





Biuro Projektów TRASA sp. z o.o.
al. Wielkopolska 29/6, 60-603 Poznań
tel. 61 843 66 38 www.bptrasa.pl poczta@bptrasa.pl
NIP 7781463996 REGON 301139216 KRS 0000330000



Nazwa przedsięwzięcia	PRZEBUDOWA DROGI EKSPRESOWEJ S10e NA ODCINKU WĘZEL BYDGOSZCZ BŁONIE – WĘZEL BYDGOSZCZ POŁUDNIE POLEGAJĄCA NA BUDOWIE DODATKOWYCH EKRANÓW AKUSTYCZNYCH
Inwestor	Skarb Państwa Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Bydgoszczy ul. Fordońska 6, 85-085 Bydgoszcz
Numer umowy	2033.2022.I-1.D-3.2421.12.2022.12
Stadium opracowania	PROJEKT WYKONAWCZY
Tom	02 – BRANŻA KONSTRUKCYJNA – BUDOWA EKRANÓW AKUSTYCZNYCH
Numer egzemplarza	1 2 3 4
Spis zawartości	na następnych stronach
Kategoria obiektu	XXVIII
Lokalizacja	Identyfikatory dz. ewid: 040301_2.0001.150, 040301_2.0001.428/1, 040301_2.0001.152/3, 040301_2.0001.288/1, 040301_2.0001.287/1, 040301_2.0001.285/5, 040301_2.0010.395/1, 040301_2.0010.155/13, 040301_2.0010.105/14, 040301_2.0010.105/12, 040301_2.0010.395/3, 040301_2.0010.155/14, 040301_2.0010.105/15, 040301_2.0010.105/13, 040301_2.0010.100/14, 040301_2.0010.109/41, 040301_2.0010.123/25, 040301_2.0010.124/3, 040301_2.0010.125/30, 040301_2.0010.125/6, 040301_2.0010.125/34, 040301_2.0010.126/16
Data opracowania	13.02.2023 r.
Projektant	mgr inż. Wojciech Wawrzyniak WKP/0333/POOM/16 spec. inżynierska mostowa 
Sprawdzający	mgr inż. Zbigniew Ejchszet 160/80/Pw spec. konstr. - inż. w zakresie mostów 

Zawartość projektu wykonawczego:**Przebudowa drogi ekspresowej S10e na odcinku węzeł Bydgoszcz Błonie – węzeł Bydgoszcz Południe polegająca na budowie dodatkowych ekranów akustycznych**

Nr tomu	Rodzaj opracowania	
01	PZT	Projekt zagospodarowania terenu
02	PW	Branża konstrukcyjna – budowa ekranów akustycznych
03		Branża drogowa

Spis treści

A.	CZĘŚĆ FORMALNO-PRAWNA	4
1	Oświadczenie projektanta i sprawdzającego	4
2	Kopie uprawnień budowlanych.....	5
2.1	Wojciech Wawrzyniak – projektant branży mostowej.....	5
2.2	Zbigniew Ejchszet – sprawdzający branży mostowej	6
3	Kopia zaświadczenia o przynależności do Izby Inżynierów	7
B.	CZĘŚĆ OPISOWA	9
1	Informacje ogólne	9
1.1	Przedmiot i cel opracowania.....	9
1.2	Inwestor	9
1.3	Jednostka projektowa.....	9
1.4	Podstawa opracowania	9
2	Opis stanu istniejącego	10
2.1	Lokalizacja	10
2.2	Inwentaryzacja obiektów budowlanych.....	10
2.3	Ocena stanu technicznego obiektów budowlanych	10
2.4	Warunki gruntowo-wodne.....	10
2.5	Kategoria geotechniczna obiektu	11
3	Projektowane obiekty budowlane	11
3.1	Lokalizacja	11
3.2	Podstawowe parametry techniczne	11
3.3	Rozwiązania architektoniczne	12
3.4	Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe	12
3.5	Urządzenia bezpieczeństwa ruchu	14
4	Sposób montażu	14
5	Uwagi końcowe	15
6	Wyciąg z obliczeń	16
6.1	Przedmiot i cel opracowania.....	16
6.2	Podstawa opracowania	16
6.3	Obciążenia	16
6.4	Wymiarowanie słupa	17
6.5	Charakterystyki projektowanych słupów ekranu	19
6.6	Zakotwienie słupa w kapie	21
6.7	Zakotwienie kapy w ustroju nośnym obiektu mostowego.....	22
C.	CZĘŚĆ RYSUNKOWA	23
01.1	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 1	24
01.2	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 2.....	25
01.3	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 3.....	26
02.1	Profil podłużny ekranów: zakres 1	27
02.2	Profil podłużny ekranów: zakres 2	28
02.3	Profil podłużny ekranów: zakres 3	29
03	Przekroje normalne	30
04	Schematy ekranów akustycznych	31
05.1	Konstrukcja pala P500	32
05.2	Konstrukcja pala P600	33
06.1	Konstrukcja słupa kotwionego w palu	34
06.2	Konstrukcja słupa ekranu na wiadukcie.....	35
07	Konstrukcja podwalin	36

A. CZĘŚĆ FORMALNO-PRAWNA

1 Oświadczenie projektanta i sprawdzającego



OŚWIADCZENIE

My niżej podpisani, działając na podstawie art. 34 ust. 3d ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz.U.2020.0.1333) oświadczamy, że dokumentacja projektowa pn.:

**PRZEBUDOWA DROGI EKSPRESOWEJ S10e NA ODCINKU WĘZEŁ BYDGOSZCZ
BŁONIE – WĘZEŁ BYDGOSZCZ POŁUDNIE POLEGAJĄCA NA BUDOWIE
DODATKOWYCH EKRANÓW AKUSTYCZNYCH**

została opracowana w sposób zgodny z wymaganiami ustawy, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.
Opracowanie jest kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Poznań, dnia 13.02.2022 r.

STANOWISKO	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
Projektant	mgr inż. Wojciech Wawrzyniak	WKP/0333/POOM/16 spec. inż. mostowa	
Sprawdzający	mgr inż. Zbigniew Ejchsztet	160/80/Pw spec. kontr. - inż. w zakresie mostów	

2 Kopie uprawnień budowlanych

2.1 Wojciech Wawrzyniak – projektant branży mostowej

Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1 i 5 ustawy Prawo budowlane Pan Wojciech Jarosław Wawrzyniak jest upoważniony w specjalności inżynierskiej mostowej do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych **bez ograniczeń**.

Zgodnie z § 13 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielných funkcji technicznych w budownictwie, takiego jak:

- 1) drogowy obiekt inżynierski, w rozumieniu przepisów o drogach publicznych;
- 2) kolejowy obiekt inżynierski: most, wiadukt, przepust, ściany oporowe, tunele liniowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, w rozumieniu przepisów o warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.

oraz zgodnie z § 13 ust. 2 rozporządzenia jw. do obciążania światła mostów i przepustów.

Na podstawie § 10 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielných funkcji technicznych w budownictwie, uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniając do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie danej specjalności.

Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący – prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski: *W.B.*

Członek Komisji – dr inż. Andrzej Barczyński: *A.B.*

Członek Komisji – dr inż. Daniel Pawlicki: *D.P.*

Otrzymują:

1. Pan Wojciech Jarosław Wawrzyniak
60-169 Poznań, ul. Strzelńska 21A/6
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru
Budowlanego
4. a.a

WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA
sygn. akt WOIB-OKK-MP-4054-422/2016
Poznań, dnia 20 grudnia 2016 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tłsk. jednolity Dz.U. z 2016 r. poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1, art. 12 ust. 2, 3 i 4 oraz art. 46 pkt 1 oraz art. 13 ust. 1, 2 oraz ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 3a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tłsk. jednolity Dz.U. z 2016 r. poz. 290 z późn. zm.) oraz § 13 ust. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielných funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. 2014 r. poz. 1278) po usłuszeniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

decyzją Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB
otrzymuje

Pan
Wojciech Jarosław Wawrzyniak

magister inżynier
kierunek: Budownictwo
urodzony dnia 14 kwietnia 1986 r. w Poznaniu

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny WKP/0333/POOM/16

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności inżynierskiej mostowej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odpowiadając się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwoście decyzji.

Powzencze

1. Podstawa do wykonywania samodzielných funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB

W.B.

prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski

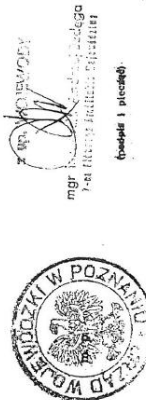
2.2 Zbigniew Ejchsztet – sprawdzający branży mostowej

Obywatel (ka) Zbigniew Ejchsztet jest upoważniony (w) do:

(miejsc i nazwisk)

1/ sporządzania projektów budowli mostów, wiaduktów, przepustów, tuneli, estakad, nadziemnych i podziemnych przejść komunikacyjnych oraz nieskomplikowanych odcinków dróg, stanowiących dojazd do tych budowli,

2/ w zakresie budowli nie będących budynkami w budownictwie osób fizycznych – do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytworzenia konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego budowli.



Województwo Poznańskie
 w Poznaniu
 Nr przysług. pers. 534
 Posiad. nr adreśtowy 66-957

Nr 160/80/PW

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 4 ust. 2, § 7 i § 13 ust. 1 pkt 3 lit.

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.

w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że:

Obywatel (ka) Zbigniew Ryszard EJCHSZTET (imię i nazwisko)

magister inżynier budownictwa lądowego (tytuł naukowy – zawodowy)

urodzony(ą) dnia 25 czerwca 1943 r. w Lesznie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta (rodzaj funkcji)

w specjalności konstrukcyjno – inżynierskiej (rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie mostów

Wzrost 1,74 m, Ciężar ciała 80,00 kg, Ciężar ciała 80,00 kg, Ciężar ciała 80,00 kg

3 Kopia zaświadczenia o przynależności do Izby Inżynierów



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-M56-IC8-IZR *

Pan Wojciech Jarosław Wawrzyniak o numerze ewidencyjnym WKP/BM/0081/17

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-04-01 do 2023-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-03-08 13:38:06 roku przez:

Jerzy Stróński, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
WKP-DN3-7EP-N61 *

Pan Zbigniew Ejchszet o numerze ewidencyjnym WKP/BM/0934/01
adres zamieszkania ul. Sienkiewicza 14a/6, 60-818 Poznań
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-01-01 do 2023-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-12-27 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



B. CZĘŚĆ OPISOWA

1 Informacje ogólne

1.1 Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy dla zadania pn. „Przebudowa drogi ekspresowej S10e na odcinku węzeł Bydgoszcz Błonie – węzeł Bydgoszcz Południe polegająca na budowie dodatkowych ekranów akustycznych”.

Celem opracowania dokumentacji jest uszczegółowienie rozwiązań projektowych w zakresie umożliwiającym realizację robót budowlanych.

1.2 Inwestor

Skarb Państwa, Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Bydgoszczy
ul. Fordońska 6, 85-085 Bydgoszcz

1.3 Jednostka projektowa

Biuro Projektów TRASA Sp. z o.o.
60-603 Poznań, al. Wielkopolska 29/6

1.4 Podstawa opracowania

Materiały stanowiące podstawę opracowania:

- [1] Umowa nr **2033.2022.I-1.D-3.2421.12.2022.12**,
- [2] Decyzja Starosty Bydgoskiego z dnia 23.07.2018 r. znak OŚ.IV.6241.2.2011,
- [3] Postanowienie o sprostowaniu z urzędu omyłki pisarskiej w Decyzji Starosty Bydgoskiego,
- [4] Decyzja Samorządowego Kolegium Odwoławczego w Bydgoszczy z dnia 25.10.2018r.,
- [5] Decyzja Samorządowego Kolegium Odwoławczego w Bydgoszczy z dnia 26.10.2018r.,
- [6] Przegląd ekologiczny w zakresie emisji hałasu dla drogi ekspresowej S-5 i S-10 na odcinku węzeł Stryzek – węzeł Białe Błota wraz z wykonaniem materiałów niezbędnych do utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania z 2014 r.
- [7] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (t.j.: Dz.U. 2020 poz. 1333 ze zm.),
- [8] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. 2020 poz. 1219 ze zm.),
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2014 r. poz. 112 ze zm.),
- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz.U. 2011 nr 140 poz. 824 ze zm.),
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 stycznia 2003 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów, które powinny być przekazywane właściwym organom ochrony środowiska, oraz terminów i sposobów ich prezentacji (Dz.U. 2003 nr 18 poz. 164 ze zm.),
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. z 2022 poz. 1518),
- [13] Literatura techniczna, normy projektowania, aprobaty i zalecenia techniczne,
- [14] Uzyskane warunki i uzgodnienia,
- [15] Własne pomiary inwentaryzacyjne.

2 Opis stanu istniejącego

2.1 Lokalizacja

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest na terenie województwa kujawsko – pomorskiego, powiat bydgoski, gmina Białe Błota.

Projektowane ekrany akustyczne są zlokalizowane na istniejącym nasypie drogowym drogi ekspresowej S10e na odcinku węzeł Bydgoszcz Błonie – węzeł Bydgoszcz Południe. Dwa z projektowanych ekranów zlokalizowane są częściowo na istniejącym wiadukcie drogowym nad ulicą Borowikową.

2.2 Inwentaryzacja obiektów budowlanych

Na potrzeby właściwego zlokalizowania ekranów akustycznych przeprowadzono prace inwentaryzacyjne korpusu drogi ekspresowej oraz wiaduktu drogowego nad ulicą Borowikową. Zweryfikowano stan uzbrojenia terenu w zakresie urządzeń znajdujących się w pobliżu projektowanych ekranów. W pracach projektowych uwzględniono również elementy dokumentacji projektowej udostępnionej przez Zamawiającego.

2.3 Ocena stanu technicznego obiektów budowlanych

Istniejące budowle nie wykazują deformacji i uszkodzeń, których ocena byłaby niezbędna do bezpiecznego posadowienia projektowanych ekranów. Nie stwierdzono występowania uszkodzeń i ubytków nawierzchni, które mogłyby wpływać negatywnie na skuteczność projektowanego systemu zabezpieczeń akustycznych. Wzdłuż jezdni miejscowo występują ścieki krawędziowe (trójkątne) podłączone do systemu wpustów drogowych. Dla odcinków ekranów, gdzie nie występują ścieki krawędziowe, podwalina ekranu zostanie zamocowana min. 5 cm powyżej istniejącego terenu, aby nie ograniczać spływu wody.

2.4 Warunki gruntowo-wodne

W celu rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w podłożu gruntowym opracowana została opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego. Prace prowadzone były przez Przedsiębiorstwo Geologiczne i Geotechniczne MANGEO, pod nadzorem uprawnionego geologa.

Dla realizacji zamierzonego celu na zlecenie Zamawiającego wykonano 26 otworów geotechnicznych do głębokości w zakresie 0,90 – 10,50 m p.p.t. Dodatkowo wykonano 3 sondowania statyczne CPTU do głębokości w zakresie 9,00-9,10 m. Ponadto, przy otworach geotechnicznych wykonano sondowania dynamiczne DPL w celu określenia stopnia zagęszczenia rozpoznanych gruntów niespoistych.

Od powierzchni terenu we wszystkich otworach rozpoznano współczesny nasyp (niekontrolowany lub budowlany). Miąższości nasypów są zróżnicowane i wynoszą one średnio od 0,20 do 5,50 m. Nasypy niekontrolowane występują powyżej nasypów budowlanych a ich miąższość wynosi maksymalnie 1,50 m. nN wykonane są z materiałów naturalnych, tj. piasków drobnych próchnicznych, piasków drobnych i kamieni oraz z materiałów sztucznych, tj. żużlu i gruzu betonowego. Grunty te, występują w stanie średnio zagęszczonym i luźnym. Nasypy budowlane z kolei występują w stanie luźnym i średnio-zagęszczonym a wykonane są wyłącznie z materiałów naturalnych, takich jak piaski drobne, piaski średnie i domieszki gruntów spoistych – glin piaszczystych. Bezpośrednio poniżej nasypów nawiercono grunty rodzime – w przewadze plejstocenyjskie piaski drobne, piaski średnie i lokalnie pospółki w stanie luźnym, średnio zagęszczonym i zagęszczonym. Grunty te dominują w rozpoznanym profilu gruntowym. Lokalnie nawiercono również plejstocenyjskie, spoiste grunty pochodzenia zastoiskowo - lodowcowego (określone symbolem geologicznej konsolidacji „C”), w postaci glin, glin pylastych, piasków pylastych i pyłów, o konsystencji twaroplastycznej, plastycznej i miękkoplastycznej. Należy pamiętać o tym, że nasypy

zbudowane z piasków drobnych próchnicznych (nN) uznaje się za grunty słabonośne i nie powinny one stanowić podłoża budowlanego – nie zaleca się również ich ponownego wykorzystania na etapie wykonawstwa.

Dokumentowane podłoże charakteryzuje się prostą budową hydrogeologiczną. Na badanym terenie, do głębokości rozpoznania, występują grunty o charakterze średnio lub wysoko przepuszczalnym (grunty piaszczyste) oraz nisko przepuszczalnym (grunty spoiste).

W okresie, w którym prowadzono prace terenowe (18 lipca 2022 r.), w czasie wierceń, do głębokości rozpoznania zaobserwowano występowanie wody gruntowej w postaci zazwyczaj zwierciadeł swobodnych, które zanotowano na głębokościach w zakresie 2,10-7,50 m p.p.t.

Lokalnie rozpoznano również napięte zwierciadło wody gruntowej na głębokościach w zakresie 7,60-8,80 m p.p.t. Po wykonanych wierceniach poziom wody ustabilizował się na głębokościach w zakresie 2,10-7,50 m p.p.t.

Na podstawie przeprowadzonych badań, **warunki gruntowe określa się jako proste** przy usunięciu słabonośnych nasypów (kontrolowanych) tworzących wierzchnią warstwę gruntów.

2.5 Kategoria geotechniczna obiektu

Fundamenty palowe ekranów zakwalifikowano do **drugiej kategorii geotechnicznej**, która obejmuje typowe posadowienia obiektów mostowych (bezpośrednie i pośrednie).

3 Projektowane obiekty budowlane

W celu obniżenia poziomu hałasu komunikacyjnego na terenach podlegających ochronie akustycznej, zaprojektowano budowę zabezpieczeń przeciwhałasowych wzdłuż drogi ekspresowej S10e na odcinku węzeł Bydgoszcz Błonie – węzeł Bydgoszcz Południe.

3.1 Lokalizacja

Zaprojektowano osiem odcinków ekranów akustycznych (ED1 - ED8). Ekran akustyczny (ED1, ED5-ED8) zostaną wykonane przy górnej krawędzi nasypu drogowego, za barierą ochronną. Ekran ED2 oraz ED3 zostaną zlokalizowane za istniejącym rowem, a ekran ED4 zostanie wykonany na pasie rozdziału pomiędzy drogą ekspresową, a ulicą Zieloną.

3.2 Podstawowe parametry techniczne

Tab.1. Podstawowe parametry techniczne ekranów

Nr ek.	Kilometraż wg decyzji		Kilometraż aktualny		Pow. ogólna ekranu [m ²]		Długość cał. ekranu [m]		Wysokość ekranu [m]	
	od	do	od	do	cz. poch.	cz. odb.	ekran miesz.	ekran odb.	cz. poch.	cz. odb.
ED1	58+161	58+346	~0+652	~0+467	833		185,0		4,5	
					185	648	185,0	0,0	1,0	3,5
ED2	57+728	57+809	~1+098	~1+017	365		81,0		4,5	
					81	284	81,0	0,0	1,0	3,5
ED3	57+477	57+657	~1+349	~1+168	882		182,0		4,5	
					182	700	182,0	0,0	1,0	3,5
ED4	54+089	54+157	~4+736	~4+668	272		68,0		4,0	
					68	204	68,0	0,0	1,0	3,0
ED5	53+665	53+798	~5+161	~5+028	532		133,0		4,0	
					133	399	133,0	0,0	1,0	3,0
ED6	52+583	52+700	~6+231	~6+113	516		117,5		4,5	
					91	425	91,0	26,5	1,0	3,5
ED7	52+538	52+668	~6+276	~6+144	579		131,5		4,5	
					105	474	105,0	26,5	1,0	3,5
ED8	52+315	52+422	~6+500	~6+392	486		108,0		4,5	
					108	378	108,0	0,0	1,0	3,5

3.3 Rozwiązania architektoniczne

3.3.1 Ukształtowanie sytuacyjno-wysokościowe

Oś ekranów zlokalizowano w odległości min. ~1,25 m (~1,45 m) od krawędzi pasa ruchu / pasa awaryjnego, zachowując odległość min. 0,60 m (0,80 m) od lica bariery do lica ekranu. Zgodnie z przeprowadzoną analizą akustyczną, wysokość ekranu powinna być nie mniejsza niż 4,00 m (dla ED4 i ED5), oraz nie mniejsza niż 4,50 m dla pozostałych ekranów akustycznych. Na długości ekranu występują uskoki, związane z modułową (segmentową) konstrukcją wypełnienia.

3.3.2 Elewacja – widok z boku

Słupy ekranu zostaną wykonane z kształtowników stalowych, zakotwionych w żelbetowych palach wierconych. Podziemna część pali zostanie wykonana w stalowej rurze osłonowej (wyciąganej), a część górna w deskowaniu systemowym, po osadzeniu słupa. Zaprojektowano ekrany pochłaniająco - odbijające, wykonane z paneli aluminiowych oraz z paneli ze szkła akrylowego, nawiązujących do istniejących ekranów na tym odcinku. Panele zostaną ułożone na podwalinie żelbetowej, opierającej się bezpośrednio na głowicach pali.

3.3.3 Kolorystyka

Zakłada się utrzymanie istniejącej stylistyki i kolorystyki zabezpieczeń przeciwhałasowych w ciągu drogi ekspresowej S10e. Panele aluminiowe występujące na dole ekranu zostaną wykonane w dwóch odcieniach zieleni. Ciemniejszy odcień na dole, jaśniejszy u góry.

- szkło akrylowe bezbarwne,
- panele aluminiowe górne – zieleń jasna – np. RAL 6018,
- panele aluminiowe dolne – zieleń ciemna – np. RAL 6000,
- drzwi ewakuacyjne – wypełnienie analogiczne do wypełnienia ekranu,
- podwalina – naturalny jasnoszary kolor betonu – w przybliżeniu RAL 7035,
- kształtowniki stalowe – cynkowanie ogniowe bez powłok malarskich.

3.4 Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

3.4.1 Fundamenty

Dla ekranów projektuje się posadowienie pośrednie na żelbetowych palach fundamentowych o średnicy 600 mm. Pale należy wykonać w dwóch etapach: trzon pala wykonać w rurowaniu wyciąganym, natomiast głowice w deskowaniu tradycyjnym. Do produkcji pala zastosować beton klasy C30/37, stal zbrojeniową B500SP (A-IIIN) oraz stal kształtową S355. Głowice pali zagruntować oraz zabezpieczyć powłokową izolacją bitumiczną ułożoną w trzech warstwach.

Dla ekranów ED6 i ED7 na odcinkach zlokalizowanych na wiadukcie, zamiast pali projektuje się konstrukcje wsporcze przymocowane do gzymsu wiaduktu, które pozwolą na montaż ekranów akustycznych.

Na rysunkach przedstawiono dokładną lokalizację oraz rzędne wysokościowe pali dla każdego z słupów. Przed przystąpieniem do fundamentowania ekranów należy bezwzględnie zinwentaryzować i określić dokładną lokalizację istniejącego uzbrojenia terenu.

3.4.2 Słupy ekranu

Projektuje się słupy stalowe z profili gorącowalcowanych o przekroju typu HEB160 lub HEB180 ze stali S355, w razie konieczności wzmocnionego w dolnej części połową kształtownika typu IPE. Słupy ekranów kotwić w palach na minimalną głębokość 80 cm. Wszystkie elementy stalowe ekranów zabezpieczyć poprzez ocynkowanie bez powłok malarskich.

Do słupów zamocować podwaliny, a na nich panele ekranu. Sposób montażu dostosować do technologii producenta. Przy zastosowaniu elementów prefabrykowanych należy przestrzegać dokładności ustawienia słupów w pionie i poziomie w granicach ± 5 mm. Po zabetonowaniu głowic pali, zinwentaryzować rozstaw i uwzględnić ewentualne poprawki.

3.4.3 Belki podwalinowe

Podstawę ekranów akustycznych projektuje się jako belki podwalinowe żelbetowe z betonu C35/45 zbrojone stalą B500SP (A-IIIN). Standardowe wymiary belek podwalinowych wynoszą 50x12x400 cm. Podwaliny w miejscu oparcia na głowicy pala należy odpowiednio podciąć dla uzyskania poziomu na górnej powierzchni pala.

3.4.4 Elementy dźwiękochłonne pełne

Do wypełnienia dźwiękochłonnego zastosowano panele aluminiowe o izolacyjności akustycznej właściwej $R_w=34$ dB. Wszystkie elementy mocujące panele powinny być rozwiązaniami systemowymi z zapewnioną odpowiednią akustyką. Sposób montażu należy dostosować do technologii producenta.

3.4.5 Elementy przeźroczyste

Panele ekranów projektuje się z płyt ze szkła akrylowego o minimalnych parametrach:

- Izolacyjność akustyczna właściwa $R_w = 34$ dB,
- Wytrzymałość na rozciąganie 70 N/mm^2 ,
- Ciągłość – 5,5%,
- Moduł sprężystości – 3200 N/mm^2 ,
- Wytrzymałość na zginanie – 98 N/mm^2 ,
- Wytrzymałość udarowościowa – 12 kJ/m^2 ,
- Gęstość – $1,19 \text{ g/cm}^3$.

Między płytą ze szkła akrylowego, a ramką obwodową (aluminiową) należy zamontować systemową uszczelkę z miękkiej gumy. Wszystkie elementy mocujące panele powinny być rozwiązaniami systemowymi z zapewnioną odpowiednią akustyką. Sposób montażu należy dostosować do technologii producenta.

3.4.6 Wyjścia ewakuacyjne

Aby umożliwić dostęp do wiaduktu, zaprojektowano dwa wyjścia ewakuacyjne przy schodach skarpowych (po jednym w ekranie ED6 i ED7). Należy zastosować rozwiązania systemowe, obejmujące drzwi o minimalnym świetle $1,40 \text{ m} \times 2,00 \text{ m}$, wyposażone w klamkę lub zapadkę, uniemożliwiającą otwarcie drzwi od zewnątrz. Jako wypełnienie drzwi ewakuacyjnych należy użyć materiałów takich samych jak materiały ekranu, tj. wypełnienie panelem pełnym do wysokości 1,0 m oraz panelem przeziernym powyżej.

Tab.2. Zestawienie wyjść ewakuacyjnych

Ekran	Drzwi ewakuacyjne	Kilometr	Uwagi
ED6	EX1	~6+178	na wiadukcie
ED7	EX2	~6+178	na wiadukcie

3.4.7 Oznakowanie

Elementy przeziernie ekranów akustycznych należy wykonać z zatopionymi czarnymi włóknami poliamidowymi (poziomymi pasami), o szerokości nie mniejszej niż 2 cm i odstępem między liniami nie większym niż 10 cm. Z uwagi na trwałość rozwiązania, nie dopuszcza się wykonania oznakowania w postaci elementów naklejanych i malowanych.

W środkowej części ekranu po obu stronach należy umieścić tablice wskazujące drogę ewakuacji.

3.4.8 Odwodnienie

Przewiduje się podniesienie belek podwalinowych o min. 5,0 cm ponad poziom terenu (dla ekranów zlokalizowanych na nasypie, gdzie nie występują ścieki trójkątne), celem umożliwienia swobodnego spływu wody po skarpie nasypu.

3.5 Urządzenia bezpieczeństwa ruchu

W związku z budową ekranów zakłada się wykonanie nowych barier drogowych na całej długości ekranów. Zaprojektowano montaż barier o parametrach H1-W2-A, H1-W3-A, N2-W1-A:

Poziom powstrzymywania H1 (podwyższone)
Szerokość pracująca bariery W2 (<0,80 m)
Poziom intensywności zderzenia A

Poziom powstrzymywania H1 (podwyższone)
Szerokość pracująca bariery W3 (<1,00 m)
Poziom intensywności zderzenia A

Poziom powstrzymywania N2 (normalne)
Szerokość pracująca bariery W1 (<0,60 m)
Poziom intensywności zderzenia A

Zakłada się również wykonanie nowych barieroporęczy na wiadukcie PG-6 nad ul. Borowikową. Zaprojektowano montaż barieroporęczy o parametrach H2-W1-A:

Poziom powstrzymywania H2 (podwyższone)
Szerokość pracująca bariery W1 (<0,60 m)
Poziom intensywności zderzenia A

Bariery należy kotwić w gruncie (barieroporęcz przymocować do kapy chodnikowej), zgodnie z zaleceniami producenta systemu. Lico prowadnicy bariery zlokalizować tak jak w stanie obecnym - 0,50 m od krawędzi jezdni.

4 Sposób montażu

Kolejność montażu ekranów akustycznych (ED6 i ED7) na obiekcie mostowym:

- Demontaż istniejących barieroporęczy,
- Wykonanie otworów koronkowych o średnicy Ø80 mm w miejscu projektowanych kotew K1 (z ewentualną korektą rozstawu w przypadku kolizji z istniejącym zbrojeniem lub kotwami talerzowymi),
- Montaż kotew wklejanych K1 (M27/500),
- Wypełnienie otworów żywicą,
- Odtworzenie izolacji-nawierzchni żywicznej na powierzchni kapy chodnikowej z oznakowaniem lokalizacji kotew K1,
- Wykonanie kotew pomocniczych K3 (M16/150),
- Wytyczenie kotew K2 (przez próbny montaż słupa lub z na podstawie szablonu),
- Montaż kotew K2 (M20/300),
- Montaż słupa - nasunięcie na osadzone kotwy K2,
- Montaż podwalin na przekładkach gumowych
- Montaż paneli ekranów akustycznych,

- Wykonanie uszczelnienia przestrzeni pomiędzy słupami (styk kapy i podwaliny) przy pomocy gumowej taśmy kątowej do montażu mechanicznego,
- Montaż nowych barieroporęczy wg projektu SOR.

5 Uwagi końcowe

1. Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z powyższym projektem ze szczególnym uwzględnieniem treści uzgodnień oraz ich wdrożenia.
2. Wykonawca zobowiązany jest zweryfikować przedstawiony w dokumentacji geotechnicznej układ warstw ośrodka gruntowego.
3. Wszelkie rozbieżności w poszczególnych elementach dokumentacji lub braki muszą zostać wyjaśnione.
4. Wszelkie odstępstwa od projektu muszą być bezwzględnie uzgodnione z projektantem obiektu w ramach nadzoru autorskiego. Każde odstępstwo nie uzgodnione z projektantem zwalnia go od odpowiedzialności za niniejszy projekt w zakresie, którego dotyczy odstępstwo.
5. Nadzór inwestorski powinien ściśle egzekwować wykonanie robót zgodnie ze Szczegółowymi Specyfikacjami Technicznymi.
6. Niezależnie od opracowania podstawowego, jakim jest niniejszy projekt, przed planowaną budową obiektu należy wykonać następujące opracowania robocze:
 - harmonogram robót,
 - technologię palowania,
 - projekty warsztatowe,
 - technologię wykonania i montażu elementów prefabrykowanych,
 - opracowania i projekty wyszczególnione w Specyfikacjach Technicznych.

Powyższe opracowania należy uzgodnić z Inspektorem Nadzoru Inwestorskiego.

Wykonawca robót zobowiązany będzie do wykonania dokumentacji fotograficznej i archiwalnej dla wszystkich prowadzonych robót, w szczególności dla robót zanikających.

Wykonawca musi zapewnić uwzględnienie zawartych w przepisach zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie budowy z uwzględnieniem specyfiki przyjętej technologii i użytych maszyn. Po zakończeniu robót należy teren uporządkować.

Przed przystąpieniem do wykonania robót związanych z realizacją budowy obiektu należy rozeznaczyć, czy w rejonie prac budowlanych nie występują niezainwentaryzowane urządzenia obce.

6 Wyciąg z obliczeń

6.1 Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza statyczno-wytrzymałościowa elementów konstrukcyjnych ekranu akustycznego, wykona w celu potwierdzenia przyjętych założeń projektowych.

6.2 Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią obowiązujące przepisy techniczno-budowlane i normatyw, podstawowe założenia projektowe oraz warunki gruntowo-wodne.

6.3 Obciążenia

6.3.1 Obciążenie stałe

Przyjęto następujące wartości ciężarów poszczególnych elementów:

elementy żelbetowe.....	26 kN/m ³
kształtownik HEB160.....	42,6 kg/m ≈ 0,42 kN/m
kształtownik HEB180.....	51,2 kg/m ≈ 0,51 kN/m
kształtownik 1/2 IPE200.....	11,2 kg/m ≈ 0,11 kN/m
kształtownik 1/2 IPE220.....	13,1 kg/m ≈ 0,13 kN/m

6.3.2 Obciążenie parciem wiatru

Wartość obciążenia parciem wiatru ustalono zgodnie z normą PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.

charakter obciążenia.....	powierzchniowe
strefa obciążenia wiatrem / kategoria terenu.....	1 / III
ciśnienie prędkości wiatru.....	$q_b = 0,30 \text{ kN/m}^2$

6.3.2.1 Słup do wysokości 4,50 m bez nasypu

wysokość ekranu (od głowicy pala).....	$z = 4,50 \text{ m}$
współczynnik ekspozycji (dla terenu kat. III).....	$C_{e(z)} = 1,9 \cdot (z / 10)^{0,26} = 1,544$
wartość szczytowa ciśnienia.....	$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 1,544 \cdot 0,30 = 0,463 \text{ kN/m}^2$
ciśnienie sumaryczne netto.....	$w = q_{p(z)} \cdot C_{p,net} = 0,463 \cdot 2,1 = 0,973 \text{ kN/m}^2$
rozstaw słupów.....	4,00 m
obciążenie na pojedynczy słup.....	$q = w \cdot 4,00 = 0,973 \cdot 4,00 = 3,89 \text{ kN/m}$

6.3.2.2 Słup do wysokości 4,50 m na wiadukcie

wysokość ekranu (od poziomu kapy).....	$z = 4,50 \text{ m}$
współczynnik ekspozycji (dla terenu kat. II).....	$C_{e(z)} = 2,3 \cdot (z / 10)^{0,24} = 1,899$
współczynnik orografii (H=5,3 m).....	$C_0 = 1,378$
wartość szczytowa ciśnienia.....	$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b \cdot C_0 = 1,899 \cdot 0,30 \cdot 1,378 = 0,785 \text{ kN/m}^2$
ciśnienie sumaryczne netto.....	$w = q_{p(z)} \cdot C_{p,net} = 0,785 \cdot 2,1 = 1,648 \text{ kN/m}^2$
rozstaw słupów.....	2,00 m
obciążenie na pojedynczy słup.....	$q = w \cdot 2,00 = 1,648 \cdot 2,00 = 3,30 \text{ kN/m}$

6.3.2.3 Słup do wysokości 5,00 m na niskim nasypie

wysokość ekranu (od głowicy pala).....	$z = 5,00 \text{ m}$
współczynnik ekspozycji (dla terenu kat. III).....	$C_{e(z)} = 1,9 \cdot (z / 10)^{0,26} = 1,587$
współczynnik orografii (H=2,0 m).....	$C_0 = 1,172$
wartość szczytowa ciśnienia.....	$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b \cdot C_0 = 1,587 \cdot 0,30 \cdot 1,172 = 0,558 \text{ kN/m}^2$
ciśnienie sumaryczne netto.....	$w = q_{p(z)} \cdot C_{p,net} = 0,558 \cdot 2,1 = 1,171 \text{ kN/m}^2$
rozstaw słupów.....	4,00 m
obciążenie na pojedynczy słup.....	$q = w \cdot 4,00 = 1,171 \cdot 4,00 = 4,68 \text{ kN/m}$

6.3.2.4 Słup do wysokości 5,00 m na wysokim nasypie

wysokość ekranu (od głowicy pala) $z = 5,00 \text{ m}$
 współczynnik ekspozycji (dla terenu kat. II) $C_{e(z)} = 2,3 \cdot (z / 10)^{0,24} = 1,948$
 współczynnik orografii ($H=5,0 \text{ m}$) $C_0 = 1,348$
 wartość szczytowa ciśnienia $q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b \cdot C_0 = 1,948 \cdot 0,30 \cdot 1,348 = 0,788 \text{ kN/m}^2$
 ciśnienie sumaryczne netto $w = q_{p(z)} \cdot C_{p,net} = 0,788 \cdot 2,1 = 1,654 \text{ kN/m}^2$
 rozstaw słupów $4,00 \text{ m}$
 obciążenie na pojedynczy słup $q = w \cdot 4,00 = 1,654 \cdot 4,00 = 6,62 \text{ kN/m}$

6.3.2.5 Słup do wysokości 5,40 m bez nasypu

wysokość ekranu (od głowicy pala) $z = 5,40 \text{ m}$
 współczynnik ekspozycji (dla terenu kat. III) $C_{e(z)} = 1,9 \cdot (z / 10)^{0,26} = 1,619$
 wartość szczytowa ciśnienia $q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 1,619 \cdot 0,30 = 0,486 \text{ kN/m}^2$
 ciśnienie sumaryczne netto $w = q_{p(z)} \cdot C_{p,net} = 0,486 \cdot 2,1 = 1,020 \text{ kN/m}^2$
 rozstaw słupów $4,00 \text{ m}$
 obciążenie na pojedynczy słup $q = w \cdot 4,00 = 1,020 \cdot 4,00 = 4,08 \text{ kN/m}$

6.3.3 Obciążenie śniegiem (przy odśnieżaniu)

Wartość obciążenia dynamicznego ściegiem przy odśnieżaniu ustalono zgodnie z normą PN-EN 1794-1: Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne. Część 1: Właściwości mechaniczne i stateczność.

charakter obciążenia powierzchniowe - pas o wysokości $2,00 \text{ m}$
 miejsce przyłożenia od $0,50$ do $2,50 \text{ m}$ powyżej krawędzi jezdni
 prędkość odśnieżania 60 km/h
 wartość obciążenia $F = 15 \text{ kN}$

6.4 Wymiarowanie słupa

6.4.1 Słup do wysokości 4,50 m bez nasypu

moment zginający - parcie wiatru (war. obl.) $M = 59,0 \text{ kNm}$
 moment zginający – odśnieżanie $M = 22,5 \text{ kNm}$
 dopuszczalne ugięcie $f_{max} = L/150 = 450 / 150 = 3,00 \text{ cm}$
 min. W_x (ze wzgl. na zginanie) $W_{x,min} = M / f_d = 166,4 \text{ cm}^3$
 min. I_x (ze wzgl. na ugięcie) $I_{x,min} = (q \cdot L^4) / (8 \cdot E \cdot f_{max}) = 3242 \text{ cm}^4$

 wymagany przekrój słupa ze wzgl. na zginanie (SGN) **HEB160**
 $W_x = 311 \text{ cm}^3$
 wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU) **HEB160+1/2IPE200**
 $I_x = 5405 \text{ cm}^4$
 lub
 wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU) **HEB180**
 $I_x = 3831 \text{ cm}^4$

6.4.2 Słup do wysokości 4,50 m na wiadukcie

moment zginający - parcie wiatru (war. obl.).....	M = 50,0 kNm
moment zginający – odśnieżanie.....	M = 22,5 kNm
dopuszczalne ugięcie	$f_{\max} = L/150 = 450 / 150 = 3,00 \text{ cm}$
min. W_x (ze wzgl. na zginanie).....	$W_{x,\min} = M / f_d = 141,0 \text{ cm}^3$
min. I_x (ze wzgl. na ugięcie).....	$I_{x,\min} = (q \cdot L^4) / (8 \cdot E \cdot f_{\max}) = 2747 \text{ cm}^4$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na zginanie (SGN)	HEB160
.....	$W_x = 311 \text{ cm}^3$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU)	HEB180
.....	$I_x = 3831 \text{ cm}^4$

6.4.3 Słup do wysokości 5,00 m na niskim nasypie

moment zginający - parcie wiatru (war. obl.).....	M = 88,0 kNm
moment zginający – odśnieżanie.....	M = 22,5 kNm
dopuszczalne ugięcie	$f_{\max} = L/150 = 500 / 150 = 3,33 \text{ cm}$
min. W_x (ze wzgl. na zginanie).....	$W_{x,\min} = M / f_d = 247,4 \text{ cm}^3$
min. I_x (ze wzgl. na ugięcie).....	$I_{x,\min} = (q \cdot L^4) / (8 \cdot E \cdot f_{\max}) = 5356 \text{ cm}^4$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na zginanie (SGN)	HEB160
.....	$W_x = 311 \text{ cm}^3$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU)	HEB160+1/2IPE220
.....	$I_x = 6153 \text{ cm}^4$

6.4.4 Słup do wysokości 5,00 m na wysokim nasypie

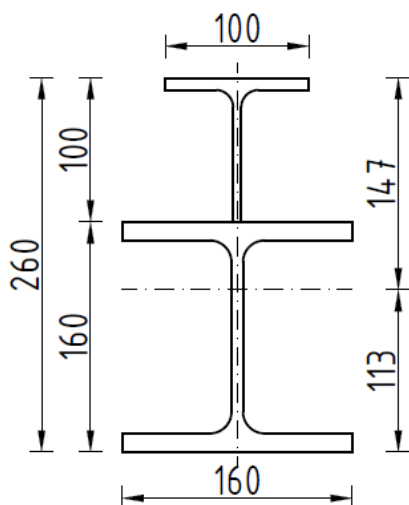
moment zginający - parcie wiatru (war. obl.).....	M = 124,0 kNm
moment zginający – odśnieżanie.....	M = 22,5 kNm
dopuszczalne ugięcie	$f_{\max} = L/150 = 500 / 150 = 3,33 \text{ cm}$
min. W_x (ze wzgl. na zginanie).....	$W_{x,\min} = M / f_d = 349,5 \text{ cm}^3$
min. I_x (ze wzgl. na ugięcie).....	$I_{x,\min} = (q \cdot L^4) / (8 \cdot E \cdot f_{\max}) = 7564 \text{ cm}^4$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na zginanie (SGN)	HEB180
.....	$W_x = 425 \text{ cm}^3$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU)	HEB180+1/2IPE220
.....	$I_x = 8117 \text{ cm}^4$

6.4.5 Słup do wysokości 5,40 m bez nasypu

moment zginający - parcie wiatru (war. obl.).....	M = 89,0 kNm
moment zginający – odśnieżanie.....	M = 22,5 kNm
dopuszczalne ugięcie	$f_{\max} = L/150 = 540 / 150 = 3,60 \text{ cm}$
min. W_x (ze wzgl. na zginanie).....	$W_{x,\min} = M / f_d = 251,3 \text{ cm}^3$
min. I_x (ze wzgl. na ugięcie).....	$I_{x,\min} = (q \cdot L^4) / (8 \cdot E \cdot f_{\max}) = 5875 \text{ cm}^4$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na zginanie (SGN)	HEB160
.....	$W_x = 311 \text{ cm}^3$
wymagany przekrój słupa ze wzgl. na ugięcie (SGU)	HEB160+1/2IPE220
.....	$I_x = 6153 \text{ cm}^4$

6.5 Charakterystyki projektowanych słupów ekranu

HEB160+1/2IPE200

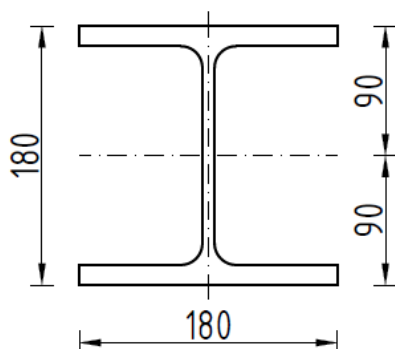


REGIONY

Pole: 68.49
 Obwód: 130.79
 Ramka brzegowa:
 Dolna granica: $X = -8$ $Y = -11.27$ $Z = 0$
 Górna granica: $X = 8$ $Y = 14.73$ $Z = 0$
 Środek ciężkości: $X = 0$ $Y = 0$
 Momenty bezwładności: $X = 5405.95$ $Y = 960.42$
 Produkty bezwładności:
 $XY = 0$
 Promienie wirowania: $X = 8.88$ $Y = 3.74$
 Momenty bezwładności i w kierunkach X-Y wokół osi:
 $I: 5405.95$ wzdłuż $X = 1$ $Y = 0$
 $J: 960.42$ wzdłuż $X = 0$ $Y = 1$

1. Charakterystyka projektowanego słupa HEB160+1/2IPE200

HEB180

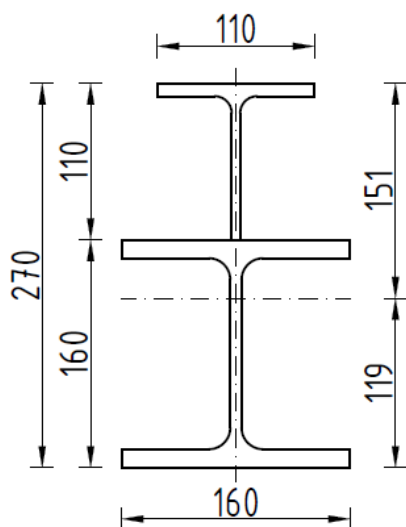


REGIONY

Pole: 65.25
 Obwód: 103.72
 Ramka brzegowa:
 Dolna granica: $X = -9$ $Y = -9$ $Z = 0$
 Górna granica: $X = 9$ $Y = 9$ $Z = 0$
 Środek ciężkości: $X = 0$ $Y = 0$
 Momenty bezwładności: $X = 3831.13$ $Y = 1362.85$
 Produkty bezwładności:
 $XY = 0$
 Promienie wirowania: $X = 7.66$ $Y = 4.57$
 Momenty bezwładności i w kierunkach X-Y wokół osi:
 $I: 3831.13$ wzdłuż $X = 1$ $Y = 0$
 $J: 1362.85$ wzdłuż $X = 0$ $Y = 1$

2. Charakterystyka projektowanego słupa HEB180

HEB160+1/2IPE220

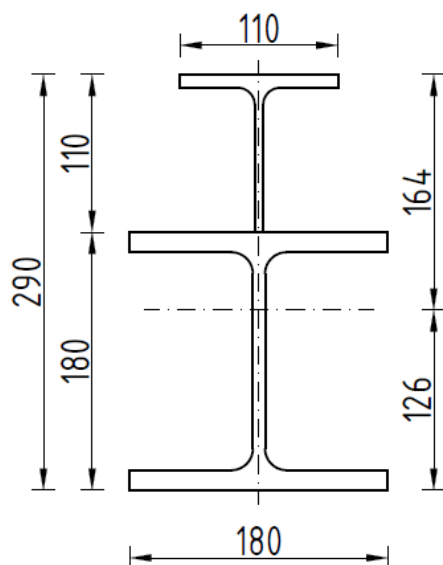


REGIONY

Pole: 70.94
 Obwód: 134.79
 Ramka brzegowa:
 Dolna granica: $X = -8$ $Y = -11.89$ $Z = 0$
 Górna granica: $X = 8$ $Y = 15.11$ $Z = 0$
 Środek ciężkości: $X = 0$ $Y = 0$
 Momenty bezwładności: $X = 6153.73$ $Y = 991.68$
 Produkty bezwładności:
 $XY = 0$
 Promienie wirowania: $X = 9.31$ $Y = 3.74$
 Momenty bezwładności i w kierunkach X-Y wokół osi:
 $I: 6153.72$ wzdłuż $X = 1$ $Y = 0$
 $J: 991.68$ wzdłuż $X = 0$ $Y = 1$

3. Charakterystyka projektowanego słupa HEB160+1/2IPE220

HEB180+1/2IPE220



REGIONY

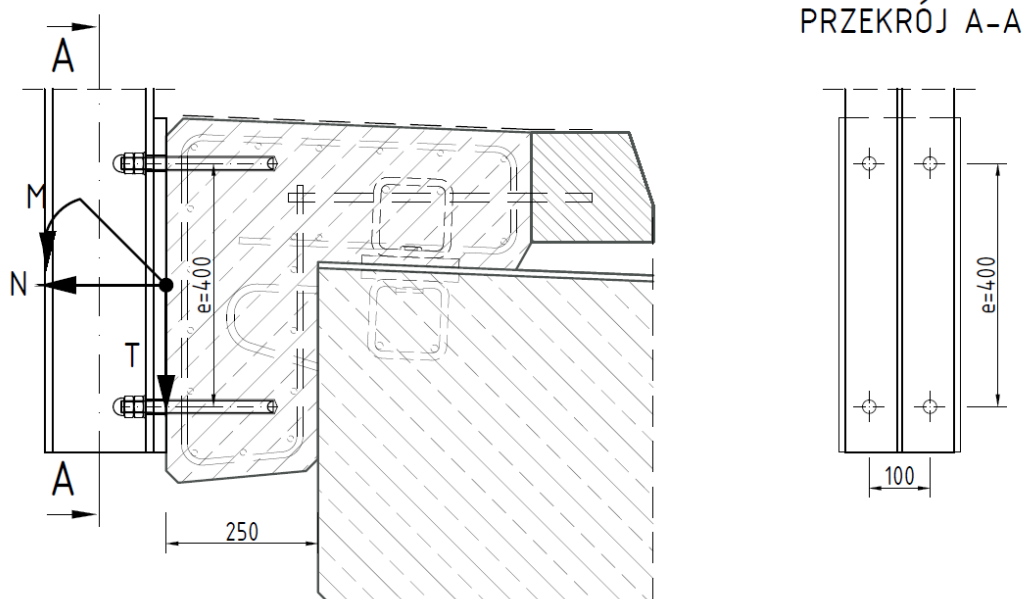
Pole: 81.94
 Obwód: 146.69
 Ramka brzegowa:
 Dolna granica: $X = -9$ $Y = -12.57$ $Z = 0$
 Górna granica: $X = 9$ $Y = 16.43$ $Z = 0$
 Środek ciężkości: $X = 0$ $Y = 0$
 Momenty bezwładności: $X = 8090.39$ $Y = 1465.29$
 Produkty bezwładności:
 $XY = 0$
 Promienie wirowania: $X = 9.94$ $Y = 4.23$
 Momenty bezwładności i w kierunkach X-Y wokół osi:
 $I: 8090.39$ wzdłuż $X = 1$ $Y = 0$
 $J: 1465.29$ wzdłuż $X = 0$ $Y = 1$

4. Charakterystyka projektowanego słupa HEB180+1/2IPE220

6.6 Zakotwienie słupa w kapie

6.6.1 Założenia do obliczeń

Przyjęto zakotwienie słupa w kapie w postaci czterech kotew wklejanych w rozstawie pionowym 400 mm oraz poziomym 100 mm.



5. Przyjęty rozstaw kotew i rozkład sił w zakotwieniu

6.6.2 Obciążenia

- ciężar własny
- obciążenie parciem wiatru
- obciążenie śniegiem (przy odśnieżaniu)

6.6.3 Siły w zakotwieniu

Siła pionowa (od ciężaru własnego) $T_{obl} = 20,0 \text{ kN}$
 Moment zginający – parcie wiatru $M_{obl} = 1,5 \cdot 3,30 \cdot 4,50 \cdot (2,25+0,3) = 56,8 \text{ kNm}$
 Moment zginający – odśnieżanie..... $M_{obl} = 15 \cdot (1,5+0,3) = 27,0 \text{ kNm}$
 Moment zginający (max.) $M_{obl} = 56,8 \text{ kNm}$
 Siła pozioma..... $N_{obl} = 1,5 \cdot 3,30 \cdot 4,50 = 22,3 \text{ kN}$

6.6.4 Siły działające na kotwy

Siły działające na pojedynczą kotwę:

Siła podłużna od N $P_N = N/4 \approx 5,6 \text{ kN}$
 Siła podłużna od M..... $P_M = \frac{1}{2} \cdot M/(2e) \approx 35,5 \text{ kN}$
 Max. siła na śrubę $F = P_N + P_M = 41,1 \text{ kN}$
 Siła poprzeczna..... $T/4 = 5,0 \text{ kN}$

6.6.5 Przyjęte rozwiązanie

Przyjęto 4 kotwy M20/300, kotwione w betonie na głębokość min. 220 mm.

Montaż prętów M20 w otworach $\varnothing 22$ za pomocą żywicznej zaprawy iniekcyjnej.

Przyjęto kotwy o nośności obliczeniowej:

- na rozciąganie $N_{Rd} \geq 42 \text{ kN}$ (beton zarysowany)
- na ścinanie $V_{Rd} \geq 5 \text{ kN}$

C. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Spis rysunków

01.1	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 1	skala 1:1000
01.2	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 2	skala 1:1000
01.3	Plan sytuacyjny – lokalizacja słupów: zakres 3	skala 1:1000
02.1	Profil podłużny ekranów: zakres 1	skala 1:100/1000
02.2	Profil podłużny ekranów: zakres 2	skala 1:100/1000
02.3	Profil podłużny ekranów: zakres 3	skala 1:100/1000
03	Przekroje normalne.....	skala 1:100
04	Schematy ekranów akustycznych	skala 1:50
05.1	Konstrukcja pala P500	skala 1:20
05.2	Konstrukcja pala P600	skala 1:20
06.1	Konstrukcja słupa kotwionego w palu	skala 1:10, 1:50
06.2	Konstrukcja słupa ekranu na wiadukcie	skala 1:10, 1:50
07	Konstrukcja podwalin	skala 1:20