

Badanie przyczyn uszkodzeń podziemnego tunelu łączącego budynki Politechniki Lwowskiej

Prof. dr hab. inż. Bogdan Nazarewicz, mgr inż. Wiktor Czechin,
Instytut Budownictwa i Ochrony Środowiska, Politechnika Lwowska

1. Wprowadzenie

Na zlecenie administracji NU „LP” autorzy niniejszego artykułu opracowali ekspertyzę wykonanego projektu „Remontu hydroizolacji części podziemnego przejścia” w pobliżu budynku edukacyjnego nr 4 Narodowego Uniwersytetu Politechniki Lwowskiej na ulicy Metropolity Andreja, we Lwowie. Rozwiązanie zaproponowane w projekcie przedstawiono na rysunku 1.

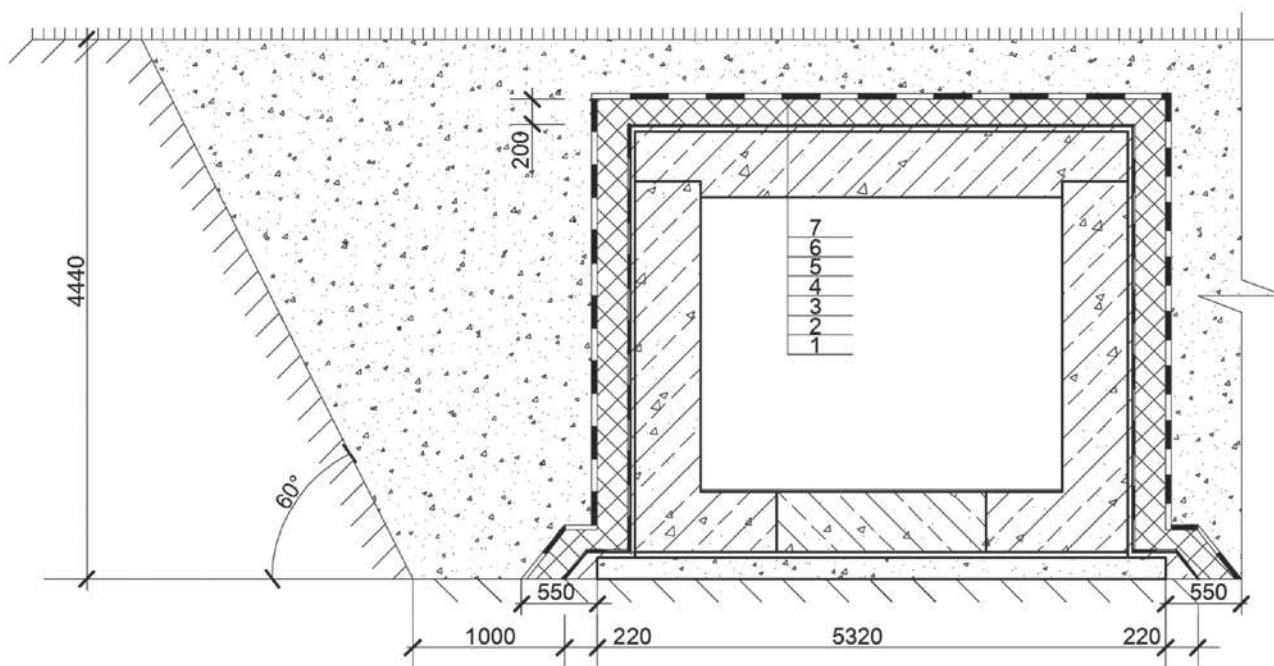
Analizując opracowany projekt remontu hydroizolacji, stwierdzono:

- niekompatybilność zastosowanych materiałów; na przykład: tynk na zaprawie cementowej nie zapewni odpowiedniego połączenia z istniejącą konstrukcją żelbetową bez odpowiednich dodatkowych robót;

- nie wykazano potrzeby wykonania termoizolacji;
- hydroizolacja CERESIT-SI nigdy nie zdała egzaminu na obiektach podziemnych (z własnego doświadczenia);
- membrana typu Plus L-8 nie jest hydroizolacją.

Analizując obecny projekt, stwierdzono, że został on wykonany z nieco lekceważącym podejściem do problemu, to znaczy bez odpowiedniej diagnostyki, w tym bez koniecznych badań w celu określenia warunków gruntowo-wodnych oraz zlokalizowania miejsc przecieków powodujących zniszczenia konstrukcji tunelu, dlatego projekt został odrzucony.

W tej sytuacji w celu zapewnienia możliwości dalszej eksploatacji podziemnego przejścia zaistniała konieczność wykonania jego diagnostyki dla ujawnienia istniejących problemów.



Rys. 1. Typowy przekrój poprzeczny podziemnego przejścia według opiniowanego projektu remontu hydroizolacji: 1 – żelbetowa płyta stropowa, 2 – tynk na zaprawie cementowej (1:2) o grubości 10–40 mm na siatce stalowej Rabitza, 3 – gruntowanie, masa bitumiczna Agua Mast – I raz, 4 – papa asfaltowa modyfikowana Moder SBSP (EPP) – 3,0 mm, 5 – termoizolacja z płyt z polistyrenu ekstrudowanego, klejonego o grubości 200 mm, 6 – hydroizolacja CERESIT CL-SI na siatce poliestrowej (2 warstwy), 7 – membrana hydroizolacyjna typu Plus L-8

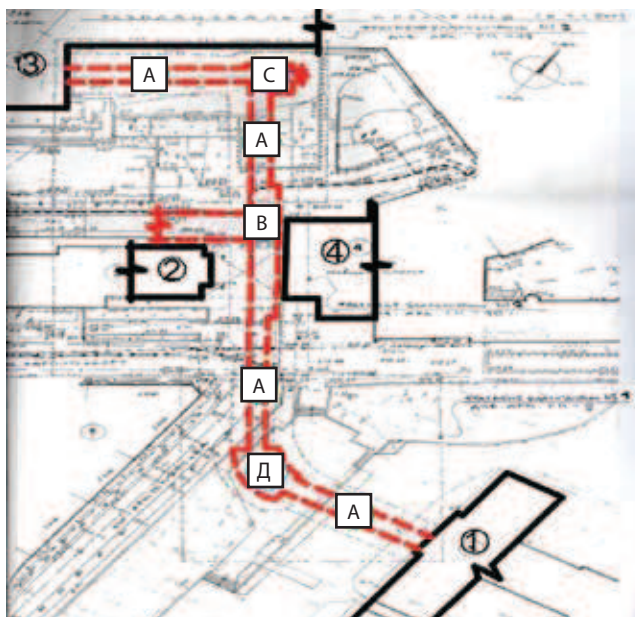
2. Badania przejścia podziemnego

Obecne przejście podziemne zapewnia możliwość pieszego połączenia budynków, rozwiązując w ten sposób możliwość przemieszczania się osób. Podziemne przejście aktywnie eksploatowano około 20–25 lat od momentu odbioru aż do pojawienia się pierwszych poważnych przecieków. Zamknięcie przejścia nastąpiło około 25 lat temu i trwa do dzisiaj. Badaniami objęto odcinek podziemnego tunelu o długości 165 m (rys. 2). Tunel i budynki nr 2, 3, 4 zostały wybudowane, w przybliżeniu, w tych samych latach, tj. koniec 60. i początek 70. zeszłego stulecia.

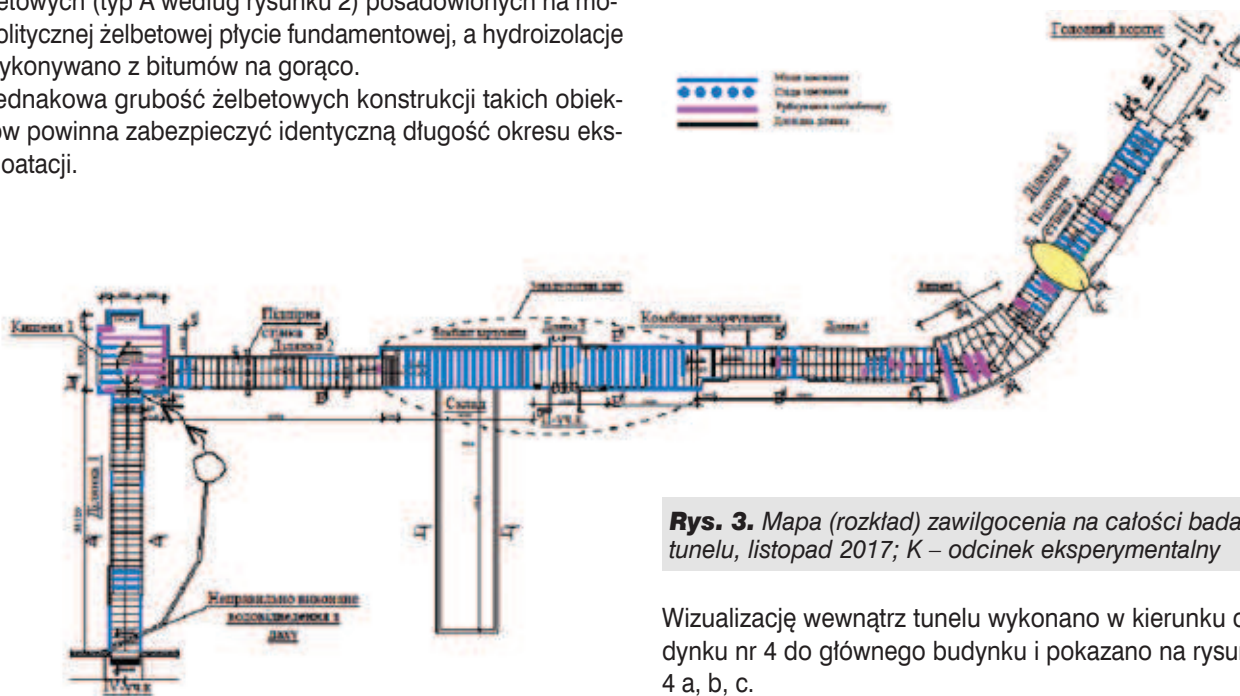
Badany tunel można podzielić na cztery odcinki o jednakowym układzie konstrukcyjnym. Według zagłębienia pod ziemią wybudowany tunel zakwalifikowano do 4. klasy miejskich obiektów podziemnych (o głębokości do 10 m), który przeznaczony jest do użytkowania przez znaczną liczbę osób (pieszych).

Głębokie (podziemne) obiekty są szczególnym rodzajem budowli, które znacznie różnią się konstrukcyjnie od budynków naziemnych. W latach 60. zeszłego stulecia takie obiekty na terenach dawnego Związku Radzieckiego najczęściej budowano z masywnych jednolitych prefabrykowanych konstrukcji żelbetonowych (typ A według rysunku 2) posadowionych na monolitycznej żelbetonowej płycie fundamentowej, a hydroizolację wykonywano z bitumów na gorąco.

Jednakowa grubość żelbetonowych konstrukcji takich obiektów powinna zabezpieczyć identyczną długość okresu eksploatacji.



Rys. 2. Badany odcinek przejścia podziemnego: 1 – budynek główny, 2, 3 – budynki edukacyjne, 4 – budynek studencki (jadalnia), A, B, C, D – odcinki tunelu tego samego typu pod względem układu konstrukcyjnego



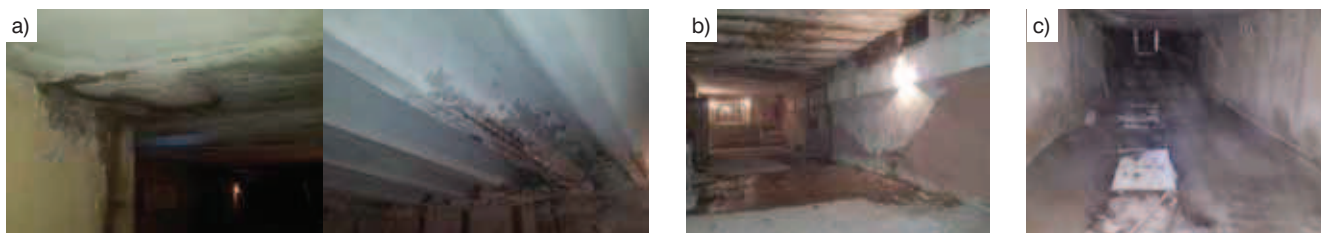
Rys. 3. Mapa (rozkład) zawilgocenia na całości badanego tunelu, listopad 2017; K – odcinek eksperymentalny

W badanym tunelu stwierdzono obecność konstrukcji nietypowych dla takiego rodzaju obiektów, stwierdzono ściany murowane z cegły pełnej i bloczków fundamentowych, a strop w tym miejscu wykonano z płyt kanałowych stosowanych w budownictwie szkolnym i użyteczności publicznej (rys. 2, typ B). Na odcinkach poszerzonych (rys. 2C, D) ściany wykonane są z bloczków fundamentowych, a stropy wykonano ze szczelinowych prefabrykowanych konstrukcji (płyt) żelbetonowych. Taka różnorodność rodzajów konstrukcji wyjaśnia objawy odmiennych typów destrukcji konstrukcyjnych (rys. 4).

Wizualizację wewnątrz tunelu wykonano w kierunku od budynku nr 4 do głównego budynku i pokazano na rysunkach 4 a, b, c.

Przed przystąpieniem do usuwania wilgoci najpierw trzeba ustalić przyczyny jej pojawienia się. Tylko znając źródła pojawiania się wilgoci, można skutecznie osuszyć obiekt (tunel) lub zmniejszyć jego zawilgocenie. Jeśli tych źródeł nie znajdziemy i zajmiemy się tylko usuwaniem skutków, wilgoć będzie ciągle powracać.

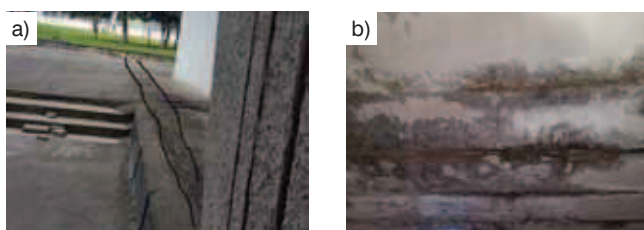
W badanym tunelu stwierdzono, że we wszystkich widocznych miejscach przecieków woda przenika z góry do dołu, generalnie przez nieszczelne dylatacje (szczeliny montażowe) – stąd wynika, że jest to woda z opadów atmosferycznych. Dla zlokalizowania najbardziej prawdopodobnych źródeł obecnych przecieków wykonano wizualizację zewnętrzną w tym



Rys. 4. Obecny stan tunelu z widocznymi obszarami przeciekania wody: a) na odcinku w pobliżu budynku nr 4, b) na odcinku ze stropem wykonanym z płyt kanałowych (typ B), c) na odcinku przy wejściu do budynku głównego



Rys. 5. Niewłaściwe odprowadzanie wody deszczowej z połaci dachu budynku nr 4: a) miejsce początkowe rur spustowych, b) obecne miejsce wylotu wody



Rys. 6. Stan powierzchni asfaltowej w pobliżu budynków nr 2 i 4: a) spękanie asfaltu – kolejne źródło przecieku, b) mokre płyty stropowe w strefie spękanego asfaltu



Rys. 7. Schemat (rozkład) ruchu wody w przekroju podziemnego przejścia

samym kierunku co od wewnątrz. Wyniki tej wizualizacji pokazano na rysunkach 5 i 6.

W pobliżu budynków nr 2 i 4 stwierdzono spękania powierzchni asfaltowej, co może być miejscem przecieku (rys. 6).

Dla zobrazowania miejsc i intensywności zawilgocenia całego tunelu wykonano mapę (rozkład) zawilgocenia, co pokazano na rysunku 3.

Analizując charakter przecieków, nie stwierdzono obciążenia wodą pod ciśnieniem wywołanego zarówno przez wodę gruntową, jak i wodę pochodzącą z przecieków instalacji podziemnych. Dlatego można wnioskować, że głównym źródłem zawilgocenia jest woda z opadów atmosferycznych, a to znaczy, że mamy do czynienia z przeciekami charakterystycznymi jak dla płaskich dachów (mosty, przejścia podziemne) itd. (rys. 7).

Analizując powyższe, można dojść do wniosku, że niekonieczne jest odkopywanie obecnego tunelu na pełną głębokość aż do płyty dennej, jak to pokazano na rysunku 1. Należy mieć na uwadze, że duża objętość robót ziemnych w obszarze działającej uczelni jest sprawą bardzo skomplikowaną.

Przed podjęciem decyzji o ostatecznym sposobie zabezpieczenia tunelu postanowiono zrealizować eksperyment na wybranym odcinku tunelu o długości około 20 mb, gdzie są widoczne spore przecieki i wykonać tzw. izolację kurtynową (ekran), metodą iniekcji w gruncie, stosując uszczelniającą, miętkoelastyczną żywicę iniekcyjną MC-Iniekt GL-95. Jest

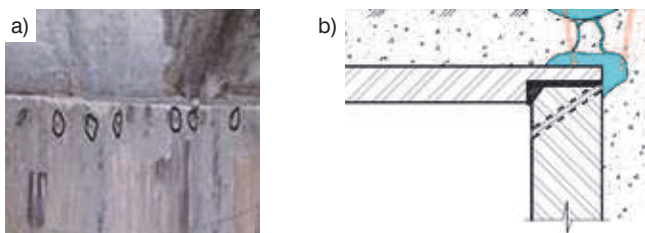
to żywica nisko lepka, hydrostrukturalna, na bazie akrylu o krótkim czasie reakcji z możliwością regulacji, która po związaniu zachowuje formę miętkoelastyczną, w kontakcie z wodą pęczniejącą, a w momencie utraty wilgotności wykazuje przyrost wytrzymałości; jest także odporna na cykle zamrażania i rozmrażania.

Powyższe prace zostały wykonane w marcu 2017 r. Prowadzany nadzór na tym odcinku tunelu do dzisiaj (maj 2018) nie wykazał jakichkolwiek zawilgoceń, co prawdopodobnie świadczy o tym, że kurtynowa hydroizolacja (ekran) działa (rys. 8).

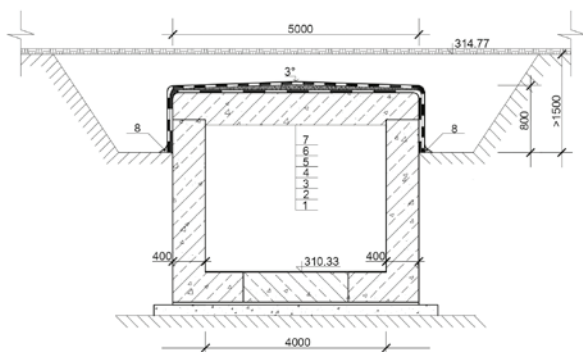
W ostatnich latach autorzy stosowali w praktyce wykonanie kurtynowych izolacji przeciwwodnych na obiektach we Lwowie przy użyciu iniekcji żywicami akrylowymi, szczególnie w naprawach, a zwłaszcza w naprawie kolektora kanalizacyjnego. Wszystkie zrealizowane obiekty są pod stałą obserwacją. Żadnych przecieków dotychczas nie ujawniono.

Wnosząc z powyższego, autorzy zalecili remont hydroizolacji tunelu wykonywać dwoma sposobami:

- **sposobem zamkniętym** (bez robót ziemnych), stosując wykonanie kurtynowej hydroizolacji,
- **sposobem otwartym** z wykonaniem robót ziemnych i z zastosowaniem materiałów rolowych.



Rys. 8. Hydroizolacja kurtynowa (ekran): a) rozmieszczenie otworów po wykonaniu robót iniekcyjnych, b) rozmieszczenie żelu w gruncie



Rys. 9. Zalecenia dotyczące remontu hydroizolacji na typowym odcinku podziemnego przejścia: 1 – żelbetonowa płyta stropowa z należycie przygotowaną powierzchnią zewnętrzną, 2 – jastrych ze spadkiem (na warstwie szpenej Pagel MS02) min. 40 mm, 3 – gruntowanie, masa bitumiczna modyfikowana, 4 – papa termozgrzewalna podkładowa 3 mm, 5 – papa termozgrzewalna mostowa – 6 mm, 6 – membrana drenażowa – 400 gr/m², 7 – geowłóknina

3. Podsumowanie

Wykonanie skutecznego zabezpieczenia przeciwwilgociowego i przeciwwodnego w obiektach istniejących, w których nie ma odpowiednich izolacji lub istniejące izolacje są nieskuteczne, jest jednym z najtrudniejszych i najbardziej kosztownych problemów, jakie spotyka się podczas robót remontowych. Przy tego typu pracach badanie obiektów budowlanych jest niezbędnym elementem, podstawą przeprowadzenia skutecznych działań naprawczych: uwzględnienie istniejących (w danym przypadku) przyczyn i stopnia uszkodzeń pozwala zaprojektować właściwe i skuteczne koncepcje naprawy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Назаревич Б. Л., Лучко Й. Й., Парнета Б. З., Методи захисту від корозії залізобетонних конструкцій і споруд
- [2] Самедов А. М., Будівництво міських підземних споруд: Навч. посіб./Самедов А. М., Кравець В. Г.-К., НТУУ КІП, 2011, str. 400
- [3] Карапузов Є. К., Технологічні основи підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції/Карапузов Є. К.-К, Вища освіта, 2013, str. 304
- [4] Лучко Й. Й., Деградація залізобетонних будівель та споруд тривалої експлуатації/Назаревич Ю. Л., Лучко Й. Й., Глагола І. І., Діагностика, довговічності та реконструкції мостів і будівельних конструкцій – Львів, Каменяр, 2002
- [5] Лучко Й. Й., Закриття тріщин в залізобетонних конструкціях ін'єкційними методами, Назаревич Б. Л., Лучко Й. Й., Гайда О.М., Сб.научн.трудов.Строительство, материаловедение, машиностроение, Дніпропетровськ: ПГФСФ, 2013
- [6] Чернявський В. Л., Обеспечение долговечности железобетонных конструкций при их ремонте, Чернявський В.Л., Заславський І.Н., Бетон и железобетон, 1990
- [7] Błaszczycński T., Klimaszewski B. I, Kucner W., Efektywność iniekcji gruntowych. Trwałe metody naprawcze w obiektach budowlanych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2015, str. 38-54



V Forum Budowlane Płock 2018
7 - 8 listopada



Organizator

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej

Współpraca

- Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
- Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa
- Naczelna Organizacja Techniczna Federacja Stowarzyszeń Naukowo -Technicznych Rada w Płocku
- Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej
- Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT
- Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW
- Experimental Centre

Program Forum

- Konferencja naukowo - techniczna „**Współczesne problemy budownictwa. Budownictwo modułowe i prefabrykowane**”
 - Budownictwo modułowe: koncepcje, systemy, technologie, badania i projektowanie
 - Prefabrykacja w budownictwie ogólnym i inżynieryjnym
 - BIM w projektowaniu i realizacji obiektów budowlanych
 - Eksploatacja obiektów budowlanych: diagnostyka, przebudowa, wyburzenia i rozbiórki, recykling
 - Problemy technologii i organizacji procesów budowlanych
- Warsztaty inżynierów budownictwa: „**Nowoczesne technologie dla budownictwa**”
- Sesja specjalna: „**Historia, teraźniejszość i perspektywy rozwoju budownictwa w Płocku**”

Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej, ul. Łukasiewicza 17, 09 - 400 Płock
tel./fax. (24) 262 -42 -26, e-mail: Forum.Budowlane@pw.edu.pl, www.fb2018.pw.plock.pl