

## **OPIS TECHNOLOGII WYKONANIA MURÓW**

### **1. Przedmiot opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest projekt technologiczny murów oporowych przy wiadukcie WGP-07 w ciągu drogi RDRP nad drogą wojewódzką DW929 (ul. Chwałowicką) w km 7+800,83 (etap III).

### **2. Normy wytyczne i materiały użyte do opracowania**

- [1] PN-85/S-10030 – Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [2] PN-91/S-10042 – Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
- [3] PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [4] PN-83/B-03010 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [5] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- [6] PN-97/B-11213 Elementy kamienne; krawężniki uliczne, mostowe i drogowe.
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie z dnia 03.08.2000 r. (Dz. U. Nr 63/2000).
- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.
- [9] Katalog Detali Mostowych, GDDKiA Warszawa 2002.
- [10] Wytyczne wykonania gruntu zbrojonego geosyntetykami.
- [11] Zalecenia producenta geosiatek – firmy NAUE.
  
- [12] Projekt Wykonawczy wiaduktu WGP-06 w ciągu drogi RDRP nad ul. Świerkłańską w km 6+353,38, MP-Mosty Sp. z o.o., wrzesień 2015, Kraków.
- [13] Projekt Technologiczny – wzmocnienie podłoża – etap III, Autostrada II Sp. z o.o., Inmost – Projekt sp. z o.o., październik 2017, Katowice.

### **3. Ogólna charakterystyka rozwiązania murów oporowych**

Mur zaprojektowano w technologii gruntu zbrojonego geosiatkami z oblicowaniem z drobnowymiarowych bloczków betonowych.

W systemie geosiatki pełnią funkcję zbrojenia, przenoszącego naprężenia od obciążenia ciężarem własnym i użytkowym. Poprzez współpracę z gruntem zasypowym geosiatki zapewniają stateczność wewnętrzną konstrukcji. Bloczki prefabrykowane pełnią funkcję oblicowania, zabezpieczają obiekt przed powierzchniową erozją i nadają konstrukcji estetyczny wygląd. Łączniki z tworzywa sztucznego umieszczane są w specjalnych otworach w bloczkach oblicówki i pozwalają na precyzyjne ustawienie kolejnych warstw bloczków.

Bloczki muru oporowego ułożone będą na żelbetowych ławach fundamentowych. W poziomie posadowienia murów oporowych (na całej powierzchni gruntu zbrojonego) należy wykonać wzmocnienie podłoża gruntowego do osiągnięcia sztywności  $E_2 \geq 80$  MPa.

Konstrukcję przyczółków oraz elementów wyposażenia obiektów mostowych należy wykonać wg Projektu Wykonawczego [12].

Należy wykonać wzmocnienie podłoża gruntowego zgodnie z Projektem Technologicznym [13] aby zapewnić odpowiednią stateczność ogólną konstrukcji oporowej oraz nośność podłoża gruntowego.

### **Podstawowe parametry techniczne:**

#### **Mur oporowy nr 1:**

Ilość m<sup>2</sup>: 1324,9 m<sup>2</sup>  
Długość: 242,12 m  
Wysokość (max.): 8,7 m  
Nachylenie muru: 0°  
Długości zbrojenia z geosyntetyków: 3,0 – 5,0 m + 0,24 m (zakotwienie w bloczkach)

#### **Mur oporowy nr 2:**

Ilość m<sup>2</sup>: 703,9 m<sup>2</sup>  
Długość: 139,00 m  
Wysokość (max.): 8,1 m  
Nachylenie muru: 0°  
Długości zbrojenia z geosyntetyków: 3,0 – 5,0 m + 0,24 m (zakotwienie w bloczkach)

#### **Mur oporowy nr 3:**

Ilość m<sup>2</sup>: 489,3 m<sup>2</sup>  
Długość: 104,58 m  
Wysokość (max.): 7,2 m  
Nachylenie muru: 0°  
Długości zbrojenia z geosyntetyków: 3,0 – 5,0 m + 0,24 m (zakotwienie w bloczkach)

#### **Mur oporowy nr 4:**

Ilość m<sup>2</sup>: 1235,6 m<sup>2</sup>  
Długość: 199,50 m  
Wysokość (max.): 9,0 m  
Nachylenie muru: 0°  
Długości zbrojenia z geosyntetyków: 3,0 – 5,0 m + 0,24 m (zakotwienie w bloczkach)

### **Zużycie materiałów:**

Bloczki z licem łupanym typowe (420x190x240): 3 619,8 m<sup>2</sup>  
Bloczki z licem łupanym startowe (420x190x300): 133,9 m<sup>2</sup>

- zbrojenie gruntu za murami

Siatki Secugrid 40/20: 32 775 m<sup>2</sup>  
Siatki Secugrid 80/20: 6 175 m<sup>2</sup>

Uwaga: podano ilości materiałów brutto.



## **4. Materiały**

Do wykonania murów i zbrojenia gruntu przewidziano zastosowanie następujących materiałów:

- Bloczki betonowe muru oporowego „Optem BLOK” z łącznikami systemowymi,
- Geosiatki do zbrojenia gruntu NAUE typu Secugrid 40/20 R6 oraz Secugrid 80/20 R6,
- Zasyпка inżynierska,
- Beton do wypełnienia wnętrza bloczków (beton min C30/37, F150, W8, nasiąkliwość  $\leq 5\%$ ),
- Pręty zbrojeniowe  $\varnothing 8$ ,  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 12$  mm gatunek stali B500B lub B500SP,
- Beton fundamentu muru (beton min. C20/25, F150, W8, nasiąkliwość  $\leq 5\%$ ),
- Kruszywo drenażowe,
- Rurki drenarskie  $\varnothing 100$  i trójniki drenarskie,
- Geowłóknina o gramaturze min. 200g/m<sup>2</sup>,
- Kruszywo zgodne ze STWiORB (wypełnienie materacy kruszywowych).

### **4.1 Bloczki betonowe i łączniki**

Wymiary bloczków „Optem BLOK” wynoszą 420mm (szerokość) x 240mm (głębokość) x 190mm (wysokość). Zastosowano jednocześnie bloczki o zmienionej głębokości – 300mm zamiast typowych 240mm, jako warstwę startową, układaną na ławie fundamentowej.

Bloczki mają specjalne otwory na łączniki z tworzywa umożliwiające precyzyjne ułożenie kolejnych warstw w konstrukcji. Pionowe kanały w prefabrykatach, które podczas układania należy zasypać kruszywem drenażowym umożliwiając odpowiednie zakotwienie w oblicowaniu geosyntetyku oraz wspomagając odprowadzanie wody z gruntu zasypowego.

Beton bloczka powinien charakteryzować się:

- klasą wytrzymałości C30/37 wg PN-EN 206-1:2003,
- nasiąkliwością  $< 5\%$  wg PN-B-06250,
- mrozoodpornością F150 wg PN-B-06250.

### **4.2 Geosiatki**

Siatki NAUE typu Secugrid R6 są to sztywne geosyntetyki wykonane ze wstępnie sprężonych prętów poliestrowych, charakteryzujących się małym pełzaniem i dobrą nośnością na rozciąganie przy małych wartościach odkształceń. Pręty są układane prostopadłe i zgrzewane.

Do wykonania konstrukcji przyjęto geosiatki NAUE typu Secugrid 40/20 R6 oraz Secugrid 80/20 R6.

Oznaczenia siatek: pierwsza liczba jest wytrzymałością na rozciąganie wzdłuż siatki w kN/m, druga liczba jest wytrzymałością na rozciąganie w poprzek siatki.

**Należy bezwzględnie przestrzegać kierunku układania geosiatek (grubsze taśmy powinny być ułożone w kierunku prostopadłym do lica muru).**

### **4.3 Zasyпка inżynierska**

Zasyпка murów powinna spełniać następujące wymagania:

- grunt zasypowy powinien być wolny od materiałów organicznych lub innych zanieczyszczeń,
- wskaźnik różnoziarnistości gruntu U powinien być nie mniejszy niż 5,
- wskaźnik wodoprzepuszczalności  $k \geq 8$  m / dobę,
- kąt tarcia wewnętrznego powinien wynosić min.  $\phi = 34^\circ$ ,
- $4 < \text{pH} < 9$ ,
- $I_s \geq 1,00$ .

### **4.4 Kruszywo drenażowe**

Zastosować kruszywo łamane frakcji 8/16 wewnątrz kanałów bloczków (powyżej poziomu terenu) oraz 15 cm za licem muru.



## **5. Wzmocnienie podłoża gruntowego ze względu na warunki geologiczne**

Ze względu na występowanie w obrębie obiektu WGP-03 i najazdów na obiekt niekorzystnych warunków geologicznych, przewidziano wykonanie wzmocnienia podłoża, zgodnie z Projektem Technologicznym [13].

Projekt zakłada wykonanie wzmocnienia podłoża zmiennego po długości murów oporowych:

- I. km 3+248,95 – 3+300
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego,
- II. km 3+300 – 3+350
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego,
  - stabilizacja gruntu w poziomie posadowienia nasypu, pomiędzy murami oporowymi,
- III. km 3+350 – 3+418,93
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego,
  - materac geosyntetyczny grubości 50cm w poziomie posadowienia nasypu, pomiędzy murami oporowymi,
- IV. km 3+502,45 – 3+620
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego,
  - materac geosyntetyczny grubości 50cm w poziomie posadowienia nasypu, pomiędzy murami oporowymi,
- V. km 3+620 – 3+650
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego,
  - stabilizacja gruntu w poziomie posadowienia nasypu, pomiędzy murami oporowymi,
- VI. km 3+650 – 3+703
  - kolumny przemieszczeniowe  $\Phi 400\text{mm}$  + materac geosyntetyczny grubości 50cm poniżej ławy fundamentowej muru oporowego.

Zgodnie z Projektem Technologicznym wzmocnienia podłoża [13], przy opracowywaniu Projektu Technologicznego murów oporowych przyjęto, że konstrukcja wzmocnienia zapewnia spełnienie warunków nośności pionowej podłoża gruntowego, nośność na przesunięcie oraz stateczność ogólną konstrukcji.

## **6. Technologia budowy**

### **6.1 Przewidziano następujące czynności przy wykonaniu murów oporowych:**

- Wzmocnienie podłoża gruntowego / wykonanie materaca kruszywowego, w zależności od lokalizacji muru (zgodnie z dokumentacją rysunkową).
  - Wytyczenie ław fundamentowych.
  - Zbrojenie oraz betonowanie ław fundamentowych.
  - Wytyczenie na ławach linii układania pierwszej warstwy bloczków.
  - Wykonanie muru oporowego: układanie bloczków, zagęszczanie zasyпки, układanie geosiatek.
- Uwaga: Należy zacząć układanie od naroża prostego.
- Wykonanie odwodnienia muru oporowego za pomocą warstwy kruszywa drenażowego w kanałach bloczków oraz przy wewnętrznym licu ściany. Poniżej poziomu terenu przed murem oporowym, wnętrza muru wypełnić można piaskiem zasypowym, zamiast kruszywa drenażowego.
  - Równocześnie ze wznoszeniem ściany oporowej należy układać warstwy gruntu w nasypie poza blokiem gruntu zbrojonego przy użyciu normalnego sprzętu do robót ziemnych.
  - Należy powtarzać powyższe kroki aż do wzniesienia ściany o wymaganej wysokości.



**Uwaga:** Należy wytyczyć dolną krawędź kapy żelbetowej oraz do tej rzędnej wykonać mur oporowy. Na rysunkach technicznych projektu technologicznego podano jedynie orientacyjne rzędne wierzchu muru z bloczków. Kapa żelbetowa według odrębnego opracowania.

- Zasypanie muru do projektowanej wysokości, prace porządkowe.

W miarę wznoszenia ściany należy na bieżąco kontrolować i korygować odchylenie muru w pionie (kąt nachylenia wznoszonej ściany). Zgodnie normą PN-EN 14475:2006 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Grunt zbrojony” dopuszczalna odchyłka osiowości/wyrównania muru:  $\pm 50$  [mm] oraz  $\pm 20$  [mm] z tytułu lica bloczka (faktura łamana) łącznie  $\pm 70$  [mm]. Nieprawidłowe nachylenie ściany może wynikać z niedokładnego układania bloczków, z zagęszczania gruntu w zbyt bliskiej odległości od bloczków lub z ruchu pojazdów prowadzonego zbyt blisko muru.

W miarę wznoszenia ściany należy na bieżąco kontrolować poziom bloczków przy pomocy poziomicy. W przypadku wystąpienia odchyień zastosować podkładki np. z pasm geosiatki.

W trakcie wykonywania robót należy zapewnić odpowiednie barierki zabezpieczające, zgodnie z wymogami BHP.

## **6.2 Technologia wykonania muru oporowego:**

Mury oporowe z gruntu zbrojonego wykonuje się poprzez powtarzanie kolejnych kroków:

- Układanie bloczków oblicowania:

Należy starannie wytyczyć linię układania pierwszej warstwy bloczków na fundamencie, ponieważ kolejne warstwy zazębiają się poprzez specjalne łączniki i nie ma możliwości późniejszej korekty. Pomocniczy sznurek do układania bloczków rozciągnąć równoległe do krawędzi wewnętrznej bloczków.

**Należy pamiętać, by pierwszą warstwę układać z bloczków o wymiarach 420x190x300mm, kolejne z typowych bloczków 420x190x240mm, zgodnie z dokumentacją rysunkową.**

Bloczki układać warstwami z przesunięciem o połowę długości, aby uzyskać odpowiednie wiązanie. Bloczki można docinać, aby dopasować je na końcach i w narożach. Standardowo, w każdy bloczek należy wsunąć 2 kołki z tworzywa sztucznego w odpowiednie otwory: bliżej lica zewnętrznego w przypadku układania muru pionowego lub bliżej krawędzi wewnętrznej w przypadku układania muru o płaszczyźnie odchylonej od pionu. Następnie należy kanały w bloczkach zasyścić kruszywem drenażowym (koniecznie wcześniej włożyć łączniki). Kruszywo należy zagęścić ręcznie i zmieść jego nadmiar przed ułożeniem następnej warstwy bloczków oraz geosiatki.

- Układanie i zagęszczanie zasyпки:

Pomiędzy wewnętrzną krawędzią bloczka a zasypką należy ułożyć kruszywo drenażowe.

Grunt należy układać i zagęszczać w kierunku od lica do wewnątrz nasypu. Grunt nasypowy powinien być układany z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak, aby opadał z niewielkiej wysokości na geosiatkę. Maszyny układające grunt nie powinny pracować w odległości mniejszej niż 2 m od lica ściany. Zagęszczanie powinno odbywać się warstwami o maksymalnej grubości 40cm.

**Nie należy przeprowadzać zagęszczania w odległości mniejszej niż 0,30m od bloczków.** W odległości większej jak 0,30m od lica ściany należy użyć płyty wibracyjnej o ciężarze do 250kg, natomiast w odległości większej jak 1,00m o ciężarze ponad 400kg.

**Grunt zasypowy należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 1,00$ .**

Należy kontrolować pracę ciężkich sprzętów wibracyjnych w bezpośrednim otoczeniu muru w trakcie jego wznoszenia.

Nie dopuszcza się ruchu pojazdów ciężkich np. okołkowanego walca wibracyjnego za murem w odległości mniejszej niż 4.00m od jego lica.

Niedopuszczalne jest zagęszczanie robót ziemnych ciężkimi walcami z wibracjami w odległości mniejszej niż 30m od lica murów. Jednocześnie w przypadku wykonywania jakichkolwiek robót powodujących wibracje, drgania konieczne jest monitorowanie ścian murów.



W obrębie konstrukcji muru i w jego pobliżu kategoriycznie zabronione jest prowadzenie prac przy użyciu ciężkiego sprzętu. Nie dostosowanie się do powyższego skutkować może odchyleniem lub wyboczeniem muru oporowego.

- Układanie geosiatki:

Warstwa gruntu powinna być zagęszczona do rzędnej górnej krawędzi bloczka. Nie wolno dopuścić do sytuacji, w której po ułożeniu geosiatki na bloczku pomiędzy nią a warstwą gruntu/kruszywa drenażowego pozostaje wolna przestrzeń.

Nie dopuszcza się ruchu jakichkolwiek pojazdów bezpośrednio po rozłożonej geosiatce. Ruch pojazdów jest możliwy pod warunkiem, że na geosiatce spoczywa warstwa gruntu o grubości przynajmniej 200 mm. Grunt nasypowy powinien być układany z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak, aby opadał z niewielkiej wysokości na geosiatkę.

Należy przestrzegać zaleceń producenta. Zbrojenie należy układać w prawidłowym kierunku – kierunek pracy geosiatki jest prostopadły do płaszczyzny oblicowania. Geosiatki zazwyczaj wyrównuje się ręcznie, ewentualnie można je naciągać i wyrównać rozgarniając materiał zasypowy od strony licowej muru w stronę zbocza. Koniec rozwiniętej geosiatki zabezpiecza się materiałem zasypowym, kołkiem albo kłamrą. Po wyrównaniu i naciągnięciu geosiatki na kołki z tworzywa, wetknięte w otwory w bloczkach, można układać następną warstwę elementów bloczków.

Geosiatki układać w rozstawach co 1, 2 lub 3 warstwy bloczków zgodnie z dokumentacją rysunkową.

W przypadku, gdy zaprojektowano ułożenie pierwszej warstwy zbrojenia muru bezpośrednio na ławie fundamentowej należy ułożyć jego krawędź minimum 10 cm poza zewnętrzne lico bloczków betonowych.

- Ułożenie pierwszej warstwy muru budowanego na różnych poziomach

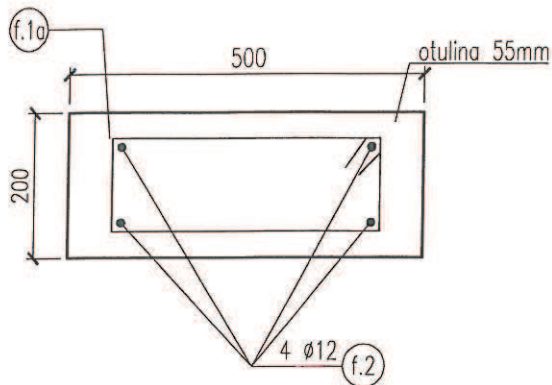
W niektórych przypadkach jest konieczne ustawienie muru na różnych poziomach. Wykonuje się to zazwyczaj jako schody, kiedy wysokość jednego stopnia jest równa wielokrotności wysokości bloczka betonowego. Układanie bloczków betonowych zaczyna się na najniższym poziomie. Wykonuje się odcinek muru do rzędnej spodu bloczków kolejnego stopnia. Wtedy należy wykonać fundament pod drugi – wyższy odcinek muru i następnie układać oba odcinki równocześnie – zostaną one płynnie połączone.

## CZĘŚĆ RYSUNKOWA

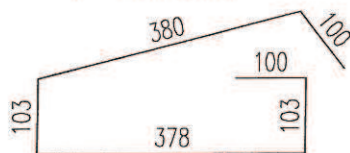
# WGP-07. Mury oporowe

## Zbrojenie ławy fundamentowej

skala 1:10



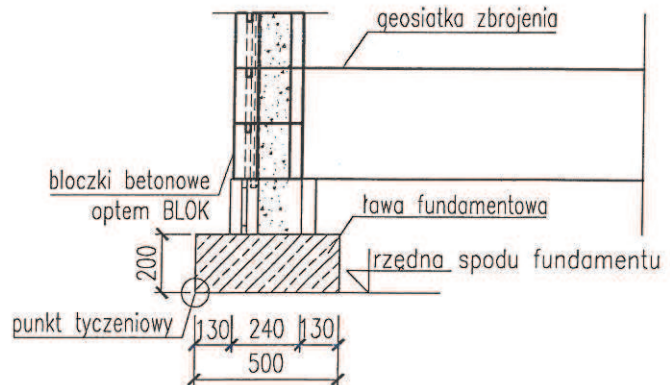
f.1a  $\varnothing 10$  L = 1170  
4 szt. co 250



f.2  $\varnothing 12$  L = 1000  
4 szt. co -

## Gabaryty ławy fundamentowej

skala 1:25



Nr preta	$\varnothing$ [mm]	Długość [mm]	Liczba prętów	Długość całkowita [m]	
				$\varnothing 10$	$\varnothing 12$
f.1a	10	1170	4	4.7	
f.2	12	1000	4		4.0
Razem długość			m	4.7	4.0
Masa 1 m			kg	0.617	0.888
Razem masa			kg	2.9	3.6
Masa stali zbrojeniowej			kg	6.4	

Beton ławy min. C20/25  
Stal AIIIIN

Objętość betonu ławy:  
0,10m<sup>3</sup>/mb

Uwagi:

1. Wszystkie wymiary w mm.



optem s.c.

80-258 Gdańsk, Al. Grunwaldzka 156/4  
Telefon: (0)58 346-40-40  
E-mail: biuro@optem.pl

NIP: 583-294-80-78  
Fax: (0)58 742-10-70  
WWW: www.optem.pl

Zadanie:

Budowa regionalnej drogi Rocibórz - Pszczyna  
Etap III : KM 4+0,20,00 - KM 7+990,00

Stadium:

PROJEKT TECHNOLOGICZNY

Obiekt:

Mury oporowe z gruntu zbrojonego - obiekt WGP-07.

Branża:

MOSTOWA

Tytuł rysunku:

Mury oporowe. Zbrojenie ławy fundamentowej

Skala:

1:10

Rewizja:

00

Rys. nr:

11

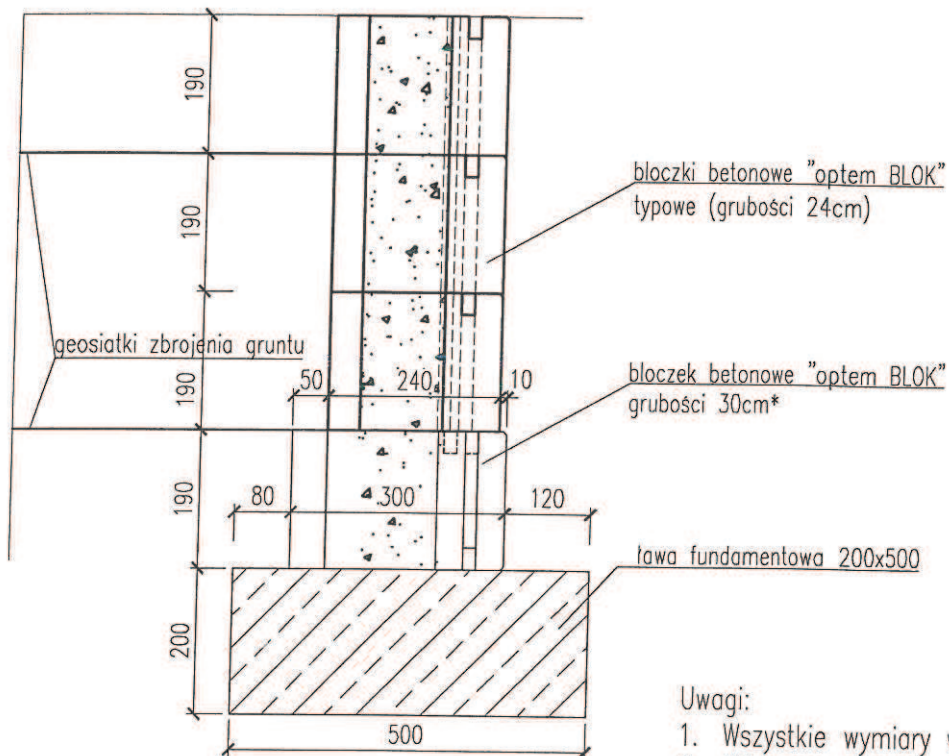
FUNKCJA	IMIĘ NAZWISKO	NUMER UPRAWNIENI	SPECJALNOŚĆ	PODPIS
Projektant	Tomasz Kusznierewicz	323/Gd/2002	spec. konstr.-budowlana	
Opracował/a	zespół projektowy			
Sprawdzający	Piotr Ossowski	337/Gd/2002	spec. konstr.-budowlana	
Data:	styczeń 2018	Kopiewanie, przetwarzanie oraz udostępnianie osobom trzecim jedynie za pisemną zgodą Optem s.c.		



# WGP-07. Mury oporowe

## Szczegół bloczków na ławie fundamentowej

skala 1:10



### Uwagi:

1. Wszystkie wymiary w mm.
2. \*Pierwszą warstwę bloczków należy ułożyć na ławie fundamentowej z bloczków optemBLOK grubości 30cm.
3. Drugą warstwę należy ułożyć nad warstwę pierwszą z zastosowaniem łączników (kołków) i mocowaniem na nich siatek zbrojenia, zgodnie z instrukcją systemu optemBLOK. Otrzymana zostanie w ten sposób geometria przedstawiona na rysunku.
4. Kolejne warstwy należy układać zgodnie z dokumentacją rysunkową, używając typowych bloczków optemBLOK (grubości 24cm).



optem s.c.

80-258 Gdańsk, Al. Grunwaldzka 156/4  
Telefon: (0)58 346-40-40  
E-mail: biuro@optem.pl

NIP: 583-294-60-78  
Fax: (0)58 742-10-70  
WWW: www.optem.pl

### Zadanie:

Budowa regionalnej drogi Racibórz – Pszczyna  
Etap III : KM 4+0,20,00 – KM 7+990,00

### Stadium:

PROJEKT TECHNOLOGICZNY

### Obiekt:

Mury oporowe z gruntu zbrojonego – obiekt WGP-07.

### Branża:

MOSTOWA

### Tytuł rysunku:

Mury oporowe. Szczegół bloczków na ławie fundamentowej.

### Skala:

1:10

### Rewizja:

00

### Rys. nr:

12

FUNKCJA	IMIĘ NAZWISKO	NUMER UPRAWNIEŃ	SPECJALNOŚĆ	PODPIS
Projektant	Tomasz Kusznierewicz	323/Gd/2002	spec. konstr.-budowlana	
Opracował/a	zespół projektowy			
Sprawdzający	Piotr Ossowski	337/Gd/2002	spec. konstr.-budowlana	
Data:	styczeń 2018	Kopowanie, przetwarzanie oraz udostępnianie osobom trzecim jedynie za pisemną zgodą Optem s.c.		