

## SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE.....	3
1.1. Przedmiot opracowania.....	3
1.2. Dokumenty i materiały wykorzystane w opracowaniu .....	3
2. Budowa geologiczna podłoża gruntowego .....	4
2.1. Litologia i stratygrafia .....	4
2.2. Warunki hydrogeologiczne .....	4
2.3. Wodochłonność podłoża gruntowego w przedmiotowym rejonie .....	4
3. Wymiarowanie studni chłonnej .....	4
3.1. Przyjęcie przypadku obliczeniowego.....	5
3.2. Wymiarowanie studni chłonnej metoda Maaga.....	6
3.3. Wymiarowanie filtra piaskowego .....	7
3.4. Wymiarowanie warstwy podtrzymującej.....	9
4. Wnioski.....	11

## 1. WPROWADZENIE

### 1.1. Przedmiot opracowania

Podstawą opracowania jest dobór studni chłonnych odprowadzających część wód deszczowych z odwadnianego terenu w ramach inwestycji pn.: „Kompleksowe uzbrojenie terenu inwestycyjnego w dzielnicy Warpie w Będzinie w sąsiedztwie projektowanej DTŚ wraz z budową układu komunikacyjnego”.

### 1.2. Dokumenty i materiały wykorzystane w opracowaniu

1. „Odwodnienie dróg”, Roman Edel, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności – wydanie 3 Warszawa 2006,
2. Dokumentacja geotechniczna dla potrzeb przebudowy sieci wodociągowej, kanalizacyjnej i przebudowa dróg terenu inwestycyjnego w dzielnicy Warpie w Będzinie – Geoprojekt Śląsk w Katowicach, kwiecień 2009 r.
3. *Metody obliczeń przepływów maksymalnych w małych zlewniach rzecznych*, A. Ciepiewski, S. Dąbkowski,
4. *Wyznaczanie hydrogramów wezbrań opadowych z małych nieobserwowanych zlewni rolniczych*, K. Banasik, S. Ignar,
5. *Ocena Przepływów Wielkich Wód Małych Zlewni Górnej Wisły*, Jerzy Punzet, Gospodarka Wodna nr 6 z 1977 r.,
6. „Małe budownictwo wodne dla wsi” W. Adamik, J. Gortat, E. Leśniak, A. Żbikowski – ARKADY Warszawa 1986 r.
7. *Hydrologia*, A. Byczkowski,
8. *Hydrologia*, Cz. Król,
9. *Hydraulika*, K. Książczyński,
10. *Tablice do obliczeń hydraulicznych*, K. Książczyński,
11. *Projekt Budowlany*,
12. Mapa topograficzna w skali 1:10000,
13. Mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:500.
14. Dane i materiały przekazane przez Zamawiającego.

## **2. Budowa geologiczna podłoża gruntowego**

### **2.1. Litologia i stratygrafia**

Podłoże badanego terenu do rozpoznanej w ramach niniejszego opracowania głębokości 1,6-4,0 m budują utwory czwartorzędowe i triasowe.

Trias reprezentowany jest przez utwory wapienia muszlowego w postaci wapieni warstw gogolińskich i w postaci dolomitów kruszonośnych. Utwory te w części stropowej są zwietrzałe przechodząc w sposób ciągły w zwietrzelinę kamienistą i gliniastą z okruchami skał.

Czwartorzęd reprezentowany jest przez współczesne nasypy antropogeniczne o zróżnicowanej miąższości w punktach wierceń od 0,3 do 3,0 m.

Powierzchnia terenu miejscami przykryta jest cienką warstwą gleby.

### **2.2. Warunki hydrogeologiczne**

Morfologia terenu oraz budowa geologiczna rejonu badań nie sprzyjają gromadzeniu się wody w przypowierzchniowej partii podłoża, czego potwierdzeniem są wyniki przeprowadzonych badań, w trakcie których do głębokości 1,6-4,0 m nie stwierdzono wody gruntowej. Podsumowując warunki wodne należy określić jako dobre.

### **2.3. Wodochłonność podłoża gruntowego w przedmiotowym rejonie**

Współczynnik filtracji „k” wyznaczono na podstawie danych literaturowych oraz przeprowadzonych badań geologicznych – dokumentacja geologiczna.

Wyznaczony współczynnik filtracji w omawianym terenie kształtuje się w przedziale wartości od  $10^{-5}$  do  $10^{-6}$ . Czyli charakterystyka przepuszczalności jest mała.

Do obliczeń przyjęto:

$$K = 10^{-5} \text{ [m/s]}$$

## **3. Wymiarowanie studni chłonnej**

Wymiarowanie studni chłonnych przeprowadzono zgodnie z tokiem postępowania przedstawionym w literaturze pt.: „Odwodnienie dróg”, Roman Edel, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności.

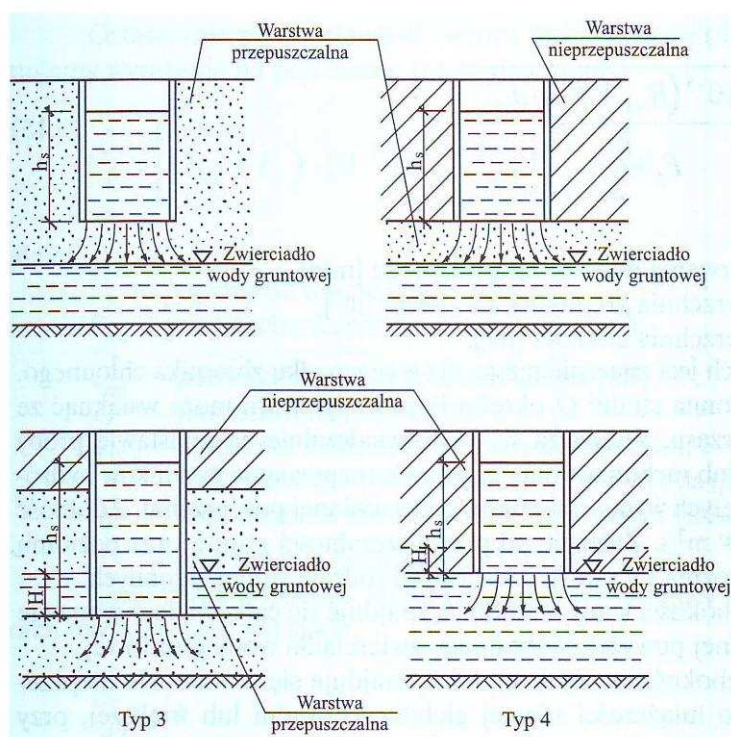
Tok postępowania obejmuje:

- Przyjęcie przypadku obliczeniowego

- Określenie typu studni chłonnej
- Wymiarowanie studni metodą Maaga
- Określenie warstw filtracyjnych
- Określenie możliwości filtracji wody w grunt

### 3.1. Przyjęcie przypadku obliczeniowego

Wymiarowanie studni chłonnej należy zacząć od określenia jej typu, w zależności od przepuszczalności gruntu oraz poziomu wód gruntowych, wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje studni chłonnych:



Typ 1 – studnia o głębokości wody w studni  $h_s$  znajduje się całkowicie w warstwie przepuszczalnej powyżej swobodnego zwierciadła wody gruntowej;

Typ 2 – studnia o głębokości wody w studni  $h_s$  znajduje się w warstwie nieprzepuszczalnej o miąższości równej głębokości studni lub większej, przy zwierciadle swobodnym wody gruntowej poniżej dna studni;

Typ 3 – studnia znajduje się w górnej swej części w warstwie nieprzepuszczalnej, natomiast w dolnej części w warstwie przepuszczalnej (przebija warstwę

nieprzepuszczalną). Swobodne zwierciadło wody gruntowej znajduje się do wysokości  $H$  wewnątrz studni, natomiast poziom wody w studni wynosi  $h_s$ ;

Typ 4 – studnia znajduje się całkowicie w warstwie nieprzepuszczalnej aż do jej spągu (tzn. dolnej powierzchni warstwy). Woda gruntowa występuje w postaci napiętej i sięga (po rozprężeniu) do wysokości  $H$  wewnątrz studni. Efektywności tego typ studni jest niepewna z uwagi na działanie sił naporu dążącej do wyrównania poziomów zwierciadła wody w studni.

Przedmiotowe studnie chłonne odprowadzające wody opadowe są studniami typu 2, ze względu na występowanie jednorodnej warstwy nieprzepuszczalnej w miejscu lokalizacji studni oraz braku występowanie swobodnego zwierciadła wody gruntowej na głębokości wykonanych sondowań.

### **3.2. Wymiarowanie studni chłonnej metoda Maaga**

Przy wymiarowaniu studni chłonnych metodą Maaga przyjmuje się jako założenie wstępne, że proces wsiąkania odbywa się poprzez powierzchnię denną studni. Rzut poziomy wewnątrz przekroju jest zatem powierzchnią czynną.

Zdolność chłonną studni typu 2 oblicza się ze wzoru:

$$Q_f = 4 \pi r h_s k_f$$

gdzie:

$Q_f$  – zdolność chłonna studni [ $m^3/s$ ],

$r$  – promień studni [m]

$h_s$  – głębokość wody w studni liczona od jej dna [m]

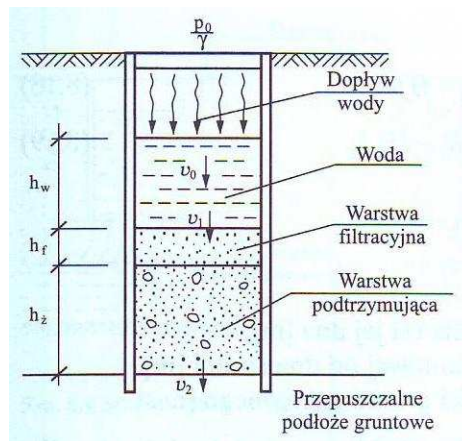
$k_f$  – współczynnik przepuszczalności gruntu nasyconego [m/s]

Zdolność chłonna studni zależy nie tylko od jej przekroju poprzecznego i przepuszczalności gruntu, ale także od wysokości napinającego słupa wody oraz od rodzaju i grubości poszczególnych warstw składowych studni chłonnej wpływającej w sposób decydujący na przepływ wody przez filtr w kierunku pionowym.

W celu zwiększenia możliwości chłonnej studni, a co za tym idzie zmniejszenia jej głębokości, zaprojektowano zastosowanie warstwy filtracyjnej (filtr piaskowy) oraz warstwy podtrzymującej.

### 3.3. Wymiarowanie filtru piaskowego

Dane wejściowe do wymiarowania:



Średnica studni =  $\varnothing$  2000mm i  $\varnothing$  1500mm

Głębokość włączenia kanalizacji do studni = około 1,50m i 1,80m

Współczynnik wodoprzepuszczalności piasku =  $k_{f1} = 0,0015$  [m/s]

Współczynnik wodoprzepuszczalności żwiru =  $k_{f2} = 0,035$  [m/s]

Grubość 1 warstwy filtru (piasku) -  $h_{f1} = 0,3$  [m]

Grubość 2 warstwy filtru (żwiru) -  $h_{f2} = 0,1$  [m]

Prędkość przepływu wody przez filtr piaskowy wyznacza się ze wzoru:

ZLEWNIA I o powierzchni 0,60 ha

$$V_1 = \frac{Q}{F} = \frac{0,04350 \text{ m}^3 / \text{s}}{3,14 * (1,00 \text{ m})^2} = \frac{0,04350}{3,14} = 0,0139 \text{ m} / \text{s}$$

ZLEWNIA II o powierzchni 0,05 ha

$$V_2 = \frac{Q}{F} = \frac{0,007310 \text{ m}^3 / \text{s}}{3,14 * (0,75 \text{ m})^2} = \frac{0,00731}{1,76625} = 0,00413 \text{ m} / \text{s}$$

gdzie:

V - prędkość wody wypływającej z dna filtru [m/s]

Q – ilość wody przepływającej przez filtr [m<sup>3</sup>/s]

F – powierzchnia filtru [m<sup>2</sup>]

Z uwagi na to, że filtr składa się z dwóch warstw o grubościach  $h_{f1}$  i  $h_{f2}$ , z których każda ma współczynnik wodoprzepuszczalności odpowiednio  $k_{f1}$  i  $k_{f2}$  (żwir 4/40), można dla całej warstwy filtru wprowadzić średni współczynnik wodoprzepuszczalności  $k_f$  równy:

$$k_f = \frac{h_{f1} + h_{f2}}{\frac{h_{f1}}{k_{f1}} + \frac{h_{f2}}{k_{f2}}} = \frac{0,30m + 0,10m}{\frac{0,30m}{0,0025m/s} + \frac{0,10m}{0,035m/s}} = 0,0033m/s$$

gdzie:

$k_f$  - współczynnik wodoprzepuszczalności filtru [m/s]

$k_{f1}$  - współczynnik wodoprzepuszczalności pierwszej warstwy filtru [m/s]

$k_{f2}$  - współczynnik wodoprzepuszczalności drugiej warstwy filtru [m/s]

$h_{f1}$  - grubość pierwszej warstwy filtru [m]

$h_{f2}$  - grubość drugiej warstwy filtru [m]

Wymagana wysokość słupa wody w studni chłonnej, potrzebna do zachowania prędkości V po jej przejściu przez filtr:

ZLEWNIA I

$$h_{w1} = \frac{V_1 * h_f}{k_f} - h_f = \frac{0,0139m/s * 0,4m}{0,0033m/s} - 0,4m = 1,28$$

ZLEWNIA II

$$h_{w2} = \frac{V_2 * h_f}{k_f} - h_f = \frac{0,00413m/s * 0,4m}{0,0033m/s} - 0,4m = 0,15$$

gdzie:

$h_w$  - wysokość słupa wody [m]

V - prędkość wody wypływającej z dna filtru [m/s]

$k_f$  - współczynnik wodoprzepuszczalności filtru [m/s]

$h_f$  - grubość pierwszej warstwy filtru [m]

Stratę na filtrze obliczono ze wzoru:

ZLEWNIA I

$$S_1 = \frac{V_1 * h_f}{k_f} = \frac{0,0139m / s * 0,4m}{0,0033m / s} = 1,68m$$

ZLEWNIA II

$$S_2 = \frac{V_2 * h_f}{k_f} = \frac{0,00413m / s * 0,4m}{0,0033m / s} = 0,55m$$

gdzie:

$h_w$  - wysokość słupa wody [m]

$V$  - prędkość wody wypływającej z dna filtru [m/s]

$k_f$  - współczynnik wodoprzepuszczalności filtru [m/s]

$h_f$  - grubość pierwszej warstwy filtru [m]

### 3.4. Wymiarowanie warstwy podtrzymującej

Dane wejściowe do wymiarowania:

Średnica studni = Ø2000mm i Ø1500mm

Grubość 1 warstwy podtrzymującej -  $h_{z1} = 0,1[m]$

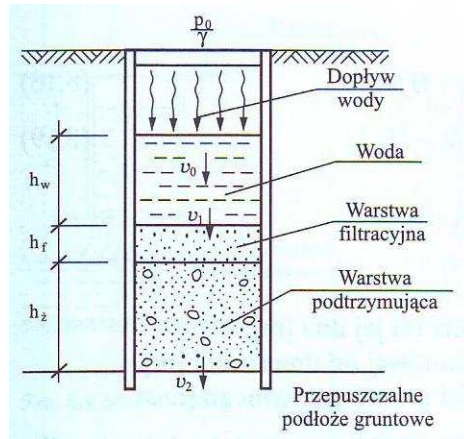
Grubość 2 warstwy podtrzymującej -  $h_{z2} = 0,1[m]$

Wielkość ziaren warstwy 1 (żwir) -  $d_1 = 1,6 \text{ cm}$

Wielkość ziaren warstwy 2 (żwir) -  $d_2 = 6,2 \text{ cm}$

Wielkość ziaren warstwy 3 (kamień łamany) -  $d_3 = 10,0 \text{ cm}$





Podłoże gruntowe studni chłonnej decyduje w dużym stopniu o szybkości filtracji wody. Filtracja ta powstaje na skutek ciśnienia słupa wody  $h_s$ , które zmniejszając się przy pokonywaniu oporów filtracji, wywołuje odpowiednią prędkość filtracji. Wysokość ciśnienia  $h_s$  stanowi jednocześnie wartość strat ciśnienia  $s_3$ . Przy założeniu, że zdolność chłonna studni  $Q_f$  równa jest ilości wody dopływającej do niej  $Q$ , spełniony musi być warunek:

$$h_s = s_3$$

Wartość strat ciśnienia dla filtracji wody w grunt, a tym samym głębokość wody w studni liczona od jej dna obliczyć można ze wzoru:

ZLEWNIA I

$$h_s = \frac{Q}{4 * \pi * k_f * r} + H = \frac{0,0435 m^3 / s}{4 * 3,14 * 0,001 m / s * 1,00 m} + 1,5 m = 4,96 m$$

ZLEWNIA II

$$h_s = \frac{Q}{4 * \pi * k_f * r} + H = \frac{0,00731 m^3 / s}{4 * 3,14 * 0,001 m / s * 0,75 m} + 1,5 m = 2,60 m$$

gdzie:

$h_s$  - głębokość wody w studni liczona od jej dna [m]

$Q$  - ilość wody dopływającej do studni [m<sup>3</sup>/s]

$k_f$  - współczynnik wodoprzepuszczalności gruntu zalegającego pod studnią [m/s]

$r$  - promień studni [m]

$H$  - odległość zwierciadła wody gruntowej od dna studni [m]

Wobec powyższego możemy określić grubość 3 warstwy podtrzymującej - kamień łamany 100/200 zalegającej do dna studni chłonnej:

ZLEWNIA I

$$h_{z3} = h_s - h_{z1} - h_{z2} - h_w - h_f = 4,96m - 0,1m - 0,1m - 1,28m - 0,4 = 3,08 m$$

ZLEWNIA I

$$h_{z3} = h_s - h_{z1} - h_{z2} - h_w - h_f = 2,60m - 0,1m - 0,1m - 0,15m - 0,4 = 1,85 m$$

Grubość 3 warstwy podtrzymującej - kamień łamany 100/200

ZLEWNIA I

$$\rightarrow h_{z3} = 3,08 [m]$$

ZLEWNIA II

$$\rightarrow h_{z3} = 1,85 [m]$$

#### 4. Wnioski

Dla odwodnienia przedmiotowego terenu zaprojektowano 2 studnia chłonne dla zlewni I i 1 studnię chłonną dla zlewni II. Rysunek z przekrojami projektowanych studni chłonnych został załączony do opracowania.

Wymiary studni i ich liczba została dobrana przy zachowaniu nierówności

$$Q_f \geq Q$$

gdzie Q jest wielkością opadu

ZLEWNIA I

$$Q_f = 4 \pi r h_s k_f$$

$$Q_f = 4 * 3,14 * 1,0 * 4,96 * 0,0033 = 0,20$$

$$Q = 0,0435 \text{ dla 1 studni}$$

Został zachowany warunek  $Q_f \geq Q$

ZLEWNIA II

$$Q_f = 4 \pi r h_s k_f$$

$$Q_f = 4 * 3,14 * 0,75 * 2,60 * 0,0033 = 0,08$$

$$Q = 0,00731$$

Został zachowany warunek  $Q_f \geq Q$