

Joanna PISZCZEK, Adam DOLIŃSKI*

ANALIZA ETAPÓW PROCESU INWESTYCYJNEGO ZE WZGLĘDU NA JAKOŚĆ I TERMINOWOŚĆ WYKONANYCH PRAC NA PRZYKŁADOWYCH DANYCH

Przedmiotową analizę wykonano na przykładzie zadania inwestycyjnego pn. "Modernizacja przyłącza kanalizacji sanitarnej", wykonanego przez firmę Kan-Rem. Wskazano na główne przyczyny opóźnień w procesie inwestycyjnym, zależne od jego uczestników (inwestora, projektanta i wykonawcy). Opisano poszczególne etapy, skupiając się na fazie projektowania, przygotowania produkcji oraz wykonawstwa. Obiekty infrastruktury sieciowej jako elementy o znaczeniu strategicznym są wyjątkowo często narażone na błędy w wykonawstwie. Zaobserwowano, że poświęcenie odpowiednio dużej ilości czasu oraz racjonalizacja harmonogramu zmniejsza opóźnienia oraz ogranicza związane z tym koszty i błędy projektowe. Odpowiednie przygotowanie dokumentacji projektowej opartej na dostatecznej ilości badań gruntu oraz aktualnych pomiarach geodezyjnych, może zminimalizować późniejsze problemy wykonawcze i eksploatacyjne.

1. WSTĘP

Przewody kanalizacyjne to bez wątpienia jeden z kluczowych elementów podziemnej infrastruktury technicznej w miastach. Są one elementem kosztownym zarówno w fazie budowy, jak i eksploatacji. Aby możliwie ograniczyć te koszty należy projektować i wykonywać sieci w taki sposób, aby zminimalizować koszty i osiągnąć najlepszą możliwą jakość budowli, w odniesieniu do całego okresu użytkowania. Jako jakość budowli rozumiemy tu, zdolność przewodów do tego, aby realizowały one swoją funkcję w całym okresie eksploatacji, jaki zakłada inwestycja. W tym celu należy zwrócić uwagę na takie parametry materiałów, jak odporność na obciążenia mechaniczne, biologiczne i chemiczne [3]. Jednak aby osiągnąć zamierzone efekty, należy zadbać

* Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedra Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, joanna.piszczek@pwr.edu.pl, adam.dolinski@pwr.edu.pl.

o każdy aspekt projektu, począwszy od „deski kreślarskiej” (dziś raczej od komputera), aż do zakończenia budowy i rozpoczęcia kontroli fazy eksploatacji.

2. RYS HISTORYCZNY

Budowa przewodów doprowadzających wodę pitną czy odprowadzających ścieki, sięga swoją historią starożytności. Pierwotnie wykorzystywano siłę grawitacji do pracy na rzecz człowieka. Mianowicie, z wyżej położonych obszarów do niżej położonych miast dostarczano wodę, natomiast zamiast odprowadzano ścieki do jeszcze niżej położonych odbiorników, najczęściej rzek. Wykorzystywano w tym celu kanały prostokątne i okrągłe z ceramiki, kamienia, cegieł, drewna, miedzi, bambusa i ołowiu. Niektóre z tych kanałów służą nawet w dzisiejszych czasach (np. w mieście Wan w Turcji kanał o długości 70 km – z około roku 800 p.n.e.).

Kolejnym etapem rozwoju była budowa akweduktów. Czasem, ze względu na ukształtowanie terenu, grawitacyjny przepływ wody był po prostu niemożliwy (zbyt duże ciśnienia). Od mniej więcej X wieku p.n.e. zaczęto stosować ciekawe konstrukcje inżynierskie – akwedukty, czyli wąskie i wysokie budowle o konstrukcji murowanej łukowej, na której oparty był kanał w formie rynny. Najczęściej były one kamienne, a same kanały były jeszcze dodatkowo przykrywane, aby zapobiec nagrzewaniu i zanieczyszczeniu wody. Największym takim obiektem był akwedukt starożytnej Kartaginy o długości 132 km – dzieło Rzymian z II w. n.e. (zniszczony w XVII w. przez muzułmanów). Do dziś zachował się jedynie jego fragment w pobliżu Tunisu.

Rozwój akweduktów trwał mniej więcej do IX w. n.e. w Południowej Ameryce, kiedy zaczęto budować sieci kanalizacyjne. W Europie nastąpiło to nieco później – dopiero w połowie XV w. W tym okresie zaczęto stosować rury kanalizacyjne, wykonywane z żeliwa szarego. Do tego czasu wszystkie „nieczystości” były wylewane na ulice miast. Poważne podejście do tego tematu, nastąpiło dopiero w momencie tzw. rewolucji przemysłowej, której towarzyszył nagły rozwój miast, co spowodowało masowy rozwój chorób zakaźnych, m.in. cholery, dżumy i innych. W 1842 roku opracowano „Raport o warunkach sanitarnych klasy pracującej Wielkiej Brytanii”, co wpłynęło na wzrost przestrzegania podstawowych zasad higieny, zarówno w Anglii, jak i na całym świecie. Jednak ze względu na brak czasu i krótkowzroczność projektantów zanieczyszczono szybko rzeki, co utrudniło pozyskiwanie wody pitnej. Dopiero pod koniec XIX w., w procesie projektowania kanalizacji zaczęto ją traktować jako system, składający się z sieci kanałów i obiektów specjalnych [2, 3].

3. PROCES INWESTYCYJNY

Proces inwestycyjny, wg [4], to proces tworzenia nowych obiektów budowlanych lub modernizacja istniejących, od początkowych faz projektowania aż do całkowitego zakończenia realizacji. Proces inwestycyjny zwykle zaczyna się od pomysłu inwestycyjnego lub, jak miało to miejsce w przypadku wielu istniejących obiektów, od awarii. Wg M. Połońskiego [1], proces inwestycyjny stanowi ciąg skoordynowanych czynności o charakterze technicznym, prawnym, technologicznym, organizacyjnym, finansowym itp., prowadzących do realizacji i eksploatacji planowanej inwestycji budowlanej w określonym czasie oraz przy ograniczonych zasobach finansowych.

Cały proces inwestycyjny możemy podzielić na kilka etapów:

- Etap pomysłu i przygotowania pod względem formalnym,
- Etap projektowania,
- Etap przygotowania procesu budowlanego,
- Etap procesu budowlanego,
- Etap eksploatacji.

Pierwszy z tych etapów jest zależny w głównej mierze od inwestora. Jako pomysłodawca musi sprecyzować co chce dokładnie wykonać, jakie ma na ten cel przeznaczone fundusze i jakie obostrzenia prawne dotyczą danej inwestycji. Inwestor będzie rozdzielał pomiędzy projektanta i wykonawcę odpowiedzialność za kolejne etapy.

W niniejszej publikacji skupiono się na trzech (środkowych) etapach procesu inwestycyjnego, jako niezmiernie istotnych w późniejszym etapie eksploatacji. Bazowano na udostępnionych przez firmę Kan-Rem Sp. z o. o. informacjach, dotyczących zadania pn. „Modernizacja przyłącza kanalizacji sanitarnej”. Ze względu na strategiczne znaczenie terenu nie ujawniono lokalizacji inwestycji.

4. ETAP PROJEKTOWANIA

Inwestycja, o której mowa, dotyczy wykonania przyłącza kanalizacji ściekowej (bytowo-gospodarczej i przemysłowej, w żargonie „sanitarnej”) do sieci miejskiej oraz wyłączenia z użytkowania obecnie wykorzystywanej biologicznej oczyszczalni ścieków, zlokalizowanej na terenie inwestora. Istniejąca oczyszczalnia ścieków ze względu na uciążliwość w eksploatacji i dość długi okres użytkowania, wymagałaby modernizacji. Inwestor zdecydował się na wykonanie przyłącza kanalizacji ściekowej ze swoich terenów do sieci miejskiej. W perspektywie kilkunastoletniej, takie rozwiązanie na pewno jest kosztowne, lecz inwestor wyszedł z założenia, że koszty związane z eksploatacją stanu istniejącego – tj. utrzymanie właściwych parametrów technicznych oczyszczalni

ścieków (technologicznie przestarzałej), oraz zapewnienie właściwej obsługi, odpowiedzialnej za jej poprawne funkcjonowanie, będzie wymagało podobnych nakładów finansowych.

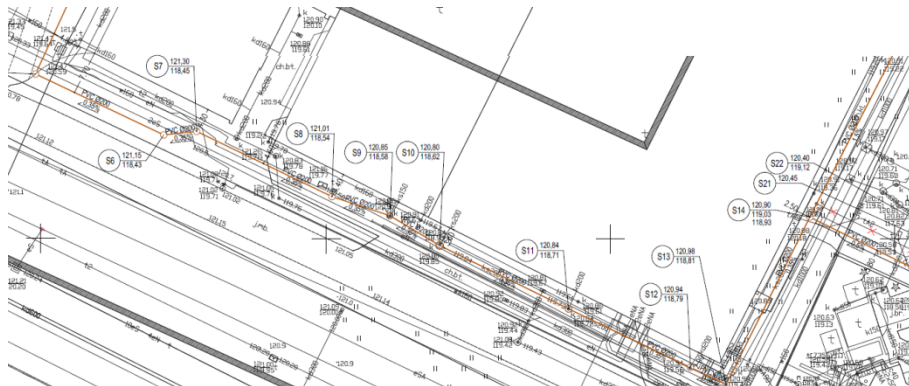
Etap projektowania zakładał zmianę kierunku spływu ścieków na odcinku ok. 490 m, wraz z zapewnieniem miejsca zrzutu ścieków z pojazdów (tzw. zlewani ścieków), oraz podłączeniem kilku obiektów na trasie przyłącza. Już w początkowej fazie zamierzenia, ze względów finansowych, na wykonanie zadanie przewidziano bardzo mało czasu. Całość procesu inwestycyjnego od uzyskania pozwolenia na przyłączenie do zakończenia prac miała zamknąć się w okresie 2,5 miesiąca.

Projektant wykonał swoje zadanie w okresie dwóch tygodni, z zapewnieniem uzgodnień z przedsiębiorstwem kanalizacyjnym, bazując na wizji lokalnej i „starej” dokumentacji technicznej. Zadaniem projektanta było wykonanie projektu budowy przyłącza kanalizacji ściekowej do sieci miejskiej, które miało wyłączyć eksploatowaną od wielu lat oczyszczalnię. Posiadano także wyrys z mapy ewidencyjnej oraz „stare” badania gruntowe. Ze względu na umiejscowienie inwestycji na byłych terenach wojskowych powyższe dokumenty cechowały się minimalną ilością informacji. To wszystko powodowało, że projekt był obciążony dużym ryzykiem związanym z brakiem możliwości przewidzenia wszystkich niepożądanych skutków podczas procesu budowlanego. Mogło to już na etapie projektowania zagrażać poprawnej eksploatacji planowanego zadania inwestycyjnego.

Zaprojektowano połączenie istniejącej sieci kanalizacyjnej obiektu z miejską siecią kanalizacyjną przy użyciu rur PCV o średnicy 200 mm i grubości ścianki rury 5,9 mm. Łączna długość połączenia wynosiła prawie 490 m. Studzienki kanalizacyjne przewidziano jako betonowe o średnicy 1200 mm. Łącznie, przewidziano wykonanie 20 nowych studni, o wysokościach całkowitych od 1,22 m do 3,69 m. W miejscu zrzutni (zlewni) ścieków zaprojektowano 3 studnie (2 x 1200 mm i 1 x 1500 mm), które miały służyć do odbierania i mierzenia strumienia ścieków.

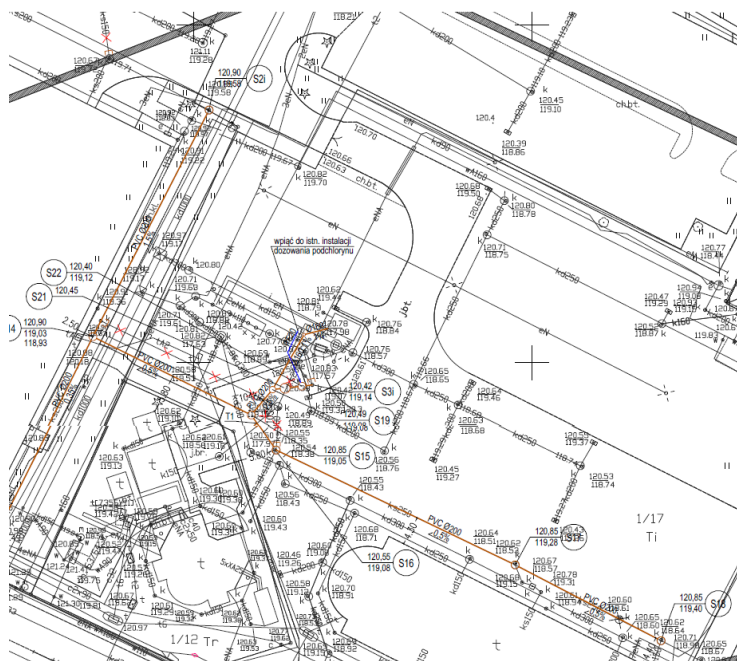
Pierwsza część projektowanego przyłącza (rys. 1) prowadziła w terenie zielonym od studni S1 i do studni S5. Uwzględniono kolizję z przewodem gazowym oraz kilkoma kablami teletechnicznymi. Projektowana długość tego odcinka to ok. 170 m. Przyłączono również w studni S3 i istniejącą instalację kanalizacji ściekowej, obsługującą budynki magazynowo-usługowe.

Kolejny odcinek, prowadzony od studni S5 do S14 (rys. 2), został usytuowany w dość newralgicznym miejscu. Pomiędzy studniami S11 a S12 usytuowana jest bowiem stacja transformatorowa, z której rozchodzą się przewody (o różnym natężeniu prądu) kolidujące z projektowaną kanalizacją. Projektant przewidział komplikacje z tym związane, dlatego też uzgodniona została możliwość wykonania przecisku, umożliwiającego nie ingerowanie w teren, o tak silnym zagęszczeniu instalacji. Teren prowadzonego przewodu posiadał utwardzenie z kostki betonowej, którą przewidziano do odtworzenia. Zaprojektowano dwa podłączenia budynku oraz separatora tłuszczów



Rys. 2. Drugi etap projektowanego odcinka - studnie od S5 do S14

Trzeci z projektowanych odcinków prowadzi od studni S18 do S15 oraz od S14 do S2i i łącznik studni S14 i S15 (rys. 3), i jest prowadzony w terenie utwardzonym kostką brukową, przewidzianą do odtworzenia. W studni S2i zaprojektowano podłączenie istniejącej kanalizacji ściekowej z pozostałej części terenu Inwestora. Przewidziano przyłączenie budynków na trasie dwoma przyłączami o średnicy 160 mm. Do studni S15 zaplanowano przyłączenie ostatniego odcinka - zrzutni ścieków.



Rys. 3. Trzeci etap projektowanego odcinka - studnie od S18 do S15, od S14 do S2i i łącznik S14-S15

z etapem samego procesu budowlanego. Spowodowało to kilkakrotnie wstrzymanie robót, a przez to wydłużenie harmonogramu.

Niezmiernie istotnym w przygotowaniu procesu budowlanego jest analiza dokumentacji projektowej, złożenie zamówienia na materiały oraz sprzęt niezbędny do wykonania zadania, tak by ich dostawa była dostosowana do harmonogramu. W przypadku rur niezbędnych do wykonania przedsięwzięcia nie było problemu, jednak wykonanie studni o nietypowych wymiarach i kinecie, dostosowanej do potrzeb zadania, wiązało się z oczekiwaniem na dostawę kręgów.

Problematyczną okazała się również dostawa sprzętu do zlewni ścieków. Ze względu na wytyczne przedsiębiorstwa komunalnego, niezbędne były uzgodnienia z zamawiającym, by dostosować jej funkcję tak, by spełniała wymogi wszystkich zainteresowanych przedsięwzięciem.

Trzeba również zaznaczyć, że wiele problemów, które wyniknęły w trakcie procesu budowlanego, mogło zostać wcześniej rozwiązanych, jeżeli poświęcono by więcej czasu na analizę projektu i przyjęte rozwiązania.

6. ETAP PROCESU BUDOWLANEGO

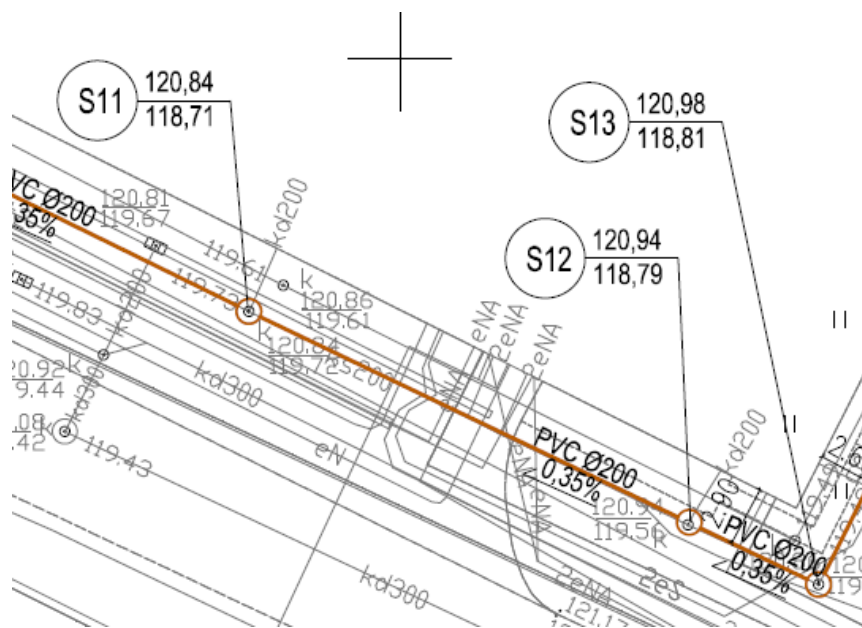
Kolejnym etapem procesu inwestycyjnego był proces budowlany. Dla danego przedsięwzięcia został on oszacowany na 10 tygodni prac, z założeniem możliwości wydłużenia o 2 tygodnie. Żeby przyspieszyć tempo prac założono dwa fronty robót, które na dwóch niezależnych od siebie odcinkach pracowały równocześnie. Pierwszy z nich prowadził od studni S1i do S5 wraz z przyłączeniem S3i. Ze względu na fakt, iż prace prowadzone były w terenie zielonym o niskim zagęszczeniu sieci, prace postępowały szybciej niż zakładał harmonogram. Jedynym elementem hamującym postępy prac były problemy w dostawie studni. Ze względów na sąsiedztwo terenów szczególnie chronionych, połączenie studni S3 i S3i na odcinku długości 3 m zostało wykonane przeciskiem. Również drugi z odcinków, prowadzący od studni S18 do S16 nie nastęrczał problemów. Projektowany odcinek został przesunięty o 1,0 m względem osi istniejącej kanalizacji ściekowej, tak aby zapewnić stały odbiór ścieków do czasu wpięcia nowej kanalizacji. Prace na tym etapie przebiegały także zgodnie z harmonogramem. Zostały zakończone przed czasem i przez wzgląd na stałe utrzymywanie możliwości odbioru ścieków z budynków, drugi front robót został zamknięty.

Problemy pojawiły się dopiero w budowie odcinka od studni S5 do S14. W okolicach studni S5 napotkano na nagromadzenie kabli, które zasilają najważniejsze obiekty na terenie inwestora. Roboty zaczęto wykonywać w sposób ręczny co zdecydowanie spowolniło postęp prac. Na wysokości studni S7, po wykonaniu wykopu, okazało się, że w miejscu posadowienia kinety znajdują się przewody elektryczne, które nie ujęte zostały na mapie do celów projektowych. Spowodowało to wstrzymanie prac i konsultacje

z projektantem w sprawie możliwych zmian trasy przyłącza. Pierwsza z koncepcji rozwiązania problemu okazała się również nieudana, gdyż napotkano na kolejne czynne przewody elektryczne, które kolidowały z nową trasą zaproponowaną przez projektanta. Kolejne odkrywki pokazały, że trasę kanału należy przesunąć do granicy drogi i poprowadzić przewód wzdłuż krawężnika. Opóźnienie wyniosło prawie tydzień i okazało się, że jest to dopiero początkowy etap szeregu problemów spotkanych na tym odcinku.

W nowej koncepcji prowadzenia przewodu założono wpięcie do studni S10 z ominięciem studni S9. Ze względu na odległości pomiędzy przewodami elektrycznymi zmieniono również typ studni, jaki poprzednio proponowano. Niemożliwym było osadzenie studni o średnicy 1200 mm, dlatego też zdecydowano się, po wcześniejszej akceptacji przez projektanta, na zastosowanie studni PVC o średnicy 600 mm. Dzięki temu możliwa była kontynuacja prac na odcinku od S6 do S8 i późniejszych – od S10 do S11.

Jak wcześniej wspomniano, pomiędzy studniami S11 a S12 znajdowała się stacja transformatorowa (rys. 5), gdzie zaprojektowano wykonanie przecisku umożliwiającego ominięcie licznych kabli energetycznych wyprowadzonych ze stacji.



Rys. 5. Rejon stacji transformatorowej

Ogromnym problemem okazała się długość wykonywanego przecisku. Wg wytycznych firmy zajmującej się wykonywaniem takich prac, uzyskanie odpowiedniego spadku na długości 12 m było trudne. Wynikało to z braku możliwości przesunięcia w pionie rury przeciskowej za pomocą kołek klinujących. Kolejnym problemem okazał się czas wykonania samego przecisku. Przyczyną wydłużenia prac był wyjątkowo

niejednorodny grunt. W odległości 6 m od wykopu końcowego, maszyna wciskająca napotkała na opór i tempo wbijania rury osłonowej spowolniło się do 2 m na dzień. Na tym etapie opóźnienie harmonogramu prac sięgało już 4 tygodni.

Niewiele lepsza sytuacja okazała się w okolicach studni S13, w narożniku budynku biurowo-magazynowego. Wystąpiła tam kolizja trasy kanału z przewodami ciepłowniczymi i grupą kabli energetycznych (rys. 6), które prowadziły w 2 różnych kierunkach. Część z nich prowadzona była w taki sposób, iż oparte były na istniejących kanałach. Usytuowanie w tym rejonie studni wymagało ostrożności i ręcznego wykonywania prac, co niewątpliwie wydłużało czas całego przedsięwzięcia.

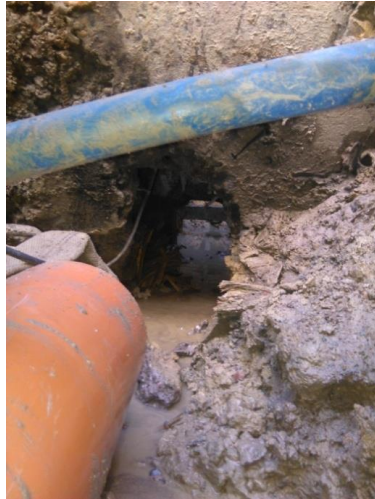


Rys. 6. Kolizja przy studni S13

Odcinek kanału od studni S13 do S14 nie kolidował istotnie z istniejącą infrastrukturą, poza dwoma kablami teletechnicznymi prowadzonymi w poprzek przewodu. Po dotarciu z pracami do studni S14 zdecydowano o ograniczeniu zakresu robót o odcinek od S2i, ponieważ możliwym stało się wpięcie starej instalacji do nowej studni.

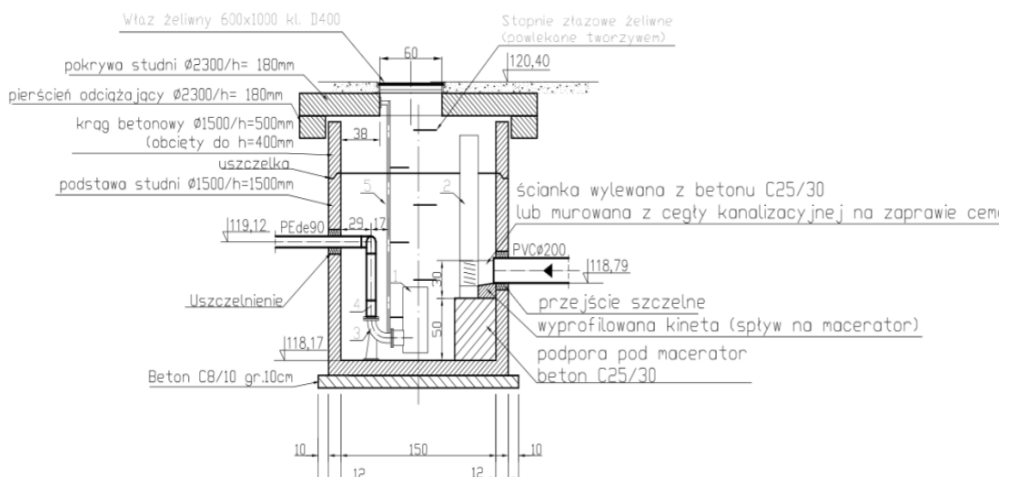
Ostatni z odcinków, spinający ze sobą studnie S14 i S15, napotkał problem w postaci przebiegającej w poprzek kanalizacji deszczowej o średnicy 1000 mm. Okazało się, że pomiary geodezyjne były niedokładne i przewód ten prowadzony był 5 cm poniżej rzędnych podanych na mapie. Dodatkowo w trakcie wykonywania projektu, projektant nie uwzględnił grubości ścianki przewodu, która wynosiła 10 cm. Ponadto, kanał desz-

czowy prowadzony był na ławie betonowej. Zdecydowano się na wykonanie tego odcinka kanału z najmniejszym możliwym spadkiem dna. Wykonano bruzdę w ławie betonowej, w taki sposób, aby umożliwić przejście nowego kanału, nie naruszając przy tym struktury istniejącego przewodu (rys.7).



Rys. 7. Kolidzja z przewodem kanalizacji deszczowej DN 1000

Prace w większości wykonywane były ręcznie, co spowodowało dodatkowe wydłużenie czasu inwestycji. Spięcie studni S14 i S15 oznaczało praktycznie, że prawie cały zakres robót został osiągnięty. Pozostało wykonanie instalacji zlewni ścieków.



Rys. 8. Studnia S22

W części opisującej etapy projektowania przedstawiono zasadę wykonania studni, które miały tworzyć zlewnię ścieków. Urządzenia zostały dostarczone w terminie umożliwiającym prowadzenie prac. Jednak ze względu na dość skomplikowane (rys. 8) wymagania dotyczące pracy tego systemu, roboty przewidziane w harmonogramie na okres 1 tygodnia, wydłużyły się o kolejne 2 tygodnie.

Inwestor wymagał, aby cała instalacja działała w sposób możliwie prosty dla obsługi zlewni ścieków. Mianowicie, za pomocą przycisku uruchamia się rozdrabniarkę, przy wzroście poziomu ścieków włączają się pompy i tłoczą ścieki przepływające następnie przez przepływomierz. Szkolenia obsługi zlewni ścieków przyczyniły się również do wydłużenia terminu zakończenia prac.

Ostatecznie prace zakończono 7 tygodni po terminie, czyli zwiększono go do poziomu 170%. W wyniku dodatkowych prac, koszt wykonania przedsięwzięcia wzrósł do poziomu 140% ceny wyjściowej.

7. PODSUMOWANIE

W pracy wykazano jak niezmiernie ważnym jest odpowiednie przygotowanie wszystkich etapów procesu inwestycyjnego. Należy pamiętać, że w obiektach infrastruktury podziemnej, których wykonanie wiąże się z ingerencją w ośrodek gruntowy, jakiegokolwiek błędy projektowe i wykonawcze, wynikające np. z błędnych danych wyjściowych do projektowania (pomiarów geodezyjnych czy badań gruntowych), wiążą się z dodatkowymi kosztami, w tym z dodatkowym czasem realizacji oraz późniejszymi problemami we właściwym użytkowaniu obiektów budowlanych.

Niedopełnienie wszelkiej staranności, na wszystkich etapach projektowo-realizacyjnych, może mieć również niekorzystny wpływ na środowisko (nieszczelności). Tak więc, dobra współpraca inwestora, projektanta oraz wykonawcy, na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego, gwarantuje trwałą i niezawodną eksploatację obiektów budowlanych.

LITERATURA

- [1] http://mieczyslaw_polonski.users.sggw.pl/slownik_inw.html.
- [2] KOTOWSKI A., *Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów. Tom I – Sieci kanalizacyjne, Tom II – Obiekty specjalne*, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2015.
- [3] MADRYAS C., KOLONKO A., WYSOCKI L., *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- [4] SUTKOWSKI T., *Zasady sporządzania dokumentacji projektowej w zakresie elektroenergetyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.

ANALYSIS OF THE STAGES OF THE INVESTMENT PROCESS DUE TO THE QUALITY AND TIMELINESS OF THE WORK CARRIED OUT ON THE SAMPLE DATA

The work shown in the example, the tasks carried out by the company Kan-Rem in co-investment process further between the investor, designer and contractor. Outlined the main reasons for the delay in the investment process, dependent on its participants. Describes the various stages, focusing on the design phase, the preparation of production and performance as the most important to the stage. Mains infrastructure objects as elements of strategic importance are often exposed to errors in execution. It has been observed that taking up an inordinate amount of time and rationalization of the schedule reduces the delays and reduces the associated costs and design errors. Proper preparation of the design documentation based on sufficient ground tests and measurements, surveying, can minimize the subsequent implementing and operational problems.