

# Osiedlowe garaże podziemne – przykłady błędów projektowych i wykonawczych oraz propozycji napraw

Mgr inż. Andrzej Szewczak, mgr inż. Maciej Szelaąg, Politechnika Lubelska

## 1. Wprowadzenie

Projekty osiedli mieszkaniowych w dużych miastach oparte są o analizę przewidywanego układu architektonicznego obiektów budowlanych, dostosowania funkcjonalnego terenów i towarzyszącej im infrastruktury [1, 2]. Rozmieszczenie i rodzaj poszczególnych budowli powinny zapewnić przede wszystkim udostępnienie odpowiedniej przestrzeni mieszkalno-użytkowej, komfort eksploatacji, dostępność, trwałość i niezawodność wykorzystanych zastosowań. Spełnienie tych wymagań jest jednak trudne, po pierwsze z racji małej ilości przestrzeni w ciasnej zabudowie miejskiej, po drugie – z powodu konieczności prawidłowego projektowania i wykonywania budynków i ich elementów [3]. Szczególną uwagę należy w tym przypadku zwrócić na konstrukcje podziemne i ich ochronę przed wpływem wód opadowych i gruntowych, które przenikają przez górne warstwy wykończeniowe [4, 5, 6]. Niewłaściwe wykonanie hydroizolacji jest przyczyną przecieków, zawilgocenia konstrukcji, niszczenia tynków oraz przyspieszonej korozji – najczęściej betonu i stali – co prowadzi do postępującej degradacji tych elementów [7, 8].

Istotnym problemem, w przypadku osiedli miejskich, jest również umożliwienie swobodnej komunikacji pomiędzy budynkami, a więc infrastruktura dróg, ulic, podjazdów, kładek i chodników wraz z elementami odwodnienia [9, 10]. Coraz większe znaczenie ma także idea równowagi pomiędzy przestrzenią zurbanizowaną a obszarami zieleni, będącymi dla mieszkańców miejscem wypoczynku i relaksu [11, 12]. Wszystkie te zagadnienia stanowią złożoną problematykę, którą pod uwagę muszą brać zarówno architekci – w trakcie planowania przestrzennego; projektanci i konstruktorzy – w zakresie doboru rozwiązań materiałowych oraz wykonawcy – w zakresie prawidłowego wykonywania obiektów.

Jednym ze stosowanych rozwiązań, pozwalających na zaoszczędzenie przestrzeni, które wykorzystuje się w miastach, jest budowanie zespołów garażowych pod terenami zielonymi i parkingami na terenie osiedli mieszkaniowych [13]. Poniższy artykuł przedstawia opis takiego zespołu wykonanego na terenie Lublina. Opisany

jest schemat układu osiedla, zastosowane rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne, przebieg analizy konstrukcji mającej na celu ocenę stanu technicznego, błędy i usterki powstałe w czasie eksploatacji oraz zaproponowane sposoby ich naprawy w celu rekonstrukcji technicznej i użytkowej obiektu.

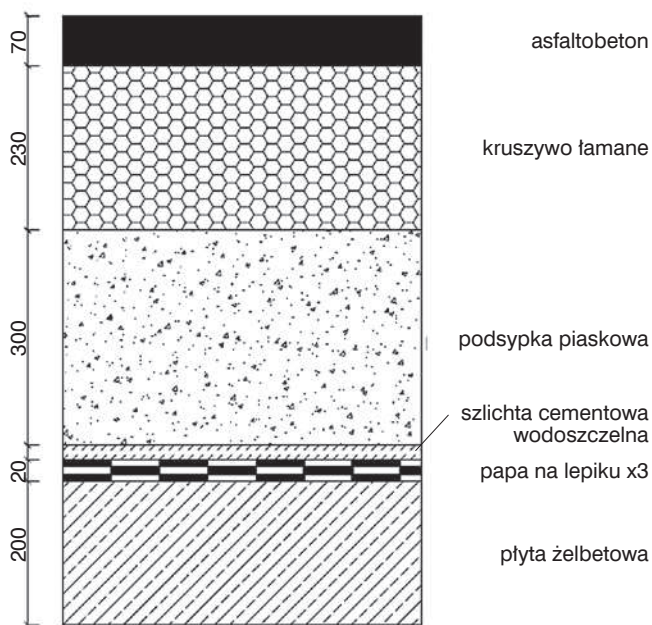
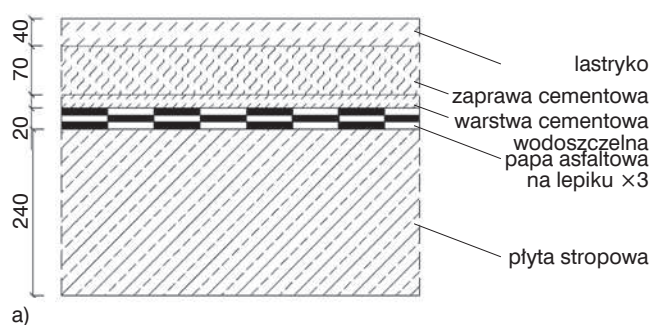
## 2. Konstrukcja garaży i przyczyny uszkodzeń

Analizowany obiekt stanowią 2 segmenty garaży (łącznie 118 boksów) zlokalizowanych po dwóch stronach ulicy dojazdowej prowadzonej w osi północ – południe. Nad garażami znajdującymi się po stronie zachodniej zlokalizowano parkingi naziemne i tereny zielone, natomiast nad boksami od strony wschodniej poprowadzono główną ulicę osiedla, która połączona jest ze stroną zachodnią przez 3 estakady dojazdowe oraz 2 kładki dla pieszych. Pozostałe elementy zespołu to parkingi oraz tarasy i dojścia do budynków. Konstrukcję garaży od strony wschodniej zaprojektowano jako betonowe ławy żelbetowe ze zbrojeniem konstrukcyjnym 4#10 oraz strzemionami  $\phi 6$  co 30 cm; żelbetowe stopy fundamentowe pod słupy podpierające zadaszenia wyjazdów z garaży; monolityczne ściany żelbetowe o szerokości 20 cm zbrojone przeciwskurczowo siatkami zbrojeniovymi  $\phi 6$ , 30 × 30 cm (ściany zewnętrzne i wewnętrzne w środku ich rozpiętości zostały dodatkowo wyposażone w trzpienie żelbetowe o przekroju 20 × 20 cm ze zbrojeniem 4#16 i strzemionami  $\phi 6$  co 20 cm w rozstawie co 3 m); żelbetowe słupy 30 × 30 cm ze zbrojeniem 8#20 i strzemionami  $\phi 6$  co 30 cm stanowiące podpory dla podciągów o przekroju 70 × 30 cm nad wjazdami do garaży; żelbetowe płyty prefabrykowane SZ/600/90 typ S-73 będące przekryciem boksów garażowych i stanowiące podłoże dla warstw tarasów i jezdni głównej ulicy osiedla, oparte na podciągach. Z takich samych płyt zaprojektowane i wykonane zostały przejścia dla pieszych pomiędzy segmentami garaży.

W projekcie konstrukcji garaży od strony zachodniej trzpienie żelbetowe w ścianach zastąpiono słupami żelbetowymi o przekroju 25 × 25 cm zbrojone prętami 8#20 i strzemionami  $\phi 6$  co 20 cm tworzącymi siatkę



Rys. 1. Układ konstrukcyjny i ogólny widok garaży (źródło: opracowanie własne)



Rys. 2. Układ warstw wykończeniowych a) tarasu, b) jezdni; c) jezdnia nad garażami po stronie wschodniej (źródło: opracowanie własne)

konstrukcyjną  $3 \times 3$  m i podpierającymi podciągi żelbetowe  $25 \times 35$  cm zbrojone stalą  $\phi 14$  i strzemionami  $\phi 6$ ; ściany garaży zaprojektowano i wykonano jako tarcze żelbetowe zbrojone pionowo prętami  $\phi 12$  co 20 cm i poziomo  $\phi 6$  co 30 cm; prefabrykowane płyty stropowe zastąpiono płytami monolitycznymi żelbetowymi o grubości 20 cm zbrojonymi krzyżowo siatkami S1, S2 i S3. Ważny element stanowi w tym przypadku zaprojektowana zachodnia ściana garaży pełniąca jednocześnie

funkcję ściany oporowej o konstrukcji żelbetowej grubości 20 cm zbrojonej obustronnie w kierunku poziomym prętami  $\phi 12$  co 41 cm oraz poziomo  $\phi 10$  co 20 cm. Wszystkie elementy monolityczne garaży zaprojektowano z betonu C12/16. Widok ogólny garaży przedstawia rysunek 1, natomiast układ warstw wykończeniowych, w zależności od segmentu garażowego, przedstawia rysunek 2.

Zgodnie z przedstawionym schematem, zaprojektowane rozwiązania materiałowe i układ warstw miały skutecznie zabezpieczyć elementy konstrukcyjne garaży przed przenikaniem wody gruntowej i opadowej przez tarasy i jezdnię do ich wnętrza. Niestety już w trakcie wykonywania obiektów, a potem w czasie eksploatacji, pojawiły się problemy, których przyczyną znajdowała się zarówno po stronie projektantów jak i wykonawców.

### 3. Analiza usterek i propozycja napraw

Pierwsze problemy eksploatacyjne pojawiły się kilka miesięcy po oddaniu obiektów do użytkowania. Dotyczyły one głównie pojawiających się na sufitach i ścianach garaży przecieków wody. Na skutek licznych wniosków użytkowników dokonano próby zbadania ewentualnych przyczyn takiego stanu rzeczy. Przegląd dziennika budowy wykazał szereg uchybień od wstępnych założeń projektowych już na etapie wykonywania garaży: niedogęszczenie ziemi, którą zasypywano zachodnią ścianą oporową, nieodpowiedni stopień zagęszczenia betonu elementów konstrukcyjnych, ubytki w warstwie hydroizolacji pionowej ściany zachodniej, nieoczyszczenie podłoża pod układanie papy powodujące jej odpadanie, niewłaściwe długości zakładów arkuszy papy, które nie były prawidłowo ze sobą sklejone, brak dylatacji warstw wodoszczelnych, dociskowych i podkładowych, niedogęszczenie kruszywa w warstwach podbudowy jezdni asfaltowej, niewykształcenie odpowiednich spadków jezdni, nieprawidłowo zaprojektowane odprowadzanie wód opadowych z ulicy do kanalizacji burzowej. W efekcie pierwsze przecieki przez stropy pojawiły się jeszcze przed oddaniem obiektów do eksploatacji, jednak zostały zignorowane przez wykonawcę. W czasie użytkowania dokonano dwóch przeglądów gwarancyjnych, w trakcie których stwierdzono 2 podstawowe problemy – przecieki wód opadowych przez stropy oraz ściany garaży. Kolejnym krokiem były badania makroskopowe na terenie obiektów połączone z analizą dokumentacji projektowej i jej porównaniem z obowiązującymi warunkami technicznymi. Po zapoznaniu się z ich wynikami stwierdzono poniższe błędy wykonawcze.

- Grubość warstwy lastryko w posadzkach tarasów wahała się w granicach 3–4,5 cm, jej górne warstwy nie zostały dokładnie oszlifowane; dodatkowo powierzchnia lastryko powinna zostać podzielona na pola o powierzchni mniejszej niż 2,5 m<sup>2</sup> dylatacjami wypełnionymi szkłem – na skutek nieprawidłowego wykonania podziałów warstwa lastryko uległa spękanom, co ułatwiło wnikanie wody w głębsze rejony warstw wykończeniowych.
- Warstwa spadkowa, o grubości 2–11,5 cm, wykonana z zaprawy cementowej, powinna zostać zaprojektowana pod – a nie nad izolacją wodoszczelną, z betonu klasy min. C8/10, i podzielona na pola o wymiarach 2,5 × 2,5 m ze spadkiem 1,5–2% kierunku krawędzi zewnętrznych tarasów; w czasie wizji lokalnej ustalono, że spadek warstwy wynosił maksymalnie 0,5–1% i nie zapewnia prawidłowego spływu wody do krawędzi tarasów.
- Wodoszczelną przeponę odcinającą wykonano z 1 warstwy podkładowej papy asfaltowej I/400 oraz 2 warstw papy I/500 na lepiku asfaltowym na zimno; papa w miejscach dokonanych odkrywek została ułożona zgodnie z wymaganiami technicznymi – zachowana została odpowiednia długość zakładów oraz kierunek układania zgodnie ze spadkiem; tak wykonana warstwa

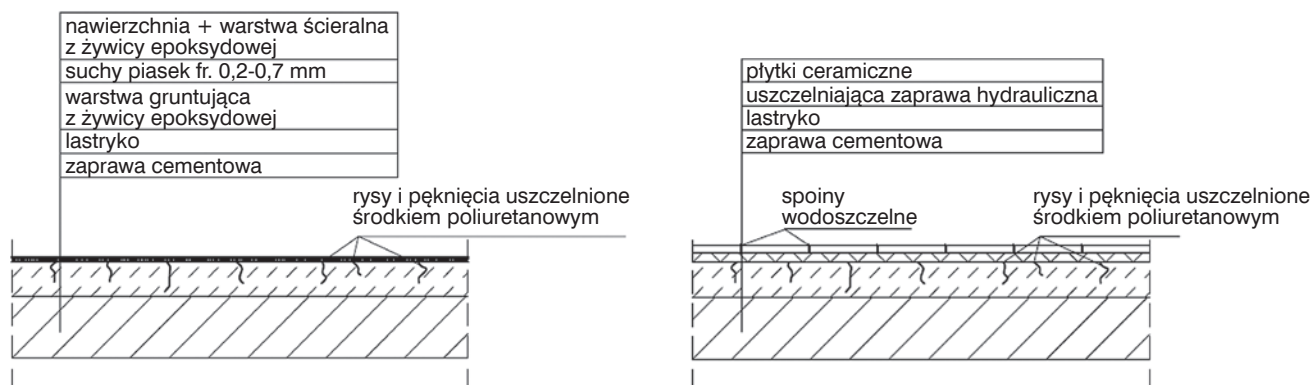
wodoszczelna nie jest jednak prawidłowa w świetle obowiązujących warunków technicznych i zasad prawidłowego wykonywania izolacji [4]. W tym przypadku prawidłowo wykonana przepona powinna składać się z co najmniej 5 warstw: papa izolacyjna podkładowa, 2 warstwy papy asfaltowej na tkaninie technicznej, papa wierzchniego krycia, podsypka piaskowa lub talk techniczny jako warstwa poślizgowa oraz papa asfaltowa na lepiku układana luzem na zakładach jako ostatnia warstwa górna. Dodatkowo arkusze papy powinny zostać wyprowadzone poza obrys zewnętrzny tarasów i zakończone obróbką blacharską zapewniającą odprowadzenie wody. Na przeponie izolacyjnej powinna znaleźć się warstwa dociskowa z betonu lub zaprawy cementowej. Warstwy wykończeniowe – zgodnie z warunkami technicznymi – należało oddylać od elementów konstrukcyjnych znajdujących się poniżej garaży, natomiast same dylatacje uszczelnić materiałem trwale plastycznym.

Obecność licznych błędów stwierdzono także w przypadku wykonania konstrukcji i wykończenia warstw nad garażami części wschodniej – jezdni, parkingów i chodników. W czasie wykonanych badań stwierdzono identyczne błędy wykonawcze jak dla tarasów oraz:

- niezabezpieczenie szczelin dylatacyjnych konstrukcji garaży, przebiegających pod jezdnią – w wyniku braku wypełnienia woda przesączająca się przez nieuszczelnienia jezdni i parkingów powodowała zawilgocenie garaży – znaczenie miało tutaj również nieprawidłowe założenie odnośnie możliwości spływu wody zgodnie z naturalnym spadkiem terenu – uniemożliwiły to progi wynikające ze wzniesienia konstrukcji garaży na skutek ich pracy termicznej, przez co spływająca woda zalegała w obrębie dylatacji i przenikała przez strop do wnętrza garaży;
- w projekcie nie przewidziano rozwiązań dotyczących odprowadzenia wód opadowych do kanalizacji burzowej z jedni i parkingów.

W trakcie badań zlokalizowano także szereg innych błędów wykonawczych dotyczących samej infrastruktury komunikacyjnej, tj.:

- ułożenie opaski z płyt chodnikowych wzdłuż wschodniej ściany garaży na warstwie niezagęszczonego gruntu spowodowało zapadnięcie płyt, opaska nie miała prawidłowo zaprojektowanych spadków podłużnych oraz poprzecznych, spękanom uległy płyty chodnikowe, stwierdzono także brak uszczelnienia między opaską a ścianami zewnętrznymi garaży;
- brak uszczelnienia styków jezdni głównej ulicy osiedla i chodników;
- ubytki zaprawy spajającej krawężniki;
- brak uszczelnienia asfaltobetonu jezdni i parkingów w połączeniach w krawężnikami;
- poprzeczne spękania jezdni na dylatacjach o rozwarości do 6 mm;
- zniszczenie betonu płyt chodnikowych, złuszczenia, spękania;



**Rys. 3.** Sposoby naprawy powierzchni tarasów po stronie zachodniej (źródło: opracowanie własne)

- dojścia do przejść nadziemnych łączących wschodnią i zachodnią część osiedla, posiadały chodniki wykonane ze spękanych płyt betonowych;
- spękania jezdni powstałe na skutek termicznej pracy konstrukcji garaży.

Wszystkie stwierdzone błędy spowodowały konieczność szybkiego remontu zespołu garażowego i towarzyszącej mu infrastruktury. Stan techniczny elementów konstrukcyjnych nie zagrażał bezpieczeństwu ich użytkowania, jednak występujące błędy znacznie obniżyły komfort eksploatacji. Rozwiązania budowlane, które należało przyjąć, powinny zawierać specjalne rozwiązania techniczne, co wynikało ze złożonego charakteru funkcjonalnego zespołu garażowego. Użyto niestety innych materiałów, które nie odpowiadały pracy statycznej obiektu.

Wskutek przeprowadzonej ekspertyzy zdecydowano o konieczności rekonstrukcji zespołu garaży. Wśród możliwych do wykonania metod naprawczych można zaliczyć poniższe.

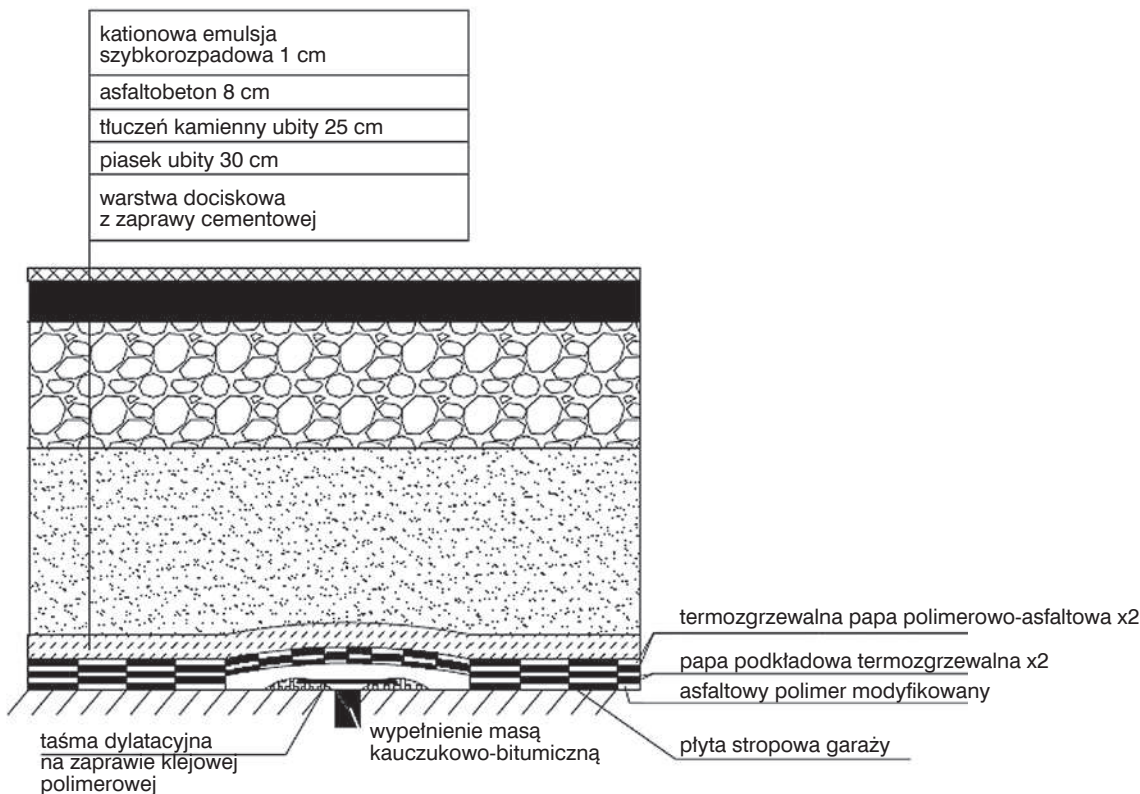
Uszczelnienie spękanych tarasów powierzchniowymi środkami technicznymi, które pozwolą na wyeliminowanie przenikania wód opadowych przez górne warstwy wykończeniowe i konstrukcję stropu do wnętrza garaży; renowacji należy w tym przypadku poddać całą powierzchnię tarasów, łącznie ze schodami, dojściami do budynków oraz kładkami żelbetowymi łączącymi obydwie strony zespołu garażowego – przed przystąpieniem do uszczelnienia pęknięć należy je dokładnie oczyścić, wyfrezować i wypełnić środkiem uszczelniającym na bazie polimerów organicznych, np. żywic poliuretanowych, epoksydowych, fenolowych. Następnie powierzchnia lastryko powinna zostać dokładnie oczyszczona i uszorstniona. Tak przygotowaną powierzchnię należy zabezpieczyć poprzez zagruntowanie żywicą epoksydową gruntującą, następnie posypać powstałą warstwę suchym piaskiem frakcji 0,2–0,7 mm, a warstwy górne – nawierzchniową oraz ściernalą wykonać używając epoksydowej żywicy, która po związaniu jest odporna na uszkodzenia mechaniczne. Takie rozwiązanie

wymaga oczywiście spełnienia podstawowego warunku – wilgotność podłoża lastrykowego nie może być większa niż 4%, co w przypadku powierzchni tarasów na zewnątrz wymaga ich dodatkowego przykrycia i osuszenia. Wobec tego innym, również prawidłowym rozwiązaniem, który może znaleźć zastosowanie, jest wykonanie podkładowej warstwy z elastycznej, hydraulicznej zaprawy uszczelniającej i ułożenie na niej płytek kamiennych, ceramicznych lub klinkierowych mrozoodpornych ze spoinami wodoszczelnymi. Prawidłowy schemat rozwiązania naprawczego przedstawia rysunek 3.

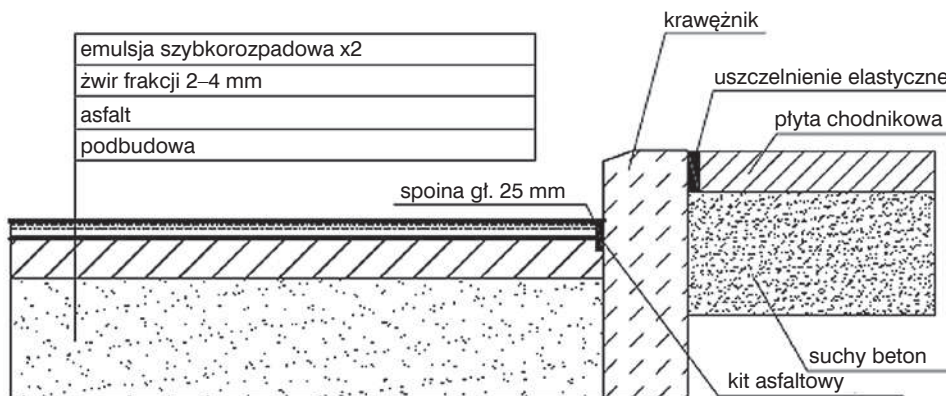
Uszczelnienie pęknięć i uzupełnienie ubytków w jezdni z wykorzystaniem środków technicznych na bazie kationowej emulsji szybkorozpadowej „S” z asfaltu D50/70 w celu zabezpieczenia przed przenikaniem wód – w tym celu powierzchnię jezdni i parkingów trzeba w pierwszej fazie naprawy odpowiednio oczyścić, na tak przygotowaną i osuszoną powierzchnię rozprowadzić metodą natryskową pierwszą warstwę emulsji, po jej wyschnięciu nanieść drugą warstwę i posypać żwirkiem frakcji 2–4 mm, i następnie uwałować lekkim walcem o ciężarze 5–100 kg tak, aby ziarna żwiru wcisnąć w emulsję asfaltową na głębokość ok. 2 mm – dzięki temu możliwe jest uzyskanie trudno ściernalnej warstwy górnej jezdni. Dodatkowo wzdłuż styków jezdni z chodnikami należy wyciąć podłużną spoinę i głębokości 25 mm wypełnić ją kitem asfaltowym o temperaturze mięknięcia ok. 140°C, wytrzymałości na ścisnienie 4 MPa i nasiąkliwości ok. 0,5–1%. Schemat rozwiązania naprawczego jezdni przedstawia rysunek 4.

Wykonanie prawidłowego uszczelnienia i zabezpieczenia szczelin dylatacyjnych – z racji spękania ułożonej nad dylatacjami papy wskutek pracy termicznej konstrukcji garaży konieczna była reperacja zabezpieczenia przeciwwodnego zgodnie z przedstawionym na rysunku 5 schematem.

Wykonanie naprawy polegało na wycięciu w miejscu spękania asfaltobetonu pasa o szerokości 80 cm, usunięcia



Rys. 4. Schemat naprawy uszkodzeń jezdni i połączenia z krawężnikiem (źródło: opracowanie własne)



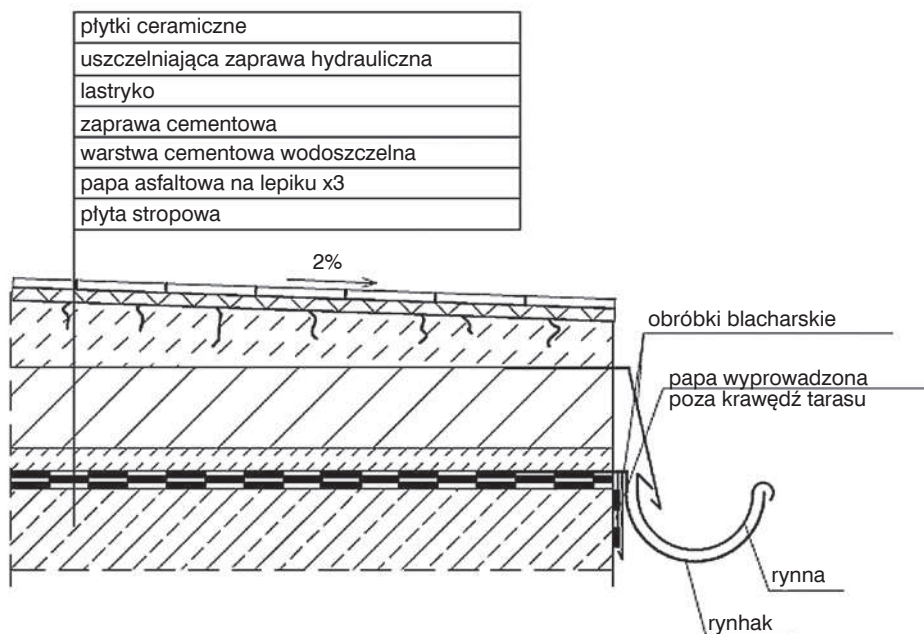
Rys. 5. Schemat prawidłowego wykonania dylatacji stropu garażu (źródło: opracowanie własne)

warstw podbudowy i warstwy dociskowej z zaprawy cementowej. Następnie usunięto pierwotnie nieprawidłowo wykonaną izolację wodochronną w celu odstąpienia dylatacji (pasma o szerokości około 30 cm). Przed przystąpieniem do dalszych prac dokładnie oczyszczono odsłoniętą płytę stropową oraz usunięto ze szczeliny dylatacyjnej, umieszczoną tam w trakcie jej wykonywania, płytę pilśniową, pełniącą rolę wypełnienia. Pilśń zastąpiono wypełnieniem z masy kauczukowo-bitumicznej. Od góry, na całej szerokości szczeliny dylatacyjnej, przyklejono specjalną taśmę dylatacyjną z wykorzystaniem zaprawy klejowej. Następnie zrobiono przepo-

hydroizolacyjną w zachowaniu wszystkich zaleceń zawartych w warunkach technicznych (rys. 5). W końcowej fazie prac naprawczych odtworzono układ warstw podbudowy pod asfaltobeton, który dodatkowo uszczelniono emulsją kationową.

Wykonanie rynien i rur spustowych w celu odprowadzenia powierzchniowych wód opadowych z powierzchni tarasów; montaż obróbek blacharskich od strony południowej – rysunek 6.

Wykonanie i naprawa opasek wzdłuż ścian zewnętrznych garażu od strony wschodniej, część istniejących opasek wymaga usunięcia i wykonania nowych o szerokości



Rys. 6. Obróbka blacharska krawędzi tarasu z elementami odprowadzania wód opadowych (źródło: opracowanie własne)

70–80 cm na podsypce piaskowej o grubości 10 cm z betonu klasy C10/12, z zachowaniem spadków podłużnych i poprzecznych minimum 1,5%; dodatkowo trzeba uszczelnić styki opasek z murami garaży.

### Podsumowanie

Opisane w artykule problemy eksploatacyjne zespołu garażowego stanowią przykład niekonsekwencji w projektowaniu i realizacji tego rodzaju konstrukcji. Głównymi przyczynami powstałych po oddaniu garaży problemów, które pojawiły się jeszcze w trakcie projektowania, było przyjęcie tradycyjnych, nieprawidłowych sposobów wykonania warstw izolacyjnych i wykończeniowych, które nie zapewniły odpowiedniej ochrony przed przenikaniem wód opadowych w rejon konstrukcji garaży. Zaprojektowany układ warstw nie był zgodny z obowiązującymi warunkami technicznymi i zasadami wykonywania izolacji. W tym przypadku należało przyjąć rozwiązania specjalne, oparte o nowoczesne materiały. Nieuwzględniony został wpływ pracy skurczowej i termicznej konstrukcji stropów na układ warstw jezdni. Główną przyczyną usterek były jednak błędy wykonawcze, do których należą niewłaściwe i niedbałe wykonanie warstw wykończeniowych, niedogęszczenie warstw podkładowych pod jezdnią i chodnikami, niewypełnienie warstw podbudowy jezdni i chodników z piasku. Przyczyny te w dużej mierze wynikały z braku odpowiedniej jakości prac budowlanych, niestosowania się do zaleceń i uwag kierownictwa budowy, nieznajomości ogólnych zasad wykonywania poszczególnych elementów. W konsekwencji konieczna była rekonstrukcja zespołu garażowego, która ze względu na konieczność

jej prawidłowego wykonania wymagała użycia specjalistycznych materiałów naprawczych, co poniosło za sobą znaczne koszty naprawy.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Liszewski S., Badania geografów polskich nad organizacją przestrzeni miejskiej, Kształtowanie współczesnej przestrzeni miejskiej, red. M. Madurowicz, WUW, Warszawa 2014, s. 23–35
- [2] Brzeziński A., Ciołkosz-Styk A., Gruzziel M., Kwiatkowski P., Inteligentne systemy transportowe szansą zrównoważonego rozwoju miast, Kształtowanie współczesnej przestrzeni miejskiej, red. M. Madurowicz, WUW, Warszawa 2014, s. 600–612
- [3] Neufert E., Podręcznik do projektowania architektoniczno-budowlanego, Arkady, Warszawa 2011
- [4] Rokiel M., Hydroizolacje w budownictwie. Wybrane zagadnienia w praktyce, Medium, Warszawa 2009
- [5] Francke B., Ściślewski Z., Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych, cz. C Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 5 Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części podziemnych budynków, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2010.
- [6] Ksit B., Monczyński B., Zabezpieczenie elementów znajdujących się w gruncie. Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne, Verlag Daschofer, Warszawa 2011
- [7] Neville A. M., Właściwości betonu, wyd. 4, Polski Cement, Kraków 2000, s. 501–602
- [8] Kurdowski W., Chemia cementu i betonu, Wyd. Polski Cement/PWN, Warszawa/Kraków 2010, s. 412–507
- [9] Żurowska J., Odwodnienie dróg i ulic a ekologia – prawo, projektowanie, wykonawstwo, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji, Kraków 2006
- [10] Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej nr 43, Warszawa, 14 maja 1999r. z póź. zm.
- [11] Praca zbiorowa pod red. A. Pancewicz, Zielona infrastruktura miasta, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014
- [12] Malinowska E., Szumacher I., Tereny zieleni w przestrzeni miejskiej, Kształtowanie współczesnej przestrzeni miejskiej, red. M. Madurowicz, WUW, Warszawa 2014, s. 274–288
- [13] Michalak H., Wybrane zagadnienia projektowania i realizacji garaży podziemnych, Budownictwo Górnicze i Tunelowe nr 2, 1–8/2008