

Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz<sup>1</sup>

## AMERYKAŃSKIE I POLSKIE DOŚWIADCZENIA W ZAGOSPODAROWYWANIU WÓD OPADOWYCH Z DRÓG, ULIC I PARKINGÓW

### Streszczenie

*W referacie omówiono alternatywną metodę zagospodarowywania wody opadowej z dróg, ulic i parkingów na przykładzie amerykańskiego systemu komór drenażowych. Przedstawiono amerykańskie i polskie doświadczenia stosowania tego systemu. Omówiono także projektowanie i montaż komór drenażowych.*

**Słowa kluczowe:** wody opadowe, komory drenażowe

Przez całe dziesięciolecie XX wieku z rozmachem betonowano i asfaltowano miasta, ograniczając naturalne przenikanie wód opadowych do ziemi. W zamian budowano kolektory burzowe, czego naturalną konsekwencją stały się gwałtowne zjawiska powodziowe.

Dzisiejsza świadomość ekologiczna zmusza nas do szukania rozwiązań alternatywnych.

Ludzie uświadomili sobie, że zagospodarowywanie wody deszczowej w miejscu jej powstawania powinno stać się regułą.

W praktyce wprowadzanie wód deszczowych do gruntu realizowane jest poprzez:

- studnie chłonne,
- rowy chłonne,
- studnie rozsączające,
- drenaże rozsączające,
- komory drenażowe,
- zbiorniki retencyjno-infiltrujące.

---

<sup>1</sup> mgr inż., EKOBUEX, Gdańsk

Wodę deszczową możemy także powierzchniowo retencjonować i odparowywać, a także wykorzystywać zretencjonowane wody deszczowe do podlewania zieleni, spłukiwania ulic, itp. Jest to schemat zbliżony do schematu funkcjonującego w środowisku naturalnym, w którym istnieje równowaga pomiędzy ilością opadu z jednej strony, a wsiąkaniem, spływem i parowaniem wody z drugiej.

Lokalne zagospodarowywanie wód opadowych ma wiele zalet:

- wspomaga tworzenie się nowych wód gruntowych, jak również naturalnie podwyższa odpływ wód w małych ciekach,
- obniża odpływ wysokiej wody oraz obniża szkodliwy wpływ na ekosystem w wodach powierzchniowych,
- odciąża sieć kanalizacyjną w czasie ulewnych deszczów,
- umożliwia budowę kanałów z mniejszymi średnicami na nowych osiedlach,
- umożliwia tworzenie i wykorzystanie rezerwy w kanałach na istniejących osiedlach, a więc podwyższenie stopnia przyłączenia do kanalizacji oraz obniża koszty renowacji kanałów.

Kilkanaście lat temu, w Stanach Zjednoczonych, firma Infiltrator Systems, Inc. wprowadziła na rynek nowatorski system do miejscowego zagospodarowania wód opadowych - komory drenażowe.

Zasada działania komór drenażowych bazuje na tradycyjnym podejściu do odprowadzania wód opadowych, tj.:

- powierzchniowych zbiornikach retencyjnych,
- trawiastych rowach odwadniających,
- studniach chłonnych,
- rurowych drenaży rozsączających,

eliminując jednocześnie wiele jego niedoskonałości.

Wśród zalet systemu warto wyróżnić:

- duża pojemność pojedynczej komory,
- łatwy i szybki montaż,
- duża drożność systemu,
- możliwość czyszczenia systemu,
- ograniczenie powierzchni pola drenażowego,
- wytrzymałość mechaniczna,
- alternatywne rozwiązanie dla tradycyjnych zbiorników retencyjnych, studni chłonnych, rowów odwadniających,
- możliwość stosowania przy wysokim poziomie wód gruntowych,
- ograniczenie zużycia tłuczni.

Dzięki wysokiej wytrzymałości mechanicznej komory mogą być montowane pod :

- chodnikami,
- ulicami,
- parkingami

a także na terenach:

- zielonych,
- obiektów handlowych,
- przemysłowych,
- rekreacyjnych,
- mieszkalnych,

czyli wszędzie tam, gdzie istnieją ograniczenia przestrzenne i tam, gdzie włączenie dodatkowej ilości wód opadowych do sieci miejskiej jest utrudnione, zbyt kosztowne lub wręcz niemożliwe.

**Komory drenażowe H-20** wykonane są z formowanego wtryskowo polietylenu o wysokiej gęstości. Są to konstrukcje o otwartym dnie (przekrój porzecznym w kształcie odwróconej litery U). Każda górna część komory jest wygięta w łuk, dodatkowo wierzch i ściany boczne są faliście, co przekonuje o dużej wytrzymałości konstrukcji. Przy założeniu, że warstwa gruntu nad systemem wynosi 46+243 cm, komora ma wytrzymałość 14,5 t/oś samochodu i w efekcie system może być z powodzeniem stosowany np. dla odwodnień wielkich powierzchni parkingów. Ściany boczne posiadają perforacje (szczeliny), które umożliwiają infiltrację do gruntu. Komory mają niewielką wagę - 14 kg - co zdecydowanie usprawnia montaż, i nie wymaga użycia ciężkiego sprzętu.

Wielką zaletą systemu jest elastyczność w zakresie projektowania. Komory mogą być łączone w łożyska lub rowy różnych rozmiarów. Istnieje również możliwość demontażu i umiejscowienie komór w innej części działki, zależnie od potrzeb inwestora.

### **Projektowanie systemu komór drenażowych**

Przed podjęciem prac projektowych należy określić funkcję, jaką ma spełniać system komorowy, tzn.: infiltracja wód opadowych do gruntu, retencja wód deszczowych, czy zatrzymanie pierwszej fali spływu ze zlewni oraz dokonać oceny warunków gruntowych hydrologicznych, a także prawnych.

**Określenie wielkości systemu**

L.p.	Etap	Wzór	Jednostka
-	Objętość przechowywanej wody*	$V_s = 0,131 \times F$	$m^3$
-	Ilość komór drenażowych	$C = V_s / 0,68$	szt.
-	Rozmiar łożyska (wykop)	$S = C \times 1,64$	$m^2$
-	Ilość tłucznia	$V_{st} = C \times 0,65$ $V_{st} = C \times 0,91$	$m^3$ t
-	Objętość wykopu	$E_x = C \times 1,53$	$m^3$
-	Ilość mat. filtracyjnego	$F = 1,1 (S + 2,4 \times S^{1/2} + 0,36)$	$m^2$
-	Ilość geosiatki	$G = 1,1 (S + 6 \times S^{1/2} + 9)$	$m^2$
-	Ilość pokryw (ścian)**	$E_p = 2 \times S^{1/2}$	szt.

**Uwagi**

\* Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto  $V_s = Q = q \times F_{zr}$ , gdzie:  $q = 0,131 m^3/s \times ha$ , a  $F_{zr}$  równa się powierzchni zlewni  $F$  [ha], stąd  $V_s = 0,131 \times F$ .

\*\* Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto, że liczba ciągów z komorami równa się pierwiastkowi z powierzchni łożyska (łożysko w kształcie kwadratu).

**Obliczenie wielkości odpływu w systemie infiltracji do gruntu**

Odpływ w takim systemie równa się wielkości spływu burzowego (deszczowego), który jest obliczony w powyższym punkcie.

Po obliczeniu odpływu w systemie infiltracji do gruntu niezbędne jest obliczenie wymaganej powierzchni (A) do infiltracji wód zgromadzonych w systemie komór drenażowych.

Według prawa Darcy:

$$Q = k \times A \times i \times t [m^3]$$

gdzie:

Q – objętość przepływu (w tym przypadku objętość przechowywanej wody),  $m^3$

k – przepuszczalność gruntu nasyconego, m/s

i – spadek hydrauliczny (liczba niemianowana)

A – powierzchnia udostępniona do infiltracji (powierzchnia łożyska),  $m^2$

t – czas przepływu w gruncie, s

Należy sprawdzić, czy powierzchnia łożyska wystarczy do opróżnienia go przez infiltrację do gruntu. Opróżnianie łożyska powinno nastąpić w określonym czasie (w większości przypadków przyjmuje się 10 dni). W tym celu powyższy wzór należy przekształcić tak, aby uzyskać czas opróżniania łożyska:

$$t = Q/A \times i \times k [s] < t = 10 \text{ dni} = 864000 \text{ s}$$

**Uwaga:** Spadek hydrauliczny jest równy stosunkowi różnicy poziomu wody w komorze i gruncie do długości drogi infiltracji, czyli różnicy poziomu dna komory i poziomu wody w gruncie. Do obliczeń orientacyjnych można przyjąć  $i = 1$ .

#### **Obliczenie wielkości odpływu w systemie zatrzymania pierwszej fali spływu**

Objętość ta zależy od wysokości opadu, jaki chcemy przechwycić. Zazwyczaj wynosi on 25 mm. Stąd znając powierzchnię zlewni (powierzchnia utwardzona, z której spływają wody zanieczyszczone) możemy obliczyć wymaganą objętość systemu przechwytyjącego [Vst]:

$$V_{st} = P \times F \text{ [m}^3\text{]}$$

gdzie:

P – wysokość opadu, m

F – powierzchnia zlewni, m<sup>2</sup>

W projekcie określamy: objętość wody, jaką ma przechować system, rozmiar i objętość wykopu, a także ilości pokryw, tłucznia, materiału filtracyjnego, geosiatki, niezbędnych do zamontowania systemu.

#### **Montaż systemu komór drenażowych**

Prace należy rozpocząć od wykonania wykopu i przygotowania miejsca dla łożyska komorowego. Następnie układamy brzozi geowłókniną, a na dnie umieszczamy warstwę obsypki z przemytego tłucznia (średnica 4-5 cm), którą zagęszczamy do min.95% gęstości standardowej Proctora. Przystępujemy do układania ciągów komór drenażowych. Pierwsza układana komora powinna posiadać pokrywę zamontowaną w przedniej części. Dwie sąsiednie komory powinny być połączone za trzaskami i przykręcone do siebie wkrętami ze stali nierdzewnej. Na końcu ostatniej komory ciągu należy założyć pokrywę. W podobny sposób należy łączyć kolejne ciągi komór. Zgodnie z projektem należy zamontować osadnik wstępny, przewody dopływowe wraz z rurą dystrybucyjną, którą doprowadzimy wodę do systemu. Przykrycie systemu wykonujemy za pomocą obsypki z tłucznia, następnie układamy materiał filtracyjny w celu zabezpieczenia systemu przed zanieczyszcze-

niem, a nad nim wykonujemy zasypkę o grubości kilkunastu centymetrów. Na warstwie zasypki układamy geosiatkę i przykrywamy ją kolejną warstwą tłucznia. Po wykonaniu tych czynności możemy rozpocząć układanie chodnika (nawierzchni ulicy, itp.).

### **Dotychczasowe doświadczenia**

System komór drenażowych od 18 lat stosowany jest z dużym powodzeniem na całym świecie, w tym w Polsce.

Wśród zrealizowanych tematów są:

- autostrady,
- drogi lokalne i krajowe,
- parkingi,
- stacje benzynowe,
- supermarkety,
- stadiony,
- szkoły,
- zakłady produkcyjne,
- osiedla,
- obiekty indywidualne i zbiorowe.

Komory drenażowe można stosować w budownictwie drogowym zarówno do odwadniania dróg jak też większych powierzchni np. parkingów. Ze względu na wysoką wytrzymałość na zgniatanie, komory można umieszczać bezpośrednio pod powierzchniami komunikacyjnymi np. miejscami postojowymi, drogami dojazdowymi, drogami o dużym natężeniu np. bazy przeładunkowe, kontenerowe. Inne zastosowanie komór to umieszczenie ich w odwodnieniach liniowych jako podziemnych zbiorników retencyjno- chłonnych.. Można w ten sposób zastąpić istniejący rów przydrożny o stosunkowo dużej głębokości (do 1 m) systemem muldy chłonnej o wysokim stopniu przepuszczalności z komorą drenażową. Podobnym rozwiązaniem jest wykorzystanie pasa rozdzielającego między jezdniami lub między jezdnią a chodnikiem do wykonania ciągu z komór drenażowych.. Zaletą jest w tym wypadku oszczędność terenu, nakładów finansowych oraz zwiększenie bezpieczeństwa na drodze, na której zastąpi się głęboki rów muldą. Możliwe stanie się poszerzenie jezdni – często tak bardzo potrzebne na naszych drogach lub modernizacja drogi bez potrzeby zakupu nowych gruntów czy wycinki drzew.

Dotychczasowe doświadczenia podczas realizowanych tematów pokazują, że komory drenażowe są idealnym rozwiązaniem w trudnych lokalizacjach. Rozwiązanie to niejednokrotnie okazywało się „złotym środkiem” likwidującym problem wód opadowych.

### **Polskie doświadczenia**

Od 2003 roku komory drenażowe montowane są także w Polsce. Wśród zrealizowanych znalazły się:

- Stacja benzynowa ORLEN** – Pawłówek k. Bydgoszczy
- Apartamentowiec (Allcon)** – Sopot
- Market Biedronka** – Reda
- Stacja benzynowa Orlen** – Starogard Gdański
- Stacja Benzynowa** – Gębów – 24 szt
- Zakład meblowy** – Lipiany k.Gorzowa Wielkopolskiego
- Dom jednorodzinny** - Konstancin k.Warszawy
- Hurtownia budowlana** – Piła
- Apartamentowiec Bryza(Allcon)** – Jurata
- Giżycko droga krajowa** – Wilkasy
- Osiedle domów jednorodzinnych(Inpro)**- Gdańsk
- i inne.

W dotychczas zrealizowanych inwestycjach montaż komór drenażowych przebiegał bardzo sprawnie.

### **KOMORY DRENAŻOWE SC 310 i SC 740**

Zainteresowanie systemem i rosnąca sprzedaż komór pozwala na ciągle udoskonalanie produktu. W wyniku prowadzonych badań i doświadczeń wprowadzono na rynek nowy typ komór: SC-310 i SC-740 (załącznik nr.6).

Komory SC wykonane są z polipropylenu koloru żółtego metodą wtryskową. Konstrukcja i sposób działania jest bardzo podobny do komór drenażowych H-20. Komory SC mają także łukowy kształt (pofalowany profil), natomiast wyeliminowano ażurowe przestrzenie w ścianach bocznych. Dno nadal jest otwarte. Wprowadzono komorę o dużej pojemności **SC -740**. Komora ta może zmagazynować **2000 l**

wody opadowej. Pozwala to zagospodarowanie bardzo dużej ilości wód opadowych na stosunkowo niewielkiej powierzchni.

Komory idealnie wpasowują się w istniejącą infrastrukturę i pozwalają na elastyczne projektowanie. Montaż komór i pokryw odbywa się metodą zatrzaskową bez użycia metalowych elementów łączeniowych. Pofałdowania powierzchni komór zachodzą na siebie pozwalając na wykonanie w prosty sposób niezawodnego połączenia. Istnieje możliwość skracania komór na placu budowy i dostosowania systemu do istniejących warunków lokalizacyjnych.

### Podsumowanie

Warto pamiętać, że istotą jest nie tylko sama inwestycja ile jej późniejsza eksploatacja i zachowanie sprawności technicznej przez lata.

Komory drenażowe to rozwiązanie bazujące na tradycyjnym podejściu do wody deszczowej a jednocześnie nowoczesne i niezwykle skuteczne. Na całym świecie także w Polsce pracuje ponad 600 000 systemów komór drenażowych a co miesiąc buduje się kolejne 12 000 układów. Polscy inżynierowie docenili już prostotę i wygodę projektowania komór drenażowych, wykonawcy łatwość montażu a inwestorzy oszczędności.

### Bibliografia

1. *Komory drenażowe*. Wytyczne do projektowania i instalowania systemów magazynowania i odprowadzania wód opadowych do gruntu za pomocą komór drenażowych. Ekobudex, Gdańsk 2005.
2. Edel R.: *Odwodnienia drogowe*. WKiŁ, Warszawa 2000, wyd. II 2002.
3. Suligowski Z.: *Wprost do gruntu. Zagospodarowanie wód opadowych*. Magazyn Instalatora, 12/2002.
4. Geiger W.: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych*. Proj-przem-Eko 1999.
5. Fidała-Szope M.: *Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami ścieków opadowych z kanalizacji deszczowej i półrozdzielczej*. Instytut Ochrony Środowiska 1997.



6. Sawicka-Siarkiewicz H.: *Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg*. WNGB, Warszawa 2003.
7. Suligowski Z., Gudelis-Taraszkiewicz K.: *Zagrożenia związane z funkcjonowaniem odwodnień i kanalizacji wód opadowych*. Seminarium 27-28 marca 2003.
8. Edel R, Suligowski Z., Gudelis-Taraszkiewicz K.: *Magazyn Autostrady* 6,7/2006.
9. Gudelis-Taraszkiewicz K.: *Zagospodarowywanie wód opadowych-polskie doświadczenia w eksploatacji komór drenażowych*. Seminarium 25-27 kwietnia 2006.
10. Gudelis-Taraszkiewicz K.: *Odprowadzanie wód deszczowych – tradycyjne i nowe rozwiązania*. *Ekotechnika* 2/2005.

## AMERICAN AND POLISH EXPERIENCES IN TAKING ADVANTAGES OF STORM WATER IN ROADS, STREETS AND PARKING PLACES

### Summary

*The alternative method for taking advantages of storm water in roads, streets and parking places on cases of the American system of drainage chambers have been presented in the paper. The American and Polish experiences of system application have been also given. The problem of drainage chamber designing and assembly have been described.*

**Key words:** storm water, drainage chambers

## AMERIKANISCHE UND POLNISCHE ERFAHRUNGEN IN DER ERSCHLIESSUNG DES NIEDERSCHLAGSGEWÄSSERS AUS DEN WEGEN, STRASSEN UND PARKPLÄTZEN

### Zusammenfassung

*Im Aufsatz wird die alternative Methode der Erschliessung des Niederschlagswassers aus den Wegen, Straßen und Parkplätzen am Beispiel des amerikanischen Systems von Dränungskammern besprochen. Es werden die amerikanischen und polnischen Erfahrungen aus der Anwendung dieses Systems dargestellt. Es wird auch die Projektierung und Montage der Dränungskammer besprochen.*

**Schlüsselworte:** das Niederschlagsgewässer, die Dränungskammer