

GŁÓWNY  
INSTYTUT  
GÓRNICZWA

- **Dane teleadresowe:** Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice  
telefon: 32 258 16 31 ÷ 9, fax: 32 259 65 33, e-mail: gig@gig.eu, www.gig.eu
- **Rachunek bankowy:** BRE Bank S.A.  
nr 05 1140 1078 0000 3018 1200 1001
- **Regon:** 000023461 **NIP:** 6340126016 **KRS:** 0000090660  
Główny Instytut Górnictwa jest płatnikiem podatku VAT

**EGZEMPLARZ nr. 2<sup>1)</sup>**

**Jednostka organizacyjna GIG:**

**ZAKŁAD OCHRONY POWIERZCHNI I OBIEKTÓW BUDOWLANYCH**

## **DOKUMENTACJA**

**pracy badawczo-usługowej**  
(finansowanej przez odbiorców rynkowych)

**Zleceniodawca: Zakład Produkcyjno-Usługowo-Handlowy IRMA**  
**mgr inż. Marek Bogucki**  
71-696 Szczecin, ul. Kormoranów 29/4

**Tytuł dokumentacji:**

**Wykonanie badań i opracowanie opinii o możliwości stosowania na terenach górniczych prefabrykowanych zbiorników okrągłych i studni kanalizacyjnych IRMA produkowanych z polimerobetonu**

Symbol PKWiU: **72.19.2**

Nr umowy/zlecenia<sup>\*)</sup>: NI/544/2010

z dnia: 13.05.2010

Nr komputerowy pracy w GIG:

**582 2262 0-132**

Data rozpoczęcia pracy: maj 2010 r.

Data zakończenia pracy: lipiec 2010 r.

**Słowa kluczowe:** inżynieria cywilna, budownictwo, teren górniczy, opinia

dr inż. Piotr Kalisz

pieczęć i podpis  
kierownika pracy

<sup>1)</sup> wypełniać odrębnie po wydrukowaniu

Druk GIG-PS-7-17 - zał. nr 5 - wyd. 2, ważne od 02.2009 r.

**Z-CA KIEROWNIKA**  
Zakładu Ochrony Powierzchni  
i Obiektów Budowlanych  
  
dr inż. Lucjan Muszyński  
pieczęć i podpis kierownika  
jednostki organizacyjnej GIG

Posiadamy certyfikowany  
Zintegrowany System Zarządzania  
spełniający wymagania norm:  
PN-EN ISO 9001:2009 PN-N-18001:2004  
PN-EN ISO 14001:2005



Główny Instytut  
Górnictwa  
jest Jednostką  
Notyfikowaną  
nr 1453



Zintegrowany Instytut Naukowo-Technologiczny  
Paliwa-Bezpieczeństwo-Srodowisko

## SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	<b>4</b>
<b>2. Charakterystyka techniczna zbiorników kanalizacyjnych IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA z polimerobetonu</b>	<b>5</b>
<b>3. Charakterystyka deformacji powierzchni na terenach górniczych</b>	<b>12</b>
<b>4. Oddziaływanie eksploatacji górniczej na zbiorniki i studnie kanalizacyjne</b>	<b>13</b>
<b>5. Wykonane badania wytrzymałości na zginanie dla polimerobetonów</b>	<b>17</b>
<b>6. Ocena możliwości i określenie warunków stosowania na terenach górniczych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA z polimerobetonu</b>	<b>19</b>
<b>7. Wnioski</b>	<b>27</b>

## 1. Wprowadzenie

Opinię wykonano na zlecenie Zakładu Produkcyjno-Usługowo-Handlowego IRMA mgr inż. Marek Bogucki o numerze NI/544/2010, z dnia 13.05.2010 roku. Celem opinii jest ocena możliwości stosowania na terenach górniczych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA w zakresie średnic od DN600 do DN2000, budowanych z prefabrykowanych elementów wykonanych z polimerobetonu. Oceny tej dokonano na podstawie przeprowadzonych badań oraz analizy statyczno-wytrzymałościowej z uwzględnieniem oddziaływania deformacji podłoża, wywoływanych eksploatacją górniczą.

W opinii wykorzystano następujące materiały:

- Aprobata Techniczna Instytutu Techniki Budowlanej Nr AT-15-7908/2009. Prefabrykowane zbiorniki kanalizacyjne IRMA z polimerobetonu. Warszawa, 26 marzec 2009.
- Aprobata Techniczna Instytutu Badawczego Dróg i Mostów Nr AT/2008-03-2329. Studnie kanalizacyjne SK - IRMA z polimerobetonu. Warszawa, 21 luty 2008.
- Określenie teoretyczne nośności studni DN1000, DN1200, DN1500 i DN2000 wykonanych z polimerobetonu obciążonych liniowo w części górnej. Zlecenie ZPUH IRMA mgr inż. Marek Bogucki. Opracował dr inż. Janusz Niczyj. Politechnika Szczecińska. Szczecin, listopad 2001.
- Analiza techniczna zbiornika o przekroju okrągłym z polimerobetonu o wysokości 10 m. Projektował mgr inż. Grzegorz Bukowiecki. Pracownia Projektowa Justyna Bogucka. Szczecin, marzec 2008.
- Świadectwo badań wytrzymałości polimerobetonów nr 1/VI/10. Projektowanie, nadzór, orzeczenia technologiczne Kamiński Marek. Szczecin, czerwiec 2010.
- Badania wytrzymałości na zginanie próbek polimerobetonów. Zlecenie ZPUH IRMA mgr inż. Marek Bogucki. Sprawozdanie z badań nr 143/10/SM1. Główny Instytut Górnictwa. Katowice, czerwiec 2010.
- *Kwiatek i inni*: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 1997.
- *Kwiatek J.*: Obiekty budowlane na terenach górniczych. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007.
- *Kuliczkowski A.*: Projektowanie konstrukcji przewodów kanalizacyjnych. Politechnika Świętokrzyska. Kielce 2003.
- *Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.*: Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych. Politechnika Wrocławska. Wrocław 2002.
- Instrukcja nr 364/2007. Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. ITB. Warszawa 2007.
- Instrukcja nr 12. Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. GIG. Katowice 2000.

## 2. Charakterystyka techniczna zbiorników kanalizacyjnych IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA z polimerobetonu

Przedmiotowe zbiorniki kanalizacyjne IRMA i studnie kanalizacyjne SK-IRMA o przekroju kołowym budowane są z prefabrykowanych elementów wykonanych z polimerobetonu, którymi są: kręgi, płyty denne, płyty pokrywowe lub zwężka redukcyjna. Elementy te łączone są z zastosowaniem kleju epoksydowego, przy czym uszczelnienie płyty pokrywowej może być też wykonane z zastosowaniem uszczelki elastomerowej. Zbiorniki o przekroju kołowym oznaczone są symbolami IRMA-600-ZO, IRMA-800-ZO, IRMA-1000-ZO, IRMA-1200-ZO, IRMA-1500-ZO i IRMA-2000-ZO. Studnie kanalizacyjne, oznaczone symbolami SK-IRMA, mają średnice nominalne 1000 mm, 1200 mm, 1500 mm i 2000 mm.

### Kręgi

Kręgi, oznaczone symbolem KS, służą do budowy komory roboczej zbiorników i studni oraz do budowy kominów włączowych. Produkowane są jako elementy cylindryczne o różnych wysokościach i o różnych grubościach ścianek. Wymiary kręgów przedstawiono w tabelicy 2.1.

Tablica 2.1

Wymiary kręgów KS służących do budowy zbiorników IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA

Oznaczenie kręgu	Średnica nominalna DN, mm	Grubość ścianki, mm	Dopuszczalna odchyłka grubości	Wysokość, mm	Dopuszczalna odchyłka wysokości
KS-600/800	600	20	±5 %	800	±3 %
KS-800/1000	800	20		1000	
KS-1000/750	1000	25		750	
KS-1000/1000				1000	
KS-1000/1700				1700	
KS-1200/750	1200	30		750	
KS-1200/1000				1000	
KS-1200/1500				1500	
KS-1200/1700				1700	
KS-1500/950	1500	40		950	
KS-1500/1000				1000	
KS-1500/1500				1500	
KS-2000/1000	2000	60		1000	
KS-2000/1500				1500	

### Płyty denne

Płyty denne są elementami produkowanymi w wersji lekkiej, o symbolu DL, i w wersji ciężkiej, o symbolu DC. W przypadku zbiorników i studni o średnicach nominalnych DN600 i DN800 płyty te posiadają średnice równe średnicom zewnętrznym

kręgów, a dla średnic nominalnych DN1000, DN1200, DN1500 i DN2000 średnice płyt są większe od średnic zewnętrznych kręgów. Wymiary płyt dennych pokazano w tabelicy 2.2.

Tablica 2.2

Wymiary płyt dennych służących do budowy zbiorników IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA

Oznaczenie płyty dennej	Grubość płyty dennej, mm	Dopuszczalna odchyłka grubości	Średnica płyty dennej, mm	Dopuszczalna odchyłka średnicy
DL-600	30	±5 %	640	±5 %
DL-800	30		840	
DC-800	120			
DL-1000	30		1130	
DC-1000	120			
DL-1200	30		1340	
DC-1200	120			
DL-1500	40		1660	
DC-1500	120			
DL-2000	60		2220	
DC-2000	120			

### Płyty pokrywowe

Płyty pokrywowe produkowane są w wersji lekkiej, oznaczonej symbolem PL, i w wersji ciężkiej, oznaczonej symbolem PC. Są to elementy z otworem o średnicy 400 mm (dla DN600) oraz 600 mm lub 800 mm pod włącz kanałowy. Otwór może być wykonany centrycznie lub niecentrycznie. Wymiary płyt pokrywowych przedstawiono w tabelicy 2.3.

Tablica 2.2

Wymiary płyt pokrywowych służących do budowy zbiorników IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA

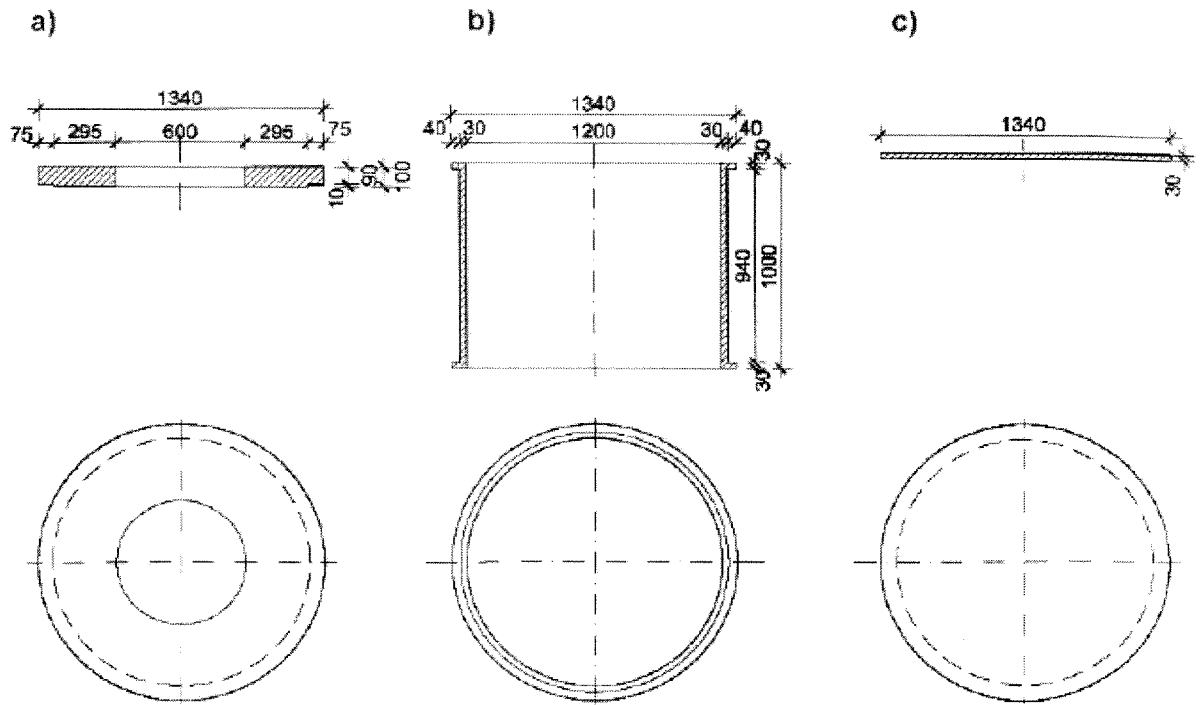
Oznaczenie płyty pokrywowej	Grubość płyty pokrywowej, mm	Dopuszczalna odchyłka grubości	Średnica płyty pokrywowej, mm	Dopuszczalna odchyłka średnicy
PL-600	50	±5 %	640	±5 %
PL-800	60		840	
PC-800	100			
PL-1000	100		1130	
PC-1000	200			
PL-1200	100		1340	
PC-1200	200			
PL-1500	100		1660	
PC-1500	200			
PL-2000 żelbetowa	200		2220	
PC-2000 żelbetowa	200			

W przypadku zbiorników o średnicy nominalnej DN2000 stosowane są płyty pokrywowe wykonane z żelbetu według indywidualnego projektu technicznego, który uwzględnia lokalizację zbiornika lub studni kanalizacyjnej oraz wymagania przepisów budowlanych.

### Zwężka

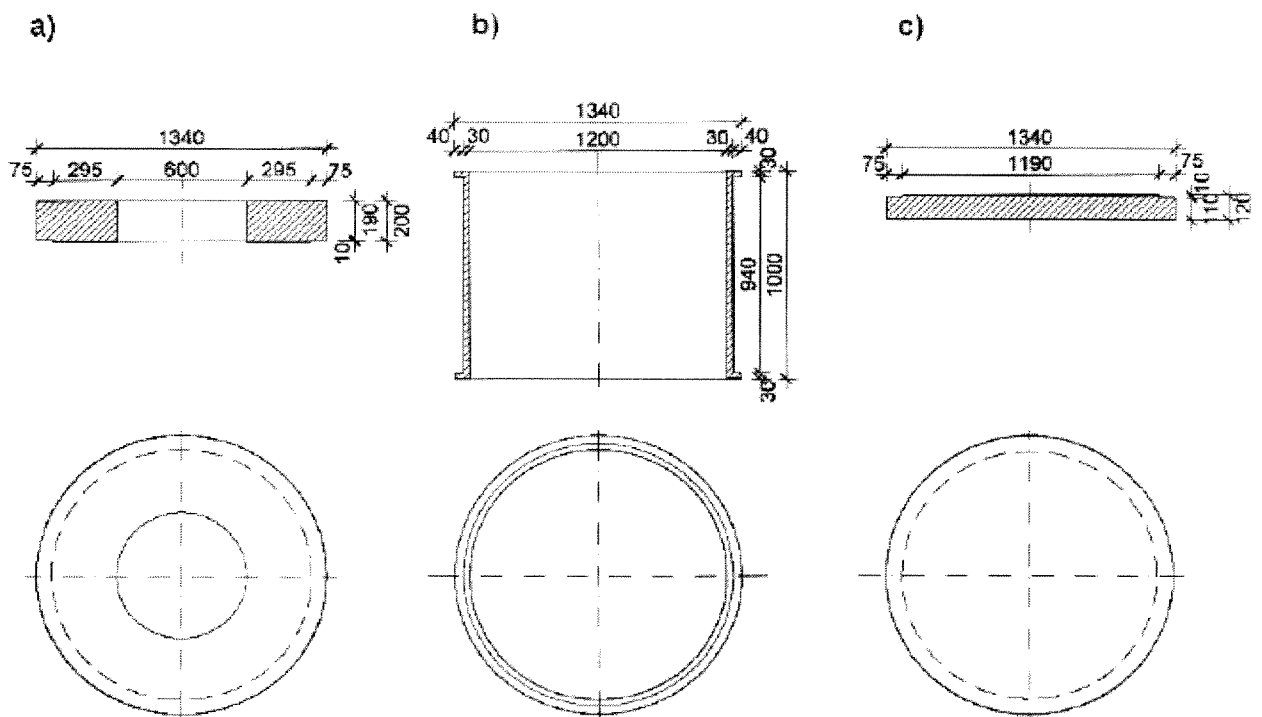
Zwężka jest elementem redukującym średnicę DN1000 komory roboczej lub komina włączowego zbiornika lub studni kanalizacyjnej do średnicy otworu pod włącz kanałowy. Grubość ścianki tego elementu wynosi 25 mm.

1)



a) płyta pokrywowa PL-1200/600-A/1; b) krąg KS-1200/1000; c) płyta denna DL-1200

2)



a) płyta pokrywowa PC-1200/600-BCD/1; b) krąg KS-1200/1000; c) płyta denna DC-1200

Rys. 2.1. Przykładowy zestaw do budowy zbiornika IRMA-1200-ZO: 1) typu lekkiego, 2) typu ciężkiego

Zbiorniki i studnie kanalizacyjne dostarczane są do odbiorców w postaci monolitycznej, sklejonej w zakładzie produkcyjnym lub w częściach ułatwiających transport, przygotowanych do sklejenia na budowie przez wykonawcę, według instrukcji Producenta.

Zbiorniki i studnie łączone są z przewodami kanalizacyjnymi zbudowanymi z wszystkich typów rur, dostępnych na rynku. Połączenie z rurami realizowane jest przez wywiercenie otworu i wklejenie tulei odpowiedniej do zastosowanego typu rur. Podłączenia rur ustalane są w zależności od potrzeb odbiorcy.

### **Polimerobeton**

Do wykonywania elementów prefabrykowanych zbiorników i studni kanalizacyjnych, produkowanych przez Zakład Produkcyjno-Usługowo-Handlowy „IRMA” mgr inż. Marek Bogucki, stosowany jest polimerobeton produkowany z żywicy poliestrowej, wypełniaczy, przyspieszaczy i utwardzaczy.

Żywica poliestrowa stanowi spoiwo dla wypełniaczy mineralnych. Stosowana jest żywica ESTROMAL 14.PB-03. Charakteryzuje się wysoką chemoodpornością i niską lepkością, wynoszącą od 250 do 300 mPa·s (temp. 23°C), która umożliwia dobre mieszanie z wypełniaczem mineralnym. Żywica charakteryzuje się także wysoką reaktywnością, co decyduje o krótkim czasie utwardzania. Jej gęstość w stanie ciekłym wynosi 1,00÷1,13 g/cm<sup>3</sup>. Żywica po utwardzeniu i wygrzaniu przez 2 godziny w temperaturze 80°C charakteryzuje się wytrzymałością na zginanie nie mniejszą niż 110 MPa, wytrzymałością na rozciąganie nie mniejszą niż 55 MPa, modułem Younga 3500 MPa i wydłużeniem przy rozciąganiu nie mniejszym niż 2 %.

Do produkcji polimerobetonu są stosowane wypełniacze:

- mączka kwarcowa o uziarnieniu nie większym niż 200 µm, która zawiera co najmniej 98 % SiO<sub>2</sub>, o zawartości wody nie większej niż 0,2 %,
- kruszywa: piasek o uziarnieniu 0 ÷ 2 mm, żwir o uziarnieniu 2 ÷ 8 mm, 8 ÷ 16 mm i 16 ÷ 32 mm, które nie powinny zawierać wody więcej niż 0,2 %.

Do produkcji elementów prefabrykowanych i studni kanalizacyjnych stosowane jest polimerobeton wytworzony według trzech receptur:

- Receptura 1 z frakcją 2-4 mm, o składzie mieszanki: żywica, mączka kwarcowa, piasek, żwir o uziarnieniu 2-4 mm, przyspieszacz, utwardzacz,
- Receptura 2 z frakcją 2-8 mm o składzie mieszanki: żywica, mączka kwarcowa, piasek, żwir o uziarnieniu 2-8 mm, przyspieszacz, utwardzacz,

- Receptura 3 z frakcją 2-8 mm i 8-16 mm o składzie mieszanki: żywica, mączka kwarcowa, piasek, żwir o uziarnieniu 2-8 mm, żwir o uziarnieniu 8-16 mm przyspieszcz, utwardzacz.

Granulacja użytego do produkcji polimerobetonu kruszywa zależy od grubości produkowanych elementów zbiorników i studni kanalizacyjnych. W przypadku kręgów o średnicach nominalnych DN600 i DN800 stosowana jest Receptura 1, kręgów DN1000, DN1200 i DN1500 Receptura 2, a kręgów DN2000 Receptura 3. Pozostałe elementy również produkowane są według wyżej wymienionych receptur, w zależności od ich grubości.

Polimerobeton, z którego wykonywane są elementy zbiorników i studni kanalizacyjnych, charakteryzuje się gęstością objętościową  $2,2 \div 2,3 \text{ kg/dm}^3$ . Określone w Aprobacie Technicznej ITB nr AT-15-7908/2009 i Aprobacie Technicznej IBDiM nr AT/2008-03-2329 wymagania dotyczące właściwości wytrzymałościowych przewidują, że polimerobeton powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

- wytrzymałość na ściskanie  $\geq 90 \text{ MPa}$ ,
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu  $\geq 18 \text{ MPa}$ .

Zatem wytrzymałość charakterystyczna na zginanie nie powinna być mniejsza niż 18 MPa dla wszystkich stosowanych do produkcji elementów prefabrykowanych receptur polimerobetonu. Wytrzymałość na zginanie dla Receptury 1 z frakcją 2-4 mm, Receptury 2 z frakcją 2-8 mm i Receptury 3 z frakcją 2-8 mm i 8-16 mm poddano badaniu w Głównym Instytucie Górnictwa dla próbek litych i z połączeniem klejowym. Otrzymane wartości wytrzymałości polimerobetonu przedstawiono w rozdziale 5 i w załączonym Sprawozdaniu z badań.

Do obliczeń statycznych, według uzasadnienia przedstawionego przez Producenta, przyjmuje się częściowy współczynnik bezpieczeństwa  $\gamma_{pc} = 1,8$ . Taka wartość częściowego współczynnika bezpieczeństwa dla wyznaczenia wytrzymałości obliczeniowej polimerobetonu na ściskanie i rozciąganie przy zginaniu przyjmowana jest w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych dla zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA z uwagi na brak normy do obliczania oraz projektowania konstrukcji z polimerobetonu. Wartość powyższego współczynnika została przyjęta na podstawie punktu 2.1.2 normy PN-B03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie. Przyjęty częściowy współczynnik bezpieczeństwa odpowiada konstrukcjom wykonanym z betonu.



## Klej

Łączenie polimerobetonowych elementów prefabrykowanych zbiorników i studni kanalizacyjnych realizowane jest z zastosowaniem kleju na bazie żywicy epoksydowej z dodatkiem wypełniacza i utwardzacza. Do łączenia stosowany jest EPIDIAN 450. Klej ten charakteryzuje się wytrzymałością na ściskanie  $\geq 70$  MPa, wytrzymałością na rozciąganie  $\geq 10$  MPa, wytrzymałością na zginanie  $\geq 30$  MPa. Przyczepność kleju do polimerobetonu nie powinna być mniejsza niż wytrzymałość polimerobetonu na rozciąganie przy zginaniu. Było to również przedmiotem badań w Głównym Instytucie Górnictwa, gdzie uzyskano pozytywne wyniki.

## Wytrzymałość gotowych elementów

Wytrzymałość na zgniatanie kręgów KS stosowanych do budowy zbiorników IRMA i studni kanalizacyjnych SK-IRMA, zgodnie z aprobatami AT-15-7908/2009 i AT/2008-03-2329, powinna spełniać warunki przedstawione w tabelicy 2.4 (określona wg PN-EN 1917:2004 i poprawka AC:2007).

Tablica 2.1

Wymagana wytrzymałość kręgów KS do budowy zbiorników i studni kanalizacyjnych wg Aprobat Technicznych

Oznaczenie kręgu (DN x wysokość w mm)	Wymagana wytrzymałość, kN/m
KS 600/800; KS 800/1000	$\geq 10$
KS 1000/750; KS 1000/1000; KS 1000/1700	$\geq 13,1$
KS 1200/750; KS 1200/1000; KS 1200/1500; KS 1200/1000	$\geq 13,5$
KS 1500/950; KS 1500/1000; KS 1500/1500	$\geq 18,2$
KS 2000/1000; KS 2000/1500	$\geq 20,6$

## Przeznaczenie i zakres stosowania

Zbiorniki IRMA i studnie kanalizacyjne SK-IRMA z prefabrykowanych elementów polimerobetonowych przeznaczone są do stosowania w systemach kanalizacji sanitarnej, deszczowej, przemysłowej i ogólnospławnej o przepływie grawitacyjnym. Obiekty te mogą być stosowane jako zagłębione w gruncie zbiorniki pompowni ścieków, studnie rewizyjne i wodomierzowe, odstojniki, osadniki i separatory, zbiorniki armatury sterująco-odcinającej, tłocznie, zbiorniki przepływowe i nieprzepływowe, zagłębione w gruncie. Mogą być wykorzystane do odwadniania dróg, tras komunikacyjnych i parkingów oraz terenów położonych w pasie komunikacyjnym i poza nim.

Zbiorniki i studnie kanalizacyjne powinny być wykonywane zgodnie z projektem technicznym, opracowanym dla określonego zastosowania, uwzględniającym odpowiednie

wymagania związane z przepisami budowlanymi, ich właściwości techniczne, wymagania Aprobata Technicznego oraz warunki gruntowo-wodne w miejscu zabudowy i przewidywane obciążenia. Obiekty te powinny być posadawiane w odpowiednio przygotowanym i odwodnionym wykopie, w zależności od właściwości podłoża bezpośrednio na gruncie rodzimym, na podsypce cementowo-piaskowej, na fundamencie betonowym lub żelbetowym. Zastosowanie przedmiotowych zbiorników i studni kanalizacyjnych powinno być zgodne również z projektem technicznym kanalizacji, uwzględniającym odpowiednie wymagania związane z przepisami budowlanymi, właściwości techniczne wyrobów, wymagania Aprobata Technicznego.

Głębokość posadowienia przedmiotowych zbiorników i studni kanalizacyjnych na terenach nie objętych wpływami eksploatacji górniczej (poza terenami górniczymi) nie powinna być większe niż 10 m ppt.

### 3. Charakterystyka deformacji powierzchni na terenach górniczych

Podziemna eksploatacja górnicza powoduje ruchy górotworu na skutek wypełniania skałami nadległymi pustej przestrzeni, powstałej po wybraniu złoża. Deformacje powierzchni, wywoływane wpływami podziemnej eksploatacji górnicznej, charakteryzowane są obniżeniami i przemieszczeniami poziomymi oraz zmianami nachylenia terenu, krzywiznami wklęsłymi i wypukłymi o promieniu oraz odkształceniami poziomymi przypowierzchniowej warstwy górotworu, którą jest zazwyczaj warstwa gruntu. Odkształcenia poziome powodują rozluźnianie i zagęszczanie gruntu.

Tereny górnicze o deformacjach ciągłych w zależności od ekstremalnych wartości wskaźników deformacji przypowierzchniowej warstwy górotworu, takich jak zmiany nachylenia  $T$ , promień krzywizny  $R$  i odkształcenia poziome warstwy gruntu  $\varepsilon$ , podzielono na sześć kategorii. Wartości wskaźników deformacji, odpowiadające poszczególnym kategoriom terenu górniczego, przedstawiono w tabelicy 3.1.

Tablica 3.1

Kategorie terenów górniczych

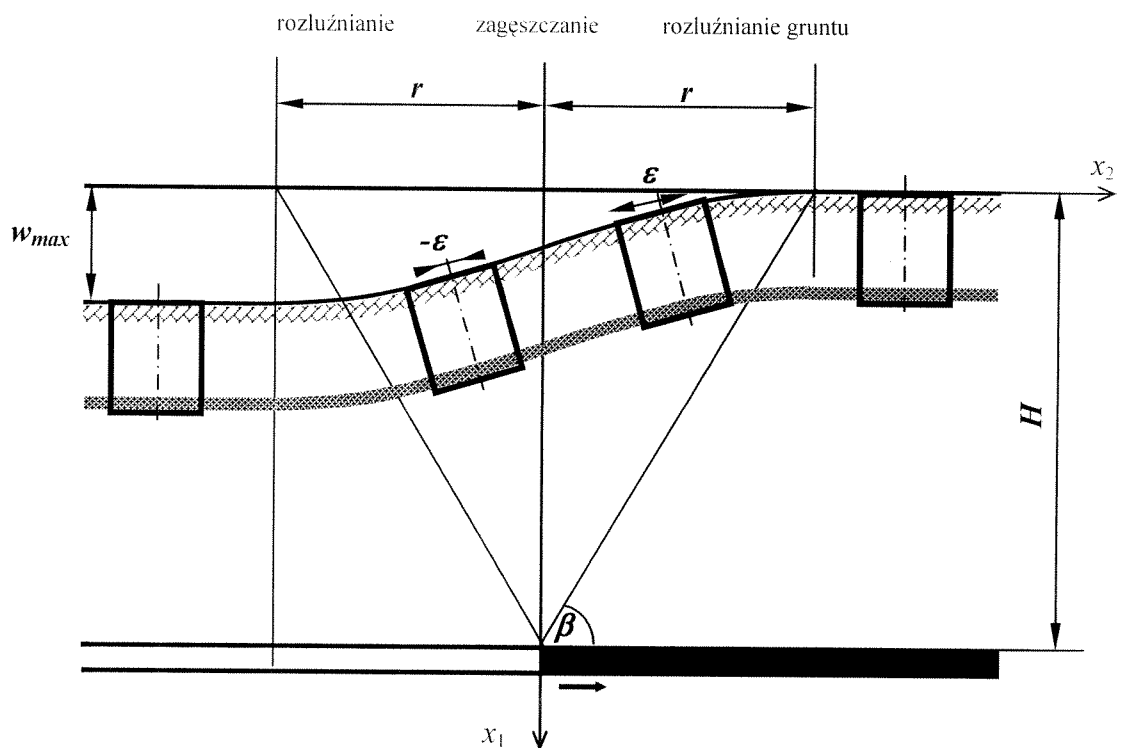
Kategoria Terenu górniczego	Wartości wskaźników deformacji		
	Nachylenie, mm/m	Promień krzywizny, km	Odształcenie poziome, mm/m
0	$T \leq 0,5$	$40 \leq  R $	$ \varepsilon  \leq 0,3$
I	$0,5 < T \leq 2,5$	$20 \leq  R  < 40$	$0,3 <  \varepsilon  \leq 1,5$
II	$2,5 < T \leq 5$	$12 \leq  R  < 20$	$1,5 <  \varepsilon  \leq 3$
III	$5 < T \leq 10$	$6 \leq  R  < 12$	$3 <  \varepsilon  \leq 6$
IV	$10 < T \leq 15$	$4 \leq  R  < 6$	$6 <  \varepsilon  \leq 9$
V	$T > 15$	$ R  < 4$	$ \varepsilon  > 9$

Przedstawione w tabelicy 3.1 wartości wskaźników deformacji odnoszą się do standardowych baz pomiarowych, których długości wynoszą na ogół 25 m. Wskaźniki te cechuje rozproszenie losowe, co wynika z pomiarów geodezyjnych, prowadzonych na terenach górniczych. Ekstremalne wartości wskaźników deformacji, jakie mogą wystąpić na terenie górniczym określonej kategorii, mogą być większe od wartości przedstawionych w tabelicy 3.1, co zostało wykazane między innymi w pracach AGH i GIG. Odchylenie standardowe wartości poziomych odkształceń rozciągających, powodujących rozluźnienie gruntu, od wartości przeciętnej dla standardowej długości bazy pomiarowej wynosi około  $\pm 0,20\varepsilon$ , a poziomych odkształceń ściskających, powodujących zagęszczenie gruntu, około  $\pm 0,30\varepsilon$ . Wartości wskaźników deformacji mogą być wywołane eksploatacją jednego lub wielu pokładów. Przy wielokrotnej eksploatacji następuje ich sumowanie.

#### 4. Oddziaływanie eksploatacji górniczej na zbiorniki i studnie kanalizacyjne

Z uwagi na rozpatrywane zagadnienie wpływu eksploatacji górniczej na studnie kanalizacyjne, istotne znaczenie mają głównie poziome odkształcenia przypowierzchniowej warstwy gruntu, wywołujące zmiany ich obciążenia zewnętrznego. Ponadto rurociągi, zbiorniki i studnie kanalizacyjne są poddawane zmianom nachylenia, które na terenach górniczych IV kategorii o wpływach ciągłych mogą dochodzić do około 15 mm/m, przy czym odchylenie standardowe dla tego wskaźnika wynosi  $\pm 0,13T$ .

Zbiorniki i studnie kanalizacyjne produkowane z prefabrykowanych elementów polimerobetonowych należą do obiektów o małej odkształcalności, to jest takiej, która nie wpływa istotnie na rozkład ich obciążeń. Obiekty te na skutek zmian parcia gruntu, wywoływanego deformacjami przypowierzchniowej warstwy górotworu, są poddawane znacznym, dodatkowym obciążeniom poziomym. Na rysunku 4.1 przedstawiono w uproszczeniu pionowy przekrój górotworu, w którym prowadzona jest eksploatacja górnicza w zaznaczonym kierunku, a na powierzchni znajduje się odcinek kanału wraz ze studniami kanalizacyjnymi, na które oddziałują deformacje przypowierzchniowej warstwy gruntu.



Rys. 4.1. Profil niecki obniżeniowej wywołanej podziemną eksploatacją górniczą i jej oddziaływanie na zagłębione w gruncie zbiorniki i studnie kanalizacyjne

Oddziaływanie przemieszczającego się frontu eksploatacyjnego na przypowierzchniową warstwę gruntu, a tym samym na obiekty w niej zagłębione, można podzielić na trzy fazy, w których następuje zarówno zmiana wartości, jak i znaku poziomych odkształceń tej warstwy. Front eksploatacyjny zbliżając się na odległość  $r$  promienia zasięgu wpływów głównych do zbiornika lub studni kanalizacyjnej, powoduje rozluźnianie gruntu wokół jej ścian. Promień zasięgu wpływów głównych jest zależny od warunków geologiczno-górnictwowych i dla eksploatacji prowadzonej na głębokości rzędu 1000 m może wynosić około 500 m.

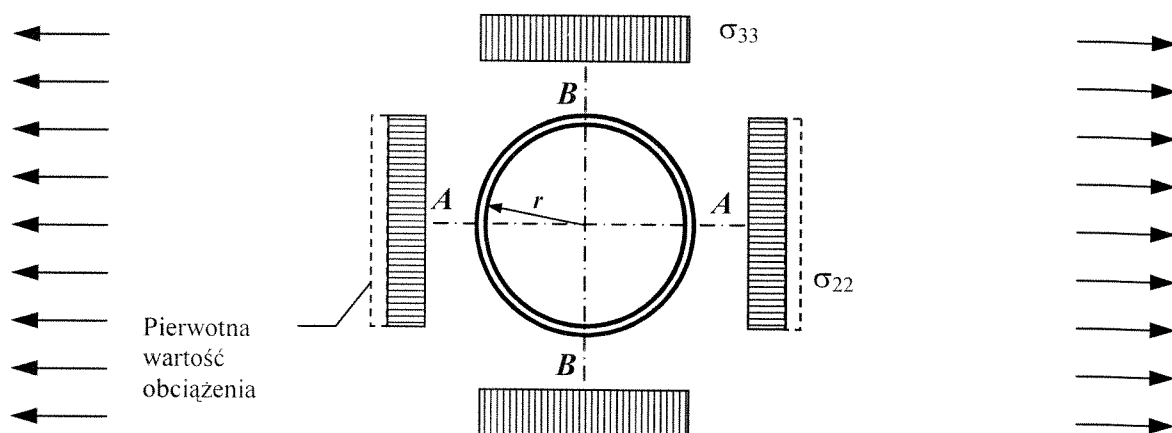
Odkształcenia gruntu w fazie rozluźniania rosną od zera do wartości maksymalnej  $\varepsilon_{\max}$ , występującej w odległości około  $0,4r$  przed tym frontem (krawędzią eksploatacji). Dalsze przemieszczanie frontu eksploatacyjnego powoduje zagęszczanie gruntu od maksymalnej wartości odkształceń  $\varepsilon_{\max}$  do minimalnej wartości  $\varepsilon_{\min}$ , występującej w odległości około  $0,4r$  za frontem. Zmienia się przy tym znak wartości odkształceń z dodatniego na ujemny. Dalszy postęp eksploatacji powoduje kolejne rozluźnianie gruntu, a wartość odkształceń zwiększa się od wartości minimalnej do początkowej wartości  $\varepsilon \approx 0$ , dla której w gruncie występuje jednak czynny stan graniczny. W odległości promienia zasięgu wpływów głównych od stałych, nieprzemieszczających się krawędzi wybranego złoża, powstają statyczne zbocza niecki obniżeniowej i trwałe stan odkształceń przypowierzchniowej warstwy gruntu w pasie o szerokości około  $2r$ . Wybieranie kolejnych warstw lub pokładów wywołuje deformacje, które sumują się z deformacjami wywołanymi wcześniejszą eksploatacją.

Oddziaływanie poziomych odkształceń przypowierzchniowej warstwy gruntu, wywołanych podziemną eksploatacją górnictwową, na zbiorniki i studnie kanalizacyjne dla wyróżnionych wcześniej faz odkształcania gruntu scharakteryzowano poniżej.

#### Rozluźnianie gruntu – faza I

Przemieszczający się front eksploatacyjny w pierwszej fazie oddziaływania na obiekt posadowiony w przypowierzchniowej warstwie wywołuje rozluźnienie gruntu, przez co następuje zmniejszenie parcia na ścianki studni kanalizacyjnych na kierunku występowania odkształceń głównych  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$ . Powoduje to nierównomierność rozkładu obciążeń zewnętrznych (rys.4.2).

Przy odkształceniach o wartościach 2-3 mm/m w gruncie niespoistym wystąpi czynny stan graniczny, a parcie na tym kierunku osiągnie wartość parcia czynnego.



Rys. 4.2. Rozkład obciążenia zewnętrznej studni kanalizacyjnej po rozluźnieniu warstwy gruntu

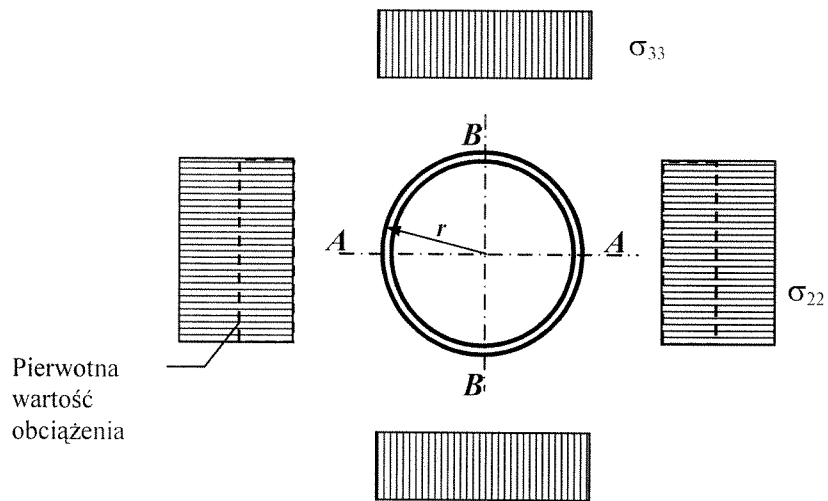
### Zagęszczanie gruntu – faza II

Zagęszczanie przypowierzchniowej warstwy gruntu powoduje zmianę odkształceń od wartości maksymalnej (dodatniej), odpowiadającej skrajnemu rozluźnieniu, do wartości minimalnej (ujemnej), odpowiadającej skrajnemu zagęszczeniu gruntu. W przypadku studni o małej odkształcalności dochodzi do koncentracji odkształceń ośrodka gruntowego w ich pobliżu, co może doprowadzić nawet do wystąpienia biernego stanu granicznego w strefie przylegającej do ich ścian. Zagęszczanie powoduje znaczne zwiększenie parcia gruntu i jego nierównomierności, wskutek czego na ściany studni kanalizacyjnych i ich podstaw działają dodatkowe momenty zginające i siły osiowe, wywołujące w nich dodatkowe naprężenia. Największe parcie gruntu występuje na kierunku głównym odkształceń  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$ , tj. prostopadłym do krawędzi eksploatacji. Na kierunku równoległym do krawędzi eksploatacji również następuje zwiększenie parcia  $\sigma_{33}$  gruntu, jednak jest ono znacznie mniejsze. Na rysunku 4.3 przedstawiono stan obciążenia zbiornika lub studni kanalizacyjnej o przekroju kołowym przy zagęszczaniu przypowierzchniowej warstwy gruntu.

### Rozluźnianie gruntu po uprzednim zagęszczeniu – faza III

W fazie III następuje ponowne rozluźnianie przypowierzchniowej warstwy gruntu do stanu pierwotnego, bezodkształceniowego. Zmniejsza się wtedy parcie gruntu na ściany studni na kierunku występowania odkształceń oraz nierównomierność ich obciążeń zewnętrznych, jaka została wywołana zagęszczaniem gruntu. Jak wykazały badania

wykonane w Głównym Instytucie Górnictwa parcie gruntu w tej fazie zmniejsza się do wartości parcia czynnego.



Rys. 4.3. Poziome obciążenia studnie wywołane zagęszczeniem gruntu

## 5. Wykonane badania wytrzymałości na zginanie dla polimerobetonów

Celem wykonanych badań było wykazanie, że wytrzymałość spoin klejowych nie jest mniejsza od wytrzymałości polimerobetonu. Ponadto określono wytrzymałość polimerobetonu stosowanego do produkcji zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA na zginanie i porównano otrzymane wartości z wartościami minimalnymi, wymaganymi w aktualnych Aprobatach Technicznych ITB i IBDiM. Określono również wytrzymałość elementów klejonych na zginanie i porównano ją z wytrzymałością polimerobetonu.

Badania wytrzymałości polimerobetonu na zginanie zostały przeprowadzone dla 30 próbek dostarczonych przez Zleceniodawcę, które miały postać odlanych beleczek odniesienia. Spośród tych beleczek 15 sztuk było wykonanych jako próbki lite, po 5 sztuk wykonanych z polimerobetonu według Receptury 1 (R1) z frakcją wypełniacza mineralnego 2-4 mm, 5 sztuk wykonanych z polimerobetonu według Receptury 2 (R2) z frakcją 2-8 mm i 5 sztuk wykonanych z polimerobetonu według Receptury 3 (R3) z frakcją 2-8 mm i 8-16 mm. Pozostałe 15 sztuk było dostarczonych ze spoiną klejową w środku próbki. W przypadku próbek klejonych również 5 sztuk wykonanych było z polimerobetonu według Receptury 1, 5 sztuk wykonanych było z polimerobetonu według Receptury 2 i 5 sztuk wykonanych było z polimerobetonu według Receptury 3.

Badania wytrzymałości polimerobetonu na zginanie wykonano na maszynie wytrzymałościowej typu FPZ-100/1, klasy 1.0 w Centralnym Laboratorium Badań Rur z Tworzyw Sztucznych Głównego Instytutu Górnictwa. Wyniki tych badań przedstawiono w Sprawozdaniu z badań nr 143/10/SM1, stanowiącym załącznik do niniejszej dokumentacji. W sprawozdaniu tym szczegółowo przedstawiono uzyskane wartości wytrzymałości na zginanie dla poszczególnych próbek.

Otrzymane na podstawie przeprowadzonych badań średnie wartości wytrzymałości na zginanie próbek litych i klejonych dla poszczególnych receptur przedstawione zostały w tabelicy 5.1.

Tablica 5.1

Wytrzymałość polimerobetonu na zginanie

Receptura	Wytrzymałość na zginanie, MPa			
	Próbki lite		Próbki ze spoiną klejową	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Wartość średnia	Odchylenie standardowe
R1 z frakcją 2-4 mm	28,5	1,25	26,7	2,08
R2 z frakcją 2-8 mm	27,8	1,72	28	3,48
R3 z frakcją 2-8 mm i 8-16 mm	27,3	0,79	25,5	2,73



Należy zauważyć, że we wszystkich przypadkach złamanie badanych próbek nastąpiło w polimerobetonie, poza spoina klejową. Zatem można przyjąć, że spoiny charakteryzują się wytrzymałością nie mniejszą niż polimerobeton.

Charakterystyczne wartości wytrzymałości na zginanie uzyskane na podstawie przeprowadzonych badań dla polimerobetonu według Receptury 1 z frakcją wypełniacza mineralnego 2-4 mm w przypadku próbek litych wynosi 25,8 MPa, a próbek klejonych 22,3 MPa. Charakterystyczne wartość wytrzymałości na zginanie określona na podstawie przeprowadzonych badań dla polimerobetonu według Receptury 2 z frakcją wypełniacza mineralnego 2-8 mm w przypadku próbek litych wynosi 24,1 MPa, a próbek klejonych 20,6 MPa. Charakterystyczne wartość wytrzymałości na zginanie określona na podstawie przeprowadzonych badań dla polimerobetonu według Receptury 3 z frakcją wypełniacza mineralnego 2-8 mm i 8-16 mm w przypadku próbek litych wynosi 25,6 MPa, a próbek klejonych 19,7 MPa. Wartości te określone z prawdopodobieństwem 0,95 i dla n-1 stopni swobody z wykorzystaniem odpowiednich tablic statystycznych są wyższe od wymaganych w posiadanych przez Producenta Aprobatach Technicznych wartości minimalnych, wynoszących dla polimerobetonu 18,0 MPa.

## 6. Ocena możliwości i określenie warunków stosowania na terenach górniczych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA z polimerobetonu

Ocenę możliwości stosowania prefabrykowanych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA na terenach górniczych przeprowadzono na podstawie przeprowadzonych badań na zginanie dla próbek klejonych i litych oraz analizy statyczno-wytrzymałościowej z uwzględnieniem górniczych deformacji podłoża. Obliczenia sprawdzające wykonano w przypadku zbiorników i studni kanalizacyjnych DN600, DN800, DN1000, DN1200, DN1500 i DN2000 dla deformacji odpowiadających terenom górniczym kategorii I, II, III i IV. Na tej podstawie określono także warunki posadawiania przedmiotowych zbiorników i studni kanalizacyjnych na terenach górniczych, dla przyjętych warunków gruntowych.

Obliczenia statyczne z uwagi na dodatkowe obciążenia obiektów podziemnych na terenach górniczych, wywoływane przez poziome odkształcenia przypowierzchniowej warstwy gruntu, przeprowadzono dla założonych, przykładowych warunków gruntowych. Do obliczeń tych przyjęto najbardziej niekorzystny układ obciążeń przekroju poziomego zbiorników i studni o przekroju kołowym, które dla tego rodzaju obiektów budowlanych na terenach górniczych występują w przypadku zagęszczania gruntu. Największy przyrost obciążeń następuje na kierunku odkształceń głównych  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$  przypowierzchniowej warstwy gruntu, to jest na kierunku prostopadłym do krawędzi eksploatacji. Wartość tych obciążeń można określić zależnością ogólną

$$\sigma_{22} = \xi \sigma_{11} \quad (6.1)$$

gdzie:

- $\sigma_{11}$  – obciążenie pionowe na rozpatrywanej głębokości,
- $\xi$  – współczynnik rozporu bocznego gruntu.

Na terenach górniczych wskutek odkształcania gruntu wartość współczynnika rozporu bocznego  $K = \xi$  ulega znacznym zmianom. Wartość tego współczynnika w przypadku zagęszczania gruntu niespoistego, po jego uprzednim rozluźnianiu, można określić z zależności 6.2-6.4 (w oparciu o *Blaszczyk M.: Wpływ zagęszczania wywołanego eksploatacją górniczą na zmiany właściwości mechanicznych gruntów sypkich. Praca doktorska. GIG. Katowice 1987*):

- dla  $\varepsilon_0 \leq 8$  mm/m

$$\xi = \xi_r + 0,075(\xi_z - \xi_r)\varepsilon_0 \quad (6.2)$$

- dla  $\varepsilon_0 > 8$  mm/m i  $\varepsilon_0 \leq 15$  mm/m

$$\xi = \xi_r + (\xi_z - \xi_r)[0,600 + 0,036(\varepsilon_0 - 8)] \quad (6.3)$$

- dla  $\varepsilon_0 > 15 \text{ mm/m}$

$$\xi = \xi_r + (\xi_z - \xi_r)[0,85 + 0,01(\varepsilon_0 - 15)] \quad (6.4)$$

gdzie:

$\xi_0, \xi_z, \xi_r$  – współczynniki rozporu bocznego gruntu odpowiednio w spoczynku, biernym i czynnym stanie granicznym,

$\varepsilon_0$  – odkształcenia obliczeniowe warstwy gruntu,  $\varepsilon_0 = 2\varepsilon$  (z tabl. 3.1)

Niektóre obiekty mogą się znaleźć w strefach zagęszczania gruntu bez jego uprzedniego rozluźniania. W takim przypadku współczynnik rozporu bocznego  $K = \xi$  dla gruntów niespoistych dla odkształceń mniejszych od krytycznych, od których występuje bierny stan graniczny, z uwzględnieniem koncentracji odkształceń wokół obiektów sztywnych, opisuje zależność (na podstawie *Kwiatk J.: Obiekty budowlane na terenach górniczych. GIG. Katowice 2007*)

$$\xi = \xi_z - (\xi_z - \xi_0) \left( 1 - \frac{k_0 \varepsilon}{\varepsilon_{kr}^z} \right)^m \quad (6.5)$$

gdzie:

$\varepsilon$  – odkształcenie gruntu wywołane eksploatacją górnictw (tabl. 3.1),

$\varepsilon'_{kr}$  – odkształcenie krytyczne przy zagęszczaniu gruntu, dla gruntów niespoistych średnio  $\varepsilon'_{kr} = 31 \text{ mm/m}$ ,

$k_0$  - współczynnik koncentracji odkształceń, dla obiektów o małej odkształcalności przyjmuje wartość  $k_0 = 1,5$ ,

$m$  – współczynnik doświadczalny, dla gruntu niespoistego średnio  $m = 3,1$ .

Obciążenie studni na kierunku prostopadłym do kierunku występowania odkształceń głównych  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$  również ulega zwiększeniu, jednak przyrost  $\Delta\sigma_{33}$  tych obciążeń jest mniejszy.

Oddziaływanie poziomych odkształceń warstwy gruntu powoduje zatem nierównomierny przyrost obciążeń zbiorników i studni kanalizacyjnych, przez co zwiększa się różnica  $\Delta\sigma$  ich obciążeń na rozpatrywanych poziomych kierunkach  $x_2$  i  $x_3$  (rys. 4.2-4.3). Powoduje to wystąpienie momentów zginających i dodatkowych osiowych sił ściskających, działających na ściany zbiorników i studni. Momenty zginające wywołują rozciąganie w skrajnych włóknach ścian o ekstremalnych wartościach w punktach  $A$  i  $B$  ich przekroju

Dokonana analiza warunków posadowienia zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA na terenach górniczych opiera się na porównaniu wartości momentów zginających, wywoływanych przez dodatkowe nierównomierne obciążenia zewnętrzne, działających na ścianki kręgów, z wartościami dopuszczalnymi. Obciążenia elementów prefabrykowanych zależą od ciężaru objętościowego gruntu i głębokości ich posadowienia oraz obciążenia

naziomu. Na terenach górniczych zależą jednak głównie od wartości poziomych odkształceń gruntu wokół zbiorników i studni, powodujących nierównomierność poziomych obciążeń tych obiektów. Wartości momentów zginających oraz sił osiowych można obliczyć na podstawie:

$$\left. \begin{aligned} N_A &= \sigma_{33}r \\ M_B &= -M_A = 0,25\Delta\sigma r^2 \\ N_B &= \sigma_{22}r \end{aligned} \right\} \quad (6.6)$$

gdzie:

- $r$  – promień komory roboczej,
- $\sigma_{33}$  – parcie gruntu na kierunku prostopadłym do kierunku występowania odkształceń głównych  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$ ,
- $\Delta\sigma$  – różnica między parciem gruntu na kierunku występowania odkształceń  $\varepsilon_{22} = \varepsilon$  a parciem na kierunku prostopadłym,  $\Delta\sigma = \sigma_{22} - \sigma_{33}$ ,
- $\sigma_{22}$  – parcie gruntu działające na kierunku występowania odkształceń  $\varepsilon$ .

Maksymalna wartość momentu zginającego  $M$ , działającego na ścianki elementów studni kanalizacyjnych, powinna być mniejsza od wartości dopuszczalnej  $M_d$

$$M \leq M_d \quad (6.7)$$

Dopuszczalny moment  $M_d = f_{pctk}W$  zginający dla przekrojów kręgów wykonanych z polimerobetonów określony został z uwzględnieniem dopuszczalnej wartości wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu  $f_{pctk} = 10$  MPa (wg Analiza techniczna zbiornika o przekroju okrągłym z polimerobetonu o wysokości 10 m. Projektował mgr inż. Grzegorz Bukowiecki. Pracownia Projektowa Justyna Bogucka. Szczecin, marzec 2008). Wartości sprężystego wskaźnika wytrzymałości przekroju na zginanie  $W$  określono dla jednostkowej wysokości kręgów. W dokonanych analizach uwzględniono także żebra wzmacniające.

Obciążenia przedmiotowych elementów zbiorników i studni wyznaczono dla odkształceń obliczeniowych przypowierzchniowej warstwy gruntu odpowiadających terenom górniczym I, II, III i IV kategorii, przyjmując ciężar objętościowy gruntu niespoistego  $\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup> i obciążenie naziomu równomiernie rozłożone 5 kPa oraz 10 kPa (wg wyżej wymienionej Analizy technicznej zbiornika ...). Dla wartości odkształceń wynikających z poszczególnych kategorii terenów górniczych (tablica 3.1) obliczono wartości współczynnika rozporu bocznego  $\xi$  (większe od  $\xi = K_0 = 0,46$ ) ze współczynnikiem 0,8 dla niecek górniczych niestatecznych oraz przyjęto wartości wskaźnika nierównomierności obciążeń przekroju poziomego studni, w zależności od kategorii terenu górniczego. W obliczeniach tych nie uwzględniono oddziaływania wody gruntowej, ponieważ w przypadku terenów górniczych

bardziej niekorzystne warunki obciążenia występują dla poziomu wód gruntowych występującego poniżej dna zbiornika lub studni. Na terenach górniczych może nastąpić zwiększenie wartości współczynnika rozporu bocznego do wartości  $\xi > 1$  i działający na ziarna gruntu wypór wody przyczynia się do zmniejszenia parcia gruntu na ścianki zbiorników i studni.

Ruch kołowy powoduje największe obciążenia w poziomie terenu, które ulegają znacznemu zmniejszeniu wraz z głębokością. Obciążenia zbiorników i studni kanalizacyjnych na skutek poziomego odkształcenia przypowierzchniowej warstwy gruntu, wywoływanego wpływami eksploatacji górniczej, zwiększają się od zera na poziomie terenu do maksymalnej wartości w poziomie płyty dennej. Dlatego na terenach górniczych decydujące znaczenie mają obciążenia dolnych części zbiorników i studni, wywoływane deformacjami górniczymi podłoża, co ogranicza głębokość ich posadawiania na tych terenach.

Na podstawie dokonanej analizy stwierdzono przydatność monolitycznych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA do stosowania na terenach górniczych. Maksymalne głębokości posadowienia tych obiektów zagłębionych w gruncie zależne są od obliczeniowych wartości odkształceń przyjętych dla poszczególnych kategorii terenu górniczego. Porównując wartości wywoływanych nierównomiernymi obciążeniami momentów zginających, działających na kręgi o jednostkowej wysokości, z wartościami momentów dopuszczalnych dla przekrojów zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA, dla założonych warunków gruntowych, określono maksymalne głębokości ich posadowienia na terenach górniczych I, II, III i IV kategorii. Wybrane, istotne wyniki obliczeń przedstawiono w załączniku. Maksymalną głębokość posadowienia zbiorników i studni kanalizacyjnych określono z uwzględnieniem usztywniającego działania dna w wersji ciężkiej DC o grubości 120 mm, zwiększając otrzymane głębokości dla kręgów KS. Głębokości te przedstawiono poniżej.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN600 o grubości ścianek 20 mm z polimerobetonu wykonanego według Receptury 1, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 5,7 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 3,7 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,4 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 2,2 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN600 o grubości ścianek 20 mm z polimerobetonu wykonanego według Receptury 1, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 5,5 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 3,4 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,1 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 2,0 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN800 o grubości ścianek 20 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 1, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN800 o grubości ścianek 20 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 1, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1000 o grubości ścianek 25 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1000 o grubości ścianek 25 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1200 o grubości ścianek 30 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1200 o grubości ścianek 30 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1500 o grubości ścianek 40 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,9 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,7 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1500 o grubości ścianek 40 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,7 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,4 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

Prefabrykowane zbiorniki DN1500 o grubości ścianek 40 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 2, bez obciążenia naziomu i w obsypce o szerokości co najmniej 1 m, wykonanej z gruboziarnistego gruntu luźnego o małej zagęszczalności, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 5,5 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 4,0 m,

- na terenach górniczych III kategorii – 3,0 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 2,5 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN2000 o grubości ścianek 60 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 3, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 4,9 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 3,2 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 2,1 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,9 m.

Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN2000 o grubości ścianek 60 mm, z polimerobetonu wykonanego według Receptury 3, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 4,6 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 3,0 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,9 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,7 m.

W przypadku konieczności posadowienia wyżej wymienionych prefabrykowanych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA z polimerobetonu na głębokościach większych od podanych powyżej lub w warunkach odbiegających od przyjętych w obliczeniach, niezbędne jest przeprowadzenie analizy statyczno-wytrzymałościowej ich konstrukcji dla dokonania indywidualnej oceny takiej możliwości. W analizie tej należy uwzględnić występujące na danym terenie warunki gruntowo-wodne oraz zmiany obciążeń poziomych i ich nierównomierność, w zależności od wartości poziomych odkształceń przypowierzchniowej warstwy górotworu. Dla zwiększenia głębokości posadowienia przedmiotowych obiektów należy dokonać wzmocnienia ich konstrukcji.

Zwiększenie głębokości posadowienia zbiorników IRMA na terenach górniczych bez obciążenia naziomu można uzyskać przez zastosowanie obsypki z gruboziarnistego gruntu luźnego o małej zagęszczalności, wykonanej na szerokości co najmniej 1 m od ścianek zbiornika (wg Instrukcji ITB nr 364/2007). Wtedy głębokość posadowienia zbiorników na terenach górniczych kategorii I i II można zwiększyć o 1,0 m, a na terenach górniczych kategorii III i IV o 0,5 m w stosunku do głębokości określonych dla posadowienia tych zbiorników przy obciążeniu naziomu wynoszącym 5 kPa.

Zbiorniki i studnie kanalizacyjne IRMA łączone są z przewodami, budowanymi z rur o różnych typach złączy, wykonanych z różnych materiałów. Stosowane połączenia są



dostosowywane do określonego rodzaju rur podłączeniowych – w wykonane otwory wklejane są specjalne króćce dostosowywane do każdego rodzaju rur. Przewody kanalizacyjne muszą być budowane z rur przystosowanych do pracy na terenach górniczych określonej kategorii, posiadających możliwość kompensacji przemieszczeń, wywołanych deformacjami przypowierzchniowej warstwy gruntu. Takie same warunki powinny spełniać połączenia zbiorników i studni z rurami podłączeniowymi, które muszą mieć możliwość kompensowania przemieszczeń i odchyłeń rur, wywołanych deformacjami gruntu, bez utraty ich szczelności. Dotyczy to złączy między tulejami wklejanymi w wykonane otwory w ściankach zbiorników i studni a rurami, ewentualnie także przejść szczelnych. W przypadku przejść szczelnych można to uzyskać na przykład przez głębsze wsunięcie bosego końca rury do zbiornika lub studni i jest zalecane do stosowania na terenach górniczych, szczególnie kategorii III i IV. Dla przejść szczelnych odcinki rur podłączeniowych nie powinny być dłuższe niż 1,0 m.

## 7. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej oceny możliwości stosowania na terenach górniczych zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA, zbudowanych z prefabrykowanych elementów polimerobetonowych, sformułowano następujące wnioski ogólne:

1. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN600 o grubości ścianek 20 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
  - na terenach górniczych I kategorii – 5,7 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 3,7 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,4 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 2,2 m.
2. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN800 o grubości ścianek 20 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
  - na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.
3. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1000 o grubości ścianek 25 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
  - na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.
4. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1200 o grubości ścianek 30 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
  - na terenach górniczych I kategorii – 3,6 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,5 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.
5. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1500 o grubości ścianek 40 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
  - na terenach górniczych I kategorii – 3,9 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,7 m,

- na terenach górniczych III kategorii – 2,0 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,8 m.
6. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN2000 o grubości ścianek 60 mm, przy obciążeniu naziomu do 5 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
- na terenach górniczych I kategorii – 4,9 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 3,2 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,1 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,9 m.
7. Głębokości posadowienia zbiorników IRMA, podane we wnioskach 1÷6, przy braku obciążenia naziomu mogą być zwiększone o 1,0 m na terenach górniczych I i II kategorii, o 0,5 m na terenach górniczych III i IV kategorii. Warunkiem zwiększenia głębokości posadowienia tych zbiorników jest zastosowanie obsypki z gruboziarnistego gruntu luźnego o małej zagęszczalności, wykonanej na szerokości co najmniej 1 m od ich ścianek.
8. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN600 o grubości ścianek 20 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
- na terenach górniczych I kategorii – 5,5 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 3,4 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 2,1 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 2,0 m.
9. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN800 o grubości ścianek 20 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.
10. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1000 o grubości ścianek 25 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:
- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
  - na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
  - na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
  - na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.
11. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1200 o grubości ścianek 30 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,4 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,2 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

12. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN1500 o grubości ścianek 40 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 3,7 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 2,4 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,8 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,6 m.

13. Prefabrykowane zbiorniki i studnie kanalizacyjne DN2000 o grubości ścianek 60 mm, przy obciążeniu naziomu do 10 kPa, mogą być stosowane do głębokości posadowienia wynoszących:

- na terenach górniczych I kategorii – 4,6 m,
- na terenach górniczych II kategorii – 3,0 m,
- na terenach górniczych III kategorii – 1,9 m,
- na terenach górniczych IV kategorii – 1,7 m.

14. W przypadku konieczności posadowienia zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA na głębokościach większych od podanych we wnioskach od 1 do 13 niezbędne jest przeprowadzenie obliczeń sprawdzających z uwzględnieniem występujących na danym terenie górniczym warunków gruntowo-wodnych oraz dodatkowych, nierównomiernych obciążeń wynikających z wartości prognozowanych wskaźników deformacji przypowierzchniowej warstwy gruntu i wzmocnienie ich konstrukcji.

15. Na terenach górniczych zaleca się stosowanie zbiorników i studni kanalizacyjnych IRMA o budowie monolitycznej, wykonanych z elementów klejonych o połączeniach charakteryzujących się wytrzymałością nie niższą niż wytrzymałość polimerobetonu. Połączenia zbiorników i studni z przewodami kanalizacyjnymi powinny umożliwiać kompensację przemieszczeń rur podłączeniowych odpowiednio do kategorii terenu górniczego.

DN600 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria Głębokość posadowienia,	I		II		III		IV	
	Moment zginający, kNm	Moment dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm
0,9	0,08	0,54	0,14	0,54	0,24	0,55	0,28	0,55
1	0,10	0,54	0,16	0,54	0,27	0,55	0,32	0,55
1,1	0,11	0,54	0,18	0,55	0,30	0,55	0,35	0,55
1,2	0,12	0,54	0,20	0,55	0,34	0,55	0,39	0,56
1,3	0,13	0,54	0,21	0,55	0,37	0,56	0,43	0,56
1,4	0,14	0,54	0,23	0,55	0,40	0,56	0,46	0,56
1,5	0,15	0,54	0,25	0,55	0,43	0,56	0,50	0,56
1,6	0,16	0,54	0,27	0,55	0,46	0,56	0,54	0,57
1,7	0,17	0,55	0,29	0,55	0,50	0,56	0,57	0,57
1,8	0,18	0,55	0,31	0,56	0,53	0,56	0,61	0,57
1,9	0,20	0,55	0,33	0,56	0,56	0,57	0,65	0,57
2	0,21	0,55	0,34	0,56	0,59	0,57	0,69	0,57
2,1	0,22	0,55	0,36	0,56	0,62	0,57	0,72	0,58
2,2	0,23	0,55	0,38	0,56	0,66	0,57	0,76	0,58
2,3	0,24	0,55	0,40	0,56	0,69	0,57	0,80	0,58
2,4	0,25	0,55	0,42	0,56	0,72	0,58	0,83	0,58
2,5	0,26	0,55	0,44	0,56	0,75	0,58	0,87	0,59
2,6	0,27	0,55	0,46	0,57	0,78	0,58	0,91	0,59
2,7	0,29	0,55	0,48	0,57	0,82	0,58	0,95	0,59
2,8	0,30	0,55	0,49	0,57	0,85	0,58	0,98	0,59
2,9	0,31	0,56	0,51	0,57	0,88	0,59	1,02	0,59
3	0,32	0,56	0,53	0,57	0,91	0,59	1,06	0,60
3,1	0,33	0,56	0,55	0,57	0,94	0,59	1,09	0,60
3,2	0,34	0,56	0,57	0,57	0,97	0,59	1,13	0,60
3,3	0,35	0,56	0,59	0,58	1,01	0,59	1,17	0,60
3,4	0,36	0,56	0,61	0,58	1,04	0,60	1,21	0,61
3,5	0,37	0,56	0,62	0,58	1,07	0,60	1,24	0,61
3,6	0,39	0,56	0,64	0,58	1,10	0,60	1,28	0,61
3,7	0,40	0,56	0,66	0,58	1,13	0,60	1,32	0,61
3,8	0,41	0,56	0,68	0,58	1,17	0,60	1,35	0,61
3,9	0,42	0,56	0,70	0,58	1,20	0,60	1,39	0,62
4	0,43	0,56	0,72	0,58	1,23	0,61	1,43	0,62
4,1	0,44	0,57	0,74	0,59	1,26	0,61	1,46	0,62
4,2	0,45	0,57	0,75	0,59	1,29	0,61	1,50	0,62
4,3	0,46	0,57	0,77	0,59	1,33	0,61	1,54	0,63
4,4	0,48	0,57	0,79	0,59	1,36	0,61	1,58	0,63
4,5	0,49	0,57	0,81	0,59	1,39	0,62	1,61	0,63
4,6	0,50	0,57	0,83	0,59	1,42	0,62	1,65	0,63
4,7	0,51	0,57	0,85	0,59	1,45	0,62	1,69	0,63
4,8	0,52	0,57	0,87	0,60	1,49	0,62	1,72	0,64
4,9	0,53	0,57	0,89	0,60	1,52	0,62	1,76	0,64
5	0,54	0,57	0,90	0,60	1,55	0,63	1,80	0,64
5,1	0,55	0,57	0,92	0,60	1,58	0,63	1,84	0,64
5,2	0,57	0,57	0,94	0,60	1,61	0,63	1,87	0,65
5,3	0,58	0,57	0,96	0,60	1,65	0,63	1,91	0,65
5,4	0,59	0,58	0,98	0,60	1,68	0,63	1,95	0,65
5,5	0,60	0,58	1,00	0,60	1,71	0,64	1,98	0,65

DN600 Obciążenie naziomu 10 kPa

Kategoria Głębokość posadowienia,	I		II		III		IV	
	Moment zginający, kNm	Moment dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm
0,9	0,11	0,54	0,19	0,55	0,32	0,55	0,37	0,56
1	0,12	0,54	0,20	0,55	0,35	0,55	0,41	0,56
1,1	0,13	0,54	0,22	0,55	0,38	0,56	0,45	0,56
1,2	0,15	0,54	0,24	0,55	0,42	0,56	0,48	0,56
1,3	0,16	0,54	0,26	0,55	0,45	0,56	0,52	0,56
1,4	0,17	0,55	0,28	0,55	0,48	0,56	0,56	0,57
1,5	0,18	0,55	0,30	0,55	0,51	0,56	0,59	0,57
1,6	0,19	0,55	0,32	0,56	0,54	0,57	0,63	0,57
1,7	0,20	0,55	0,34	0,56	0,58	0,57	0,67	0,57
1,8	0,21	0,55	0,35	0,56	0,61	0,57	0,70	0,58
1,9	0,22	0,55	0,37	0,56	0,64	0,57	0,74	0,58
2	0,24	0,55	0,39	0,56	0,67	0,57	0,78	0,58
2,1	0,25	0,55	0,41	0,56	0,70	0,58	0,82	0,58
2,2	0,26	0,55	0,43	0,56	0,74	0,58	0,85	0,58
2,3	0,27	0,55	0,45	0,57	0,77	0,58	0,89	0,59
2,4	0,28	0,55	0,47	0,57	0,80	0,58	0,93	0,59
2,5	0,29	0,55	0,48	0,57	0,83	0,58	0,96	0,59
2,6	0,30	0,55	0,50	0,57	0,86	0,58	1,00	0,59
2,7	0,31	0,56	0,52	0,57	0,90	0,59	1,04	0,60
2,8	0,32	0,56	0,54	0,57	0,93	0,59	1,08	0,60
2,9	0,34	0,56	0,56	0,57	0,96	0,59	1,11	0,60
3	0,35	0,56	0,58	0,57	0,99	0,59	1,15	0,60
3,1	0,36	0,56	0,60	0,58	1,02	0,59	1,19	0,60
3,2	0,37	0,56	0,61	0,58	1,05	0,60	1,22	0,61
3,3	0,38	0,56	0,63	0,58	1,09	0,60	1,26	0,61
3,4	0,39	0,56	0,65	0,58	1,12	0,60	1,30	0,61
3,5	0,40	0,56	0,67	0,58	1,15	0,60	1,34	0,61
3,6	0,41	0,56	0,69	0,58	1,18	0,60	1,37	0,62
3,7	0,43	0,56	0,71	0,58	1,21	0,61	1,41	0,62
3,8	0,44	0,56	0,73	0,59	1,25	0,61	1,45	0,62
3,9	0,45	0,57	0,75	0,59	1,28	0,61	1,48	0,62
4	0,46	0,57	0,76	0,59	1,31	0,61	1,52	0,62
4,1	0,47	0,57	0,78	0,59	1,34	0,61	1,56	0,63
4,2	0,48	0,57	0,80	0,59	1,37	0,62	1,59	0,63
4,3	0,49	0,57	0,82	0,59	1,41	0,62	1,63	0,63
4,4	0,50	0,57	0,84	0,59	1,44	0,62	1,67	0,63
4,5	0,51	0,57	0,86	0,59	1,47	0,62	1,71	0,64
4,6	0,53	0,57	0,88	0,60	1,50	0,62	1,74	0,64
4,7	0,54	0,57	0,89	0,60	1,53	0,62	1,78	0,64
4,8	0,55	0,57	0,91	0,60	1,57	0,63	1,82	0,64
4,9	0,56	0,57	0,93	0,60	1,60	0,63	1,85	0,64
5	0,57	0,57	0,95	0,60	1,63	0,63	1,89	0,65

DN800 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,21	0,68	0,35	0,69	0,59	0,69	0,69	0,70
1,2	0,23	0,68	0,39	0,69	0,66	0,70	0,77	0,70
1,3	0,26	0,68	0,43	0,69	0,73	0,70	0,85	0,71
1,4	0,28	0,68	0,47	0,69	0,80	0,70	0,93	0,71
1,5	0,31	0,68	0,51	0,69	0,87	0,71	1,01	0,71
1,6	0,33	0,68	0,55	0,70	0,94	0,71	1,09	0,72
1,7	0,35	0,69	0,59	0,70	1,01	0,71	1,18	0,72
1,8	0,38	0,69	0,63	0,70	1,08	0,72	1,26	0,72
1,9	0,40	0,69	0,67	0,70	1,15	0,72	1,34	0,73
2	0,43	0,69	0,71	0,71	1,22	0,72	1,42	0,73
2,1	0,45	0,69	0,75	0,71	1,29	0,73	1,50	0,73
2,2	0,48	0,69	0,79	0,71	1,36	0,73	1,58	0,74
2,3	0,50	0,69	0,84	0,71	1,43	0,73	1,66	0,74
2,4	0,53	0,70	0,88	0,71	1,50	0,73	1,74	0,75
2,5	0,55	0,70	0,92	0,72	1,57	0,74	1,82	0,75
2,6	0,58	0,70	0,96	0,72	1,64	0,74	1,91	0,75
2,7	0,60	0,70	1,00	0,72	1,71	0,74	1,99	0,76
2,8	0,62	0,70	1,04	0,72	1,78	0,75	2,07	0,76
2,9	0,65	0,70	1,08	0,73	1,85	0,75	2,15	0,76
3	0,67	0,70	1,12	0,73	1,92	0,75	2,23	0,77
3,1	0,70	0,70	1,16	0,73	1,99	0,76	2,31	0,77
3,2	0,72	0,71	1,20	0,73	2,06	0,76	2,39	0,77
3,3	0,75	0,71	1,24	0,73	2,13	0,76	2,47	0,78
3,4	0,77	0,71	1,28	0,74	2,20	0,77	2,55	0,78
3,5	0,80	0,71	1,32	0,74	2,27	0,77	2,64	0,79

DN800 Obciążenie naziomu 10 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,27	0,68	0,45	0,69	0,77	0,70	0,89	0,71
1,2	0,29	0,68	0,49	0,69	0,84	0,70	0,97	0,71
1,3	0,32	0,68	0,53	0,70	0,91	0,71	1,05	0,71
1,4	0,34	0,69	0,57	0,70	0,98	0,71	1,14	0,72
1,5	0,37	0,69	0,61	0,70	1,05	0,71	1,22	0,72
1,6	0,39	0,69	0,65	0,70	1,12	0,72	1,30	0,73
1,7	0,42	0,69	0,69	0,70	1,19	0,72	1,38	0,73
1,8	0,44	0,69	0,73	0,71	1,26	0,72	1,46	0,73
1,9	0,47	0,69	0,77	0,71	1,33	0,73	1,54	0,74
2	0,49	0,69	0,81	0,71	1,40	0,73	1,62	0,74
2,1	0,51	0,69	0,86	0,71	1,47	0,73	1,70	0,74
2,2	0,54	0,70	0,90	0,72	1,54	0,74	1,78	0,75
2,3	0,56	0,70	0,94	0,72	1,61	0,74	1,87	0,75
2,4	0,59	0,70	0,98	0,72	1,68	0,74	1,95	0,75
2,5	0,61	0,70	1,02	0,72	1,75	0,75	2,03	0,76
2,6	0,64	0,70	1,06	0,72	1,82	0,75	2,11	0,76
2,7	0,66	0,70	1,10	0,73	1,89	0,75	2,19	0,77
2,8	0,69	0,70	1,14	0,73	1,96	0,76	2,27	0,77
2,9	0,71	0,71	1,18	0,73	2,03	0,76	2,35	0,77
3	0,73	0,71	1,22	0,73	2,10	0,76	2,43	0,78
3,1	0,76	0,71	1,26	0,74	2,17	0,76	2,51	0,78
3,2	0,78	0,71	1,30	0,74	2,24	0,77	2,59	0,78
3,3	0,81	0,71	1,34	0,74	2,31	0,77	2,68	0,79
3,4	0,83	0,71	1,39	0,74	2,38	0,77	2,76	0,79
3,5	0,86	0,71	1,43	0,74	2,45	0,78	2,84	0,79

DN1000 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,33	1,06	0,54	1,07	0,93	1,08	1,08	1,09
1,2	0,36	1,06	0,60	1,07	1,04	1,09	1,20	1,10
1,3	0,40	1,06	0,67	1,08	1,15	1,09	1,33	1,10
1,4	0,44	1,07	0,73	1,08	1,26	1,10	1,46	1,11
1,5	0,48	1,07	0,80	1,08	1,37	1,10	1,58	1,11
1,6	0,52	1,07	0,86	1,09	1,47	1,11	1,71	1,12
1,7	0,55	1,07	0,92	1,09	1,58	1,11	1,84	1,12
1,8	0,59	1,07	0,99	1,10	1,69	1,12	1,96	1,13
1,9	0,63	1,08	1,05	1,10	1,80	1,12	2,09	1,14
2	0,67	1,08	1,11	1,10	1,91	1,13	2,22	1,14
2,1	0,71	1,08	1,18	1,11	2,02	1,13	2,34	1,15
2,2	0,75	1,08	1,24	1,11	2,13	1,14	2,47	1,15
2,3	0,78	1,08	1,31	1,11	2,24	1,14	2,60	1,16
2,4	0,82	1,09	1,37	1,12	2,35	1,15	2,72	1,16
2,5	0,86	1,09	1,43	1,12	2,46	1,15	2,85	1,17
2,6	0,90	1,09	1,50	1,12	2,57	1,16	2,98	1,18
2,7	0,94	1,09	1,56	1,13	2,68	1,16	3,10	1,18
2,8	0,98	1,09	1,62	1,13	2,78	1,17	3,23	1,19
2,9	1,01	1,10	1,69	1,13	2,89	1,17	3,36	1,19
3	1,05	1,10	1,75	1,14	3,00	1,18	3,48	1,20
3,1	1,09	1,10	1,81	1,14	3,11	1,18	3,61	1,20
3,2	1,13	1,10	1,88	1,14	3,22	1,19	3,74	1,21
3,3	1,17	1,10	1,94	1,15	3,33	1,19	3,86	1,22
3,4	1,20	1,11	2,01	1,15	3,44	1,20	3,99	1,22
3,5	1,24	1,11	2,07	1,15	3,55	1,20	4,12	1,23

DN1000 Obciążenie naziomu 10 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,42	1,06	0,70	1,08	1,20	1,10	1,39	1,10
1,2	0,46	1,07	0,76	1,08	1,31	1,10	1,52	1,11
1,3	0,50	1,07	0,83	1,09	1,42	1,11	1,65	1,12
1,4	0,54	1,07	0,89	1,09	1,53	1,11	1,77	1,12
1,5	0,57	1,07	0,96	1,09	1,64	1,12	1,90	1,13
1,6	0,61	1,07	1,02	1,10	1,75	1,12	2,03	1,13
1,7	0,65	1,08	1,08	1,10	1,86	1,13	2,15	1,14
1,8	0,69	1,08	1,15	1,10	1,97	1,13	2,28	1,14
1,9	0,73	1,08	1,21	1,11	2,08	1,14	2,41	1,15
2	0,76	1,08	1,27	1,11	2,18	1,14	2,53	1,16
2,1	0,80	1,09	1,34	1,11	2,29	1,15	2,66	1,16
2,2	0,84	1,09	1,40	1,12	2,40	1,15	2,79	1,17
2,3	0,88	1,09	1,46	1,12	2,51	1,16	2,91	1,17
2,4	0,92	1,09	1,53	1,12	2,62	1,16	3,04	1,18
2,5	0,96	1,09	1,59	1,13	2,73	1,16	3,17	1,18
2,6	0,99	1,10	1,66	1,13	2,84	1,17	3,29	1,19
2,7	1,03	1,10	1,72	1,13	2,95	1,17	3,42	1,20
2,8	1,07	1,10	1,78	1,14	3,06	1,18	3,55	1,20
2,9	1,11	1,10	1,85	1,14	3,17	1,18	3,67	1,21
3	1,15	1,10	1,91	1,15	3,28	1,19	3,80	1,21
3,1	1,19	1,11	1,97	1,15	3,39	1,19	3,93	1,22
3,2	1,22	1,11	2,04	1,15	3,49	1,20	4,05	1,22
3,3	1,26	1,11	2,10	1,16	3,60	1,20	4,18	1,23
3,4	1,30	1,11	2,16	1,16	3,71	1,21	4,31	1,24
3,5	1,34	1,11	2,23	1,16	3,82	1,21	4,43	1,24

DN1200 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,47	1,53	0,78	1,54	1,34	1,56	1,55	1,57
1,2	0,52	1,53	0,87	1,55	1,49	1,57	1,73	1,58
1,3	0,58	1,53	0,96	1,55	1,65	1,57	1,92	1,59
1,4	0,63	1,53	1,05	1,56	1,81	1,58	2,10	1,59
1,5	0,69	1,54	1,15	1,56	1,97	1,59	2,28	1,60
1,6	0,74	1,54	1,24	1,57	2,12	1,60	2,46	1,61
1,7	0,80	1,54	1,33	1,57	2,28	1,60	2,65	1,62
1,8	0,85	1,55	1,42	1,58	2,44	1,61	2,83	1,63
1,9	0,91	1,55	1,51	1,58	2,59	1,62	3,01	1,64
2	0,96	1,55	1,60	1,59	2,75	1,62	3,19	1,64
2,1	1,02	1,56	1,70	1,59	2,91	1,63	3,38	1,65
2,2	1,07	1,56	1,79	1,60	3,07	1,64	3,56	1,66
2,3	1,13	1,56	1,88	1,60	3,22	1,65	3,74	1,67
2,4	1,18	1,56	1,97	1,61	3,38	1,65	3,92	1,68
2,5	1,24	1,57	2,06	1,61	3,54	1,66	4,11	1,69
2,6	1,29	1,57	2,15	1,62	3,70	1,67	4,29	1,69
2,7	1,35	1,57	2,25	1,62	3,85	1,67	4,47	1,70
2,8	1,40	1,58	2,34	1,63	4,01	1,68	4,65	1,71
2,9	1,46	1,58	2,43	1,63	4,17	1,69	4,84	1,72
3	1,51	1,58	2,52	1,64	4,32	1,70	5,02	1,73
3,1	1,57	1,59	2,61	1,64	4,48	1,70	5,20	1,73
3,2	1,62	1,59	2,70	1,65	4,64	1,71	5,38	1,74
3,3	1,68	1,59	2,80	1,65	4,80	1,72	5,56	1,75
3,4	1,73	1,59	2,89	1,66	4,95	1,72	5,75	1,76
3,5	1,79	1,60	2,98	1,66	5,11	1,73	5,93	1,77

DN1200 Obciążenie naziomu 10 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,61	1,53	1,01	1,55	1,73	1,58	2,01	1,59
1,2	0,66	1,54	1,10	1,56	1,89	1,59	2,19	1,60
1,3	0,72	1,54	1,19	1,56	2,04	1,59	2,37	1,61
1,4	0,77	1,54	1,28	1,57	2,20	1,60	2,55	1,62
1,5	0,83	1,54	1,38	1,57	2,36	1,61	2,74	1,62
1,6	0,88	1,55	1,47	1,58	2,52	1,61	2,92	1,63
1,7	0,94	1,55	1,56	1,58	2,67	1,62	3,10	1,64
1,8	0,99	1,55	1,65	1,59	2,83	1,63	3,28	1,65
1,9	1,05	1,56	1,74	1,59	2,99	1,63	3,47	1,66
2	1,10	1,56	1,83	1,60	3,15	1,64	3,65	1,66
2,1	1,16	1,56	1,93	1,60	3,30	1,65	3,83	1,67
2,2	1,21	1,57	2,02	1,61	3,46	1,66	4,01	1,68
2,3	1,27	1,57	2,11	1,61	3,62	1,66	4,20	1,69
2,4	1,32	1,57	2,20	1,62	3,77	1,67	4,38	1,70
2,5	1,38	1,57	2,29	1,62	3,93	1,68	4,56	1,71
2,6	1,43	1,58	2,38	1,63	4,09	1,68	4,74	1,71
2,7	1,49	1,58	2,48	1,63	4,25	1,69	4,93	1,72
2,8	1,54	1,58	2,57	1,64	4,40	1,70	5,11	1,73
2,9	1,60	1,59	2,66	1,64	4,56	1,71	5,29	1,74
3	1,65	1,59	2,75	1,65	4,72	1,71	5,47	1,75
3,1	1,71	1,59	2,84	1,65	4,88	1,72	5,66	1,76
3,2	1,76	1,60	2,93	1,66	5,03	1,73	5,84	1,76
3,3	1,82	1,60	3,03	1,66	5,19	1,73	6,02	1,77
3,4	1,87	1,60	3,12	1,67	5,35	1,74	6,20	1,78
3,5	1,93	1,60	3,21	1,67	5,50	1,75	6,39	1,79



DN1500 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,73	2,71	1,22	2,74	2,10	2,77	2,43	2,78
1,2	0,82	2,71	1,37	2,75	2,34	2,78	2,72	2,80
1,3	0,91	2,72	1,51	2,75	2,59	2,79	3,00	2,81
1,4	0,99	2,72	1,65	2,76	2,84	2,80	3,29	2,82
1,5	1,08	2,73	1,80	2,77	3,08	2,81	3,58	2,84
1,6	1,17	2,73	1,94	2,78	3,33	2,83	3,86	2,85
1,7	1,25	2,74	2,08	2,79	3,57	2,84	4,15	2,87
1,8	1,34	2,74	2,23	2,80	3,82	2,85	4,43	2,88
1,9	1,42	2,75	2,37	2,80	4,07	2,86	4,72	2,89
2	1,51	2,75	2,52	2,81	4,31	2,87	5,01	2,91
2,1	1,60	2,76	2,66	2,82	4,56	2,89	5,29	2,92
2,2	1,68	2,76	2,80	2,83	4,81	2,90	5,58	2,93
2,3	1,77	2,77	2,95	2,84	5,05	2,91	5,86	2,95
2,4	1,86	2,77	3,09	2,85	5,30	2,92	6,15	2,96
2,5	1,94	2,78	3,23	2,85	5,55	2,93	6,44	2,98
2,6	2,03	2,78	3,38	2,86	5,79	2,95	6,72	2,99
2,7	2,11	2,79	3,52	2,87	6,04	2,96	7,01	3,00
2,8	2,20	2,79	3,66	2,88	6,29	2,97	7,29	3,02
2,9	2,29	2,80	3,81	2,89	6,53	2,98	7,58	3,03
3	2,37	2,80	3,95	2,89	6,78	2,99	7,87	3,04
3,1	2,46	2,81	4,10	2,90	7,03	3,00	8,15	3,06
3,2	2,55	2,81	4,24	2,91	7,27	3,02	8,44	3,07
3,3	2,63	2,82	4,38	2,92	7,52	3,03	8,72	3,09
3,4	2,72	2,82	4,53	2,93	7,77	3,04	9,01	3,10
3,5	2,81	2,83	4,67	2,94	8,01	3,05	9,30	3,11
3,6	2,89	2,83	4,81	2,94	8,26	3,06	9,58	3,13
3,7	2,98	2,84	4,96	2,95	8,51	3,08	9,87	3,14
3,8	3,06	2,84	5,10	2,96	8,75	3,09	10,15	3,16
3,9	3,15	2,85	5,25	2,97	9,00	3,10	10,44	3,17
4	3,24	2,85	5,39	2,98	9,24	3,11	10,73	3,18

DN1500 Obciążenie naziomu 10 kPa

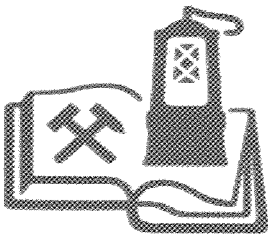
Kategoria	I		II		III		IV	
	Głębokość posadowienia, m	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający, kNm
1,1	0,95	2,72	1,58	2,76	2,71	2,80	3,15	2,82
1,2	1,04	2,73	1,72	2,77	2,96	2,81	3,43	2,83
1,3	1,12	2,73	1,87	2,77	3,20	2,82	3,72	2,85
1,4	1,21	2,74	2,01	2,78	3,45	2,83	4,00	2,86
1,5	1,29	2,74	2,16	2,79	3,70	2,84	4,29	2,87
1,6	1,38	2,75	2,30	2,80	3,94	2,86	4,58	2,89
1,7	1,47	2,75	2,44	2,81	4,19	2,87	4,86	2,90
1,8	1,55	2,76	2,59	2,82	4,44	2,88	5,15	2,91
1,9	1,64	2,76	2,73	2,82	4,68	2,89	5,43	2,93
2	1,73	2,77	2,87	2,83	4,93	2,90	5,72	2,94
2,1	1,81	2,77	3,02	2,84	5,18	2,92	6,01	2,96
2,2	1,90	2,78	3,16	2,85	5,42	2,93	6,29	2,97
2,3	1,99	2,78	3,31	2,86	5,67	2,94	6,58	2,98
2,4	2,07	2,79	3,45	2,87	5,92	2,95	6,86	3,00
2,5	2,16	2,79	3,59	2,87	6,16	2,96	7,15	3,01
2,6	2,24	2,80	3,74	2,88	6,41	2,97	7,44	3,02
2,7	2,33	2,80	3,88	2,89	6,66	2,99	7,72	3,04
2,8	2,42	2,81	4,02	2,90	6,90	3,00	8,01	3,05
2,9	2,50	2,81	4,17	2,91	7,15	3,01	8,29	3,07
3	2,59	2,82	4,31	2,92	7,40	3,02	8,58	3,08
3,1	2,68	2,82	4,46	2,92	7,64	3,03	8,87	3,09
3,2	2,76	2,83	4,60	2,93	7,89	3,05	9,15	3,11
3,3	2,85	2,83	4,74	2,94	8,14	3,06	9,44	3,12
3,4	2,94	2,84	4,89	2,95	8,38	3,07	9,72	3,13
3,5	3,02	2,84	5,05	2,96	8,63	3,08	10,01	3,15
3,6	3,11	2,85	5,17	2,97	8,88	3,09	10,30	3,16
3,7	3,19	2,85	5,32	2,97	9,12	3,11	10,58	3,18
3,8	3,28	2,86	5,46	2,98	9,37	3,12	10,87	3,19
3,9	3,37	2,86	5,61	2,99	9,61	3,13	11,15	3,20
4	3,45	2,87	5,75	3,00	9,86	3,14	11,44	3,22

DN2000 Obciążenie naziomu 5 kPa

Kategoria Głębokość posadowienia,	I		II		III		IV	
	Moment zginający, kNm	Moment dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm
1,1	1,31	6,08	2,19	6,14	3,75	6,20	4,35	6,23
1,2	1,47	6,09	2,44	6,16	4,19	6,23	4,86	6,26
1,3	1,62	6,10	2,70	6,17	4,63	6,25	5,37	6,29
1,4	1,78	6,11	2,96	6,19	5,07	6,27	5,89	6,32
1,5	1,93	6,12	3,21	6,21	5,51	6,30	6,40	6,35
1,6	2,09	6,13	3,47	6,22	5,96	6,32	6,91	6,37
1,7	2,24	6,14	3,73	6,24	6,40	6,34	7,42	6,40
1,8	2,39	6,15	3,99	6,26	6,84	6,37	7,93	6,43
1,9	2,55	6,16	4,24	6,27	7,28	6,39	8,44	6,46
2	2,70	6,17	4,50	6,29	7,72	6,42	8,96	6,48
2,1	2,86	6,18	4,76	6,31	8,16	6,44	9,47	6,51
2,2	3,01	6,19	5,01	6,32	8,60	6,46	9,98	6,54
2,3	3,17	6,20	5,27	6,34	9,04	6,49	10,49	6,57
2,4	3,32	6,21	5,53	6,36	9,48	6,51	11,00	6,59
2,5	3,48	6,22	5,79	6,37	9,93	6,54	11,52	6,62
2,6	3,63	6,23	6,04	6,39	10,37	6,56	12,03	6,65
2,7	3,78	6,24	6,30	6,41	10,81	6,58	12,54	6,68
2,8	3,94	6,25	6,56	6,42	11,25	6,61	13,05	6,70
2,9	4,09	6,26	6,81	6,44	11,69	6,63	13,56	6,73
3	4,25	6,27	7,07	6,46	12,13	6,65	14,07	6,76
3,1	4,40	6,28	7,33	6,47	12,57	6,68	14,59	6,79
3,2	4,56	6,29	7,59	6,49	13,01	6,70	15,10	6,81
3,3	4,71	6,30	7,84	6,51	13,45	6,73	15,61	6,84
3,4	4,87	6,31	8,10	6,52	13,90	6,75	16,12	6,87
3,5	5,02	6,32	8,36	6,54	14,34	6,77	16,63	6,90
3,6	5,17	6,33	8,61	6,56	14,78	6,80	17,14	6,92
3,7	5,33	6,34	8,87	6,57	15,22	6,82	17,66	6,95
3,8	5,48	6,35	9,13	6,59	15,66	6,84	18,17	6,98
3,9	5,64	6,36	9,39	6,61	16,10	6,87	18,68	7,01
4	5,79	6,37	9,64	6,62	16,54	6,89	19,19	7,04
4,1	5,95	6,38	9,90	6,64	16,98	6,92	19,70	7,06
4,2	6,10	6,39	10,16	6,66	17,42	6,94	20,22	7,09
4,3	6,26	6,40	10,42	6,67	17,87	6,96	20,73	7,12
4,4	6,41	6,41	10,67	6,69	18,31	6,99	21,24	7,15
4,5	6,56	6,42	10,93	6,71	18,75	7,01	21,75	7,17

DN2000 Obciążenie naziomu 10 kPa

Kategoria Głębokość posadowienia,	I		II		III		IV	
	Moment zginający, kNm	Moment dop., kNm	Moment zginający, kNm	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm	Moment zginający,	Moment zg. dop., kNm
1,1	1,70	6,11	2,83	6,18	4,85	6,26	5,63	6,30
1,2	1,85	6,12	3,09	6,20	5,29	6,29	6,14	6,33
1,3	2,01	6,13	3,34	6,22	5,73	6,31	6,65	6,36
1,4	2,16	6,14	3,60	6,23	6,18	6,33	7,16	6,39
1,5	2,32	6,15	3,86	6,25	6,62	6,36	7,68	6,41
1,6	2,47	6,16	4,11	6,27	7,06	6,38	8,19	6,44
1,7	2,63	6,17	4,37	6,28	7,50	6,40	8,70	6,47
1,8	2,78	6,18	4,63	6,30	7,94	6,43	9,21	6,50
1,9	2,93	6,19	4,89	6,32	8,38	6,45	9,72	6,52
2	3,09	6,20	5,14	6,33	8,82	6,48	10,24	6,55
2,1	3,24	6,21	5,40	6,35	9,26	6,50	10,75	6,58
2,2	3,40	6,22	5,66	6,37	9,70	6,52	11,26	6,61
2,3	3,55	6,23	5,91	6,38	10,15	6,55	11,77	6,63
2,4	3,71	6,24	6,17	6,40	10,59	6,57	12,28	6,66
2,5	3,86	6,25	6,43	6,42	11,03	6,59	12,79	6,69
2,6	4,02	6,26	6,69	6,43	11,47	6,62	13,31	6,72
2,7	4,17	6,27	6,94	6,45	11,91	6,64	13,82	6,75
2,8	4,33	6,28	7,20	6,47	12,35	6,67	14,33	6,77
2,9	4,48	6,29	7,46	6,48	12,79	6,69	14,84	6,80
3	4,63	6,30	7,71	6,50	13,23	6,71	15,35	6,83
3,1	4,79	6,31	7,97	6,52	13,67	6,74	15,87	6,86
3,2	4,94	6,32	8,23	6,53	14,12	6,76	16,38	6,88
3,3	5,10	6,33	8,49	6,55	14,56	6,79	16,89	6,91
3,4	5,25	6,34	8,74	6,57	15,00	6,81	17,40	6,94
3,5	5,41	6,35	9,00	6,58	15,44	6,83	17,91	6,97
3,6	5,56	6,36	9,26	6,60	15,88	6,86	18,42	6,99
3,7	5,72	6,37	9,51	6,62	16,32	6,88	18,94	7,02
3,8	5,87	6,38	9,77	6,63	16,76	6,90	19,45	7,05
3,9	6,02	6,39	10,03	6,65	17,20	6,93	19,96	7,08
4	6,18	6,40	10,29	6,67	17,64	6,95	20,47	7,10
4,1	6,33	6,41	10,54	6,68	18,09	6,98	20,98	7,13
4,2	6,49	6,42	10,80	6,70	18,53	7,00	21,49	7,16
4,3	6,64	6,43	11,06	6,72	18,97	7,02	22,01	7,19
4,4	6,80	6,44	11,32	6,73	19,41	7,05	22,52	7,21
4,5	6,95	6,45	11,57	6,75	19,85	7,07	23,03	7,24



G Ł Ó W N Y  
I N S T Y T U T  
G Ó R N I C T W A

- **Dane teleadresowe:** Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice  
telefon: 32 258 16 31 → 9, fax: 32 259 65 33, e-mail: gig@gig.eu, www.gig.eu
- **Rachunek bankowy:** BRE Bank S.A.  
nr 05 1140 1078 0000 3018 1200 1001
- **Regon:** 000023461 **NIP:** 6340126016 **KRS:** 0000090660  
Główny Instytut Górnictwa jest płatnikiem podatku VAT

Wzór PSM-14/W-1

Edycja 1

**ZAKŁAD  
I N Ż Y N I E R I I M A T E R I A Ł O W E J**

**AKREDYTOWANE LABORATORIA PRZEZ  
POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI  
CERTYFIKAT AKREDYTACJI NR  
AB 072**

**CENTRALNE LABORATORIUM  
BADAŃ RUR Z TWORZYW  
SZTUCZNYCH**

**LABORATORIUM  
BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI  
FIZYKO-CHEMICZNYCH MATERIAŁÓW  
NIEMETALOWYCH**

**LABORATORIUM UZNANE  
UZNANIE II STOPNIA UDT  
LB-063/09**

**CENTRALNE LABORATORIUM  
BADAŃ RUR Z TWORZYW  
SZTUCZNYCH**

tel: (0-32) 2592484, 2592644  
E-MAIL:  
h.rydarowski@gig.katowice.pl

Katowice, 22.06.2010 r.

**SPRAWOZDANIE Z BADAŃ NR 143/10/SM1**

**Badania wytrzymałości na zginanie  
próbek polimerobetonów**

Zlecniodawca:

Zakład Ochrony Powierzchni i Obiektów Budowlanych GIG  
40-166 Katowice, Plac Gwarków 1

Zlecenie: pismo nr BB/168/2010 z dnia: 01.06.2010 r.

Nr komputerowy: 582 2262 0 - 161

Autoryzujący sprawozdanie:

**KIEROWNIK**  
Centralnego Laboratorium Badań  
Rur z Tworzyw Sztucznych

*dr inż. Arkadiusz Kulawik*

(pieczęćka i podpis)

Kierownik Zakładu:

**KIEROWNIK**  
Zakładu Inżynierii Materiałowej  
Głównego Instytutu Górnictwa

*dr inż. Henryk Rydarowski*

(pieczęćka i podpis)

Egzemplarz nr 2

Posiadamy certyfikowany  
Zintegrowany System Zarządzania  
spełniający wymagania norm:  
PN-EN ISO 9001:2001 PN-N-18001:2004  
PN-EN ISO 14001:2005



Główny Instytut  
Górnictwa  
jest Jednostką  
Natyfikowaną  
nr 1453



Zintegrowany Instytut Naukowo-Technologiczny  
Paliwa - Bezpieczeństwo - Środowisko

Druk GIG PS-5.05 - zał. nr 3, wyd. 9, ważne od 12.2008 r.

**Przedmiot badań:**

Badania dotyczyły polimerobetonów oznaczonych symbolami R1, R2, R3. Dla każdego rodzaju materiału wykonano badania próbek litych oraz próbek ze spoiną klejową w środku. Badania wykonane zostały na kształtkach dostarczonych przez Zleceniodawcę.

**Uwagi dotyczące próbki:**

Próbki do badań dostarczono 14.05.2010 - protokół przyjęcia prób 143/10/SM1.

Próbki oznakowano w laboratorium:

- 143/10-1      próbki polimerobetonu oznaczone symbolem R1
- 143/10-2      próbki polimerobetonu oznaczone symbolem R2
- 143/10-3      próbki polimerobetonu oznaczone symbolem R3

**Zakres badań:**

Zakres badań obejmował oznaczanie wytrzymałości na zginanie.

**Stosowane metody badawcze:**

Badania wytrzymałości na zginanie wykonano w oparciu o metodę przedstawioną w normie PN-B-04500:1985 „Zaprawy budowlane -- Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych”.

Rozdzielnik:

- Zleceniodawca:      egzemplarz nr 1÷2
- SM-1                      egzemplarz nr 3

***Laboratorium oświadcza, że wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanej próbki***

***Bez pisemnej zgody Laboratorium sprawozdanie nie może być powielane  
inaczej jak w całości***

## Wyniki badań

### Badanie wytrzymałości na zginanie

Badanie wytrzymałości na zginanie przeprowadzono w oparciu o metodę przedstawioną w normie PN-B-04500:1985. Dla każdego rodzaju materiału zbadano po dwie serie próbek: próbki lite oraz próbki ze spoiną klejową w środku. Badania wykonane zostały na kształtkach dostarczonych przez Zleceniodawcę.

Oznaczanie wykonano na maszynie wytrzymałościowej typu FPZ-100/1, klasy 1.0.

Klimatyzację i badanie próbek przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 291:2008 w następujących warunkach otoczenia: temperatura  $23 \pm 2$  °C, wilgotność względna powietrza  $50 \pm 10$  %.

Wyniki pomiarów podano w tablicy 1.

Tablica 1

Nr próbki	Nr pomiaru	Wytrzymałość na zginanie [MPa]	
		próbki lite	próbki ze spoiną
143/10-1	1	29,5	20,3
	2	26,5	28,3
	3	29,1	30,6
	4	29,1	25,6
	5	28,2	28,9
	<b>wartość średnia</b>	<b>28,5</b>	<b>26,7</b>
	<b>odchylenie std.</b>	<b>1,25</b>	<b>2,08</b>
143/10-2	1	27,9	25,6
	2	29,7	33,3
	3	25,5	24,9
	4	28,1	28,3
	5	27,7	27,8
	<b>wartość średnia</b>	<b>27,8</b>	<b>28,0</b>
	<b>odchylenie std.</b>	<b>1,72</b>	<b>3,48</b>
143/10-3	1	26,5	24,7
	2	27,8	23,6
	3	27,4	23,3
	4	28,3	28,8
	5	26,5	27,3
	<b>wartość średnia</b>	<b>27,3</b>	<b>25,5</b>
	<b>odchylenie std.</b>	<b>0,79</b>	<b>2,73</b>

Uwagi:

We wszystkich badanych próbkach złamanie wystąpiło poza spoiną klejową. Spoiny klejowe pozostały nieuszkodzone.

Data zakończenia badań: 10.06.2010 r.

Koniec sprawozdania