





<i>Adnotacje urzędowe:</i>			
<i>Zamawiający:</i>			
		Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad ul. Mińska 25 03-808 Warszawa	
<i>Jednostka projektowa:</i>			
<i>Lider</i>			
		ARCADIS Sp. z o.o. 02-675 Warszawa, ul. Wołoska 22A tel.: (0-22) 203 20 00, fax: (0-22) 203 20 01	
<i>Partner</i>			
		MOSTY KATOWICE Sp. z o.o. ul. Rolna 12 40-555 Katowice tel: 32 603 34 00; fax: 32 603 34 12	
<i>Podwykonawca mianowany</i>			
		DHV POLSKA Sp. z o.o. ul. Domaniewska 41 02-672 Warszawa tel: 22-606-28-02; fax:22-606-28-03	
<i>Stadium:</i>		<i>Zadanie:</i>	
Konceptja programowa		OPRACOWANIE STADIUM PROJEKTU BUDOWLANEGO BUDOWY POŁUDNIOWEJ OBWODNICY WARSZAWY NA ODCINKU OD WĘZŁA "PUŁAWSKA" DO WĘZŁA "LUBELSKA" (długość ok.19.5 km) – KONCEPCJA PROGRAMOWA ODCINEK „A” od km 0+433,71 do km 5+050,00	
		<i>Nazwa opracowania:</i>	
<i>Branża:</i>	<i>Biuro:</i>	Część techniczna Branża drogowa Część opisowa	
DR	ARC		
<i>Stanowisko:</i>	<i>Imię i nazwisko:</i>	<i>Nr uprawnień:</i>	<i>Podpis:</i>
Główny Projektant	inż. Andrzej Berliński	36/72 /drogowa/	
Projektant	Inż. Marcin Tetych	MAZ/0393/POOD/06 /drogowa/	
Opracował	mgr inż. Wojciech Giemza mgr inż. Michał Szczerbatko		
Sprawdzający	mgr inż. Jerzy Kaczmarek	KBU 1a-2126/989/66 /drogowa/	
<i>Nr archiwalny:</i>	<i>Data opracowania:</i>	<i>Nr egzemplarza:</i>	<i>Nr tomu:</i>
PL0105.000010	10. 2013	1	01A/01

CZEŚĆ TECHNICZNA

BRANŻA DROGOWA

Część opisowa

Spis treści

Informacje ogólne

I. Inwentaryzacja stanu istniejącego

II. Opis obiektu

1. Wstęp – lokalizacja, typ, rodzaj obiektu budowlanego
2. Urządzenia obsługi uczestników ruchu i program użytkowy obiektu budowlanego
3. Charakterystyczne parametry techniczno – geometryczne
4. Dostosowanie Południowej Obwodnicy Warszawy do krajobrazu
5. Układ konstrukcyjny obiektu budowlanego
6. Wyniki oceny stanu technicznego dróg istniejących
7. Kategoria geotechniczna obiektu oraz zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej
8. Wyniki obliczeń konstrukcyjnych
9. Rozwiązania konstrukcyjno-materialowe podstawowych elementów konstrukcji
10. Rozwiązania techniczno-budowlane i instalacyjne
11. Odwodnienie i oświetlenie
12. Urządzenia i obiekty infrastruktury technicznej w pasie drogowym nie związane z drogą
13. Warunki techniczne bezpieczeństwa użytkowania obiektu
14. Ochrona dóbr kultury
15. Bezpieczeństwo użytkowania obiektu z uwagi na możliwość wystąpienia pożaru lub innego miejscowego zagrożenia
16. Wpływ obiektu budowlanego na środowisko i ludzi

III. Obliczenia

1. Korpus drogowy i jego posadowienie
2. Zabezpieczenie budowli drogowych na wpływ eksploatacji górniczej
3. Konstrukcja nawierzchni
4. Wymiarowanie urządzeń odwodnienia
5. Bilans robót drogowych

IV. Kosztorysy

V. Analiza wariantów

1. Typy i geometria węzłów
2. Stateczność korpusu drogowego
3. Konstrukcja nawierzchni
 - 3.1. Konstrukcja drogi ekspresowej
 - 3.2. Konstrukcja dróg podrzędnych
 - 3.3. Konstrukcja dróg dojazdowych i technologicznych
 - 3.4. Konstrukcja chodników i ścieżek rowerowych

VI. Część rysunkowa

INFORMACJE OGÓLNE

Opracowanie stadium projektu budowlanego budowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” (długość ok. 19.5 km) – Koncepcja Programowa realizowane jest przez Konsorcjum składające się z trzech biur projektowych:

- **ARCADIS Sp. z o.o. – (Lider Konsorcjum)**
Ul. Wołoska 22A
02-675 Warszawa
tel. 22-203-20-00
fax. 22-203-20-01
- **Mosty Katowice Sp. z o.o. – (Partner Konsorcjum)**
ul. Rólna 12
40-555 Katowice
tel. 32-603-34-00
fax. 32-603-34-12
- **DHV POLSKA Sp. z o.o. – (Podwykonawca mianowany Konsorcjum)**
ul. Domaniewska 41
02-672 Warszawa
tel. 22-606-28-02
fax. 22-606-28-03

Głównym Projektantem jest Andrzej Berliński – część techniczna

Kierownikiem Projektu jest Łukasz Marcinkiewicz – administrator projektu

Inwestor / Zamawiający:

1. Reprezentowany przez:

Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad

Łukasza Lendnera – Dyrektora Oddziału GDDKiA w Warszawie.

Tomasza Kwiecińskiego – Zastępcę Dyrektora Oddziału GDDKiA w Warszawie ds. Inwestycji

ul. Mińska 25

03-808 Warszawa

tel. 22-813 13 75, 22-810 39 84

fax. 22-810 04 12

Numer Identyfikacyjny umowy: PL0105.000010

W wyniku porozumienia pomiędzy Zamawiającym i Konsorcjum zawartego na spotkaniach w siedzibie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Warszawie w dniach 13.06.2013 i 21.06.2013, zawartego w Aneksie nr 1 do porozumienia z dnia 27.07.2012 r do Umowy nr 55/2005 z dnia 15 września 2005 r - cała trasa została podzielona na trzy odcinki:

Odcinek „A” – od km 0+433,71 do km 5+050,00

Odcinek „B” – od km 5+050,00 do km 11+500,00

Odcinek „C” – od km 11+500,00 do km 18+950,00

Niniejszy Tom 01A obejmuje odcinek „A” od km 0+466,70 do km 5+050,00.

I. Inwentaryzacja stanu istniejącego

Projektowany fragment Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku pomiędzy węzłem „Puławska” a węzłem „Lubelska” na odcinku „A” – od km 0+433,71 do km 5+050,00 wykorzystuje korytarz rezerwowany w kolejnych planach zagospodarowania Warszawy pod urządzenia komunikacyjne.

W ramach inwentaryzacji i oceny stanu istniejącego zostały wykonane:

- wizje w terenie, z których powstała dokumentacja fotograficzna – Tom 00A – część ogólna;
- dokumentacja geologiczno – inżynierska – Tom 15A;
- rozpoznanie konstrukcji istniejących dróg/ulic.

II. Opis obiektu

1. Wstęp – lokalizacja, typ, rodzaj obiektu budowlanego

Projektowany odcinek Południowej Obwodnicy Warszawy jest trasą ekspresową S2 na odcinku pomiędzy węzłem „Puławska” a węzłem „Lubelska”. Na odcinku „A” – od km 0+433,71 do km 5+050,00 wykorzystuje korytarz rezerwowany w kolejnych planach zagospodarowania Warszawy pod urządzenia komunikacyjne i przebiega przez miasto Warszawa przez dzielnice Ursynów i Wilanów. Korytarz trasy pomiędzy ulicą Puławską a drogą wylotową na Lublin na odcinku „A” przebiega przez dzielnice Ursynów i Wilanów. Usytuowany jest następująco w układzie przestrzennym miasta:

- od ulicy Puławskiej do rejonu ulicy Pileckiego pas terenu rezerwowany dla trasy przylega od strony północnej do łącznicy kolejowej prowadzonej do stacji postojowej metra - Kabaty;
- na terenie Ursynowa, gdzie przewidywany jest tunel drogowy, rezerwa utrzymywana jest pod ulicą Płaskowickiej;
- pomiędzy Skarpą Warszawską a ulicą Przyczółkową korytarz trasy prowadzony jest przez tereny kiedyś całkowicie niezainwestowane, gdzie obecnie trwa wokół trasy budowa osiedli mieszkaniowych (łąki wilanowskie);

Trasa POW przechodzić będzie tunelem pod układem ulicznym Ursynowa, wzdłuż ulicy Płaskowickiej (główniej - G). Nad tunelem drogowym poprzecznie przechodzić będą dwie ulice główne – G (ulica Pileckiego i Rosoła), jedna ulica zbiorcza – Z (Al. KEN) oraz trzy ulice lokalne – L (ulica Dereniowa, Stryjeńskich, Braci Wagów i Lanciego).

W projekcie przewidziano wiadukty nad przyszłymi ulicami - Zdrową i Sobieskiego bis.

W pasie ulicy Sobieskiego bis przewidziano wykonanie drogi tymczasowej dla połączenia terenów leżących po północnej i południowej stronie Południowej Obwodnicy Warszawy o wysokości skrajni 3.5 m.

Niezależnie od wymienionych dróg w obszarze bezpośrednio przyległym do projektowanej trasy znajduje się sieć ulic dojazdowych obsługujących istniejące zagospodarowanie. Po stronie lewobrzeżnej są to nieliczne ulice na Wilanowie Zachodnim.

W istniejącym układzie komunikacyjnym Warszawy brak jest wykształconych sprawnych połączeń obwodowych, umożliwiających prowadzenie ruchu tranzytowego poza centrum miasta. Do Warszawy dochodzi promieniście kilka dróg krajowych. Południowa Obwodnica Warszawy umożliwi połączenie wylotów dróg krajowych w kierunku Terespoła (droga krajowa nr 2 - docelowo autostrada A-2), Lublina (droga krajowa nr 17 – docelowo droga ekspresowa S17), Krakowa (droga krajowa nr 7 – docelowo droga ekspresowa S7), Wrocławia (droga krajowa nr 8 – docelowo droga ekspresowa S8), Poznania (autostrada A2) oraz poprzez Trasę Toruńską od węzła A2 Konotopa do Gdańska (droga krajowa nr 7 – docelowo droga ekspresowa S7) oraz Białegostoku (droga krajowa nr 8 – docelowo droga ekspresowa S8).

2. Urządzenia obsługi uczestników ruchu i program użytkowy obiektu budowlanego

Urządzenia obsługi uczestników ruchu

W ramach opracowania Południowej Obwodnicy Warszawy, obwodnica zostanie wyposażona w urządzenia towarzyszące dla obsługi uczestników ruchu. Do tych obiektów i urządzeń w ramach omawianej inwestycji zalicza się:

- zatoki autobusowe – zlokalizowane przy ulicy Płaskowickiej i ulicy Indiry Gandh i
- place do zawracania – drogi dojazdowe zakończone nieprzelotowym zakończeniem zostały zaopatrzone w plac do zawracania
- ciągi pieszo-rowerowe

Powyższe urządzenia i obiekty znajdują się poza koroną drogi ekspresowej i zostały zaprojektowane zgodnie z wytycznymi technicznymi jakimi powinny odpowiadać drogi oraz ich usytuowanie. Ich przebiegi zostały zaopiniowane przez GDDKiA oraz Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie.

Program użytkowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku „A” to:

- Usprawnienie funkcjonowania transportu dla miasta Warszawy i okolic, kumulujących bardzo duże potoki ruchu;
- Inwestycja znajduje się w całości na terenie miasta stołecznego Warszawa w dzielnicach Ursynów, Wilanów i Wawer oraz województwa Mazowieckiego w powiecie Otwockim w gminie Wiązowna;
- Południowa Obwodnica Warszawy będzie drogą ekspresową S2 o zasadniczo dwóch jezdniach, o 3 pasach ruchu każda, o parametrach technicznych i geometrycznych spełniających wymogi dla dróg ekspresowych, o $V_p=80\text{km/h}$;
- Wszystkie obiekty w ciągu S2 projektowane są z czterema pasami ruchu
- Pas dzielący projektowany jest o szerokości 12 m (2 opaski) umożliwiając ewentualne poszerzenie o czwarty pas ruchu
- W ciągu trasy zostanie zaprojektowany węzeł „Ursynów” podzielony na dwie części – „Ursynów-wschód” i Ursynów-zachód” które umożliwiają wjazd i wyjazd z całego pasma Ursynów-Natolin na trasę POW;
- Dostępność do drogi ekspresowej będzie możliwa wyłącznie poprzez węzły;
- Wzdłuż całej trasy w rejonach zabudowanych zostały zaprojektowanie sieci dróg dojazdowych umożliwiający komunikację lokalną oraz autobusową;
- Zaprojektowanie ciągów ścieżek rowerowych i chodników;
- Zaprojektowanie obiektów inżynierskich, zgodnie z warunkami technicznymi i sztuką inżynierską;
- Zaprojektowanie sprawnego systemu odwodnieniowego dla całej trasy w formie rowów otwartych, zbiorników retencyjno-infiltracyjnych, szczelnej kanalizacji deszczowej;
- Przebudowę całej infrastruktury technicznej nie związanej z drogą wchodzącej w kolizję z projektowaną trasą;
- Dobranie odpowiednich materiałów oraz technologii wykonania obwodnicy, pod względem spełniającym Polskie Normy i wytyczne techniczne oraz ekonomicznym; zapewniających bezpieczeństwo wykonania oraz późniejszego funkcjonowania.

3. Charakterystyczne parametry techniczno-geometryczne

Główne parametry techniczne trasy przyjęto w oparciu o Rozporządzenie MTiGM z dnia 02.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie oraz zgodnie z Opisem Przedmiotu Zamówienia.

Dla projektowanego odcinka POW pomiędzy węzłem „Puławska” a węzłem „Lubelska” na odcinku „A” przyjęto następującą zasadę przekroju:

- 2 x 3 pasy ruchu + pas awaryjny na odcinku od węzła „Puławska” do końca odcinka „A”.

Szczegółowe parametry techniczne projektowanego odcinka drogi przedstawiają się następująco:

- klasa techniczna S (droga ekspresowa),
- prędkość projektowa 80 km/h,
- prędkość miarodajna 100 km/h
- maksymalna prędkość w tunelu 80 km/h
- nośność 115 kN/oś, KR6
- całkowicie ograniczona dostępność,
- jezdnie główne:
 - szerokość pasa ruchu 3,5 m
 - szerokość pasa awaryjnego 2,5 m (w tunelu pod Ursynowem – 3,75m w tym 0,25 m opaska)
 - szerokość opasek wewnętrznych 0,5 m (poza tunelem)
 - szerokość pasa dzielącego (bez opasek) 4,0 m (na odcinku od węzła „Ursynów Wschód” do węzła „Czerniakowska-Bis” – 11,0 m)
- łącznice P1:
 - szerokość jezdni 4,5 m
 - szerokość opaski wewnętrznej 0,5 m
 - szerokość opaski zewnętrznej 1,0 m
- łącznice P2:
 - szerokość jezdni 7,0 m
 - szerokość opaski wewnętrznej 0,5 m
 - szerokość opaski zewnętrznej 0,5 m
- łącznice P3:
 - szerokość jezdni 7,0 m
 - szerokość opaski wewnętrznej 0,5 m
 - szerokość pasa awaryjnego 2,0 m
- łącznice P4:
 - szerokość jezdni 7,0 m
 - szerokość opasek 1,0 m

Pas awaryjny występuje wzdłuż całej trasy.

Parametry drogi ekspresowej S2 w planie:

- Początek trasy – km 0+433,71
- Początek krzywej przejściowej – km 1+154,72
- Koniec krzywej przejściowej – początek łuku – km 1+324,72
- Łuk – R=1500,0m
- Koniec Łuku – koniec krzywej przejściowej – km 2+074,35
-
- Początek krzywej przejściowej – km 2+244,35
- Początek krzywej przejściowej – km 3+417,20
- Koniec krzywej przejściowej – początek łuku – km 3+552,20

- Łuk – R=1200,0m
- Koniec Łuku – koniec krzywej przejściowej – 4+386,54
- Początek krzywej przejściowej – km 4+521,54
- Koniec odcinka „A” wzdłuż trasy S2 – km 5+050,00

Parametry drogi ekspresowej w przekroju podłużnym:

- Parametry łuków wypukłych – min. 7000 m (w tunelu)
- Parametry łuków wypukłych – max. 10000 m
- Parametry łuków wklęsłych – min. 2200m (w tunelu)
- Parametry łuków wklęsłych – max. 5000m
- Minimalne pochylenia podłużne – 0,3%
- Maksymalne pochylenia podłużne – 2,51%

Na omawianym odcinku drogi POW w ramach przedsięwzięcia planuje się węzły drogowe:

W podstawowym układzie drogowym na odcinku „A” projektuje się węzeł „Ursynów” podzielony na dwie części:

- węzeł „Ursynów-Zachód” – km 0+846,10;
- węzeł „Ursynów-Wschód” – km 3+609,79;

które umożliwią wjazd i wyjazd z całego pasma Ursynów-Natolin na trasę POW w kierunku zachodnim i wschodnim.

Przecięcia dróg:

- Tunel pod Ursynowem będzie biegł wzdłuż ulicy Płaskowickiej (G) i przecinać będzie trasy ulic: Pileckiego (G), Rosoła (G), Al. KEN (Z), Dereniowa (L), Stryjeńskich (L), Braci Wagów (L), Lanciego (L), Stryjeńskich, Nowoursynowska
- Na terenie Wilanowa przecinać będzie ulice: Zdrowa, Sobieskiego bis,

Przekroczenia linii kolejowych:

Na odcinku „A” trasa S2 nie przekracza linii kolejowych.

Przekroczenia linii metra:

Na odcinku „A” przekraczamy dołem tunel I linii metra w Warszawie w km 2+495,14.

Drogi poprzeczne, zbiorcze, lokalne i dojazdowe

Poniżej tabelaryczne zestawienie dróg poprzecznych, zbiorczych, lokalnych i dojazdowych.

PARAMETRY TECHNICZNE DRÓG POPRZECZNYCH, DRÓG DOJAZDOWYCH, ZBIORCZYCH I LOKALNYCH

Lp	Nazwa drogi	Klasa	Vp (km/h)	KR	Nawierzchnia	Szerokość jezdni	Spadek jezdni% Daszkowy Jednostr.	Szerokość pobocza (m)	Szerokość chodnika (m)	Uwagi	Długość (km)
1.	Ul. Płaskowickiej str. zachodnia	G	50	5	bitumiczna	2 x 7,0 m	2 x 2,0 (J)	-	2 x 1,50-2,00	lewo- i prawoskręty na skrzyżowaniu z ul. Indiri Gandhi. Pas dzielący szer. 3,0m	0+534,5
2.	Ul. Płaskowickiej str. wschodnia	G	50	5	bitumiczna	2 x 7,0 m	2 x 2,0 (J)	-	2 x 1,50	lewo- i prawoskręty na skrzyżowaniu z ul. Rosoła. Pas dzielący szer. 3,0 i 5,0 m	1+032,7
3.	Ul. Indiri Gandhi			5	bitumiczna	2 x 7,0 m (docelowo)	2 x 2,0 (J)	-	2 x 1,50	Pas dzielący szer. 2,0-3,0m	0+206,8
4.	Ul. Rosoła	G	50	5	bitumiczna	2 x 7,0 m	2 x 2,0 (J)	-	2 x 1,50	lewo- i prawoskręty na skrzyżowaniu z ul. Płaskowickiej. Pas dzielący szer. 2,0 m	0+221,0
5.	DD1	D	30	1	bitumiczna	od km 0+00 do km 0+080-1 x 5,0 m od km 0+080 do km 0+222,1-5,5 m (bez mijanek)	2,0 (J)	2x0,75	-		0+222,1
6.	DD1a	D	30	1	bitumiczna	1 x 5,0 m	2,0 (J)	2 x 0,75	-	dojazd do rozdzielni nn stacji trafo	0+278,2
7.	DD1b	D	30	1	bitumiczna	1 x 5,0 m	2,0 (J)	2 x 0,75	-	Dojazd do działek	0+108,0
8.	DD2	D	30	1	bitumiczna	1 x 5,5	2,0 (J)	2 x 0,5	-	W km 0+080-0+180 – parkowanie prostopadłe	0+278,1

Opracowanie stadium projektu budowlanego budowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” (długość ok. 19.5 km) –
 KONCEPCJA PROGRAMOWA
 Tom 01A – Część techniczna drogowa

Lp	Nazwa drogi	Klasa	Vp (km/h)	KR	Nawierzchnia	Szerokość jezdni	Spadek jezdni% Daszkowy Jednostr.	Szerokość pobocza (m)	Szerokość chodnika (m)	Uwagi	Długość (km)
9.	DD3	D	30	1	bitumiczna	1 x 5,0 m	2,0 (J)	1 x 1,0	1,50-2,00	Chodnik 1,5m+śc. rowerowa 3,0m	0+180,8
10.	DD4	D	30	1	bitumiczna/gruntowa	1 x 5,0 1x3,5	2,0 (J)	1 x 0,5+0,3 1x1,0	-	dojazd do stacji trafo i dyspozytorski tunel	0+111,6
11.	DD5	D	30	1	bitumiczna	od km 0+000 do km 0+200-1 x 6,0 od km 0+200 do km 377,1- 1 x 5 m (bez mijanek)	2,0 (J)	1 x 1,0	2,0	Przejazd pod POW	0+377,1
12.	DD6	D	30	1-2	bitumiczna	od km 0+000 do 0+180-1 x 5,0 m, od km 0+180 do km 710+7-1x5,5m	2,0 (J)	2 x 0,75	-	-	0+710,7
13.	DD7	D	30	1	bitumiczna	1 x 5,0 m (bez mijanek)	2,0 (J)	1 x 0,75 + 1 x 1,0 (0,75)	-	-	0+677,6
14.	DD8	D	30	2	bitumiczna	1 x 5,5 m	2,0 (J)	2 x 0,75	-	-	0+335,6

4. Dostosowanie Południowej Obwodnicy Warszawy do krajobrazu

Projektowany fragment Południowej Obwodnicy Warszawy pomiędzy węzłem „Puławska” a węzłem „Lubelska” na odcinku „A” – od km 0+433,71 do km 5+050,00 przebiega przez miasto Warszawa przez dzielnice Ursynów i Wilanów.

Trasa planowanej Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku „A” przechodzi na odcinku 4583,29 m przez tereny zróżnicowane pod względem struktury krajobrazu, sposobu wykorzystania gruntu, szaty roślinnej i walorów przyrodniczych. Na terenie Ursynowa trasa przebiega przez teren mocno zurbanizowany o wysokiej zabudowie mieszkalnej – trasa biegnie tu w tunelu pod ulicą Płaskowickiej. Pomiędzy Skarpą Warszawską a ulicą Przyczółkową korytarz trasy prowadzony jest przez tereny kiedyś całkowicie niezainwestowane, gdzie obecnie trwa wokół trasy budowa osiedli mieszkaniowych (łąki wilanowskie).

Omawiana droga została poprowadzona w taki sposób, aby ograniczyć konflikty z zabudową mieszkalną w takim stopniu jak to jest tylko możliwe. Nie udało się jednak uniknąć kolizji konieczne jest wyburzenie 37 budynków w tym 7 mieszkalnych.

W celu jak najlepszego zintegrowania trasy obwodnicy z otaczającym krajobrazem, wykonano:

- zintegrowanie drogi z krajobrazem poprzez odpowiednie ukształtowanie trasy, dobór materiałów oraz zaprojektowanie zieleni – drzew i krzewów;
- unikanie zniszczenia cennych drzewostanów, w trakcie budowy zostaną odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniem;
- dostosowanie niwelety drogi ekspresowej oraz pochyleń skarp nasypów do topografii otaczającego terenu;
- zadbanie o estetykę projektowanej obwodnicy oraz obiektów jej towarzyszących (estakady, wiadukty, przejścia dla zwierząt, kładki dla pieszych, zbiorniki retencyjne);
- odpowiednie zaprojektowanie kompozycji zieleni przydrożnej oraz zagęszczenie zieleni już istniejącej znajdującej się w rejonie drogi.

5. Układ konstrukcyjny obiektu budowlanego

Układ konstrukcyjny drogi ekspresowej S2 składa się z:

- podłoża gruntowego
- nasypu budowlanego
- konstrukcji drogi
- obiektów inżynierskich
- wyposażenie techniczne drogi:
 - o urządzenia odwadniające drogę
 - o urządzenia oświetleniowe
 - o obiekty inżynierskie
 - o urządzenia techniczne drogi
 - o infrastruktura techniczna w pasie drogowym nie związana z drogą

Podłoże gruntowe

Na podstawie badań geologicznych (odwiertów) wykonanych na szerokości pasa drogowego wzdłuż całego odcinka trasy stwierdzono że:

Odcinek trasy POW	Grupa nośności/wzmocnienie podłoża	Warunki wodne – [m ppt]
0+433,71 – 1+017,5	G3	Ok. 1,5-12,0m ppt (zwierciadło pod ciśnieniem)

3+245 - 3+474	G2	Ok. 2,6 – 14,4m ppt
3+474 - 3+537	G3	Ok. 3,0m ppt
3+570 – 3+700	Wymiana głęboka poprzez bagrowanie w wodzie. Zagęszczenie wgłębne wymienianego gruntu poprzez wibroflotację lub ubijanie dynamiczne.	Ok. 1,3 – 3,0m ppt (zwierciadło pod ciśnieniem)
3+700 – 4+030	Podłoże pod nasypem nośne. W przypadku problemów z uzyskaniem parametrów odbiorowych (I_s , E_2) zgodnych polskimi przepisami należy zastosować ulepszenie technologiczne podłoża rodzimego na głębokość 40cm spoiwem hydraulicznym.	Ok. 1,0-1.4m ppt
4+030 - 4+125	Wymiana głęboka poprzez bagrowanie w wodzie. Zagęszczenie wgłębne wymienianego gruntu poprzez wibroflotację lub ubijanie dynamiczne.	Ok. 2,9m ppt (zwierciadło pod ciśnieniem)
4+144 – 4+972	Podłoże pod nasypem nośne. W przypadku problemów z uzyskaniem parametrów odbiorowych (I_s , E_2) zgodnych z polskimi przepisami należy zastosować ulepszenie technologiczne podłoża rodzimego na głębokość 40cm spoiwem hydraulicznym.	Ok. 1,1-2,1 m ppt
5+030 – 5+427	Podłoże pod nasypem nośne. W przypadku problemów z uzyskaniem parametrów odbiorowych (I_s , E_2) zgodnych z polskimi przepisami należy zastosować ulepszenie technologiczne podłoża rodzimego na głębokość 40cm spoiwem hydraulicznym. W trakcie konstruowania nasypu należy prowadzić monitoring geodezyjny osiadań podłoża pod nasypami (repery co ok. 50m). Układanie warstw konstrukcji nawierzchni należy rozpocząć po zakończeniu procesu konsolidacji podłoża (zanik przyrostu osiadań w czasie).	Ok. 1,6-2,6 m ppt

W obliczeniach wytrzymałościowych przyjęto, że podłoże naturalne o grupie nośności G2-G4 wzmocnione zostanie sztucznym podłożem, składającym się z dwóch warstw z mieszanki kruszyw niezwiązanych o modułach wtórnych. Grubości tych warstw uzależnione będą od grupy nośności podłoża.

W przypadku gruntów słabonośnych, wzmocnienie podłoża zostanie opracowane indywidualnie na etapie Projektu Budowlanego.

Nasyp budowlany drogi głównej S-2

Nasyp budowlany zostanie wykonany jako:

- górna warstwa nasypu gr. 0,15 m z mieszanki kruszywa niezwiązanej 0/22,4mm spełniająca rolę warstwy odsączającej, o $E_2 \geq 120\text{MPa}$
- warstwa grubości 0,35m z warstwa z gruntu niewysadzinowego $E_2 \geq 100\text{MPa}$ o następujących właściwościach: $\text{CBR} \geq 30\%$, $k \geq 5\text{ m/d}$, $U > 5$, $k_b < 1\text{m}$
- warstwy poniżej zgodnie z PN-S-02205.

Konstrukcja nawierzchni drogi S2

Wariant 1 (w warstwie wiążącej i podbudowie zasadniczej zastosowano AC WMS)

Droga w nasypie:

0.04 m – warstwa ścieralna SMA 0/11

0,08 m – warstwa wiążąca beton asfaltowy AC WMS 16
0,17 m – podbudowa zasadnicza beton asfaltowy AC WMS 22
0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka kruszyw niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka kruszyw związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0 lub mieszanka kruszyw niezwiązana o $CBR \geq 40\%$
0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka kruszyw niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120$ MPa
0,35 m - górna warstwa nasypu – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa
- warstwy do głębokości 2,0 m od powierzchni robót ziemnych o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 60$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 45$ MPa dla gruntów spoistych
- poniżej, grunty o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych

Łączna rzeczywista grubość warstw zaprojektowanej konstrukcji wraz z warstwą odsączającą wynosi 79,0cm i jest większa od wymaganej dla gruntu G1 grubości ze względu na mrozoodporność wynosząca 65,0cm.

Droga w wykopie (grunty G1):

0,04 m – warstwa ścierna SMA 0/11
0,08 m – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC WMS 16
0,17 m – podbudowa zasadnicza – beton asfaltowy AC WMS 22
0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0
0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120$ MPa
0,20 m – górna warstwa wykopu – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa

Łączna rzeczywista grubość warstw zaprojektowanej konstrukcji wraz z warstwą odsączającą wynosi 79,0cm i jest większa od wymaganej dla gruntu G1 grubości ze względu na mrozoodporność wynosząca 65,0cm.

Doprowadzenie do stanu gruntu G1 poprzez wymianę gruntu, stabilizację lub zgodnie z projektem wzmocnień.

Wariant 2 (w warstwie wiążącej i podbudowie zasadniczej zastosowano AC)

Droga w nasypie:

0,04 m – warstwa ścierna - SMA 0/11
0,08 m – warstwa wiążąca - beton asfaltowy AC 16 W
0,25 m – podbudowa zasadnicza - beton asfaltowy AC 22 P
0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0 lub mieszanka kruszyw $CBR \geq 40\%$
0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120$ MPa
0,35 m - górna warstwa nasypu – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa

- warstwy do głębokości 2,0 m od powierzchni robót ziemnych o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 60$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 45$ MPa dla gruntów spoistych
- poniżej, grunty o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych

Łączna rzeczywista grubość warstw zaprojektowanej konstrukcji wraz z warstwą odsączającą wynosi 87,0cm i jest większa od wymaganej dla gruntu G1 grubości ze względu na mrozoodporność wynosząca 65,0cm.

Droga w wykopie (grunty G1):

0,04 m – warstwa ścieralna - SMA 0/11

0,08 m – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC 16 W

0,25 m – podbudowa zasadnicza – beton asfaltowy AC 22 P

0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5

0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0

0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120$ MPa

0,20 m – górna warstwa wykopu – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa

Łączna rzeczywista grubość warstw zaprojektowanej konstrukcji wraz z warstwą odsączającą wynosi 87,0 cm i jest większa od wymaganej dla gruntu G1 grubości ze względu na mrozoodporność wynosząca 65,0cm.

Doprowadzenie do stanu gruntu G1 poprzez wymianę gruntu, stabilizację lub zgodnie z projektem wzmocnień.

Obiekty inżynierskie

Opracowanie stadium projektu budowlanego budowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” (długość ok. 19.5 km) –
 KONCEPCJA PROGRAMOWA
 Tom 01A – Część techniczna drogowa

Nazwa			Lokalizacja				Typ obiektu			
Skrót	Odcinek trasy	Nr obiektu	Usytuowanie obiektu na trasie	Obiekt w ciągu	Proj. pikietaż	Przeszkoda		Rozpiętość przęseł	Rodzaj ustroju nośnego	Ilość dźwigarów
WL	01 -	01	Węzeł "Ursynów Zachód"	Łącznicy Ł3	0+321,19	Łącznica Ł4	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 38,0m	belki kablobetonowe	3
								Wariant II - 38,0m	dźwigary stalowe	5
WL	01 -	02	Węzeł "Ursynów Zachód"	Łącznicy Ł2	0+347,36	Łącznica Ł1	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 34,0m	belki kablobetonowe	3
								Wariant II - 34,0m	dźwigary stalowe	5
WL	01 -	03	Węzeł "Ursynów Zachód"	Łącznicy Ł3	0+846,11	S2 (POW)	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 39,0+32,0=71,0m	belki kablobetonowe	2
								Wariant II - 39,0+32,0=71,0m	dźwigary stalowe	6
KO	01 -	04	Węzeł "Ursynów Zachód"	S2 (POW), Łącznicy Ł1, Ł2, Ł3 i Ł4	-	-	Mury oporowe	-	ściany szczelinowe	-
WD	03 -	02	Węzeł "Ursynów Wschód"	ul. Płaskowickiej	0+571,16	Droga dojazdowa DD5	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 30,0+42,0+42,0+30,0=144,0m	belki kablobetonowe	4+2
								Wariant II - 30,0+42,0+42,0+30,0=144,0m	dźwigary stalowe	8+4
WL	03 -	03	Węzeł "Ursynów Wschód"	Łącznicy Ł1	0+207,88	S2 (POW)	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 36,0+48,0+48,0+36,0=168,0m 36,0+42,0+36,0=114,0m	belki kablobetonowe	3
								Wariant II - 36,0+48,0+48,0+36,0=168,0m 36,0+42,0+36,0=114,0m	dźwigary stalowe	6

Opracowanie stadium projektu budowlanego budowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” (długość ok. 19.5 km) –
 KONCEPCJA PROGRAMOWA
 Tom 01A – Część techniczna drogowa

WG	03 -	04	Węzeł "Ursynów Wschód"	S2 (POW)	3+557,49	Droga dojazdowa DD5	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 12,0m	plyta żelbetowa	1
WG	03 -	05	gm. Wilanów	S2 (POW)	4+133,95	ul. Zdrowa	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 16,0m	plyta żelbetowa	1
WG	03 -	06	gm. Wilanów	S2 (POW)	5+002,03	ul. Sobieskiego-Bis	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I - 24,0+21,0=45,0m	plyta żelbetowa	1
WL	03 -	12	Węzeł "Ursynów Wschód"	Łącznicy Ł2	0+269,93	Ul. Płaskowickiej	Wiadukt drogowy z betonową płytą pomostu	Wariant I – 22,0+22,0=44,0m	Płyta kablobetonowa	1
								Wariant II – 22,0+22,0=44,0m	dźwigary stalowe	10

Tunel

Projektowany obiekt – tunel, stanowi element zadania inwestycyjnego o nazwie: „Budowa drogi ekspresowej S2 Południowa Obwodnica Warszawy odc. węzeł Puławska – węzeł Lubelska”. Inwestycja, w odniesieniu do tunelu, obejmuje wykonanie tunelu drogowego dwunawowego z jezdniami jednokierunkowymi o szerokości 14,5 m (3 x 3,5m pas ruchu + 3,75m pas awaryjny przystosowany do wykorzystania jako 4 pas ruchu (w tym 0,25m opaska techniczna)). Po obu stronach jezdni zlokalizowane są drogi ewakuacyjne o szerokości min 0,75 m.

Dla przedmiotowej inwestycji uzyskano decyzję środowiskowych uwarunkowaniach tj: decyzję z dnia 29.04.2011 r. – znak WOŚ-II.4200.12.2011.JI wydana przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Warszawie oraz decyzję Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska z dnia 02.12.2011 r. – znak DOŚ.IDK.4200.14.2011.AA zmieniająca decyzję z dnia 29.04.2011 r.

W związku z powyższym projektant odnie się do poszczególnych zapisów przedmiotowych uzyskanych decyzji w odniesieniu do tunelu.

Punkt 1.2.18 decyzji:

„Wszelkie zaplanowane prace związane z realizacją inwestycji nie powinny doprowadzić do zmian stosunków wodnych (obniżenia zwierciadła wody gruntowej lub podtopienia terenu)...”

Zakłada się wykonanie tunelu w wykopie zabezpieczonym przed napływem wód. W trakcie realizacji inwestycji wymagane jest doraźne uszczelnianie dna wykopu poprzez iniekcje cementowe w przypadku przechodzenia przez warstwy wodonośne. Projekt przewiduje wykonanie tunelu jako konstrukcji ramowej zamkniętej z założenia szczelnej, dzięki czemu nie nastąpi lokalne obniżenie zwierciadła wód gruntowych które doprowadzić może do zmiany stosunków wodnych w rejonie tunelu.

Punkt 1.2.19 decyzji:

„W okresie budowy tunelu i prac odwodnieniowych prowadzić monitoring poziomu zwierciadła wody ...”

Koniecznym jest na etapie realizacji inwestycji nałożenie na wykonawcę obowiązku monitorowania monitoringu poziomu wód gruntowych w rejonie tunelu. Na obecnym etapie koncepcyjnym Projektant zaleca ujęcie takiego zapisu na dalszych etapach projektowania.

Punkt 1.3.38 decyzji (zmieniony decyzją GDOŚ z dnia 02.12.2011r.):

„ W tunelu zlokalizowanym w odcinku trasy od km: 0+800 do km: 3+455 zastosować wentylację mechaniczną poprzeczną w uwalnianiem spalin na zewnątrz poprzez wyrzutnie zlokalizowane przy portalach tunelu”

Projekt uwzględnia wyposażenie tunelu w system wentylacji poprzecznej. Szczegółowo opisano system wentylacji w punkcie 2.5.11 *Wyposażenie obiektu*

Tunel drogowy zlokalizowany jest w ciągu drogi ekspresowej S2 Południowa Obwodnica Warszawy odc. węzeł Puławska – węzeł Lubelska od km 0+880 (1+120) do km 3+455. Długość całkowita 2575 m dla wariantu I (tunel dłuższy) oraz 2335 m dla wariantu II (tunel krótszy). Tunel przeprowadza drogę ekspresową S2 pod m.in. ulicami Pileckiego, Stryjeńskich, Braci Wagów, Al. KEN, Franciszka Lanciego i Jana Rosoła oraz pod I linią metra warszawskiego.

W wariantcie z obiektem dłuższym (2575 m), z uwagi na odległość pomiędzy ul. Puławską a początkiem tunelu łącznice wprowadzające ruch z ul. Puławskiej i wprowadzające ruch z tunelu na ul. Puławską wprowadzono i wyprowadzono w tunelu. W portalu tunelu projektowano dwie nawy zasadnicze (wjazd i wyjazd drogi ekspresowej) oraz dodatkowo oddzielnie nawy dla wjazdu i wyjazdu z ulicy Puławskiej. W trakcie realizacji projektu ukazało się Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 16 maja 2012 r. (Dz. Ust. 2012 nr 0 poz. 560) które w §1

pkt.2 wprowadziło przepis że „... zmiana liczby pasów ruchu w każdym z kierunków w tunelu o długości większej niż 500 m zlokalizowanym w ciągu transeuropejskiej sieci drogowej, może nastąpić przed wlotami do tunelu w odległości nie mniejszej niż 170 m”. Spełnienie tego warunku Rozporządzenia skutkowało koniecznością zrobienia drugiego wariantu. Po analizie akustycznej skrócono długość tunelu i wprowadzono łącznice od ulicy Puławskiej w odległości większej niż 170 m. Portal tunelu zlokalizowano w miejscu oddalonym od zabudowy a wylot z tunelu oraz ściana oporowa w rejonie wylotu z tunelu wyłożona będzie wykładziną dźwiękochłonną.

W związku z powyższym na radach technicznych podjęto decyzję o przyjęciu do realizacji wariantu II tj. tunelu krótszego.

W trakcie projektowania, w porozumieniu z Inwestorem na radach technicznych podjęto decyzję o rekomendowaniu wariantu II tj. tunelu krótszego.

Przy doborze poszczególnych wariantów obiektu (tunelu) kierowano się następującymi kryteriami i uwarunkowaniami:

- uwarunkowania związane z istniejącym zagospodarowaniem terenu w tym istniejącym i realizowanym układem drogowym
- uwarunkowania związane z zachowaniem obowiązujących przepisów w zakresie rozwiązań drogowych i tunelowych
- uwarunkowania geologiczne
- uwarunkowania środowiskowe
- ustalenia robocze poczynione z Inwestorem

Tunel został wyposażony w następujące instalacje techniczne zapewniające jego prawidłową i bezpieczną eksploatację:

- I System zasilania podstawowego i rezerwowego
- II System oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego
- III System wentylacji poprzecznej
- IV System pomiaru CO, NO i widoczności
- V System wykrywania i sygnalizacji pożaru
- VI System punktów alarmowych
- VII System komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych
- VIII System hydrantów przeciwpożarowych w tunelu
- IX System kanalizacji deszczowej
- X System przejść, ciągów ewakuacyjnych
- XI System przesyłu danych
- XII System drenażu i odwodnienia
- XIII System sterowania
- XIV System zapobiegający gołoledzi przy wlocie i wylocie z tunelu

Ściany oporowe

Ściany oporowe w km od 0+700,00 do km 1+120,00.

W ciągu projektowanej drogi głównej, w obrębie obniżonego odcinka jezdni znajdującego się w km od 0+700,00 do km 1+120,00 (przed wlotem projektowanego Tunelu) zaprojektowano wannę szczelną jako żelbetową, otwartą konstrukcję oporową w technologii ścian szczelinowych. Ściany oporowe zwieńczone monolitycznym wieńcem żelbetowym. Stateczność na wypór wody gruntowej zapewnia ciężar własny konstrukcji płyty dennej, ciężar nasypu pod konstrukcją drogi oraz ciężar warstw konstrukcji drogi. Pod płytą denną zaprojektowano wzmocnienie podłoża gruntowego za pomocą iniekcji ciśnieniowej (jet-grouting).

Poza prowadzeniem monitoringu Z.W.G. należy prowadzić monitoring osiadania gruntu w rejonie istniejącej zabudowy.

Ściany oporowe w km od 3+455,00 do km 3+552,33.

W ciągu projektowanej drogi głównej, w obrębie obniżonego odcinka jezdni znajdującego się w km 3+455,00 do km 3+552,33 (za wlotem projektowanego Tunelu) zaprojektowano ściany oporowe w technologii ścian szczelinowych. Góra ścian zwieńczona monolitycznym wieńcem żelbetowym.

Wyposażenie techniczne drogi

Urządzenia odwadniające droge

Zaprojektowane urządzenia odwadniające pas drogowy zostały zaprojektowane w sposób, aby sprawnie i skutecznie odprowadzały wodę do odbiorników istniejących oraz projektowanych.

Wymiary urządzeń odwadniających ustalono na podstawie deszczu miarodajnego, a obliczenia hydrauliczne zostały wykonane zgodnie z Polską Normą – szczegóły w opracowaniu branży sanitarnej.

Rowy drogowe odwadniające pas drogowy zostały zaprojektowane zasadniczo o kształcie trapezowym, o nachyleniu skarp 1:1,5; o szerokości dna rowu 0,4m. Głębokość rowów jest uzależniona od projektowanej niwelety i istniejącego terenu, minimalna głębokość 0,5m. Połączenie rowów zostało zaprojektowane w sposób płynny, a pochylenie podłużne dna rowu nie jest mniejsze niż 0,2%.

W ciągu opracowywanego odcinka trasy Południowej Obwodnicy Warszawy znajdują się odcinki, które wymagają zastosowania odwodnienia zamkniętego w postaci kanalizacji deszczowej. W ramach takiego rozwiązania odwodnienia zostaną zastosowane ścieki przykrawężnikowe. Wody powierzchniowe ze ścieku zostaną odprowadzone do studzienek ściekowych, a następnie do rowów drogowych. W celu ochrony rowu przed rozmywaniem, zakończenia przykanalików i ścieków skarpowych zostaną odpowiednio zabezpieczone, szczegóły rozwiązania na etapie Projektu Budowlanego.

W ramach odwodnienia drogi zaprojektowano na tym odcinku 11 pompowni, lokalizacja wskazana w opracowaniu branży sanitarnej.

Urządzenia oświetleniowe

Droga ekspresowa nr 2 na odcinku „A” została oświetlona na całym odcinku, od początku w km 0+433,71 do km 5+050,00 a także drogi podrzędne wchodzące w opracowanie inwestycji zostały oświetlone ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa ruchu, w szczególności:

- w obrębie węzłów;
- w tunelu;
- na skrzyżowaniach typu rondo;
- na skrzyżowaniach skanalizowanych z wyspami w krawężnikach;
- na skrzyżowaniach na terenie zabudowy, przy których znajdują się budynki użyteczności publicznej, przystanki autobusowe;
- w obrębie przejść dla pieszych i dojeżdż do przystanków autobusowych.

Między oświetlonym, a nie oświetlonym odcinkiem drogi zostanie wykonana (etap Projektu Budowlanego) strefa przejściowa o zmniejszającym się natężeniu światła i długości nie mniejszej niż 200m.

Słupy oświetleniowe zostały usytuowane poza skrajnią drogi. Odległość lica słupa oświetleniowego od krawędzi jezdni w krawężniku wynosi 1,0m, a od pasa awaryjnego, pobocza utwardzonego, opaski 0,5m.

Dane szczegółowe, co do rozwiązań oświetlenia zostało zamieszczone w opracowaniu branżowym energetycznym.

Obiekty i urządzenia obsługi uczestników ruchu

Do urządzeń i obiektów uczestników ruchu objętych w inwestycji zalicza się:

- zatoki autobusowe – ulica Płaskowickiej i Indiry Ghandi
- place do zawracania na drogach dojazdowych
- ciągi pieszo-rowerowe

Ciąg pieszo-rowerowy

Budowę ciągu pieszo-rowerowego wzdłuż projektowanej południowej obwodnicy Warszawy przewiduje się w oparciu o opracowanie „*PARK KOMUNIKACYJNY JAKO ZESPÓŁ DZIAŁAŃ KOMPENSACYJNYCH DLA PLANOWANEJ TRASY MIEJSKIEJ W WARSZAWIE NA ODCINKU OD WĘZŁA „PUŁAWSKA” DO WĘZŁA „LUBELSKA”*”, wykonane na zlecenie GDDKiA.

Wg tego opracowania, docelowo, pasie ciągów pieszo-rowerowych przewiduje się nasadzenia zieleni izolacyjnej oraz budowę miejsc wypoczynku i rekreacji a także punktów informacji turystycznej, dotyczących terenów położonych w sąsiedztwie POW. Obecnie projekt zakłada jedynie rezerwację terenu pod wymienione elementy i nie zakłada oświetlenia ciągów.

Powstały w ten sposób park komunikacyjny, przyczyni się do połączenia dzielnic mieszkaniowych z terenami zieleni towarzyszącymi trasie, terenami zieleni miejskiej, terenami nadwiślańskimi i leśnymi Mazowieckiego Parku Krajobrazowego tworząc jeden spójny układ funkcjonalno-przestrzenny.

Generalnie przebieg ciągu pieszo – rowerowego przewidziany jest w oddzielnym korytarzu, po południowej stronie projektowanej trasy. Jednak przy braku ruchu pojazdów ciężarowych i małej intensywności ruchu samochodów osobowych, na nawierzchniach bitumicznych dopuszczony zostały ruch rowerowy na zasadach ogólnych jezdniami dróg dojazdowych.

Ciągi pieszo-rowerowe połączą główne węzły tras rowerowych i zapewnią obsługę ruchu międzydzielnicowego miasta Warszawy.

Będą pełniły także funkcję drogi rekreacyjnej, umożliwiając wygodny wyjazd z miasta i dojazd do atrakcyjnych turystycznie obszarów podmiejskich.

Projekt przewiduje wyłącznie budowę ciągów pieszo rowerowych bez budowy małej architektury oraz oświetlenia. Należy również skoordynować budowę tych ciągów oraz dróg dojazdowych z budową magistral tłocznych odwadniających dzielnice Ursynów i Wilanów. Jest to inwestycja miejska i do tej pory miasto nie określiło terminu jej realizacji.

Połączenie ścieżką rowerową ul. Indiry Ghandi z ul. Rtm. Pileckiego wymagać będzie przestawienia dwóch sygnalizatorów i korektę wyspy segregacyjnej przy wjeździe do Straży Pożarnej. Lokalizacja wg pikietaża ul. Płaskowickiej 0+550 po stronie północnej.

W projekcie przyjęto prędkość projektową:

- V_p – 30 km/h dla odcinków pomiędzy skrzyżowaniami
- V_p – 12 km/h w rejonie skrzyżowań

Minimalne wartości łuków poziomych, w zależności od przyjętej prędkości projektowej wynoszą:

- 4,0 m – dla V_p – 12 km/h
- 20,0 m – dla V_p – 30 km/h

Łuki o promieniach równych 4,0 m zostały zastosowane jedynie w strefie skrzyżowań z drogami samochodowymi, tam gdzie warunki bezpieczeństwa wymagają ograniczenia prędkości lub zatrzymania się rowerzysty.

Maksymalne pochylenie podłużne projektowanych dróg dla rowerów wynosi 5%

Przyjęto następujące parametry:

- szerokość drogi dla rowerów - 2,5 m
- szerokość chodnika oddzielonego od jezdni – 1,5m
- szerokość chodnika przylegającego do jezdni – 2,0m
- pochylenie poprzeczne 2%
- skrajnia pionowa 2,5 m
- opaska bezpieczeństwa 0,5 m

W celu wyeliminowania kolizji pomiędzy pieszymi i rowerzystami, w miejscach gdzie jest dostępny teren, droga dla rowerów została oddzielona od chodnika pasem zieleni o szerokości 3,0m.

W miejscach ograniczeń terenowych chodnik przylega bezpośrednio do jezdni. Dla tego przekroju segregacja ruchu zostanie wykonana za pomocą odpowiedniego oznakowania poziomego i pionowego a także zróżnicowania konstrukcji.

Konstrukcja nawierzchni

Droga dla rowerów:

- Warstwa ścieralna – gr 3,0 cm – beton asfaltowy AC 8 S (zaleca się aby wskaźnik szorstkości SRT na łukach był nie mniejszy niż 65, wg. PN-EN 13036-4).
- Warstwa podbudowy – gr 15,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5
- Obrzeże betonowe 8x30x100 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 gr 5,0 cm
- Ulepszone podłoże – gr 15,0 cm – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym

Chodniki:

- Warstwa ścieralna – gr 6,0 cm – kostka betonowa na podsypce cementowo-piaskowej gr 3 cm
- Warstwa podbudowy – gr 10,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5

Na skrzyżowaniach dróg samochodowych i ścieżek rowerowych zastosowano przejazdy rowerowe.

W związku z występowaniem na skrzyżowaniach ruch pieszego zastosowano równoległe usytuowanie przejazdów dla rowerów i przejść dla pieszych z zachowaniem odstępu 1,0m.

Szerokość przejazdu dla rowerów wynosi 2,5m. W celu zapewnienia bezpiecznego oczekiwania rowerzystów na przejazd wyznaczono azyle o długości min. 2,5m.

Charakterystyka nowoprojektowanego przebiegu ciągu pieszo-rowerowego przedstawia poniższe zestawienie.

Dzielnica	km trasy POW	strona trasy POW	skrzyżowania/uwagi	przekrój
URSYNÓW	0+910 do 1+020	lewa	Ul. Gandhi	bez pasa zieleni
	1+410 od 3+140	prawa	ul. Pileckiego, zjazd na parking z ulicy Płaskowickiej, Ul. Dereniowa, Ul. Braci Wagów, Al. Komisji Edukacji Narodowej, Ul. Lanciego	do km 2+880 z pasem zieleni
	3+140 do 3+210	obustronnie	Ul. Rosłoa	bez pasa zieleni

	3+210 do 3+380	obustronnie	-	bez pasa zieleni
	3+380 do 3+510	prawa	-	bez pasa zieleni
	3+480 do 3+510	lewa	wzdłuż ul. Płaskowickiej	bez pasa zieleni
WILANÓW	3+510 do 3+700	przejście z lewej na prawą	-	bez pasa zieleni
	3+510 do 3+840	lewa	wzdłuż ul. Płaskowickiej	bez pasa zieleni
	3+700 do 4+700	prawa	-	do km 3+820 bez pasa zieleni
	5+220 do 5+700	prawa	ul. Przyczółkowa	bez pasa zieleni

Pozostałe odcinki, nie ujęte w powyższym zestawieniu przebiegają jezdniami dróg dojazdowych na zasadach ogólnych.

Urządzenia techniczne drogi

Na projektowanych drogach ekspresowych zostało przewidziane miejsce na urządzenia techniczne w sposób gwarantujący bezpieczne korzystanie z obwodnicy. Szczegóły w opracowaniu KONCEPCJA ORGANIZACJI RUCHU.

Infrastruktura techniczna w pasie drogowym nie związana z drogą

W ramach opracowania, przebudowa infrastruktury nie związanej z drogą to:

- przebudowa sieci energetycznej
- przebudowa sieci teletechnicznej
- przebudowa sieci gazowej
- przebudowa sieci wodociągowej
- przebudowa sieci melioracyjnej
- przebudowa sieci kanalizacyjnej
- przebudowa sieci ciepłowniczej

Szczegóły zamieszczone w opracowaniach branżowych.

6. Wyniki oceny stanu technicznego dróg istniejących

W lokalizacji projektowanej trasy nie są zlokalizowane żadne typowe drogowe obiekty inżynierskie takie jak: drogi i ulice, wiadukty, estakady, mosty, przepusty. Zasadniczo teren uznać można jako teren na którym brak jest istniejących obiektów inżynierskich. Wyjątek stanowi istniejący i eksploatowany tunel I linii metra zlokalizowany w ciągu alei Komisji Edukacji Narodowej. Obiekt został uwzględniony w opracowaniu jako istniejący nie podlegający rozbiórce.

Dodatkowo na trasie projektowanego tunelu zlokalizowane są obiekty inżynierskie w postaci komór żelbetowych wykonanych na istniejących kolektorach kanalizacyjnych, liczne studnie kanalizacji energetycznej i telekomunikacyjnej oraz ulica Płaskowickiej. Wszystkie kolidujące obiekty w tym zakresie podlegają rozbiórce i odbudowie wraz ze zmianą trasy danej sieci i odbudowane zostają w nowych lokalizacjach, a ulica Płaskowickiej zostanie odtworzona do stanu poprzedniego.

W ramach przedmiotowego zadania nie zachodzi konieczność oceny stanu technicznego obiektów inżynierskich na odcinku objętym projektem tunelu. Konstrukcja tunelu metra pozostaje w stanie

nienaruszonym – wszelkie prace prowadzone są z zachowaniem istniejącej konstrukcji tunelu bez jego naruszania. Wykonanie przecisku segmentów tunelu drogowego poniżej tunelu metra nie powoduje ingerencji w jego strukturę. Projektant w opracowaniu oparł się na danych pozyskanych ze spółki Metro Warszawskie. Konstrukcję tunelu metra na podstawie pozyskanych danych ocenia się jako dobrą – wzmocnienie odcinkowe konstrukcji w rejonie przecięcia z tunelem drogowym zapewnia podwyższoną odporność na ewentualne oddziaływania wywołane budową tunelu drogowego.

Wykonano badanie stanu nawierzchni głównych ulic przecinanych przez trasę S-2.

Wyniki w tabeli poniżej,

NR.			Przelot	Charakterystyka
Otwór 1 – Ulica Płaskowickiej między Ghandi i Pileckiego	Warstwa1		0,0-4,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany głównie z ziaren kłińcowatych o średnicy 0,3-1,0 cm i różnym składzie petrograficznym. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Na kontakcie warstw w spągu występują nieregularne pory.
	Warstwa2		0,4-12,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z ziaren kłińcowatych o średnicy 0,3-2,0 cm i różnym składzie petrograficznym. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Na kontakcie warstw występują nieregularne pory do 1,0 cm.
	Warstwa3		12,0-21,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z ziaren kłińcowatych o średnicy 0,5-3,0 cm i różnym składzie petrograficznym. Ziarna o większej średnicy występują w stropie warstwy. Lepiszcze stanowi masa smołowa.
	Podbudowa			Kliniec, grys, podrzędnie tłuczeń i piasek gliniasty.
Otwór 2 – Ulica Płaskowickiej między Pileckiego i Dereniową	Warstwa1		0,0-12,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z równoziarnistych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,2-1,0 cm i podobnym składzie petrograficznym (prawdopodobnie bazalt). Lepiszcze stanowi masa smołowa. Kontakt warstw otwarty, równy i płaski,
	Warstwa2		12,0-33,0 cm	Beton zbudowany z cementu, piasku i żwiru o średnicy 0,5-2,0 cm i różnym składzie petrograficznym.
Otwór 3 – Ulica Płaskowickiej przy KEN	Warstwa1	Podwarstwa1	0,0-9,5cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z białych i szarych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,1-2,0 cm. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Na kontakcie w spągu podwarstwy widoczne pory.
		Podwarstwa2	9,5-14,5 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z szarych i zielonkawych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,2-1,0 cm. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Kontakt w spągu otwarty, zwietrzały, wilgotny.
	Warstwa2		14,5-32,5	Beton cementowy z różnoziarnistym żwirem o średnicy 0,3-1,5 cm. Różny skład petrograficzny
Otwór 4 – Ulica Płaskowickiej przy Rosoła	Warstwa1	Podwarstwa1	0,0-4,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z zielonkawych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,3-1,0 cm. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Kontakt bez porów.
		Podwarstwa2	0,4-18,0 cm	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z beżowych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,5-2,0 cm. Lepiszcze stanowi masa smołowa. Kontakt bez porów.

		Podwarstwa3	18,0-24,0	Beton asfaltowy zbudowany w przewadze z gęsto osadzonych czarnych ziaren kłińcowatych o średnicy 0,4-0,6 cm (prawdopodobnie bazalt). Lepiszczce stanowi masa smołowa. Kontakt bez porów.
	Warstwa2		24,0-45,0 cm	Beton cementowy z różnoziarnistym żwirem o średnicy 0,3-1,5 cm. Występuje 1 pęknięcie w poprzek oraz 1 wzdłuż

7. Kategoria geotechniczna obiektu oraz zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej

Inwestycję Południowej Obwodnicy Warszawy, ze względu na jej rodzaj (klasa techniczna drogi) należy zaliczyć do III kategorii geotechnicznej. Przy czym, z uwagi na panujące na tym terenie proste lub złożone warunki geologiczno-inżynierskie, inne drogi można zaliczyć do II kategorii geotechnicznej. Poszczególne obiekty inżynierskie, w zależności od ich charakteru, odznaczają się II lub III kategorią geotechniczną (III kategoria geotechniczna – głównie tunel).

Projektowana trasa obwodnicy znajdują się poza terenami eksploatacji górniczych.

8. Wyniki obliczeń konstrukcyjnych

Korpus drogowy

Droga ekspresowa S2 przebiega w większości w nasypach niskich, średnich oraz w tunelu. Będzie konieczność stosowania ścian oporowych przed wlotem do tunelu.

Zabezpieczenie budowli drogowych na wpływ eksploatacji górniczej

Nie dotyczy.

Konstrukcja nawierzchni

Konstrukcję zaprojektowano metodami mechanistycznymi w sposób indywidualny. Obliczenia dotyczyły prowadzenia drogi w nasypie i w wykopie i stanowią oddzielne opracowanie. W koncepcji przedstawiono rozwiązanie dwóch wariantów konstrukcji o nawierzchni z AC WMS i AC.

Doprowadzenie podłoża gruntowego do kategorii gruntu G1 możliwe jest również przez zastosowanie innych metod niż przyjęte w w/w opracowaniu np. stabilizacja spoiwem hydraulicznym. Na warstwę technologiczną można również zastosować mieszankę kruszyw $CBR \geq 40\%$ zamiast mieszanki związanej.

Szczegóły rozwiązań w część obliczeniowej.

Odwodnienie

Wody deszczowe z terenu projektowanej Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku „A” ujmowane są systemem powierzchniowym (bezpośredni spływ do otwartych rowów przydrożnych) i podziemnym (poprzez wpusty i sieć rurociągów) w miejscach, w których niemożliwe było wykonanie odwodnienia rowami.

Wody opadowe od początku opracowania do wlotu do tunelu w km 1+120 ujmowane będą przez system kanalizacyjny i kierowane do pompowni. Stąd trafia do zbiornika nr 3 i dalej do Wisły. Wody z tunelu – od km 1+120 do km 3+455 – kierowana będzie poprzez dwie pompownie do zbiornika nr 3

i dalej do Wisły. Wody z km 3+455 do 5+050 będą przechwytywane przez kanalizację i odprowadzane do zbiorników, skąd zostaną przepompowane do Wisły.

Bilans robót drogowych

Bilans robót został przygotowany pod rozwiązania rekomendowane przez biuro projektowe.

Zestawienie:

Zajętość terenu pod inwestycję – ok. 60,2 ha

Liczba wyburzeń budynków mieszkalnych i innych – 37 szt. (w tym 7 mieszkalnych).

Łączna powierzchnia nawierzchni drogi ekspresowej S2 – 73700 m² (z węzłami – 90390 m²)

Łączna powierzchnia nawierzchni dróg innej kategorii – 62700 m²

Łączna powierzchnia nawierzchni dróg dojazdowych – 18150 m²

Łączna powierzchnia ciągów pieszych i rowerowych – 27035 m²

Humus – 81045 m³

Wykopy – 2407631 m³

Nasypy – 1308110 m³

Łączna długość ekranów akustycznych – 3550 m

Łączna długość siatki wygradzeniowej – 305 m

Liczba przejść dla zwierząt – 0 szt.

Długość ściany oporowej – 1227 m

9. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcji

W zależności od wybranego wariantu, co do konstrukcji dróg ekspresowych zostaną dobrane odpowiednia materiały spełniające warunki Polskich Norm i wytycznych materiałowych.

Nasyp budowlany

Do wykonania nasypów użyty zostanie grunt z wykopów drogowych po uprzednim ulepszeniu, jeśli badania wykażą taką konieczność, aby uzyskać parametry określone w PN-S-02205 oraz grunt z dokopów spełniający wymagania PN-S-02205 oraz mieszanki kruszyw niezwiązanych o frakcji 0/31,5mm spełniające wymagania WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych 2010.

W celu zapewnienia stateczności nasypów oraz równomierności ich osiadania przy wbudowywaniu gruntów w nasyp należy kierować się zasadami określonymi w PN-S-02205.

W miejscach, gdzie w podłożu pod nasypami zalegają grunty niespoiste w stanie luźnym, grunty słabonośne przewiduje się wzmocnienia wgłębne podłoża przy pomocy kolumn żwirowych, płytką i głęboką wymianę gruntów lub ułożenie półmateracy geosyntetycznych.

Poza obszarami wgłębnych wzmocnień podłoża przewiduje się, w przypadku problemów z uzyskaniem wymaganych parametrów odbiorowych, wykonanie ulepszenie technologiczne gruntu rodzimego spoiwem hydraulicznym.

Warstwa odsączająca

Warstwa odsączająca spełniać będzie także funkcję górnej warstwy nasypu drogi ekspresowej. Do wykonania warstwy odsączającej należy użyć mieszanki kruszyw niezwiązanej spełniającej wymagania WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych 2010.

Warstwa technologiczna z mieszanki kruszyw związanej spoiwem hydraulicznym

Przewiduje się wykonanie warstwy technologicznej z mieszanki kruszyw związanej cementem. Mieszanka kruszyw związana spoiwem hydraulicznym to mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.

Do wykonania mieszanki związanej cementem należy stosować:

- a) kruszywo naturalne, spełniające wymagania podane w WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym dla dróg krajowych 2010, Tablica 1.1 dla kruszyw do ulepszonego podłoża.
- b) cement klasy 32,5: portlandzki (CEM I), portlandzki z dodatkami (CEM II) lub hutniczy (CEM III) spełniający wg PN-EN 197-1.

- c) woda do stabilizacji i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-EN 1008
- d) domieszki wg PN-EN 934-2

Mieszanka kruszyw związana cementem powinna być tak zaprojektowana, produkowana i składowana, aby wykazywała zachowanie jednakowych właściwości i spełniała wymagania podane w WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym dla dróg krajowych 2010, pkt. 1.3.2 Mieszanki do warstwy ulepszonego podłoża.

Zamiast w/w mieszanki można warstwę technologiczną wykonać z mieszanki kruszyw $CBR \geq 40\%$.

Podbudowa pomocnicza – mieszanka kruszyw niezwiązana

Podbudowa pomocnicza to warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża. Kruszywa przeznaczone do wytwarzania mieszanek niezwiązanych do warstwy podbudowy pomocniczej powinny spełniać wymagania WT-4 2010 Mieszanki Niezwiązane Tablica 1. Materiałem do wykonania podbudowy będzie mieszanka kruszyw o uziarnieniu 0/31,5mm spełniająca wymagania podane w WT-4 Mieszanki Niezwiązane 2010 pkt. 2.3 dla podbudowy pomocniczej oraz Tablicy 6 dla podbudowy pomocniczej.

W przypadku braku możliwości pozyskania mieszanki o wymaganym uziarnieniu dopuszcza się użycie kruszywa o innym uziarnieniu, zgodnie z WT-4, po uprzednim uzgodnieniu z Inżynierem. W takich przypadku wymiar największego ziarna nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

Warstwy z betonu asfaltowego - podbudowa zasadnicza i warstwa wiążąca z AC WMS dla drogi ekspresowej S-2 i łącznic w węzłach oraz ulic o kategorii ruchu KR5÷6

Beton asfaltowy o wysokim module sztywności AC WMS to mieszanka mineralno-asfaltowa o szczególnych wymaganiach w zakresie modułu sztywności, ułożona i zagęszczona.

Do wykonania podbudowy zasadniczej przewiduje się mieszankę AC WMS 22.

Do wykonania warstwy wiążącej przewiduje się mieszankę AC WMS 16.

Materiały do wykonania podbudowy i warstwy wiążącej z AC WMS:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 4
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 5 i 6
- kruszywa o ciągłym uziarnieniu spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 6a
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 7
- lepiszcze: polimeroasfalty PMB 10/40-65 lub PMB 25/55-60 spełniające wymagania PN-EN 14023
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do skropienia podłoża oraz do skropienia międzywarstwowego stosować emulsję spełniającą wymagania PN-EN 13808 lub Aprobaty Technicznej

Do uszczelnienia krawędzi warstwy asfaltowej, spoin z elementami ograniczającymi nawierzchnię oraz złączy technologicznych podłużnych należy stosować gorący asfalt drogowy tego samego rodzaju i gatunku, jaki został użyty do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Do uszczelnienia złączy technologicznych poprzecznych oraz spoin z elementami obcymi w nawierzchni należy stosować masy termoplastyczne modyfikowane polimerami lub elastomerami.

ALTERNATYWA dla drogi ekspresowej S-2 i łącznic w węzłach oraz ulic o kategorii ruchu KR5÷6

Warstwy z betonu asfaltowego - podbudowa zasadnicza i warstwa wiążąca z AC

Beton asfaltowy AC to mieszanka mineralno-asfaltowa, w której kruszywo o ciągłym uziarnieniu tworzy strukturę wzajemnie klinującą się.

Do wykonania podbudowy zasadniczej przewiduje się mieszankę AC 22 P.

Materiały do wykonania podbudowy z AC 22 P:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 4
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 5 i 6
- kruszywa o ciągłym uziarnieniu spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 6a
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 7
- lepiszcze: asfalt drogowy 35/50 lub 50/70 spełniające wymagania PN-EN 12591, polimeroasfalt PMB 25/55-60 spełniający wymagania PN-EN 14023, asfalty wielorodzajowe 35/50 lub 50/70 spełniające wymagania aprobaty technicznej
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do wykonania warstwy wiążącej przewiduje się mieszankę AC 16 W.

Materiały do wykonania warstwy wiążącej z AC 16 W:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 8
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 9 i 10
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 11
- lepiszcze: asfalt 35/50 spełniający wymagania PN-EN 12591, polimeroasfalt PMB 25/55-60 spełniający wymagania PN-EN 14023, asfalt wielorodzajowy 35/50 spełniający wymagania aprobaty technicznej
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do skropienia podłoża oraz do skropienia międzywarstwowego stosować emulsję spełniającą wymagania PN-EN 13808 lub Aprobaty Technicznej

Do uszczelnienia krawędzi warstwy asfaltowej, spoin z elementami ograniczającymi nawierzchnię oraz złączy technologicznych podłużnych należy stosować gorący asfalt drogowy tego samego rodzaju i gatunku, jaki został użyty do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Do uszczelnienia złączy technologicznych poprzecznych oraz spoin z elementami obcymi w nawierzchni należy stosować masy termoplastyczne modyfikowane polimerami lub elastomerami.

Warstwa ściernalna SMA dla drogi ekspresowej S-2, łącznic w węzłach oraz ulic o kategorii ruchu KR5÷6

Do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej do warstwy ściernalnej z SMA należy stosować materiały takie jak:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 16
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 17
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 18
- lepiszcze: polimeroasfalty PMB 45/80-55 lub PMB 45/80-65 spełniające wymagania PN-EN 14023
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze
- stabilizator mastyksu

Do uszczelnienia krawędzi warstwy asfaltowej, spoin z elementami ograniczającymi nawierzchnię oraz złączy technologicznych podłużnych należy stosować gorący asfalt drogowy tego samego rodzaju i

gatunku, jaki został użyty do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Do uszczelnienia złączy technologicznych poprzecznych oraz spoin z elementami obcymi w nawierzchni należy stosować masy termoplastyczne modyfikowane polimerami lub elastomerami.

Warstwy z betonu asfaltowego - dla pozostałych dróg objętych opracowaniem

Beton asfaltowy AC to mieszanka mineralno-asfaltowa, w której kruszywo o ciągłym uziarnieniu tworzy strukturę wzajemnie klinującą się.

Do wykonania podbudowy zasadniczej przewiduje się mieszankę AC 22 P.

Materiały do wykonania podbudowy z AC 22 P:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 4
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 5 i 6
- kruszywa o ciągłym uziarnieniu spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 6a
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 7
- lepiszcze: jak podano w WT 2 Nawierzchnie Asfaltowe 2010 tablica 5
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do wykonania warstwy wiążącej przewiduje się mieszankę AC 11 W lub AC 16 W.

Materiały do wykonania warstwy wiążącej z AC 11 W lub AC 16 W:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 8
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 9 i 10
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 11
- lepiszcze: podane w WT 2 Nawierzchnie Asfaltowe 2010 tablica 10
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do wykonania warstwy ścieralnej przewiduje się mieszankę AC 11 S.

Materiały do wykonania warstwy ścieralnej z AC 11 S:

- kruszywa grube spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 12
- kruszywa drobne spełniające wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 13 i 14
- wypełniacz spełniający wymagania podane w WT-1 Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych 2010, Tablica 15
- lepiszcze: podane w WT 2 Nawierzchnie Asfaltowe 2010 tablica 15
- środki adhezyjne dostosowane do konkretnego zestawu kruszywo – lepiszcze.

Do skropienia podłoża stosować emulsję spełniającą wymagania PN-EN 13808 lub Aprobataj Technicznej

Do uszczelnienia krawędzi warstwy asfaltowej, spoin z elementami ograniczającymi nawierzchnię oraz złączy technologicznych podłużnych należy stosować gorący asfalt drogowy tego samego rodzaju i gatunku, jaki został użyty do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Do uszczelnienia złączy technologicznych poprzecznych oraz spoin z elementami obcymi w nawierzchni należy stosować masy termoplastyczne modyfikowane polimerami lub elastomerami.

Nawierzchnia z betonu cementowego C 35/45 układana dwuwarstwowo (z dyblami i kotwami)

Do betonu klasy C35/45 w nawierzchni betonowej (do warstwy górnej i dolnej) powinien być stosowany cement portlandzki klasy CEM I 42,5 R; CEM I 42,5 N zgodnie z wymaganiami PN-EN 197-1 lub cement CEM I 42,5 HSR zgodnie z wymaganiami PN-B 19707.

Kruszywo zastosowane do produkcji mieszanki betonowej powinno pochodzić ze skały macierzystej (magmaowej lub przeobrażonej), która została podzielona na ziarna wskutek mechanicznego kruszenia i odpowiada normie PN-EN 12620.

Do produkcji betonu na nawierzchnię betonową powinny być zastosowane kruszywa o wymiarach, gdzie D/d nie jest mniejsze niż 1,4. – o uziarnieniu:

a) warstwa górna nawierzchni (ścieralna) grub. 5cm o uziarnieniu:

- kruszywo drobne: 0/2mm
- kruszywo grube: 2/4/, 4/8mm

b) warstwa dolna nawierzchni (grub. 22 cm) o uziarnieniu:

- kruszywo drobne: 0/2 mm
- kruszywo grube: 2/31,5 mm.

Dyble powinny spełniać wymagania normy PN-EN 13877-3. Wytrzymałość dybli oznaczona zgodnie z PN-EN ISO 15630-1 powinna wynosić co najmniej 250 MPa. Średnica i tolerancja średnicy dybla powinna być zgodna z PN-EN 10060. Należy zastosować dyble o długości 0,50 m oraz średnicy 25mm.

Dyble powinny być proste, bez jakichkolwiek nierówności, a przesuwane końce bez żadnych wypukłości poza średnicę pręta.

Przed użyciem, co najmniej połowa długości dybla powinna zostać pokryta cienką warstwą asfaltu lub cienką powłoką z polimeru w celu zapobiegania przywierania do betonu. Średnia grubości pokrycia nie powinna być mniejsza niż 0,3 mm i większa niż 1,25 mm.

Należy zastosować kotwy klasy B250 lub B500 zgodne z PN-EN 10080.

Kotwy powinny mieć zgodnie z PN-EN 13877-1 średnicę 25 mm oraz długość 800 mm.

Kotwy w środkowym obszarze na długości min. 200 mm należy wyposażyć w powłokę z polimeru o grubości min. 0,3 mm i maż. 1,25 mm odporną na działanie alkaliów, dającą niezawodność użycia i nadającą się do tego celu.

Podbudowa z chudego betonu

Do wytwarzania mieszanki chudego betonu należy stosować:

- cementy klasy 32,5 spełniające wymagania PN-EN 197-1
- kruszywa spełniające wymagania podane w WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych 2010, Tablica 1.1. – wymagania dla kruszyw do wykonania podbudowy zasadniczej
- wodę spełniającą wymagania PN-EN 1008 do wytwarzania mieszanki i pielęgnacji wykonanej warstwy
- domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2

10. Rozwiązania techniczno-budowlane i instalacyjne

Trasa drogi ekspresowej nr 2 została zaprojektowana w większości na nasypach (niskich, średnich i wysokich) za tunelem, odcinek od km 1+120 do km 3+455 zaprojektowany w tunelu a odcinek przed tunelem w wykopie w ścianach oporowych.

Rozwiązania konstrukcji nawierzchni przedstawiono w dwu wariantach.

Odwodnienie pasa drogowego zostało przewidziane na długości całego odcinka przy pomocy kanalizacji deszczowej.

Konstrukcja obiektów inżynierskich została przedstawiona w 2 wariantach.

W miejscu kolizji projektowanej trasy z uzbrojeniem sieci terenu zostały przewidziane przebudowy poszczególnych sieci. Przebudowa będzie polegała na ich częściowej likwidacji, przesunięciu oraz zaprojektowania odcinków w nowej linii poszczególnych sieci uzbrojenia terenu.

Szczegóły rozwiązań zostały przedstawione w poszczególnych tomach branżowych oraz w części dotyczącej obiektów inżynierskich.

11. Odwodnienie i oświetlenie

Odwodnienie

Odwodnienie powierzchniowe projektowanego odcinka Południowej Obwodnicy Warszawy realizowane jest poprzez grawitacyjne odprowadzenie wody do systemu rowów otwartych, ścieków, wpustów ściekowych i osadników. Woda opadowa odprowadzana jest do rowów przydrożnych i dalej do zbiorników retencyjnych lub projektowanej kanalizacji deszczowej. Woda przed odprowadzeniem do odbiorników jest podczyszczana. Generalnie woda opadowa z projektowanej Obwodnicy kierowana jest do Wisły za pośrednictwem projektowanego rurociągu tłoczego biegnącego wzdłuż odcinka Obwodnicy.

W przypadku gdy wysokość skarpy nasypu nie przekracza 2,0 m, oraz na krawędzi nie ma usytuowanych ekranów akustycznych i innych urządzeń woda opadowa z jezdni odprowadzana jest bezpośrednio do rowu przydrożnego - odpływowego.

Na odcinkach gdy wysokość nasypu przekracza 2,0 m, projektuje się przy krawędzi nawierzchni „ściek krawędziowy typu „trójkątnego”, który zbiera wodę z jezdni. Woda ze ścieku odbierana jest za pośrednictwem wpustów ściekowych i studni ściekowych z osadnikiem o średnicy \varnothing 500 . Woda ze studni odprowadzana jest przykanalikiem elastycznym \varnothing 200 prowadzonym w nasypie, lub ściekiem skarpowym do rowu przydrożnego. Wylot przykanalika min. 20 cm nad poziomem dna rowu. Projektuje się rów typu „trapezowego”, o pochyleniu skarp 1:1,5 i szerokości dna rowu 40 cm (60cm na odcinkach umocnionych ściekiem betonowym korytkowym).

Minimalne pochylenie podłużne rowu wynosi 0,2% / teren płaski /.

Ścieki betonowe typu „trójkątnego” projektuje się również na łukach poziomych na których występuje przechyłka jednostronna. Projektowany ściek przebiega przy krawędzi pasa dzielącego, po stronie zewnętrznej krzywizny. Woda opadowa ze ścieku zbierana jest przez system wpustów ściekowych i odprowadzana do projektowanej kanalizacji deszczowej biegnącej po stronie lewej lub prawej projektowanego odcinka drogi . Woda z kanalizacji odprowadzana jest poza korpus drogi do systemu podczyszczającego. /Projekt kanalizacji i drenażu wg projektu branżowego/.

Na odcinku łuku , jezdnia wewnętrzna na łuku odwadniana jest ściekiem przy krawędzi jezdni, woda odprowadzana jest jak wyżej.

Projektuje się odwodnienie najniższych punktów niwelety drogi umieszczając w ścieku na krawędziach korony drogi podwójne wpusty ściekowe, odprowadzające wodę do rowu przydrożnego lub kanalizacji. W przypadku gdy niemożliwe jest zastosowanie wpustu, wodę odprowadza się do rowu, ściekiem skarpowym / drogi dojazdowe /. Pas dzielący w okolicy najniższego miejsca odwodniony jest za pośrednictwem „ścieku betonowego” korytkowego” biegnącego w części środkowej pasa dzielącego. W miejscu najniższym woda odbierana jest za pośrednictwem podwójnych wpustów ściekowych i odprowadzana do kanalizacji.

Przed przejściami awaryjnymi, na pasach dzielących woda odbierana jest przez wpusty ściekowe, które odprowadzają wodę do kanalizacji.

Usytuowanie wpustów ściekowych, ścieków krawędziowych i ścieków biegnących w pasie dzielącym pokazano na planie sytuacyjnym projektu. Wpusty ściekowe rozmieszczone są średnio co 30 m / odcinek szlakowy/. Powierzchnia odwodnienia przypadająca na jeden wpust wynosi około 500 m².

Wyjątek stanowią okolice obiektów, łącznice węzłów drogowych drogi dojazdowe i poprzeczne, gdzie rozmieszczenie wpustów jest dostosowane do istniejącej sytuacji i powierzchnie odwodnienia są mniejsze.

Proponujemy odcinki w rejonie wpustów ściekowych zlokalizowanych w pasie dzielącym zabezpieczyć przez obruk lub ściekami betonowymi.

System odwodnienia w rejonie obiektów znajdujących się w ciągu trasy głównej Obwodnicy zabezpiecza obiekty przed napływem wody opadowej z nawierzchni drogi na obiekt, jednocześnie przejmuje wodę opadową z obiektu.

Woda opadowa z projektowanych obiektów przejmowana jest przez system odwodnienia drogi. Obiekty odwadniane są przez indywidualny system wpustów ściekowych na obiekcie, i systemem kanalizacji obiektu, / ϕ 200 lub ϕ 250/ który odprowadza wodę opadową poza obiekt. Woda z obiektu przejmowana jest do studni ϕ 500 i odprowadzana do systemu odwodnienia drogi. Odwodnienie węzłów, łącznic i dróg poprzecznych realizowane jest w analogiczny sposób jak elementy trasy głównej woda opadowa odprowadzana jest bezpośrednio grawitacyjnie do projektowanych rowów lub przejmowana przez ścieki i za pośrednictwem wpustów odprowadzana jest do kanalizacji lub przykanalikami i ściekami skarpowymi do rowów.

Wody opadowe z drogi ujęte do kanalizacji i bezpośrednio do rowów i traktowane, jako ścieki, będą podczyszczane w zakresie zawiesin oraz węglowodorów ropopochodnych. Urządzenia podczyszczające zlokalizowane są przed wylotami do odbiorników lub zbiorników. Odcinki rowu odbierające wodę opadową bezpośrednio z jezdni i prowadzące do odbiornika są uszczelniane geomembraną.

Ścieki odprowadzane systemem pompowym podczyszczane są przed wprowadzeniem do zbiornika retencyjnego przy pompowni.

Odwadniane są również powierzchniowo pasy zieleni, wyspy na węzłach, pasy zieleni przylegające do ścian oporowych i ścian z gruntu zbrojonego, odwodnienie realizowane jest poprzez ukształtowanie powierzchni umożliwiającej spływ wody do ścieków korytkowych i wpustów ściekowych z których przykanalikami woda odbierana jest do kanalizacji.

Pod łącznicami węzłów drogowych, drogami poprzecznymi, dojazdowymi i zjazdami projektuje się przepusty rurowe oraz odcinki rowów krytych.

Odwodnienie wglębne drogi realizowane jest poprzez system kanalizacji deszczowej zbierającej wodę z wpustów ściekowych, studni wpadowych w rowach. Konstrukcja nawierzchni drogi chroniona jest poprzez system drenażu prowadzony przy krawędzi drogi lub w pasie dzielącym i odprowadzającym wodę do projektowanej kanalizacji lub bezpośrednio do zbiorników retencyjnych lub rowów.

Projektuje się następujący sposób odbioru i odprowadzenia wód z pasa drogowego POW:

Od km 0+433,71 do km 1+120 (od początku opracowania do wlotu do tunelu) – ścieki opadowe ujmowane są poprzez system kanalizacyjny i kierowane grawitacyjnie do pompowni P1 i P2.

Pompownie P1 i P2 zlokalizowane są poniżej konstrukcji drogi przy wjeździe do tunelu (po stronie lewej pompownia P1 i po stronie prawej pompownia P2). Wody z pompowni P1 i P2 kierowane będą rurociągiem tłocznym do zbiornika retencyjnego ZB2 i dalej tłoczone do zbiornika retencyjnego ZB3 i do Wisły.

Dodatkowo zaprojektowano pompownie P1A i P2A tłoczące wody drenażowe pochodzące z przesiąków przez konstrukcję tunelu i przez konstrukcję drogi.

Woda z pompowni tłoczona będzie do zbiorników żelbetowych zlokalizowanych przed tunelem w przypadku konieczności uzupełnienia rezerwy wody na cele p-poż lub do zbiornika otwartego ZB 2. Od km 1+120 do km 3+455 (tunel). Projektuje się dwie przepompownie zlokalizowane w najniższych miejscach po dwóch stronach drogi. Pompownie te tłoczyć będą ścieki technologiczne z utrzymania tunelu i ścieki z akcji gaśniczych. Szacowana ilość ścieków technologicznych z tunelu i z akcji gaśniczej – 130 l/s. Ścieki odprowadzone zostaną do zbiornika retencyjnego zlokalizowanego nad tunelem. Ścieki ze zbiornika po akcji gaśniczej zostaną wypompowane i zutylizowane. Ścieki z przesiąków zostaną odprowadzone poprzez pompownię P5A rurociągiem tłocznym wzdłuż tunelu do zbiornika 3 i dalej do Wisły.

Od km 3+455 do km 5+050 – ścieki z drogi (od wylotu z tunelu do końca odcinka A) ujęte zostaną do kanalizacji zlokalizowanej w pasie dzielącym i odprowadzane do rowów przydrożnych lub zbiorników. Ścieki z rowów przydrożnych kierowane będą również do zbiorników retencyjnych. Ze zbiorników retencyjnych ścieki zostaną przepompowane poprzez kanał tłoczny zlokalizowany

częściowo na odcinku B z wylotem do Wisły. Wody niebędące ściekami kierowane do rowów przydrożnych będą miały możliwość infiltracji poprzez te rowy do ziemi.

Na planach sytuacyjnych pokazano również przebieg rurociągów tłocznych odwadniających dzielnice Ursynów i Wilanów. Generalnie przebieg tych rurociągów zlokalizowany jest pod ścieżką rowerową i drogami dojazdowymi. W związku z tym konieczna będzie koordynacja w kolejności budowy rurociągów i ścieżek rowerowych.

Uwaga: W związku z tym, że woda opadowa z drogi odprowadzana jest do Wisły, system odwodnienia niezależnie od podziału drogi na odcinki, powinien być budowany od Wisły.

Oświetlenie

Oświetlenie zostało zaprojektowane na drodze głównej, na łącznicach węzłów oraz drogach lokalnych. Wyboru klas oświetleniowych dokonano w oparciu o Raport techniczny PKN-CEN/TR 13201-1.

Określenie poziomów wymaganych parametrów oświetleniowych oraz ich obliczenia zrealizowano w oparciu o normy (odpowiednio) PN-EN 13201-2 i PN-EN 13201-3.

Wszystkie linie oświetleniowe zaprojektowano jako kablowe, zasilane z lokalnych, wydzielonych szaf oświetleniowych.

Szczegóły dotyczące oświetlenia znajdują się w CZĘŚCI TECHNICZNEJ – oświetlenie.

12. Urządzenia i obiekty infrastruktury technicznej w pasie drogowym nie związane z drogą

Do urządzeń technicznych nie związanych z drogą wschodzących w skład opracowania zalicza się:

- sieć elektroenergetyczną wysokiego, średniego i niskiego napięcia;
- sieć telekomunikacyjną;
- sieć kanalizacyjną nie służącą odwodnieniu drogi;
- sieć gazową;
- sieć wodociagową;
- sieć melioracyjną.
- sieć ciepłowniczą

Projektowane urządzenia techniczne w pasie drogowym nie związane z drogą nie naruszają elementów technicznych drogi i nie powodują zagrożenia bezpieczeństwa ruchu .

Projektowana sieć energetyczna przebiegająca poprzecznie nad drogą nie narusza projektowanej skrajni drogi ekspresowej oraz dróg podrzędnych i dojazdowych.

Projektowane sieci uzbrojenia terenu przechodzące w poprzek drogi ekspresowej zostaną odpowiednio zabezpieczone - rury osłonowe. Przeprowadzenie ich pod korpusem drogowym nie naruszy stateczności skarpy i nie naruszy nośności podłoża.

Szczegóły rozwiązań przebudów istniejących sieci wchodzących w kolizję budowanej obwodnicy oraz projekty nowych linii uzbrojenia zostały przedstawione w projektach branżowych.

13. Warunki techniczne bezpieczeństwa użytkowania obiektu

Obiekty i urządzenia zaprojektowane w ramach inwestycji Południowej Obwodnicy Warszawy zlokalizowane w projektowanym pasie drogowym będą zapewniać bezpieczeństwo ich użytkowania, w tym również przez osoby niepełnosprawne. Na etapie projektu budowlanego na wszystkich przejściach dla pieszych przez wyspy i pasy dzielące należy zapewnić warunki dla osób niepełnosprawnych.

Wjazdy i wyjazdy na jezdnię drogi ekspresowej S2, łącznicy oraz jezdni zbierająco-rozprowadzających zostaną odpowiednio oznakowane poprzez oznakowanie poziome i pionowe oraz oświetlenie, żeby wykluczyć zagrożenie bezpieczeństwa w ruchu oraz uciążliwość w ruchu.

Na każdym projektowanym pasie ruchu drogi ekspresowej oraz łącznic węzłów dla prędkości miarodajnych zostały spełnione warunki widoczności na zatrzymanie pojazdu przed przeszkodą na jezdni zgodnie z Dz. U. nr 43 §166.1 pkt. 2. Tabele z parametrami minimalnymi.

14. Ochrona dóbr kultury

Sprawy związane z ochroną dóbr kultury reguluje obecnie Ustawa z dnia 23 lipca 2003 roku o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami oraz Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 27 lipca 2011 roku w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich, badań architektonicznych i innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych. Badania archeologiczne zlecane przez GDDKiA reguluje Zarządzenie nr 76 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 9 grudnia 2011 roku w sprawie badań archeologicznych w Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

Przedstawione poniżej dane zostały uzyskane z pisma Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Warszawie z dnia 30.12.2005 r., znak WKZ.D.EMZ. Ogólne/41140-73/10298/05 w sprawie określenia statusu ochrony konserwatorskiej obiektów położonych na terenie gmin Wawer i Ursynów, uwzględnionych w ewidencji zabytków oraz z pisma Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Warszawie z dnia 17.10.2006r. znak: WKZ.D.US.SPR.OG./41140-60/8604/2006 aktualny wykaz obiektów wpisanych do rejestru zabytków figurujących w ewidencji zabytków zlokalizowanych na terenie dzielnic Wilanów, Wawer i Ursynów a także na terenie gminy Wiązowna

Zestawienie obszarów i stanowisk archeologicznych

Nr	Miejscowość	Charakterystyka obiektu	nr dokumentacji w systemie AZP	Rodzaj prac	Powierzchnia
4	Warszawa - Wilanów	osadnictwo neolit, wczesny okres wpływów rzymskich, wczesne średniowiecze	58-67 st.22	badania wykopaliskowe	100 arów
5	Warszawa - Wilanów	osadnictwo starożytne	58-67 st.21	badania wykopaliskowe	80 arów
6	Warszawa - Wilanów	osadnictwo wczesnośredniowieczne i średniowieczne	stanowisko poza rejestracją AZP (nowoodkryte)	badania wykopaliskowe	70 arów

Według w/w opracowania – nie odkryto żadnych stanowisk archeologicznych o szczególnym znaczeniu. Większość stanowisk i punktów osadniczych wiąże się z osadnictwem starożytnym (neolit, brąz, hallstatt, ok. lateński i rzymski) natomiast nieliczne z wczesnym średniowieczem i okresem nowożytnym.

Wymienione w tabeli stanowiska znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie planowanej trasy. Decyzja Stołecznego Konserwatora Zabytków nr 93A/13 z dnia 14 czerwca 2013 roku, określiła zakres i rodzaj niezbędnych badań archeologicznych przed planowaną budową Południowej Obwodnicy Warszawy od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” od km 0+433,71 do km 18+950 oraz w trakcie jej realizacji. Dla odcinka „A” należy przeprowadzić wyprzedzające badania powierzchniowe na całości pasa drogowego – na obszarze stanowiska archeologicznego AZP 58-

67/22 należy przeprowadzić archeologiczne badania wykopaliskowe na obszarze 20 arów w obrębie rezerwy pozostawionej pod budowę autostrady A2.

Jesienią 2013 roku zostały wykonane przez GDDKiA archeologiczne weryfikacyjne badania powierzchniowe, których wyniki znajdują się w opracowaniu spodziewanym w styczniu 2014 roku.

W rejonie analizowanej trasy – znajdują się zarówno obiekty znajdujące się w rejestrze zabytków jak i w ewidencji konserwatorskiej. Znajdują się one w pasie 1000 m – czyli po 500 m od osi jezdni w każdą stronę. Na tym obszarze znalazł się 1 obiekt kulturowy.

Obiekty wpisane do rejestru zabytków.

nr	adres	rodzaj obiektu	opis obiektu	kwalifikacja konserwatorska	
				obiekt umieszczony w ewidencji konserwatorskiej	obiekt wpisany do rejestru zabytków
2	Warszawa – Ursynów ul. Nowoursynowska 92/100	zespół urbanist. – arch.	zespół folwarczny składający się z zabudowy gospodarczej, czworaków i domu zarządcy	X	
3	Warszawa – Ursynów Wolica ul. Kokosowa, Imbirowa	zespół urbanist. – arch.	układ wsi o częściowo zachowaną zabudową drewnianą i murowaną mieszkalną i gospodarską.	X	
4	Warszawa – Ursynów Wolica ul. Nowoursynowska	krzyż przydrożny	metalowy, w formie stylizowanej gałęzi wyrastającej z tego pnia, ogrodzony		
5	Warszawa – Ursynów Wolica ul. Kokosowa	krzyż przydrożny	drewniany ogrodzony		
6	Warszawa – Ursynów Wolica ul. Kokosowa	krzyż przydrożny	drewniany z wiszącą kapliczką, ogrodzony 1901 r.	X	
7	Warszawa – Ursynów Natolin ul. Nowoursynowska	park pałacowy	fragment parku zespołu pałacowo parkowego Natolina	X	nr 647/65

Wyżej wymienione obiekty architektoniczne, chronione rejestrem zabytków nie są bezpośrednio zagrożone przebiegiem POW.

Zgodnie z Decyzją o Środowiskowych Uwarunkowaniach Zgody Na Realizację Przedsięwzięcia z dnia 29 kwietnia 2011 roku pkt. 1.2.44. – ewentualna likwidacja obiektu zabytkowego w Wolicy wymaga uzyskania zezwolenia Prezydenta m.st. Warszawy – przed likwidacją należy przeprowadzić inwentaryzację architektoniczną i fotograficzną obiektów – zaleca się wykonać te prace w ramach prac nad projektem budowlanym.

Sposób ochrony dóbr kultury

Teren lokalizacji drogi jest wolny od obiektów architektury i budownictwa zaliczonych do zabytków. W przypadku archeologicznych dóbr kultury – wszelkie działania inwestycyjne, ingerujące w

strukturę gruntu (poniżej warstwy ornej lub współczesnej warstwy użytkowej) natrafiając na zabytkowe obiekty niszczą je bezpowrotnie. Uwzględniając powyższe zagrożenia - projektowana inwestycja w przeważającej większości nie niesie ryzyka uszkodzenia zabytków wpisanych do rejestru. Jednakże ze względu na strefy ochronne zidentyfikowanych stanowisk archeologicznych przy realizacji planowanej inwestycji istnieje prawdopodobieństwo konieczności przeprowadzania badań interwencyjnych, które będą podejmowane w sposób doraźny i niezaplanowany w związku z niespodziewanym odkryciem zabytków archeologicznych. Na całej długości budowanej obwodnicy niezbędne jest prowadzenie robót budowlanych pod nadzorem archeologicznym zgodnie z rozporządzeniem Ministra Kultury z dnia 9 czerwca 2004 r. w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich i architektonicznych, a także innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych i poszukiwań ukrytych lub porzuconych zabytków ruchomych (Dz. U. Nr 150, 1579).

W fazie eksploatacji nie zachodzi potrzeba prowadzenia działań minimalizujących oddziaływanie w zakresie dóbr kultury.

Sposób postępowania w fazie budowy – należy uzgodnić ze Służbą Ochrony Zabytków.

Roboty ziemne przy budowie drogi, a w szczególności w I etapie (usuwania warstwy ziemi urodzajnej) w rejonie występowania stanowisk archeologicznych winne być prowadzone ze szczególną ostrożnością. W przypadku odsłonięcia przedmiotów o charakterze zabytkowym, wykonawca robót winien postępować zgodnie z przepisami (wstrzymanie prac, zawiadomienie właściwego organu).

Prace badawcze na stanowisku oraz dokumentacja polowa i powykonawcza powinny być prowadzone zgodnie z „Zaleceniami dla Wojewódzkich Konserwatorów Zabytków, pracowników d.s. ochrony zabytków archeologicznych oraz dla kierujących badaniami archeologicznymi w zakresie metod eksploatacji stanowisk i sporządzania ich podstawowej dokumentacji” przekazanych do stosowania pismem Generalnego Konserwatora Zabytków nr OODA/2040/2004 z dnia 27.12.2004 r.

Wymienione wyżej prace konserwatorskie oraz roboty budowlane przy zabytkach nieruchomości może prowadzić osoba spełniająca warunki określone w rozporządzeniu Ministra Kultury z dnia 9 czerwca 2004 r. w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich i architektonicznych, a także innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych i poszukiwań ukrytych lub porzuconych zabytków ruchomych (Dz. U. Nr 150, poz. 1579).

15. Bezpieczeństwo użytkowania obiektu z uwagi na możliwość wystąpienia pożaru lub innego miejscowego zagrożenia

Dostęp do trasy obwodnicy będzie możliwy przy pomocy węzłów. Na węzłach będzie możliwość zawrócenia oraz zjazdu z trasy ekspresowej. W związku z powyższym na odcinku „A” zaprojektowano trzy przejazdy awaryjne: w km 1+017,50, 3+525,00 na początku i końcu tunelu oraz w 4+660,00 pozwalający w razie zamknięcia tunelu na wyjazd na ul. Płaskowickiej. Odcinek środkowego pasa będzie miał taką samą konstrukcję, co jezdni S2. W miejscu przejazdu awaryjnego nie zostały ustawione żadne obiekty i urządzenia z wyjątkiem bariery, która będzie mieć łatwo rozbieralną konstrukcję. Samochody straży pożarnej będą mogły zatrzymać się na pasie awaryjnym. Przy wjazdach i wyjazdach z tunelu zaprojektowano również za pasami awaryjnymi zatoki, mogące spełnić funkcje bezpieczeństwa lub technologiczne.

W razie awarii w tunelu i jego zamknięcia należy:

- zamknąć wjazdy na łącznice prowadzące dojazdy do tunelu
- zamknąć przed węzłem Puławska lub Ursynów Wschód możliwość wjazdu do tunelu i skierować ruch na ulicę Puławską lub Płaskowickiej
- pojazdy znajdujące się na łącznicach i drodze głównej pomiędzy zamkniętym wjazdem a tunelem mają możliwość zawrócenia przez zaprojektowane przed i za tunelem przejazdy awaryjne

Projekt w całości (odcinki A, B i C) uzyskał pozytywną opinię Komendy Wojewódzkiej Straży Pożarnej.

16. Wpływ obiektu budowlanego na środowisko i ludzi

Faza eksploatacji jest najbardziej istotnym okresem wystąpienia oddziaływań budowanej drogi na środowisko.

Faza eksploatacji powodować będzie następujące oddziaływania na środowisko:
spływ zanieczyszczonych wód opadowych z uszczelnionych powierzchni,
hałas przenikający do środowiska,
wytwarzanie odpadów,
emisja zanieczyszczeń do powietrza.

Tabela poniżej zestawia się wyniki oceny tych oddziaływań pod kątem czasu trwania, skutków:

		oddziaływania								
		krótkotrwałe	długo trwające	odwracalne	nieodwracalne	pośrednie	bezpośrednie	stałe	chwilowe	kumulujące
1.	uszczelnienie powierzchni	-	X	-	X	X	X	X	-	-
2.	hałas	-	X	X	-	-	X	X	-	X
3.	wytwarzanie odpadów	-	X	X	-	-	X	X	-	-
4.	emisja do powietrza	-	X	X	-	X	X	X	-	X
5.	ryzyko wystąpienia wypadków	X	-	X	-	X	X	-	X	X

Planowana budowa drogi będzie źródłem oddziaływania na środowisko w fazie budowy i eksploatacji.

Hałas

Hałas występujący w fazie eksploatacji drogi jest jej podstawowym oddziaływaniem, które może powodować przekroczenia standardów w środowisku na terenach chronionych, dla których ustalone są dopuszczalne wartości (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. roku zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 0 poz. 1109)). Hałas komunikacyjny zależy od wielu parametrów, spośród których najważniejszymi są: ilość samochodów poruszających się planowaną drogą i prędkość normowa.

W dniu 29 kwietnia 2011 roku Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska w Warszawie (RDOŚ) wydał dla tej inwestycji DECYZJĘ O ŚRODOWISKOWYCH UWARUNKOWANIACH ZGODY NA REALIZACJĘ INWESTYCJI (DSU) i ustalił warunki dla budowy Południowej Obwodnicy Warszawy na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” dla wariantu proponowanego przez inwestora tj. z drogą w tunelu zamkniętym od km 0+800 do km 3+455, na nasypie na odcinku od węzła Przyczółkowa do mostu nad rz. Wilanówką, z mostem na rz. Wiśle. Do powyższej decyzji w dniu

2 grudnia 2011 roku Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska (GDOŚ) wydał decyzję (DOOŚ.IDK.4200.14.2011.A) zmieniającą niektóre zapisy DSU.

Konieczność wykonania ponownej analizy akustycznej dla budowanej Południowej Obwodnicy Warszawy (POW) na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska”. jest spowodowana wejściem w życie dn. 23.10.2012r. rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2012r., poz.1109). Jak wynika z ww. rozporządzenia podwyższono dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku.

Ekrany akustyczne zaprojektowano zgodnie z DSU z wyjątkiem elementów które wymagały zmiany po przeprowadzeniu ponownej analizy akustycznej.

Zmiany są następujące:

1. Strona prawa:

- w DSU jest ekran o wys. 5 m od km 0+300 do 0+505, zakładka dł. 3 m i wys. 5 m w km 0+505, zakładka dł. 3 m i wys. 5 m w km 0+500, ekran o wys. 5 m od km 0+500 do 0+800 – w projekcie KP jest ekran o wys. 5m od km 0+433,71 do km 0+585, ekran o wys. 4m od km 0+585 do km 0+835, ekran o wys. 3 m od km 0+835 do km 0+880.

- w projekcie KP jest wykładzina dźwiękochłonna na murach oporowych do wysokości terenu od km 0+700 do km 1+120 oraz od km 3+455 do km 3+513,5, której w DSU nie ma

- W DSU jest ekran o wys. 8 m od km 3+455 do km 3+550 – w projekcie KP jest ekran o wys. 8 m od km 3+513,5 do km 3+550,

2. Strona lewa

- w projekcie KP jest wykładzina dźwiękochłonna na murach oporowych do wysokości terenu od km 0+700 do km 1+120 oraz od km 3+455 do km 3+513,5, której w DSU nie ma

- W DSU jest ekran o wys. 8 m od km 3+455 do km 3+550 – w projekcie KP jest ekran o wys. 8 m od km 3+513,5 do km 3+550,

- w DSU jest ekran o wys. 5 m od km 3+550 do 5+050 – w projekcie KP jest ekran o wys. 5 m od km 3+550 do km 3+950, ekran o wys. 6 m od km 3+945 do km 5+050.

Emisja do powietrza

Zanieczyszczeniem charakterystycznym dla komunikacji samochodowej są tlenki azotu. Samochody są drugim, co do ilości, po energetyce, źródłem emisji tlenków azotu NOx.

Kolejną substancją związaną z ruchem pojazdów są pyły, które mogą zalegać na powierzchni jezdni. Są to pyły pochodzenia naturalnego, przemysłowego i komunalnego. Wymienione pyły mogą zostać porwane przez powstające w otoczeniu pojazdu strugi i wiry powietrza. Skala zjawiska określanego mianem „wtórnego pylenia” nie jest możliwa do oszacowania metodami teoretycznymi.

Z analizy aktualnie obowiązujących, dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu, występujących w praktyce wartości emisji jednostkowych z pojazdów wyrażonych w g/km/pojazd, dostępnych prognoz w zakresie zmian struktury paliw (benzyny bezołowiowe, paliwa gazowe i inne) i przewidywanych zmian w strukturze eksploatowanego parku samochodowego (jednostki energooszczędne i wyposażone w katalizatory spalin), wynika, że spośród dostatecznie rozpoznanych związków chemicznych, substancją decydującą o zasięgu, wyznaczonej metodami obliczeniowymi, strefy ponadnormatywnego oddziaływania drogi jest dwutlenek azotu (NO₂), tlenki azotu (NO_x) oraz benzen.

Wody opadowe

Źródłem ścieków z analizowanego przedsięwzięcia będą wody opadowe i roztopowe pochodzące z odwodnienia drogi. Wody opadowe pochodzące z dróg zawierają różne zanieczyszczenia, z których kilka jest specyficznie związanych z ruchem drogowym. Do wskaźników tych należą: ekstrakt eterowy i substancje ropopochodne pochodzący ze splukiwania z jezdni resztek olejów i smarów, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz ołów pochodzący z dodatków do benzyn. Stosowanie benzyn bezołowiowych, a w pojazdach ciężarowych oleju napędowego powoduje, że zawartość ołowiu w wodach opadowych stopniowo ulega zmniejszaniu.

Wody roztopowe zawierają ponadto duże ilości chlorków sodu oraz czasami wapnia (w zależności od składu środków używanych do usuwania śliskości jezdni).

Dane literaturowe dostarczają informacji nt. wyników badań jakości wód opadowych spływających z powierzchni dróg prowadzonych przez Instytut Ochrony Środowiska. Wyniki zestawia poniższa tabela:

Rodzaj zlewni	Wartości zanieczyszczeń								
	Stężenie zawiesin [mg/l]			Stężenie SEEN* [mg/l]			Stężenie substancji ropopochodnych [mg/l]		
	min	śr.	max	min	śr.	max	min	śr.	max
trasy szybkiego ruchu – opad	18,2	164,6	806,4	5,3	12,8	25,1	-	-	-
trasy szybkiego ruchu – roztopy	119,2	1923,8	6224,4	7,5	48,6	156,0	-	-	-
ulice – opad	61,5	477,2	2238,0	1,1	30,4	114,9	0,6	1,2	2,4
ulice – roztopy	794,0	2248,9	2285,0	3,9	17,0	30,0	3,7	11,4	19,0
ulice - śnieg	2140,0	4842,0	11118,0	57,6	151,9	245,2	-	-	-

Stężenie zanieczyszczeń w spływach opadowych zależy od różnorodnych czynników: natężenia ruchu samochodowego, stanu technicznego pojazdów, zagospodarowania terenu, warunków klimatycznych oraz szerokości odwadnianej korony drogi.

Odpady

W okresie normalnej eksploatacji drogi odpady będą powstawały w urządzeniach oczyszczających wody opadowe oraz z lamp oświetlających drogę oraz z obiektów powiązanych technologicznie z drogą.

Przewiduje się urządzenia do oczyszczania wód opadowych: osadniki i separatory – w przypadku ich budowy zatrzymywane będą substancje ropopochodne.

Środki minimalizujące oddziaływanie:

- A. Ekran akustyczny – zlokalizowane wzdłuż całej trasy, na odcinkach zabudowanych, lokalizacja wg decyzji środowiskowej, wysokość 5 i 6 m z możliwością dobudowy do 8 m.
- B. Tunel – w m. Warszawa – Ursynów na odc. od km 1+120 do km 3+455
- C. Zbiorniki retencyjno infiltracyjne – zebranie wody do zbiorników, w całym odcinku „A” zostało zaprojektowanych 3 szt.
- D. Separatory i osadniki
- E. Kanalizacja deszczowa – odcinki trasy, gdzie nie można było zastosować rowów drogowych otwartych, szczególnie na terenach gęsto zabudowanych zastosowano kanalizację deszczową.
- F. Zachowanie ciągów komunikacyjnych – miejsca krzyżowań się istniejących dróg z projektowaną trasą Południowej Obwodnicy Warszawy

III. Obliczenia

1. Korpus drogowy i jego posadowienie

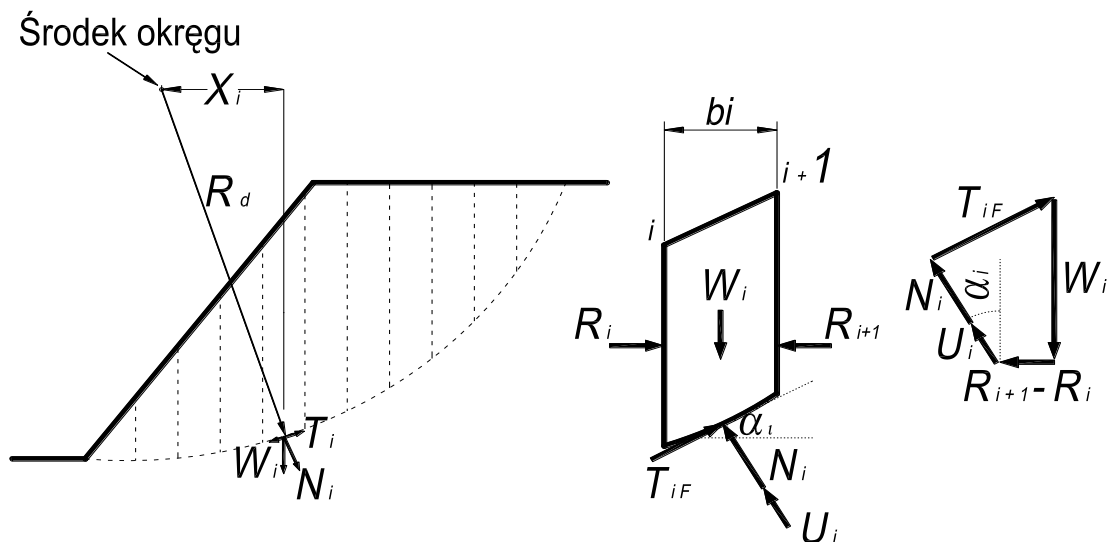
Omówienie obliczeń stateczności projektowanych nasypów drogowych

Obliczenia stateczności skarp nasypów przeprowadza się wykorzystując tzw. metody blokowe. Bryłę skarpy podzielono na odpowiednie bloki i sprawdzono stan równowagi każdego z bloków oraz wszystkich łącznie.

Jako siły zsuwające przyjmuje się ciężar własny gruntu, ciśnienie spływowe wody, obciążenie naziomu bloku itd. Jako siły utrzymujące – siły tarcia i opór spójności. Do określenia

współczynnika stateczności skarp projektowanych nasypów zastosowano metodę Bishopa, która opiera się na następujących założeniach:

- płaskiego stanu naprężenia i odkształcenia;
- hipotezy wytrzymałościowej Coulomba –Mohra;
- niezależność parametrów Φ i c ;
- wystąpienia wzdłuż całej powierzchni poślizgu jednakowych przemieszczeń;



Rys III.1.1. Założenia obliczeniowe stateczności skarp projektowanych nasypów przy użyciu metody Bishopa

Założono w obliczeniach wykorzystanie do budowy nasypów gruntu niespoistego, który po wbudowaniu i normowym zagęszczeniu musi spełniać następujący warunek: $\Phi \geq 320$ W analizie stateczności skarp uwzględniono również obciążenie nasypu taborem samochodowym w postaci równomiernie rozłożonego obciążenia o intensywności: $q = 25,0$ kPa.

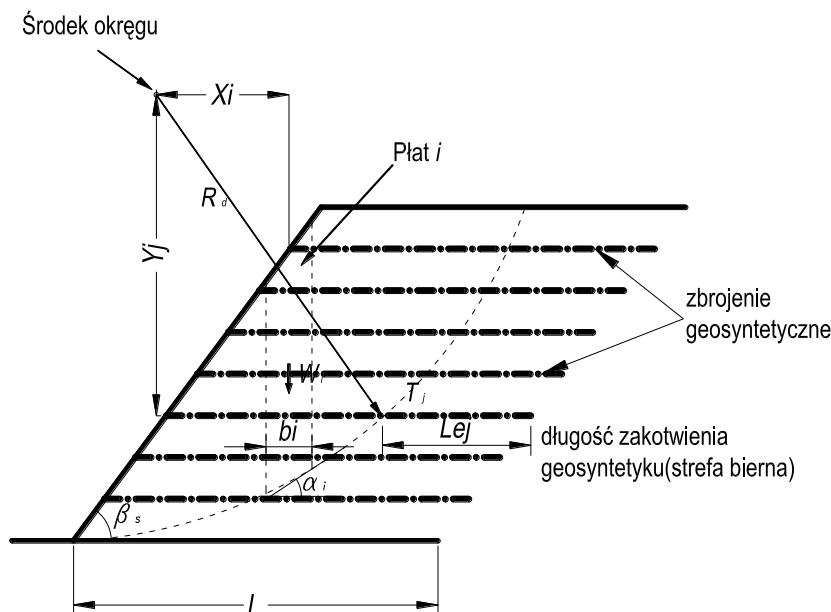
Obliczenia przeprowadzono przy użyciu specjalistycznego oprogramowania komputerowego TALREN 4 firmy TERRASOL (Francja). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie – Dz.U. z dnia 14 maja 1999 r. – Rozdział 2 - § 144 „wskaźniki stateczności skarp i zboczy określane indywidualnie metodami podanymi w Polskich Normach nie powinny być mniejsze niż 1,5.” Wartość ta odpowiada również „zachodnim” normatywom gdzie wartość współczynnika stateczności dla wartości charakterystycznych obciążeń wynosi 1,3 do 1,4 a w przypadku stosowania cząstkowych współczynników wynosi 1,0-1,1.

Przeprowadzone na reprezentatywnych przekrojach poprzecznych obliczenia stateczności wykazały, iż przy wysokości nasypu powyżej 4m wartość wymaganego współczynnika stateczności jest niższa od wymaganej wartości 1,5 i skarpy nasypów wymagają wzmocnienia.

W celu zwiększenia współczynnika stateczności skarp nasypu założono ich wzmocnienie przez wykonanie konstrukcji z gruntu zbrojonego. Zbrojenie zaprojektowano tak, aby przecinało wszystkie potencjalne powierzchnie poślizgu, dla których współczynnik stateczności jest mniejszy niż 1,5 i na odpowiednią długość kotwiło się w stabilnej części nasypu.

Przy wymiarowaniu zbrojenia sprawdzono dwa mechanizmy zniszczenia:

- możliwość wyrwania siatki ze strefy biernej(długość zakotwienia)
- możliwość zerwania siatki(wytrzymałość na rozciąganie)



Rys. III.1.2 Schemat obliczeniowy wzmocnienia skarp przy pomocy zbrojenia geosyntetycznego

Długość zbrojenia w głąb nasypu jest zmienna i związana jest z wysokością nasypu. Przeprowadzone obliczenia wykazały, iż krytyczną wysokością skarpy na której należy zacząć wykonywanie zbrojenia geosyntetycznego jest wysokość 4m. Zgodnie z przeprowadzoną analizą przyjęto zbrojenie siatkami o wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej 20kN/m w rozstawie pionowym co 1,5m.

Przyjęte w projekcie technologicznym metody wzmocnienia skarp nasypów pozwolą na uzyskanie wymaganego polskimi normatywami współczynnika stateczności $F=1,5$.

Uwaga: W przypadku zastosowania przez wykonawcę materiału o odmiennych, od założonych w projekcie, parametrach wytrzymałościowych, konieczna jest weryfikacja projektu (np. pod kątem zmniejszenia lub zwiększenia ilości zbrojenia).

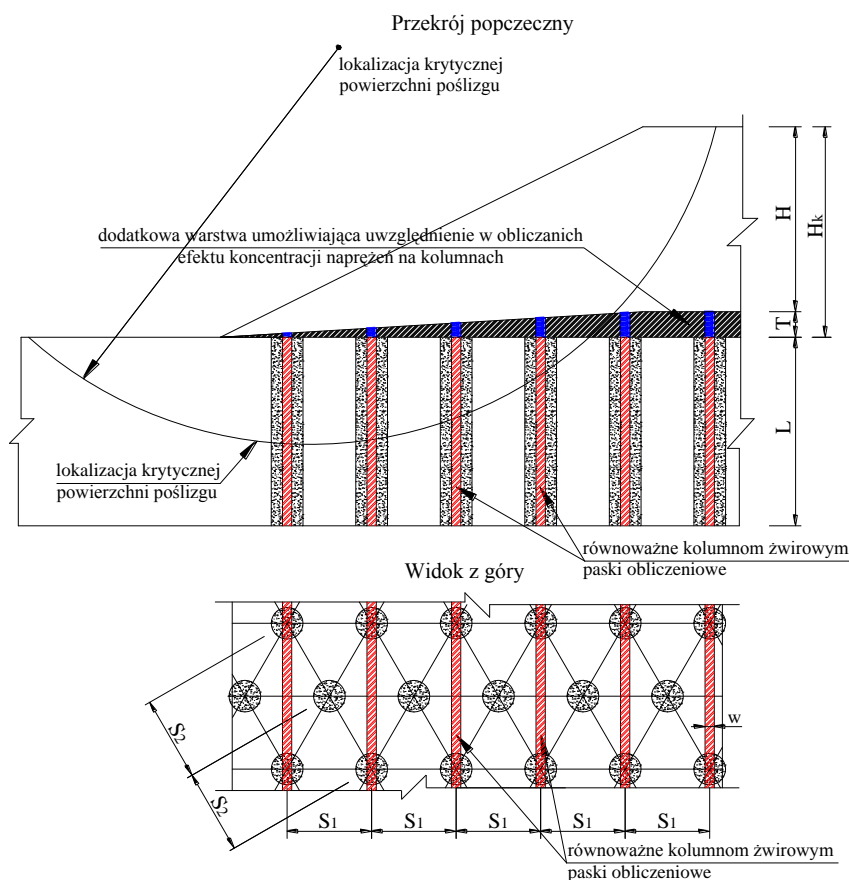
Omówienie obliczeń nośności podłoża pod nasypem

W celu obliczenia granicznej nośności podłoża pod nasypami posłużono się metodą pasków jako najbardziej dokładną dla określenia granicznej nośności podłoża, uwzględniającą wpływ wytrzymałości na ścinanie gruntu nasypowego. Założenia obliczeniowe metody są identyczne jak w przypadku sprawdzania stateczności skarp, z tą różnicą, że analizowane powierzchnie zniszczenia swym zasięgiem obejmują również słabe podłoże zalegające pod nasypem. Pozwala to na sprawdzenie czy obciążenie podłoża wielometrowym nasypem może spowodować wypieranie gruntu rodzimego z pod podstawy nasypu. Suma sił zapobiegających wypieraniu podłoża musi być ze względów bezpieczeństwa znacząco większa od sił dążących do wyparcia podłoża. Jeżeli uzyskany współczynnik bezpieczeństwa jest niższy od wymaganego przez normatywy to konieczne jest wzmocnienie podłoża np. poprzez zastosowanie zbrojenia geosyntetycznego w podstawie nasypu.

Zaletą metody pasków przy wymiarowaniu zbrojenia geosyntetycznego jest możliwość zamodelowania wzmocnienia podłoża przy pomocy kolumn żwirowych oraz określania potrzebnej wytrzymałości na rozciąganie geosyntetyku koniecznej do osiągnięcia wymaganego

współczynnika stateczności. W myśl Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej, że współczynnik stateczności nasypu wraz z podłożem nie może być niższy niż 1,5. Obliczenia przeprowadzono na charakterystycznych wartościach parametrów gruntowych i obciążeniach.

W przypadku wzmocnienia podłoża przy pomocy kolumn żwirowych model numeryczny oparto na założeniach zawartych w FHWA/RD-83/026 – „Design and construction of stone columns”. W modelu tym wzmocnienie wglębne podłoża przy pomocy kolumn żwirowych jest modelowane przy pomocy pasków, których szerokość jest uzależniona od średnicy kolumny i ich rozstawu w osiach. Efekt koncentracji naprężeń na kolumnach został osiągnięty poprzez zamodelowanie fikcyjnej warstwy, dociążającej zaprojektowane kolumny a odciążającej grunt pomiędzy kolumnami.



Rys. III.1.3. Schemat analizy stateczności podłoża z uwzględnieniem wzmocnienia wglębne podłoża przy pomocy kolumn żwirowych

Obliczenie czasu osiadania.

Czas osiadania warstwy słabonośnej wzmocnionej przy pomocy kolumn żwirowych obliczono na podstawie teorii podanej przez Barrona. Dzięki zastosowaniu technologii kolumn żwirowych konsolidacja będzie przebiegała w wyniku jednoczesnego wyciskania wody w kierunku poziomym (do drenów) i pionowym. Stopień konsolidacji całkowitej podłoża będzie efektem łącznym przepływu wody w obu kierunkach.

Stopień konsolidacji całkowitej U określono z następującej zależności:

$$U=1-(1-U_z)*(1-U_r)$$

gdzie:

- U_z – oznacza współczynnik konsolidacji podłoża w kierunku pionowym
- U_r – oznacza współczynnik konsolidacji podłoża w kierunku poziomym

Omówienie obliczeń osiadań podłoża pod nasypami

Obliczenia osiadań podłoża pod nasypem przeprowadzono w następujący sposób:
Obliczono naprężenia pierwotne w gruncie σ_{zp} :

$$\sigma_{zp} = \gamma_i \cdot h_i$$

γ_i - ciężar objętościowy kolejnych warstw gruntu,
 h_i -miąższość kolejnych warstw gruntu,

Następnie obliczono naprężenia dodatkowe w gruncie σ_d :

$$\sigma_d = \eta_i \cdot p$$

p - obciążenie gruntu,
 η -współczynnik rozkładu obciążenia:

$$\eta_i = \frac{2}{\pi} \left[\operatorname{atan} \left[\frac{\frac{L}{b}}{2 \cdot \frac{z}{b} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{L}{b}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{z}{b}\right)^2}} \right] + \frac{2 \cdot \frac{L}{b} \cdot \frac{z}{b}}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{b}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{z}{b}\right)^2}} \cdot \left[\frac{1}{1 + 4 \cdot \left(\frac{z}{b}\right)^2} + \frac{1}{\left(\frac{L}{b}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{z}{b}\right)^2} \right] \right]$$

L - długość nasypu,
 b - szerokość podstawy nasypu,
 z - głębokość.

Sumaryczne osiadania wyznaczone zostały ze wzoru:

$$S_{tot} = \sum_{i=9}^n s_i$$

gdzie:

$$S_i = \frac{\sigma_{d_i} (0.5) \cdot h_i}{M_{oi}}$$

h_i - miąższość kolejnych warstw gruntu,
 $\sigma_d (0.5)$ - naprężenia dodatkowe w gruncie w środku warstwy,
 M_{oi} –edometryczny moduł ściśliwości danej warstwy.

Osiadania wyznaczone do granicy wpływu obciążenia wyznaczonej z zależności:

$$\sigma_d \leq 0,3 \cdot \sigma_p$$

Przyjęte w projekcie technologicznym metody wzmocnienia podłoża gruntowego pozwolą na ograniczenie osiadań do określonych w polskich normatywach tj. 10mm.

2. Zabezpieczenie budowli drogowych na wpływ eksploatacji górniczej

Nie dotyczy.

3. Konstrukcja nawierzchni

Konstrukcje nawierzchni obwodnicy i łącznic węzłów projektuje się łącznie ze wzmocnieniem podłoża do wymaganych modułów odkształcenia.

Kategoria ruchu KR6, ruch całkowity do przeniesienia 26,78 mln osi obliczeniowych 11,5t na oś.

Rodzaj i układ warstw konstrukcji nawierzchni dobrano uwzględniając:

- obciążenie ruchem
- grupę nośności podłoża
- sposób wzmocnienia słabego podłoża
- głębokość przemarzania gruntów w rejonie inwestycji
- przebieg niwelety (wykop, nasyp)

Podłoże konstrukcji nawierzchni

Podłoże nawierzchni obwodnicy i łącznic węzłów na projektowanych nasypach wykonanych w górnej części z gruntów niewysadzinowych zakwalifikowanych do grupy nośności G1 nie będzie wymagało specjalnych działań wzmacniających, taka też sytuacja występuje na przebiegu dróg w projektowanych wykopach gdzie w podłożu występują grunty niewysadzinowe zakwalifikowane do grupy nośności G1.

Wzmocnienie słabego podłoża konieczne będzie pod konstrukcją nawierzchni w projektowanych wykopach, gdzie występują grunty wątpliwe i wysadzinowe zakwalifikowane w zależności od występujących warunków wodnych do grupy nośności G2, G3 i G4.

Jako sposób doprowadzenia podłoża do grupy nośności G1 na obwodnicy i łącznicach węzłów przyjęto metodę wymiany warstwy gruntu słabego podłoża na warstwę z mieszanki niezwiązanej do ulepszanego podłoża. Założono, że grubość bezpośrednio wymienianej warstwy w przypadku gruntów o grupie nośności G2 wyniesie 25,0 cm, grupy nośności G3 wyniesie 40,0 cm a dla G4 wyniesie 60,0 cm. Przy przyjmowaniu grubości wymiany warstwy podłoża kierowano się stosownymi zapisami z Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi i ich usytuowanie oraz Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Separację pomiędzy gruntem rodzimym, a warstwą mieszanki niezwiązanej stanowić będzie rozłożona w korycie wykopu geowłóknina polipropylenowa, która pośrednio pełnić będzie również funkcję wzmacniającą.

Na tak przygotowanym podłożu dodatkowo ułożona zostanie warstwa mieszanki niezwiązanej do warstwy odsączającej o grubości 30,0 cm, która w górnej 15,0 cm warstwie stanowić będzie mieszanka związana cementem kl. C1,5/2,0. Warstwa mieszanki związanej cementem pełnić będzie funkcję warstwy wzmacniającej z uwagi na możliwość występowania w okresie budowy nawierzchni ciężkiego ruchu technologicznego, a pozostała część rozłożonej warstwy mieszanki niezwiązanej gr.15,0 cm stanowić będzie warstwę odsączającą.

W dalszej fazie projektowania rozważyć należy również inne sposoby doprowadzenia gruntu w podłożu do stanu gruntu G1, np. poprzez stabilizację, materace lub sposobem wykazanym w projekcie zabezpieczenia podłoża.

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni obwodnicy i łącznic węzłów stanowić będzie pakiet warstw z mieszanek mineralno asfaltowych o różnej grubości i różnego rodzaju w zależności od kategorii ruchu i przyjętego wariantu, składający z warstwy ścieralnej SMA 11, wiążącej AC WMS 16 (w wariantcie 1) lub AC 16 W (w wariantcie 2) i podbudowy zasadniczej AC WMS 22 (w wariantcie 1)

lub AC 22 P (w wariantcie 2) ułożonych na podbudowie pomocniczej z mieszanki niezwiązanej 0/31,5.

Grubość i rodzaj poszczególnych warstw asfaltowych dobrano uwzględniając również funkcje, jakie spełniać będą w nowej konstrukcji przy założeniu, iż górna część nawierzchni decyduje o odporności na koleinowanie, a dolna na zmęczenie. Biorąc pod uwagę specyfikę pracy konstrukcji nawierzchni dobrano odpowiednio grubości warstwy ścieralnej, wiążącej oraz podbudowy zasadniczej.

Grubość poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni obwodnicy i łącznic węzłów zaprojektowano indywidualnie z wykorzystaniem metody mechanistycznej.

Trwałość zmęczeniową nowych konstrukcji nawierzchni obliczono stosując kryteria zmęczeniowe Instytutu Asfaltowego to jest: kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych oraz kryterium deformacji strukturalnych podłoża gruntowego. W obliczeniach konstrukcji dla wariantu 1 z AC WMS w warstwie wiążącej i podbudowie, wzorem metody francuskiej nie uwzględniono grubości warstwy ścieralnej z SMA.

Do obliczeń przyjęto obciążenie obliczeniowe w postaci obciążenia osią 11,5 t, przy ciśnieniu kontaktowym 850 kPa i pojedynczym śladzie kołowym.

Moduły sprężystości poszczególnych warstw konstrukcji oraz stałe materiałowe warstw asfaltowych przyjęto z Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych i WT-2010 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne, uwzględniając wymagania dla gotowej nawierzchni oraz przyjmując do obliczeń w temperaturze równoważnej (średniorocznej) 100 C moduł 12 000 MPa w przypadku AC WMS i moduł 9 600 w przypadku AC. Dla AC WMS objętościową zawartość wolnej przestrzeni w warstwie przyjęto 5%, a objętościową zawartość asfaltu 12% przy wagowej zawartości 4,8%. Dla AC objętościową zawartość wolnej przestrzeni w warstwie przyjęto 8%, a objętościową zawartość asfaltu 10% przy wagowej jego zawartości 4,0%.

Dla podbudowy z mieszanki niezwiązanej moduł sprężystości przyjęto 400 MPa, warstwy technologicznej z mieszanki związanej 300 MPa (II etap pracy nawierzchni – spękania), a warstwy odsączającej z mieszanki niezwiązanej 120 MPa.

Moduły sprężystości istniejącego podłoża gruntowego oszacowano w zależności od grupy nośności i przypisanej do danej grupy wskaźnika nośności CBR, którą to zależność opisano wzorem w Katalogu Wzmocnień i Remontów Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Dla grupy nośności G1 i przyjętego wskaźnika CBR=10% oszacowany moduł podłoża to 77 MPa, grupy G2 i przyjętego wskaźnika CBR=5% oszacowany moduł podłoża to 49 MPa, grupy nośności G3 i przyjętego wskaźnika CBR=3% oszacowany moduł podłoża to 36 MPa oraz grupy nośności G4 i przyjętego wskaźnika CBR=1,5% oszacowany moduł podłoża to 23 MPa.

Moduły sprężystości warstw wymienianego podłoża oszacowano bazując na wartości modułu gruntu rodzimego, stosując zasadę, że ułożona bezpośrednio warstwa wymienianego podłoża powinna charakteryzować się modułem nie mniejszym jak dwukrotna wartość modułu gruntu rodzimego. W przypadku wymiany gruntu w dwu warstwach, układana druga warstwa powinna się charakteryzować modułem nie mniejszym jak dwukrotna wartość modułu warstwy pierwszej.

Moduły sprężystości warstw nasypów przyjęto zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-S-02205 Roboty ziemne. Wymagania i badania. Dla górnej warstwy nasypu przyjęty moduł to 100 Mpa, warstwy nasypu do 2,0 m przyjęty moduł to 45 MPa a pozostałych warstw to 30 MPa.

Konstrukcja nawierzchni drogi S2 - Wariant 1 (w warstwie wiążącej i podbudowie zasadniczej zastosowano AC WMS)

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni na nasypie

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni na nasypie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa

Trwałość wymagana- 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie ustrain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczeniu wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych WMS (wiążąca i podbudowa zasadnicza)	25,0	12 000	0,3	59,3* 10-6	12,0	5,0	36,23
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa nasypu	35,0	100	0,3	125*1 0-6	---	---	425,65
Pośrednia warstwa nasypu	150,0	45	0,35	---	---	---	---
Warstwy nasypu	---	30	0,35	---	---	---	---

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G1)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa

Trwałość wymagana- 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie ustrain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczeniu wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych WMS (wiążąca i podbudowa zasadnicza)	25,0	12 000	0,3	57,9* 10-6	12,0	5,0	39,19
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa wykopu grunt rodzimy	20,0	100	0,35	---	---	---	---
Grunt rodzimy	---	77	0,35	108*1 0-6	---	---	819,87

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G2)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa

Trwałość wymagana - 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł Sprężystości MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych WMS (wiążąca i podbudowa zasadnicza)	25,0	12 000	0,3	59,2*10 ⁻⁶	12,0	5,0	36,43
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	25,0	100	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	49	0,35	133*10 ⁻⁶	---	---	322,29

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G3)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa

Trwałość wymagana - 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych WMS (wiążąca i podbudowa zasadnicza)	25,0	12 000	0,3	59,9*10 ⁻⁶	12,0	5,0	35,05
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka)	15,0	120	0,3	---	---	---	---

niezwiązana)							
Górna warstwa wymienianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	20,0	100	0,3	---	---	---	---
Dolna warstwa wymienianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	20,0	70	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	36	0,35	126*1 0-6	---	---	403,48

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G4)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa

Trwałość wymagana – 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczeniowa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych WMS (wiążąca i podbudowa zasadnicza)	25,0	12 000	0,3	61,4* 10-6	12,0	5,0	32,31
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa wymienianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	30,0	80	0,3	---	---	---	---
Dolna warstwa wymienianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	30,0	40	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	23	0,35	146*1 0-6	---	---	210,2

Konstrukcja nawierzchni drogi S2 - Wariant 2 (w warstwie wiążącej i podbudowie zasadniczej zastosowano AC)

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni na nasypie

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni na nasypie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa
Trwałość wymagana- 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych AC (ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza)	37,0	9 600	0,3	39,9* 10-6	10,0	8,0	30,24
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa nasypu	35,0	100	0,3	85,4* 10-6	---	---	2349,0
Pośrednia warstwa nasypu	150,0	45	0,35	---	---	---	---
Warstwy nasypu	---	30	0,35	---	---	---	---

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G1)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t
Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa
Trwałość wymagana- 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych AC (ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza)	37,0	9 600	0,3	36,8*10-6	10,0	8,0	39,46
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa wykopu grunt rodzimy	20,0	100	0,35	---	---	---	---
Grunt rodzimy	---	77	0,35	72,8*10-6	---	---	4807,0

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G2)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa
Trwałość wymagana - 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych AC (ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza)	37,0	9 600	0,3	38,1*10 ⁻⁶	10,0	8,0	35,2
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	25,0	100	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	49	0,35	94,3*10 ⁻⁶	---	---	1506,0

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G3)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t
Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa
Trwałość wymagana - 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych AC (ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza)	37,0	9 600	0,3	38,1*10 ⁻⁶	10,0	8,0	35,20
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	20,0	100	0,3	---	---	---	---
Dolna warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	20,0	70	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	36	0,35	93*10 ⁻⁶	---	---	1603,0

Obliczenie trwałości zmęczeniowej dobranej konstrukcji nawierzchni w wykopie (G4)

W tabeli poniżej przedstawiono model konstrukcji nawierzchni w wykopie z danymi do obliczeń oraz uzyskanymi wynikami.

Obciążenie koła – 5,75 t

Ciśnienie kontaktowe – 850,0 kPa
Trwałość wymagana - 26,78 mln osi 11,5 t

Warstwa	Grubość Warstwy cm	Moduł sprężystości i MPa	Wsp. Poissona	Odkształcenie μ strain	Zawartość asfaltu V/V%	Wolna przestrzeń V/V%	Trwałość zmęczenia wa mln. osi 11,5 t
Pakiet warstw asfaltowych AC (ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza)	37,0	9 600	0,3	39,8*10-6	10,0	8,0	30,49
Warstwa podbudowy pomocniczej (mieszanka niezwiązana)	20,0	400	0,3	---	---	---	---
Warstwa wzmacniająca – technologiczna (mieszanka związana cementem)	15,0	300	0,3	---	---	---	---
Warstwa odsączająca (mieszanka niezwiązana)	15,0	120	0,3	---	---	---	---
Górna warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	30,0	80	0,3	---	---	---	---
Dolna warstwa wymianianego podłoża (mieszanka niezwiązana)	30,0	40	0,3	---	---	---	---
Warstwy wykopu (grunt rodzimy)	---	23	0,35	103*10-6	---	---	1014,0

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono we wszystkich powyższych przypadkach, iż zaprojektowana nowa konstrukcja nawierzchni obwodnicy przeniesie założony prognozowany ruch tzn. że obliczeniowa trwałość zmęzeniowa konstrukcji nawierzchni, według kryterium spękania warstw asfaltowych i kryterium odkształceń trwałych podłoża, wyrażona ilością obciążeń osi 11,5 t jest większa od ilość obciążeń osi 11,5 t przewidzianych w ciągu 20 lat eksploatacji od roku oddania do użytku.

4. Wymiarowanie urządzeń odwodnienia

Zakłada się, że wody opadowe ujmowane będą z następujących rodzajów powierzchni:

jezdni asfaltowych - przyjęto średni współczynnik spływu $s = 0,90$,

poboczy - przyjęto średni współczynnik spływu $s = 0,85$,

skarp trawiastych - przyjęto średni współczynnik spływu $s = 0,80$,

pasa dzielącego - przyjęto średni współczynnik spływu $s = 0,4$,

terenów zielonych - przyjęto średni współczynnik spływu $s = 0,25$,

Obliczenie ilości wód deszczowych prowadzono w oparciu o normę PN-S-02204/1997 „Odwodnienie dróg”.

Natężenie miarodajne opadu deszczu q określono ze wzoru:

$$q = 15,347 \cdot \frac{A}{(t_m)^{0,667}}$$

gdzie:

A- wartość stała z normy zależna od rocznej sumy opadów ($H \leq 800$ mm) oraz prawdopodobieństwa deszczu miarodajnego

dla drogi ekspresowej ($p = 10\%$) stąd ($A = 1013$)

t_m – czas miarodajny deszczu

Ze względu na ukształtowanie niwelety drogi i zlokalizowanie najniższych jej punktów w wykopie na odcinkach:

od km 0+433,71 do km 1+120 (przed wlotem do tunelu od strony węzła Puławska)

przyjęto założenie, że system odwodnienia dla tych odcinków liczony jest dla prawdopodobieństwa deszczu miarodajnego $p=1\%$ stąd $A = 2183$.

Założenie takie przyjęto w celu zabezpieczenia newralgicznych odcinków drogi przed zalaniem i wyłączenie w ten sposób drogi z użytkowania.

Obliczeniowe natężenie deszczu dla czasu miarodajnego $t=600$ s wynosi:

dla prawdopodobieństwa $p = 10\%$ - $q = 218,1$ l/s ha,

dla prawdopodobieństwa $p = 1\%$ - $q = 469,9$ l/s ha.

Czas miarodajny deszczu określono ze wzoru:

$$t_m = 1,2 \cdot \frac{l}{v} + t_k$$

gdzie:

l – długość kanału, rowu [m],

v – prędkość przepływu [m/s],

t_k – czas koncentracji terenowej [s] – wg tab. 4 [PN-S-02204 1997]

dla drogi ekspresowej S8

$$t_k = 120 \text{ [s]}$$

Minimalny czas miarodajny zgodnie z PN-S-02204 $t_m \text{ MIN} = 600$ s.

Ilości wód deszczowych odpływających z analizowanych zlewni wyliczono na podstawie wzoru:

$$Q = q \cdot s \cdot P$$

gdzie:

q - natężenie deszczu miarodajnego na jednostkę powierzchni,

s - współczynnik spływu w zależności od rodzaju powierzchni,

P - powierzchnia, z jakiej ujmowane są wody opadowe,

Wzdłuż całej trasy zaprojektowano 11 pompowni o wydajności 30, 55, 60, 130, 200, 250, 310 l/s.

Budowa drogi powoduje zwiększenie odpływu jednostkowego ze zlewni w wyniku utwardzenia części pasa drogowego i zwiększenia przez to wartości współczynnika odpływu. W celu zachowania odpływu ze zlewni zabudowanej na poziomie odpływu ze zlewni naturalnej, przed zrzutami wód opadowych do odbiorników zaprojektowano 3 zbiorniki retencyjne w tym 2 podziemne.

WYKAZ RUR I PRZEPUSTÓW RUROWYCH DROGA GŁÓWNA ODCINEK „A”
DROGI DOJAZDOWE, POPRZECZNE, ŁĄCZNICE

L.p.	Pikietaż	Oznaczenie	Światło \varnothing	Długość m	Uwagi
	DROGA GŁÓWNA				
1.	3+590	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
2.	3+620	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
3.	3+760	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
4.	4+060	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
5.	4+270	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
6.	4+280	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
7.	4+470	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
8.	4+470	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
9.	4+660	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
10.	4+665	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty
11.	4+860	rura	$\varnothing 60$	4,0	Rów kryty

12.	4+860	rura	ø 60	4,0	Rów kryty
13.	5+045	rura	ø 60	4,0	Rów kryty
WĘZŁY					
WĘZEL „Ursynów Wschód”					
ŁĄCZNICA Ł-3					
14.	0+062	rura	ø 60	4,0	Rów kryty
DROGI DOJAZDOWE					
DROGA DD-1					
15.	0+000	rura	ø 60	6,0	Rów kryty
16.	0+070,00	przepust	ø 60/90°	11,0	
DROGA DD-1b					
17.	0+103	przepust	ø 80/90°	11,0	
DROGA DD-5					
18.	0+230	przepust	ø 80/90°	12,0	

5. Wybrane dane przedmiarowe

Wyburzenia obiektów:

- budynki mieszkalne – 7 szt.
- budynki inne – 30 szt.

Nawierzchnie:

- drogi głównej (S2, węzły) – 73700 m²
- drogi innej kategorii – 62700 m²
- drogi dojazdowe – 18150 m²
- chodniki – 16120 m²
- ścieżki rowerowe – 10915 m²

Roboty ziemne:

Dla trasy głównej (S2, węzły):

- Wykopy – 2407631 m³
- Nasypy – 1308110 m³
- Humus – 81045 m³
- Ilość przepustów drogowych – 3 szt
- Elementy ochrony środowiska:
- Długość ekranów akustycznych – 3550 m
- Długość ogrodzenia siatką – 305 m
- Przejścia dla zwierząt: – 0 szt.
- Powierzchnia terenu pod inwestycję – 60,2 ha
- Ściany oporowe kątowe – 1227 m
- Ściany oporowe z gruntu zbrojonego – 536 m
- Ściany oporowe ze ścian szczelinowych – 228 m
- Bariery ochronne metalowe – 9725 m
- Bariery ochronne betonowe – 720 m
- wzmocnienie podłoża kolumnami żwirowymi – 195827 m
- wzmocnienie podłoża półmateracami geosyntetycznymi – 49530 m²

- stabilizacja na głębokość 40 cm - 62630 m²
- zbrojenie nasypów geosyntetykami - 30341 m²

IV. Kosztorysy

Koszty budowy branży drogowej został zawarty w zestawieniu zbiorczym w części ekonomiczno – finansowej.

V. Analiza wariantów

Zgodnie z Porozumieniem z dnia 27.07.2012 r. w sprawie rozwiązania umowy nr 55/2005 z dnia 156.09.2005 r. niniejsza koncepcja programowa opracowana będzie przy maksymalnym wykorzystaniu wykonanych do dnia zawarcia aneksu prac a w szczególności przebiegu trasy w planie i profilu i schematu węzłów. Wobec tego nie analizujemy wariantów trasy i węzłów.

W opracowanej Koncepcji programowej poddano pod wariantowanie przebieg trasy w przekroju drogi głównej 2x3 pasy ruchu i 2x4 pasy ruchu od wlotu do tunelu pod Ursynowem do końca estakady nad terenem zalewowym nad rzeką Wisłą. Rozwiązaniem preferowanym jest prowadzenie 3 pasów ruchu od początku tunelu do węzła Przyczółkowa.

Jednocześnie szerokość pasa dzielącego pozwoli na ewentualne dobudowanie w przyszłości po stronie wewnętrznej czwartego pasa ruchu.

1. Analiza wariantów tunelu

Analiza wielokryterialna wyboru wariantu rekomendowanego oparta została o następujące kryteria porównawcze:

- koszt budowy – koszty związane ze wzniesieniem obiektu. W ramach kosztu ujęto zarówno koszty konstrukcji i wyposażenia obiektu jak również koszty związane z technologią wzniesienia obiektu
- koszty eksploatacji – koszty związane z bieżącym utrzymaniem obiektu: koszty oświetlenia, wentylacji, utrzymania we właściwym stanie technicznym obiektu, koszty związane z koniecznością odpompowywania wód napływających do obiektu (wody pochodzące z przesączania się wód przez nieszczelności konstrukcji tunelu
- komfort i bezpieczeństwo użytkownika – kryterium oceniające wpływ obiektu na bezpieczeństwo i komfort użytkownika – długość tunelu wpływa na zwiększenie ryzyka wypadku a co się z tym wiąże bezpieczeństwo
- oddziaływanie na otoczenie – oddziaływanie na wody gruntowe i akustyczne.

Każde kryterium oceniono w skali do 1 do 5

Kryterium oceny	Wariant I.A	Wariant I.B	Wariant II.A rekomendowany	Wariant II.B
Koszt budowy	2	1	5	4

Koszt eksploatacji	3	2	5	4
Komfort i bezpieczeństwo użytkownika	4	4	5	5
Oddziaływanie na otoczenie	5	4	5	4
RAZEM	14	11	20	17

Na podstawie powyższego wariantem preferowanym do realizacji na dalszych etapach realizacji projektu jest:

– Wariant II.A (bazujący na wariancie II): tunel o długości 2335 m o jednolitej konstrukcji segmentu – segment monolityczny rama dwunawowa zamknięta,

2. Stateczność korpusu drogowego

W przypadku problemów z uzyskaniem na podłożu rodzimym wymaganych polskimi przepisami parametrów odbiorowych (I_s , E_2) należy zastosować ulepszenie technologiczne podłoża rodzimego na głębokość 40cm spoiwem hydraulicznym.

Wykonawca na podstawie badań laboratoryjnych powinien określić procentową zawartość spoiwa w celu optymalnego zagęszczenia i otrzymania wymaganej wytrzymałości na ściskanie.

Prace związane z ulepszeniem podłoża w technologii gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym należy poprzedzić wykonaniem sprawnego systemu odwadniającego. Odwodnienie ma zapewnić obniżenie zwierciadła wody gruntowej i szybki odbiór wody opadowej z powierzchni terenu w trakcie prowadzonych robót.

Ulepszenie technologiczne podłoża rodzimego spoiwem hydraulicznym na głębokość 40 cm wymagane jest na następujących odcinkach:

Od km 3+700 do km 4+030

Od km 4+144 do km 4+972

Od km 5+030 do km 5+050

W projekcie założono wymianę płytką powierzchniowo zalegających gruntów słabonośnych oraz wymianę głęboką poprzez bagrowanie bez obniżania zwierciadła wody gruntowej. W celu uniknięcia ryzyka utraty stateczności skarp, wymiana powinna być wykonywana krótkimi odcinkami (20m) umożliwiającymi natychmiastowe wypełnienie i zagęszczenie wykopu gruntami niespoistymi o wysokich parametrach wytrzymałościowych.

W przypadku braku możliwości zagęszczenia wymienionego gruntu warstwami należy wykonać zagęszczenie poprzez wibroflotację lub ubijanie dynamiczne (RIC). Rozstaw punktów wibrozagęszczenia lub ubijania dynamicznego musi zapewnić osiągnięcie stopnia zagęszczenia $I_{dmin} = 0.55 (I_s = 0.97)$ w całej objętości gruntu. Górne warstwy (grubości 0,50 m) należy dogęścić poprzez odpowiednią ilość przejść walca. Sprawdzenie uzyskanych parametrów zagęszczenia zostanie przeprowadzone za pomocą sondowania dynamicznego.

Do wypełnienia wykopu należy zastosować grunt o parametrach umożliwiających osiągnięcie wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 0.97$ w całej objętości gruntu. Mogą to być grunty niespoiste typu: piaski, żwiry, pospółki.

Wymiana głęboka gruntu wymagana jest na odcinkach:

Od km 3+535 do km 3+700
Od km 4+030 do km 4+125

W celu zwiększenia współczynnika stateczności skarp nasypu założono ich wzmocnienie przez wykonanie konstrukcji z gruntu zbrojonego. Zbrojenie zaprojektowano tak, aby przecinało wszystkie potencjalne powierzchnie poślizgu, dla których współczynnik stateczności jest mniejszy niż 1,5 i na odpowiednią długość kotwiło się w stabilnej części nasypu.

Długość zbrojenia w głąb nasypu jest zmienna i związana jest z wysokością nasypu. Przeprowadzone obliczenia wykazały, iż krytyczną wysokością skarpy na której należy zacząć wykonywanie zbrojenia geosyntetycznego jest wysokość 4m. Zgodnie z przeprowadzoną analizą przyjęto zbrojenie siatkami o wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej 20 kN/m w rozstawie pionowym co 1,5 m.

Przyjęte w projekcie technologicznym metody wzmocnienia skarp nasypów pozwolą na uzyskanie wymaganego polskimi normatywami współczynnika stateczności $F=1,5$.

Uwaga: W przypadku zastosowania przez wykonawcę materiału o odmiennych, od założonych w projekcie, parametrach wytrzymałościowych, konieczna jest weryfikacja projektu (np. pod kątem zmniejszenia lub zwiększenia ilości zbrojenia).

Dopuszcza się również inne metody wzmocnienia podłoża gruntowego.

Zbrojenie skarp nasypów wymagane jest na odcinkach trasy głównej:

- Od km 3+600 do km 4+124 – skarpa lewa i prawa
- Od km 4+144 do km 4+209 – skarpa lewa i prawa
- Od km 5+029 do km 5+050 – skarpa lewa

Zbrojenie skarp nasypów wymagane jest na odcinkach łącznicy 2 węzła Ursynów Wschód:

- Od km 0+000 do km 0+050 – skarpa prawa
- Od km 0+050 do km 0+086 – skarpa prawa
- Od km 0+086 do km 0+143 – skarpa prawa
- Od km 0+143 do km 0+220 – skarpa prawa
- Od km 0+220 do km 0+230 – skarpa prawa
- Od km 0+300 do km 0+323 – skarpa lewa i prawa
- Od km 0+323 do km 0+340 – skarpa prawa
- Od km 0+323 do km 0+355 – skarpa lewa

Niezależnie od zaproponowanych wzmocnień nasypu przyjęto wykonanie zabezpieczeń przeciwoerozyjnych skarp nasypów.

3. Konstrukcja nawierzchni

3.1. Konstrukcja drogi ekspresowej

KR6 – konstrukcja nawierzchni drogi S2 – wariant 1 (zastosowanie AC WMS)

NASYP

1. 0,04 m – warstwa ścieralna SMA 0/11
2. 0,08 m – warstwa wiążąca beton asfaltowy AC WMS 16
3. 0,17 m – podbudowa zasadnicza beton asfaltowy AC WMS 22
4. 0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5

- 0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0 lub mieszanka z kruszyw $\text{CBR} \geq 40\%$
- 0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120 \text{ MPa}$
- 0,35 m - górna warstwa nasypu – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100 \text{ MPa}$
- warstwy do głębokości 2,0 m od powierzchni robót ziemnych o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$ dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$ dla gruntów spoistych
- poniżej, grunty o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$ dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30 \text{ MPa}$ dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

- 0,04 m – warstwa ścieralna SMA 0/11
- 0,08 m – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC WMS 16
- 0,17 m – podbudowa zasadnicza – beton asfaltowy AC WMS 22
- 0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
- 0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0 lub mieszanka z kruszyw $\text{CBR} \geq 40\%$
- 0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120 \text{ MPa}$
- 0,20 m – górna warstwa wykopu – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100 \text{ MPa}$
- Doprowadzenie podłoża do nośności G1

KR6 – konstrukcja nawierzchni drogi S2 – wariant 2 (zastosowanie AC)

NASYP

- 0,04 m – warstwa ścieralna - SMA 0/11
- 0,08 m – warstwa wiążąca - beton asfaltowy AC 16 W
- 0,25 m – podbudowa zasadnicza - beton asfaltowy AC 22 P
- 0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
- 0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,5/2,0 lub mieszanka z kruszyw $\text{CBR} \geq 40\%$
- 0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120 \text{ MPa}$
- 0,35 m - górna warstwa nasypu – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100 \text{ MPa}$
- warstwy do głębokości 2,0 m od powierzchni robót ziemnych o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$ dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$ dla gruntów spoistych
- poniżej, grunty o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$ dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30 \text{ MPa}$ dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

- 0,04 m – warstwa ścieralna - SMA 0/11
- 0,08 m – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC 16 W
- 0,25 m – podbudowa zasadnicza – beton asfaltowy AC 22 P

4. 0,20 m – podbudowa pomocnicza – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
5. 0,15 m – warstwa wzmacniająca (technologiczna) – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C1,1,5/2,0 lub mieszanka z kruszyw $CBR \geq 40\%$
6. 0,15 m – warstwa odsączająca – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 = 120$ MPa
7. 0,20 m – górna warstwa wykopu – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa
8. Doprowadzenie podłoża do nośności G1

KR6 – konstrukcja nawierzchni w tunelu

1. Warstwa ściernalna – gr 27,0 cm – płyty dyblowane, beton cementowy kl. C35/45
2. Geowłóknina 550 g/cm² – gr 2,0 mm
3. Chudy beton o wytrzymałości 6-9 MPa – gr 20,0 cm
4. Warstwa odsączająca z mieszanki piaskowo-żwirowej o zmiennej grubości

3.2. Konstrukcja dróg podrzędnych

KR4 - konstrukcja nawierzchni

NASYP/WYKOP – grupa nośności podłoża G1

1. Warstwa ściernalna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy AC 11 S
2. Warstwa wiążąca – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC 16 W
3. Górna warstwa podbudowy – gr 11,0 cm – beton asfaltowy AC 22 P
4. Dolna warstwa podbudowy - gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
5. Warstwa technologiczna – gr 15,0 cm – mieszanka związana cementem 0/22,4 kl. C_{1,5/2,0} lub mieszanka z kruszyw $CBR \geq 40\%$
6. Warstwa odsączająca – gr 15,0 cm – mieszanka niezwiązana do warstwy odsączającej 0/22,4 o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 120$ MPa

KR5 - konstrukcja nawierzchni – łącznice – wariant 1

1. Warstwa ściernalna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy SMA 11
2. Warstwa wiążąca – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC WMS 16
3. Podbudowa zasadnicza – gr 12,0 cm – beton asfaltowy AC WMS 22
4. Podbudowa pomocnicza – gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
5. Warstwa technologiczna – gr 15,0 cm – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym o $R_{c28} = C_{1,5/2,0}$ lub mieszanka z kruszyw $CBR \geq 40\%$
6. Warstwa odsączająca

NASYP

7. Górna warstwa nasypu – gr 50,0 cm – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 100$ MPa
8. Grunt nasypu do głębokości 1.2 m o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 60$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 45$ MPa dla gruntów spoistych
9. Poniżej, grunt nasypu o wymaganym module wtórnym $E_2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

10. Górna warstwa wykopu – gr 20,0 cm – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 80$ MPa – doprowadzenie gruntu rodzimego do nośności G1

KR5 - konstrukcja nawierzchni – łącznice – wariant 2

1. Warstwa ścieralna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy SMA 11
2. Warstwa wiążąca – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC WMS 16
3. Podbudowa zasadnicza – gr 18,0 cm – beton asfaltowy AC WMS 22
4. Podbudowa pomocnicza – gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5
5. Warstwa technologiczna – gr 15,0 cm – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym o $R_{c28}=C_{1,5/2,0}$
6. Warstwa odsączająca

NASYP

7. Górna warstwa nasypu – gr 50,0 cm – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 100$ MPa
8. Grunt nasypu do głębokości 1.2 m o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 45$ MPa dla gruntów spoistych
9. Poniżej, grunt nasypu o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

10. Górna warstwa wykopu – gr 20,0 cm – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 80$ MPa – doprowadzenie gruntu rodzimego do nośności G1

3.3. Konstrukcja dróg dojazdowych i technologicznych

KR1 - konstrukcja nawierzchni

1. Warstwa ścieralna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy AC 11 S
2. Warstwa wiążąca – gr 4,0 cm – beton asfaltowy AC 11 W
3. Warstwa podbudowy – gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5
4. Warstwa technologiczna – gr 25,0 cm – mieszanka kruszyw spełniająca rolę warstwy odsączającej $CBR \geq 40\%$ i $k \geq 8$ m/d.

NASYP

5. Górna warstwa nasypu – gr 50,0 cm – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa
6. Grunt nasypu do głębokości 1.2 m o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 50$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych
7. Grunt nasypu o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 25$ MPa dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

8. Górna warstwa wykopu – gr 20,0 cm – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 80$ MPa
9. Grunt rodzimy o module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa

WYKOP – grupa nośności podłoża G3/G4

10. Wzmocnione podłoże – gr 25,0 cm – grunt rodzimy w wykopie stabilizowany spoiwem hydraulicznym $R_m = 2,5$ MPa
11. Grunt rodzimy wykopu.

KR1 - konstrukcja nawierzchni na odcinku zalewowym

1. Warstwa jezdna – gr 35,0 cm – mieszanka kruszyw niezwiązana do nawierzchni 0/31,5
2. Warstwa technologiczna – gr 20,0 cm – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym o $R_{c28}=C_{1.5/2.0}$

KR2 - konstrukcja nawierzchni o nawierzchni asfaltowej

1. Warstwa ścieralna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy AC 11 S
2. Warstwa wiążąca – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC 11 W
3. Warstwa podbudowy – gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5
4. Warstwa technologiczna – gr 25,0 cm – mieszanka kruszyw spełniająca warunki warstwy odsączającej $k \geq 8$ m/d.

NASYP

5. Górna warstwa nasypu – gr 50,0 cm – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa
6. Grunt nasypu do głębokości 1.2 m o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 50$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych
7. Grunt nasypu o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 25$ MPa dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

8. Górna warstwa wykopu – gr 20,0 cm – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 80$ MPa
9. Grunt rodzimy o module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa

WYKOP – grupa nośności podłoża G3/G4

10. Wzmocnione podłoże – gr 25,0 cm – grunt rodzimy w wykopie stabilizowany spoiwem hydraulicznym $R_m = 2,5$ MPa
11. Grunt rodzimy wykopu.

KR3 - konstrukcja nawierzchni

1. Warstwa ścieralna – gr 4,0 cm – beton asfaltowy AC 11 S
2. Warstwa wiążąca – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC 16 W
3. Górna warstwa podbudowy – gr 8,0 cm – beton asfaltowy AC 22P
4. Dolna warstwa podbudowy – gr 20,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy pomocniczej 0/31,5

NASYP

5. Górna warstwa nasypu – gr 50,0 cm – grunt niewysadzinowy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa
6. Grunt nasypu do głębokości 1.2 m o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 50$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych
7. Grunt nasypu o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i $E2 \geq 25$ MPa dla gruntów spoistych

WYKOP – grupa nośności podłoża G1

8. Górna warstwa wykopu – gr 20,0 cm – grunt rodzimy o wymaganym module wtórnym $E2 \geq 80$ MPa
9. Grunt rodzimy o module wtórnym $E2 \geq 60$ MPa

WYKOP – grupa nośności podłoża G3/G4

10. Wzmocnione podłoże – gr 25,0 cm – grunt rodzimy w wykopie stabilizowany spoiwem hydraulicznym $R_m = 2,5$ MPa
11. Grunt rodzimy wykopu.

3.4. Konstrukcja chodników i ścieżek rowerowych

Konstrukcja chodnika

1. Warstwa ścieralna – gr 6,0 cm – kostka betonowa na podsypce cementowo-piaskowej gr 3 cm
2. Warstwa podbudowy – gr 10,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5

Konstrukcja ścieżki rowerowej

1. Warstwa ścieralna – gr 3,0 cm – beton asfaltowy AC 5 S
2. Warstwa podbudowy – gr 15,0 cm – mieszanka niezwiązana do podbudowy zasadniczej 0/31,5
3. Obrzeże betonowe 8x30x100 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 gr 5,0 cm
4. Ulepszone podłoże – gr 15,0 cm – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym

3.5. Konstrukcje inne

Konstrukcja pobocza

1. Mieszanka kruszywowa – gr 20,0 cm

Konstrukcja zatoki autobusowej

1. Warstwa ścieralna – gr 28,0 lub 22,0 cm – z betonu cementowego C35/45
2. Geowłóknina
3. Podbudowa z chudego betonu – gr 18,0 lub 20,0 cm – mieszanka kruszywa związana spoiwem cementowym $R_c=C_{8/10}$
4. Warstwy poniżej zgodnie z konstrukcją nawierzchni drogi przy której zlokalizowana jest zatoka

VI. Część rysunkowa

Tom	Nr rys	arkusze	Opis	Skala
01A-01			Plan orientacyjny	
01A-01	1	1	Plan orientacyjny	1:25000
01A-01			Plany	
	2		Plan sytuacyjny - odc. A	1:1000
01A-01			NIW – Profile podłużne	
01A-01	3	3	Profil podłużny – trasa główna - odc. A	1:200/2000
01A-01			Profil podłużny – drogi poprzeczne	
01A-01	4	1	Profil podłużny – drogi poprzeczne – ul.Płaskowickiej, ul.Ghandi (w. Ursynów Zachód)	1:100/1000
01A-01	5	1	Profil podłużny – drogi poprzeczne – ul.Płaskowickiej, ul.Rosoła (w. Ursynów Wschód)	1:100/1000
01A-01	5a	1	Profil podłużny – drogi poprzeczne – propozycja przebiegu ul.Zdrowa	1:100/1000
01A-01			Profil podłużny –węzły	
			<u>w. Ursynów Zachód</u>	
01A-01	6	1	Profil podłużny – węzły – L01 w. Ursynów Zachód	1:100/1000
01A-01	7	1	Profil podłużny – węzły – L02 w. Ursynów Zachód	1:100/1000
01A-01	8	1	Profil podłużny – węzły – L03 w. Ursynów Zachód	1:100/1000
01A-01	9	1	Profil podłużny – węzły – L04 w. Ursynów Zachód	1:100/1000
			<u>w. Ursynów Wschód</u>	
01A-01	10	1	Profil podłużny – węzły – L01 w. Ursynów Wschód	1:100/1000
01A-01	11	1	Profil podłużny – węzły – L02 w. Ursynów Wschód	1:100/1000
01A-01	11a	1	Profil podłużny – węzły – L02 ścieżka rowerowa w. Ursynów Wschód	1:100/1000
01A-01	12	1	Profil podłużny – węzły – L03 w. Ursynów Wschód	1:100/1000
01A-01			PN - Przekroje normalne i szczegóły konstrukcyjne	
01A-01	13	1	Przekroje normalne – trasa główna - odc. A	1:100
01A-01	14	2	Przekroje normalne – drogi poprzeczne i dojazdowe - odc. A	1:100
01A-01	15	1	Przekroje normalne – węzły – w. Ursynów Zachód	1:100
01A-01	16	1	Przekroje normalne – węzły – w. Ursynów Wschód	1:100
01A-01	17	2	Wyposażenie techniczne dróg	1:100
01A-01	18	1	Uwarunkowania środowiskowe i przestrzenne – plan sytuacyjny	1:5000