

P R O J E K T

czasowego odwodnienia wykopów pod projektowaną kanalizację sanitarną w północnej części Gminy ROZPRZA w północno – zachodniej części Gminy SULEJÓW oraz południowej części Miasta PIOTRKÓW TRYBUNALSKI

Opracował:

(Czesław Adamocha)

upr. CUG 050181

Łódź, kwiecień 2008 r.

Spis treści

1. Lokalizacja projektowanej inwestycji	str. 3
2. Dane do projektowania	str. 3
3. Warunki gruntowo – wodne	str. 3
4. Współczynnik filtracji „k”	str. 4
5. Obliczenia hydrogeologiczne dla odcinków wykopów wymagających odwodnienia wraz z zaleceniami wykonawczymi dla tych odcinków	str. 4
6. Wytyczne realizacyjne	str. 19
7. Uwagi i zalecenia	str. 20

1. Lokalizacja projektowanej inwestycji .

Projektowana sieć kanalizacji sanitarnej dla północnej części Gminy Rozprza oraz części Gminy Sulejów i południowej części Miasta Piotrków Trybunalski położona jest na terenie powiatu piotrkowskiego.

Rozprza należy do najstarszych miejscowości w tej części Polski, bowiem znana jest już od 1065 roku. Miejscowość ta leży na lewym brzegu rzeki Łuciąży, która jest dopływem Pilicy, na Równinie Piotrkowskiej.

Projektowana sieć kanalizacji sanitarnej obejmuje następujące miejscowości :

Milejów, Janówka, Longinówka i Milejowice w gminie Rozprza, Witów, Zalesice i Kolonia Zalesice w gminie Sulejów oraz następujące ulice na terenie Piotrkowa Trybunalskiego – Mazowiecka, Podhalańska, Łużycka, Zalesicka, Kujawska i Małopolska.

Projektowana sieć zbiorczej kanalizacji sanitarnej pozwoli na odprowadzenie ścieków do istniejącej miejskiej oczyszczalni w Piotrkowie Trybunalskim.

Wysokości bezwzględne omawianego rejonu wahają się od 180 do 203 m.n.p.m.

2. Dane do projektowania .

Niniejsze opracowanie ma za zadanie określić niezbędny zakres robót dla czasowego odwodnienia wykopów w strefach wymagających odwodnienia.

Projekt czasowego odwodnienia wykopów opracowano na podstawie następujących materiałów :

- Dokumentacji Geotechnicznej dla potrzeb projektu sieci kanalizacji sanitarnej na terenie Gmin: Rozprza, Sulejów i Piotrków Tryb. opracowanej w grudniu 2006 roku przez Pracownię Geologiczną GEO-SONDA.
- Projektów budowlano – wykonawczych omawianej inwestycji (3 tomy) z naniesionymi na profile podłużne danymi o budowie geologicznej do głębokości wykonanych wierceń oraz poziom zalegania zwierciadła wody gruntowej z okresu wykonywania wierceń.
- Literatury hydrogeologicznej.

3. Warunki gruntowo - wodne .

Warunki gruntowo – wodne zostały szczegółowo omówione w w/w dokumentacji geotechnicznej sporządzonej w grudniu 2006 roku. Na profile podłużne projektowanej sieci kanalizacji sanitarnej zostały naniesione dane o budowie geologicznej do głębokości wykonanych wierceń oraz poziom zalegania zwierciadła wody gruntowej z okresu wykonywania wierceń tj. z października i listopada 2006 roku.

Na podstawie wykonanych wierceń można stwierdzić, że wzdłuż tras projektowanych kanałów występują utwory czwartorzędowe reprezentowane przez osady holocenijskie i plejstocenijskie.

Utwory holocenijskie reprezentowane są przez nasypy, glebę, osady rzeczne /piaski o różnej granulacji z domieszką części organicznych oraz osady rzeczno – rozlewiskowe / namuły, torfy, namuły z przewarstwieniami piasku /.

Utwory plejstocenijskie reprezentowane są przez gliny, piaski wodnolodowcowe o różnej granulacji, pyły, pyły piaszczyste oraz piaski pylaste.

Zgodnie ze stwierdzeniem w dokumentacji geotechnicznej, że „badany obszar z uwagi na zróżnicowanie ukształtowania powierzchni terenu charakteryzuje się również odmiennymi warunkami hydrogeologicznymi w zakresie rodzajów wód gruntowych występujących wzdłuż trasy projektowanej kanalizacji” nie przytaczam szczegółowego ich omówienia, bowiem zostały one bardzo wyczerpująco udokumentowane w dokumentacji geotechnicznej. Stwierdzone wierceniami zwierciadło wody gruntowej w zasadzie posiada charakter swobodny lub lekko napięty, a zasilanie warstwy wodonośnej odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację z powierzchni terenu lub w strefie dolinnej tworzą więź hydrauliczną z poziomem wody w ciekach.

Niezależnie od wody występującej w postaci warstw wodonośnych w glinie występują zawodnione soczewki.

Stwierdzony poziom zwierciadła wody gruntowej w czasie badań terenowych został uznany przez dokumentatorów „za niski”. Szczególnie wysokiego poziomu wody gruntowej należy się spodziewać w okresie wiosennych roztopów lub długotrwałych opadów deszczu.

4. Współczynnik filtracji „k”.

Do obliczeń zastosowano współczynniki filtracji wynikające z dokumentacji geotechnicznej tj.

Dla piasków średnioziarnistych $k = 8,0 \text{ m/dobę} = 0,000093 \text{ m/s}$.

Dla piasków drobnych $k = 4,0 \text{ m/dobę} = 0,000046 \text{ m/s}$.

5. Obliczenia hydrogeologiczne dla odcinków wykopów wymagających odwodnienia wraz z zaleceniami wykonawczymi dla tych odcinków.

5.1. Milejów – ul. Kościuszki od studzienki K4 do studzienki K14.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	K4 - K14
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	432
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	185,40
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	182,59
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,49
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	3,30

Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times II}$ [m] $\ln R$	40,91 1,6118
Obliczenie równowaznego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	12,84 1,1085
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0055
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltr $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	85,15
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	283,94 284
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	1,52
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	1,52 > 0,502
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltr winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$284 \times 0,30 = 85,2 > 85,15$ $283 \times 0,30 = 84,9 < 85,15$

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm elastycznymi z półprzezroczystej rury polietylenowej zakończonej osiatkowanym filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 5,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 6,5 m od powierzchni terenu lub do stropu warstwy nieprzepuszczalnej. Wszystkie igłofiltr w rozstawie $1c = 1,52$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Łączna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 284 sztuki.

5.2. Milejów – ul. Kościuszki od studzienki K20 do studzienki K22 .

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	K20 - K22
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	156
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	186,60
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	185,27
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,47
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	1,80
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] $\ln R$	17,28 1,2375
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	7,72 0,8876
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0027
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry Ø 32 mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	41,8
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	139,39 140
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	1,11
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	1,11 > 0,502

<p>Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtra i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki:</p> $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$140 \times 0,30 = 42,0 > 41,8$ $139 \times 0,30 = 41,7 < 41,8$
---	---

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm elastycznymi z półprzezroczystej rury polietylenowej zakończonej osiatkowanym filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 4,5 od powierzchni terenu lub do stropu warstwy nieprzepuszczalnej. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $lc = 1,11$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rur wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę zwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm.

Łączna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 140 sztuk.

5.3. Milejów – ul. Krótka i Szkolna od studzienki Kr1 do studzienki Sz2

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	Kr1 - Sz2
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	101
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	186,05
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	185,06
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,51
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	1,50
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m]	
wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m]	8,27
ln R	0,9175
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru	
$R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m]	6,21
ln R_0	0,7930
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu	
$Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S)}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,00188
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtra	
$y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00004543
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów	
$y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	41,4

Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.]	138,03
przyjęto sztuk	139
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	0,72
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	$0,72 > 0,502$
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$139 \times 0,30 = 41,7 > 41,4$ $138 \times 0,30 = 41,4 \leq 41,4$

Odwodnienie omawianego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm zakończonymi osiatkowanym filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 2,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 4,0 m od powierzchni terenu. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 0,72$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Łączna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 139 sztuk.

5.4. Milejowiec - Przepompownia PS-6.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	Przepompownia PS-6
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	10 x 10 m
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	181,20
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	176,30
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,60
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	5,50
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] ln R	96,44 1,9842
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] ln R_0	5,64 0,7512

Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg Ro} \quad [\text{m}^3/\text{sek}]$	0,00818
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Studnie depresyjne
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15} \quad [\text{m}^3/\text{sek}]$	0,00081
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y} \quad [\text{m}]$	10,09
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	4,0
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l} \quad [\text{szt.}]$ przyjęto sztuk	2,52 3
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	6,66
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	6,66 > 6,28
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$3 \times 4,0 = 12,0 > 10,09$ $2 \times 4,0 = 8,0 < 10,09$

Odwodnienie projektowanej przepompowni przy pomocy studni depresyjnych do głębokości 12,0 m.p.p.t. o średnicy rury roboczej 324 mm do której wprowadzony będzie filtr kolumnowy Ø 160 mm z rur PVC o następujących wymiarach :

Rura podfiltrowa Ø 160 mm o długości 1,50 m

Część robocza filtru siatkowego Ø 160 mm 4,00 m

Rura nadfiltrowa Ø 160 mm do powierzchni terenu +0,50 m

Filtr kolumnowy należy ustawić centrycznie w rurze roboczej. Wokół filtru należy wykonać obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm wyciągając równoległe rury robocze. Niezbędna ilość studni sztuk 3. Numer siatki filtracyjnej należy ustalić w nawiązaniu do faktycznego uziarnienia warstwy wodonośnej. Do odwodnienia należy zastosować pompy głębinowe np. GB.O.O4 z silnikiem 1,0 kW. Pompy należy opuścić na rurach Ø 1,5" w rurę podfiltrową na głębokość 11,5 m.p.p.t.

Po zakończeniu odwodnienia studnie depresyjne należy zlikwidować zgodnie z profilem geologicznym w następujący sposób :

- zdemontować odprowadzenie wody
- wydobyć ze studni pompy głębinowe
- wydobyć kolumny filtrowe Ø 160 mm
- powstałą kawernę należy zlikwidować piaskiem i gliną.

Woda z pompowania odwadniającego przy pomocy studni nie powinna zawierać zawiesin mechanicznych i powinna być czysta.

5.5. Milejowiec – od przepompowni PS-8 do węzła M24.2

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	PS-8 - M24.2
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	106
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	179,43
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	177,80
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,57
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	2,20
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] $\ln R$	63,64 1,8037
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	6,36 0,8034
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0022
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltr Ø 32 mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	34,06
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	113,57 114
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	0,93
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	0,93 > 0,502

<p>Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki:</p> $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$114 \times 0,30 = 34,2 > 34,06$ $113 \times 0,30 = 33,9 < 34,06$
---	--

Odwodnienie omawianego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm zakończonymi filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 4,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. około 5,5 m od powierzchni terenu lub do stropu warstwy nieprzepuszczalnej. Niezbędna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 114 sztuk. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 0,93$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm.

5.6. Warszawka - od Przepompowni PS-7 do węzła W2.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	PS-7 - W2
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	80
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	186,0
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	183,17
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,87
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	3,70
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] $\ln R$	43,52 1,6386
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	2,82 0,4502
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S)}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0021
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	32,51

Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	1,0
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.]	32,51
przyjęto sztuk	33
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	2,42
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	$2,42 > 0,502$
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$33 \times 1,0 = 33,0 > 32,51$ $32 \times 1,0 = 32,0 < 32,51$

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm zakończonymi osiatkowanym filtrem długości 1,0 m wpłukiwanymi do głębokości 4,5 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 6,5 m od powierzchni terenu lub do stropu warstwy nieprzepuszczalnej.

Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 2,42$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Niezbędna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 33 sztuki.

5.7. Warszawka - od węzła ps 7.2. do węzła ps7.5.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	ps7.2 - ps7.5
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	50
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	186,10
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	184,50
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,50
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	2,10
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] ln R	14,18 1,1516
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] ln R_0	4,37 0,5403

Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \cdot k \cdot x / 2H - S / xS}{\lg R - \lg Ro} \quad [\text{m}^3/\text{sek}]$	0,00084
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry \varnothing 32 mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15} \quad [\text{m}^3/\text{sek}]$	0,00004543
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y} \quad [\text{m}]$	18,48
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l} \quad [\text{szt.}]$ przyjęto sztuk	61,67 62
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	0,80
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	0,80 > 0,502
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	62 x 0,30 = 18,6 > 18,48 61 x 0,30 = 18,3 < 18,48

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami \varnothing 32 mm zakończonymi filtrem długości 1,0 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 4,5 m.p.p.t. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 0,80$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej \varnothing 133 mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Wyliczona ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 62 sztuki

5.8. Zalesice ul. Południowa odcinek od węzła Z22 do węzła Z27.

Zbierając się wodę gruntową na omawianym odcinku należy zebrać w dnie wykopu przy pomocy drenażu z rury drenarskiej PVC perforowanej \varnothing 100 mm na całym omawianym odcinku o długości około 307 m.

Rurę drenarską należy ułożyć w 20 cm. warstwie tłucznia i 10 cm. warstwie piasku.

Wodę pochodzącą z drenażu należy zbierać w studzienkach zbiorczych wykonanych np. z rur betonowych o \varnothing 500 mm. Dna studzienek należy wykonać na głębokość 1,0 m poniżej dna wykopu i zasypać 20 cm. warstwą pospółki. Odległość między studzienkami winna wynosić co 50 m. Orientacyjna ilość studzienek zbiorczych – 6 sztuk. W studzience zbiorczej należy

zastosować np., pompę typu FLYGT-BS 2050 o wydajności $Q = 0 - 28 \text{ m}^3/\text{h}$, wysokość podnoszenia $H=14 - 2,0 \text{ m}$ i mocy $N_s = 0,75 \text{ kW}$, lub inną spełniającą w/w warunki.

5.9. Zalesice ul. Wschodnia odcinek od węzła ZW4 do węzła Zw5.3.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	ZW4 – ZW5.3
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	110
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	180,00
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	178,32
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,52
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	2,20
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] ln R	24,39 1,3872
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] ln R_0	6,48 0,8115
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) \times S}{\lg R - \lg R_0}$ [m^3/sek]	0,0018
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry $\varnothing 32 \text{ mm}$
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m^3/sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	27,86
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	92,92 93
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	1,18
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	$1,18 > 0,502$

<p>Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki:</p> $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$93 \times 0,30 = 27,9 > 27,86$ $92 \times 0,30 = 27,6 < 27,86$
---	--

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje się igłofiltrami $\varnothing 32$ mm zakończonymi osiatkowanym filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. do głębokości około 4,0 m od powierzchni terenu. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 1,18$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0.8 – 1,4 mm. Obliczona ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 93 sztuki.

5.10. Zalesice ul. Wschodnia od węzła ps2.8 do węzła ps2.11.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	ps2.8 - ps2.11
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	65
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	179,40
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	178,09
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,59
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	1,90
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m]	
wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m]	18,24
$\ln R$	1,2610
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru	
$R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m]	4,77
$\ln R_0$	0,6785
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu	
$Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) \times S}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0017
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltry $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru	
$y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów	
$y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	26,31
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30

Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l} \text{ [szt.]}$ przyjęto sztuk	87,76 88
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	0,73
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	0,73 > 0,502
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	88 x 0,30 = 26,4 > 26,31 87 x 0,30 = 26,1 < 26,31

Odwodnienie omawianego odcinka wykopu projektuje się przy pomocy igłofiltrów $\varnothing 32$ mm zakończonych filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonosnej tj. do głębokości około 5,0 m od powierzchni terenu. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $1c = 0,73$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości przy pomocy rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wyliczona ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 88 sztuk. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę zwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm.

5.11. Zalesice ul. Zachodnia - odcinek od przepompowni PS-10 do węzła ZZ1.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	Przepompownia PS10- ZZ1
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	45
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	186,90
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	184,15
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,75
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	3,50
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] ln R	43,39 1,6373
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}} \text{ [m]}$ ln R_0	4,14 0,6170
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0} \text{ [m}^3/\text{sek]}$	0,0028

Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltr Ø 32 mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru	
$y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15} \quad [\text{m}^3/\text{sek}]$	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów	
$y_0 = \frac{Q}{y} \quad [\text{m}]$	43,35
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	1,0
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów	
$n = \frac{Q}{y \times l} \quad [\text{szt.}]$	43,35
przyjęto sztuk	44
Obliczenie rozstawu studni b [m]	
$b = \frac{L}{n}$	1,02
Sprawdzenie warunku Sichardta	
$b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	1,02 > 0,502
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltr winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki:	
$n \times l \geq \frac{Q}{y}$	44 x 1,0 = 44,0 > 43,35
$(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	43 x 1,0 = 43,0 < 43,35

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje igłofiltrami Ø 32 mm wpłukiwanymi do głębokości 5,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. około 7,0 m od powierzchni terenu. Każdy igłofiltr powinien mieć osiatkowany filtr o długości 1,0 m.. Łączna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 44 sztuki w rozstawie $1c = 1,02$ m., które należy wprowadzić do planowanej głębokości przy pomocy rury wpłukującej Ø 133 mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm.

5.12. Piotrków Tryb. ul. Małopolska - od węzła 3 do węzła 7.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	Od węzła 3 do węzła 7
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	149
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	179,00
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	177,40
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,50
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	2,10

Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] $\ln R$	20,16 1,3044
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	7,22 0,8585
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0022
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltr $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	34,06
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	0,30
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	113,5 114
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	1,30
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	1,30 > 0,502
Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltr winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki: $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$114 \times 0,30 = 34,2 > 34,06$ $113 \times 0,3 = 33,9 < 34,06$

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje za pomocą igłofiltrów $\varnothing 32$ mm zakończonych osiatkowanym filtrem długości 0,30 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. około 5,0 m od powierzchni terenu. Wszystkie igłofiltr w rozstawie $1c = 1,3$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej $\varnothing 133$ mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Łączna ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 114 sztuk.

5.13. Piotrków Tryb. ul. Kujawska – odcinek od węzła 16 do węzła 17.

Rodzaj obliczeń	Numery odcinków
	Od węzła 16 do węzła 17
Długość proj. odcinka do odwodnienia [m]	37
Rzędna zwierciadła wody gruntowej [m n.p.m.]	181,10
Rzędna dna kanału [m n.p.m.]	180,10
Strefa bezpieczeństwa [m]	0,70
Obliczenie wielkości obniżenia zwierciadła wody S ze strefą bezpieczeństwa [m]	1,7
Obliczenie promienia zasięgu depresji R [m] wg wzoru $R = 575 \times S \times \sqrt{k \times H}$ [m] $\ln R$	16,32 1,2127
Obliczenie równoważnego promienia odwadnianej powierzchni R_0 [m], wg wzoru $R_0 = \sqrt{\frac{a \times b}{3,14}}$ [m] $\ln R_0$	3,76 0,5751
Obliczenie całkowitego wydatku wykopu $Q = \frac{1,36 \times k \times (2H - S) / xS}{\lg R - \lg R_0}$ [m ³ /sek]	0,0014
Dla projektowanego odwodnienia przyjęto	Igłofiltr $\varnothing 32$ mm
Obliczenie współczynnika przepuszczalności 1 m filtru $y = 2 \times 3,14 \times r \times \frac{\sqrt{k}}{15}$ [m ³ /sek]	0,00006459
Obliczenie potrzebnej całkowitej długości filtrów $y_0 = \frac{Q}{y}$ [m]	21,67
Przyjęto długość czynnej części filtru [m]	1,0
Obliczenie potrzebnej ilości filtrów $n = \frac{Q}{y \times l}$ [szt.] przyjęto sztuk	21,67 22
Obliczenie rozstawu studni b [m] $b = \frac{L}{n}$	1,68
Sprawdzenie warunku Sichardta $b \geq 5 \times 2 \times 3,14 \times r_0$	1,68 > 0,502

<p>Sprawdzenie prawidłowości doboru długości filtru i liczby igłofiltrów. Igłofiltry winny być tak dobrane, aby były spełnione warunki:</p> $n \times l \geq \frac{Q}{y}$ $(n-1) \times l \leq \frac{Q}{y}$	$22 \times 1,0 = 22,0 > 21,67$ $21 \times 1,0 = 21,0 < 21,67$
---	---

Odwodnienie tego odcinka wykopu projektuje igłofiltrami \varnothing 32 mm zakończonymi osiatkowanym filtrem długości 1,0 m wpłukiwanymi do głębokości 3,0 m od napotkania warstwy wodonośnej tj. około 4,0 m od powierzchni terenu. Wszystkie igłofiltry w rozstawie $l_c = 1,68$ m należy wprowadzić do planowanej głębokości za pomocą rury wpłukującej \varnothing 133 mm. Wokół igłofiltrów należy zastosować obsypkę żwirową o granulacji 0,8 – 1,4 mm. Obliczona ilość igłofiltrów do wpłukania wynosi 22 sztuki.

6. Wytyczne realizacyjne.

Dla odwodnienia depresyjnego proponuję np. zastosowanie krajowych zestawów igłofiltrów typu IgE-81 z agregatami pompowymi AI-81 lub GEHO Econorm ZD-M 600.

Podczas wpłukiwania igłofiltrów należy obserwować wynoszony z otworu grunt i szybkość pograżania. Na tej podstawie można orientacyjnie określić rodzaj gruntów zalegających w podłożu.

W przypadku wpłukiwania w grunty piaszczyste dookoła rozmywanego otworu osadzają się cząstki piasku. Przy pograżaniu w gliny lub pyły wypływająca woda jest mętna, a cząstki gruntu nie osadzają się dookoła otworu. W przypadku nawiercenia glin lub pyłów wpłukiwanie należy przerwać, aby część filtrująca była założona w warstwie wodonośnej. Igłofiltry należy wpłukać wzdłuż jednej ściany wykopu. Pobór wody do wpłukiwania igłofiltrów może odbywać się z istniejącej sieci wodociągowej znajdującej się w omawianym rejonie po uprzednim uzyskaniu zgody jej eksploatatora. W przypadku braku w sieci wodociągowej wystarczającej wydajności lub ciśnienia oraz braku sieci wodociągowej wodę do wpłukiwania igłofiltrów należy dowozić.

Przy prawidłowym wykonaniu obsypki żwirowej i centrycznym ustawieniu igłofiltru pompowana woda nie powinna zawierać zawiesin mechanicznych i powinna być czysta. Wodę z odwodnienia należy odprowadzić do ewentualnie istniejącej sieci kanalizacji deszczowej, rowów melioracyjnych, rzeki lub do wcześniej wykonanego odcinka kanalizacji po uzyskaniu zgody użytkownika kanalizacji.

Podane ilości obliczonych igłofiltrów oraz ich rozstaw należy na bieżąco korygować z uwagi na typowe rozstawy na kolektorze ssącym co 1,0 m.

7. Uwagi i zalecenia.

- W czasie prac przygotowawczych i prowadzenia odwodnienia winien być zapewniony fachowy nadzór.
- W przypadku zastosowania przez wykonawcę robót odwodnieniowych innych typów igłofiltrów winien on przeliczyć ich ilość i ich rozstaw.
- Nie należy stosować bezpośredniego odwodnienia wykopów z dna wykopu ze względu na niebezpieczeństwo powstania kurzawki.
- Pompowanie wody winno obejmować okresy całodobowe, ze względu na szkodliwe działanie wahań zwierciadła wody gruntowej na strukturę gruntu, ścian wykopu i zwiększoną wilgotność.

- W trakcie prowadzenia robót ziemnych należy stosować się do postanowień PN-B-10736, PN- B-06050 i Pn/92-B-1035.
- Ewentualny napływ wód opadowych lub z sączeń śródglinowych należy usunąć przez odwodnienie powierzchniowe i pompowanie wody ze studzienki zbiorczej w dnie wykopu i odprowadzić na zewnątrz.

Opracował:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. R.' followed by a series of loops and a final flourish.