

KPO.5-DT.261.2.2025

CZĘŚĆ III OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

- CZĘŚĆ TEKSTOWA -

Niniejszy OPZ dotyczy:

ZADANIE NR 6: Wdrożenie zdalnego systemu odczytu wodomierzy w trybie stacjonarnym oraz monitoringu sieci wodociągowej

w zakres którego wchodzi:

Zadanie nr 6.2 Dostawa wraz z uruchomieniem monitoringu sieci wodociągowej na terenach wiejskich

Zamówienie jest częścią Projektu pn. „**Zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków wraz z wdrożeniem technologii informacyjno-komunikacyjnych na terenach wiejskich w Gminie Wołów**” w skład którego wchodzi następujące zadania nr:

1. Budowa sieci wodociągowej Stary Wołów - Bożeń (dz. nr 533, 462/1 Am-2 obręb Stary Wołów; 114/1, 72 Am-1 obręb Golina; 352, 358 Am-1 obręb Bożeń).
2. Budowa sieci wodociągowej oraz sieci kanalizacji sanitarnej w Łososiowicach (dz. nr 41/1, 317/1, 318/1 Am-1 obręb Łososiowice).
3. Budowa sieci wodociągowej i sieci kanalizacji sanitarnej w Piotroniowicach - ETAP II-III (dz. nr 135/31, 177 Am-1 obręb Piotroniowice).
4. Budowa sieci wodociągowej Piotroniowice dz. 177, 169/10, 168/3, 170/18, 171/1, 172/3, 172/12.
5. Budowa sieci wodociągowej w Piotroniowicach dz. nr 205/13, 188.
6. Montaż / wymiana wodomierzy wraz z wdrożeniem zdalnego systemu odczytu oraz monitoringu sieci wodociągowej.

CZĘŚĆ OPISOWA

1. Nazwa zadania

ZADANIE NR 6: **Wdrożenie zdalnego systemu odczytu wodomierzy w trybie stacjonarnym oraz monitoringu sieci wodociągowej**

w zakres którego wchodzi:

Zadanie nr 6.2 Dostawa wraz z uruchomieniem monitoringu sieci wodociągowej na terenach wiejskich

2. Lokalizacja:

miejsowości na terenie gminy Wołów: Straszowice, Żychlin, Miłcz, Sławowice, Dębno, Rudno, Tarchalice, Boraszyn, Wodnica, Rataje, Zagórzycy, Prawików, Stobno, Wrzosey, Wróblewo.

3. Opis przedmiotu zamówienia

Zakres ZADANIA nr 6.2: Dostawa wraz z uruchomieniem monitoringu sieci wodociągowej na terenach wiejskich.

W zakresie zadania będzie dostawa wraz z wykonaniem i uruchomieniem monitoringu sieci wodociągowej. Monitoring sieci wodociągowej będzie polegał na montażu 11 (*słownie*: jedenastu) punktów pomiarowych na istniejących sieciach wodociągowych, w celu zdalnego monitoringu parametrów pracy tych sieci (przepływ, ciśnienie) z przesyłem danych do systemu aplikacji pracujących w trybie stacjonarnym i mobilnym oraz wdrożeniem monitoringu tych sieci wodociągowych i wizualizacją, który musi być kompatybilny i współpracować z funkcjonującym istniejącym systemem u Zamawiającego.

Lokalizacja punktów pomiarowych zostanie dokładnie wskazana przez Zamawiającego.

System składa się z urządzenia do pomiaru przepływu wody (wodomierza ultradźwiękowego), urządzenia do pomiaru ciśnienia wody w rurociągu (czujnika i przetwornika ciśnienia), telemetrycznego rejestratora przepływu i ciśnienia z przesyłem danych w sieci GSM do systemu bazy danych, oprogramowania (platformy) do zarządzania odczytami i wizualizacji na urządzeniach stacjonarnych i mobilnych posiadających dostęp do sieci Internet, a także systemu SCADA.

Zamawiający nie dopuszcza jakichkolwiek opłat abonamentowych dla prawidłowego i kompletnego funkcjonowania systemu.

Każdy punkt pomiarowy składa się z:

- Studni pomiarowej,
- Wyposażenia studni pomiarowej,
- Ominięcia studni (bypassu) wraz z układem zasuwu.

3.1 Studnia pomiarowa

- 1) Studnia o średnicy Dn1000-1200 mm wykonana z tworzywa PEHD, wysokości H=1,80 m, wykonana jako element prefabrykowany z PEHD z dnem i rurą wznosną o zewnętrznym uźebrowaniu stanowiące szczelny i sztywny monolit, z przejściami szczelnymi dla rur PEHD o średnicy wymaganej dla każdego punktu pomiarowego,

- 2) Studnia powinna być dostarczona jako kompletna w wyposażeniu oraz konfiguracją i uruchomieniem urządzeń pomiarowych pracujących w systemie zgodnym z istniejącym obecnie monitoringiem sieci wodociągowych eksploatatora sieci.
- 3) Studnia powinna posiadać układ wentylacji zgodnie z wytycznymi producenta urządzeń znajdujących się wewnątrz studni, z wyprowadzeniem rurociągu wentylacyjnego obok studni poza obszar potencjalnego ruchu pojazdów.
- 4) Montaż studni zgodnie z wytycznymi producenta, w szczególności:
Przestrzeń pomiędzy korpusem, a ścianą wykopu o szerokości min. 30 cm wypełnić równomiernie piaskiem i zagęścić. Obsypkę powinien stanowić piasek nie zawierający kamieni i innych zanieczyszczeń stałych o ostrych krawędziach, które mogą spowodować uszkodzenie studzienki. W terenach silnie nawodnionych prowadzić obsypkę piasku z cementem do wysokości powyżej występowania wód gruntowych, a do czasu ustabilizowania obsypki studzienkę obciążyć zabezpieczając ją przed wypłynięciem. Zagęszczenie prowadzić warstwami o grubości ok. 30 cm ręcznie lub mechanicznie. Zagęszczenie prowadzić tak, aby nie doprowadzić do deformacji lub uszkodzenia studzienki.
- 5) Zwieńczenie studni pomiarowej:
Zwieńczenie studni włazem żeliwnym Dn600 zatrzaskowym na zawiasie zamykanym o klasie obciążenia D400. Pokrywę studni osadzić na pierścieniu odciążającym żelbetowym prefabrykowanym.
Właz pełnożeliwny o średnicy 600 mm wysokości 150mm pokrywa z osadzeniem 50 mm z wkładką tłumiącą PUR, ryglowany, zastosowanie wg PN-EN 124-2 Grupa 4 klasa D400.
Pomiędzy ramą a pierścieniem wyrównawczym należy zastosować zaprawę elastyczną, mrozoodporną, o grub. co najmniej 2-3 cm o wytrzymałości co najmniej 45 MPa, a także pomiędzy wszystkimi pierścieniami wyrównawczymi i górną częścią studni.
Wykończenia nawierzchni wokół wjazdu należy wykonać z kostki betonowej/granitowej na odpowiedniej podbudowie kamiennej, o szerokości pasa wokół wjazdu licząc od krawędzi 0,5 m.

3.2 Wyposażenie studni pomiarowej

Wszelkie materiały instalacyjne muszą posiadać atest PZH dopuszczające stosowanie w kontakcie z wodą pitną.

1) Wodomierz ultradźwiękowy

Oferowane wodomierze muszą spełniać wymagania zawarte w przepisach:

- ustawa z dnia 11.05.2001 r. Prawo o miarach (t.j. Dz.U.2022.2063),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23.10.2007 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać wodomierze, oraz szczegółowego zakresu sprawdeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz.U.2007.209.1513),
- ustawa z 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (t.j. Dz.U.2025.568)
- Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 02.06.2016 r. w sprawie wymagań dla przyrządów pomiarowych (Dz.U. 2016.815).

Oferowane wodomierze muszą posiadać ważną legalizację na okres 5 lat od miesiąca dostawy potwierdzone cechą legalizacyjną zgodnie z przepisami Głównego Urzędu Miar, oraz aktualne zatwierdzenie typu.

Ilość wodomierzy i zakres średnic:

<i>Lp.</i>	<i>Średnica wodomierza [mm]</i>	<i>Przepływy charakterystyczne wodomierza</i>	<i>Ilość [szt.]</i>
1.	DN 50	Q1=0,0625 m ³ /h Q2=0,100 m ³ /h Q3=25,0 m ³ /h Q4=31,2 m ³ /h	3
2.	DN 65	Q1=0,100 m ³ /h Q2=0,160 m ³ /h Q3=40,0 m ³ /h Q4=50,0 m ³ /h	4
3.	DN 80	Q1=0,158 m ³ /h Q2=0,255 m ³ /h Q3=63,0 m ³ /h Q4=78,7 m ³ /h	4

Parametry wodomierzy:

<i>Lp.</i>	<i>Parametry wodomierza do wody zimnej</i>
1.	wodomierz ultradźwiękowy fabrycznie nowy z cechą legalizacyjną w roku dostawy tj. 2025,
2.	zatwierdzenie typu MID - klasa metrologiczna $R \geq 400$; zgodność wyrobu z normą MID
3.	Klasa dokładności: 2
4.	pomiar ilości wody metodą ultradźwiękową
5.	korpus wodomierza wykonany z żeliwa, malowany farbą epoksydową, połączenia kołnierzowe
6.	konstrukcja komory pomiarowej przelotowa bez elementów ruchomych odporna na zanieczyszczenia,
7.	brak wymogu stosowania odcinków prostych przed i za wodomierzem
8.	przepływ maksymalny limitowany tylko stratą ciśnienia wg średnicy nominalnej,
9.	pomiar przepływu wstecznego (dwukierunkowy pomiar przepływu)
10.	bateria litowa wymienna, czas pracy baterii co najmniej 10 lat,
11.	klasa szczelności IP68,
12.	aktualny atest higieniczny PZH,
13.	maksymalna temperatura pracy $T=50^{\circ}\text{C}$,
14.	możliwość aktualnego odczytu wzrokowego stanu wodomierza w przypadku uszkodzenia lub awarii odczytu do rejestratora
15.	możliwość rozbudowania o dodatkowe/zamienne urządzenie w przypadku trudnych warunków odczytu (głębokie, zalane wodą studnie),
16.	detekcja temperatury wody wraz z alarmem,
17.	konfigurowalne parametry wyświetlacza ciekłokrystalicznego,
18.	protokół komunikacyjny MODBUS RTU,

2) Pomiar ciśnienia wody

Pomiar ciśnienia będzie realizowany poprzez przemysłowy czujnik ciśnienia przeznaczony do kontroli procesów przemysłowych, w szczególności w zakresie hydrauliki, z dopuszczeniem do kontaktu z wodą pitną. Czujnik wyposażony jest w trwałą metalową membranę sensora oraz stalowy, antykorozyjny korpus, zapewniający wysoką odporność na trudne warunki pracy.

Zakres pracy 0–10 bar. Dokładność pomiaru wynosi 0,5% w całym zakresie pomiarowym.

3) Rejestrator telemetryczny

Rejestrator telemetryczny to urządzenie przeznaczone do zdalnego monitoringu sieci wodociągowej. Urządzenia musi umożliwiać rejestrację przepływu, ciśnienia wody (opcjonalnie poziomu wody). Powinno obsługiwać transmisję danych w czasie rzeczywistym przez technologię NB-IoT, LTE Cat M1 oraz 2G. Do komunikacji lokalnej w celu konfiguracji wyposażone w NFC.

Dodatkowo trzeba wyposażyć urządzenie rejestrujące w antenę/nadajnik/odbiorcę GSM, którą należy zamontować jak najbliżej wjazdu studni, zwiększając tym samym sygnał GSM.

Funkcje rejestratora i dane techniczne:

- zdalna transmisja danych o przepływie i ciśnieniu.
- detekcja wycieków i podział sieci na strefy.
- obsługa alarmów w czasie rzeczywistym.
- współpraca z wodomierzami ultradźwiękowymi i przepływomierzami elektromagnetycznymi,
- komunikacja w pasmach NB-IoT, LTE Cat M1 i 2G.
- konfiguracja lokalna przez NFC
- wejścia 2 napięciowe (0,5–4,5 V), 4 cyfrowe, czujnik zalania, pola magnetycznego
- stopień ochrony IP68
- temperatura pracy -25°C do +50°C
- zasilanie: bateria litowa 14 Ah (10 lat pracy)
- rejestracja i transmisja danych: rejestracja wartości min./max. oraz zdarzeń, rejestracja co 1–60 minut, możliwość konfiguracji częstotliwość raportowania, transmisja lokalna (NFC), transmisja zdalna (NB-IoT, LTE, 2G), protokoły: TCP, UDP, HTTP, FTP.
- integracja z systemami bilingowymi i SCADA,

4) Czujnik otwarcia / zamknięcia wjazdu

W studni pomiarowej należy zamontować wyłącznik krańcowy, który poprzez rejestrator telemetryczny będzie przekazywał dane do systemu monitoringu o otwarciu lub zamknięciu wjazdu studni pomiarowej, także informacje o włamaniu w postaci alarmu w systemie monitoringu.

3.3 Oprogramowanie do zarządzania odczytami i wizualizacji na urządzeniach stacjonarnych i mobilnych

- 1) Wykonawca dokona wdrożenia oprogramowania tworzącego system monitoringu i zarządzania siecią wodociągową, do zapewnienia pełnej kontroli, bezpieczeństwa oraz efektywności operacyjnej przedsiębiorstw wodociągowych. System powinien umożliwiać bieżący nadzór nad parametrami pracy sieci, wczesne wykrywanie awarii oraz optymalizację zużycia wody.

Główne funkcje:

- Zdalny monitoring parametrów sieci
- Pomiar i przesył danych z punktów pomiarowych (ciśnienie, przepływ),
- System powiadomień i alarmów,
- Automatyczne generowanie powiadomień przy wykryciu anomalii (np. spadek ciśnienia, nieszczelność, awaria urządzeń) – poprzez email lub opcjonalnie sms.
- Analiza danych historycznych i bieżących
- Zaawansowane wykresy i raporty umożliwiające identyfikację trendów, przewidywanie awarii oraz optymalizację działania sieci.
- Integracja z urządzeniami IoT i systemem SCADA

- Obsługa nowoczesnych urządzeń telemetrycznych, rejestratorów danych oraz możliwość integracji
 - Zarządzanie strefami pomiarowymi,
 - Kontrola strat wody i efektywność zarządzania wodą dzięki podziałowi sieci na strefy pomiarowe i analizie bilansu wodnego.
 - Dostęp online przez przeglądarkę internetową,
 - Interfejs dostępny z poziomu dowolnego urządzenia – komputera, tabletu lub smartfona – bez potrzeby instalacji dodatkowego oprogramowania,
 - system zarządzania kontami użytkowników firmowych,
 - wizualizacja urządzeń na mapie dzięki funkcji geolokalizacji
 - praca systemu zarówno na serwerze producenta, jak i na urządzeniu PWK Wołów
 - eksport danych do popularnych formatów: CSV, PDF, Excel
- 2) Oprogramowanie powinno także zawierać moduł aplikacji przeznaczonej do konfiguracji i diagnostyki urządzeń monitorujących, działająca w środowisku systemu Windows jak i na urządzeniach mobilnych z systemem Android 7.0 lub nowszym. Program ma oferować przejrzysty i graficzny interfejs użytkownika, który może być dowolnie dostosowany do potrzeb użytkownika, w celu ułatwienia pracy z różnorodnymi urządzeniami.
- Profile graficzne urządzeń, które pozwalają na prowadzenie konfiguracji zarówno w trybie podstawowym, jak i zaawansowanym, w tym tryb tekstowy, umożliwiający bezpośrednią edycję parametrów. Program powinien umożliwiać aktualizację oprogramowania urządzeń bez konieczności korzystania z dodatkowych interfejsów czy aplikacji zewnętrznych.

Główne funkcje:

- Konfiguracja i aktualizacja oprogramowania urządzeń bez użycia dodatkowych programów
- Praca w środowisku systemu Windows
- Tryb tekstowy dla zaawansowanej konfiguracji
- Graficzne profile urządzeń z czytelnym, funkcjonalnym interfejsem
- Oznaczanie niezapisanych zmian kolorem
- Zapamiętywanie ostatnio używanych urządzeń
- Interfejs oparty na profilach urządzeń może być elastycznie dostosowany do indywidualnych wymagań użytkownika, co znacznie ułatwia obsługę nawet rozbudowanych systemów.

3.4 System SCADA

Należy zaprojektować, wykonać i wdrożyć system wizualizacji i sterowania typu SCADA kompatybilny z istniejącym systemem SCADA iFix, który obecnie obsługuje inne obiekty Zamawiającego. W przypadku, gdy obecna licencja nie daje możliwości rozszerzenia o nowe monitorowane obiekty, Wykonawca przewidzi zakup nowej licencji do wersji najnowszej.

System powinien realizować zadania w oparciu o parametry monitorowane przez studnie pomiarowe, tj. pomiar przepływu, pomiar ciśnienia, informacja o otwarciu/zamknięciu włazu studni pomiarowej oraz pozostałe dane zebrane i wygenerowane przez rejestrator telemetryczny.

Funkcjonalność systemu SCADA powinna zapewniać co najmniej:

- wizualizację danych w postaci graficznej w układzie zbiorczym na mapie, wszystkich monitorowanych obiektów, a także w układzie szczegółowym dla każdego obiektu,
- możliwość tworzenia wykresów i zestawień tabelarycznych,
- funkcje powiadamiania o stanach alarmowych, z potwierdzeniem alarmu przez operatora
- export danych do formatu xls, csv,
- archiwizacja danych,
- możliwość wydruku poprzez drukarkę.

System SCADA należy wdrożyć na fabrycznie nowym zestawie komputerowym typu PC dedykowanym do monitoringu sieci wodociągowych, zlokalizowanym w sterowni głównej PWK Wołów. Istniejące oprogramowanie SCADA należy przenieść do nowego komputera PC i uruchomić łącznie wraz z nowymi punktami monitoringu sieci wodociągowej.

Zestaw komputerowy powinien składać się co najmniej z:

- komputer typu PC w obudowie tower typu MFF z gwarancją co najmniej 3 lata
- procesor co najmniej 14-stej generacji, minimum 20 rdzeni oraz minimalnie 33 MB pamięci podręcznej
- dysk SSD minimum 512 GB
- pamięć RAM DDR5 32 GB lub wyższa
- system operacyjny Windows 11 Profesional oparty na architekturze 64-bit,
- oprogramowanie Microsoft Office 2019 lub wyższe w wersji Profesional
- monitor FULL HD do pracy ciągłej 24/7 32", typ matrycy: IPS, powłoka szklana AG, matowe wykończenie, hazy 25%, czas reakcji 8 ms, interfejsy: VGA, DVI, HDMI, wbudowane głośniki, jasność 500 cd/m², format obraz 16:9, wygląd: cienkie ramki
- dysk zewnętrzny SSD min. 1 TB,
- mysz i klawiatura w zestawie
- urządzenie wielofunkcyjne kolorowe (drukowanie, skanowanie, kopia), formaty papieru A4, A5, A6, Letter, technologia drukowania: głowica drukująca PrecisionCore, konfiguracja dysz: 800 dysz czarnych, 800 dysz na kolor, technologia tuszów: DURABrite Ultra, szybkość druku 34 Str./min. Monochromatyczny (papier zwykły), 34 Str./min. Colour (papier zwykły), Kolorowy ekran dotykowy LCD 10,9 cm

3.5 Ominięcie studni pomiarowej (bypass) wraz z układem zasuw

Dla każdego punktu pomiarowego należy wykonać ominięcie umożliwiające przepływ wody w przypadku zamknięcia studni pomiarowej. Przewiduje się w każdym punkcie montaż trzech zasuw, dwóch trójników i rurociągów wraz z kształtkami. Rurociągi należy wykonać z PEHD SDR17, trójniki i inne kształtki z PEHD SDR11 łączone elektroporowo. Wszelkie połączenia kołnierzowe należy wykonać z wykorzystaniem śrub, nakrętek i podkładek ze stali nierdzewnej.

Na wykonanym wodociągu przed zasypaniem, na głębokości około 35÷40 cm od terenu, ułożyć taśmę lokalizacyjno-ostrzegawczą z wkładką metalową.

Zasuw należy oznakować za pomocą tabliczek informacyjnych usytuowanych na słupku.

1) Materiały

Źródła uzyskania wszystkich materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę przed rozpoczęciem prac.

Wykonawca dostarczy Inspektorowi Nadzoru szczegółowe informacje dotyczące proponowanego źródła wytwarzania lub wydobywania materiałów, wymagane świadectwa badań laboratoryjnych i reprezentatywne próbki materiałów do zatwierdzenia. W przypadku niezaakceptowania przez Inspektora nadzoru materiału ze wskazanego źródła, Wykonawca przedstawi do akceptacji Inspektorowi nadzoru materiał z innego źródła.

Zatwierdzenie partii materiałów z danego źródła nie oznacza, że wszystkie materiały z tego źródła będą przez Inspektora nadzoru dopuszczone do wbudowania.

Wykonawca zobowiązany jest prowadzić na bieżąco badania w celu udokumentowania, że materiały uzyskane z dopuszczonego źródła w sposób ciągły będą spełniały wymagania Specyfikacji Technicznych. Każdy materiał planowany do wbudowania musi być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru

Wymagania dla materiałów:

Rura polietylenowa wodociągowa wg PN-EN 12201-2+A1:2013;

produkowana metoda wytłaczania, ścianka rury stanowi lita konstrukcja, rura ma być wyprodukowana z polietylenu klasy PEHD PE100 o wysokiej gęstości i wyłącznie produkowane z surowca pierwotnego, nie dopuszcza się stosowania żadnych materiałów wtórnych w tym regranulatów.

- a) rury do wody z polietylenu PEHD PE100 SDR 17 PN10 o średnicy:
Ø 225 x 13,4 mm, Ø 160 x 9,5 mm, Ø 110 x 6,6 mm, Ø 90 x 5,4 mm, Ø 63 x 3,8 mm,
- b) Zasuwy sieciowe:
Zasuwy sieciowe odcinające o średnicach: DN150, DN100, DN80, DN50 z miękkim uszczelnieniem, zabudowa krótka F4.
Zasuwy wyposażone w obudowy teleskopowe i skrzynki uliczne wykonane jako pełnożeliwne. Teren wokół skrzynki należy utwardzić zgodnie z wymogami eksploatatora sieci wodociągowej.
Pozostałe wymagania dla zasuwy:
Zasuwa klinowa, kołnierzowa z miękkim uszczelnieniem wg PN-EN 1074-1 i 2/PN-EN 12266, ciśnienie nom. PN16, długość zabudowy wg EN 558 krótka F4; przyłącza kołnierzowe wg EN 1092-2, ISO 7005-1/2; testy: próba szczelności wodą wg PN-EN 1074-1 i 2/PN-EN 12266, próba momentu obrotowego zamykania zasuwy; korpus i pokrywa z żeliwa sferoidalnego GJS-500 z powłoką ochronną z farb epoksydowych wg wymogów GSK-RAL o min. grubości 250 µm, kolor pokrycia – RAL 5005 niebieski; odlew korpusu z oznakowaniem określającym: producenta, średnicę DN, ciśnienie nominalne i materiał korpusu; śruby pokrywy wykonane ze stali nierdzewnej, całkowicie schowane w gniazdach i zabezpieczone masą plastyczną na gorąco; uszczelka połączenia pokrywy i korpusu: z gumy NBR, zagłębiona w rowku w korpusie; trzpień zasuwy wykonany ze stali nierdzewnej z gwintem walcowanym na zimno, z ogranicznikiem posuwu klina; trzpień odizolowany, na całej długości, od kontaktu z żeliwem pokrywy; uszczelnienie trzpienia 3-sekcyjne: uszczelka wargowa z gumy EPDM stanowiąca główne uszczelnienie zasuwy (nie dopuszcza się rozwiązań gdzie główne uszczelnienie stanowi o-ring), min. 4 o-ringi doszczelniające w sekcji suchej oraz pierścień zgarniający z gumy NBR; przelot zasuwy pełny równy średnicy nominalnej i bez zawężeń; klin wykonany z żeliwa sferoidalnego GJS-400, nawulkanizowany zewnętrznie i wewnętrznie, powłoką z gumy EPDM o min. grubości 1,5 mm; prowadnice klina wewnętrznie wzmocnione wkładką z odpornego na ścieranie tworzywa sztucznego zawulkanizowane, współpracujące z rowkami w korpusie; nakrętka klina: z mosiądzu o podwyższonej wytrzymałości, na stałe połączona z klinem, przelot przez komorę klina: cylindryczny na całej długości i nie zawężony na końcu. Wymagany okres gwarancji na zasuwę 10 lat;
- c) Tuleje kołnierzowe – wg PN-EN 12201-3, kołnierz stalowy galwanizowany wg PN -ISO 9624,
- d) Kształtki PEHD elektrooporowe PE100 SDR11: kolana, łuki, mufy, trójniki, tuleje kołnierzowe posiadające w parametrach zgrzewania korektę czasu zgrzewania w zależności od temperatury otoczenia, kształtka elektrooporowa musi posiadać możliwość ponownego zgrzewania (np. w przypadku zaniku napięcia), kształtki elektrooporowe powinny posiadać możliwość montażu bez konieczności stosowania uchwytych mocujących do rur, konstrukcja z niezatopioną spiralą grzewczą z drutem odpornym na korozję;
- e) Kształtki żeliwne - wykonane z żeliwa sferoidalnego GJS500, PN16 bar, ochrona antykorozyjna elementów żeliwnych zewnątrz i wewnątrz proszkową farbą epoksydową metodą fluidyzacyjną – warstwa minimum 250 µm, zabezpieczenie antykorozyjne zewnątrz i wewnątrz, przyłącza kołnierzowe odwiercone (8 otworów), wyfrezowane rowki w kołnierzu w miejscu przyłgi uszczelki, zgodnie z PN-EN 545, PN-EN 1563, PN-EN 1092-2,
- f) Łączniki typu RK – łącznik rurowo-kołnierzowy do połączeń rur z bosym końcem z kołnierzem, wykonanie jak dla kształtek żeliwnych ppkt powyżej,
- g) Śruby do wszystkich połączeń kołnierzowych: śruba sześciokątna nierdzewna z łbem sześciokątnym z pełnym gwintem - wg PN 82105 (DIN933, ISO 4017), gatunek stali: A2, AISI 304; analogicznie dla nakrętek i podkładek;
- h) Uszczelki gumowe EPDM do wody; atest PZH,
- i) Oznakowanie rurociągu
– taśma ostrzegawcza niebieska z wkładką metalową – zgodnie z PN-EN 12613:2010;

- tabliczki orientacyjne informacyjne z oznaczeniem „Z” – zasuwa sieciowa zgodnie z PN-86/B-09700; tabliczka orientacyjna montowana jest do słupka za pomocą podkładki aluminiowej z otworami na taśmę nierdzewną, która opasa słupek. Tabliczka do podkładki przykręcona jest wkrętami ze stali nierdzewnej (inny sposób montaż po zatwierdzeniu przez inspektora nadzoru);
- słupki do tabliczek stalowe ocynkowane spełniające wymogi PN-79/H-74244, średnica słupka z rury 60,3 mm, od góry zabezpieczony kapturkiem z tworzywa sztucznego, z dwiema kotwami w dolnej części słupka.

Układ każdego węzła pomiarowego przedstawiono schematycznie na rys. nr 3.

2) Prace budowlano-montażowe:

Prace ziemne

Przygotowanie do prowadzenia prac

Przed przystąpieniem do prac należy wykonać prace przygotowawcze związane z pomiarami, badaniem gruntu, organizacją prac, ustaleniem miejsc do odkładania ziemi rodzimej, odwożeniem urobku, odprowadzeniem wody z wykopu itp., uzyskać zezwolenie na rozpoczęcie prac i komisyjnie przyjąć teren pod budowę wraz z niezbędnymi reperami geodezyjnymi.

Projektowaną oś rurociągów, zasuw, studzienek, należy oznaczyć w terenie w sposób trwały i widoczny z założeniem ciągu reperów roboczych.

Przed przystąpieniem do prac ziemnych należy wykonać urządzenia odwadniające, zabezpieczające wykopy przed wodami opadowymi, powierzchniowymi i gruntowymi. Urządzenia odwadniające należy kontrolować i konserwować przez cały czas trwania prac.

Obniżenia wód gruntowych należy dokonywać, gdy woda uniemożliwia wykonywanie wykopu.

Obniżenia wód gruntowych należy przeprowadzać tak, aby nie została naruszona struktura w podłożu wykonywanego obiektu, ani też w podłożu sąsiednich budowli.

Wykonywanie wykopów

- Wykonywanie wykopów wraz z ich ewentualnym odwodnieniem należy przeprowadzać zgodnie z warunkami ogólnymi podanymi w niniejszym rozdziale, a w przypadkach uzasadnionych na podstawie warunków opracowanych dla danej budowy.
- Wykop należy rozpocząć od najniższego punktu, aby zapewnić grawitacyjny spływ wody z wykopu w dół po jego dnie. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się rozpoczęcie wykopu w innym punkcie.
- Wykopy wąskoprzestrzenne należy odeskować z zastosowaniem rozpór, ściany wykopów szerokoprzestrzennych należy odeskować i podeprzeć konstrukcją usztywniającą.
- W trakcie realizacji prac ziemnych należy nad otwartymi wykopami ustawić ławy celownicze umożliwiające odtworzenie projektowanej osi wykopu i przewodu oraz kontrolę rzędnych dna. Ławy celownicze należy montować nad wykopem na wysokości ok. 1 m nad powierzchnią terenu w odstępach wynoszących ok. 30 m. Ławy powinny mieć wyraźne i trwałe oznaczenie projektowanej osi przewodu. Górne krawędzie celowników należy ustawić zgodnie z rzędnymi projektowanymi za pomocą niwelatora. Położenie celowników należy sprawdzać codziennie przed rozpoczęciem montażu przewodów.
- Dno wykopu powinno być równe i wykonane ze spadkiem ustalonym w dokumentacji technicznej. Spód wykopu wykonywanego ręcznie należy pozostawić na poziomie wyższym od rzędnej projektowanej o ok. 5 cm, a w gruntach nawodnionych o ok. 20 cm. Przy wykopie wykonywanym mechanicznie spód wykopu ustala się na poziomie ok. 20 cm wyższym od rzędnej projektowanej, bez względu na rodzaj gruntu.
- Wykopy należy wykonywać bez naruszenia naturalnej struktury gruntu. W gruntach spoistych wykop należy wykonać początkowo do głębokości mniejszej od projektowanej zgodnie z p.6, a następnie pogłębić do właściwej głębokości bezpośrednio przed ułożeniem podsypki piaskowej lub elementów rurociągu.

- Przy wykonywaniu wykopów w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej budowli na głębokości równej lub większej niż głębokość posadowienia budowli należy je zabezpieczyć przed osiadaniem i odkształceniem.
- Tolerancja dla rzędnych dna wykopu nie powinna przekraczać +3 cm dla gruntów zwięzłych, +5 cm dla gruntów wymagających wzmocnienia. Natomiast tolerancja szerokości wykopu wynosi +5 cm.

Wykopy otwarte o ścianach pionowych bez obudowy

Wykonywanie wykopów o ścianach pionowych bez obudowy można prowadzić tylko w gruntach suchych, gdy nie występują wady gruntowe. Teren nie jest obciążony nasypem przy krawędziach wykopu w pasie o szerokości równej co najmniej głębokości wykopu H; dopuszczalne głębokości wykopów w gruntach określonych wg PN74/B-02480 wynoszą:

- w gruntach skalistych litych nie spękanych - 4,0 m,
- w gruntach spoistych - 1,5 m,
- w pozostałych - 1,0 m.

Wykopy otwarte w ścianach pionowych obudowane (obudowa rozparta)

- Wymiary elementów i rodzaj obudowy (z drewna, stali lub innych materiałów) przyjętych w następstwie przeprowadzonych obliczeń statycznych powinny być podane w dokumentacji, jeśli było to wymagane.
- Jeżeli materiały obudowy nie są fabrycznie zabezpieczone przed szkodliwym wpływem warunków atmosferycznych, powinny być zabezpieczone na placu budowy przez zaimpregnowanie, zaizolowanie lub zastosowanie odpowiednich środków antykorozyjnych właściwych dla danego materiału.
- Zabezpieczenie wykopów przed zalaniem wodą z opadów atmosferycznych.
- W celu zabezpieczenia wykopów przed zalaniem wodą z opadów atmosferycznych powinny być zachowane co najmniej następujące warunki:
 - o górne krawędzie bali przyściennych powinny wystawać co najmniej 15 cm ponad ściśle przylegający teren,
 - o powierzchnia terenu powinna być wyprofilowana ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wody poza teren przylegający do wykopu,
 - o w przypadku konieczności odprowadzenia wód opadowych rowami odległość w planie, pomiędzy krawędzią dna rowu odwadniającego a krawędzią dna wykopu, nie powinna być mniejsza od obliczonej zgodnie ze *Szczegółowymi warunkami bezpieczeństwa pracy*.

Ścianki szczelne

Wykonywanie ścianek szczelnych należy do specjalistycznych prac geotechnicznych, które wymagają od wykonawcy zaawansowanej wiedzy i dużego doświadczenia.

W przypadku konieczności zastosowania ścianek szczelnych, Wykonawca dokona wyboru technologii ścianki szczelnej oraz opracuje projekt prac związanych z pracami zastosowania ścianki szczelnej – o ile będzie to wymagane zgodnie z przepisami.

Wykopy otwarte i nieobudowane o skarpach nachylonych

Nachylenie skarp wykopów powinno być wykonane zgodnie z dokumentacją; przy głębokości wykopu do 4 m i nie występowaniu wody gruntowej i usuwisk, oraz nie obciążaniu naziomu w zasięgu klina odłamu, dopuszcza się następujące bezpieczne nachylenie skarp:

- w gruntach bardzo spoistych - 2:1,
- w gruntach kamienistych (rumosz, wietrzelina) - 1:1,
- w pozostałych gruntach spoistych oraz wietrzelinach i rumoszach gliniastych - 1:1,25,
- w gruntach niespoistych - 1:1,5.

Przy równoczesnym zapewnieniu łatwego i szybkiego odpływu wód opadowych od krawędzi wykopu z pasa terenu szerokości równej trzykrotnej głębokości wykopu oraz zabezpieczeniu podłoża pochyłonej skarpy na dnie wykopu, odchylenia spadków skarp wykopu nie powinny przekraczać +5%.

Wydobyty grunt powinien być składowany z jednej strony wykopu z pozostawieniem pomiędzy krawędzią wykopu a stopą odkładu wolnego pasa terenu o szerokości co najmniej 1 m dla komunikacji; kąt nachylenia skarpy odkładu wydobytego gruntu nie powinien być większy od kąta stoku naturalnego; obudowa wykopu powinna przenieść nacisk spowodowany obciążeniem terenu gruntem składowanym w zasięgu klina odłamu ściany.

W przypadku niemożności zachowania warunków określonych powyżej wydobyty grunt powinien być wywieziony na odkład stały lub przesunięty, tak aby odległość od podnóża nachylonej skarpy odkładu tymczasowego od górnej krawędzi była równa głębokości wykopu H, lecz nie mniejsza niż 5 m.

Zabezpieczenia skrzyżowań wykopu z urządzeniami podziemnymi powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją uprzednio uzgodnioną, w sposób wskazany przez użytkowników tych urządzeń.

Lokalizacja drogi dla potrzeb wykonawcy wzdłuż wykopu w zasięgu klina odłamu gruntu powinna być udokumentowana obliczeniami statycznymi uwzględniającymi najniekorzystniejsze oddziaływanie na obudowę wykopu przenoszonego na nią naporu gruntu przy obciążonym naziomiu.

Wyjścia (zejścia) po drabinie z wykopu powinny być wykonane, z chwilą osiągnięcia głębokości większej niż 1 m od poziomu terenu, w odległościach nie przekraczających 20 m.

Sieci wodociągowe i studnie pomiarowe

Prace przygotowawcze

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca dokona ich wytyczenia i trwale oznaczy je w terenie za pomocą kołków osiowych, kołków świadków i kołków krawędziowych.

W przypadku niedostatecznej ilości reperów stałych Wykonawca wbuduje repery tymczasowe (z rzędnymi sprawdzanymi przez służby geodezyjne), a szkice sytuacyjne reperów i ich rzędne przekazuje Inżynierowi.

W celu zabezpieczenia wykopów przed zalaniem wodą pompowaną z wykopów lub z opadów atmosferycznych powinny być zachowane przez Wykonawcę, co najmniej następujące warunki:

- górne krawędzie bali przyściennych powinny wystawać co najmniej 15 cm ponad ściśle przylegający teren;
- powierzchnia terenu powinna być wyprofilowana ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wody poza teren przylegający do wykopu; w razie konieczności wykonany zostanie ciąg odprowadzający wodę na bezpieczną odległość.

Przygotowanie podłoża, podsypka, obsypka, zasypka

Rodzaj podłoża jest zależny od rodzaju gruntu w wykopie.

W gruntach suchych piaszczystych, żwirowo-piaszczystych i piaszczysto-gliniastych o wytrzymałości powyżej 0,05 MPa podłożem jest grunt naturalny przy nienaruszonym dnie wykopu, spełniający wymagania normy PN-85/B-10726.

W gruntach spoistych lub skalistych należy wykonać podłoże wzmocnione z warstw pospółki lub żwiru z domieszką piasku grubości od 15 do 20 cm, zgodnie z PN-53/B-06584.

W gruntach nawodnionych (odwadnianych w trakcie prac) podłoże należy wykonać z warstwy żwiru lub tłucznia z piaskiem grubości od 15 do 20 cm łącznie z ułożonymi sączkami odwadniającymi.

W gruntach kurzawkowych oraz w gruntach torfiastych podłoże należy wykonać zgodnie z indywidualną dokumentacją projektową zaakceptowaną przez Inżyniera.

Wykonawca dokona zagęszczenia wykonywanego podłoża do I_s nie mniej niż 0,95 w terenie nieprzejezdnym oraz nie mniej niż 0,98 w terenie przejezdnym.

Warstwa wyrównawcza.

Podsypka jest niezbędna ze względu na zapewnienie odpowiedniego spadku na dnie wykopu. Minimalna grubość podsypki to 10 cm, a zalecana to ok. 15 cm.

Podbicie rurociągu (strefa pachy sklepienia).

Obszar podbicia rurociągu jest najważniejszy z punktu widzenia ograniczenia odkształcania rur termoplastycznych. Warstwa gruntu musi tu być szczególnie zagęszczona do odpowiedniej wartości. Dotyczy to w szczególności rur posadowionych płytko.

Warstwa ochronna podsypki.

Stopień zagęszczenia gruntu powyżej granicy podbicia zapewnia niewielkie podparcie boczne. Zasadnicze podparcie przewodu jest zapewnione przez zagęszczenie gruntu wokół dolnej połowy rury i po obu stronach rury aż do ścian wykopu. Zagęszczanie mechaniczne nie powinno być stosowane w odległości mniejszej niż 50 cm od górnej krawędzi rury i to tylko wtedy gdy materiał zasypu został zagęszczony do gęstości 85% wg metody Proctora.

Zagęszczanie obsypki.

Stopień zagęszczanie obsypki pod drogami wynosi min. 98% ZMP (zmodyfikowanej metody Proctora). Poza drogami wynosi dla przewodów o przykryciu $<4,0\text{m}$ – 85 % ZMP. Obsypka powinna być zagęszczana warstwami o grubości $10\div30$ cm. Wysokość obsypki: dla rur $dn < 400\text{mm}$ – 15 cm, dla rur $dn \geq 400\text{mm}$ – 30cm.

Zasypka wykopu

Do zasypki można przystąpić po wykonaniu pełnej obsypki i dokonaniu kontroli i stopnia zagęszczenia obsypki. Przed zasypaniem wykopu odkład gruntu powinien być szczegółowo sprawdzony, powinny być usunięte porzucane kamienie, bryły ziemi, które mogłyby spaść do wykopu. Materiał używany do wykonania końcowego zasypania wykopu nie musi być tak dokładnie dobierany jak materiał obsypki. Zasypka zwykle wykonywana jest mechanicznie. Jednak należy zwracać uwagę czy w gruncie nie występują duże kamienie, które spadając do wykopu mogłyby uszkodzić rurociąg w wyniku przebicia warstwy ochronnej obsypki i uderzenia rury. Zasypkę wykopu należy prowadzić warstwami, z zagęszczeniem co 20 cm.

Do zasypki można użyć materiału pochodzącego z wykopu lub innego. Średnica ziaren materiału użytego do zasypania wykopu nie powinna przekraczać 300 mm. Nie powinno się zrzucać do wykopu kamieni i odłamków skał, gruzu o ostrych krawędziach i większych rozmiarach. Grunt nie może być zmarznięty i zbrylony.

Dla rur o średnicy poniżej 400 mm, dla których warstwa ochronna obsypki nad wierzchołkiem rury wynosi 15 cm, materiał zasypki nie powinien zawierać kamieni, okruchów skalnych większych niż 6 cm.

Zasypkę rurociągu należy wykonywać z takiego materiału i w taki sposób, aby spełniać wymagania stawiane przy rekonstrukcji danego terenu (drogi, chodniki, tereny zielone). Stopień zagęszczenia zasypki zależy od przeznaczenia terenu nad rurociągiem i powinien być nie mniejszy niż 98% wg zmodyfikowanej metody Proctora dla przewodów umieszczonych pod drogami, 90% dla głębokich wykopów powyżej 4m i 85% dla pozostałych przypadków. Rozbiórka ewentualnego odeskowania wykopu powinna następować równolegle z zasypką, przy zachowaniu szczególnej ostrożności, ze względu na możliwość obsunięcia się ścian wykopu.

Układanie rurociągów na małych głębokościach:

Przy małej głębokości posadowienia rurociągu, wynoszącym ≤ 100 cm, przewody mogą ulegać odkształceniu i odprężeniu pod wpływem obciążeń dynamicznych, jeśli grunt w zasypie nie jest odpowiednio zagęszczony. Z tego względu należy zagęścić grunt w stopniu co najmniej 95% wg Proctora, dla materiału całego zasypu od dna wykopu aż do nawierzchni drogi oraz stosowanie gruntów kategorii I lub II.

Prace montażowe

Najmniejsze spadki przewodów powinny zapewnić możliwość spuszczenia wody i być zgodne z tymi zawartymi w projekcie.

Głębokość ułożenia przewodów przy nie stosowaniu izolacji cieplnej i środków zabezpieczających podłoże i przewód przed przemarzaniem powinna być taka, aby jego przykrycie (h_n) mierzone od wierzchu przewodu do powierzchni projektowanego terenu było większe niż głębokość przemarzania gruntów h_z , (wg PN-81/B-03020) i tak przykrycie to powinno odpowiednio wynosić $\geq 1,0$ m.

Odległość osi przewodu w planie od urządzeń podziemnych i naziemnych oraz od ściany budowli powinna być zgodna z dokumentacją.

Poszczególne odcinki rur powinny być unieruchomione przez obsypanie piaskiem pośrodku długości rury i mocno podbite tak, aby rura nie zmieniała położenia do czasu wykonania uszczelnienia złączy.

Do wykonywania zmian kierunków na trasie przewodu należy stosować łuki, kolana i trójniki.

Montaż i łączenie przewodów wykonać zgodnie z wytycznymi producenta rur. Dopuszczalne połączenia rurociągów: zgrzewanie elektrooporowe, połączenia kołnierзовые.

Promień gięcia rur PEHD

Rurociągi z PEHD można giąć nie przekraczając dopuszczalnego promienia gięcia, który jest uzależniony od rurociągu i temperatury otoczenia. Dopuszczalne promienie gięcia rurociągów z PEHD zgodnie z wytycznymi podanymi przez producenta rur.

Odtworzenie nawierzchni

Wykonawca po wykonaniu prac, dokona odtworzenia nawierzchni do stanu co najmniej jak przed rozpoczęciem prac lub lepszego. Przy czym w terenach przejezdnych należy przewidzieć wykonanie podbudowy z kruszywa łamanego grubości po zagęszczeniu co najmniej 20 cm. Nawierzchnia analogiczna do istniejącej, z zastrzeżeniem wykonania wykończenia nawierzchni wokół studni i zasuw z kostki.

Wykonanie zasypki wykopu i podbudowy nawierzchni w ciągu dróg, należy wykonać zagęszczenie do wartości co najmniej $I_s=0,98$, z zastrzeżeniem sprawdzenia stopnia zagęszczenia przez uprawnionego geologa.

W przypadku osiadania gruntu, w szczególności w ciągach komunikacyjnych utwardzonych i nieutwardzonych, powodującego osiadanie gruntu w miejscu prowadzenia wykopów, Wykonawca dokona naprawy drogi / terenu łącznie z wymianą gruntu wraz z ponownym zagęszczeniem. Powyższe zastrzeżenie dotyczy okresu gwarancji.

4. Wykonawca musi uwzględnić na etapie realizacji następujące kwestie:

- 1) Wykonawca będzie mieć na względzie, że lokalnie na terenie budowy mogą panować utrudnione warunki gruntowo-wodne, Przed złożeniem oferty / rozpoczęciem prac, należy rozpoznać warunki lokalne w terenie i przewidzieć ewentualne wszelkie prace towarzyszące, w szczególności wykonanie drogi tymczasowej dojazdowej do placu budowy, odwodnienie wykopów.
- 2) Przed rozpoczęciem prac, Wykonawca złoży wnioski materiałowe do zatwierdzenia przez inspektora nadzoru.
- 3) W zakres zamówienia wchodzi prac na sieci wodociągowej, a w tym w niektórych przypadkach prace rozbiórkowe nawierzchni drogowej na szerokości wykopu, prace ziemne, montaż sieci wodociągowej wraz z armaturą, studnie pomiarowe, wykonanie zasypu wraz z zagęszczeniem do wysokości podbudowy oraz wykonanie tymczasowej nawierzchni drogowej, a następnie wykonanie docelowego odtworzenia nawierzchni drogowej zgodnie z uzgodnieniami z zarządcą drogi lub właścicielami drogi.
- 4) Wykonanie zasypki wykopu i podbudowy nawierzchni w ciągu dróg publicznych i pozostałych dróg, należy wykonać zagęszczenie do wartości co najmniej $I_s=0,98$, z zastrzeżeniem sprawdzenia stopnia zagęszczenia przez uprawnionego geologa.
- 5) W przypadku osiadania gruntu, w szczególności w ciągach komunikacyjnych utwardzonych i nieutwardzonych, powodującego osiadanie gruntu i utrudnienia przejazdu lub nieprzejezdność drogi, Wykonawca dokona naprawy drogi łącznie z wymianą gruntu wraz z ponownym zagęszczeniem. Powyższe zastrzeżenie dotyczy okresu gwarancji.
- 6) Zamawiający wymaga, aby Wykonawca przedstawiał protokół z każdego zgrzewu wygenerowany przez zgrzewarkę. Zgrzewarka powinna posiadać aktualny atest i kalibrację.
- 7) Wykonawca z każdego miejsca montażu punktu pomiarowego, wykona dokumentację fotograficzną, którą zobowiązany będzie dostarczyć wraz z dokumentacją odbiorową.

- 8) Wpięcia do istniejących sieci wodociągowych, tj. prace montażowe, wykona eksploatacja sieci (inwestor - PWK Wołów), przy użyciu materiałów dostarczonych przez Wykonawcę oraz przy zapewnieniu przez Wykonawcę sprzętu do prac ziemnych.
- 9) Sieć wodociągową przed odbiorem należy poddać próbie ciśnienia, płukaniu czystą wodą wodociągową, dezynfekcji. Wszystkie te czynności muszą zostać wykonane pod stałym nadzorem uprawnionych pracowników Zamawiającego, pod rygorem odmowy odbioru wykonanych prac.
- 10) Zamawiający zastrzega sobie wykonanie badań jakości wody po zakończeniu czynności, o których mowa w ppkt 9.

5. Gwarancja

- 1) Wykonawca udziela gwarancji:
 - na prace budowlano-montażowe – na okres 60 miesięcy,
 - na urządzenia pomiarowe, urządzenia elektroniczne, system monitoringu – na okres 60 miesięcy,
 - na armaturę wodociągową (zasuw) – na okres 10 lat gwarancji producenta;od daty końcowego odbioru prac.
- 2) Szczegółowy zakres i warunki gwarancji zawarto w umowie.

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rysunek 1. Mapa orientacyjna punktów pomiarowych

Rysunek 2.1 Lokalizacja Pkt 1

Rysunek 2.2 Lokalizacja Pkt 2

Rysunek 2.3 Lokalizacja Pkt 3

Rysunek 2.4 Lokalizacja Pkt 4 i Pkt 5

Rysunek 2.5 Lokalizacja Pkt 6

Rysunek 2.6 Lokalizacja Pkt 7

Rysunek 2.7 Lokalizacja Pkt 8 i Pkt 9

Rysunek 2.8 Lokalizacja Pkt 10

Rysunek 2.9 Lokalizacja Pkt 11

Rysunek 3. Studzienka pomiarowa