

Janusz Chmura, Tadeusz Mikoś**

ŚREDNIOWIECZNY KOLEKTOR SANITARNY W PRZEMYSŁU JAKO ELEMENT PODZIEMNEJ TRASY TURYSTYCZNEJ**

1. Wstęp

Specyfika i atrakcyjność Przemysła jest dostrzegalna dla każdego wjeżdżającego do miasta. Specyfika tego grodu to ciasna zabudowa miejska, naszpikowana wieżami licznych kościołów spiętych krętą, skomplikowaną siecią ulic, położonych w bardzo zróżnicowanym terenie i przecięta wstęgą Sanu. Atrakcjami miasta są zabudowania klasztorne, liczne kościoły oraz wzniesiona w XIX wieku przez potężną i zaborczą w tym czasie Austrię — twierdza. Tym ciekawym obiektem naziemnym towarzyszy, niestety mało widoczna, infrastruktura podziemna. Jest to dzieło inżynierii miejskiej liczące nieraz i kilkaset lat. Bardzo ciekawym przykładem podziemnych konstrukcji inżynierskich jest sieć zabytkowych kolektorów kanalizacyjnych, których historia budowy liczy prawdopodobnie kilkaset lat. Jest ona nierozwalnie związana z istniejącymi wówczas klasztorami ss. Dominikanek, oo. Karmelitów, oo. Reformatów, oo. Dominikanów i Kapitułą Obrządku Łacińskiego. Dzięki nim zbudowano pięć oddzielnych kanałów odprowadzających ścieki do Sanu. Większość tych kanałów prowadzona była pod powierzchnią terenu, natomiast część znajdowała się na powierzchni w postaci odkrytych rowów. Obecnie zdecydowano się na pokazanie niewielkiego odcinka tego kanału i włączenie go w projektowaną podziemną trasę turystyczną pod przemyskim Rynkiem.

2. Zabytkowy kolektor kanalizacyjny — historia powstania

Wiadomości dotyczące okresu budowy i przebiegu starych kolektorów kanalizacyjnych są stosunkowo skromne. Archiwum Miasta, Archiwum Państwowe w Przemysłu, Archiwum Diecezjalne, jak również Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej — posiadają

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Artykuł opracowano w ramach badań statutowych realizowanych na AGH nr 11.11.100.197

jedynie kilka niekompletnych map i planów. Stosunkowo najwięcej informacji znaleźć można w zasobach archiwalnych Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Przemyślu. Na podstawie tych danych i żmudnych wieloletnich badań całego zespołu fachowców–pasjonatów, zafascynowanych dziejami miasta, powstał zasób wiedzy przydatny dla przyszłych prac rewaloryzacyjnych Starego Miasta [3, 6, 7, 9]. Dostępne materiały archiwalne i informacje historyczne wskazują na bardzo fachowe wykonawstwo inżynieryjno-hydrauliczne i górnicze.

3. Własności geotechniczne gruntów i skał podłoża w obrębie kolektora sanitarnego

Rejon Rynku, gdzie zlokalizowany jest stary kolektor sanitarny charakteryzuje się kilkumetrowymi nasypami antropogenicznymi i zalegającymi niżej utworami eolitycznymi (występowanie pyłów lessopodobnych, namulów organicznych, glin pylastych, pyłów piaszczystych). Zabytkowy kolektor sanitarny znajduje się w rejonie wschodniej części Rynku i ul. Mostowej. Rejon ten został rozpoznany kilkoma otworami wiertniczymi i sondami [2].

Z analizy materiałów geologicznych wynika, że kanał znajduje się wewnątrz utworów (nasypów) antropogenicznych, w niewielu miejscach przebiega utwory eolityczne, w swojej części spągowej (dennej). Nasypy antropogeniczne to utwory gliniaste, mułkowe, pylaste i piaszczyste, przemieszane z okruchami cegieł, betonu, węgla, złomu metalowego i innych składników. Są one wyraźnie efektem działalności człowieka. Miąższość nasypów w obrębie kolektora wynosi od około 2 m do około 6 m.

3.1. Warunki hydrogeologiczne

W badanym rejonie podstokowym głębokości wód podziemnych wynoszą od 10 m do 12 m ppt. A. Kleczkowski [2] stwierdza lokalne występowanie wód zawieszonych na głębokości 3,5÷5,5 m (we wkładkach piaszczystych lub na granicy pyły lessopodobne – gliny pylaste). Istotne jest też, że w okresach roztopów i wzmożonych opadów wody zawieszone mogą pojawić się na głębokościach mniejszych, tj. około 2÷4 m ppt.

3.2. Zagrożenia górniczo-geotechniczne zabytkowego kolektora

Zabytkowy kolektor sanitarny jest obiektem nietypowym, zarówno ze względu na czas powstania, zastosowany materiał jak i umiejscowienie. Z tego powodu na jego stan techniczny miał wpływ cały szereg czynników destrukcyjnych związanych z jego podziemnym posadowieniem [6]. Obserwacje terenowe i wizje wewnątrz kanału pozwoliły na stwierdzenie, że stan techniczny tej podziemnej konstrukcji jest zróżnicowany. Część odcinków kolektora zachowało się w stanie niemal pierwotnym (rys. 1), inne zaś wykazują znaczne zniszczenie struktury kamiennej i zastąpienie jej inną (ceglaną lub betonową). Zabiegi te miały na celu uzupełnienie braków obudowy bądź wzmocnienie elementów grożących zawaleniem

(sklepienia). Istnieją również miejsca, gdzie uszkodzone, a nawet zniszczone elementy pierwotnego muru kamiennego (głównie na skutek przekuć) — pozostawiono swojemu losowi.



Rys. 1. Zabytkowy kolektor sanitarny (fot.: J. Chmura)

Z górniczego punktu widzenia omawiany obiekt podziemny, dzięki masywnej i zamkniętej konstrukcji jest odporny na działanie ognia oraz dopływ wód gruntowych. Również ewentualne wstrząsy dynamiczne przejeżdżających pojazdów nie wpłynęły znacząco na stan techniczny i stateczność obiektu [9].

3.3. Przyczyny uszkodzeń kolektora

Na stan techniczny obudowy kamiennej wpływ mają różne czynniki, które mogą spowodować powstanie uszkodzeń kolektora. Należy do nich zaliczyć:

- 1) Mechaniczne uszkodzenia budowli — Niedbałe wykonanie przekuć w ociosach i sklepieniu spowodowały w pierwotnym wyglądzie obiektu najwięcej szkód. Z obserwacji wynika, że szereg przekuć i przebić zrealizowano w sposób bezmyślny, bez troski o wyniki stąd konsekwencje, bez omurowania miejsc przebicia i bez usunięcia gruzu. Założone rury odprowadzające w wielu przypadkach nie wysunięto poza lico muru, powodując tym systematyczne zniszczenie jego struktury przez zalewanie wodą (i prawdopodobnie ściekami). Szczególnie dużo zniszczeń spowodowało przeprowadzenie kanału ciepłowniczego między budynkami Urzędu Miasta.

Okresowe działanie ujemnych temperatur na sklepienie kolektora — dotyczy to zwłaszcza części początkowej kanału, którego sklepienie znajduje się bezpośrednio pod powierzchnią Rynku. Sklepienie od dziesiątków lat ulega tam okresowemu przemarzaniu, a wnika ją w spoiny woda zamarzając, wywołuje wzrost objętości i naprężeń termicznych. W wyniku tych naprężeń powstają znaczne odkształcenia, naruszenie spójności i zwięzłości struktury kamiennej sklepienia. Prowadzi to do deformacji i wyklinowania się kamieni w zworniku, jak również do tworzenia się kawern w górnej części sklepienia.

- 2) Agresja środowiska — Występujące w atmosferze szkodliwe substancje chemiczne, splukiwane przez deszcze, częściowo odprowadzane są do omawianego odcinka kolektora. Efekt tych skutków zależy od charakteru i stężenia substancji, przy czym procesy destrukcji przebiegają szybciej w środowisku wilgotnym i zawodnionym. Uszkodzenia tego rodzaju w badanej kamiennej konstrukcji są dotąd nieznanne; stwierdzono jednak miejscowe występowanie różnych nalotów, pleśni, nacieków, a także łuszczenie się warstw zewnętrznych kamienia. Brak wentylacji znacznie sprzyja tym procesom.
- 3) Proces starzenia się obiektu — W ponad 300-letnim kolektorze zachodzą naturalne procesy starzenia się, trudne do zahamowania. Uczestniczą w nim wszystkie wcześniej wymienione czynniki. Procesy te jednak, mimo nawilgocenia, przebiegają bardzo powoli.

4. Analiza stateczności podziemnej konstrukcji kolektora

Stary kolektor sanitarny stanowi konstrukcję podziemną, która od wielu lat istnienia narażona jest na obciążenia zarówno statyczne jak i dynamiczne. Obciążenia statyczne działające na konstrukcję są sumą ciężaru własnego konstrukcji i ciężaru gruntów nadległych (obciążenia naziemem). Przyjmuje się, że obie te wielkości nie zmieniają się w czasie. Równocześnie kolektor podziemny od szeregu lat jest narażony na obciążenia dynamiczne, którego źródła usytuowane są na powierzchni terenu. Obciążenia dynamiczne są wywołane zarówno przez przejeżdżające pojazdy, jak też np. drganiami jezdni, spowodowane pracą młotów pneumatycznych, upadkiem ciężarów, rozładunkiem towarów itp. Skutki obciążeń dynamicznych konstrukcji są zawsze większe od obciążeń statycznych. W obliczeniach wpływ dynamiczny na budowlę podziemną uwzględnia się przez przyjęcie odpowiedniego współczynnika [11].

Współczynnik dynamiczny φ wynosi:

$$\varphi = \frac{1}{1 - \left(\frac{c}{\omega}\right)^2} \quad (1)$$

gdzie:

- c — częstość drgań wymuszonych,
 ω — częstość drgań własnych.

Kanał podziemny dzięki masywnej i zamkniętej konstrukcji kamiennej posiada również masywne i nieodkształcone ociosy (ściany boczne). Cały kolektor, a zwłaszcza ociosy zostały wykonane z kamienia o dużych gabarytach, wiążanego w kierunku podłużnym. Upoważnia to do przyjęcia założenia o nieodkształcalności ociosów [10].

Tym samym, przy analizie stateczności założono, że obciążenie i rozpór pochodzący ze sklepienia przenoszony jest przez odpowiednio wyprofilowany łuk na masywne i sztywne ściany boczne o grubości 40 cm. Zakłada się ponadto, że za ociosami (ścianami) kamiennymi kolektora zalega starannie zagęszczony grunt nasypowy i rumosz ceglany. Zagęszczenie to (osiadanie) spowodowały głównie wpływy czasu jaki upłynął od wykonania konstrukcji i dynamiczne obciążenia przejeżdżających samochodów. Przy powyższych założeniach analizę wytrzymałościową można ograniczyć do zbadania zachowania się sklepienia pod wpływem obciążenia jaki powoduje ruch ciężkich samochodów w najbardziej niebezpiecznym przekroju. Ponieważ równocześnie długość kolektora jest kilkadziesiąt razy większa od jego gabarytów poprzecznych — odpowiada to płaskiemu stanowi odkształceń, panującemu w omawianej konstrukcji, a zagadnienie przestrzenne można tu rozpatrywać jako zagadnienie płaskie.

4.1. Wytrzymałość obudowy kamiennej

Ze względu na ilość i zmienność czynników wpływających na wytrzymałość murów kamiennych, dokładne określenie tej wytrzymałości jest bardzo trudne.

Generalnie wytrzymałość obudowy kamiennej zależy od:

- jakości spoiwa,
- sposobu wykonawstwa,
- sposobu ułożenia (wiązania) poszczególnych kamieni w murze,
- stanu zawilgocenia konstrukcji (ewentualnie poziomu wód gruntowych),
- agresji środowiska,
- wieku obudowy kamiennej.

Na wytrzymałość muru w małym natomiast stopniu wpływa wytrzymałość samego materiału (kamienia), wielokrotnie wyższa od wytrzymałości stosowanego spoiwa. Zgodnie z zasadą najsłabszego ogniwa o wytrzymałości muru zawsze decyduje, więc wytrzymałość spoiwa. Nie istnieją wzory na określenie wytrzymałości obudowy kamiennej. Można ją jedynie oszacować na podstawie analogii do wytrzymałości muru ceglanego, określanej ze wzorów Oniszczyka lub Chudka [1]. Ponieważ sklepienie kolektora zbudowane jest niemal wyłącznie z kamienia ciosanego, w którym zdecydowanie przeważa piaskowiec, przyjęto do obliczeń parametry piaskowca średniotwardego i markę zaprawy wapiennej 80.

4.2. Analiza statyczna konstrukcji

Pod względem zagrożeń utraty stateczności konstrukcji podziemnej najbardziej niebezpiecznym obszarem jest odcinek środkowy kolektora, znajdujący się między 18 a 48 me-

trem (licząc od początku projektowanej trasy). Przeprowadzona analiza stateczności i wytrzymałości konstrukcji kolektora sanitarnego pozwala na stwierdzenie, że mury pionowe o średniej grubości 0,4 m doskonale spełniają warunek bezpiecznej stateczności konstrukcji. Aby mieć pewność, czy maksymalne naprężenia ściskające w istniejącym, czterdziestocentymetrowej grubości murze nie zostały przekroczone wyznaczono je. Obliczone naprężenia wynoszą: $\sigma_{\max} = 0,13 \text{ MPa} < k_{cm}$. Ponieważ wytrzymałość muru na ściskanie $k_{cm} = 4 \text{ MPa}$, ponad 30-krotnie przewyższa obliczone maksymalne naprężenia ściskające mur jest całkowicie bezpieczny.

5. Podziemna trasa turystyczna

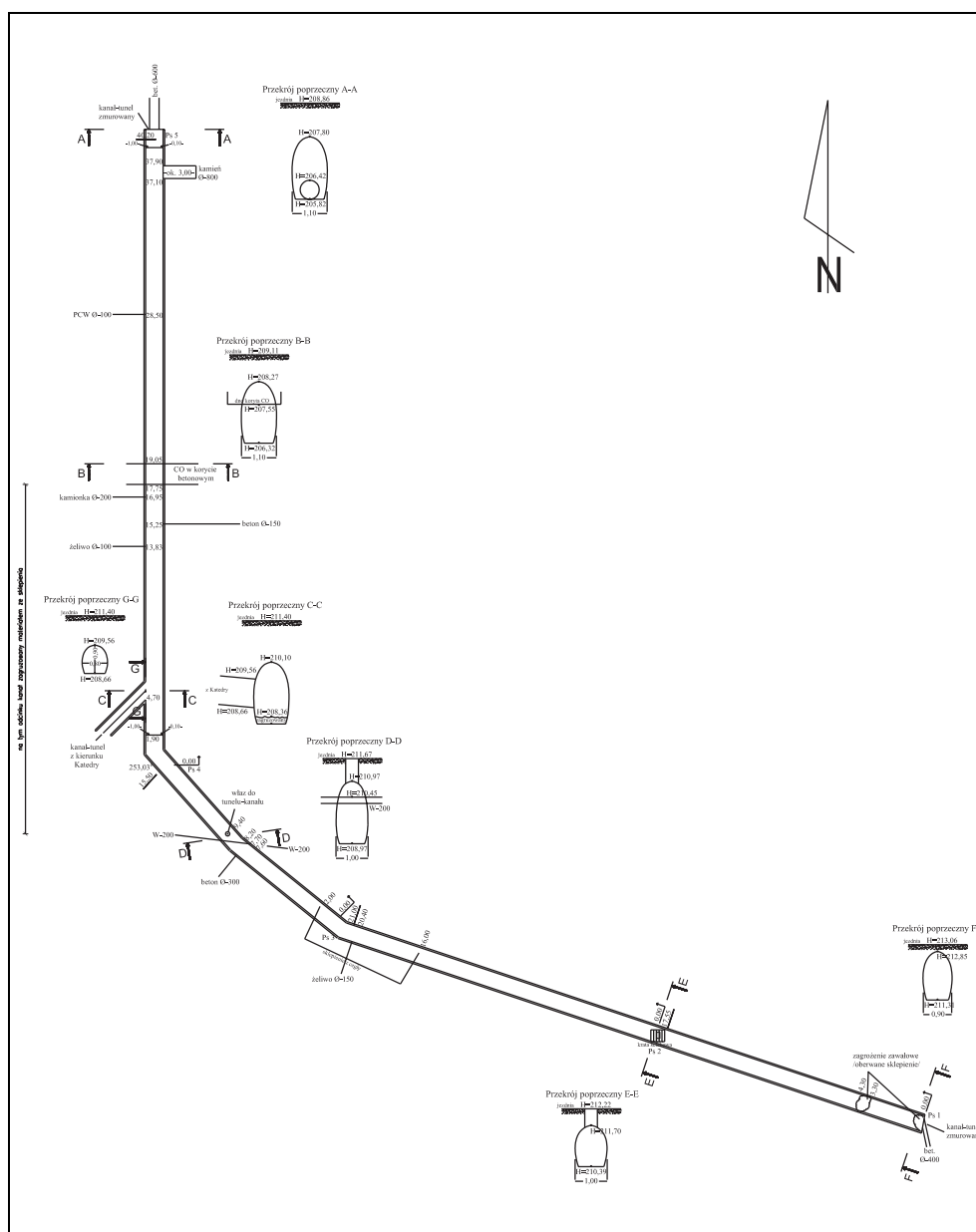
— rozwiązania techniczne

Przygotowywane od kilku lat plany budowy podziemnej trasy turystycznej obejmowały w pierwszym etapie tylko adaptację zabytkowego 100-metrowego odcinka kolektora sanitarnego. Zakładane w tym etapie rozwiązanie zmierzało do połączenia piwnice Ratusza z wyjściem na płytę Rynku. Jednak po konsultacjach z przedstawicielami Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków poszerzono zakres projektu. Ustalono, że oprócz odcinka starego kanału łączącego piwnice Ratusza z wyjściem na Rynek doprojektowany zostanie nowy odcinek kanału łączący wyjście ewakuacyjne z piwnicami pod budynkiem nr 11. Przebieg nowego odcinka będzie zbliżony do przebiegu starego, zlikwidowanego kolektora sanitarnego przebiegającego pod wschodnią pierzeją Rynku.

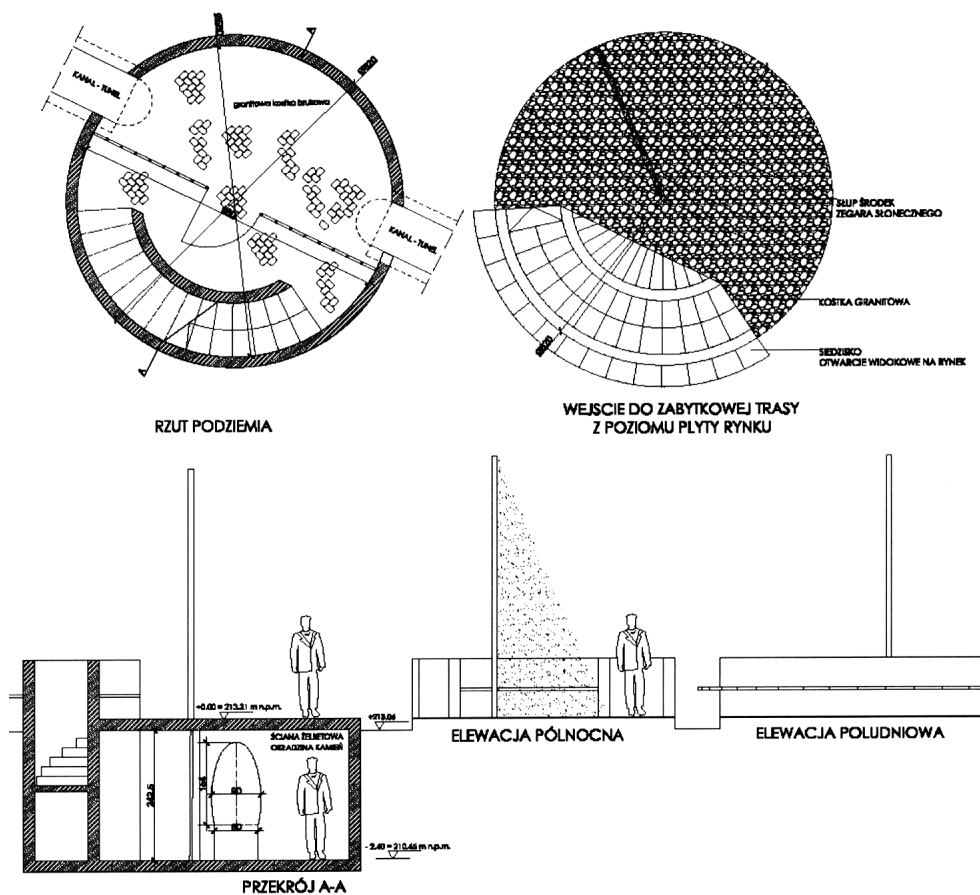
Zaproponowano, więc następujące rozwiązanie:

- w pierwszej fazie zostanie zabezpieczony 100-metrowy odcinek zabytkowego kolektora. Odcięte i zlikwidowane zostaną wszystkie stare podłączenia do tego kanału, a obudowa kamienna wraz ze starą zaprawą zostanie specjalnymi środkami chemicznymi zabezpieczona i wzmocniona. Kolektor połączony zostanie 3-metrowym odcinkiem nowego kanału z piwnicami I-szej kondygnacji piwnic Urzędu Miasta (patrz rys. 2). Zabytkowy kolektor połączony będzie z wyjściem ewakuacyjnym zlokalizowanym w południowo-wschodnim narożniku Rynku. Rozwiązania techniczne w rejonie wyjścia ewakuacyjnego oraz mała architektura w tym rejonie będą miały charakter nieinwazyjny, tj. w stosunkowo niewielkim stopniu zmieniałyby charakter zabudowy w miejscu wyjścia (rys. 3). W przyszłości planowana jest komunikacja z podziemiami starego, średniowiecznego Ratusza przemyskiego, którego pozostałości będą odkryte w czasie prac archeologicznych.
- następna faza realizacji trasy podziemnej to budowa kolektora łączącego wyjście ewakuacyjne z piwnicami I-szej kondygnacji budynku Rynek 11. Przebieg tego odcinka trasy pokazany jest na rysunku 4. W przyszłości planowane jest połączenie piwnic wschodniej pierzei Rynku. Przyszłe połączenie piwnic wschodniej pierzei Rynku pozwoli udostępnić m.in. pomieszczenia Muzeum, znajdujące się w budynku Rynek 9.

Przedstawione rozwiązania winny pokazać niezwykle ciekawą historię Przemysłu, udostępniając atrakcyjne, zabytkowe obiekty podziemne.



Rys. 2. Odcinek zabytkowego kanału



Rys. 3. Projekt wyjścia ewakuacyjnego na płytę Rynku

6. Zakończenie

Pomysł udostępnienie piwnic i fragmentów kolektora oraz połączenie ich w cały podziemny system komunikacyjny wraz z towarzyszącym mu zabytkowym kolektorem kanalizacyjnym stworzy niezwykle atrakcyjny ciąg turystyczny, handlowo-gastronomiczny jak również dydaktyczno-poznawczy. Projekt realizacji tego zamierzenia, podzielony na pięć etapów, z których pierwszy jest obecnie w fazie projektowej, pozwoli stworzyć w przyszłości atrakcyjny produkt turystyczny.

LITERATURA

- [1] *Chudek M.*: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz. I. Wyd. „Śląsk”, Gliwice 1976
- [2] *Kleczkowski A.*: Stare Miasto w Przemyślu — t. II — Opinia hydrogeologiczna i geotechniczna podłoża górotworu — prace AGH Kraków, Kraków, 1981 (praca niepublikowana)
- [3] *Krużel J.* (Urząd Miejski w Przemyślu): Trasa turystyczna biegnąca podziemiami kamienic przyrynkowych z wykorzystaniem zabytkowego kolektora w Rynku Starego Miasta Przemyśla. Przemyśl, wrzesień 2001
- [4] *Magiera J.*: Przemyśl — budowa czwartorzędowego podłoża centralnej części miasta — Przew. 59 Zjazdu Nauk. Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Przemyślu — Kraków, 1988
- [5] *Magiera J., Lauterbach M.*: Budowa geologiczna podłoża Przemyśla — Sprawozdanie z prac zespołu geologicznego — w ramach interdyscyplinarnego Studium dla celów rozwiązań technicznych i organizacyjnych w rewaloryzacji Starego Miasta w Przemyślu — t. II, Kraków — Przemyśl, 1989
- [6] *Nodzak M., Perlakowski A., Zolotnyk R.*: Instalacje podziemne a problemy rewaloryzacji starej części miasta Przemyśla. Prace PWiK Przemyśl, 1988 (praca niepublikowana)
- [7] *Rosłoński R.K.*: Projekt kanalizacji Królewskiego Wolnego Miasta Przemyśla — Przemyśl 1917 — Archiwum PWiK w Przemyślu (praca niepublikowana)
- [8] *Salustowicz A.*: Zarys mechaniki górotworu. Wyd. Śląsk., Katowice, 1968
- [9] *Trojanowski W.*: Zabytkowy odcinek kolektora w Rynku miasta Przemyśla – ocena stanu technicznego i koncepcja zabezpieczenia. Przemyśl, 1997 (praca niepublikowana)
- [10] *Tur H.*: Analityczne obliczenie obudowy w kształcie sklepienia. Zeszyty Naukowe AGH. Górnictwo, z. 1. 1960
- [11] *Paluch M.*: Mechanika teoretyczna. Wyd. Politechnika Krakowska (wyd. 8), Kraków, 2006