

▽ Warunki posadawiania obiektów budowlanych:

- Opinie geotechniczne,
- Dokumentacje badań podłoża gruntowego,
- Projekty geotechniczne.

▽ projekty i dokumentacje geologiczno-inżynierskie,

▽ ekspertyzy geotechniczne,

▽ kompleksowa obsługa geotechniczna budowy,

▽ wiercenia i sondowania

- DPL,
- SLVT,
- DPSH,
- CPT,

▽ projektowanie, nadzór i wykonawstwo obiektów budownictwa hydrotechnicznego.

▽ oceny stanu geochemii środowiska gruntowo-wodnego,

▽ prognozy oddziaływania na środowisko inwestycji mogących zanieczyścić wody podziemne oraz raporty i ekspertyzy dla wszelkiego typu obiektów znacząco oddziałujących na środowisko,

▽ laboratorium gruntów.

**FIRMA JEST CZŁONKIEM KOMITETÓW:**



Polski Komitet  
Geologii Inżynierskiej  
i Środowiska



**POLSKI  
KOMITET  
GEOTECHNIKI**

**TEMAT OPRACOWANIA:**

**PROJEKT TECHNICZNY PRZYGOTOWANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO  
ORAZ POSADOWIENIA BUDYNKÓW MIESZKALNYCH WIELORODZIN-  
NYCH W CHORZOWIE PRZY UL. KADECKIEJ**

**STADIUM OPRACOWANIA:**

**EKSPERTYZA GEOTECHNICZNA**

**ZLECENIODAWCA:**

**Regionalne Towarzystwo  
Budownictwa Społecznego Sp. z o.o.**  
**ul. Dworcowa 3/3**  
**41-500 Chorzów**

**AUTORZY OPRACOWANIA:**

dr inż. Marian Łupieżowiec  
Upr. bud. nr nr SLK/7840/PWBKb/18  
Certyfikat PKG nr 0223

mgr inż. Romuald Chryst  
nr upr. geol. VII-1441

## **SPIS TREŚCI**

<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>2</b>
<b>1. PODSTAWY OPRACOWANIA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRZEDMIOT ANALIZY .....</b>	<b>3</b>
3.1. Analizowane budynki .....	3
3.2. Warunki gruntowe .....	4
3.3. Kategoria geotechniczna .....	4
<b>4. KONCEPCJA POSADOWIENIA BUDYNKÓW.....</b>	<b>5</b>
<b>5. TECHNOLOGIA WYKONANIA GEOMATERACA.....</b>	<b>6</b>
<b>6. PODSUMOWANIE .....</b>	<b>7</b>
<b>Załącznik nr 1.....</b>	<b>8</b>

## 1. PODSTAWY OPRACOWANIA

- 1] Geotechniczne warunki posadowienia dla potrzeb koncepcyjno – projektowych Zespołu budynków mieszkalnych wielorodzinnych w Chorzowie przy ul. Kadeckiej, Opinia geotechniczna, Inwestor: regionalne TBS Sp. z o.o., Chorzów, opracowana przez MRW Projekt Serwis, Zabrze, lipiec 2015, autor: R. Chryst.
- 2] Geotechniczne warunki posadowienia dla potrzeb koncepcyjno – projektowych Zespołu budynków mieszkalnych wielorodzinnych w Chorzowie przy ul. Kadeckiej, Dokumentacja badań podłoża gruntowego, Inwestor: regionalne TBS Sp. z o.o., Chorzów, opracowana przez MRW Projekt Serwis, Zabrze, listopad 2015, autor: R. Chryst.
- 3] Dokumentacja Geologiczno – Inżynierska wykonana dla określenia warunków geologiczno – inżynierskich na potrzeby budowy zespołu budynków mieszkalnych wielorodzinnych w Chorzowie przy ul. Kadeckiej, Inwestor: regionalne TBS Sp. z o.o., Chorzów, opracowana przez MRW Projekt Serwis, Zabrze, marzec 2016, autorzy: R. Chryst, A. Mendakiewicz.
- 4] Projekt budowlany, tom II/2: Konstrukcja, Budowa 3 budynków mieszkalnych wielorodzinnych z garażami podziemnymi wraz z infrastrukturą towarzyszącą, Inwestor: regionalne TBS Sp. z o.o., Chorzów, opracowany przez ARK Studio Sp. z o.o., Warszawa, maj 2018, autorzy: K. Lelit, J. Bissinger.
- 5] PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- 6] Norma PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – część 1: Zasady ogólne.

## 2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem ekspertyzy jest opracowanie optymalnego sposobu posadowienia projektowanych wielokondygnacyjnych budynków wielorodzinnych na nasypach niebudowlanych. W ramach wykonanych analiz opisana będzie technologia przygotowania podłoża pod wykonanie fundamentów budynków oraz wyznaczone charakterystyki określające sztywność podłoża gruntowego, na podstawie których projektant konstrukcji będzie mógł w sposób właściwy zwymiarować zbrojenie płyty fundamentowej.

## 3. PRZEDMIOT ANALIZY

### 3.1. Analizowane budynki

Analizowane budynki mieszkalne mają 6 kondygnacji nadziemnych oraz jedną podziemną stanowiącą garaż podziemny. W rzucie zajmują one powierzchnię zbliżoną do prostokąta o wymiarach 25 x 20 m. Przyjęty układ konstrukcyjny to płytowo-tarczowy lub płytowo-słupowy. Projekt [4] przewiduje wykonanie elementów konstrukcyjnych (płyta fundamentowa, ściany fundamentowe, stropy, słupy, belki, nadproża i wieńce) z betonu klasy C30/37 zbrojonego stalą AIII-N. Ściany nośne będą wykonane z drobnowymiarowych elementów murowych, natomiast do konstrukcji dachu wykorzystane będzie drewno konstrukcyjne klasy C24.

Budynki będą posadowione na płycie fundamentowej o grubości 50 cm na głębokości ok. 4,0 m ppt. Pod płytą przewidziano wykonać podkład betonowy klasy C8/10 wykonany na podłożu zagęszczonym do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 0,98$ .

### 3.2. Warunki gruntowe

Do głębokości 4,5 – 11,3 m ppt podłoże gruntowe tworzą nasypy niebudowlane. Są one złożone głównie z odpadów wydobywczych, gruzu ceglanego i żużli. Nasypy mają charakter gruntu niespoistego i zalegają w stanie średnio zagęszczonym ( $I_D = 0,35 - 0,54$ ). Miejscami stwierdzono stan luźny ( $I_D = 0,31$  na głębokości 0,0 – 3,5 m ppt w jednym otworze badawczym w południowo - wschodniej części obszaru oraz  $I_D = 0,20$  na głębokości 3,5 – 4,5 m ppt w jednym otworze w części północno - zachodniej), a także w stanie zagęszczonym ( $I_D = 0,68$  na głębokości 3,5 – 5,5 m ppt w jednym otworze badawczym). W części wschodniej spąg nasypów stanowi warstwa o miąższości 0,6 – 1,0 m mająca charakter gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym ( $I_L = 0,50$ ). **Powyższe nasypy można by uznać za relatywnie dobre i mało odkształcalne podłoże budowlane, jednakże duża zmienność charakterystyk mechanicznych utworów budujących te nasypy powoduje ryzyko powstania znacznych różnic osiadań poszczególnych fragmentów budynków.** Dlatego też konstrukcja obiektu winna wykazywać odporność na ewentualne wystąpienie nierównomiernych osiadań, a właściwe przygotowanie podłoża powinno zapewnić właściwe rozłożenie nacisków w przypadku dużych różnic sztywności podłoża pod fundamentami.

Nasypy niebudowlane są podścielone plejstoceńskimi glinami piaszczystymi w stanie twar doplastycznym ( $I_L = 0,15$ ). W jednym z otworów stan glin był plastyczny ( $I_L = 0,30$ ). Wśród tych glin stwierdzono występowanie soczewek lub przewarstwień piasków średnich i drobnych w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym ( $I_D = 0,57 - 0,88$ ). W części południowo – zachodniej stwierdzono występowanie karbońskich zwietrzelin piaszczystych wykształconych w postaci piasków średnich z okruchami piaskowca w stanie zagęszczonym ( $I_D = 0,68$ ).

Woda gruntowa występuje jedynie w soczewkach piasków poniżej nasypów niebudowlanych na głębokości 5,3 m ppt. Odnacza się swobodnym zwierciadłem. Nie stwierdzono żadnych sączeń wody podczas przewiercania nasypów. Można więc uznać, że woda gruntowa nie będzie w żaden sposób wpływać na budowę oraz późniejsze użytkowanie budynków. Na etapie budowy zachodzić będzie jedynie potrzeba zabezpieczenia skarp oraz dna wykopów przed oddziaływaniem wody atmosferycznej, która może spowodować degradację powierzchni poddanej jej oddziaływaniu.

### 3.3. Kategoria geotechniczna

Z uwagi na wielkość budynku oraz występujące warunki gruntowe, sugeruje się przyjąć **II kategorię geotechniczną** przy występowaniu **złożonych warunków gruntowych**. Powoduje to konieczność wykonania opinii geotechnicznej, dokumentacji badań podłoża gruntowego i dokumentacji geologiczno inżynierskiej w zakresie rozpoznania warunków gruntowo – wodnych podłoża oraz wpływu inwestycji na środowisko, a także opracowania projektu geotechnicznego, który zawierać będzie koncepcję posadowienia oraz przygotowanie podłoża pod fundamenty budynków.

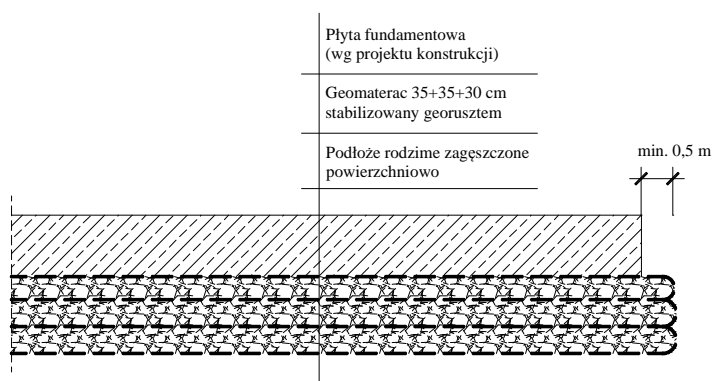
## 4. KONCEPCJA POSADOWIENIA BUDYNKÓW

Najważniejszym wnioskiem z analizy warunków gruntowych jest fakt, że nasypy niebudowlane odznaczają się dużą niejednorodnością, choć z punktu widzenia nośności i odkształcalności, mogą być uznane za relatywnie dobre. Dlatego też przyjęty w [4] sposób posadowienia na sztywnej płycie fundamentowej należy uznać za właściwy, choć prawdopodobnie zaprojektowana płyta może się okazać zbyt cienka. Prawdopodobnie też do analiz pracy statycznej płyty przyjęto zbyt dużą sztywność podłoża, o czym świadczą np. wartości osiadań podłoża pod płytą, które osiągają maksymalnie tylko 4,8 mm, co jest wartością bardzo małą w stosunku do obciążenia przekazywanego przez płytę fundamentową na podłoże. W tym miejscu należy uznać, że zaprojektowane zbrojenie może okazać się niewystarczające w stosunku do przekazywanych obciążeń oraz warunków gruntowych. Dodatkowo ważne jest aby pod płytą fundamentową wykonać grubą warstwę geomateraca z kruszywa ostrokrawędzistego stabilizowanego georusztem, który będzie w stanie rozłożyć naciski przekazywane przez płytę fundamentową na niejednorodne podłoże. Dodatkowo geomaterac w pewnym zakresie będzie w stanie zniwelować nierównomierne osiadania oraz zabezpieczyć przed lokalną utratą nośności podłoża. Korzystne w analizowanym przypadku jest również to, że wykonanie wykopu pod część podziemną budynku, płytę fundamentową oraz geomaterac wzmacniający podłoże, spowoduje odprężenie podłoża, dzięki czemu ponad 1/3 nacisków przekazywanych przez płytę będzie powodować osiadania wtórne podłoża, które w takim przypadku odznacza się większą sztywnością. Ponadto naprężenia dodatkowe nie będą przesadnie duże w stosunku do naprężeń pierwotnych, co również minimalizuje ryzyko wpływu ewentualnej strefy rozluźnienia w nasypach niebudowlanych na pracę fundamentów oraz na wartości osiadań budynków.

Geomaterac wzmacniający podłoże pod fundamentem będzie mieć **łącną grubość 100 cm**. Składać się on będzie z 3 warstw kruszywa ostrokrawędzistego o grubościach (od dołu): **35 cm**, **35 cm** oraz **30 cm** stabilizowanych mechanicznie georusztem (rys. 1). Georuszt zastosowany do stabilizacji winien się odznaczać dużą sztywnością w zakresie małych odkształceń (**sztywność min. 500 kN/mb** przy odkształceniach 0 – 0,5 %) oraz sztywnością struktury (np. georuszt o sztywnych węzłach). Do stabilizacji warstwy kruszywa można również użyć geosiatek o połączeniach wiotkich (przeplatanych w węzłach) pod warunkiem zastosowania wstępnego naciągu pozwalającego na uzyskanie powyższej sztywności.

Dzięki wykonaniu geomateraca można będzie założyć, że podłoże gruntowe, pomimo obecności nasypów niebudowlanych o mocno zmiennych właściwościach mechanicznych, będzie wystarczająco nośnym i sztywnym podłożem pozwalającym na bezpieczną eksploatację budynków zgodnie z wymaganiami Inwestora. Przyjmując to założenie można w sposób realistyczny oszacować przewidywane osiadania płyty fundamentowej pod budynkami oraz sztywność podłoża  $k_z$ , która będzie potrzebna projektantowi do zaprojektowania zbrojenia płyty. Sztywność podłoża mierzona wartością  $k_z$  ma również wpływ na spełnienie warunków stanu granicznego użyteczności, które w tym przypadku sprowadzą się do sprawdzenia osiadań płyty, przechylenia budynków oraz wygięcia płyty. Ze względu na ryzyko wystąpienia stref nasypów o dużo większej odkształcalności niż zostało to pokazane w rozpoznaniu podłoża [1-3], bardzo ostrożnie przyjęto wartości modułów ściśliwości  $M_0$  jako równe 40 MPa dla nasypów mających charakter gruntów niespoistych (pakiety Ia1, Ia2, Ia3) oraz 10

MPa dla nasypów mających charakter gruntów spoistych (pakiet Ib). W pierwszym przypadku przyjęta do obliczeń wartość stanowi 40 – 80% wartości oszacowanej w rozpoznaniu warunków gruntowych, a w drugim przypadku jest to ok. 60% tej wartości. Sztywność geomateraca złożonego z zagęszczonego kruszywa ostrokrawędzistego stabilizowanego georusztem oszacowano na 120 MPa. Obliczenia osiadań pokazano w załączniku 1. Uzyskana wartość maksymalnych osiadań wynosi **51 mm**, co przekłada się na sztywność podłoża gruntowego pod płytą fundamentową równą  **$k_z = 3,9 \text{ MN/m}^3$** . Porównując te wartości z podanymi w projekcie [4] można uznać, że autorzy projektu mogli przyjąć nawet ponad 10 razy za dużą sztywność podłoża. **Dlatego też należy skorygować obliczenia w zakresie pracy statycznej płyty fundamentowej na podłożu odkształcalnym** przyjmując podaną wyżej sztywność podłoża. Ponowne przeliczenie modelu konstrukcji pozwoli na skorygowanie zbrojenie. Może się okazać, że konieczne będzie zwiększenie powierzchni zbrojenia zarówno w płycie fundamentowej (co jest praktycznie pewne), ale możliwe, że i również w ścianach, słupach, belkach, wieńcach, a nawet i w stropach. Należy też dodać, że realizacja konstrukcji wg aktualnego projektu [4] nie jest możliwa, gdyż praktycznie nie istnieje sposób takiego przygotowania podłoża, aby odznaczało się tak dużą sztywnością, jak zostało to przyjęte w [4].



Rys. 1. Geomaterac wzmacniający podłoże pod płytą fundamentową

## 5. TECHNOLOGIA WYKONANIA GEOMATERACA

Geomaterac wzmacniający podłoże znajdować się będzie bezpośrednio pod płytą fundamentową. Jego wykonanie pozwoli na rezygnację z betonu podkładowego (chudego betonu) obecnie przewidzianego w [4]. Geomaterac będzie się składał z trzech warstw o łącznej grubości 100 cm. W tym celu należy dostosować rzędną dna wykopu tak, aby poziom posadzki podziemnego garażu pozostał niezmieniony. Należy mieć również na uwadze, że po dokonaniu koniecznej korekty projektu konstrukcji analizowanych budynków, najprawdopodobniej ulegnie zwiększeniu grubość płyty fundamentowej.

Rozpoczęcie wykonywania geomateraca należy rozpocząć niezwłocznie po zakończeniu wykopów. Prace należy prowadzić przy możliwie korzystnych warunkach atmosferycznych tak, aby nie dopuścić do zalania dna wykopu. Najpierw należy wyrównać powierzchnię dna oraz zagęścić ją ciężkim walcem wibracyjnym. Następnie można przystąpić do wykonania poszczególnych warstw geomateraca. Wykonanie kolejnej warstwy musi być poprzedzone dokonaniem odbioru przez nadzór

warstwy znajdującej się poniżej.

Wykonanie danej warstwy geomateraca będzie polegać na rozłożeniu georusztu, rozprowadzeniu na nim warstwy kruszywa (np. spycharką, metodą czołową, niedopuszczalny jest ruch ciężkiego sprzętu po geosyntetyku) oraz właściwe jego zagęszczenie. Boki georusztu należy wywinąć na górę warstwy zapewniając odpowiednią długość zakotwienia (sugerowana wartość: 2,0 m). Ponadto należy stosować zakłady przewidziane przez producenta geosyntetyku. Wymaga się uzyskania wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 0,98$ , przy czym należy zapewnić kontrolę każdej budowanej warstwy geomateraca. Dopuszcza się wykonanie jako badań odbiorczych próbnych obciążeń VSS (należy uzyskać  $E_2 \geq 80$  MPa oraz  $I_0 \leq 2,5$ ) lub płytą dynamiczną (wymaganie  $E_{vd} \geq 40$  MPa). Liczba potrzebnych przejazdów walca winna być ustalona na poletku doświadczalnym.

Na tak wykonanym geomateracu nie ma potrzeby wykonywania warstwy betonu podkładowego (chudego betonu), chyba że projektant konstrukcji zdecyduje inaczej. Można zastosować geowłókninę separacyjną lub tylko folię budowlaną, która zabezpieczy przed ucieczką wody z mieszanki betonowej podczas betonowania płyty. W dalszej kolejności można przystąpić do konstruowania zbrojenia płyty, a po jego odbiorze niezwłocznie do betonowania.

## 6. PODSUMOWANIE

Jak wykazano w niniejszej ekspertyzie, istniejące warunki gruntowe, pomimo zalegania sporej warstwy nasypów niebudowlanych umożliwiają bezpieczne wzniesienie planowanych budynków. Nasypy niebudowlane odznaczają się relatywnie dobrymi właściwościami mechanicznymi, choć w tego typu gruntach istnieje ryzyko wystąpienia strefy rozluźnień lub też niejednorodności w masywie nasypów. Dlatego też zaproponowano wykonanie geomateraca wzmacniającego podłoże, który powinien te niejednorodności w miarę skutecznie zniwelować. Ponieważ projektant konstrukcji założył zbyt dużą sztywność podłoża w stosunku do ostrożnego oszacowania podanego w niniejszym opracowaniu, zachodzi konieczność dokonania korekty obliczeń oraz ponownego zaprojektowania zbrojenia. Najprawdopodobniej trzeba będzie również zastosować grubszą płytę, niż obecnie przyjęta wartość 50 cm.

W celu zapewnienia dodatkowego bezpieczeństwa użytkowania budynków należy przewidzieć zainstalowanie geodezyjnego monitoringu osiadań. Proponuje się wykonanie po 4 repery na każdy z budynków. Pomiar osiadań należy wykonywać jeden raz na miesiąc podczas wykonywania konstrukcji obiektu, jeden raz na pół roku do daty dwóch lat po rozpoczęciu użytkowania budynku oraz jeden raz na rok w późniejszym okresie. Wyniki monitoringu pozwolą na weryfikację prawidłowości założeń dotyczących sztywności podłoża oraz potwierdzenie spełnienia wymagań w zakresie stanu granicznego użytkowności. W przypadku stwierdzenia wystąpienia zbyt dużych osiadań, właściwa realizacja monitoringu pozwoli na szybką reakcję, dzięki czemu bezpieczeństwo użytkowników budynku będzie zachowane. W szczególności możliwe będzie zaprojektowanie racjonalnego wzmocnienia podłoża.

## Załącznik nr 1

### Obliczenie osiadań podłoża pod płytą fundamentową

Otwór wiertniczy nr 6 Powierzchnia płyty B = 20 L = 25,0 BxL = 500 m<sup>2</sup> L/B = 0,8  
 obciążenie 200,00 kPa ciężar gruntu 16 kN/m<sup>3</sup> głębokość posadowienia: D = 4,0 m  
 zasięg głębokości aktywnej: sigma q < 0,5 sigma ro

z [m]	M0 [Mpa]	sigma ro [kPa]	0,5 sgr	z/B	eta s [-]	sigma q [kPa]	si [mm]	Głębokość aktywna
0,00		64	32	0,000	1	200,00		
0,25	120,0	68	34	0,010	0,993893	198,78	0,42	TAK
0,50	120,0	72	36	0,020	0,9876043	197,52	0,41	TAK
0,75	120,0	76	38	0,030	0,9811701	196,23	0,41	TAK
1,00	120,0	80	40	0,040	0,9745973	194,92	0,41	TAK
1,25	40,0	84	42	0,050	0,9678928	193,58	1,21	TAK
1,50	40,0	88	44	0,060	0,9610632	192,21	1,21	TAK
1,75	40,0	92	46	0,070	0,9541153	190,82	1,20	TAK
2,00	40,0	96	48	0,080	0,9470558	189,41	1,19	TAK
2,25	40,0	100	50	0,090	0,9398913	187,98	1,18	TAK
2,50	40,0	104	52	0,100	0,9326284	186,53	1,17	TAK
2,75	40,0	108	54	0,110	0,9252735	185,05	1,16	TAK
3,00	40,0	112	56	0,120	0,9178331	183,57	1,15	TAK
3,25	40,0	116	58	0,130	0,9103134	182,06	1,14	TAK
3,50	40,0	120	60	0,140	0,9027207	180,54	1,13	TAK
3,75	40,0	124	62	0,150	0,895061	179,01	1,12	TAK
4,00	40,0	128	64	0,160	0,8873403	177,47	1,11	TAK
4,25	40,0	132	66	0,170	0,8795645	175,91	1,10	TAK
4,50	40,0	136	68	0,180	0,8717394	174,35	1,09	TAK
4,75	40,0	140	70	0,190	0,8638706	172,77	1,08	TAK
5,00	40,0	144	72	0,200	0,8559636	171,19	1,07	TAK
5,25	40,0	148	74	0,210	0,8480238	169,60	1,06	TAK
5,50	40,0	152	76	0,220	0,8400564	168,01	1,06	TAK
5,75	40,0	156	78	0,230	0,8320665	166,41	1,05	TAK
6,00	40,0	160	80	0,240	0,824059	164,81	1,04	TAK
6,25	40,0	164	82	0,250	0,8160387	163,21	1,03	TAK
6,50	40,0	168	84	0,260	0,8080104	161,60	1,02	TAK
6,75	10,0	172	86	0,270	0,7999785	160,00	4,02	TAK
7,00	10,0	176	88	0,280	0,7919473	158,39	3,98	TAK
7,25	40,0	180	90	0,290	0,7839211	156,78	0,98	TAK
7,50	40,0	184	92	0,300	0,7759039	155,18	0,97	TAK
7,75	40,0	188	94	0,310	0,7678997	153,58	0,96	TAK
8,00	40,0	192	96	0,320	0,7599121	151,98	0,95	TAK
8,25	40,0	196	98	0,330	0,7519448	150,39	0,94	TAK
8,50	40,0	200	100	0,340	0,7440013	148,80	0,93	TAK
8,75	40,0	204	102	0,350	0,7360847	147,22	0,93	TAK
9,00	40,0	208	104	0,360	0,7281984	145,64	0,92	TAK
9,25	40,0	212	106	0,370	0,7203453	144,07	0,91	TAK
9,50	40,0	216	108	0,380	0,7125282	142,51	0,90	TAK
9,75	40,0	220	110	0,390	0,7047499	140,95	0,89	TAK
10,00	40,0	224	112	0,400	0,6970131	139,40	0,88	TAK
10,25	40,0	228	114	0,410	0,68932	137,86	0,87	TAK
10,50	40,0	232	116	0,420	0,6816731	136,33	0,86	TAK
10,75	40,0	236	118	0,430	0,6740746	134,81	0,85	TAK
11,00	40,0	240	120	0,440	0,6665265	133,31	0,84	TAK
11,25	40,0	244	122	0,450	0,6590306	131,81	0,83	TAK
11,50	40,0	248	124	0,460	0,651589	130,32	0,82	TAK
11,75	40,0	252	126	0,470	0,6442032	128,84	0,81	TAK
12,00	40,0	256	128	0,480	0,6368748	127,37	0,80	Nie
12,25	40,0	260	130	0,490	0,6296053	125,92	0,79	Nie
12,50	40,0	264	132	0,500	0,622396	124,48	0,78	Nie
12,75	40,0	268	134	0,510	0,6152483	123,05	0,77	Nie
13,00	40,0	272	136	0,520	0,6081631	121,63	0,76	Nie
13,25	40,0	276	138	0,530	0,6011417	120,23	0,76	Nie
13,50	40,0	280	140	0,540	0,594185	118,84	0,75	Nie
13,75	40,0	284	142	0,550	0,5872938	117,46	0,74	Nie
14,00	40,0	288	144	0,560	0,5804689	116,09	0,73	Nie
14,25	40,0	292	146	0,570	0,573711	114,74	0,72	Nie
14,50	40,0	296	148	0,580	0,5670207	113,40	0,71	Nie
14,75	40,0	300	150	0,590	0,5603985	112,08	0,70	Nie
15,00	40,0	304	152	0,600	0,553845	110,77	0,70	Nie

ks= 3,90 MN/m3

Osiadanie

51,25 mm