

e l e m e n t y   m a ł e j   a r c h i t e k t u r y



 **KAMAL**

p r o d u c e n t   k o s t k i   b r u k o w e j

---

Kształtki betonowe firmy „Kamal” przeznaczone są do wykonywania ekranów akustyczno-urbanistycznych, ścian maskujących i wiatrochronnych, murów ogrodzeniowych, obramowań, murów oporowych, kwietników oraz do umacniania zboczy i skarp. Obiekty wykonane z elementów pustakowych mogą być w dowolnym miejscu obsadzone roślinami ozdobnymi. Przez zastosowanie odpowiednich materiałów wsadowych oraz dzięki porowatej strukturze betonu i urozmaiconej powierzchni zewnętrznej, ściany wykonane z tych elementów doskonale chronią przed hałasem, w znacznym stopniu absorbując go. Kształtki są odporne na działanie mrozu, a konstrukcje z nich wykonane są trwałe i bardzo stabilne. Wykonywanie różnych obiektów jest łatwe i nie wymaga stosowania specjalistycznego sprzętu. Stała kontrola stosowanych surowców oraz bieżące badania wyrobów, przy seryjnej produkcji na wysokiej klasy wibroprasach, są gwarancją zachowania wysokiej jakości tych kształtek. Różnorodność kształtów i kolorów oraz ciekawa faktura powierzchni zewnętrznej produkowanych elementów betonowych dają nieograniczone możliwości projektowania budowli z wkomponowaną w dowolne miejsce zielenią, o różnych sposobach wiązania i dowolnych krzywiznach oraz o niepowtarzalnej konfiguracji powierzchni.

## SPIS TREŚCI

LEGENDA .....	4
LUSAFLO I KOMBIFLO .....	5
WAFLO .....	11
PINTOFLO .....	12
RASENFI .....	13
BELLAFLOR .....	14
RELUFLO .....	16
STOPNIE OGRODOWE I PALISADA TRAPEZOWA .....	19
OBRZEŻE PALISADOWE .....	20
LUSAMUR .....	21
OBLICZENIA .....	22
LUSAFLO .....	23
RELUFLO .....	30
WAFLO .....	38
BELLAFLOR .....	46
LUSAMUR .....	49
MURY OPOROWE .....	52

## Zasady doboru roślin i ich pielęgnacja

Pustakowe kształtki firmy „Kamal” doskonale nadają się do obsadzania roślinnością. Kształtki magazynują wodę opadową, a jednocześnie porowata struktura betonu umożliwia oddychanie ziemi, którą są wypełnione. Wszystko to sprawia, że rośliny posadzone w tych elementach mają bardzo dobre warunki do wegetacji i przy odpowiednim ich doborze wymagają niewielkich zabiegów pielęgnacyjnych. Podstawowe zabiegi pielęgnacyjne, jakie należy stosować: to usuwanie chwastów, okresowe zasilanie odpowiednim nawozem oraz podlewanie w okresie suszy. Zabiegi te są bardzo istotne wtedy, gdy system korzeniowy roślin ma ograniczone możliwości rozwoju i czerpie składniki pokarmowe oraz wodę z niewielkiej objętości ziemi stanowiącej jej podłoże.

Kryteria doboru roślin:

**1. Stopień nasłonecznienia danego miejsca.** Stronę południową ściany należy obsadzić roślinami odpornymi na bardzo mocne, bezpośrednie nasłonecznienie, natomiast stronę północną roślinami tolerującymi całkowite zaciemnienie.

**2. Oddziaływanie wiatru.**

Duże rośliny bardziej narażone są na uszkodzenia w wyniku podmuchów wiatru, dlatego w górnych partiach ścian należy sadzić niskie rośliny, posiadające silny system korzeniowy.

**3. Rodzaj ziemi wypełniającej miejsca przeznaczone do obsadzania.** Ziemia ogrodnicza wypełniająca miejsca przeznaczone do obsadzania powinna być niepodatna na ubijanie, niewiążąca. Jeżeli nie jest zbyt zasobna w składniki pokarmowe i posiada słabą chłonność wody, wówczas należy sadzić rośliny o bardzo silnym systemie korzeniowym, odporne na niedobory wilgoci. Rośliny powinny tolerować podłoże o odczynie obojętnym i zasadowym.

**4. Rodzaj konstrukcji, która ma być obsadzona.** Wolnostojące ściany powinny być obsadzane roślinami o małych wymaganiach pokarmowo-wilgotnościowych, natomiast kształtki umacniające skarpy mogą być obsadzone roślinami o większych wymaganiach.

**5. Istniejąca roślinność.** Sadzone w bezpośrednim sąsiedztwie rośliny nie powinny na siebie negatywnie oddziaływać, np. poprzez zaciemnianie i zagłuszanie.

**6. Możliwość wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych.** W przypadku wysokich ścian maskujących i murów oporowych

dostęp do posadzonych wysoko roślin będzie utrudniony, dlatego należy sadzić tam rośliny mało wymagające. Zdecydowanie łatwiej można wykonać niezbędne zabiegi pielęgnacyjne dla roślin posadzonych w strefie od podłoża ściany do wysokości wynikającej z zasięgu rąk. W przypadku obiektów publicznych sadzić należy wyłącznie rośliny mało wymagające, odporne na okresowy niedobór wody. Preferować należy sadzenie roślin pnących u podłoża ścian i murów.

Przy doborze roślin należy pamiętać, aby:

- były one zdolne do tworzenia kobierców,
- były całkowicie odporne na panujące w danym rejonie kraju mrozy,
- kolorystyka dobranych roślin była taka, aby efektywnie prezentowały się na tle ściany,
- posiadały bardzo silny system korzeniowy,
- preferować rośliny płożące i pnące oraz niewielkie krzewy i ozdobne trawy.

Przykłady doboru roślin

byliny

Zalety: szybki wzrost, względnie dobra odporność na mrozy i niedobory wilgoci. Wady: wypieranie roślin sąsiadujących przez silny wzrost, kolorystyka liści jest często biało-szara.

krzewy pnące

Zalety: ze względu na właściwości pnące wystarczy zasadzić je u podstawy muru

lub na jego koronie, aby ścianę zupełnie zazielenić; nie ma potrzeby projektowania dodatkowych poziomów do obsadzania roślinnością.

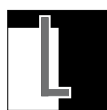
Wady: dość jednolity widok, niebezpieczeństwo zagłuszenia innych roślin, czasami dość wrażliwe na mróz i suszę.

Zalecane rodzaje:

- bluszcz pospolity – tworzy kobierzec, roślina zimozielona, niewymagająca, polecany na stanowiska zaciemnione, posiada korzonki czepne,
- winobluszcz pięciolistkowy – wytrzymały na mróz, łatwy w uprawie, doskonale znosi warunki miejskie, wspaniale zabarwia się jesienią, znosi suszę i ubogie gleby, osiąga wysokość do 20 m,
- winobluszcz trójklapowy – zalety podobne jw. „mniej odporny na mróz,
- wiciokrzewy (przewiercień, pomorski, Tellmana) – dość wytrzymałe na mróz, rosną dobrze na każdej glebie, obficie kwitną, pędy 5–7 m,
- rdest Auberta – jedno z najszybciej rosnących pnączy, najbardziej odporny na warunki miejskie, wyjątkowo dobrze znosi suszę, corocznie wydaje dużo kwiatów, silny wzrost (do 10 m),
- powojnik pnący – łatwy w uprawie, wytrzymały na mróz, rośnie w każdej glebie, silnie się rozrasta (do 10 m), można ograniczać jego wzrost przez przycinanie.



Znaczenie stosowanych symboli:



**Symbol L** – oznacza możliwość stosowania na mury oporowe. Jest to przypadek działania największych obciążeń. Teren powyżej muru oporowego może dalej się wznosić lub może być dodatkowo obciążony, np. samochodami przejeżdżającymi usytuowaną w pobliżu ulicą.



**Schody** – oznaczają, że kształtki danego systemu mogą być stosowane do umocnień zboczy i skarp oraz do wykonywania tarasów. Będą to konstrukcje stabilne i trwałe, a jednocześnie proekologiczne, ponieważ zabezpieczą teren przed erozją i wymywaniem gruntu.



**Kwiat i ptak** – symbolizują ochronę przyrody i pielęgnowanie krajobrazu. Każdy typ gazonu umożliwi obsadzenie roślinami. Czy to umocnienie skarpy, ściana maskująca, ogrodzenie, ekran akustyczny czy mur oporowy – możliwa jest realizacja indywidualnych koncepcji i wyobrażeń. Rośliny mogą być posadzone w dowolnych miejscach. Kwitnąca ściana to przestrzeń życiowa dla żywych organizmów z ptakami włącznie. Mogą w nich zakładać gniazda i wysiadywać jaja. Kształtki pustakowe dzięki porowatej strukturze chronią nie tylko przed hałasem, ale i przed kurzem.



**Stylizowany krawężnik** – oznacza możliwość wykonania niskich wygrodzeń poszczególnych części, np. naszego ogrodu, różniących się sposobem zagospodarowania lub użytkowania. Takie obramowania wydzielonych stref, po obsadzeniu roślinami, wprowadzą więcej zieleni do naszego ogrodu i wzbogacą jego architekturę krajobrazową.



**Okulary** – to przegroda optyczna i ochrona przed wiatrem. Takie funkcje będzie spełniało np. ogrodzenie naszej posesji wykonane z tych elementów jako ściana wolnostojąca. Zapewni nam intymność, a po obsadzeniu roślinami będzie wielobarwnym urozmaiceniem naszego otoczenia.



**Ochronnik słuchu** – jednoznacznie wskazuje, że z tych elementów możemy wykonać ekrany dźwiękochłonne. O szkodliwości oddziaływania hałasu nie tylko na słuch, ale na cały organizm człowieka, nie trzeba już nikogo przekonywać. Ekran akustyczny w formie ściany wolnostojącej wzdłuż ulicy osiedlowej lub torów tramwajowych chroni nasze zdrowie i poprawia jakość życia.

## Jedno zastosowanie, a wiele funkcji

Przytoczone powyżej objaśnienia stosowanych symboli wskazują, jak szerokie są możliwości zastosowania kształtek pustakowych produkowanych przez firmę „Kamal”, przy czym każda konstrukcja może pełnić kilka funkcji.

Ściana przeciwhałasowa może jednocześnie chronić przed wiatrem i stanowić ogrodzenie naszej posesji, a umocnienie skarpy może być kwitnącym ogrodem i naturalnym rozdzieleniem funkcji poszczególnych części ogrodu.

Analizując możliwość zastosowania naszych gazonów dla konkretnego przypadku, możecie zaprojektować takie rozwiązanie, które będzie pełniło jednocześnie kilka funkcji.

## Warunki składowania wyrobów

Przy składowaniu na placu o równej i utwardzonej nawierzchni zapakowane palety lub pakiety wyrobów mogą być układane w dwóch warstwach, o ile górna powierzchnia palety lub pakietu jest równa. Jeżeli nawierzchnia placu jest nierówna lub nieutwardzona, względnie palety lub pakiety wyrobów są rozpakowane lub górna powierzchnia palety lub pakietu jest nierówna, wówczas należy je bezwzględnie układać w jednej warstwie.

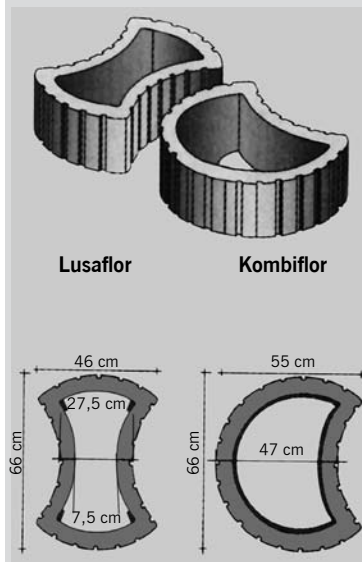
## Warunki transportu wyrobów

Podczas transportu palety lub pakiety wyrobów powinny być zapakowane (taśmą, folią, kapturami termokurczliwymi) oraz powinny być ułożone w jednej warstwie i zabezpieczone przed uderzeniami i przemieszczaniem.



## LUSAFLOR I KOMBIFLOR

### Lusaflor i Kombiflor



#### DANE TECHNICZNE:

##### Lusaflor

Długość:	66 cm
Szerokość:	46 cm
Wysokość:	30 cm
Pojemność:	36 l/szt.
Masa:	ok. 64 kg/szt.
Norma układania:	7,1 szt./m <sup>2</sup> 2,1 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony antracyt, brąz, khaki



##### Kombiflor

Długość:	66 cm
Szerokość:	47 cm
Wysokość:	30 cm
Pojemność:	42 l/szt.
Masa:	ok. 71 kg/szt.
Norma układania:	7,1 szt./m <sup>2</sup> 2,1 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony antracyt, brąz, khaki



**LUSAFLOR** jest to system oparty na jednym elemencie pustakowym. Funkcjonalny kształt tego elementu sprawia, że jedną kształtką można wykonstruować różne pod względem architektonicznym ściany, łącznie z krzywiznami i narożami. Jest to system, który doskonale nadaje się do obsadzenia roślinnością, dzięki czemu można wykonać efektowne ściany maskujące i chroniące przed hałasem, tworząc tzw. „wiszące ogrody”. Bardzo dobrze nadaje się również do wykonywania murów oporowych i umacniania skarp.

Dla utworzenia połączeń kształtki LUSAFLOR są obracane wzajemnie o 90°, tzn. przeciwnie dostawiane są do siebie ścianką wklęsłą lub wypukłą. Dzięki idealnemu dobraniu krzywizn ścianek, kształtki doskonale się zazębiają i wykonana z nich ściana jest bardzo stabilna. Przez właściwy dobór materiałów wsadowych oraz dzięki porowatej strukturze i dodatkowym rowkom na powierzchni elementów, wykonana z nich ściana doskonale chroni przed hałasem, w znacznym stopniu pochłaniając go.

Jednocześnie kształtki LUSAFLOR są całkowicie odporne na wpływy warunków atmosferycznych, w tym także na mroz. W czasie opadów w kształtkach kumuluje się wilgoć, a jednocześnie ich struktura umożliwia swobodne oddychanie ziemi, którą są wypełnione. Dzięki temu posadzone w tych elementach rośliny mają korzystne warunki do stałej wegetacji.

Do systemu LUSAFLOR dopasowany został element pustakowy **KOMBIFLOR** jako kształtka uzupełniająca. Przy pomocy tej kształtki uzyskuje się zwiększony zakres swobody przy konstruowaniu ścian o zmiennych krzywiznach w planie. Umożliwia ona także wykonanie ściany, która z jednej strony nie posiada żadnych występow, natomiast z drugiej strony w dowolnych miejscach posiada występy do obsadzania roślinami. Oczywiście można też wykonywać ściany lub umocnienia zboczy wyłącznie z tych elementów.

Ekran akustyczny z elementów LUSAFLOR i KOMBIFLOR spełnia warunki pochłaniania dźwięku dla klasy **A2** wg PN-EN 1793-1/2001 oraz warunki izolacyjności akustycznej dla klasy **B3** wg PN-EN 1793-2/2001.



## LUSAFLOR I KOMBIFLOR

Podstawą do klasyfikacji akustycznej ekranu ze względu na jego właściwości są wskaźniki oceny pochłaniania dźwięku  $DL_a$  i  $\alpha_w$ . Według badań wykonywanych w Zakładzie Akustyki ITB w Warszawie, otrzymano następujące wyniki:

- układ równoległy,  $DL_a = 4$  dB,  $\alpha_w = 0,60$
- układ naprzemienny,  $DL_a = 6$  dB,  $\alpha_w = 0,75$

Z punktu widzenia właściwości pochłaniających, obydwa układy ustawień ekranów zaliczają się do klasy średniej **A2** ( $DL_a = 4$  DO 7dB).

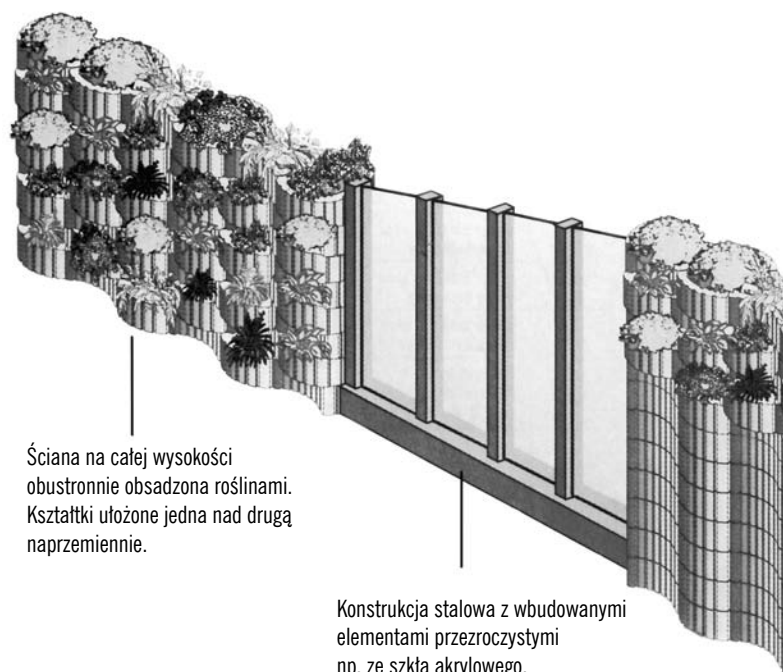
Podstawą do klasyfikacji akustycznej ekranu ze względu na jego właściwości są wskaźniki oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych  $R_w$  i  $DL_R$ . Według badań Zakładu Akustyki ITB, otrzymano następujące wyniki:

- układ równoległy,  $R_w = 44$  dB,  $DL_R = 37$  dB
- układ naprzemienny,  $R_w = 46$  dB,  $DL_R = 39$  dB

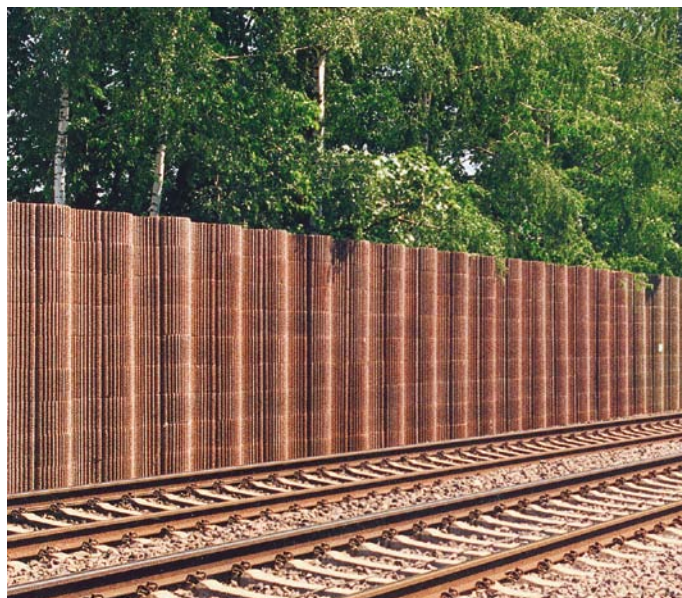
Z punktu widzenia izolacyjności akustycznej ekrany zaliczają się do najwyższej klasy **B3** ( $DL_R > 24$  dB).

Ekrany akustyczne z elementów LUSAFLOR i KOMBIFLOR charakteryzują się bardzo korzystną charakterystyką pochłaniania dźwięku, ponieważ najbardziej pochłaniają dźwięki w zakresie częstotliwości 160 – 315 Hz.

Przeprawa przez Wartę w Koninie.



Ekran akustyczny z elementów LUSAFLOR po obu stronach torów kolejowych.



Ekran akustyczny przy drodze Szczecin – Kołbaskowo.





## LUSAFLOR I KOMBIFLOR



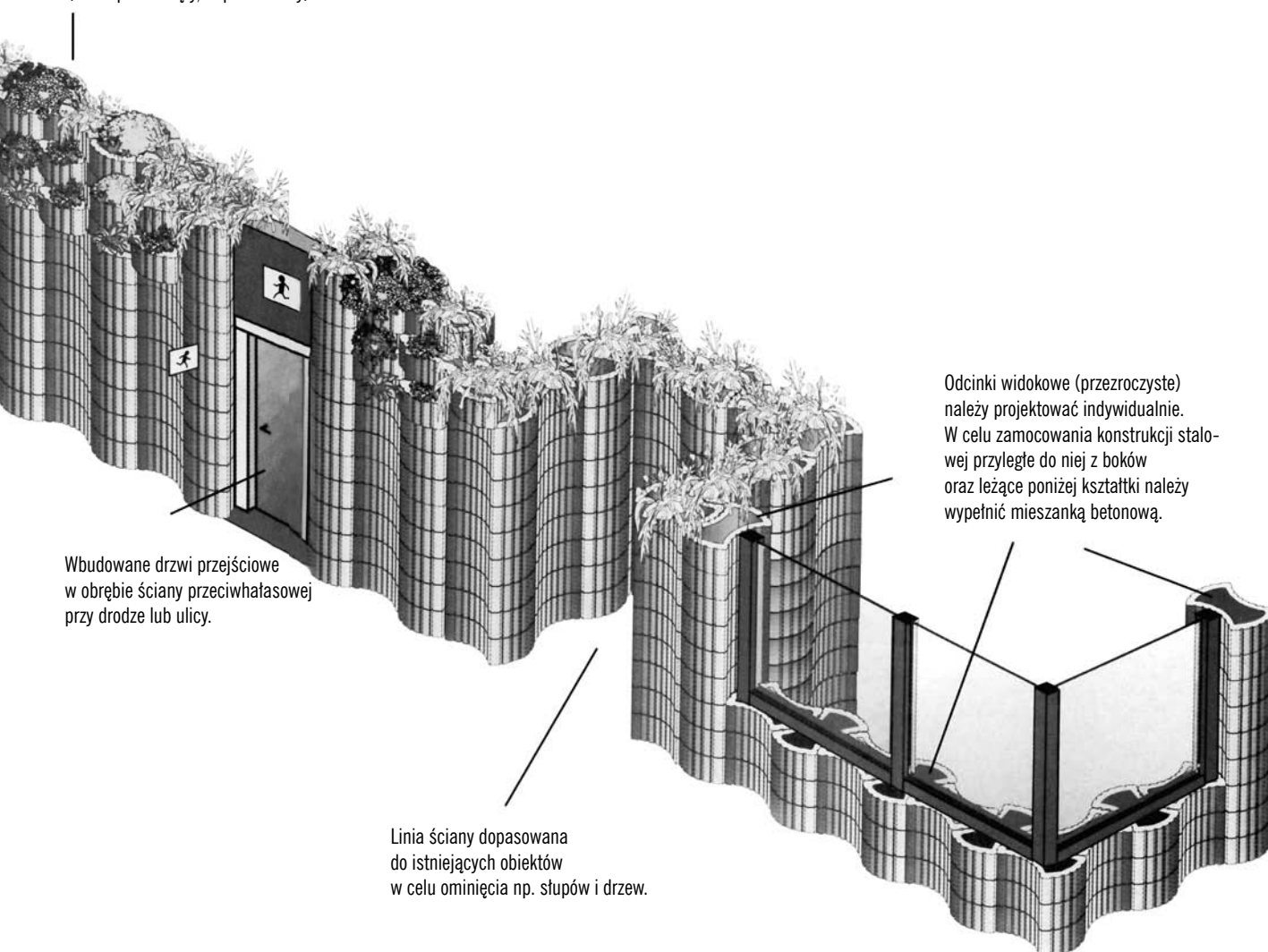
Ściana z kształtek LUSAFLOR jako ekran akustyczny wzdłuż torów tramwajowych.



Ściana z kształtek LUSAFLOR w mieście, przy ulicy jako ekran akustyczny. Widoczna wykonstruowana wnęka na rosnące drzewo.

Kombinacja ułożenia równoległego i naprzemiennego. W dolnej części ściana zamknięta (układ równoległy), natomiast w górnej części ściana obsadzona roślinami (układ przesunięty, naprzemienny)

## Wysoka dźwiękochłonność !



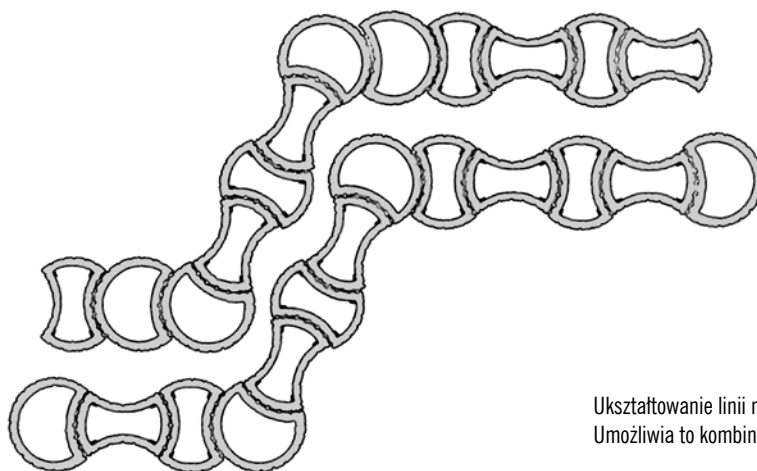
Wbudowane drzwi przejściowe w obrębie ściany przeciwhałasowej przy drodze lub ulicy.

Linia ściany dopasowana do istniejących obiektów w celu ominięcia np. słupów i drzew.

Odcinki widokowe (przezroczyste) należy projektować indywidualnie. W celu zamocowania konstrukcji stalowej przyległe do niej z boków oraz leżące poniżej kształtki należy wypełnić mieszanką betonową.



## LUSAFLOR I KOMBIFLOR



Ukształtowanie linii muru jest zupełnie dowolne.  
Umożliwia to kombinacja **LUSAFLOR & KOMBIFLOR**.



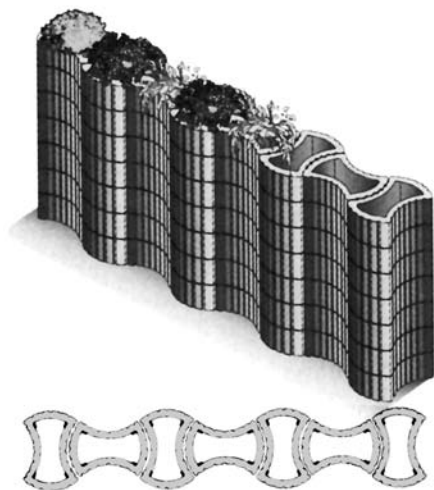
Ekran akustyczny z kształtek LUSAFLOR na terenie osiedla mieszkaniowego.



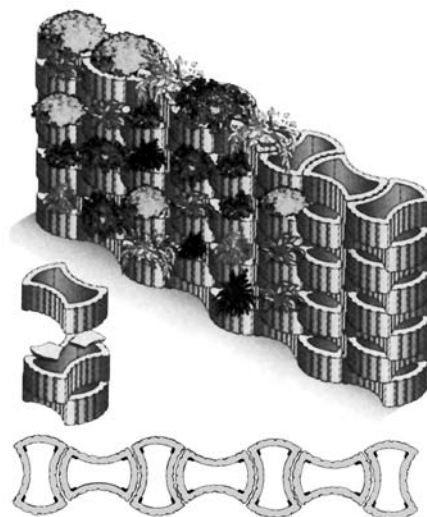


## LUSAFLOR I KOMBIFLOR

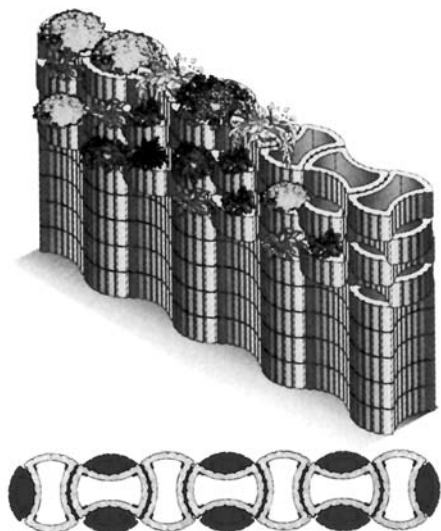
### PRZYKŁADY WYKONANIA ŚCIAN I UMOCNIEŃ ZBOCZY



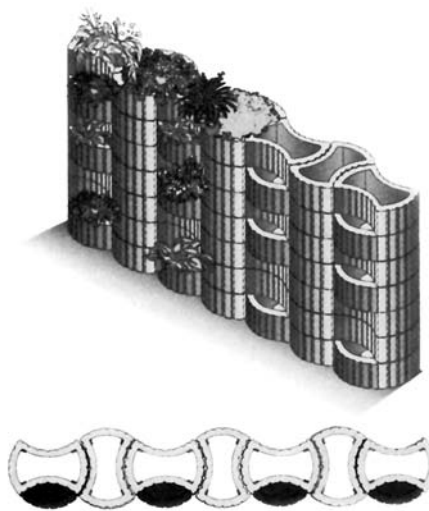
Zamknięta ściana jako ekran optyczny, osłona przeciwwiatrowa i ściana dźwiękochłonna z koroną obsadzoną roślinnością; układ równoległy.



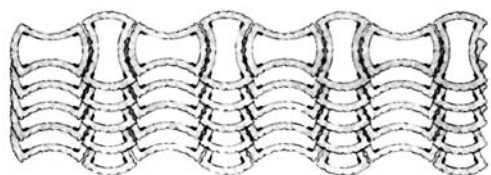
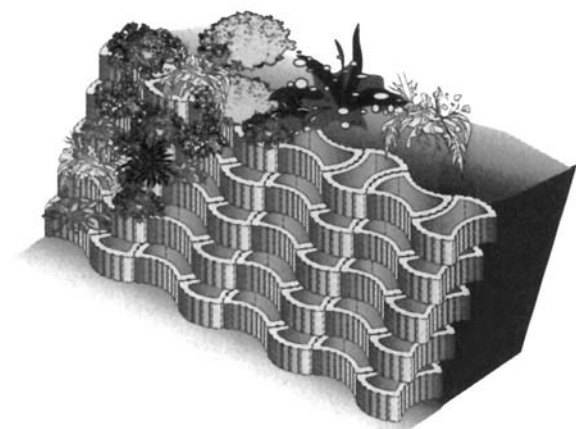
Całkowicie zazieleniona ściana jako ekran optyczny, osłona przeciwwiatrowa i ściana dźwiękochłonna; ułożenie przesunięte (naprzemienne).



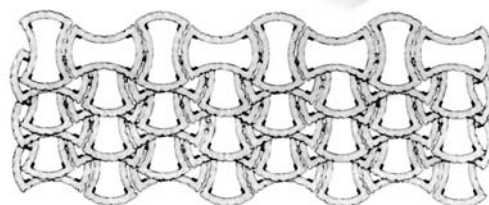
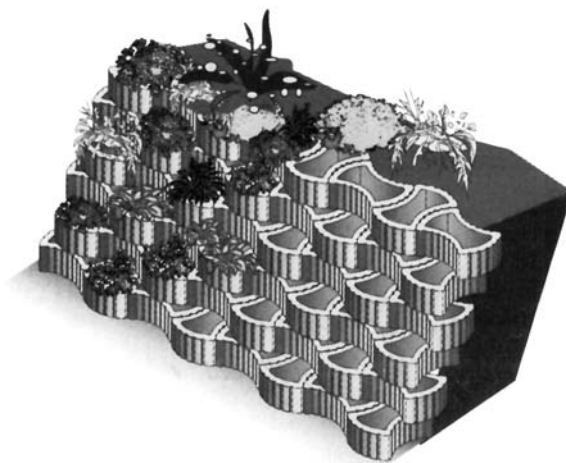
Ekran optyczny, ściana dźwiękochłonna i osłona przeciwwiatrowa; u dołu budowa zamknięta, w obszarze górnym zazieleniona kombinacja ułożenia naprzemiennego i równoległego.



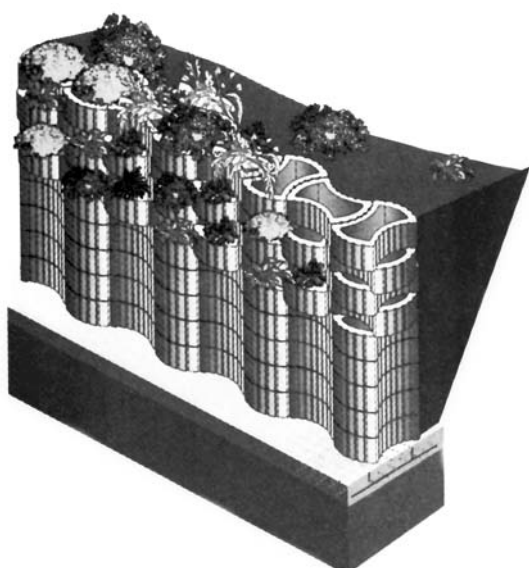
Jednostronnie zamknięta i obsadzona roślinnością ściana; ekran optyczny, osłona przeciwwiatrowa i ściana dźwiękochłonna. Kombinacja **LUSAFLOR & KOMBIFLOR**.



Zbocze – układ równoległy.  
Kształtki leżą równolegle jedna nad drugą, dając dużą powierzchnię dla sadzenia roślin.



Zbocze – układ przesunięty.  
Kształtki ustawione są na przemian w kierunku podłużnym i poprzecznym, przez to tylko co drugi pierścień można obsadzać roślinami.



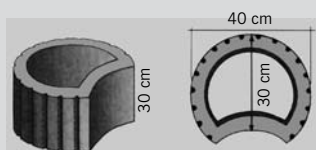
Mur oporowy z zazbrojonymi i zabetonowanymi rdzeniami, od strony frontowej z poziomami do obsadzania.





## WAFLOR

Wafłor

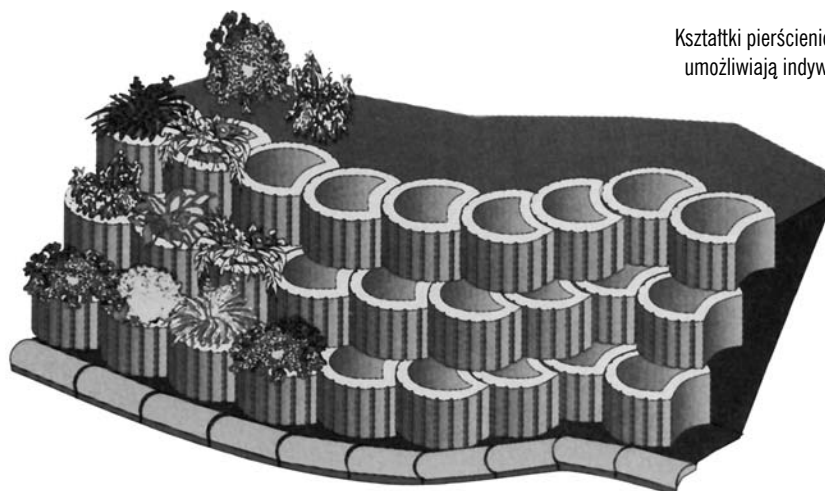
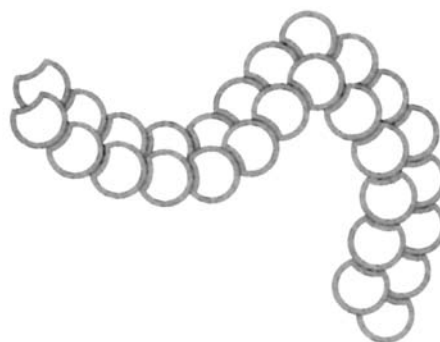


**DANE TECHNICZNE:**

Średnica:	40 cm
Szerokość:	30 cm
Wysokość:	30 cm
Pojemność:	16 l/szt.
Masa:	ok. 32 kg/szt.
Norma układania:	10,0 szt./m <sup>2</sup>
	3,3 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony, antracyt, brąz, khaki



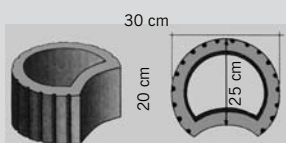
**WAFLOR i PINTOFLOR** są elementami pustakowymi o stosunkowo niewielkich wymiarach i małej masie, dlatego jedna osoba łatwo może wykonać z nich dowolną konstrukcję. Przeznaczone są do wykonywania mniejszych ścian utrudniających dostęp do wygrodzonych miejsc, umacniania skarp, wykonywania oryginalnych obramowań kwiatników lub trawników, budowania murków oporowych tworzących tarasy na zboczach itp. Wszystkie te konstrukcje po obsadzeniu roślinami ozdobnymi będą stanowiły bardzo ciekawy element krajobrazowy, wzbogacając go nowymi formami doskonale wkomponowanymi w otoczenie. Kształtki bardzo dobrze wzajemnie się zazębiają, tworząc stabilną konstrukcję, a jednocześnie umożliwiają wykonanie ścian o dowolnych krzywiznach i załamaniach.



Kształtki pierścieniowe WAFLOR i PINTOFLOR umożliwiają indywidualne prowadzenie linii.

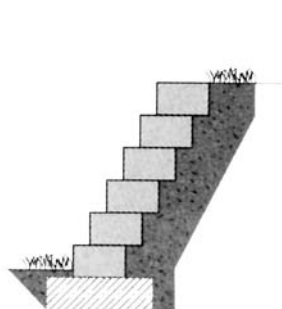
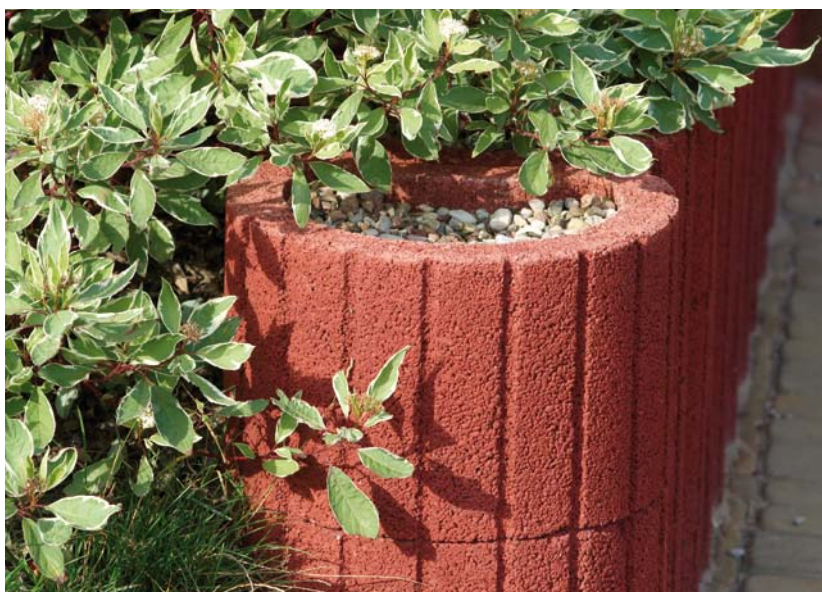
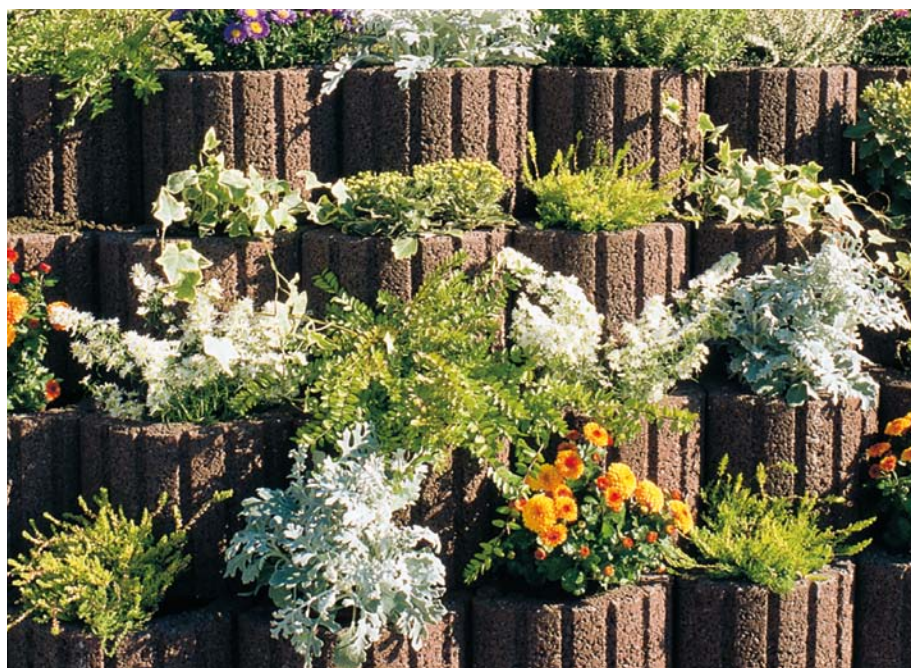


**Pintoflor**

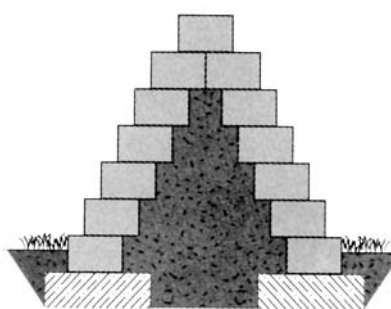


**DANE TECHNICZNE:**

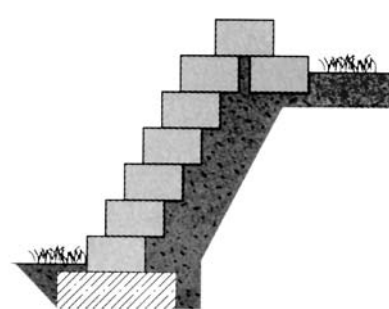
Średnica:	30 cm
Szerokość:	25 cm
Wysokość:	20 cm
Pojemność:	6 l/szt.
Masa:	ok. 13 kg/szt.
Norma układania:	20,3 szt./m <sup>2</sup>
	4,1 szt./mb
Kolory:	szary, antracyt, czerwony, brąz, khaki



Przykład zastosowania kształtki WAFLOR i PINTOFLOR do zabezpieczenia skarpy.



Zastosowanie kształtek w formie nasypu dźwiękochłonnego.



Przykład zastosowania kształtki WAFLOR i PINTOFLOR do zabezpieczenia skarpy.



## RASENFIX

Rasensfix



### DANE TECHNICZNE:

Długość	22 cm
Szerokość:	12 cm
Wysokość:	4,5 cm.
Masa:	ok. 3 kg/szt.
Norma układania:	4,5 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony, antracyt

Płytki **RASENFIX** stosuje się w celu funkcjonalnego oddzielenia zagospodarowanych w różny sposób powierzchni terenu, np. na styku trawnika z rabatą kwiatową lub kwaterą krzewów, dla wydzielenia powierzchni wokół drzewa itp. Ułożone równo z powierzchnią trawnika, na jego styku, np. z ogródkiem skalnym lub przy wystającym krawężniku (obrzeżu), umożliwiają bardzo łatwe i równe koszenie brzegów bez potrzeby używania podkaszarki. Powierzchnie czołowe mają kształt łuku wklęsłego i wypukłego, dzięki czemu ułożone płytki są stabilne. Można je układać, aranżując różne krzywizny. Wasz ogród będzie atrakcyjny i urozmaicony.





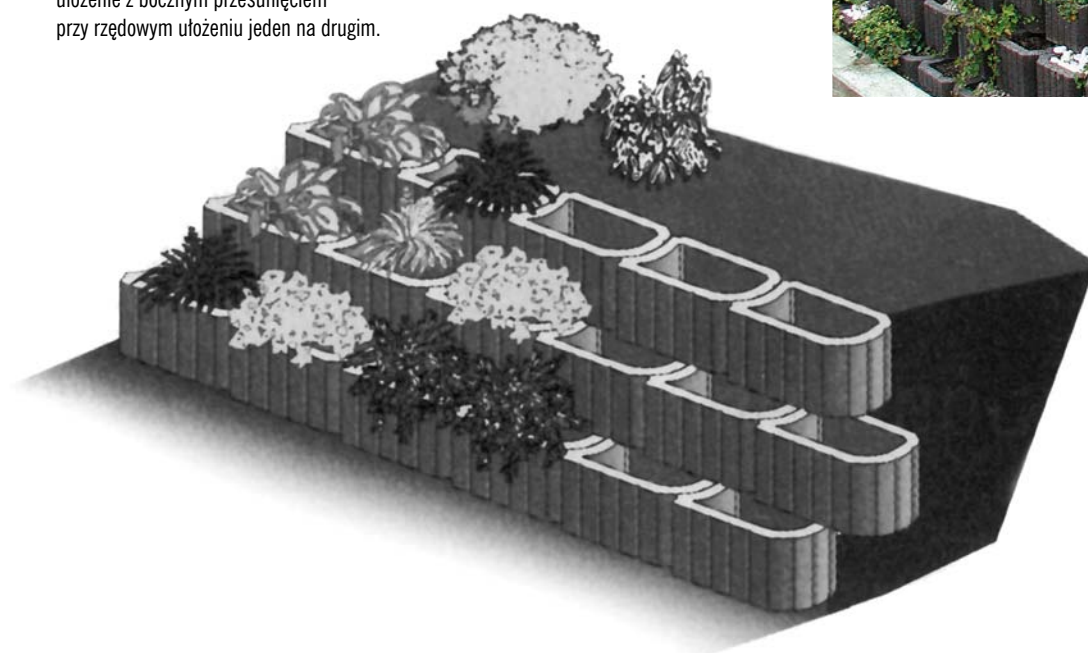
## BELLAFLOR

Wykonywanie umocnień skarp, murków oporowych i sadzenie roślin w ogrodzeniu to wynik naszych przemyśleń i przeobrażeń oraz możliwości terenowych. **BELLAFLOR** to zwarty i piękny pod względem formy element użytkowy, przy pomocy którego każda skarpa ogrodowa może być umocniona i obsadzona roślinami zgodnie z naszymi wyobrażeniami. Krzywizny boczne kształtki **BELLAFLOR** pasują idealnie do zewnętrznego profilu elementu **PINTOFLOR**. Jednoczesne zastosowanie tych dwóch wyrobów przełamie monotonię i zapewni zieloną i pełną uroku przegrodę.



### Wariant A

Umocnienie skarpy,  
ułożenie z bocznym przesunięciem  
przy rzędownym ułożeniu jeden na drugim.



### Bellaflor



#### DANE TECHNICZNE:

Długość:	30 cm
Szerokość:	20 cm
Wysokość:	20 cm
Pojemność:	5 l/szt.
Masa:	ok. 14 kg/szt.
Norma układania:	16,5 / 25 szt./m <sup>2</sup> 3,3 / 5 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony, antracyt, brąz, khaki

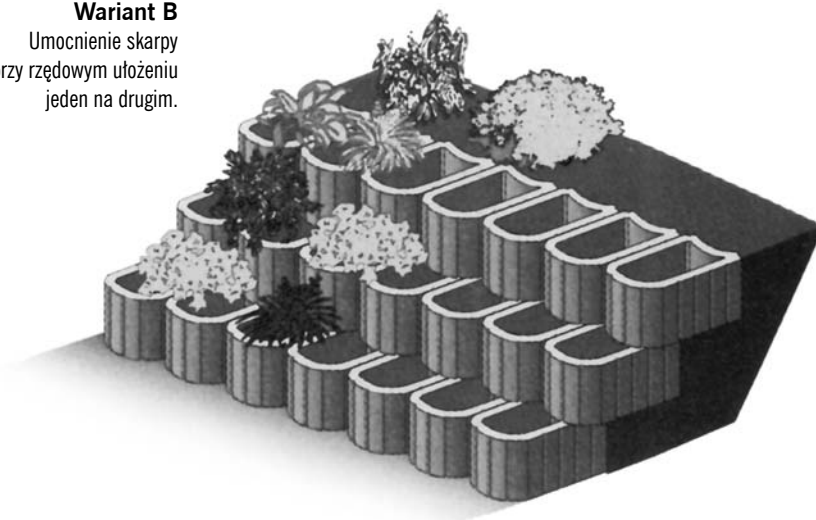




## BELLAFLOR

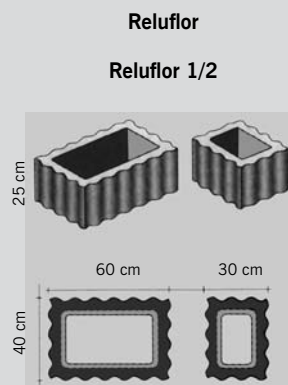


**Wariant B**  
Umocnienie skarpy  
przy rzędowym ułożeniu  
jeden na drugim.





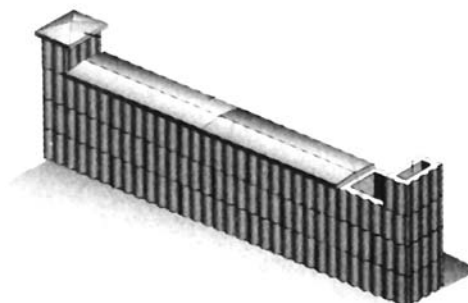
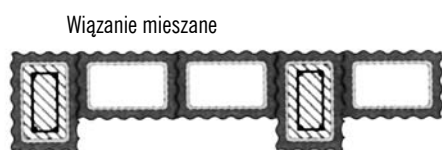
**RELUFOR** to element w kształcie prostokąta o sfalowanej powierzchni zewnętrznej. Dzięki takiej powierzchni kształtki dobrze zazębiają się tworząc bardzo stateczne konstrukcje. Ściany wykonane z tych elementów cechuje prostota formy i spokojna harmonia. Odwracając wybrane kształtki tak, że dłuższym bokiem będą ustawione prostopadle do ściany, otrzymamy w nich miejsce do zasadzenia roślin. W wystające części kształtek wstawiamy odpowiednie denka, zabezpieczające podłoże roślin przed wyfukaniem. Z elementów RELUFOR możemy wykonać: umocnienie skarpy, mur ogrodzeniowy, mur oporowy, kwietnik itp.



**DANE TECHNICZNE:**

**Relufor**  
 Długość: 60 cm  
 Szerokość: 40 cm  
 Wysokość: 25 cm  
 Pojemność: 34 l/szt.  
 Masa: ok. 54 kg/szt.  
 Norma układania: 6,7 szt./m<sup>2</sup>  
 1,7 szt./mb

**Relufor 1/2**  
 Długość: 30 cm  
 Szerokość: 40 cm  
 Wysokość: 25 cm  
 Pojemność: 13 l/szt.  
 Masa: ok. 34,0 kg/szt.  
 Kolory: szary, czerwony, antracyt, brązowy, khaki

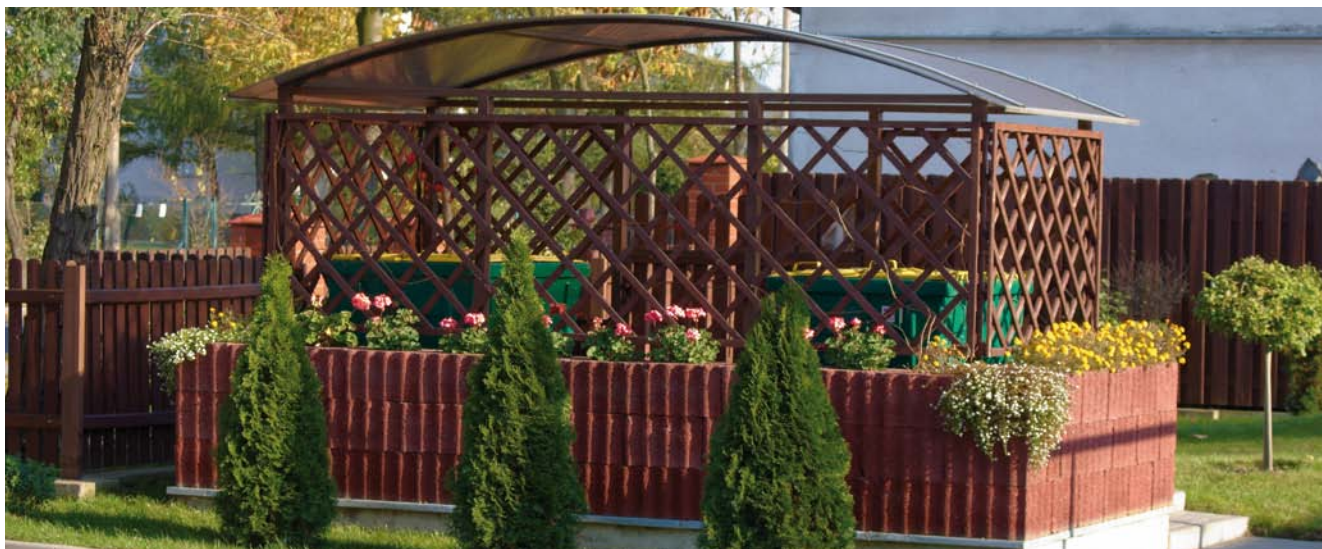


Wiązanie podłużne

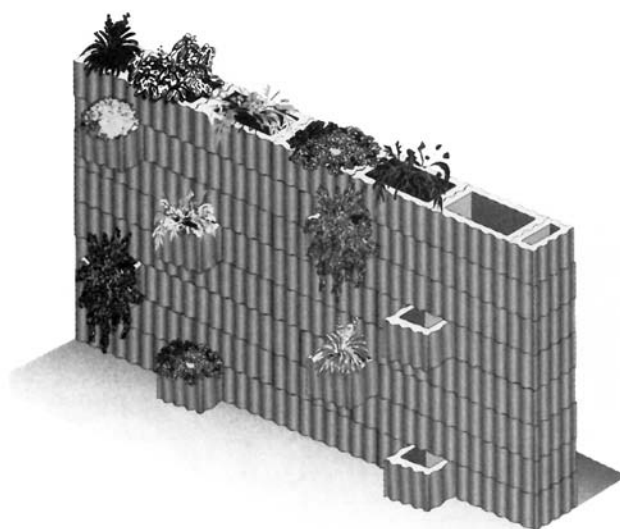




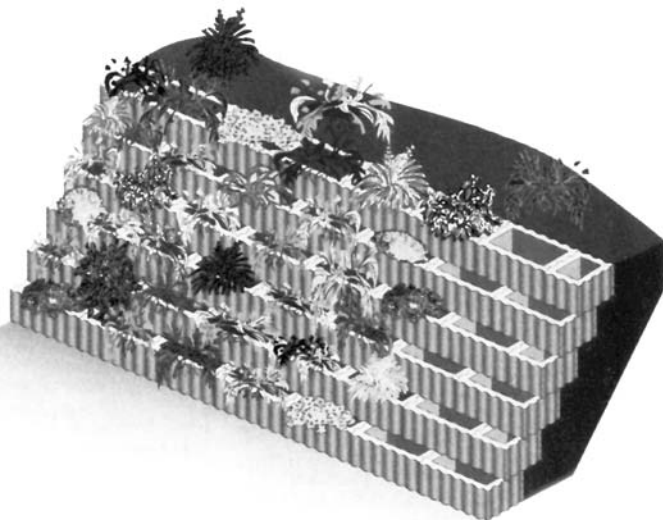
RELUFLOR



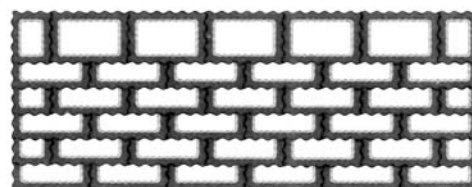




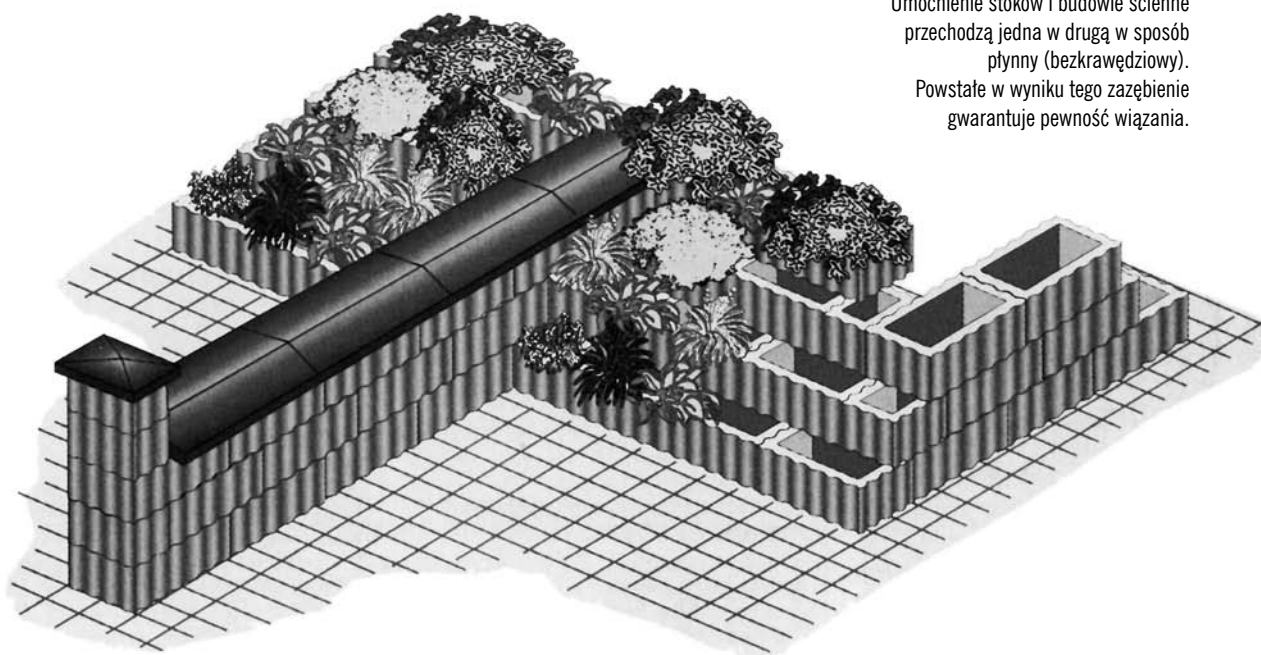
Jednostronnie zamknięta i jednostronnie obsadzona roślinnością osłona przeciwwiatrowa.



Umocnienie stoku – przesunięte (naprzemienne)



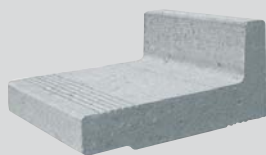
Umocnienie stoków i budowle ściennie przechodzą jedna w drugą w sposób płynny (bezkrawędziowy). Powstałe w wyniku tego zazębenie gwarantuje pewność wiązania.





## STOPNIE OGRODOWE

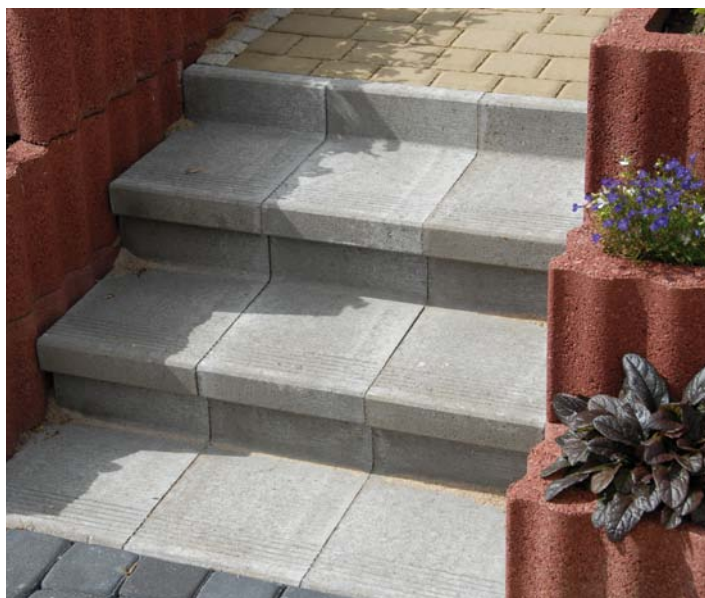
### Stopnie ogrodowe



#### DANE TECHNICZNE:

Długość:	37 cm
Szerokość:	30 cm
Wysokość:	17 cm.
Masa:	ok. 20,5 kg/szt.
Kolory:	szary, antracyt, czerwony

**Stopnie ogrodowe** – to małe, poręczne elementy betonowe obustronnie wykończone, z których łatwo i szybko można zbudować schody i różnej szerokości (co 30 cm). Oparciem dla dolnego stopnia może być odpowiednio docięte i wkopane obrzeże. Stopnie układane wyżej opierają się z przodu o stopnie leżące niżej. Wykonstruowane w nich wcięcie gwarantuje stabilne i trwałe oparcie bez żadnej zaprawy. Pozostała część stopnia powinna być oparta na odpowiednio wyprofilowanym i stabilnym podłożu. Z produkowanych przez "Kamal" kształtek betonowych, np. *Bellaflor*, *Pintoflor* lub *Wafloor* można wykonać obustronne obramowanie. Posadzone w nich kwiaty dodadzą uroku całej kompozycji.



**Palisady trapezowe** – to kolejne elementy stosowane do oddzielenia od siebie zagospodarowanych w różny sposób miejsc w ogrodzie, do obramowania ścieżek i placów a także do budowy niewielkich stopni tarasowych. Odpowiednio je układając, można uzyskać obramowanie w postaci fali, przechodzące płynnie w odcinek prosty i odwrotnie. Daje to jeszcze większe możliwości różnorodnego komponowania naszego ogrodu.



## PALISADA TRAPEZOWA

### Palisada trapezowa



#### DANE TECHNICZNE:

Grubość:	9/15 cm
Szerokość:	14 cm
Wysokość:	30 cm.
Masa:	ok. 11,6 kg/szt.
Norma układania	ok. 8,3 szt./mb
Kolory:	szary, czerwony, antracyt, brąz



## OBRZEŻE PALISADOWE

Obrzeże palisadowe

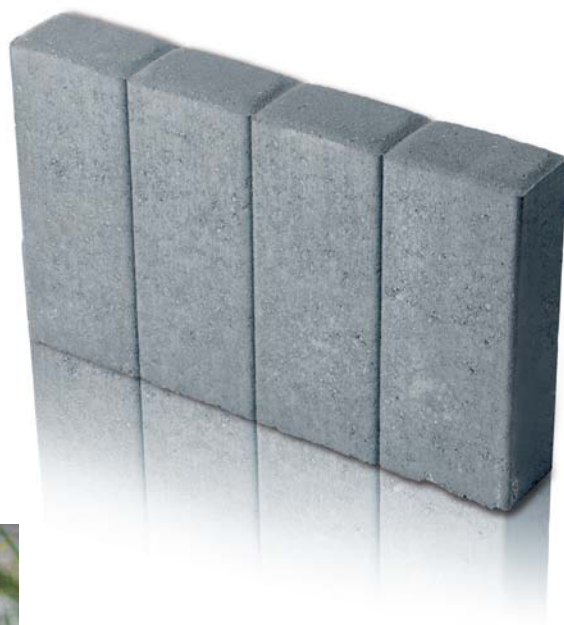


**DANE TECHNICZNE:**

Grubość:	8 cm
Szerokość:	30 cm
Wysokość:	50 cm.
Masa:	ok. 26,5 kg/szt.
Kolory:	szary, czerwony, antracyt, brąz, khaki

### Obrzeże palisadowe

Wyrób ten jak każde obrzeże służy do oddzielania nawierzchni różniących się od siebie wyglądem (asfalt, trawnik, kostka brukowa) lub wysokością, zabezpieczając równocześnie kostkę przed rozsuwaniem się. **OBRZEŻE PALISADOWE** jest wyrobem o długości 50 cm, który swoim wyglądem przypomina cztery połączone palisady prostokątne. Taka konstrukcja wyrobu zarówno ułatwia, jak i przyspiesza układanie. Jednocześnie niewielka długość (50 cm) pozwala profilować łagodne łuki. Przy zastosowaniach mających zniwelować różnicę wysokości (np. schody) zastosowanie zintegrowanych elementów pozwala łatwiej wykonać równą, trwałą i estetyczną powierzchnię boczną, ponieważ obciążenia występujące punktowo rozkładają się tutaj na większą płaszczyznę.





## LUSAMUR

Bloczki typu **LUSAMUR** stosowane są jako wolno stojące murki ozdobne lub jako umocnienia niewielkich skarp, zboczy czy też tarasów. Kształtki łamane są tuż przed ich ułożeniem, a obustronne powierzchnie przełamania stanowią niezwykle ozdobne lica murów. W miejscach przełamania elementów ich faktura otrzymuje rustykalny charakter bardzo zbliżony do struktury naturalnych kamieni. Barwienie betonu jeszcze bardziej uwypukla to podobieństwo. Elementy *Lusamur* układane są na betonowej ławie bez użycia zaprawy (na sucho). W przypadku zasypania tylnej strony ziemią należy pamiętać o ułożeniu folii izolacyjnej od strony bloczków. Z kształtek *Lusamur* można również wykonać murki o dowolnej rozpiętości krzywizn wewnętrznych i zewnętrznych.

Elementy *Lusamur* są wytwarzane i dostarczane jako zespolone pięcioelementowe bloczki betonowe. Przed wbudowaniem należy je przełamać poprzez uderzenie młotkiem.



**Lusamur**  
**Lusamur 1/2**

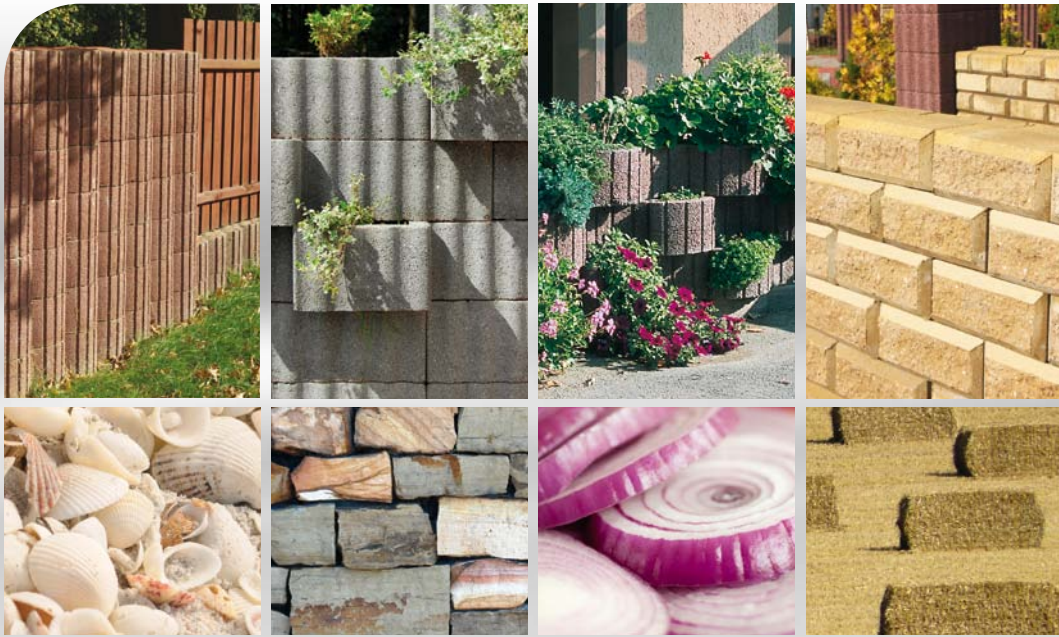


**DANE TECHNICZNE:**

<b>Lusamur</b>	
Długość:	25 cm
Szerokość:	23 cm
Wysokość:	13 cm
Masa:	ok. 16,5 kg/szt.
Norma układania:	30,77 szt./m <sup>2</sup>
<b>Lusamur 1/2</b>	
Długość:	12,5 cm
Szerokość:	23 cm
Wysokość:	13 cm
Masa:	ok. 8,5 kg/szt.
Kolory:	szary, czerwony, antracyt, brąz, khaki



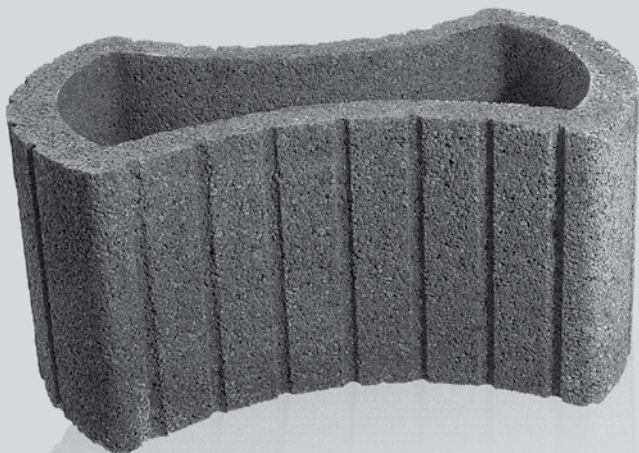
elementy małej architektury



**OBLICZENIA**



## MURY LUSAFLO



### CHARAKTERYSTYKA

- długość:	66 cm
- szerokość:	46 cm
- wysokość:	30 cm
- pojemność:	36 dm <sup>3</sup>
- masa:	64 kg/szt.
- norma układania:	7,1 szt./m <sup>2</sup> , 2,1 szt./mb.
- beton:	LC12/13

### 1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011- Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem.
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”,
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.

### 2. OBCIĄŻENIA

#### 2.1. Obciążenia poziome:

$$p = p_k \cdot \gamma_f$$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$$

- I strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,30 \text{ kPa}$
- II strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,42 \text{ kPa}$

Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 0,6$  dla wysokości do 2 m nad terenem  
 $C_e = 0,8$  dla wysokości do 6 m nad terenem

Do obliczeń przyjęto:  $C_s = 0,8$

Współczynnik działania porywów wiatru:  $\beta$

- okres drgań własnych muru:  $T = 0,015 H$
- Przy założonej maksymalnej wysokości muru:  $6 \text{ m} \Rightarrow T = 0,015 \cdot 6,0 = 0,09 \text{ s}$
- Logarytmiczny dekrement tłumienia:  $\Delta = 0,3$
- Z tabeli 1 PN -77/B-02011 wynika, że mury w zakresie wysokości do 6 m są budowlami niepodatnymi na dynamiczne działanie wiatru:  $\beta = 1,8$

Współczynnik aerodynamiczny: C

Dla średniej wartości  $L / H = 10 \text{ m}$ , przyjęto:  $C = 1,5$

Charakterystyczne obciążenie wiatrem:

$$p_k = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,648 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p_k = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,907 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

Obliczeniowe obciążenie wiatrem:

$$p = 1,5 \cdot 0,648 = 0,972 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p = 1,5 \cdot 0,907 = 1,361 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

#### 2.2. Obciążenia pionowe:

Ciężar  $1 \text{ m}^2$  muru z pustaków LUSAFLO wynosi:  $0,64 \cdot 7,1 = 4,55 \text{ kN}$

Jako wariant bardziej niekorzystny przyjęto zasypkę z ziemi ogrodowej o ciężarze:  $12 \text{ kN/m}^3$

Objętość wypełnienia jednego pustaka:  $V_1 = 0,036 \text{ m}^3$

Ciężar zasypki na  $1 \text{ m}^2$  muru:  $7,1 \cdot 0,036 \cdot 12 = 3,06 \text{ kN}$

Całkowity ciężar  $1 \text{ m}^2$  muru z wypełnieniem:  $G = 3,06 + 4,55 = 7,61 \text{ kN}$

#### 2.3. Sprawdzenie stateczności muru dla maksymalnej wysokości

Warunek równowagi dla ustawienia o maksymalnej szerokości muru  $0,66 \text{ m}$ :

Stateczność będzie zapewniona, gdy w rzędnym muru / przewężeniu o szerokości  $28 \text{ cm}$  / nie będzie występowało odrywanie od podłoża:

$$\sigma = P/S - M/W > 0$$

$$M_u = 7,61 \cdot h \cdot 0,66 / 2 = 2,51 \cdot h \quad \text{kNm}$$

$$M_w = 0,972 \cdot h^2 / 2 = 0,486 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy I}$$

$$M_w = 1,361 \cdot h^2 / 2 = 0,681 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy II}$$

Naprężenia w skrajnych punktach:

$$\text{strefa I - dla } h = 1,8 \text{ m} \quad \sigma_1 = 65 \text{ kPa} \quad \sigma_2 = -32 \text{ kPa}$$

$$\text{strefa II - dla } h = 1,5 \text{ m} \quad \sigma_1 = 64 \text{ kPa} \quad \sigma_2 = -31 \text{ kPa}$$

#### 2.4. Sprawdzenie muru na przesunięcie

Sprawdzenie wykonano dla maksymalnej wysokości wyznaczonej z warunku stateczności, dla II strefy obciążenia wiatrem.

Współczynnik tarcia dla powierzchni: beton gładki / beton gładki wynosi  $0,6$  / zał. 2 tab. Z2-1 do PN -82/B-0.003/.

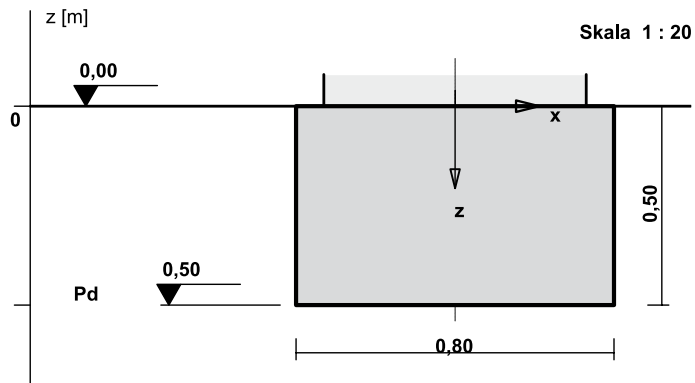
Współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 1,5 \cdot 7,61 \cdot 0,6 / (1,361 \cdot 1,5) = 3,35$

Dla wyznaczonej wysokości muru nie wystąpi przesunięcie kształtek.

#### 2.5. Sprawdzenie posadowienia

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny. Wymiary przekroju fundamentu: szerokość –  $0,80 \text{ m}$ , wysokość –  $0,50 \text{ m}$

#### Nazwa fundamentu: LUSAFLO – ŁAWA – STREFA I



### 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

#### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_p = 0,00 \text{ m}$

#### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	ID/IL	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

### 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość:  $b = 0,66 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:  $x_1 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = -5,00 \text{ m}$ ,  $x_2 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_2 = 5,00 \text{ m}$   
 Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\Phi = 0,00^\circ$ .

### 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$ [-]
1	D	13,7	1,8	1,60	1,00

#### 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: beton  
Klasa betonu: B20

#### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m  
Kształt fundamentu: prosty  
Szerokość:  $B = 0,80$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

#### 6. STAN GRANICZNY I

##### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,39	0,77

##### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,80$  m,  $L = 10,00$  m  
Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

##### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 13,70$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m  
siła pozioma:  $H_x = 1,80$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m  
moment:  $M_y = 1,60$  kNm/m

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 10,79$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

##### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (13,70 + 10,79) \cdot 10,00 = 244,91 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-13,70 \cdot 0,00 + 1,80 \cdot 0,50 + 1,60 + 0,00) \cdot 10,00 = 25,00 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 25,00 / 244,91 = 0,10 \text{ m}$$

$$e_r = 0,10 \text{ m} < 0,13 \text{ m}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

##### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,80 - 2 \cdot 0,10 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50$  m

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{ul(0)} = \Phi_{ul(0)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{ul(0)} = c_{ul(0)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_c = 4,94, \quad N_c = 24,59, \quad N_b = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 1,80 \cdot 10,00 / 244,91 = 0,0735, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{ul(0)} = 0,0735 / 0,5175 = 0,142,$$

$$i_b = 0,79, \quad i_c = 0,87, \quad i_d = 0,88$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{D(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,09$$

Odpor graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{ul(0)} \cdot i_c + m_d \cdot N_b \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_d + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 768,72 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 244,91 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 768,72 = 622,67 \text{ kN}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

#### 7. STAN GRANICZNY II

##### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,03$  cm.

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,03 + 0 \cdot 0,00 = 0,03$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

#### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

##### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

##### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 14$  kN/m, moment:  $M_r = 0,90$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,07 \text{ m}$$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

##### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

##### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 14$  kN/m, moment:  $M_r = 0,90$  kNm/m.

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_r / N_r| = 0,07$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 0,6 + 36,5) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$$

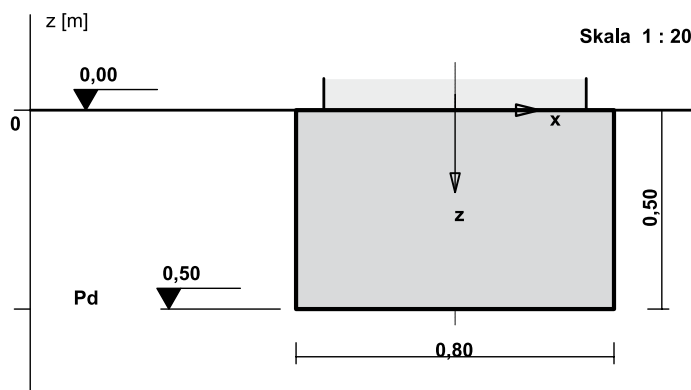
Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

$$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

#### Nazwa fundamentu: ŁAWA – STREFA II



#### 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

##### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_i = 0,00$  m, projektowany  $z_{ip} = 0,00$  m

##### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p / I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

#### 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość:  $b = 0,66$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:  $x_1 = 0,00$  m,  $y_1 = -5,00$  m,  $x_2 = 0,00$  m,  $y_2 = 5,00$  m

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\Phi = 0,00^\circ$

#### 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	11,5	2,1	1,60	1,00

#### 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: B20

#### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_s = 0,50$  m

Kształt fundamentu: prosty

Szerokość:  $B = 0,80$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

#### 6. STAN GRANICZNY I

##### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,41	0,59

##### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,80$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 11,50$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 2,10$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m

moment:  $M_y = 1,60$  kNm/m



## MURY LUSAFLOR

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 10,79 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

**Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$N_f = (N + G) \cdot L = (11,50 + 10,79) \cdot 10,00 = 222,91 \text{ kN}$

Moment względem środka podstawy:

$M_f = (-N \cdot e + H \cdot e_z + M_f + M_{Gy}) \cdot L = (-11,50 \cdot 0,00 + 2,10 \cdot 0,50 + 1,60 + 0,00) \cdot 10,00 = 26,50 \text{ kNm}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_f = |M_f / N_f| = 26,5 / 222,91 = 0,12 \text{ m}$

$e_f = 0,12 \text{ m} < 0,20 \text{ m}$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_f = 0,80 - 2 \cdot 0,12 = 0,56 \text{ m}$ ,  $L' = L = 10,00 \text{ m}$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50 \text{ m}$

obciążenie:  $\rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{(0)} = \Phi_{(0)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ$ , spójność:  $c_{(0)} = c_{(0)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$

$N_b = 4,94$ ,  $N_c = 24,59$ ,  $N_d = 13,73$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta = |H_f| \cdot L / N_f = 2,10 \cdot 10,00 / 222,91 = 0,0942$ ,  $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{(0)} = 0,0942 / 0,5175 = 0,182$

$i_b = 0,73$ ,  $i_c = 0,83$ ,  $i_d = 0,85$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki kształtu:

$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99$ ,  $m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02$ ,  $m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,08$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_b \cdot N_c \cdot c_{(0)} + m_b \cdot N_d \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 678,66 \text{ kN}$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_f = 222,91 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 678,66 = 549,71 \text{ kN}$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7. STAN GRANICZNY II

#### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

#### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca $V$ [kN/m]	Nośność betonu $V_r$ [kN/m]	Nośność strzemion $V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

#### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 12 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_f = 1,05 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_f = |M_f / N_f| = 0,09 \text{ m}$

**Przebiecie ławy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający $M$ [kNm/m]	Nośność betonu $M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

#### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 12 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_f = 1,05 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_f = |M_f / N_f| = 0,09 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 439,2 + 34,9) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.**

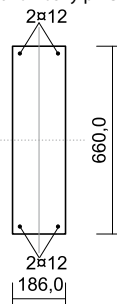
**Wnioski:**

- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem wynosi: 1,80 m / 6 warstw / dla I strefy wiatrowej.
- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem wynosi: 1,50 m / 5 warstw / dla II strefy wiatrowej.
- Mury z kształtek Lusaflor układać na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych bezpośrednio w gruncie na poziomie 50 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoistych ławy posadzić na podsypce piaskowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.
- W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
- Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.

### Lusaflor – mur z rdzeniami żelbetowymi – STREFA OBC. WIATREM I

Sprawdzono maksymalną wysokość muru dla założeń:

- beton B20 MPa,
- stal: 34GS, pręty  $\Phi 12$ , szt. 4
- szerokość muru: 66 cm,
- rdzenie żelbetowe w kształtkach prostopadłych do linii zabudowy,
- jako nośny przekrój przyjęto rdzeń żelbetowy – kształtka stanowi szalunek.



Przyjęto przekrój równoważny o wielkości: 0,66x0,18 m  
Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$h=66,0$ ,  $b=18,6$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \cdot 16,0 / 1,50 = 10,7 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 1228 \text{ cm}^2$ ,  $J_{cx} = 445619 \text{ cm}^4$ ,  $J_{cy} = 35392 \text{ cm}^4$

STAL: A-III (34GS)

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$

$\zeta_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yk} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667$

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2$ ,  $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \cdot 4,52 / 1228 = 0,37 \%$

$J_{sx} = 4181 \text{ cm}^4$ ,  $J_{sy} = 203 \text{ cm}^4$ ,

**Siły przekrojowe:**

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: W

Momenty zginające:  $M_x = 8,07 \text{ kNm}$ ,  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Siły poprzeczne:  $V_y = 3,84 \text{ kN}$ ,  $V_x = 0,00 \text{ kN}$

Siła osiowa:  $N = -13,61 \text{ kN} = N_{sd}$

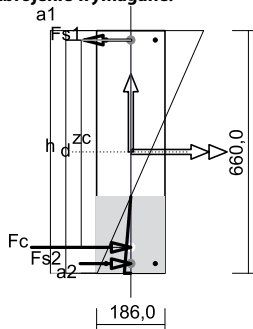
Uwzględnienie smukłości pręta:

– w płaszczyźnie ustroju:

$e_{ey} = M_x / N = (8,07) / (-13,61) = -0,593 \text{ m}$

$M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,007 \cdot (-0,022 - 0,593) \cdot (-13,61) = 8,43 \text{ kNm}$

**Zbrojenie wymagane:**



Obliczenia wykonano:

z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ( $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$ )

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = -13,61 \text{ kN}$

$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(8,43^2 + 0,00^2)} = 8,43 \text{ kNm}$

$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$  ( $f_{td} = 435 \text{ MPa}$  – uwzgl. wzmocnienia)

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (\* $A_{s2} = 0$  nie jest obliczeniowo wymagane.)\* (\* $\epsilon_s = -0,09 \%$ .):

$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \cdot 12 = 0,00 \text{ cm}^2)$  \*)

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=66,0$ ,  $d=63,4$ ,  $x=20,9$  ( $\zeta=0,329$ )

$a_1=2,6$ ,  $a_2=2,6$ ,  $a_c=7,0$ ,  $z_c=56,4$ ,  $A_{cc}=388 \text{ cm}^2$

$\epsilon_s = -0,09 \%$ ,  $\epsilon_{s2} = -0,08 \%$ ,  $\epsilon_{s1} = 0,19 \%$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -18,41$ ,  $F_{s1} = 8,40$ ,  $F_{s2} = -3,60$

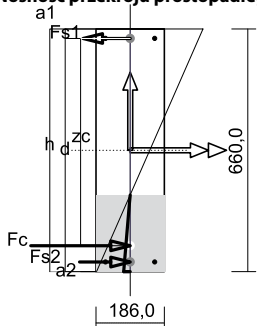
$M_1 = 4,78$ ,  $M_{s1} = 2,55$ ,  $M_{s2} = 1,10$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -18,41 + (8,40) + (-3,60) = -13,61 \text{ kN}$  ( $N_{sd} = -13,61 \text{ kN}$ )

$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,78 + (2,55) + (1,10) = 8,43 \text{ kNm}$  ( $M_{sd} = 8,43 \text{ kNm}$ )

**Nośność przekroju prostokątnego:**



Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -13,61 \text{ kN}$   
 $M_{sd} = \sqrt{(M_{sdk}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(8,43^2 + 0,00^2)} = 8,43 \text{ kNm}$   
 $f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$  ( $f_{td} = 435 \text{ MPa}$  - uwzgl. wzmocnienia)  
 Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$   
 Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$   
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2$   
 $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,52 / 1228 = 0,37 \%$   
 Wielkości geometryczne [cm]:  
 $h = 66,0$ ,  $d = 63,4$ ,  $x = 20,9$  ( $\xi = 0,329$ )  
 $a_1 = 2,6$ ,  $a_2 = 2,6$ ,  $a_c = 7,0$ ,  $z_c = 56,4$ ,  $A_c = 386 \text{ cm}^2$   
 $\epsilon_c = -0,09 \%$ ,  $\epsilon_{sz} = -0,08 \%$ ,  $\epsilon_{s1} = 0,19 \%$   
 Wielkości statyczne [kN, kNm]:  
 $F_c = -18,41$ ,  $F_{s1} = 8,40$ ,  $F_{s2} = -3,60$

$M_c = 4,78$ ,  $M_{s1} = 2,55$ ,  $M_{s2} = 1,10$

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 96,50 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,78 + (2,55) + (1,10) = 8,43 \text{ kNm}$

**Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)**

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck} / f_{yk}} = 0,08 \sqrt{16 / 410} = 0,00078$$

Rozstaw strzemion:

**Strefa nr 1**

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$ ,  $x_b = 420,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 63,4 = 47,5, \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 400 \text{ mm}$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostokątne do osi pręta o rozstawie **40,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (40,0 \times 18,6 \times 1,000) = 0,00076$$

$\rho_w = 0,00076 < 0,00078 = \rho_{w,min}$

**Nośność zbrojenia podłużnego**

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000 \text{ m}$ :

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3}) \cot \alpha = 0,5 \times 3,84 \times (1,000) = 1,92 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 8,40 + 1,92 = 10,32 \text{ kN}$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 8,40 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 8,40 \text{ kN}$

$$F_{td} = 8,40 < 79,17 = 2,26 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

**Ugięcia**

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:  $M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 13504 \times 10^{-3} = 25,66 \text{ kNm}$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -5,38 \text{ kNm}$  nie powoduje zarysowania przekroju.

**Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:**

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -5,38 \text{ kNm}$

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 33,0 \text{ cm}$ ,  $I_1 = 532118 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 9667 \times 532118 \times 10^{-5} = 51438 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia w punkcie o współrzędnej  $x = 4,200 \text{ cm}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

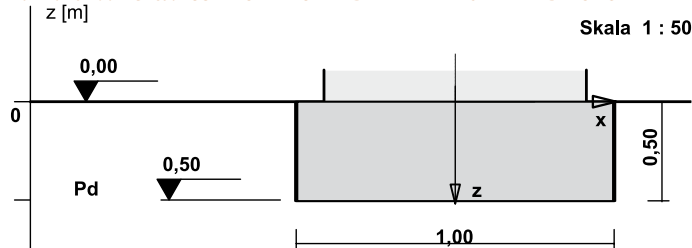
$$a = a_{z,d} = 0,5 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 < 21,0 = a_{lim}$$

**Wnioski:**

**W I strefie wiatrowej z zachowaniem warunków normowych, można budować mury z rdzeniami żelbetowymi co 0,93 m do wysokości 4,20 m. Rdzenie zbroić prętami 4  $\Phi$  12 / stal 34GS / oraz strzemionami  $\Phi$  6 co 40 cm. Stosować beton minimum klasy B20 MPa.**

**Nazwa fundamentu: LUSAFLOOR – MUR Z RDZENIEM H420 – ŁAWA BETONOWA**



**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**

**1.1. Teren**

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_{tp} = 0,00 \text{ m}$

**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p / I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,66 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:  $x_1 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = -5,00 \text{ m}$ ,  $x_2 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_2 = 5,00 \text{ m}$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$
1	D	54,2	4,1	8,60	1,00

**4. MATERIAŁ**

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: **B20**

**5. WYMIARY FUNDAMENTU**

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 1,00 \text{ m}$ , wysokość:  $H = 0,50 \text{ m}$ , mimośród:  $E = 0,00 \text{ m}$

**6. STAN GRANICZNY I**

**6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,88	0,63

**6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1**

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,00 \text{ m}$ ,  $L = 10,00 \text{ m}$

Poziom posadowienia:  $H = 0,50 \text{ m}$

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 54,20 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00 \text{ m}$

siła pozioma:  $H_x = 4,10 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$

moment:  $M_y = 8,60 \text{ kNm/m}$

**Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:**

siła pionowa:  $G = 13,49 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_f = (N + G) \cdot L = (54,20 + 13,49) \cdot 10,00 = 676,89 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-54,20 \cdot 0,00 + 4,10 \cdot 0,50 + 8,60 + 0,00) \cdot 10,00 = 106,50 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e = |M_f / N_f| = 106,50 / 676,89 = 0,16 \text{ m}$$

$$e = 0,16 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e = 1,00 - 2 \cdot 0,16 = 0,69 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenia podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{min} = 0,50 \text{ m}$

obciążenie:  $\rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$ .

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{u(0)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ$ , spójność:  $c_{u(0)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$

$$N_B = 4,94 \quad N_C = 24,59, \quad N_D = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_f = 4,10 \cdot 10,00 / 676,89 = 0,0606, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(0)} = 0,0606 / 0,5175 = 0,117$$

$$i_b = 0,82, \quad i_c = 0,89, \quad i_d = 0,90$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,98, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,10$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{RNB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_C \cdot c_{u(0)} \cdot i_c + m_b \cdot N_D \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_d + m_b \cdot N_B \cdot \rho_{B(n)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 954,04 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_f = 676,89 \text{ kN} < m \cdot Q_{RNB} = 0,81 \cdot 954,04 = 772,77 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**



# MURY LUSAFLOR

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,15$  cm  
 Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm  
 Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$   
 Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,15 + 0 \cdot 0,00 = 0,15$  cm  
 Sprawdzenie warunku osiadania:  
**Warunek nie jest określony.**

## 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:  
 siła pionowa:  $N_t = 54$  kN/m, moment:  $M_t = 2,05$  kNm/m  
 Mimośród siły względem środka podstawy:  
 $e_t = |M_t/N_t| = 0,04$  m

#### Przebicie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m  
 Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m  
 $V_{sd} = 0$  kN/m <  $V_{rd} = 435$  kN/m

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	2	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:  
 siła pionowa:  $N_t = 54$  kN/m, moment:  $M_t = 2,05$  kNm/m  
 Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_t = |M_t/N_t| = 0,04$  m

#### Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 118,1 + 96,4) \cdot 0,03 = 2$  kNm/m  
 Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m  
 $M_{sd} = 2$  kNm/m <  $M_{rd} = 64$  kNm/m

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA:** Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4 x  $\Phi 12$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

## LUSAFLOR – MUR Z RDZENIAMI ŻELBETOWYMI – STREFA OBC. WIATREM II

Sprawdzono maksymalną wysokość muru dla założeń:

- beton: B20 MPa,
  - stal: 34GS, pręty  $\phi 12$ , szt. 4,
  - szerokość muru: 66 cm,
  - rdzenie żelbetowe w kształtkach prostokątnych do linii zabudowy,
  - jako nośny przekrój przyjęto rdzeń żelbetowy – kształtka stanowi szalunek.
- Przyjęto przekrój równoważny o wielkości: 0,66x0,18 m

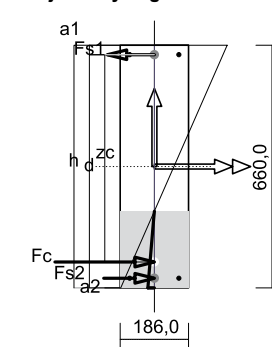
### Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:  
 $h = 66,0$ ,  $b = 18,6$   
 Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej  
**BETON: B20**  
 $f_{ck} = 16,0$  MPa,  $f_{ctd} = \alpha \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 1,00 \cdot 16,0 / 1,50 = 10,7$  MPa  
 Cechy geometryczne przekroju betonowego:  
 $A_c = 1228$  cm<sup>2</sup>,  $J_x = 445619$  cm<sup>4</sup>,  $J_y = 35392$  cm<sup>4</sup>  
**STAŁ: A-III (34GS)**  
 $f_{yk} = 410$  MPa,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{td} = 350$  MPa  
 $\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{td} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667$   
 Zbrojenie główne:  
 $A_{s1} + A_{s2} = 4,52$  cm<sup>2</sup>,  $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \cdot 4,52 / 1228 = 0,37$  %  
 $J_{sx} = 4181$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy} = 203$  cm<sup>4</sup>

### Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**  
 Momenty zginające:  $M_x = 8,26$  kNm,  $M_y = 0,00$  kNm  
 Siły poprzeczne:  $V_y = 4,59$  kN,  $V_x = 0,00$  kN  
 Siła osiowa:  $N = -11,67$  kN =  $N_{sd}$   
 Uwzględnienie smukłości pręta:  
 - w płaszczyźnie ustroju:  
 $e_{ey} = M_x / N = (8,26) / (-11,67) = -0,708$  m  
 $M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,005 \cdot (-0,022 - 0,708) \cdot (-11,67) = 8,56$  kNm

### Zbrojenie wymagane:



#### Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = -11,67$  kN  
 $M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(8,56^2 + 0,00^2)} = 8,56$  kNm  
 $f_{cd} = 10,7$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa – uwzgl. wzmocnienia)  
 Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1} = 10,00$  ‰):  
 $A_{s1} = 0,21$  cm<sup>2</sup> <  $\min A_{s1} = 1,77$  cm<sup>2</sup>, przyjęto  
 $A_{s1} = 1,77$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow (2 \cdot \Phi 12 = 2,26$  cm<sup>2</sup>)  
 Dodatkowe zbrojenie ściskane (\* $A_{s2} = 0$  nie jest obliczeniowo wymagane.\*)\* ( $\epsilon_{s2} = -0,60$  ‰):  
 $A_{s2} = 0,00$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow (0 \cdot \Phi 12 = 0,00$  cm<sup>2</sup> \*)  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,21$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 0,21 / 1228 = 0,02$  %  
**Wielkości geometryczne [cm]:**  
 $h = 66,0$ ,  $d = 63,4$ ,  $x = 3,6$  ( $\xi = 0,057$ )  
 $a_1 = 2,6$ ,  $a_2 = 1,2$ ,  $z_c = 62,2$ ,  $A_{cc} = 67$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -0,60$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 10,00$  ‰

#### Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -19,47$ ,  $F_{s1} = 7,81$   
 $M_t = 6,19$ ,  $M_{s1} = 2,37$

#### Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} = -19,47 + (7,81) = -11,67$  kN ( $N_{sd} = -11,67$  kN)  
 $M_t + M_{s1} = 6,19 + (2,37) = 8,56$  kNm ( $M_{sd} = 8,56$  kNm)

#### Długości wyboczeń pręta:

##### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwnym ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta \cdot l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,600$  m  
 podatności węzłów:  $\kappa_a = 0,000 \Rightarrow \kappa_b = (1/\kappa_a - 1) = \infty$ ,  $\kappa_b = 1,000 \Rightarrow \kappa = (1/\kappa_b - 1) = 0,000$   
 $\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3\kappa) = 2 + 1/(3 \cdot \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \cdot 3,600 = 7,200$  m

##### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta swobodnego:  
 ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta \cdot l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,600$  m  
 podatności węzłów:  $\kappa_a = 1,000 \Rightarrow \kappa_b = (1/\kappa_a - 1) = 0,000$ ,  $\kappa_b = 1,000 \Rightarrow \kappa = (1/\kappa_b - 1) = 0,000$ ,  
 $\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \cdot 3,600 = 3,600$  m

#### Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

##### - w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 3,600$  m,  $h = 0,660$  m,  $n = 1$ )

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} (1 + 1/n), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,012, 0,022, 0,010 \rangle = 0,022 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,022 \text{ m}$$

#### mimośród statyczny:

$M_{max} = \max M_{sd} = 8,26$  kNm,  $N_{sd} = -11,67$  kN  $\Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |8,26/(-11,67)| = 0,708$  m  
 mimośród początkowy:  $e_0 = e_a + e_e = 0,022 + 0,708 = 0,730$  m

#### obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeńowa:  $l_0 = 7,200$  m (obliczona wg PN),
  - moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 29,0 \times 10^6$  kPa,
  - momenty bezwładności:  $I_{cm} = 44,5619 \times 10^4$  m<sup>4</sup>,  
 $I = 0,4181 \times 10^4$  m<sup>4</sup> (dla zbrojenia rzeczywistego)
- $e_0/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 1,106, 0,05, 0,284 \rangle = 1,106$ ,  
 -  $\kappa_{it} = 1 + 0,5 (N_{sd}/N_{crit}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \cdot 1,000 \cdot 2,00 = 2,000$ ,

$$N_{crit} = \left[ \frac{9}{l_0^2} \cdot \frac{E_{cm} I_c}{2 \kappa_{it}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_0}{h}} + 0,1 \right) + E I_{s3} \right] =$$

$$\frac{9}{7,200^2} \left[ \frac{2,900 \cdot 10^7 \cdot 4,456 \cdot 10^3}{2 \cdot 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 1,106} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \cdot 4,181 \cdot 10^3 \right] = 2524,26 \text{ kN}$$

#### współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

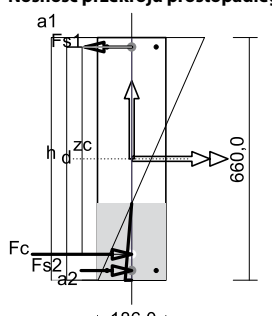
$$\eta = \frac{1}{1 - N_{sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (-11,67/2524,26)} = 1,005$$

#### - w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniedbano

#### Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -11,67$  kN,  
 $M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(8,56^2 + 0,00^2)} = 8,56$  kNm  
 $f_{cd} = 10,7$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa – uwzgl. wzmocnienia),  
 Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup>  
 Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 4,52 / 1228 = 0,37$  %  
**Wielkości geometryczne [cm]:**  
 $h = 66,0$ ,  $d = 63,4$ ,  $x = 19,4$  ( $\xi = 0,307$ )  
 $a_1 = 2,6$ ,  $a_2 = 2,6$ ,  $a_c = 6,5$ ,  $z_c = 56,9$ ,  $A_{cc} = 362$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -0,09$  ‰,  $\epsilon_{s2} = -0,08$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 0,21$  ‰



Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -17,44, F_{s1} = 9,36, F_{s2} = -3,59$$

$$M_c = 4,62, M_{s1} = 2,85, M_{s2} = 1,09$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{86,25 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,62 + (2,85) + (1,09) = \mathbf{8,56 \text{ kNm}}$$

#### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{wmin} = 0,08 \sqrt{f_{ctk}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 410 = 0,00078$$

Rozstaw strzemion:

#### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0, x_b = 360,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 634 = 475, s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 400 \text{ mm}$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **40,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (40,0 \times 18,6 \times 1,000) = 0,00076$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00076} < \mathbf{0,00078} = \rho_{wmin}$$

#### Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

#### Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:  $x_g = 0,0, x_b = 120,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe:

$$N_{Sd} = -11,67;$$

$$V_{Sd,max} = 4,59 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości  $d$  od podpory wynosi:  $V_{Sd} = 3,78 \text{ kN}$

#### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{2,26}{18,6 \times 63,4} = 0,00192; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00192$

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 11,67 / 1227,60 \times 10 = 0,10 \text{ MPa } \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{ctd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,10 \text{ MPa}$

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,00 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00192) + 0,15 \times 0,10] \times 18,6 \times 63,4 \times 10^{-1} = 49,11 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,78 < 49,11 = V_{Rd1}$$

#### Nośność odcinka I rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{3,78} < \mathbf{49,11} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ct} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{ctd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 18,6 \times 55,6 \times 10^{-1} = 310,89 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1 + \sigma_{cp} / f_{ctd} = 1 + 0,10 / 10,7 = 1,009$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha V_{Rd2} = 1,009 \times 310,89 = 313,65 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto } V_{Rd2,red} = 310,89 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{4,59} < \mathbf{310,89} = V_{Rd2,red}$$

#### Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000 \text{ m}$ :

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 4,59 \times (1,000) = 2,29 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 9,36 + 2,29 = 11,66 \text{ kN}$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 9,36 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 9,36 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{9,36} < \mathbf{79,17} = 2,26 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

#### Zarysowanie

Położenie przekroju:  $x = 0,000 \text{ m}$

Siły przekrojowe:  $M_{Sd} = -5,51 \text{ kNm}$

$$N_{Sd} = -10,61 \text{ kN} \quad e = 54,1 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 3,06 \text{ kN}$$

$$b_w = 18,6 \text{ cm}$$

$$d = h - a_s = 66,0 - 2,6 = 63,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 1228 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 13504 \text{ cm}^3$$

#### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciągającego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 744 / 280 = 2,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{2,26} > \mathbf{2,02} = A_s$$

#### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 13504 \times 10^{-3} = 25,66 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{F_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{1,9}{54,1 / 13503,60 - 1 / 1227,60} \times 10^{-1} = -59,49 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 10,61 < 59,49 = N_{cr}$$

#### Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

#### Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych. Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cn}}{1 + \Phi(t, t_0)} = \frac{E_{cn}}{1 + \Phi(t, t_0)} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 13504 \times 10^{-3} = 25,66 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{Sd} = -5,51 \text{ kNm}$  nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = -5,51 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 33,0 \text{ cm } I_1 = 474452 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 29000 \times 474452 \times 10^{-5} = 137591 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = -5,51 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 33,0 \text{ cm } I_1 = 474452 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 29000 \times 532118 \times 10^{-5} = 137591 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = -5,51 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 33,0 \text{ cm } I_1 = 532118 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 9667 \times 532118 \times 10^{-5} = 51438 \text{ kNm}^2$$

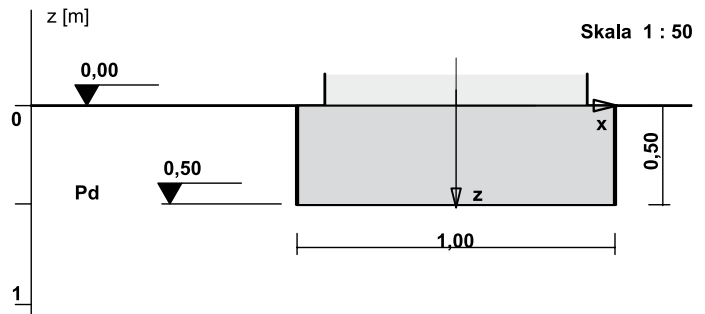
Ugięcia w punkcie o współrzędnej  $x = 3,600 \text{ cm}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{x,d} = 0,1 - 0,1 + 0,3 = 0,3 \text{ mm}$$

#### Wnioski:

**W II strefie wiatrowej z zachowaniem warunków normowych można budować mury z rdzeniami żelbetowymi co 0,93 m do wysokości 3,60 m. Rdzenie zbroić prętami 40 12 / stal 34GS / oraz strzemionami 06 co 40 cm. Stosować beton minimum klasy B20 MPa.**

#### NAZWA FUNDAMENTU: LUSAFLOR – MUR Z RDZENIEM H420



#### 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

##### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_{cp} = 0,00 \text{ m}$

##### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p/I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

#### 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,66 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

#### 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$ [-]
1	D	46,5	5,0	8,80	1,00

#### 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

#### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_p = 0,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 1,00 \text{ m}$ , wysokość:  $H = 0,50 \text{ m}$ , mimośród:  $E_j = 0,00 \text{ m}$



## MURY LUSAFLO

### 6. STAN GRANICZNY I

#### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,93	0,75

#### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,00 \text{ m}$ ,  $L = 10,00 \text{ m}$

Poziom posadowienia:  $H = 0,50 \text{ m}$

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 46,50 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00 \text{ m}$

siła pozioma:  $H_x = 5,00 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$

moment:  $M_x = 8,80 \text{ kNm/m}$

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 13,49 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (46,50 + 13,49) \cdot 10,00 = 599,89 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_x + M_{gy}) \cdot L = (-46,50 \cdot 0,00 + 5,00 \cdot 0,50 + 8,80 + 0,00) \cdot 10,00 = 112,95 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 112,95 / 599,89 = 0,19 \text{ m}$$

$$e_t = 0,19 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

#### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_t = 1,00 - 2 \cdot 0,19 = 0,62 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(t)} = 1,48 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(t)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(t)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_B = 4,94 \quad N_C = 24,59, \quad N_D = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 5,00 \cdot 10,00 / 599,89 = 0,0833, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(t)} = 0,0825 / 0,5175 = 0,159$$

$$i_b = 0,76, \quad i_c = 0,85, \quad i_d = 0,87$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,98, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,09$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_c + m_d \cdot N_D \cdot \rho_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_d + m_b \cdot N_B \cdot \rho_{B(n)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 798,90 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 599,89 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 798,90 = 647,11 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7. STAN GRANICZNY II

#### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,12 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,12 + 0 \cdot 0,00 = 0,12 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

#### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN/m]	Vr [kN/m]	Vs [kN/m]
* 1	1	0	435	-

#### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 47 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 2,50 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 0,05 \text{ m}$$

**Przebicie ławy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		M [kNm/m]	Mr [kNm/m]
* 1	1	2	64

#### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 47 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 2,50 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_t = |M_t / N_t| = 0,05 \text{ m}$

**Zginanie ławy w przekroju 1:**

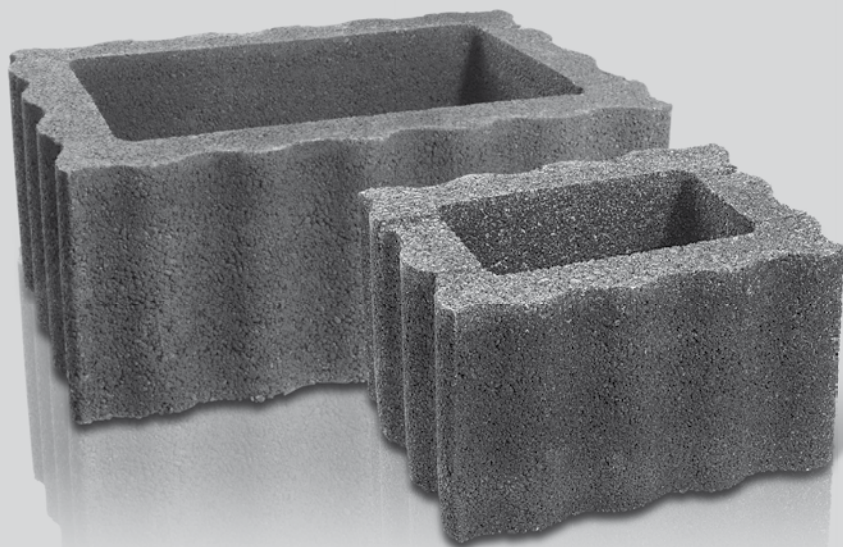
Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 114,3 + 91,2) \cdot 0,03 = 2 \text{ kNm/m}$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$$M_{sd} = 2 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4 x  $\Phi 12$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.**

**MURY RELUFLOR**

**CHARAKTERYSTYKA**

RELUFLOR	
- długość:	60 cm
- szerokość:	40 cm
- wysokość:	25 cm
- pojemność:	34 dm <sup>3</sup>
- masa:	54 kg/szt.
- norma układania:	6,7 szt./m <sup>2</sup> , 1,7 szt./mb. /10 szt./m <sup>2</sup> dla szer. „60”/
- beton:	LC12/13
RELUFLOR 1/2	
- długość:	30 cm
- szerokość:	40 cm
- wysokość:	25 cm
- pojemność:	13 dm <sup>3</sup>
- masa:	34 kg/szt.
- norma układania:	6,7 szt./m <sup>2</sup> , 1,7 szt./mb.
- beton:	LC12/13

**1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ**

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem.
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”,
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.

**2. OBCIĄŻENIA**
**2.1. Obciążenia poziome:**

$$p = p_k \cdot \gamma_f$$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$$

- I strefa obciążenia wiatrem:

$$q_k = 0,30 \text{ kPa}$$

- II strefa obciążenia wiatrem:

$$q_k = 0,42 \text{ kPa}$$

Współczynnik ekspozycji:

$$C_e = 0,6 \text{ dla wysokości do 2 m nad terenem}$$

$$C_e = 0,8 \text{ dla wysokości do 6 m nad terenem}$$

$$C_e = 0,8$$

Do obliczeń przyjęto:

 Współczynnik działania porywów wiatru:  $\beta$ 

 - okres drgań własnych muru:  $T = 0,015 \text{ H}$ 

 Przy założonej maksymalnej wysokości muru:  $6 \text{ m} \Rightarrow T = 0,015 \cdot 6,0 = 0,09 \text{ s}$ 

 Logarytmiczny dekrement tłumienia:  $\Delta = 0,3$ 

 Z tabeli 1 PN -77/B-02011 wynika, że mury w zakresie wysokości do 6 m są budowlami niepodatnymi na dynamiczne działanie wiatru:  $\beta = 1,8$ 

 Współczynnik aerodynamiczny:  $C$ 

 Dla średniej wartości  $L / H = 10 \text{ m}$ , przyjęto:  $C = 1,5$ 

Charakterystyczne obciążenie wiatrem:

$$p_k = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,648 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p_k = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,907 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

Obliczeniowe obciążenie wiatrem:

$$p = 1,5 \cdot 0,648 = 0,972 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p = 1,5 \cdot 0,907 = 1,361 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

**2.2. Obciążenia pionowe: szerokość muru – 60 cm**

 Ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z pustaków RELUFLOR wynosi:  $0,54 \cdot 6,7 = 3,62 \text{ kN}$ 

 Jako wariant bardziej niekorzystny przyjęto zasypkę z ziemi ogrodowej o ciężarze:  $12 \text{ kN/m}^3$ 

 Objętość wypełnienia jednego pustaka:  $V_1 = 0,034 \text{ m}^3$ 

 Ciężar zasypki na 1 m<sup>2</sup> muru:  $6,7 \cdot 0,034 \cdot 12 = 2,74 \text{ kN}$ 

 Całkowity ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z wypełnieniem:  $G = 2,74 + 3,62 = 6,36 \text{ kN}$ 
**2.3. Sprawdzenie stateczności muru dla maksymalnej wysokości**

Warunek równowagi dla ustawienia o szerokości muru 0.60 m:

Stateczność będzie zapewniona, gdy będzie występowało odrywanie od podłoża maksymalnie na 1/4 szerokości muru:

$$\sigma = P/S - M/W > 0$$

$$M_w = 6,36 \cdot h \cdot 0,60 / 2 = 1,91 \cdot h \quad \text{kNm}$$

$$M_w = 0,972 \cdot h^2 / 2 = 0,486 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{– dla strefy I}$$

$$M_w = 1,361 \cdot h^2 / 2 = 0,681 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{– dla strefy II}$$

Naprężenia w skrajnych punktach:

$$\text{strefa I – dla } h = 1,50 \text{ m} \quad \sigma_1 = 28,8 \text{ kPa} \quad \sigma_2 = -7,6 \text{ kPa}$$

$$\text{strefa II – dla } h = 1,25 \text{ m} \quad \sigma_1 = 28,3 \text{ kPa} \quad \sigma_2 = -7,1 \text{ kPa}$$

**2.4. Sprawdzenie muru na przesunięcie.**

Sprawdzenie wykonano dla maksymalnej wysokości wyznaczonej z warunku stateczności, dla I i II strefy obciążenia wiatrem.

Współczynnik tarcia dla powierzchni: beton gładki / beton gładki wynosi 0,6 / zał. 2 tab. Z2-1 do PN -82/B-0.003/.

 Strefa I: współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 1,0 \cdot 1,50 \cdot 6,36 \cdot 0,6 / (1,361 \cdot 1,5) = 2,80$ 

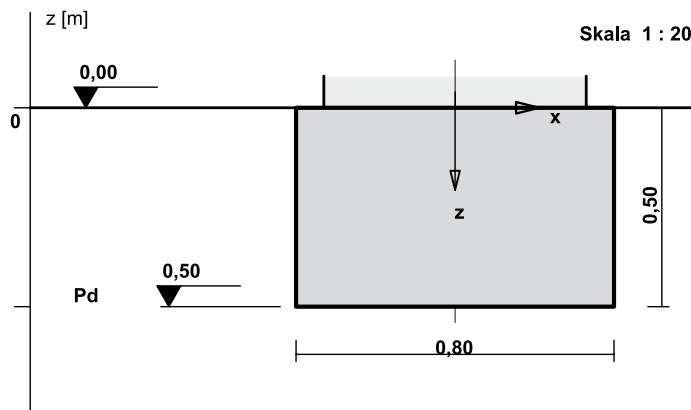
 Strefa II: współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 6,36 \cdot 0,6 / (1,361 \cdot 1,25) = 2,80$ 

Dla wyznaczonej wysokości muru nie wystąpi przesunięcie kształtek.

**2.5. Sprawdzenie posadowienia.**

Nazwa fundamentu: ława – strefa I

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny.

**Wymiary przekroju fundamentu: szerokość – 0,70 m, wysokość – 0,50 m.**

**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**
**1.1. Teren**

 Poziom terenu: istniejący  $z_i = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_{ip} = 0,00 \text{ m}$ 
**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p/I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

 Typ konstrukcji: **ściana**

 Szerokość:  $b = 0,60 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$ 

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: } \phi = 0,00^\circ$$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

 Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$ 

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$ [-]
1	D	11,4	1,8	1,60	1,00

**4. MATERIAŁ**

 Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

**5. WYMIARY FUNDAMENTU**

 Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50 \text{ m}$



# MURY RELUFLOR

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,70$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

## 6. STAN GRANICZNY I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,48	0,69

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,70$  m,  $L = 10,00$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 11,40$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 1,80$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_x = 0,50$  m

moment:  $M_x = 1,60$  kNm/m

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 9,44$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_f = (N + G) \cdot L = (11,40 + 9,44) \cdot 10,00 = 208,42 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_x + M_{Gy}) \cdot L = (-11,40 \cdot 0,00 + 1,80 \cdot 0,50 + 1,60 + 0,00) \cdot 10,00 = 25,00 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_f = |M_f / N_f| = 25,00 / 208,42 = 0,12 \text{ m}$$

$$e_f = 0,12 \text{ m} < 0,17 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_f = 0,70 - 2 \cdot 0,12 = 0,46 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(1)} = 1,48$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50$  m

obciążenie:  $\rho_{D(1)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28$  kPa

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wew. } \Phi_{ul(1)} = \Phi_{ul(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{ul(1)} = c_{ul(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94, \quad N_c = 24,59, \quad N_D = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_f = 1,80 \cdot 10,00 / 208,42 = 0,0864, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{ul(1)} = 0,0864 / 0,5175 = 0,167$$

$$i_b = 0,75, \quad i_c = 0,84, \quad i_D = 0,86$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,07$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{ul(1)} \cdot i_c + m_D \cdot \rho_{D(1)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(n)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 535,13 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_f = 208,42 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 535,13 = 433,45 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02$  cm

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 11$  kN/m, moment:  $M_f = 0,90$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_f = |M_f / N_f| = 0,08 \text{ m}$$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 11$  kN/m, moment:  $M_f = 0,90$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_f = |M_f / N_f| = 0,08$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 46,9 + 42,5) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

$$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

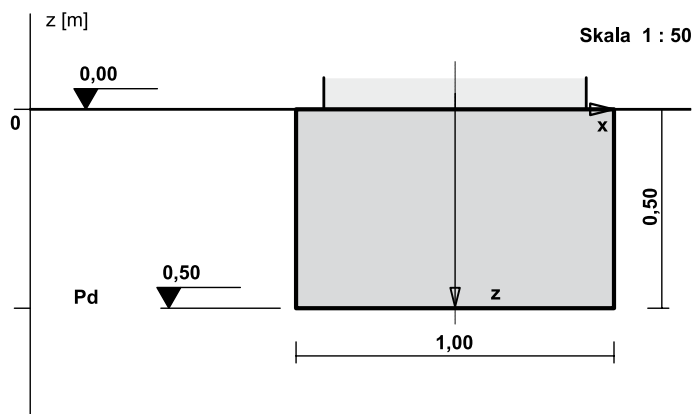
**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm**

Nazwa fundamentu: ława – strefa II

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny.

**Wymiary przekroju fundamentu: szerokość – 0,60 m, wysokość – 0,50 m.**



## 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00$  m, projektowany  $z_p = 0,00$  m

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p / I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

## 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,60$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -5,00 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

## 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	8,0	1,2	0,76	1,00

## 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

## 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,60$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

## 6. STAN GRANICZNY I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,39	0,57

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,60$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 7,95$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 1,22$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_x = 0,50$  m

moment:  $M_x = 0,76$  kNm/m

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 8,09 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{G0} = 0,00 \text{ kNm/m}$

**Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (7,95 + 8,09) \cdot 10,00 = 160,43 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_y + M_{G0}) \cdot L = (-7,95 \cdot 0,00 + 1,22 \cdot 0,50 + 0,76 + 0,00) \cdot 10,00 = 13,70 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 13,70 / 160,43 = 0,09 \text{ m}$$

$$e_t = 0,09 \text{ m} < 0,15 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_t = 0,60 - 2 \cdot 0,09 = 0,43 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(f)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(f)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_c = 4,94, \quad N_c = 24,59, \quad N_d = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 1,22 \cdot 10,00 / 160,43 = 0,0760, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(f)} = 0,0760 / 0,5175 = 0,147$$

$$i_b = 0,78, \quad i_c = 0,86, \quad i_d = 0,88$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{D(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,06$$

Odpor graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{u(f)} \cdot i_c + m_d \cdot N_d \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_d + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(f)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 502,03 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 160,43 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 502,03 = 406,65 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**7. STAN GRANICZNY II**

**7.1. Osiadanie fundamentu**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

**8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU**

**8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie**

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

**8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 8 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 0,61 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 0,08 \text{ m}$$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

**8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie**

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

**8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 8 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 0,61 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_t = |M_t / N_t| = 0,08 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 36,1 + 36,1) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  i strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.**

**Wnioski:**

- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypnymi gruntem wynosi: 1,50 m / 6 warstw / dla I strefy wiatrowej.
- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypnymi gruntem wynosi: 1,25 m / 5 warstw / dla II strefy wiatrowej.
- Mury z kształtek RELUFLOR układać na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych

bezpośrednio w gruncie na poziomie 50 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoiwych ławy posadzić na podсыpce piaszkowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.

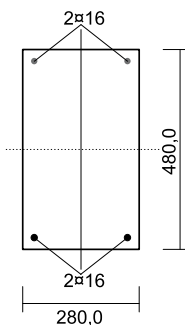
- W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
- Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.

**RELUFLOR – MUR Z RDZENIAMI ŻELBETOWYMI – strefa obc. wiatrem I**

Sprawdzono maksymalną wysokość muru dla założeń: **H = 3,50 m**

- beton B20 MPa,
- stal: 34GS, pręty  $\Phi 16$ , szt. 4, strzemiona stal St0, pręty  $\Phi 6$ , co 33 cm,
- szerokość słupów: 60 cm,
- szerokość muru: 40 cm,
- rdzenie żelbetowe osiowo co 1,40 m,
- jako nośny przekrój przyjęto rdzeń żelbetowy – kształtka stanowi szalunek.

**Cechy przekroju:**



Wymiary przekroju [cm]:

$$h = 48,0, \quad b = 28,0$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B20**

$$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \cdot 16,0 / 1,50 = 10,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1344 \text{ cm}^2, \quad J_c = 258048 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 87808 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-III (34GS)**

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lm} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \cdot 8,04 / 1344 = 0,60 \%$$

$$J_{sx} = 3615 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 1009 \text{ cm}^4$$

**Siły przekrojowe:**

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**

Momenty zginające:  $M_x = 43,82 \text{ kNm}$ ,  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Siły poprzeczne:  $V_y = 25,04 \text{ kN}$ ,  $V_x = 0,00 \text{ kN}$

Siła osiowa:  $N = -12,42 \text{ kN} = N_{sd}$

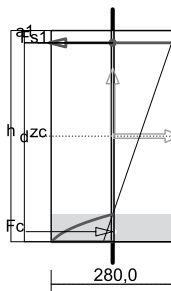
Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_y = M_x / N = (43,82) / (-12,42) = -3,528 \text{ m}$$

$$M_{y,ed} = \eta_c (e_{y0} + e_y) N = 1,007 \times (-0,022 - 3,528) \times (-12,42) = 44,42 \text{ kNm}$$

**Zbrojenie wymagane:**



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -12,42 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{y,ed})^2 + (M_{x,ed})^2} = \sqrt{(44,42)^2 + 0,00^2} = 44,42 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} \quad (f_{ctd} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia})$$

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1} = 10,00 \%$ ):

$$A_{s1} = 2,56 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 16 = 4,02 \text{ cm}^2)$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane (\*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.\* $\epsilon_c = -1,60 \%$ ):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 16 = 0,00 \text{ cm}^2)$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,56 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 2,56 / 1344 = 0,19 \%$$

**Wielkości geometryczne [cm]:**

$$h = 48,0, \quad d = 45,2, \quad x = 6,2 \quad (\xi = 0,138)$$

$$a_s = 2,8, \quad a_c = 2,3, \quad z_c = 42,9, \quad A_{cc} = 175 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_c = -1,60 \%, \quad \epsilon_{s1} = 10,00 \%$$

**Wielkości statyczne [kN, kNm]:**

$$F_c = -109,59, \quad F_{s1} = 97,17$$

$$M_c = 23,82, \quad M_{s1} = 20,60$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -109,59 + (97,17) = -12,42 \text{ kN} \quad (N_{sd} = -12,42 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 23,82 + (20,60) = 44,42 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 44,42 \text{ kNm})$$

**Długości wyobczeniowe pręta:**

- przy wyobczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwnym ze wzoru

$$(C.1) \quad l_0 = \beta l_{cor}, \quad l_{cor} = 3,500 \text{ m}$$

$$\text{podatności węzłów: } k_1 = 0,000 \Rightarrow k_A = (1/k_1 - 1) = \infty, \quad k_2 = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/k_2 - 1) = 0,000$$

$$\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \times 3,500 = 7,000 \text{ m}$$

- przy wyobczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta swobodnego:

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_0 = \beta l_{cor}, \quad l_{cor} = 3,500 \text{ m}$$

$$\text{podatności węzłów: } k_1 = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/k_1 - 1) = 0,000, \quad k_2 = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/k_2 - 1) = 0,000$$

$$\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,500 = 3,500 \text{ m}$$



# MURY RELUFLOR

## Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

### - w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony:  $(l_{col}=3,500 \text{ m}, h=0,480 \text{ m}, n=1)$

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} (1+1/n), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,012, 0,016, 0,010 \rangle = 0,016 \text{ m}$$

przyjęto:  $e_a=0,022 \text{ m}$ ,  
mimośród statyczny:  $M_{max} = \max M_{sd} = 43,82 \text{ kNm}$ ,  $N_{sd} = -12,42 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |43,82/(-12,42)| = 3,528 \text{ m}$

mimośród początkowy:  $e_e = e_a + e_s = 0,022 + 3,528 = 3,550 \text{ m}$

obliczenie siły krytycznej:

- długość wybozczeniowa:  $l_0 = 7,000 \text{ m}$  (obliczona wg PN)

- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 29,0 \times 10^6 \text{ kPa}$

- momenty bezwładności:  $I_c = 25,8048 \times 10^4 \text{ m}^4$

$I_s = 0,3615 \times 10^4 \text{ m}^4$  (dla zbrojenia rzeczywistego)

-  $e_e/h = \max \langle (e_a + e_s)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{ctd}) \rangle = \max \langle 7,396, 0,05, 0,247 \rangle = 7,396$

-  $k_{lt} = 1 + 0,5(N_{sd,lt}/N_{sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$

$$N_{crit} = \left[ \frac{9}{l_0^2} \frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_e}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{7,000^2} \left[ \frac{2,900 \cdot 10^7 \times 2,581 \cdot 10^3}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 7,396} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^6 \times 3,615 \cdot 10^3 \right] = 1721,87 \text{ kN}$$

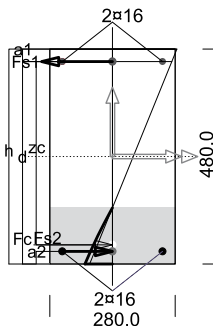
współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (12,42/1721,87)} = 1,007$$

### - w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniedbano

### Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = -12,42 \text{ kN}$

$M_{sd} = \sqrt{(M_{sd,x}^2 + M_{sd,y}^2)} = \sqrt{(44,42^2 + 0,00^2)} = 44,42 \text{ kNm}$

$f_{ctd} = 10,7 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$  ( $f_{td} = 435 \text{ MPa}$  - uwzgl. wzmocnienia)

Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2$

$\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 8,04 / 1344 = 0,60 \%$

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 48,0$ ,  $d = 45,2$ ,  $x = 12,5$  ( $\xi = 0,277$ )

$a_1 = 2,8$ ,  $a_2 = 2,8$ ,  $a_c = 4,3$ ,  $z_c = 40,9$ ,  $A_c = 351 \text{ cm}^2$

$\epsilon_c = 0,48 \%$ ,  $\epsilon_{s2} = -0,38 \%$ ,  $\epsilon_{s1} = 1,26 \%$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -83,62$ ,  $F_{s1} = 101,45$ ,  $F_{s2} = -30,25$

$M_c = 16,50$ ,  $M_{s1} = 21,51$ ,  $M_{s2} = 6,41$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 69,55 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 16,50 + (21,51) + (6,41) = 44,42 \text{ kNm}$$

### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $f_{yk} = 190 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ctd} / f_{yk}} = 0,08 \sqrt{16 / 410} = 0,00078$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_s = 0,0$ ,  $x_b = 350,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 452 = 339$$

przyjęto  $s_{max} = 339 \text{ mm}$

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **33,9 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (33,9 \times 280 \times 1,000) = 0,00060$$

$$\rho_w = 0,00060 < 0,00078 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:

Siły przekrojowe:

$$x_a = 0,0$$

$$x_b = 87,5 \text{ cm}$$

$$N_{sd} = -12,42$$

$$V_{sd,max} = 25,04 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 21,81 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości  $d$  od podpory wynosi:

### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{4,02}{280 \times 45,2} = 0,00318; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00318$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 12,42 / 1344,00 \times 10 = 0,09 \text{ MPa} \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{ctd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,09 \text{ MPa}$

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,15 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00318) + 0,15 \times 0,09] \times 280 \times 45,2 \times 10^{-1} = 62,60 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 21,81 < 62,60 = V_{Rd1}$$

### Nośność odcinka I rodzaju:

$$V_{sd} = 21,81 < 62,60 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{ctd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 280 \times 0,40 \times 9 \times 10^{-1} = 344,32 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{ctd} = 1 + 0,09 / 10,7 = 1,009$$

$$V_{c,Rd2,red} = \alpha_c v R_{d2} = 1,009 \times 344,32 = 347,30 \text{ kN}$$

Przyjęto  $V_{c,Rd2,red} = 344,32 \text{ kN}$

$$V_{sd} = 25,04 < 344,32 = V_{c,Rd2,red}$$

### Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000 \text{ m}$ :

$$\Delta F_{td} = 0,5 [V_{sd} | \cot \theta - V_{Rd3} / V_{Rd3} \cot \alpha] = 0,5 \times 25,04 \times (1,681) = 21,05 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 101,45 + 21,05 = 122,50 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 101,45 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 101,45 \text{ kN}$

$$F_{td} = 101,45 < 140,74 = 4,02 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:  $x = 0,000 \text{ m}$

Siły przekrojowe:  $M_{sd} = -29,22 \text{ kNm}$

$$N_{sd} = -11,29 \text{ kN}$$

$$e = 261,0 \text{ cm}$$

$$V_{sd} = 16,69 \text{ kN}$$

$$b_w = 28,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 48,0 - 2,8 = 45,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 1344 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 10752 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciągane dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k_f f_{ct,eff} A_c / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 693 / 240 = 2,19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 4,02 > 2,19 = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 10752 \times 10^{-3} = 20,43 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{F_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{1,9}{261,0 / 10752,00 - 1 / 1344,00} \times 10^{-1} = -8,07 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 11,29 > 8,07 = N_{cr}$$

### Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$

$$\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 4,02 / 196 = 0,02052$$

$$s_{sm} = 50 + 0,25 k_2 k_3 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02052 = 127,99$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_r / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_r / \sigma_s)^2] = 164,99 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-8,07 / 11,29)^2] = 0,00061$$

$$w_k = \beta_s s_{sm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 127,99 \times 0,00061 = 0,13 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,13 < 0,3 = w_{lim}$$

### Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cn}}{1 + \Phi(t, t_0)} = \frac{2900}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 10752 \times 10^{-3} = 20,43 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -29,22 \text{ kNm}$  powoduje zarysowanie przekroju.

### Sztynność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztynność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -29,22 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 24,0 \text{ cm}$ ,  $I_1 = 282976 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 8,0 \text{ cm}$$

$$I_{II} = 43906 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_1}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_1 / I_2)} = \frac{2900 \times 43906}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43 / 29,22)^2 \times (1 - 43906 / 282976)} \times 10^5 = 16047 \text{ kNm}^2$$

### Sztynność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztynność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -29,22 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 24,0 \text{ cm}$ ,  $I_1 = 282976 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 8,0 \text{ cm}$$

$$I_{II} = 43906 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_1}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_1 / I_2)} = \frac{2900 \times 43906}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43 / 29,22)^2 \times (1 - 43906 / 282976)} \times 10^5 = 16047 \text{ kNm}^2$$

### Sztynność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztynność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -29,22 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 24,0 \text{ cm}$ ,  $I_1 = 332833 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 12,0 \text{ cm}$$

$$I_{II} = 114873 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_1}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_1 / I_2)} = \frac{9667 \times 114873}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43 / 29,22)^2 \times (1 - 114873 / 332833)} \times 10^5 = 13221 \text{ kNm}^2$$

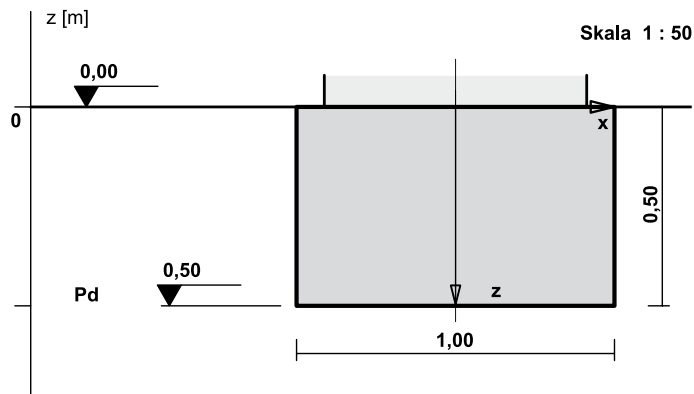
Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 3,500$  cm, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 3,1 - 3,1 + 4,6 = 4,6 \text{ mm}$$

**Wnioski:**

**W I strefie wiatrowej z zachowaniem warunków normowych można budować mury z rdzeniami żelbetowymi co 1,40 m do wysokości 3,50 m. Rdzenie zbroić prętami 4Φ16 / stal 34GS / oraz strzemionami Φ6 co 33 cm. Stosować beton minimum klasy B20 MPa.**

**Nazwa fundamentu: ława – strefa I**



**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**

**1.1. Teren**

Poziom terenu: istniejący  $z_t = 0,00$  m, projektowany  $z_{tp} = 0,00$  m

**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p/I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,60$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	24,3	3,4	6,00	1,00

**4. MATERIAŁ**

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

**5. WYMIARY FUNDAMENTU**

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 1,00$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

**6. STAN GRANICZNY I**

**6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,64	0,81

**6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1**

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,00$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 24,30$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 3,40$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m

moment:  $M_x = 6,00$  kNm/m

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 13,49$  kN/m, moment:  $M_{gy} = 0,00$  kNm/m

**Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_f = (N + G) \cdot L = (24,30 + 13,49) \cdot 10,00 = 377,59 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_x + M_{gy}) \cdot L = (-24,30 \cdot 0,00 + 3,40 \cdot 0,50 + 6,00 + 0,00) \cdot 10,00 = 76,75 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_f = |M_f / N_f| = 76,75 / 377,59 = 0,20 \text{ m}$$

$$e_f = 0,20 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_f = 1,00 - 2 \cdot 0,20 = 0,59 \text{ m}, L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(f)} = 1,48$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{min} = 0,50$  m

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(f)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wew.: } \Phi_{u(f)} = \Phi_{u(f)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \text{ spójność: } c_{u(f)} = c_{u(f)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94, N_c = 24,59, N_g = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_f = 3,40 \cdot 10,00 / 377,59 = 0,0900, \text{ tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(f)} = 0,0908 / 0,5175 = 0,176$$

$$i_b = 0,74, i_c = 0,84, i_d = 0,85$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(f)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,09$$

Opór graniczny podłoża:

$$Q_{RNB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{u(f)} \cdot i_c + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{D(f)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_d + m_d \cdot N_g \cdot \rho_{B(f)} \cdot g \cdot B' \cdot i_g) = 734,07 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_f = 377,59 \text{ kN} < m \cdot Q_{RNB} = 0,81 \cdot 734,07 = 594,60 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**7. STAN GRANICZNY II**

**7.1. Osiadanie fundamentu**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,05$  cm

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,05 + 0 \cdot 0,00 = 0,05$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

**8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU**

**8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie**

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN/m]	$V_f$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

**8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 24$  kN/m, moment:  $M_f = 1,70$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_f = |M_f / N_f| = 0,07 \text{ m}$$

**Przebiecie ławy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m.

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

**8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie**

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		M [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	1	64

**8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 24$  kN/m, moment:  $M_f = 1,70$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_f = |M_f / N_f| = 0,07$  m

**Zginanie ławy w przekroju 1:**

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 70,3 + 51,9) \cdot 0,04 = 1$  kNm/m

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

$$M_{sd} = 1 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4 x Φ12 + strzemiona Φ6 co 30 cm.**

**RELUFLOR – MUR Z RDZENIAMI ŻELBETOWYMI – strefa obc. wiatrem II**

Sprawdzono maksymalną wysokość muru dla założeń: **H = 3,00 m**

– beton B20 MPa,

– stal: 34GS, pręty Φ16, szt. 4, strzemiona stal St0, pręty Φ6, co 33 cm,

– szerokość słupów: 60 cm,

– szerokość muru: 40 cm,

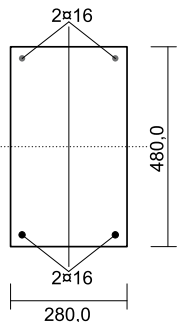
– rdzenie żelbetowe osiowo co 1,40 m,



# MURY RELUFLOR

– jako nośny przekrój przyjęto rdzeń żelbetowy - kształtka stanowi szalunek.

## Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:  
 $h=48,0$ ,  $b=28,0$   
 Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej  
**BETON: B20**  
 $f_{ck} = 16,0$  MPa,  $f_{ctd} = \alpha \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = 10,7$  MPa  
 Cechy geometryczne przekroju betonowego:  
 $A_s = 1344$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx} = 258048$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy} = 87808$  cm<sup>4</sup>  
**STAL: A-III (34GS)**  
 $f_y = 410$  MPa,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{yd} = 350$  MPa  
 $\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667$   
 Zbrojenie główne:  
 $A_{s1} + A_{s2} = 8,04$  cm<sup>2</sup>,  
 $\rho = 100(A_{s1} + A_{s2}) / A_s = 100 \times 8,04 / 1344 = 0,60$  %  
 $J_{sx} = 3615$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy} = 1009$  cm<sup>4</sup>

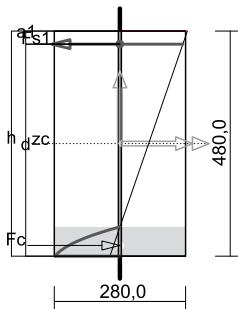
## Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**  
 Momenty zginające:  $M_x = 9,65$  kNm,  $M_y = 0,00$  kNm  
 Siły poprzeczne:  $V_x = 12,87$  kN,  $V_y = 0,00$  kN  
 Siła osiowa:  $N = -5,32$  kN =  $N_{sd}$

## Uwzględnienie smukłości przęta:

– w płaszczyźnie ustroju:  
 $e_y = M_x / N = (9,65) / (-5,32) = -1,814$  m  
 $M_{sdx} = \eta_y (e_y + e_{y0}) N = 1,005 \times (-0,022 - 1,814) \times (-5,32) = 9,81$  kNm

## Zbrojenie wymagane:



Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -10,64$  kN  
 $M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(39,02^2 + 0,00^2)} = 39,02$  kNm  
 $f_{cd} = 10,7$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa – uwzgl. wzmacnienia)  
 Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1} = 10,00$  ‰):  
 $A_{s1} = 2,24$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  (2φ16 = 4,02 cm<sup>2</sup>)  
 Dodatkowe zbrojenie ściskane (\*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane) (\*  $\epsilon_c = -1,46$  ‰):  
 $A_{s2} = 0,00$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  (0φ16 = 0,00 cm<sup>2</sup> \*)  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,24$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \times A_s / A_s = 100 \times 2,24 / 1344 = 0,17$  %  
**Wielkości geometryczne [cm]:**  
 $h = 48,0$ ,  $d = 45,2$ ,  $x = 5,8$  ( $\xi = 0,128$ )  
 $a_1 = 2,8$ ,  $a_2 = 2,1$ ,  $z_c = 43,1$ ,  $A_c = 162$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -1,46$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 10,00$  ‰

## Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -95,73$ ,  $F_{s1} = 85,08$   
 $M_c = 20,98$ ,  $M_{s1} = 18,04$   
 Warunki równowagi wewnętrznej:  
 $F_c + F_{s1} = -95,73 + (85,08) = -10,64$  kN ( $N_{sd} = -10,64$  kN)  
 $M_c + M_{s1} = 20,98 + (18,04) = 39,02$  kNm ( $M_{sd} = 39,02$  kNm)  
 Długości wybożenia przęta:

## – przy wybożeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla przęta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwym ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,000$  m  
 podatności węzłów:  $k_a = 0,000 \Rightarrow k_b = (1/k_a - 1) = \infty$ ,  $k_b = 1,000 \Rightarrow k_b = (1/k_b - 1) = 0,000$   
 $\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \times 3,000 = 6,000$  m

## – przy wybożeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla przęta swobodnego: ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,000$  m  
 podatności węzłów:  $k_a = 1,000 \Rightarrow k_b = (1/k_a - 1) = 0,000$ ,  $\hat{k}_b = 1,000 \Rightarrow k_b = (1/k_b - 1) = 0,000$   
 $\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,000 = 3,000$  m

## Uwzględnienie wpływu smukłości przęta:

## – w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 3,000$  m,  $h = 0,480$  m,  $n = 1$ )

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} (1 + 1/n), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,010, 0,016, 0,010 \rangle = 0,016$$

przyjęto:  $e_e = 0,022$  m

mimośród statyczny:

$$M_{max} = \max M_{sd} = 38,61$$
 kNm,  $N_{sd} = -10,64$  kN  $\Rightarrow e_e = |M_{max} / N| = |38,61 / (-10,64)| = 3,629$  m

mimośród początkowy:  $e_0 = e_a + e_e = 0,022 + 3,629 = 3,651$  m

obliczenie siły krytycznej:

– długość wybożenia:  $l_0 = 6,000$  m (obliczona wg PN)

– moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 29,0 \times 10^6$  kPa

– momenty bezwładności:  $I = 25,8048 \times 10^4$  m<sup>4</sup>

$I_s = 0,3615 \times 10^4$  m<sup>4</sup> (dla zbrojenia rzeczywistego)

–  $e_0/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 7,606, 0,05, 0,268 \rangle = 7,606$

–  $k_{it} = 1 + 0,5(N_{sd}/N_{sd,lt}) \phi_{lt,0} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$

$$N_{crit} = \left[ \frac{9}{\rho^2} \frac{E_{cm} I_c}{2k_{it}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_0}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{6,000^2} \left[ \frac{2,900 \cdot 10^7 \times 2,581 \cdot 10^3}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 7,606} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 3,615 \cdot 10^5 \right] = 2341,78$$
 kN

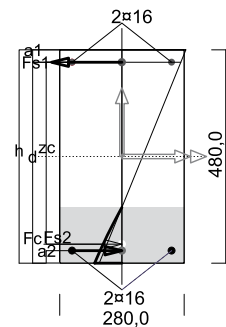
współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (10,64 / 2341,78)} = 1,005$$

## – w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniedbano

## Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -10,64$  kN  
 $M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(39,02^2 + 0,00^2)} = 39,02$  kNm  
 $f_{cd} = 10,7$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa – uwzgl. wzmacnienia)  
 Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 4,02$  cm<sup>2</sup>  
 Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 4,02$  cm<sup>2</sup>  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 8,04$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \times A_s / A_s = 100 \times 8,04 / 1344 = 0,60$  %  
 Wielkości geometryczne [cm]:  
 $h = 48,0$ ,  $d = 45,2$ ,  $x = 12,5$  ( $\xi = 0,276$ )  
 $a_1 = 2,8$ ,  $a_2 = 2,8$ ,  $a_c = 4,2$ ,  $z_c = 41,0$ ,  $A_c = 349$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -0,42$  ‰,  $\epsilon_{s2} = -0,33$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 1,11$  ‰  
 Wielkości statyczne [kN, kNm]:  
 $F_c = -73,47$ ,  $F_{s1} = 89,20$ ,  $F_{s2} = -26,38$   
 $M_c = 14,52$ ,  $M_{s1} = 18,91$ ,  $M_{s2} = 5,59$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 69,45$$
 kNm  $>$   $M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 14,52 + (18,91) + (5,59) = 39,02$  kNm

## Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości przęta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 6$  mm ze stali A-0, dla której  $f_{ywd} = 190$  MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ctk} / f_{yk}} = 0,08 \times \sqrt{16 / 410} = 0,00078$$

## Rozstaw strzemion:

### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$ ,  $x_b = 300,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 452 = 339, \quad s_{max} \leq 400$$

przyjęto  $s_{max} = 339$  mm

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi przęta o rozstawie **33,9** cm, dla których

stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (33,9 \times 28,0 \times 1,000) = 0,00060$$

$$\rho_w = 0,00060 < 0,00078 = \rho_{w,min}$$

## Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:

$$x_a = 0,0, \quad x_b = 75,0$$
 cm

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = -10,64;$$

$$V_{sd,max} = 25,74$$
 kN

$$V_{sd} = 21,86$$
 kN

Siła poprzeczna w odległości  $d$  od podpory wynosi:

## Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,02}{28,0 \times 45,2} = 0,00318; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00318$ .

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 10,64 / 1344,00 \times 10 = 0,08$$
 MPa  $\sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,08$  MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,15 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00318) + 0,15 \times 0,08] \times 28,0 \times 45,2 \times 10^1 = 62,35$$
 kN

$$V_{sd} = 21,86 < 62,35 = V_{Rd1}$$

## Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = 21,86 < 62,35 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ctk} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 28,0 \times 41,0 \times 10^1 = 344,61$$
 kN

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,08 / 10,7 = 1,007$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c \sqrt{R_{d2}} = 1,007 \times 344,61 = 347,16$$
 kN

Przyjęto  $V_{Rd2,red} = 344,61$  kN

$$V_{sd} = 25,74 < 344,61 = V_{Rd2,red}$$

## Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd3z} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 25,74 \times (1,684) = 21,67$$
 kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganych:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 89,20 + 21,67 = 110,87$$
 kN;

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 89,20$$
 kN

Przyjęto  $F_{td} = 89,20$  kN

$$F_{yd} = 89,20 < 140,74 = 4,02 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

**Zarysowanie**

Położenie przekroju:  $x = 0,000 \text{ m}$   
 Siły przekrojowe:  $M_{sd} = -25,74 \text{ kNm}$   
 $N_{sd} = -9,68 \text{ kN}$   $e = 268,2 \text{ cm}$   
 $V_{sd} = 17,16 \text{ kN}$   
 Wymiary przekroju:  $b_w = 28,0 \text{ cm}$   
 $d = h - a_s = 48,0 - 2,8 = 45,2 \text{ cm}$   
 $A_c = 1344 \text{ cm}^2$   
 $W_c = 10752 \text{ cm}^3$

**Minimalne zbrojenie:**

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_{s1} = k_s k_f k_{ct,eff} A_c / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 692 / 240 = 2,19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 4,02 > 2,19 = A_s$$

**Zarysowanie:**

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 10752 \times 10^{-3} = 20,43 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{F_{ctm}}{e/W_c - 1/A_c} = \frac{1,9}{268,2/10752,00 - 1/1344,00} \times 10^{-1} = -7,85 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 9,68 > 7,85 = N_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

**Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:**

Przyjęto  $k_2 = 0,5$

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,02 / 196 = 0,02052$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02052 = 127,99$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_r / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 145,21 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-7,85 / 9,68)^2] = 0,00049$$

$$w_k = \beta_1 \beta_2 s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 127,99 \times 0,00049 = 0,11 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,11 < 0,3 = w_{lim}$$

**Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:**

Rysy ukośne nie występują.

**Ugięcia**

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych. Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cn}}{1 + \Phi(t, t_0)} = \frac{2900}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

**Moment rysujący:**

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 10752 \times 10^{-3} = 20,43 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -25,74 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

**Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:**

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -25,74 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_i = 24,0 \text{ cm}, I_i = 282976 \text{ cm}^4$   
 $x_{ii} = 8,0 \text{ cm}, I_{ii} = 43906 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm} I_i}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_{ii}/I_i)} = \frac{2900 \times 43906}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43/25,74)^2 \times (1 - 43906/282976)} \times 10^5 = 17349 \text{ kNm}^2$$

**Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:**

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -25,74 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_i = 24,0 \text{ cm}, I_i = 282976 \text{ cm}^4$   
 $x_{ii} = 8,0 \text{ cm}, I_{ii} = 43906 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm} I_i}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_{ii}/I_i)} = \frac{2900 \times 43906}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43/25,74)^2 \times (1 - 43906/282976)} \times 10^5 = 17349 \text{ kNm}^2$$

**Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:**

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -25,74 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_i = 24,0 \text{ cm}, I_i = 332833 \text{ cm}^4$   
 $x_{ii} = 12,0 \text{ cm}, I_{ii} = 114873 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm} I_i}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd})^2 (1 - I_{ii}/I_i)} = \frac{2900 \times 43906}{1 - 1,0 \times 0,5 (20,43/25,74)^2 \times (1 - 114873/332833)} \times 10^5 = 13990 \text{ kNm}^2$$

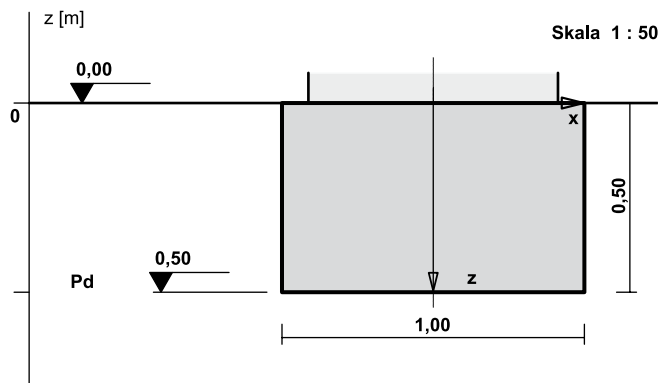
Ugięcia w punkcie o współrzędnej  $x = 3,000 \text{ cm}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta  $(1/\rho)$  z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{x,d} = 1,6 - 1,6 + 2,6 = 2,6 \text{ mm}$$

**Wnioski:**

**W II strefie wiatrowej z zachowaniem warunków normowych można budować mury z rdzeniami żelbetowymi co 1,40 m do wysokości 3,00 m. Rdzenie zbroić prętami 4Φ16 / stal 34GS / oraz strzemionami Φ6 co 33 cm. Stosować beton minimum klasy B20 MPa.**

**Nazwa fundamentu: ława - strefa I**



**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**

**1.1. Teren**

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_{ip} = 0,00 \text{ m}$

**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p/I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,60 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	20,8	4,1	6,10	1,00

**4. MATERIAŁ**

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

**5. WYMIARY FUNDAMENTU**

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 1,00 \text{ m}$ , wysokość:  $H = 0,50 \text{ m}$ , mimośród:  $E = 0,00 \text{ m}$

**6. STAN GRANICZNY I**

**6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,72	0,95

**6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1**

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,00 \text{ m}$ ,  $L = 10,00 \text{ m}$

Poziom posadowienia:  $H = 0,50 \text{ m}$

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 20,80 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00 \text{ m}$

siła pozioma:  $H_x = 4,10 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$

moment:  $M_y = 6,10 \text{ kNm/m}$

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 13,49 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_f = (N + G) \cdot L = (20,80 + 13,49) \cdot 10,00 = 342,89 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-20,80 \cdot 0,00 + 4,10 \cdot 0,50 + 6,10 + 0,00) \cdot 10,00 = 81,50 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_e = |M_f / N_f| = 81,50 / 342,89 = 0,24 \text{ m}$$

$$e_r = 0,24 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$



## MURY RELUFLOR

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_y = 1,00 - 2 \cdot 0,24 = 0,52 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(i)} = 1,48 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{(i)} = \Phi_{(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{(i)} = c_{(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_B = 4,94 \quad N_C = 24,59, \quad N_D = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_i = 4,10 \cdot 10,00 / 342,89 = 0,1196, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{(i)} = 0,1196 / 0,5175 = 0,231$$

$$i_B = 0,66, \quad i_C = 0,78, \quad i_D = 0,81$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,08$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{(i)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(i)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 584,21 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_i = 342,89 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 584,21 = 473,21 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7. STAN GRANICZNY II

#### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,05 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,05 + 0 \cdot 0,00 = 0,05 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

#### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

#### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

$$\text{siła pionowa: } N_i = 21 \text{ kN/m}, \quad \text{moment: } M_i = 2,05 \text{ kNm/m}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_i / N_i| = 0,10 \text{ m}$$

Przebicie ławy w przekroju 1:

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Nośność betonu na ścinanie: } V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	1	64

#### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

$$\text{siła pionowa: } N_i = 21 \text{ kN/m}, \quad \text{moment: } M_i = 2,05 \text{ kNm/m}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_i / N_i| = 0,10 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

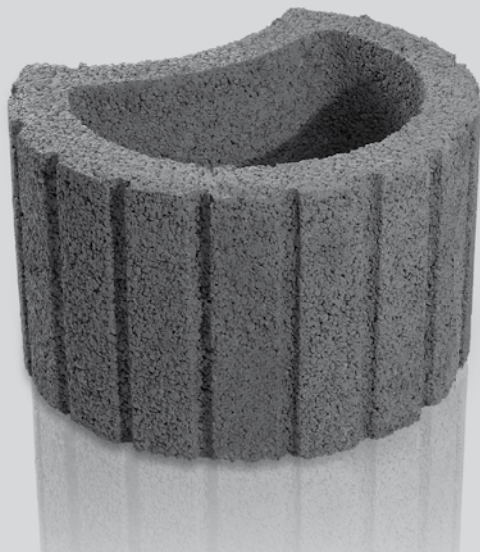
$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 69,7 + 50,1) \cdot 0,04 = 1 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Nośność betonu na zginanie: } M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$$

$$M_{sd} = 1 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**UWAGA:** Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4 x  $\Phi 12$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.



## CHARAKTERYSTYKA:

- średnica:	40 cm
- szerokość:	30 cm
- wysokość:	30 cm
- pojemność:	16 dm <sup>3</sup>
- masa:	32 kg/szt.
- norma układania:	10,0 szt./m <sup>2</sup> , 3,3 szt./mb.
- beton:	LC12/13

**1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ**

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011- Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem,
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”,
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.

**2. OBCIĄŻENIA**
**2.1. Obciążenia poziome:**

$$p = p_k \cdot \gamma_f$$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$$

- I strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,30 \text{ kPa}$
- II strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,42 \text{ kPa}$

Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 0,6$  dla wysokości do 2 m nad terenem  
 $C_e = 0,8$  dla wysokości do 6 m nad terenem

Do obliczeń przyjęto:  $C_e = 0,8$

Współczynnik działania porywów wiatru:  $\beta$

- okres drgań własnych muru:  $T = 0,015 \text{ H}$
- Przy założonej maksymalnej wysokości muru:  $6 \text{ m} \Rightarrow T = 0,015 \cdot 6,0 = 0,09 \text{ s}$
- Logarytmiczny dekrement tłumienia:  $\Delta = 0,3$
- Z tabeli 1 PN -77/B-02011 wynika, że mury w zakresie wysokości do 6 m są budowlami niepodatnymi na dynamiczne działanie wiatru:  $\beta = 1,8$

Współczynnik aerodynamiczny:  $C$

Dla średniej wartości  $L / H = 10 \text{ m}$ , przyjęto:  $C = 1,5$

Charakterystyczne obciążenie wiatrem:

$$p_k = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,648 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p_k = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,907 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

Obliczeniowe obciążenie wiatrem:

$$p = 1,5 \cdot 0,648 = 0,972 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p = 1,5 \cdot 0,907 = 1,361 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

**2.2. Obciążenia pionowe:**

Ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z pustaków WAFLOR wynosi:  $0,32 \cdot 10 = 3,20 \text{ kN}$

Jako wariant bardziej niekorzystny przyjęto zasypkę z ziemi ogrodowej o ciężarze:  $12 \text{ kN/m}^3$

Objętość wypełnienia jednego pustaka:  $V_1 = 0,016 \text{ m}^3$

Ciężar zasypki na 1 m<sup>2</sup> muru:  $10 \cdot 0,016 \cdot 12 = 1,92 \text{ kN}$

Całkowity ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z wypełnieniem:  $G = 3,20 + 1,92 = 5,12 \text{ kN}$

**2.3. Sprawdzenie stateczności muru dla maksymalnej wysokości.**

Warunek równowagi dla ustawienia o maksymalnej szerokości muru 0,40 m:

Stateczność będzie zapewniona gdy odrywanie od podłoża będzie występowało w strefie mniejszej niż B/4.

$$M_u = 5,12 \cdot h \cdot 0,40 / 2 = 1,024 \cdot h$$

$$M_w = 0,972 \cdot h^2 / 2 = 0,486 \cdot h^2$$

$$M_w = 1,361 \cdot h^2 / 2 = 0,681 \cdot h^2$$

Naprężenia w skrajnych punktach:

**strefa I - dla h = 2,10 m**

**strefa II - dla h = 1,80 m**

$$\sigma = P/S - M/W > 0$$

$$\text{kNm}$$

$$\text{kNm} \quad \text{- dla strefy I}$$

$$\text{kNm} \quad \text{- dla strefy II}$$

$$\sigma_1 = 140,5 \text{ kPa}$$

$$\sigma_1 = 116,9 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = -43,3 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = -33,6 \text{ kPa}$$

**2.4. Sprawdzenie muru na przesunięcie**

Sprawdzenie wykonano dla maksymalnej wysokości wyznaczonej z warunku stateczności, dla II strefy obciążenia wiatrem.

Współczynnik tarcia dla powierzchni: beton gładki / beton gładki wynosi 0.6 / zał. 2 tab. Z2-1 do PN -82/B-0.003/.

Współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 1,8 \cdot 5,12 \cdot 0,6 / (1,361 \cdot 1,8) = 2,25$

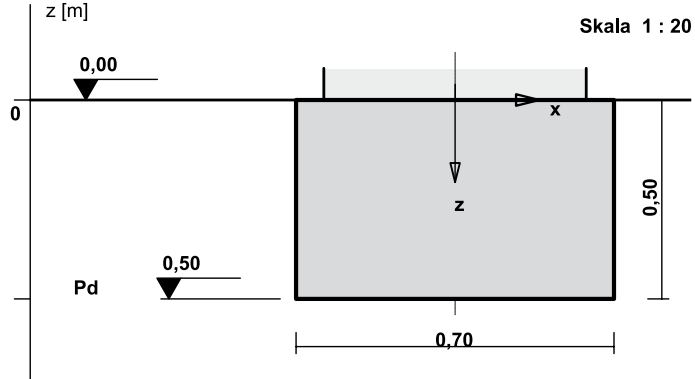
Dla wyznaczonej wysokości muru nie wystąpi przesunięcie kształtek.

**2.5. Sprawdzenie posadowienia**

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony - piasek drobny.

Wymiary przekroju fundamentu: szerokość - 0,80 m, wysokość - 0,50 m.

**Nazwa fundamentu: ława - strefa I**


**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**
**1.1. Teren**

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_p = 0,00 \text{ m}$

**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p/I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,40 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: } \phi = 0,00^\circ$$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	y [-]
1	D	10,8	2,0	2,10	1,00

**4. MATERIAŁ**

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20



## MURY WAFLOR

### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,70$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

### 6. STAN GRANICZNY I

#### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,58	0,88

#### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,70$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 10,80$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 2,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_x = 0,50$  m,

moment:  $M_y = 2,10$  kNm/m

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 9,44$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (10,80 + 9,44) \cdot 10,00 = 202,42 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-10,80 \cdot 0,00 + 2,00 \cdot 0,50 + 2,10 + 0,00) \cdot 10,00 = 31,00 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 31,00 / 202,42 = 0,15 \text{ m}$$

$$e_t = 0,15 \text{ m} < 0,17 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_t = 0,70 - 2 \cdot 0,15 = 0,39 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50$  m

obciążenie:  $P_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{ul(0)} = \Phi_{ul(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{ul(0)} = c_{ul(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94, \quad N_c = 24,59, \quad N_d = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 2,00 \cdot 10,00 / 202,42 = 0,0988, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{ul(0)} = 0,0988 / 0,5175 = 0,191$$

$$i_b = 0,71, \quad i_c = 0,82, \quad i_d = 0,84$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$P_{B(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^2$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,06$$

Odpor graniczny podłoża:

$$Q_{(NB)} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{ul(0)} \cdot i_c + m_d \cdot N_d \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_d + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 428,40 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 202,42 \text{ kN} < m \cdot Q_{(NB)} = 0,81 \cdot 428,40 = 347,01 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7. STAN GRANICZNY II

#### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02$  cm

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

#### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_f$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

#### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 11$  kN/m, moment:  $M_t = 1,00$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_t = |M_t / N_t| = 0,09 \text{ m}$$

Przebicie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$V_{sd} = 0$  kN/m  $< V_{rd} = 435$  kN/m

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	1	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 11$  kN/m, moment:  $M_t = 1,00$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_t = |M_t / N_t| = 0,09$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 53,4 + 37,1) \cdot 0,02 = 1 \text{ kNm/m}$$

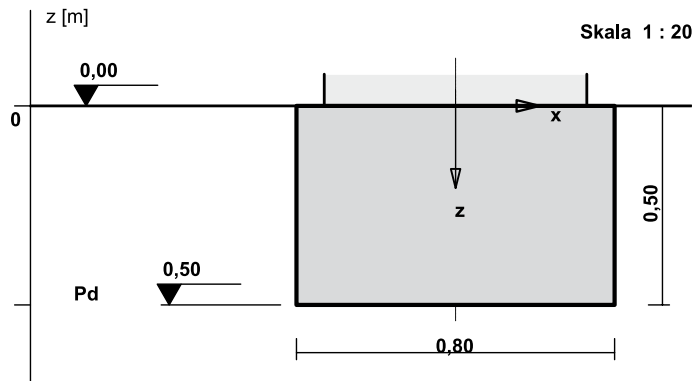
Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

$$M_{sd} = 1 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami  $4 \times \Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

### Nazwa fundamentu: ława - strefa II



### 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

#### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_t = 0,00$  m, projektowany  $z_{tp} = 0,00$  m

#### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p / I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

### 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,40$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -5,00 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

### 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	9,2	2,5	2,20	1,00

### 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,80$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

### 6. STAN GRANICZNY I

#### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,51	0,86

#### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,80$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 9,20$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 2,50$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_x = 0,50$  m

moment:  $M_y = 2,20$  kNm/m

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 10,79$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (9,20 + 10,79) \cdot 10,00 = 199,91 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot e + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-9,20 \cdot 0,00 + 2,50 \cdot 0,50 + 2,20 + 0,00) \cdot 10,00 = 34,50 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 34,50 / 199,91 = 0,17 \text{ m}$$

$$e_r = 0,17 \text{ m} < 0,20 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,80 - 2 \cdot 0,17 = 0,45 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(i)} = 1,48 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{(i)} = \Phi_{(i)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{(i)} = c_{(i)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_B = 4,94, \quad N_C = 24,59, \quad N_D = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 2,50 \cdot 10,00 / 199,91 = 0,1251, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{(i)} = 0,1251 / 0,5175 = 0,242$$

$$i_B = 0,64, \quad i_C = 0,77, \quad i_D = 0,80$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(i)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,07$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{(i)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(i)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 481,63 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 199,91 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 481,63 = 390,12 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,02 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,02 + 0 \cdot 0,00 = 0,02 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

## 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 9 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_r = 1,25 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,14 \text{ m}$$

Przebicie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	1	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 9 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_r = 1,25 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_r / N_r| = 0,14 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 43,8 + 27,7) \cdot 0,04 = 1 \text{ kNm/m}$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$M_{sd} = 1 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm

**Wnioski:**

- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypnymi gruntem wynosi: 2,10 m / 7 warstw / dla I strefy wiatrowej.
- Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypnymi gruntem wynosi: 1,80 m / 6 warstw / dla II strefy wiatrowej.
- Mury z kształtek Wafloor układają na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych bezpośrednio w gruncie na poziomie 50 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoiższych ławy posadowić na podsypce piaskowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.

Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w I strefie wiatrowej: 0,70 m.

Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w II strefie wiatrowej: 0,80 m.

- W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
- Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.

## WAFLOR - MUR Z RDZENIAMI ŻELBETOWYMI - strefa obc. wiatrem I

Sprawdzono maksymalną wysokość muru dla założeń:

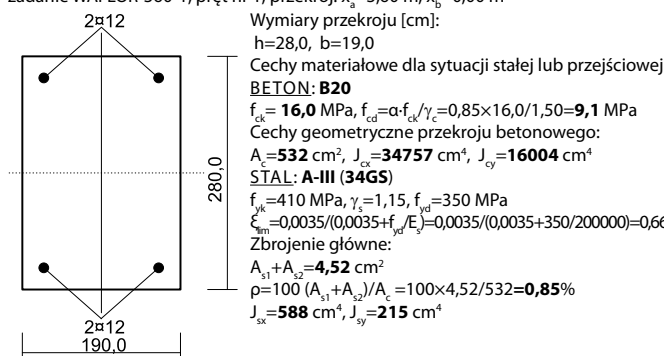
- beton B20 MPa,
- stal: 34GS, pręty  $\Phi 12$ , szt. 4,
- szerokość muru: 40 cm,
- rdzenie żelbetowe w rozstawie co 5 kształtkę - co 1,5 m,
- jako nośny przekrój przyjęto rdzeń żelbetowy - kształtka stanowi szalunek.

**Przyjęto przekrój równoważny o wielkości: 0,28x0,19 m**

Założona wysokość muru:  $h = 3,6 \text{ m} - 12 \text{ warstw}$ .

### Cechy przekroju:

zadanie WAFLOOR-360-1, pręt nr 1, przekrój:  $x = 3,60 \text{ m}$ ,  $x_c = 0,00 \text{ m}$



### Siły przekrojowe:

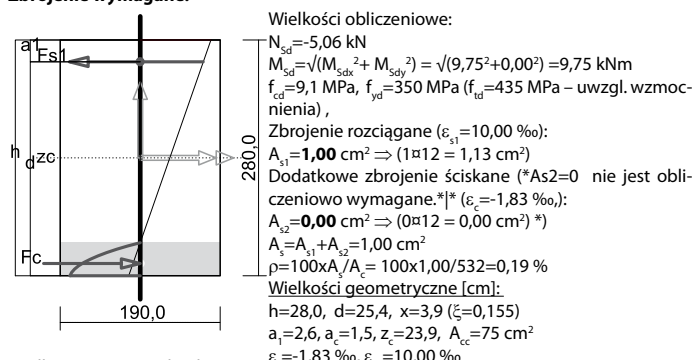
Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**

Momenty zginające:  $M_x = -0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Siły poprzeczne:  $V_x = 0,00 \text{ kN}$ ,  $V_y = 0,00 \text{ kN}$

Siła osiowa:  $N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd}$

### Zbrojenie wymagane:



### Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_x = -43,13$ ,  $F_{s1} = 38,08$

$M_c = 5,41$ ,  $M_{s1} = 4,34$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_x + F_{s1} = -43,13 + (38,08) = -5,06 \text{ kN}$  ( $N_{sd} = -5,06 \text{ kN}$ )

$M_c + M_{s1} = 5,41 + (4,34) = 9,75 \text{ kNm}$  ( $M_{sd} = 9,75 \text{ kNm}$ )

Długości wyobceniowe pręta:

- przy wyobczeniach w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwym

ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta \cdot l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,600 \text{ m}$   
 podatności węzłów:  $\kappa_a = 0,000 \Rightarrow \kappa_b = (1/\kappa_a - 1) = \infty$ ,  $\kappa_c = 1,000 \Rightarrow \kappa_d = (1/\kappa_c - 1) = 0,000$   
 $\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3\kappa) = 2 + 1/(3 \cdot \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \times 3,600 = 7,200 \text{ m}$

- przy wyobczeniach w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta swobodnego:

ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta \cdot l_{col}$ ,  $l_{col} = 3,600 \text{ m}$   
 podatności węzłów:  $\kappa_a = 1,000 \Rightarrow \kappa_b = (1/\kappa_a - 1) = 0,000$ ,  $\kappa_c = 1,000 \Rightarrow \kappa_d = (1/\kappa_c - 1) = 0,000$   
 $\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,600 = 3,600 \text{ m}$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

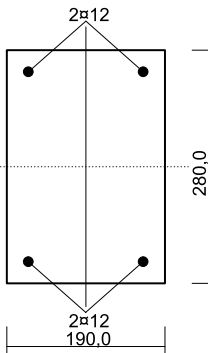
mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 3,600 \text{ m}$ ,  $h = 0,280 \text{ m}$ ,  $n = 1$ )

$$e_s = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} (1 + 1/n), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,012, 0,009, 0,010 \rangle = 0,012 \text{ m}, \text{ przyjęto: } e_s = 0,022 \text{ m}$$





**Cechy przekroju:**



Wymiary przekroju [cm]:  
 h=28,0, b=19,0  
 Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej  
**BETON: B20**  
 $f_{ck} = 16,0$  MPa,  $f_{cd} = \alpha_{fck} / \gamma_c = 0,85 \times 16,0 / 1,50 = 9,1$  MPa  
 Cechy geometryczne przekroju betonowego:  
 $A_c = 532$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx} = 34757$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy} = 16004$  cm<sup>4</sup>  
**STAŁ: A-III (34GS)**  
 $f_y = 410$  MPa,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{yd} = 350$  MPa  
 $\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667$   
 Zbrojenie główne:  
 $A_{s1} + A_{s2} = 4,52$  cm<sup>2</sup>,  $\rho = 100(A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 4,52 / 532 = 0,85\%$   
 $J_{sx} = 588$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy} = 215$  cm<sup>4</sup>

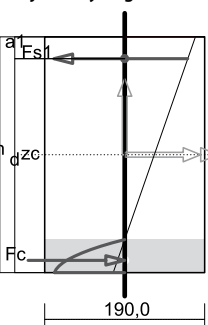
**Siły przekrojowe:**

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **W**  
 Momenty zginające:  $M_x = 2,30$  kNm,  $M_y = 0,00$  kNm  
 Siły poprzeczne:  $V_y = 3,06$  kN,  $V_x = 0,00$  kN  
 Siła osiowa:  $N = -2,11$  kN =  $N_{sd}$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:  
 $e_{ey} = M_x / N = (2,30) / (-2,11) = -1,090$  m  
 $M_{sdx} = \eta_x (e_{ey} + e_{ey}) N = 1,012 \times (-0,022 - 1,090) \times (-2,11) = 2,37$  kNm

**Zbrojenie wymagane:**



Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -4,21$  kN  
 $M_{sdx} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(9,39^2 + 0,00^2)} = 9,39$  kNm  
 $f_{cd} = 9,1$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa - uwzgl. wzmocnienia)  
 Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_s = 10,00$  ‰):  
 $A_{s1} = 0,97$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  ( $1 \times 12 = 1,13$  cm<sup>2</sup>)  
 Dodatkowe zbrojenie ściskane (\*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.)\* ( $\epsilon_c = -1,77$  ‰):  
 $A_{s2} = 0,00$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  ( $0 \times 12 = 0,00$  cm<sup>2</sup> \*)  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,97$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 0,97 / 532 = 0,18$  %  
**Wielkości geometryczne [cm]:**  
 h=28,0, d=25,4, x=3,8 ( $\xi = 0,150$ )  
 $a_1 = 2,6$ ,  $a_2 = 1,4$ ,  $z = 24,0$ ,  $A_{cc} = 73$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -1,77$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 10,00$  ‰

**Wielkości statyczne [kN, kNm]:**

$F_c = -41,13$ ,  $F_{s1} = 36,91$   
 $M_c = 5,18$ ,  $M_{s1} = 4,21$

**Warunki równowagi wewnętrznej:**

$F_c + F_{s1} = -41,13 + (36,91) = -4,21$  kN ( $N_{sd} = -4,21$  kN)  
 $M_c + M_{s1} = 5,18 + (4,21) = 9,39$  kNm ( $M_{sdx} = 9,39$  kNm)

**Długości wybocheniu pręta:**

- **przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:**  
 podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwnym ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta l_{col} = 3,000$  m  
 podatności węzłów:  $k_1 = 0,000 \Rightarrow k_A = (1/k_1 - 1) = \infty$ ,  $k_2 = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/k_2 - 1) = 0,000$   
 $\Rightarrow \beta = 2 + 1 / (3k) = 2 + 1 / (3 \times \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \times 3,000 = 6,000$  m

- **przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:**  
 podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta swobodnego: ze wzoru (C.1)  $l_0 = \beta l_{col} = 3,000$  m  
 podatności węzłów:  $k_1 = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/k_1 - 1) = 0,000$ ,  $k_2 = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/k_2 - 1) = 0,000$ ,  
 $\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 3,000 = 3,000$  m  
 Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

- **w płaszczyźnie ustroju:**

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 3,000$  m,  $h = 0,280$  m,  $n = 1$ )

$$e_s = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} (1 + 1/n), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,010, 0,009, 0,010 \rangle = 0,010$$

przyjęto:  $e_s = 0,022$  m

mimośród statyczny:

$$M_{max} = \max M_{sd} = 9,19$$
 kNm,  $N_{sd} = -4,21$  kN  $\Rightarrow e_e = |M_{max} / N| = |9,19 / (-4,21)| = 2,183$  m,

mimośród początkowy:  $e_e + e_s = 0,022 + 2,183 = 2,205$  m,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wybocheniowa:  $l_0 = 6,000$  m (obliczona wg PN),
- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 29,0 \times 10^6$  kPa,
- momenty bezwładności:  $I_c = 3,4757 \times 10^4$  m<sup>4</sup>,  
 $I_s = 0,0588 \times 10^4$  m<sup>4</sup> (dla zbrojenia rzeczywistego),
- $e_0 / h = \max \langle (e_e + e_s) / h, 0,05, 0,5 - 0,01 (l_0 / h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 7,875, 0,05, 0,195 \rangle = 7,875$ ,
- $k_{it} = 1 + 0,5 (N_{sd} / N_{sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$ ,

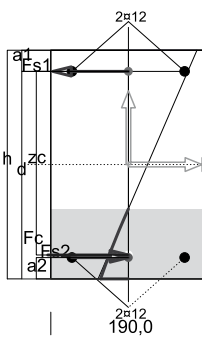
$$N_{crit} = \left[ \frac{9}{l_0^2} \frac{E_{cm} I_c}{2k_{it}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_0}{h}} + 0,1 \right) + E I_s \right] = \frac{9}{7,200^2} \left[ \frac{2,900 \cdot 10^7 \times 3,476 \cdot 10^3}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 7,875} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^6 \times 5,879 \cdot 10^3 \right] = 365,65$$
 kN

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{sd} / N_{crit}} = \frac{1}{1 - (4,21 / 365,65)} = 1,012$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju: uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**



Wielkości obliczeniowe:  
 $N_{sd} = -4,21$  kN  
 $M_{sdx} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(9,39^2 + 0,00^2)} = 9,39$  kNm  
 $f_{cd} = 9,1$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa ( $f_{td} = 435$  MPa - uwzgl. wzmocnienia)  
 Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup>  
 Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>  
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52$  cm<sup>2</sup>  
 $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,52 / 532 = 0,85\%$   
**Wielkości geometryczne [cm]:**  
 h=28,0, d=25,4, x=8,5 ( $\xi = 0,335$ )  
 $a_1 = 2,6$ ,  $a_2 = 2,6$ ,  $a_3 = 2,9$ ,  $z = 22,5$ ,  $A_{cc} = 162$  cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c = -0,44$  ‰,  $\epsilon_{s2} = -0,30$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 0,87$  ‰  
**Wielkości statyczne [kN, kNm]:**  
 $F_c = -29,88$ ,  $F_{s1} = 39,45$ ,  $F_{s2} = -13,78$   
 $M_c = 3,32$ ,  $M_{s1} = 4,50$ ,  $M_{s2} = 1,57$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 21,16$$
 kNm  $>$   $M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 3,32 + (4,50) + (1,57) = 9,39$  kNm

**Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)**

zadanie WAFLOOR-RDZEN-300-II, pręt nr 1  
 Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 6$  mm ze stali A-0, dla której  $f_{ywd} = 190$  MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck} / f_{yk}} = 0,08 \times \sqrt{16 / 410} = 0,00078$$

Rozstaw strzemion:

**Strefa nr 1**

Początek i koniec strefy:  $x_0 = 0,0$ ,  $x_0 = 300,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 254 = 191$$
,  $s_{max} \leq 400$  mm

przyjęto  $s_{max} = 191$  mm

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **19,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{s b_w \sin \alpha} = 0,57 / (19,0 \times 19,0 \times 1,000) = 0,00156$$

$$\rho_w = 0,00156 > 0,00078 = \rho_{w,min}$$

**Ścinanie**

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:

$$x_0 = 0,0$$
,  $x_0 = 42,9$  cm

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = -4,21$$
;  
 $V_{sd,max} = 6,12$  kN  
 $V_{sd} = 5,61$  kN

Siła poprzeczna w odległości  $d$  od podpory wynosi:

**Rodzaj odcinka:**

$$\rho_L = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{2,26}{19,0 \times 25,4} = 0,00469$$
;  $\rho_L \leq 0,01$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00469$ .

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 4,21 / 532,00 \times 10 = 0,08$$
 MPa  $\sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,08$  MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = [0,35 \times 1,35 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00469) + 0,15 \times 0,08] \times 19,0 \times 25,4 \times 10^{-1} = 29,05$$
 kN

$$V_{sd} = 5,61 < 29,05 = V_{Rd1}$$

**Nośność odcinka I-go rodzaju:**

$$V_{sd} = 5,61 < 29,05 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{ctd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 9,1 \times 19,0 \times 22,5 \times 10^{-1} = 109,23$$
 kN

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,08 / 9,1 = 1,009$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,009 \times 109,23 = 110,18$$
 kN

Przyjęto  $V_{Rd2,red} = 109,23$  kN

$$V_{sd} = 6,12 < 109,23 = V_{Rd2,red}$$

**Nośność zbrojenia podłużnego**

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd2} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 6,12 \times (1,000) = 3,06$$
 kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 39,45 + 3,06 = 42,51$$
 kN;



# MURY WAFLOR

$F_{td} \leq F_{td,max} = 39,45 \text{ kN}$   
 Przyjęto  $F_{td} = 39,45 \text{ kN}$   
 $F_{td} = 39,45 < 79,17 = 2,26 \times 350 \times 10^{-1} = A_s \cdot f_{yd}$

### Zarysowanie

Położenie przekroju:  $x = 0,00 \text{ m}$   
 Siły przekrojowe:  $M_{sd} = -6,12 \text{ kNm}$   
 $N_{sd} = -3,83 \text{ kN}$   
 $V_{sd} = 4,08 \text{ kN}$   
 $e = 162,1 \text{ cm}$   
 Wymiary przekroju:  $b_w = 19,0 \text{ cm}$   
 $d = h - a_1 = 28,0 - 2,6 = 25,4 \text{ cm}$   
 $A_c = 532 \text{ cm}^2$   
 $W_c = 2483 \text{ cm}^3$

### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_s \cdot k_f \cdot f_{ct,eff} \cdot A_c / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 274 / 280 = 0,74 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 2,26 > 0,74 = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W_c = 1,9 \times 2483 \times 10^{-3} = 4,72 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{F_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{1,9}{162,1 / 2482,67 - 1 / 532,00} \times 10^{-1} = -3,00 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 3,83 > 3,00 = N_{cr}$$

### Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 2,26 / 123 = 0,01832$$

$$s_{r,sm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,01832 = 115,52$$

$$e_{r,sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 113,99 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-3,00 / 3,83)^2] = 0,00040$$

$$w_k = \beta \cdot s_{r,sm} \cdot e_{r,sm} = 1,7 \times 115,52 \times 0,00040 = 0,08 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,08 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cn}}{1 + \Phi(t, t_0)} = \frac{2900}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W_c = 1,9 \times 2483 \times 10^{-3} = 4,72 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -6,12 \text{ kNm}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -6,12 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_1 = 14,0 \text{ cm}$ ,  $I_1 = 46921 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 7,8 \text{ cm}$$
,  $I_{II} = 18767 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm,II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{sd} / (M_{sd} - M_{cr}))^2 (1 - I_{II} / I_1)} = \frac{9667 \times 18767}{1 - 1,0 \times 0,5 (4,72 / (6,12 - 4,72))^2 \times (1 - 18767 / 46921)} \times 10^{-5} = 2207 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 3,00 \text{ cm}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{z,d} = 4,1 \text{ mm}$$

$$a = 4,1 < 15,0 = a_{lim}$$

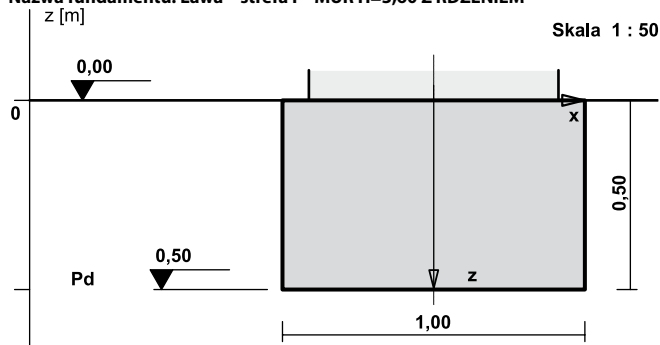
Wnioski:

**W II strefie wiatrowej z zachowaniem warunków normowych można budować mury z rdzeniami żelbetowymi co 1,5 m do wysokości 3,0 m – 10 warstw. Rdzenie zbroić prętami 4012 / stal 34GS / oraz strzemiionami 06 co 19 cm. Stosować beton minimum klasy B20 MPa.**

### Sprawdzenie posadowienia muru z rdzeniem.

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny. Wymiary przekroju fundamentu: szerokość – 1,00 m, wysokość – 0,50 m.

Nazwa fundamentu: Ława – strefa I – MUR H=3,60 Z RDZENIEM



## 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_p = 0,00 \text{ m}$

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p / I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

## 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: ściana

Szerokość:  $b = 0,40 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

## 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$ [-]
1	D	18,4	3,3	5,88	1,00

## 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: B20

## 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50 \text{ m}$

Kształt fundamentu: prosty

Szerokość:  $B = 1,00 \text{ m}$ , wysokość:  $H = 0,50 \text{ m}$ , mimośród:  $E = 0,00 \text{ m}$

## 6. STAN GRANICZNY I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,64	0,94

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,00 \text{ m}$ ,  $L = 10,00 \text{ m}$

Poziom posadowienia:  $H = 0,50 \text{ m}$

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 18,43 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00 \text{ m}$

siła pozioma:  $H_x = 3,27 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$

moment:  $M_y = 5,88 \text{ kNm/m}$

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 13,49 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (18,43 + 13,49) \cdot 10,00 = 319,19 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-18,43 \cdot 0,00 + 3,27 \cdot 0,50 + 5,88 + 0,00) \cdot 10,00 = 75,15 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_y = |M_t / N_t| = 75,15 / 319,19 = 0,24 \text{ m}$$

$$e_y = 0,24 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_y = 1,00 - 2 \cdot 0,24 = 0,53 \text{ m}, L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{min} = 0,50 \text{ m}$

obciążenie:  $\rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(0)} = \Phi_{u(0)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \text{ spójność: } c_{u(0)} = c_{u(0)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94, N_c = 24,59, N_g = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 3,27 \cdot 10,00 / 319,19 = 0,1024, \text{ tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(0)} = 0,1024 / 0,5175 = 0,198$$

$$i_b = 0,70, i_c = 0,81, i_d = 0,83$$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02, m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,08$$

Opór graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot i_c + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_d + m_d \cdot N_g \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 615,21 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 319,19 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 615,21 = 498,32 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,04 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$   
 Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,04 + 0 \cdot 0,00 = 0,04$  cm  
 Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

**8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU**

**8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie**

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

**8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 18$  kN/m, moment:  $M_f = 1,64$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_f = |M_f/N_f| = 0,09$  m

Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$V_{sd} = 0$  kN/m <  $V_{rd} = 435$  kN/m

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

**8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie**

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	2	64

**8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 18$  kN/m, moment:  $M_f = 1,64$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_f = |M_f/N_f| = 0,09$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 63,5 + 36,5) \cdot 0,09 = 2$  kNm/m

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

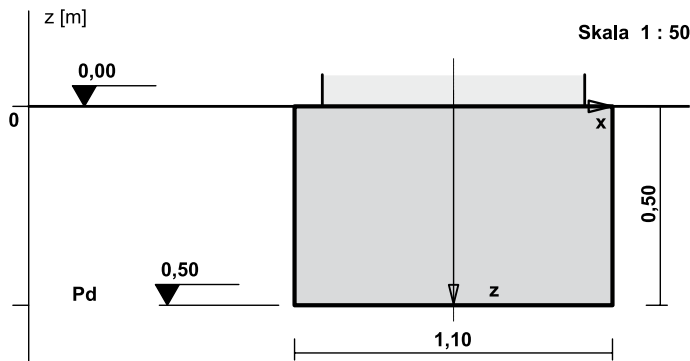
$M_{sd} = 2$  kNm/m <  $M_{rd} = 64$  kNm/m

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

**Nazwa fundamentu: Ława – strefa II – MUR H=3,00 Z RDZENIEM**

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny.

Wymiary przekroju fundamentu: szerokość – 1,10 m, wysokość – 0,50 m.



**1. PODŁOŻE GRUNTOWE**

**1.1. Teren**

Poziom terenu: istniejący  $z_1 = 0,00$  m, projektowany  $z_{tp} = 0,00$  m

**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p/I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

**2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE**

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,40$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$  m,  $y_1 = -5,00$  m,  $x_2 = 0,00$  m,  $y_2 = 5,00$  m

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

**3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI**

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	15,4	4,1	6,10	1,00

**4. MATERIAŁ**

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: B20

**5. WYMIARY FUNDAMENTU**

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 1,10$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

**6. STAN GRANICZNY I**

**6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,61	0,98

**6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1**

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 1,10$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 15,40$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 4,10$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m

moment:  $M_y = 6,10$  kNm/m

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 14,84$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenia pionowe:

$N_f = (N + G) \cdot L = (15,40 + 14,84) \cdot 10,00 = 302,38$  kN

Moment względem środka podstawy:

$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-15,40 \cdot 0,00 + 4,10 \cdot 0,50 + 6,10 + 0,00) \cdot 10,00 = 81,50$  kNm

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_f = |M_f/N_f| = 81,50/302,38 = 0,27$  m

$e_f = 0,27$  m <  $0,28$  m

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_f = 1,10 - 2 \cdot 0,27 = 0,56$  m,  $L' = L = 10,00$  m

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(1)} = 1,48$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{min} = 0,50$  m

obciążenie:  $\rho_{D(1)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28$  kPa

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{u(1)} = \Phi_{u(1)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ$ , spójność:  $c_{u(1)} = c_{u(1)} \cdot \gamma_m = 0,00$  kPa

$N_B = 4,94$ ,  $N_C = 24,59$ ,  $N_D = 13,73$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_f = 4,10 \cdot 10,00 / 302,38 = 0,1356$ ,  $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(1)} = 0,1356 / 0,5175 = 0,262$

$i_B = 0,62$ ,  $i_C = 0,76$ ,  $i_D = 0,78$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(1)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57$  kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99$ ,  $m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,02$ ,  $m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,08$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{f(1)} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(1)} \cdot i_C + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{D(1)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{B(1)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 611,54$  kN

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_f = 302,38$  kN <  $m \cdot Q_{f(1)} = 0,81 \cdot 611,54 = 495,35$  kN

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**7. STAN GRANICZNY II**

**7.1. Osiadanie fundamentu**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,03$  cm

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,03 + 0 \cdot 0,00 = 0,03$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

**8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU**

**8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie**

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	1	435	-

**8.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_f = 15$  kN/m, moment:  $M_f = 2,05$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_f = |M_f/N_f| = 0,13$  m

Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0,5 \cdot (54,4 + 53,0) \cdot 0,02 = 1$  kN/m

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435$  kN/m

$V_{sd} = 1$  kN/m <  $V_{rd} = 435$  kN/m

**Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.**

**8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie**



## MURY WAFLOR

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		M [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	3	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 15$  kN/m, moment:  $M_r = 2,05$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_r/N_r| = 0,13$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 54,4 + 28,7) \cdot 0,12 = 3$  kNm/m

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64$  kNm/m

$M_{sd} = 3$  kNm/m <  $M_{rd} = 64$  kNm/m

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4 x  $\Phi 12$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

Wnioski:

1. Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem i rdzeniami co 1,5 m wynosi: 3,60 m / 12 warstw / dla I strefy wiatrowej.
2. Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem i rdzeniami co 1,5 m wynosi: 3,00 m / 10 warstw / dla II strefy wiatrowej.
3. Mury z kształtek WAFLOR układać na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych bezpośrednio w gruncie na poziomie 50 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoistych ławy posadowić na podsypce piaskowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.  
Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w I strefie wiatrowej: 1,00 m.  
Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w II strefie wiatrowej: 1,10 m.
4. W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
5. Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.



CHARAKTERYSTYKA

- średnica:	30 cm
- szerokość:	20 cm
- wysokość:	20 cm
- pojemność:	5 dm <sup>3</sup>
- masa:	14 kg/szt.
- norma układania:	25 szt./m <sup>2</sup> , 5 szt./mb.
- beton:	LC12/13

1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011- Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem,
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”,
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.

2. OBCIĄŻENIA

2.1. Obciążenia poziome:

$$p = p_k \cdot \gamma_f$$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$$

- I strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,30 \text{ kPa}$
- II strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0,42 \text{ kPa}$

Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 0,6$  dla wysokości do 2 m nad terenem  
 $C_e = 0,8$  dla wysokości do 6 m nad terenem  
 Do obliczeń przyjęto:  $C_e = 0,8$

Współczynnik działania porywów wiatru:  $\beta$   
 - okres drgań własnych muru:  $T = 0,015 \text{ H}$   
 Przy założonej maksymalnej wysokości muru:  $6 \text{ m} \Rightarrow T = 0,015 \cdot 6,0 = 0,09 \text{ s}$   
 Logarytmiczny dekrement tłumienia:  $\Delta = 0,3$   
 Z tabeli 1 PN -77/B-02011 wynika, że mury w zakresie wysokości do 6 m są budowlami niepodatnymi na dynamiczne działanie wiatru:  $\beta = 1,8$

Współczynnik aerodynamiczny:  $C$   
 Dla średniej wartości  $L / H = 10 \text{ m}$ , przyjęto:  $C = 1,5$   
 Charakterystyczne obciążenie wiatrem:

$$p_k = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,648 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p_k = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 0,907 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

Obliczeniowe obciążenie wiatrem:

$$p = 1,5 \cdot 0,648 = 0,972 \text{ kPa} \quad \text{dla I strefy}$$

$$p = 1,5 \cdot 0,907 = 1,361 \text{ kPa} \quad \text{dla II strefy}$$

2.2. Obciążenia pionowe:

Ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z pustaków BELLAFLOR-MINI wynosi:  $0,14 \cdot 25 = 3,50 \text{ kN}$   
 Jako wariant bardziej niekorzystny przyjęto zasypkę z ziemi ogrodowej o ciężarze:  $12 \text{ kN/m}^3$   
 Objętość wypełnienia jednego pustaka:  $V_1 = 0,005 \text{ m}^3$   
 Ciężar zasypki na 1 m<sup>2</sup> muru:  $25 \cdot 0,005 \cdot 12 = 1,5 \text{ kN}$   
 Całkowity ciężar 1 m<sup>2</sup> muru z wypełnieniem:  $G = 3,50 + 1,50 = 5,00 \text{ kN}$

2.3. Sprawdzenie stateczności muru dla maksymalnej wysokości

Warunek równowagi dla ustawienia o maksymalnej szerokości muru 0,30 m:  
 Stateczność będzie zapewniona, gdy odrywanie od podłoża będzie występowało w strefie mniejszej niż B/4.  
 $\sigma = P/S - M/W > 0$

$$M_u = 5,00 \cdot h \cdot 0,30 / 2 = 0,75 \cdot h \quad \text{kNm}$$

$$M_w = 0,972 \cdot h^2 / 2 = 0,486 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy I}$$

$$M_w = 1,361 \cdot h^2 / 2 = 0,681 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy II}$$

Napężenia w skrajnych punktach:

**strefa I - dla h = 0,80 m**  $\sigma_1 = 50,9 \text{ kPa}$   $\sigma_2 = -13,9 \text{ kPa}$

**strefa II - dla h = 0,60 m**  $\sigma_1 = 39,4 \text{ kPa}$   $\sigma_2 = -11,7 \text{ kPa}$

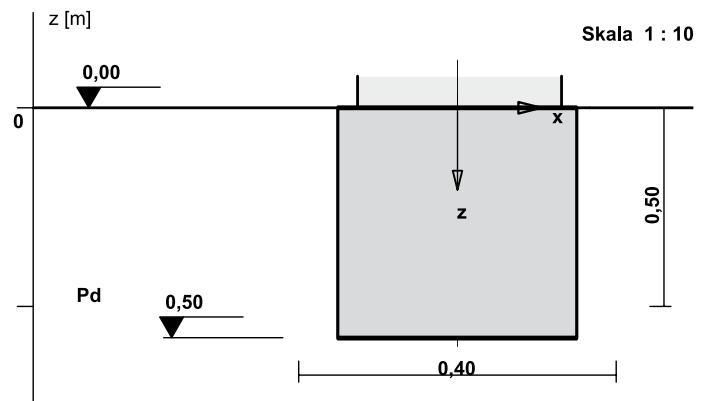
2.4. Sprawdzenie muru na przesunięcie

Sprawdzenie wykonano dla maksymalnej wysokości wyznaczonej z warunku stateczności, dla II strefy obciążenia wiatrem.  
 Współczynnik tarcia dla powierzchni: beton gładki / beton gładki wynosi 0,6 / zał. 2 tab. Z2-1 do PN -82/B-0.003/.  
 Współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 0,8 \cdot 5,00 \cdot 0,6 / (1,361 \cdot 0,80) = 2,20$   
 Dla wyznaczonej wysokości muru nie wystąpi przesunięcie kształtek.

2.5. Sprawdzenie posadowienia

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony - piasek drobny. Wymiary przekroju fundamentu: szerokość - 0,40 m, wysokość - 0,50 m.

Nazwa fundamentu: ława - strefa I



1. PODŁOŻE GRUNTOWE

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_i = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_{ip} = 0,00 \text{ m}$

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p/I_s$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,30 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, y_1 = -5,00 \text{ m}, x_2 = 0,00 \text{ m}, y_2 = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: } \phi = 0,00^\circ$$

3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	y
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	4,0	0,8	0,30	1,00



# MURY BELLAFLOR

## 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

## 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_r = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,40$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

## 6. STAN GRANICZNY I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,45	0,76

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,40$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do jednostki długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 4,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 0,80$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m

moment:  $M_y = 0,30$  kNm/m

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 5,40$  kN/m, moment:  $M_{Gy} = 0,00$  kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_t = (N + G) \cdot L = (4,00 + 5,40) \cdot 10,00 = 93,96 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-4,00 \cdot 0,00 + 0,80 \cdot 0,50 + 0,30 + 0,00) \cdot 10,00 = 7,10 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_t / N_t| = 7,10 / 93,96 = 0,08 \text{ m}$$

$$e_r = 0,08 \text{ m} < 0,10 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,40 - 2 \cdot 0,08 = 0,25 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50$  m

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wew.: } \Phi_{(0)} = \Phi_{(0)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{(0)} = c_{(0)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94, \quad N_c = 24,59, \quad N_g = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 0,80 \cdot 10,00 / 93,96 = 0,0851, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{(0)} = 0,0830 / 0,5175 = 0,160$$

$$i_b = 0,76, \quad i_c = 0,85, \quad i_g = 0,86$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_g = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,04$$

Odpor graniczny podłoża:

$$Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{(0)} \cdot i_c + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_b + m_g \cdot N_g \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_g) = 256,66 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 93,96 \text{ kN} < m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 256,66 = 207,90 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,01$  cm

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,01 + 0 \cdot 0,00 = 0,01$  cm

Sprawdzenie warunku osiadania: **Warunek nie jest określony.**

## 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 4$  kN/m, moment:  $M_t = 0,40$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_t / N_t| = 0,10 \text{ m}$$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 4$  kN/m, moment:  $M_t = 0,40$  kNm/m

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_t / N_t| = 0,10$  m

Zginanie ławy w przekroju 1:

$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 2,6 + 30,0) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$$

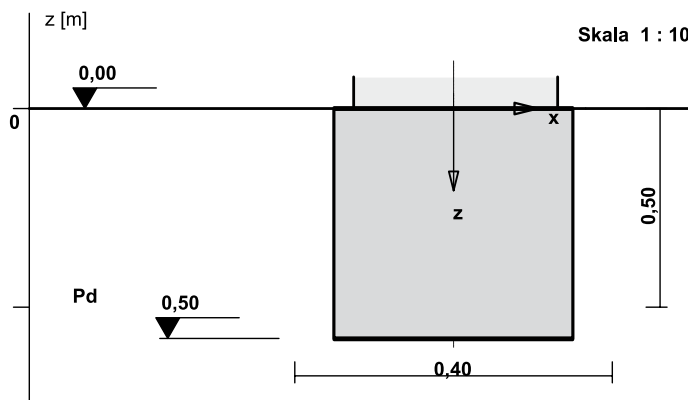
Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

### Nazwa fundamentu: ława - strefa II



## 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_i = 0,00$  m, projektowany  $z_{ip} = 0,00$  m

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	$I_p / I_L$	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

## 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,30$  m, długość:  $l = 10,00$  m

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -5,00 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 5,00 \text{ m}$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

## 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00$  m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	$\gamma$
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	3,0	0,8	0,25	1,00

## 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**

Klasa betonu: B20

## 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_r = 0,50$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,40$  m, wysokość:  $H = 0,50$  m, mimośród:  $E = 0,00$  m

## 6. STAN GRANICZNY I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,50	0,43	0,79

### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,40$  m,  $L = 10,00$  m

Poziom posadowienia:  $H = 0,50$  m

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 3,00$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00$  m

siła pozioma:  $H_x = 0,82$  kN/m, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50$  m

moment:  $M_t = 0,25 \text{ kNm/m}$

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $G = 5,40 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_t = (N + G) \cdot L = (3,00 + 5,40) \cdot 10,00 = 83,96 \text{ kN}$

Moment względem środka podstawy:

$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-3,00 \cdot 0,00 + 0,82 \cdot 0,50 + 0,25 + 0,00) \cdot 10,00 = 6,60 \text{ kNm}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_t = |M_t / N_t| = 6,60 / 83,96 = 0,08 \text{ m}$

$e_t = 0,08 \text{ m} < 0,10 \text{ m}$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_t = 0,40 - 2 \cdot 0,08 = 0,24 \text{ m}$ ,  $L' = L = 10,00 \text{ m}$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,48 \text{ t/m}^3$ , min. wysokość:  $D_{\min} = 0,50 \text{ m}$

obciążenie:  $\rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,48 \cdot 9,81 \cdot 0,50 = 7,28 \text{ kPa}$

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{u(0)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ$ , spójność:  $c_{u(0)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$

$N_B = 4,94$ ,  $N_C = 24,59$ ,  $N_D = 13,73$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 0,82 \cdot 10,00 / 83,96 = 0,0977$ ,  $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(0)} = 0,0977 / 0,5175 = 0,189$

$i_B = 0,72$ ,  $i_C = 0,82$ ,  $i_D = 0,84$

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99$ ,  $m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01$ ,  $m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,04$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{n(B)} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(0)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 241,66 \text{ kN}$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_t = 83,96 \text{ kN} < m \cdot Q_{n(B)} = 0,81 \cdot 241,66 = 195,74 \text{ kN}$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. STAN GRANICZNY II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,01 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,01 + 0 \cdot 0,00 = 0,01 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania: **Warunek nie jest określony.**

## 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		$V$ [kN/m]	$V_r$ [kN/m]	$V_s$ [kN/m]
* 1	1	0	435	-

### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 3 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 0,41 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_t = |M_t / N_t| = 0,14 \text{ m}$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,50 = 435 \text{ kN/m}$

$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 435 \text{ kN/m}$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		$M$ [kNm/m]	$M_r$ [kNm/m]
* 1	1	0	64

### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_t = 3 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_t = 0,41 \text{ kNm/m}$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_t = |M_t / N_t| = 0,14 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 32,2 + 26,1) \cdot 0,00 = 0 \text{ kNm/m}$

Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,25 = 64 \text{ kNm/m}$

$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 64 \text{ kNm/m}$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

## Wnioski:

1. Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem wynosi: 0,80 m / 4 warstw / dla I strefy wiatrowej.
2. Maksymalna wysokość muru z pustakami zasypianymi gruntem wynosi: 0,60 m / 3

warstw / dla II strefy wiatrowej.

3. Mury z kształtek BELLAFLOR układać na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych bezpośrednio w gruncie na poziomie 50 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoiстых ławy posadowić na podsypce piaskowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.  
Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w I strefie wiatrowej: 0,40 m.  
Szerokość ławy dla maksymalnej wysokości w II strefie wiatrowej: 0,40 m.
4. W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
5. Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.

## MURY LUSAMUR



### CHARAKTERYSTYKA

LUSAMUR	
- długość:	25 cm
- szerokość:	23 cm
- wysokość:	13 cm
- pojemność:	--- dm <sup>3</sup>
- masa:	16,5 kg/szt.
- norma układania:	30,7 szt./m <sup>2</sup> , 4 szt./mb.
- beton:	c30/37
LUSAMUR 1/2	
- długość:	12,5 cm
- szerokość:	23 cm
- wysokość:	13 cm
- pojemność:	--- dm <sup>3</sup>
- masa:	8,5 kg/szt.
- norma układania:	61,5 szt./m <sup>2</sup> , 8 szt./mb.
- beton:	c30/37

### 1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ:

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011- Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem.
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”.
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.

### 2. OBCIĄŻENIA.

#### 2.1. Obciążenia poziome:

$$P = P_k \cdot \gamma_f$$

$$P_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$$

- I strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0.30 \text{ kPa}$

- II strefa obciążenia wiatrem:  $q_k = 0.42 \text{ kPa}$

Współczynnik ekspozycji:  $C_e = 0.6$  dla wysokości do 2 m nad terenem  
 $C_e = 0.8$  dla wysokości do 6 m nad terenem

Do obliczeń przyjęto:  $C_s = 0.8$

Współczynnik działania porywów wiatru:  $\beta$

- okres drgań własnych muru:  $T = 0.015 H$

Przy założonej maksymalnej wysokości muru: 6 m  $\Rightarrow T = 0.015 \cdot 6.0 = 0.09 \text{ s}$

Logarytmiczny dekrement tłumienia:  $\Delta = 0.3$

Z tabeli 1 PN -77/B-02011 wynika, że mury w zakresie wysokości do 6 m są budowlami niepodatnymi na dynamiczne działanie wiatru:  $\beta = 1.8$

Współczynnik aerodynamiczny: C

Dla średniej wartości L / H = 10 m, przyjęto:  $C = 1.5$

Charakterystyczne obciążenie wiatrem:

$p_k = 0.3 \cdot 0.8 \cdot 1.5 \cdot 1.8 = 0.648 \text{ kPa}$  dla I strefy

$p_k = 0.42 \cdot 0.8 \cdot 1.5 \cdot 1.8 = 0.907 \text{ kPa}$  dla II strefy

Obliczeniowe obciążenie wiatrem:

$p = 1.5 \cdot 0.648 = 0.972 \text{ kPa}$  dla I strefy

$p = 1.5 \cdot 0.907 = 1.361 \text{ kPa}$  dla II strefy

**2.2. Obciążenia pionowe:**

Ciążar 1 m<sup>2</sup> muru o grubości 23 cm z pustaków LUSAMUR wynosi:  $0.165 \cdot 30.7 = 5.06 \text{ kN/m}^2$

**2.3. Sprawdzenie stateczności muru dla maksymalnej wysokości.**

Warunek równowagi dla ustawienia o maksymalnej szerokości muru 0.23 m:

Stateczność będzie zapewniona gdy odrywanie od podłoża będzie występowało w strefie mniejszej niż B/4.

$$\sigma = P/S - M/W > 0$$

$$M_u = 5.06 \cdot h \cdot 0.23/2 = 0.58 \cdot h \quad \text{kNm}$$

$$M_w = 0.972 \cdot h^2 / 2 = 0.486 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy I.}$$

$$M_w = 1.361 \cdot h^2 / 2 = 0.681 \cdot h^2 \quad \text{kNm} \quad \text{- dla strefy II.}$$

Naprężenia w skrajnych punktach:

**strefa I - dla h = 0.78 m**  $\sigma_1 = 51.6 \text{ kPa}$   $\sigma_2 = -15.5 \text{ kPa}$

**strefa II - dla h = 0.52 m**  $\sigma_1 = 32.9 \text{ kPa}$   $\sigma_2 = -8.9 \text{ kPa}$

**2.4. Sprawdzenie muru na przesunięcie.**

Sprawdzenie wykonano dla maksymalnej wysokości wyznaczonej z warunku stateczności, dla II strefy obciążenia wiatrem.

Współczynnik tarcia dla powierzchni: beton gładki / beton gładki wynosi 0.6 / zał. 2 tab. Z2-1 do PN -82/B-0.003/.

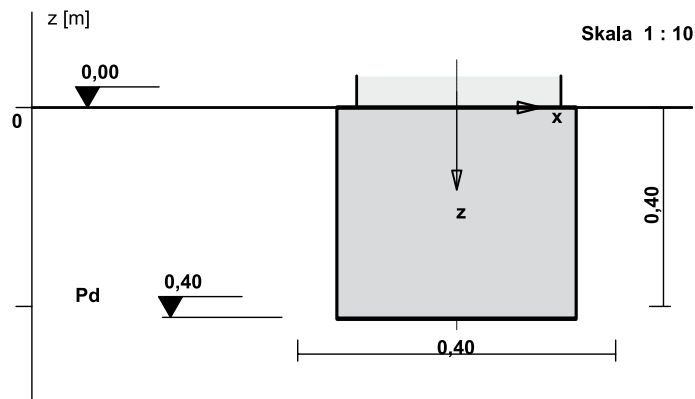
Współczynnik bezpieczeństwa wynosi:  $n = 5.06 \cdot 0.52 \cdot 0.6 / (1.361 \cdot 0.52) = 2.23$

Dla wyznaczonej wysokości muru nie wystąpi przesunięcie kształtek.

### 2.5. Sprawdzenie posadowienia

Do obliczeń sprawdzających przyjęto grunt niespoisty, średniozagęszczony – piasek drobny. Wymiary przekroju fundamentu: szerokość – 0,40 m, wysokość – 0,40 m.

Nazwa fundamentu: **ława – strefa I**



### 1. PODŁOŻE GRUNTOWE

#### 1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący  $z_i = 0,00 \text{ m}$ , projektowany  $z_p = 0,00 \text{ m}$

#### 1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	$I_p/I_L$	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilgn.

### 2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość:  $b = 0,23 \text{ m}$ , długość:  $l = 10,00 \text{ m}$

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = -5,00 \text{ m}$ ,  $x_2 = 0,00 \text{ m}$ ,  $y_2 = 5,00 \text{ m}$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$

### 3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia:  $z_{obc} = 0,00 \text{ m}$

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]	$\gamma$ [-]
1	D	4,0	0,8	0,30	1,00

### 4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: B20

### 5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia:  $z_f = 0,40 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość:  $B = 0,40 \text{ m}$ , wysokość:  $H = 0,40 \text{ m}$ , mimośród:  $E = 0,00 \text{ m}$



6. STAN GRANICZNY I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,40	0,48	0,73

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: B = 0,40 m, L = 10,00 m  
 Poziom posadowienia: H = 0,40 m  
 Zestawienie obciążeń:  
 Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:  
 siła pionowa: N = 4,00 kN/m, mimośród względem podstawy fund. E = 0,00 m  
 siła pozioma: H<sub>x</sub> = 0,80 kN/m, mimośród względem podstawy fund. E<sub>z</sub> = 0,40 m  
 moment: M<sub>y</sub> = 0,30 kNm/m  
 Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:  
 siła pionowa: G = 4,32 kN/m, moment: M<sub>cy</sub> = 0,00 kNm/m

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu  
 Obciążenie pionowe:  
 $N_t = (N + G) \cdot L = (4,00 + 4,32) \cdot 10,00 = 82,66$  kN  
 Moment względem środka podstawy:  
 $M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{cy}) \cdot L = (-4,00 \cdot 0,00 + 0,80 \cdot 0,40 + 0,30 + 0,00) \cdot 10,00 = 6,00$  kNm  
 Mimośród siły względem środka podstawy:  
 $e_r = |M_t / N_t| = 6,00 / 82,66 = 0,07$  m  
 $e_r = 0,07$  m < 0,10 m

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**  
 Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego  
 Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:  
 $B' = B - 2 \cdot e_r = 0,40 - 2 \cdot 0,07 = 0,25$  m,  $L' = L = 10,00$  m

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):  
 średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(0)} = 1,49$  t/m<sup>3</sup>, min. wysokość:  $D_{min} = 0,40$  m  
 obciążenie:  $P_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,49 \cdot 9,81 \cdot 0,40 = 5,83$  kPa  
 Współczynniki nośności podłoża:  
 kąt tarcia wewn.:  $\Phi_{(0)} = \Phi_{(0)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ$ , spójność:  $c_{(0)} = c_{(0)} \cdot \gamma_m = 0,00$  kPa  
 $N_c = 4,94$ ,  $N_q = 24,59$ ,  $N_b = 13,73$   
 Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:  
 $\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 0,80 \cdot 10,00 / 82,66 = 0,0968$ ,  $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{(0)} = 0,0919 / 0,5175 = 0,178$   
 $i_c = 0,73$ ,  $i_q = 0,83$ ,  $i_b = 0,85$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:  
 $\rho_{B(0)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57$  kN/m<sup>3</sup>  
 Współczynniki kształtu:  
 $m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99$ ,  $m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01$ ,  $m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,04$   
 Odpór graniczny podłoża:  
 $Q_{NB} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{(0)} \cdot i_c + m_d \cdot N_q \cdot \rho_{D(0)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_q + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(0)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 213,87$  kN

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:  
 $N_t = 82,66$  kN <  $m \cdot Q_{NB} = 0,81 \cdot 213,87 = 173,24$  kN  
**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

7. STAN GRANICZNY II

**7.1. Osiadanie fundamentu**  
 Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,01$  cm  
 Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm  
 Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$   
 Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,01 + 0 \cdot 0,00 = 0,01$  cm  
 Sprawdzenie warunku osiadania:  
**Warunek nie jest określony.**

8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN/m]	V <sub>r</sub> [kN/m]	V <sub>s</sub> [kN/m]
* 1	1	0	348	-

8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:  
 Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:  
 siła pionowa: N<sub>t</sub> = 4 kN/m, moment: M<sub>y</sub> = 0,32 kNm/m  
 Mimośród siły względem środka podstawy:  
 $e_r = |M_y / N_t| = 0,08$  m  
 Przebiecie ławy w przekroju 1:  
 Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0$  kN/m  
 Nośność betonu na ścinanie:  $V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,40 = 348$  kN/m  
 $V_{sd} = 0$  kN/m <  $V_{rd} = 348$  kN/m  
**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
		M [kNm/m]	M <sub>r</sub> [kNm/m]
* 1	1	0	41

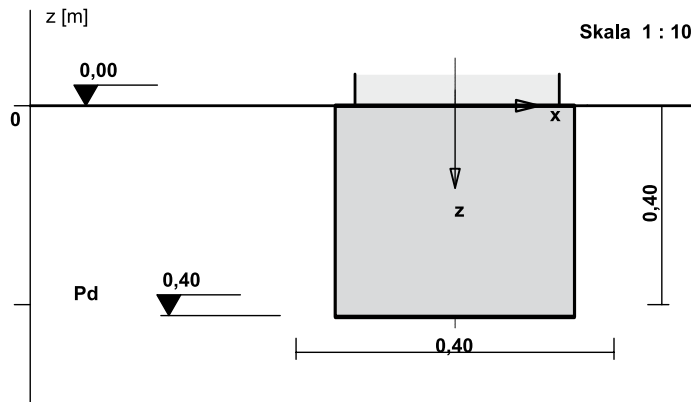
8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:  
 Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:  
 siła pionowa: N<sub>t</sub> = (N + G) · L = (2,60 + 4,32) · 10,00 = 69,16 kN

siła pionowa: N<sub>t</sub> = 4 kN/m, moment: M<sub>y</sub> = 0,32 kNm/m  
 Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_y / N_t| = 0,08$  m  
 Zginanie ławy w przekroju 1:  
 Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 32,4 + 22,8) \cdot 0,01 = 0$  kNm/m  
 Nośność betonu na zginanie:  $M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,16 = 41$  kNm/m  
 $M_{sd} = 0$  kNm/m <  $M_{rd} = 41$  kNm/m  
**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x Φ10 + strzemiona Φ6 co 30 cm.

Nazwa fundamentu: ława – strefa II



1. PODŁOŻE GRUNTOWE

**1.1. Teren**  
 Poziom terenu: istniejący z<sub>1</sub> = 0,00 m, projektowany z<sub>tp</sub> = 0,00 m  
**1.2. Warstwy gruntu**

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I <sub>v</sub> /I <sub>t</sub>	Stopień
	stropu [m]	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,50	m.wilg.

2. KONSTRUKCJA NA FUNDAMENCIE

Typ konstrukcji: **ściana**  
 Szerokość: b = 0,23 m, długość: l = 10,00 m  
 Współrzędne końców osi ściany:  
 x<sub>1</sub> = 0,00 m, y<sub>1</sub> = -5,00 m, x<sub>2</sub> = 0,00 m, y<sub>2</sub> = 5,00 m  
 Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: φ = 0,00°

3. OBCIĄŻENIE OD KONSTRUKCJI

Poziom redukcji obciążenia: z<sub>obc</sub> = 0,00 m  
 Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	y
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	2,6	0,7	0,20	1,00

4. MATERIAŁ

Rodzaj materiału: **beton**  
 Klasa betonu: B20

5. WYMIARY FUNDAMENTU

Poziom posadowienia: z<sub>r</sub> = 0,40 m  
 Kształt fundamentu: **prosty**  
 Szerokość: B = 0,40 m, wysokość: H = 0,40 m, mimośród: E = 0,00 m

6. STAN GRANICZNY I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,40	0,40	0,69

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: B = 0,40 m, L = 10,00 m  
 Poziom posadowienia: H = 0,40 m  
 Zestawienie obciążeń:  
 Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:  
 siła pionowa: N = 2,60 kN/m, mimośród względem podstawy fund. E = 0,00 m  
 siła pozioma: H<sub>x</sub> = 0,70 kN/m, mimośród względem podstawy fund. E<sub>z</sub> = 0,40 m  
 moment: M<sub>y</sub> = 0,20 kNm/m  
 Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:  
 siła pionowa: G = 4,32 kN/m, moment: M<sub>cy</sub> = 0,00 kNm/m  
 Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu  
 Obciążenie pionowe:  
 $N_t = (N + G) \cdot L = (2,60 + 4,32) \cdot 10,00 = 69,16$  kN

## MURY LUSAMUR

Moment względem środka podstawy:

$$M_t = (-N \cdot E + H_x \cdot E_x + M_t + M_{G_t}) \cdot L = (-2,60 \cdot 0,00 + 0,70 \cdot 0,40 + 0,20 + 0,00) \cdot 10,00 = 4,80 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_t / N_t| = 4,80 / 69,16 = 0,07 \text{ m}$$

$$e_r = 0,07 \text{ m} < 0,10 \text{ m}$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,40 - 2 \cdot 0,07 = 0,26 \text{ m}, \quad L' = L = 10,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(i)} = 1,49 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,49 \cdot 9,81 \cdot 0,40 = 5,83 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(i)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 27,36^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(i)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$$

$$N_b = 4,94 \quad N_c = 24,59, \quad N_d = 13,73$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_t = 0,70 \cdot 10,00 / 69,16 = 0,1012, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(i)} = 0,1012 / 0,5175 = 0,196$$

$$i_b = 0,71, \quad i_c = 0,82, \quad i_d = 0,83$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(i)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,65 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 14,57 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_b = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,99, \quad m_c = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,01, \quad m_d = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,04$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{n(B)} = B' \cdot L' \cdot (m_c \cdot N_c \cdot c_{u(i)} \cdot i_c + m_d \cdot N_d \cdot \rho_{D(i)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_d + m_b \cdot N_b \cdot \rho_{B(i)} \cdot g \cdot B' \cdot i_b) = 215,69 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_t = 69,16 \text{ kN} < m \cdot Q_{n(B)} = 0,81 \cdot 215,69 = 174,71 \text{ kN}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 7. STAN GRANICZNY II

#### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,00 \text{ cm}$

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,00 + 0 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ cm}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 8. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

#### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN/m]	Nośność betonu V <sub>r</sub> [kN/m]	Nośność strzemion V <sub>s</sub> [kN/m]
* 1	1	0	348	-

#### 8.2. Sprawdzenie ławy na przebiecie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

$$\text{siła pionowa: } N_t = 3 \text{ kN/m}, \quad \text{moment: } M_t = 0,28 \text{ kNm/m}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_t / N_t| = 0,11 \text{ m}$$

Przebiecie ławy w przekroju 1:

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_2) \cdot c = 0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Nośność betonu na ścinanie: } V_{rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,40 = 348 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 0 \text{ kN/m} < V_{rd} = 348 \text{ kN/m}$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

Nr obc.	Przekrój	Moment zginający M [kNm/m]	Nośność betonu M <sub>r</sub> [kNm/m]
* 1	1	0	41

#### 8.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

$$\text{siła pionowa: } N_t = 3 \text{ kN/m}, \quad \text{moment: } M_t = 0,28 \text{ kNm/m}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_t / N_t| = 0,11 \text{ m}$

Zginanie ławy w przekroju 1:

$$\text{Moment zginający: } M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_2) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 24,5 + 16,8) \cdot 0,01 = 0 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Nośność betonu na zginanie: } M_{rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,16 = 41 \text{ kNm/m}$$

$$M_{sd} = 0 \text{ kNm/m} < M_{rd} = 41 \text{ kNm/m}$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

UWAGA: Ławę zbroić konstrukcyjnie prętami 4 x  $\Phi 10$  + strzemiona  $\Phi 6$  co 30 cm.

**Wnioski:**

1. Maksymalna wysokość muru z pustaków wynosi: 0,78 m / 6 warstw / dla I strefy wiatrowej.
2. Maksymalna wysokość muru z pustaków wynosi: 0,52 m / 4 warstw / dla II strefy wiatrowej.
3. Mury z kształtek LUSAMUR układać na ławach betonowych, zbrojonych konstrukcyjnie prętami podłużnymi 4  $\Phi 10$  i strzemionami  $\Phi 6$  co 30 cm, posadowionych bezpośrednio w gruncie na poziomie 40 cm poniżej powierzchni terenu. Dla gruntów spoistych ławy posadowić na podsypce piaskowej o grubości sięgającej granicy przemarzania.
4. W przypadkach niejednoznacznych / usytuowanie na skarpie, wysoki poziom wody gruntowej, itp./ wymagana jest analiza i dostosowanie do miejscowych warunków.
5. Ze względu na szczelność stosować beton klasy minimum B20 MPa.

## MURY OPOROWE LUSAFLOR

### 1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

- wymiary oraz charakterystykę kształtek przyjęto na podstawie katalogu producenta,
- obciążenia poziome według PN-77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych.
- Obciążenie wiatrem,
- obliczenia sprawdzające wykonano dla I i II strefy obciążenia wiatrem,
- do obliczeń przyjęto jako wariant bardziej niekorzystny, teren otwarty z niewielkimi przeszkodami / teren „A”,
- wyniki należy traktować jako orientacyjne, uzyskane dla konkretnych warunków, umożliwiające wykonanie założeń projektowych.
- według autora opracowania mury z produkowanych kształtek mogą pracować jako klasyczne mury oporowe tylko w przypadku zastosowania rdzeni żelbetonowych,
- zgodnie z PN-83/B-03010 – Ściany oporowe, zagłębienie w gruncie niewysadziniowym ściany oporowej powinno być nie mniejsze niż 0,50 m, a w gruncie wysadziniowym nie mniejsze niż głębokość przemarzania,
- ze względu na zastosowanie kształtek jako deskowania, przyjęto w rdzeniach zmniejszona otulinę zbrojenia do 1 cm

### 1. MUR LUSAFLOR + rdzeń co 0,93 m:

**Wysokość muru: 1,20 m, ława fundamentowa: 0,80x0,50 m**

#### MATERIAŁ:

BETON: klasa B 20,  $f_{ck} = 16,00$  (MN/m<sup>2</sup>)  
ciężar objętościowy = 20,00 (kN/m<sup>3</sup>)  
STAL: klasa A - III,  $f_{yk} = 395,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

#### OPCJE:

Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

Otulina:  $c_1 = 10,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)

Agresywność środowiska: X0

Wymiarowanie muru ze względu na:

- Nośność:  $m = 0,810$
- Poślizg:  $m = 0,720$
- Obrót:  $m = 0,720$

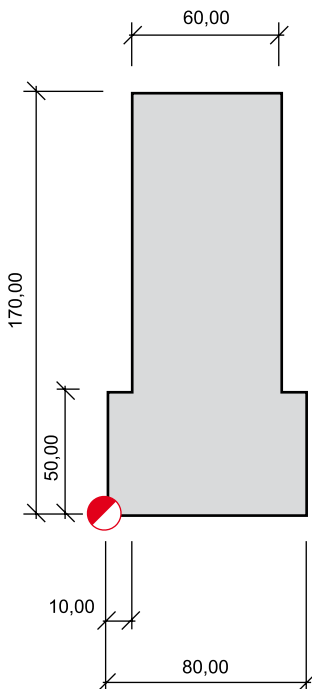
Weryfikacja muru ze względu na:

- Osiadanie średnie:  $S_{dop} = 5,00$  (cm)
- Różnicę osiadań:  $DS_{dop} = 2,00$  (cm)
- Przemieszczenia korony:  
 $f_0 = 0,050$   
 $f_1 = 0,010$   
 $f_2 = 0,006$   
 $f_3 = 0,004$

Kąt tarcia grunt - ściana:

- Odpór dla gruntów spoiстых:  $-1/3 \times \phi$
- Parcie dla gruntów spoiowych:  $1/2 \times \phi$
- Odpór dla gruntów niespoistych:  $-1/3 \times \phi$
- Parcie dla gruntów niespoistych:  $1/2 \times \phi$

### 2. GEOMETRIA



### 3. GRUNT:

**Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**

**Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 170,00$  (cm)

**Uwarstwienie pierwotne:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1.	Piasek drobny	0,00	-	-	wilgotne	0,405

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1	Piasek drobny	170,00	170,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty przed ścianą:**

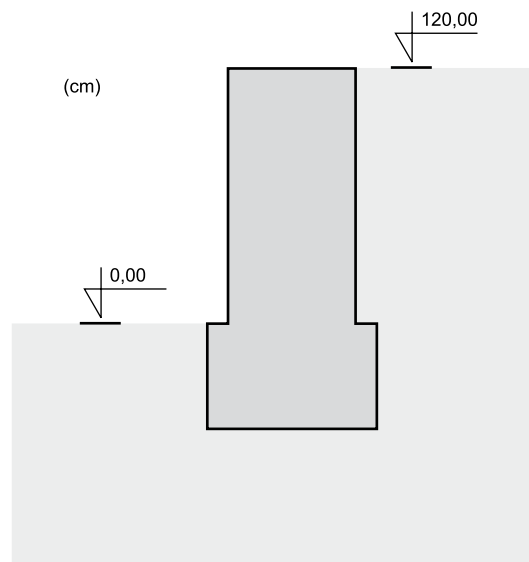
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1	Piasek drobny	50,00	50,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00



### 4. OBCIĄŻENIA

**Brak obciążeń naziomu.**

### 5. WYNIKI OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : graniczne

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 0,00$  (Deg)

Kąt nachylenia ściany  $\beta = 0,00$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$



## MURY OPOROWE LUSAFLO

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}}\right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Piasek drobny	120,00	29,94	0,302	0,501	4,129

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór: 0,129

parcie: 0,013

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1		0,00		0,302	0,501	4,129

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór: 0,133

parcie: 0,013

Przypadki proste

Lp.	Przypadek	x (m)	y (m)	Px (kN/m)	Py (kN/m)	Opis
1.	CM	0,40	0,05	0,00	-22,40	Ciężar własny muru oporowego.
2.	GP	0,00	-0,33	4,43	0,78	Parcie od gruntu przed ścianą.
3.	GZ	0,75	0,07	-7,38	-4,07	Parcie od gruntu za ścianą.
4.	C	0,12	0,03	0,00	0,00	Spójność gruntu.

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące: N=-26,63 (kN/m) My=0,13 (kN\*m) Fx=-5,09 (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy: A = 61,86 (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:
 

$N_B = 4,624,$	$i_B = 0,482$
$N_C = 23,851,$	$i_C = 0,654$
$N_D = 13,126,$	$i_D = 0,706$
- Graniczny opór podłoża gruntowego: Qf = 58,59 (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa: Qf \* m / Nr = 1,783 > 1,000

OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące: N=-25,69 (kN/m), My=0,23 (kN\*m), Fx=-2,95 (kN/m)
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych: q = 0,03 (MN/m<sup>2</sup>)
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 160,00 (cm)
- Napężenie na poziomie z:
  - dodatkowe: szd = 0,00 (MN/m<sup>2</sup>)
  - wywołane ciężarem gruntu: szg = 0,03 (MN/m<sup>2</sup>)
- Osiadanie: S = 0,04 (cm) < Sdop = 5,00 (cm)

OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące: N=-26,63 (kN/m), My=-0,13 (kN\*m), Fx=-5,09 (kN/m)
- Moment obracający: Mo = 5,02 (kN\*m)
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu: M<sub>uf</sub> = 13,25 (kN\*m)
- Współczynnik bezpieczeństwa: M<sub>uf</sub> \* m / Mo = 1,901 > 1,000

POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące: N=-26,63 (kN/m), My=-0,13 (kN\*m), Fx=-5,09 (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy: A = 80,00 (cm)
- Współczynnik tarcia:
  - gruntu (na poziomie posadowienia): μ = 0,403
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność: C = 0,00 (kN/m<sup>2</sup>)
- Wartość siły poślizgu: Q<sub>tr</sub> = 5,09 (kN/m)
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
  - Q<sub>ff</sub> = N \* μ + C \* A
  - w poziomie posadowienia: Q<sub>ff</sub> = 10,72 (kN/m)

- Współczynnik bezpieczeństwa: Q<sub>ff</sub> \* m / Q<sub>tr</sub> = 1,515 > 1,000

KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące: N=-25,69 (kN/m) My=0,23 (kN\*m) Fx=-2,95 (kN/m)
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych: q<sub>max</sub> = 0,05 (MN/m<sup>2</sup>)
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych: q<sub>min</sub> = 0,02 (MN/m<sup>2</sup>)
- Kąt obrotu: ro = 0,03 (Deg)
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
  - X = 120,30 (cm)
  - Z = -50,00 (cm)
- Współczynnik bezpieczeństwa: 50,080 > 1,000

### 6. WYNIKI OBLICZEŃ ŻELBETOWYCH

Momenty

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	1,94	0,00	1,100*CM + 1,100*GP + 1,320*GZ + 1,100*C
Ściana	minimalny	-0,00	120,00	1,000*CM + 1,000*GP + 1,000*GZ + 1,000*C
Stopa	maksymalny	0,25	10,00	1,100*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C
Stopa	minimalny	-0,15	70,00	0,900*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C

- Zbrojenie: pręty φ12, szt. 4-2 szt. po stronie naziumu. Przekrój zastępczy rdzenia: 0,55x0,18 m. A = M / ( b h<sub>0</sub><sup>2</sup>) = 1,94\*0,93 / (0,18\*0,53<sup>2</sup>) = 0,036 dla B20 i stali A III oraz A=0,036 => m = 0,05 % F<sub>s</sub> = 0,0005\*53\*18 = 0,48 cm<sup>2</sup> Przyjęto pręty φ12, szt. 4-2 po stronie naziumu.

UWAGA:

- Według autora opracowania nie zaleca się stosowania kształtek do murów oporowych z obciążonym naziumem, a szczególnie obciążonym dynamicznie.
- Głowicę muru oporowego spiąć poziomą belką /oczepem/.

## MURY OPOROWE RELUFLOR

### 2. MUR RELUFLOR + rdzeń co 1,40 m:

Wysokość muru: 1,25 m, ława fundamentowa: 0,80x0,50 m

MATERIAŁ:

BETON: klasa B 20, fck = 16,00 (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 20,00 (kN/m<sup>3</sup>)

STAL: klasa A - III, fyk = 395,00 (MN/m<sup>2</sup>)

OPCJE:

Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
gruntowej: **PN-83/B-03010**

Otulina: c1 = 10,0 (mm), c2 = 50,0 (mm)

Agresywność środowiska: X0

Wymiary muru ze względu na:

- Nośność: m = 0,810
- Poślizg: m = 0,720
- Obrót: m = 0,720

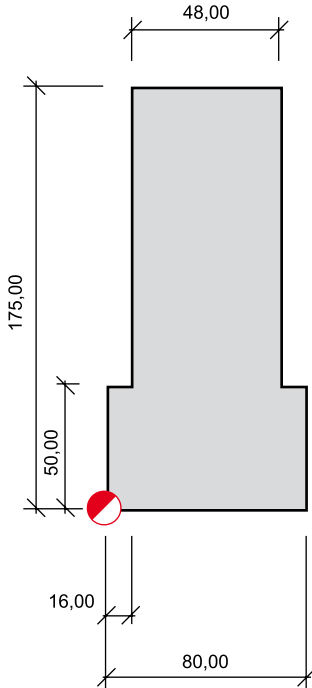
Weryfikacja muru ze względu na:

- Osiedlenie średnie:  
S<sub>dop</sub> = 5,00 (cm)
- Różnicę osiadań:  
DS<sub>dop</sub> = 2,00 (cm)
- Przemieszczenia korony:  
f<sub>0</sub> = 0,050  
f<sub>1</sub> = 0,010  
f<sub>2</sub> = 0,006  
f<sub>3</sub> = 0,004

Kąt tarcia grunt - ściana:

- Odpór dla gruntów spoistych: -1/3×φ
- Parcie dla gruntów spoistych: 1/2×φ
- Odpór dla gruntów niespoistych: -1/3×φ
- Parcie dla gruntów niespoistych: 1/2×φ

### 2. GEOMETRIA



### 3. GRUNT

Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: **B**

**Naziom** Głębokość gruntu za ścianą Ho = 175,00 (cm)

**Uwarstwienie pierwotne:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>L</sub>
1.	Piasek drobny	0,00	-	-	wilgotne	0,405

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty za ścianą**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>L</sub>
1	Piasek drobny	175,00	175,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty przed ścianą:**

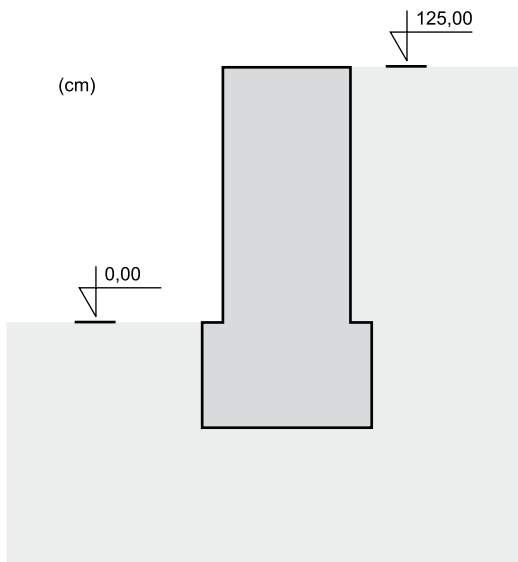
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>L</sub>
1	Piasek drobny	50,00	50,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00



### 4. OBCIĄŻENIA

**Brak obciążeń naziomu.**

### 5. WYNIKI OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH

**PARCIA**

Parcie i odpór gruntu : graniczne

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu ε = 0,00 (Deg)

Kąt nachylenia ściany β = 0,00 (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Piasek drobny	125,00	29,94	0,302	0,501	4,129

## MURY OPOROWE RELUFLOR

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór: 0,129

parcie: 0,013

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziomo [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		0,00		0,302	0,501	4,129

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,133

parcie 0,013

Przypadki proste

Lp.	Przypadek	x (m)	y (m)	Px (kN/m)	Py (kN/m)	Opis
1.	CM	0,40	0,05	0,00	-20,00	Ciężar własny muru oporowego.
2.	GP	0,00	-0,33	4,43	0,78	Parcie od gruntu przed ścianą.
3.	GZ	0,72	0,08	-7,82	-5,59	Parcie od gruntu za ścianą.
4.	C	0,12	0,04	0,00	0,00	Spójność gruntu.

### NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -26,05$  (kN/m),  $M_y = -0,37$  (kN\*m),  $F_x = -5,62$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 61,27$  (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:  
 $N_B = 4,624$ ,  $i_B = 0,429$   
 $N_C = 23,851$ ,  $i_C = 0,613$   
 $N_D = 13,126$ ,  $i_D = 0,662$
- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 53,68$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f * m / N_r = 1,669 > 1,000$

### OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -24,81$  (kN/m),  $M_y = 0,03$  (kN\*m),  $F_x = -3,40$  (kN/m)
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 160,00$  (cm)
- Napężenie na poziomie z:  
 – dodatkowe:  $s_{zd} = 0,00$  (MN/m<sup>2</sup>)  
 – wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Osiadanie:  $S = 0,04$  (cm) <  $S_{dop} = 5,00$  (cm)

### OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -26,05$  (kN/m),  $M_y = -0,37$  (kN\*m),  $F_x = -5,62$  (kN/m)
- Moment obracający:  $M_o = 5,47$  (kN\*m)
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 13,45$  (kN\*m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} * m / M_o = 1,769 > 1,000$

### POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -26,05$  (kN/m),  $M_y = -0,37$  (kN\*m),  $F_x = -5,62$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 80,00$  (cm)
- Współczynnik tarcia:  
 – gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,403$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 5,62$  (kN/m)
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{ff} = N * \mu + C * A$   
 – w poziomie posadowienia:  $Q_{ff} = 10,49$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{ff} * m / Q_{tr} = 1,343 > 1,000$

### KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -24,81$  (kN/m),  $M_y = 0,03$  (kN\*m),  $F_x = -3,40$  (kN/m)
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,05$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,01$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Kąt obrotu:  $ro = 0,03$  (Deg)
- Współrzędne punktu obrotu ściany:  
 $X = 116,62$  (cm)  
 $Z = -50,00$  (cm)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $49,690 > 1,000$

## 6. WYNIKI OBLICZEŃ ŻELBETOWYCH

Momenty:

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	2,19	0,00	1,100*CM + 1,100*GP + 1,320*GZ + 1,100*C
Ściana	minimalny	-0,00	125,00	1,100*CM + 1,100*GP + 1,320*GZ + 1,100*C
Stopa	maksymalny	0,62	16,00	1,100*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C
Stopa	minimalny	-0,39	64,00	0,900*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C

- Zbrojenie: pręty  $\Phi 12$ , szt. 4–2 szt. po stronie naziumu.

Przekrój zastępczy rdzenia: 0,48x0,28 m.

$A = M / (b h_0^2) = 2,19 * 1,4 / (0,28 * 0,46^2) = 0,052$

dla B20 i stali A III oraz  $A = 0,052 \Rightarrow m = 0,07 \%$

$F_a = 0,0007 * 46 * 28 = 0,91$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto pręty  $\Phi 12$ , szt. 4–2 po stronie naziumu.

### UWAGA:

- Według autora opracowania nie zaleca się stosowania kształtek do murów oporowych z obciążonym naziumem, a szczególnie obciążonym dynamicznie.
- Głowicę muru oporowego spiąć poziomą belką /oczepekem/.



**3. MUR WAFLOR + rdzeń co 1,50 m:**
**Wysokość muru: 1,20 m, ława fundamentowa: 0,80x0,50 m.**
**MATERIAŁ:**
**BETON:** klasa B 20,  $f_{ck} = 16,00$  (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 20,00 (kN/m<sup>3</sup>)

**STAL:** klasa A - III,  $f_{yk} = 395,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

**OPCJE:**

 Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
 gruntowej: **PN-83/B-03010**

 Otulina:  $c_1 = 10,0$  (mm),  $c_2 = 50,0$  (mm)

Agresywność środowiska: X0

Wymiarowanie muru ze względu na:

 - Nośność:  $m = 0,810$ 

 - Poślizg:  $m = 0,720$ 

 - Obrót:  $m = 0,720$ 

Weryfikacja muru ze względu na:

- Osiedlenie średnie:

 $S_{dop} = 5,00$  (cm)

- Różnicę osiadań:

 $DS_{dop} = 2,00$  (cm)

- Przemieszczenia korony:

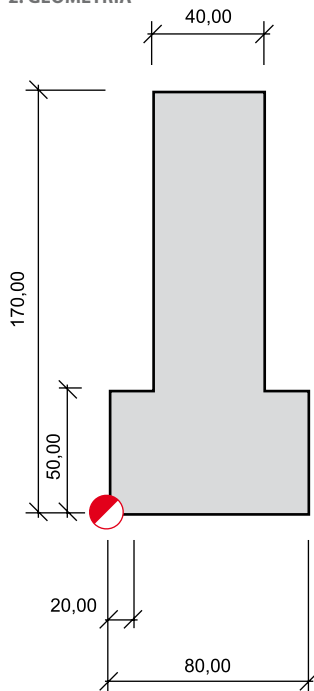
 $f_0 = 0,050$ 
 $f_1 = 0,010$ 
 $f_2 = 0,006$ 
 $f_3 = 0,004$ 

Kąt tarcia grunt - ściana:

 - Odpór dla gruntów spoiowych:  $-1/3 \times \phi$ 

 - Parcie dla gruntów spoiowych:  $1/2 \times \phi$ 

 - Odpór dla gruntów niespoistych:  $-1/3 \times \phi$ 

 - Parcie dla gruntów niespoistych:  $1/2 \times \phi$ 
**2. GEOMETRIA**

**3. GRUNT:-**
**Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B**
**Naziom** Głębokość gruntu za ścianą  $H_0 = 170,00$  (cm)

**Uwarstwienie pierwotne:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1.	Piasek drobny	0,00	-	-	wilgotne	0,405

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1	Piasek drobny	170,00	170,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

**Parametry:**

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grunty przed ścianą:**

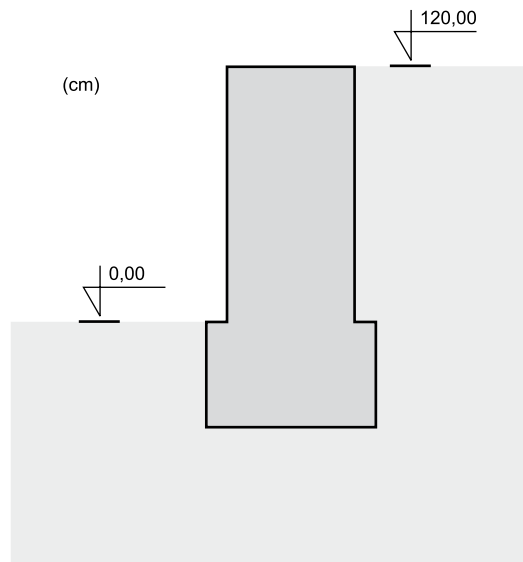
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	$I_p/I_L$
1	Piasek drobny	50,00	50,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

**Parametry:**

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00


**4. OBCIĄŻENIA**
**Brak obciążeń naziomu.**
**5. WYNIKI OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH**
**PARCIA**

Parcie i odpór gruntu : graniczne

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

 Średni kąt nachylenia naziomu  $\varepsilon = 0,00$  (Deg)

 Kąt nachylenia ściany  $\beta = 0,00$  (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 + \frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left( 1 - \frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

## MURY OPOROWE WAFLOR

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Piasek drobny	120,00	29,94	0,302	0,501	4,129

Ogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,129

parcie 0,013

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		0,00		0,302	0,501	4,129

Ogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,133

parcie 0,013

Przypadki proste

Lp.	Przypadek	x (m)	y (m)	Px (kN/m)	Py (kN/m)	Opis
1.	CM	0,40	0,04	0,00	-17,60	Ciężar własny muru oporowego.
2.	GP	0,00	-0,33	4,43	0,78	Parcie od gruntu przed ścianą.
3.	GZ	0,70	0,07	-7,38	-6,17	Parcie od gruntu za ścianą.
4.	C	0,12	0,03	0,00	0,00	Spójność gruntu.

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot \text{CM} + 0,850 \cdot \text{GP} + 1,200 \cdot \text{GZ} + 1,000 \cdot \text{C}$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -24,35$  (kN/m),  $M_y = -0,64$  (kN\*m),  $F_x = -5,09$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 64,37$  (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:  
 $N_B = 4,624$ ,  $i_B = 0,443$   
 $N_C = 23,851$ ,  $i_C = 0,625$   
 $N_D = 13,126$ ,  $i_D = 0,676$
- Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 58,32$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 1,940 > 1,000$

OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot \text{CM} + 1,000 \cdot \text{GP} + 1,000 \cdot \text{GZ} + 1,000 \cdot \text{C}$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -22,99$  (kN/m),  $M_y = -0,20$  (kN\*m),  $F_x = -2,95$  (kN/m)
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Mięszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 160,00$  (cm)
- Napężenie na poziomie z:  
 – dodatkowe:  $s_{zd} = 0,00$  (MN/m<sup>2</sup>)  
 – wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Osiadanie:  $S = 0,03$  (cm) <  $S_{dop} = 5,00$  (cm)

OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot \text{CM} + 0,850 \cdot \text{GP} + 1,200 \cdot \text{GZ} + 1,000 \cdot \text{C}$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -24,35$  (kN/m),  $M_y = -0,64$  (kN\*m),  $F_x = -5,09$  (kN/m)
- Moment obracający:  $M_o = 5,02$  (kN\*m)
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 12,85$  (kN\*m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} \cdot m / M_o = 1,844 > 1,000$

POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot \text{CM} + 0,850 \cdot \text{GP} + 1,200 \cdot \text{GZ} + 1,000 \cdot \text{C}$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -24,35$  (kN/m),  $M_y = -0,64$  (kN\*m),  $F_x = -5,09$  (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy:  $A = 80,00$  (cm)
- Współczynnik tarcia:  
 – gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,403$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność:  $C = 0,00$  (kN/m<sup>2</sup>)
- Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 5,09$  (kN/m)
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:  
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$   
 – w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 9,80$  (kN/m)
- Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,386 > 1,000$

KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca:  $1,000 \cdot \text{CM} + 1,000 \cdot \text{GP} + 1,000 \cdot \text{GZ} + 1,000 \cdot \text{C}$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:  
 $N = -22,99$  (kN/m),  $M_y = -0,20$  (kN\*m),  $F_x = -2,95$  (kN/m)
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{max} = 0,04$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:  
 $q_{min} = 0,02$  (MN/m<sup>2</sup>)
- Kąt obrotu:  $ro = 0,02$  (Deg)

- Współrzędne punktu obrotu ściany:

$X = 135,82$  (cm)

$Z = -50,00$  (cm)

- Współczynnik bezpieczeństwa:  $65,624 > 1,000$

### 6. WYNIKI OBLICZEŃ ŻELBETOWYCH

Momenty

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	1,09	0,00	$1,100 \cdot \text{CM} + 1,100 \cdot \text{GP} + 1,320 \cdot \text{GZ} + 1,100 \cdot \text{C}$
Ściana	minimalny	0,00	90,00	$0,900 \cdot \text{CM} + 0,765 \cdot \text{GP} + 1,320 \cdot \text{GZ} + 0,900 \cdot \text{C}$
Stopa	maksymalny	1,79	30,00	$1,100 \cdot \text{CM} + 0,765 \cdot \text{GP} + 1,320 \cdot \text{GZ} + 0,900 \cdot \text{C}$
Stopa	minimalny	-1,10	70,00	$0,900 \cdot \text{CM} + 0,765 \cdot \text{GP} + 1,320 \cdot \text{GZ} + 0,900 \cdot \text{C}$

- Zbrojenie: pręty  $\phi 12$ , szt. 4–2 szt. po stronie naziumu.

Przekrój zastępczy rdzenia:  $0,28 \times 0,19$  m,

$A = M / (b \cdot h_0^2) = 1,09 \cdot 1,5 / (0,19 \cdot 0,26^2) = 0,128$

dla B20 i stali A III oraz  $A = 0,128 \Rightarrow m = 0,07 \%$

$F_s = 0,0007 \cdot 26^3 \cdot 18 = 0,33$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto pręty  $\phi 12$ , szt. 4–2 po stronie naziumu.

UWAGA:

- Według autora opracowania nie zaleca się stosowania kształtek do murów oporowych z obciążonym naziumem, a szczególnie obciążonym dynamicznie.
- Głowicę muru oporowego spiąć poziomą belką /oczepek/.

**4. MUR KOMBIFLOR + rdzeń co 1,68 m:**
**Wysokość muru: 1,20 m, ława fundamentowa: 0,80x0,50 m.**
**MATERIAŁ:**
**BETON:** klasa B 20, f<sub>ck</sub> = 16,00 (MN/m<sup>2</sup>),  
ciężar objętościowy = 20,00 (kN/m<sup>3</sup>)  
**STAL:** klasa A - III, f<sub>yk</sub> = 395,00 (MN/m<sup>2</sup>)

**OPCJE:**

 Obliczenia wg normy: betonowej: **PN-B-03264(2002)**  
 gruntowej: **PN-83/B-03010**

Otulina: c1 = 10,0 (mm), c2 = 50,0 (mm)

Agresywność środowiska: X0

Wymiarowanie muru ze względu na:

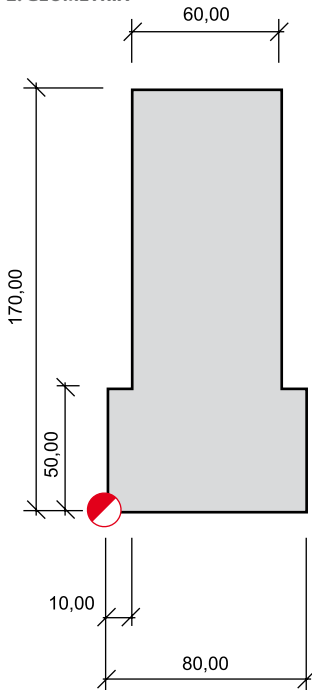
- Nośność: m = 0,810
- Poślizg: m = 0,720
- Obrót: m = 0,720

Weryfikacja muru ze względu na:

- Osiadanie średnie: S<sub>dop</sub> = 5,00 (cm)
- Różnicę osiadań: DS<sub>dop</sub> = 2,00 (cm)
- Przemieszczenia korony:  
 f<sub>0</sub> = 0,050  
 f<sub>1</sub> = 0,010  
 f<sub>2</sub> = 0,006  
 f<sub>3</sub> = 0,004

Kąt tarcia grunt - ściana:

- Odpór dla gruntów spoiowych: -1/3×φ
- Parcie dla gruntów spoiowych: 1/2×φ
- Odpór dla gruntów niespoistych: -1/3×φ
- Parcie dla gruntów niespoistych: 1/2×φ

**2. GEOMETRIA**

**3. GRUNT:**
**Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą B**
**Naziom** Głębokość gruntu za ścianą H<sub>o</sub> = 170,00 (cm)

**Uwarstwienie pierwotne:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>l</sub>
1.	Piasek drobny	0,00	-	-	wilgotne	0,405

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1.	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grundy za ścianą:**

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>l</sub>
1	Piasek drobny	170,00	170,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem prawego dolnego punktu stopy

**Parametry:**

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00

**Grundy przed ścianą:**

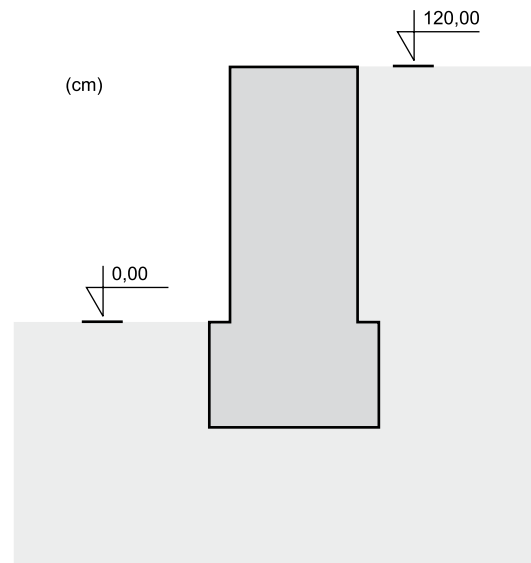
Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Miąższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I <sub>v</sub> /I <sub>l</sub>
1	Piasek drobny	50,00	50,00	-	wilgotne	0,405

\* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m <sup>2</sup> ]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m <sup>3</sup> ]	M [MN/m <sup>2</sup> ]	Mo [MN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	29,94	17,50	65,00	52,00


**4. OBCIĄŻENIA**
**Brak obciążeń naziomu.**
**5. WYNIKI OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH**
**PARCIA**

Parcie i odpór gruntu : graniczne

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu ε = 0,00 (Deg)

Kąt nachylenia ściany β = 0,00 (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}\right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 - \frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}\right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grundy za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	K <sub>a</sub>	K <sub>o</sub>	K <sub>p</sub>
1.	Piasek drobny	120,00	29,94	0,302	0,501	4,129

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,129

parcie 0,013

Grundy przed ścianą:



## MURY OPOROWE KOMBIFLOR

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		0,00		0,302	0,501	4,129

Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,133

parcie 0,013

Przypadki proste

Lp.	Przypadek	x (m)	y (m)	Px (kN/m)	Py (kN/m)	Opis
1.	CM	0,40	0,05	0,00	-22,40	Ciężar własny muru oporowego.
2.	GP	0,00	-0,33	4,43	0,78	Parcie od gruntu przed ścianą.
3.	GZ	0,75	0,07	-7,38	-4,07	Parcie od gruntu za ścianą.
4.	C	0,12	0,03	0,00	0,00	Spójność gruntu.

NOŚNOŚĆ

• Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne

• Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C

• Zredukowane obciążenie wymiarujące:

N=-26,63 (kN/m), My=-0,13 (kN\*m), Fx=-5,09 (kN/m)

• Zastępczy wymiar stopy: A = 61,86 (cm)

• Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$N_B = 4,624$ ,  $i_B = 0,482$

$N_C = 23,851$ ,  $i_C = 0,654$

$N_D = 13,126$ ,  $i_D = 0,706$

• Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 58,59$  (kN/m)

• Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f * m / N_r = 1,783 > 1,000$

OSIADANIE

• Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

• Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C

• Zredukowane obciążenie wymiarujące:

N=-25,69 (kN/m), My=0,23 (kN\*m), Fx=-2,95 (kN/m)

• Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych:  $q = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)

• Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 160,00 (cm)

• Naprężenie na poziomie z:

– dodatkowe:  $s_{zd} = 0,00$  (MN/m<sup>2</sup>)

– wywołane ciężarem gruntu:  $s_{zg} = 0,03$  (MN/m<sup>2</sup>)

• Osiadanie: S = 0,04 (cm) < S<sub>dop</sub> = 5,00 (cm)

OBRÓT

• Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C

• Zredukowane obciążenie wymiarujące:

N=-26,63 (kN/m) My=-0,13 (kN\*m) Fx=-5,09 (kN/m)

• Moment obracający: Mo = 5,02 (kN\*m)

• Moment zapobiegający obrotowi fundamentu:  $M_{uf} = 13,25$  (kN\*m)

• Współczynnik bezpieczeństwa:  $M_{uf} * m / M_0 = 1,901 > 1,000$

POŚLIZG

• Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 0,850\*GP + 1,200\*GZ + 1,000\*C

• Zredukowane obciążenie wymiarujące:

N=-26,63 (kN/m), My=-0,13 (kN\*m), Fx=-5,09 (kN/m)

• Zastępczy wymiar stopy: A = 80,00 (cm)

• Współczynnik tarcia:

– gruntu (na poziomie posadowienia):  $\mu = 0,403$

• Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %

• Spójność: C = 0,00 (kN/m<sup>2</sup>)

• Wartość siły poślizgu:  $Q_{tr} = 5,09$  (kN/m)

• Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:

$Q_{tf} = N * \mu + C * A$

– w poziomie posadowienia:  $Q_{tf} = 10,72$  (kN/m)

• Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_{tf} * m / Q_{tr} = 1,515 > 1,000$

KĄTY OBROTU

• Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

• Kombinacja wymiarująca: 1,000\*CM + 1,000\*GP + 1,000\*GZ + 1,000\*C

• Zredukowane obciążenie wymiarujące:

N=-25,69 (kN/m), My=0,23 (kN\*m), Fx=-2,95 (kN/m)

• Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:

$q_{max} = 0,05$  (MN/m<sup>2</sup>)

• Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:

$q_{min} = 0,02$  (MN/m<sup>2</sup>)

• Kąt obrotu: ro = 0,03 (Deg)

• Współrzędne punktu obrotu ściany:

X = 120,30 (cm)

Z = -50,00 (cm)

• Współczynnik bezpieczeństwa: 50,080 > 1,000

## 6. WYNIKI OBLICZEŃ ŻELBETOWYCH

Momenty

Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	1,94	0,00	1,100*CM + 1,100*GP + 1,320*GZ + 1,100*C
Ściana	minimalny	-0,00	120,00	1,000*CM + 1,000*GP + 1,000*GZ + 1,000*C
Stopa	maksymalny	0,25	10,00	1,100*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C
Stopa	minimalny	-0,15	70,00	0,900*CM + 0,765*GP + 1,320*GZ + 0,900*C

• Zbrojenie: pręty  $\phi 12$ , szt. 4–2 szt, po stronie naziumu.

Przekrój zastępczy rdzenia: 0,52x0,35 m,

$A = M / (b h_0^2) = 1,94 * 1,68 / (0,35 * 0,50^2) = 0,038$

dla B20 i stali A III oraz A=0,038 => m = 0,05 %

$F_a = 0,0005 * 50 * 35 = 0,875$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto pręty  $\phi 12$ , szt. 4–2 po stronie naziumu.

UWAGA:

1. Według autora opracowania nie zaleca się stosowania kształtek do murów oporowych z obciążonym naziumem, a szczególnie obciążonym dynamicznie.
2. Głowicę muru oporowego spiąć poziomą belką /oczepek/.



**Przedsiębiorstwo Budowlano-Montażowe i Prefabrykacji Betonów KAMAL Sp. z o.o.**

85-726 Bydgoszcz, ul. Kamienna 74  
tel. 52 343-55-10, fax 52 343-67-90  
e-mail: mail@kamal.pl, www.kamal.pl

---

**Zakłady Produkcji Prefabrykatów:**

Z-2, 87-500 Rypin, ul. Bielawki 5, tel. 54 280-39-71, 54 280-58-24, tel./fax 54 280-58-97  
Z-3, 11-010 Barczewo k. Olsztyna, ul. Przemysłowa 1, tel. 89 513-98-35, tel./fax 89 514-78-40  
Z-4, 88-170 Pakość, ul. Inowrocławska 12, tel. 52 351-80-58, 52 351-83-46, fax 52 566-58-88  
Z-6, 89-600 Krojanty k. Chojnic, tel. 52 395-13-37, 52 395-13-38, tel./fax 52 397-25-46

**Zakład Produkcji Kruszywa:**

Z-9, 87-336 Radziki Duże, tel./fax 56 493-82-11

**Biuro Handlowe:**

Z-7, 87-726 Bydgoszcz, ul. Kamienna 74, tel. 52 343-55-10, fax 52 343-67-90