



Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Zakład Technologii Nawierzchni
Pracownia Technologii Nawierzchni
ul. Instytutowa 1
03-302 Warszawa

**Sprawozdanie
nr TN-2/3696/1/16**

**Opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni
jezdni ulic na terenie m.st. Warszawy**

Symbol pracy: IBDiM N-3696

Opracowali:

dr inż. Wojciech Bańkowski
mgr inż. Dominika Maliszewska
mgr inż. Maciej Maliszewski¹⁾

¹⁾ – osoba autoryzująca

Zatwierdził:

**Z-ca Kierownika Zakładu
Technologii Nawierzchni**

prof. nzw. dr hab. inż. Adam Zofka

Warszawa, 5 kwietnia 2016

SPIS TREŚCI

1.	Zlecniodawca	5
2.	Podstawa pracy.....	5
3.	Przedmiot i zakres pracy	5
3.1.	Wykaz ulic objętych zleceniem	5
3.2.	Zakres prac objętych zleceniem	6
3.3.	Forma opracowania	6
4.	Realizacja pracy.....	7
4.1.	Rejestracja stanu nawierzchni	7
5.	Badania nośności.....	7
6.	Odwierty z nawierzchni	7
7.	Wyznaczenie nośności.....	7
8.	Karty przeglądu ulic.....	8
9.	Specyfikacje techniczne	8
10.	Remonty weekendowe ulic m.st. Warszawy	8
11.	Załączniki do sprawozdania	10
Załącznik 1.	Szczegółowa Specyfikacja Techniczna	
Załącznik 2.	Marywilska/Czołowa	
Załącznik 3.	Nowoursynowska	
Załącznik 4.	Rudnickiego	
Załącznik 5.	Gołkowska	
Załącznik 6.	Al. Niepodległości	
Załącznik 7.	Strażacka	
Załącznik 8.	Cyrulików	
Załącznik 9.	Półczyńska	
Załącznik 10.	Al. Zjednoczenia	
Załącznik 11.	Krasińskiego	
Załącznik 12.	Jana Pawła II	
Załącznik 13.	Lektykarska	
Załącznik 14.	Grzybowa	
Załącznik 15.	Kinowa	
Załącznik 16.	Rembielińska	
Załącznik 17.	Gorzykowska	
Załącznik 18.	Perzyńskiego	
Załącznik 19.	Plac Hallera	
Załącznik 20.	Lindleya	
Załącznik 21.	Krzywickiego	

1. Zleceniodawca

Zarząd Dróg Miejskich
ul. Chmielna 120
00-801 Warszawa

2. Podstawa pracy

Niniejsza praca została wykonana w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów, na podstawie umowy nr W/5/URD/2016 zawartej dnia 22.02.2016 r. Zlecenie dotyczyło opracowania technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni dwudziestu wytypowanych ulic na terenie m.st. Warszawy będących pod zarządem ZDM Warszawa. Pracy nadano symbol IBDiM N-3696.

3. Przedmiot i zakres pracy

3.1. Wykaz ulic objętych zleceniem

W ramach umowy nr W/5/URD/2016 z dnia 22.02.2016 r. IBDiM miał za zadanie opracowanie technologii naprawy i wzmocnienia nawierzchni wybranych ulic na terenie m.st. Warszawy. Zakres prac obejmował ulice przedstawione poniżej w tablicy 1.

Tablica 1. Wykaz ulic objętych zleceniem

Ulica	Odcinek (ulica od/do)	
Marywilska/Czołowa	S-8	Wiktorii Kaweckiej
Rembielińska	Matki Teresy	Trasa S-8
Gorzykowska	Myszkowska	Radzywińska
Krasińskiego	Pl. Wilsona	Wybrzeże Gdyńskie
Jana Pawła II	Torfowa	Diamentowa
Lektykarska	Podleśna	Gdańska
Nowoursynowska	Wałbrzyska	Dolina Służewiecka
Rudnickiego	Maczka	Broniewskiego
Gołkowska	Czerniakowska	Statkowskiego
Grzybowa	Instruktorska	Komandosów
Kinowa	Al. Waszyngtona	Al. Stanów Zjednoczonych
Perzyńskiego	Broniewskiego	Żeromskiego

Plac Hallera	Dąbrowszczaków	Jagiellońska
Strażacka	Chełmżyńska	Zesłańców Polskich
Cyrulików	Chruściela	gr. miasta (Okuniewska)
Lindleya	Koszykowa	Jerozolimskie
Półczyńska – jezd. północna	Powstańców Śląskich	Szeligowska
Krzywickiego	Nowowiejska	Koszykowa
Al. Zjednoczenia	Żeromskiego	Marymoncka
Al. Niepodległości	Wiktorska	Wilanowska

3.2. Zakres prac objętych zleceniem

Pracę podzielono na następujące etapy i wykonano następujące zadania:

- a) Rejestracja stanu nawierzchni z rozpoznaniem uszkodzeń – spękania podłużne/poprzeczne/siatkowe/koleina, itd.
- b) Pomiary ugięć metodą FWD co 50 m (na zakładkę) na każdym pasie ruchu z określeniem ugięć miarodajnych i odcinków jednorodnych
- c) Wyznaczenie modułów sztywności warstw nawierzchni i podłoża
- d) Wykonanie odwiertów kontrolnych w nawierzchni z określeniem niezbędnych właściwości materiałowych w badaniach laboratoryjnych
- e) Rozpoznanie warstw geotechnicznych w podłożu oraz rozpoznanie grupy nośności podłoża
- f) Opracowanie przekrojów konstrukcyjnych wraz z opisem technologii i materiałów
- g) Podsumowanie i zalecenia dotyczące metody modernizacji nawierzchni
- h) Opracowanie Szczegółowych Specyfikacji Technicznych

3.3. Forma opracowania

W ramach realizacji zlecenia opracowana została dokumentacja w formie kart przeglądów stanu nawierzchni z podaniem technologii naprawy wraz z przekrojami konstrukcyjnymi podpisanymi przez uprawnionego projektanta, w wariantcie przedłużenia trwałości badanej drogi o średnio 8-10 lat w zakładanym podejściu naprawy weekendowej, o ile będzie to uzasadnione. Opracowano również Szczegółowe Specyfikacje Techniczne, które będą mogły być stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót związanych z remontem i/lub przebudową nawierzchni ulic m.st. Warszawa zarządzanych przez ZDM Warszawa.

4. Realizacja pracy

4.1. Rejestracja stanu nawierzchni

Pracownicy IBDiM przeprowadzili oględziny wszystkich ulic objętych zleceniem. Dokonano rejestracji stanu nawierzchni wraz z rozpoznaniem ilości, wielkości i/lub obszaru uszkodzeń, tj. spękań podłużnych, spękań poprzecznych, siatkowych, występowania kolein, wybojów, ubytków, wystających studzienek, itd. Stan i ilość uszkodzeń rejestrowano w formularzach, a następnie zobrazowano poprzez utworzenie profilu stanu nawierzchni w formie graficznej w „Kartach przeglądu stanu nawierzchni ulicy” poszczególnych ulic.

5. Badania nośności

Badania nośności nawierzchni zostały zrealizowane przy użyciu metody FWD co 50 m (na zakładkę) na każdym pasie ruchu z określeniem ugięć miarodajnych i odcinków jednorodnych. Na tej podstawie wyznaczono moduły sztywności warstw nawierzchni i podłoża. Wyniki posłużyły do wyznaczenia nośności nawierzchni dla każdej z ulic. Wyniki badań FWD zamieszczono w Załącznikach 2 – 21 w części opisowej.

6. Odwierty z nawierzchni

Na każdej ulicy wykonano rozpoznanie warstw konstrukcyjnych z określeniem rodzaju i stanu warstw oraz podłoża gruntowego. Dodatkowo, w obrębie występowania gruntów niespoistych wykonano sondowania DPL w celu określenia zagęszczenia. Sprawozdanie z przeprowadzonych prac wraz z analizą dla każdej ulicy przedstawiono w Załącznikach 2 – 21 w części opisowej.

7. Wyznaczenie nośności

Do wyznaczenia nośności nawierzchni wykorzystano wyniki obliczeń, pomiary i wyniki badań materiałowych. W przypadku warstw asfaltowych przeprowadzono oznaczenie gęstość objętościowej według normy PN-EN 12697-6:2012, gęstość wg PN-EN 12697-5+AC:2012, zawartość wolnej przestrzeni wg PN-EN 12697-8:2008, a grubość warstw asfaltowych oznaczono z odwiertów zgodnie z normą PN-EN 12697-36:2005. Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego oznaczono metodą ekstrakcji czterochloroetylenem w ekstraktorze automatycznym według normy PN-EN 12697-1:2012. Powyżej wyszczególnione metody badawcze mieszanek mineralno-asfaltowych według norm europejskich serii PN-EN 12697 objęte są zakresem akredytacji udzielonej IBDiM przez Polskie Centrum Akredytacji (certyfikat nr AB 423).

Obliczenia nośności wykonano metodami podanymi w Katalogu Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (2014). Analiza przeprowadzona była dwuetapowo. W pierwszej kolejności dokonano oceny nośności konstrukcji wg metody ugięć, w celu określenia konieczności wzmocnienia. W drugiej kolejności wykonano obliczenia trwałości metodą mechanistyczną przy założonym wzmocnieniu konstrukcji.

8. Karty przeglądu ulic

Po przeprowadzeniu pełnego przeglądu ulic objętych zakresem umowy wraz z rejestracją uszkodzeń, przeglądem układu, rodzaju i stanu konstrukcji nawierzchni i podłoża gruntowego oraz po przeprowadzeniu badań i obliczeń nośności opracowano „Kartę przeglądu stanu nawierzchni ulicy”. W „Kartach przeglądu” zapisano również zalecenia technologiczne dotyczące remontu lub naprawy nawierzchni na podstawie oceny wizualnej stanu, nośności, przewidywanego natężenia ruchu oraz rozpoznania warstw konstrukcyjnych. Głównym celem projektowym było osiągnięcie ok. 8-10 letniej trwałości naprawy. Do każdej ulicy zastosowano podejście indywidualne i podano zalecenia technologiczne i materiałowe. W warunkach miejskich rzadko występuje możliwość wykonania tradycyjnej nakładki z warstw asfaltowych, gdyż podniesienie niwelety nawierzchni wiązałoby się z większym zakresem przebudowy ulic poprzecznych, chodników, dojazdów, wejść itp.

9. Specyfikacje techniczne

Do zaproponowanych technologii naprawy nawierzchni opracowano „Szczegółowe Specyfikacje Techniczne remontów ulic Warszawy”. Dokument ten stanowi Załącznik 1 do niniejszego sprawozdania.

10. Remonty weekendowe ulic m.st. Warszawy

Remonty zostaną wykonane w technologii weekendowej, o ile będzie to możliwe, aby zapewnić wystarczającą nośność i trwałość konstrukcji. W uzasadnionych przypadkach należy wydłużyć czas remontu, jeśli potrzebne będą dodatkowe zabiegi technologiczne. Prace budowlane muszą być prowadzone zgodnie z obowiązującymi normami, sztuką budowlaną oraz poleceniami inspektora nadzoru.

Wykonawca remontu jest zobowiązany do prowadzenia robót w systemie minimum 2 zmianowym w dniach: rozpoczęcie - piątek godz. 22:00, zakończenie: poniedziałek godz. 4:00. W przypadku zgody Inżyniera Ruchu na zamknięcie ulic, roboty te mogą być również wykonywane w dni robocze. Przed rozpoczęciem frezowania wykonawca jest zobowiązany do zinwentaryzowania spękań nawierzchni i uszkodzeń w

celu określenia koniecznego zakresu wzmocnienia konstrukcji po sfrezowaniu. W tym celu należy zaznaczyć w sposób widoczny po sfrezowaniu lokalizację zastosowania siatek wzmacniających oraz wzmocnienia podbudowy. Każdy element konstrukcji nawierzchni ulegający zakryciu należy zgłosić do nadzoru budowy i dopiero po uzyskaniu zezwolenia przez inspektora nadzoru można kontynuować dalsze etapy robót. Należy zapewnić szczególną dbałość w kwestii regulacji włazów i wpustów. Wykonawca jest zobowiązany do wykonywania badań laboratoryjnych we własnym zakresie oraz zlecenia badań do IBDiM.

Wymiana nawierzchni bitumicznej jezdni winna być wykonana w następujących operacjach technologicznych:

- sfrezowanie istniejącej nawierzchni na głębokość zgodną z „Kartami przeglądów”,
- wykonanie warstwy wyrównawczej z mieszanki AC 8 S KR3-4 o grubości 2-3 cm (jeśli konieczne jest zastosowanie siatki wzmacniającej),
- ułożenie siatki wzmacniającej (jeśli jest to konieczne),
- ułożenie warstwy wiążącej z AC WSM 16 KR3-7 o grubości zgodnej z „Kartami przeglądów” (nie mniej niż 4 cm),
- ułożenie warstwy ścieralnej z SMA 8 S KR3-7 o grubości 3 cm.

Jeśli poniżej sfrezowanej nawierzchni występuje warstwa nienadająca się do frezowania, np. bruk, beton itp., należy ograniczyć głębokość frezowania i rozważyć podniesienie niwelety nawierzchni w celu zachowania zaprojektowanej grubości nakładki. Jeżeli pod warstwami asfaltowymi przeznaczonymi do frezowania występuje podbudowa kruszywowa, to należy tak zmniejszyć głębokość frezowania, aby pozostawić warstwę asfaltową grubości 1-2 cm lub sfrezować warstwy asfaltowe do poziomu podbudowy i wykonać warstwę wyrównawczą o grubości 2-3 cm.

Na podbudowie drogi, tam gdzie jest to konieczne lub wymagane, należy ułożyć siatki wzmacniające zgodnie z zaleceniami przedstawionymi na „Kartach przeglądów”. Jeśli nawierzchnia ulicy jest niespękana lub średnio spękana (Indeks Spękań ≤ 3 , według klasyfikacji podanej w Katalogu Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (GDDKiA, IBDiM, 2014), to należy stosować siatkę przeciwspekaniową w postaci pasm o szerokości 1,5 m, pokrywając nimi pojedyncze pęknięcia (po około 0,75 m po każdej stronie pęknięcia). Jeśli nawierzchnia ulicy jest bardzo spękana (Indeks Spękań >3), bądź podbudowa wykonana jest z trylinki, kostki brukowej itp., to należy stosować siatkę przeciwspekaniową na całej powierzchni jezdni, po uprzednim uzgodnieniu z inwestorem i nadzorem budowy. Na długości 50 m przed skrzyżowaniami

z sygnalizacją świetlną na całej szerokości jezdni należy ułożyć siatkę zbrojeniową z włókien szklanych (w kierunku podłużnym) i włókien węglowych (w kierunku poprzecznym) powlekanych warstwą polimeroasfaltu o wysokiej wytrzymałości z jednostronną posypką z piasku kwarcowego. Siatka ta winna posiadać wytrzymałość w kierunku poprzecznym 200 kN/m (przy wydłużeniu 1,5 %) oraz w kierunku podłużnym 120 kN/m (przy wydłużeniu 3 %). Siatkę można układać na równym podłożu po sfrezowaniu starych warstw asfaltowych, po jego skropieniu emulsją asfaltową zgodnie z zaleceniami zawartymi w Aprobacie Technicznej i zaleceniami producenta. Należy zapewnić połączenie między siatką a podłożem i nową warstwą asfaltową poprzez skropienie podłoża emulsją asfaltową. Minimalna łączna grubość warstw asfaltowych na siatce powinna wynosić 4 cm dla siatki szklanej oraz 3 cm dla siatki szklano-węglowej. W przypadku wystąpienia głębokich ubytków w warstwie podbudowy wykonanej z trylinki (brak pojedynczych elementów itp.) przed ułożeniem siatki przeciwspekaniowej należy ubytki te wypełnić mieszanką mineralno-asfaltową. W przypadku miejscowego wystąpienia znacznej degradacji podbudowy, kwalifikującej się do wymiany, należy miejscowo wykonać ułożenie nowej podbudowy tłuczniowej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie lub z AC WMS 16 KR3-7 wg konstrukcji uzgodnionej z zamawiającym i inspektorem nadzorem.

11. Załączniki do sprawozdania

KONIEC