



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

EGZEMPLARZ nr.....³ 1)

Jednostka organizacyjna GIG:

Zakład Ochrony Powierzchni Obiektów Budowlanych

DOKUMENTACJA

pracy badawczo-usługowej
(finansowanej przez odbiorców rynkowych)

Zleceniodawca: SWEILLEM CERAMIC POLSKA Sp. z o.o.
71-468 Szczecin, ul. Sosnowa 6a

Tytuł dokumentacji:

Wykonanie badań i opinii o możliwości stosowania na terenach górniczych rur i kształtek kamionkowych Sweillem o średnicach DN150-DN1000

Symbol PKWiU: 72.19.2

Nr umowy/zlecenia^{*)}: 582 2329 3 – 132 z dnia: 21.05.2013 r.

Nr komputerowy pracy w GIG: 582 2329 3-132

Data rozpoczęcia pracy: 21.05.2013 r.

Data zakończenia pracy: 30.06.2013 r.

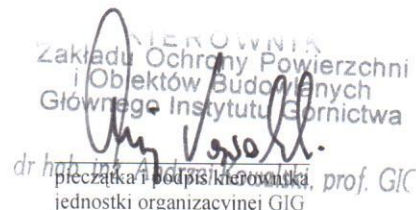
Słowa kluczowe: inżynieria cywilna, budownictwo, teren górniczy, opinia


dr inż. Piotr Kalisz

pieczęć i podpis
kierownika pracy

¹⁾ wypełniać odrębnie po wydrukowaniu

Druk GIG: PS-7.17 – zał. nr 5, wyd. 2, ważne od 02.2009 r.


dr hab. inż. Andrzej Kowalski, prof. GIG
pieczęć i podpis kierownika
jednostki organizacyjnej GIG

Zespół realizujący badania:

stopień - imię i nazwisko

1. dr inż. Piotr KALISZ

.....

2. mgr inż. Magdalena ZIEBA

.....



Abstrakt (minimum 500 znaków-maksimum 1000 znaków):

W pracy przeprowadzono badania szczelności złączy glazurowanych kamionkowych rur i kształtek kanalizacyjnych produkcji Sweillem Ceramic z kielichami w warunkach symulacji oddziaływań górniczych deformacji podłoża. Dokonano oceny możliwości stosowania tych rur i kształtek na terenach górniczych. Na podstawie wyników badań szczelności, analizy pracy złączy poddanych oddziaływaniu deformacji podłoża z uwzględnieniem rozproszenia losowego wartości wskaźników tych deformacji oraz analizy zmian obciążeń, wynikających z oddziaływania wpływów podziemnej eksploatacji, określono warunki stosowania przedmiotowych rur i kształtek na terenach górniczych.

Opinię wykonano według metodyki opracowanej przez autorów pracy.

Stopień ochrony dokumentacji:*)

Ogólnodostępna	Do wykorzystania za zgodą kierownika jednostki org. GIG wiodącej w pracy	Do wykorzystania za zgodą Naczelnego Dyrektora GIG lub Zastępcę Naczelnego Dyrektora ds. Badań i Wdrożeń	Do wykorzystania za zgodą zleceniodawcy
----------------	--	--	---

Dokumentacja składa się z (wymienić elementy: publikacje, zeszyty, płyty CD itp. w sposób trwały zawarte we wspólnym opakowaniu) :

- 1.
- 2.
- .

Dokumentację otrzymali:

1. Archiwum jednostki organizacyjnej GIG, egz. nr 1 - kategoria archiwalna "A"
2. Zleceniodawca, egz. nr 2
- .

Egzemplarz dokumentacji jest przechowywany w archiwum jednostki organizacyjnej GIG:
(wypełnia archiwum jednostki organizacyjnej GIG)

Nr inwentarzowy:

Sygnatura:

*) niepotrzebne skreślić

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE - 4 -
2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA GLAZUROWANYCH RUR
I KSZTAŁTEK KAMIONKOWYCH Z KIELICHAMI PRODUKCJI
SWEILLEM CERAMIC - 5 -
3. CHARAKTERYSTYKA TERENÓW GÓRNICZYCH..... - 13 -
4. ODDZIAŁYWANIE EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA RUROCIĄGI
UKŁADANE W WYKOPACH..... - 15 -
5. WYKONANE BADANIA SZCZELNOŚCI ZŁĄCZY
KAMIONKOWYCH RUR KIELICHOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM
WPŁYWÓW GÓRNICZYCH - 21 -
6. OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA NA TERENACH GÓRNICZYCH
GLAZUROWANYCH RUR I KSZTAŁTEK KAMIONKOWYCH
Z KIELICHAMI PRODUKCJI SWEILLEM CERAMIC - 22 -
7. WNIOSKI..... - 29 -

1. WPROWADZENIE

Celem pracy było przeprowadzenie badań szczelności złączy glazurowanych rur i kształtek kamionkowych z kielichami produkcji Sweillem Ceramic z symulacją oddziaływania górniczych deformacji podłoża oraz wykonanie opinii o możliwości ich stosowania do budowy przewodów kanalizacyjnych na terenach górniczych.

W pracy wykorzystano następujące materiały, dostarczone przez Zleceniodawcę:

- [1] Glazurowane rury kamionkowe z kielichami zgodne z PN EN 295. Sweillem Ceramic Polska Sp. z o.o.
- [2] Wymiary złączy kielichowych. Sweillem Ceramic.
- [3] Certificate of Conformity No. 220001706-1/2. System C – nominal diameters DN150 thru DN1000. MPA NRW. Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen.
- [4] Certificate of Conformity No. 220001706-2/1. System F – nominal diameters DN150 thru DN300. MPA NRW. Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen.
- [5] Surveillance Reports No.:
210001706-13-01-U-01-e. 210001706-11-U-01-e. 210001706-13-01-U-01-e. 21001706-09-MF-02-e. 210001706-11-U-03-e. 21001706-10-MF-02-e. 210001706-11-U-04-e. 21001706-09-MF-04-e. 210001706-11-U-05-e. 210001706-13-01-U-07-e. 210001706-05-MF-06-e. 210001706-13-01-U-02-e. 210001706-13-01-U-03-e. 210001706-13-01-U-04-e. 21001706-04-MF-03-e. 210001706-13-01-U-05-e. 210001706-13-01-U-06-e. 21001706-10-MF-05-e. 210001706-13-01-U-08-e. Results of the tests: dimensions, watertightness and crushing strength, marking. Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen.

Ponadto wykorzystano:

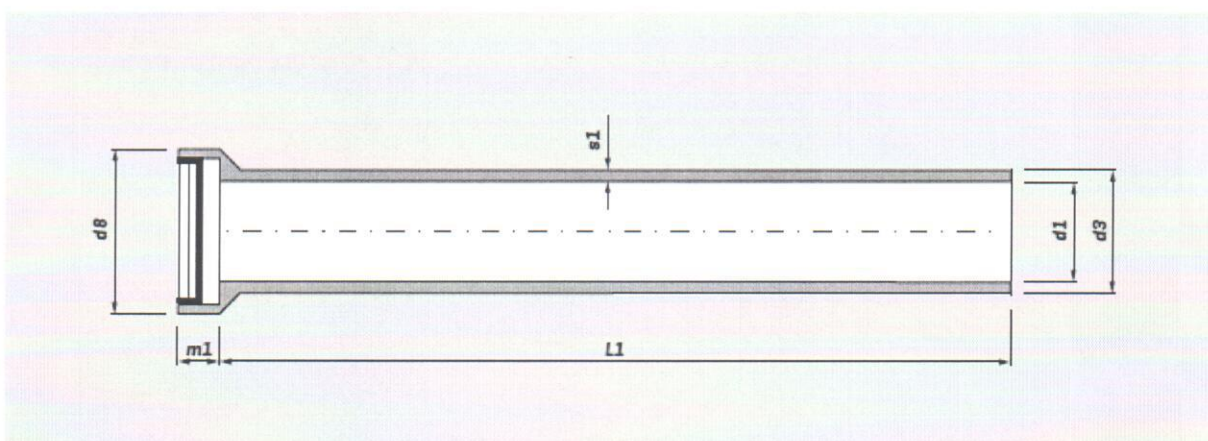
- [6] *Kwiatek J.*: Obiekty budowlane na terenach górniczych. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007.
- [7] *Kwiatek J.* i inni: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 1997.
- [8] *Kwiatek J.* i inni: Opracowanie probabilistycznej metody oceny skutków podziemnej eksploatacji górniczej w obiektach budowlanych. Projekt badawczy. GIG. Katowice 2006.
- [9] *Kuliczkowski A.*: Projektowanie konstrukcji przewodów kanalizacyjnych. Politechnika Świętokrzyska. Kielce 2003.
- [10] *Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.*: Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych. Politechnika Wroclawska. Wrocław 2002.
- [11] PN-EN 295. Rury i kształtki kamionkowe i ich połączenia w sieci drenażowej i kanalizacyjnej.
- [12] Instrukcja nr 364/2007. Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. ITB. Warszawa 2007.
- [13] Instrukcja nr 12. Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagą na ochronę obiektów budowlanych. GIG. Katowice 2000.

2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA GLAZUROWANYCH RUR I KSZTAŁTEK KAMIONKOWYCH Z KIELICHAMI PRODUKCJI SWEILLEM CERAMIC

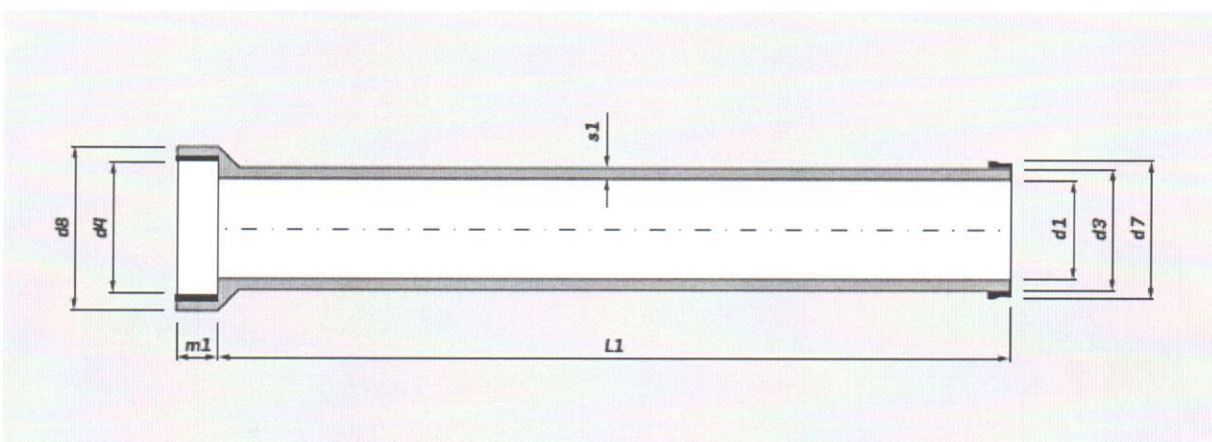
Rury

Glazurowane rury i kształtki kamionkowe z kielichami produkcji Sweillem Ceramic zgodne z PN-EN 295 są produkowane w zakresie średnic nominalnych od 150 mm do 1000 mm w dwóch systemach połączeń:

- F z uszczelką typu L zamontowaną w kielichu rury, bosy koniec bez elementu uszczelniającego (rys. 2.1),
- C złożonego z trwale osadzonego w kielichu pierścienia wykonanego z twardego poliuretanu i trwale osadzonego na bosym końcu pierścienia uszczelniającego z miękkiego poliuretanu (rys. 2.2).



Rys. 2.1. Rura z systemem połączeń F



Rys. 2.2. Rura z systemem połączeń C

Długości przedmiotowych rur wynoszą od 1,00 m do 2,00 m, a ich charakterystyczne parametry przedstawiono w tabelicy 2.1 dla rur przy obciążeniu normatywnym i w tabelicy 2.2 dla rur o podwyższonej wytrzymałości.

Tablica 2.1

Parametry glazurowanych rur i kształtek kamionkowych z kielichami produkcji Sweillem Ceramic – obciążenie normatywne

Średnica DN, mm	Długość instalacyjna l_1 , m	Wytrzymałość na zgniatanie FN, kN/m	Klasa wytrzymałości TKL	System połączeń	Wymiary rur		
					Średnica wewn. d_1 , mm	Średnica zewn. d_3 , mm	Głębokość kielicha $m_1 \pm 15$ mm
150	1,00	34	-	F	151	186±2	75
150	1,25	34	-	F	151	186±2	75
150	1,50	34	-	F	151	186±2	75
200	1,00	34/40	160/200	F	200	242±4	85
200	1,50	34/40	160/200	F	200	242±4	85
200	1,75	34/40	160/200	F	200	242±4	85
200	2,00	34/40	160/200	F	200	242±4	85
200	1,50	32/40	160/200	C	200	242±4	70
200	2,00	32/40	160/200	C	200	242±4	70
225	2,00	36	160	F	224	271±5	85
250	2,00	40	160	F	250	296±6	-
250	2,00	40	160	C	250	296±6	70
300	2,00	48	160	C	300	350±7	70
350	2,00	42	120	C	348	404±7	70
375	2,00	55	120 [146]	C	-	435±7	70
400	2,00	64	160	C	410	486±8	70
450	2,00	54	120	C	-	524±8	-
500	2,00	60	120	C	496	581±9	75
600	2,00	57	95	C	597	687±12	80
700	2,00	67	95	C	697	790±15	80
750	2,00	60	-	C	-	865±15	-
800	2,00	60	L	C	797	895±17	80
900	2,00	60	-	C	897	1002±20	90
1000	2,00	60	L	C	996	1109±23	90

Tablica 2.2

Parametry glazurowanych rur i kształtek kamionkowych z kielichami produkcji Sweillem Ceramic – podwyższona wytrzymałość

Średnica DN, mm	Długość instalacyjna l_1 , m	Wytrzymałość na zgniatanie FN, kN/m	Klasa wytrzymałości TKL	System połączeń	Wymiary rur		
					Średnica wewn. d_1 , mm	Średnica zewn. d_3 , mm	Głębokość kielicha $m_1 \pm 15$ mm
200	2,00	48	240	C	200	260±4	70
250	2,00	60	240	C	250	318±6	70
300	2,00	72	240	C	300	374±7	70
350	2,00	70	200	C	346	430±7	70
400	2,00	80	200	C	396	490±8	70
450	2,00	72	160	C	447	548±8	70
500	2,00	80	160	C	496	607±9	75
600	2,00	96	160	C	597	721±12	80
700	2,00	84	120	C	697	831±15	80

Króćce przegubowe

Króćce przegubowe produkowane są w wersji z kielichami GZ i GE oraz bez kielichów GA dla obciążeń normatywnych i o podwyższonej wytrzymałości. Charakterystyczne parametry króćców przedstawiono w tablicach 2.3 ÷ 2.8. Króćce te są produkowane dla obciążeń normatywnych w zakresie średnic nominalnych od 150 mm do 900 mm, a o podwyższonej wytrzymałości w zakresie średnic nominalnych od 200 mm do 600 mm. Ich długości wynoszą 0,75 m (GZ i GA) oraz 0,25 m (GE). Króćce przegubowe, podobnie jak rury, są produkowane w systemach połączeń F i C.

Tablica 2.3

Króćce przegubowe GZ, obciążenie normatywne

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałość TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga/szt [kg/m]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]	Średnica wewn. kielicha d4 ± tolerancja [mm]
150	F	-	34	0,75	18	186 ± 4	-
200	F	160 / 200	32 / 40	0,75	29	242 ± 4	-
200	C	160 / 200	32 / 40	0,75	29	242 ± 4	260,0 ± 0,5
250	F	160	40	0,75	44	296 ± 6	-
250	C	160	40	0,75	44	296 ± 6	371,5 ± 0,5
300	C	160	48	0,75	52	350 ± 7	371,5 ± 0,5
400	C	160	64	0,75	106	460 ± 7	507,5 ± 0,5
500	C	120	60	0,75	128	581 ± 9	605,0 ± 0,5
600	C	95	57	0,75	180	687 ± 12	720,0 ± 0,5
700	C	95	67	0,75	232	790 ± 15	840,0 ± 0,5
800	C	L	60	0,75	268	895 ± 17	932,0 ± 0,5
900	C	L	60	0,75	313	1.002 ± 20	1.048,0 ± 0,5

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Tablica 2.4

Króćce przegubowe GZ, podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałość TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga/szt [kg/m]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]	Średnica wewn. kielicha d4 ± tolerancja [mm]
200	C	240	48	0,75	36	262 ± 5	275,0 ± 0,5
250	C	240	60	0,75	60	318 ± 6	341,5 ± 0,5
300	C	240	72	0,75	72	374 ± 7	398,5 ± 0,5
400	C	200	80	0,75	112	490 ± 8	515,5 ± 0,5
500	C	160	80	0,75	172	607 ± 9	637,0 ± 0,5
600	C	160	96	0,75	232	721 ± 12	758,0 ± 0,5

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Tablica 2.5

Króćce przegubowe GA, obciążenia normatywne

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga [kg/szt]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
150	F	-	34	0,75	16	186 ± 2
200	F	160 / 200	32 / 40	0,75	26	242 ± 4
200	C	160 / 200	32 / 40	0,75	26	242 ± 4
250	F	160	40	0,75	33	296 ± 6
250	C	160	40	0,75	33	296 ± 6
300	C	160	48	0,75	48	350 ± 7
400	C	160	64	0,75	95	460 ± 7
500	C	120	60	0,75	117	581 ± 9
600	C	95	57	0,75	160	687 ± 12
700	C	95	67	0,75	232	790 ± 15
800	C	L	60	0,75	268	895 ± 17
900	C	L	60	0,75	313	1002 ± 20

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Tablica 2.6

Króćce przegubowe GA, podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga/szt [kg/m]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
200	C	240	48	0,75	34	262 ± 5
250	C	240	60	0,75	52	318 ± 6
300	C	240	72	0,75	70	374 ± 7
400	C	200	80	0,75	108	490 ± 8
500	C	160	80	0,75	163	607 ± 9
600	C	160	96	0,75	214	721 ± 12

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Tablica 2.7

Króćce przegubowe GA, obciążenia normatywne

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga/szt [kg/m]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
150	F	-	34	0,25	7	186 ± 2
200	F	160 / 200	32 / 40	0,25	11	242 ± 4
200	C	160 / 200	32 / 40	0,25	11	242 ± 4
250	C	160	40	0,25	17	296 ± 6
300	C	160	48	0,25	20	350 ± 7
400	C	160	64	0,25	40	460 ± 7
500	C	120	60	0,25	48	581 ± 9
600	C	95	57	0,25	68	687 ± 12
700	C	95	67	0,25	87	790 ± 15
800	C	L	60	0,25	101	895 ± 17

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Tablica 2.8

Króćce przegubowe GE, podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość L1 [m]	Waga/szt [kg/m]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
200	C	240	48	0,25	14	262 ± 5
250	C	240	60	0,25	23	318 ± 6
300	C	240	72	0,25	27	374 ± 7
400	C	200	80	0,25	42	490 ± 8
500	C	160	80	0,25	65	607 ± 9

Na zamówienie dostępne są króćce o średnicy np. DN350, DN450 itd.

Trójniki

Trójniki są produkowane dla kątów odgałęzień 45° i 90° o połączeniach systemu F i C dla obciążeń normatywnych i o podwyższonej wytrzymałości. Produkowane są również trójniki reparacyjne 45°. Charakterystyczne parametry trójników przedstawiono w tablicach 2.9 ÷ 2.14.

Tablica 2.9

Trójniki kielichowe 45° obciążenie normatywne

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość* L1 [m]	Waga [kg/szt]
150 / 150	F / F	- / -	34 / 34	0,50	22
200 / 150	F / F	200 / -	40 / 34	0,50	31
200 / 150	C / F	200 / -	40 / 34	0,50	31
200 / 200	C / C	200 / 200	40 / 40	0,60	40
250 / 150	F / F	160 / -	40 / 34	0,50	40
250 / 150	C / F	160 / -	40 / 34	0,50	40
250 / 200	C / F	160 / 200	40 / 40	0,60	48
250 / 200	C / C	160 / 200	40 / 40	0,60	48
300 / 150	C / F	160 / -	48 / 34	0,60	50
300 / 200	C / F	160 / 200	48 / 40	0,70	60
300 / 200	C / C	160 / 200	48 / 40	0,70	60
300 / 250	C / C	160 / 160	48 / 40	0,70	70
400 / 150	C / F	160 / -	64 / 34	0,60	109
500 / 150	C / F	120 / -	60 / 34	0,70	152

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. *Wartości orientacyjne - producent zastrzega sobie prawo zmian

Tablica 2.10

Trójniki kielichowe 45° podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość*		Waga [kg/szt]
				L1 [m]		
200 / 150	C / F	240 / -	48 / 34	0,50		37
200 / 200	C / C	240 / 200	48 / 40	0,60		50
250 / 150	C / F	240 / -	60 / 34	0,50		52
250 / 200	C / F	240 / 200	60 / 40	0,60		62
250 / 200	C / C	240 / 200	60 / 40	0,60		62
300 / 150	C / F	240 / -	72 / 34	0,60		63
300 / 200	C / F	240 / 200	72 / 40	0,70		80
300 / 200	C / C	240 / 200	72 / 40	0,70		80
400 / 150	C / F	200 / -	80 / 34	0,60		115

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. * Wartości orientacyjne - producent zastrzega sobie prawo zmian

Tablica 2.11

Trójniki 90° obciążenie normatywne

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość*		Waga [kg/szt]
				L1 [m]		
150 / 150	F / F	- / -	34 / 34	0,50		22
200 / 150	F / F	200 / -	40 / 34	0,50		31
200 / 150	C / F	200 / -	40 / 34	0,50		31
200 / 200	F / F	200 / 200	40 / 40	0,60		40
200 / 200	C / C	200 / 200	40 / 40	0,60		40
250 / 150	F / F	160 / -	40 / 34	0,50		40
250 / 150	C / F	160 / -	40 / 34	0,50		40
250 / 200	C / F	160 / 200	40 / 40	0,60		48
300 / 150	C / F	160 / -	48 / 34	0,50		50
300 / 200	C / F	160 / 200	48 / 40	0,60		60
300 / 200	C / C	160 / 200	48 / 40	0,60		60
400 / 150	C / F	160 / -	64 / 34	0,75		115
400 / 200	C / F	160 / 200	64 / 40	0,75		115
400 / 200	C / C	160 / 200	64 / 40	0,75		115
500 / 150	C / F	120 / -	60 / 34	0,75		152
500 / 200	C / F	120 / 200	60 / 40	0,75		152
500 / 200	C / C	120 / 200	60 / 40	0,75		152
600 / 150	C / F	120 / -	72 / 34	0,75		258
600 / 200	C / F	120 / 200	72 / 40	0,75		258

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. * Wartości orientacyjne - producent zastrzega sobie prawo zmian

Tablica 2.12

Trójniki 90° podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość* L1 [m]	Waga [kg/szt]
200 / 150	C / F	240 / -	48 / 34	0,50	37
200 / 200	C / C	240 / 200	48 / 40	0,60	50
250 / 150	C / F	240 / -	60 / 34	0,50	52
250 / 200	C / C	240 / 200	60 / 40	0,60	62
300 / 150	C / F	240 / -	72 / 34	0,50	63
300 / 200	C / F	240 / 200	72 / 40	0,60	80
300 / 200	C / C	240 / 200	72 / 40	0,60	80
400 / 150	C / F	200 / -	80 / 34	0,75	115
400 / 200	C / F	200 / 200	80 / 40	0,75	115
400 / 200	C / C	200 / 200	80 / 40	0,75	115
500 / 150	C / F	160 / -	80 / 34	0,75	216
500 / 200	C / F	160 / 200	80 / 40	0,75	216
500 / 200	C / C	160 / 200	80 / 40	0,75	216
600 / 150	C / F	160 / -	96 / 34	0,75	360

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. * Wartości orientacyjne - producent zastrzega sobie prawo zmian

Tablica 2.13

Trójniki reparacyjne 45° obciążenie normatywne

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość* L1 [m]	Waga [kg/szt]
150 / 150	- / F	- / -	34 / 34	0,60	18
200 / 150	- / F	200 / -	40 / 34	0,60	31
200 / 200	- / F	200 / 200	40 / 40	0,70	31
250 / 150	- / F	160 / -	40 / 34	0,60	40
300 / 150	- / F	160 / -	48 / 34	0,60	54

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. Trójniki reparacyjne 90° są również dostępne.

Tablica 2.14

Trójniki reparacyjne 45° podwyższona wytrzymałość

Średnica nominalna DN1/DN2 [mm]	System połączeń	Klasa wytrzymałości TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Długość* L1 [m]	Waga [kg/szt]
200 / 150	- / F	240 / -	48 / 34	0,60	38
250 / 150	- / F	240 / -	60 / 34	0,60	52
300 / 150	- / F	240 / -	72 / 34	0,60	63

Na zamówienie dostępne są trójniki o innych parametrach. Trójniki reparacyjne 90° są również dostępne.

Kolana

Kolana produkowane są w zakresie kątów 15°, 30°, 45°, 60° i 90° oraz średnic DN150-DN250 dla obciążeń normatywnych i o podwyższonej wytrzymałości i systemie połączeń F i C. Charakterystyczne parametry przedstawiono w tablicach 2.15 i 2.16.

Tablica 2.15

Kolana 15°, 30°, 45°, 60°, 90° obciążenie normatywne

Wartość Nominalna DN [mm]	System połączeń	Kąt [stopnie]	Klasa wytrzymałość TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Waga [kg/szt]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
150	F	15	-	34	10	186 ± 2
150	F	30	-	34	10	186 ± 2
150	F	45	-	34	10	186 ± 2
150	F	60	-	34	10	186 ± 2
150	F	90	-	34	10	186 ± 2
200	F	15	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	F	30	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	F	45	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	F	90	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	C	15	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	C	30	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	C	45	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
200	C	90	160 / 200	32 / 40	15	242 ± 4
250	F	15	160	40	25	296 ± 6
250	F	30	160	40	25	296 ± 6
250	F	45	160	40	25	296 ± 6
250	F	90	160	40	25	296 ± 6
250	C	15	160	40	25	296 ± 6
250	C	30	160	40	25	296 ± 6
250	C	45	160	40	25	296 ± 6
250	C	90	160	40	25	296 ± 6

Tablica 2.16

Kolana 15°, 30°, 45°, 60°, 90° podwyższona wytrzymałość

Wartość Nominalna DN [mm]	System połączeń	Kąt [stopnie]	Klasa wytrzymałość TKL	Wytrzymałość na zgniatanie FN [kN/m]	Waga [kg/szt]	Średnica zewn. rury d3 ± tolerancja [mm]
200	C	15	240	48	25	262 ± 5
200	C	30	240	48	25	262 ± 5
200	C	45	240	48	25	262 ± 5
200	C	90	240	48	25	262 ± 5
250	C	15	240	60	41	318 ± 6
250	C	30	240	60	41	318 ± 6
250	C	45	240	60	41	318 ± 6

3. CHARAKTERYSTYKA TERENÓW GÓRNICZYCH

Podziemna eksploatacja górnicza oddziałuje na rurociagi zagłębione w przypowierzchniowej warstwie górotworu przede wszystkim przez deformacje tej warstwy. W zależności od ekstremalnych wartości wskaźników deformacji ciągłych powierzchni, takich jak zmiany nachylenia T , promień R krzywizny K powierzchni i odkształcenia poziome ε przypowierzchniowej warstwy gruntu, tereny górniczne podzielono na sześć kategorii. Wartości te przedstawiono w tabelicy 3.1.

Tablica 3.1

Kategorie terenów górnicznych

Kategoria terenu górnicznego	Wartości wskaźników deformacji		
	Nachylenie mm/m	Promień krzywizny km	Odkształcenie 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$

Wartości wskaźników deformacji z tabelicy 3.1 należy traktować jako wartości przeciętne, a dla określenia wartości charakterystycznych i obliczeniowych należy uwzględnić ich rozrzut losowy, który można opisać współczynnikami zmienności. Wskaźniki deformacji powierzchni charakteryzują się znacznym rozproszeniem i ich wartości bezwzględne na danym terenie górnicznym mogą być znacznie większe od wartości przeciętnych, co wykazano w pracach Głównego Instytutu Górnictwa i Akademii Górniczo-Hutniczej. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyników pomiarów odkształceń wywołanych dokonaną eksploatacją górniczną określono parametry tego rozproszenia. Współczynniki zmienności poziomych odkształceń przypowierzchniowej warstwy górotworu określono dla standardowych długości baz pomiarowych, wynoszących 25 m. Dla przypadku rozluźniania i zagęszczania gruntu wartości współczynników zmienności wynoszą odpowiednio $M_r = 0,2$ i $M_z = 0,3$, a według najnowszych badań $M_z = 0,26$ (AGH). Współczynniki zmienności zależą od długości rozpatrywanych odcinków i dla odcinków o długościach znacznie krótszych od długości standardowej bazy pomiarowej ulegają znacznemu zwiększeniu. Wartości te można obliczyć ze wzoru *Batkiewicza*

$$M(l) = M(l_0) \sqrt{\frac{l_0}{l}} \quad (3.1)$$

gdzie:

$M(l_0)$ – współczynnik zmienności dla bazy pomiarowej o standardowej długości,

l_0 – długość standardowej bazy pomiarowej, 25 m,

l – długość rozpatrywanego odcinka, równa długości rur.

Ekstremalne wartości odkształceń, jakie z określonym prawdopodobieństwem mogą oddziaływać na rury o długościach l , zagłębione w przypowierzchniowej warstwie gruntu na terenach górniczych, można określić w oparciu o współczynniki zmienności $M(l)$:

▪ dla rozluźniania warstwy gruntu - $\varepsilon^r = \varepsilon[1 + nM_r(l)]$ (3.2)

▪ dla zagęszczania warstwy gruntu - $\varepsilon^z = \varepsilon[1 + nM_z(l)]$ (3.3)

gdzie:

ε – przeciętna wartość odkształceń z tablicy 3.1,

n – współczynnik tolerancji, zależny od prawdopodobieństwa nieprzekroczenia wartości ekstremalnych, dla prawdopodobieństwa 0,95 $n = 1,645$,

M_r, M_z – współczynniki zmienności odkształceń odpowiednio dla rozluźniania i zagęszczania gruntu, dla standardowej długości bazy pomiarowej.

4. ODDZIAŁYWANIE EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA RUROCIĄGI UKŁADANE W WYKOPACH

Oddziaływanie podziemnej eksploatacji górniczej na przewody sieci uzbrojenia rozpatruje się na dwóch zasadniczych kierunkach – na kierunku podłużnym i poprzecznym do osi rurociągu. W przypadku rozpatrywanych rur kielichowych układanych w wykopach poziome odkształcenia przypowierzchniowej warstwy gruntu i w mniejszym stopniu krzywizny powierzchni powodują przemieszczenia poszczególnych rur, które mają znaczenie z uwagi na szczelność złączy. Krzywizny powierzchni, powodujące odchylenia kątowe rur, mogą mieć istotne znaczenie dla większych średnic. Odchylenia te nie powinny być jednak większe od dopuszczalnych wartości dla kamionkowych rur z kielichami. Zmiany spadków przewodów, powodowanych planowaną podziemną eksploatacją górniczą, mogą być jedynie uwzględniane na etapie projektowania sieci kanalizacyjnych. W tym celu wykorzystuje się prognozowane zmiany nachylenia powierzchni.

Kierunek podłużny

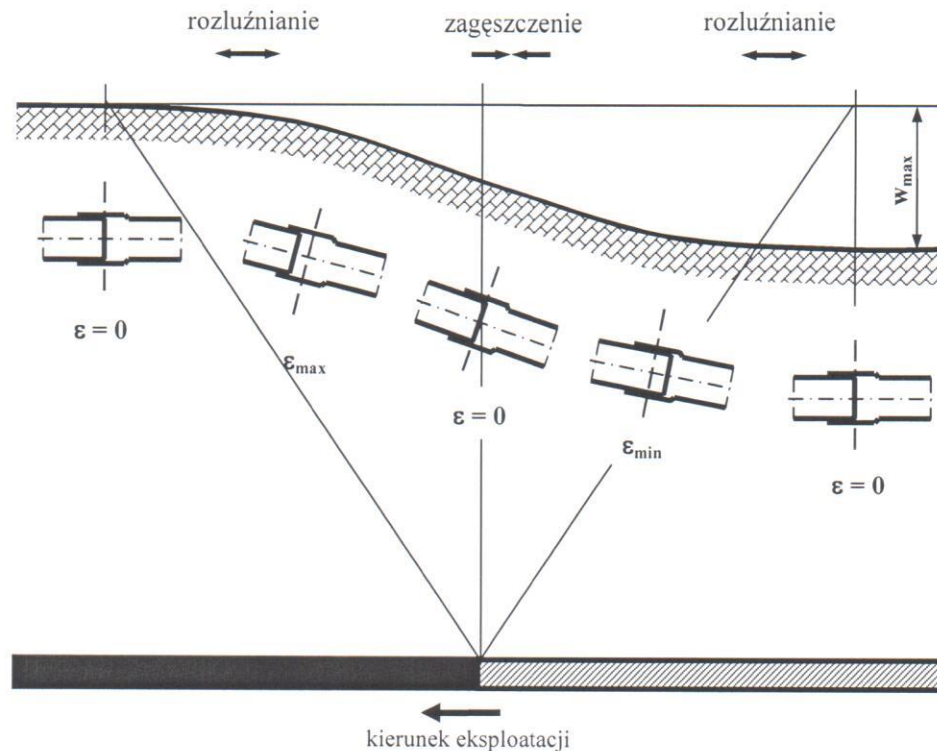
Oddziaływanie poziomych odkształceń warstwy gruntu na kierunku podłużnym do osi rurociągu powoduje wystąpienie przemieszczeń rur, które na terenach górniczych powinny być kompensowane dzięki odpowiednim możliwościom dylatacyjnym połączeń. W przypadku rur układanych w wykopach powinien być zachowany odpowiedni luz początkowy w złączach, pozostawiony podczas ich montażu.

Poziome odkształcenia przypowierzchniowej warstwy górotworu w pierwszym etapie oddziaływania eksploatacji górniczej wywołują rozluźnianie gruntu, powodujące przemieszczenie bosego końca rury w kierunku wylotu z części kielichowej (wysuw), aż do wystąpienia ekstremalnych dla tej fazy wartości odkształceń (rys. 4.1). Zachodzi to w pewnej odległości od stałej lub przemieszczającej się krawędzi eksploatacji.

W kolejnym etapie odkształcania przypowierzchniowej warstwy górotworu następuje poziome zagęszczanie gruntu, które powoduje przemieszczenie bosego końca w głąb kielicha. Zachodzi to w pewnej odległości od stałej lub przemieszczającej się krawędzi eksploatacji wewnątrz wybranej części złoża.

Po wystąpieniu ekstremalnej wartości odkształceń w tej fazie odkształcania następuje jego ponowne rozluźnienie, powodujące przemieszczenie bosego końca rury do położenia początkowego. Następuje to po wystąpieniu stanu bezodkształceniowego w gruncie.

Przeszczanie bosego końca rury w złączu kielichowym w czasie ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej dla kolejnych etapów przedstawiono w uproszczeniu na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Przeszczanie bosego końca w złączu kielichowym wskutek oddziaływania eksploatacji górniczej

Przeszczanie bosego końca rury w kielichu w czasie rozluźniania gruntu w 1 etapie odkształcania nie może spowodować rozszerzenia złącza przez nadmierne jego wysunięcie. W czasie zagęszczania gruntu przeszczanie bosego końca musi następować swobodnie w głąb kielicha, gdyż w przypadku zbyt małego luzu początkowego, a szczególnie przy jego braku mogą wystąpić podłużne siły ściskające w rurach. Siły te powodowane tarcie ziaren o pobocznicę rur i zakotwieniem kielichów w odkształcanym gruncie mogą być przyczyną ich uszkodzenia. W związku z tym głębokość części kielichowej musi być dostosowana do wartości przeszczań, które zależą od wartości poziomych odkształceń warstwy gruntu, w której rurociąg jest posadowiony. Przeszczania te są tym większe, im większa jest długość stosowanych rur.

Kierunek poprzeczny

Oddziaływanie poziomych odkształceń warstwy gruntu na kierunku poprzecznym do osi rurociągu powoduje niekorzystne zmiany ich obciążeń. Zmiany te należy uwzględnić w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych.

Rozluźnianie powoduje zmniejszenie parcia gruntu działającego na ścianki rur. Dla wartości odkształceń z zakresu odpowiadającego terenom górniczym II kategorii, w przypadku gruntów niespoistych, może wystąpić czynny stan graniczny. Wartość współczynnika rozporu bocznego w tym przypadku wynosi około 0,3 i jest mniejsza od wartości współczynnika rozporu bocznego gruntu w spoczynku, którego wartość przyjmuje się zazwyczaj około 0,5. Czynny stan graniczny w gruntach spoistych występuje przy większych odkształceniach.

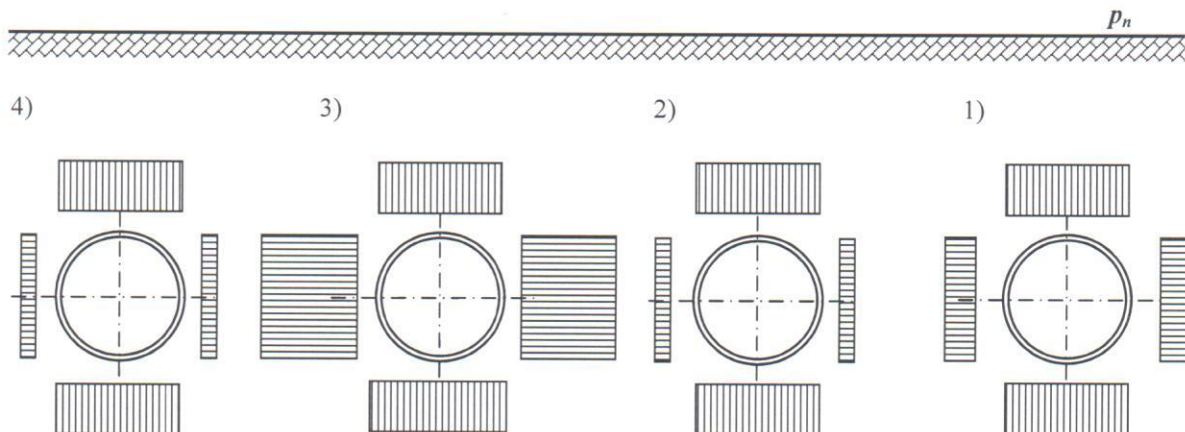
Zagęszczanie powoduje zwiększenie parcia gruntu, co początkowo prowadzi do wyrównania obciążeń i zmniejszenia momentów zginających, działających na ścianki rur. W przypadku gruntów niespoistych dla wartości odkształceń odpowiadających terenom górniczym I i II kategorii zwiększenie poziomych obciążeń rur nie powinno wywoływać większych wartości momentów zginających od początkowych wartości, występujących przed ujawnieniem się wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię, a tym bardziej wartości momentów występujących przy rozluźnianiu gruntu. Należy zatem w obliczeniach statycznych rur ze względu na ich obciążenia poprzeczne w przypadku terenów górniczych I i II kategorii uwzględnić czynny stan graniczny jako najbardziej niekorzystny. Zagęszczanie przypowierzchniowej warstwy górotworu do wartości poziomych odkształceń odpowiadających terenom górniczym III i wyższych kategorii prowadzi do znacznego zwiększenia parcia gruntu na ścianki rur. W przypadku rur o małej poprzecznej odkształcalności dodatkowo następuje koncentracja odkształceń w strefach gruntu przylegającego bezpośrednio do ich przekroju poprzecznego. Należy wówczas uwzględnić dodatkowe poziome obciążenia rur związane z zagęszczaniem gruntu jako najbardziej niekorzystny przypadek ich obciążenia. Schemat zmian obciążeń wywoływanych podziemną eksploatacją górniczą dla poszczególnych etapów odkształcania przypowierzchniowej warstwy gruntu występujących prostopadle do osi przewodu przedstawiono na rysunku 4.2.

Obciążenie poziome rurociągu σ_{22} , wywoływane parciem gruntu, zależy od wartości poziomego odkształcenia tej warstwy oraz odkształcalności przekroju poprzecznego rur. Największe zmiany obciążenia poziomego rurociągu zachodzą w przypadku, gdy kierunek x_2 występowania odkształceń głównych $\varepsilon_{22} = \varepsilon$ jest prostopadły do osi podłużnej rurociągu (krawędź eksploatacji jest równoległa do osi rurociągu). Obciążenie poziome można określić według wzoru ogólnego

$$\sigma_{22} = \xi \sigma_{11} = \xi(\gamma h + p_n) \quad (4.1)$$

gdzie:

- $\xi=K$ – współczynnik rozporu bocznego gruntu,
- σ_{11} – obciążenie pionowe rurociągu,
- γ – ciężar objętościowy gruntu,
- h – zagłębienie osi rurociągu,
- p_n – obciążenie naziomu.



Rys. 4.2. Zmiany parcia gruntu na ścianki rurociągu o małej odkształcalności: 1) stan początkowy, 2) rozluźnianie gruntu, 3) zagęszczanie gruntu, 4) ponowne rozluźnianie gruntu

Współczynnik rozporu bocznego gruntu w spoczynku, przed wystąpieniem odkształceń, można określić na podstawie wzorów

$$\xi_0 = \frac{\nu}{1-\nu}, \text{ dla gruntów niespoistych można przyjmować } \xi_0 = 1 - \sin \Phi \quad (4.2)$$

gdzie:

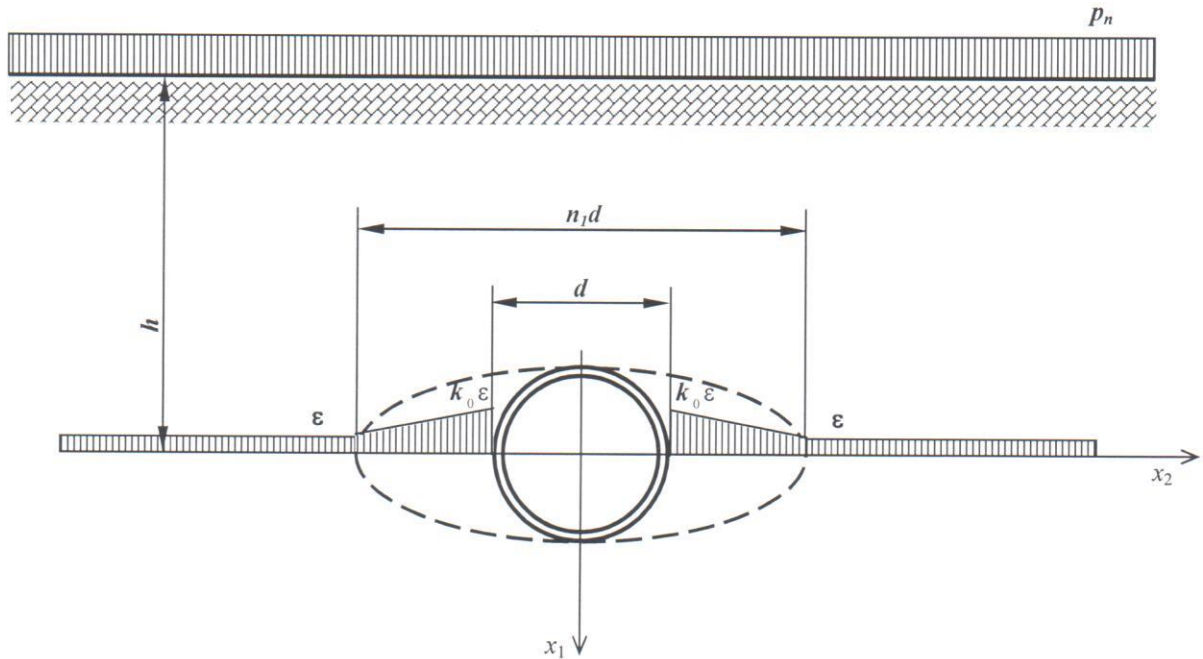
- ν – współczynnik *Poissona* dla gruntu,
- Φ – kąt tarcia wewnętrznego gruntu.

Rozluźnianie warstwy gruntu niespoistego przy odkształceniach rzędu 2÷3 mm/m powoduje wystąpienie czynnego stanu granicznego wokół rur o małej odkształcalności. Obciążenie poziome rurociągu jest wtedy mniejsze od obciążenia początkowego i powoduje zwiększenie nierównomierności obciążeń rur. Współczynnik rozporu bocznego gruntu niespoistego ξ_r w czynnym stanie granicznym można określić na podstawie wzoru

$$\xi_r = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi}{2} \right) \quad (4.3)$$

W przypadku gruntów spoistych czynny stan graniczny występuje przy odkształceniach mieszczących się w przedziale od 3 mm/m do 9 mm/m.

Zagęszczanie powoduje zwiększenie parcia gruntu, a jego wartość może osiągnąć nawet wartość parcia biernego w przypadku rur nieodkształcalnych, gdyż wokół nich następuje koncentracja odkształceń. Stan odkształceń gruntu wokół przekroju poprzecznego rurociągów dla przypadku zagęszczania przedstawiono na rysunku 4.3.



Rys. 4.3. Poziome odkształcenia gruntu na kierunku poprzecznym rury sztywnej, zagęszczanie

W strefie bezpośrednio przylegającej do ścianek rur o małej odkształcalności dochodzi do koncentracji odkształceń gruntu, które charakteryzuje współczynnik $k_0 > 1,0$. Współczynnik koncentracji odkształceń k_0 można określić na podstawie zależności

$$k_0 = \frac{n_1 + 1}{n_1 - 1} \quad (4.4)$$

gdzie n_1 jest wielokrotnością średnicy rury, przyjmuje się $n_1 = 5$. Wtedy $k_0 = 1,5$.

Bierny stan graniczny w gruntach niespoistych występuje przy odkształceniach o wartościach rzędu -31 mm/m, a w gruntach spoistych stan ten występuje przy odkształceniach o znacznie większych wartościach bezwzględnych, np. dla gliny plastycznej i twaroplastycznej rzędu -70 mm/m. Zmienność współczynnika rozporu bocznego ξ gruntu niespoistego przy zagęszczaniu dla odkształceń mniejszych od krytycznych, od których występuje bierny stan graniczny, opisuje zależność

$$\xi = \xi_z - (\xi_z - \xi_0) \left(1 - \frac{k_0 \varepsilon}{\varepsilon_{kr}^z} \right)^m \quad (4.5)$$

gdzie:

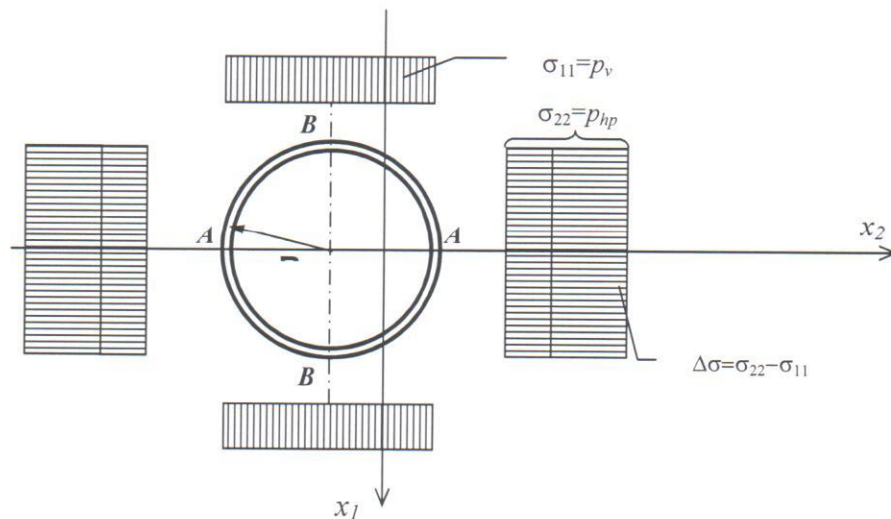
- ξ_z – współczynnik rozporu bocznego gruntu w biernym stanie granicznym,
- ξ_0 – współczynnik rozporu bocznego gruntu w spoczynku,
- ε – wartość odkształcenia warstwy gruntu, przy zagęszczaniu ze znakiem „-”,
- ε_{kr}^z – odkształcenie krytyczne, dla gruntu niespoistego $\varepsilon_{kr}^z = -31 \text{ mm/m}$,
- m – współczynnik doświadczalny, dla gruntów niespoistych wartość średnia wynosi $m = 3,1$.

Współczynnik rozporu bocznego gruntu niespoistego w biernym stanie granicznym można określić na podstawie wzoru

$$\xi_z = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\Phi}{2} \right) = \frac{1 + \sin \Phi}{1 - \sin \Phi} \quad (4.6)$$

Rozkład obciążeń przy zagęszczaniu gruntu przedstawiono na rysunku 4.4.

Wzory na obliczanie parcia w przypadku odkształcania gruntów spoistych przedstawiono w [1 i 2].



Rys. 4.4. Rozkład obciążeń zewnętrznych przekroju rury przy zagęszczaniu gruntu

Zmiany obciążeń wywoływane zagęszczaniem gruntu należy uwzględnić przy ocenie odporności przewodów oraz możliwości posadawiania rur i innych obiektów sieci kanalizacyjnych na terenach górniczych.

5. WYKONANE BADANIA SZCZELNOŚCI ZŁĄCZY KAMIONKOWYCH RUR KIELICHOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWÓW GÓRNICZYCH

Celem badań było określenie możliwości kompensacyjnych złączy kamionkowych glazurowanych rur i kształtek produkcji Sweillem Ceramic dla przejmowania przemieszczeń wywołanych górnictwymi deformacjami podłoża.

Badania szczelności połączeń kielichowych rur Sweillem Ceramic rozpoczęto od całkowitego wsunięcia bosego końca rury w kielich, napełnienia wodą oraz odpowietrzenia układu i zabezpieczenia zaślepionych końców przed możliwością rozsunięcia. Następnie wywoływano ciśnienie próbne 0,5 bara i utrzymywano je przez 15 minut. Po sprawdzeniu szczelności rozsuwano elementy połączenia kielichowego do momentu rozszczelnienia. Określano przy tym maksymalne siły osiowe, przenoszone przez to połączenie, oraz graniczne wartości wysuwu bosego końca z kielicha, zapewniające utrzymanie jego szczelności. Następnie wykonano 10 cykli wsuwania i wysuwania rur w złączy, od maksymalnego wsunięcia do wartości wysuwu roboczego. W dalszej kolejności dokonywano ponownej próby szczelności z odchyleniem kątowym równym 2° , utrzymując ciśnienie próbne 0,5 bar przez 15 minut.

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w stację ciśnień oraz siłownik hydrauliczny do wywoływania siły rozsuwającej elementy połączenia. Wysuw końca rury z kielicha mierzono za pomocą czujników przemieszczeń podłączonych do elektronicznego rejestratora. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono w tabelicy 5.1, a szczegółowo w załączonym sprawozdaniu.

Tablica 5.1

Wyniki badań szczelności kamionkowych glazurowanych rur i kształtek Sweillem Ceramic z kielichami

Nr próbki	Rodzaj rury / kształtki	System połączenia	Wynik próby szczelności	Wysuw zapewniający szczelność, mm
101/13-1	rura DN 200	F z uszczelką L	szczelne	51
101/13-2	rura DN 200	C	szczelne	43
101/13-3	rura DN 400	C	szczelne	37
101/13-4	trójnik 45° DN200/200	C/C	szczelne	43
101/13-5	trójnik 90° DN200/200	F/F	szczelne	50

Szczegółowy opis badań wykonanych przez Centralne Laboratorium Badań Rur z Tworzyw Sztucznych Głównego Instytutu Górnictwa oraz ich wyniki zostały przedstawione w sprawozdaniu nr 101/13/SM1, załączonym do niniejszej dokumentacji pracy.

6. OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA NA TERENACH GÓRNICZYCH GLAZUROWANYCH RUR I KSZTAŁTEK KAMIONKOWYCH Z KIELICHAMI PRODUKCJI SWEILLEM CERAMIC

Ocena możliwości kompensacyjnych połączeń

Wartości przemieszczeń rur, jakie mogą wywoływać wpływy górnicze, zależą od wartości wskaźników deformacji i od długości tych rur. Przy określaniu odporności złączy na deformacje górnicze podłoża należy uwzględnić znaczne rozproszenie losowe wartości tych wskaźników, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu niezawodności. Maksymalna wartość przemieszczania bosego końca rury w kielichu, a więc odległość między jego skrajnym wysunięciem a maksymalnym wsunięciem podczas ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej, musi być mniejsza od długości Δl_0 , określającej możliwości kompensacyjne złączy. W przeciwnym razie może dochodzić do indukowania znacznych sił podłużnych, powodujących uszkodzenia rur lub nadmiernego wysuwania końców rur z kielichów. Wielkość Δl_0 jest nazywana długością efektywną (roboczą) złącza. Zasadniczy wpływ na wartość przemieszczeń rur, a tym samym na minimalną długość efektywną złączy przeznaczonych do stosowania na terenach górniczych, mają poziome odkształcenia przypowierzchniowej warstwy gruntu wzdłuż osi rurociągu. Można to zapisać w postaci warunku

$$\Delta l_0 \geq 2\varepsilon l [1 + nM(l)] \quad (6.1)$$

gdzie:

$M(l)$ – współczynnik zmienności wskaźników deformacji dla odcinka między środkami sąsiednich rur równej ich długości l , $M(l) = s_\varepsilon / \varepsilon$,

s_ε – odchylenie standardowe odkształceń poziomych warstwy gruntu,

ε – wartość bezwzględna ekstremalnych odkształceń gruntu, wg tablicy 3.1.

Współczynnik zmienności odkształceń może być określony na podstawie wzoru [2]

$$M(l) = \frac{\sqrt{M_r^2 + M_z^2}}{2} \sqrt{\frac{l_0}{l}} = \frac{\sqrt{M_r^2 + M_z^2}}{2} \sqrt{\frac{25}{l}} \quad (6.2)$$

gdzie M_r , M_z są współczynnikami zmienności odkształceń dla odcinków o długości l_0 równej długości standardowej bazy pomiarowej, wynoszącej 25 m, odpowiednio dla rozluźniania i zagęszczania gruntu. Wartości Δl_0 obliczone ze wzoru (6.1) z wykorzystaniem wzoru (6.2), dla rur kamionkowych o długościach l należy traktować jako wartości charakterystyczne. Wartości te zostały obliczone z uwzględnieniem współczynników zmienności poziomych

odkształceń warstwy gruntu dla odcinków o długościach równych długościom analizowanych rur 1,0 m, 1,25 m, 1,5 m, 1,75 m i 2,0 m, przyjmując prawdopodobieństwo 0,95 nieprzekroczenia wartości ekstremalnych odkształceń ϵ dla poszczególnych kategorii terenu górniczego. Odpowiada to współczynnikowi $n = 1,645$ we wzorze 6.1. Otrzymane w ten sposób charakterystyczne wartości efektywnej długości złączy przedstawiono w tabelicy 6.1. Są to ich możliwości dylatacyjne ze względu na oddziaływanie poziomych odkształceń przypowierzchniowej warstwy gruntu na kierunku podłużnym. Przedstawione w tej tabelicy wartości charakterystyczne Δl_0 należy przyjąć jako minimalne długości efektywne złączy rur kielichowych, przeznaczonych do układania w wykopach na terenach górniczych.

Tabela 6.1

Minimalne długości efektywne Δl_0 złączy rur ze względu na odkształcenia ϵ , w zależności od długości rur

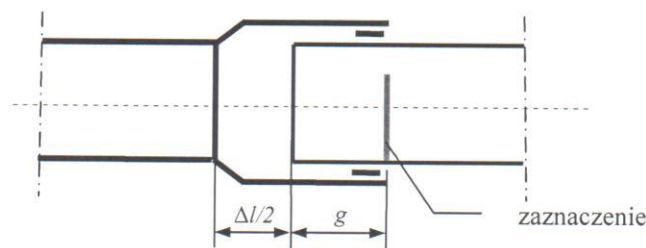
Kategoria terenu górniczego	Wartość odkształceń ϵ , mm/m	Długość rur l , m	Wymagana długość efektywna złącza Δl_0 , mm	
			Wg prac [7] i [12]	Wg prac [6] i [8]
I	1,5	1,00	6,8	7,4
II	3		13,5	14,9
III	6		27,0	29,8
IV	9		40,5	44,6
I	1,5	1,25	7,9	8,7
II	3		15,9	17,4
III	6		31,8	34,9
IV	9		47,7	52,3
I	1,5	1,50	9,1	9,9
II	3		18,2	19,9
III	6		36,4	39,8
IV	9		54,6	59,6
I	1,5	1,75	10,2	11,1
II	3		20,4	22,3
III	6		40,8	44,5
IV	9		61,3	66,8
I	1,5	2,00	11,3	12,3
II	3		22,6	24,6
III	6		45,2	49,1
IV	9		67,8	73,7

Na podstawie porównania możliwości kompensacyjnych złączy kielichowych, określonych na podstawie przeprowadzonych badań oraz analizy głębokości kielichów, z wartościami wymaganymi określono warunki stosowania kamionkowych rur glazurowanych produkcji Sweillem Ceramic na terenach górniczych z uwagi na oddziaływanie deformacji podłoża na kierunku podłużnym. Warunki te przedstawiają się następująco:

- Rury z systemem połączeń F (z uszczelką L) o średnicach nominalnych
 - DN150 o długościach 1,00 m, 1,25 m i 1,50 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I, II i III,

- DN200 o długościach 1,00 m i 1,50 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I, II i III,
- DN225 i DN250 o długości 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II.
- Rury z systemem połączeń C o średnicach nominalnych
 - DN200 o długościach
 - 1,50 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I, II i III,
 - 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II.
 - DN250-DN1000 o długości 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II.
- Kamionkowe kształtki kanalizacyjne glazurowane, ze złączami kielichowymi w systemie połączeń F i C mogą być stosowane na terenach górniczych I, II i III kategorii.

W złączach rur kielichowych należy pozostawić luz montażowy w celu zabezpieczenia przed siłami ściskającymi, wywoływanymi tarcie ziaren odkształcanego gruntu o ich powierzchnię zewnętrzną i kielichy. Dla prawidłowego ułożenia należy na każdej rurze, od strony bosego końca, zaznaczyć na co najmniej połowie obwodu linię, do której może być wsunięty koniec rury, aby w złączy był zachowany odpowiedni luz początkowy, pozwalający na prawidłową pracę złączy przy rozluźnianiu i zagęszczaniu gruntu. Wartości tego luzu są uzależnione od długości rur oraz kategorii terenu górniczego i powinny być równe połowie długości efektywnej złącza. Długości te przedstawiono w tabelicy 6.1. Odległość linii od skraju bosego końca rury g powinna być równa całkowitej głębokości kielicha m_1 pomniejszonej o wartość luzu początkowego (równego połowie długości efektywnej $\Delta l / 2$) $g = m_1 - \Delta l / 2$ (rys. 6.1).



Rys. 6.1. Początkowe ustawienie bosego końca rury w kielichu

Głębokości wsunięcia g dla rur kielichowych Sweillem Ceramic przedstawiono w tabelicy 6.2.

Tablica 6.2

Głębokości wsunięcia montażowego g końców rur Sweillem Ceramic (obciążenie normatywne) do kielichów na terenach górniczych

Średnica DN, mm	System	Długość instalacyjna l_1 , m	Głębokość kielicha $m_1 \pm 15$ mm	Głębokość początkowego wsunięcia bosego końca na terenach górniczych g , mm	
				I i II kategorii	III kategorii
150	F	1,00	75	68	60
150	F	1,25	75	66	58
150	F	1,50	75	65	55
200	F	1,00	85	78	70
200	F	1,50	85	75	65
200	F	1,75	85	74	63
200	F	2,00	85	73	-
200	C	1,50	70	60	-
200	C	2,00	70	58	-
225	F	2,00	85	73	-
250	F	2,00	-	73	-
250	C	2,00	70	58	-
300	C	2,00	70	58	-
350	C	2,00	70	58	-
375	C	2,00	70	58	-
400	C	2,00	70	58	-
450	C	2,00	-	58	-
500	C	2,00	75	63	-
600	C	2,00	80	68	-
700	C	2,00	80	68	-
750	C	2,00	-	68	-
800	C	2,00	80	68	-
900	C	2,00	90	78	-
1000	C	2,00	90	78	-

Tablica 6.3

Głębokości wsunięcia montażowego g końców rur Sweillem Ceramic (podwyższona wytrzymałość) do kielichów na terenach górniczych

Średnica DN, mm	System	Długość instalacyjna l_1 , m	Głębokość kielicha $m_1 \pm 15$ mm	Głębokość początkowego wsunięcia bosego końca na terenach górniczych g , mm	
				I i II kategorii	III kategorii
200	C	2,00	70	58	-
250	C	2,00	70	58	-
300	C	2,00	70	58	-
350	C	2,00	70	58	-
400	C	2,00	70	58	-
450	C	2,00	70	58	-
500	C	2,00	75	63	-
600	C	2,00	80	68	-
700	C	2,00	80	68	-

W celu ujednolicenia głębokości wsunięcia bosych końców do kielichów, na rurze należy zaznaczyć linię na co najmniej połowie obwodu w odległości od jej końca 60 mm \pm 2 mm.

Oddziaływanie eksploatacji górniczej na kierunku poprzecznym

Wpływ eksploatacji górniczej powoduje zmiany obciążeń rur na kierunku poprzecznym do podłużnej osi rurociągów. Zmiany te są skutkiem oddziaływania poziomych odkształceń przypowierzchniowej warstwy gruntu, co szczegółowo przedstawiono w rozdziale 4. Zmiany te powinny być uwzględniane w obliczeniach statycznych.

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przewodów kanalizacyjnych zbudowanych z rur kamionkowych wykonywane są na podstawie wytycznych ATV-DVWK-A127 z uwzględnieniem obciążenia pionowego i poziomego, określanego z wykorzystaniem modułów odkształcenia gruntu [9, 10]. W obliczeniach tych przyjmuje się schemat dla rury sztywnej o prostokątnym rozkładzie składowych obciążeń - pionowej p_v i poziomej p_{hp} . W przypadku terenów górniczych wartość składowej poziomej p_{hp} ulega znacznym zmianom, które powinno się uwzględnić w obliczeniach statycznych, szczególnie w przypadku terenów górniczych III i IV kategorii.

Rozluźnianie gruntu w czasie oddziaływania eksploatacji górniczej na rury na kierunku poprzecznym do osi przewodu powoduje, że już dla poziomych odkształceń o wartościach 2-3 mm w gruncie niespoistym występuje czynny stan graniczny, a więc odpowiadających terenom górniczym II kategorii.

Zagęszczanie powoduje natomiast zwiększenie parcia gruntu, które początkowo wpływa korzystnie na stan obciążeń poprzecznych rur, gdyż następuje ich wyrównywanie i tym samym zmniejszenie momentów zginających, działających na ich przekroje poprzeczne. Zagęszczanie warstwy gruntu wokół obiektów sztywnych powoduje jednak koncentrację odkształceń (rys. 4.3), co dodatkowo zwiększa przyrost obciążeń rur. Obciążenia poziome stosunkowo szybko uzyskują wartość większą od obciążeń pionowych. Wartość poziomego obciążenia rur można scharakteryzować współczynnikiem rozporu bocznego, którego wartość zmienia się od wartości parcia czynnego przy rozluźnianiu gruntu do wartości parcia wywołanego zagęszczaniem gruntu, zależnego od wartości odkształceń. W skrajnym przypadku może nawet dojść do parcia biernego. Wartości ekstremalne poziomych odkształceń są określone dla kategorii terenów górniczych według tablicy 3.1.

Współczynnik rozporu bocznego zmienia się zatem od wartości odpowiadającej parciu czynnemu, określanej wzorem (4.3). Przykładowo wartość ta dla piasku o kącie tarcia wewnętrznego $\Phi = 32,5^\circ$ wynosi $\xi_r = K_a = 0,3$. Wartości współczynnika rozporu bocznego dla przypadku zagęszczania warstwy gruntu niespoistego powinny być określone na podstawie wzoru (4.5), przyjmując górne graniczne wartości odkształceń dla terenów

górnicych poszczególnych kategorii, według tablicy 3.1. Przykładowe wartości tego współczynnika dla gruntu niespoistego o kącie tarcia wewnętrznego $\Phi = 30^\circ$, $\Phi = 32,5^\circ$ i $\Phi = 35^\circ$ zostały przedstawione w tablicy 6.4.

Tablica 6.4

Wartości współczynnika rozporu bocznego gruntu niespoistego ξ (K) wywołane poziomymi odkształceniami przy współczynniku koncentracji $k_0=1,5$

Kategoria terenu górnicych	Wartość bezwzględna odkształceń ekstremalnych ϵ , mm/m	Współczynnik rozporu bocznego gruntu ξ					
		$\Phi = 30^\circ$		$\Phi = 32,5^\circ$		$\Phi = 35^\circ$	
		rozluźnianie	zagęszczanie	rozluźnianie	zagęszczanie	rozluźnianie	zagęszczanie
I	1,5	0,40	1,00	0,40	0,92	0,35	1,01
II	3,0	0,30	1,50	0,30	1,46	0,27	1,61
III	6,0	0,30	2,10	0,30	2,26	0,27	2,53

Na podstawie wartości współczynnika rozporu bocznego gruntu niespoistego (G1 i G2) przedstawionych w tablicy 6.4 można stwierdzić, iż w przypadku rur sztywnych układanych na terenach górnicych I i II kategorii bardziej niekorzystne jest rozluźnianie gruntu. Natomiast w przypadku terenów górnicych wyższych kategorii bardziej niekorzystne jest zagęszczanie gruntu, które powoduje znaczne zwiększenie obciążenia poziomego rur i ich nierównomierności. W przypadku terenów górnicych III kategorii współczynnik rozporu bocznego gruntu mieści się w przedziale wartości 2,0-2,5, w zależności od rodzaju i stanu gruntu. Daje to większą nierównomierność obciążeń, wyrażoną różnicą między poziomym a pionowym obciążeniem, niż przy rozluźnianiu gruntu. Nierównomierność ta jest nawet większa od przypadku, gdy nie uwzględnia się poziomego parcia gruntu na rurę. Zatem zmiany wartości współczynnika rozporu bocznego gruntu należy uwzględnić w obliczeniach statycznych rurociągów na terenach górnicych przy wyznaczaniu wartości momentów zginających i sił osiowych w przekroju poprzecznym. Przyjmując, że na terenach górnicych zmianie ulegają obciążenia poziome $\sigma_{22} = p_{hp}$, można je obliczyć ze wzorów:

- momenty zginające

$$M_{hp} = m_{hp} \sigma_{22} r_s^2 = m_{hp} p_{hp} r_s^2 \quad (6.3)$$

- siły osiowe

$$N_{hp} = n_{hp} \sigma_{22} r_s = n_{hp} p_{hp} r_s \quad (6.4)$$

gdzie:

m_{hp} , n_{hp} – współczynniki do obliczania momentów zginających i sił osiowych [9],

$\sigma_{22} = p_{hp}$ – poziome obciążenie rury (parcie gruntu) wg wzoru (4.1),

r_s – średni promień rury.

Znając momenty zginające i siły osiowe oblicza się wartości naprężeń w skrajnych włóknach przekroju poprzecznego rury i porównuje się je z wartościami naprężeń dopuszczalnych, wyznaczając współczynnik bezpieczeństwa f .

Dla rur o znanej granicznej nośności FN (wytrzymałości na zgniatanie) współczynnik bezpieczeństwa f można określić ze wzoru

$$f = \frac{FN}{F_{v1}} w_p \quad (6.5)$$

gdzie:

- FN – graniczna nośność (wytrzymałość na zgniatanie) 1 metra bieżącego rury,
- F_{v1} – obciążenie pionowe rury, $F_{v1} = p_v d_z$,
- p_v – jednostkowe obciążenie pionowe rury w poziomie posadowienia,
 $p_v = \gamma h + p_n$,
- p_n – obciążenie naziomu,
- d_z – zewnętrzna średnica rury,
- w_p – współczynnik zależny od sposobu posadowienia [9], dla rurociągów posadowionych bezpośrednio w gruncie dla kąta podparcia α równego 60° wynosi 1,59, dla kąta podparcia 90° wynosi 1,91, a dla 120° wynosi 2,18.

W przypadku terenów górniczych III i IV kategorii zamiast F_{v1} należy uwzględnić różnicę obciążeń rury (poziomego i pionowego), ze względu na dodatkowe parcie gruntu

$$F_{h-v} = (\xi - 1) \sigma_{22} d_z = (\xi - 1) p_{hp} d_z \quad (6.6)$$

gdzie ξ jest współczynnikiem rozporu bocznego gruntu, określonym na podstawie wzoru (4.5) lub z tablicy 6.4. Ostatecznie otrzymujemy

$$f = \frac{FN}{F_{h-v}} w_p \quad (6.7)$$

Dla każdego rozpatrywanego odcinka rurociągu wartość współczynnika bezpieczeństwa powinna być większa od 2,2 dla klasy bezpieczeństwa A i od 1,8 dla klasy bezpieczeństwa B. W praktyce najczęściej przyjmuje się wartość współczynnika bezpieczeństwa 2,2 odpowiadającego klasie bezpieczeństwa A, między innymi z uwagi na możliwe zmiany obciążeń kanału, na przykład zwiększenie obciążeń komunikacyjnych. Podobnie należy przyjmować wartości współczynnika bezpieczeństwa na terenach górniczych.

7. WNIOSKI

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań szczelności złączy rur kielichowych w warunkach symulacji oddziaływania deformacji górniczych podłoża oraz analizy możliwości przejmowania wpływów eksploatacji górniczej przez kamionkowe rury glazurowane kanalizacyjne produkcji Sweillem Ceramic, obciążenia normatywne i o podwyższonej wytrzymałości, sformułowano następujące wnioski końcowe:

1. Kamionkowe rury glazurowane o średnicach nominalnych od DN 150 mm do DN 250 mm
 - do 1,50 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I, II i III,
 - do 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II,
2. Kamionkowe rury kanalizacyjne glazurowane z systemem połączeń C o średnicach nominalnych
 - DN200 o długościach
 - do 1,50 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I, II i III,
 - do 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II,
 - DN250-DN1000 o długości do 2,00 m mogą być stosowane na terenach górniczych kategorii I i II.
3. Kamionkowe kształtki kanalizacyjne glazurowane z systemem połączeń F i C mogą być stosowane na terenach górniczych I, II i III kategorii.
4. W złączach kielichowych rur kamionkowych należy pozostawić odpowiedni luz początkowy w celu zapewnienia ich prawidłowej pracy na terenach górniczych. Głębokość wsunięcia bosego końca do kielicha powinna wynosić $60 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. Głębokość wsunięcia bosego końca powinna być wyraźnie zaznaczona na co najmniej połowie obwodu rury.
5. W obliczeniach statyczno - wytrzymałościowych przewodów kanalizacyjnych budowanych z kamionkowych rur kielichowych glazurowanych należy uwzględnić dodatkowe obciążenia, wywoływane przez deformacje górnicze podłoża, odpowiednio do kategorii terenu górniczego.



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

Katowice, 20.06.2013 r.

ZAKŁAD
INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

Centralne Laboratorium
Badań Rur z Tworzyw
Sztucznych

Laboratorium
Badań Właściwości
Fizyko-Chemicznych
Materiałów
Niemetalowych

tel: (0-32) 2592484, 2592644
e-mail: h.rydarowski@gig.eu

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ NR 101/13/SM1

**Badania kontrolne rur i kształtek
kanalizacyjnych kamionkowych Sweillem**

Zleceniodawca:

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

Zlecenie: pismo nr BB/168/2013 z dnia: 05.06.2013 r.

Nr komputerowy: 582 2329 3 - 161

Autoryzujący sprawozdanie:

KIEROWNIK
Centralnego Laboratorium Badań
Rur z Tworzyw Sztucznych

dr inż. Arkadiusz Kuteński

(pieczęćka i podpis)

Kierownik Zakładu:

KIEROWNIK
Zakładu Inżynierii Materiałowej
Głównego Instytutu Górnictwa

dr inż. Henryk Rydarowski

(pieczęćka i podpis)

Egzemplarz nr 1

Przedmiot badań:

Badania obejmowały rury i kształtki kanalizacyjne kamionkowe produkcji Sweillem Ceramic. Do badań wytypowano wyroby wymienione poniżej.

Uwagi dotyczące próbek:

Próbki do badań dostarczono do Laboratorium kurierem, protokół przyjęcia próbek nr 101/13/SM1 z dnia 21.05.2013 r.

Próbki oznakowano w laboratorium:

101/13-1	rura DN 200 z systemem połączenia F
101/13-2	rura DN 200 z systemem połączenia C
101/13-3	rura DN 400 z systemem połączenia C
101/13-4	trójnik 45 ⁰ DN 200/200 z systemem połączenia C/C
101/13-5	trójnik 90 ⁰ DN 200/200 z systemem połączenia F/F

Zakres badań:

Zakres badań obejmował badanie szczelności połączeń kielichowych z uszczelką elastomerową oraz określenie dopuszczalnego suwu w kielichu gwarantującego szczelność.

Stosowane metody badawcze:

Szczelność połączeń kielichowych z uszczelkami elastomerowymi –
w oparciu o normę PN-EN 1277:2005

Określenie dopuszczalnego suwu w kielichu gwarantującego szczelność –
metoda własna GIG.

W skład sprawozdania wchodzi:

Wyniki z badań strony 3÷4

Rozdzielnik:

Zleceniodawca:	egzemplarz nr 1÷3
SM-1	egzemplarz nr 4

***Laboratorium oświadcza, że wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanej próbki
Bez pisemnej zgody Laboratorium sprawozdanie nie może być powielane
inaczej jak w całości***

1. Cel i program badań

Celem badań było sprawdzenie szczelności systemów połączeń kielichowych rur i kształtek kanalizacyjnych kamionkowych w warunkach symulowania oddziaływania deformacji górniczych przypowierzchniowej warstwy gruntu.

Program badań szczelności systemów połączeń kielichowych obejmował następujące etapy:

1. całkowite wsunięcie bosego końca rury w kielich, napełnienie wodą i odpowietrzenie układu,
2. zablokowanie zaślepionych końców układu przed możliwością rozsunięcia,
3. wywołanie ciśnienia próbnego równego 0,5 bar i utrzymanie takiego stanu przez 15 minut,
4. odblokowanie zaślepionych końców układu badawczego i rozsuvanie elementów połączenia kielichowego do momentu utraty szczelności,
5. określenie maksymalnej siły osiowej przenoszonej przez połączenie oraz granicznej wartości suwu w kielichu zapewniającej utrzymanie szczelności połączenia,
6. wykonanie 10 cykli wsuwania i wysuwania rur w złączu, od maksymalnego wsunięcia do wartości wysuwu roboczego,
7. ponowna próba szczelności wg p. 1÷3.
8. zadanie odchylenia kąтового równego 2° w połączeniu kielichowym,
9. wywołanie ciśnienia próbnego równego 0,5 bar i utrzymanie takiego stanu przez 15 minut.

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w stację ciśnień oraz siłownik hydrauliczny do wywoływania siły rozsuvającej elementy połączenia. Wysuw końca rury z kielicha mierzono za pomocą czujników przemieszczeń podłączonych do elektronicznego rejestratora.

2. Wyniki badań szczelności połączeń kielichowych

Zestawienie wyników badań systemów połączeń kielichowych rur i kształtek kanalizacyjnych kamionkowych przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Wyniki prób szczelności połączeń kielichowych z uszczelkami elastomerowymi

Nr próbek w układzie	Ciśnienie próbne bar	Metoda badań	Wynik próby szczelności	Średnia siła osiowa przenoszona przez połączenie N	Maksymalny wysuw bez utraty szczelności mm
101/13-1 101/13-1	0,5	- bez dodatkowych odkształceń - odchylenie kątowe połączenia 2°	szczelne szczelne	1970	51
101/13-2 101/13-2	0,5	- bez dodatkowych odkształceń - odchylenie kątowe połączenia 2°	szczelne szczelne	5130	43
101/13-3 101/13-3	0,5	- bez dodatkowych odkształceń - odchylenie kątowe połączenia 2°	szczelne szczelne	10210	37
101/13-2 101/13-4	0,5	- bez dodatkowych odkształceń - odchylenie kątowe połączenia 2°	szczelne szczelne	nie badano	43
101/13-1 101/13-5	0,5	- bez dodatkowych odkształceń - odchylenie kątowe połączenia 2°	szczelne szczelne	nie badano	50

Data zakończenia badań: 19.06.2013 r.

Koniec sprawozdania