

1. DANE OGÓLNE

1.1. Cel opracowania

Uzgodnienie dokumentacji projektowej dotyczącej kanalizacji deszczowej wykonywanej w ramach inwestycji „Budowa przedłużenia ulicy Św. Wojciecha wraz z budową parkingu w Czerwonaku”

Projekt opracowano na zlecenie Gminy Czerwonak

Dokumentację opracowano w oparciu o:

- Projekt techniczny części drogowej,
- Ustawę z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane /Dz. U. Nr 89, poz. 414 ze zm./,
- Mapy do celów projektowych,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego /Dz.U. Nr 202, poz. 2072/,

normatywy, wytyczne, ustawy i zarządzenia obowiązujące w budownictwie.

1.2. Inwestor

Gmina Czerwonak
Ul. Źródłana 39
62-004 Czerwonak



1.3. Jednostka projektowa

Pracownia Projektowa EKODROGA
Robert Salomon
ul. Piasta 4/16, 62-025 Kostrzyn Wlkp.
NIP 972-061-15-87 REGON 301329715
tel.: 665 341 470 e-mail: robert.salomon@interia.pl

1.4. Projektowane rozwiązania

Projekt przewiduje wykonanie kanalizacji deszczowej w ulicy św. Wojciecha (ciąg C) oraz parkingu przy istniejącym skrzyżowaniu ulic. Nowe odcinki kanalizacji deszczowej zostaną włączone do istniejących studni betonowych.

W projekcie przewidziano studnie betonowe DN1000, wypusty zostały zaprojektowane jako DN500 z osadnikiem 1m, wszystkie obiekty na sieciach powinny być wykonane w klasie obciążenia min. D400. Odcinki gdzie rurociągi są płycej niż 1m należy ocieplić otuliną styropianową EPS200.

2. ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE

2.1. Studnie betonowe

Przewiduje się wykonanie studni, jako betonowych włączowych o średnicy minimalnej wewnątrz 1,0m, studnie tego typu są podstawowymi studniami przewidzianymi do wykorzystania w niniejszej inwestycji. Studnie zlokalizowane w pasie drogi należy wyposażać w płytę przykrywającą i pierścień odciążający.

Na powyższe elementy w miarę potrzeb zastosować poliuretanowe pierścienie dystansowe, pochylanie włączów zlokalizowanych w nawierzchni drogi należy uzyskać stosując pierścienie poliuretanowe kątowe.

Studzienki, należy wykonać z prefabrykowanych kręgów betonowych, z zastosowaniem, jako materiału betonu odpowiadającego klasie wytrzymałości nie niższej niż B-45 (C35/45 – wg PN-EN-206-1) – wytrzymałość betonu na ściskanie nie mniejsza niż 40MPa, wytrzymałość na zginanie komory roboczej i elementów trzonu studzienki (kręgów) nie mniejsza niż 30kN/m, wodoszczelnego (W8), mało nasiąkliwego (nw do 5%) i mrozoodpornego (F-150), Studzienki ponadto powinny spełniać następujące wymagania: szerokość rozwarcia rys do 0,1mm, wskaźnik w/c nie większy od 0.45, maksymalna zawartość chlorku 1% w stosunku do masy cementu, beton powinien być zwarty i jednorodny (o parametrach j.w.) we wszystkich elementach także w kinecie, do produkcji elementów studzienek należy stosować cement siarczanoodporny zgodnie z PN-EN 197-1. Elementy studni należy łączyć z zastosowaniem uszczeltek elastomerowych zgodnych z normą EN681-1. Uszczelka umieszczona w sposób prawidłowy nie zakłóca przenoszenia obciążeń i podczas montażu umożliwia elementom studzienki „zejście” do pozycji pełnego i skutecznego konstrukcyjnie podparcia. Dzięki temu dynamiczne oddziaływujące siły nie spowodują tu tzw. „dobicia” złączy, co z kolei zapobiega zmianie rzędnej wjazdu. Części denne studni należy wykonać, jako monolityczne.

Powierzchnię ścian studzienki stykające się z gruntem należy zaizolować materiałem bitumicznym posiadającym aprobatę techniczną, w gruntach nawodnionych gliną plastyczną. Stopnie żłazowe żeliwne, powinny być montowane fabrycznie, w układzie drabinkowym typu U w otulinie polimerowej. Stopnie powinny wystawać min 120 mm przed lico ścianki. Stopnie powinny być rozmieszczone w pionie w odległości od 250 do 350 mm. Stopnie powinny być pokryte warstwą tworzywa sztucznego. Wskazane jest, aby tworzywo pokrywające stopnie żłazowe wykonane było w jaskrawym kolorze. Minimalna siła wrywająca stopień nie powinna być mniejsza od 5kN. Przejścia kanałów przez ściany studzienek powinny być wykonane, jako szczelne w stopniu uniemożliwiającym infiltrację wody gruntowej i eksfiltrację ścieków. Przejścia szczelne powinny zapewniać elastyczne połączenie dennica-rura. Pozostałe wymagania zgodnie z normą PN-EN 1917, PN-EN 476, PN-EN 1610, PN-EN 12063, PN-B-10736 oraz PN-EN752.

2.2. Montaż studni betonowych

W celu osiągnięcia normowych właściwości konstrukcji studzienki podczas montażu kolejnych jej elementów należy bezwzględnie stosować środek smarny. Bez „smaru” szorstki beton zamka dolnego nie przesunie się po elastomerze uszczelki i uniemożliwi precyzyjne złożenie elementów studzienki. Prawidłowo umieszczona uszczelka zapewnia przenoszenie obciążeń między kręgami studzienki - pełne konstrukcyjne podparcie na całej powierzchni styku. Odpowiednia charakterystyka geometryczna (dla studzienek o przekroju kołowym) to przede wszystkim bezwzględna kołowość przekroju poprzecznego oraz równoległość płaszczyzn złącza górnego dennic i dolnego oraz górnego kręgów i zwężek. Zachowanie tych dwóch parametrów pozwoli na równomierne, obwodowe rozłożenie sił działających na studzienkę i eliminację naprężeń punktowych, których występowanie skutkuje powstawaniem sił rozciągających, powodujących w konsekwencji pękanie kręgów – montażu kręgów należy pomiatać o sprawdzaniu ich wypoziomowania.

W przypadku układania studni na gruntach sypkich wystarczającą formą posadowienia jest dodatkowe dogęszczenie podłoża w strefie montażu studzienki $I_s=0,98$. W przypadku układania studzienek w jezdni zagęszczenie wykonać należy bardzo starannie z zastosowaniem ciężkich zagęszczarek. Jest to niezbędne ponieważ koła pojazdów najeżdżających na pokrywę studzienek posadowionych na słabo zagęszczonym podłożu

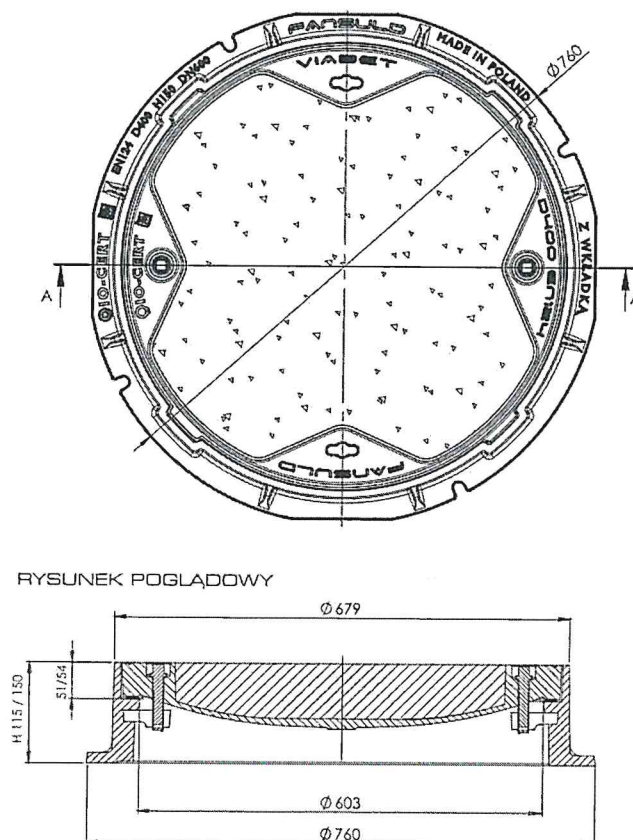
powodowałyby jego dodatkowe zagęszczenie i osiadanie studzienki. Zagęszczenie gruntu pod studzienką można uznać za prawidłowe, jeżeli stosunek modułu odkształcenia wtórnego do pierwotnego jest nie większy od 2.2, $I_s=0,98$.

Nie należy dopuszczać do przegłębienia wykopu, jeżeli wystąpi taka sytuacja właściwy poziom dna uzyskać należy przez ułożenie warstwy żwiru i jego staranne zagęszczenie lub ułożenie warstwy piasku stabilizowanego cementem (1:10). W przypadku posadowienia studzienek na gruntach spoistych o odpowiedniej nośności (grunty w stanie zwartym, pół zwartym i twar doplastycznym), wykop pod studzienkę należy pogłębić o około 25cm, a usunięty grunt zastąpić żwirem, pospółką lub dobrze zagęszczonym piaskiem $I_s=0,98$. Posadowienie studzienki na słabych gruntach (grunty spoiste w stanie plastycznym, miętko plastycznym, grunty organiczne) wymaga odrębnej analizy. W takim przypadku należy wykonać całkowitą wymianę gruntu słabego, słaby grunt zastępuje się dobrze zagęszczalnym gruntem sypkim ($U>5$, $I_s=0,98$) lub stabilizowanym cementem piaskiem. Studzienkę można posadowić na płycie fundamentowej przenoszącej obciążenia na większy obszar słabego podłoża. Do głębokości 1,2 m wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić, co najmniej 1,00. W przypadku częściowej wymiany gruntu należy oddzielić grunt rodzimy od warstwy gruntu sypkiego za pomocą geowłukny. W przypadku posadowienia studni na gruntach słabych studzienka powinna być połączona z przewodem za pomocą krótkich odcinków rur o długości około 0,5m.

2.3. Włazy

Na studzienkach wykonać włazy żeliwno-betonowe o średnicy 600mm, klasy D400 zabezpieczone przynajmniej dwoma rygłami.

Rysunek 1. Właz żeliwny D400



Właściwości:

- włazy kanałowe z betonem, klasa D400,
- spełnia wymagania normy PN-EN 124:2000,
- pokrywa i korpus: żeliwo szare EN-GJL-200,
- dostępne wysokości korpusu: H115, H150,
- głębokość osadzenia pokrywy w korpusie $\geq 50\text{mm}$,
- pokrywa wypełniona betonem,
- klasa wytrzymałości betonu: C35/45,
- klasa ekspozycji betonu: XF4,
- klasa mrozoodporności betonu: F150,
- system zabezpieczający pokrywę (2 rygle), przeciw kradzieżowe,
- pokrywa standardowo wyposażona w zabezpieczenie, przeciw obrotowi w korpusie (pozycjonowanie)
- korpus przystosowany do kotwienia w podłożu,
- prześwit $> 600\text{mm}$.

2.4. Wpusty

Dla odprowadzenia wód opadowych zastosowano typowe uliczne wpusty deszczowe. Należy je wykonać jako prefabrykowane betonowe DN500 z osadnikiem na piasek o wysokości do 1.0m. Ruszty na wpustach wykonać, jako żeliwne typowe - standardowe, formy płaskiej na zawiasach (uchylne) kl.D400 zabezpieczone ryglami, przeciw kradzieżowe. Zwieńczenia wpustów ulicznych wykonać zgodnie z normą PN – EN 124:2000. Pozostałe wytyczne materiałowe i montażowe analogicznie do studni betonowych, z zastrzeżeniem, że do uszczelnienia połączeń poszczególnych elementów użyć elastyczną zaprawę np. PCC.

2.5. Rury PVC

Projektowane kanały deszczowe należy wykonać z rur PVC - U klasy S litych o sztywności obwodowej min. SN 10 kN o średnicach Dz 315, Dz200 (przykanaliki do wpustów), i Dz 400mm, łączonych kielichowo na uszczelkę. Rury powinny posiadać uszczelki trwale mocowane w kielichu rury w trakcie procesu produkcyjnego. Rury powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1401-1.

Rury należy układać na podsypce piaskowej grubości 20 cm z zagęszczaniem przez ubijanie ręczne. Układanie należy rozpoczynać od dolnego końca odcinka, tak aby kielich rury był skierowany przeciwnie do kierunku przepływu. Obsypkę kanału wykonać warstwą piasku o gr. 30 cm ponad wierzch rury z zagęszczeniem lekkim sprzętem mechanicznym. Podczas łączenia rur należy ściśle stosować się do zaleceń Producenta. Kaskady kanałowe należy wykonywać dla studzienek włazowych w przypadku, gdy różnica wysokości pomiędzy rzędną przyłącza a rzędną kinety w studzienie przekracza 0,5m. Kaskadę można wykonywać:

- wewnątrz studzienki, jeśli średnica wewnętrzna studzienki jest $\geq 1200\text{mm}$
- na zewnątrz studzienki dla studzienek 1000mm.

Kaskada na zewnątrz studzienki powinna być sprowadzona do dna studzienki.

3. ROBOTY ZIEMNE

Przed przystąpieniem do robót ziemnych o terminie rozpoczęcia należy zawiadomić zainteresowane instytucje i użytkowników, których instalacje znajdują się w pobliżu trasy projektowanych kanałów i przykanalików. W miejscach szczególnego uzbrojenia

podziemnego należy wykonać próbne poprzeczne wykopy dla dokładnego usytuowania przewodów. Pozwoli to na ewentualną korektę trasy kolektorów i rurociągów lub wykonanie specjalnych zabezpieczeń uzbrojenia względem kanalizacji deszczowej i wodociągów w przypadku zbyt bliskich, niezgodnych z przepisami, odległości między nimi. W trakcie budowy odwodnienia projektowanej drogi należy wykonać wykopy o ścianach pionowych. Wszystkie wykopy powinny być zabezpieczone i oznakowane zgodnie z obowiązującymi przepisami. Wykopy należy prowadzić, jako umocnione. W przypadku kolizji z istniejącym uzbrojeniem wykopy należy przeprowadzić ręcznie pod nadzorem właściciela istniejącej sieci. Rury układać zgodnie z planem sytuacyjnym i ze spadkami podanymi na profilu podłużnym sieci kanalizacji deszczowej.

Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z normą PN-B-10736: 1999 Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania zgodnie z Instrukcją Producenta rur oraz z normą PN-EN 1610: 2002 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych. Podczas prowadzenia robót, przez cały czas trwania budowy, należy zabezpieczyć wykopy barierami ochronnymi i tablicami ostrzegawczymi, a w nocy oświetlić światłem sztucznym – ostrzegawczym. W miejscach przejść dla pieszych ustawić kładki z barierkami.

Dno wykopu należy ukształtować odpowiednio do wymaganego spadku i głębokości bezpośrednio przed wykonanie podsypki, a w przypadku naruszenia (rozluźnienia) gruntu rodzimego dno wykopu należy wyrównać zagęszczonym piaskiem średnim lub grubym. Projektowany rurociąg należy ułożyć na podsypce piaskowej o grub. 20 cm i stosować nadsypkę o grubości 30 cm ponad najwyższy punkt zewnętrznej powierzchni. Układanie należy rozpoczynać od dolnego końca odcinka, tak, aby kielich rury był skierowany przeciwnie do kierunku przepływu. Do zagęszczania zasypki w obrębie strefy rury oraz 30cm nad jej wierzch należy stosować lekkie ubijaki wibracyjne (max ciężar użyteczny 0.30 kN) albo wstrząsarki płytowe (max ciężar użyteczny 1.0 kN). Warstwa zasypki od 0.3 do 1.0m ponad wierzchołkiem rury może być zagęszczana średnim ubijakiem.

Wykopy należy wykonać, jako wykopy otwarte obudowane. Metody wykonania robót - wykopu (ręcznie lub mechanicznie) powinny być dostosowane do głębokości wykopu, danych geotechnicznych oraz posiadanego sprzętu mechanicznego. Szerokość wykopu uwarunkowana jest zewnętrznymi wymiarami kanału, do których dodaje się obustronnie min. 0,4m, jako zapas potrzebny na deskowanie ścian i uszczelnienie styków. Deskowanie ścian należy prowadzić w miarę jego głębienia. Wydobyty grunt z wykopu powinien być wywieziony przez Wykonawcę na odkład.

Zgodnie z pkt 2.11.4 normy PN-02205:1998 Zasypki wykopów na instalacje, który mówi, że: Zasypki wąskoprzestrzennych przekopów poprzecznych przez jezdnie, niezależnie od kategorii ruchu na drodze, powinny uzyskać do głębokości 1,2 m wskaźnik zagęszczenia co najmniej 1,00. Na większej głębokości dopuszcza się wskaźnik 0,97 pod warunkiem zastosowania środków łagodzących skutki osiadań (np. użycie kruszyw dobrze zagęszczalnych, wbudowanie zbrojenia z geotekstyliów, ulepszenie mechaniczne lub spoiwami). W projekcie przewidziano całkowitą wymianę gruntu. Roboty odpowiednio zsynchronizować z robotami drogowymi. Przed przystąpieniem do prac ziemnych w miejscach skrzyżowania kanalizacji deszczowej z kanalizacją sanitarną, wodociągami o średnicy większej lub równej Dz90 oraz w miejscu włączenia do istniejącej kanalizacji należy wykonać wykopy kontrolne w celu weryfikacji ich położenia względem rzędnych projektowanej kanalizacji deszczowej.

4. UMOCNIENIE ŚCIAN WYKOPU

Wymagania przy wykonaniu umocnień pionowych ścian wykopów zostały opisane w polskiej normie branżowej PN-90 /M-4 7850. Wykonawca robót powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji, projekt szalowań poparty obliczeniami statycznymi lub w przypadku stosowania szalowań przesuwanych, odpowiednie atesty w zakresie BHP i dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Rozwiązania te powinny zapewniać swobodny dostęp do dna wykopu gdzie będą montowane studzienki i kanały oraz zabezpieczać pracę ludzi na dnie wykopu. Górna, szczelna krawędź umocnień powinna wystawać 15 cm nad przylegający teren w celu zabezpieczenia wykopu przed napływem wód deszczowych. Nie można usuwać umocnień pionowych ścian wykopów po zagęszczeniu podsypki, nadsypki i zasyпки, bowiem dojdzie wtedy do naruszenia uzyskanej struktury gruntu zagęszczonego (obniży się stopień zagęszczenia gruntu). Takie obniżenie struktury gruntu zagęszczonego będzie miało negatywny wpływ tak na żadaną niweletę kanalizacji lub drogi w jej całym przekroju poprzecznym. Należy, zatem sukcesywnie usuwać szalunki, idąc od dołu wykopu, w miarę wykonywania zasypu wykopu wraz z zagęszczeniem gruntu.

5. TRASOWANIE

Przed rozpoczęciem robót konieczne jest wytyczenie sytuacyjne elementów kanalizacji. Dopuszczalne są odchyłki kanalizacji trasy sieci projektowanej nie przekraczające 10 cm i nie naruszające granic nieruchomości gruntowych. Projektowana trasa winna być trwale i widocznie zaznaczona w terenie za pomocą kołków osiowych, kołków świadków, kołków krawędziowych. Należy ustalić stałe repery, a w przypadku ich niedostatecznej ilości ustalić repery tymczasowe. Dla wytyczonej trasy kanałów dokonać przekopów kontrolnych w miejscu występowania elementów uzbrojenia podziemnego celem ustalenia dokładnej ich lokalizacji oraz głębokości posadowienia. Wykopy te wykonywać pod nadzorem właścicieli urządzeń. W przypadku napotkania w obrysie wewnętrznym wykopu niezainwentaryzowanych elementów uzbrojenia podziemnego, należy zabezpieczyć je według wymagań gestorów tych urządzeń. Przed przystąpieniem do robót należy odtworzyć w terenie przebieg i posadowienie istniejącego uzbrojenia podziemnego. W przypadku niezgodności z projektem lub obowiązującymi przepisami powiadomić i zaważać nadzór autorski.

6. ZABEZPIECZENIE PRZEJŚĆ DLA RUCHU PIESZEGO

Dla zabezpieczenia ruchu pieszego należy wykonać ułożenie kładek w miejscach przejść dla pieszych. Dokładna lokalizacja przejść zależy od długości wykonywanych odcinków wykopu i będzie określona przez Wykonawcę. Przy wykonywaniu przejść należy zwrócić uwagę, aby szerokość mostków nie była mniejsza niż 0,8 m przy ruchu jednokierunkowym oraz na konieczność zabezpieczenia przejść poręczą ochronną o wys. 1,1 m. Przejścia powinny być dobrze oświetlone w nocy, a w okresach mroźnych zabezpieczone przed gołoledzią.

7. ZABEZPIECZENIE ISTNIEJĄCEGO UZBROJENIA NA CZAS ROBÓT

Na skrzyżowaniach projektowanych kanałów z kablami energetycznymi i teletechnicznymi projektuje się zabezpieczenie kabli rurą dwudzielną AROT typu A83 PS (83x75 mm) lub A 110 PS (110x110 mm). W przypadku skrzyżowań kanałów z gazociągami, kanalizacją, wodociągami i ciepłociągami należy je zabezpieczyć poprzez podwieszenie do konstrukcji z bali drewnianych lub stalowych stosując się ściśle do zaleceń użytkowników poszczególnych sieci.

8. PRÓBA SZCZELNOŚCI KANALIZACJI DESZCZOWEJ

Przed zasypianiem wykonanego odcinka rurociągu należy dokonać jego kontroli wizualnej, a także przeprowadzić próbę jego szczelności zgodnie z normą PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych. Podczas wykonywania próby szczelności należy również stosować się do zaleceń producenta rur.

9. INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

W ramach budowy kanałów i przykanalików występować będą następujące roboty stwarzające zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- Wykonywanie wykopów o ścianach pionowych bez rozparcia o głębokości większej niż 1,5 m oraz
- Roboty wykonywane przy użyciu dźwigów.
- Roboty w pobliżu przewodów linii elektroenergetycznych.
- Roboty wykonywane w pobliżu czynnych ciągów komunikacyjnych.

Dla w/w robót Kierownik budowy, przed jej rozpoczęciem, jest zobowiązany sporządzić lub zapewnić sporządzenie planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniający specyfikę obiektu budowlanego i warunki prowadzenia robót budowlanych.

10. IŁOŚĆ WÓD OPADOWYCH

10.1. Natężenie deszczu miarodajnego

W projekcie częstość deszczu obliczeniowego przyjęto wg normy PN-EN 752:2008.

Rozpatrywany obiekt został zakwalifikowany do grupy III, w związku z czym przyjęto opad o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 5 lat.

Częstość deszczu obliczeniowego C [1 raz na C lat]	Kategoria standardu odwodnienia terenu (Rodzaj zagospodarowania terenu)
1 na 1	I. Tereny wiejskie
1 na 2	II. Tereny mieszkaniowe
1 na 5	III. Centra miast, tereny usług i przemysłu
1 na 10	IV. Podziemne obiekty komunikacyjne, przejścia i przejazdy pod ulicami, itp.

Tabela 1. Częstość deszczu obliczeniowego

Do obliczeń natężenia deszczu posłużono się metoda opracowana przez Bogdanowicza i Stachy.

Bogdanowicz i Stachy, na podstawie ogólnopolskich pomiarów deszczu na 20 stacjach meteorologicznych IMGW (z okresu 30 lat obserwacji: 1960-1990), opublikowali w 1998 roku charakterystyki projektowe opadów, w postaci modelu probabilistycznego opadów maksymalnych, dla zakresu $t_d \in [5; 4320]$ minut i $C \in [2; 100]$ lat:

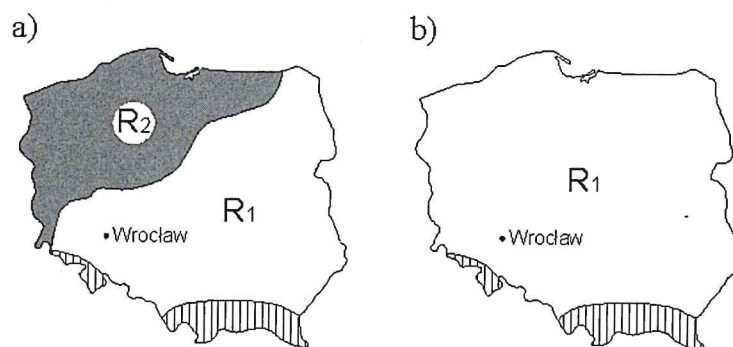
$$q_{\max}(t_d, C) = 166,7[1,42t_d^{0,33} + \alpha(R, t_d) \cdot \left(-\ln \frac{1}{C}\right)^{0,584}]t_d^{-1}$$

Gdzie:

q_{\max} - maksymalne jednostkowe natężenie opadu, dm³/s ha,

t_d - czas trwania deszczu, min,

C - częstość (powtarzalność) deszczu, lata,
 α - parametr (skali) zależny od regionu Polski i czasu td.



Rysunek 2. Regiony opadów maksymalnych: a) dla czasów trwania deszczu $t_d \in [5; 60]$ min;
b) dla $t_d \in [60; 720]$ min.

Wysokość maksymalnego opadu według formuły Bogdanowicz i Stachy:

$$h_{\max} = 1,42t^{0,33} + \alpha(R, t) \cdot (-\ln p)^{0,584}$$

Gdzie:

h_{\max} – wysokość maksymalnego opadu, mm

t – czas trwania deszczu w minutach

p – prawdopodobieństwo przewyższenia: $p(0,1]$

α – parametr (skali) zależny od regionu polski i czasu t

Dla Rokietnicy parametr α został wyznaczony na podstawie poniższych zależności:

$$\alpha(R, t) = 3,92n(t+1) - 1,662t \in [5; 30] \text{ min}$$

$$\alpha(R, t) = 9,160 \ln(t+1) - 19,6t \in (30; 60) \text{ min}$$

$$\alpha(R, t) = 4,693 \ln(t+1) - 1,249t \in [5; 120) \text{ min}$$

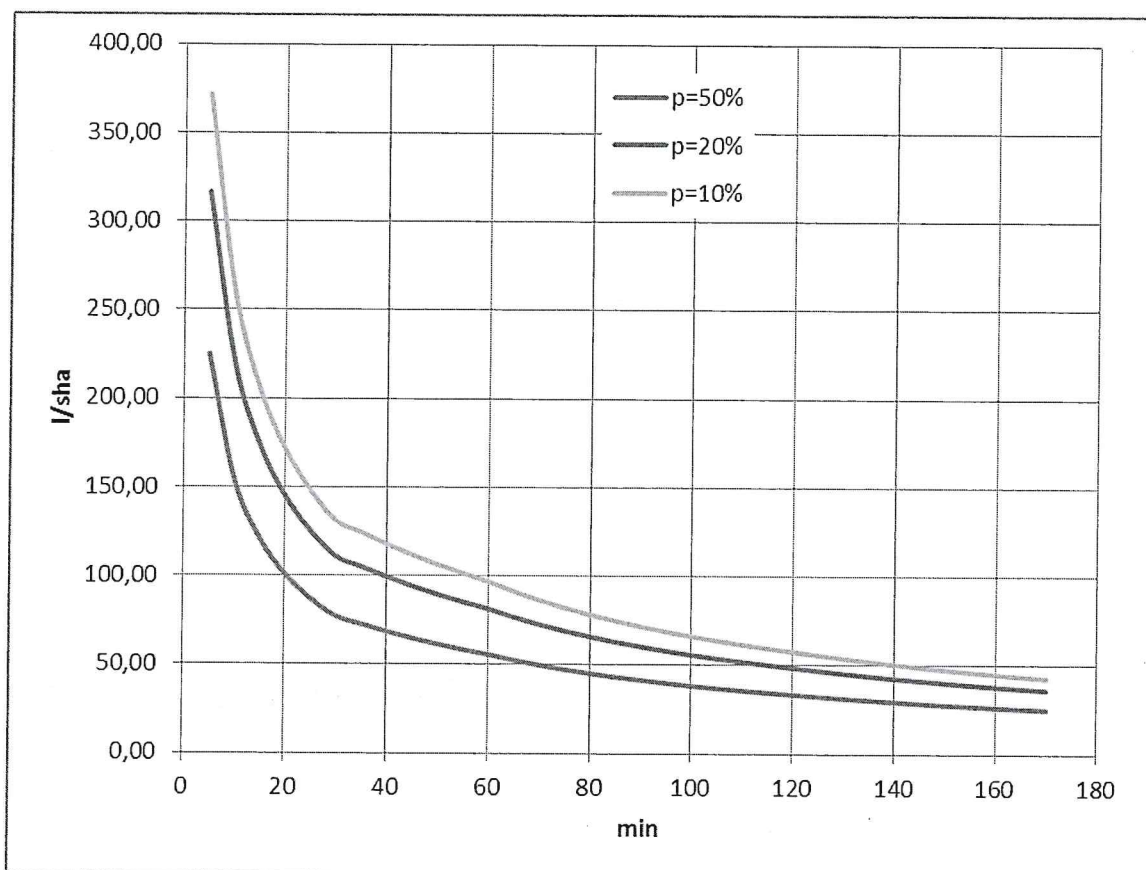
$$\alpha(R, t) = 2,223 \ln(t+1) + 10,639t \in [120; 1080) \text{ min}$$

$$\alpha(R, t) = 3,01 \ln(t+1) + 5,173t \in [1080; 4320] \text{ min}$$

Czas, min	$\alpha(R, t)$	lata					
		1	2	5	10	15	30
		procenty					
		100	50	20	10	6,7	3,3
		1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,03
5	5,36	80,51	224,79	316,49	371,39	400,29	445,81
10	7,74	50,60	154,71	220,88	260,49	281,34	314,19
15	9,21	38,56	121,15	173,63	205,05	221,59	247,65
20	10,27	31,80	100,91	144,83	171,13	184,97	206,77
25	11,11	27,39	87,18	125,18	147,93	159,91	178,77
30	11,80	24,24	77,16	110,79	130,92	141,52	158,22
35	13,23	21,86	72,70	105,01	124,36	134,54	150,58
40	14,42	19,99	68,48	99,30	117,75	127,46	142,76

45	15,47	18,47	64,73	94,13	111,73	120,99	135,58
50	16,42	17,21	61,39	89,46	106,27	115,12	129,05
55	17,27	16,15	58,40	85,26	101,33	109,80	123,13
60	18,04	15,23	55,70	81,41	96,81	104,91	117,68
65	18,41	14,44	52,55	76,78	91,28	98,91	110,94
70	18,76	13,74	49,79	72,70	86,42	93,64	105,01
75	19,08	13,12	47,34	69,09	82,11	88,96	99,76
80	19,37	12,56	45,15	65,86	78,25	84,78	95,06
85	19,66	12,06	43,18	62,95	74,79	81,02	90,84
90	19,92	11,61	41,39	60,32	71,65	77,61	87,01
95	20,17	11,20	39,77	57,92	68,79	74,52	83,53
100	20,41	10,82	38,28	55,73	66,18	71,68	80,35
105	20,64	10,47	36,91	53,72	63,78	69,08	77,42
110	20,85	10,15	35,66	51,87	61,57	66,68	74,73
115	21,06	9,85	34,49	50,15	59,53	64,46	72,23
120	21,30	9,57	33,46	48,64	57,72	62,51	70,04

Tabela 2. Opad miarodajny według Bogdanowicz – Satchy



Rysunek 3. Opad miarodajny – krzywa natężenia deszczu

Intensywność opadu miarodajnego została przyjęta w ilości 174 l/sha, dla $t=15$ min oraz prawdopodobieństwa wystąpienia $P=20\%$.

10.2. Współczynnik opóźnienia spływu ścieków deszczowych

Współczynnik opóźnienia spływu ścieków deszczowych określono wg Lindleya, współczynnik wykorzystany jedynie do ustalenia maksymalnego przepływu chwilowego w

rurociągach oraz ustalenia ich średnic:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F_s}}$$

gdzie:

$n = 6,0$ – wykładnik potęgowy dla zlewni dla średnich warunków

F_s (ha) – powierzchnia odwadniana za pośrednictwem kanalizacji deszczowej

$\varphi = 0,98$

W projekcie nie uwzględniono współczynnika opóźnienia odpływu z uwagi za bardzo małe zlewnie.

10.3. Współczynnik spływu powierzchniowego Ψ

Dla analizowanego obiektu przyjęto następujące wartości współczynników spływu powierzchniowego ścieków deszczowych:

$\Psi = 1,00$	- dachy
$\Psi = 0,90$	- drogi i place utwardzone
$\Psi = 0,85$	- chodniki, pobocza i ścieżki rowerowe
$\Psi = 0,05$	- zieleń

10.4. Określenie wielkości zrzutu ścieków deszczowych

Bilans ścieków sporządzono w oparciu o znajomość:

- natężenia deszczu miarodajnego q_m (dm³/sha),
- natężenia deszczu nominalnego q_{nom} (dm³/sha),
- bilansu powierzchni z uwzględnieniem rodzaju nawierzchni i powierzchni częściowych F_s (m² i ha),
- współczynników spływu powierzchniowego Ψ (-),
- współczynnika opóźnienia spływu ścieków deszczowych φ (-),
- powierzchni zredukowanych F_{zr} .

10.5. Określenie powierzchni zlewni

Powierzchnie zredukowane objęte spływem wód deszczowych dla poszczególnych zlewni częściowych określono z zależności:

$$F_{zr} = \Psi \cdot F_s \text{ [ha]}$$

Zlewnie	Typ zlewni	powierzchnia		współczynnik spływu	Pow. Zredukowana
		m ²	ha		ha
A	Dachy szczelne	0,000	0,000	1	0
	Drogi i place utwardzone	1604,000	0,160	0,9	0,14436
	Pobocza, chodniki	536,000	0,054	0,85	0,04556
	Zieleń	100,000	0,010	0,05	0,0005
SUMA CZĘŚCIOWA		2240,00	0,22		0,19
B	Dachy szczelne	0,000	0,000	1	0
	Drogi i place utwardzone	750,000	0,075	0,9	0,0675

	Pobocza, chodniki	53,000	0,005	0,85	0,004505
	Zieleń	50,000	0,005	0,05	0,00025
SUMA CZESCIOWA		853,00	0,09		0,07
C	Dachy szczelne	0,000	0,000	1	0
	Drogi i place utwardzone	510,000	0,051	0,9	0,0459
	Pobocza, chodniki	255,000	0,026	0,85	0,021675
	Zieleń	100,000	0,010	0,05	0,0005
SUMA CZESCIOWA		865,00	0,09		0,07
D	Dachy szczelne		0,000	1	0
	Drogi i place utwardzone		0,000	0,9	0
	Pobocza, chodniki		0,000	0,85	0
	Zieleń		0,000	0,05	0
SUMA CZESCIOWA		0,00	0,00		0,00
SUMA		3958,00	0,40		0,33

Tabela 3. Parametry zlewni odwadnianej

10.6. Nominalny przepływ ścieków deszczowych

Nominalny przepływ ścieków deszczowych określono wg wzoru:

$$q_{nom} = 15 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$Q_{nom} = F_{zr} \cdot q_{nom} [\text{dm}^3/\text{s}]$$

Ustalenie przepływ konieczne w wypadku doboru urządzeń podczyszczających. W projekcie z wyjątkiem osadników w wpustach deszczowych nie przewidziano innych urządzeń podczyszczających.

10.7. Miarodajny przepływ ścieków deszczowych

Miarodajny przepływ ścieków deszczowych określono wg wzoru:

$$q_m = 174 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$Q_m = F_{zr} \cdot q_m [\text{dm}^3/\text{s}]$$

Czas, min	lata					
	1	2	5	10	15	30
	procenty					
	100	50	20	10	6,7	3,3
	1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,03
5	15,33	42,80	60,27	70,72	76,22	84,89
10	9,63	29,46	42,06	49,60	53,57	59,83
15	7,34	23,07	33,06	39,05	42,20	47,16
20	6,06	19,22	27,58	32,59	35,22	39,37
25	5,21	16,60	23,84	28,17	30,45	34,04
30	4,62	14,69	21,10	24,93	26,95	30,13
35	4,16	13,84	20,00	23,68	25,62	28,67
40	3,81	13,04	18,91	22,42	24,27	27,19
45	3,52	12,33	17,92	21,27	23,04	25,82

Czas, min	lata					
	1	2	5	10	15	30
	procenty					
	100	50	20	10	6,7	3,3
	1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,03
50	3,28	11,69	17,04	20,24	21,92	24,57
55	3,07	11,12	16,23	19,30	20,91	23,45
60	2,90	10,61	15,50	18,43	19,98	22,41

Tabela 4. Miarodajny przepływ dla zlewni A

Czas, min	lata					
	1	2	5	10	15	30
	procenty					
	100	50	20	10	6,7	3,3
	1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,03
5	5,82	16,24	22,87	26,83	28,92	32,21
10	3,66	11,18	15,96	18,82	20,33	22,70
15	2,79	8,75	12,55	14,82	16,01	17,89
20	2,30	7,29	10,46	12,36	13,36	14,94
25	1,98	6,30	9,04	10,69	11,55	12,92
30	1,75	5,57	8,01	9,46	10,23	11,43
35	1,58	5,25	7,59	8,99	9,72	10,88
40	1,44	4,95	7,17	8,51	9,21	10,32
45	1,33	4,68	6,80	8,07	8,74	9,80
50	1,24	4,44	6,46	7,68	8,32	9,32
55	1,17	4,22	6,16	7,32	7,93	8,90
60	1,10	4,02	5,88	6,99	7,58	8,50

Tabela 5. Miarodajny przepływ dla zlewni B

Czas, min	lata					
	1	2	5	10	15	30
	procenty					
	100	50	20	10	6,7	3,3
	1	0,5	0,2	0,1	0,07	0,03
5	5,48	15,30	21,54	25,28	27,25	30,35
10	3,44	10,53	15,04	17,73	19,15	21,39
15	2,63	8,25	11,82	13,96	15,08	16,86
20	2,16	6,87	9,86	11,65	12,59	14,08
25	1,86	5,93	8,52	10,07	10,89	12,17
30	1,65	5,25	7,54	8,91	9,63	10,77
35	1,49	4,95	7,15	8,47	9,16	10,25
40	1,36	4,66	6,76	8,02	8,68	9,72
45	1,26	4,41	6,41	7,61	8,24	9,23
50	1,17	4,18	6,09	7,23	7,84	8,79
55	1,10	3,98	5,80	6,90	7,47	8,38
60	1,04	3,79	5,54	6,59	7,14	8,01

Tabela 6. Miarodajny przepływ dla zlewni C

11. OBLICZENIA HYDRAULICZNE KANAŁÓW

W obliczeniach hydraulicznych założono jednostajny charakter przepływu ścieków w kanale oraz stałość niektórych parametrów charakteryzujących kanał (np. chropowatość). Przy takich założeniach obliczenia dokonano na podstawie wzoru Chezy'ego.

$$v = C \cdot \sqrt{R_h \cdot i}$$

gdzie:

v – średnia prędkość przepływu w czynnym przekroju poprzecznym, [m/s]

R_h – promień hydrauliczny, równy stosunkowi powierzchni czynnej przekroju do obwodu

zwilżonego [m],

i – spadek zwierciadła ścieków, równy spadkowi dna kanału przy przepływie cieczy o swobodnym zwierciadle lub spadek linii ciśnienia, gdy praca kanału odbywa się pod ciśnieniem,

C – współczynnik obliczany zgodnie ze wzorem Manninga, w którym n – współczynnik szorstkości przyjęto $n=0,013$.

$$C = \frac{1}{n} \cdot R_h^{\frac{1}{6}}$$

Wyniki obliczeń zostały przedstawione na przekrojach podłużnych, gdzie podano wielkość przepływu, prędkość oraz napężnienie.

12. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Lp.	Rodzaj materiału	Ilość	Jednostka
1	Rura PVC-U lita SN12 Dz315	197	m
2	Rura PVC-U lita SN12 Dz200	89	m
3	Otulina izolacyjna EPS200	45	m
4	Studnia tworzywowa DN400 z wjazem klasy D400	2	m
5	Studnia betonowa prefabrykowana DN100 mm (w świetle) wraz z wjazem żeliwnym DN600 kl. D400, pierścieniem żelbetowym odciążającym, płytą żelbetową pokrywającą, pierścieniem dystansowym, przejściami szczelnymi oraz stopniami zjazdowymi.	6	kpl.
6	Wpust uliczny z płytą pokrywową, pierścieniem odciążającym na studzience DN500 z kręgów żelbetowych	12	kpl.

Tabela 7. Zestawienie materiałów podstawowych

13. UWAGI KOŃCOWE

- Prace ziemne wykonać ręcznie przy skrzyżowaniu z istniejącym uzbrojeniem, w miejscu gdzie nie występuje uzbrojenie podziemne prace prowadzić sprzętem mechanicznym. Roboty należy prowadzić odcinkowo i zgodnie z właścicielami istniejącego uzbrojenia.
- Wykopy na całej długości należy zabezpieczyć zgodnie z obowiązującymi przepisami.
- Wszystkie parametry dla kanalizacji deszczowej przyjęte w projekcie określono na podstawie elementów wykonanych z PVC – U klasy S litych SN8.
- Prowadzone roboty należy wykonać zgodnie z:
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 06.02.2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47, poz. 47),
- wymaganiami BHP w projektowaniu rozruchu i eksploatacji obiektów i urządzeń ściekowych w gospodarce komunalnej (CTBK 1998),
- Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zlecić nadzór wszystkim właścicielom uzbrojenia podziemnego na omawianym terenie.
- Kanały i przykanaliki przed zasypaniem wykopu należy poddać próbie szczelności oraz zgłosić ją do odbioru technicznego.
- Wykonana kanalizacja powinna być naniesiona na mapy zasadnicze przez odpowiednie służby geodezyjne.
- Całość robót należy wykonać zgodnie z Polskimi Normami, Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót cz. II – Instalacje Sanitarne i Przemysłowe oraz z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Rurociągów z Tworzyw Sztucznych.
- Całość robót wykonać zgodnie z Polskimi Normami, Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót cz. II - Instalacje Sanitarne i Przemysłowe oraz z PN-81/B-10725 Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania przy odbiorze;
- Materiały użyte do wykonania odwodnienia w zakresie inwestycji powinny posiadać stosowne dopuszczenia do stosowania w budownictwie.
- Osoby wykonujące prace budowlane powinny posiadać stosowne uprawnienia do prowadzenia robót.
- Dokładną lokalizację urządzeń podziemnych należy ustalić przy pomocy wykopów kontrolnych wykonywanych pod nadzorem właścicieli i użytkowników uzbrojenia.
- Wszystkie roboty w pobliżu istniejącego uzbrojenia podziemnego wykonywać pod nadzorem właścicieli i użytkowników, stosując się do ich zaleceń odnośnie zabezpieczeń urządzeń.
- Wykonać przekopy kontrolne w miejscach skrzyżowań z innymi sieciami zwłaszcza przy skrzyżowaniu z obiektami gdzie nie ma możliwości ich przebudowy np. wszystkie przewody kanalizacyjne, ks, kd.

UWAGA:

Wszystkie zastosowane materiały i urządzenia muszą posiadać Aprobatę Techniczną wydaną przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie - zgodnie Ustawą z dnia 5 lipca 1994r.

„Prawo Budowlane” (Dz. U. Nr 89 z dn. 25 sierpnia 1994r. poz. 414), Dz. U. Nr 111 z dn. 23. 09. 1997r. poz. 726.

UWAGA:

W przypadku wystąpienia kolizji z uzbrojeniem podziemnym nieuwzględnionym w niniejszym opracowaniu, należy skontaktować się z projektantem w celu opracowania odpowiedniego rozwiązania i zlikwidowania kolizji.

UWAGA:

Bezwzględnie należy zweryfikować rzędną posadowienia rurociągu wykonanego w wcześniejszym etapie prac a do którego nastąpi włączenie zgodnie z niniejszą dokumentacją.

14. PRZEPISY ZWIĄZANE

- PN-S-02204 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg,
- PN-92 B-01707 Instalacje kanalizacyjne. Wymagania w projektowaniu,
- PN-B-10729 Kanalizacja. Studzienki Kanalizacyjne,
- PN-EN 124 Zwieńczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego,
- PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych,
- PN-92/B-10735 Kanalizacja. Przewody kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze,
- PN-H-7405-2:1994 Włazy kanałowe. Klasy B125 i C250, D400,
- PN-87h-74051/00 Włazy kanałowe. Ogólne wymagania i badania,
- PN-93/H-74124 Zwieńczenia studzienek i wpustów kanalizacyjnych montowane w nawierzchniach użytkowanych przez pojazdy i pieszych. Zasady konstrukcji, badania typu i oznakowania,
- Błaszczyk P., Strategia rozwoju miejskich systemów kanalizacyjnych w dostosowaniu do wymagań dyrektywy Unii Europejskiej 91/271/ EEC w sprawie oczyszczania ścieków z terenów zurbanizowanych oraz II Konwencji Helsińskiej, IV,
- Kongres Kanalizatorów Polskich, POLKAN 99, Łódź ,1999,8-10 listopad, 77-86.
- Dąbrowski W., Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, Kraków 2004, str. 218,
- Dąbrowski W., Czy stężenie siarczanów ma istotny wpływ na korozję siarczanową?, część I – podstawy prognozowania, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 2010,11,
- Dąbrowski W., Czy stężenie siarczanów ma istotny wpływ na korozję siarczanową?, część II – Rzeczywisty przykład obliczeniowy, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna”, 2010,12,34-38,
- PN-EN 752-1 do 7, Zewnętrzne systemy kanalizacyjne (PKN 2000- 2002). Kotowski A., Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów, Seidel- Przywecki, Warszawa 2011, str. 527,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz. U. 137, poz. 984,

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U.27, poz.169,
- PN-EN 476: 2001 Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej,
- PN-EN 13101:2005 Stopnie do studzienek włączowych. Wymagania, znakowanie, badania i ocena zgodności,
- PN-EN 1401-1:1999. Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Podziemne
- bezciśnieniowe systemy przewodowe z niezmiękczonego polichlorku winylu (PVC-U) do odwadniania i kanalizacji –Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu,.
- PN-EN 1295-1 Obliczenia statyczne rurociągów ułożonych w ziemi w różnych warunkach obciążeń. Część 1: Wymagania Ogólne,
- PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych,
- PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- PN-EN 1917:2004 Studzienki włączowe i niewłączowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknem stalowym i żelbetowym,
- PN-B-10736:1999 Roboty ziemne - Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania,
- PN-92/B-10735 Kanalizacja - Przewody kanalizacyjne - Wymagania i badania przy odbiorze.