

**OCENA STANU TECHNICZNEGO
ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH
SIECI KANALIZACJI DESZCZOWEJ WRAZ ZE STUDNIAMI
UL.FILARETÓW
NA ODCINKU OD UL.GŁĘBOKIEJ DO UL.T.ZANA W LUBLINIE
/ UZUPEŁNIENIE /**

Inwestor :

Gmina Lublin
Plac Króla Władysława Łokietka 1
20-109 Lublin



Zleceniodawca:

AECOM Sp. z o.o.
ul.Emilii Plater 53
00-113 Warszawa

AECOM

Projektant:

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL

Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej,
nr ewidencyjny 157/01/OL

Asystent projektanta :

mgr inż. Paweł Kosior

Warszawa, styczeń 2013 r.

Warszawa, 10.01.2013 r.

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dn. 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane tekst jednolity
Dz.U. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126 z późniejszymi zmianami

OŚWIADCZAM

Że ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych sieci kanalizacji deszczowej wraz ze studniami ul. Filaretów na odcinku od ul. Głębokiej do ul.T.Zana w Lublinie została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 157/01/OL

<u>OCENA STANU TECHNICZEGO</u>	<u>4</u>
<u>I. Uprawnienia.....</u>	<u>4</u>
<u>II. Opis techniczny.....</u>	<u>6</u>
<u>Podstawa formalna opracowania.....</u>	<u>6</u>
<u>Przedmiot i zakres opracowania.....</u>	<u>6</u>
<u>Opis terenu</u>	<u>6</u>
<u>III. Ocena stanu technicznego odcinków kanalizacji</u>	<u>7</u>
<u>Odcinek D53428 ÷ D53429</u>	<u>7</u>
<u>Odcinek D53429 ÷ D9187</u>	<u>8</u>
<u>Odcinek D9192 ÷ D9193</u>	<u>8</u>
<u>Odcinek D9193 ÷ D9194</u>	<u>8</u>
<u>Odcinek D9194 ÷ D9195.....</u>	<u>8</u>
<u>Odcinek D9195 ÷ D9196.....</u>	<u>9</u>
<u>Odcinek D9197 ÷ D9196.....</u>	<u>9</u>
<u>Odcinek D9224 ÷ D9274 (trójnik połączeniowy) – D9216.....</u>	<u>9</u>
<u>Odcinek D9200 ÷ D9199.....</u>	<u>9</u>
<u>Odcinek D9200 ÷ D9201.....</u>	<u>10</u>
<u>Odcinek D9201 ÷ brak nazwy.....</u>	<u>10</u>
<u>Odcinek D9197 ÷ D9198.....</u>	<u>10</u>
<u>Odcinek D9198 ÷ D9199</u>	<u>10</u>
<u>Odcinek D9223 ÷ D9224</u>	<u>11</u>
<u>Odcinek D9217 ÷ D9242</u>	<u>11</u>
<u>Odcinek D9220 ÷ D9221</u>	<u>11</u>
<u>Odcinek D9214 ÷ D9221.....</u>	<u>11</u>
<u>IV. Ocena stanu technicznego studni kanalizacji deszczowej</u>	<u>11</u>
<u>1.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9223.....</u>	<u>11</u>
<u>2.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9220</u>	<u>13</u>
<u>3.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9198.....</u>	<u>15</u>
<u>4.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9199.....</u>	<u>16</u>
<u>5.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9200.....</u>	<u>17</u>
<u>6.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9201.....</u>	<u>19</u>
<u>7.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9197.....</u>	<u>20</u>
<u>8.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9196.....</u>	<u>22</u>
<u>9.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9195.....</u>	<u>23</u>
<u>10.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9194</u>	<u>24</u>
<u>11.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9193.....</u>	<u>25</u>
<u>12.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9206.....</u>	<u>26</u>
<u>13.Studnia kanalizacji deszczowej nr D53428.....</u>	<u>27</u>
<u>14.Studnia kanalizacji deszczowej nr D53429.....</u>	<u>28</u>
<u>15.Studnia kanalizacji deszczowej nr 9207 (nie ujęte w poprzednim opracowaniu).....</u>	<u>28</u>
<u>16.Studnia kanalizacji deszczowej nr D9209 (nie ujęte w poprzednim opracowaniu).....</u>	<u>29</u>
<u>V. Wytyczne i zalecenia konstrukcyjne</u>	<u>29</u>
<u>17.Zalecenia dotyczące stanu technicznego sieci kanalizacji deszczowej.....</u>	<u>29</u>
<u>Odcinek D9193 ÷ D9194 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.....</u>	<u>30</u>
<u>Odcinek D9201 ÷ brak nazwy - Na odcinku od punktu A do komory w ul. Głębokiej (~19mb) należy awaryjnie wymienić na nowy metodami wykopowymi na rurociąg DN 600 GRP SN 20000 – połączenie rurociągu betonowego z GRP za pomocą łączników systemowych z uszczelkami EPDM . Pozostałe odcinki naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Dla poprawnego wykonania rękawa wykonawca</u>	

<u>przygotuje w miejscu oznaczonym jako punkt „A” tymczasową studnię inspekcyjną bądź inne rozwiązanie pozwalające na wykonanie dokładnego połączenia i prawidłowego utwardzenia rękawa. Prace przeprowadzić bezwykopowo.....</u>	<u>30</u>
<u>Odcinek D9198 ÷ D9199 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.....</u>	<u>31</u>
<u>Odcinek D9223 ÷ D9224 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.....</u>	<u>31</u>
<u>Odcinek D9214 ÷ D9221 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek na którym dokonano monitoringu naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Dla odcinka niedrożnego dokonać odkrywki i sprawdzenia i określenia stanu kanału. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Miejsce po zlikwidowanym wpuście deszczowym uzupełnić rurą GRP DN 200 SN 10000 o długości ~3m.</u>	
<u>Następnie cały odcinek od komory do komory naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Połączenia pomiędzy GRP a kanałem betonowym wykonać za pomocą łączników systemowych z uszczelkami EPDM.....</u>	<u>31</u>
<u>18.Zalecenia dotyczące stanu technicznego studni sieci kanalizacji deszczowej.....</u>	<u>31</u>
<u>19.Wnioski końcowe.....</u>	<u>32</u>
<u>VI. Załączniki</u>	<u>32</u>
<u>Wyciągi z obliczeń konstrukcyjnych</u>	<u>32</u>

OCENA STANU TECHNICZEGO

I. Uprawnienia

WOJEWODA
WARMIŃSKO-MAZURSKI

Olsztyn, 24 grudnia 2001 r.

GPBK.II.7131/60/01

DECYZJA

Na podstawie art. 13 ust.1 pkt 1 i art. 14 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz.U. z 2000 r. Nr 106, poz.1126 ze zm./, § 4 ust. 2 i § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U. z 1995 r. Nr 8 poz.38/ oraz dokumentów stwierdzających posiadanie wymaganego przygotowania zawodowego i pozytywnego wyniku egzaminu na uprawnienia budowlane

n a d a j ę

Panu ARKADIUSZOWI MARIANOWI MERCHELOWI
magistrowi inżynierowi budownictwa
ur. 31 stycznia 1969 r. w Gdańsku

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. 157/01/OL

DO PROJEKTOWANIA BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń stanowią również podstawę do sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami.

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia, za pośrednictwem Wojewody Warmińsko – Mazurskiego.

Otrzymuje:

1. Pan Arkadiusz Marian Merchel
11-010 Barczewo
ul. Wojska Polskiego 46/16
2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego
3. a/a

Z. up. WARMIŃSKO-MAZ.
Marian Stęszewski
DYREKTOR WYDZIAŁU
Gospodarki Przestrzennej, Architektury,
Budownictwa i Komunikacji

II. Opis techniczny

Podstawa formalna opracowania

- Zlecenie AECOM Sp. z o.o.
- Przedmiotowe normy i dokumenty
- Dokumentacja filmowa z monitoringu wykonanego przez KANRES Sławomir Kuźniar w dniu 03.01.2013 r. w dniu 09.01.2013 r.
- Wizja lokalna w dniach 09.01÷10.01.2013 r.

W opracowaniu odniesiono się do wymagań oraz informacji zawartych w następujących obowiązujących przepisach, Polskich Normach, opracowaniach, itp.:

- [1] Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami;
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75/2002, poz. 690) z późniejszymi zmianami;
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno – użytkowego (Dz. U. nr 202/2004, poz. 2072);
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. nr 120/2003, poz.1133);
- [5] Wytyczne techniczne do projektowania i realizacji sieci, przyłączy oraz urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych (MPWiK Lublin)

Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest opinia konstrukcyjna dotycząca stanu technicznego elementów konstrukcyjnych sieci kanalizacji deszczowej wraz ze studniami znajdującymi się w ul. Filaretów na odcinku od ul. Głębokiej do ul. T.Zana w Lublinie zgodnie z zakresem określonym w poniższym opracowaniu.

Zakres opracowania i zaleceń konstrukcyjnych obejmuje:

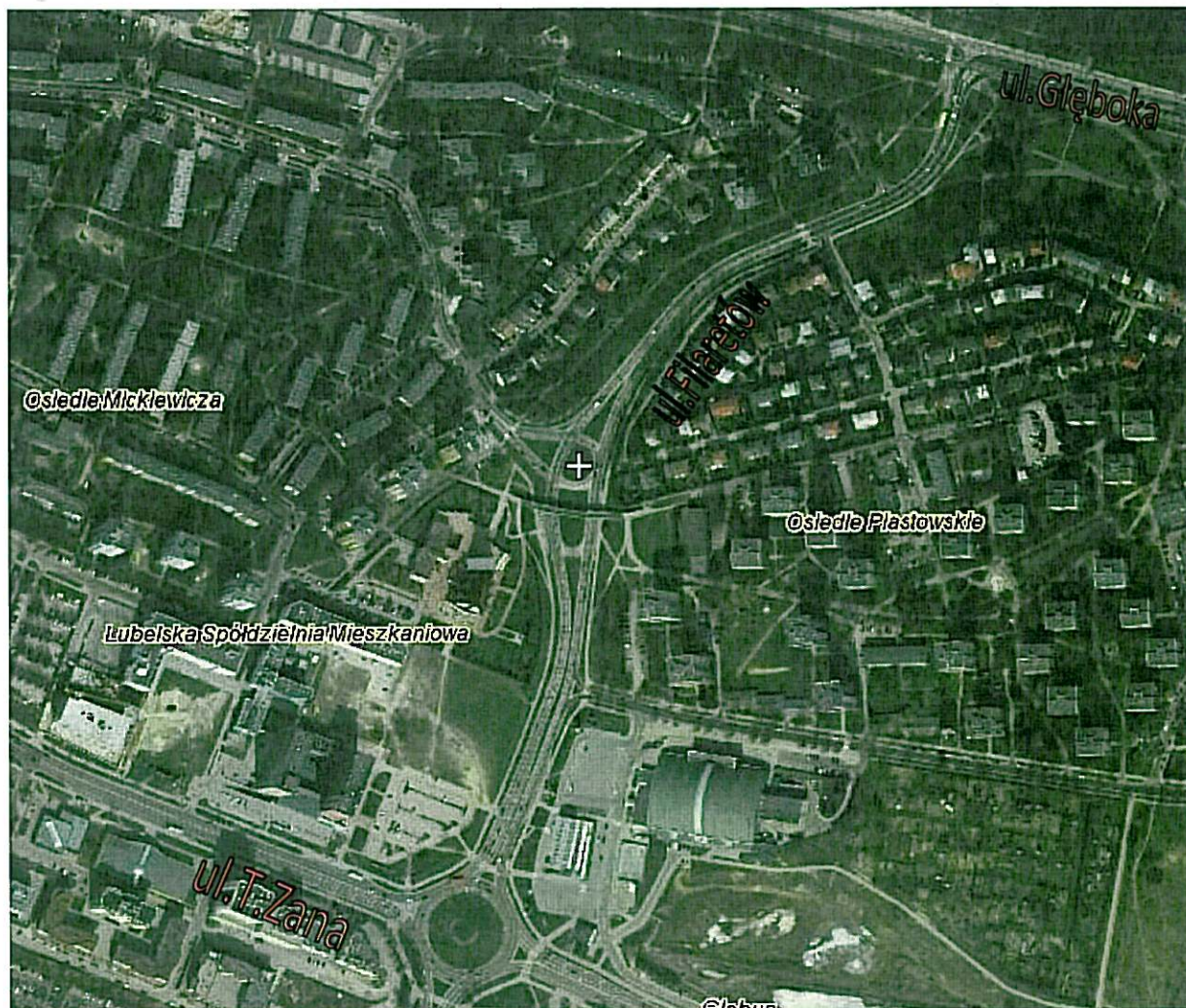
- Ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych sieci kanalizacji deszczowej wraz ze studniami ul.Filaretów na odcinku ul.Głębokiej do ul.T.Zana pod kątem przebudowy odcinka sieci kanalizacji deszczowej
- Zalecenia i wytyczne projektowe

Opis terenu

1.1. Lokalizacja

Oceniany odcinek sieć kanalizacji deszczowej ul.Filaretów od ul.Głębokiej do ul.T.Zana jest zlokalizowany w południowo-zachodniej części miasta Lublina. Na odcinku od ul.T.Zana do

skrzyżowania z ul.Grażyny sieć kanalizacji deszczowej wraz ze studniami jest zlokalizowana w pasie rozdzielającym kierunki ruchu. Natomiast na odcinku od ul.Grażyny do ul.Głębokiej w przeważającej większości sieć kanalizacji deszczowej wraz ze studniami znajdują się w centralnej części pasa drogowego pod nawierzchnią (Fot.1).



Fot.1 Odcinek sieci kanalizacji deszczowej wraz ze studniami ul.Filaretów na odcinku od ul.Głębokiej do ul.T.Zana w Lublinie

III. Ocena stanu technicznego odcinków kanalizacji

Odcinek D53428 ÷ D53429

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- odcinek kanalizacji wykonany z PCV SN8 DN 315

- na odcinku od 2,20 ÷ 3,1 stwierdzone znaczne ilości osadów zmniejszających przekrój czynny kanału
- stan techniczny kanału można ocenić jako dobry wymagający okresowego oczyszczenia z osadów bez widocznych uszkodzeń mechanicznych

Odcinek D53429 ÷ D9187

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- odcinek kanalizacji wykonany z PCV SN8 DN 315
- na odcinku od 4,80 ÷ 9,80 widoczne osady zmniejszające przekrój czynny kanału ~10%
- na odcinku od 11,80 ÷ 12,60 znaczne ilości osadu zmniejszającego przekrój czynny kanału ~25%
- brak widocznych uszkodzeń mechanicznych

Odcinek D9192 ÷ D9193

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 5,40 w złączu znaczny ubytek
- na odcinku od 6,70 ÷ 7,60 widoczne znaczne uszkodzenia dna kanału wraz z przerostami korzeni w górnej części kanału na długości 1/4 kanału
- korozja betonu i liczne odpryski betonu w miejscach złączy kanału w 80%
- na odcinku 24,30 znaczne uszkodzenia kanału, widoczna korozja betonu
- na odcinku 27,10 przerosty korzeni przez złącza elementów kanału
- na odcinku 30,40 widoczne uszkodzenia płaszcza w górnej części kanału na długości 1/4 obwodu
- na odcinku 38,20 ÷ 38,40 liczne przerosty korzeni wraz z ukształtowaną siatką korzeniową w górnej części kanału
- na odcinku 42,10 ÷ 42,70 liczne przerosty systemu korzeniowego, korozja betonu w złączach
- w przeważającej większości złączy uszkodzenia występują w górnej części kanału na długość 1/4 obwodu

Odcinek D9193 ÷ D9194

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku 4,30 widoczne uszkodzenia złącza kanału wraz z korozją betonu
- na odcinku od 6,30 ÷ 7,00 widoczne liczne przerosty korzeniowe, uszkodzenia złączy elementów, korozja betonu
- na całej długości kanału widoczne skorodowane złącza z ubytkami obwodowymi na długości 1/5 obwodu w górnej części kanału

Odcinek D9194 ÷ D9195

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku 7,80 widoczna korozja i znaczne ubytki w styku elementów
- na odcinku 11,40 widoczne ubytki styku na długości 1/4 obwodu i liczne przerosty korzeniowe
- na odcinku 12,40 odpryski płaszczyzny betonu w styku, przerosty korzeniowe
- na odcinku 18,60 widoczne uszkodzenia i korozja betonu w górnej części
- na odcinku do 21,40 ÷ 21,60 korozja betonu i ubytki wraz z przerostami korzeni, widoczne uszkodzenia poprzeczne kanału

- na odcinku 29,20 widoczne uszkodzenia połączenia elementów na całym obwodzie, widoczna korozja betonu
- na odcinku od 32,30 ÷ 33,40 widoczna korozja betonu na powierzchni ~70 % obwodu

Odcinek D9195 ÷ D9196

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 2,20÷3,30 widoczne spękania poprzeczne kanału, korozja betonu
- widoczne uszkodzenia i odspojenia na złączach na odcinku 3,2÷ 5,9
- na odcinku 9,50 widoczne uszkodzenia w złączu elementów
- na odcinku 13,90 widoczne w złączu przerosty korzeniowe, korozja betonu oraz uszkodzenia lokalne na obwodzie
- na odcinku 15,50 widoczna korozja betonu, spękania i przerosty korzeniowe
- na odcinku 31,50 korozja i uszkodzenia kanału wraz uszkodzeniami złączy
- w 80% złącza na odcinku skorodowane, uszkodzenia ze znacznymi ubytkami

Odcinek D9197 ÷ D9196

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku 5,90÷9,60 znaczne ubytki w połączeniach na złączach głównie w górnej części na odcinku 1/4 długości obwodu
- na odcinku 17,4÷17,70 korozja betonu w 70% obwodu płaszcza
- na odcinku 24,30 przerosty korzeniowe w złączach, korozja betonu
- na odcinku od 31,90÷34,90 liczne przerosty korzeniowe w złączach, korozja, ubytki i uszkodzenia w miejscach styku elementów

Odcinek D9224 ÷ D9274 (trójnik połączeniowy) – D9216

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- 0,00÷2,10 znaczne uszkodzenia dna kanału na długości obwodu 1/3, liczne przegłębienia, korozja betonu
- na odcinku 2,20 przerosty korzeniowe, korozja betonu
- 4,10÷5,80 uszkodzenia i ubytki dna kanału
- w 90% odcinka zastoiny i znaczne uszkodzenia dna kanału

Odcinek D9200 ÷ D9199

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- od początku odcinka do 19,40 nie stwierdzono uszkodzeń konstrukcyjnych
- nieznaczne ubytki w złączach
- od długości 19.40 znajduje się zanieczyszczenie najprawdopodobniej w postaci kamienia – przeprowadzono monitoring z drugiej strony - konieczne usunięcie zanieczyszczenia

Odcinek D9200 ÷ D9201

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 22,10 ÷ 24,30 widoczne ubytki i uszkodzenia w złączach elementów
- w przeważającej większości złączy kanałów uszkodzenia w górnym odcinku 1/4 długości obwodu, korozja i ubytki połączeń

Odcinek D9201 ÷ brak nazwy

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 24,80÷ 27,30 widoczne znaczne uszkodzenia w złączach elementów na obwodzie o długości 1/4 w górnej strefie
- na odcinku 29,90 ubytki i uszkodzenia wraz z korozją płaszcza na obwodzie
- na odcinku od 34,20 licząc od studni D9201 stwierdzono widoczne uszkodzenia i uskok światła kanału wynikający z przeciążenia i przemieszczenia elementów kanału - na tym odcinku należy dokonać naprawy kanału metodą wykopową
- w przeważającej większości złączy kanału widoczne ubytki

Odcinek D9197 ÷ D9198

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 2,60 widoczne znaczne uszkodzenia kołnierza w złączu, korozja betonu
- na odcinku 4,40 uszkodzenia i ubytki wraz z poprzecznymi spękaniami w 1/3 wysokości światła kanału
- na odcinku od 13,60÷ 17,60 widoczne liczne uszkodzenia złączy i przerosty korzeniowe, korozja betonu zarysowanie i ślady korozji w okolicy złącza
- na odcinku od 19,80÷ 22,40 korozja betonu i ubytki w złączach
- od 29,70 do 35,00 liczne rysy podłużne i poprzeczne w górnej strefie i na wysokości 1/3 światła kanału po obu stronach, uszkodzenia i zarysowania wraz z rozwarstwieniem w górnej strefie kanału, widoczna zmiana geometrii światła kanału na elipsoidalny świadcząca o przekroczeniu stanu granicznego nośności kanału, odcinek w stanie awaryjnym wymagający pilnej interwencji - na wskazanym odcinku o długości około 5m należy przeprowadzić remont metodą wykopową

Odcinek D9198 ÷ D9199

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku 5,40 widoczne uszkodzenia przy złączu kołnierzowym, korozja betonu
- zarysowanie i ślady korozji w okolicy złącza
- na odcinku od 11,90÷ 13,60 i na odcinku 17,70÷24,50 widoczne liczne przerosty korzeniowe, korozja betonu i ubytki w złączach
- na odcinku 27,20 widoczne spękania i uszkodzenia w złączu
- na odcinku 32,70 ; 37,70 ; 39,20 przerosty korzeniowe i spękania oraz ubytki w złączu
- na odcinku 41,20 uszkodzenia w złączu kołnierzowym , korozja betonu
- w większości złączy uszkodzenia występują w górnym odcinku obwodu światła kanału

Odcinek D9223 ÷ D9224

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 4,80 widoczne spękania poprzeczne kanału
- na odcinku 6,80 widoczne ubytki złączy, przerosty korzeniowe
- na odcinku 14,80 i 16,70 liczne przerosty korzeniowe, ubytki i uszkodzenia w złączu, korozja betonu

Odcinek D9217 ÷ D9242

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- kanał niedrożny, zanieczyszczony , brak możliwości inspekcji

Odcinek D9220 ÷ D9221

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku od 1,50 drobne uszkodzenia w złączach i na obwodzie kanału
- widoczne odpryski i korozja betonu
- od 8,20 widoczne ubytki i uszkodzenia w złączach na całym obwodzie kanału
- na odcinku od 14,60÷24,20 widoczne liczne przerosty korzeniowe w połączeniach kanałów , korozja betonu
- w większości ubytki w złączach występują na długości 80% obwodu

Odcinek D9214 ÷ D9221

Na podstawie telewizyjnego monitoringu stwierdzono :

- na odcinku 0,3 widoczne przerosty korzeniowe na połączeniach, korozja betonu
- na odcinku 1,30 uszkodzenia i korozja betonu na złączach, spękania poprzeczne kanału
- na odcinku od 1,30÷2,10 spękania poprzeczne przechodzą w podłużne, uszkodzenia złączy , korozja betonu
- na odcinku 3,5 korozja i uszkodzenia korzeniowe na połączeniach elementów
- na odcinku 6,2 widoczny wpust deszczowy ustawiony na kanale, wpust który podlega demontażowi zgodnie z projektem - będzie inna geometria jezdni

IV. Ocena stanu technicznego studni kanalizacji deszczowej

Zgodnie z dokonaną w dniach 09.01-10.01.2013 r. wizją lokalną określono w niniejszym rozdziale stan techniczny elementów konstrukcyjnych studni kanalizacji deszczowej.

1. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9223

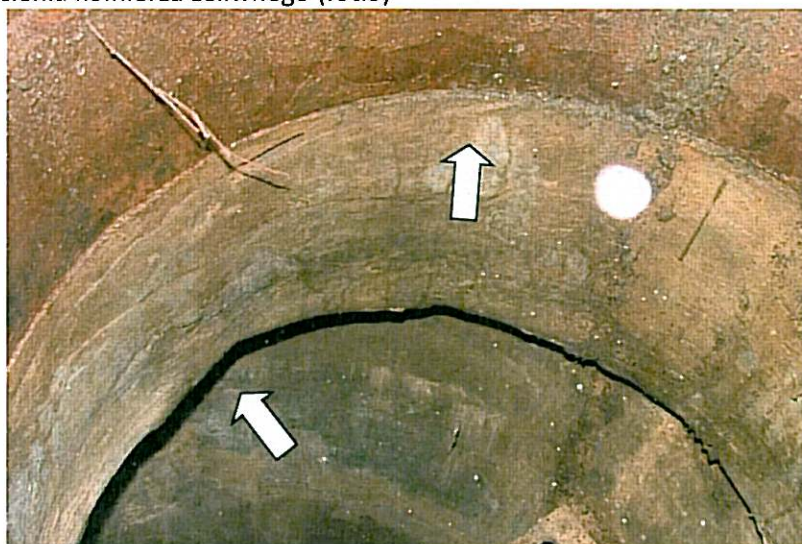
Stwierdzono :

- widoczna korozja powierzchniowa kołnierza żeliwnego pokrywy korpusu komina (fot.2)



Fot.2 Widoczny kołnierz żeliwny korpusu komina

- widoczne zarysowanie i odspojenie komina kołnierza od korpusu komory wraz z odpryskami korozji pierścienia kołnierza żeliwnego (fot.3)



Fot.3 Zarysowanie styku komina i korpusu komory wraz z korozją kołnierza

- widoczna korozja stopni włączowych, zarysowanie na styku elementów prefabrykowanych oraz zanieczyszczenia pochodzenia organicznego dna komory studni (fot.4 i fot.5)
- określono wysokość korpusu studni na 60cm



Fot.4 Wnętrze komory studni



Fot.5 Korpus studni

2. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9220

Stwierdzono :

- widoczny brak właściwej skrajni w nasypie skarpy powodujący sezonowe zasypywanie wjazdu do komory studni, (fot.6)



Fot.6 Brak skrajni przy wylocie studni

- widoczne liczne odpryski i korozja wżerowa kołnierza żeliwnego , określono wysokość kołnierza na ~65cm (fot.7)



Fot.7 Komin korpusu studni wraz z komorą

- widoczne korozja betonu i uszkodzenia obwodowe na złączu elementów, widoczne brunatne nacieki korozji z elementów kanalizacji (fot.8)



Fot.8 Komin korpusu studni wraz z komorą

3. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9198

Stwierdzono :

- widoczne zagłębienie górnego kołnierza pokrywy poniżej poziomu istniejącego terenu (fot.9)



Fot.9 Usytuowanie studni D9198

- wysokość komina korpusu studni wynosi ~55cm, ubytki i spękania rapówki, korozja kołnierza korpusu studni, przerosty wewnątrz komina studni (fot.10)



Fot.10 Korpus studni D9198

- widoczne ubytki i odspojenia wyprawy wewnątrz komory studni, uszkodzenia i odpryski rapówki na kominie komory, wykwyty na ścianach komory studni (fot.11)



Fot.11 Komora studni D9198

4. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9199

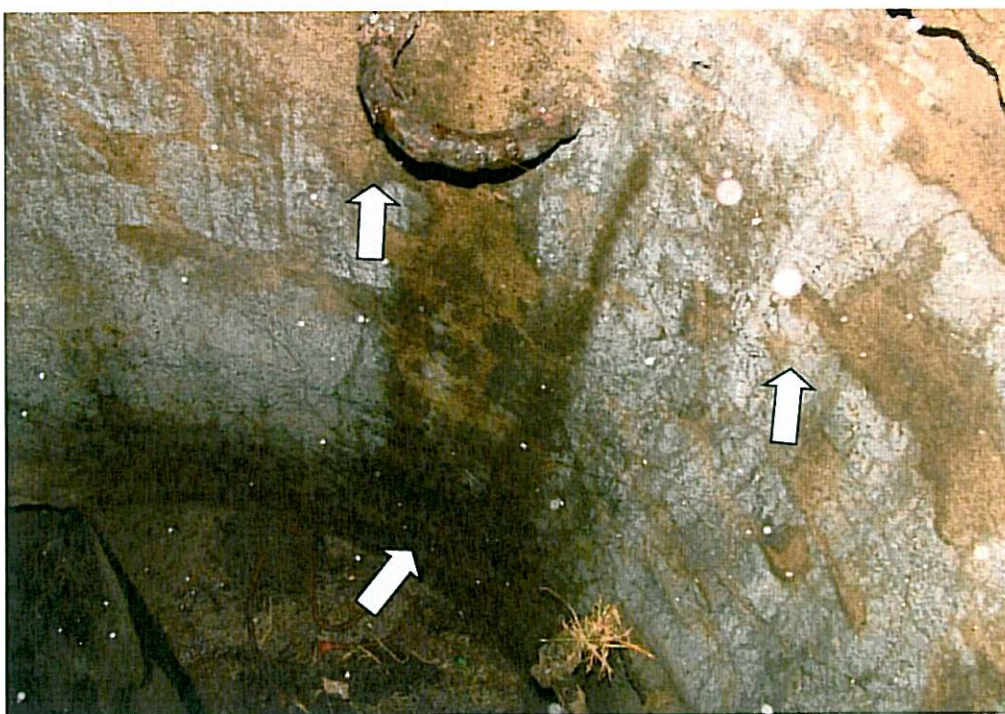
Stwierdzono :

- widoczna korozja kołnierza studni, niezgodne z przepisami stopnie wjazdowe, korozja betonu na ścianach komory, wysolenia, określono wysokość komina ~40cm (fot.12)



Fot.12 Komin i komora studni D9199

- widoczna korozja betonu nad kinetą, niezgodne z przepisami stopnie włazowe, wysolenia i spękania pajęczynowate (fot.13)



Fot.13 Komora studni D9199

5. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9200

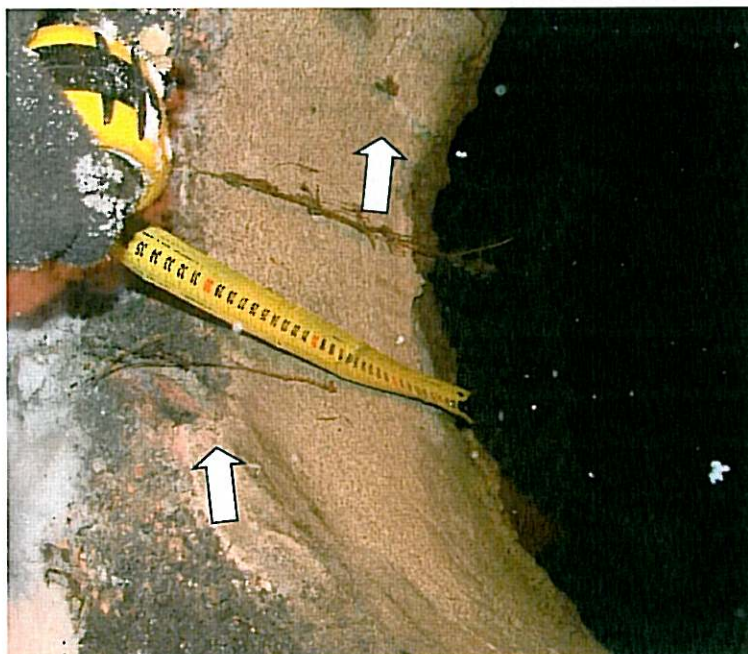
Stwierdzono :

- widoczna tymczasowa nakrywa włazowa studni w postaci elementu prefabrykowanego niezabezpieczona przed osobami postronnymi (fot.14)



Fot.14 Nakrywa włazowa studni

- widoczne spękania komina studni, określono wysokość komina ~30cm (fot.15)



Fot.15 Komin studni

- widoczne nieatestowane stopnie włazowe, korozja betonu na styku z kinetą (fot.16)

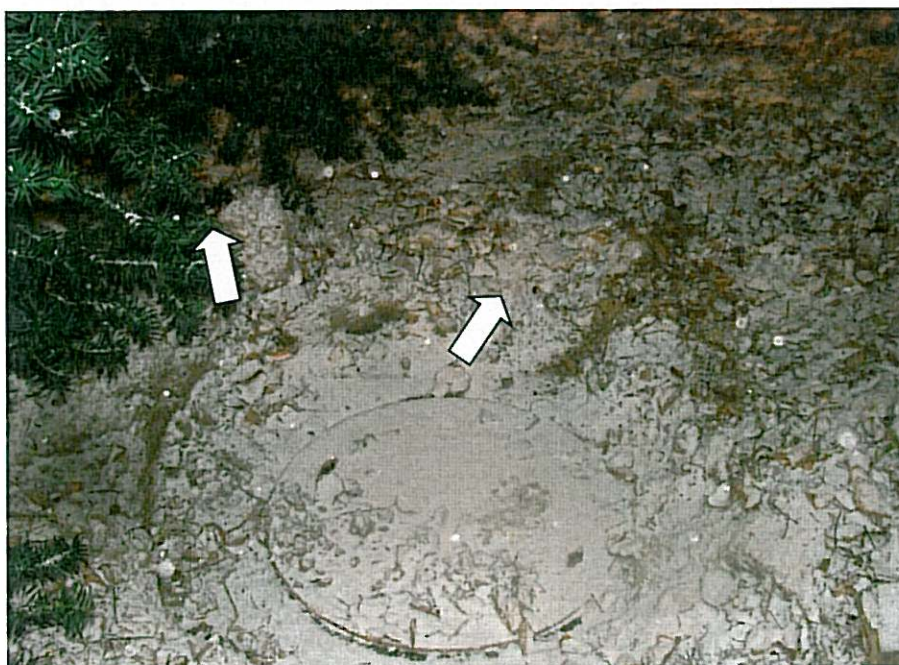


Fot.15 Komora studni

6. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9201

Stwierdzono :

- widoczne zagłębienie pokrywy studni względem istniejącego terenu(fot.16)



Fot.16 Pokrywa włazowa studni D9201

- widoczna korozja i wżery w pierścieniu pokrywy studni, określono wysokość komina ~50cm (fot.17)



Fot.17 Komin studni D9201

- widoczne zarysowane obwodowe w komorze studni na wysokości ~1,0 poniżej wjazdu studni, widoczne zawilgocenia i wykwyty na ścianach komory (fot.18)



Fot.18 Komora studni D9201

7. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9197

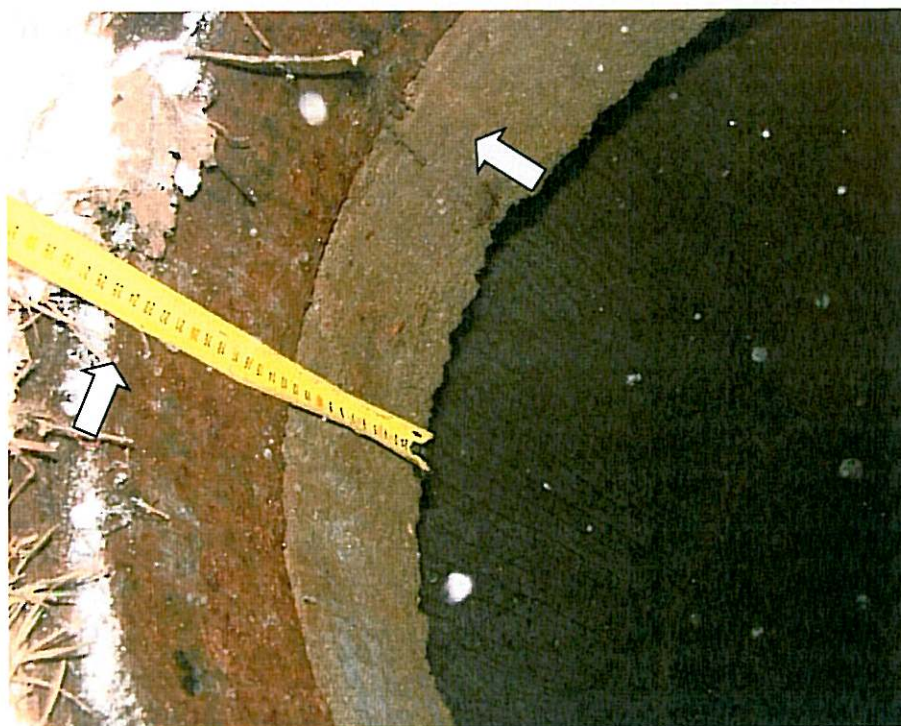
Stwierdzono :

- widoczne zagłębienia pokrywy studni względem istniejącego terenu (fot.19)



Fot.19 Pokrywa studni

- widoczna korozja pierścienia pokrywy studni, uszkodzenia i drobne odpryski betonu pod pierścieniem (fot.20)



Fot.20 Komin studni - uszkodzenia

- widoczna korozja stopni wjazdowych, nie stwierdzono uszkodzeń elementów komory studni (fot.21)



Fot.21 Komora studni

8. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9196

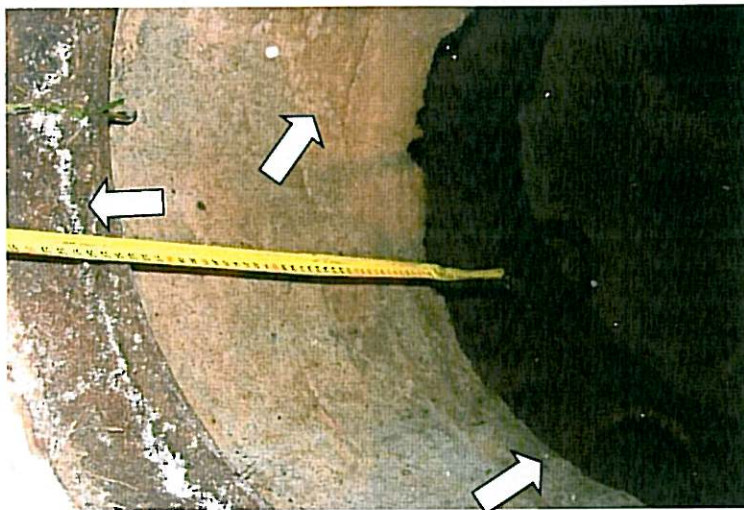
Stwierdzono:

- widoczne zagłębienie pokrywy studni względem istniejącego terenu (fot.22)



Fot.22 Pokrywa studni D9196

- widoczne odspojenia, odpryski i uszkodzenia na styku płyta górna-kołnierz pokrywy, korozja kołnierza pokrywy, niewłaściwe i niezgodne z przepisami stopnie wjazdowe, korozja stopni wjazdowych, określono wysokość komina na ~60cm (fot.23 i fot.24)



Fot.24 Komin i komora studni D9196



Fot.25 Komora studni D9196

9. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9195

Stwierdzono :

- widoczne wyniesienie pokrywy studni względem otaczającego terenu (fot.26)



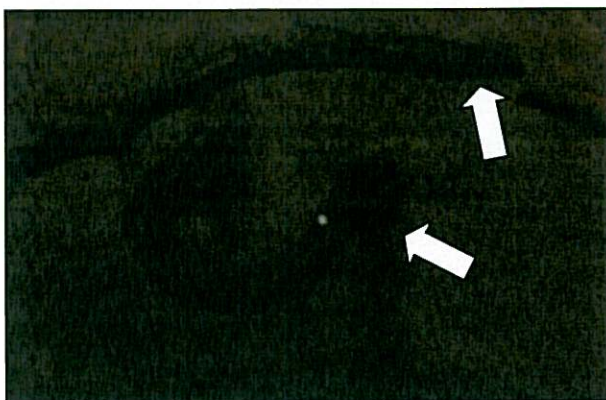
Fot.26 Pokrywa studni D9195

- określono wysokość komina studni ~30cm, widoczna korozja pierścienia pokrywy studni, ubytki i uszkodzenia rapówki komina studni, spękania i odspojenia rapówki (fot.27)



Fot.27 Komin i kołnierz studni D9195

- widoczne znaczne ubytki komina studni, korozja wżerowa stopni włączowych z rozwarstwieniem, zacieki i uszkodzenia na styku kineta - ścianka komory (fot.28 i fot.29)



Fot.28 Stopień włączowy D9195

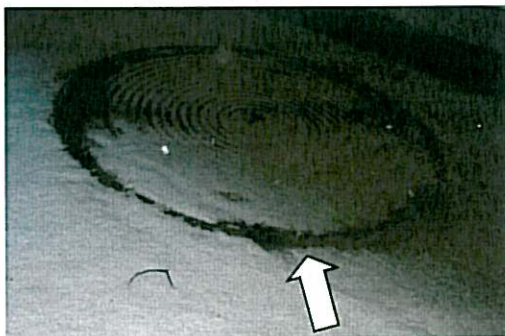


Fot.29 Komora studni D9195

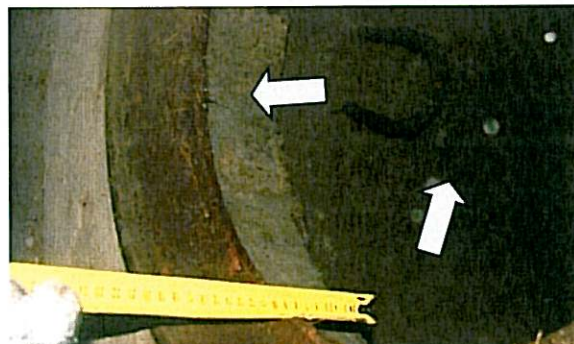
10. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9194

Stwierdzono :

- widoczne zarysowanie obwodowe nawierzchni, uszkodzenia i zarysowania na styku kołnierza pokrywy i płyty górnej, korozja kołnierza i betonu, pokrywa typu dwu deklowego (fot.31 i fot.32)

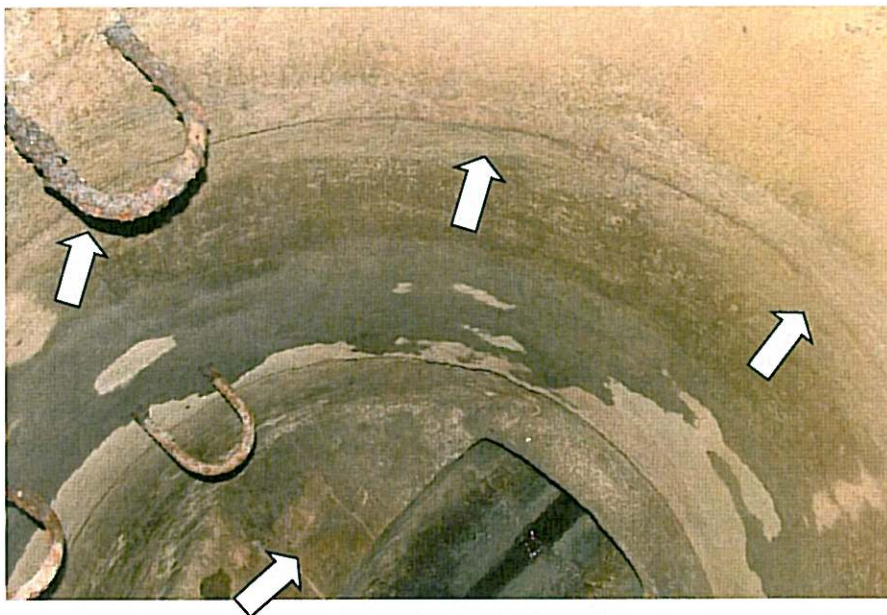


Fot.31 Studnia SD9216



Fot.32 Kołnierz studni SD9216

- widoczne rozwarstwienia styku elementów komory studni, niewłaściwe stopnie wjazdowe, korozja stopni wjazdowych, spękania kinet (fot.33)

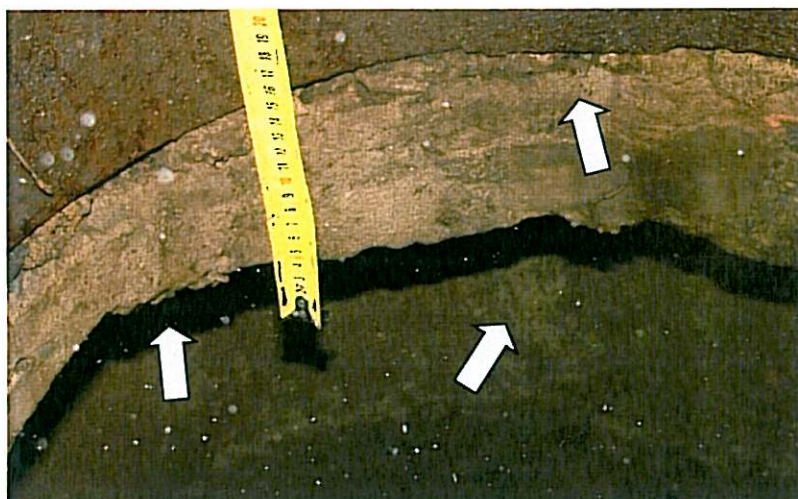


Fot.33 Komora studni D9194

11. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9193

Stwierdzono :

- widoczna korozja kołnierza i betonu, uszkodzenia na styku kołnierza, ubytki w rapówce(fot.34), określono wysokość komina ~28cm



Fot.34 Kołnierz i komora studni D9193

- widoczne odspojenia i spękania wyprawy wewnątrz komory studni, spękania kinet, korozja stopni wjazdowych i wykwyty na ściankach (fot.35)



Fot.35 Komora studni D9193

12. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9206

Stwierdzono :

- zagłębienie pokrywy studni względem istniejącego terenu (fot.36), widoczne ubytki, uszkodzenia i odpryski konstrukcji komina studni, korozja kołnierza (fot.37) wysokość kołnierza określono na ~78cm

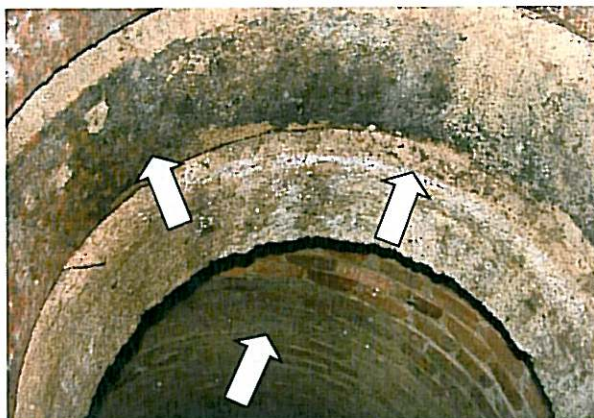


Fot.36 Pokrywa studni D9206

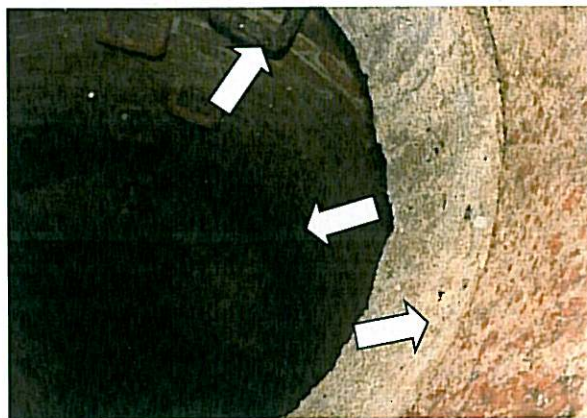


Fot.37 Komin studni D9206

- widoczne ubytki i uszkodzenia elementów murowych, korozję biologiczną elementów murowych konstrukcji komory, lokalne uszkodzenia kinety, korozja i pozostałości zaprawy na stopniach włączowych (fot.38 i fot.39)



Fot.38 Komin studni D9206



Fot.39 Komin i komora studni D9206

13. Studnia kanalizacji deszczowej nr D53428

Stwierdzono :

- widoczna właściwie wykonana palisada betonowa od strony skarpy (fot.40), lokalna drobna korozja elementów nakrywy (fot.41), określono wysokość komina na 45cm



Fot.40 Pokrywa studni D53428



Fot.41 Komin i komora studni D53428

- widoczna korozja stopni wjazdowych, drobne zacieki na ściankach komory (fot.42 i fot.43)



Fot.42 Komin studni

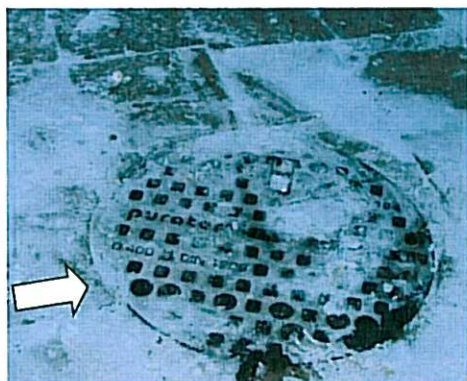


Fot.43 Komora studni

14. Studnia kanalizacji deszczowej nr D53429

Stwierdzono :

- widoczne usytuowanie pokrywy studni (fot.44) lokalna korozja kołnierza (fot.45)



Fot.44 Lokalizacja



Fot.45 Komin i komora studni

- lokalna korozja stopni włączowych (fot.46)



Fot.46 Komora studni

15. Studnia kanalizacji deszczowej nr 9207 (nie ujęte w poprzednim opracowaniu)

Stwierdzono :

- widoczna lokalizacja pokrywy studni (fot.47) , ubytki i znaczna korozja elementów murowych komina studni, korozja kołnierza pokrywy (fot.48)
- określono wysokość komina ~50cm



Fot.47 Lokalizacja studni



Fot.48 Komora studni

16. Studnia kanalizacji deszczowej nr D9209 (nie ujęte w poprzednim opracowaniu)

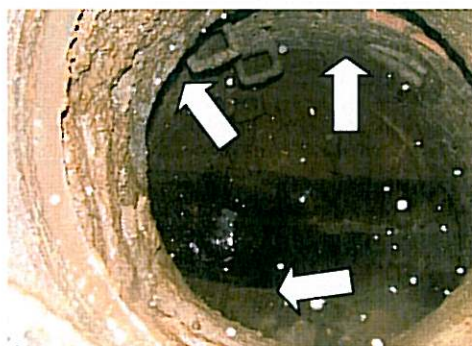
Stwierdzono :

- widoczna lokalizacja studni - pokrywa (fot.49)



Fot.49 Lokalizacja studni

- widoczne niewłaściwie wykonane połączenie kołnierza z kominem słupa, uszkodzenia i ubytki elementów murowych, wysolenia i wykwyty na elementach murowych komory, korozja biologiczna elementów murowych komory (fot.50)



Fot.50 Komora studni 9209

V. Wytyczne i zalecenia konstrukcyjne

Zgodnie z dokonaną oceną stanu technicznego sieci kanalizacji deszczowej wraz ze studniami określono wytyczne i zalecenia konstrukcyjne na potrzeby Przebudowy kanalizacji deszczowej w ul.Filaretów na odcinku od ul.Głębokiej do ul.Zana.

17. Zalecenia dotyczące stanu technicznego sieci kanalizacji deszczowej

Dla odcinków sieci kanalizacji deszczowej na podstawie przeprowadzonego monitoringu i wytycznymi MPWiK zaleca się przeprowadzenie prac naprawczych wg poniższego wykazu :

- Odcinek D53428 ÷ D53429 - Wykonać oczyszczenia światła rurociągu
- Odcinek D53429 ÷ D9187 - Wykonać oczyszczenia światła rurociągu
- Odcinek D9192 ÷ D9193 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.

- Odcinek D9193 ÷ D9194 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9194 ÷ D9195 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9195 ÷ D9196 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9197 ÷ D9196 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9224 ÷ D9274 (trójnik połączeniowy) - D9216 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek gdzie jest trójnik naprawić za pomocą odcinka rur DN 300 z GRP SN 20000 łącznikami systemowymi z uszczelkami z EPDM a następnie cały odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Długość rur GRP ~3m
- Odcinek D9200 ÷ D9199 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo
- Odcinek D9200 ÷ D9201 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9201 ÷ brak nazwy - Na odcinku od punktu A do komory w ul. Głębokiej (~19mb) należy awaryjnie wymienić na nowy metodami wykopowymi na rurociąg DN 600 GRP SN 20000 – połączenie rurociągu betonowego z GRP za pomocą łączników systemowych z uszczelkami EPDM . Pozostałe odcinki naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Dla poprawnego wykonania rękawa wykonawca przygotuje w miejscu oznaczonym jako punkt „A” tymczasową studnię inspekcyjną bądź inne rozwiązanie pozwalające na wykonanie dokładnego połączenia i prawidłowego utwardzenia rękawa. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9197 ÷ D9198 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek od 29,70 do 35,00 wymienić wykopowo na nowy z zachowaniem spadków oraz lokalizacji z rur DN 500 GRP SN 10000. Następnie cały odcinek od komory do komory naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Połączenia pomiędzy GRP a kanałem betonowym wykonać za pomocą łączników systemowych z uszczelkami EPDM.

- Odcinek D9198 ÷ D9199 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9223 ÷ D9224 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9217 ÷ D9242 - kanał niedrożny zamurowany od strony studni w ul. Filaretów – dokonać odkrywki i sprawdzenia poprawności zabezpieczenia kanału – w przypadku braku wypełnienia należy wypełnić pianobetonem na całym odcinku w granicach pasa drogowego
- Odcinek D9220 ÷ D9221 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo.
- Odcinek D9214 ÷ D9221 - Wykonać czyszczenie kanału. Usunąć wrastające korzenie. Odcinek na którym dokonano monitoringu naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Dla odcinka niedrożnego dokonać odkrywki i sprawdzenia i określenia stanu kanału. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Miejsce po zlikwidowanym wpuście deszczowym uzupełnić rurą GRP DN 200 SN 10000 o długości ~3m. Następnie cały odcinek od komory do komory naprawić za pomocą odcinka rękawa naprawczego nasączonego żywicami i utwardzanego parą, wodą lub UV. Prace przeprowadzić bezwykopowo. Połączenia pomiędzy GRP a kanałem betonowym wykonać za pomocą łączników systemowych z uszczelkami EPDM

Doboru grubości rękawa należy dokonać na podstawie obliczeń konstrukcyjnych, załączonych do niniejszego opracowania. Nie zaleca się stosowania tej metody w okresie zimowym.

Wszelkie prace renowacyjne powinny być prowadzone na wyłączonym z użytkowania kanale.

18. Zalecenia dotyczące stanu technicznego studni sieci kanalizacji deszczowej

Zaleca się wykonanie modernizacji lub wymiany uszkodzonych studni z racji ich stanu technicznego. W opracowywaniu Projektu kanalizacji deszczowej należy dokonać remontu studni w związku ze stwierdzonymi usterkami. Ulica, w pasie której zlokalizowane są niniejsze studnie jest obszarem silnie zurbanizowanym. Stan stwierdzony wymaga :

- napraw i wymiany uszkodzonych i niewłaściwie zamontowanych kołnierzy pokryw
- wymianie i przebudowie kominów studni
- uzupełnieniu i naprawie uszkodzonych elementów murowych łącznie z wykonaniem nowych studni w technologii elementów prefabrykowanych, żelbetowych
- wymianie i wykonaniu stopni wjazdowych w miejscu ich niewłaściwego montażu lub braku
- uzupełnieniu i oczyszczeniu światła kinet

- modernizacji i wzmocnieniu przeciążonych i uszkodzonych kominów studni zwłaszcza bezpośrednio obciążonych dynamicznie
- właściwej koordynacji kominów studni z innymi elementami wyposażenia drogi w celu umożliwienia dokonywania przeglądów okresowych

Niniejsze zalecenia wskazują na istotne usterki, które należy ująć w Projekcie.

3. Wnioski końcowe

W związku ze stwierdzonymi uszkodzeniami przewodów kanału dokonano obliczeń statyczno-wytrzymałościowych jak dla kanału całkowicie uszkodzonego, którego konstrukcja utraciła zdolność do przenoszenia obciążeń lub też stan taki nastąpi w niedalekiej przyszłości. Cechami świadczącymi o stanie całkowitego zniszczenia jest brak znacznych fragmentów kanału, utrata pierwotnego kształtu kanału w postaci owalizacji, silne skorodowanie i ubytki rur. Obliczenia niniejsze potwierdzają zdolność zastosowania materiału - rękawa utwardzanego (CIPP) do przeniesienia obciążeń w analizie elastycznej rury. Przy obliczeniach grubości rękawa uwzględniono współczynnik owalizacji oraz wpływ długotrwałego obciążenia. Przyjęto także, że na każdy z typów średnic dla których dokonano obliczeń wartości krytyczne uwzględniają schemat najbardziej niekorzystny superpozycji obciążeń z budową geotechniczną układu warstw.

Wyciąg z obliczeń stanowi załącznik nr VI.

Niniejsza ocena jest aktualna na dzień 11.01.2012 r. i została wykonana dla celu jakim ma służyć.

Projektant:

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 157/01/OL
A. Merchel

VI. Załączniki

- Wyciągi z obliczeń konstrukcyjnych

KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zlecienniodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D53429

Do studzienki:

D9187

Długość odcinka:

13,80 m

Materiał:

PVC

Profil:

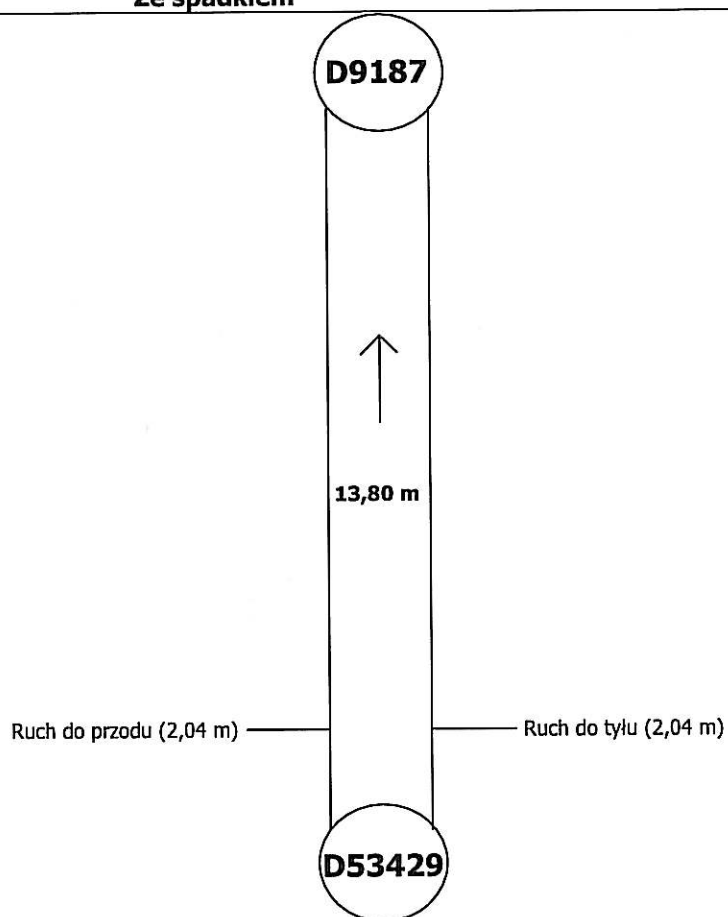
315

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zlecienniodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9224

Do studzienki:

D9274

Długość odcinka:

9,87 m

Materiał:

beton

Profil:

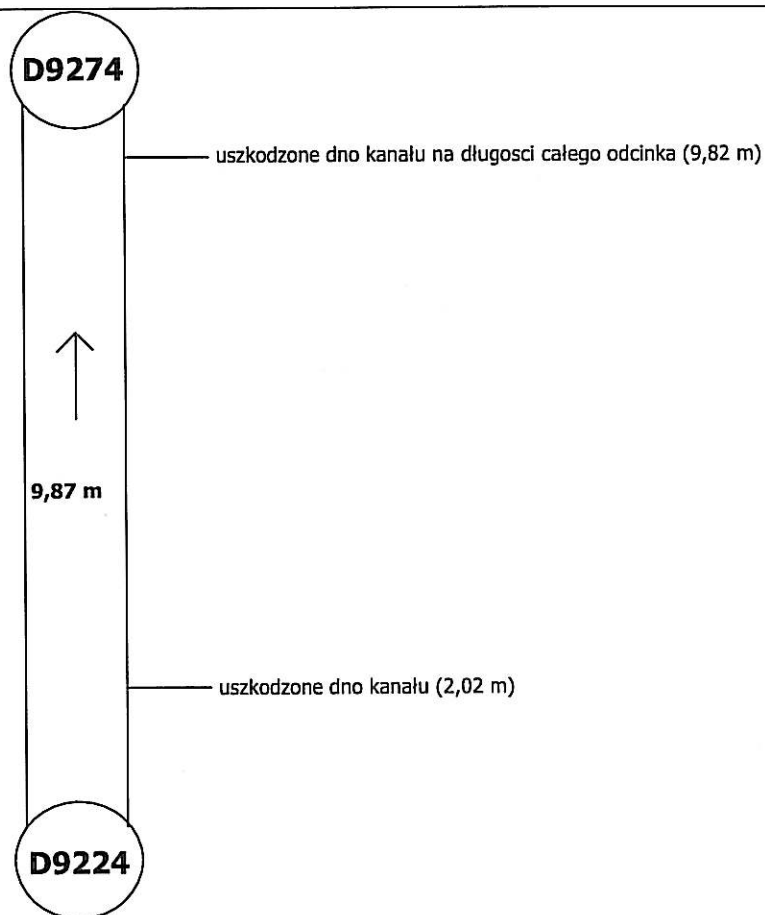
200

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9197

Do studzienki:

D9198

Długość odcinka:

44,20 m

Materiał:

beton

Profil:

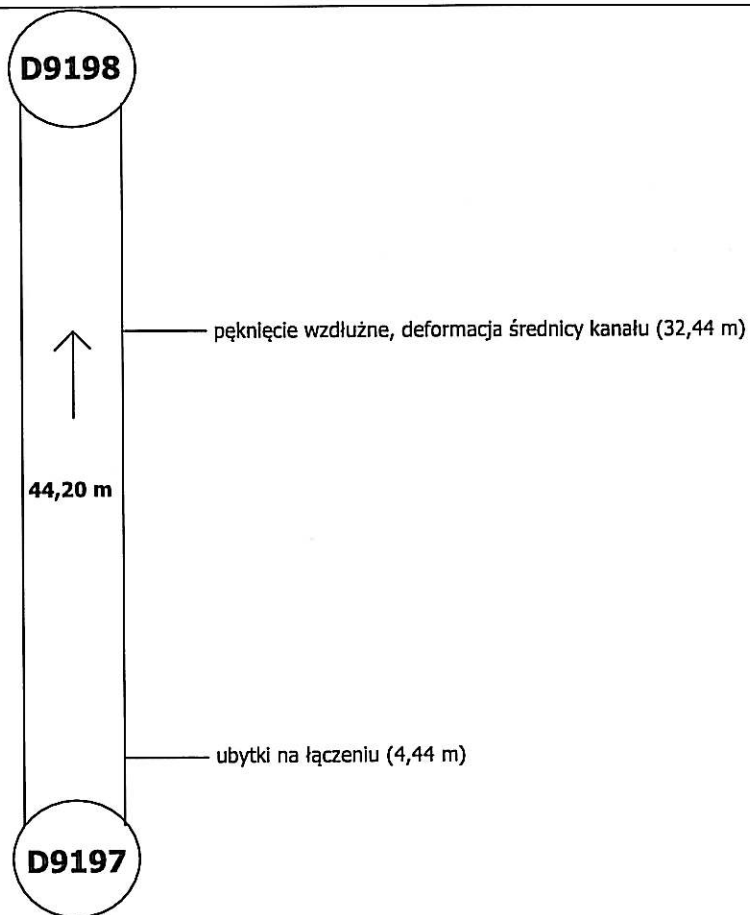
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9193

Do studzienki:

D9194

Długość odcinka:

33,08 m

Materiał:

beton

Profil:

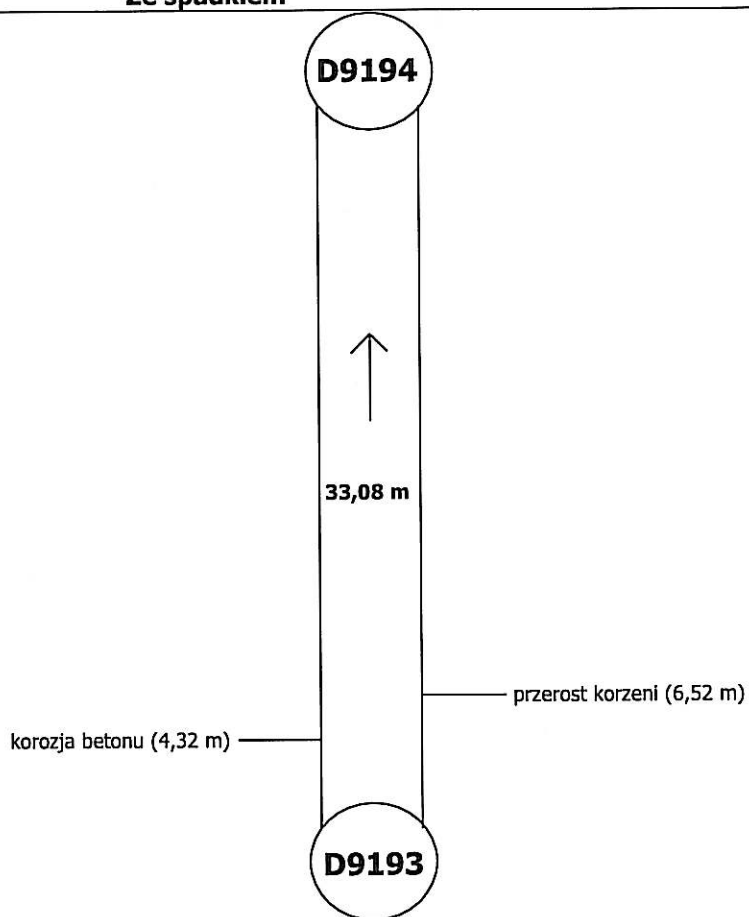
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zlecający: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9274

Do studzienki:

D9216

Długość odcinka:

2,58 m

Materiał:

beton

Profil:

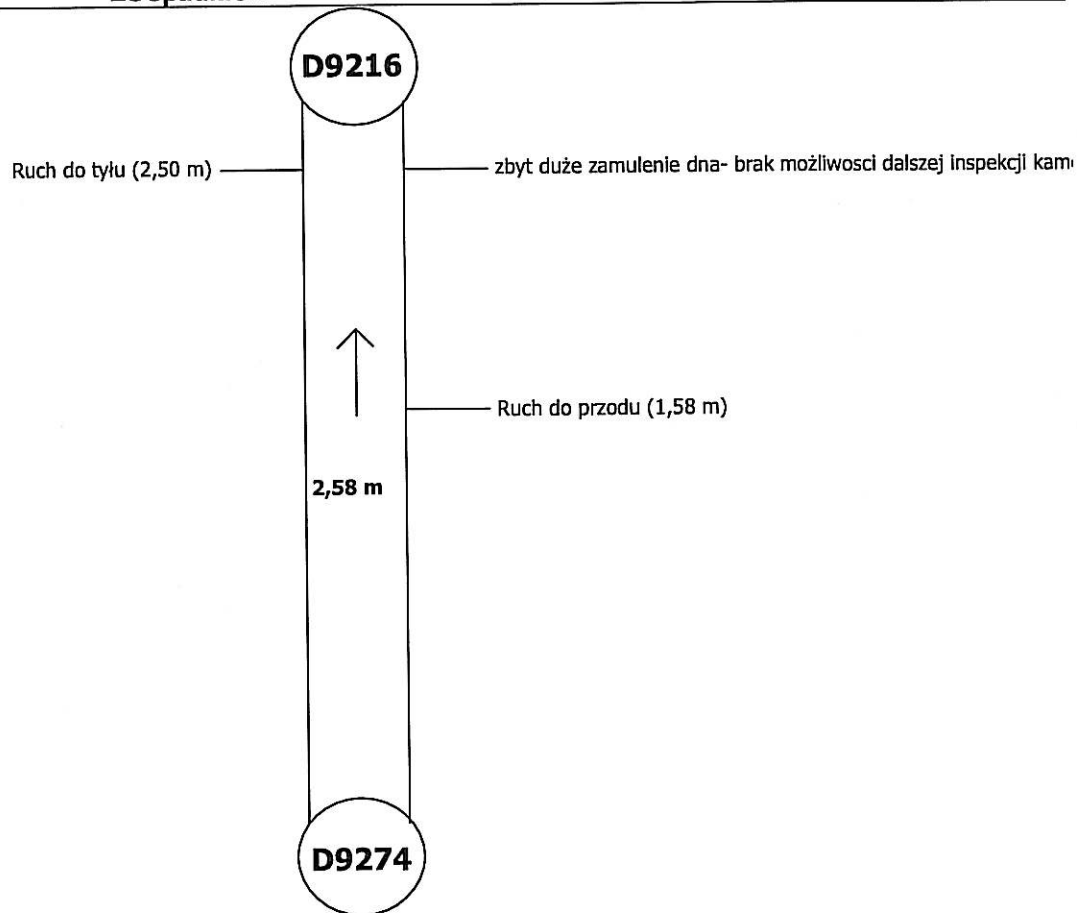
200

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zlecający: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9192

Do studzienki:

D9193

Długość odcinka:

43,96 m

Materiał:

beton

Profil:

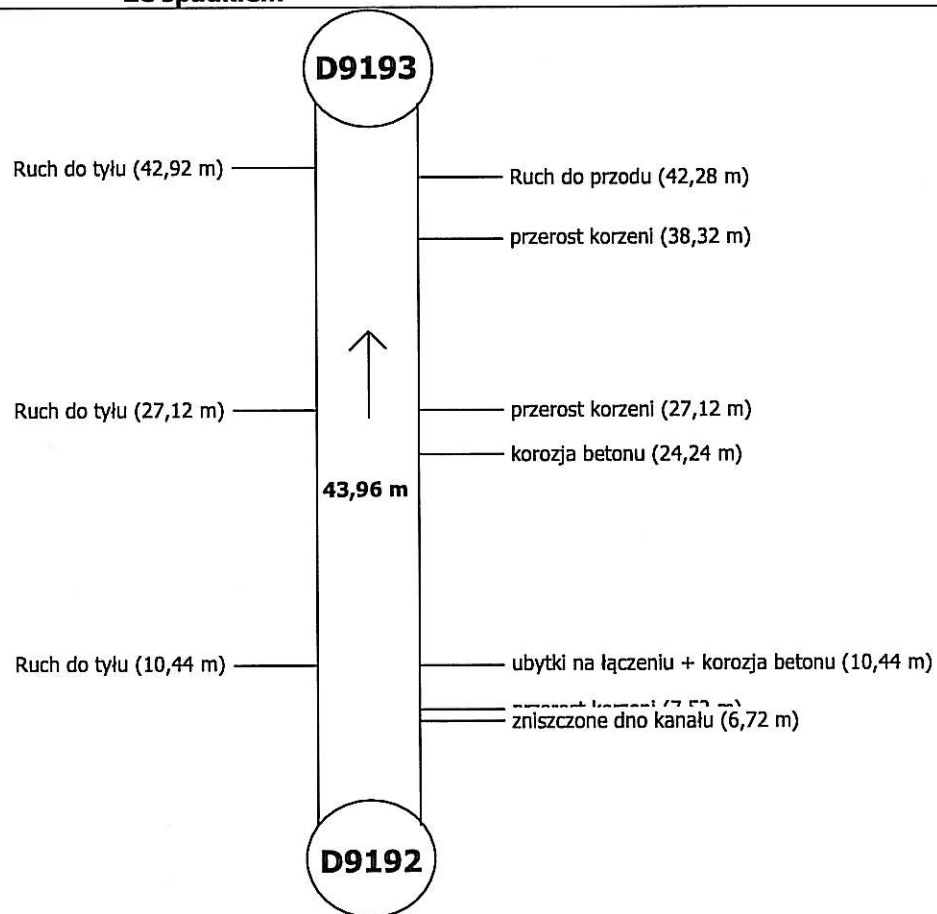
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9195

Do studzienki:

D9196

Długość odcinka:

37,88 m

Materiał:

beton

Profil:

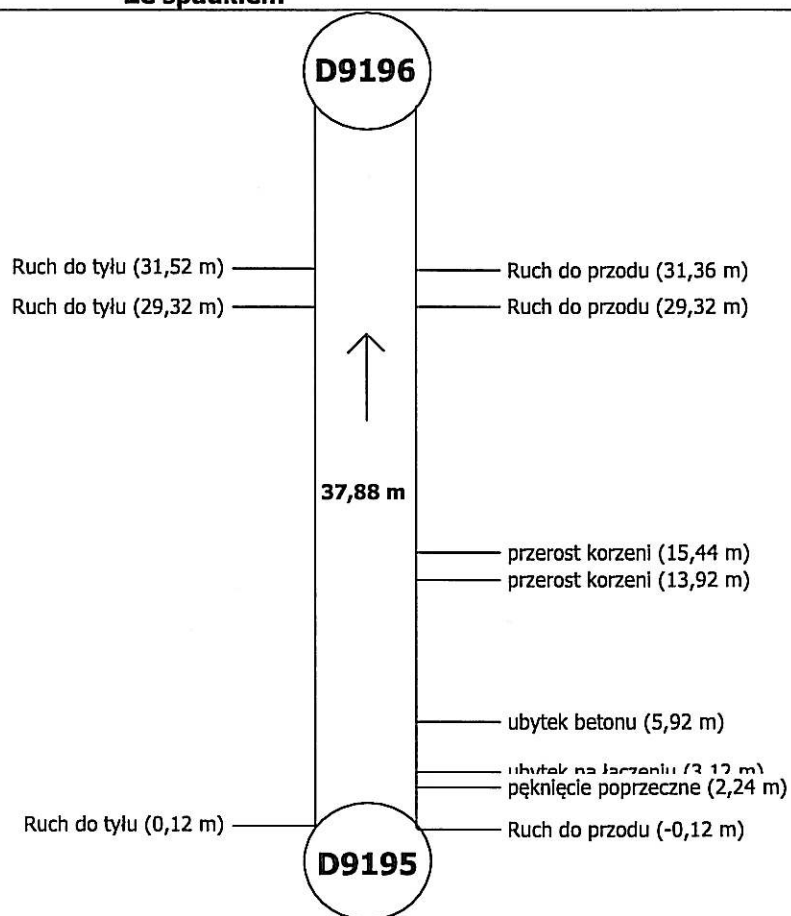
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:
D9194

Do studzienki:
D9195

Długość odcinka:
35,12 m

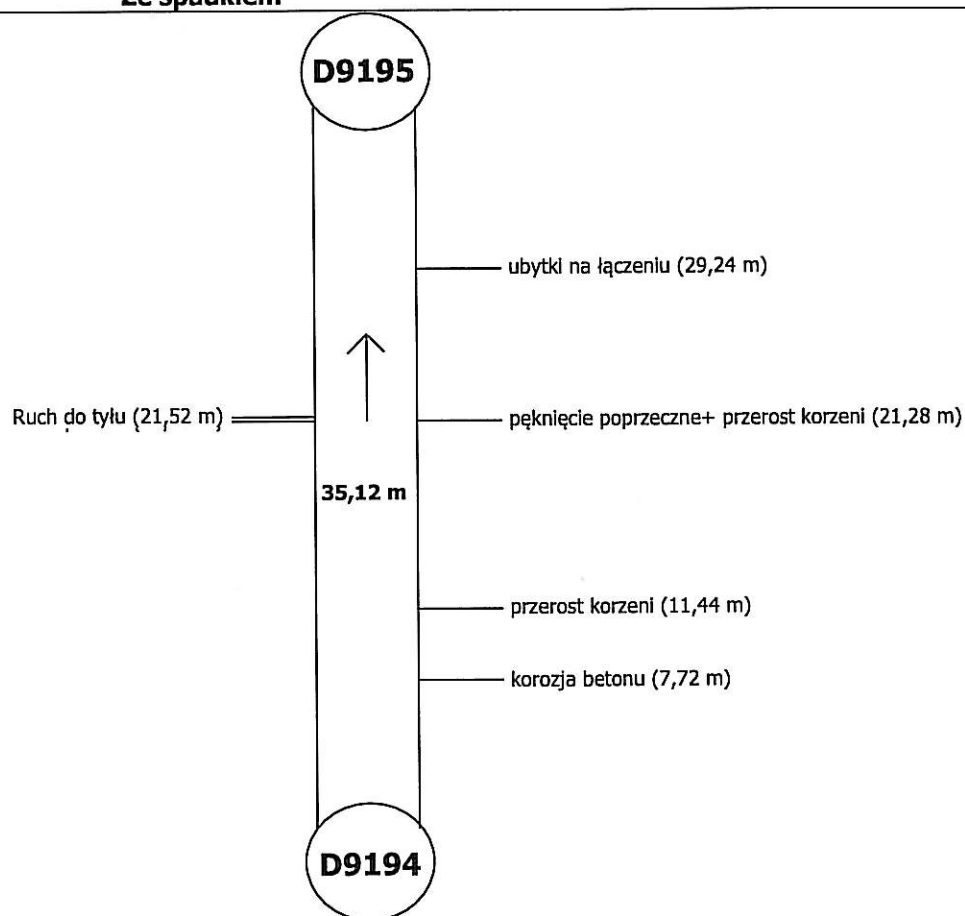
Materiał:
beton

Profil:
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:
Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńiodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:
D53428

Do studzienki:
D53429

Długość odcinka:
15,44 m

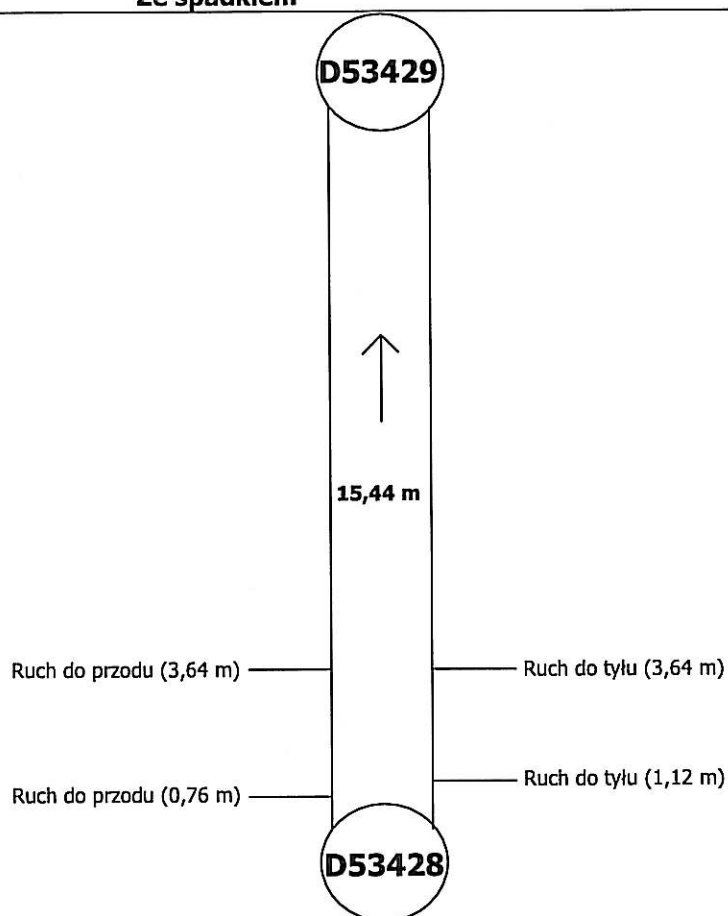
Materiał:
PVC

Profil:
315

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:
Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:
D9198

Do studzienki:
D9199

Długość odcinka:
43,76 m

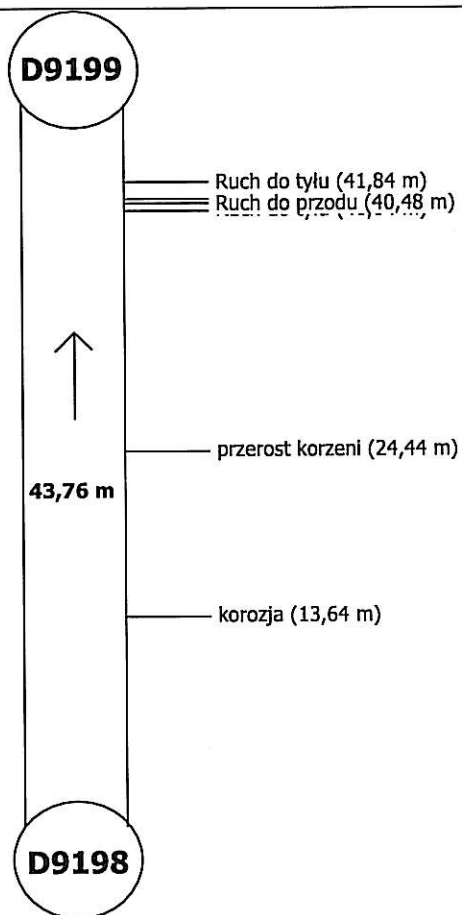
Materiał:
beton

Profil:
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:
Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9223

Do studzienki:

D9224

Długość odcinka:

20,29 m

Materiał:

beton

Profil:

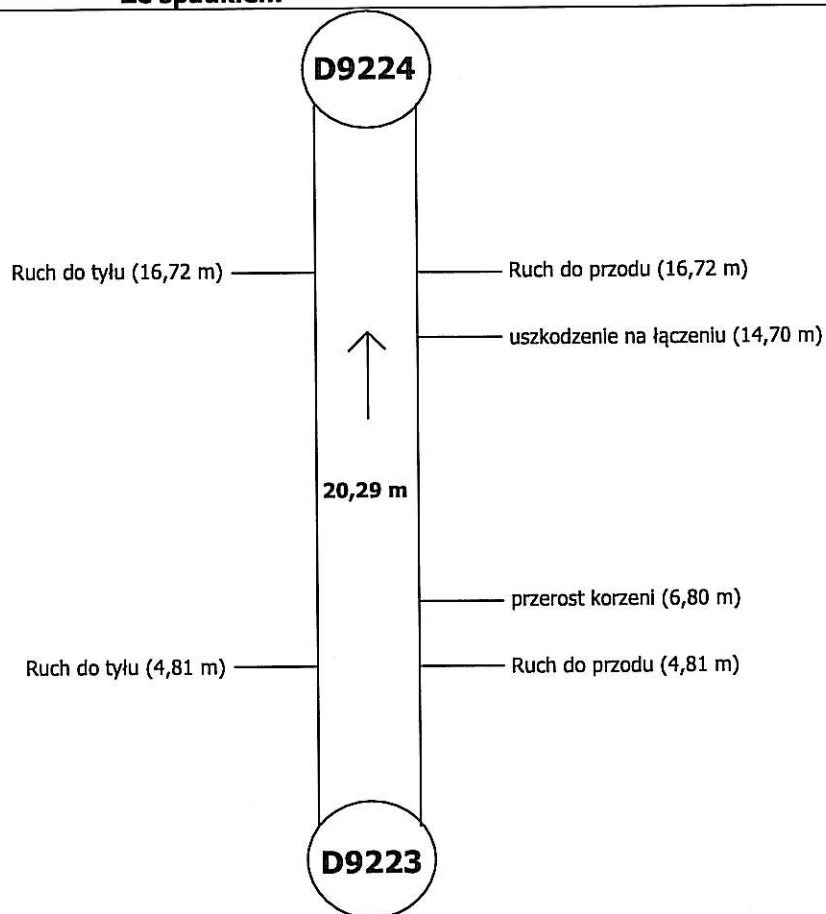
200

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Ze spadkiem

Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 66 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zleceńodawca: **AECOM Sp z o.o.**

Kod: Miejscowość: **Lublin**

Ulica: **Filaretów**

Od studzienki:

D9197

Do studzienki:

D9196

Długość odcinka:

43,84 m

Materiał:

beton

Profil:

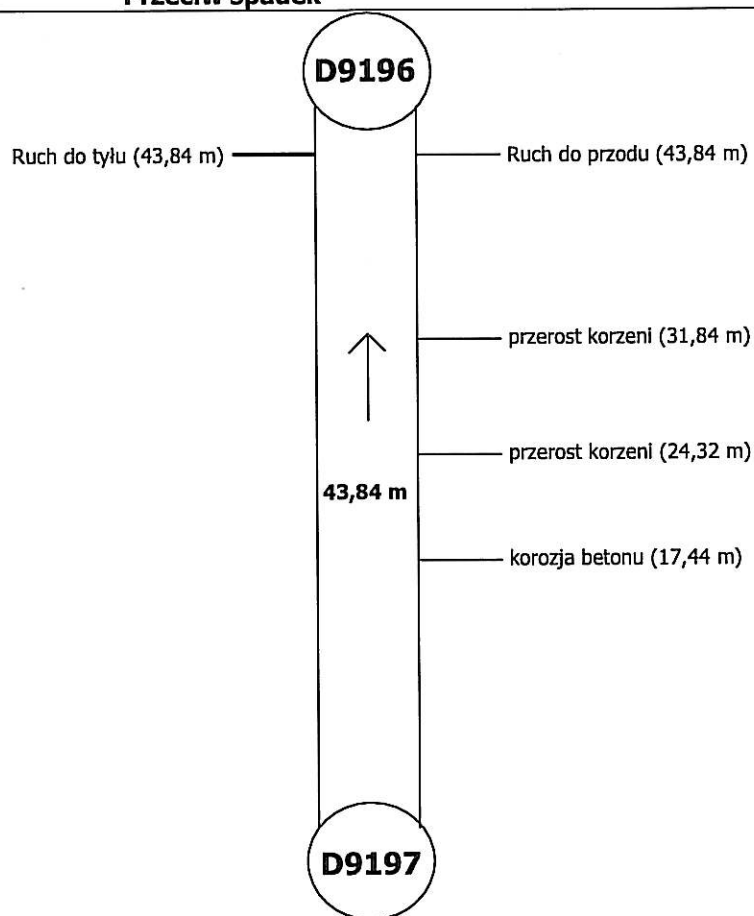
500

Rodzaj kanału: **deszczowy**

Kierunek badania:

Przeciw spadek

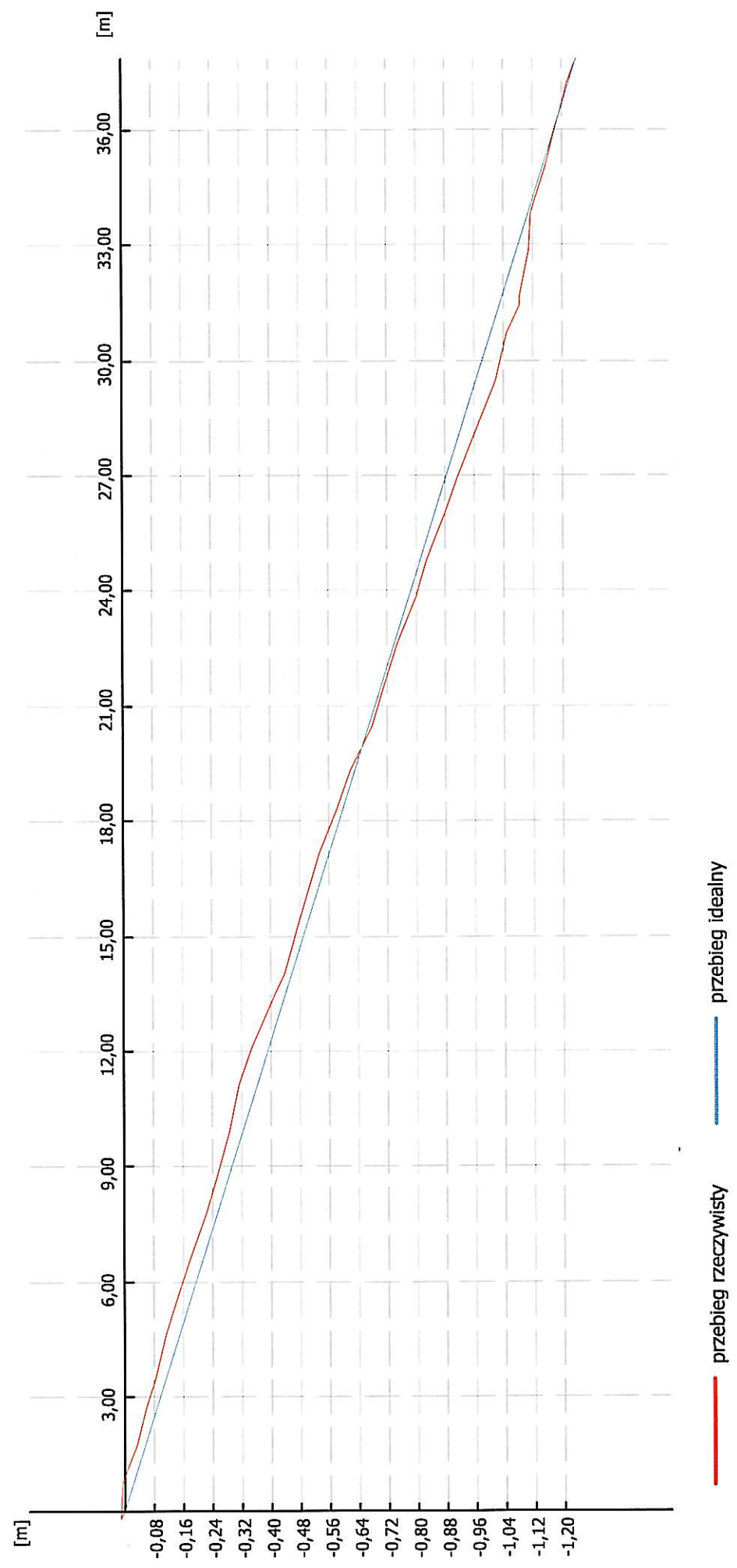
Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: **2013-01-03**

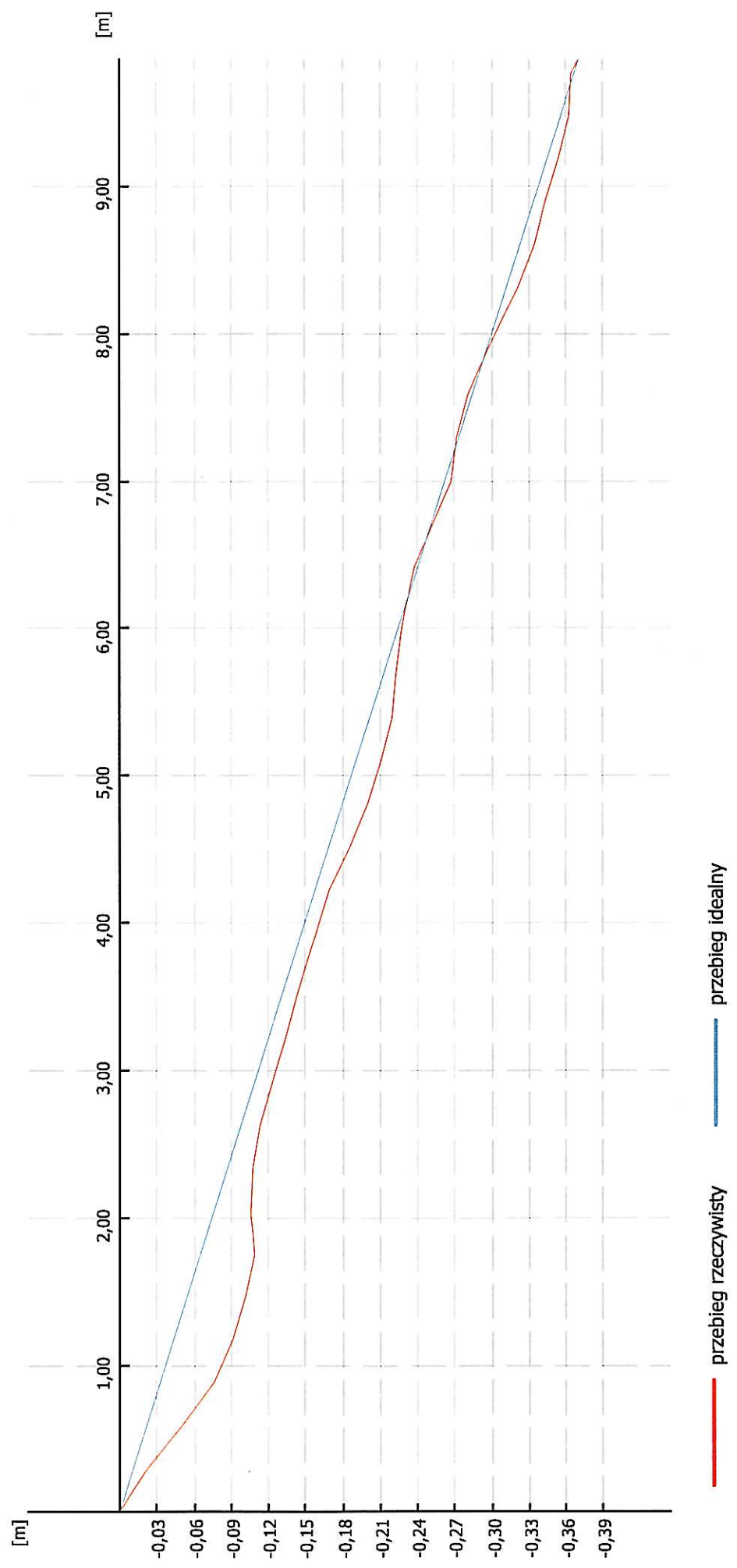
Zleceniodawca: AECOM Sp z o.o.	Miejscowość: Lublin	Ulica: Filaretów
Kod: D9195	Do studzienki: D9196	Długość odcinka: 37,88 m
Średni spadek: -3,13 %	Różnica wysokości: -118,38 cm	Materiał: beton
Rodzaj kanału: deszczowy	Kierunek badania: Ze spadkiem	Profil: 500
		Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: **2013-01-03**

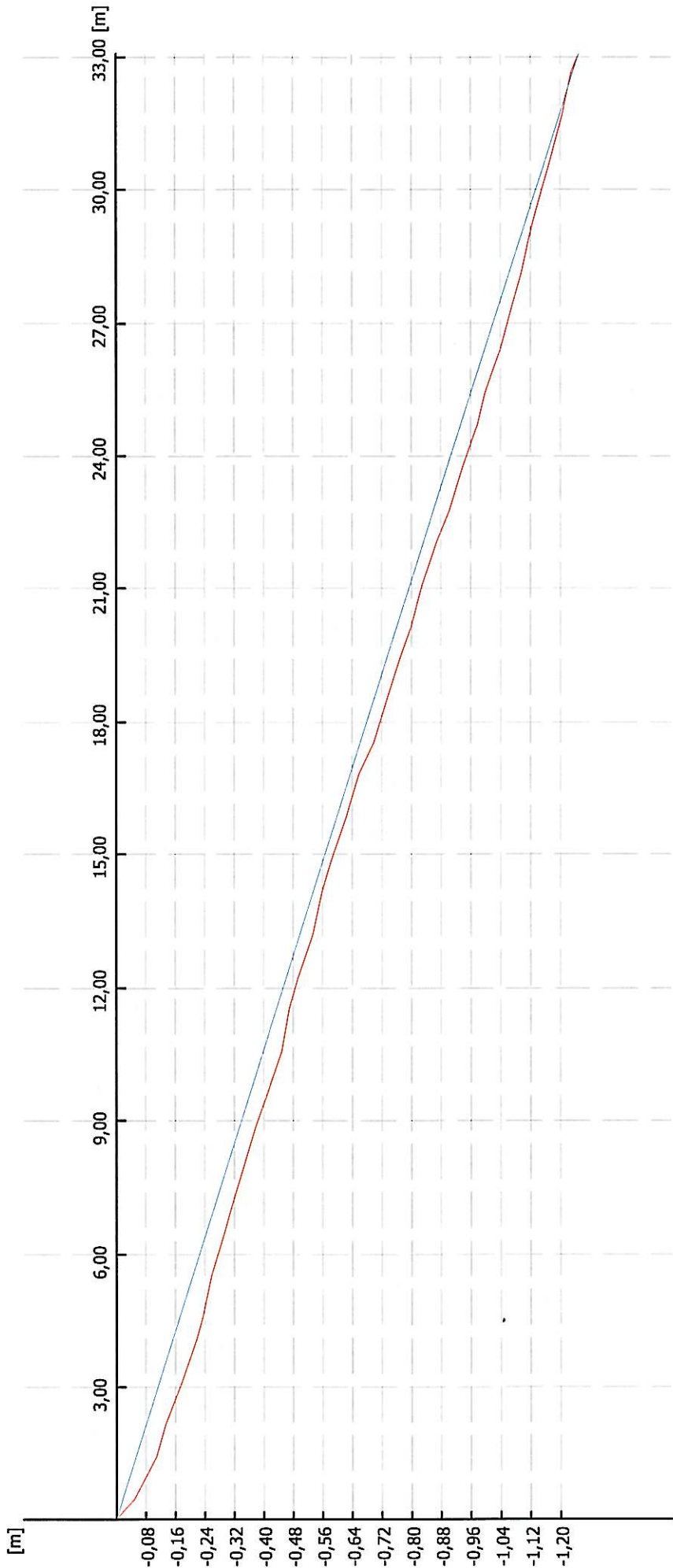
Zleceniodawca: AECOM Sp z o.o.	Miejscowość: Lublin	Ulica: Filaretów
Kod: D9224	Do studzienki: D9274	Długość odcinka: 9,87 m
Średni spadek: -3,75 %	Różnica wysokości: -37,03 cm	Materiał: beton
Rodzaj kanału: deszczowy	Kierunek badania: Ze spadkiem	Profil: 200
		Numer odcinka:



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: **2013-01-03**

Zlecieniodawca:	AECOM Sp z o.o.			
Kod:	Miejscowość:	Lublin	Ulica:	Filaretów
Od studzienki:	Do studzienki: D9194			
Średni spadek:	-3,58 %	Różnica wysokości:	-118,33 cm	
Długość odcinka:	33,08 m			
Materiał:	beton			
Profil:	500			
Rodzaj kanału:	deszczowy			Numer odcinka:
Kierunek badania:			Ze spadkiem	

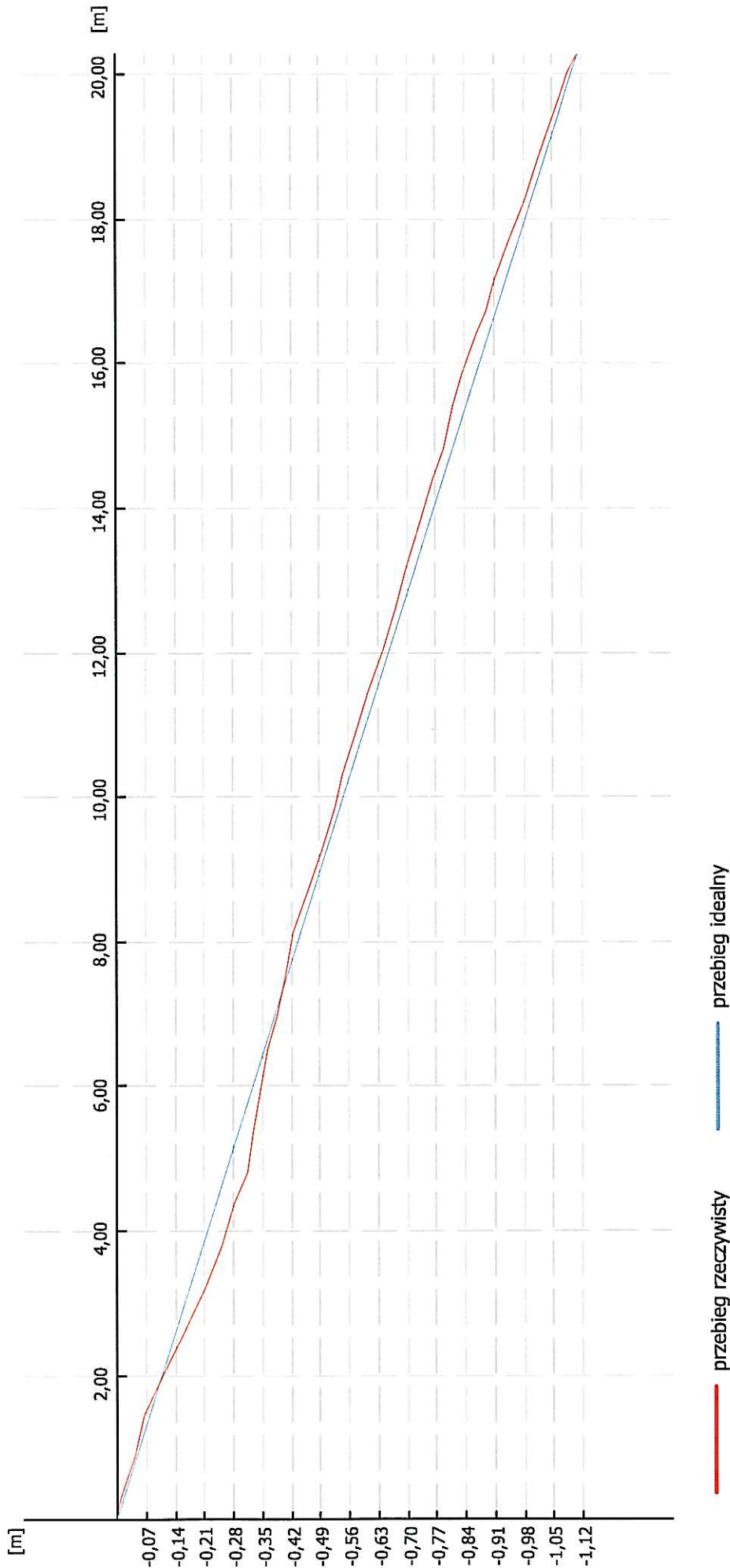


— przebieg rzeczywisty — przebieg idealny

KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: **2013-01-03**

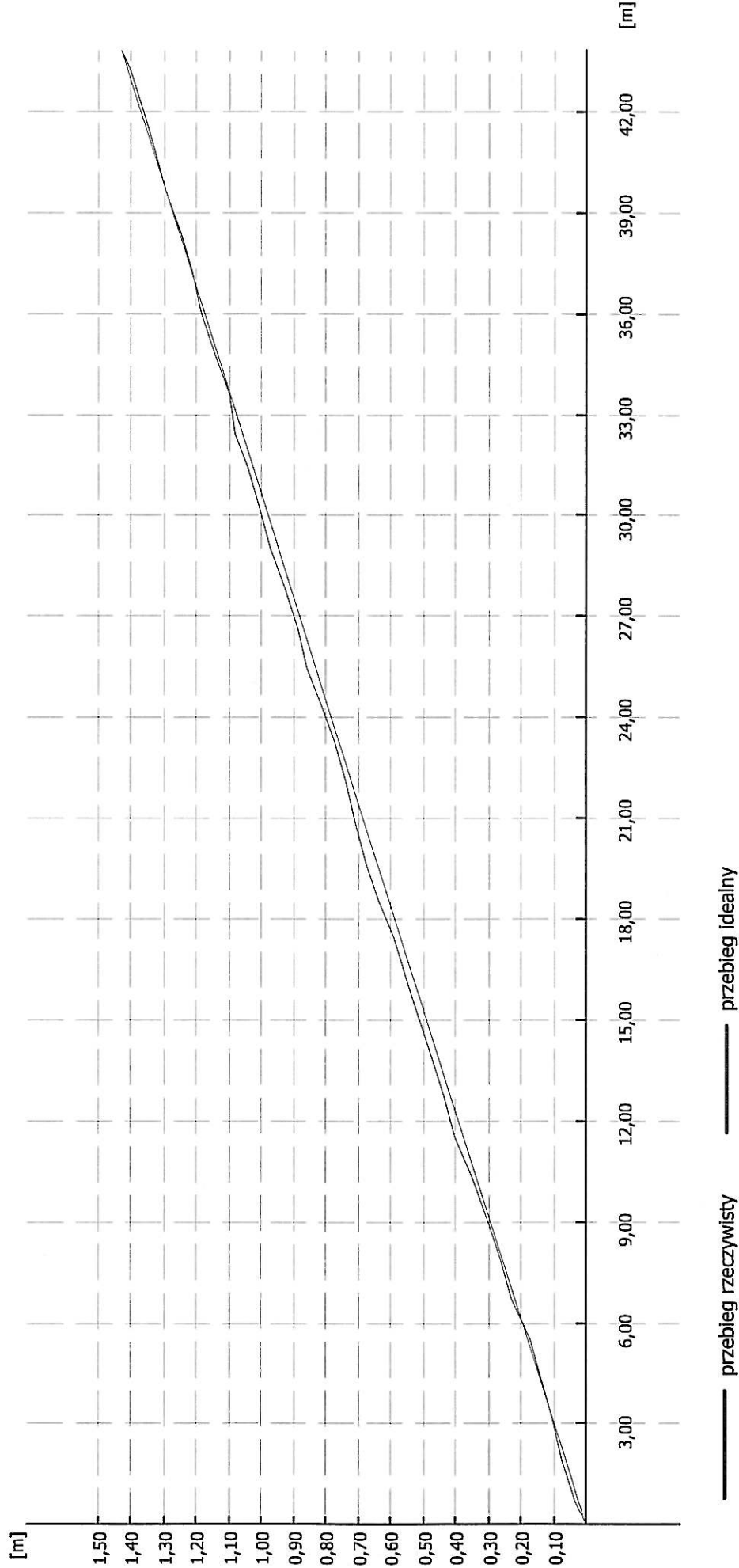
Zleceniodawca:	AECOM Sp z o.o.			Ulica:	Filaretów	
Kod:	Miejscowość: Lublin					
Od studzienki:	D9223			Do studzienki:	D9224	
Średni spadek:	-5,47 %			Różnica wysokości:	-110,97 cm	
Rodzaj kanału:	deszczowy			Kierunek badania:	Ze spadkiem	
					Numer odcinka:	



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: 2013-01-03

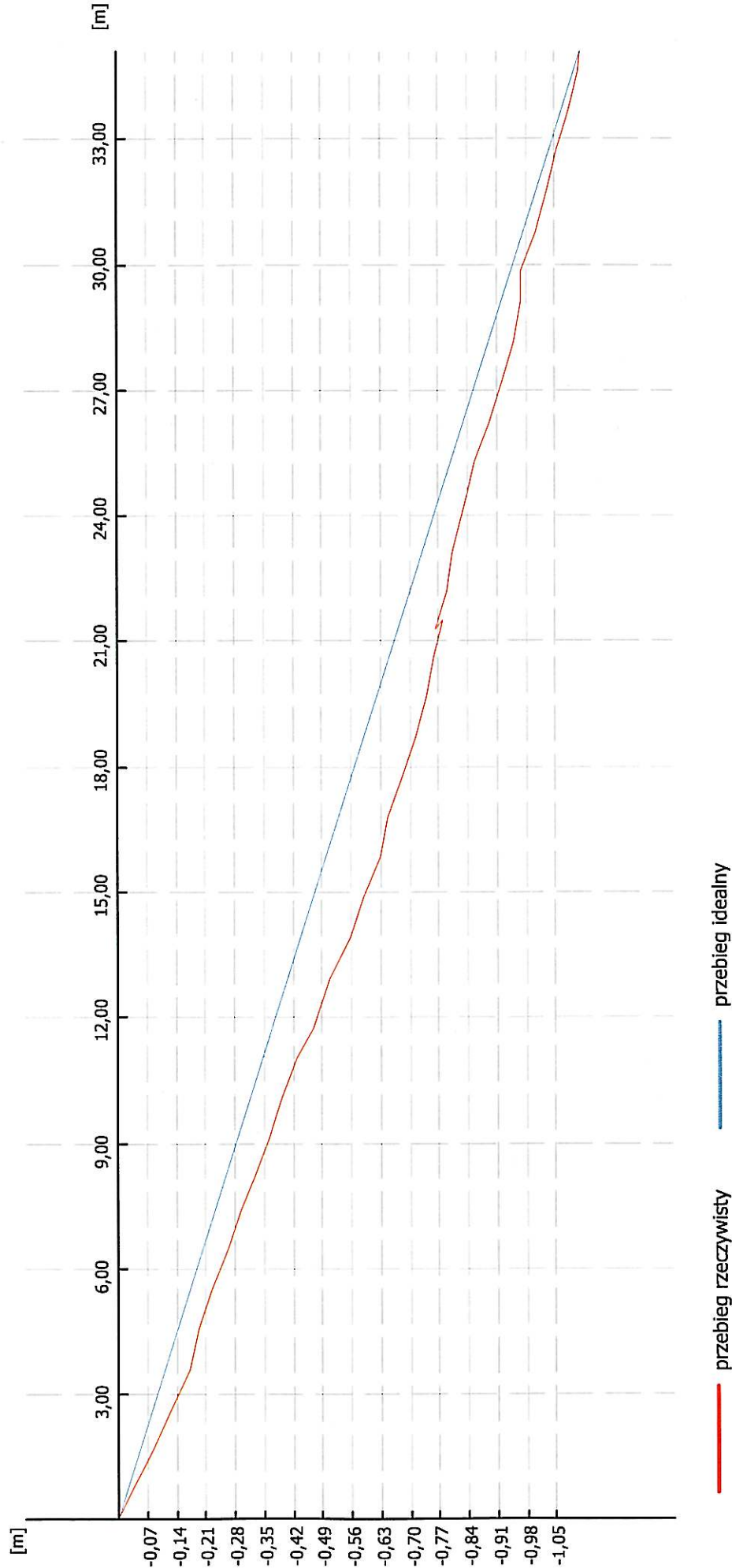
Zleciłodawca: AECOM Sp z o.o.	Miejscowość: Lublin	Ulica: Filaretów	
Kod: D9197	Do studzienki: D9196	Długość odcinka: 43,84 m	Profil: 500
Średni spadek: 3,37 %	Różnica wysokości: 147,83 cm	Materiał: beton	
Rodzaj kanału: deszczowy	Kierunek badania: Przeciw spadek	Numer odcinka:	



KANRES Sławomir **Pracownia Inżynierska** **ul. Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut**

Data: **2013-01-03**

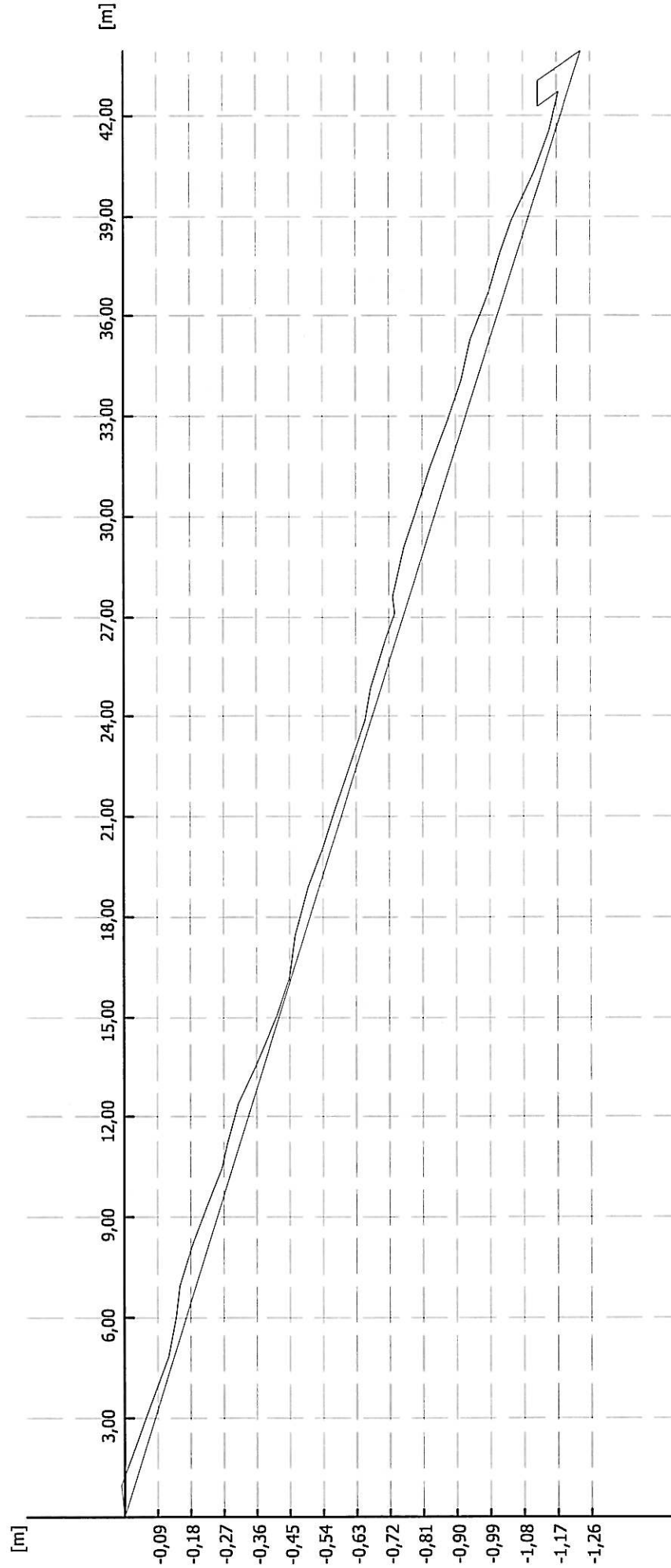
Zlecniodawca:	AECOM Sp z o.o.		
Kod:	Miejscowość:	Ulica:	Filaretów
Od studzienki:	Do studzienki:	Długość odcinka:	Profil:
D9194	D9195	35,12 m	500
Średni spadek:	Różnica wysokości:	Materiał:	
-3,05 %	-107,05 cm	beton	
Rodzaj kanału:	Kierunek badania: Ze spadkiem		
deszczowy	Numer odcinka:		



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: **2013-01-03**

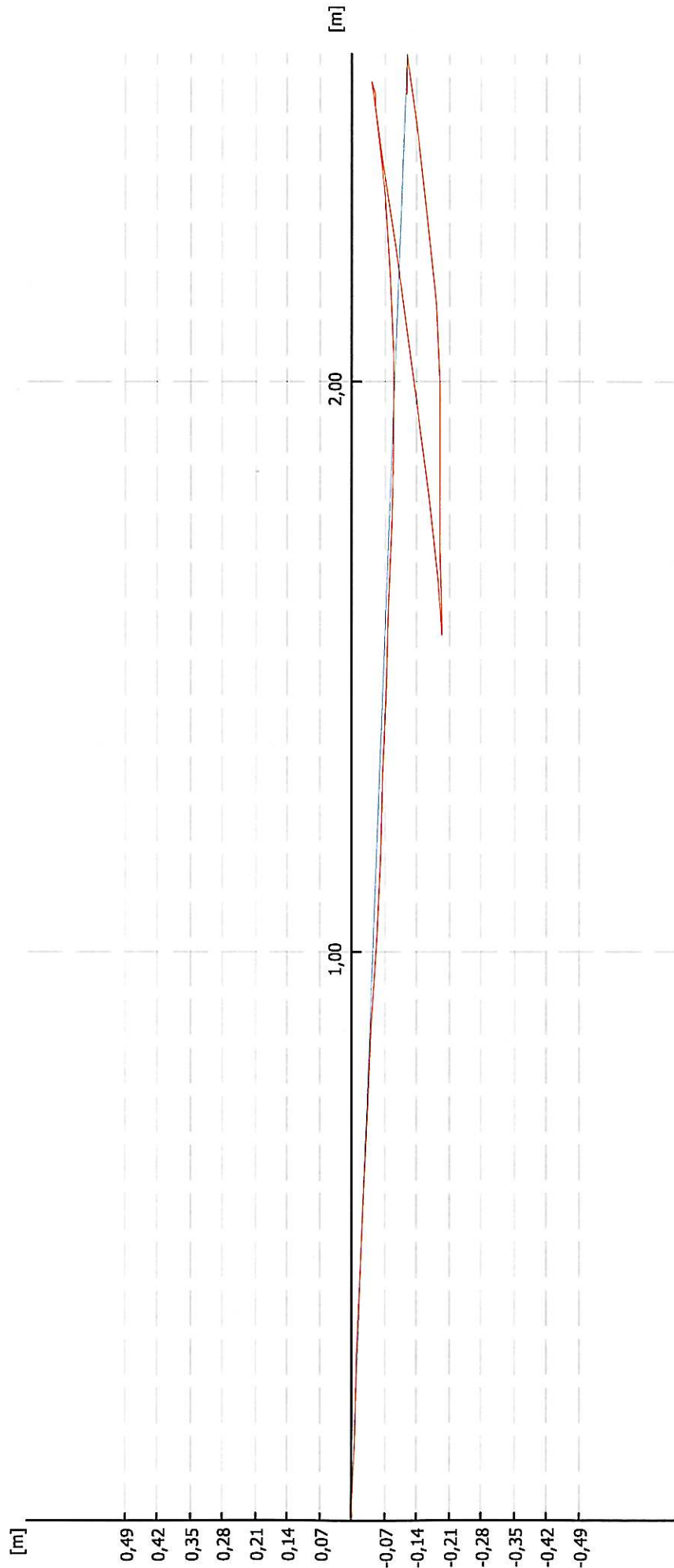
Zlecentodawca: AECOM Sp z o.o.	Miejscowość: Lublin	Ulica: Filaretów
Kod: D9192	Do studzienki: D9193	Długość odcinka: 43,96 m
Średni spadek: -2,91 %	Różnica wysokości: -127,78 cm	Materiał: beton
Rodzaj kanału: deszczowy	Kierunek badania: Ze spadkiem	Profil: 500
		Numer odcinka:



przebieg rzeczywisty przebieg idealny

KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Zlecniodawca: AECOM Sp z o.o.		Data: 2013-01-03	
Kod: D9274		Miejscowość: Lublin	
Od studzienki: D9216		Ulica: Filaretów	
Średni spadek: -4,65 %		Długość odcinka: 2,58 m	
Różnica wysokości: -11,98 cm		Materiał: beton	
Profil: 200		Numer odcinka:	
Rodzaj kanału: deszczowy		Kierunek badania: Ze spadkiem	

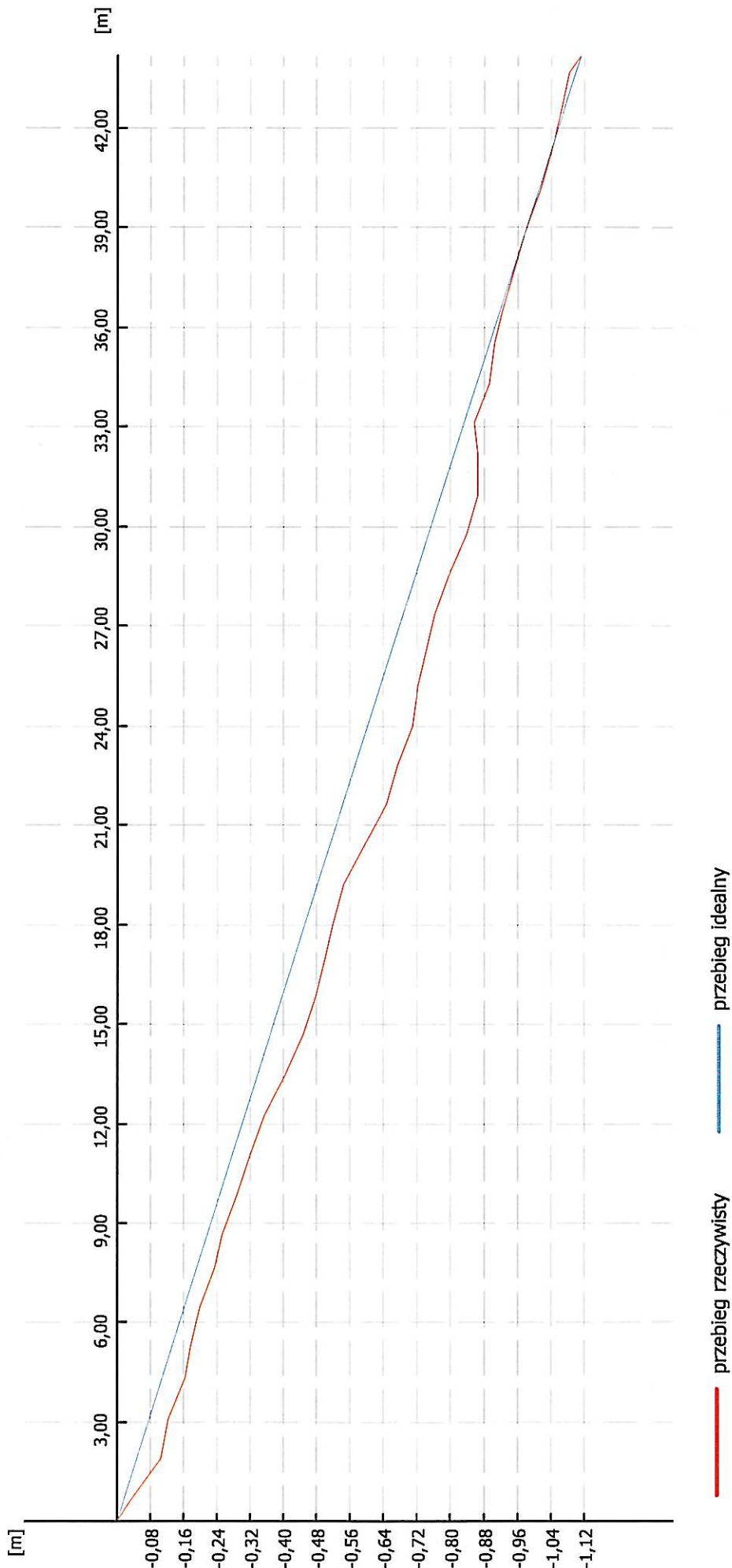


— przebieg rzeczywisty — przebieg idealny

KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Data: 2013-01-03

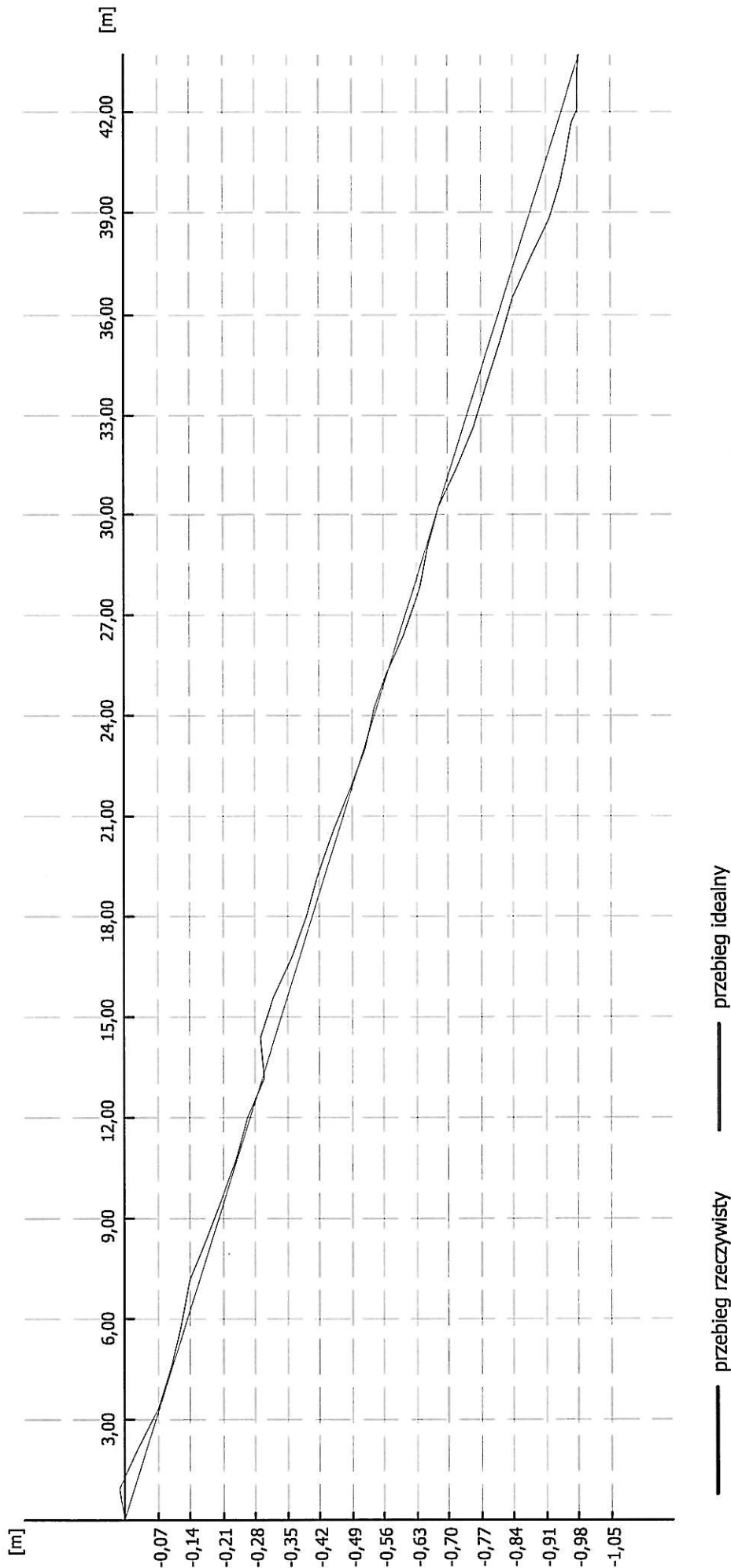
Zleceniodawca:	AECOM Sp z o.o.			
Kod:	Miejscowość: Lublin	Ulica:	Filaretów	
Od studzienki:	Do studzienki:	Diługość odcinka:	Materiał:	Profil:
D9197	D9198	44,20 m	beton	500
Średni spadek:	-2,60 %	Różnica wysokości:	-114,72 cm	
Rodzaj kanału:	deszczowy	Kierunek badania:	Ze spadkiem	
		Numer odcinka:		



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

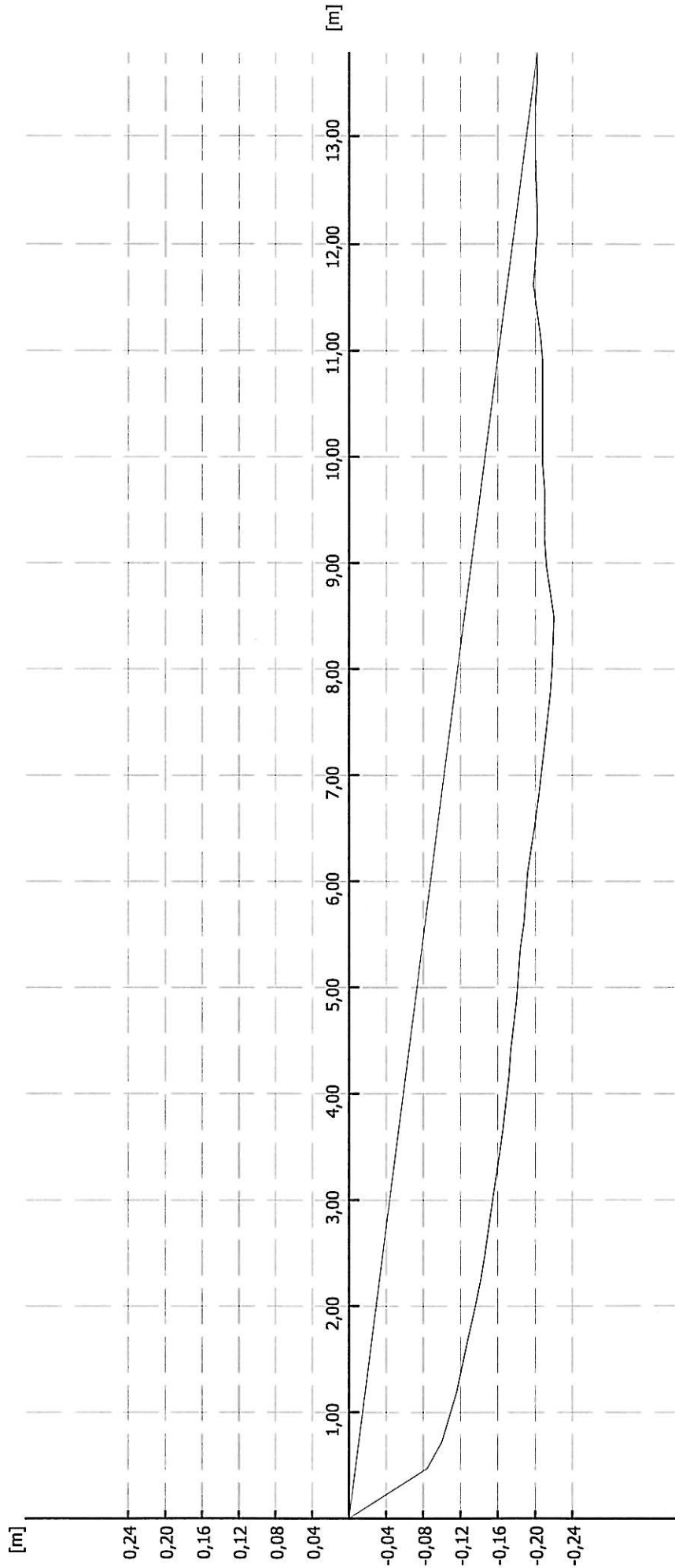
Data: 2013-01-03

Zleciłiodawca: AECOM Sp z o.o.	Miejscowość: Lublin	Ulica: Filaretów	
Kod: D9198	Do studzienki: D9199	Długość odcinka: 43,76 m	Profil: 500
Średni spadek: -2,31 %	Różnica wysokości: -101,21 cm	Materiał: beton	
Rodzaj kanału: deszczowy	Kierunek badania: Ze spadkiem	Numer odcinka:	



KANRES Sławomir Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6 Łańcut

Zleciłodawca:	AECOM Sp z o.o.			Data:	2013-01-03
Kod:	Miejscowość: Lublin			Ulica:	Filaretów
Od studzienki:	Do studzienki:			Długość odcinka:	Profil:
D53429	D9187			13,80 m	315
Średni spadek:	-1,47 %			Różnica wysokości:	Materiał:
				-20,23 cm	PVC
Rodzaj kanału:	deszczowy			Kierunek badania:	Numer odcinka:
				Ze spadkiem	

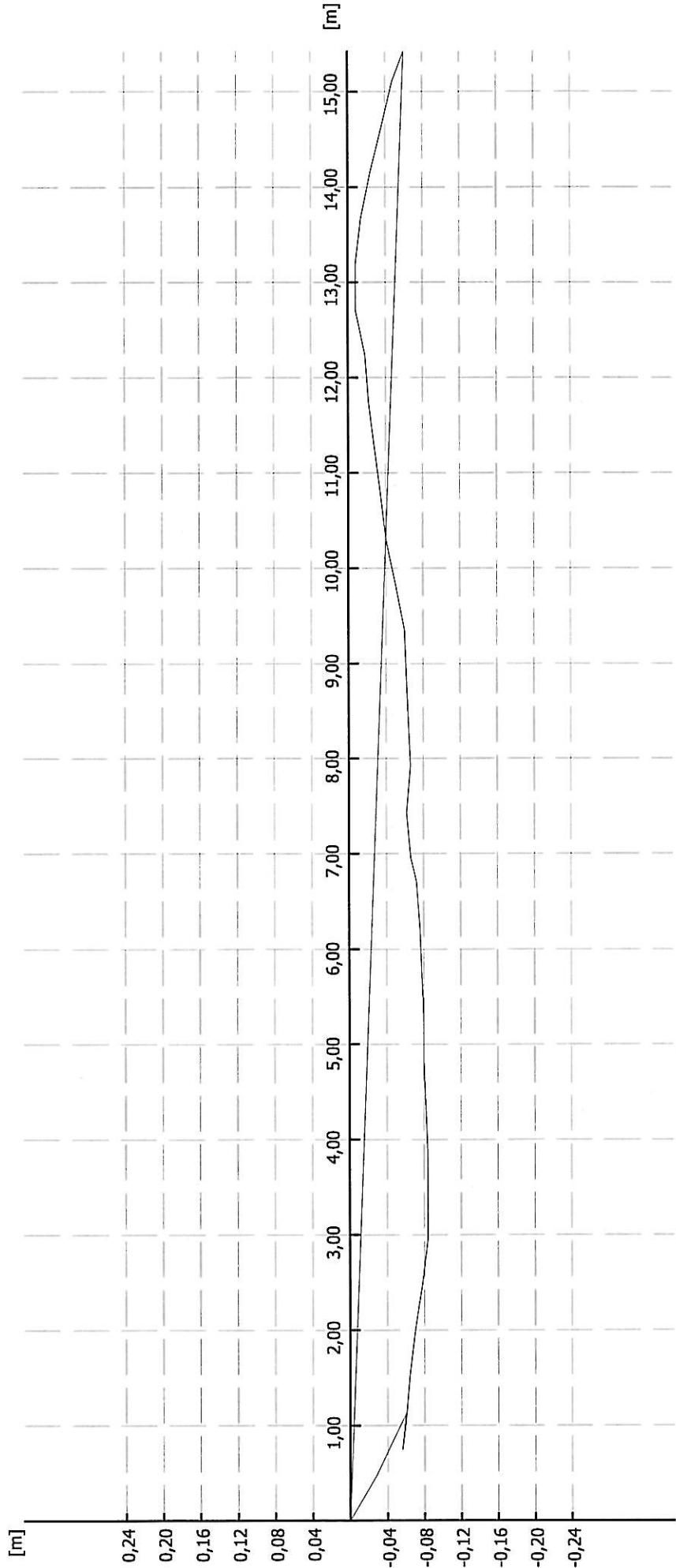


————— przebieg rzeczywisty ————— przebieg idealny

KANRES Sławo **Mr Kuźniar, 37-100 Łańcut, Głuchów 6** **Łańcut**

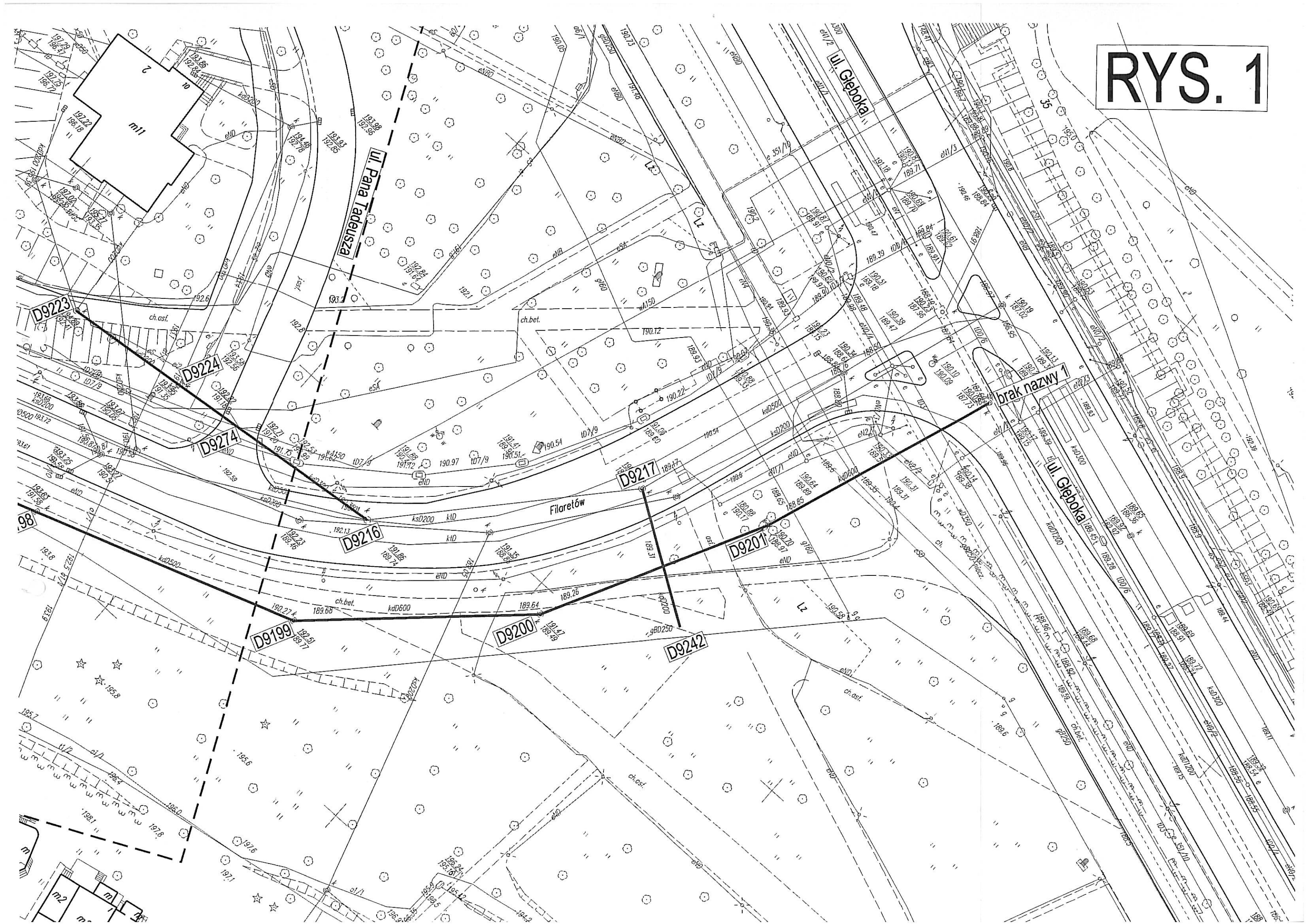
Data: **2013-01-03**

Zleceniodawca:	AECOM Sp z o.o.			
Kod:	Miejscowość:	Lublin	Ulica:	Filaretów
Od studzienki:	Do studzienki:		Długość odcinka:	Profil:
D53428	D53429		15,44 m	315
Średni spadek:	-0,39 %	Różnica wysokości:	-6,01 cm	PVC
Rodzaj kanału:	Kierunek badania:		Numer odcinka:	
deszczowy	Ze spadkiem			

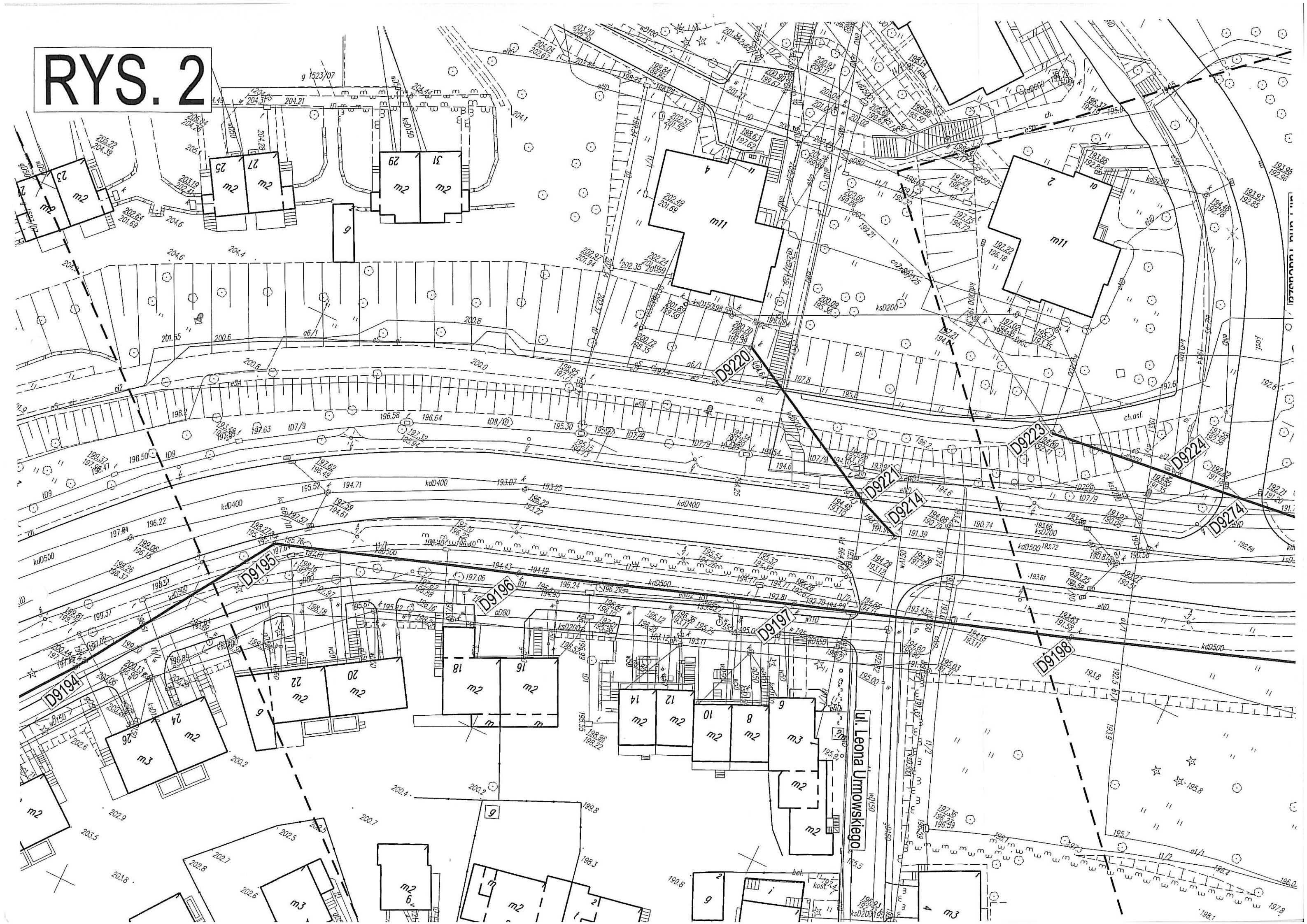


————— przebieg rzeczywisty ————— przebieg idealny

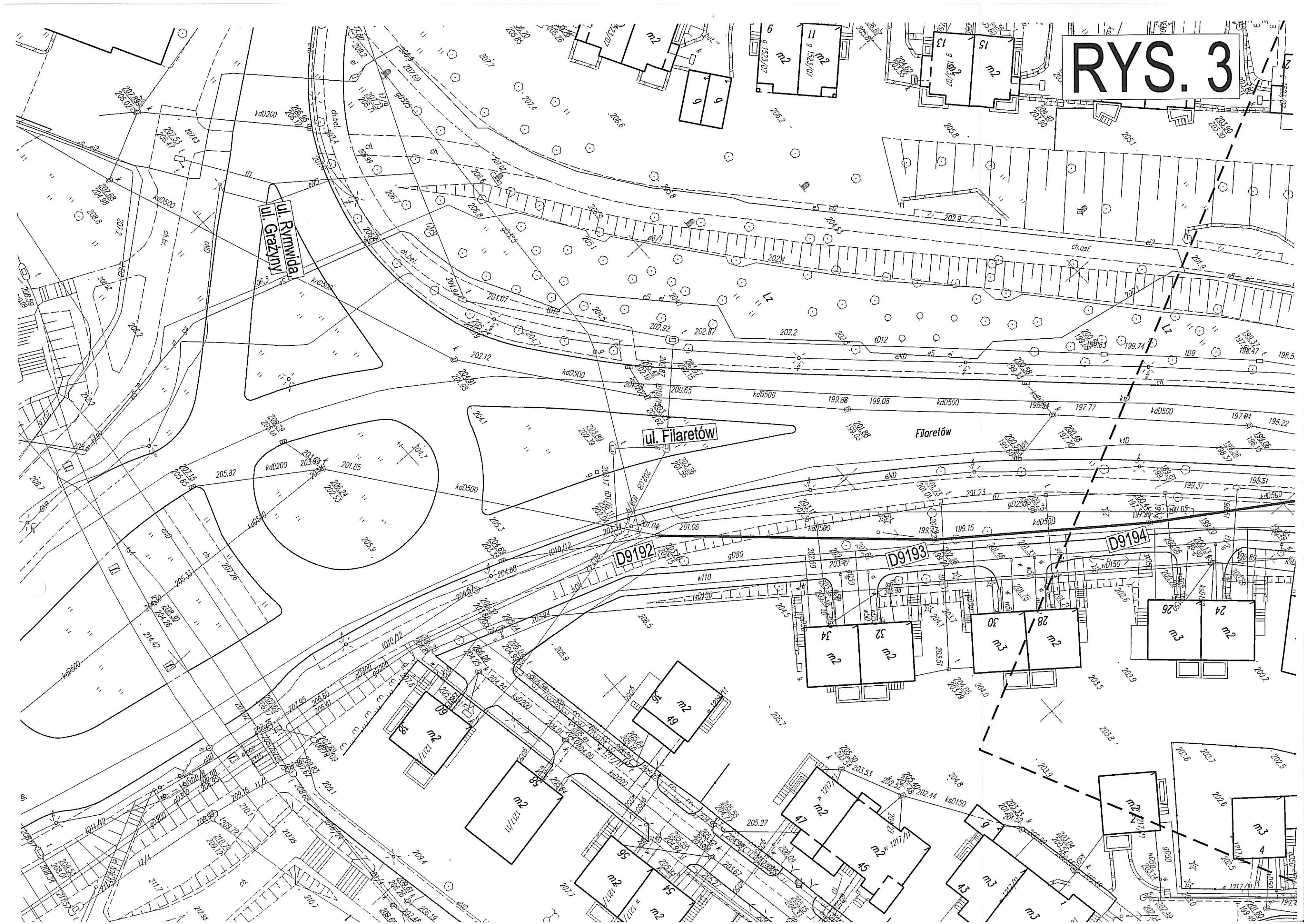
RYS. 1



RYS. 2

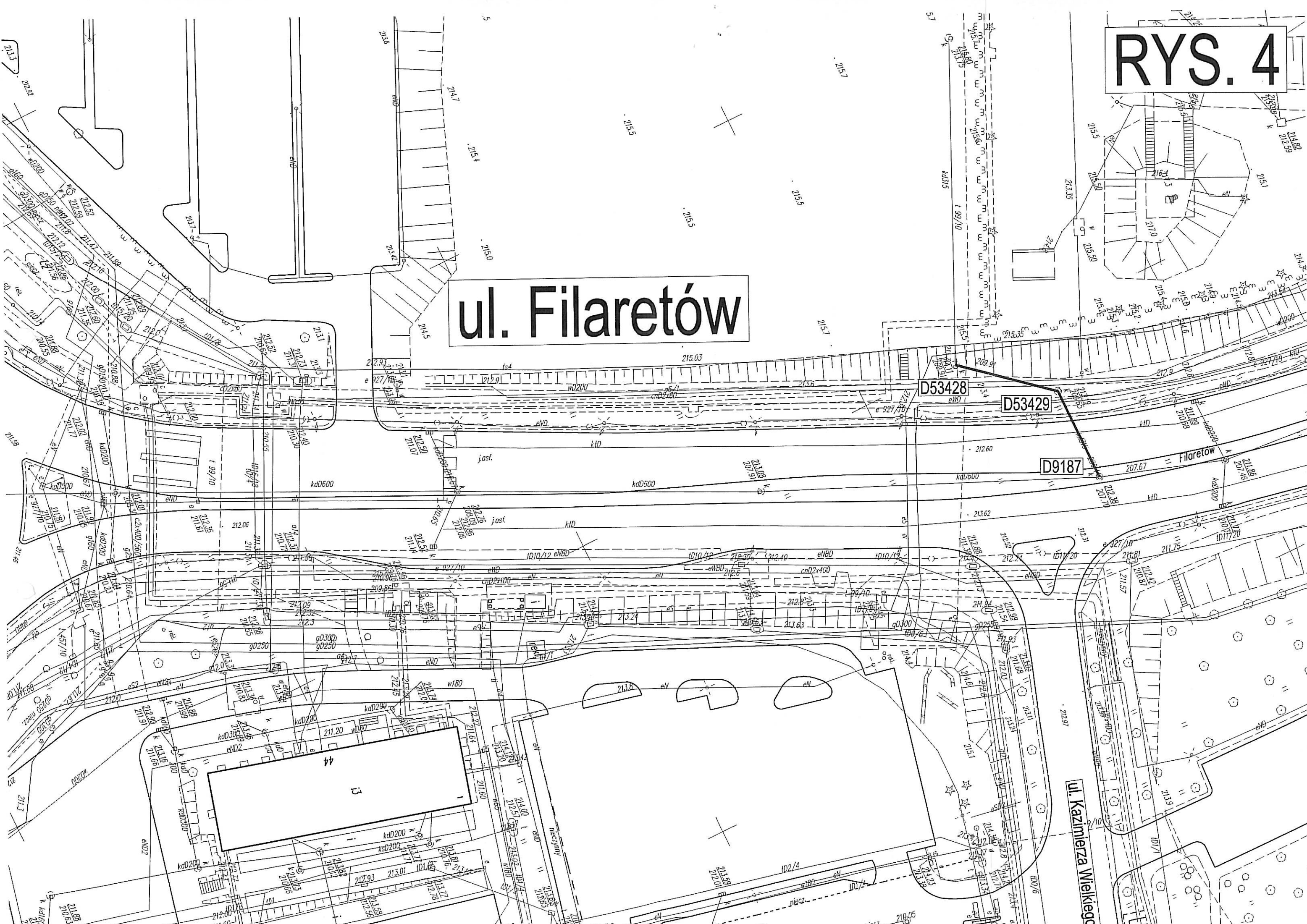


RYS. 3



RYS. 4

ul. Filaretów



Metodyka obliczeń statyczno wytrzymałościowych potwierdzających zdolność zastosowanego materiału – rękawa utwardzanego (CIPP) do przeniesienia wszystkich występujących obciążeń

Poniższe projektowanie rękawa utwardzanego (CIPP) opiera się na analizie elastycznej rury. Grubość ścianki rękawa oblicza się na podstawie zmodyfikowanego równania AWWA dla projektowania wyboczeń elastycznych rurociągów, umieszczanych w wykopach. Równanie to zostało zmodyfikowane dla potrzeb remontów kanałów poprzez uwzględnienie współczynnika owalizacji oraz uwzględnienie wpływu długotrwałego obciążenia. Grubość ścianki sprawdza się również przy pomocy wzoru Spanglera. Przydatność i poprawność tych równań dla potrzeb procedury projektowej rękawa została potwierdzona w ramach prowadzonych testów.

Zastosowanie rękawa prowadzi ogólnie do poprawy przepustowości rury dzięki mniejszej tendencji do sedymentacji osadów, wyeliminowaniu złączy oraz wygładzeniu powierzchni wewnętrznej rury. Do wyznaczenia prędkości i natężenia przepływu rur o przekroju kołowym całkowicie wypełnionych można wykorzystać tradycyjne równanie Manninga w postaci:

$$Q = \frac{0,463}{n} \cdot D^{\frac{8}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu [m^3/s],

n – współczynnik szorstkości Manninga (patrz tabela poniżej),

D – średnica wewnętrzna rury [mm],

S – spadek podłużny kanału [m/m],

Wartości współczynnika Manninga n dla rękawa oszacowano w ramach programu badań i analiz. Ciągłe pomiary natężenia przepływu prowadzono na wielu nie oczyszczonych odcinkach sieci kanalizacyjnej zrekonstruowanej metodą rękawa, w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Wyniki badań wskazują, że współczynnik szorstkości Manninga n dla eksploatowanych rur po renowacji rękawem był o 33% korzystniejszy niż w przypadku zwykłych rur z materiałów ceramicznych i betonu. Dla typowych zakresów zastosowań technologii rękawa średnia wartość współczynnika Manninga n dla rzeczywistych warunków eksploatacyjnych wyniosła 0,01. W wyniku badań stwierdzono jednak, że współczynnik n dla rękawa zależy w bardzo dużym stopniu od stanu technicznego przewodu przed remontem.

WSPÓŁCZYNNIK SZORSTKOŚCI MANNINGA n DLA TYPOWYCH MATERIAŁÓW Z KTÓRYCH WYKONANE SĄ RURY KANALIZACYJNE

Material rury	Współczynnik Manninga n
Rękaw nasączony żywicami termoutwardzalnymi	0,009 – 0,012
Rury ceramiczne szkliwione (kamionkowe), betonowe	0,013 – 0,017
Kanały murowane	0,013 – 0,017

W obliczeniach posłużono się współczynnikiem n Manninga dla kanałów przed renowacją o wartości $n = 0,013$.

Dla rur o przekroju kołowym, całkowicie wypełnionych, równanie Manninga można uprościć do postaci pozwalającej na porównanie przepustowości przed i po zainstalowaniu rękawa:

$$k_{EFC} = \frac{Q_{rekawa}}{Q_{dotychczas}} * 100 = \frac{n_{dotychczas}}{n_{rekawa}} * \left\{ \frac{D_{rekawa}}{D_{dotychczas}} \right\}^{\frac{8}{3}} * 100 \quad [\%]$$

k_{EFC} – przepustowość po zainstalowaniu rękawa wyrażona w procentach względem przepustowości rury pierwotnej,

$n_{dotychczas}$ - współczynnik szorstkości rury przed renowacją (z tabeli nr 1),

n_{rekawa} - współczynnik szorstkości rury po zainstalowaniu rękawa (z tabeli nr 1),

$D_{dotychczas}$ - średnica wewnętrzna rury przed renowacją,

D_{rekawa} - średnica wewnętrzna po zainstalowaniu rękawa,

Obliczenia wytrzymałościowe rękawa w związku z brakiem polskich norm przeprowadzane są zgodnie z założeniami normy ASTM 1216. Wymagania zostały jednak skorygowane i są zgodne z obowiązującymi normami polskimi i europejskimi między innymi:

PN-EN ISO 11295 „Wytyczne do klasyfikacji i projektowania systemów przewodów rurowych z tworzyw sztucznych stosowanych do renowacji”,

PN-EN ISO 11296-1 "Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej - Część 1: Postanowienia ogólne"

PN-EN ISO 11296-4 "Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej - Część 4: Wykładzina z rur utwardzanych na miejscu" oraz innymi normami przedmiotowymi.

W zależności od stanu rury pierwotnej, przyjmowane są dwa schematy obliczeniowe: naprawa przewodów częściowo uszkodzonych oraz naprawa przewodów całkowicie zniszczonych. W przypadku przewodów częściowo uszkodzonych kanał pierwotny zachowuje zdolność do przenoszenia obciążeń, w tym od ciężaru gruntu, jednakże mogą w nim występować takie uszkodzenia jak pęknięcia wzdłużne, pewne przesunięcia w przekroju poprzecznym, przesunięcia na złączach itp. W przypadku

kanalu całkowicie uszkodzonego, zakłada się, że konstrukcja przewodu utraciła zdolność do przenoszenia obciążeń, albo spodziewany jest taki stan w niedalekiej przyszłości. Cechami świadczącymi o stanie całkowitego zniszczenia jest brak znacznych fragmentów kanału, utratę pierwotnego kształtu kanału w postaci znaczącej owalizacji, silne skorodowanie rur itp.

W przypadku przewodów częściowo uszkodzonych kanał pierwotny zachowuje zdolność do przenoszenia obciążeń, w tym od ciężaru gruntu, jednakże mogą w nim występować takie uszkodzenia jak pęknięcia wzdłużne, pewne przesunięcia w przekroju poprzecznym, przesunięcia na złączach itp. Same tylko pęknięcia nie oznaczają utraty nośności. Jednakże takie pęknięcia mogą prowadzić w przyszłości do utraty zdolności do przenoszenia obciążeń, jeżeli na przykład cząsteczki otaczającego gruntu będą migrować do wnętrza przewodu. W przypadku gdy w otaczającym środowisku gruntowym znajduje się woda gruntowa to poprzez nieszczelności wywiera ona parcie hydrostatyczne na rękaw. Dlatego też rękaw projektowany jest w taki sposób, aby jego grubość była wystarczająca, z odpowiednim współczynnikiem bezpieczeństwa, do przeniesienia obciążeń związanych z ciśnieniem wody gruntowej.

Sprawdzenie grubości rękawa dla wyboczenia spowodowanego przez parcie hydrostatyczne wody gruntowej

$$P = \frac{2KE_L}{(1-\nu^2)} \cdot \frac{1}{(SDR-1)^3} \cdot \frac{C}{N}$$

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\nu^2)} \right]^{1/3} + 1}$$

t – grubość rękawa

D – wewnętrzna średnica istniejącej rury

C – poprawka na odstępstwo od przekroju kołowego

E_L - moduł sprężystości przy zginaniu rękawa [MPa]

N – współczynnik bezpieczeństwa

K – współczynnik wpływu usztywnienia

P – dopuszczalne ciśnienie dla wyboczenia usztywnionego [MPa]

Dopuszczalną wartość ciśnienia zewnętrznego P działającego na rurę oblicza się z równania:

$$1,5q/100(1+q/100)DR^2 - 0,5(1+q/100)DR = \sigma/PN$$

σ - wytrzymałość na zginanie rękawa [MPa]

W przypadku kanału całkowicie uszkodzonego zakłada się, że konstrukcja przewodu utraciła zdolność do przenoszenia obciążeń, albo spodziewany jest taki stan w niedalekiej przyszłości. Projektowanie rękawa w takim wypadku oparte jest na przypadku całkowitego zniszczenia rury pierwotnej grawitacyjnej. W takim przypadku rękaw projektuje się jak rurociąg, który samodzielnie musi wytrzymać wszelkie

obciążenia: zewnętrzne ciśnienie hydrostatyczne, nacisk gruntu, obciążenia zmienne i podciśnienie wewnątrz rurociągu. Projekt rękawa opiera się na stosowanych przy bezpośrednich wykopach analizie standardowej elastycznej rury. W odróżnieniu od metody polegającej na układaniu rurociągu bezpośrednio w wykopach, rękaw nie wymaga żadnych wykopów ani zasypów. Dla konstrukcji rurociągu korzystne jest pozostawienie nie naruszonej zwartości gruntu otaczającego rurę, dzięki czemu nie doprowadza się do pogorszenia jego parametrów wytrzymałościowych. Przyjęcie takiego toku obliczeń daje w pełni gwarancję bezpieczeństwa, gdyż w obliczeniach uwzględniane są znacznie większe obciążenia niż w rzeczywistości.

Dla wyeliminowania wątpliwości, co do kwalifikacji stopnia uszkodzenia kanału, grubość rękawa zasadniczo (poza oczywistymi wypadkami) obliczana jest zgodnie ze schematem obliczeń dla kanałów całkowicie uszkodzonych. Postępowanie takie daje gwarancję poprawnego zaprojektowania renowacji kanalizacji.

1. Grubość ścianki rękawa oblicza się najpierw na podstawie zmodyfikowanego równania AWWA dla projektowania wyboczeń elastycznych rurociągów umieszczanych w wykopach.

Równanie AWWA zostało wyprowadzone przez zespół badaniowy zajmujący się zagadnieniem wyboczenia w Komitecie Normalizacyjnym C950 Amerykańskiego Stowarzyszenia d/s Wodociągów i Kanalizacji. Otrzymaną wartość grubości ścianki rękawa sprawdza się przy pomocy wzoru Spanglera, służącego do obliczania odkształcenia elastycznej rury ułożonej w wykopie, spowodowane obciążeniem gruntu. Przydatność i poprawność tych równań dla potrzeb procedury projektowej rękawa została wykazana w ramach testów.

Zmodyfikowane równanie AWWA służy do obliczania grubości ścianki rury, koniecznej do zapewnienia trwałości oraz stateczności przewodu na wyboczenie przy uwzględnieniu takich obciążeń jak obciążenie gruntem, parciem wody gruntowej i obciążeniami eksploatacyjnymi. Równanie AWWA zostało poprawione dla potrzeb remontów rurociągów poprzez wprowadzenie współczynnika odstępstwa od kształtu kołowego, C , oraz uwzględnienie wpływu długotrwałego obciążenia.

Równanie to ma postać jak opisano w ASTM F1216:

$$q_t = \frac{C}{N} [32R_w B' E'_s (E_L \frac{I}{D^3})]^{\frac{1}{2}}$$

q_t - całkowite ciśnienie zewnętrzne wywierane na rurę [MPa]

$$q_t = 9,81H_w 10^{-3} + 9,81wH_s R_w 10^{-3} + W_s$$

H_w - wysokość słupa wody ponad szczytem rury

w - gęstość objętościowa gruntu

H_s - miąższość warstwy gruntu ponad szczytem rury

R_w - współczynnik wyporu wody

$$R_w = 1 - 0,33(H_w/H_s)$$

W_s - obciążenia eksploatacyjne [MPa]

B' - współczynnik podparcia elastycznego
 I - moduł bezwładności jednostkowego wycinka rękawa
 E'_s - moduł reakcji gruntu
 E_L - moduł sprężystości przy zginaniu rękawa [MPa]
 D - wewnętrzna średnica istniejącej rury
 N - współczynnik bezpieczeństwa
 C - współczynnik odstępstwa od przekroju kołowego

Poprawka na owalność % (q)	0	1,0	2,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
współczynnik C	1,00	0,91	0,84	0,70	0,64	0,59	0,49	0,41

po przekształceniu:

$$t = 0,721D \left[\frac{\left(\frac{Nq_t}{C} \right)^2}{E_L R_w B' E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

t – grubość rękawa

Rękaw projektowany w oparciu o zmodyfikowane równanie AWWA powinna mieć minimalną sztywność równą przynajmniej połowie wartości granicznej ustalonej przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA ($1,28 \times 10^{-3}$ MPa) czyli $0,64 \times 10^{-3}$ MPa.

W związku z zalecaną wartością minimalnej sztywności wynoszącej 1×10^{-3} MPa wprowadzono odstępstwo od założeń normy ASTM.

$$\frac{EI}{D^3} = \frac{E}{12(D/t)^3} \geq 1,00 \cdot 10^{-3} [\text{MPa}]$$

2. Sprawdzenie grubości rękawa pod względem ugięcia przy pomocy skorygowanego wzoru Spanglera.

$$\frac{Y}{D} = \frac{\frac{K(LW + W_s)}{E}}{1,5(DR - 1)^3 + 0,061E'_s} \cdot 100$$

Y - pionowe ugięcie rękawa [mm]
 Y/D - współczynnik ugięcia wyrażony procentowo
 L - empiryczny współczynnik otuliny, przyjmowany 1,25
 K - stała posadowienia, przyjmowana jako 0,083
 W - obciążenie gruntem [MPa]
 W_s - obciążenie eksploatacyjne [MPa]
 DR - współczynnik kształtu rękawa $DR = D/t$
 E_s - moduł reakcji gruntu, przyjmowany 5-10 [MPa]

Zalecane wielkości parametrów L i K dobrano według Informatora Nr 9 WPCF.

Dopuszczalna wielkość ugięcia rękawa wynosi 5%.

Obciążenie warstwą gruntu określa skorygowane równanie Marstona.

$$W=9,81CwB_d10^{-3}$$

W – obciążenie warstwą gruntu [MPa]

B_d – szerokość wykopu [m]

w – gęstość objętościowa gruntu [g/cm^3]

C – współczynnik

$$C = \frac{1 - e^{(-2ku'H_s / B_d)}}{2ku'}$$

k – stosunek ciśnienia poziomego do pionowego $ku'=0,165$

u' – współczynnik tarcia pomiędzy materiałem zasypowym a ścianami wykopu

H_s – miąższość warstwy gruntu ponad szczytem rury [m]

Wśród obciążeń eksploatacyjnych rozróżnia się obciążenia skupione i rozłożone.

Obciążenia skupione obliczane są przez całkowanie metodą Holla równania

Bousinesqa w następującej postaci

$$W_{sc}=0,0107C_sPF/D$$

W_{sc} – obciążenie eksploatacyjne działające na rurę od skupionego obciążenia użytkowego [MPa]

P – skupione obciążenie użytkowe [kG]

F – współczynnik zagęszczenia gruntu

C_s – współczynnik wpływu obciążenia

D – wewnętrzna średnica istniejącej rury [mm]

B_c – średnica wewnętrzna przewodu

Obciążenie działające na rurę od rozłożonego obciążenia użytkowego obliczane jest w następujący sposób:

$$W_{sd}=9,81C_spF 10^{-3}$$

W_{sd} – obciążenie eksploatacyjne działające na rurę od rozłożonego obciążenia użytkowego [MPa]

p – obciążenia działające na daną powierzchnię [g/cm^2]

F – współczynnik zagęszczenia gruntu

C_s – współczynnik wpływu obciążenia

$\frac{X}{2H_s}$ lub $\frac{B_c}{2H_s}$	$\frac{Z}{2H_s}$ lub $\frac{1,5}{2H_s}$													
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	5,0
0,1	0,019	0,037	0,053	0,067	0,079	0,089	0,097	0,103	0,108	0,112	0,117	0,121	0,124	0,128
0,2	0,037	0,072	0,103	0,131	0,155	0,174	0,189	0,202	0,211	0,219	0,229	0,238	0,244	0,248
0,3	0,053	0,103	0,149	0,190	0,224	0,252	0,274	0,292	0,306	0,318	0,333	0,345	0,355	0,360
0,4	0,067	0,131	0,190	0,241	0,284	0,320	0,349	0,373	0,391	0,405	0,425	0,440	0,454	0,460
0,5	0,079	0,155	0,224	0,284	0,336	0,379	0,414	0,441	0,463	0,481	0,505	0,525	0,540	0,548
0,6	0,089	0,174	0,252	0,320	0,379	0,428	0,467	0,499	0,524	0,544	0,572	0,596	0,613	0,624
0,7	0,097	0,189	0,274	0,349	0,414	0,467	0,511	0,546	0,584	0,597	0,628	0,650	0,674	0,688
0,8	0,103	0,202	0,292	0,373	0,441	0,499	0,546	0,584	0,615	0,639	0,674	0,703	0,725	0,740
0,9	0,108	0,211	0,306	0,391	0,463	0,524	0,574	0,615	0,647	0,673	0,711	0,742	0,766	0,784
1,0	0,112	0,219	0,318	0,405	0,481	0,544	0,597	0,639	0,673	0,701	0,740	0,774	0,800	0,816
1,2	0,117	0,229	0,333	0,425	0,505	0,572	0,628	0,674	0,711	0,740	0,783	0,820	0,849	0,868
1,5	0,121	0,238	0,345	0,440	0,525	0,596	0,650	0,703	0,742	0,774	0,820	0,861	0,894	0,916
2,0	0,124	0,244	0,355	0,454	0,540	0,613	0,674	0,725	0,766	0,800	0,849	0,894	0,930	0,958

3. Sprawdzenie grubości rękawa dla wyboczenia spowodowanego przez parcie hydrostatyczne wody gruntowej

$$P = \frac{2KE_L}{(1-\nu^2)} \cdot \frac{1}{(SDR-1)^3} \cdot \frac{C}{N}$$

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\nu^2)} \right]^{1/3} + 1}$$

t – grubość rękawa

D – wewnętrzna średnica istniejącej rury

C – poprawka na odstępstwo od przekroju kołowego

E_L - moduł sprężystości przy zginaniu rękawa [MPa]

N – współczynnik bezpieczeństwa

K – współczynnik wpływu usztywnienia

P – dopuszczalne ciśnienie dla wyboczenia usztywnionego [MPa]

Dopuszczalną wartość ciśnienia zewnętrznego P działającego na rurę oblicza się z równania:

$$1,5q/100(1+q/100)DR^2 - 0,5(1+q/100)DR = \sigma/PN$$

σ - wytrzymałość na zginanie rękawa [MPa]

Proponowane grubości rękawa do zastosowania w trakcie renowacji kanalizacji muszą zapewnić pełną wytrzymałość na obciążenie gruntem, obciążenia hydrostatyczne, obciążenia eksploatacyjne.

Grubość rękawa po utwardzeniu (grubość konstrukcyjna) wymagana do zastosowania:

średnica [mm]	minimalna grubość rękawa (CIPP) po utwardzeniu (grubość konstrukcyjna) [mm]
400	7,5
500	10,0
600	11,0

Minimalna sztywność obwodowa zgodnie ze wzorem powinna być $\geq 1 \text{ kN/m}^2$

$$\frac{EI}{D^3} = \frac{E}{12(D/t)^3} \geq 1,00 \cdot 10^{-3} [\text{MPa}]$$

D – średnica wewnętrzna naprawianej rury
t – grubość rękawa

OBLICZENIE GRUBOŚCI ŚCIANKI RĘKAWA UTWARDZANEGO (CIPP) Ø 200

Ocena stopnia uszkodzeń kanału

kanal całkowicie uszkodzony

średnica wewnętrzna	200 [mm]
minimalna średnica rury	192 [mm]
schemat obliczeń dla rury	całkowicie zniszczona
zewnątrzny słup wody (H_w) ponad szczytem rury	0,80 [m]
zewnątrzny słup wody ponad dnem rury	1,00 [m]
miąższość warstwy gruntu (H_s)	2,80 [m]
miąższość warstwy gruntu ponad dnem rury	3,00 [m]
rodzaj gruntu	piasek, żwir, glina
moduł reakcji gruntu	7 [MPa]
moduł sprężystości rękawa CIPP	2100 [MPa]
wytrzymałość na ściskanie przy zginaniu rękawa CIPP	35 [MPa]
moduł sprężystości przy zginaniu rękawa CIPP	1100 [MPa]
pomniejszony o poprawkę na oddziaływania długotrwałe zagęszczone obciążenia eksploatacyjne	7200 kg

1. Analiza stateczności na wyboczenie wg. równania AWWA

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

a) obliczenie obciążenia

$$q_t = 9,81 \times 10^{-3} \times H_w + 9,81 \times 10^{-3} \times w \times H_s \times R_w + W_s$$

$$R_w = 1 - 0,33 \times H_w / H_s$$

$$R_w = 0,91$$

$$w = 1,90 \quad [\text{g/cm}^3]$$

$$W_s = W_{sc} = 0,0107 \times (C_s \times P \times F / D)$$

$$C_s = 0,049$$

$$F = 1,0$$

$$W_{sc} = 18,875 \times 10^{-3} \quad [\text{MPa}]$$

$$q_t = 0,074 \quad [\text{MPa}]$$

b) obliczenie współczynnika podparcia sprężystego

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0,213 \times H_s})$$

$$B' = 0,312$$

c) obliczenie współczynnika odstępowania od przekroju kołowego

$$q = 100 \times (D - D_{\min}) / D$$

$$q = 4,0$$

$$C = 0,7$$

d) wyznaczenie minimalnej grubości ścianki rękawa (CIPP) z warunku na wyboczenie

$$N= 2$$

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t= 3,95 \text{ mm}$$

e) obliczenie sztywności

$$S = \frac{E}{12 \times (DR)^3} \geq 1,00 \times 10^{-3}$$

Dla spełnienia warunku minimalnej sztywności wynoszącej 1×10^{-3} MPa zawartej w polskiej normy PN-EN 13566-1 minimalna grubość rękawa wynosi

$$t_{\min} = 3,59 \text{ mm}$$

$$DR = D/t \quad DR = 55,71$$

$$S = 1,01 \text{ kN/m}^2 \quad \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Sztywność rękawa o grubości

$$t = 3,95 \text{ mm}$$

spełniającej warunek na wyboczenie oraz warunek minimalnej sztywności wynosi:

$$DR = D/t$$

$$DR = 50,63$$

$$S = 1,35 \text{ kN/m}^2 \quad \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Rękaw spełnia warunek sztywności zgodnie z wartością ustaloną przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA oraz warunek minimalnej sztywności zawarty w polskiej normy PN-EN 13566-1 i wynoszący 1×10^{-3} MPa

2. Ugięcie (wzór Spanglera)

$$K = 0,083$$

$$L = 1,25$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{K \times (L \times W + W_s)}{E} \times 100 \% \\ 1,5 \times (DR - 1)^3 + 0,061 \times E'_s$$

a) obliczenie obciążenia

$$W = 9,81 \times 10^{-3} \times C \times w \times B_d$$

$$B_d = 1,20 \text{ m}$$

$$C = [1 - e^{(-2ku'H/B_d)}] / 2ku'$$

$$ku' = 0,165$$

$$C = 1,627$$

$$W = 0,036 \text{ [MPa]}$$

$$W_s = 0,0189 \text{ [MPa]}$$

b) obliczenie ugięcia

$$Y/D = 1,21\% < 5\%$$

3. Wyboczenie spowodowane przez ciśnienie wody z zewnątrz

a) obliczenie obciążenia

$$P = 1 \text{ m ponad dnem rury}$$

czyli, 0,01 MPa

b) obliczenia grubości

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2 \times K \times E_L \times C}{P \times N \times (1 - \nu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

K – współczynnik wpływu usztywnienia

$$K = 7$$

N – współczynnik bezpieczeństwa

$$N = 2$$

$$t = 2,35 \text{ mm}$$

4. Ograniczenie ciśnienia w związku z naprężeniami

$$1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR = \sigma / PN$$

$$q = 4,0\%$$

$$\sigma = P \times N \times (1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR)$$

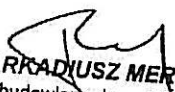
$$\sigma = 2,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma < 35 \text{ MPa}$$

warunek spełniony

Na podstawie powyższego minimalna grubość rękawa po utwardzeniu wynosi

$$t = 4,0 \text{ mm}$$


mgr inż. **ARKADIUSZ MERCHEL**
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 157/01/OL

OBLICZENIE GRUBOŚCI ŚCIANKI RĘKAWA UTWARDZANEGO (CIPP)

Ø 400

Ocena stopnia uszkodzeń kanału

kanał całkowicie uszkodzony

średnica wewnętrzna	400 [mm]
minimalna średnica rury	380 [mm]
schemat obliczeń dla rury	całkowicie zniszczona
zewnątrzny słup wody (H_w) ponad szczytem rury	0,60 [m]
zewnątrzny słup wody ponad dnem rury	1,00 [m]
miąższość warstwy gruntu (H_s)	2,60 [m]
miąższość warstwy gruntu ponad dnem rury	3,00 [m]
rodzaj gruntu	piasek, żwir, glina
moduł reakcji gruntu	7 [MPa]
moduł sprężystości rękawa CIPP	2100 [MPa]
wytrzymałość na ściskanie przy zginaniu rękawa CIPP	35 [MPa]
moduł sprężystości przy zginaniu rękawa CIPP	1100 [MPa]
pomniejszony o poprawkę na oddziaływania długotrwałe zagęszczone obciążenia eksploatacyjne	7200 kg

1. Analiza stateczności na wyboczenie wg. równania AWWA

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

a) obliczenie obciążenia

$$q_t = 9,81 \times 10^{-3} \times H_w + 9,81 \times 10^{-3} \times w \times H_s \times R_w + W_s$$

$$R_w = 1 - 0,33 \times H_w / H_s$$

$$R_w = 0,92$$

$$w = 1,90 \quad [\text{g/cm}^3]$$

$$W_s = W_{sc} = 0,0107 \times (C_s \times P \times F / D)$$

$$C_s = 0,053$$

$$F = 1,0$$

$$W_{sc} = 10,208 \times 10^{-3} \quad [\text{MPa}]$$

$$q_t = 0,061 \quad [\text{MPa}]$$

b) obliczenie współczynnika podparcia sprężystego

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213 \times H_s})$$

$$B' = 0,303$$

c) obliczenie współczynnika odstępstwa od przekroju kołowego

$$q = 100 \times (D - D_{\min}) / D$$

$$q = 5,0$$

$$C = 0,64$$

d) wyznaczenie minimalnej grubości ścianki rękawa (CIPP) z warunku na wyboczenie

$$N = 2$$

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t = 7,39 \text{ mm}$$

e) obliczenie sztywności

$$S = \frac{E}{12 \times (DR)^3} \geq 1,00 \times 10^{-3}$$

Dla spełnienia warunku minimalnej sztywności wynoszącej 1×10^{-3} MPa zawartej w polskiej normy PN-EN 13566-1 minimalna grubość rękawa wynosi

$$t_{\min} = 7,17 \text{ mm}$$

$$DR = D/t \quad DR = 55,79$$

$$S = 1,01 \text{ kN/m}^2 \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Sztywność rękawa o grubości $t = 7,39 \text{ mm}$ spełniającej warunek na wyboczenie oraz warunek minimalnej sztywności wynosi:

$$DR = D/t$$

$$DR = 54,13$$

$$S = 1,1 \text{ kN/m}^2 \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Rękaw spełnia warunek sztywności zgodnie z wartością ustaloną przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA oraz warunek minimalnej sztywności zawarty w polskiej normy PN-EN 13566-1 i wynoszący 1×10^{-3} MPa

2. Ugięcie (wzór Spanglera)

$$K = 0,083$$

$$L = 1,25$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{K \times (L \times W + W_s)}{E} \times 100 \% \\ 1,5 \times (DR - 1)^3 + 0,061 \times E_s'$$

a) obliczenie obciążenia

$$W = 9,81 \times 10^{-3} \times C \times w \times B_d$$

$$B_d = 1,20 \text{ m}$$

$$C = [1 - e^{(-2ku'H/B_d)}] / 2ku'$$

$$ku' = 0,165$$

$$C = 1,548$$

$$W = 0,035 \text{ [MPa]}$$

$$W_s = 0,0102 \text{ [MPa]}$$

b) obliczenie ugięcia

$$Y/D = 1,03\% < 5\%$$

3. Wyboczenie spowodowane przez ciśnienie wody z zewnątrz

a) obliczenie obciążenia

$$P = 1 \text{ m ponad dnem rury}$$

czyli, 0,01 MPa

b) obliczenia grubości

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2 \times K \times E_L \times C}{P \times N \times (1 - \nu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

K – współczynnik wpływu usztywnienia

$$K = 7$$

N – współczynnik bezpieczeństwa

$$N = 2$$

$$t = 4,85 \text{ mm}$$

4. Ograniczenie ciśnienia w związku z naprężeniami

$$1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR = \sigma / PN$$

$$q = 5,0\%$$

$$\sigma = P \times N \times (1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR)$$

$$\sigma = 4,05 \text{ MPa}$$

$$\sigma < 35 \text{ MPa}$$

warunek spełniony

Na podstawie powyższego minimalna grubość rękawa po utwardzeniu wynosi

$$t = 7,5 \text{ mm}$$

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 157/01/OL



OBLICZENIE GRUBOŚCI ŚCIANKI RĘKAWA UTWARDZANEGO (CIPP) Ø 500

Ocena stopnia uszkodzeń kanału

kanal całkowicie uszkodzony

średnica wewnętrzna	500 [mm]
minimalna średnica rury	480 [mm]
schemat obliczeń dla rury	całkowicie zniszczona
zewnątrzny słup wody (H_w) ponad szczytem rury	0,50 [m]
zewnątrzny słup wody ponad dnem rury	1,00 [m]
miąższość warstwy gruntu (H_s)	4,00 [m]
miąższość warstwy gruntu ponad dnem rury	4,50 [m]
rodzaj gruntu	piasek, żwir, glina
moduł reakcji gruntu	7 [MPa]
moduł sprężystości rękawa CIPP	2100 [MPa]
wytrzymałość na ściskanie przy zginaniu rękawa CIPP	35 [MPa]
moduł sprężystości przy zginaniu rękawa CIPP	1100 [MPa]
pomniejszony o poprawkę na oddziaływania długotrwałe zwiększone obciążenia eksploatacyjne	7200 kg

1. Analiza stateczności na wyboczenie wg. równania AWWA

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

a) obliczenie obciążenia

$$q_t = 9,81 \times 10^{-3} \times H_w + 9,81 \times 10^{-3} \times w \times H_s \times R_w + W_s$$

$$R_w = 1 - 0,33 \times H_w / H_s$$

$$R_w = 0,96$$

$$w = 1,90 \quad [\text{g/cm}^3]$$

$$W_s = W_{sc} = 0,0107 \times (C_s \times P \times F / D)$$

$$C_s = 0,037$$

$$F = 1,0$$

$$W_{sc} = 5,701 \times 10^{-3} \quad [\text{MPa}]$$

$$q_t = 0,082 \quad [\text{MPa}]$$

b) obliczenie współczynnika podparcia sprężystego

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213 \times H_s})$$

$$B' = 0,370$$

c) obliczenie współczynnika odstępstwa od przekroju kołowego

$$q = 100 \times (D - D_{\min}) / D$$

$$q = 4,0$$

$$C = 0,7$$

d) wyznaczenie minimalnej grubości ścianki rękawa (CIPP) z warunku na wyboczenie

$$N = 2$$

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_i}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t = 9,80 \text{ mm}$$

e) obliczenie sztywności

$$S = \frac{E}{12 \times (DR)^3} \geq 1,00 \times 10^{-3}$$

Dla spełnienia warunku minimalnej sztywności wynoszącej 1×10^{-3} MPa zawartej w polskiej normy PN-EN 13566-1 minimalna grubość rękawa wynosi

$$t_{\min} = 8,97 \text{ mm}$$

$$DR = D/t \quad DR = 55,74$$

$$S = 1,01 \text{ kN/m}^2 \quad \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Sztywność rękawa o grubości

$$t = 9,8 \text{ mm}$$

spełniającej warunek na wyboczenie oraz warunek minimalnej sztywności wynosi:

$$DR = D/t$$

$$DR = 51,02$$

$$S = 1,32 \text{ kN/m}^2 \quad \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Rękaw spełnia warunek sztywności zgodnie z wartością ustaloną przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA oraz warunek minimalnej sztywności zawarty w polskiej normy PN-EN 13566-1 i wynoszący 1×10^{-3} MPa

2. Ugięcie (wzór Spanglera)

$$K = 0,083$$

$$L = 1,25$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{K \times (L \times W + W_s)}{\frac{E}{1,5 \times (DR - 1)^3} + 0,061 \times E'_s} \times 100 \%$$

a) obliczenie obciążenia

$$W = 9,81 \times 10^{-3} \times C \times w \times B_d$$

$$B_d = 1,20 \text{ m}$$

$$C = [1 - e^{(-2ku'H/B_d)}] / 2ku'$$

$$ku' = 0,165$$

$$C = 2,022$$

$$W = 0,045 \text{ [MPa]}$$

$$W_s = 0,0057 \text{ [MPa]}$$

b) obliczenie ugięcia

$$Y/D = 1,17\% < 5\%$$

3. Wyboczenie spowodowane przez ciśnienie wody z zewnątrz

a) obliczenie obciążenia

$$P = 1 \text{ m ponad dnem rury}$$

czyli, 0,01 MPa

b) obliczenia grubości

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2 \times K \times E_L \times C}{P \times N \times (1 - \nu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

K – współczynnik wpływu usztywnienia

$$K = 7$$

N – współczynnik bezpieczeństwa

$$N = 2$$

$$t = 5,88 \text{ mm}$$

4. Ograniczenie ciśnienia w związku z naprężeniami

$$1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR = \sigma / PN$$

$$q = 4,0\%$$

$$\sigma = P \times N \times (1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR)$$

$$\sigma = 2,72 \text{ MPa}$$

$$\sigma < 35 \text{ MPa}$$

warunek spełniony

Na podstawie powyższego minimalna grubość rękawa po utwardzeniu wynosi

$$t = 10 \text{ mm}$$

mgr inż. **ARKADIUSZ MERCHEL**
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 157/01/OL



OBLICZENIE GRUBOŚCI ŚCIANKI RĘKAWA UTWARDZANEGO (CIPP) Ø 600

Ocena stopnia uszkodzeń kanału

kanał całkowicie uszkodzony

średnica wewnętrzna	600 [mm]
minimalna średnica rury	570 [mm]
schemat obliczeń dla rury	całkowicie zniszczona
zewnątrzny słup wody (H_w) ponad szczytem rury	0,40 [m]
zewnątrzny słup wody ponad dnem rury	1,00 [m]
miąższość warstwy gruntu (H_s)	2,40 [m]
miąższość warstwy gruntu ponad dnem rury	3,00 [m]
rodzaj gruntu	piasek, żwir, glina
moduł reakcji gruntu	7 [MPa]
moduł sprężystości rękawa CIPP	2100 [MPa]
wytrzymałość na ściskanie przy zginaniu rękawa CIPP	35 [MPa]
moduł sprężystości przy zginaniu rękawa CIPP	1100 [MPa]
pomniejszony o poprawkę na oddziaływania długotrwałe zagęszczone obciążenia eksploatacyjne	7200 kg

1. Analiza stateczności na wyboczenie wg. równania AWWA

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_l}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

a) obliczenie obciążenia

$$q_l = 9,81 \times 10^{-3} \times H_w + 9,81 \times 10^{-3} \times w \times H_s \times R_w + W_s$$

$$R_w = 1 - 0,33 \times H_w / H_s$$

$$R_w = 0,95$$

$$w = 1,90 \quad [\text{g/cm}^3]$$

$$W_s = W_{sc} = 0,0107 \times (C_s \times P \times F / D)$$

$$C_s = 0,07$$

$$F = 1,0$$

$$W_{sc} = 8,988 \times 10^{-3} \quad [\text{MPa}]$$

$$q_l = 0,055 \quad [\text{MPa}]$$

b) obliczenie współczynnika podparcia sprężystego

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0,213 \times H_s})$$

$$B' = 0,294$$

c) obliczenie współczynnika odstępstwa od przekroju kołowego

$$q = 100 \times (D - D_{\min}) / D$$

$$q = 5,0$$

$$C = 0,64$$

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny 15721/C

d) wyznaczenie minimalnej grubości ścianki rękawa (CIPP) z warunku na wyboczenie
 $N = 2$

$$t = 0.721 \times D \times \left[\frac{\left(\frac{N \times q_t}{C} \right)^2}{E_L \times R_w \times B' \times E'_s} \right]^{\frac{1}{3}}$$

t = 10,38 mm

e) obliczenie sztywności

$$S = \frac{E}{12 \times (DR)^3} \geq 1,00 \times 10^{-3}$$

Dla spełnienia warunku minimalnej sztywności wynoszącej 1×10^{-3} MPa zawartej w polskiej normy PN-EN 13566-1 minimalna grubość rękawa wynosi

$$t_{\min} = 10,76 \text{ mm}$$

$$DR = D/t$$

$$DR = 55,76$$

$$S = 1,01 \text{ kN/m}^2 \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Sztywność rękawa o grubości

$$t = 10,76 \text{ mm}$$

spełniającej warunek na wyboczenie oraz warunek minimalnej sztywności wynosi:

$$DR = D/t$$

$$DR = 55,76$$

$$S = 1,01 \text{ kN/m}^2 \geq 1 \text{ kN/m}^2$$

Rękaw spełnia warunek sztywności zgodnie z wartością ustaloną przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA oraz warunek minimalnej sztywności zawarty w polskiej normy PN-EN 13566-1 i wynoszący 1×10^{-3} MPa

2. Ugięcie (wzór Spanglera)

$$K = 0,083$$

$$L = 1,25$$

$$\frac{Y}{D} = \frac{K \times (L \times W + W_s)}{\frac{E}{1,5 \times (DR - 1)^3} + 0,061 \times E'_s} \times 100 \%$$

a) obliczenie obciążenia

$$W = 9,81 \times 10^{-3} \times C \times w \times B_d$$

$$B_d = 1,20 \text{ m}$$

$$C = [1 - e^{(-2ku'H/B_d)}] / 2ku'$$

$$ku' = 0,165$$

$$C = 1,464$$

$$W = 0,033 \text{ [MPa]}$$

$$W_s = 0,009 \text{ [MPa]}$$

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
 Uprawnienia budowlane do projektowania
 bez ograniczeń w specjalności
 konstrukcyjno-budowlanej
 nr ewidencyjny 167/01/01

b) obliczenie ugięcia

$$Y/D = 0,96\% < 5\%$$

3. Wyboczenie spowodowane przez ciśnienie wody z zewnątrz

a) obliczenie obciążenia

$$P = 1 \text{ m ponad dnem rury}$$

czyli, 0,01 MPa

b) obliczenia grubości

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2 \times K \times E_L \times C}{P \times N \times (1 - \nu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

K – współczynnik wpływu usztywnienia

$$K = 7$$

N – współczynnik bezpieczeństwa

$$N = 2$$

$$t = 7,27 \text{ mm}$$

4. Ograniczenie ciśnienia w związku z naprężeniami

$$1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR = \sigma / PN$$

$$q = 5,0\%$$

$$\sigma = P \times N \times (1,5 \times (q/100) \times (1 + q/100) \times DR^2 - 0,5 \times (1 + q/100) \times DR)$$

$$\sigma = 4,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma < 35 \text{ MPa}$$

warunek spełniony

Na podstawie powyższego minimalna grubość rękawa po utwardzeniu wynosi

$$t = 11,0 \text{ mm}$$

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej;
nr ewidencyjny 157/01/COL

mgr inż. ARKADIUSZ MERCHEL
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej;
nr ewidencyjny 157/01/COL

