

## 2. ZBIORNIK BEZODPŁYWOWY NA WODY DESZCZOWE Z MOŻLIWOŚCIĄ PODLEWANIA ZIELENI

Współczesne podejście do gospodarowania zasobami wodnymi coraz częściej uwzględnia możliwość ponownego wykorzystania wód opadowych, w tym także wód deszczowych spływających z dachów budynków. Zrównoważone zarządzanie wodami opadowymi ma kluczowe znaczenie zarówno w kontekście ochrony środowiska, jak i ograniczania kosztów związanych z zaopatrzeniem w wodę. Wody deszczowe mogą stanowić istotne źródło wody do zastosowań gospodarczych, takich jak podlewanie terenów zielonych, mycie powierzchni utwardzonych, a nawet splukiwanie toalet.

Istotnym aspektem wykorzystania wód opadowych jest ich jakość. Badania prowadzone na Politechnice Warszawskiej w latach 1987-1991 wykazały, że wody deszczowe spływające z dachów charakteryzują się składem chemicznym i fizycznym zbliżonym do samego opadu atmosferycznego. Oznacza to, że można je traktować jako stosunkowo czyste, co stwarza szerokie możliwości ich zagospodarowania bez konieczności skomplikowanych procesów oczyszczania. W szczególności, stężenie zawiesin ogólnych w wodach dachowych nie przekroczyło wartości  $50 \text{ mg/dm}^3$ , co czyni je odpowiednimi do wielu zastosowań poza spożyciem.

W kontekście rosnących wyzwań związanych z gospodarką wodną, takich jak zmieniające się warunki klimatyczne i zwiększone ryzyko suszy, ponowne wykorzystanie wód opadowych staje się kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju. Odpowiednie systemy retencyjne oraz metody zagospodarowania wód opadowych mogą przyczynić się do zmniejszenia obciążenia systemów kanalizacyjnych, redukcji kosztów eksploatacyjnych budynków oraz ochrony zasobów wód gruntowych. W niniejszej części skupimy się na zagospodarowaniu wód deszczowych z dachu istn. obiektu- Wojewódzkiego Szpitala Psychiatrycznego w Andruchowie do zbiornika bezodpływowego w celu magazynowania wód i późniejszym wykorzystaniu ich do podlewania zieleni.

### 2.1. Dane obliczeniowe- ilość wód deszczowych

#### **Zestawienie powierzchni:**

- Dach  $1030,0 \text{ m}^2$ , wsp. spływu  $\psi = 0,90$

#### **Obliczenie powierzchni zredukowanej:**

$$F_{zr} = 1030,0 \times 0,90 = 927,0 \text{ m}^2$$

#### **Obliczenie całkowitej ilości ścieków deszczowych:**

$$Q_{dp} = 198,0 \text{ dm}^3/\text{ha} \cdot \text{s} \times 0,0927 \text{ ha} = 18,35 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Gdzie:

$198,0 \text{ dm}^3/\text{ha} \cdot \text{s}$ - średnia wartość natężenia deszczu przyjęta z atlasu PANDA.

**Maksymalna sekundowa ilość wód deszczowych dopływających do zbiornika :**

$$Q_{\max} = 18,35 \text{ dm}^3/\text{s}$$

**Średnia roczna ilość wód deszczowych dopływających do zbiornika :**

Średnia roczna ilość wód opadowych wprowadzanych do ziemi skorzystano ze wzoru:

$$Q_{\text{śr.a}} = H \times F [\text{m}^3/\text{rok}]$$

Gdzie:

H maxa - suma średniego rocznego opadu deszczu o prawdopodobieństwie wystąpienia deszczu

10 % dla rejonu Andrychów – 900 mm słupa wody

F- powierzchnia zlewni zredukowanej [ $\text{m}^2$ ]

$$Q_{\text{śr.a}} = 0,90 \text{ m}^3/\text{rok} \times 927,0 \text{ m}^2 = 834,40 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{śr.a}} = 834,40 \text{ m}^3/\text{rok}$$

**Dobór pojemności zbiornika retencyjnego wód deszczowych**

Ilość ścieków dopływających do zbiornika dla deszczu 300 l/sxha ( $p=5\%$ ,  $c=20$ ,  $t=15 \text{ min}$ )

$$Q_{\text{dopl-300}} = 300 \text{ dm}^3/\text{ha} \cdot \text{s} \times (0,0927) = 27,81 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Objętość ścieków deszczowych do zretencjonowania:

$$V_{\text{rt}} = Q_{\text{ret-300}} \times t \times 60/1000$$

$t = 15 \text{ min}$  – założony czas przetrzymania wody w zbiorniku / czas trwania deszczu

$$V_{\text{rt}} = 27,81 \text{ dm}^3/\text{s} \times 15 \times 60/1000 = 25,0 \text{ m}^3$$

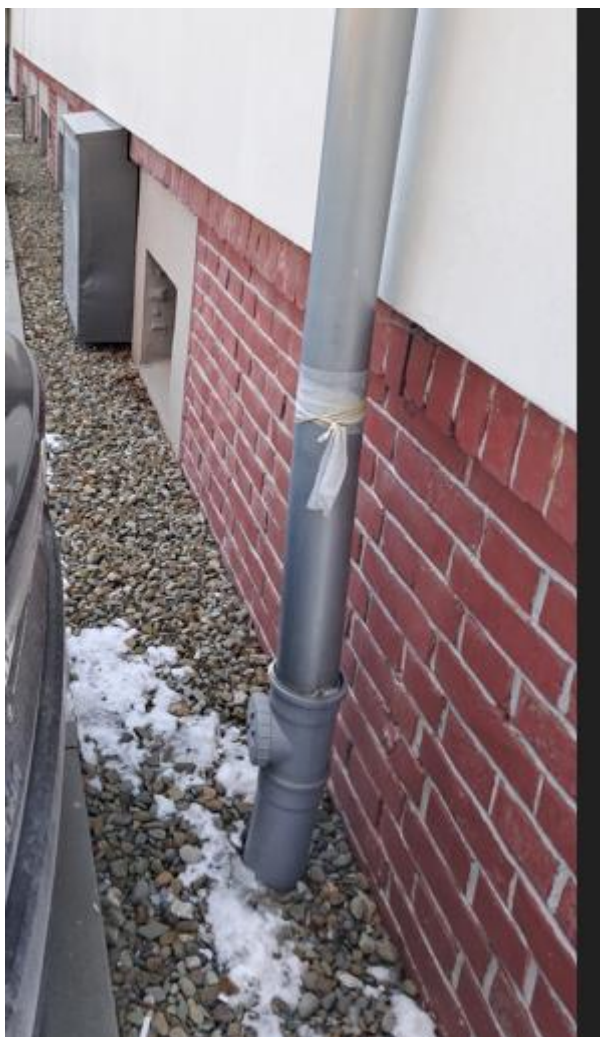
Wymagana pojemność użytkowa zbiornika bezodpływowego 25,0  $\text{m}^3$ .

**2.2. Opis stanu istniejącego instalacji kanalizacji deszczowej**

Stan istniejącej instalacji kanalizacji deszczowej Wojewódzkiego Szpitala Psychiatrycznego w Andrychowie, w obrębie segmentów A I i A II, charakteryzuje się zastosowaniem systemu odprowadzania wód opadowych z powierzchni dachowych za pomocą rur spustowych. Rury te, stanowiące element pionowy instalacji, znajdują się w dobrym stanie technicznym, co pozwala na skuteczne i bezawaryjne odprowadzanie spływów dachowych.



Zdjęcie nr 1- Stan techniczny rur spustowych, opracowanie własne.



Zdjęcie nr 2- Stan techniczny otworów rewizyjnych- opracowanie własne

W obecnym stanie technicznym Wojewódzkiego Szpitala w Andrychowie system odwodnienia dachów realizowany jest za pomocą rur spustowych wyposażonych w otwory rewizyjne oraz osadniki. Wody deszczowe odprowadzane są dalej rurociągami do istniejącego systemu kanalizacji deszczowej. Przeprowadzona ocena techniczna wykazała, że otwory rewizyjne znajdują się w bardzo dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany – zaleca się ich pozostawienie i dalsze użytkowanie.

Na podstawie wywiadu przeprowadzonego z przedstawicielami jednostki szpitalnej ustalono, że istniejące rurociągi kanalizacji deszczowej są instalacją bardzo starą, wykazującą znaczne zużycie techniczne. Zły stan tych przewodów może skutkować nieszczelnościami, zmniejszoną drożnością i ryzykiem awarii w trakcie intensywnych opadów. W związku z powyższym w ramach modernizacji projektuje się wykonanie nowej zewnętrznej instalacji kanalizacji deszczowej, która zapewni skuteczne i bezpieczne odprowadzenie wód opadowych z terenu szpitala.

### 2.3. Warunki gruntowe

Grunt w obrębie inwestycji to nasypy niekontrolowane, gliny piaszczyste oraz żwir z pospółką zaglinioną. Po analizie stwierdzono, że grunty zakwalifikowano jako grunty o słabej przepuszczalności. Analizę przeprowadzono zgodnie z Tablicą nr 1- Podział skał i gruntów wg przepuszczalności.

Tablica 1. Podział skał i gruntów wg przepuszczalności (wg Z. Pazdry)

Charakter przepuszczalności	Współczynnik filtracji $-k_{10}$ (cm/s)	Współczynnik przepuszczalności (darcy)
DOBRE PRZEPUSZCZALNE: rumosze, żwiry, żwiry piaszczyste, gruboziarniste i równoziarniste piaszki, skały masywne z gęstą siecią drobniejszych szczelin	$>10^{-2}$	$>0,1$
ŚREDNIO PRZEPUSZCZALNE: piaszki średnioziarniste, drobnoziarniste, lecz równomiernie uziarnione, gruboziarniste, nieco ilaste, less, słabo spojone kruche piaskowce, skały masywne z rzadką siecią drobnych szczelin	$10^{-3} \div 10^{-2}$	$0,01 \div 0,1$
SŁABO PRZEPUSZCZALNE: piaszki pylaste, gliniaste, mułki, piaskowce	$10^{-4} \div 10^{-3}$	$10^{-3} \div 10^{-2}$
PÓŁPRZEPUSZCZALNE: gliny piaszczyste, namuły, łupki spękanne, skały masywne ze śladami spękań	$10^{-5} \div 10^{-4}$	$10^{-4} \div 10^{-3}$
NIEPRZEPUSZCZALNE: iły, iłokupki, skały masywne niespękanne	$<10^{-5}$	$<10^{-4}$

Grunty o słabej przepuszczalności, takie jak gliny, iły czy pyły, charakteryzują się ograniczoną zdolnością do infiltracji wód opadowych. W efekcie opady deszczu nie wsiąkają swobodnie w podłoże, lecz gromadzą się na powierzchni terenu, co może prowadzić do okresowego lub stałego stagnowania wody. Taki stan rzeczy stanowi istotne zagrożenie dla istniejącej infrastruktury, ponieważ sprzyja zalewaniu terenów przyległych oraz zwiększa ryzyko podmakania fundamentów budynków. Długotrwałe oddziaływanie wody na konstrukcję może skutkować osłabieniem nośności gruntu, stopniową degradacją materiałów budowlanych oraz zwiększeniem ryzyka nierównomiernego osiadania obiektu. W celu minimalizacji tych zagrożeń konieczne jest zastosowanie odpowiednich systemów odwadniających oraz skutecznego zarządzania wodami opadowymi.

Wg przeprowadzonych badań gruntu w grudniu 2024, w zakresie rozpoznanej głębokości, zaobserwowano występowanie wód gruntowych na głębokości 2,7 m p.p.t.. Należy jednak uwzględnić, że ich poziom oraz intensywność mogą podlegać znacznym wahaniom w zależności od warunków atmosferycznych, takich jak ilość, czas trwania i intensywność opadów. W okresach intensywnych deszczy lub roztopów możliwe jest pojawienie się sączeń wodnych.

## 2.4. Zalecenia projektowe

Po przeprowadzeniu analizy stanu technicznego budynku Wojewódzkiego Szpitala Psychiatrycznego w Andrychowie oraz istniejącej instalacji kanalizacji deszczowej, zaleca się modernizację systemu odprowadzania wód opadowych poprzez zaprojektowanie i wykonanie 4 betonowych zbiorników bezodpływowych o pojemności całkowitej jednego zbiornika do 10 m<sup>3</sup>.

Monolityczny szczelny zbiornik bezodpływowy o pojemności uż. ZB=8,3 m<sup>3</sup> i pojemności całkowitej 10 m<sup>3</sup>.

W skład zbiornika ZB wchodzi następujące elementy:

- monolityczny żelbetowy zbiornik szczelny żelbetowy wym. zewn. 3,5 x 2,3 x 1,5 m
- pokrywa zbiornika – żelbetowa o wym. 3,5 x 2,3 m z otworem DN62,5cm
- właz żeliwny dn 600mm, klasy B125 wg PN-EN 124 osadzony na pierścieniach wyrównawczych h=8cm,
- izolacja stropu oraz zewnętrznych powierzchni ścian prefabrykowanych – Abizol R+P,
- przejścia rur przez ściany - systemowe, szczelne.

Odpowietrzenie zbiornika za pomocą wywiewki dn 100 wyprowadzonej, co najmniej 0,5 m ponad poziom terenu. Zbiornik retencyjny posadowiony na podłożu wyrównawczym z betonu klasy C8/10, grubości ok. 13 cm. Bezpośrednio przed montażem podstaw studni ułożyć 2 cm warstwę zaprawy cementowej klasy M 10. Zasyпка wykopu zbiorników gruntem rodzimym zagęszczonym piaskiem zagęszczonym warstwami do współczynnika  $IS \geq 0,97$ .

W przypadku wystąpienia wody gruntowej w wykopie pod zbiornik bezodpływowy, zasypkę wykopu do poziomu 0,5m powyżej maksymalnego stanu poziomu wód gruntowych wykonać z piasku stabilizowanego cementem na szerokości 1,0m wokół zbiornika.

W ramach modernizacji konieczne jest wymienienie istniejących przewodów kanalizacji deszczowej. Montaż nowych przewodów pozwoli na zatrzymywanie zanieczyszczeń oraz zawiesin stałych, co zapobiegnie zamulaniu i zwiększy efektywność systemu odprowadzania wód opadowych.

Planowane prace obejmują wykonanie odpływu z rur spustowych za pomocą rur PVC, które zostaną skierowane do projektowanego zbiornika. Lokalizacja zbiornika oraz trasa przewodów odprowadzających wodę zostały określone w załączniku graficznym. Betonowe zbiorniki bezodpływowe zapewnią retencję wód opadowych, umożliwiając ich dalsze wykorzystanie w celach użytkowych, takich jak nawadnianie terenów zielonych wokół szpitala.

Połączenie przewodów nastąpi poprzez studnie tworzywowe rewizyjne DN 425 oraz betonowe DN1200.

W skład studni tworzywowej DN 425 wchodzi:

- kineta DN 425 z PP przepływowa do połączeń z rurami PVC-U;

- karbowana rura trzonowa;
- rura teleskopowa;
- betonowy pierścień odciążający;
- właz żeliwny do rury teleskopowej klasy B125 (teren zielony);

W skład studni rewizyjnych DN 1200 wchodzi:

- - żelbetowa podstawa studni o wysokości  $h=100$  cm i grubości ścianki 15 cm;
- - kręgi betonowe o wysokości  $h=30, 50$  i 100 cm, grubości ścianki 13,5-15,0 cm;
- - płyta pokrywowa żelbetowa grubości 22 (14) cm z otworem o średnicy 62,5cm – typ ciężki
- - kineta wylewana z betonu klasy C35/45;
- - właz żeliwny DN 600 mm, osadzony na żelbetowych pierścieniach wyrównawczych  $h=6$ cm i  $h=8$ cm;
- - stopnie żłazowe żeliwne osadzone fabrycznie w kręgach;
- - uszczelnienia wejść rur kanalizacyjnych do studzienek.
- Ściany zewnętrzne płyt pokrywowych zaizolować poprzez nałożenie dwukrotnej warstwy masy bitumicznej.
- Przyjęto włazy klasy D400 (teren utwardzony) i B125 (zieleni) i wg PN-EN 124 z podwójnym zamknięciem ryglowym.
- Przy wykonywaniu studzienek kanalizacyjnych należy przestrzegać postanowień normy PN-EN 476 - Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej.

Montaż i posadowienie studzienek tworzywowych wykonać zgodnie z „Instrukcją układania i montażu” opracowaną przez producenta systemu. Kinetę studni należy posadowić na podsypce piaskowej o grubości 10 cm. Zasyпка studni na całej wysokości powinna być wykonana z piasku, zagęszczonego warstwami do  $Is=0,97$ . Przy wykonywaniu studzienek kanalizacyjnych należy przestrzegać postanowień normy PN-EN 476 „Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej”.

Projektowane zbiorniki zostaną wyposażone w pompy zatapialne, umieszczone w komorach zbiorników retencyjnych, połączone ze złączką do węży zlokalizowaną w zamykanej skrzynce. Parametry techniczne pompy obejmują wydajność na poziomie 1 l/s oraz wysokość podnoszenia wynoszącą 25 mH<sub>2</sub>O, co zapewni efektywne nawadnianie terenów zielonych.

Pompa zatapialna zostanie wyposażona w zautomatyzowany system sterowania, który będzie regulował jej pracę w zależności od rzeczywistego poboru wody. Wbudowany czujnik przepływu umożliwi automatyczne uruchamianie pompy w momencie rozpoczęcia poboru wody oraz jej wyłączenie kilka sekund po zakończeniu poboru. Taki system sterowania znacząco zwiększy efektywność pracy pompy oraz ograniczy zużycie energii elektrycznej.

Dodatkowo, urządzenie pompowe zostanie zabezpieczone przed pracą na sucho oraz przed przegrzaniem, co zapewni długą żywotność i bezawaryjność instalacji. System zabezpieczeń pozwoli na bezpieczne i niezawodne funkcjonowanie pompy, minimalizując ryzyko awarii oraz ewentualnych uszkodzeń mechanicznych.

Realizacja powyższego rozwiązania przyczyni się do zwiększenia efektywności gospodarki wodami opadowymi na terenie szpitala, minimalizacji ryzyka zalewania terenów przyległych oraz ograniczenia negatywnego wpływu na fundamenty budynków. Dodatkowo, zastosowanie retencji wód deszczowych umożliwi ich ponowne wykorzystanie w celach użytkowych, co wpisuje się w zasady zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi.

## 2.5. Analiza cenowa

### Analiza cenowa wykonania zewnętrznej instalacji kanalizacji deszczowej

#### 1. Instalacja kanalizacji deszczowej z rur PVCu

Lp.	Rodzaj rury	Długość (m)	Cena jednostkowa (zł/mb)	Koszt całkowity (zł)
1	PVCu DN110	85		
2	PVCu DN160	25		
3	PVCu DN200	25		
4	PVCu DN250	90		
<b>RAZEM</b>				

#### 2. Zbiorniki betonowe 4 x 10 m<sup>3</sup> (w tym 2 z zestawem pompowym)

Lp.	Opis	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Zbiornik betonowy 10 m <sup>3</sup>	szt.	4		
2	Montaż zbiornika	szt.	4		
3	Zestaw pompowy Q=1 l/s, HP=25 mH <sub>2</sub> O	szt.	2		
<b>RAZEM</b>					

#### 3. Studzienki kanalizacyjne

Lp.	Rodzaj studzienki	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
-----	-------------------	-----------	-------	-----------------------	----------------------



1	Studzienka tworzywowa DN425 (Wavin)	szt.	10		
2	Montaż studzienki DN425	szt.	10		
3	Studzienka betonowa DN1200	szt.	3		
4	Montaż studni DN1200	szt.	3		
<b>RAZEM</b>					

#### 4. Przewody tłoczne PE SDR11

Lp.	Rodzaj przewodu	Długość (m)	Cena jednostkowa (zł/mb)	Koszt całkowity (zł)
1	PE DN63 SDR11	150		
2	PE DN32 SDR11	120		
<b>RAZEM</b>				

#### Podsumowanie kosztów całkowitych (po +20%)

Lp.	Zakres prac	Koszt (zł)
1	Rurociągi PVCu DN110–250	
2	Zbiorniki betonowe 4 x 10 m³ (w tym 2 z pompami)	
3	Studzienki tworzywowe i betonowe	
4	Przewody tłoczne PE DN63 i DN32 SDR11	
<b>ŁĄCZNIE</b>		

#### Analiza kosztów rocznego utrzymania systemu zagospodarowania wód opadowych

##### Założenia eksploatacyjne:

- Czyszczenie zbiorników bezodpływowych: 4 sztuki, 1 raz w roku,
- Czyszczenie osadników w rurach spustowych: 10 sztuk, 1 raz w roku,
- Ceny przyjęte w oparciu o średnie stawki rynkowe.

##### 1. Czyszczenie zbiorników bezodpływowych (4 szt.)

Lp.	Zakres usługi	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
-----	---------------	-----------	-------	-----------------------	----------------------

1	Wypompowanie i wywóz nieczystości	szt.	4		
2	Czyszczenie wnętrza zbiornika	szt.	4		
<b>RAZEM</b>					

## 2. Czyszczenie osadników w rurach spustowych (10 szt.)

Lp.	Zakres usługi	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł/szt.)	Koszt całkowity (zł)
1	Ręczne czyszczenie osadników	szt.	10		

## Podsumowanie rocznych kosztów utrzymania

Lp.	Zakres	Koszt roczny (zł)
1	Czyszczenie zbiorników bezodpływowych (4 szt.)	
2	Czyszczenie osadników w rurach spustowych (10 szt.)	
<b>RAZEM</b>		

## Uwagi:

- Koszty są szacunkowe i zależne od lokalnych stawek serwisowych i transportowych,
- Rekomenduje się prowadzenie ewidencji serwisów i harmonogramu przeglądów,
- Utrzymanie centrali deszczowej oraz koszt środków dezynfekcyjnych nie zostały ujęte w tej analizie.

## 3. CENTRALA DESZCZOWA Z WYKORZYSTANIEM WÓD DESZCZOWYCH DO SPŁUKIWANIA TOALET

### 3.1. Dane obliczeniowe- ilość wód deszczowych

#### Zestawienie powierzchni:

- Dach 1030,0 m<sup>2</sup> , wsp. spływu  $\psi = 0,90$

#### Obliczenie powierzchni zredukowanej:

$$F_{zr} = 1030,0 \times 0,90 = 927,0 \text{ m}^2$$

#### Obliczenie całkowitej ilości ścieków deszczowych:

$$Q_{dp} = 198,0 \text{ dm}^3/\text{ha} \cdot \text{s} \times 0,0927 \text{ ha} = 18,35 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Gdzie:

198,0 dm<sup>3</sup>/ha\*s- średnia wartość natężenia deszczu przyjęta z atlasu PANDA.

**Maksymalna sekundowa ilość wód deszczowych dopływających do zbiornika :**

$$Q_{\max} = 18,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Średnia roczna ilość wód deszczowych dopływających do zbiornika :**

Średnia roczna ilość wód opadowych wprowadzanych do ziemi skorzystano ze wzoru:

$$Q_{\text{śr.a}} = H \times F [\text{m}^3/\text{rok}]$$

Gdzie:

H maxa - suma średniego rocznego opadu deszczu o prawdopodobieństwie wystąpienia deszczu

10 % dla rejonu Andrychów – 900 mm słupa wody

F- powierzchnia zlewni zredukowanej [m<sup>2</sup>]

$$Q_{\text{śr.a}} = 0,90 \text{ m}^3/\text{rok} \times 927,0 \text{ m}^2 = 834,40 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{śr.a}} = 834,40 \text{ m}^3/\text{rok}$$

**Dobór pojemności zbiornika retencyjnego wód deszczowych**

Ilość ścieków dopływających do zbiornika dla deszczu 300 l/sxha (p=5%, c=20, t=15 min)

$$Q_{\text{dopl-300}} = 300 \text{ dm}^3/\text{ha*s} \times (0,0927) = 27,81 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Objętość ścieków deszczowych do zretencjonowania:

$$V_{\text{rt}} = Q_{\text{ret-300}} \times t \times 60/1000$$

t = 15 min – założony czas przetrzymania wody w zbiorniku / czas trwania deszczu

$$V_{\text{rt}} = 27,81 \text{ dm}^3/\text{s} \times 15 \times 60/1000 = 25,0 \text{ m}^3$$

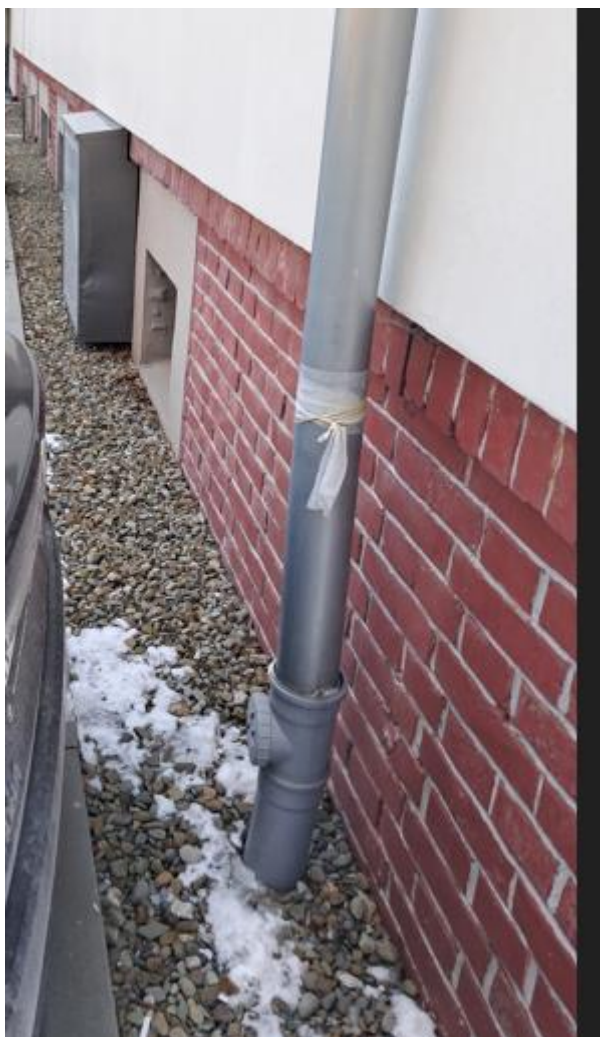
Wymagana pojemność użytkowa zbiornika bezodpływowego 25,0 m<sup>3</sup>.

**3.2. Opis stanu istniejącego instalacji kanalizacji deszczowej**

Stan istniejącej instalacji kanalizacji deszczowej Wojewódzkiego Szpitala Psychiatrycznego w Andrychowie, w obrębie segmentów A I i A II, charakteryzuje się zastosowaniem systemu odprowadzania wód opadowych z powierzchni dachowych za pomocą rur spustowych. Rury te, stanowiące element pionowy instalacji, znajdują się w dobrym stanie technicznym, co pozwala na skuteczne i bezawaryjne odprowadzanie spływów dachowych.



Zdjęcie nr 1- Stan techniczny rur spustowych, opracowanie własne.



Zdjęcie nr 2- Stan techniczny otworów rewizyjnych- opracowanie własne

W obecnym stanie technicznym Wojewódzkiego Szpitala w Andrychowie system odwodnienia dachów realizowany jest za pomocą rur spustowych wyposażonych w otwory rewizyjne oraz osadniki. Wody deszczowe odprowadzane są dalej rurociągami do istniejącego systemu kanalizacji deszczowej. Przeprowadzona ocena techniczna wykazała, że otwory rewizyjne znajdują się w bardzo dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany – zaleca się ich pozostawienie i dalsze użytkowanie.

Na podstawie wywiadu przeprowadzonego z przedstawicielami jednostki szpitalnej ustalono, że istniejące rurociągi kanalizacji deszczowej są instalacją bardzo starą, wykazującą znaczne zużycie techniczne. Zły stan tych przewodów może skutkować nieszczelnościami, zmniejszoną drożnością i ryzykiem awarii w trakcie intensywnych opadów. W związku z powyższym w ramach modernizacji projektuje się wykonanie nowej zewnętrznej instalacji kanalizacji deszczowej, która zapewni skuteczne i bezpieczne odprowadzenie wód opadowych z terenu szpitala.

### **3.3. Zalecenia projektowe**

Po przeprowadzeniu analizy stanu technicznego budynku Wojewódzkiego Szpitala Psychiatrycznego w Andrychowie oraz istniejącej instalacji kanalizacji deszczowej, zaleca się modernizację systemu odprowadzania wód opadowych poprzez zaprojektowanie i wykonanie 4 betonowych zbiorników bezodpływowych o pojemności całkowitej jednego zbiornika do 10 m<sup>3</sup>.

Monolityczny szczelny zbiornik bezodpływowy o pojemności uż. ZB=8,3 m<sup>3</sup> i pojemności całkowitej 10 m<sup>3</sup>.

W skład zbiornika ZB wchodzi następujące elementy:

- monolityczny żelbetowy zbiornik szczelny żelbetowy wym. zewn. 3,5 x 2,3 x 1,5 m
- pokrywa zbiornika – żelbetowa o wym. 3,5 x 2,3 m z otworem DN62,5cm
- właz żeliwny dn 600mm, klasy B125 wg PN-EN 124 osadzony na pierścieniach wyrównawczych h=8cm,
- izolacja stropu oraz zewnętrznych powierzchni ścian prefabrykowanych – Abizol R+P,
- przejścia rur przez ściany - systemowe, szczelne.

Odpowietrzenie zbiornika za pomocą wywiewki dn 100 wyprowadzonej, co najmniej 0,5 m ponad poziom terenu. Zbiornik retencyjny posadowiony na podłożu wyrównawczym z betonu klasy C8/10, grubości ok. 13 cm. Bezpośrednio przed montażem podstaw studni ułożyć 2 cm warstwę zaprawy cementowej klasy M 10. Zasyпка wykopu zbiorników gruntem rodzimym zagęszczonym piaskiem zagęszczonym warstwami do współczynnika  $IS \geq 0,97$ .

W przypadku wystąpienia wody gruntowej w wykopie pod zbiornik bezodpływowy, zasypkę wykopu do poziomu 0,5m powyżej maksymalnego stanu poziomu wód gruntowych wykonać z piasku stabilizowanego cementem na szerokości 1,0m wokół zbiornika.

W ramach modernizacji konieczne jest wymienienie istniejących przewodów kanalizacji deszczowej. Montaż nowych przewodów pozwoli na zatrzymywanie zanieczyszczeń oraz zawiesin stałych, co zapobiegnie zamulaniu i zwiększy efektywność systemu odprowadzania wód opadowych.

Planowane prace obejmują wykonanie odpływu z rur spustowych za pomocą rur PVC, które zostaną skierowane do projektowanego zbiornika. Lokalizacja zbiornika oraz trasa przewodów odprowadzających wodę zostały określone w załączniku graficznym. Betonowe zbiorniki bezodpływowe zapewnią retencję wód opadowych, umożliwiając ich dalsze wykorzystanie w celach użytkowych, takich jak nawadnianie terenów zielonych wokół szpitala.

Połączenie przewodów nastąpi poprzez studnie tworzywowe rewizyjne DN 425 oraz betonowe DN1200.

W skład studni tworzywowej DN 425 wchodzi:

- kineta DN 425 z PP przepływowa do połączeń z rurami PVC-U;
- karbowana rura trzonowa;
- rura teleskopowa;

- betonowy pierścień odciążający;
- właz żeliwny do rury teleskopowej klasy B125 (teren zielony);

W skład studni rewizyjnych DN 1200 wchodzi:

- - żelbetowa podstawa studni o wysokości  $h=100$  cm i grubości ścianki 15 cm;
- - kręgi betonowe o wysokości  $h=30, 50$  i 100 cm, grubości ścianki 13,5-15,0 cm;
- - płyta pokrywowa żelbetowa grubości 22 (14) cm z otworem o średnicy 62,5cm – typ ciężki
- - kineta wylewana z betonu klasy C35/45;
- - właz żeliwny DN 600 mm, osadzony na żelbetowych pierścieniach wyrównawczych  $h=6$ cm i  $h=8$ cm;
- - stopnie żłazowe żeliwne osadzone fabrycznie w kręgach;
- - uszczelnienia wejść rur kanalizacyjnych do studzienek.
- Ściany zewnętrzne płyt pokrywowych zaizolować poprzez nałożenie dwukrotnej warstwy masy bitumicznej.
- Przyjęto włazy klasy D400 (teren utwardzony) i B125 (zieleń) i wg PN-EN 124 z podwójnym zamknięciem ryglowym.
- Przy wykonywaniu studzienek kanalizacyjnych należy przestrzegać postanowień normy PN-EN 476 - Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej.

Montaż i posadowienie studzienek tworzywowych wykonać zgodnie z „Instrukcją układania i montażu” opracowaną przez producenta systemu. Kinetę studni należy posadowić na podsypce piaskowej o grubości 10 cm. Zasyпка studni na całej wysokości powinna być wykonana z piasku, zagęszczonego warstwami do  $I_s=0,97$ . Przy wykonywaniu studzienek kanalizacyjnych należy przestrzegać postanowień normy PN-EN 476 „Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej”.

Projektowane zbiorniki zostaną wyposażone w pompy zatapialne, umieszczone w komorach zbiorników retencyjnych, Rozprowadzenie zgromadzonej wody wewnątrz budynku odbywać się będzie za pomocą centrali wody deszczowej o wydajności wyliczonej na podstawie ilości toalet w budynku. Znajdować się będzie w pomieszczeniu wydzielonym przez Inwestora. Za pomocą centrali sterującej następuje właściweysterowanie, rozdział i utrzymywanie ciśnienia w instalacji. Centrala wyposażona jest w zamykaną blaszaną obudowę, wraz z zestawem hydroforowym z dwiema pompami, zbiornikiem podręcznym i pompami zasilającymi 1100 A dla zewnętrznych cystern wody deszczowej oraz niezbędne przyłącza, tj. przyłącze ssawne, przyłącze tłoczne oraz przelew z syfonem skąd odprowadzany będzie nadmiar wody do kanalizacji sanitarnej. Centrala zapewnia automatyczne sterowanie zestawem hydroforowym z rozruchem naprzemiennym, uruchamianie pompy zasilającej wody roboczej według zapotrzebowania, automatyczne uzupełnianie wodą wodociągową zgodnie z normą EN 1717 za pomocą elektrycznego zaworu kulowego w zintegrowanym zbiorniku podręcznym, automatyczne zabezpieczenie przed stagnacją w przewodzie wody wodociągowej, monitoring ustawienia zaworu

kulowego dzięki samozamykaczowi na wypadek usterki, ręczne przełączenie na użytkowanie wyłącznie wody wodociągowej, stały monitoring poziomu napełnienia zbiornika podręcznego i wilgotności w pomieszczeniu technicznym. W celu ochrony zestawu hydroforowego w centrali należy wbudować naczynie wzbiorcze przeponowe. Pompa odśrodkowa głębinowa jest montowana w zbiorniku wody deszczowej na płycie podstawowej ze stali nierdzewnej. Rodzaj pompy zasilającej wody deszczowej należy dostosować do uwarunkowań lokalnych. Za centralą zamontować filtr mechaniczny oraz zawory odcinające kulowe. Odpływ popłuczyn z filtra odprowadzić do kanalizacji sanitarnej. W celu zmniejszenia częstości łączeń zestawu hydroforowego, na przewodzie tłocznym wody roboczej należy zastosować membranowe naczynie przeponowe. Naczynie musi być przystosowane do użytkowania z wodą roboczą. Ciśnienie wejściowe w naczyniu wzbiorczym przeponowym musi wynosić od 0,3 do 0,5 bar poniżej ciśnienia załączania pompy. Centralę dodatkowo wyposażać w wskaźnik poziomu wody w zbiornikach wody deszczowej, który zawiera zanurzeniowy czujnik ciśnienia 50 m oraz niezbędne oprogramowanie. Przewody główne rozprowadzające wodę do poszczególnych pionów wodociagowych prowadzone będą w przestrzeni stropu podwieszanego. Projektowane piony prowadzone będą w brzdach ściennych lub w obudowie z płyt g-k w zależności od możliwości montażowych. Przewody należy mocować do elementów konstrukcji budynku za pomocą podpór stałych (uchwytów) i podpór przesuwnych (wsporników lub wieszaków). Wsporniki instalacji powinny być wykonane z materiałów trwałych nie deformujących się pod wpływem ciepła. Wsporniki powinny być umocowane bezpośrednio do konstrukcji budynku lub do jej sztywnych elementów. Projektowane podejścia od pionów do urządzeń prowadzić w miarę możliwości w brzdach ściennych w zależności od możliwości montażowych zachowując zasady zawarte w normie PN-92/B-017107. Rurociągi prowadzone w brzdach ściennych izolować otulinami PE odpornymi na działanie zapraw budowlanych. Do instalacji wody deszczowej zaprojektowano rurociągi wykonane będą z rur rur polipropylenowych stabilizowanych włóknem szklanym. Podejścia do misek ustępowych i bidetów z rur PEX. Połączenia rur polipropylenowych zgrzewane. Połączenia rur PEX, mechaniczne zaciskowe zaprasowywane.

### 3.4. Analiza cenowa

#### Analiza cenowa wykonania zewnętrznej instalacji kanalizacji deszczowej – Wojewódzki Szpital w Andrychowie (z centralą deszczową i systemem dezynfekcji)

##### 1. Instalacja kanalizacji deszczowej z rur PVCu

Lp.	Rodzaj rury	Długość (m)	Cena jednostkowa (zł/mb)	Koszt całkowity (zł)
1	PVCu DN110	85		
2	PVCu DN160	25		
3	PVCu DN200	25		
4	PVCu DN250	90		
<b>RAZEM</b>				



## 2. Zbiorniki betonowe 4 x 10 m<sup>3</sup> (w tym 1 z zestawem pompowym)

Lp.	Opis	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Zbiornik betonowy 10 m <sup>3</sup>	szt.	4		
2	Montaż zbiornika	szt.	4		
3	Zestaw pompowy Q=1 l/s, HP=25 mH <sub>2</sub> O	szt.	1		
<b>RAZEM</b>					

## 3. Studzienki kanalizacyjne

Lp.	Rodzaj studzienki	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Studzienka tworzywowa DN425 (Wavin)	szt.	10		
2	Montaż studzienki DN425	szt.	10		
3	Studzienka betonowa DN1200	szt.	3		
4	Montaż studni DN1200	szt.	3		
<b>RAZEM</b>					

## 4. Centrala deszczowa i zestaw pompowy

Lp.	Element	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Centrala deszczowa (20 000 EUR)	kpl.	1		
2	Zestaw pompowy do centrali	kpl.	1		
<b>RAZEM</b>					

## 5. Wewnętrzna instalacja wody szarej z rur PEX DN40–DN20

Lp.	Średnica rury	Długość (m)	Cena jednostkowa (zł/mb)	Koszt całkowity (zł)
1	PEX DN40	150		
2	PEX DN32	150		
3	PEX DN25	150		
4	PEX DN20	150		

<b>RAZEM</b>				
--------------	--	--	--	--

## 6. System dezynfekcji i wentylacja magazynu chemii

Lp.	Element	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	System dezynfekcji wody (podchloryn sodu)	kpl.	1		
2	Wentylacja wyciągowa pomieszczenia chemii	kpl.	1		
<b>RAZEM</b>					

## Podsumowanie kosztów całkowitych (zaktualizowane)

Lp.	Zakres prac	Koszt (zł)
1	Rurociągi PVCu DN110–250	
2	Zbiorniki betonowe 4 x 10 m <sup>3</sup> (1 z pompą)	
3	Studzienki tworzywowe i betonowe	
4	Centrala deszczowa + zestaw pompowy	
5	Instalacja wody szarej z rur PEX DN40–20	
6	System dezynfekcji i wentylacja chemii	
<b>ŁĄCZNIE</b>		

## Uwagi:

- Koszty obejmują roboty budowlane, materiały i wyposażenie,
- System dezynfekcji przewidziany do uzdatniania wody przed wykorzystaniem w toaletach,
- Pomieszczenie magazynowania środków chemicznych musi spełniać wymagania BHP i być wyposażone w system wentylacyjny.

## Analiza kosztów rocznego utrzymania centrali deszczowej i systemu zagospodarowania wód opadowych

### Założenia eksploatacyjne:

- Inspekcja centrali deszczowej: 1 raz w roku,
- Dostawa podchlorynu sodu: 350 kg/rok,

- Czyszczenie zbiorników bezodpływowych: 4 sztuki, 1 raz w roku,
- Czyszczenie osadników w rurach spustowych: 10 sztuk, 1 raz w roku,
- Ceny przyjęte w oparciu o średnie stawki rynkowe.

---

#### 1. Inspekcja centrali deszczowej (1 raz/rok)

Lp.	Zakres usługi	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Serwis i kontrola techniczna centrali	usługa	1		

---

#### 2. Dostawa podchlorynu sodu (350 kg/rok)

Lp.	Materiał	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł/kg)	Koszt całkowity (zł)
1	Podchloryn sodu	kg	350		

---

#### 3. Czyszczenie zbiorników bezodpływowych (4 szt.)

Lp.	Zakres usługi	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł)	Koszt całkowity (zł)
1	Wypompowanie i wywóz nieczystości	szt.	4		
2	Czyszczenie wnętrza zbiornika	szt.	4		
<b>RAZEM</b>					

---

#### 4. Czyszczenie osadników w rurach spustowych (10 szt.)

Lp.	Zakres usługi	Jednostka	Ilość	Cena jednostkowa (zł/szt.)	Koszt całkowity (zł)
1	Ręczne czyszczenie osadników	szt.	10		

---

#### Podsumowanie rocznych kosztów utrzymania

Lp.	Zakres	Koszt roczny (zł)
1	Inspekcja centrali deszczowej	
2	Dostawa podchlorynu sodu (350 kg)	

3	Czyszczenie zbiorników bezodpływowych (4 szt.)	
4	Czyszczenie osadników w rurach spustowych (10 szt.)	
<b>RAZEM</b>		

---

**Uwagi:**

- Koszty są szacunkowe i zależne od lokalnych stawek serwisowych i transportowych,
- Rekomenduje się prowadzenie ewidencji serwisów i harmonogramu przeglądów,
- Warto uwzględnić możliwość wzrostu kosztów chemikaliów i usług w kolejnych latach.