0,75$  m ( $0,25$  m przypada na wewnętrzną warstwę filtracyjną) i ostatecznie objętość czynna wynosi ok.  $0,60 \text{ m}^3$ . Jest więc ona stosunkowo duża, przy względnie małym przekroju poprzecznym, jednak efekt ten uzyskano kosztem głębokości. Praktycznie całkowita wysokość studni w wersji podstawowej wynosi  $1,5 - 2,0$  m, a więc może być stosowana w sytuacji, gdy najwyżej położone zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości co najmniej  $2,5 - 3,0$  m.

Dalszy wzrost objętości jednostkowej można uzyskać dodając kolejne segmenty – każdemu segmentowi o wysokości  $0,50$  m towarzyszy przyrost objętości o  $0,40 \text{ m}^3$ . Studnie mogą być łączone szeregowo – tak, że powstaje charakterystyczna galeria studzien. Filtracja przez dno pozwala uzyskać relatywnie dużą jednostkową powierzchnię kontaktową – ok.  $0,8 \text{ m}^2$ . Podstawową zaletą studni chłonnej jest to, że zajmując względnie mało miejsca nadaje się do użycia na terenach o zagęszczonej zabudowie, a więc można jej użyć również w centrach miast. Pozostaje natomiast zagadnieniem otwartym możliwość jej użycia bezpośrednio na terenach obciążonych ruchem drogowym. Wprawdzie jest



Rys. 5. Komory infiltracyjne na przykładzie systemu INFILTRATOR

to studnia wyposażona w teleskop (najprawdopodobniej jako jedyna o tak dużej średnicy), jednak można wątpić, czy będzie to wystarczające zabezpieczenie; wskazane by było stosowanie dodatkowej płyty odciążającej.

Rozwiązaniem uniwersalnym, nadającym się do odwadniania stosunkowo największych powierzchni, jest specjalna komora rozsączająca (rys. 5). Przykładowo, komora oferowana w systemie INFILTRATOR ma wysokość jedynie 0,41 m, natomiast jej objętość wynosi 0,5 m<sup>3</sup>, a więc przy swojej niewielkiej wysokości ma pojemność retencyjną porównywalną ze studnią chłonną. Powierzchnię kontaktową tworzą dno oraz otwory w bocznych ścianach. Charakterystyczne rozwiązanie konstrukcyjne (przekrój zbliżony do odwróconej litery U, ożebrowania) powoduje, że komora ma dużą wytrzymałość na obciążenia dynamiczne (nacisk do 14,5 t/oś samochodu), dzięki czemu zalecane przykrycie mieści się w granicach 0,46 – 2,43 m, a więc komora jako taka może być posadowiona na głębokościach porównywalnych ze skrzynkami rozsączającymi.

W efekcie, wykorzystując komory, można stworzyć jednostki o dużej zdolności retencyjnej, zdolne do odbierania wód spływających z dużych powierzchni (drogi, ulice, wielkie parkingi). Po wcześniejszym wstępnym oczyszczeniu (piaskownik, odpowiedni separator) można je odprowadzić do gruntu, eliminując (albo ograniczając) potrzeby budowy, czy też rozbudowy kanalizacji wód opadowych. W odróżnieniu od klasycznego zbiornika retencyjnego chodzi tu nie tylko o zmniejszenie koncentracji w czasie obciążenia systemu odprowadzającego, ale w ogóle o ograniczenie spływu odprowadzanego kanalizacją poza obszar zlewni.

Podsumowując trzeba podkreślić, że odprowadzanie tej wody do gruntu nie może być traktowane jako rozwiązujące wszystkie problemy ich zagospodarowania. Pod warunkiem spełnienia odpowiednich wymogów stanowią jednak rozsądną alternatywą dla tradycyjnej kanalizacji wód opadowych. Zagadnienie ma dwa aspekty – ekonomiczny i ekologiczny, stwarzając możliwość co najmniej istotnego ograniczenia kanalizowania wód opadowych. Ponadto koszt zastosowania takich urządzeń jest relatywnie niski, akceptowalny również dla indywidualnego inwestora.

Trzeba podkreślić, że obecnie w Polsce dostępne są bardzo różne urządzenia pozwalające wprowadzać wody opadowe do gruntu. Wyżej wspomniane tworzą dość spójną, wzajemnie uzupełniającą się ofertę handlową, która praktycznie wyczerpuje potrzeby istniejące w omawianym zakresie. Uzupełniają ją specjalne дренаże rozsączające (rurowe i bezrurowe), wśród których na szczególną uwagę zasługują rozwiązania oparte na użyciu tłuczni i geotekstyliów.

## LITERATURA

1. Abwassergebühren und Beiträge. Ergebnisse der ATV – Umfrage 1996. ATV, Hennef 1997.
2. Berger C., Lohaus J.: Stan techniczny kanalizacji w Niemczech w roku 2001. [W:] VIII polsko – niemieckie kolokwium ściekowe PTITS – ATV – DVWK, Międzyzdroje 2002.
3. Dohmann M.: Materialien zur Vorlesung Abwasserbeseitigung. Red. R. Haussmann i K.H. Pecher. Rheinisch – Westfälische Hochschule, Aachen 1993.
4. Imhoff K., Imhoff K. – R.: Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik. Arkady, Warszawa 1982.
5. Roman M.: Opłaty za usługi kanalizacyjne w zakresie odprowadzania wód opadowych. [W:] VIII polsko – niemieckie kolokwium ściekowe PTITS – ATV – DVWK, Międzyzdroje 2002.
6. Ustawa z dnia 8 marca 1990 o samorządzie gminnym. Dziennik Ustaw 13/1996.
7. Ustawa z dnia 20 grudnia 1996 o gospodarce komunalnej. Dziennik Ustaw 9/1997.
8. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 prawo ochrony środowiska. Dziennik Ustaw 62/2001.
9. Ustawa z dnia 13 czerwca 2001 o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków. Dziennik Ustaw 72/2001.

Ponadto wykorzystano następujące wydawnictwa firmowe:

- Funke Gruppe: Wytłaczanie rur, formowanie wtryskowe, wytłaczanie profili, budowa form wtryskowych. FUNKE Polska (Prusy).
- Infiltrator Systems. Komory drenazowe. Wytyczne do projektowania i instalowania systemów magazynowania i odprowadzania wód opadowych do gruntu za pomocą komór drenazowych. EKOBUDDEX (Gdańsk).
- Regenwassersmützanlagen. KESSEL Entwässerungstechnik Abscheidstechnik (Lenting, Niemcy).
- Schachtsysteme KESSEL. Schachtssystem 1000. KESSEL Entwässerungstechnik Abscheidstechnik (Lenting, Niemcy).
- System studzienek KESSEL. Studzienka rewizyjna i kontrolna UNIVA – Standard gotowa do zamontowania w wykopie. KESSEL (Lenting, Niemcy).
- System zagospodarowania wody deszczowej AZURA. WAVIN (Buł).