

**EKSPERTYZA TECHNICZNA DOTYCZĄCA RENOWACJI
GŁÓWNEGO KOLEKTORA SIECI KANALIZACYJNEJ W
GŁOGOWIE W REJONIE SKRZYŻOWANIA
UL. P. SKARGI Z UL. NADODRZAŃSKĄ**

dr inż. Arkadiusz Szot

dr inż. Arkadiusz Szot
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności konstr.-bud.
nr ewid. 345/01/DUW
tel. 0 606 639 424, (071) 368 70 66



Wrocław, 2017

SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowania	3
2. Cel i zakres opracowania	3
3. Materiały wykorzystane w opracowaniu	3
4. Opis ogólny obiektu	4
5. Bieżące uwarunkowania techniczne funkcjonowania obiektu	5
6. Rozwiązanie renowacji postulowane w dokumentacji [8]	7
7. Ocena stanu technicznego	9
8. Zalecenia i uwagi	13

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi umowa między PWiK Głogów Sp. z o.o. a firmą Struuctis A.Szot, Wrocław.

2. Cel i zakres opracowania

Zgodnie z treścią zlecenia celem jest rozpoznanie oraz rewizja rozwiązania technicznego renowacji głównego kolektora ściekowego w Głogowie pod skrzyżowaniem ul. P. Skargi i Nadbrzeżnej. Opinia o stanie technicznym kolektora dotyczy aspektów konstrukcyjno-budowlanych związanych z bieżącą i przyszłą eksploatacją obiektu. Wynikiem analizy są zalecenia dotyczące przywrócenia prawidłowego stanu technicznego i funkcjonowania kolektora w sposób optymalny pod względem minimalizacji ryzyka konstrukcyjnego i maksymalizacji efektywności ekonomicznej.

3. Materiały wykorzystane w opracowaniu

- [1] Mapa zasadnicza 1:500 z naniesionymi elementami sieci kanalizacyjnej,
- [2] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Głogowa (stan listopad 2009),
- [3] White Paper on Condition Assessment of Wastewater Collection Systems, United States Environmental Protection Agency, maj 2009,
- [4] Prognoza eksploatacji rud miedzi na miasto Głogów, HydroGeoMetal Sp. z o.o., Lubin 2009,
- [5] Wyniki inspekcji wzrokowej i telewizyjnej kolektora przeprowadzonych w 2009 r.
- [6] Sewerage Rehabilitation Manual, 4 edycja, Water Research Center, Londyn 2001
- [7] "Ocena stanu technicznego głównego kolektora sieci kanalizacyjnej w Głogowie", opracowanie Katedry Budownictwa i Infrastruktury Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z 2009 roku
- [8] Dokumentacja projektowa modernizacji kolektorów kanalizacyjnych miasta Głogowa". Biuro Usług Inżynierskich L. Wysocki, Wrocław 2013 r.

4. Opis ogólny obiektu

Rozpatrywany odcinek głównego kolektora sieci ogólnospławnej Głogowa na odcinku od studni S4 do S5 (wg numeracji użytej w opracowaniu [7]) o długości ok. 25 m przebiega łukowo (promień łuku ok. 10 m) w planie z ul. P. Skargi, w ul. Nadodrzańską.

Rozpatrywany odcinek kolektora wykonany została w technologii tradycyjnej z cegieł klinkierowych zwykłych i klinowych na zaprawie cementowej. Nie istnieją dokładne, archiwalne dane dotyczące posadowienia i dokładnego kształtu przekroju kanału (w tym grubości ścian, sklepień). Odcinek kolektora wzdłuż ul. P. Skargi i ul. Nabrzeżnej został wykonany w okresie zasadniczej przebudowy Głogowa, która miała na celu likwidację konstrukcji militarnych (mury obronne, fosa). Przebudowa Głogowa obejmowała również w tym okresie wykonanie nowej linii kolejowej bezpośrednio przy brzegu Odry i konstrukcji inżynierskich z tym związanych (arkady nad torami, ściana oporowa, most przez Odrę).

Kształt przekroju poprzecznego na rozpatrywanym odcinku od studni S4 do S5 jest jajowy o nieznanymi proporcjach wysokości do szerokości (generalnie dla sąsiednich odcinków ok. 1,5/1). Pomiary wykonane w 2009 roku dały wyniki rozbieżne z figurującymi na mapie zasadniczej sieci kanalizacyjnej. W dokumentacji [8] również nie przeprowadzono szczegółowych pomiarów przekroju poprzecznego.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych danych wg mapy zasadniczej [7]

nr studni	rzędna dna [m]	rzędna terenu [m]	zagłębienie dna [m]	nr odcinka	dł. odcinka [m]	i [%]	przekrój wg mapy [mm]
1		80.19					600x900
2	75.76	80.32	4.56	1 2	39		900x1300
4	75.65	80.58	4.93	2 4	40	2.7	730x1100
5	75.39	78.89	3.5	4 5	24.5	10.	700x1100
6	75.42	78.91	3.49	5 6	50	-0.6	700x1050

Tabela 2. Zestawienie wyników pomiaru geometrii kanału z danymi wg mapy zasadniczej [7]

nr studni	przekrój wg pomiarów własnych [mm] szer. x wys.	nr odcinka	przekrój wg mapy [mm] szer. x wys.	typ przekroju wg pomiarów własnych
00				
0	600x900	00-0		jajowy normalny
1	600x900	0-1	600x900	jajowy normalny
2	600x900	1 2	900x1300	jajowy normalny
4	900x1200	2 4	730x1100	jajowy normalny
5	700x830	4 5	700x1100	jajowy normalny
6		5 6	700x1050	jajowy normalny



Rys. 1-2 Zmiana geometrii przekroju kanału na odcinku między studniami.

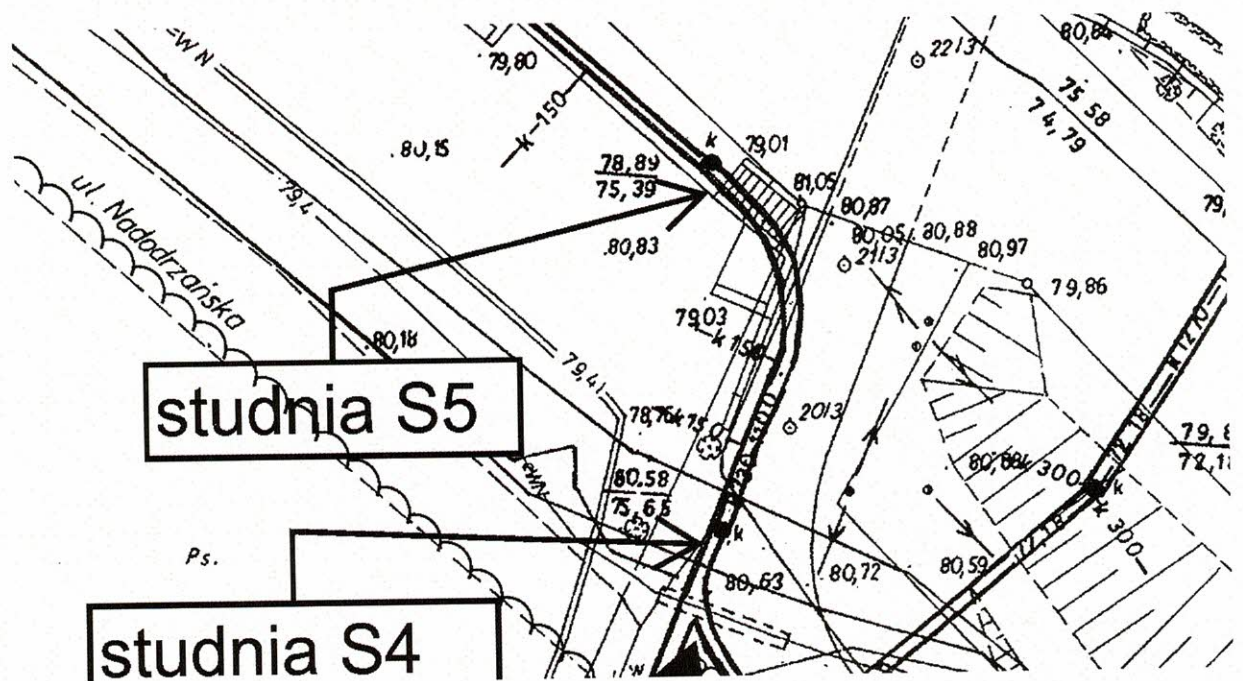
5. Bieżące uwarunkowania techniczne funkcjonowania obiektu

Rozpatrywany kolektor zlokalizowany jest pod ulicami o małym natężeniu ruchu. W rezultacie nie ma w większości przypadków zagrożenia ze strony dużych obciążeń komunikacyjnych od taboru samochodowego.

Szczególnie istotnym aspektem funkcjonowania rozpatrywanego odcinka kolektora jest sąsiedztwo dwutorowej magistrali kolejowej Wrocław-Szczecin. Ważnym problemem jest odległość kanału od torowiska, która w najbliższym miejscu wynosi ok. 4 m. Ponadto kineta kolektora jest na całym odcinku ul. Nadodrzańskiej powyżej rzędnej torowiska. Bryłę gruntu w której posadowiony jest kolektor utrzymuje żelbetowa ściana oporowa. Minimalna odległość kolektora względem krawędzi ściany wynosi ok. 1 m. Obecność torowiska kolejowego przekłada się na drgania, które są wyraźnie odczuwalne wewnątrz studni, co zaobserwowano osobiście podczas inspekcji. Silne drgania nie przekładają się jednak jak dotychczas na istotną degradację konstrukcji studni i kanału.

Wpływ na badany odcinek kolektora ma również stan techniczny infrastruktury sąsiadującej z kanałem. W szczególności podkreślić tu trzeba obecność ściany oporowej dzielącej ul. Nadodrzańską i posadowiony tam kolektor od terenu PKP. Od stanu technicznego tej konstrukcji zależy kondycja naprawianego odcinka kolektora.

Ewentualne awarie lub przemieszczenia przekładać się będą na stan techniczny kolektora. Wynikać to może ze zmiany zagęszczenia gruntu w sąsiedztwie kanału. Zależność ta jest wzajemna. Ingerencja w obsypkę i nadsypkę kanału przekładać się będzie na zmiany układu obciążeń i podparcia ściany oporowej. Na ścianę oporową oddziałuje wyraźnie obciążenie dynamiczne wywołane przejazdem taboru kolejowego. Należy mieć na uwadze, że istnieje bezpośrednia interakcja między kanałem a ścianą oporową. Rozwiązania techniczne renowacji kanału muszą uwzględniać potencjalne niekorzystne zjawiska wobec ściany oporowej, ale również przyczółka wiaduktu drogowego nad torowiskiem kolejowym, z którym kanał bezpośrednio sąsiaduje.



Rys. 3 Mapa zasadnicza rozpatrywanego odcinka z przylegającą infrastrukturą.



Rys. 4 Ściana oporowa przy torowisku kolejowym.



Rys. 5 Wiadukt drogowy nad torowiskiem kolejowym przy rozpatrywanym odcinku kanału.

6. Rozwiązanie renowacji postulowane w dokumentacji [8]

W dokumentacji [8] renowację rozpatrywanego odcinka S4 do S5 opisano następująco: *„Konieczność wykonania remontu (przemurowania) uszkodzonego fragmentu tego odcinka jaki wykonano w przeszłości wynikała prawdopodobnie z uszkodzenia w trakcie działań wojennych lub lokalnego obniżenia parametrów wytrzymałościowych gruntu. Ponowne uszkodzenie przemurowanego fragmentu*

świadczy o tym, że stan gruntu w poziomie posadowienia przewodu jest niestabilny, a parametry wytrzymałościowe niskie. W takiej sytuacji remont tego odcinka przewodu w technologii bezwykopowej jest ryzykowny. Zaleca się przemurowanie uszkodzonego fragmentu przewodu, ocenia się, że przemurowania wymaga odcinek o długości około 5 m, odcinek ten (o wyraźnie jaśniejszej barwie) należy wyburzyć. Do przemurowania użyć należy cegły pełnej klinkierowej i zaprawy o wysokiej odporności na siarczany.

Zaleca się użycie gotowej zaprawy np. Ombran MHP, Topolit Kanalbaumortel lub innej o analogicznych właściwościach. Bezwzględnie należy wykonać przemurowanie z wytworzeniem strzępi w istniejącej konstrukcji kanału, będzie to wymagało usunięcia cegieł ze starej konstrukcji. Dla poprawy warunków posadowienia zaleca się wymianę (warstwa o grubości około 30 cm) istniejącego gruntu na żwir o uziarnieniu 2/32 mm. Warstwę tą należy bardzo starannie zagęścić (wskaznik $I_s \geq 0.97$) lub posadzić ten fragment na piasku stabilizowanym cementem. Prace na tym odcinku zaleca się wykonać w ciągu najbliższych dwóch lat.

Nie rozpatruje się tutaj szerszego kontekstu prac renowacyjnych, które w powyższym opisie sprowadza się do pełnego remontu w warunkach otwartego wykopu do głębokości kinety kanału tj. do głębokości ok. 3,5 do 5 m.

W związku z zaobserwowanym stanem konstrukcji wskazane rozwiązanie jest słuszne, ale bezwzględnie technicznie i ekonomicznie, jak również pod względem ryzyka. Wdrożenie postulowanego rozwiązania wiązać się będzie z daleko idącymi konsekwencjami technicznymi wobec istniejącej infrastruktury sąsiadującej. W szczególności chodzi o wiadukt drogowy oraz ścianę oporową, które znajdują się w zasobie infrastruktury należącej do PLK. S.A. Jaki widać na rys. 1 kanał na rozpatrywanym odcinku wręcz koliduje w planie z przyczółkiem wiaduktu drogowego. Wykonanie wykopu otwartego wywołać może niebezpieczną sytuację zarówno dla wiaduktu, jak i dla strefy prac remontowych w zakresie kanału. Pod względem technicznym postulowane rozwiązanie jest prawdopodobnie możliwe, ale wprowadza istotne ryzyko techniczne i ekonomiczne dla zadania. Celem jego skutecznego i bezpiecznego wykonania niezbędne byłoby znacznie bardziej szczegółowe rozpoznanie geometrii elementów wiaduktu i ściany oporowej oraz wykonanie ich mapowania wobec przebiegu kanału. Można przewidywać, że koszt zabezpieczenia wiaduktu i ściany oporowej przekroczy wielokrotnie koszt renowacji 25-metrowego odcinka kanału

7. Ocena stanu technicznego

Na podstawie archiwalnych inspekcji rozpatrywanego odcinka S4-S5 dokonanych w latach poprzednich Można stwierdzić niezmiennosc stanu konstrukcji względem oceny dokonanej w 2009 roku [7] i 2013 roku [8], choć w roku 2009 odcinek nie był w pełni dostępny do inspekcji wzrokowej, a jedynie ze skrajnych studni, w ograniczonym zakresie. Postępem jest udrożnienie dna kanału przez usunięcie osadów wleczonych i stałych. Znacząco poprawia to parametry hydrauliczne kanału, zwłaszcza, że jest to miejsce zasadniczej zmiany trasy, wiążącej się ze spowolnieniem przepływu.

Widoczne jest wyraźne zróżnicowanie cegieł w murze kanału. Miała miejsce przebudowa/odbudowa kanału. Wyraźne są również nierównomierności powierzchni kanału, lokalne imperfekcje kształtu. Połączenia fragmentów przemurowanych z oryginalnymi wyglądają na nieszczelne. Nieznany jest stan otoczenia gruntowego kanału na rozpatrywanym odcinku. Nie widać jednak poważniejszych symptomów degradacji konstrukcji kanału, jak ubytki cegieł czy deformacja związana z sufoozją otoczenia gruntowego.

W związku z kluczową rolą rozpatrywanego odcinka S4-S5 w prawidłowym funkcjonowaniu skutecznego odprowadzania ścieków konieczne jest przeprowadzenie renowacji. Dyskusyjne jest zastosowanie rozwiązania najbardziej radykalnego, najbardziej kosztownego i wiążącego się z najwyższym poziomem ryzyka na etapie realizacji tj. przebudową w wykopie otwartym postulowaną w dokumentacji [8]. Obecny stan konstrukcji kanału pozwala na skuteczne przywrócenie odpowiedniego stanu technicznego (tu uszczelnienie i wzmocnienie) przy użyciu technologii bezwykopowej i zapewnienie trwałości tego rozwiązania na 10-20 lat. Jest to oczywiście rozwiązanie kompromisowe wobec mniejszej trwałości niż zapewnionej przez pełny remont, ale zważywszy na potencjalne negatywne skutki pełnego remontu w wykopie otwartym dla infrastruktury sąsiedniej, rozwiązanie bezwykopowe wydaje się optymalne.

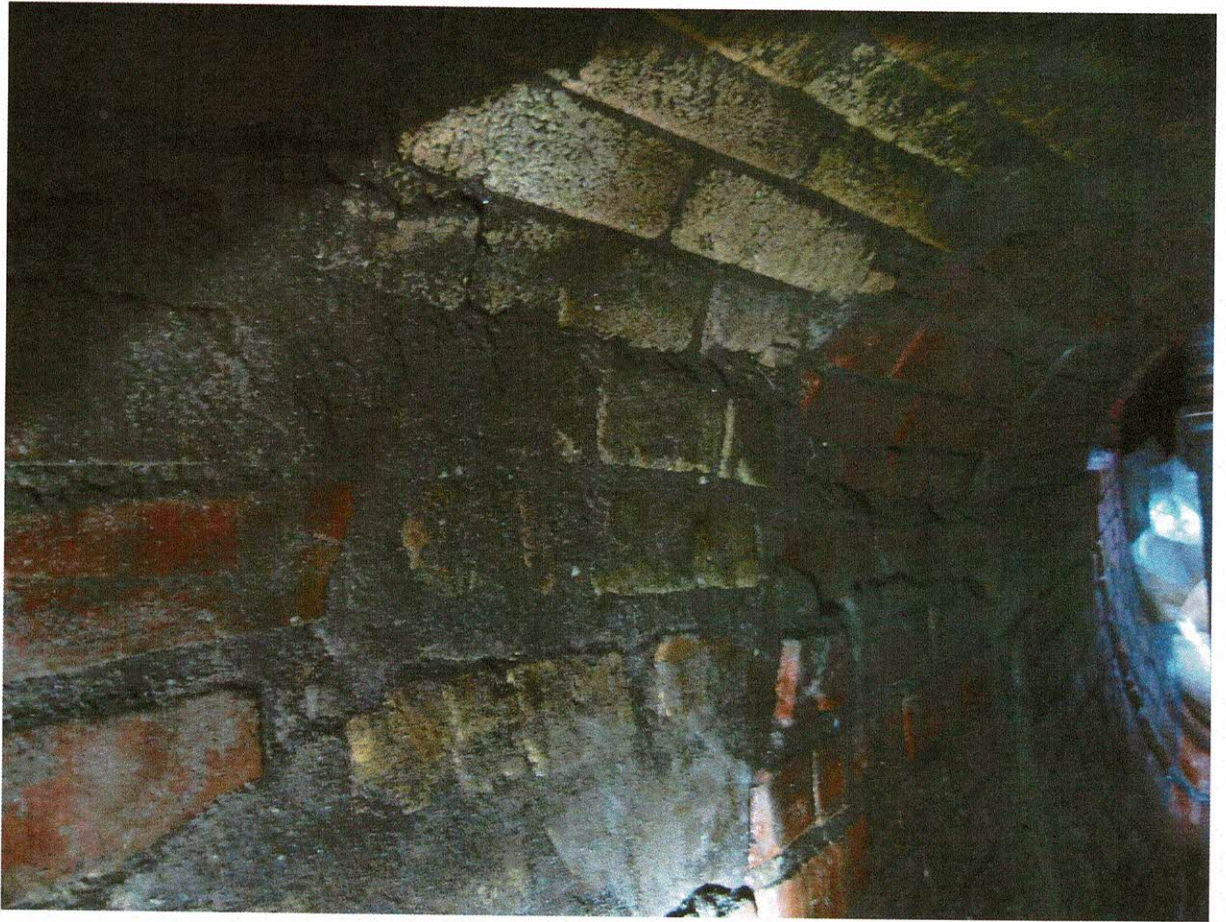
Ze względu na niestandardową geometrię kanału (przekrój jajowy, łuk w planie o promieniu ok. 10 m) konieczne jest precyzyjne mapowanie powierzchni wewnętrznej.



Rys. 6-7 Stan rozpatrywanego odcinka kanału S4-S5.



Rys. 8-9 Stan rozpatrywanego odcinka kanału S4-S5.



Rys. 10-11 Stan rozpatrywanego odcinka kanału S4-S5.

8. Zalecenia i uwagi

Zgodnie ze wskazówkami zawartymi w opracowaniu z 2009 roku [7] zbiór zaleceń i uwag zostanie odniesiony do dwóch horyzontów czasowych: kilkuletniego i 10-20-letniego.

Wśród zadań koniecznych do realizacji dla 10-20 letniego horyzontu czasowego trwałości funkcjonowania odcinka S4-S5 wskazać należy:

- przeprowadzenie generalnego czyszczenia kolektora metodą mechaniczną i hydrodynamiczną na całej długości dla celów renowacji,
- wykonanie precyzyjnej geodezyjnej inwentaryzacji geometrii kolektora po wykonaniu czyszczenia. W świetle obecnie dostępnych technik odwzorowania geometrii kanału, zwłaszcza na potrzeby zalecanej niżej technologii renowacji, należy przeprowadzić skanowanie przestrzenne całego odcinka S4-S5 skanerem 3D (nie CCTV, ale skaning laserowy, gdzie rezultatem jest tzw. chmura punktów czyli odwzorowanie geometrii powierzchni, a nie film). Jest to konieczne do prawidłowego i precyzyjnego przygotowania geometrii niestandardowego linera,
- wykonanie renowacji kanału na odcinku betonowym S4 do S5, optymalną technologią jest tu: dwie niezależnie instalowane warstwy wykładziny żywiczna CIPP na bazie żywic epoksydowej z matrycą z włókna szklanego o grubości ≥ 12 mm każda z warstw, o dużej wytrzymałości (długoterminowy moduł sprężystości > 6 GPa) - w minimalnym stopniu zredukuje światło kolektora, przywiera do ścianki kanału i stanowi wzmocnienie oraz izolację ściany. Zastosowanie dwuwarstwowego linera wynika z niestandardowej geometrii kanału (łuk w planie i przekrój jajowy). Dla ułatwienia bezproblemowej dopasowania i instalacji linera zaleca się wykonanie wykładziny dwuetapowo tj. niezależnych dwóch warstw wykonanych z interwałem kilkudniowym i wykonaniem ewentualnego frezowania/wyrównania powierzchni pierwszej warstwy. Grubości warstw nie wynikają tu bezpośrednio z obliczeń statycznych.

W przypadku zastosowania strategii krótkoterminowej dla dziesięcioletniego horyzontu, możliwe jest powstrzymanie się od zasadniczych działań zabezpieczających stan techniczny kolektora na odcinku S4-S5 mające na celu zabezpieczenia stanu istniejącego i powstrzymanie procesów korozyjnych. Proponuje się wykonanie na

odcinku S\$-S5 kolektora wykonanie natrysku (PCC) materiałem mineralnym na bazie cementów hutniczych z dodatkiem włókna szklanego. Rozwiązanie to nie zredukuje światła kanału, wypełni skorodowaną część spoin muru i zabezpieczy przed wpływem korozyjnej atmosfery panującej w kanale. Rozwiązanie to jednak nie stanowi wzmocnienia wytrzymałości. Trwałość takiego rozwiązania jest jednak mniejsza (do 10 lat) niż preferowane rozwiązanie dla horyzontu dłuższego.