

PRZEPUSTY i MOSTY EKOLOGICZNE

- cz. 21

Wykonawstwo przepustów betonowych. Cz. 2. Roboty konstrukcyjne i prace wykończeniowe



tekst:

prof. UZ dr hab. inż. ADAM WYSOKOWSKI, kierownik Zakładu Dróg i Mostów,
Uniwersytet Zielonogórski

mgr inż. JERZY HOWIS, konstruktor, Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o.,
Żmigród

Z uwagi na coraz większe potrzeby w zakresie budowy przepustów i przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej i związany z tym intensywny rozwój tych konstrukcji, autorzy niniejszego cyklu artykułów, sukcesywnie ukazujących się na łamach „Nowoczesnego Budownictwa Inżynieryjnego”, wraz z nadejściem nowego roku postanowili uaktualnić dotychczasową nazwę cyklu, która od niniejszej części nosiła będzie tytuł ramowy *Przepusty i mosty ekologiczne*. Pragniemy jednocześnie zapewnić wszystkich stałych czytelników, że dotychczasowa forma merytoryczna cyklu artykułów będzie kontynuowana.

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację opisywanej tematyki związanej z właściwym wykonywaniem konstrukcji przepustów w technologii betonowej i żelbetowej oraz poszczególnych elementów ich wyposażenia, co z pewnością przekłada się na późniejsze bezproblemowe utrzymanie tych obiektów i ich trwałość.

W szczególności artykuł dotyczy zagadnień związanych z elementami prefabrykowanymi, ich montażem, właściwym wykonywaniem powłok zabezpieczających, zasypki gruntowej, głowic i skrzydeł, płyt przejściowych oraz innych elementów wyposażenia.

1. Wstęp

Ogólnie wiadomo, że o trwałości obiektu inżynieryjnego decyduje wiele czynników, jednak jednym z najistotniejszych jest sposób jego wykonania, uwzględniający odpowiednią technologię i jakość prowadzonych prac budowlanych [4]. Obiekty tego typu powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby w przyjętym okresie użytkowania i poziomie utrzymania była zapewniona ich trwałość, rozumiana jako zdolność użytkowania obiektu przy zachowaniu cech wytrzymałościowych i eksploatacyjnych [5, 7].

O nadaniu cech trwałościowych obiektu w największym stopniu decydują projektant i wykonawca, powinni oni wzajemnie się wspierać w całym zakładanym okresie prowadzenia inwestycji.

W dalszej części niniejszego artykułu omówiono syntetycznie (z uwagi na ograniczenia ramowe publikacji) kolejne etapy realizacji konstrukcji przepustów betonowych i żelbetowych z wyszczególnieniem podstawowych wymagań w tym zakresie.

2. Technologia wykonywania przepustów betonowych i żelbetowych (kontynuacja 1. części artykułu)

2.1. Elementy prefabrykowane i ich posadowienie na fundamentach

Współczesne budownictwo stawia przed prefabrykatami betonowymi zdecydowanie wyższe wymagania, niż to było jeszcze

kilka lat temu. W tradycyjnym rozumieniu elementy żelbetowe miały spełniać głównie funkcje konstrukcyjne, a jakość zewnętrznej i wewnętrznej struktury betonu schodziła na dalszy plan [8]. Obecnie ze względu na warunki hydrologiczne (współczynnik przepływu) i wymagania konstrukcyjne prefabrykaty do budowy przepustów powinny spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące jakości tych elementów.

Cieszy fakt, że jakość oferowanych przez producentów w naszym kraju prefabrykatów do budowy przedmiotowych konstrukcji stale rośnie. Wiąże się to bezpośrednio z wysokim reżimem technologicznym w produkcji tych elementów. Dodatkowo do wytwarzania prefabrykatów coraz częściej wykorzystuje się wysoko modyfikowaną bądź też samozagęszczalną mieszankę betonową, co pozwala na uzyskanie równej powierzchni betonu i wysokich parametrów trwałościowych [2].

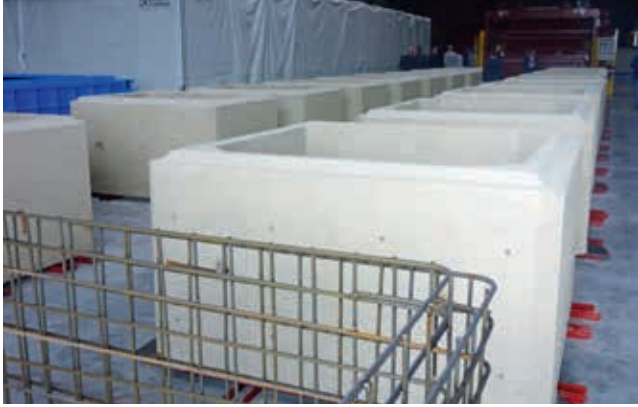
Przykład segmentów prefabrykowanych na etapie wytwarzania w nowoczesnym zakładzie produkcyjnym przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 1.

Prefabrykaty do budowy przepustów komunikacyjnych powinny posiadać właściwe certyfikaty, w tym deklarację producenta o jakości dla danej partii wyrobu (według aktualnych przepisów). Kształt i wymiary prefabrykatów powinny być zgodne z dokumentacją projektową i odpowiednimi katalogami branżowymi.

Wymiary elementów prefabrykowanych powinny mieścić się w granicach tolerancji, których odchyłki nie powinny przekraczać:

- długość prefabrykatu: $\pm 5,0$ mm,
- grubość ścian prefabrykatu: $+ 4,0$ mm, $- 2,0$ mm,
- zbieżność ścian: $\pm 5,0$ mm.

Powierzchnie elementów powinny być gładkie, bez ubytków i pęknięć. W praktyce inżynieryjnej dopuszcza się drobne pory jako pozostałość po pęcherzykach powietrza i wodzie do



Ryc. 1. Widok przykładowego segmentu prefabrykowanego o przekroju skrzynkowym na etapie produkcji. Na pierwszym planie widoczne zbrojenie prefabrykatu, fot. A. Wysokowski



Ryc. 3. Widok skrajnego prefabrykatu o przekroju skrzynkowym. Widoczne wypuszczone zbrojenia zespalające głowicę z zasadniczą konstrukcją przepustu, fot. A. Wysokowski

głębokości max. 5,0 mm (choć ze względu na wymagania hydrologii są to zjawiska niepożądane) [10, 11].

Montaż prefabrykatów odbywa się z wykorzystaniem dźwigów samojezdnych na uprzednio wykonanym fundamencie. Możliwy jest również montaż przedmiotowych elementów bezpośrednio ze środka transportu, ale wymaga to dużej precyzji od operatora. W tym celu konieczne jest przygotowanie odpowiedniej drogi dojazdowej na miejsce montażu. W trakcie montażu pomiędzy prefabrykatami należy zachować odstęp wielkości 5,0–10,0 mm w celu ewentualnej korekty geometrii przepustu. Powstałą szczelinę należy uzupełnić niskoskurczową zaprawą betonową bądź specjalistycznymi uszczelkami, które na rynku budowlanym pojawiają się w coraz większym asortymencie. Zdaniem autorów artykułu, ta druga metoda przynosi konstrukcji większe korzyści, gdyż dodatkowo kompensuje ewentualne przemieszczenia powstałe na etapie eksploatacji przepustu.

W trakcie montażu należy zachować szczególną ostrożność, tak aby nie spowodować uszkodzenia wykształconych w segmentach zamków, co bezpośrednio wpływa na szczelność układu konstrukcyjnego.

Widok prefabrykatów po montażu na przygotowanej płycie fundamentowej przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 2.

2.2. Wykonanie płyty zespalającej oraz głowic i skrzydeł

W celu zespolenia poszczególnych segmentów prefabrykatów żelbetowych, ułożonych uprzednio na fundamencie, należy wykonać górną monolityczną płytę żelbetową (płytę zespalającą). Z reguły posiada ona grubość 25,0 cm z wyprofilowanymi obustronnymi spadkami poprzecznymi wynoszącymi min. 4,0% [10]. Przedmiotowa płyta zespolona jest z elementami prefabrykowanymi za pomocą kotew wklejanych,



Ryc. 2. Widok prefabrykatów po etapie montażu na przygotowanej uprzednio płycie fundamentowej, fot. A. Wysokowski

wykonanych z prętów zbrojeniowych. W nowoczesnych prefabrykatkach żelbetowych otwory te są wykonywane już na etapie produkcji tych elementów, co podnosi technologiczną jakość wykonawstwa.

Kolejnym ważnym elementem konstrukcyjnym przepustu jest jego głowica oraz skrzydełka. Elementy te są wykonywane z reguły na placu budowy metodą na mokro, lecz w ostatnim czasie z uwagi na chęć skrócenia czasu realizacji powszechnie stosowane są elementy prefabrykowane, zintegrowane z konstrukcją skrajnych prefabrykatów.

W celu zespolenia głowicy z elementami prefabrykowanymi konieczne jest odpowiednie wypuszczenie prętów zbrojeniowych ze skrajnych elementów prefabrykowanych. Sytuację tę przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 3.

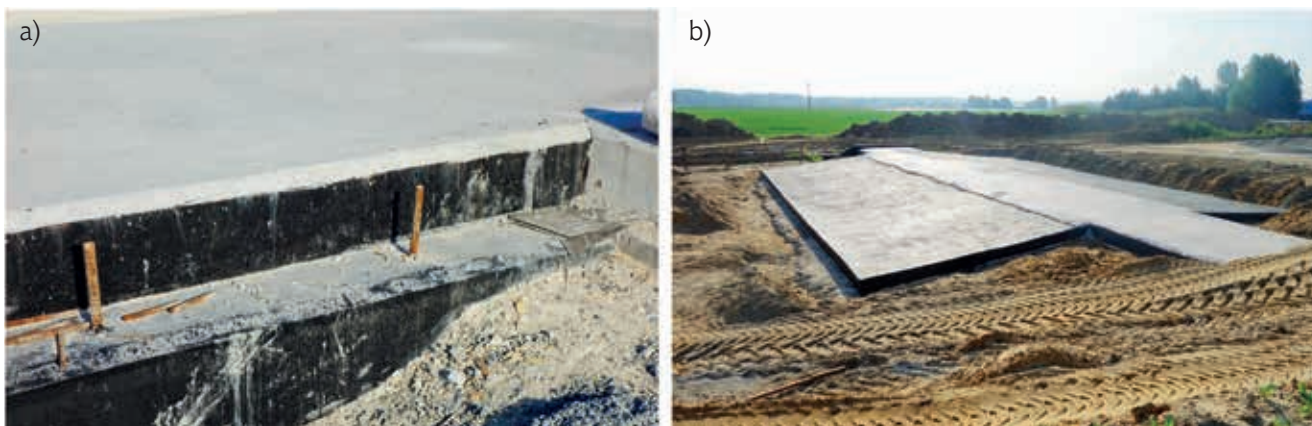
Przy wykonywaniu omawianych elementów ważna jest urabialność mieszanki betonowej, która powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonu lub na jej powierzchni. Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed opadami atmosferycznymi.

W celu ograniczenia odkształceń nawierzchni drogowej i kolejowej w obrębie przepustu, wynikających z różnicy sztywności struktur budowlanych (ośrodek gruntowy i elementy żelbetowe), a w szczególności w miejscach, gdzie występuje niski naziem, nad konstrukcją przepustu konieczne jest wykonanie płyt przejściowych. Są to elementy najczęściej wykonywane jako żelbetowe o grubości ok. 0,25 m. Płyty przejściowe posadowione są zwykle na podbudowie wykonanej z chudego betonu, np. klasy C12/15. Szerokość płyt należy dostosować indywidualnie do strefy oddziaływania obciążeń komunikacyjnych, czyli na szerokości użytkowej jezdni.

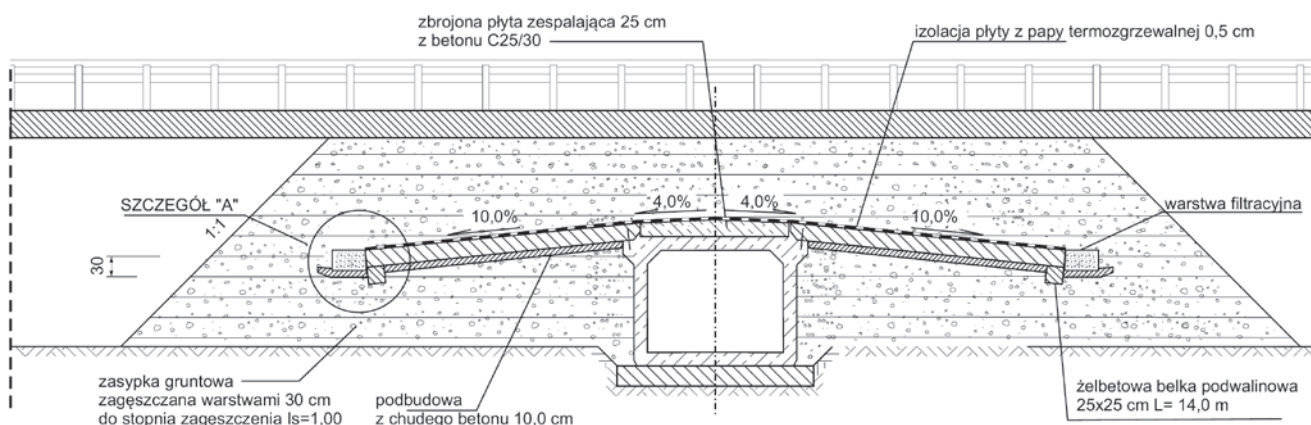
Płyty przejściowe są na ogół oparte na specjalnie wykształconych wspornikach w prefabrykatkach żelbetowych (ryc. 4a) i następnie przez podbudowę posadawiane na uprzednio zagęszczonej i wyprofilowanej bocznej zasypce konstrukcyjnej przepustów [10].

Przykładowy widok wykształconych wsporników w elementach prefabrykowanych oraz wykonanej płyty przejściowej przedstawiono na rycinie 4.

Jednocześnie z wykonywaniem płyt w celu zapewnienia odwodnienia strefy zasypki przepustu wprowadza się, co jest niezwykle ważne, drenaż kruszywowo odprowadzający wodę z izolacji płyt. Drenaż ten powinien być usytuowany na końcach płyt przejściowych. Przykładowy schemat usytuowania drenaży odwadniających płyty przejściowe przedstawiono na rycinie 5.



Ryc. 4. Płyty przejściowe w przepustach komunikacyjnych: a) widok wykształconych wsporników w elementach prefabrykowanych, b) widok wykonanej płyty przejściowej, fot. A. Wysokowski



Ryc. 5. Przykładowy schemat usytuowania drenaży odwadniających płyty przejściowe

Wszystkie te poszczególne etapy prac zanikających powinny być udokumentowane właściwymi badaniami materiałowymi i technologicznymi (autorzy planują opisać wymagania i ich procedurę w jednym z kolejnych artykułów).

2.3. Wykonanie izolacji i uszczelnienia

Dla zapewnienia odpowiedniej trwałości konstrukcji przepustów należy wykonać zabezpieczenie przed negatywnym oddziaływaniem wód gruntowych i opadowych. W tym celu na powierzchniach betonowych stykających się z gruntem (boczne ściany zewnętrzne konstrukcji, płyta zespalająca, płyty przejściowe oraz wewnętrzna strona skrzydełek) należy wykonać powłokową izolację przeciwwodną. Najczęściej izolację tę wykonuje się w postaci powłok bitumicznych lub materiałów arkuszowych (papa termozgrzewalna) wraz z odpowiednim wcześniejszym zagruntowaniem podłoża betonowego.

Trwałość hydroizolacji może być zwiększona w razie potrzeby przez np. zastosowanie materiałów gruntujących na bazie żywic epoksydowych.

Powierzchnie betonowe przygotowane do zaizolowania powinny być równe oraz posiadać odpowiednią wytrzymałość na odrywanie w celu uzyskania maksymalnej przyczepności. W przypadku elementów wykonywanych na placu budowy konieczne jest przeprowadzenie badań kontrolnych wytrzymałości na odrywanie, np. z wykorzystaniem metody pull-off. Według aktualnych przepisów, wytrzymałość ta powinna być nie mniejsza niż średnia 1,50 MPa (pojedynczy wynik nie mniejszy niż 1,0 MPa). Przed przystąpieniem do gruntowania podłoża

powierzchnia powinna być dokładnie oczyszczona, wolna od pyłu i niezwiązanego kruszywa w stanie powietrznosuchym.

Przykładowy widok wykonanej izolacji na pionowej powierzchni prefabrykatów żelbetonowych przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 6. Natomiast na zdjęciu fotograficznym oznaczonym jako rycina 7 przedstawiono sposób wykonania izolacji elementów pionowych i poziomych konstrukcji głowicy i skrzydełka przepustu.

Dodatkowo w celu przystosowania przepustu pod względem hydrologicznym istnieje konieczność wykonania dodatkowego



Ryc. 6. Widok bitumicznej izolacji powłokowej na pionowej powierzchni prefabrykatów żelbetonowych. Widoczne dodatkowe uszczelnienie w obrębie styków segmentów prefabrykowanych za pomocą izolacji arkuszowej – papy termozgrzewalnej, fot. A. Wysokowski



Ryc. 7. Widok bitumicznej izolacji powłokowej na pionowej i poziomej powierzchni konstrukcji głowicy i skrzydełka przepustu, fot. A. Wysokowski



Ryc. 9. Widok zasypki konstrukcyjnej przepustu skrzynkowego w trakcie jej wykonywania. Widoczne technologiczne zaznaczenie miąższości poszczególnych warstw na wewnętrznym elemencie skrzydełka, fot. A. Wysokowski



Ryc. 8. Widok jednego z elementów uszczelnienia segmentów prefabrykowanych w postaci uszczelki z materiału trwale plastycznego, fot. A. Wysokowski



Ryc. 10. Widok wykonywania wstępnego etapu zasypki dla przepustu prefabrykowanego o przekroju kołowym, fot. A. Wysokowski

uszczelnienia styku elementów prefabrykowanych wewnątrz konstrukcji przepustu. Stosuje się do tego nowoczesne masy lub uszczelki trwale plastyczne, odporne na oddziaływanie czynników atmosferycznych, biologicznych i chemicznych. Uszczelki te posiadają odpowiedni profil, tak aby ich montaż był ułatwiony, przy zachowaniu odpowiedniej trwałości wykonanego uszczelnienia.

Przykładowy widok uszczelnienia segmentów prefabrykowanych w postaci uszczelki z materiału trwale plastycznego w trakcie jego wykonywania przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 8.

2.4. Wykonanie zasypki konstrukcyjnej przepustu z odpowiednim zagęszczeniem

Szczegółowe informacje na temat projektowania zasypki konstrukcyjnej przepustów autorzy omówili w artykułach z niniejszej serii [7].

Jak już wielokrotnie wspomiano, zasypka spełnia bardzo istotną funkcję w prawidłowym konstruowaniu omawianych obiektów. Stanowi bowiem spójny element z konstrukcją przepustu, niezbędny do sprawnego przenoszenia obciążeń komunikacyjnych, a co za tym idzie, wymaga szczególnej uwagi podczas wykonywania [9].

Zasypkę przepustów prefabrykowanych wykonuje się najczęściej z pospółki o maksymalnej grubości ziaren 30 mm lub piasku średnio- lub gruboziarnistego o wskaźniku różnoziarnistości U^3 5 i współczynnika wodoprzepuszczalności $k_{10} > 10^{-5}$ m/s, układanych i zagęszczanych równomiernie z obu stron przepustu warstwami o grubości max. 30 cm. Wskaźnik zagęszczenia zasypki I_s musi wynosić minimum 1,00 [1, 3, 6, 13].

Przykładowy widok wykonywania zasypki konstrukcyjnej przepustu skrzynkowego przedstawiono na zdjęciu fotograficznym

zamieszczonym na rycinie 9. Natomiast na zdjęciu fotograficznym na rycinie 10 przedstawiono wstępny etap wykonywania zasypki dla przepustu prefabrykowanego o przekroju kołowym.

Zgodnie z obowiązującymi zaleceniami [3, 6], każda warstwa gruntu powinna być zagęszczana mechanicznie. W sąsiedztwie urządzeń obcych lub warstw odwadniających grunt powinien być zagęszczany ręcznie. Zagęszczanie powinno odbywać się przy jednoczesnej stałej kontroli laboratoryjnej wskaźnika zagęszczenia gruntu. Wilgotność gruntu zagęszczanego w danej warstwie winna być zbliżona do wilgotności optymalnej. W przypadku wilgotności mniejszej niż 0,8 optymalnej grunt należy polewać wodą, a w przypadku wilgotności większej niż 1,25 optymalnej należy go przesuszyć.

Przy wykonywaniu zasypki trzeba wziąć pod uwagę możliwość wykorzystania gruntu pozyskanego z wykopów. Grunt ten może



Ryc. 11. Widok wykorzystania geotekstyliów w konstruowaniu zasypki obiektu posadowionego w trudnych warunkach gruntowo-wodnych, fot. A. Wysokowski



Ryc. 12. Przykład umocnienia wlotu przepustu z wykorzystaniem płyt kamiennych pochodzących z rozbiórki, fot. A. Wysokowski



Ryc. 13. Przykład nowoczesnego rozwiązania umocnienia wlotu przepustu podczas realizacji, polegający na wykonaniu dolnej płyty żelbetowej połączonej z konstrukcją skrzydełek, fot. A. Wysokowski

być wbudowany w nasyp dopiero po pobraniu próbek i zbadaniu przydatności zalegającego gruntu. W przypadku stwierdzenia nieodpowiednich właściwości gruntu pozyskanego z wykopów (grunt nienośny) należy go usunąć z terenu budowy zgodnie z ustawą o odpadach [17].

W przypadku wykonywania przepustów w trudnych warunkach gruntowo-wodnych istnieje konieczność dodatkowego wzmocnienia zasypki w obrębie przepustu. W tym celu najczęściej wykorzystuje się geosyntetyki w postaci materacy (grunt jest segregowany warstwą geotekstyliów, tworząc w ten sposób materace charakteryzujące się bardzo dużą nośnością). Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 11.

2.5. Wykonanie umocnienia wlotu i wylotu przepustu

Odpowiednie utwardzenie dna w przepustach ma za zadanie zabezpieczenie dna przed rozmyciem. Najczęściej umocnienie koryta wykonywane jest w postaci stabilizowanego kruszywa lub luźnego narzutu kamiennego o zmiennej frakcji. Do powszechnie stosowanych materiałów należą m.in. gabiony wypełnione materiałem kamiennym lub elementy galerii betonowej (np. płyty ażurowe). W praktyce inżynierskiej coraz częściej wykorzystywane są materiały z naturalnego kamienia pochodzące z rozbiórki, np. kostka kamienna lub płyty kamienne. Zdaniem autorów, wykorzystanie tych materiałów przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego.

Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 12.

Rozwój technologii dotyczących omawianych konstrukcji umożliwił wykonywanie umocnienia wlotów i wylotów na etapie realizacji głowic. Rozwiązanie to polega na połączeniu skrzydeł przepustu płytą żelbetową, która jednocześnie stabilizuje zasad-

niczą konstrukcję przepustu. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 13.

2.6. Wykonanie nawierzchni i elementów wyposażenia

Jak ogólnie wiadomo, głównym źródłem hałasu w przypadku nawierzchni jezdni, w tym nad konstrukcjami przepustów oraz przejść dla zwierząt, jest interakcja opony z nawierzchnią, zwłaszcza drgania układu na nierównościach nawierzchni.

W przypadku przepustów nie ma to istotnego wpływu, jednak w przypadku przejść dla zwierząt, w tym o konstrukcji zespolonej, hałas generowany przez ruch pojazdów samochodowych jest zjawiskiem mającym wpływ na ich efektywność. Jest to związane ze zjawiskami towarzyszącymi toczeniu się opony po nawierzchni drogi (wsysanie, sprężanie i uwalnianie powietrza z opony) oraz pracą silnika spalinowego.

W celu ograniczenia tego negatywnego zjawiska bezpośrednio nad konstrukcją przejść, jak również na odcinkach dojazdowych, co autorzy próbują wdrożyć od wielu lat, nawierzchnia powinna spełniać dodatkowe parametry użytkowe. W szczególności powinna odznaczać się odpowiednią równością. W przypadku nowo budowanych obiektów nawierzchnia jezdni z uwagi na ciągłość technologiczną jej wykonywania przeważnie spełnia wymagane parametry. Problem pojawia się w przypadku obiektów remontowanych i przebudowywanych, gdzie nawierzchnia wymieniana jest bezpośrednio w obrębie obiektu. W tym przypadku należy szczególną uwagę zwracać na nierówności związane z łączeniem nowej nawierzchni ze starą.

Przykładowy widok wykonywania nawierzchni nad konstrukcją przepustu skrzynkowego przedstawiono na zdjęciu fotograficznym zamieszczonym na rycinie 14.

Zdaniem autorów, dobrym, sprawdzonym w praktyce rozwiązaniem są tzw. ciche nawierzchnie drogowe z użyciem



Ryc. 14. Przykład wykonywania nawierzchni nad konstrukcją przepustu skrzynkowego: a) widok etapu wykonywania warstw podbudowy pod nawierzchnią, b) widok wykonanej warstwy wiążącej na obiekcie, fot. A. Wysokowski

mieszanek mineralno-asfaltowych, wykonywanych z asfaltów modyfikowanych gumą, które redukują niekorzystne oddziaływania związane z ruchem drogowym na obiektach tego typu.

2.7. Wykonanie robót porządkowych

Roboty porządkowe dotyczące prac związanych z liniowymi inwestycjami infrastrukturalnymi polegają głównie na uporządkowaniu i zagospodarowaniu terenu w obrębie prowadzonych prac budowlanych wraz z wykonaniem odpowiedniego oznakowania poziomego i pionowego [12, 14]. W przypadku prac polegających na remontach tych obiektów teren objęty inwestycją należy wyrównać do rzędnych terenu istniejącego oraz przeprowadzić zakres prac zgodny z dokumentacją projektową. Podczas wykonywania tych robót należy pamiętać, aby na bieżąco inwentaryzować wszystkie roboty zanikające [16].

Prace porządkowe należy prowadzić w sposób minimalizujący ilość wytwarzanych odpadów oraz ograniczający ich negatywne oddziaływanie na środowisko. Wytworzone odpady powinny być unieszkodliwiane według aktualnych przepisów w tym zakresie, m.in. rozporządzenia [15] i ustawy [17]. W odniesieniu do stale rosnących wymagań dotyczących gospodarowania odpadami odbiór odpadów powinien być prowadzony przez odbiorców prowadzących utylizację i posiadających stosowne zezwolenia w tym zakresie.

Podczas wykonywania prac porządkowych należy szczególnie zwrócić uwagę na aspekty związane z późniejszym utrzymaniem tych obiektów. W tym przypadku ze względu na zachowanie wymaganej trwałości obiektu należy brać pod uwagę również zagospodarowanie terenu pod kątem kształtowania roślinności w bezpośrednim obrębie obiektu. Autorzy artykułu niejednokrotnie spotkali się, szczególnie podczas przebudowy lub remontów tych obiektów, z pominięciem tego ostatniego etapu robót. Cierpi na tym m.in. estetyka tak wykonanej inwestycji. Zdaniem autorów, przy realizacji przedsięwzięcia należy przeanalizować konieczność wycinki drzew i krzewów w bezpośrednim obrębie przepustu, gdyż wegetacja roślinności w późniejszym okresie może zagrażać elementom konstrukcyjnym obiektu [4].

3. Podsumowanie

Problematyka prawidłowego wykonywania omawianych w artykule konstrukcji, jak już wspomniano wcześniej, należy do obszernych i złożonych. Z tego względu poruszone w artykule zostały jedynie wybrane, najistotniejsze zagadnienia. Według doświadczeń autorów artykułu, ważnych jest tu wiele szczegółów rozwiązań konstrukcyjnych, istotnych dla późniejszej trwałości, które nie zostały opisane ze względu na szczupłe ramy artykułu.

Tematyka ta ze względu na jej wagę będzie w dalszym ciągu intensywnie rozwijana, przynajmniej w takim tempie, jak w ciągu ostatniej dekady, m.in. dzięki stale modernizowanym technologiom oraz podnoszeniu standardów wykonawstwa. Tym samym cieszy fakt, że wiele światowych dobrych rozwiązań z tego zakresu stosowanych jest obecnie z powodzeniem również w krajowej praktyce mostowej. Nowe technologie i materiały wdrażane w infrastrukturze komunikacyjnej są równie szybko i skutecznie wprowadzane również w zakresie wykonawstwa konstrukcji przepustów. Dotyczy to w szczególności jakości prefabrykatów, jak również systemów połączeń i materiałów uszczelniających. Z pewnością przyczynia się to do podnoszenia trwałości obiektów infrastruktury komunikacyjnej.

Prezentowana tematyka jest niezwykle ważna dla późniejszego utrzymania i trwałości oraz bezpiecznego korzystania ze zrealizowanych obiektów inżynierskich w trakcie ich wieloletniej eksploatacji.

Literatura

- [1] Bagińska I.: *Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego metodami polowymi w ujęciu eurokodu 7*. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2009, t. 33, nr 1.
- [2] Jasiczak J.: *Metody produkcji prefabrykatów. Technologie budowlane II*. „Alma Mater” 2003.
- [3] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych*. GDDKiA, IBDiM. Żmigród 2006.
- [4] Korona L.: *Przygotowanie inwestycji budowlanej do realizacji w świetle nowych wymagań ochrony środowiska*. „Czasopismo Techniczne” 2010, z. 2.1-B.
- [5] Lachowicz M., Podhorecki A.: *Budowa przepustów i przejść dla zwierząt w warunkach zrównoważonego rozwoju*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2012, nr 5, s. 74–77.
- [6] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*. GDDKiA, IBDiM. Żmigród 2004.
- [7] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. I–XIX*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2008–2016.
- [8] Wrona J.: *Jakie znaczenie dla prefabrykatów betonowych ma właściwy dobór i aplikacja środka antyadhezyjnego?*. „Inżynier Budownictwa” 2014, nr 4.
- [9] Materiały konferencyjne XII Świątecznej Drogowo-Mostowej Żmigrodzkiej Konferencji Naukowo-Technicznej *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. Żmigród, grudzień 2013 r. Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród, Wydawnictwo Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie. Kraków 2013.
- [10] *Przepusty drogowe z elementów prefabrykowanych* (katalog). Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt-Warszawa Sp. z o.o. Warszawa 2007.
- [11] *Prefabrykowane przepusty rurowe* (katalog). Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt-Warszawa Sp. z o.o. Warszawa 1994.
- [12] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach*. Dz.U. 2003, nr 220, poz. 2181.
- [13] *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*. Dz.U. 2012, poz. 463.
- [14] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych*. Dz.U. 2003, nr 47, poz. 401.
- [15] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów*. Dz.U. 2001, nr 112, poz. 1206.
- [16] *Ustawa Prawo budowlane*. Dz.U. 2013, poz. 1409.
- [17] *Ustawa o odpadach*. Dz.U. 2001, nr 62, poz. 628.
- [18] *Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym*. Dz.U. 1997, nr 98, poz. 602.

