



P O L I T E C H N I K A Ś L Ą S K A

WYDZIAŁ GÓRNICTWA I GEOLOGII

KATEDRA GEOMECHANIKI, BUDOWNICTWA
PODZIEMNEGO I ZARZĄDZANIA OCHRONĄ
POWIERZCHNI

UL. AKADEMICKA 2
PL-44-100 GLIWICE
Tel.: +48 32 237 13 14
Tel.: +48 32 237 29 51
Fax: +48 32 237 12 38
E-mail: rg4@polsl.pl

NIP: 631-020-07-36 / REGON: 000001637 / ING BANK ŚLĄSKI SA O/GLIWICE / NR RACHUNKU: 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056



Praca naukowo – badawcza NB-332/RG-4/2013

Wykonanie dokumentacji projektowej dla wzrobiska pochyłego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall.”

Kierownik
Zespołu Autorskiego

dr hab. inż. Stanisław Duży
prof. nzw. w Pol. Śl.

Rzecznawca ds. Ruchu Zakładu Górniczego
nr świadectwa 110/2011

Kierownik Katedry

KIEROWNIK
Katedry Geomechaniki, Budownictwa
Podziemnego i Zarządzania Ochroną
Powierzchni

dr hab. inż. Piotr Strzałkowski

Gliwice, kwiecień 2014 r.

SKŁAD ZESPOŁU AUTORSKIEGO:

Dr hab. inż. Stanisław	DUŻY prof. nzw. w Pol. Śl.
Dr inż. Wojciech	PREIDL
Dr inż. Grzegorz	DYDUCH
Mgr inż. Arkadiusz	BĄCZEK
Mgr inż. Artur	CZEMPAS
Mgr inż. Zenon	ŚCIGAŁA
Mgr inż. Eugeniusz	RUSIN

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA	4
2. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU	5
3. LITERATURA WYKORZYSTANA W OPRACOWANIU	6
4. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE	10
5. USTALENIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW TECHNICZNYCH WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”	11
5.1. Ustalenie kształtu i wielkości przekroju poprzecznego wyrobiska.....	11
5.2. Lokalizacja wyrobiska.....	14
6. ANALIZA WARUNKÓW GEOLOGICZNO – GÓRNICZYCH W ANALIZOWANYM REJONIE	15
6.1. Litologia i stratygrafia	15
6.2. Tektonika.....	15
6.3. Warunki hydrogeologiczne	16
6.4. Warunki górnicze	16
6.5. Warunki geologiczno – inżynierskie.....	17
7. DOBÓR OBUDOWY PROJEKTOWANEGO WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”	20
7.1. Ustalenie metryki i profili charakterystycznych obudowy projektowanego wyrobiska ...	20
7.2. Obliczenia obciążenia obudowy dla poszczególnych odcinków projektowanego wyrobiska	21
7.2.1. Podstawy teoretyczne określania oddziaływania górotworu na obudowę wyrobisk korytarzowych	21
7.2.2. Założenia przyjęte do obliczeń.....	26
7.2.2.1 Obudowa monolityczna żelbetowa	26
7.2.2.2 Obudowa stalowa obetonowana	27
7.2.2.3 Obudowa stalowa	27
7.2.3. Obliczenia obciążenia obudowy.....	28
7.2.3.1 Obudowa monolityczna żelbetowa	28
7.2.3.2 Obudowa stalowa obetonowana	29
7.2.3.3 Obudowa stalowa	30
7.3. Obliczenia statyczne obudowy dla warunków geologicznych w poszczególnych odcinkach projektowanego wyrobiska	32
7.3.1. Podstawy teoretyczne obliczania obudowy wyrobisk korytarzowych.....	32
7.3.1.1. Obudowa monolityczna żelbetowa	32
7.3.1.2. Obudowa stalowa obetonowana	33
7.3.1.3. Obudowa stalowa odrzwiowa	34
7.3.2. Założenia przyjęte do obliczeń.....	39

7.3.2.1. Obudowa monolityczna żelbetowa	39
7.3.2.2 Obudowa stalowa obetonowana	40
7.3.2.3 Obudowa stalowa odrzwiowa	41
7.3.2.4 Obudowa połączenia wyrobisk korytarzowych	41
7.3.3. Obliczenia i analiza wyników	42
7.3.3.1. Obudowa monolityczna żelbetowa	42
7.3.3.2. Obudowa stalowa obetonowana	48
7.3.3.3. Obudowa stalowa odrzwiowa	51
7.3.3.4. Obudowa połączenia wyrobisk.....	55
7.4. Dobór obudowy dla odcinków projektowanego wyrobiska.....	60
7.4.1. Obudowa monolityczna żelbetowa	60
7.4.2. Obudowa stalowa obetonowana.....	71
7.4.3. Obudowa stalowa odrzwiowa	73
7.4.4. Połączenie upadowej z południowym kanałem Sztolni	74
8. KONCEPCJA TECHNOLOGII DRAŻENIA WYROBISKA ŁĄCZĄCYCH POWIERZCHNIĘ TERENU Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”	77
8.1. Wybór metody drażenia wyrobiska.....	77
8.2. Układ technologiczny do drażenia przedmiotowego wyrobiska na poszczególnych odcinkach charakterystycznych.....	77
8.3. Organizacja placu budowy	78
8.4. Sposób wydobywania materiału wypełniającego przekrój wyrobiska	78
8.5. Transport wydobywanego materiału na powierzchnię.....	78
8.6. Utylizacja wydobywanego materiału	79
8.7. Przewietrzanie wyrobiska w okresie jego drażenia.....	79
8.8. Odwadnianie wyrobiska w okresie jego drażenia	79
9. PROJEKT OŚWIETLENIA PROJEKTOWANEGO WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ TERENU Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”	80
9.1. Stosowane napięcia	80
9.2. Instalacja elektryczna 500 V	80
9.3. Instalacja elektryczna 230 V	81
9.4. Obliczenia oświetlenia i dobór opraw oświetleniowych.....	82
9.5. Ochrona przeciwporażeniowa	83
9.6. Obliczenia instalacji oświetleniowej	84
10. PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNO – EKONOMICZNE.....	87
11. UWAGI KOŃCOWE.....	97
12. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	99

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA

W ramach realizacji części podziemnej przedsięwzięcia „Europejski Ośrodek Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej” w Zabrzu podjęto prace związane z udrożnieniem i adaptacją do ruchu turystycznego Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej. Wyrobisko to na odcinku przewidzianym do wykorzystania zlokalizowane jest na głębokości od 0 do około 40 m. Udostępnione jest z jednej strony wylotem na powierzchnię, zaś z drugiej połączone jest z udrożnionymi szybami „Carnall” i „Wyzwolenie”. Ze względów technologicznych konieczne okazało się wykonanie dodatkowego wyrobiska łączącego projektowaną trasę turystyczną z powierzchnią umożliwiającą realizację zadań transportowych, szczególnie elementów wielkogabarytowych.

Niniejsza dokumentacja obejmuje projekt techniczny wykonania wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu przy ul. Wolności z wyrobiskami podszybia szybu „Carnall” na poziomie 40 m. Opracowana została na zlecenie Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu przez pracowników Katedry Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni Politechniki Śląskiej w Gliwicach na podstawie zawartej umowy NB – 332/RG-4/2013 z dnia 30.12.2013 r.

2. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU

1. Opinii geotechnicznej dla potrzeb budowy pomostu dla zwiedzających w Skansenie „Królowa Luiza” przy ul. Wolności 408 w Zabrze.; Przedsiębiorstwo Wiertniczo – Geologiczne Tychy Sp. z o.o.; styczeń 2014 r.
2. Projektu prac geologicznych dla rozpoznania warunków geologicznych i hydrogeologicznych w rejonie Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej w Zabrze.; Zakład Wierceń, Kotwienia i Usług Górniczych „BPW” Spółka z o.o.; styczeń 2010 r.
3. Projekt i badania górotworu w rejonie nie wyeksploatowanej partii pokładu 509, zlokalizowanej przy dawnym chodniku podstawowym w skrzydle południowym pokładu 509, przy skrzyżowaniu z GKSD, realizowane metodą odwiertów rdzeniowych o łącznej długości 190 m.; GIG: Zakład Tępań i Mechaniki Górotworu; marzec 2010 r.
4. Mapa pokładu 504 S.12 KWK Bielszowice, 1:2000
5. Mapa pokładu 506 S.12 KWK Bielszowice, 1:2000
6. Mapa pokładu 507 S.12 KWK Bielszowice, 1:2000

3. LITERATURA WYKORZYSTANA W OPRACOWANIU

1. *Chudek M., Duży S., Kleta H., Kłeczek Z., Stoiński K., Zorychta A.*: Zasady doboru i projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych i ich połączeń w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Wyd. KGBPiOP Pol. Śl., Gliwice - Kraków - Katowice, 2000.
2. *Chudek M.*: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2002.
3. *Chudek M.*: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz. I. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wyd. "Śląsk", Katowice, 1986.
4. *Duży S.*: Ocena bezpieczeństwa konstrukcji wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego z uwzględnieniem zmienności warunków naturalnych i górniczych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, 2005, nr 6(130).
5. *Duży S.*: Probabilistyczna analiza stateczności budowli podziemnych. Przegląd Górniczy, 2004, nr 4.
6. *Duży S.*: Studium niezawodności konstrukcji obudowy i stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego z uwzględnieniem niepewności informacji. ZN Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 277, Gliwice 2007.
7. *Filcek H., Walaszczyk J., Tajduś A.*: Metody komputerowe w geomechanice górniczej. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice, 1994.
8. *Kidybiński A.*: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. "Śląsk", Katowice, 1982.
9. *Polska Norma PN-85/G-15000/1*. Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych. Postanowienia ogólne.
10. *Polska Norma PN-93/G-15000/02*. Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych. Odrzwia łukowe podatne ŁP z kształtowników typu V, typoszereg A. Wymiary.
11. *Polska Norma PN-G-93441-1*. Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa. Część 1: Ogólne wymagania i badania.
12. *Polska Norma PN-H-93441-3*. Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa. Część 3: Kształtowniki typu V. Wymiary.
13. *Polska Norma PN-ISO 2394. 2000*: Ogólne zasady niezawodności konstrukcji budowlanych.
14. *Praca zbiorowa pod red. K. Probierza i P. Strzałkowskiego*: Zarys podziemnego górnictwa węgla kamiennego. Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2007.
15. *Praca zbiorowa*: Mechanika budowli. Ujęcie komputerowe. Wyd. "Arkady", Warszawa, 1991.

16. *Praca zbiorowa*: Przegląd i kierunki rozwoju obudowy wyrobisk korytarzowych i komorowych w kopalniach węgla kamiennego. Cz. III. Stalowe obudowy odrzwiowe dla wyrobisk korytarzowych i komorowych. Prace GIG Nr 811, Katowice, 1996.
17. *Waszczyszyn Z., Cichoń Cz., Radwańska M.*: Metoda elementów skończonych w stateczności konstrukcji. Wyd. Arkady, Warszawa 1990 r.
18. PN-B-03010:1983 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
19. PN-EN 1991-1-1:2004 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
20. PN-B-01800:1980 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk.
21. PN-EN 1990:2004 Eurokod -Podstawy projektowania konstrukcji
22. PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
23. PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne
24. W. Starosolski. „Konstrukcje żelbetowe”.
25. PN-EN-13670-Wykonywanie konstrukcji z betonu
26. PN-63/B-06251- Roboty betonowe i żelbetowe
27. PN-EN-934 - Domieszki do betonu
28. PN-ISO 6935-1 - Stal zbrojeniowa. Pręty gładkie.
29. PN-ISO 6935-2 - Stal zbrojeniowa. Pręty żebrowane.
30. PN-ISO 3443-8 - Tolerancje w budownictwie. Kontrola wymiarowa robót budowlanych
31. PN-EN 196-1:2006 Metody badania cementu. Część 1: Oznaczanie wytrzymałości
32. PN-EN 197-1:2002 + A1:2005 + A3:2007-Cement. Część 1:Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
33. PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie ocena przydatności wody zarobowej do betonu w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
34. PN-EN 206-1:2003 +Ap1:2004, +A1:2005, + A2:2006 - Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
35. PN-EN 12620 +A1:2008 - Kruszywa do betonu
36. PN-EN 1097 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw
37. PN- EN 12350-1:2001 Badania mieszanki betonowej.
38. PN -EN 12504-2:2002 +Ap1:2004 Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: Badanie nieniszczące. Oznaczenie liczby odbicia

39. PN-EN 12390-1:2001 Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
40. PN-EN 12390-3:2002 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania
41. PN-EN 12390-5:2001 Badania betonu. Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania
42. PN-EN 12390-7:2001 Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu
43. PN-EN 480-1:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań.
44. PN-EN 12350-:2001 Badania mieszanki betonowej
45. PN-B -01813:1991- Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zabezpieczenia powierzchniowe. Zasady doboru
46. PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
47. PN-ISO 6935 1/AK:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania.
48. IDT-ISO 6935-2:1991 Pręty żebrowane.
49. PN-ISO 6935-2/AK:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania.
50. PN 82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
51. Rozporządzeniem Ministra Budownictwa i Materiałów Budowlanych z dnia 28.03.1972 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu prac budowlano - montażowych i rozbiórkowych (Dz. U. Nr 13 p. 93)
52. Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 01.12.1998 r w sprawie obowiązku stosowania niektórych Norm Polskich dotyczących bezpieczeństwa i Higieny Pracy (Dz. U. Nr 148 p. 974).
53. Ustawa z 7 lipca 1994 roku Prawo budowlane (DzU z 2003 roku, nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami) określająca wymagania podstawowe dla obiektów budowlanych oraz zasady stosowania wyrobów budowlanych,
54. Ustawa z 16 kwietnia 2004 roku o wyrobach budowlanych (DzU z 2004 roku, nr 92, poz. 881) określająca zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych, ich kontroli oraz zasady działania organów administracji publicznej w tej dziedzinie.
55. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (DzU nr 249, poz. 2496),
56. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 14 października 2004 r. w sprawie Europejskich Aprobat Technicznych oraz polskich jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (DzU nr 237 poz. 2375),

57. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz znakowania ich Znakiem Budowlanym (DzU z 2004 roku, nr 198, poz. 2041),
58. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych znakiem CE (DzU z 2004 roku, nr 195, poz. 2011)
59. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 5: Konstrukcje betonowe i żelbetowe , Wyd. ITB, 2008r.
60. *Starosolski W.*: Konstrukcje żelbetowe. Według PN-B-03264:2002 i Eurokodu 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009 r.
61. PN-G-06021:1997 Obudowa górniczych wyrobisk korytarzowych. Okładziny żelbetowe.
62. PN-G-15000-06:1988 Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych. Elementy pomocnicze. Stopa podporowa.

4. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Projekt wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu z wyrobiskami podszybia szybu „Carnall” na poz. 40 m, zgodnie z ustaleniami ze zleceniodawcą, wykonano przy przyjęciu następujących założeń projektowych:

- projektowane wyrobisko w całości zlokalizowane będzie w Obszarze Górniczym Kopalni „Guido”,
- gabaryty przekroju poprzecznego na całym wybiegu projektowanego wyrobiska powinny umożliwiać bezpieczny transport materiałów za pomocą zabudowanej w nim kolejki podwieszanej,
- projektowane wyrobisko przystosowane będzie również do pieszego ruchu osobowego poprzez zabudowę w nim schodów i poręczy zgodnie z obowiązującymi przepisami,
- na całym wybiegu wyrobiska wykonany zostanie kanał ściekowy do odprowadzania dopływającej do wyrobiska wody,
- nachylenie projektowanego wyrobiska na żadnym odcinku nie przekroczy 23° ,
- dobierając materiał do wykonania poszczególnych elementów konstrukcyjnych obudowy preferowane będą materiały o podwyższonej odporności na korozję, tzn. w przypadku okładzin preferowane będą okładziny żelbetowe, a do wykonania podstawowych elementów nośnych odrzwi obudowy w projekcie rozważona zostanie możliwość zastosowania łuków odrzwi wykonanych ze stali o podwyższonej odporności na korozję,
- wykonanie wyrobiska nie będzie stanowić zagrożenia dla istniejącej infrastruktury powierzchniowej i podziemnej, w tym również wyrobiskom poziomym 40 zaliczonym do obiektów o charakterze zabytkowym,
- przestrzenna lokalizacja wyrobiska umożliwiać będzie ewentualny dalszy rozwój infrastruktury technicznej dla obsługi ruchu turystycznego.

5. USTALENIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW TECHNICZNYCH WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”

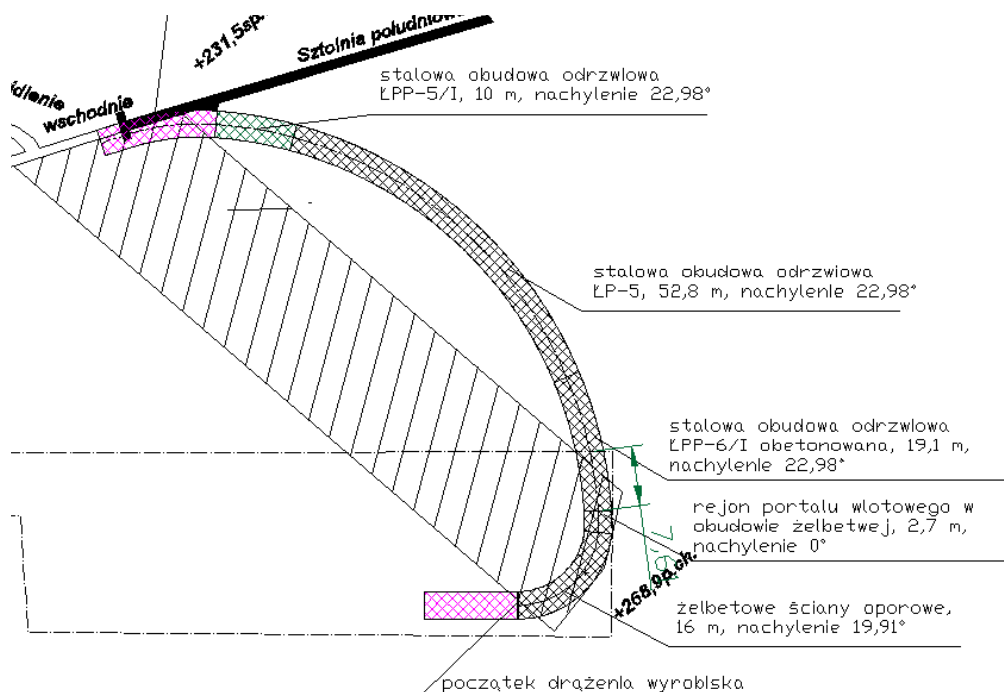
5.1. Ustalenie kształtu i wielkości przekroju poprzecznego wyrobiska

Przekrój poprzeczny wyrobiska został ustalony w oparciu o jego funkcjonalne przeznaczenie. Wyrobisko ma spełniać funkcje transportowe oraz służyć jako droga ewakuacyjna dla zwiedzających kopalnię turystów. Do transportu materiałów w wyrobisku ma służyć kolejka podwieszana. Największe gabaryty jakie będą transportowane w wyrobisku to 1,2m szerokości i 6,0m długości. W związku z powyższym ustalono, że w wyrobisku będzie zabudowana obudowa ŁP-5 wykonana z kształtownika V25. Na pewnych odcinkach w wyrobisku zaprojektowano obudowę ŁPP-6 w pierwszym stopniu podwyższenia natomiast w rejonie stacji wyładowniczej kolejki podwieszanej zaprojektowano obudowę ŁPP-5 w drugim stopniu podwyższenia co wynika z różnych wysokości chodnika łączącego i kanału południowego sztolni, który ma wysokość około 4 m. Na odcinku w którym chodnik diagonalny przecina warstwy nadkładowe i zwietrzelinowe, gdzie projektuje się obudowę stalowo-betonową projektuje się wyrobisko w obudowie ŁPP-6/I tak, by po wykonaniu obudowy betonowej osiągnąć docelowo przekrój poprzeczny odpowiadający rozmiarowi obudowy ŁP-5 tj. $H = 3,0\text{m}$ i $S = 3,4\text{m}$. Podział długości wyrobiska na poszczególne odcinki w zależności od typu i rodzaju obudowy przedstawiono na rys. 5.1 Natomiast na rys. 5.2 i 5.3 pokazano przekrój poprzeczny wyrobiska wraz z jego wyposażeniem oraz domiary do ociosów wyrobiska podczas transportu największego planowanego gabarytu tj. $1,2 \times 6,0\text{m}$.

Na całej długości wyrobiska po stronie zachodniego ociosu zaprojektowano wykonanie ścieku którego zadaniem jest ujęcie wody dopływającej do wyrobiska. Ściek na odcinku wykonania obudowy żelbetowej monolitycznej i stalowej obetonowanej projektuje się wykonać przez odpowiednie ukształtowanie żelbetowej płyty spągowej, natomiast na odcinku obudowy stalowej odrzwiowej ściek proponuje się wykonać z rynien ściekowych prefabrykowanych. Na całej długości, gdzie ściek wykonany jest z rynien prefabrykowanych, należy go przykryć płytami betonowymi. Ujęcie wody ze ścieku powinno być wykonane w osadniku o wymiarach $0,8 \times 0,8\text{ m}$ i głębokości $1,6\text{ m}$ zlokalizowanym w rejonie dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Wodę spływającą do osadnika należy odprowadzić do systemu odwadniania kopalni. Z racji projektowanego nachylenia wyrobiska, należy zabudować w odległości co 10 m przytamki zmniejszające prędkość przepływu wody. Przytamki można

wykonać z kostek betonitów ułożonych naprzemianlegle. Przytámki należy wykonać tylko na odcinku gdzie ściek jest wykonany z rynien ściekowych prefabrykowanych.

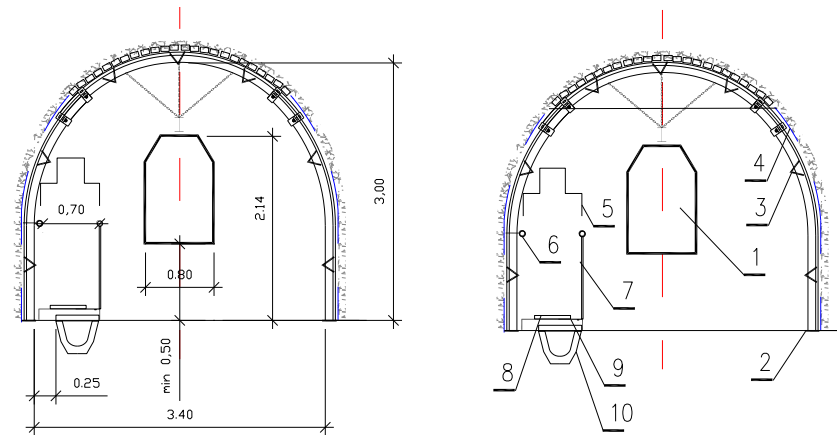
Po stronie ścieku, na całej długości wyrobiska podziemnego oraz części wlotowej do wyrobiska, projektuje się wykonanie górniczych schodów z kształtowników stalowych i stopni o konstrukcji ażurowej. Schody o szerokości 0,7 m, powinny być wyposażone w stałą poręcz, mocowaną do łuków obudowy, natomiast od strony przedziału transportowego projektuje się dodatkową poręcz o demontowalnej konstrukcji w przypadku transportu materiałów wielkogabarytowych. Proponowana, ażurowa konstrukcja schodów ma na celu zabezpieczenie ich przed ewentualnym zabłoceniem i oblodzeniem. Dodatkowa poręcz zabezpieczy ewentualny sporadyczny ruch pieszy osób nie będących członkami załogi przed przedostaniem się do ciągu transportowego. Projektowana zgodnie z PN-G-06009:1997 szerokość przejścia dla ludzi nie wyklucza możliwości adaptacji projektowanego wyrobiska i zmiany jego programu funkcjonalno-użytkowego, w tym do poszerzenia przejścia dla ludzi z zastrzeżeniem zachowania wymaganych odstępów ruchowych i/lub modyfikacji funkcji transportowych.



Rys. 5.1. Planowane konstrukcje obudowy stosowane na wybiegu projektowanego wyrobiska

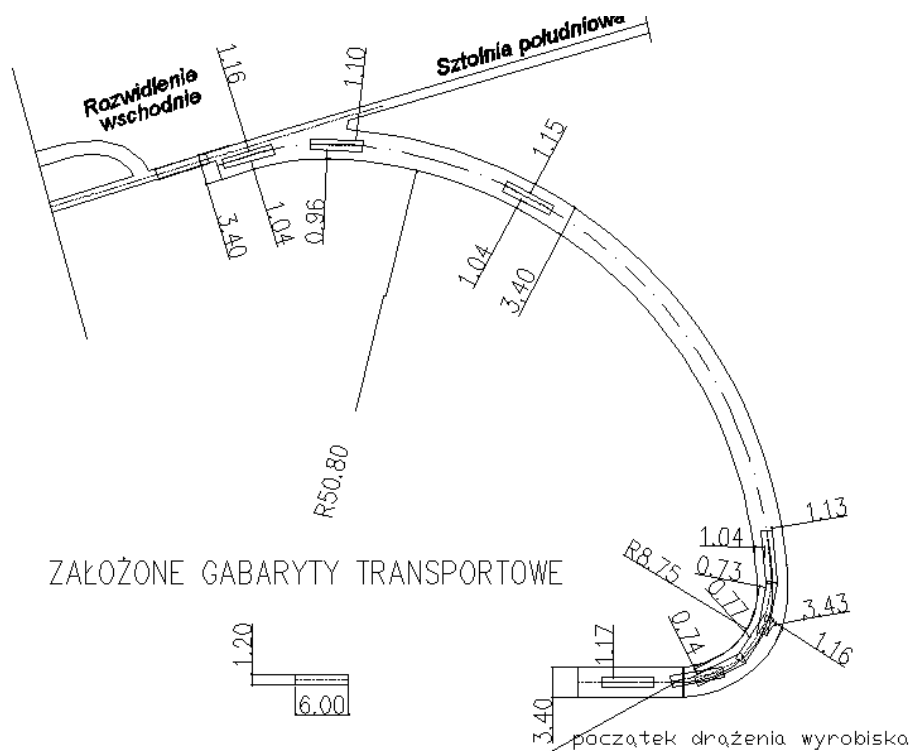
Konstrukcje obudów zastosowanych do zabezpieczenia stropu i ociosów projektowanego wyrobiska są zmienne na jego wybiegu. Wynika to z bardzo skomplikowanej budowy geologicznej górotworu w miejscu projektowanego wyrobiska. Na znacznej długości zlokalizowany jest ono w warstwach nadkładowych i zwietrzałych warstwach karbońskich

w tym w pokładzie węgla. Dopiero w rejonie połączenia z kanałem południowym Sztolnia występują mocne warstwy piaskowca siodłowego i towarzyszące im warstwy łupku piaszczystego.



Rys. 5.2. Przekrój poprzeczny projektowanego wyrobiska wraz z wyposażeniem.

1 – kolejka podwieszana, 2 – stopy podporowe, 3 – rozpory wieloelementowe dwustronnego działania, 4 – siatka okładzinowa łańcuchowo ogniwiowa, 5 – przejście dla pieszych, 6 – poręcz stała zamocowana do obudowy, 7 – poręcz rozbieralna demontowana na czas transportu elementów wielkogabarytowych, 8 – segmentowy chodnik górniczy wraz z konstrukcją wsporczą, 9 – pokrywa ścieku 10 – rynna ściekowa.

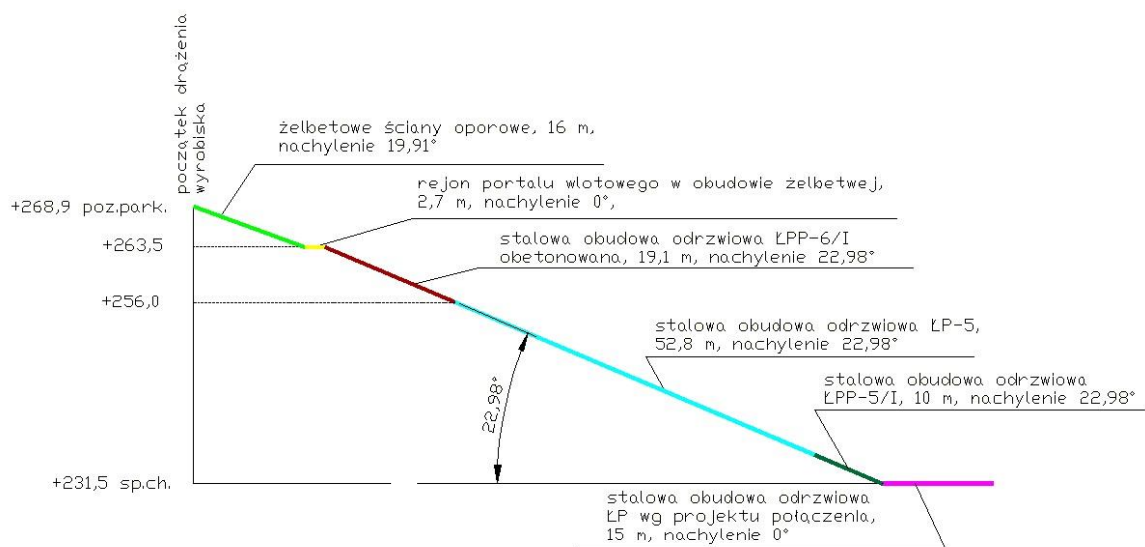


Rys. 5.3. Skrajnie podczas transportu wyrobiskiem elementu o wymiarach $1,2 \times 6,0$ m

Projektowane konstrukcje obudowy na wybiegu wyrobiska przedstawiają się następująco licząc od portalu wlotowego upadowej:

- 0,00 do 18,70 m – obudowa żelbetowa wg indywidualnego projektu,
- 18,70 do 37,80 m – stalowa obudowa odrzwiowa ŁPP-6/V25/A/I wg rozwiązania typowego, obetonowana,
- 37,80 do 90,60 m – stalowa obudowa odrzwiowa ŁP-5/V25/A wg rozwiązania typowego,
- 90,60 do 100,60 m – obudowa ŁP-5/V25/A/I, wg rozwiązania typowego,
- 100,6 do 115,6 m – obudowa typu ŁP wg. rozwiązania indywidualnego.

Ponadto na odcinku o długości ok. 4 m, licząc od naroża skrzyżowania projektowanego wyrobiska z południowym kanałem Sztolni, w stronę wschodnią projektuje się obudowę odrzwiową wykonaną z kształtownika V25 wg. rozwiązania indywidualnego ze względu na nietypowe gabaryty ww. wyrobiska.



Rys. 5.4. Przekrój pionowy przez projektowane wyrobisko z zaznaczonymi typami i rodzajami obudowy.

5.2. Lokalizacja wyrobiska

Projektowane wyrobisko jest zlokalizowane na terenie Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrze w rejonie szybu „Carnall”. Wlot do projektowanej upadowej zlokalizowany jest na obecnym parkingu, skąd po linii łukowej przebiega przy nachyleniu około 23° w kierunku północnym łącząc się z południowym kanałem Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej na poziomie 40 m na wschód od szybu „Carnall”. Lokalizację i przebieg projektowanej upadowej przedstawiono na załączniku nr.1.

6. ANALIZA WARUNKÓW GEOLOGICZNO – GÓRNICZYCH W ANALIZOWANYM REJONIE

6.1. Litologia i stratygrafia

W profilu projektowanego wyrobiska występują wodnolodowcowe utwory czwartorzędowe pokryte nasypami antropogenicznymi oraz utwory karbońskie.

Nasypy antropogeniczne o niebudowlanym charakterze, wykształcone są w postaci luźnych bądź średnio zagęszczonych gruntów mineralnych (piaski, pyły, gliny, humus) i przemysłowych (okruchy kamieni, cegieł, betonu, odpadami pokopalnianymi takimi jak miał węglowy). W rejonie planowanego portalu wyrobiska mogą znajdować się również pozostałości fundamentów starych obiektów przemysłowych.

Utwory czwartorzędowe wodnolodowcowe wykształcone są w postaci piasków drobno i średnioziarnistych, mało wilgotnych glin, glin piaszczystych, glin pylastych, iłów i pyłów, wzajemnie się przewarstwiających. Spągowe partie utworów czwartorzędowych stanowią zazwyczaj utwory gliniaste spoiste twardoplastyczne.

Utwory karbońskie w analizowanym rejonie wykształcone są w postaci warstw siodłowych i porębskich. W górnej części profilu, od pokładu 501 do pokładu 504, występują piaskowce różnoziarniste i zlepieńce, przewarstwione iłowcami. Dolna część warstw siodłowych, czyli od pokładu 504 do 510, zbudowana jest z iłowców i mułowców z przewarstwieniami piaskowca. Warstwy Porębskie wykształcone są głównie jako iłowce, mułowce oraz piaskowce, a stwierdzone pokłady węgla są cienkie i często ulegają wyklinowaniu.

Projektowane wyrobisko zlokalizowane jest w rejonie wychodni pokładów 501 i 502 pod którymi zalega warstwa iłowca oraz gruba ławica piaskowca różnoziarnistego o miąższości ok. 50 m. Strop karbonu stanowią zwietrzeliny skał (łupków ilastych, piaskowców) w postaci iłów lokalnie warstwowanych pyłami i gliną ilastą - spoiste mało wilgotne.

6.2. Tektonika

Utwory karbonu położone są na wschodnim skłonie południowej elewacji antykliny zabrskiej, wchodzącej w skład siodła głównego GZW, co powoduje, że warstwy posiadają rozciągłość SW-NE, pozostając rozciętymi przez liczne uskoki. Utwory karbonu zapadają monoklinalnie na SE i S pod kątem 5-20°. Jedynie na północnym-zachodzie, w rejonie sąsiadującym z nasunięciem Concordii, rozciągłość warstw przyjmuje kierunek zbliżony do

południkowego. Planowane wyrobisko zlokalizowane jest po wschodniej stronie wychodni strefy nasunięcia Concordii, w rejonie wypiętrzonym i zuskokowanym. Uskoki te, są nachylone w różnych kierunkach, zaś osie fałdów mają najczęściej przebieg zbliżony do południkowego.

6.3. Warunki hydrogeologiczne

Czwartorzędowe poziom wodonośny jest zasilany przez infiltrację opadów atmosferycznych. Zwierciadło wód podziemnych czwartorzędu układało się pierwotnie na ogół zgodnie z morfologią terenu a spływ wód występował w kierunku dolin Bytomki i Czerniawki.

Piaskowcowy kompleks wodonośny warstw siodłowych (od pokładu 501 do 510) posiada znaczną miąższość i zaznacza się zdecydowana przewaga udziału piaskowców nad ilowcami. Zawodnienie tego kompleksu wodonośnego karbonu związane jest z infiltracją wód przez utwory czwartorzędu. Zasilanie ma miejsce na wychodniach piaskowców szczególnie na kontakcie z przepuszczalnymi utworami czwartorzędowymi oraz poprzez system spękań i szczelin uskokowych. Utwory karbońskie w rozpatrywanym obszarze zostały prawdopodobnie zdrenowane przez głębokie wyrobiska górnicze.

W profilach wykonanych otworów geotechnicznych (otwory 1 i 2) do głębokości 7 m nie stwierdzono zwierciadła wód.

6.4. Warunki górnicze

W obszarze kopalni prowadzono eksploatację pokładów 501, 502, 504, 505, 506, 507, 509 i 510. Na przestrzeni lat 1806-1846 wykonano kilkadziesiąt szybków dla celów wentylacyjnych i wydobywania urobku na powierzchnię zlokalizowanych na wychodniach pokładów.

Projektowane wyrobisko stanowić będzie połączenie sztolni południowej i podszybia szybu „Carnall” w rejonie rozwidlenia wschodniego z powierzchnią terenu. W rejonie projektowanego wyrobiska eksploatację prowadzono w następujących pokładach:

Pokłady 501 i 502 - eksploatację z zawałem stropu w tych pokładach prowadzono w latach 1823-1833 na ich wychodniach do głębokości ok 37 m, sumaryczna miąższość pokładów wynosiła ok 3 m,

Pokład 504 – eksploatację z zawałem stropu w tym pokładzie prowadzono w latach 1862-1876 w kierunku północnym w odległości ok 50 m i południowym w odległości ok 100 m od rozpatrywanej lokalizacji. Eksploatację prowadzono na głębokości 90-110 m,

a miąższość pokładu wynosiła ok 8,9. W rozpatrywanym rejonie wykonano szereg wyrobisk przygotowawczych.

Pokład 506 - eksploatację z zawałem stropu w tym pokładzie prowadzono w latach 1953-1963 w kierunku północnym wschodnim w odległości ok 200 m i południowym w odległości ok 400 m od rozpatrywanej lokalizacji. Eksploatację prowadzono na głębokości 130-150 m a miąższość pokładu wynosiła ok. 1,3 m. W rozpatrywanym rejonie wykonano szereg wyrobisk przygotowawczych.

Pokład 507 - eksploatację z zawałem stropu w tym pokładzie prowadzono w latach 1873-1894 w kierunku północnym w odległości ok 50 m i południowym w odległości ok 100 m od rozpatrywanej lokalizacji. Eksploatację prowadzono na głębokości 170-190 m a miąższość pokładu wynosiła ok. 4,5 m. W rozpatrywanym rejonie wykonano szereg wyrobisk przygotowawczych.

Pokład 509 - eksploatację z zawałem stropu w tym pokładzie prowadzono w kierunku południowym w odległości ok 100 m od rozpatrywanej lokalizacji. Eksploatację prowadzono na głębokości 190-210 m a miąższość pokładu wynosiła ok. 2,5 m.

Pokład 510 - eksploatację z zawałem stropu w tym pokładzie prowadzono w kierunku południowym w odległości ok 150 m od rozpatrywanej lokalizacji. Eksploatację prowadzono na głębokości 210-240 m a miąższość pokładu wynosiła ok. 6,5 m.

6.5. Warunki geologiczno – inżynierskie

Przekrój geologiczny wzdłuż projektowanego wyrobiska (zał. nr 4) wyznaczono na podstawie dwóch otworów geotechnicznych wykonanych do głębokości ok. 7 m oraz otworu P-4/2010 (wykonanego w ramach Projekt prac geologicznych dla rozpoznania warunków geologicznych i hydrogeologicznych w rejonie Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej w Zabrze - styczeń 2010 r.). Charakterystyczne własności fizyko-mechaniczne gruntów przyjęte na podstawie wykonanych otworów geotechnicznych oraz Opinii geotechnicznej dla potrzeb budowy pomostu dla zwiedzających w Skansenie „Królowa Luiza” przy ul. Wolności 408 w Zabrzu, przedstawiono w tabeli 6.5.1.

Własności fizyko-mechaniczne warstwy piaskowca (tabela 6.5.2) zalegającego w profilu projektowanego wyrobiska przyjęto analogiczne do otworu G-2 2010 (wykonanego w ramach Projektu i badania górotworu w rejonie niewyekspluatowanej partii pokładu 509, zlokalizowanej przy dawnym chodniku podstawowym w skrzydle południowym pokładu 509,

przy skrzyżowaniu z GKSD, realizowane metodą odwiertów rdzeniowych o łącznej długości 190 m – marzec 2010 r.).

Tabela 6.5.2

Przyjęte parametry fizyko-mechaniczne warstwy piaskowca								
Lp.	głębokość	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	moduł Younga	współczynnik Poissona	kąt tarcia wewnętrzznego	spójność	ciężar objętościowy	wskaznik rozmakalności
	H	R _C	E	v	Φ	c	γ _o	r
1	m	MPa	MPa	[-]	stopnie	MPa	kN/m ³	[-]
2	9,2-12	13,0	1025	0,16	35	3,4	21,13	1,0
3	12-18	15,9	975	0,12	40	3,7	21,49	1,0
4	18-20	18,4	1264	0,15	45	3,8	22,78	0,8
5	20-36	21,8	1591	0,14	44	4,6	21,92	1,0
6	36-40,5	24,6	1935	0,30	35	6,5	22,20	0,8
7	40,5-45	42,2	3643	0,28	38	10,3	21,29	1,0

7. DOBÓR OBUDOWY PROJEKTOWANEGO WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”

7.1. Ustalenie metryki i profili charakterystycznych obudowy projektowanego wyrobiska

Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z wyrobiskami podszybia szybu „Carnall” na poziomie 40 m wykonywane i utrzymywane będzie w skałach nadkładu i karbonu. Ta sytuacja powoduje, że na jego wybiegu zasadniczo można wyróżnić trzy odcinki charakterystyczne, a mianowicie:

- odcinek I – wlot wyrobiska w obudowie żelbetowej wykonywany metodą otwartego wykopu w warstwach nadkładu o długości 18,7 m,
- odcinek II – odcinek wyrobiska wykonywany metodą bezwykopową (górnictwem) w sypkich i niespoistych warstwach nadkładu oraz w zwietrzałych skałach karbońskich zalegających w rejonie wschodni, o długości 19,1 m.
- odcinek III – odcinek wyrobiska wykonywany metodą górnictwem w zwięzłych skałach karbońskich wraz z połączeniem projektowanego wyrobiska z południową nitką Sztolni o długości ok. 78 m.

Podział na odcinki charakterystyczne dokonany został w oparciu o następujące przesłanki:

- rodzaj skał w profilu charakterystycznym wyrobiska,
- własności wytrzymałościowe i odkształceniowe skał i górotworu,
- warunki tektoniczne,
- warunki hydrogeologiczne,
- głębokość prowadzenia robót górniczych,
- konstrukcja obudowy konieczna dla utrzymania stateczności wyrobiska,
- możliwości technologiczne drążenia wyrobiska.

7.2. Obliczenia obciążenia obudowy dla poszczególnych odcinków projektowanego wyrobiska

7.2.1. Podstawy teoretyczne określania oddziaływania górotworu na obudowę wyrobisk korytarzowych

Górotwór otaczający wyrobisko oddziałuje na obudowę poprzez obciążenia statyczne i dynamiczne. Wielkość i rozkład oddziaływania górotworu na obudowę wyrobiska zależy od głębokości zalegania wyrobiska, wartości parametrów geotechnicznych górotworu, wymiarów przekroju poprzecznego wyrobiska oraz od rodzaju obudowy i technologii jej wznoszenia.

Obliczenia obciążenia obudowy dla projektowanego wyrobiska należy wykonać przy wykorzystaniu metod odpowiadających warunkom utrzymania stateczności dla poszczególnych odcinków.

Odcinek I na wybiegu 0,0 ÷ 10,0 m wykonywany będzie w formie otwartego wykopu, którego obudowę stanowią będą ściany ociosowe i płyta spągowa obciążone parciem gruntu. Przy wyznaczaniu parcia i oporu gruntu należy uwzględnić następujące czynniki:

- kształt i sztywność ściany oporowej,
- rodzaj i parametry gruntu,
- warunki wodne w otoczeniu ściany oporowej,
- przewidywane przemieszczenie konstrukcji w kierunku gruntu i od gruntu,
- sposób wykonania i zagęszczenia zasypu,
- przemarzanie i pęcznienie gruntu,
- obciążenia statyczne i dynamiczne działające w obrębie klina odłamu.

Jednostkowe parcie graniczne gruntu wyznacza się z wzoru:

$$e_a = (\gamma^{(n)} z + q_n) K_a \cos \beta \quad (7.2.1)$$

gdzie:

$\gamma^{(n)}$ - wartość charakterystyczna ciężaru objętościowego gruntu,

q_n - wartość charakterystyczna obciążenia naziomu,

z - głębokość rozpatrywanego poziomu,

β - kąt odchylenia ściany oporowej od pionu

K_a - współczynnik parcia granicznego gruntu wyznaczany wg wzoru:

$$K_a = \frac{\cos^2(\beta - \Phi^{(n)})}{\cos \beta \cos^2(\beta + \delta_2^{(n)}) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi^{(n)} + \delta_2^{(n)}) \sin(\Phi^{(n)} - \varepsilon)}{\cos(\phi + \delta_2^{(n)}) \cos(\beta - \varepsilon)}} \right]^2} \quad (7.2.2)$$

gdzie:

ε - kąt nachylenia naziomu do poziomu,

$\Phi^{(n)}$ - wartość charakterystyczna kąta tarcia wewnętrznego gruntu,

$\delta_2^{(n)}$ - wartość charakterystyczna kąta tarcia gruntu o ścianę.

Jednostkowy odpór graniczny gruntu można wyznaczyć ze wzoru:

$$e_p = \eta(\gamma^{(n)}z + q_n)K_p \cos \beta \quad (7.2.3)$$

gdzie:

η - współczynnik korekcyjny wg PN-B-03010:1983,

K_p - współczynnik odporu granicznego gruntu wyznaczany wg wzoru:

$$K_p = \frac{\cos^2(\beta + \Phi^{(n)})}{\cos \beta \cos^2(\beta + \delta_2^{(n)}) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\Phi^{(n)} - \delta_2^{(n)}) \sin(\Phi^{(n)} + \varepsilon)}{\cos(\phi + \delta_2^{(n)}) \cos(\beta - \varepsilon)}} \right]^2} \quad (7.2.4)$$

Parcie spoczynkowe należy wyznaczać przy założeniu, że składowe jednostkowego parcia spoczynkowego są równe odpowiednim składowym naprężeniom w jednorodnym izotropowym ośrodku sprężystym. Naprężenia wywołane ciężarem własnym gruntu należy przyjmować przy uwzględnieniu zalegania różnych warstw gruntu, wyporu wód gruntowych i ciśnienia spływowego.

Jednostkowe parcie spoczynkowe gruntu e_0 wyznacza się z wzoru:

$$e_0 = (\gamma^{(n)}z + q_n)K_0 \quad (7.2.5)$$

gdzie:

K_0 - współczynnik parcia spoczynkowego:

- dla gruntów rodzimych

$$K_0 = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 (1 - \sin \Phi^{(n)}) \cdot (1 + 0,5 \operatorname{tg} \varepsilon) \quad (7.2.6)$$

- dla gruntów zasypowych

$$K_0 = [0,5 - \xi_4 + (0,1 + 2\xi_4)(5I_s - 4,15)\xi_5] \cdot (1 + 0,5 \operatorname{tg} \varepsilon) \quad (7.2.7)$$

gdzie:

I_s - wskaźnik zagęszczenia gruntu zasypowego,

$\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5$ - współczynniki wg PN-B-03010:1983.

W obliczeniach parcia spoczynkowego przyjmuje się $\delta_2^{(n)} = 0$.

Sprawdzenie stanów granicznych nośności dla analizowanego odcinka obudowy żelbetowej wymaga określenia:

- nośności podłoża,
- stateczności na obrót,
- ogólnej stateczności ściany i podłoża.

Wartości obliczeniowe jednostkowego parcia lub oporu gruntu wyznacza się z zależności:

$$e_r = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f2} \cdot e_n \quad (7.2.8)$$

γ_{f1} , γ_{f2} - współczynniki wg PN-B-03010:1983,

e_n - wartość charakterystyczna jednostkowego parcia lub oporu gruntu.

W obliczeniach stanu granicznego nośności podłoża należy uwzględnić mimośród i nachylenie obciążenia oraz budowę podłoża zgodnie z PN-B-03010:1983. Przy sprawdzaniu stanu granicznego nośności wartość obliczeniowa działającego obciążenia Q_r powinna spełniać warunek:

$$Q_r \leq m \cdot Q_f \quad (7.2.9)$$

w którym:

m - współczynnik korekcyjny, zależny od rodzaju stanu granicznego i przyjętej metody obliczeń,

Q_f - obliczeniowy opór graniczny podłoża gruntowego przeciwdziałający obciążeniu Q_r .

Sprawdzenia stateczności ściany oporowej ze względu na możliwość obrotu względem krawędzi podstawy fundamentu dokonuje się zgodnie z wzorem:

$$M_{or} \leq m_o M_{uf} \quad (7.2.10)$$

w którym:

M_{or} - moment wszystkich sił obliczeniowych powodujących obrót ściany,

M_{uf} - moment wszystkich sił obliczeniowych przeciwdziałających obrotowi ściany,

$m_o = 0,8$ - w przypadku obciążenia naziomu $q \geq 10$ kPa,

$m_o = 0,9$ - w pozostałych przypadkach.

Sprawdzenie ogólnej stateczności ściany i podłoża wymaga uwzględnienia: najbardziej niekorzystnego zestawienia sił wynikających z obciążenia naziomu, ciężaru konstrukcji i gruntu oraz ewentualnych obiektów sąsiadujących, wpływu oddziaływania wody gruntowej (wyporu, ciśnienia spływowego), a także możliwości powstania wykopów osłabiających (np. w czasie robót instalacyjnych). Obliczenia sprawdzające należy przeprowadzić zgodnie z wzorem (7.2.9).

Obliczenia stanu granicznego użytkowania można pominąć m.in. w przypadku gdy obciążenie naziomu nie przekracza 10 kPa i w zaistniałym przypadku posadowienia ścian na gruncie zwartym.

Odcinek I na wybiegu 10,0 - 18,7 m wykonywany będzie w otwartym wykopie, a jego obudowę stanowią będą płyty stropowe i spągowe oraz ściany ociosowe obciążone parciem gruntu. Z uwagi na charakter projektowanej konstrukcji obliczenia parcia gruntu na ściany ociosowe można dokonać wg PN-B-03010:1983 zgodnie z przedstawioną powyżej procedurą. Obciążenie pionowe obudowy wyrobiska od gruntów rodzimych można określić wzorem:

$$q_{N_z} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \cdot \gamma_f \quad (7.2.11)$$

gdzie:

γ_f - współczynnik obciążenia dla obciążeń stałych i ciężaru gruntów (wg PN-B-02001:1982).

Dalsza część wyrobiska drążona będzie w górotworze i do obliczeń zastosowane będą wzory powszechnie używane w projektowaniu górnictwem. Obliczenia obciążenia na obudowę wykonano w oparciu o wytyczne zawarte w normie PN-G-05020:1997 „Obudowa sklepienia. Zasady projektowania i obliczeń statycznych.

Ponieważ głębokość zalegania spełnia warunek $H < 2h_o$ gdzie H – jest to głębokość lokalizacji wyrobiska a h_o – wysokość strefy odprężonej w stropie wyrobiska wyrażona wzorem:

$$h_o = \frac{0,5 \cdot s_w + w_w \cdot \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_o}{2} \right)}{\operatorname{tg} \varphi_s} \quad (7.2.12)$$

gdzie:

s_w – szerokość wyrobiska w wyłomie $s_w = 4,0\text{m}$

w_w – wysokość wyrobiska w wyłomie $w_w = 3,8\text{m}$

$\operatorname{tg} \varphi_s$ – pozorny kąt tarcia górotworu w stropie wyrobiska, $\operatorname{tg} \varphi_s = 19\text{deg}$

$\operatorname{tg} \varphi_o$ – pozorny kąt tarcia górotworu w stropie wyrobiska. $\operatorname{tg} \varphi_o = 13\text{deg}$

Obciążenie pionowe na obudowę określono wzorem:

$$q_{N_z} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \quad (7.2.13)$$

a obciążenie poziome na wysokości stropu i spągu wyrobiska wyrażono wzorami:

$$\begin{aligned} q_{x1} &= q_{N_z} \cdot \lambda \\ q_{x2} &= (q_{N_z} + \gamma_o \cdot w_w) \cdot \lambda \end{aligned} \quad (7.2.14)$$

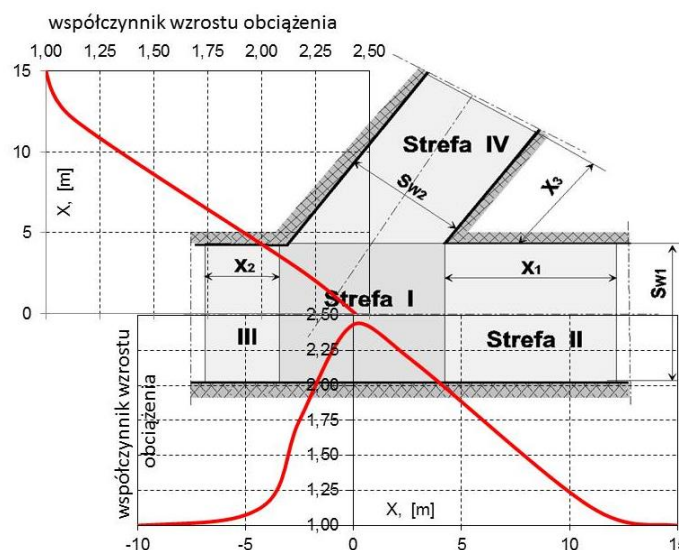
$$\lambda = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_s}{2} \right) \quad (7.2.15)$$

Dla projektowanego połączenia wyrobisk korytarzowych ustala się charakterystyczny profil geologiczny górotworu otaczającego projektowane wyrobisko tak samo jak w przypadku wyrobiska korytarzowego, jednak ze względu na małą długość wyrobiska można oprzeć się na wynikach jednego (najbliższego) otworu badawczego.

Dla projektowanego połączenia wyrobisk korytarzowych wielkość naprężeń w górotworze otaczającym projektowane połączenie wyrobisk określa się przy założeniu zmienności gabarytów przekroju poprzecznego wyrobiska oraz zmiany naprężeń wynikających z wzajemnego oddziaływania wyrobisk na siebie.

W przypadku odgańlenia pod kątem ostrym wielkość oddziaływania górotworu na obudowę skrzyżowania określa się dla czterech stref (rys. 7.3.1), a mianowicie:

- Strefa I - obejmująca odcinek obejmujący część wspólną dla obu wyrobisk,
- Strefa II - obejmująca odcinek wyrobiska głównego przylegający do wyrobiska odgałęziającego się od strony kąta ostrego,
- Strefa III - obejmująca odcinek wyrobiska głównego przylegający do wyrobiska odgałęziającego się od strony kąta rozwartego,
- Strefa IV - obejmująca odcinek wyrobiska odgałęziającego się przylegający do wyrobiska głównego.



Rys. 7.3.1. Podział odgańlenia na strefy oddziaływania górotworu na obudowę

Średnia wartość współczynnika koncentracji zależy m.in. od kąta zawartego pomiędzy wyrobiskami oraz stosunku pomiędzy wyrobiskiem analizowanym a oddziaływującym. Dlatego dla tej strefy współczynnik wyężenia górotworu określa się z zależności:

$$n_w = \frac{0,095 \cdot \left(1,8 - 0,3 \cdot \sqrt{\frac{S_{w2}}{S_{w1}}} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \sigma_z}{f} \quad (7.2.16)$$

Zasięg strefy III określa się z zależności:

$$X_2 = \frac{1,25 \cdot S_{w2}}{2 \cdot \operatorname{tg} \left(90 - \frac{\alpha}{2} \right)} \quad (7.2.17)$$

Dla tej strefy obciążenie obliczeniowe q_0 określa się jak dla pojedynczego wyrobiska uwzględniając średnią wielkość koncentracji naprężeń dla tego odcinka, czyli współczynnik wyężenia górotworu określa się z wzoru:

$$n_w = \frac{0,1 \cdot \left[1,5 + 0,3 \cdot \sqrt{\frac{S_{w2}}{S_{w1}}} \cdot \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\alpha}{2} \right) \right] \cdot \sigma_z}{f} \quad (7.2.18)$$

Zasięg strefy IV określa się z zależności:

$$X_3 = \frac{1,40 \cdot S_{w1}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (7.2.19)$$

Dla tej strefy obciążenie obliczeniowe q_0 określa się jak dla pojedynczego wyrobiska uwzględniając średnią wielkość koncentracji naprężeń dla tego odcinka zależną m.in. od kąta pomiędzy wyrobiskami oraz stosunku pomiędzy wyrobiskiem analizowanym a oddziaływującym, czyli współczynnik wyężenia górotworu określa się z wzoru:

$$n_w = \frac{0,1 \cdot \left[1,8 - 0,3 \cdot \sqrt{\frac{S_{w1}}{S_{w2}}} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \sigma_z}{f} \quad (7.2.20)$$

Dla tak wyznaczonych danych określa się wartość obliczeniową obciążenia statycznego obudowy q_0 .

7.2.2. Założenia przyjęte do obliczeń

7.2.2.1 Obudowa monolityczna żelbetowa

Monolityczną obudowę żelbetową projektuje się na odcinku wyrobiska o długości 18,7 m od powierzchni (+268,9) do głębokości +263,5 m. Z uwagi na charakter, kształt i funkcję oraz warunki geologiczne w rejonie projektowanego wyrobiska odcinek początkowy zostanie wykonany w otwartym wykopie i zakończony portalem wlotowym o kształcie łukowym.

Ponieważ kształt i sposób posadowienia odcinka wyrobiska odpowiadają parametrom ścian oporowych, do obliczeń przyjęto sposób obliczania obciążenia obudowy zgodny z PN-B-03010:1983 (pkt 7.2.1). Z uwagi na możliwy sposób zagospodarowania powierzchni terenu w rejonie projektowanego odcinka wyrobiska w obliczeniach uwzględniono również dodatkowe obciążenie naziomu, jako powierzchni ruchu i parkowania pojazdów. Zgodnie z PN-EN 1991-1-1:2004 przyjęto powierzchnię ruchu kategorii G (powierzchnie ruchu i parkowania dla pojazdów średnich) o obciążeniu $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$. Po wykonaniu wyrobiska granicę strefy parkowania pojazdów należy wyznaczyć w odległości nie mniejszej niż 1,0 m od krawędzi zewnętrznej ścian ociosowych wlotu również dla odcinka usytuowanego pod powierzchnią terenu.

7.2.2.2 Obudowa stalowa obetonowana

Obliczenia obciążenia na obudowę stalową obetonowaną na odcinku od 18,7 do 37,8 m wykonano dla dwóch głębokości lokalizacji wyrobisk. Przyjęty w obliczeniach obciążenia obudowy wyrobiska profil górotworu oznaczono symbolami A i B na załączniku nr 4.

W obliczeniach przyjęto że obudowa ŁPP-6/V25/A/I jest wykonana z stali S480W, łuki obudowy są skręcone z siłą uniemożliwiającą zsuw w złączach na wskutek obciążenia od strony skał. Beton ułożony na obudowie będzie spełniał warunki określone dla klasy C30/37 W6. Do obliczeń przyjęto sposób obliczania obciążenia obudowy zgodny z PN-G-05020:1997. Wartości obciążeń obliczono dla dwóch głębokości lokalizacji obudowy. Na obudowę działają większe z obliczonych obciążeń.

Wartości obliczeniowe własności wytrzymałościowych i odkształceniowych górotworu dla profilu charakterystycznego przyjęto wg tabeli 6.5.1 i 6.5.2.

7.2.2.3 Obudowa stalowa

Obliczenia obciążenia na obudowę stalową na odcinku od 37,8 do 100,6 m wykonano dla dwóch głębokości lokalizacji wyrobisk. Przyjęty w obliczeniach obciążenia obudowy wyrobiska profil górotworu oznaczono symbolami C i D na załączniku nr 4.

W obliczeniach przyjęto że obudowa ŁP5/V25 jest wykonana z stali S480W, łuki obudowy są skręcone z siłą uniemożliwiającą zsuw w złączach na wskutek obciążenia od strony skał. Do obliczeń przyjęto sposób obliczania obciążenia obudowy zgodny z PN-G-05020:1997. Wartości obciążeń obliczono dla dwóch głębokości lokalizacji obudowy. Na obudowę działają większe z obliczonych obciążeń.

7.2.2.4 Obudowa połączenia wyrobisk korytarzowych

Wielkość oddziaływania górotworu na obudowę analizowanego połączenia wyrobisk przeprowadzono przyjmując następujące założenia:

- ze względu na lokalizację przyjęto, że projektowane połączenie zlokalizowane jest na głębokości 40 m.,
- łączące się wyrobiska wykonane będą w obudowie przedstawionej w niniejszym projekcie,
- w obliczeniach uwzględnia się zmienność stanu naprężenia wynikającą ze zmienności gabarytów powierzchni odsłoniętego stropu oraz warunków uwzględniających strefy koncentracji naprężeń (rys. 7.3.1),
- wartości obliczeniowe własności wytrzymałościowe i odkształceniowe górotworu dla profilu charakterystycznego przyjęto w oparciu o wyniki przeprowadzonych badań, które wyniosły:

$$R_c = 40,0 \text{ MPa}$$

$$E = 7,0 \text{ GPa}$$

$$\gamma = 0,024 \text{ MN/m}^3$$

$$r = 1,0$$

- wartości obciążenia obudowy oraz wartości przemieszczeń wymuszonych konturu połączenia wyrobisk określono dla przypadku wykonania nowego wyrobiska bez uwzględnienia oddziaływania warunków górniczych.

7.2.3. Obliczenia obciążenia obudowy

7.2.3.1 Obudowa monolityczna żelbetowa

Zgodnie z przyjętymi powyżej założeniami określono wielkości parcia gruntu na elementy obudowy wyrobiska. Z uwagi na brak szczegółowych parametrów geotechnicznych gruntu w otoczeniu projektowanego odcinka wyrobiska do obliczeń przyjęto materiał ekwiwalentny odpowiadający parametrom gruntu z profili „A” i „B” (zał. nr 4). Jako materiał ekwiwalentny przyjęto glinę piaszczystą w stanie półzwartym o ciężarze objętościowym $\gamma = 22,5 \text{ kN/m}^3$ (PN-B-02001:1982).

Z uwagi na zmienną głębokość wyrobiska obciążenie elementów obudowy wyrobiska kształtuje się w sposób następujący:

- obciążenie płyty górnej na odcinku 10,0 ÷ 18,7 m kształtuje się w zakresie: $q_{Nz} = 5,0 \div 54,5 \text{ kPa}$, a po uwzględnieniu ciężaru płyty górnej: $q_{Nz} = 13,25 \div 62,75 \text{ kPa}$,

– uogólnione parcie gruntu na ściany pionowe kształtuje się w zakresie: $e_0 = 2,6 \div 74,2$ kPa.

W obliczeniach uwzględniono dodatkowe obciążenie naziomu, jako powierzchni ruchu i parkowania pojazdów: $q_k = 5$ kPa (wg PN-EN 1991-1-1:2004, tab. 6.8).

Przedstawione powyżej wartości obciążenia odcinka wyrobiska wykonanego w obudowie żelbetowej przyjęto do obliczeń statycznych.

7.2.3.2 Obudowa stalowa obetonowana

Dla skał zalegających w otoczeniu wyrobiska, na podstawie danych z profilu „A” (zał. nr 4) oraz dla przyjętych gabarytów wyrobiska określono zasięg strefy spękań nad wyrobiskiem z wzoru (7.2.11):

$$h_o = \frac{0,5 \cdot 4,0 + 3,9 \cdot \operatorname{tg}\left(45 - \frac{13}{2}\right)}{\operatorname{tg}19} = 14,81$$

Jak wynika z obliczeń warunek $H < 2h_o$ $6,31 < 2 \cdot 14,81$ został spełniony. W związku powyższym obciążenie na obudowę obliczono zgodnie jak dla Model I.

Obciążenie na obudowę obliczono wzorami (7.2.12 do 7.2.14)

Na podstawie danych geomechanicznych własności skał dla profilu „A” (zał. nr 4) obciążenie na obudowę wyrobiska wynosi:

$$q_{N_z} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i = 3,1 \cdot 0,019 = 0,059 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\lambda = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi_g}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{18}{2}\right) = 0,528$$

$$q_{x1} = q_{N_z} \cdot \lambda = 0,059 \cdot 0,528 = 0,031 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x2} = (q_{N_z} + \gamma_o \cdot w_w) \cdot \lambda = (0,059 + 0,019 \cdot 3,9) \cdot 0,528 = 0,073 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Na podstawie danych geomechanicznych własności skał dla przekroju „B” (zał. nr 4) obciążenie na obudowę wyrobiska wynosi:

$$q_{N_z} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i = 3,2 \cdot 0,019 + 1,95 \cdot 0,013 + 2,7 \cdot 0,021 = 0,14 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\lambda = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi_g}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{29,41}{2}\right) = 0,341$$

$$q_{x1} = q_{N_z} \cdot \lambda = 0,14 \cdot 0,341 = 0,047 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x2} = (q_{N_z} + \gamma_o \cdot w_w) \cdot \lambda = (0,14 + 0,018 \cdot 3,9) \cdot 0,341 = 0,071 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Do obliczenia statyki obudowy przyjęto wartości uzyskane na podstawie obliczeń dla profilu „B” (zał. nr 4).

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że obciążenie obudowy na przedmiotowym odcinku wyrobiska wynoszą:

$$q_{nz} = 0,14 \text{ MN/m}^2$$

$$q_{x1} = 0,047 \text{ MN/m}^2$$

$$q_{x2} = 0,071 \text{ MN/m}^2$$

7.2.3.3 Obudowa stalowa

Obliczenia obciążenia na obudowę stalową na odcinku od 37,8 do 100,6 m.

Na ww. odcinku wyrobisko znajduje się na głębokości od +256,0 do +231,5m. Obliczenia wykonano dla dwóch profili oznaczonych C i D na załączniku nr 4. Na ww. odcinku górotwór tworzą: warstwa nasypu niekontrolowanego, gliny pylastej żółtej i szarej, warstwa zwietrzałego ilowca żółto szarego, węgla i piaskowców o różnym stopniu zdiagnozowania. Ponieważ dla głębokości zalegania wyrobiska nie jest spełniony warunek $2h < H$, do obliczeń obciążenia obudowy zastosowano Model III który zakłada, że głębokość zalegania wyrobiska spełnia warunek $H > 2h_0$ czyli nad wyrobiskiem może wytworzyć się sklepienie odciążające. Zasięg strefy odprężonej dla parametrów geotechnicznych określonych na podstawie profilu C (zał. nr 4).

Zasięg strefy odprężonej wylicza się wzorem (7.2.11)

$$h_o = \frac{0,5 \cdot 3,7 + 3,2 \cdot \operatorname{tg}\left(45 - \frac{40}{2}\right)}{\operatorname{tg} 35} = 4,77$$

Obciążenie na obudowę obliczono wzorami (7.2.12 do 7.2.14)

$$q_{N_z} = \gamma_o \cdot h_o = 0,021 \cdot 4,77 = 0,1 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\lambda = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi_g}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{39}{2}\right) = 0,227$$

$$q_{x1} = q_{N_z} \cdot \lambda = 0,1 \cdot 0,227 = 0,022 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x2} = (q_{N_z} + \gamma_o \cdot w_w) \cdot \lambda = (0,1 + 0,021 \cdot 3,2) \cdot 0,227 = 0,038 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Zasięg strefy odprężonej dla parametrów geotechnicznych określonych na podstawie profilu D. (zał. nr 4).

Zasięg strefy odprężonej wylicza się wzorem (7.2.11)

$$h_o = \frac{0,5 \cdot 3,7 + 3,2 \cdot \operatorname{tg}\left(45 - \frac{45}{2}\right)}{\operatorname{tg} 45} = 3,17$$

Obciążenie na obudowę obliczono wzorami (7.2.12 do 7.2.14)

$$q_{N_z} = \gamma_o \cdot h_o = 0,022 \cdot 3,17 = 0,069 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\lambda = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi_g}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{45}{2}\right) = 0,17$$

$$q_{x1} = q_{N_z} \cdot \lambda = 0,069 \cdot 0,17 = 0,011 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x2} = (q_{N_z} + \gamma_o \cdot w_w) \cdot \lambda = (0,069 + 0,021 \cdot 3,2) \cdot 0,17 = 0,023 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Do obliczeń statycznych obudowy stalowej na ww. odcinku przyjęto większe wartości z obliczonych obciążeń stropowych i ociosowych

$$q_{nz} = 0,1 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x1} = 0,022 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$q_{x2} = 0,038 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Obliczenia przeprowadzono przy założeniu dużej zmienności parametrów geomechanicznych warstwy piaskowca które zmieniają się wraz z głębokością jej zalegania (tabela 6.5.2 i zał. nr 4).

7.2.3.4 Obudowa połączenia wyrobisk korytarzowych

Przyjmując wymienione powyżej założenia rozróżniające modele naprężeniowo – deformacyjne górotworu w otoczeniu poszczególnych odcinków analizowanego połączenia wyrobisk przeprowadzono obliczenia obciążenia obudowy wyrobiska w punktach zlokalizowanych na jego wybiegu wg zasad podanych w [1].

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że obciążenie obudowy przedmiotowego połączenia wyrobisk dla poszczególnych jego odcinków wynoszą:

- strefa I – $q_c = 25 \text{ kPa}$,
- strefa II – $q_c = 21 - 25 \text{ kPa}$,
- strefa III – $q_c = 12 - 25 \text{ kPa}$,
- strefa IV – $q_c = 18 - 25 \text{ kPa}$.

Przedstawione powyżej wartości obciążenia obudowy połączenia wyrobisk przyjęto do obliczeń statycznych obudowy.

7.3. Obliczenia statyczne obudowy dla warunków geologicznych w poszczególnych odcinkach projektowanego wyrobiska

7.3.1. Podstawy teoretyczne obliczania obudowy wyrobisk korytarzowych

7.3.1.1. Obudowa monolityczna żelbetowa

W przypadku masywnych ścian betonowych o wysokości większej niż 1,5 m jej grubość w koronie nie powinna być mniejsza niż 30 cm. Minimalna grubość otulenia zbrojenia głównego od strony gruntu w przypadku konstrukcji ziemnych narażonych na działanie wody i czynników agresywnych nie powinna być mniejsza niż 50 mm.

Istotne znaczenie w przypadku konstrukcji masywnych mają kształt i rozmieszczenie przerw dylatacyjnych, szczególnie ze względu na wpływy termiczno-skurczowe. W przypadku konstrukcji usytuowanych w miejscach nasłonecznionych przerwy dylatacyjne powinny być wykonywane w odległości nie mniejszej niż 15 m natomiast w miejscach osłoniętych przed działaniem słońca - 20 m. W konstrukcjach, w których przemieszczenie poziome jest utrudnione, rozstaw przerw należy przyjmować mniejszy od maksymalnego.

Przerwa dylatacyjna o szerokości od 10 do 20 mm powinna przecinać ścianę oporową od korony do spodu fundamentu. W płytach betonowych lub żelbetowych wzdłuż przerwy dylatacyjnej, od strony zewnętrznej, należy wykonać fazowanie trapezowe lub trójkątne. Przerwy wykonuje się jako płaskie, płaskie z poziomymi dyblami lub zazębione zgodnie z PN-B-03010:1983. Przerwy z dyblami lub zazębione wykonuje się, jeżeli konieczne jest uniemożliwienie wzajemnych przesunięć ścian i płyt w miejscu przerwy dylatacyjnej.

Poziome przerwy robocze powinny przebiegać na całej długości elementu pomiędzy płytą spągową i płytą ociosową. Posadowienie płyty ociosowej w płycie spągowej nie powinno być mniejsze niż 16 cm. Pozioma przerwa robocza w płycie ociosowej powinna być wykonana w miejscu poziomego styku zewnętrznego deskowania zgodnie z PN-B-03010:1983. W przerwie roboczej należy przewidzieć pionowe pręty łączące, usytuowane od strony krawędzi mniej ściskanej.

Izolacje przeciw wilgotnościowe należy stosować na powierzchni płyt ociosowych i stropowych od strony gruntu lub materiału zasypowego. Warstwę izolacyjną stosuje się niezależnie od rodzaju zaprojektowanego odwodnienia. Izolację należy stosować zarówno na powierzchni płyty, jak i na elementach odcciążających (np. wsporniki, płyty odcciążające). Minimalny spadek warstwy izolacyjnej powinien wynosić 5% w kierunku gruntu. Również górna powierzchnia fundamentu powinna mieć spadek minimum 5%. Warstwa izolacji

powinna być chroniona od uszkodzeń mechanicznych. W celu zabezpieczenia płyt przed przeciekaniem konieczne jest odpowiednie uszczelnienie przerw dylatacyjnych.

Materiał zasypowy zaleca się stosować z gruntów mineralnych, rodzimych, niespoistych, o dobrych właściwościach drenujących, nieagresywnych lub o słabym stopniu agresywności (wg PN-B-01800:1980). Jako materiał zasypowy można wykorzystać miejscowe grunty spełniające powyższe wymagania, pod warunkiem właściwego ich ułożenia, zagęszczenia i odwodnienia. Nie należy stosować gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym.

7.3.1.2. Obudowa stalowa obetonowana

W przypadku obudów zespolonych składających się z dwu warstw konstrukcyjnych łuków stalowych wykonanych z kształtownika V25 i betonu nośność obudowy składa się z nośności odrzwi stalowych i nośności warstwy betonu. W tym przypadku obudowa musi spełniać kryterium nośności oraz kryterium stateczności. Kryterium nośności obudowy oblicza się ze wzory:

$$\frac{f_d}{d} \cdot \left[\frac{M_{\max}}{W_x} + \frac{N_o}{\varphi \cdot A} \right] \cdot 1m + \frac{g \cdot f_{ctd}}{0,5 \cdot r_o} \geq k \cdot q_c \quad (7.3.1)$$

gdzie:

M_{\max} – wartość maksymalnego momentu zginającego na obwodzie odrzwi obudowy dla obciążenia wynoszącego 1kPa,

N_o – wartość siły osiowej w miejscu maksymalnego momentu zginającego na obwodzie odrzwi obudowy dla obciążenia wynoszącego 1kPa,

W_x – wartość wskaźnika zginania przekroju kształtownika odrzwi,

φ – wartość wskaźnika wyboczenia,

A – wartość przekroju poprzecznego kształtownika odrzwi,

f_d – wartość wytrzymałości materiału obudowy,

d – odległość między odrzwiami,

g - grubość powłoki betonu

f_{ctd} – wytrzymałość obliczeniowa betonu na rozciąganie,

r_o – promień krzywizny powłoki betonowej,

k – współczynnik bezpieczeństwa,

q_c – obciążenie obudowy

Natomiast stateczność obudowy stalowej odrzwiowej wzmocnionej warstwą betonu można określić wzorem:

$$\sum_{i=1}^n F_{wg} + \sum_{i=1}^n F_{wr} + l_o \cdot g \cdot f_{cd} \geq 1,2 \cdot S_w \cdot \frac{f_d}{d \cdot \left[\frac{1m}{W_x} + \frac{N_o}{\varphi \cdot A} \right]} \quad (7.3.2)$$

gdzie:

S_w – szerokość wyrobiska w wyłomie,

l_o – długość odcinka powłoki betonu na obwodzie wyrobiska,

F_{wr} – średnia nośność rozpory na rozciąganie,

F_{ws} – średnia nośność okładziny na rozciąganie

7.3.1.3. Obudowa stalowa odrzwiowa

W przypadku obudowy stalowej odrzwiowej kryterium nośności obudowy oblicza się ze wzoru:

$$\frac{f_d}{d} \cdot \left[\frac{M_{\max}}{W_x} + \frac{N_o}{\varphi \cdot A} \right] \cdot 1m \geq k \cdot q_c \quad (7.3.3)$$

gdzie:

M_{\max} – wartość maksymalnego momentu zginającego na obwodzie odrzwi obudowy dla obciążenia wynoszącego 1kPa,

N_o – wartość siły osiowej w miejscu maksymalnego momentu zginającego na obwodzie odrzwi obudowy dla obciążenia wynoszącego 1kPa,

W_x – wartość wskaźnika zginania przekroju kształtownika odrzwi,

φ – wartość wskaźnika wyboczenia,

A – wartość przekroju poprzecznego kształtownika odrzwi,

f_d – wartość wytrzymałości materiału obudowy,

d – odległość między odrzwiami,

k – współczynnik bezpieczeństwa,

q_c – obciążenie obudowy

Ponieważ obudowa ma pracować w stanie usztywnionym zakłada się, że zsuwy elementów nie wystąpią, nie analizowano kryterium nośności złącz.

7.3.1.4. Podstawy teoretyczne metody elementów skończonych

W opracowaniu przeprowadzono obliczenia nośności konstrukcji obudowy skrzyżowania upadowej łączącej powierzchnię z wyrobiskami podszybia szybu „Carnall” na poziomie 40 m za pomocą modelowania numerycznego metodą elementów skończonych.

Zakładając, że poszczególne odrzwia obudowy ze względu na różnice pomiędzy nimi tworzą przestrzenny ustrój nośny, obliczenia przeprowadzono rozpatrując konstrukcję obudowy w przestrzennym stanie naprężenia, jako konstrukcję prętową.

Wyniki obliczeń przedstawiono w postaci wykresów ugięć konstrukcji obudowy, wykresów przebiegu sił wewnętrznych oraz izolinii naprężeń dla poszczególnych obudów.

Projektowanie inżynierskich obiektów podziemnych metodami numerycznymi nabiera w ostatnim okresie czasu szerokiego zastosowania praktycznego. Główną przyczyną tego stanu jest powszechny dostęp do komputerów o parametrach pozwalających analizować skomplikowane zagadnienia techniczne oraz idąca za tym dostępność programów obliczeniowych.

Przez ustroje prętowe w pracy rozumiano modele matematyczne obliczeniowe wykonywane w postaci odpowiednio ukształtowanych odcinków prostych połączonych ze sobą, a wykonanych z kształtowników stalowych lub skał budujących górotwór.

Projektowanie konstrukcji prętowych obudów stalowych dla potrzeb budownictwa górniczego powinno uwzględniać:

- obliczenia wytrzymałościowe określające nośność konstrukcji obudowy ze względu na przekroczenie w najbardziej wyężonych przekrojach naprężeń dopuszczalnych lub granicznych,
- obliczenia stateczności uwzględniające utratę postaci konstrukcji przed osiągnięciem jej nośności,
- obliczenia ze względu na dopuszczalne przemieszczenia użytkowe dla konstrukcji, które będą gwarantować jej prawidłową pracę.

Przypadek trzeci obliczeń ma szczególne znaczenie zwłaszcza, przy projektowaniu obiektów powiązanych z betonem, gdy ich odkształcenia ze względu na możliwość zarysowania nie są zalecane.

W projektowaniu konstrukcji należy uwzględnić zarówno ostateczną postać konstrukcji oraz postać czasową obiektu związaną z jego realizacją w czasie budowy.

Metoda elementów skończonych rozpatruje konstrukcje po podziale jej na elementy podstawowe. Proces podziału konstrukcji na elementy nazywa się idealizacją geometrii układu i połączony jest również z idealizacją charakterystyk materiałowych konstrukcji, warunków podparcia i obciążenia.

Analiza poszczególnych elementów końcowych pozwala ustalić zachodzące związki między siłami oddziaływanymi w węzłach i przemieszczeniami tych węzłów

Związek ten można zapisać w postaci równania wektorowego:

Związek ten można zapisać w postaci równania wektorowego:

$$S = K \cdot v \quad (7.3.4)$$

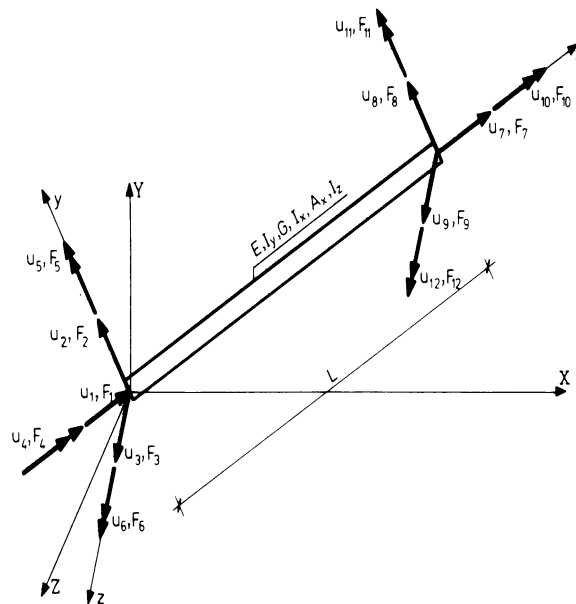
gdzie:

S - wektor sił w węzłach,

K - macierz sztywności elementu,

v - wektor przemieszczeń węzłów .

Dla pręta przestrzennego założonego w układzie x,y,z , powyższy związek może być przedstawiony w postaci równania macierzowego. Układ sił i przemieszczeń działających na poszczególne pręty przedstawiono na rys. 7.3.2.



Rys. 7.3.2. Układ sił i przemieszczeń działających na pręt w przestrzeni.

W analizie konstrukcji dokonuje się połączenia poszczególnych elementów w jedną całość wykorzystując warunki zgodności przemieszczeń i sił wewnętrznych działających w konstrukcji przy danym obciążeniu lub wpływie zewnętrznym.

Macierz sztywności dla pojedynczego pręta można zapisać wzorem:

$$K^e = \begin{bmatrix} \frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & -\frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_z}{L^2} \\ 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & 0 & 0 & -\frac{12EI_y}{L^3} & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GI_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{GI_x}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{2EI_y}{L} & 0 \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & -\frac{2EI_z}{L} \\ -\frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} \\ 0 & 0 & -\frac{12EI_y}{L^3} & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{GI_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GI_x}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{2EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} & 0 \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{2EI_z}{L} & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} \end{bmatrix} \quad (7.3.5)$$

Prowadząc obliczenia MES przy dyskretyzowaniu konstrukcji przyjmuje się następujące założenia :

1. Ustrój pracuje w fazie sprężystej, a górotwór traktuje się jak ośrodek sprężysty Winklera,
2. Odpór sprężysty ma kierunek normalny do obudowy,
3. Pomija się siły tarcia pomiędzy obudową, a górotworem,
4. Wahacze przenoszą jedynie siły ściskające, w prętach wahaczy nie występują momenty zginające.

Program komputerowy sam generuje numery elementów tj. węzłów i prętów , a dane są podawane graficznie. Konstrukcję obudowy przy jej symetrii można zastąpić schematem statycznym jednej z części symetrycznych.

Konstrukcję obudowy obciąża się zasadniczo obciążeniem jednostkowym lub z góry obliczonymi wartościami w kierunkach:

- składową obciążenia w kierunku X,
- składową obciążenia w kierunku Y,
- składową obciążenia w kierunku Z.

Znaki składowych sił powinny wskazywać ich kierunek (dodatni - jeśli jest zgodny z kierunkiem odpowiedniej osi, ujemny - jeśli kierunek jest przeciwny).

Sprężyste odpory w schemacie statycznym dyskretyzowanej konstrukcji modelują powiązanie obudowy z górotworem. Model powiązania obudowy z górotworem najczęściej realizuje się za pomocą prostych prętów z jednej strony zamocowanych przegubowo do węzła konstrukcji obudowy, z drugiej utwierdzonych przegubowo w masywie górotworu. Punkt zamocowania wahacza na obudowie doznaje przemieszczeń węzła konstrukcji, punkt zamocowany w górotworze pozbawiony jest możliwości przemieszczania się.

Sprężyste odpory modelujące oddziaływanie górotworu występują jedynie na tych odcinkach obudowy powiązanej z górotworem, na których pod wpływem obciążenia czynnego przyłożonego w węzłach przemieszcza się ona w stronę górotworu.

Fakt ten wynika ze sposobu fizycznego powiązania obudowy z górotworem za pomocą wykładki za obudową. Za pomocą kolejnych obliczeń można z dużą dokładnością wyznaczyć zasięg strefy przemieszczania analizowanej konstrukcji w kierunku górotworu (zasięg strefy działania biernego odporu).

Pod pojęciem warunki brzegowe rozumie się w metodzie elementów skończonych, przy obliczaniu ustrojów prętowych założenie zerowych wartości niektórych węzłów schematu statycznego.

Z uwagi na zasadę ciągłości konstrukcji i sił wewnętrznych warunki brzegowe dla miejsc "przecięcia" w płaskim schemacie statycznym są następujące:

1. Zerowa wartość przemieszczenia węzła w kierunku poziomym,
2. Zerowa wartość kąta obrotu w węźle.

Obliczenia numeryczne przeprowadzono dla schematu statycznego obudowy, który odpowiada konstrukcji projektowanej obudowy skrzyżowania. Odrzwia obudowy stalowej wykonywane z kształtownika V25 (w miejscu zakładek 2×V25) zamodelowano w osi symetrii kształtownika.

Oddziaływanie wykładki na obudowę modelowano dla modułu ściśliwości $E_w = 7 \text{ MPa}$ (dobra wykładka kamienna z okładzinami z siatek stalowych) odpowiadająca powszechnie stosowanej technologii wykonywania obudowy w wyrobiskach górniczych.

Obciążenie górotworu rozpatrywano dla schematu - działanie obciążenia ciągłego równomiernego, pionowego na całej szerokości obudowy.

Obliczenia wielkości przemieszczeń, sił wewnętrznych, i naprężeń prowadzono dla obciążenia o wartościach, które określono dla poszczególnych stref połączenia zgodnie z „Zasadami doboru i projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych i ich połączeń w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny” [1].

Wymiarowanie obudowy górniczej sprawdza się z reguły metodą stanów granicznych stosując model ciała sztywno – plastycznego ze wzmocnieniem. Uproszczoną zależność na naprężenia w stanie granicznym dla ciała sprężysto – plastycznego ze wzmocnieniem przedstawia wzór :

$$\sigma_{\max} = R_a \cdot (m + n) \quad (7.3.6)$$

gdzie:

- R_a - wytrzymałość obliczeniowa materiału obudowy,
- m - współczynnik kształtu przekroju poprzecznego profilu,
- n - współczynnik materiałowy wyliczony ze wzoru:

$$n = \frac{R_m - R_e}{R_e} \quad (7.3.7)$$

R_e - granica plastyczności materiału,

R_m - granica wytrzymałości materiału.

Uwzględniając rodzaj stali, z których są wykonana jest projektowana obudowa skrzyżowania, wytrzymałość obliczeniowa stali określana jest ze wzoru:

$$R_a = \frac{R_e}{\gamma_s} \quad (7.3.8)$$

gdzie:

$$\gamma_a = 1.15$$

Przy działaniu na obudowę obliczonych wartości obciążenia q_{st} , q_{oc} oblicza się stopień wyczerpania nośności przekroju przez przyrównanie do siebie wartości obliczonych naprężeń maksymalnych σ_n z naprężeniami granicznymi dla kształtownika σ_{max} przy założeniu, że konstrukcja pracuje jako sprężysta (sztywna na połączeniach łuków). Zależność ta wyrażona jest wzorem:

$$k = \frac{\sigma_n}{\sigma_{max}} \quad (7.3.9)$$

Konstrukcja spełnia warunek nośności, jeśli stopień wyczerpania nośności przekroju przyjmuje wartości mniejsze od 1.

7.3.2. Założenia przyjęte do obliczeń

7.3.2.1. Obudowa monolityczna żelbetowa

Monolityczną obudowę żelbetową projektuje się na odcinku 18,7 m, od powierzchni do głębokości 5,4 m. Spąg wyrobiska na odcinku 16 m będzie nachylony pod kątem 19,9° natomiast na odcinku 2,7 m będzie usytuowany poziomo. Projektowany odcinek wyrobiska o kształcie łukowym będzie zapadał z kierunku zachodniego w kierunku północnym.

Obudowa projektowanego odcinka wyrobiska będzie wykonana z betonu klasy C25/30 o stopniu wodoszczelności nie mniejszym niż W6, zbrojonego stalą klasy A-II, gatunek 18G2-b lub równoważnej. Do obliczeń przyjęto klasę ekspozycji na działanie środowiska jako XC2. Projektowany odcinek, zakończony portalem wlotowym o kształcie łukowym, będzie wykonany metodą odkrywkową. Obudowa projektowanego odcinka wyrobiska będzie składała się z płyty spągowej oraz prostych murów ociosowych (0,0 ÷ 10,0 m), na wybiegu 10,0 ÷ 18,7 m zamkniętych od góry płytą stropową.

Szerokość wyrobiska w świetle obudowy będzie wynosiła 3,5 m. Portal wlotowy o wysokości całkowitej 3,4 m i wysokości murów prostych 1,86 m będzie zamknięty sklepieniem łukowym o promieniu 1,76 m. Grubość elementów obudowy nie powinna być mniejsza niż 30 cm. Poszczególne elementy obudowy odcinka wyrobiska wzmocniono żebrami oraz ramami usztywniającymi usytuowanymi po stronie zewnętrznej obudowy o wymiarach przekroju poprzecznego 400 x 400 mm i długości odpowiadającej rozmiarom elementów obudowy na wybiegu wyrobiska. Na poziomym odcinku spągu wyrobiska

zostanie wykonany ściek ujmujący wodę dopływającą do wyrobiska i odprowadzający ją do systemu kanalizacyjnego.

Ponieważ kształt i sposób posadowienia odcinka wyrobiska odpowiadają parametrom ścian oporowych, do obliczeń przyjęto sposób obliczania obciążenia obudowy zgodny z PN-B-03010:1983 (pkt. 7.2.2.1). Z uwagi na brak szczegółowych parametrów geotechnicznych gruntu w otoczeniu projektowanego odcinka wyrobiska do obliczeń przyjęto materiał ekwiwalentny w postaci gliny piaszczystej w stanie półzwartym (pkt 7.2.3.1). Z uwagi na możliwy sposób zagospodarowania powierzchni terenu w rejonie projektowanego odcinka wyrobiska w obliczeniach uwzględniono również dodatkowe obciążenie naziomu, jako powierzchni ruchu i parkowania pojazdów.

7.3.2.2 Obudowa stalowa obetonowana

W obliczeniach przyjęto że obudowa o rozmiarze ŁPP-6/V25/A/I została wykonana ze stali o podwyższonej odporności na korozję o symbolu S480W charakteryzującej się następującymi parametrami:

Granica plastyczności $R_e = 480\text{MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie $R_m = 650\text{MPa}$

Wydłużenie $A_s = 17\% \text{ min}$

Łuki obudowy połączone są strzemionami dwujarzmowmi, a moment dokręcenia nakrętek strzemion nie powinien dopuścić do przemieszczenia się łuków w miejscu ich złożenia. Minimalna grubość warstwy betonu mierzona na łuku obudowy stalowej nie powinna być mniejsza niż 0,15 m.

Maksymalna grubość warstwy betonu mierzona między odrzwiami obudowy wynosi ok. 0,30 m. Beton spełnia warunki odpowiednie dla klasy C30/37 o stopniu wodoszczelności nie mniejszym niż W6.

Okładziny wykonane ze stali profilowanej o grubości 4 mm i długości $L = 1,2 \text{ m}$ są wbijane na styk wzdłuż ociosów i w stropie wyrobiska.

Dla zapewnienia stabilizacji poprzecznej odrzwi oraz zachowania ich prawidłowego rozstawu zastosowano rozpory wieloelementowe dwustronnego działania w ilości 9 szt na odrzwia.

Łuki ociosowe są posadowione na stopach podporowych wykonanych z betonu.

Spąg wyrobiska zamknięty jest płytą żelbetową połączoną konstrukcyjnie ze ścianami ociosowymi.

7.3.2.3 Obudowa stalowa odrzwiowa

W obliczeniach przyjęto że obudowa o rozmiarze ŁP-5/V25/A i ŁP-5/V25/A/I została wykonana ze stali o podwyższonej odporności na korozję o symbolu S480W charakteryzującej się następującymi parametrami:

Granica plastyczności $R_e = 480\text{MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie $R_m = 650\text{MPa}$

Wydłużenie $A_s = 17\% \text{ min}$

Łuki obudowy połączone są strzemionami dwujarzmowmi, a moment dokręcenia nakrętek strzemion nie powinien dopuścić do przemieszczenia się łuków w miejscu złożenia.

W stropie obudowy zabudowane są okładziny o długości $L = 1,2\text{m}$ żelbetowe ułożone na płask (PN-G-06021:1997) Okładziny należy zabudować na styk. Ociosy zabezpieczone są siatką okładzinową łańcuchowo węzłową typu ciężkiego.

Dla zapewnienia stabilizacji poprzecznej odrzwi oraz zachowania ich prawidłowego rozstawu zastosowano rozpory wieloelementowe dwustronnego działania w ilości 7 szt. dla ŁP5/V25/A i 9 szt. dla ŁP5/V25/A/I na odrzwia.

Łuki ociosowe posadowione są na stalowych stopach podporowych typu lekkiego (PN-G-15000-06:1988).

7.3.2.4 Obudowa połączenia wyrobisk korytarzowych

Obliczenia wskaźnika nośności obudowy połączenia analizowanych wyrobisk przeprowadzono przyjmując następujące założenia:

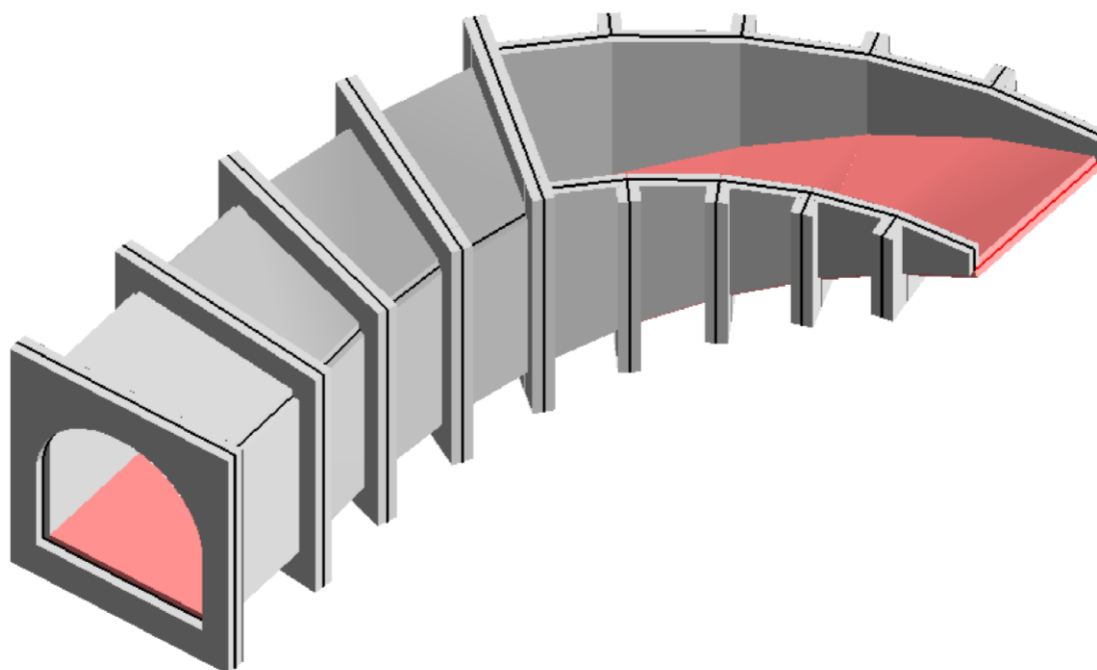
- model obudowy jest konstrukcją przestrzenną, zbudowaną z elementów stalowej obudowy odrzwiowej podatnej,
- model obudowy posiada gabaryty odrzwi wg dokumentacji projektowej,
- odrzwia obudowy podzielono na elementy prętowe o długości około 0,3 m,
- przekrój poprzeczny elementów odrzwi posiada gabaryty kształtownika V25,
- rozpory wykonane są z rury stalowej,
- podstawowe elementy nośne obudowy wykonane są ze stali S480W lub równoważnej o granicy plastyczności $R_e = 480\text{MPa}$,
- w złączach odrzwi zastosowano strzemiona SDO lub SDW,
- stropnice odrzwi obudowy obciążone są, zmiennym w poszczególnych strefach obciążeniem czynnym przyłożonym na całej długości stropnicy,

- łuki ociosowe odrzwi obciążone są obciążeniem biernym odpowiadającym parametrom dobrej, ręcznej wykładki kamiennej (moduł ścisłości 7 MPa),
- łuki ociosowe posadowione są na stopach podporowych uniemożliwiających przemieszczenie pionowe punktów posadowienia obudowy,
- obliczenia sił wewnętrznych w odrzwiach obudowy wykonano dla stanu usztywnienia odrzwi.

7.3.3. Obliczenia i analiza wyników

7.3.3.1. Obudowa monolityczna żelbetowa

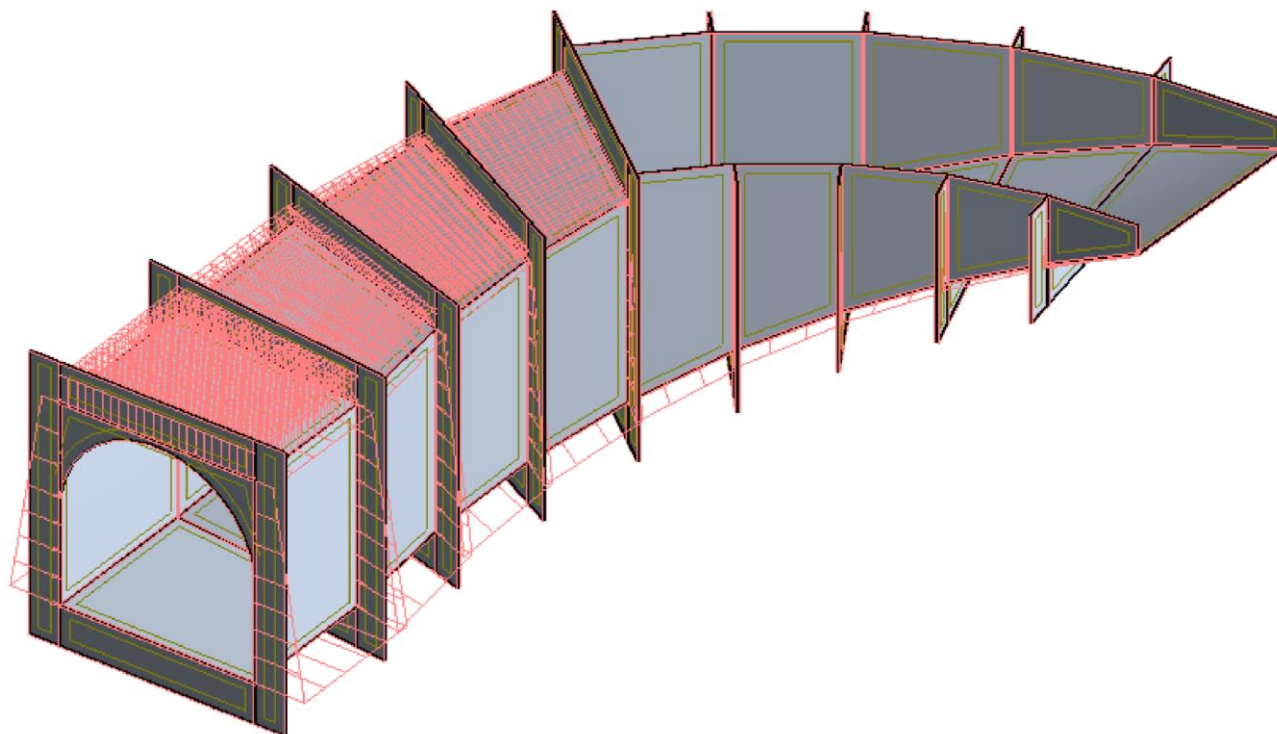
W oparciu o przyjęte założenia wykonano model przestrzenny konstrukcji obudowy (rys. 7.3.3) przyjmując zestawienie obciążeń zgodnie z PN-B-03010:1983 oraz PN-EN 1991-1-1:2004 (rys. 7.3.4) przy użyciu programu Robot Millennium v. 20.1.



Rys. 7.3.3. Numeryczne odwzorowanie odcinka obudowy analizowanego wyrobiska.

Program Robot Millennium jest zintegrowanym programem graficznym, opartym na metodzie elementów skończonych, służącym do modelowania, analizowania i wymiarowania różnych rodzajów konstrukcji. Pozwala na tworzenie i prowadzenie obliczeń konstrukcji, weryfikację otrzymanych wyników, wymiarowanie poszczególnych elementów konstrukcji oraz tworzenie dokumentacji dla policzonej i zwymiarowanej konstrukcji. System Robot składa się z kilku części (modułów), które są odpowiedzialne za pewien etap projektowania

konstrukcji (tworzenie modelu konstrukcji, obliczenia konstrukcji, wymiarowanie). Wszystkie moduły pracują w tym samym środowisku.

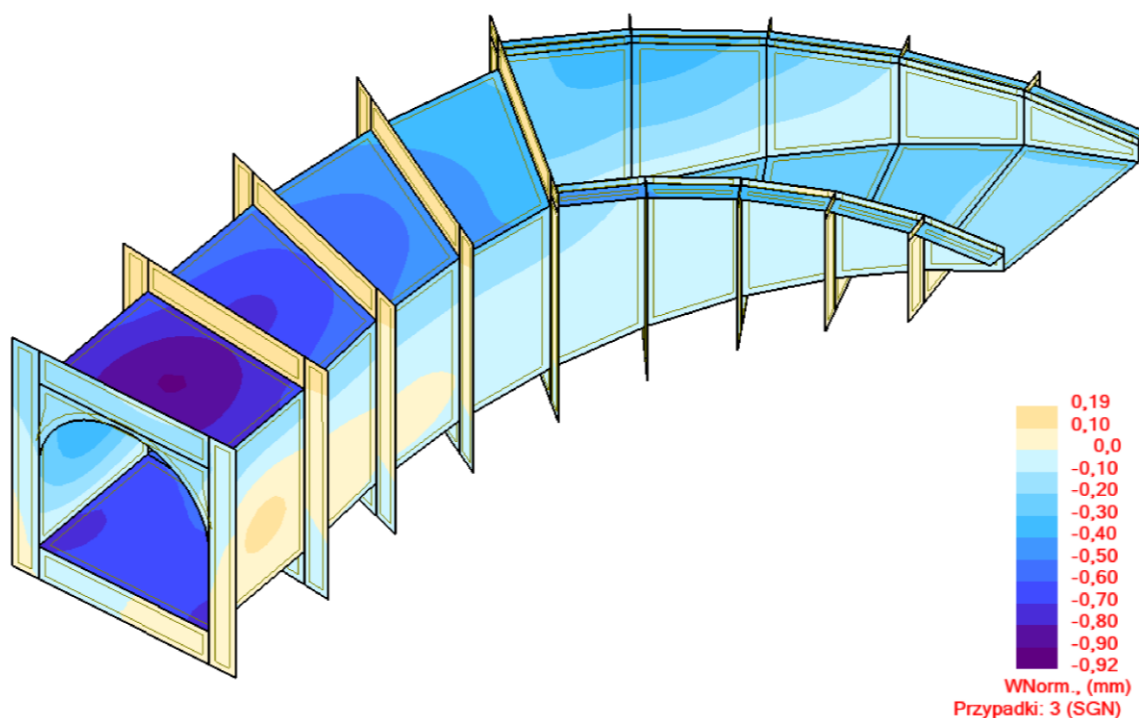


Rys. 7.3.4. Numeryczny model odcinka obudowy wyrobiska z przyjętym schematem obciążenia.

Z uwagi na kształt i sposób posadowienia odcinka wyrobiska dla przyjętych parametrów gruntu dokonano sprawdzenia:

- stanów granicznych nośności: dla $Q_f = 475,28$ kN/m, z warunku (7.2.9) $4,663 > 1,000$,
- stateczności na obrót: $M_{uf} = 325,67$ kN·m, z warunku (7.2.10) $1,712 > 1,000$.

Dla tak przyjętych parametrów modelu określono wielkości przemieszczeń poprzecznych i osiadań elementów obudowy (rys. 7.3.5).



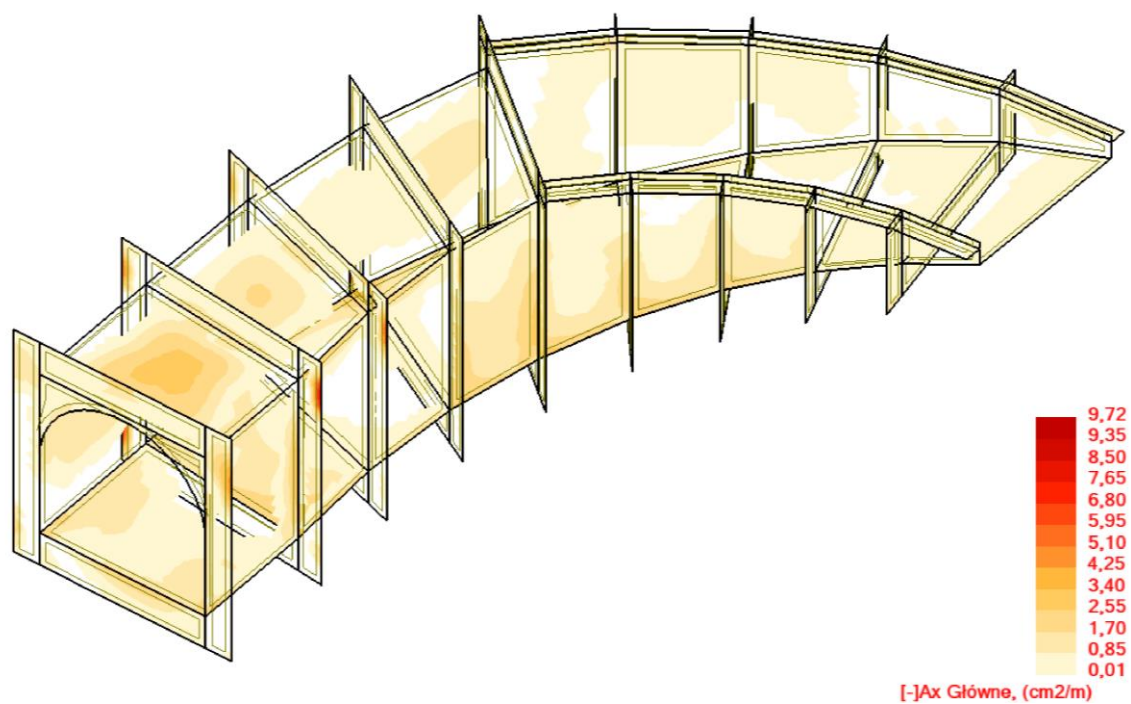
Rys. 7.3.5. Kształtowanie się wielkości przemieszczeń poprzecznych i osiadań elementów obudowy wyrobiska.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że projektowana konstrukcja żelbetowa spełnia kryteria stanów granicznych nośności oraz stateczności na obrót wg wymagań PN-B-03010:1983. Maksymalne wielkości przemieszczeń i osiadań, dla przyjętych parametrów obudowy wyrobiska oraz sposobu jej posadowienia, nie przekraczają 1 mm i nie osiągają wartości granicznych podanych w PN-B-03010:1983 (tab. 12).

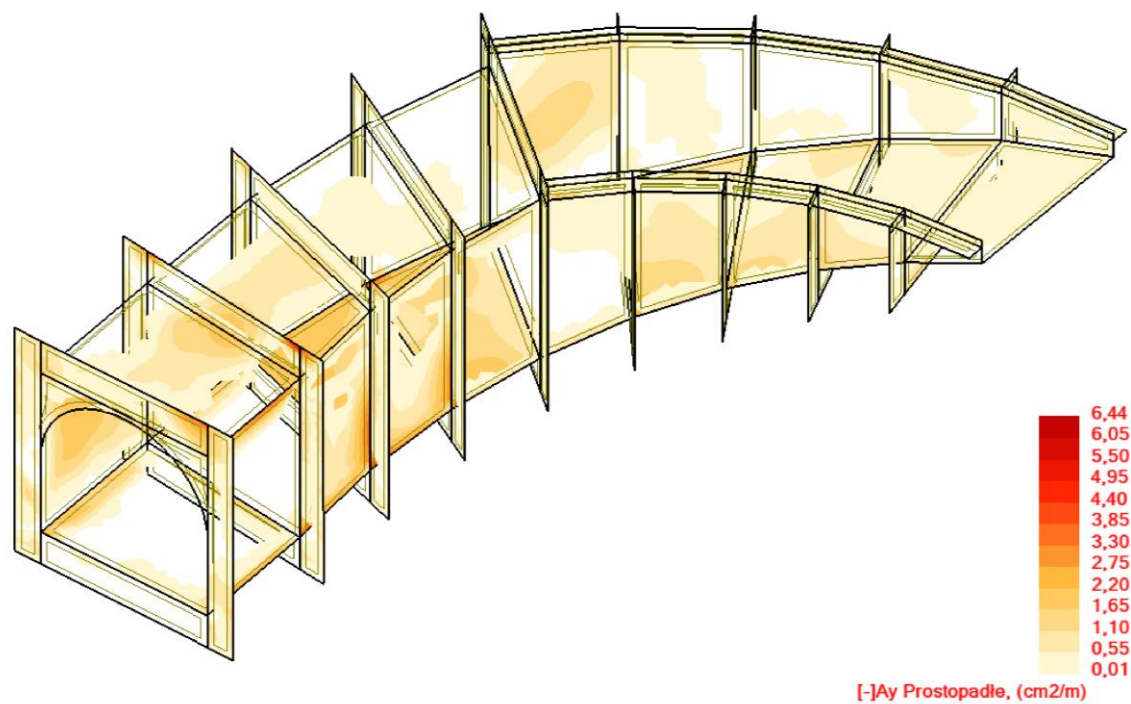
Następnie, dla poszczególnych elementów obudowy wyrobiska, określono wymaganą powierzchnię zbrojenia teoretycznego. Wyniki przeprowadzonych obliczeń przedstawiono na rysunkach 7.3.6 ÷ 7.3.9.

Przyjęto następujący schemat oznaczania zbrojenia:

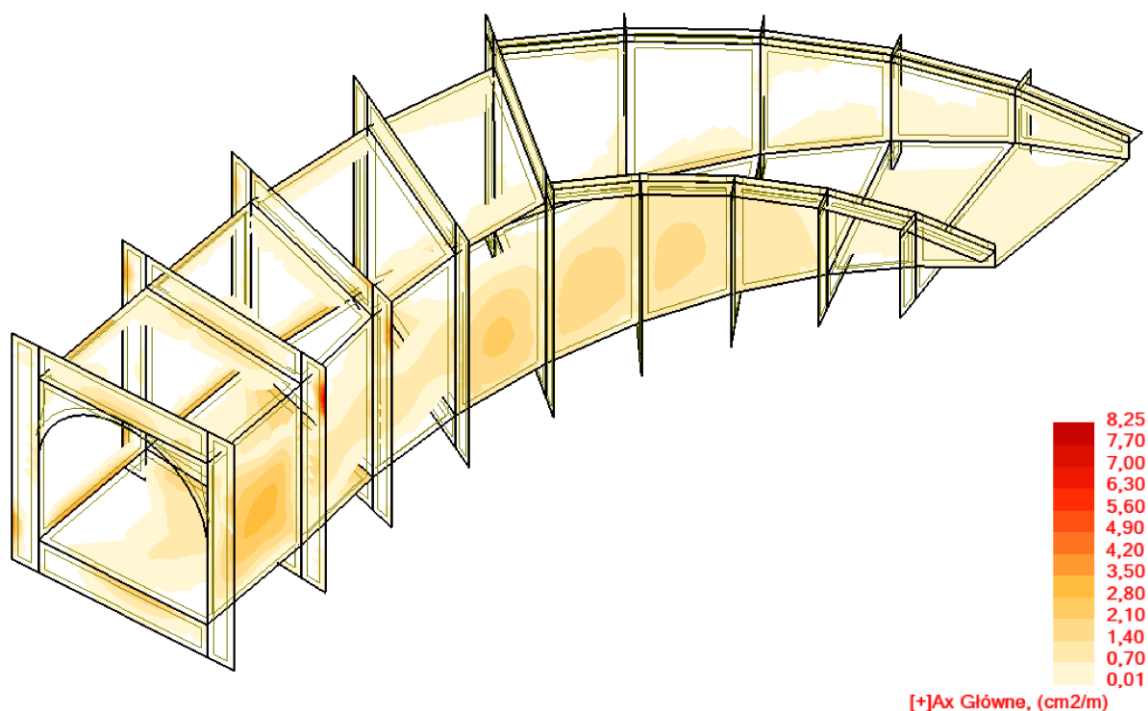
- [-] Ax: zbrojenie zewnętrzne (od strony gruntu) główne,
- [-] Ay: zbrojenie zewnętrzne (od strony gruntu) prostopadłe do głównego,
- [+] Ax: zbrojenie wewnętrzne (w świetle wyrobiska) główne,
- [+] Ay: zbrojenie wewnętrzne (w świetle wyrobiska) prostopadłe do głównego.



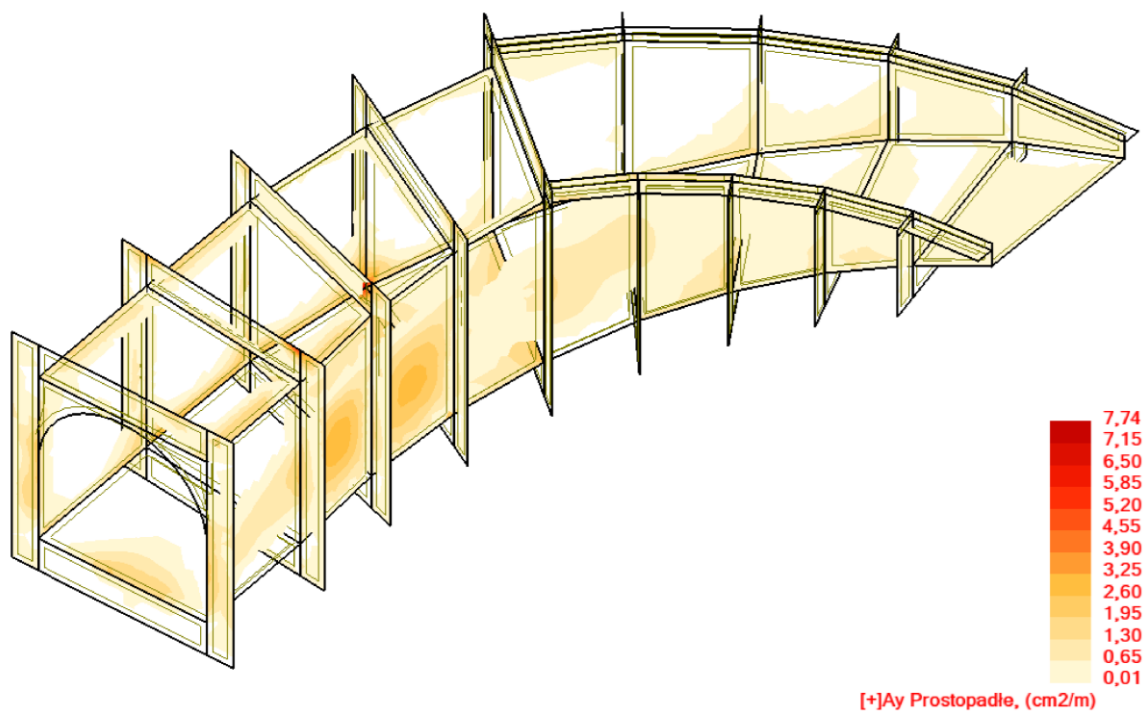
Rys. 7.3.6. Powierzchnia dolnego zbrojenia głównego.



Rys. 7.3.7. Powierzchnia dolnego zbrojenia prostopadłego do zbrojenia głównego.



Rys. 7.3.8. Powierzchnia górnego zbrojenia głównego.



Rys. 7.3.9. Powierzchnia górnego zbrojenia prostopadłego do zbrojenia głównego.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń określono maksymalny przekrój zbrojenia cm^2/m dla płyty spągowej i stropowej oraz ścian ociosowych:

- [-] Ax - zbrojenie zewnętrzne (od strony gruntu) główne: $6,43 \text{ cm}^2/\text{m}$,
- [-] Ay - zbrojenie zewnętrzne (od strony gruntu) prostopadłe do głównego: $4,67 \text{ cm}^2/\text{m}$,
- [+] Ax - zbrojenie wewnętrzne (w świetle wyrobiska) główne: $6,43 \text{ cm}^2/\text{m}$,

- [+]Ay - zbrojenie wewnętrzne (w świetle wyrobiska) prostopadłe do głównego: 3,58 cm²/m.

Podobnie określono maksymalny przekrój zbrojenia cm²/m dla żeber oraz ram:

- [-] Ax - zbrojenie główne: 9,72 cm²/m,
- [-]Ay - zbrojenie prostopadłe do głównego: 6,44 cm²/m,
- [+]Ax - zbrojenie główne: 8,25 cm²/m,
- [+]Ay - zbrojenie prostopadłe do głównego: 7,74 cm²/m.

W tabeli 7.3.1 przedstawiono przekrój zbrojenia cm²/m w zależności od rozstawu prętów, natomiast w tabeli 7.3.1 przekrój zbrojenia cm²/m w zależności od ilości prętów [60].

Tabela 7.3.1

Średnica pręta [mm]	Pole przekroju [cm ²]	Przekrój zbrojenia w cm ² /m w zależności od rozstawu prętów				
		10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
8	0,503	5,03	3,35	2,51	2,01	1,68
10	0,785	7,85	5,24	3,93	3,14	2,62
12	1,13	11,13	7,54	5,65	4,52	3,77
14	1,54	15,40	10,27	7,70	6,16	5,13
16	2,01	20,11	13,4	10,05	8,04	6,70
20	3,14	31,42	20,94	15,71	12,57	10,47
25	4,91	49,09	32,72	24,54	19,63	16,36
28	6,16	61,60	41,07	30,80	24,64	20,53
32	8,04	80,42	53,62	40,21	32,17	26,81
40	12,57	125,70	83,80	62,85	50,28	41,90

Tabela 7.3.2

Średnica pręta [mm]	Przekrój zbrojenia w cm ² w zależności od ilości prętów									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
28	6,16	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

Z uwagi na kształt, posadowienie, technologię wykonania oraz przewidywany sposób użytkowania konstrukcji obudowy wlotu zaleca się przyjęcie następującej średnicy i rozstawu prętów zbrojeniowych zarówno dla zbrojenia zewnętrznego jak i wewnętrznego:

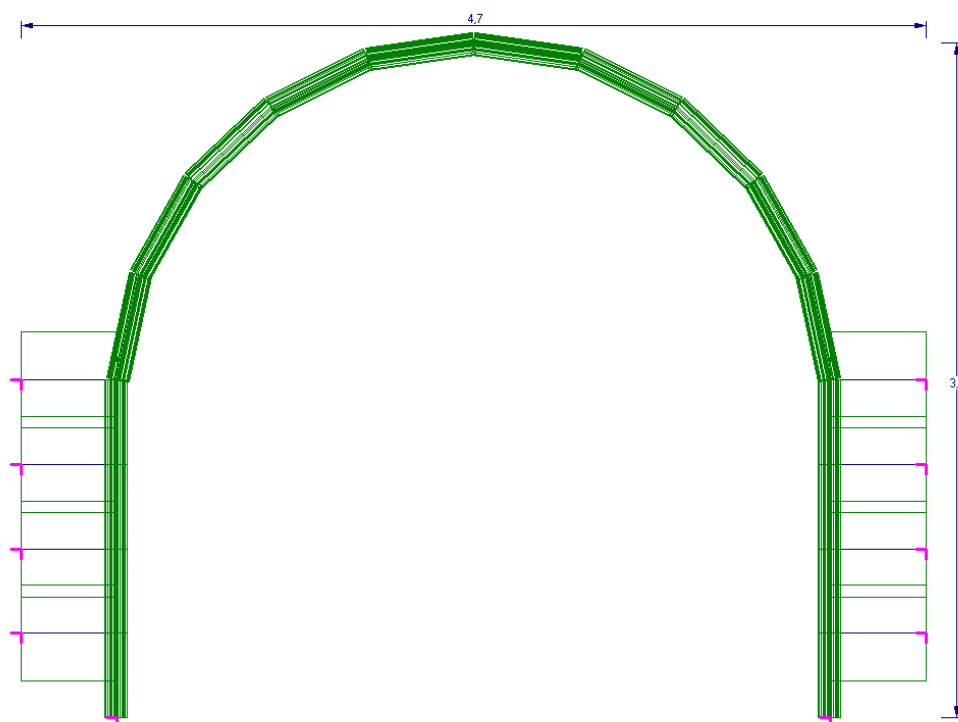
- dla płyt spągowych i stropowych oraz ścian ociosowych: pręty zbrojeniowe ze stali klasy A-II, gatunek 18G2-b lub równoważnej o średnicy $\varnothing=20$ mm i rozstawie co 25 cm,
- dla żeber oraz ram usztywniających: pręty zbrojeniowe ze stali klasy A-II, gatunek 18G2-b lub równoważnej o średnicy $\varnothing=25$ mm i rozstawie wg załączonych rysunków.

Szczegółowy schemat zbrojenia poszczególnych elementów konstrukcyjnych żelbetowej obudowy wlotu wyrobiska przedstawiono na rysunkach zestawionych w formie załączników.

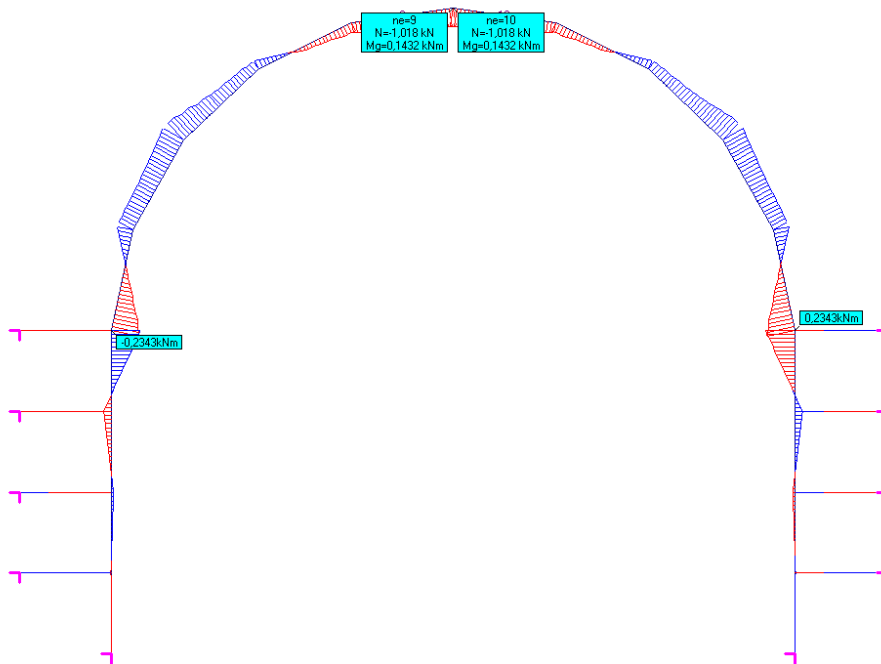
7.3.3.2. Obudowa stalowa obetonowana

Obliczenia sił wewnętrznych i momentów gnących w odrzwiach obudowy obliczono metodą elementów skończonych za pomocą programu Rama 3D autorstwa K. Grajka.

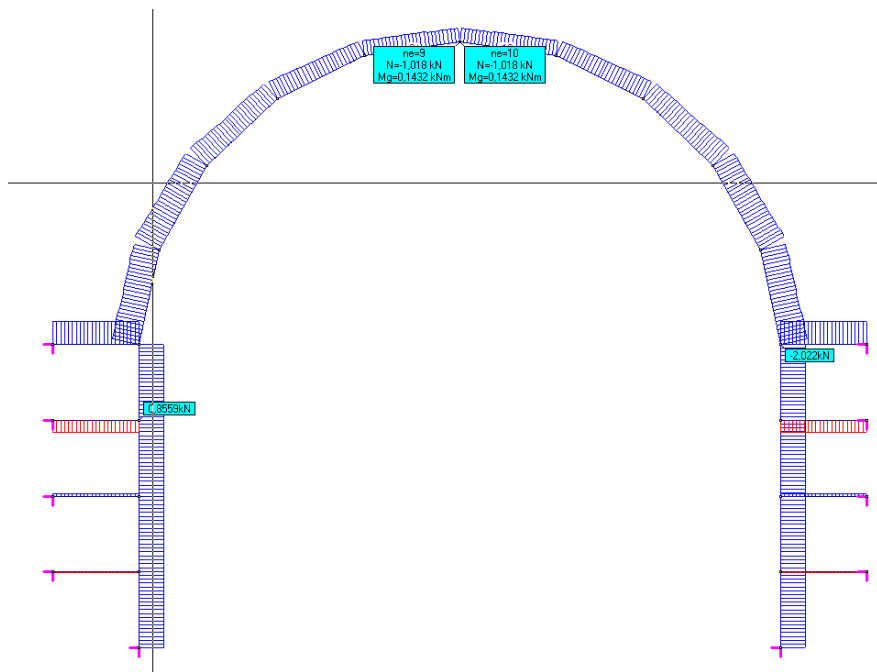
W obliczeniach przyjęto dwa rodzaje obciążeń jedno o wartości 1kPa niezbędne do sprawdzenia kryterium nośności obudowy i kryterium stateczności obudowy, drugą serię obliczeń wykonano dla obciążeń wynikłych z obliczeń dokonanych w rozdziale 7.3.1.2 opracowania.



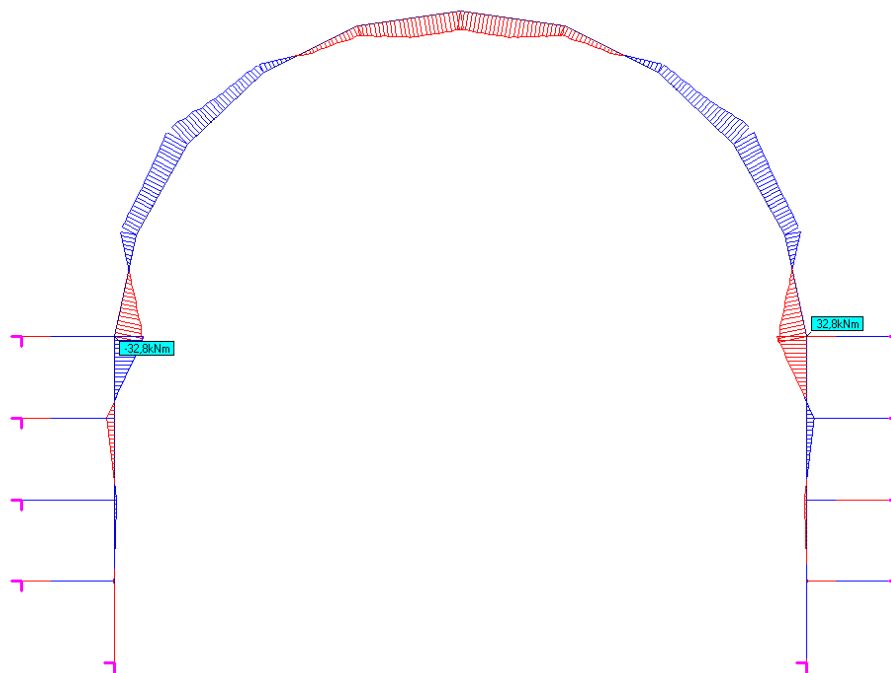
Rys. 7.3.10. Model obudowy LPP6/1/V25 przyjęty do obliczeń sił wewnętrznych i momentu gnącego przy obciążeniu od strony stropu 1kPa.



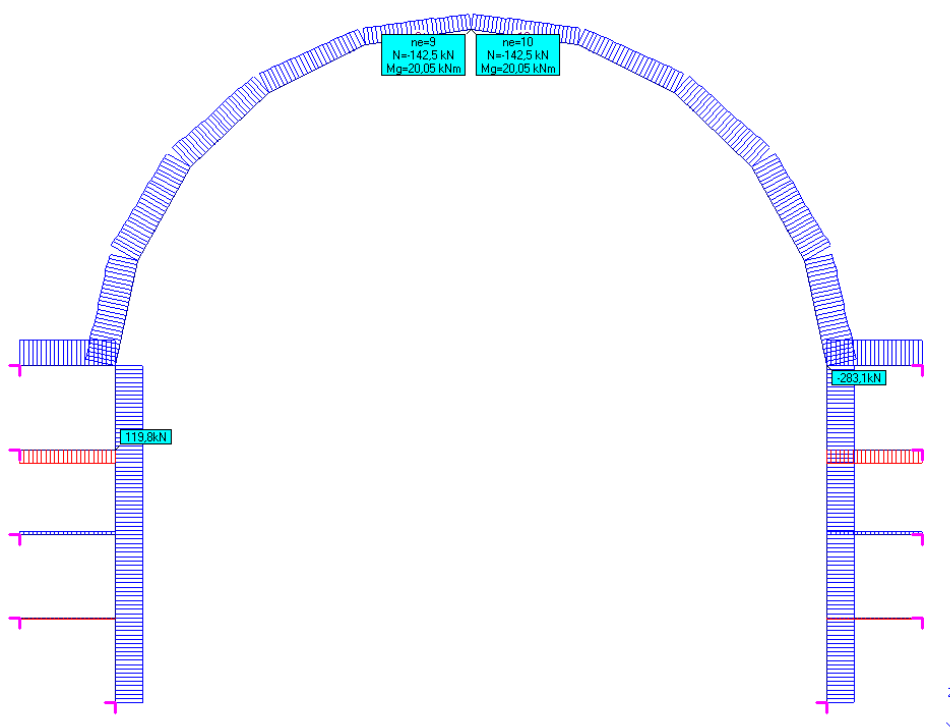
Rys. 7.3.11. Wykres momentów gnących w obudowie przy obciążeniu od strony stropu 1 kPa



Rys. 7.3.12. Wykres sił osiowych w obudowie przy obciążeniu od strony stropu 1 kPa



Rys. 7.3.13. Wykres momentów gnących w obudowie przy obciążeniu równym obciążeniu od strony górotworu



Rys. 7.3.14. Wykres sił podłużnych w obudowie przy obciążeniu równym obciążeniu od strony górotworu

Dla obciążenia równego 1kPa

$$M_g = 0,14 \text{ kNm}$$

$$N_o = 1,02 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{red}} = 2,02 \text{ MPa}$$

Dla obciążenia równego obciążeniu od strony górotworu

$$M_g = 20,05 \text{ kNm}$$

$$N_o = 142,5 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{red}} = 327 \text{ MPa}$$

W oparciu o uzyskane wyniki obliczeń numerycznych obliczono minimalną odległość między odrzwiami obudowy stalowej zabudowanej w wyrobisku dla etapu przed jej obetonowaniem. W obliczaniu odległości d między odrzwiami wykorzystano kryterium nośności kształtownika określone wzorem:

$$d = \min \left[\frac{R_a \cdot (m + n_1)}{\left(\frac{M_{\text{max}}}{W_x} + \frac{N_{\text{odp}}}{\varphi \cdot A} \right) \cdot m_1} \right] = \frac{380 \cdot (0,354 + 1,4)}{\left(\frac{0,02005}{80 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,1425}{31,8 \cdot 10^{-4}} \right) \cdot 1} = 2,2 \text{ m}$$

Ze względów technologicznych i technicznych proponuje się odrzwia obudowy stalowej obetonowanej na przedmiotowym odcinku wyrobiska budować rozstawie:

$$\mathbf{d = 0,5m}$$

Obliczenia nośności obudowy stalowej obetonowanej dokonano w oparciu o wzór 7.3.1 zamieszczony w rozdziale 7.3.1.2.

$$\frac{666,5}{0,5} \left[\frac{0,00014}{80 \cdot 10^6} + \frac{0,001}{1 \cdot 31,8 \cdot 10^{-4}} \right] \cdot 1 + \frac{0,15 \cdot 1,32}{0,5 \cdot 1,85} \geq 1,5 \cdot 0,14$$

Dla przyjętych do obliczeń danych warunków nośności został spełniony

$$2751,3 > 0,21$$

Natomiast obliczenia stateczności obudowy stalowej odrzwiowej wzmocnionej warstwą betonu dokonano w oparciu o wzór 7.3.2 zamieszczony w rozdziale 7.3.1.2.

$$7 \cdot 60 + 6 \cdot 20 + 10,1 \cdot 0,15 \cdot 1,32 \geq 1,2 \cdot 4,1 \frac{666,5}{0,5 \cdot \left[\frac{1 \cdot 0,00014}{80 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,142}{1 \cdot 31,8 \cdot 10^{-4}} \right]}$$

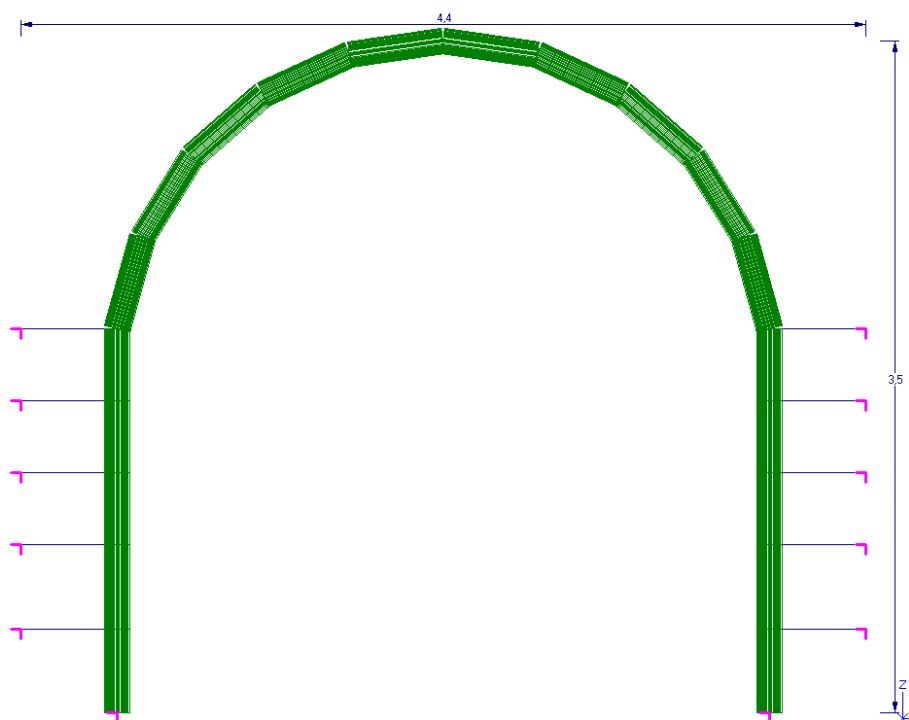
$$542 > 28,7$$

Dla przyjętych do obliczeń danych warunek stateczności został spełniony.

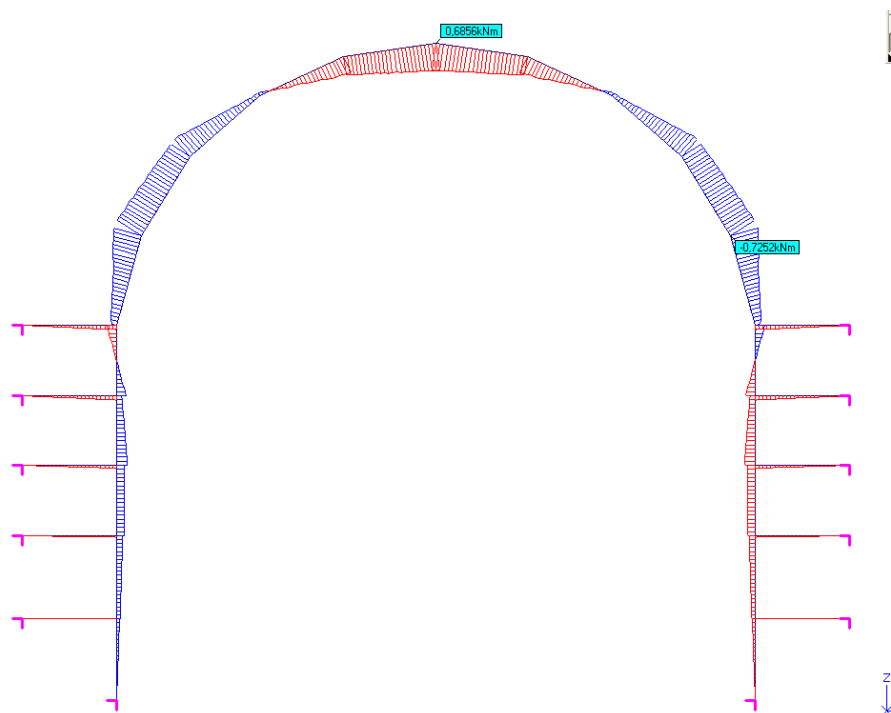
7.3.3.3. Obudowa stalowa odrzwiowa

Obliczenia sił wewnętrznych i momentów gnących w odrzwiach obudowy obliczono metodą elementów skończonych za pomocą programu Rama 3D autorstwa K. Grajka.

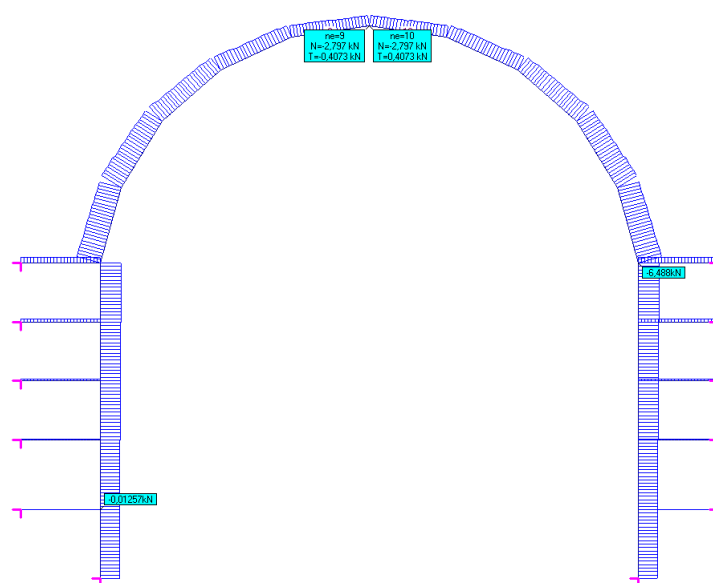
W obliczeniach przyjęto dwa rodzaje obciążeń jedno o wartości 1kPa niezbędne do sprawdzenia kryterium nośności obudowy, drugą serię obliczeń wykonano dla obciążeń wynikłych z obliczeń dokonanych w rozdziale 7.3.1.3 opracowania.



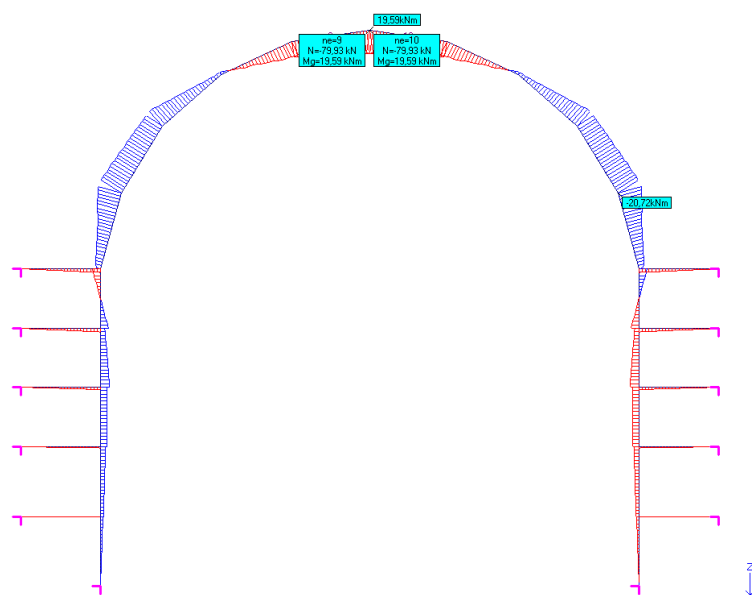
Rys. 7.3.15. Model obudowy LP5/V25 przyjęty do obliczeń sił wewnętrznych i momentu gnącego przy obciążeniu od strony stropu 1kPa



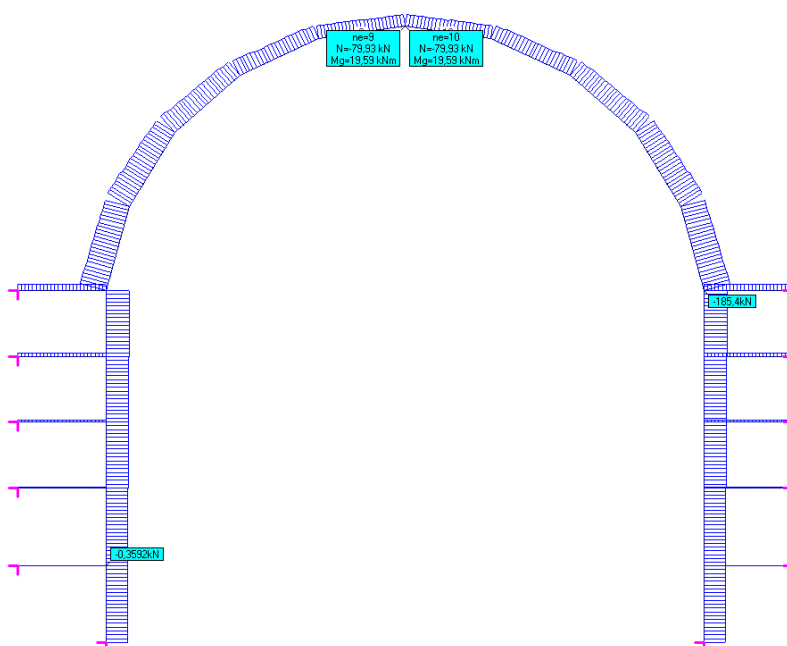
Rys. 7.3.16. Wykres momentów gnących w obudowie poddanej obciążeniu 1kPa



Rys. 7.3.17. Wykres sił podłużnych w obudowie poddanej obciążeniu 1kPa



Rys. 7.3.18. Wykres momentów gnących w obudowie poddanej obciążeniu równemu obciążeniu od strony górotworu



Rys. 7.3.19. Wykres sił podłużnych w obudowie poddanej obciążeniu równemu obciążeniu od strony górotworu

Zestawienie wyników obliczeń statycznych obudowy ŁP5/V25

Dla obciążenia równego 1kPa:

$$M_g = 0,68 \text{ kNm}$$

$$N_o = 2,79 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{red}} = 7,53 \text{ MPa}$$

Dla obciążenia równego obciążeniu od strony górotworu:

$$M_g = 19,59 \text{ kNm}$$

$$N_o = 79,93 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{red}} = 215 \text{ MPa}$$

W oparciu o uzyskane wyniki obliczeń numerycznych obliczono minimalną odległość między odrzwiami obudowy stalowej zabudowanej w wyrobisku:

$$d = \min \left[\frac{R_a \cdot (m + n_1)}{\left(\frac{M_{\text{max}}}{W_x} + \frac{N_{\text{odp}}}{\varphi \cdot A} \right) \cdot m_1} \right] = \frac{380 \cdot (0,354 + 1,4)}{\left(\frac{0,019}{80 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,079}{31,8 \cdot 10^{-4}} \right) \cdot 1} = 2,5m$$

Obliczona odległość między odrzwiami $d = 2,5m$. Ze względów technologicznych i ruchowych wyrobisku na przedmiotowym jego odcinku zaleca się budować odrzwia w rozstawie $d = 1,0m$

$$\mathbf{d = 1,0m}$$

W przypadku obudowy stalowej odrzwiowej kryterium nośności obudowy oblicza się ze wzoru:

$$\frac{666,5}{1} \left[\frac{0,0006}{80 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,00279}{1 \cdot 31,8 \cdot 10^{-4}} \right] \cdot 1m \geq 1,5 \cdot 0,1$$

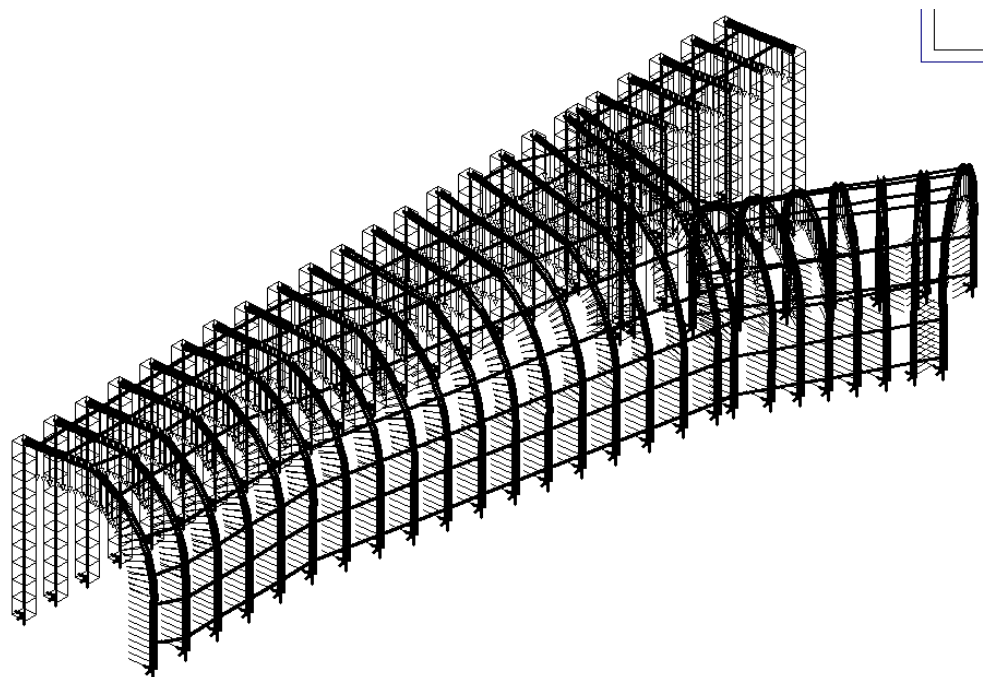
$$40 > 0,15$$

Warunek nośności obudowy został spełniony

Ponieważ obudowa ma pracować w stanie usztywnionym zakłada się, że zsuwy elementów nie wystąpią, nie analizowano kryterium nośności złącz.

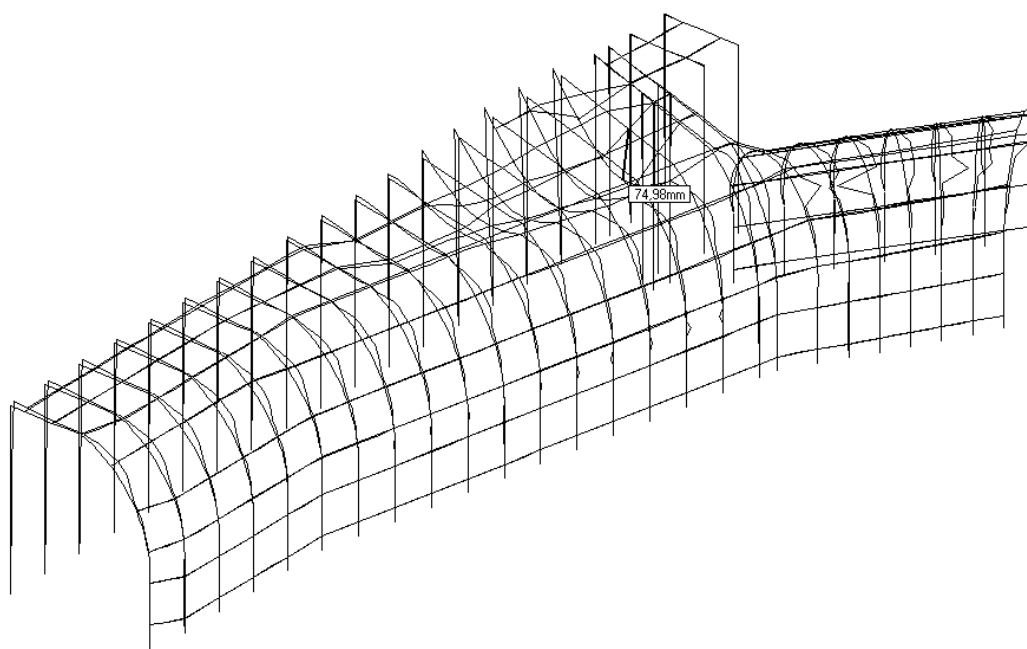
7.3.3.4. Obudowa połączenia wyrobisk

Wykorzystując przyjęte założenia zbudowano model numeryczny odrzwi obudowy połączenia projektowanego wyrobiska z południowym kanałem Sztolni, który przedstawiono na rys. 7.3.20.

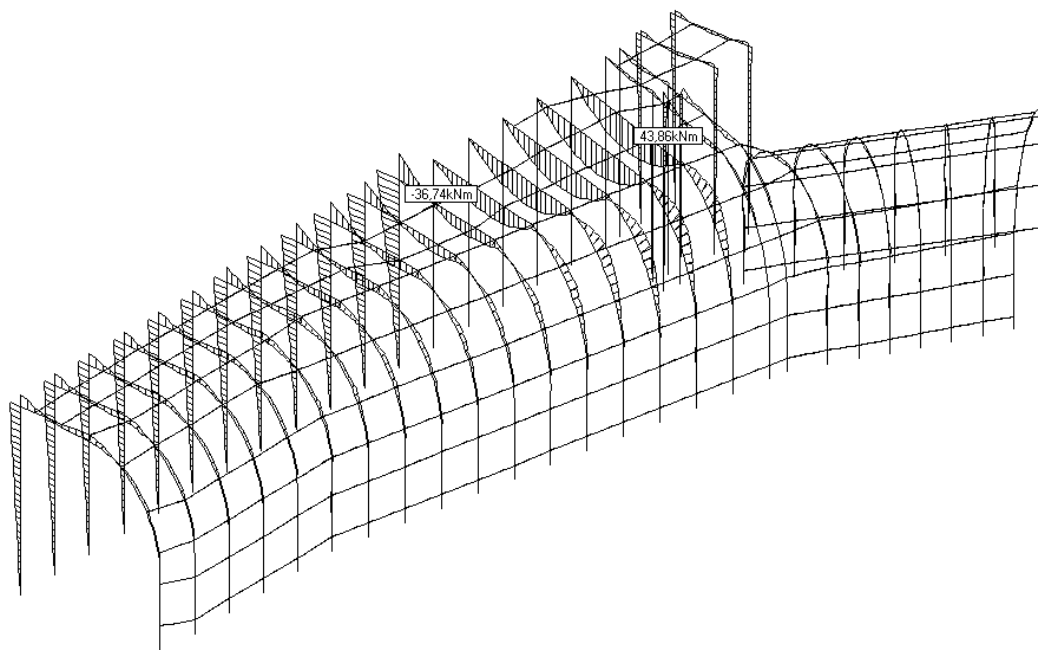


Rys. 7.3.20. Schemat modelu obliczeniowego nośności obudowy połączenia wyrobisk korytarzowych

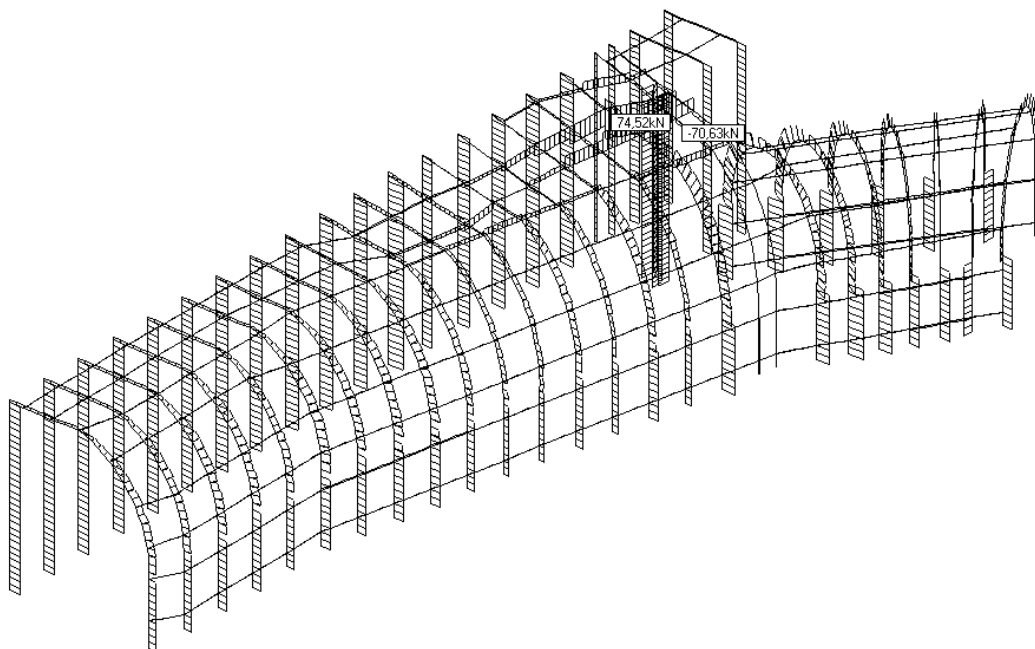
Rozwiązanie modelu pozwoliło na określenie wielkości i rozkładu sił wewnętrznych w odrzwiach obudowy, które wykorzystano do obliczenia wielkości naprężeń i stopnia wyczerpania nośności przekroju obudowy w stanie usztywnienia. Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiono na rys. 7.3.21 ÷ 7.3.25 w postaci rozkładów przemieszczeń, sił wewnętrznych i naprężeń w poszczególnych elementach nośnych analizowanej konstrukcji obudowy.



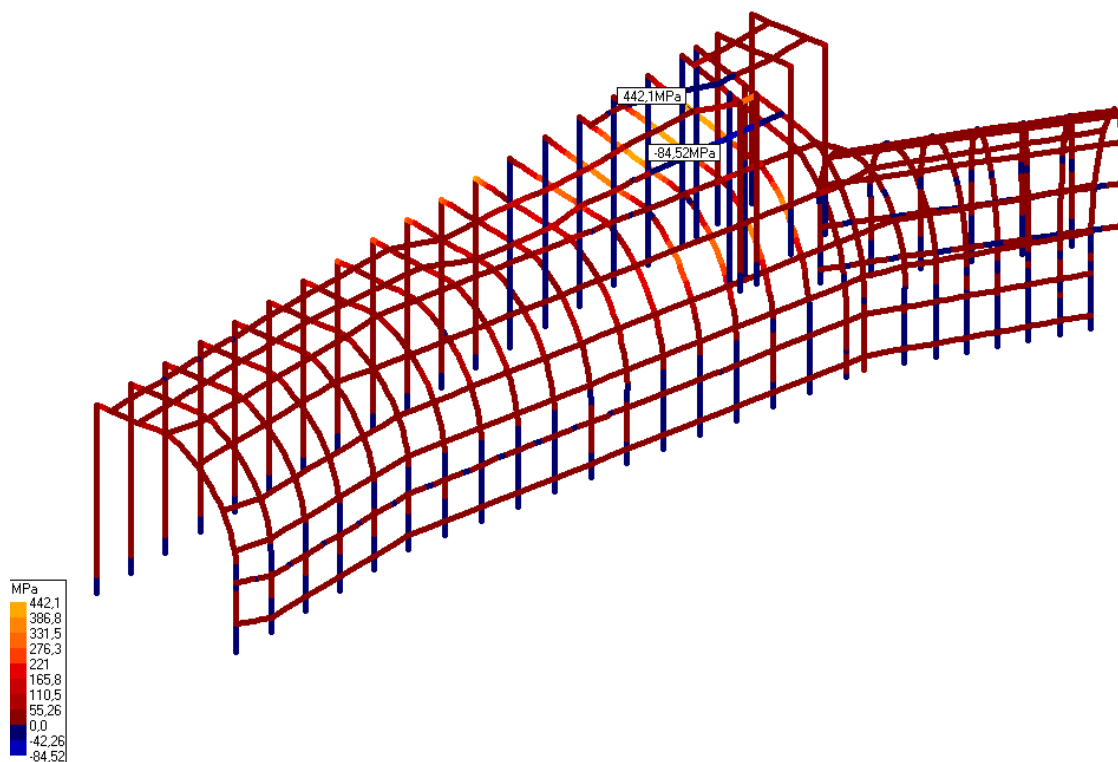
Rys. 7.3.21. Kształtowanie się wypadkowych przemieszczeń obudowy



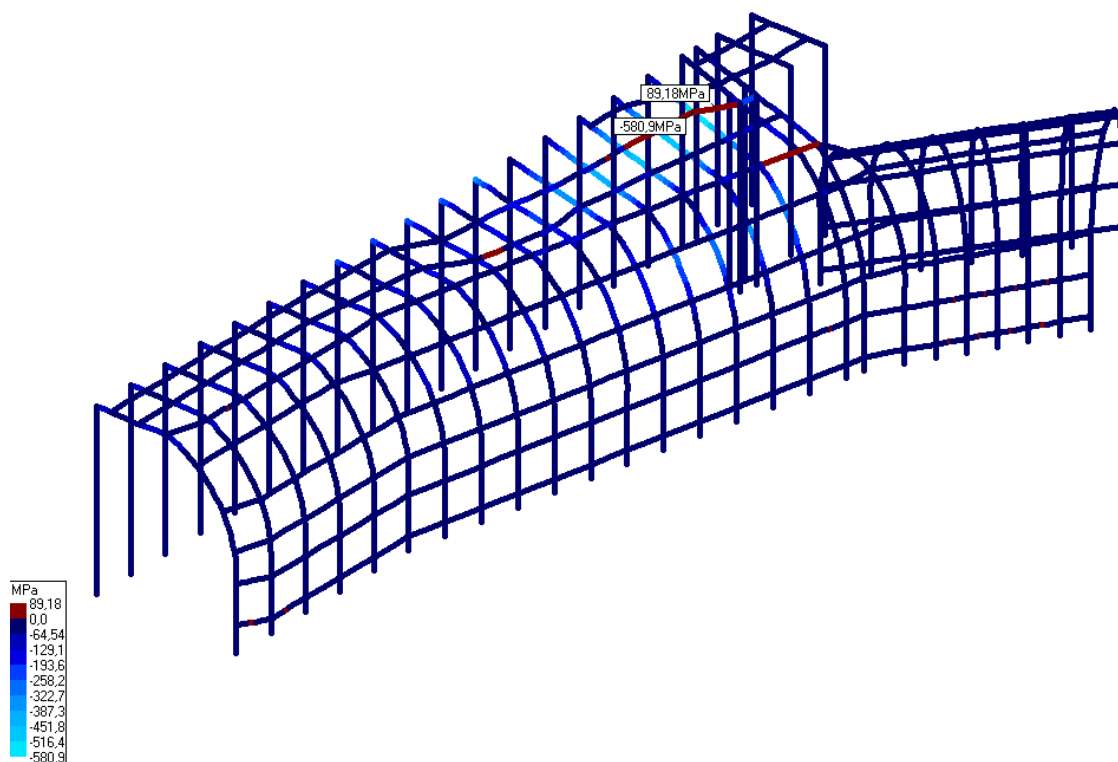
Rys. 7.3.22. Kształtowanie się wartości momentu zginającego w kierunku osi z w poszczególnych elementach obudowy M_z



Rys. 7.3.23. Kształtowanie się wartości siły osiowej w poszczególnych elementach obudowy N

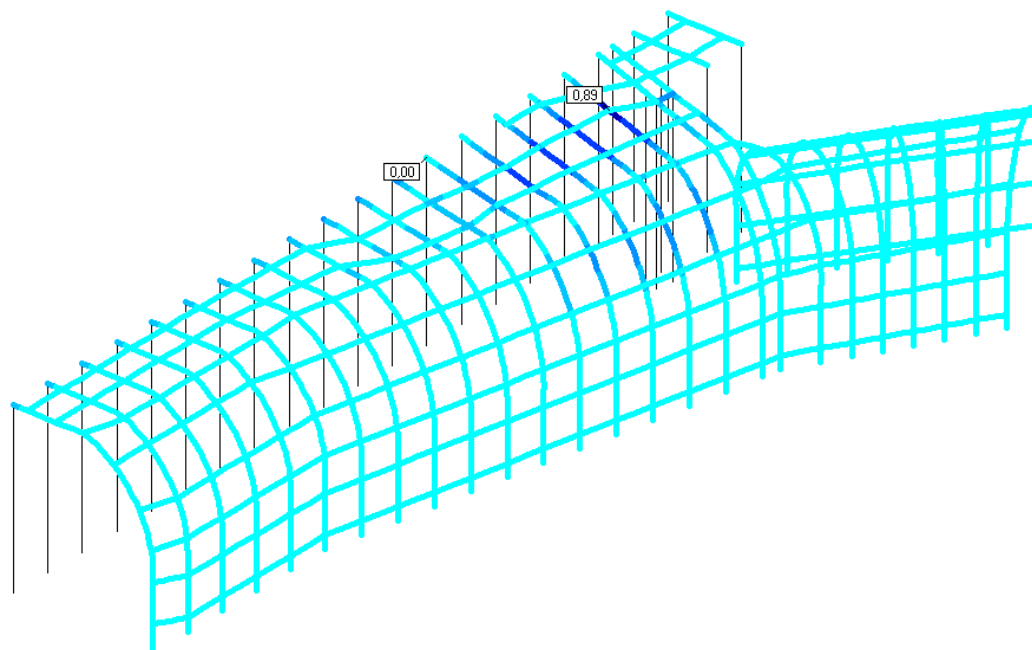


Rys. 7.3.24. Kształtowanie się wartości naprężeń normalnych $\sigma_{max}^{(+)}$



Rys. 7.3.25. Kształtowanie się wartości naprężeń normalnych $\sigma_{max}^{(-)}$

Wartość stopnia wyczerpania nośności przekroju w poszczególnych elementach konstrukcyjnych obudowy obliczono metodą stanów granicznych. Wyniki obliczeń dla całego modelu przedstawiono na rys.7.3.26.



Rys. 7.3.26. Kształtowanie się stopnia wyczerpania nośności przekroju w odrzwiach obudowy stalowej projektowanego połączenia wyrobisk

Na podstawie analizy wyników obliczeń sił wewnętrznych i naprężeń w poszczególnych elementach konstrukcyjnych obudowy można stwierdzić, że stopień wyczerpania nośności przekroju w poszczególnych elementach konstrukcyjnych obudowy w stanie usztywnionym wynosi:

- dla odrzwi wykonanych z profilu V25 ze stali S480W lub równoważnej o granicy plastyczności $R_e=480$ MPa

$$k = 0,07 \div 0,89$$

- dla filarów podpierających odrzwia wykonanych z muru z betonitów na zaprawie cementowej:

$$k = 0,19 \div 0,81$$

- dla rozpór wykonanych z profilu rurowego ze stali 25G2, 34GJ lub równoważnej o granicy plastyczności $R_e=340$ MPa

$$k = 0,01 \div 0,96$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stopnia wyczerpania nośności przekroju poszczególnych elementów konstrukcyjnych obudowy połączenia upadowej łączącej powierzchnię z wyrobiskami podszybia szybu „Carnall” na poz. 40 m. można stwierdzić, że dla zadanych warunków geologiczno – górniczych oraz geotechnicznych, projektowana obudowa posiada wystarczającą nośność dla zapewnienia stateczności wyrobiska.

7.4. Dobór obudowy dla odcinków projektowanego wyrobiska

7.4.1. Obudowa monolityczna żelbetowa

Układ konstrukcyjny wlotu wyrobiska

Zgodnie z pkt. 7.3.2.1 oraz wynikami obliczeń wlot wyrobiska zaprojektowany został na wybiegu $0,0 \div 10,0$ m jako otwarta monolityczna konstrukcja żelbetowa pogrążona w gruncie w której obudowę stanowią będą ściany ociosowe i płyta spągowa obciążone parciem gruntu, w dalszej części wybiegu $10,0 - 18,7$ m zaprojektowany został jako konstrukcja przykryta której obudowę stanowią będą płyty stropowe i spągowe oraz ściany ociosowe obciążone parciem gruntu oraz ciężarem gruntu i przyjętym na powierzchni terenu obciążeniem użytkowym (załączniki 9 i 10). Wyrobisko korytarzowe udostępnione jest z powierzchni terenu pochylnią zapadającą pod kątem $19,9^\circ$ pomiędzy rzędnymi $0,0 \div -5,4$ m.p.p.t. Oś pochylni stanowi łuk o promieniu $10,5$ m i długości $18,7$ m, szerokość pochylni w świetle wynosi $3,5$ m, wlot zakończony jest portalem o sklepieniu łukowym, szerokości $3,5$ m i wysokości $3,4$ m.

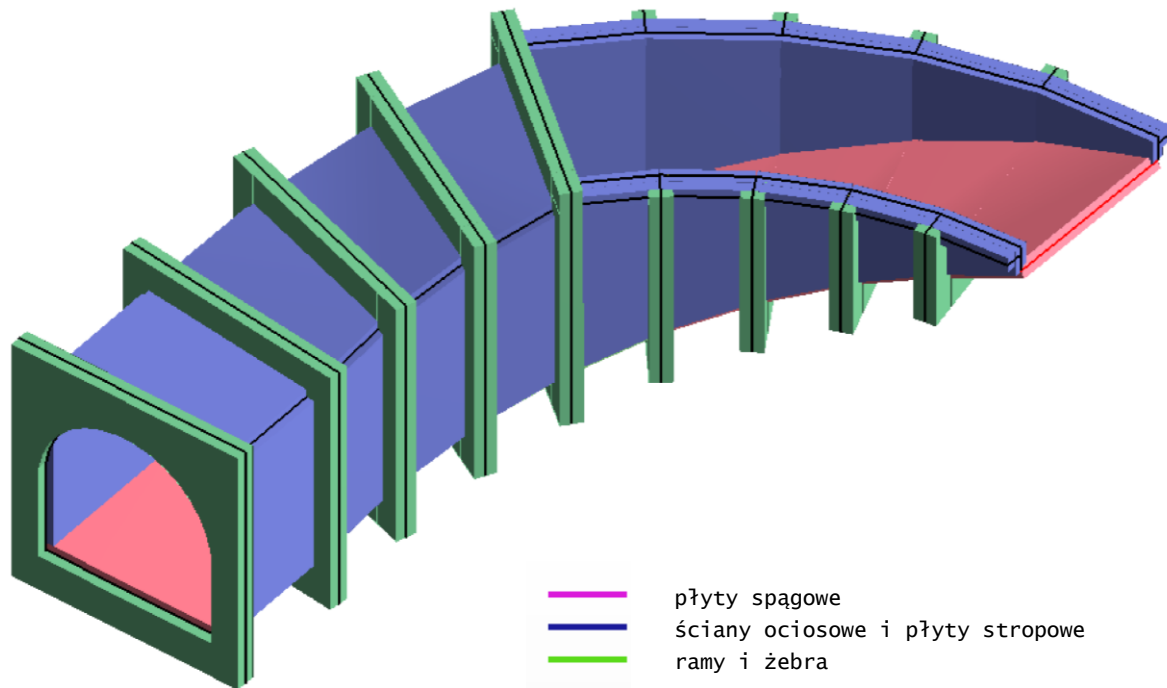
Konstrukcję pochylni stanowi żelbetowa monolityczna płyta spągowa o posadowieniu bezpośrednim, grubość płyty wynosi 30 cm.

Obudowę ociosów stanowią żelbetowe monolityczne ściany o konstrukcji płytowo-żebrowej – rys. 7.4.1. Grubość ścian wynosi 30 cm. W dolnej części wlotu przewidziano pięć ram usztywniających składających się z słupów na całej wysokości ścian i rygli na szerokości płyty spągowej oraz stropowej, grubość i wysokość ram wynosi 40 cm – rys. 7.4.1. W przypowierzchniowej części wlotu przewidziano cztery żebra usztywniające składające się z słupów na całej wysokości ścian i rygla na szerokości płyty spągowej, grubość i wysokość żeber wynosi 40 cm – rys. 7.4.1. Usztywnienie korony ścian ociosowych pomiędzy żebrami stanowią belki żelbetowe monolityczne o szerokości 20 cm i wysokości 30 cm.

Portal wlotu wyrobiska korytarzowego stanowi żelbetowa ściana monolityczna o sklepieniu łukowym, szerokości $3,5$ m i wysokości $3,4$ m, grubość ściany portalu wynosi 40 cm – rys. 7.4.1.

Na powierzchni terenu krawędź płyty spągowej wlotu powinna być zabezpieczona przed dopływem wody opadowej liniowym kanałem ściekowym z odprowadzeniem wody opadowej do istniejącej kanalizacji deszczowej lub poprzez wyniesienie krawędzi co najmniej $0,1$ m ponad powierzchnię otaczającego terenu. Ujęcie wody opadowej z otwartej części wlotu projektuje się na odcinku poziomym płyty spągowej z odprowadzeniem rurą kanalizacyjną średnicy co najmniej 250 mm przez przepust w płycie spągowej.

Odprowadzenie wody opadowej przez portal do podziemnej części wyrobiska należy wykonać przez syfon z osadnikiem. Ze względów funkcjonalnych i konstrukcyjnych płyty spągowej ściek na długości wlotu projektuje się przez wyprofilowanie powierzchni płyty spągowej w kierunku zachodniego ociosu o 5‰ i wyprofilowanie na jej powierzchni kanału zbiorczo-odprowadzającego. Zgodnie z wymaganiami zawartymi w Dz.U. 2002 nr. 139 poz. 1169 wraz z późniejszymi zmianami we wlocie do części podziemnej wyrobiska, w świetle portalu projektuje się zamknięcie wykonane z materiałów niepalnych w postaci tamy (rys. 7.4.2). Drzwi w tamie bezpieczeństwa powinny być otwierane na zewnątrz, dwudzielne i zamykać się samoczynnie lub mechanicznie. Konstrukcja drzwi tamy powinna być dwuskrzydłowa, posadowiona na obmurzu, w ciągu przejścia dla ludzi w tamie należy wykonać drzwi o szerokości 0,8 m i wysokości min. 1,8 m umożliwiające poruszanie się pracowników bez otwierania całej tamy - skrzydeł przedziału transportowego.

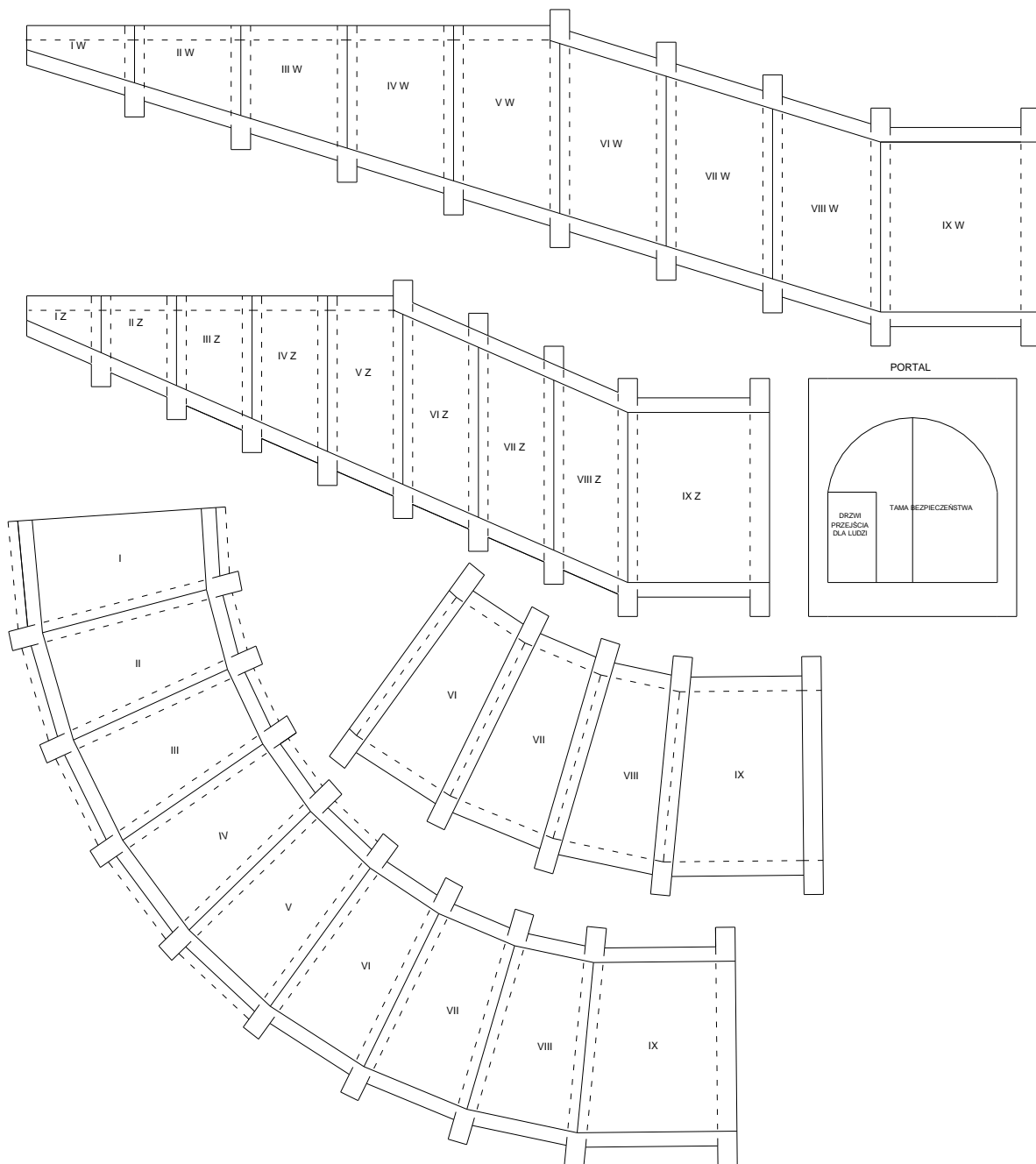


Rys.7.4.1 Konstrukcja i elementy konstrukcyjne wlotu wyrobiska.

Po wykonaniu odcinka wyrobiska w rejonie wlotu zaleca się jego zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi poprzez wykonanie nad częścią otwartą zadaszonej konstrukcji. Docelowe zabezpieczenie odcinka wlotu wyrobiska powinno uwzględniać warunki techniczne, specyfikę konstrukcji wyrobiska oraz wpisywać się w koncepcję architektoniczną zagospodarowania terenu. Niniejszy projekt nie obejmuje koncepcji i projektu zalecanego zadaszenia.

Analogicznie jak w pozostałych odcinkach projektowanej Upadowej przewiduje się w ciągu pieszym wzdłuż zachodniego odcisu prefabrykowane modułowe schody stalowe konstrukcji ażurowej ze względu na możliwość zabłocenia i zamarzania.

Ze względów konstrukcyjnych i technologicznych konstrukcję wlotu podzielono na 9 segmentów (I-IX) i portal – rys.7.4.2.



Rys.7.4.2 Podział konstrukcji wlotu na segmenty.

7.4.1.1. Posadowienie wlotu wyrobiska

W oparciu o wyniki badań podłoża gruntowego pod projektowaną konstrukcję wlotu wyrobiska (pkt 5) projektuje się posadowienie bezpośrednie na płycie spągowej. Poziom posadowienia płyty spągowej jest zmienny w przedziale od 0,4 m do 5,7 poniżej poziomu terenu (268,5 ÷ 263,2 m.n.p.m.). Należy wymienić grunt pod płytą fundamentową do głębokości 2 m poniżej poziomu terenu na piasek zagęszczony do $I_s=0,99$. Kruszywo do wymiany gruntu, winno być wykonane z gruntów niespoistych niewysadzinowych. Płyta spągowa posadowiona na betonie wyrównawczym (chudym) grubości co najmniej 10 cm oraz na 20cm podsypce piaskowej, zagęszczonej do $I_s=0,99$.

Uwagi:

Podczas wykonywania robót nie dopuścić do upłynnienia gruntów spoistych.

Dno wykopu możliwie szybko zabezpieczyć chudym betonem.

Przewidzieć odwodnienie wykopu.

W przypadku wystąpienia podczas wykonywania wykopów gruntów nienośnych, niewykazanych w dokumentacji geotechnicznej zaleca się dokonanie ich wymiany na piasek zagęszczony do $I_s=0,99$.

Wskazany jest nadzór geotechniczny nad robotami ziemnymi i fundamentowymi.

7.4.1.2. Płyta spągowa

Płyta spągowa z betonu C25/30 W6, o grubości płyty 30 cm. Płyta krzyżowo zbrojona (wachlarzowo) prętami ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

Zbrojenie płyty układać na betonowych bloczkach lub podkładkach plastikowych, dla zapewnienia wymaganej otuliny prętów. Betonowe podkładki w ilości nie mniej niż 4 podpory na m^2 , powinny być wykonane z tego samego rodzaju betonu i o tych samych właściwościach, co beton konstrukcyjny.

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych płyty fundamentowej to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania), zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

Przerwę technologiczną pomiędzy płytą fundamentową a ścianami oporowymi należy wykonać zgodnie z PN-B-03010:1983.

7.4.1.3. Ściany ociosowe

Ściany ociosowe żelbetowe monolityczne o grubości 30 cm z betonu C25/30 W6. Ściany krzyżowo zbrojone prętami, ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych ścian oporowych to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania) i zgodnie z PN-B-03010:1983, zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

7.4.1.4. Żebra ścian ociosowych

Żebra ścian ociosowych i płyty spągowej z słupów i rygla - żelbetowe monolityczne o przekroju prostokątnym 40 x 40 cm z betonu C25/30 W6. Żebra zbrojone prętami, ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm. Usztywnienie korony wlotu pomiędzy słupami żeber – żelbetowa, monolityczna belka o przekroju prostokątnym 20 x 30 cm z betonu C25/30 W6. Żebra zbrojone prętami, ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych ścian oporowych to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania) i zgodnie z PN-B-03010:1983, zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

7.4.1.5. Płyta stropowa

Płyta stropowa z betonu C25/30 W6, o grubości płyty 30 cm. Płyta krzyżowo zbrojona (wachlarzowo) prętami ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

Zbrojenie płyty układać na betonowych bloczkach lub podkładkach plastikowych, dla zapewnienia wymaganej otuliny prętów. Betonowe podkładki w ilości nie mniej niż 4 podpory na m^2 , powinny być wykonane z tego samego rodzaju betonu i o tych samych właściwościach, co beton konstrukcyjny.

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych płyty fundamentowej to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania), zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

Przerwę technologiczną pomiędzy płytą fundamentową a ścianami oporowymi należy wykonać zgodnie z PN-B-03010:1983.

7.4.1.6. Ramy

Ramy ścian ociosowych i płyt spągowych i stropowych z słupów i rygli - żelbetowe monolityczne o przekroju prostokątnym 40 x 40 cm z betonu C25/30 W6. Żebra zbrojone prętami, ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych ścian oporowych to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania) i zgodnie z PN-B-03010:1983, zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

7.4.1.7. Portalu wlotu

Portalu wlotu - ściana żelbetowa monolityczna o grubości 40 cm z betonu C25/30 W6. Ściana zbrojona prętami, ze stali A-II 18G2-b lub równoważnej, otulina zbrojenia 50mm od strony gruntu, od strony wyrobiska 30mm.

Uwagi:

W miejscach trudno dostępnych, przy narożnikach i krawędziach mieszankę zagęszczają poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Jeżeli wykonawca w projekcie technologii prac budowlanych przewidzi wykonanie przerw roboczych ścian oporowych to należy je wykonać dla zapewnienia połączenia starego betonu z nowym zgodnie z zaleceniami zawartymi w pkt. 7.4.1.8 (przygotowanie do betonowania) i zgodnie z PN-B-03010:1983, zastosowanie hydroizolacji ciężkiej pozwala na rezygnację z stosowania wkładek wodoszczelnych.

7.4.1.8. Zastosowane materiały konstrukcyjne

– Beton

Beton konstrukcyjny klasy C25/30 W6

Beton wyrównawczy C8/10

Uwagi:

Do każdej dostawy mieszanki betonowej dostarczonej na plac budowy winno być dołączone poświadczenie potwierdzające zgodność z projektowaną klasą betonu.

W elementach o zagęszczonym zbrojeniu stosować beton droбноziarnisty o max. średnicy kruszywa 8 mm.

– Stal

Stal zbrojeniowa prętów zbrojeniowych kl. A-II 18G2-b lub równoważnej, świadectwo wydane przez Instytut Techniki Budowlanej jest wymagane dla stali innej niż określona w normie PN-89/H-84023.07i PN-ISO 6935-2.

7.4.1.9. Wymagania jakościowe

Konstrukcja żelbetowa posadowienia i ścian winna odpowiadać wymaganiom normy PN-B-03264:2002, PN-B-03010:1983 a beton PN-EN 206-1:2003 wraz z PN-B-06265:2004.

Roboty żelbetowe należy wykonać zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 13670-1 w zakresie wykonywania deskowań, przygotowania do betonowania, wykonywania zbrojenia,

betonowania, pielęgnacji betonu oraz wymagań jakościowych oraz tolerancji wymiarowych poszczególnych elementów konstrukcji:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami, kruszywa, przełomami i wybrzuszeniami ponad powierzchnię; wolne od pęknięć i rys;
- natychmiast po usunięciu deskowań z wszystkich elementów betonowych należy uzupełnić braki i skuć wszystkie nierówności powierzchni betonowanego. W celu uzyskania wyrównanej powierzchni muszą być wypełnione wszystkie ubytki oraz ślady po deskowaniu. Ostre krawędzie betonu, po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane.
- równość powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-B-10260:1969; wypukłości i wgłębienia nie powinny być większe niż 2mm.
- dla elementów stykających się z gruntem powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1 %; lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu; zbrojenie główne nie może być odsłonięte

7.4.1.10. Zalecenia wykonawcze

– Roboty ziemne

Rodzaj sprzętu, a w szczególności jego moc należy dostosować do rodzaju gruntu, w którym prowadzone są roboty.

Przy wykonywaniu wykopów pod płytę spągową sposobem zmechanizowanym należy zatrzymać kopanie na poziomie około 20 cm powyżej żądanej rzędnej. Warstwę ostateczną do uzyskania rzędnych projektowanych należy wykonać ręcznie bezpośrednio przed rozpoczęciem robót fundamentowych, aby uchronić grunt w poziomie posadowienia przed wpływem warunków atmosferycznych oraz nieumyślnym spulchnieniem przez osprzęt użytych maszyn. Dno wykopu możliwie szybko zabezpieczyć warstwą betonu wyrównawczego (chudego) o grubości co najmniej 10 cm.

Roboty ziemne należy zaplanować w okresie ograniczonych opadów atmosferycznych, należy przewidzieć odwodnienie wykopu w okresie trwania robót ziemnych oraz rozważyć zadaszenie wykopu.

Odsłonięte przy wykonywaniu wykopów ewentualne źródła wody należy ująć w rowy i (lub) dreny. Wykonawca może zastosować inną metodę odwodnienia wykopów

budowlanych a zakres robót odwadniających należy dostosować do rzeczywistych warunków gruntowych i wodnych w trakcie wykonywania robót.

Odkryte podczas wykonywania wykopów gliny w stanie plastycznym i grunty niebudowlane, należy wymienić na podsypkę piaskowo-żwirową zagęszczoną do $I_s=0,98$. Kruszywo do wymiany gruntu, winno być wykonane z gruntów niespoistych niewysadzinowych.

Ze względu na zakres prowadzonych prac ziemnych w szerokoprzestrzennych głębokich wykopach wskazany jest nadzór geotechniczny nad robotami ziemnymi i fundamentowymi.

Uwagi:

Zasypanie gotowych ścian ociosowych powinno nastąpić zaraz po ich wykonaniu, aby nie dopuścić do naruszenia struktury gruntu pod płytą spągową oraz otaczających gruntów w skutek działania warunków atmosferycznych.

Materiał zasypowy powinien spełniać wymagania PN-B-03010:1983, Wykonawstwo zasypu należy prowadzić zgodnie z wymogami PN-B-06050:1999.

Do głębokości 2 m prace można wykonywać w wykopie otwartym o bezpiecznym nachyleniu skarp roboczych, ze względu na otaczającą infrastrukturę oraz ukształtowanie terenu ściany wykopu o głębokości powyżej 2 m należy zabezpieczyć. Ze względu na kanał linii kolejowej zlokalizowany po stronie wschodniej projektowanego wlotu wyrobiska oraz skarpe zlokalizowaną po stronie północnej obudowa ścian wykopu powinna być obudową sztywną.

– Izolacja przeciwwodna

Hydroizolacja typu ciężkiego w postaci pap termozgrzewalnych, mas polimerowo-bitumicznych, zgrzewanych lub klejonych folii PCV, PE lub HDPE. Izolację należy wyciągnąć na poziom minimum 0,3 m powyżej powierzchni terenu, W celu ochrony hydroizolacji przed uszkodzeniem podczas zasypki ścian ociosowych należy zastosować folię kubelkową.

Uwagi:

Przed przystąpieniem do betonowania płyty spągowej należy sprawdzić i odebrać stan hydroizolacji, ewentualne uszkodzenia bezwzględnie naprawić i uszczelnić.

Przed zasypaniem i w trakcie zasypywania ścian ociosowych należy sprawdzać stan hydroizolacji, ewentualne uszkodzenia bezwzględnie naprawić i uszczelnić.

– Roboty betonowe

Deskowanie

Deskowanie powinno spełniać wymagania wszystkich odpowiednich przepisów BHP oraz winno być odpowiednio sztywne i wytrzymałe dla przeniesienia obciążeń ciężaru własnego, ciężaru sprzętu używanego do betonowania, ciężaru układanej mieszanki betonowej z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych, ciężaru zbrojenia oraz pracowników wykonujących roboty, tak by zachowało kształt i niezmienność konstrukcji.

Wszystkie powierzchnie deskowań mające wchodzić w kontakt z betonem przed przystąpieniem do prac powinny zostać gruntownie oczyszczone z pozostałości wcześniejszego betonu, brudu i innych zanieczyszczeń powierzchniowych

Zbrojenie

Pręty zbrojeniowe należy giąć zgodnie z normą PN-B-03264:2002.

Zbrojenie należy dokładnie umieścić i odpowiednio zabezpieczyć, by pozostało we właściwym miejscu i pozycji.

Stateczność przestrzenną zbrojenia należy zapewnić poprzez zastosowanie dodatkowych prętów ukośnych łączących min. 4 podpórki./m².

Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem wiązałkowym, zgrzewać lub łączyć tzw. słupkami dystansowymi. Drut wiązałkowy, wyżarzony, o średnicy 1,5 mm.

Strzemiona z prętów żebrowanych $\phi 12$ mm w ryglach, słupach i belkach usztywniających ściany ociosowe należy rozmieścić w rozstawie nie przekraczającym 500 mm.

UWAGA:

Ze względu na nieregularny kształt konstrukcji wlotu i nieznaczną powtarzalność elementów zbrojenia projekt zbrojenia (zał. 9 i 10) należy traktować jako przykładowy z zastrzeżeniem pkt. 7.3.3.1 oraz rozkładu zbrojenia w ramach i żebrach – rys. 6 i 8 „Weryfikacja modelu obliczeniowego w zakresie obliczeń statycznych wlotu do Upadowej Diagonalnej do podszybia poz.+40 szybu „Carnall” w Zabrze”. Docelową konstrukcję i rozmieszczenie elementów zbrojenia winien określić wykonawca konstrukcji wlotu z uwzględnieniem planowanej kolejności wykonywania poszczególnych elementów konstrukcji, stosowanych szalunków, planowanych przerw technologicznych, sposobu wytwarzania i łączenia elementów zbrojenia oraz planowanej technologii wykonywania wlotu. Ze względu na znaczny stopień skomplikowania konstrukcji wlotu oraz jej wykonania zaleca się by wykonawca posiadał doświadczenie i potencjał kadrowy w realizacji obiektów przemysłowych lub infrastrukturalnych.

Otulina prętów zbrojeniowych

Otulina prętów określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1992-1-1 przyjmując:
Klasy ekspozycji w zależności od warunków środowiskowych

Dla fundamentów i ścian zewnętrznych – XC2

Grubość otuliny dobrano odpowiednio dla średnic zbrojenia i klasy betonu z uwzględnieniem warunków środowiskowych.

Otulina zbrojenia:

- 50 mm od strony gruntu,
- 30 mm od strony wyrobiska.

Przygotowanie do betonowania

Miejsca przerw roboczych powinny być zatwierdzone przez nadzór techniczny.

Powierzchnia betonu w miejscu przerywania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia stwardniałego betonu ze świeżym betonem przez usunięcie z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruchów betonu oraz warstwy szkliva cementowego i przepłukaniu miejsca przerywania betonu wodą oraz zastosowanie środka szczerpnego.

Przed przystąpieniem do betonowania płyty spagowej należy sprawdzić i odebrać stan hydroizolacji, ewentualne uszkodzenia bezwzględnie naprawić i uszczelnić.

Mieszanka betonowa

Wszystkie prace przygotowawcze winny być zakończone, skontrolowane i zatwierdzone przed rozpoczęciem betonowania. Wykonawca odpowiedzialny jest za jakość mieszanki betonowej, jej zgodność z wymogami obowiązujących norm. Kontroli podlegają:

- sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej,
- sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej,
- sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie betonu na próbkach pobieranych losowo po jednej równomiernie w okresie betonowania. Liczba próbek pobranych z partii betonu powinna być określona w planie kontroli jakości.

Wymogi dotyczące sposobu pobierania, przechowywania i badania próbek zgodne z PN-B-06250:1988.

Betonowanie

Zapewnić ciągłość betonowania; przerwa w układaniu betonu nie może być dłuższa niż 1 godzina pod warunkiem, że nie użyto betonu szybkowiążącego lub dodatków przyspieszających wiązanie.

Beton powinien być starannie zagęszczony przy użyciu wibratorów.

W miejscach trudno dostępnych, jak również w narożnikach i wzdłuż krawędzi mieszankę należy zagęszczać poprzez ubijanie lub sztychowanie.

Zagęszczanie należy rozpocząć tuż po rozpoczęciu betonowania i kontynuować w czasie całego procesu tak, by w żadnym momencie nie znajdowała się w deskowaniu nadmierna ilość nie zagęszczonego betonu.

Pielęgnacja i zabezpieczenie betonu

Pielęgnacja betonu należy rozpocząć bezpośrednio po zakończeniu zagęszczenia. Zabezpieczenie powierzchni przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych powinno być wykonane w ciągu 30 minut od zakończenia zagęszczania lub innych prac wykończeniowych.

W przypadku śniegu, deszczu, mrozu lub innych niekorzystnych warunków pogodowych, świeżo ułożony beton należy zabezpieczyć (przez przykrycie, podgrzewanie itp.).

Świeży beton w konstrukcjach, które będą zasypywane, powinien być zabezpieczony przed kontaktem z wodą gruntową co najmniej przez 4 dni.

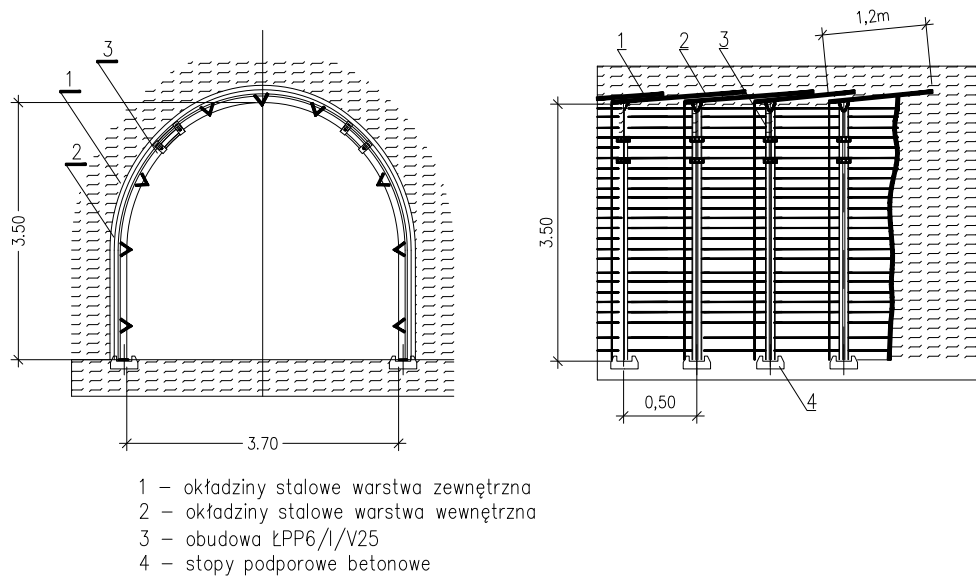
Uwagi końcowe

W opisie wskazano rodzaje technologii, materiałów budowlanych i urządzeń, które proponuje się do zastosowania.

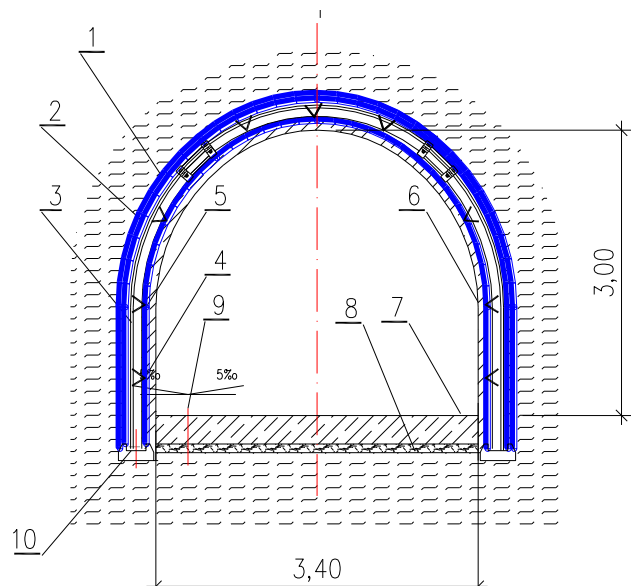
7.4.2. Obudowa stalowa obetonowana

Dla wyrobiska chodnika diagonalnego na odcinku od 18,7 do 37,8 m na podstawie przeprowadzonych obliczeń i analiz dobiera się obudowę stalową odrzwiową typu ŁPP-6/V25/A/I obetonowaną warstwą betonu klasy C30/37 o stopniu wodoszczelności nie mniejszym niż W6. Rozstaw odrzwi na długości wyrobiska co 0,5m. Ponieważ na ww. odcinku należy spodziewać się trudnych warunków geologicznych, obudowę projektuje się jako wbijaną. W związku z powyższym jako okładziny zaleca się stosować paski blachy stalowej profilowanej o grubości co najmniej 4mm. Okładziny powinny tworzyć szczelny „parasol” wzdłuż ociosów i stropu wyrobiska. Odrzwia obudowy powinny być połączone między sobą rozporami stalowymi dwustronnego działania w ilości 9 szt. na odrzwia. Łuki ociosowe powinny być posadowione na stopach podporowych betonowych. Po wydrążeniu całego odcinka wyrobiska należy obudowę wraz z spągami obetonować używając szalunków rozbiernych. Żelbetową płytę spagową należy zabrać analogicznie jak płytę spagową wlotu (pręty zbrojeniowe żebrowane $\varnothing 20$ mm w rozstawie max 250 mm), należy wypuścić pręty pionowe na wysokość minimum 1100 mm. Przed betonowaniem na wewnętrznym

obwodzie obudowy wyrobiska zaleca się zabudowę siatki stalowej (można np. wykorzystać system naprawczy okładzin). Minimalna warstwa betonu mierzona na łuku obudowy, korytku V, powinna wynosić 0,15m.



Rys.7.4.3 Obudowa stalowa obetonowana na odcinku od 18,7 do 37,8 m przed wykonaniem warstwy betonowej Etap I.

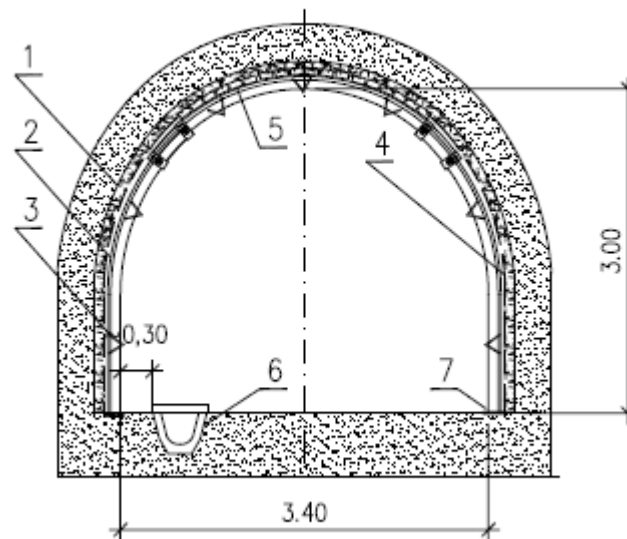


Rys.7.4.4. Obudowa stalowa obetonowana na odcinku od 18,7 do 37,8 m po wykonaniu warstwy betonowej Etap II.

1 – zewnętrzna warstwa okładzin stalowych, 2 – wewnętrzna warstwa okładzin stalowych, 3 – odrzwia obudowy, 4 – rozpory, 5 – warstwa siatki naprawczej, 6 – warstwa betonu ułożona na obudowie, 7 – żelbetowa płyta spągowa, 8 – warstwa chudego betonu, 9 – ściek uformowany w płycie spągowej

7.4.3. Obudowa stalowa odrzwiowa

Na odcinku od 37,8 do 100,6 m na podstawie przeprowadzonych obliczeń projektuje się obudowę odrzwiową stalową wykonaną z kształtownika V25 ze stali S480W, wielkość ŁP-5/V25/A. Odrzwia powinny być budowane z maksymalną podziałką obudowy $d = 1,0\text{m}$. Ze względu na łukowaty przebieg wyrobiska odległość pomiędzy odrzwiami powinna być mierzona po ociosie zewnętrznym. W stropie wyrobiska powinna być zabudowa wykładka z betonitów ułożonych na styk, na ociosach planuje się wykładką wykonaną siatki okładzinowej łańcuchowo węzłowej typu ciężkiego. Odrzwia obudowy powinny być połączone między sobą rozporami stalowymi dwustronnego działania w ilości 7 szt na odrzwia. Łuki ociosowe powinny być posadowione na stopach podporowych stalowych walcowanych typu lekkiego (PN-G-15000-06:1988).

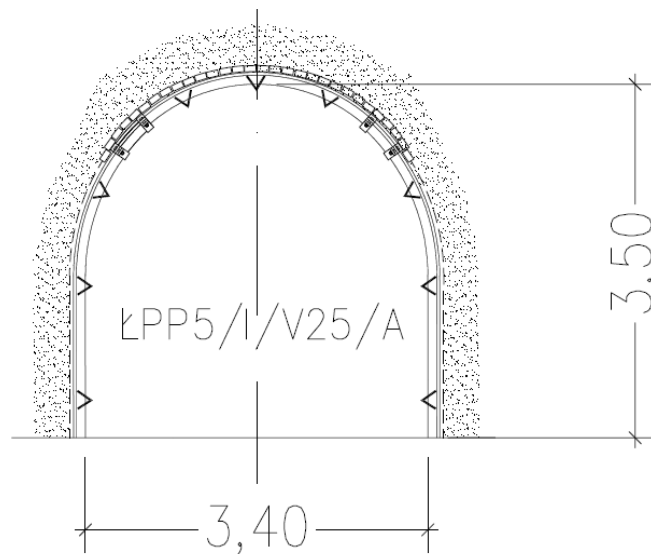


Rys. 7.4.5 Obudowa stalowa upadowej diagonalnej na odcinku od 37,8 do 90,6m

1 – wykładka z kamienia, 2-obudowa ŁP5/V25/A, 3 –rozpory dwustronnego działania, 4 -
siatka okładzinowa, 5 – betonity

Na odcinku od 90,6 do 100,6 m obejmującym swoim zakresem częściowo strefę skrzyżowania upadowej diagonalnej z Sztolnią Południową, na podstawie przeprowadzonych obliczeń projektuje się obudowę odrzwiową stalową wykonaną z kształtownika V25 ze stali S480W, wielkość ŁPP-5/V25/A/I. Odrzwia powinny być budowane z maksymalną podziałką obudowy $d = 1,0\text{m}$. Na odcinku około 7m licząc od naroża skrzyżowania, ze względu na wymogi transportu kolejką podwieszaną, zaprojektowano odrzwia ŁPP-5/V25/A/I. Na ww.

odcinku odrzwia powinny być budowane w podziałce co 0,9m mierzonej na ciosie zewnętrznym. Ze względu na łukowaty przebieg wyrobiska odległość pomiędzy odrzwiami powinna być mierzona po ociosie zewnętrznym. W stropie wyrobiska powinna być zabudowa wykładka z betonitów ułożonych na styk, na ociosach planuje się wykładkę wykonaną z siatki okładzinowej łańcuchowo węzłowej typu ciężkiego. Odrzwia obudowy powinny być połączone między sobą rozporami stalowymi dwustronnego działania w ilości 9 szt. na odrzwia. Łuki ociosowe powinny być posadowione na stopach podporowych stalowych walcowanych typu lekkiego.

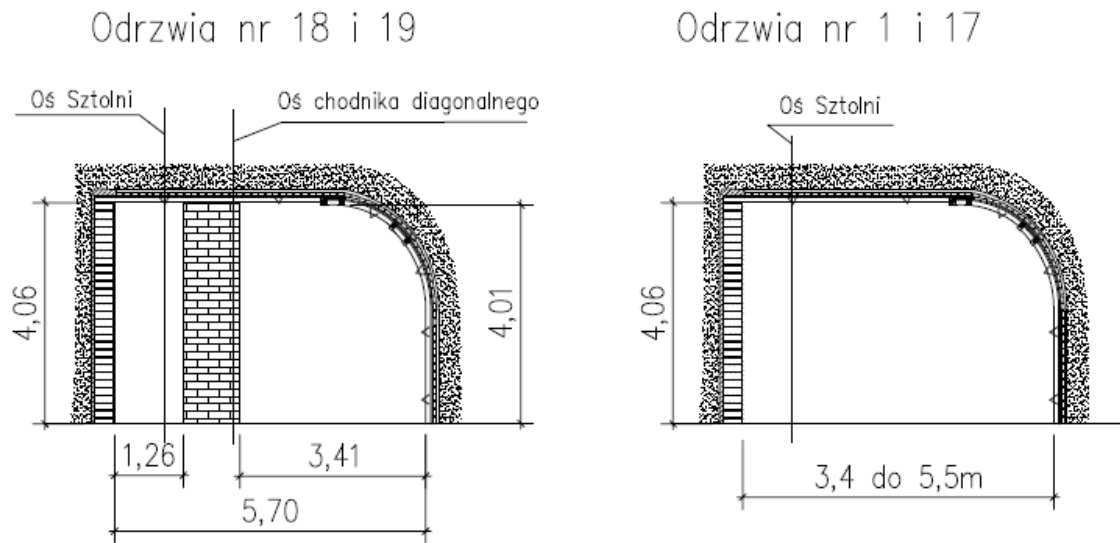


Rys. 7.4.6. Odrzwia obudowy ŁPP-5/V25/A/I budowane na odcinku od 90,6 do 100,6m

7.4.4. Połączenie upadowej z południowym kanałem Sztolni

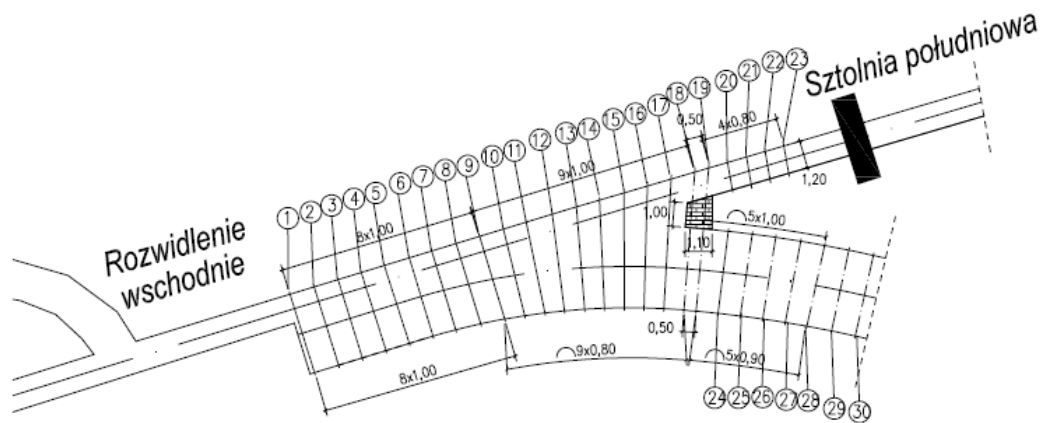
W rejonie Dolnej Stacji Nadawczo Odbiorczej i częściowo skrzyżowania upadowej diagonalnej Sztolnią Południową tj na odcinku od 100,6 do 115,6 m obudowę dostosowano do wymogów jakie musi ona spełnić ze względu na różne gabaryty łączących się wyrobisk.

Generalnie obudowę projektuje się o kształcie zbliżonym do budowy Pro z tym że zamiast stojaka podporowego z kształtownika V łuki stropowe planuje się osadzić na kolumnach wymurowanych z kostek betonowych wpuszczonych w ocios północny Sztolni Południowej. Po osadzeniu stropnic na kolumnach w gniazdach całość należy zamurować tak by zapewnić ich trwałe i mocne osadzenie. Rozwiązanie obudowy na ww. odcinku przedstawiono na rysunku 7.4.7.



Rys.7.4.7. Obudowa typu LPro budowana w rejonie skrzyżowania i Nadawczo Odbiorczej

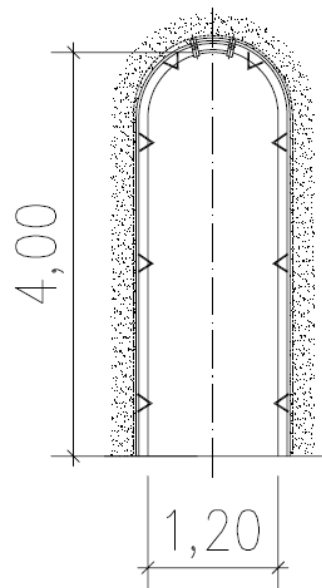
Szerokość obudowy jest uzależniona od zmiennych wymiarów w rejonie połączenia wyrobisk. Obudowę połączenia pokazano na rys.7.4.8.



Rys.7.4.8 Obudowa rejonu połączenia upadowej diagonalnej z Sztolnią Południową

Na odcinku od naroża połączenia wyrobisk upadowej diagonalnej i Sztolni Południowej na długości ok. 3,5m licząc od naroża w kierunku na zachód projektuje się obudowę odrzwiową stalową wykonaną z kształtownika V25, budowaną w podziałce co 0,8m. Ze względu na nietypowe gabaryty Sztolni nie można było dopasować typowych odrzwi katalogowych. Odrzwia składają się z dwóch łuków w odcinku trzystopowym giętych promieniem około

R=0,9m połączonych dwoma strzemiionami dwujarzmowymi w osi wyrobisk. Odrzwia obudowy pokazano na rysunku 7.4.9.



Rys.7.4.9. Obudowa w odcinku Sztolni Południowej w rejonie połączenia z upadową diagonalną.

8. KONCEPCJA TECHNOLOGII DRAŻENIA WYROBISKA ŁĄCZĄCYCH POWIERZCHNIĘ TERENU Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”

8.1. Wybór metody drażenia wyrobiska

Na odcinku wlotu wyrobiska tj. od powierzchni terenu do portalu wlotowego wyrobisko drażone będzie metodą odkrywkową w otwartym głębokim wykopie szerokoprzestrzennym. Na odcinku wyrobiska wykonywanym za pomocą robót górniczych metodę jego drażenia należy uzależnić od rodzaju skał w których wyrobisko będzie wykonywane. W profilu geologicznym, sporządzonym dla przebiegu wyrobiska można wyróżnić dwie podstawowe grupy skał. Pierwsza składa się z warstw nadkładowych czwartorzędowych i zwietrzałych skał karbońskich, natomiast druga wykształcona jest w postaci słabych piaskowców które przechodzą wraz ze wzrostem głębokości w piaskowce zwarte o wytrzymałości około 40 MPa. Na obu odcinkach planuje się prowadzenie robót za pomocą maszyn ładująco urabiających o układzie jezdnym gąsienicowym np. spągoloadarek z wysięgnikiem teleskopowym i aktywnym czerpakiem.

8.2. Układ technologiczny do drażenia przedmiotowego wyrobiska na poszczególnych odcinkach charakterystycznych

Na odcinku wlotu wyrobiska tj. od powierzchni terenu do portalu wlotowego wyrobiska urabianie, odspajanie i odstawa urobku odbywać się będzie metodą mechaniczną z zastosowaniem koparko-ładowarki. Z uwagi na możliwość występowania w śladzie drażonego wlotu pozostałości infrastruktury i obiektów przemysłowych zastosowana koparko-ładowarka powinna mieć możliwość zastosowania wymiennego osprzętu w postaci młota hydraulicznego.

Na odcinku wyrobiska wykonywanym za pomocą robót górniczych metodę jego drażenia należy uzależnić od rodzaju skał w których wyrobisko będzie wykonywane. W profilu geologicznym, sporządzonym dla przebiegu wyrobiska można wyróżnić dwie podstawowe grupy skał. Pierwsza składa się z warstw nadkładowych czwartorzędowych i zwietrzałych skał karbońskich, natomiast druga wykształcona jest w postaci słabych piaskowców które przechodzą wraz ze wzrostem głębokości w piaskowce zwarte o wytrzymałości około 40 MPa. Na obu odcinkach planuje się prowadzenie robót za pomocą maszyn ładująco

urabiających o układzie jezdnym gąsienicowym np. spągłodowarek z wysięgnikiem teleskopowym i aktywnym czerpakiem. Materiały niezbędne do drążenia przodka i zabudowy obudowy planuje się transportować za pomocą kolejki podwieszanej. Odstawę urobku planuje się prowadzić za pomocą ciągu przenośników zgrzeblowych przedłużanych w miarę postępu przodka. Odwadnianie przodka wyrobiska w trakcie drążenia planuje się jako dwustopniowe, odwadnianie przodka pompą zatapialną a pompowanie na powierzchnię pompą stacjonarną.

8.3. Organizacja placu budowy

Ze względu na stosunkowo małą objętość urobku pochodzącą z drążonego przodka, urobek będzie gromadzony w pobliżu wlotu do upadowej, na placu dawnego parkingu a następnie ładowany na samochody ciężarowe i wywożony na miejsce składowania. Planuje się że wywóz skały płonnej pochodzącej z przodka wyrobiska będzie realizowany raz dziennie za pomocą samochodów ciężarowych przystosowanych do przewozu kamienia. Również na placu dawnego parkingu proponuje się zorganizować miejsce do składowania materiałów niezbędnych do drążenia i wykonania wyrobiska. W rejon placu budowy należy również doprowadzić wszelkie niezbędne media takie jak energia elektryczna sprężone powietrze jak i wodę. Należy również zapewnić sobie na czas wykonywania wyrobiska możliwość odprowadzenia wody jaka może gromadzić się w wyrobisku. Pomieszczenia biurowe dla kierownictwa budowy jaki pracowników można również zorganizować na placu dawnego parkingu, w porozumieniu z inwestorem. Teren placu budowy powinien być ogrodzony i należy zapewnić jego ochronę przez specjalistyczną firmę.

8.4. Sposób wydobycia materiału wypełniającego przekrój wyrobiska

Materiał w przodku będzie urabiany zależności od stopnia twardości urabialności za pomocą organu ładującego spągłodowarki i podawany łyżką na przenośnik zgrzeblowy. W przypadku wystąpienia skał mocnych na wysięgniku ładowarki należy zabudować przystawkę urabiającą pozwalającą na aktywne urabianie przodka.

8.5. Transport wydobywanego materiału na powierzchnię

Materiał wypełniający przekrój wyrobiska projektuje się wydobywać na powierzchnię za pomocą ciągu przenośników zgrzeblowych typu lekkiego. Układ trasy przenośników, ze względu na małe promienie rzędu od 9,0m min do 50,0m max musi składać się, docelowo z przynajmniej sześciu przenośników zgrzeblowych. Materiał musi mieć możliwość

przesypywania jednego przenośnika na drugi. W rejonie przesypu materiału z przenośnika przenośnik należy zabudować nadstawki.

8.6. Utylizacja wydobywanego materiału

Materiał pochodzący z drażenia przodka wyrobiska należy gromadzić na placu w pobliżu wjazdu do portalu wlotowego i raz dziennie wywozić na składowisko odpadów. Ponieważ materiał z przodka nie jest toksyczny i nie jest palny może być wykorzystany do niwelacji terenu w obrębie obiektów zajmowanych przez KZ WK "Guido" lub też wywożony na wskazane place składowe zlokalizowane w odległości do 15km od miejsca wytworzenia. Ze względu na ograniczone gabaryty przejazdu pod budynkiem dawnego zakładu przeróbczego do transportu należy używać samochody ciężarowe o ładowności do 15T.

8.7. Przewietrzanie wyrobiska w okresie jego drażenia

W czasie drażenia wyrobiska przewiduje się jego przewietrzanie za pomocą wentylacji lutniowej przy wykorzystaniu wentylatora lutniowego o średnicy lutni $\varnothing 600$. Wentylacja powinna być tłocząca ponieważ związku z dużym nachyleniem wyrobiska zużyte powietrze będzie miało naturalną tendencję do przemieszczania się w stronę wylotu wyrobiska.

8.8. Odwadnianie wyrobiska w okresie jego drażenia

Do odwadniania wyrobiska podczas drażenia można wykorzystać pompę przodkową zatapialną która będzie tłoczyć wodę do zbiornika przelewowego oraz pompę stacjonarną ze zbiornika przelewowego na powierzchnię. Pompa stacjonarna oraz zbiornik przelewowy będą przesuwane wraz z postępem przodka. Woda wydana przez pompę na powierzchnię powinna być odprowadzona do kanalizacji ściekowej. Miejsce odbioru wody powinno być uzgodnione z Inwestorem i Zakładem Wodociągów i Kanalizacji.

9. PROJEKT OŚWIETLENIA PROJEKTOWANEGO WYROBISKA ŁĄCZĄCEGO POWIERZCHNIĘ TERENU Z WYROBISKAMI W REJONIE PODSZYBIA SZYBU „CARNALL”

Instalacja oświetleniowa będąca przedmiotem niniejszego opracowania zabudowana będzie w wyrobiskach zaliczonych do nie zagrożonych wybuchem metanu oraz do klasy „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

Opracowanie obejmuje projekt instalacji elektrycznej w zakresie:

- zasilania: oświetlenia,
- ochrony przeciwporażeniowej,
- obliczeń technicznych oświetlenia oraz sieci 230 V.

9.1. Stosowane napięcia

Dla projektowanych urządzeń elektrycznych, które będą zainstalowane w projektowanym wyrobisku oraz w sztolni południowej w rejonie rozwidlenia wschodniego zastosowano następujące rodzaje napięć:

- 500 V – do zasilania ognioszczelnego zespołu transformatorowego,
- 230 V – do zasilania oświetlenia,

9.2. Instalacja elektryczna 500 V

Zasilanie sieci 500 V odbywać się będzie z ognioszczelnej stacji transformatorowej. Napięcie 500V wykorzystane będzie do zasilania zespołu transformatorowego 4,5kVA/230V.

Przewody instalacji oświetleniowej będą ekranowane oraz zabezpieczone przed skutkami zwarć doziemnych, zwarć międzyfazowych i przeciążeń.

Dobór nastaw zabezpieczeń przed skutkami działania prądów zwarciovych i przeciążeniowych dla maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych będzie zgodny z wymaganiami dla sieci i urządzeń zainstalowanych w pomieszczeniach zaliczonych do stopnia „b” lub „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu.

Przewody należy chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi. Odległość elektroenergetycznych kabli i przewodów od telekomunikacyjnych kabli i przewodów nie powinna być mniejsza od 30cm.

Przewody należy umieścić poniżej najwyższego punktu w świetle obudowy, w odległości nie mniejszej niż: 20 cm w wyrobiskach korytarzowych, 30 cm w wyrobiskach komorowych.

Przewody należy zawieszać w odstępach nie większych niż 3m, na uchwytach lub wieszakach, które nie mogą powodować uszkodzenia ich opony lub zewnętrznej powłoki.

9.3. Instalacja elektryczna 230 V

Napięcie 230V wykorzystane będzie do zasilania sieci oświetleniowej w wyrobisku transportowym oraz na stacja nadawczo-odbiorczych

Instalacja elektryczna oświetleniowa zasilana będzie napięciem 230 V prądu przemiennego z zespołu transformatorowego wyposażonego w transformator separacyjny o mocy 4,5 kVA. Zasilanie powyższego zespołu odbywa się z wykorzystaniem istniejącej instalacji 500 V~.

Zespół transformatorowy wyposażony jest w zabezpieczenie upływowe centralne i blokujące oraz wyłącznik główny (PKO) umożliwiający wyłączenie zasilania instalacji elektrycznego oświetlenia projektowanego wyrobiska wraz z stacjami nadawczo-odbiorczymi na wszystkich biegunach.

Zespół transformatorowy umieszczony będzie w sztolni południowej w rejonie rozwidlenia wschodniego.

Elektryczna instalacja oświetleniowa podzielona będzie na dwa obwody:

- zasilana z pierwszego odpływu-oświetlenie ogólne górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej,
- zasilana z drugiego odpływu – oświetlenie ogólne projektowanego wyrobiska.

Przyjęte parametry oświetlenia determinuje Polska Norma PN-G-02600:1996 „Oświetlenie podziemnych wyrobisk zakładów górniczych”.

Dla stacji nadawczo-odbiorczych zgodnie z ww. normą przyjęto natężenie oświetlenia 10 lx przy równomierności 0,3, natomiast dla projektowanego wyrobiska ze względu na możliwość poruszania się w nim ludzi przyjęto natężenie oświetlenia 5 lx przy równomierności 0,2.

Do wykonania instalacji elektrycznej oświetlenia zastosowany będzie przewód ekranowany typu YnOGyek 5x2,5mm² lub inny posiadający deklarację zgodności umożliwiającą zastosowanie w podziemnych wyrobiskach górniczych.

Przewody elektrycznej instalacji oświetleniowej prowadzone będą wzdłuż ociosu na wysokości min. 1,8 m na hakach kablowych mocowanych w odstępach ok. 2m.

Oprawy oświetleniowe oświetlenia ogólnego mocowane będą na wysokości 2,5 m, co przy projektowanej obudowie odrzwiowej ŁP5 wymusza zawieszenie opraw w strzałce

wyrobiska. Obliczenia sieci 230 V~ przedstawiono w załącznikach do niniejszego opracowania. Do oświetlenia ogólnego zastosowane będą oprawy oświetleniowe dopuszczonego typu.

Wszystkie obwody oświetleniowe łączone będą z pomocą styczników głównych zabudowanych w zespole transformatorowym.

Sterowanie tych styczników odbywać się będzie zdalnie za pomocą przycisków sterowniczych zabudowanych w dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Lokalizację przycisków z wiązaną z funkcjonalnością użytkownika oświetlenia ustali użytkownik. W razie potrzeby zainstalowania przycisku sterowniczego w rejonie górnej stacji nadawczo-odbiorczej należy dodatkowo przewidzieć przewód sterowniczy np. typu YnStYekzi-G(żo) 4x1 długości ok.150m. Obliczenia oświetlenia przeprowadzono metodą sprawności ogólnej dla pięciu typów opraw oświetleniowych. **Dopuszcza się zastosowanie oprawy oświetleniowej innego typu po przeprowadzeniu ponownych obliczeń.**

9.4. Obliczenia oświetlenia i dobór opraw oświetleniowych

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.

Oprawy OLR-1/36

Należy zastosować min. 9 szt. opraw oświetleniowych typu ORL-1/36 z świetlówką 36 W. Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16A. Ze względów technologicznych zaleca się zastosowanie 11. opraw oświetleniowych.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego

Oprawy OLR-1/18

Należy zastosować min. 12 szt. opraw oświetleniowych typu ORL-1/18 z świetlówką 18 W. Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16B.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.

Oprawy LOP-04

Należy zastosować min. 9 szt. opraw oświetleniowych typu LOP-04 z świetlówkami 4x 9 W. Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16C.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.

Oprawy G-100M z żarówką 100W

Należy zastosować min. 9 szt. opraw oświetleniowych typu G-100/M z żarówką 100 W. Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16D.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.**Oprawy G-100M ze świetlówką 23W**

Należy zastosować min. 9 szt. opraw oświetleniowych typu G-100/M z świetlówką 23 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16E.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy OLR-1/36

Należy zastosować min. 3 szt. opraw oświetleniowych typu ORL-1/36 z świetlówką 36 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16F.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy OLR-1/18

Należy zastosować min. 4 szt. opraw oświetleniowych typu ORL-1/18 z świetlówką 18 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16G.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy LOP-04

Należy zastosować min. 3 szt. opraw oświetleniowych typu LOP-04 z świetlówkami 4x 9 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16H.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy G-100M z żarówką 100W

Należy zastosować min. 3 szt. opraw oświetleniowych typu G-100/M z żarówką 100 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16I.

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy G-100M ze świetlówką 23W

Należy zastosować min. 3 szt. opraw oświetleniowych typu G-100/M z świetlówką 23 W.

Kartę obliczeniową przedstawiono w załączniku nr. 16J.

9.5. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przed niebezpieczeństwem porażenia prądem elektrycznym stanowią:

- a) system uziemiających przewodów ochronnych,
- b) samoczynne urządzenia kontroli stanu izolacji zabudowane w transformatorach,
- c) zabezpieczenia ziemnozwarciowe, stanowiące wyposażenie wyłączników stycznikowych oraz zespołów transformatorowych.

Jako ochronę dodatkową przyjęto system uziemiających przewodów ochronnych zgodnie z normą PN-G-42041 z grudnia 1997 r. „System uziemiających przewodów ochronnych”.

Przy ognioszczelnych stacjach transformatorowych i polach rozdzielczych będą wykonane uziomy lokalne spełniające wymagania pkt. 2.3 ww. normy. Rezystancja uziemienia SUPO będzie odpowiadać pkt. 2.5 ww. normy według nierówności:

$$R_{ws} \left\langle \frac{U_d}{I_z} = \frac{50 V}{\dots A} = 0, \dots \Omega \right. \quad (9.5.1)$$

gdzie:

$R_{ws}[\Omega]$ - wypadkowa rezystancja uziemienia SUPO,

$U_d [V]$ - dopuszczalna wartość napięcia dotykowego, 50 V,

$I_z [A]$ - prąd ziemnozwarciowy sieci o napięciu znamionowym 6 kV (połączonej galwanicznie), w której zastosowano badany system.

9.6. Obliczenia instalacji oświetleniowej

Obliczenia instalacji oświetlenia projektowanego wyrobiska.

Obliczenia wykonano dla największej mocy zainstalowanych odbiorów na odpływie tj. 9 opraw z żarówkami 100W instalacji oświetlenia przejścia ludzi.

Łączna moc i prąd obciążenia wynosi:

$$P_o = n \times P_z = 9 \times 100 \text{ W} = 900 \text{ W}$$

$$I_z = P_o / U = 0,44 \text{ A}$$

$$I_o = n \times I_z = 9 \times 0,44 \text{ A} = 3,92 \text{ A}$$

P_z - moc punktu świetlnego,

I_z - prąd punktu świetlnego,

U - napięcie sieci oświetleniowej.

Zastosowany zestaw transformatorowy i przewody spełniają warunki ze względu na obciążenie.

Obliczenie skuteczności zadziałania zabezpieczenia zwarciovego.

Obliczenia sprawdzające wykonano dla najdłuższego obwodu.

Nastawa zabezpieczenia zwarciovego powinna spełniać warunek:

$$I_{zw \min} \geq k \times I_n$$

Do zasilania obwodów oświetleniowych zastosowano przewód YnOGyek $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ o przekroju żyły roboczej miedzianej $2,5 \text{ mm}^2$ i parametrach:

$$r_k = 8,21 \Omega/\text{km}$$

$$x_k = 0,123 \Omega/\text{km}$$

Do obliczeń

Parametry zwarciove zestawu transformatorowego:

$$\Delta P_{cu} = 180 \text{ W}$$

$$u_z\% = 2,2 \%$$

$$R_T = 0,5951 \Omega$$

$$X_T = 0,29095 \Omega$$

Przyjęta obliczeniowa długość obwodu: $l = 150 \text{ m}$.

$$\text{Stąd: } I_{zw \text{ min}} = 0,8 \times 230 / (2 \times 1,8) = 51,1 \text{ A}$$

- współczynnik czułości zabezpieczenia:

$$k = I_{zw \text{ min}} / I_N = I_{zw \text{ min}} / 5I_n$$

$$k = 51 = 1,7 > k_{\text{dop}} = 1,5$$

Stwierdza się, że zabezpieczenie obwodu wyłącznikami nadprądowymi o prądzie znamionowym **6A**, jest skuteczne.

Sprawdzenie zabezpieczeń przeciążeniowych w zespole transformatorowym.

Zabezpieczenie przeciążeniowe w zespole transformatorowym $I_{zwl} = 8 \text{ A}$.

Obciążalność długotrwała przewodu $2,5 \text{ mm}^2$: $I_{dd} = 25 \text{ A}$, $0,9 \times I_{dd} = 22,5 \text{ A}$

Natężenie prądu obciążenia $I_{obc} = 9 \times 100 \text{ W} / 230 \text{ V} = 3,91 \text{ A} < 0,9 I_{dd} = 22,5 \text{ A}$

Spadek napięcia w obwodzie

$$\Delta U\% = [2 \times 100 / (\gamma \times S \times U^2)] \times \sum (P_i \times l_i)$$

$$i = 1 \div 9$$

$$\gamma = 55 \text{ m} / (\Omega \times \text{mm}^2)$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$U = 230 \text{ V}$$

$$P_i = 100 \text{ W}$$

$$\Delta U\% = [2 \times 100 / (55 \times 2,5 \times 230^2)] \times \sum (P_i \times l_i) = 0,75 \%$$

Obliczenia instalacji oświetlenia stacji nadawczo – odbiorczych.

Obliczenia wykonano dla największej mocy zainstalowanych odbiorów na odpływie tj. 6 opraw z żarówkami 100W instalacji oświetlenia górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej.

Łączna moc i prąd obciążenia wynosi:

$$P_o = n \times P_z = 6 \times 100 \text{ W} = 600 \text{ W}$$

$$I_z = P_o / U = 0,44 \text{ A}$$

$$I_o = n \times I_z = 6 \times 0,44 \text{ A} = 2,64 \text{ A}$$

P_z - moc punktu świetlnego,

I_z - prąd punktu świetlnego,

U - napięcie sieci oświetleniowej.

Zastosowany zestaw transformatorowy i przewody spełniają warunki ze względu na obciążenie.

Obliczenie skuteczności zadziałania zabezpieczenia zwarciovego.

Obliczenia sprawdzające wykonano dla najdłuższego obwodu.

Nastawa zabezpieczenia zwarciovego powinna spełniać warunek:

$$I_{zw \min} \geq k \times I_n$$

Do zasilania obwodów oświetleniowych zastosowano przewód YnOGyek 5×2,5mm² o przekroju żyły roboczej miedzianej 2,5 mm² i parametrach:

$$r_k = 8,21 \Omega/\text{km}$$

$$x_k = 0,123 \Omega/\text{km}$$

Do obliczeń

Parametry zwarciovego zestawu transformatorowego:

$$\Delta P_{cu} = 180 \text{ W}$$

$$u_z\% = 2,2 \%$$

$$R_T = 0,5951 \Omega$$

$$X_T = 0,29095 \Omega$$

Przyjęta obliczeniowa długość obwodu: $l = 150 \text{ m}$.

$$\text{Stąd: } I_{zw \min} = 0,8 \times 230 / (2 \times 1,8) = 51,1 \text{ A}$$

- współczynnik czułości zabezpieczenia:

$$k = I_{zw \min} / I_n = I_{zw \min} / 5I_n$$

$$k = 51 = 1,7 > k_{dop} = 1,5$$

Stwierdza się, że zabezpieczenie obwodu wyłącznikami nadprądowymi o prądzie znamionowym **6A**, jest skuteczne.

Sprawdzenie zabezpieczeń przeciążeniowych w zespole transformatorowym

Zabezpieczenie przeciążeniowe w zespole transformatorowym $I_{zwl}=8\text{A}$

Obciążalność długotrwała przewodu 2,5 mm² : $I_{dd}= 25 \text{ A}$, $0,9 \times I_{dd} = 22,5 \text{ A}$

Natężenie prądu obciążenia $I_{obc} = 6 \times 100\text{W} / 230\text{V} = 2,64 \text{ A} < 0,9 I_{dd} = 22,5 \text{ A}$

Spadek napięcia w obwodzie

$$\Delta U\% = [2 \times 100 / (\gamma \times S \times U^2)] \times \Sigma(P_i \times l_i)$$

$$i = 1 \div 6$$

$$\gamma = 55 \text{ m}/(\Omega \times \text{mm}^2)$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$U = 230 \text{ V}$$

$$P_i = 100\text{W}$$

$$\Delta U\% = [2 \times 100 / (55 \times 2,5 \times 230^2)] \times \Sigma(P_i \times l_i) = 0,53 \%$$

11. UWAGI KOŃCOWE

Projektowanie górnicze w stosunku do projektowania w innych dziedzinach techniki wiąże się z większą niepewnością informacji stanowiących podstawowe dane wejściowe do projektowania. Dlatego też każda dokumentacja techniczna w trakcie realizacji przedmiotu projektowanego powinna być na bieżąco analizowana i w miarę potrzeb weryfikowana.

W odniesieniu do przedmiotowej dokumentacji sformułowano następujące uwagi szczegółowe:

- 1) Przedmiotem niniejszej dokumentacji jest projekt techniczny wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię z wyrobiskami podszybia na poziomie 40 m szybu „Carnall”.
- 2) W związku ze zmiennymi warunkami geologiczno – górnictwymi w projekcie wyszczególniono trzy charakterystyczne odcinki, które wykonywane będą różnymi technologiami i z zastosowaniem różnych systemów obudowy:
 - odcinek I – wlot wyrobiska w obudowie żelbetowej wykonywany metodą otwartego wykopu w warstwach nadkładu o długości 18,7 m,
 - odcinek II – odcinek wyrobiska wykonywany metodą bezwykopową (górnictwem) w sypkich i niespoistych warstwach nadkładu oraz w zwietrzałych skałach karbońskich zalegających w rejonie wychodni,
 - odcinek III – odcinek wyrobiska wykonywany metodą górnictwem w zwięzłych skałach karbońskich wraz z połączeniem projektowanego wyrobiska z południową nitką Sztolni.
- 3) Obszar objęty projektowaną działalnością inwestycyjną zlokalizowany jest w rejonie wychodni pokładu 501/502 i prowadzonej w przeszłości eksploatacji górniczej, co powoduje, że w jego otoczeniu górotwór może być zdegradowany, a w powstałych pustkach mogą występować gazy, w tym również szkodliwe, np. powstałe w wyniku pożarów podziemnych. W analizowanym rejonie jeszcze w latach 70-tych XX wieku obserwowano wydzielanie się gazów pożarowych na powierzchnię terenu poprzez systemy pustek w górotworze. Świadczy to również o dużej skłonności węgla do samozapalenia. Biorąc powyższe pod uwagę oraz to, że projektowane wyrobisko będzie przewietrzane, wykonanie wyrobiska w tej strefie nie może zwiększyć zagrożenia pożarowego i gazowego, co można osiągnąć np. poprzez odpowiednią izolację górotworu w strefach generujących wzrost zagrożenia pożarowego.
- 4) Projektowane wyrobisko łączące powierzchnię terenu z wyrobiskami podszybia na poz. 40 m w rejonie szybu „Carnall” zostały wykonane w oparciu o aktualny stan

rozpoznania górotworu w analizowanym rejonie na podstawie analizy dokumentacji archiwalnej oraz wyników dodatkowo wykonanych wierceń w gruncie warstw nadkładowych. Wyniki przeprowadzonych badań i analiz potwierdzają dużą zmienność warunków geologicznych i geotechnicznych, a w szczególności ukształtowanie stropu karbonu, grubości i budowy nadkładu czy stopnia degradacji skał w strefie tzw. zwietrzliny karbońskiej. W związku z tym, że warunki geologiczno – górnicze stwierdzone po udostępnieniu masywu robotami górniczymi lokalnie mogą różnić się w stosunku do przyjętych w projekcie, w trakcie realizacji inwestycji może zaistnieć konieczność weryfikacji przyjętych założeń i rozwiązań projektowych, w tym również może okazać się, że korzystna będzie korekta przebiegu, konstrukcji obudowy lub technologii drażenia projektowanego wyrobiska. Należy się jednak liczyć z tym, że zmiana wymienionych parametrów może spowodować konieczność weryfikacji części projektu dotyczących poszczególnych odcinków wyrobiska.

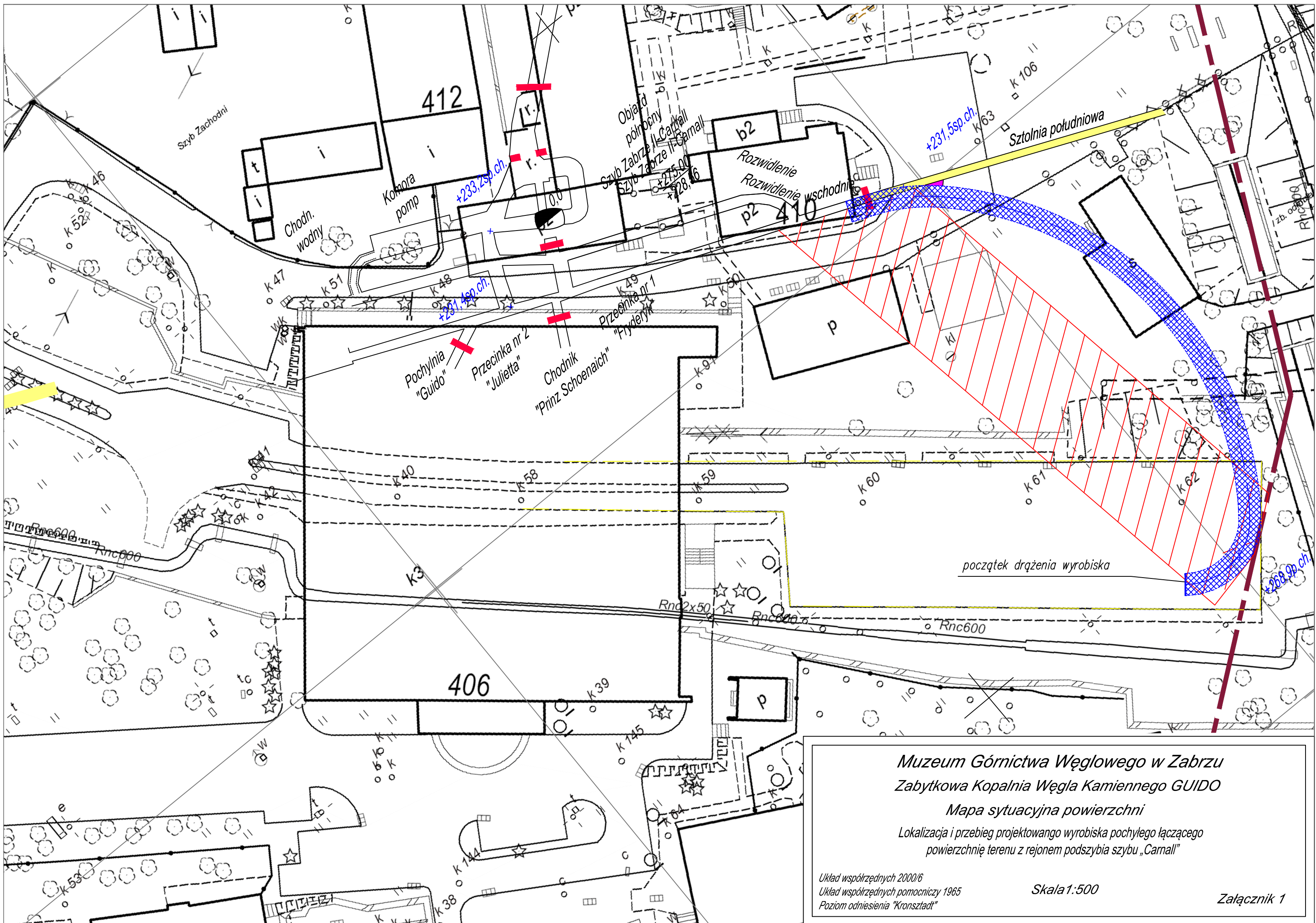
- 5) W przypadku stwierdzenia w trakcie wykonywania przedmiotowego wyrobiska znacząco różniących się w stosunku do przyjętych w założeniach do niniejszego projektu warunków geologiczno – górniczych, należy przeprowadzić weryfikację obliczeń i innych rozwiązań projektowych przyjmując nowe założenia.
- 6) Z uwagi na bezpośrednie połączenie wlotu wyrobiska wykonanego w obudowie żelbetowej z powierzchnią terenu oraz kształt, posadowienie, technologię wykonania i przewidywany sposób użytkowania konstrukcji obudowy do przedstawionej dokumentacji projektowej załączono raport pt.: „Weryfikacja modelu obliczeniowego w zakresie obliczeń statycznych wlotu do Upadowej Diagonalnej do podszybia poz.+40 szybu „Carnall” w Zabrze” wykonany przez uprawnionego inżyniera budowlanego.

12. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik nr 1. Mapa Sytuacyjna powierzchni – Lokalizacja i przebieg projektowanego wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”; Skala 1:500.
- Załącznik nr 2. Szyb Zabrze II – Carnall – profil geologiczny.
- Załącznik nr 3A. Karta otworu badawczego -Profil numer 1 Obiekt: Otwory kontrolne w rejonie ul. Wolności; GeoProjekt Śląsk; styczeń 2014 r.
- Załącznik nr 3B. Karta otworu badawczego -Profil numer 2 Obiekt: Otwory kontrolne w rejonie ul. Wolności; GeoProjekt Śląsk; styczeń 2014 r.
- Załącznik nr 3C. Przypuszczalny profil litologiczny projektowanego otworu piezometrycznego nr P-4/2010, Skala 1:500.
- Załącznik nr 4. Przekrój geologiczny wzdłuż wybiegu wyrobiska; skala 1:250.
- Załącznik nr 5. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Odcinki charakterystyczne; skala 1:250.
- Załącznik nr 5a. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Plan wytyczenia; skala 1:500.
- Załącznik nr 6. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Przekrój pionowy wzdłuż osi wyrobiska; skala 1:500.
- Załącznik nr 7. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Przekrój pionowy wzdłuż osi wyrobiska z oznaczeniem rodzaju obudowy; skala 1:250.
- Załącznik nr 8. Mapa Sytuacyjna powierzchni – Lokalizacja i przebieg projektowanego wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall” z oznaczeniem rodzaju obudowy; skala 1:500.
- Załącznik nr 9.1. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Wlot - obudowa żelbetowa – wymiary (ściany ociosowe); skala 1:50.
- Załącznik nr 9.2. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Wlot - obudowa żelbetowa – wymiary (płyta spągowa i stropowa); skala 1:50.
- Załącznik nr 9.3. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Wlot - obudowa żelbetowa – zbrojenie (ściany ociosowe); skala 1:50.

- Załącznik nr 9.4. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Włot - obudowa żelbetowa – zbrojenie (płyta spągowa i stropowa); skala 1:50.
- Załącznik nr 9.5. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Szacunkowe zestawienie zbrojenia.
- Załącznik nr 10.1. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Włot - obudowa żelbetowa – przekroje (żebra); skala 1:50.
- Załącznik nr 10.2. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Włot - obudowa żelbetowa – przekroje (ramy); skala 1:50.
- Załącznik nr 11. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Przekroje poprzeczne wyrobiska; skala 1:50.
- Załącznik nr 12. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Połączenie projektowanego wyrobiska z kanałem południowym Sztolni; skala 1:100.
- Załącznik nr 13. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Zakres robót przygotowawczych w rejonie rozwidlenia; skala 1:200.
- Załącznik nr 14. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Gabaryty transportowe wyrobiska; skala 1:500.
- Załącznik nr 15. Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”. Wyposażenie wyrobiska – przekrój poprzeczny; skala 1:50.
- Załącznik nr 16A. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego. Oprawy OLR-1/36.
- Załącznik nr 16B. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego Oprawy OLR-1/18.
- Załącznik nr 16C. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego. Oprawy LOP-04.
- Załącznik nr 16D. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego. Oprawy G-100M z żarówką 100W.
- Załącznik nr 16E. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego. Oprawy G-100M ze świetlówką 23W.

- Załącznik nr 16F. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy OLR-1/36.
- Załącznik nr 16G. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy OLR-1/18.
- Załącznik nr 16H. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy LOP-04.
- Załącznik nr 16I. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy z żarówką 100W.
- Załącznik nr 16J. Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej. Oprawy ze świetlówką 23W.
- Załącznik nr 17. Dyspozycja urządzeń wraz z instalacją oświetleniową.
- Załącznik nr 18. Schemat instalacji elektrycznej 230V.
- Załącznik nr 19. Schemat ideowy zasilania i sterowania oświetlenia.
- Załącznik nr 20. Weryfikacja modelu obliczeniowego w zakresie obliczeń statycznych wlotu do Upadowej Diagonalnej do podszybia poz.+40 szybu „Carnall” w Zabrze.



Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu
Zabytkowa Kopalnia Węgla Kamiennego GUIDO

Mapa sytuacyjna powierzchni

Lokalizacja i przebieg projektowanego wyrobiska pochyłego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”

Układ współrzędnych 2000/6
 Układ współrzędnych pomocniczy 1965
 Poziom odniesienia "Kronstadt"

Skala 1:500

Załącznik 1

y = +4910,0 x = 12687,0

+ 275,0

513,90 m gf.

Głębokość	Opis warstw
8.63	8.63 Dytumium
	59.37 Piaskowiec
68.00	
73.50	5.50 tupek
82.40	8.90 Węgiel (pokr. 504)
	16.60 tupek
100	
99.00	
100.30	1.30 Węgiel (pokr. 505)
104.48	4.18 tupek
105.00	0.52 Węgiel
	20.92 Łupak
125.92	
126.78	0.26 Węgiel
130.28	4.10 Łupak
	16.21 Piaskowiec
146.49	
149.76	3.27 Łupak
150.28	0.52 Węgiel
154.29	4.01 Łupak
	6.02 Piaskowiec
160.31	
162.66	2.35 Łupak
167.50	4.84 Węgiel (pokr. 507)
170.38	2.88 Łupak
	19.03 Piaskowiec
189.47	
191.82	2.35 Łupak
196.00	4.18 Węgiel (pokr. 509)
198.35	2.35 Łupak
204.76	6.41 Węgiel (pokr. 510)
207.38	2.62 Łupak
212.35	4.97 Piaskowiec
212.40	0.05 Łupak
	13.10 Łupak
225.50	
	14.00 Piaskowiec
239.50	
257.10	11.60 "
257.30	0.20 Węgiel
254.50	3.20 Łupak ilasty
259.30	4.80 Piaskowiec
261.85	2.55 Łupak ilasty
267.10	5.55 Piaskowiec szczelinowaty, wodonośny
270.45	3.35 Łupak ilasty, miękki zfałdowany
273.85	3.40 Piaskowiec szczelinowaty
279.30	5.45 Łupak ilasty miękki
280.05	0.75 Piaskowiec
280.25	0.20 Łupak ilasty, piaszczysty
289.20	8.95 Piaskowiec
290.00	0.80 Łupak ilasty
290.36	0.35 Piaskowiec
291.30	0.95 Węgiel
300	4.20 Łupak ilasty piaszczysty
307.40	5.90 " " czarny
309.80	8.40 Piaskowiec łamliwy
310.20	0.40 Węgiel
318.50	8.30 Łupak ilasty miękki
318.65	0.15 Węgiel
324.30	5.65 Łupak ilasty
324.85	0.55 Węgiel
330.80	5.95 Łupak ilasty
332.26	0.70 " palny
335.60	1.30 " ilasty
339.30	0.06 Węgiel
	1.99 Łupak ilasty
	1.35 Piaskowiec
	3.10 Łupak ilasty piaszczysty
	0.60 Piaskowiec
	44.55 Łupak ilasty zwięzły
383.85	
383.90	0.05 Łupak palny z przerostami węgla
385.10	1.20 " ilasty piaszczysty
386.35	1.25 " " zwięzły
	12.70 Piaskowiec zwięzły, szczelinowaty, wodonośny
400	
399.05	
399.50	0.45 Łupak ilasty
403.22	0.80 " " tupek palny
403.30	0.08 " " Węgiel
405.90	2.00 " " "
409.70	0.22 " " "
409.50	2.63 " " "
413.50	4.06 " " "
413.34	3.60 " " "
416.88	0.20 " " "
416.20	2.64 " " "
416.20	0.16 " " "
422.26	2.80 " " "
421.20	0.58 " " "
421.50	0.37 " " "
428.00	0.35 " " "
428.00	1.50 Piaskowiec
433.70	1.00 Łupak ilasty
436.60	0.06 " " "
437.80	5.74 " " piaszczysty
438.80	4.10 " " czarny
438.80	3.50 " " "
448.50	0.25 Węgiel
448.50	0.55 Łupak ilasty
450.80	1.50 Piaskowiec
450.85	5.60 Łupak ilasty
450.95	0.30 Węgiel
451.50	1.55 Łupak ilasty
451.85	0.09 Węgiel
452.05	0.26 Łupak ilasty
452.30	0.15 " " "
452.30	0.10 " " "
454.75	0.45 " " "
	0.10 " " "
	0.25 " " "
	2.45 " " piaszczysty
	3.75 " " "
	10.70 " " "
	14.50 Piaskowiec
484.86	
484.96	1.30 Łupak ilasty
	0.16 " palny
	0.10 Węgiel
500	
	20.54 Łupak ilasty
505.50	
505.80	0.30 Węgiel
507.70	1.90 Łupak ilasty
514.70	6.40 Węgiel " pokład 620
514.60	1.40 " " "

POUFNE

Główny Inżynier Górniczy

mgr inż. Edward Palfod

mgr inż. Jan Jankowski

Kierownik Ruchu Zakładu

Mgr inż. Ambroży Guziel
Młodszy Górniczy

Szyb Zabrze II - "Carnall" - 3352/136 inż. Paweł Musiał

1:1000

Załącznik 2

Profil numer 1

Wiertnica: Boart Longyear DB505

 Miejscowość: Zabrze ul. Wolności
 Gmina: Zabrze
 Powiat: Zabrze
 Województwo: śląskie

 Obiekt: Otwory kontrolne w rejonie ul. Wolności
 Zleceniodawca: Kopalnia Guido w Zabrzu
 Wiercenie: J.Kiera, kartę oprac. mgr inż.L.Libera
 Dozór geologiczny: mgr inż.A.Chryst

System wiercenia: okrężny

Rzędna:

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2014-01

Wiercenie	Głębokość zwiarcia wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałczkowań	Stan gruntu	
			[m]	[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
świder spiralny o średnicy 102 mm		Czwartorzęd Holocen	0.05		0.05	Beton asfaltowy Beton	Ba				
			1.0				B				
			2.0								
			3.0			2.50	nasyp niebudowlany (miał węglowy + okruchy cegły + glina), czarny	nN(mwk+c+G)	w		
			4.0			3.80	zwietrzelnina kamienista węgla kamiennego, czarny	KW(wk)			zg
		Karbon Karbon	5.0								
			6.0		5.20	zwietrzelnina gliniasta łupka ilastego (ł z przerostami łupka ilastego), szara	KWg(l//łi)	mw		n.w.	zw
			7.0		7.00						



KARTA OTWORU BADAWCZEGO

Zał.Nr: 3B

Profil numer 2

Wiertnica: Boart Longyear DB505

Miejscowość: Zabrze ul. Wolności
 Gmina: Zabrze
 Powiat: Zabrze
 Województwo: śląskie

Objekt: Otwory kontrolne w rejonie ul. Wolności
 Zleceniodawca: Kopalnia Guido w Zabrze
 Wiercenie: J.Kiera, kartę oprac. mgr inż.L.Libera
 Dozór geologiczny: mgr inż.A.Chryst

System wiercenia: okrężny

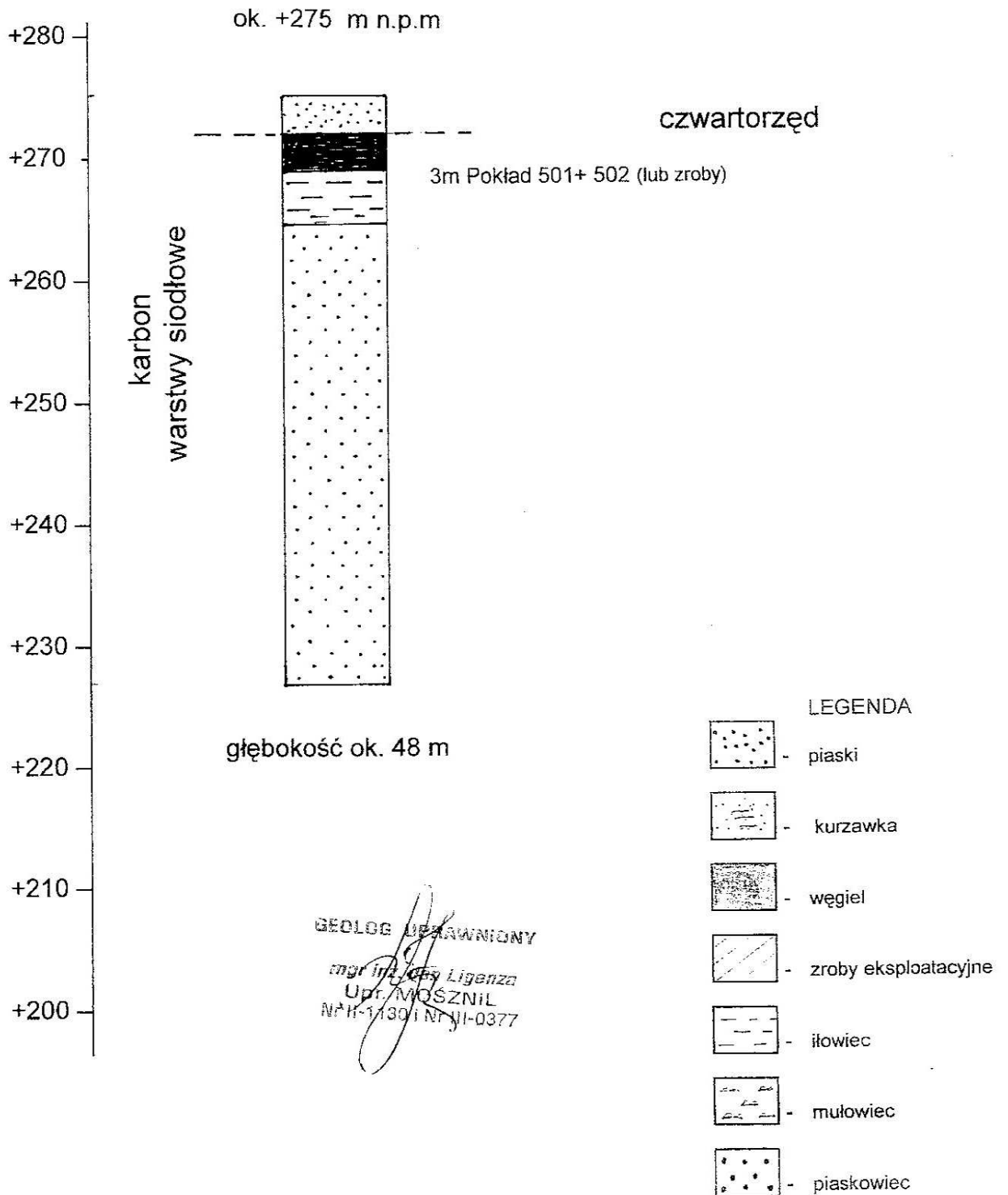
Rzędna:

Skala 1 : 50

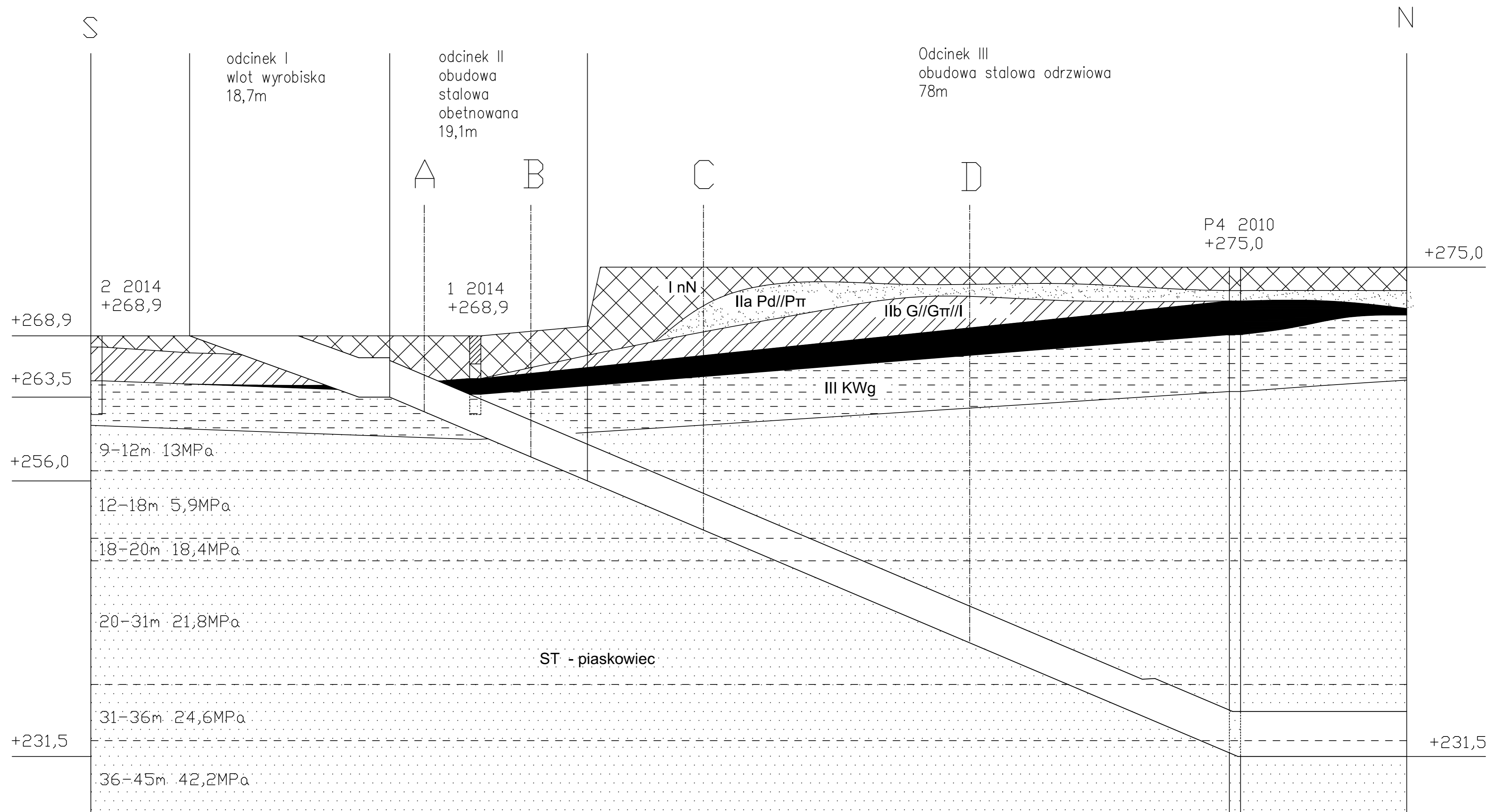
Data wiercenia: 2014-01

Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałczkowań	Stan gruntu
			[m]	[m]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
świder spiralny o średnicy 102 mm		Czwartorzęd Holocen	0.0			nasyp niebudowlany (miał węglowy + okruchy cegły + glina), czarny	nN(mwk+c+G)	w		
			1.0		1.00	głina warstwowana gliną pylastą i iłem, brązowa i sz.żółto-brązowa	G//Gπ//I	mw		
		Karbon Karbon	4.0		4.00	zwietrzelina gliniasta mułowca (głina z przerostami mułowca), brązowa	KWg(G//mc)	mw	n.w.	zw
			6.0		6.00					

P-4/2010

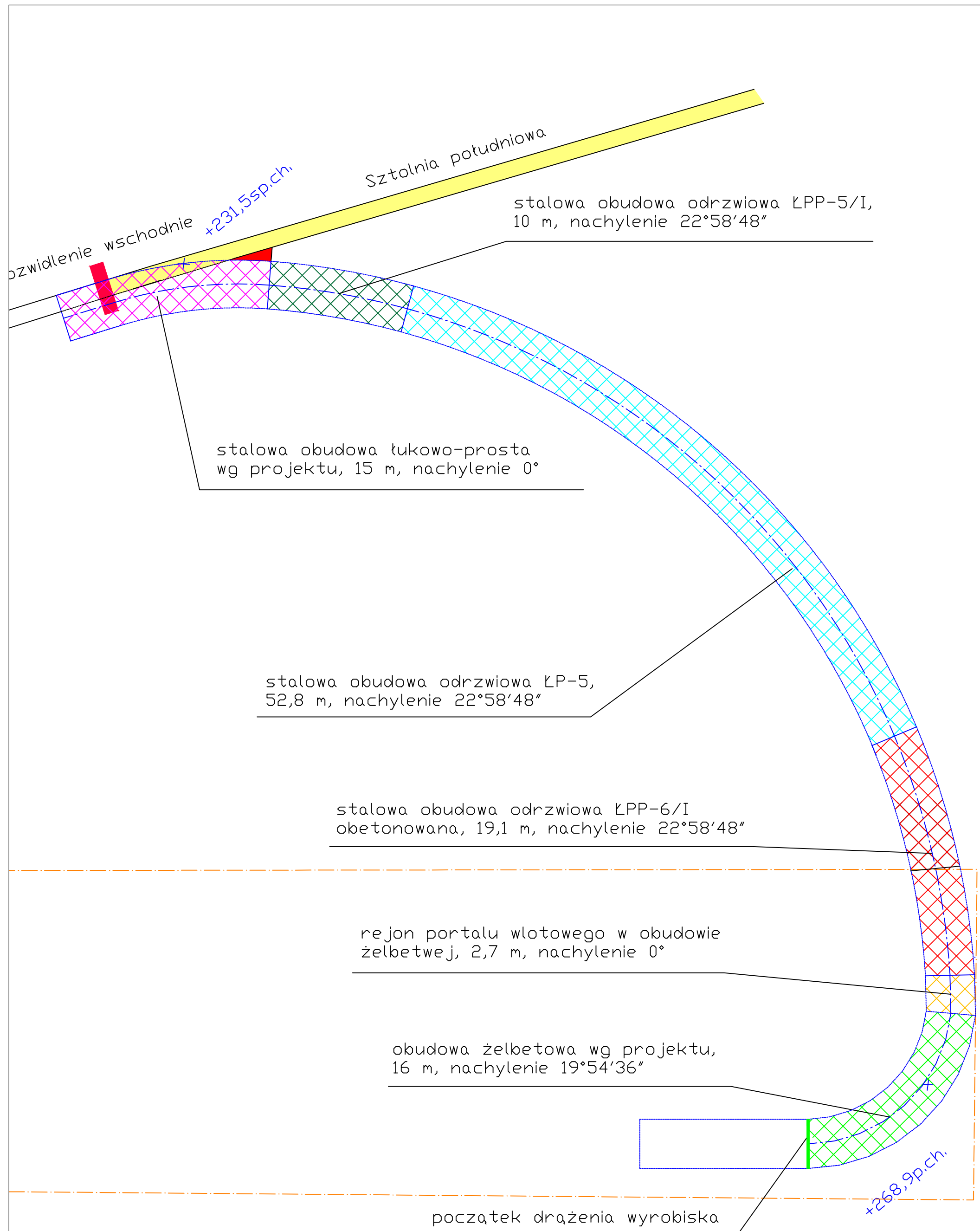


Projekt prac geologicznych wykonania otworów badawczych i piezometrycznych w rejonie Głównej Sztolni Kluczowej w Zabrze		Załącznik Nr 3C
Przypuszczalny profil litologiczny projektowanego otworu technologicznego (piezometrycznego) nr P-4/2010	Opracował: Styczeń 2010	mgr inż. J. Ligienza
	Weryfikował: Styczeń 2010	Dr hab. inż. M. Pozzi
Skala 1: 500		

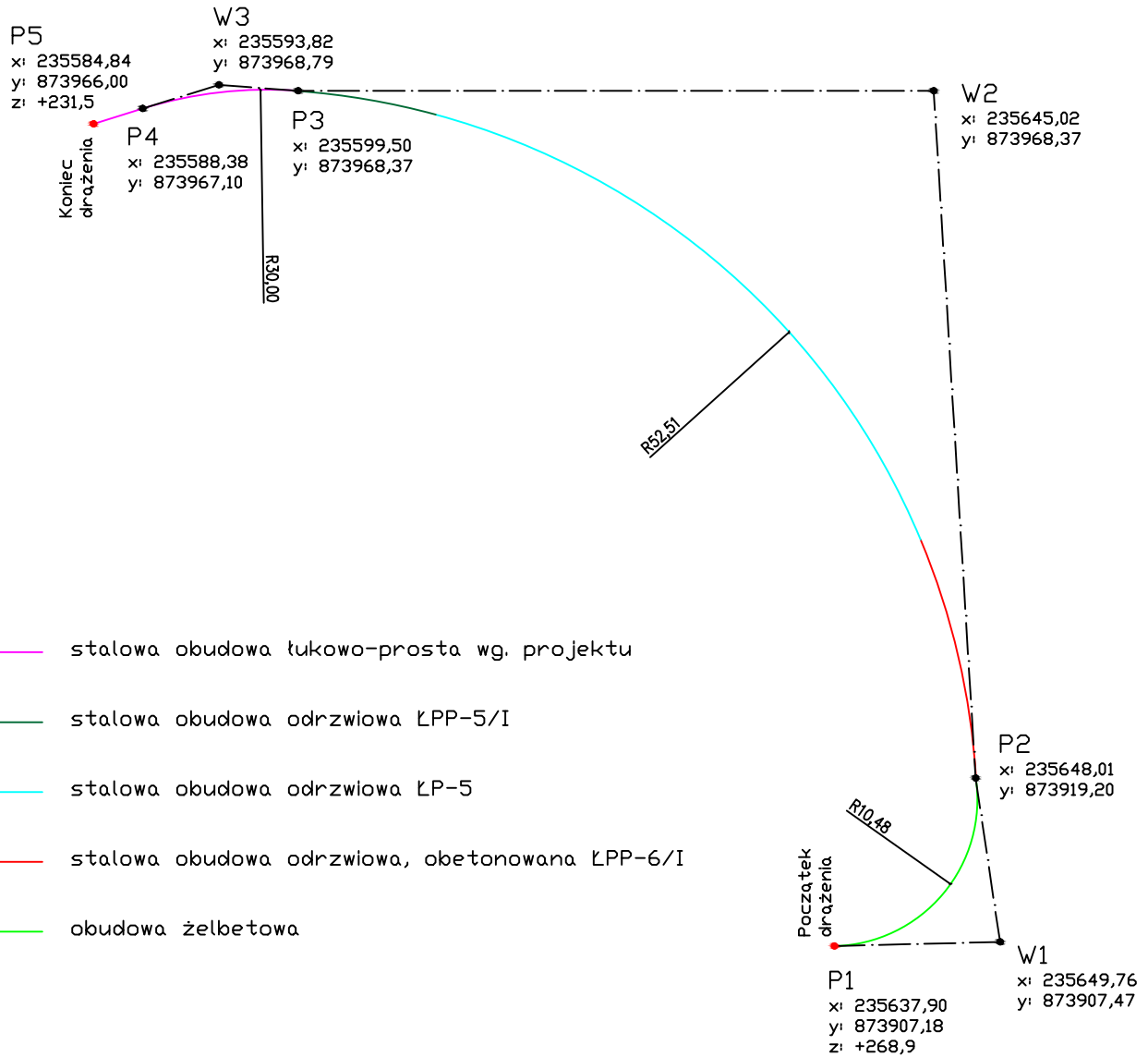


A, B, C, D – profile dla których wykonano obliczenia obciążenia na obudowę wyrobiska

Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”	Skala 1:250	Załącznik 4
Przekrój geologiczny wzdłuż wybiegu wyrobiska		
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni		Format A2



<p>Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”</p> <p>Odcinki charakterystyczne</p>	<p>Skala 1:250</p>	<p>Załącznik 5</p>
<p>Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni</p>		<p>Format A3</p>



Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”

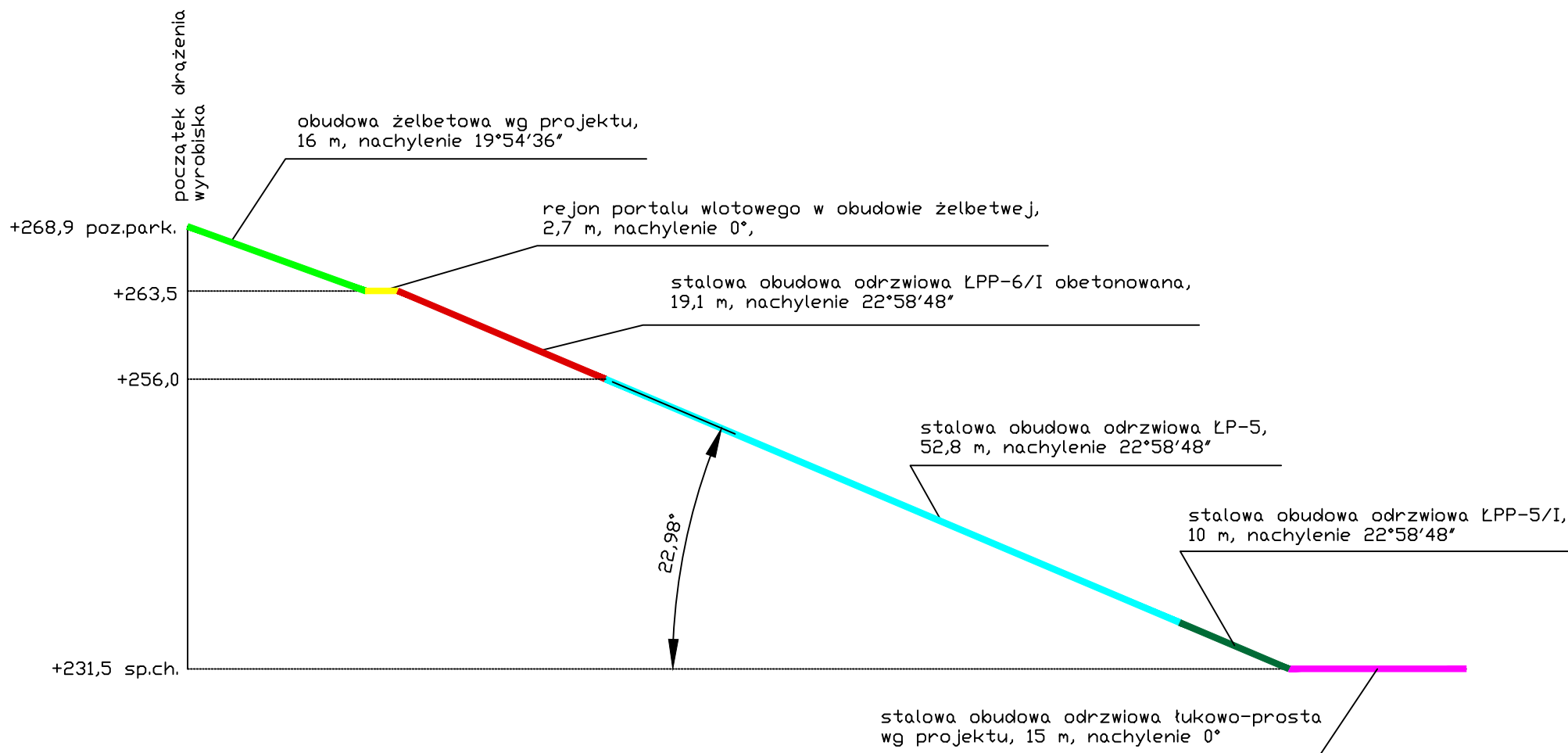
Plan wytyczenia

Skala
1:500

Załącznik
5a

Politechnika Śląska
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni

Format
A4



Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”

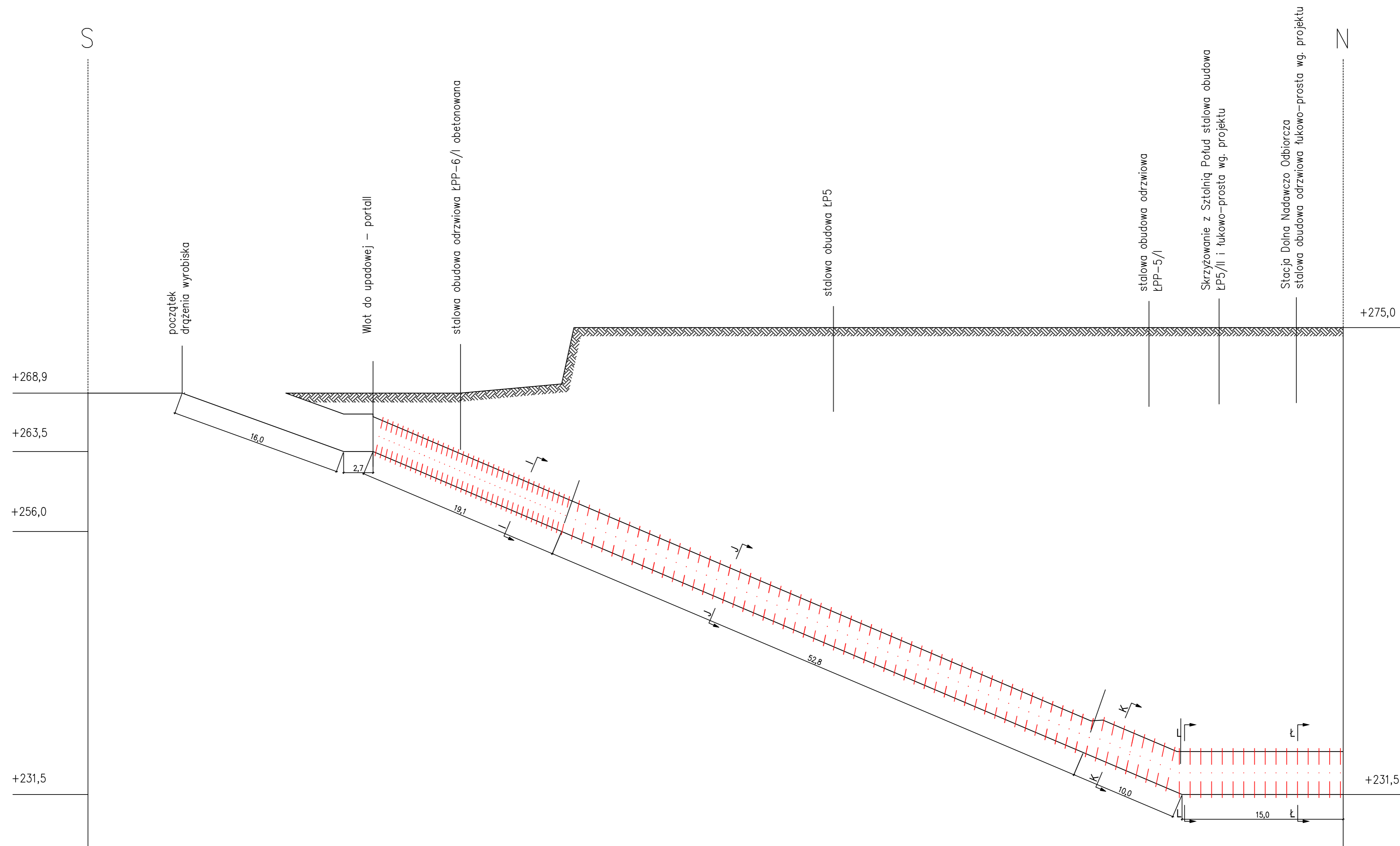
Przekrój pionowy wzdłuż osi wyrobiska

Skala
1:500

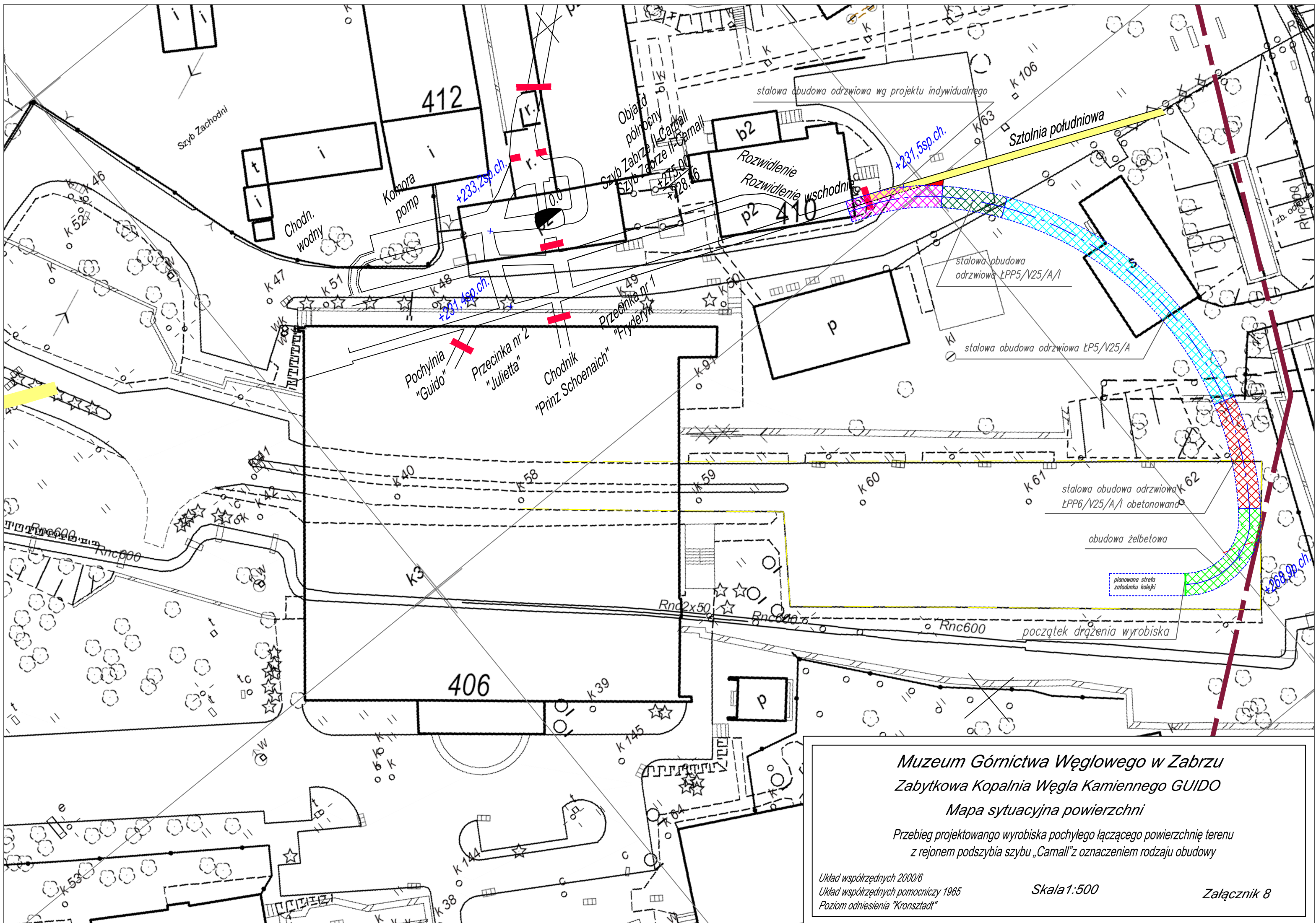
Załącznik
6

Politechnika Śląska
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni

Format
A4



<p>Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”</p> <p>Przekrój pionowy wzdłuż osi wyrobiska z oznaczeniem rodzaju obudowy</p>	<p>Skala 1:250</p>	<p>Załącznik 7</p>
<p>Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni</p>		<p>Format A2</p>



Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu
Zabytkowa Kopalnia Węgla Kamiennego GUIDO
Mapa sytuacyjna powierzchni

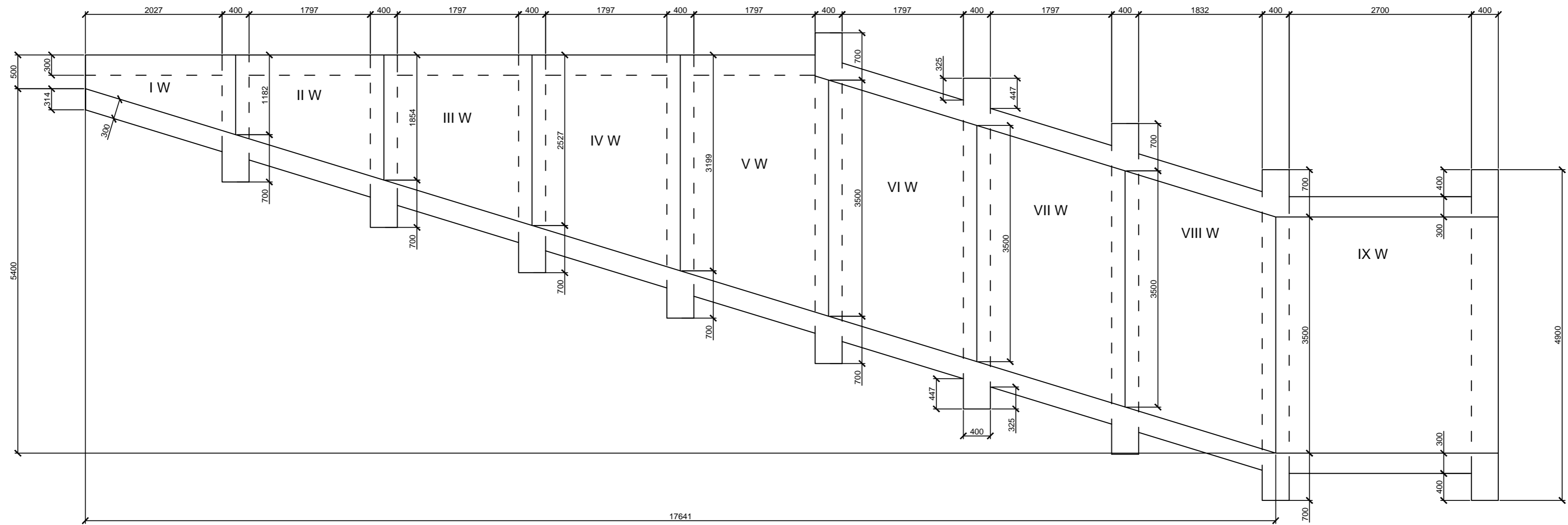
Przebieg projektowanego wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Camall” z oznaczeniem rodzaju obudowy

Układ współrzędnych 2000/6
 Układ współrzędnych pomocniczy 1965
 Poziom odniesienia "Kronstadt"

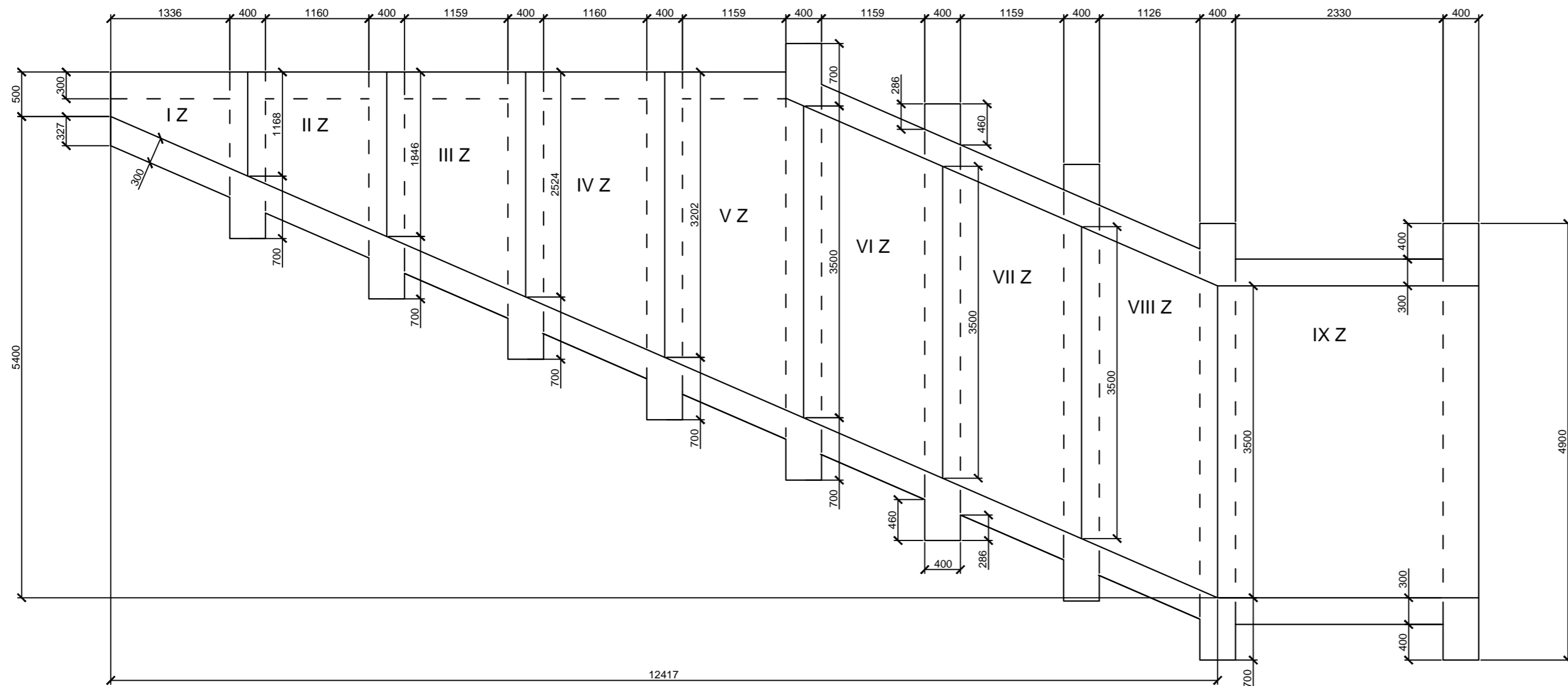
Skala 1:500

Załącznik 8

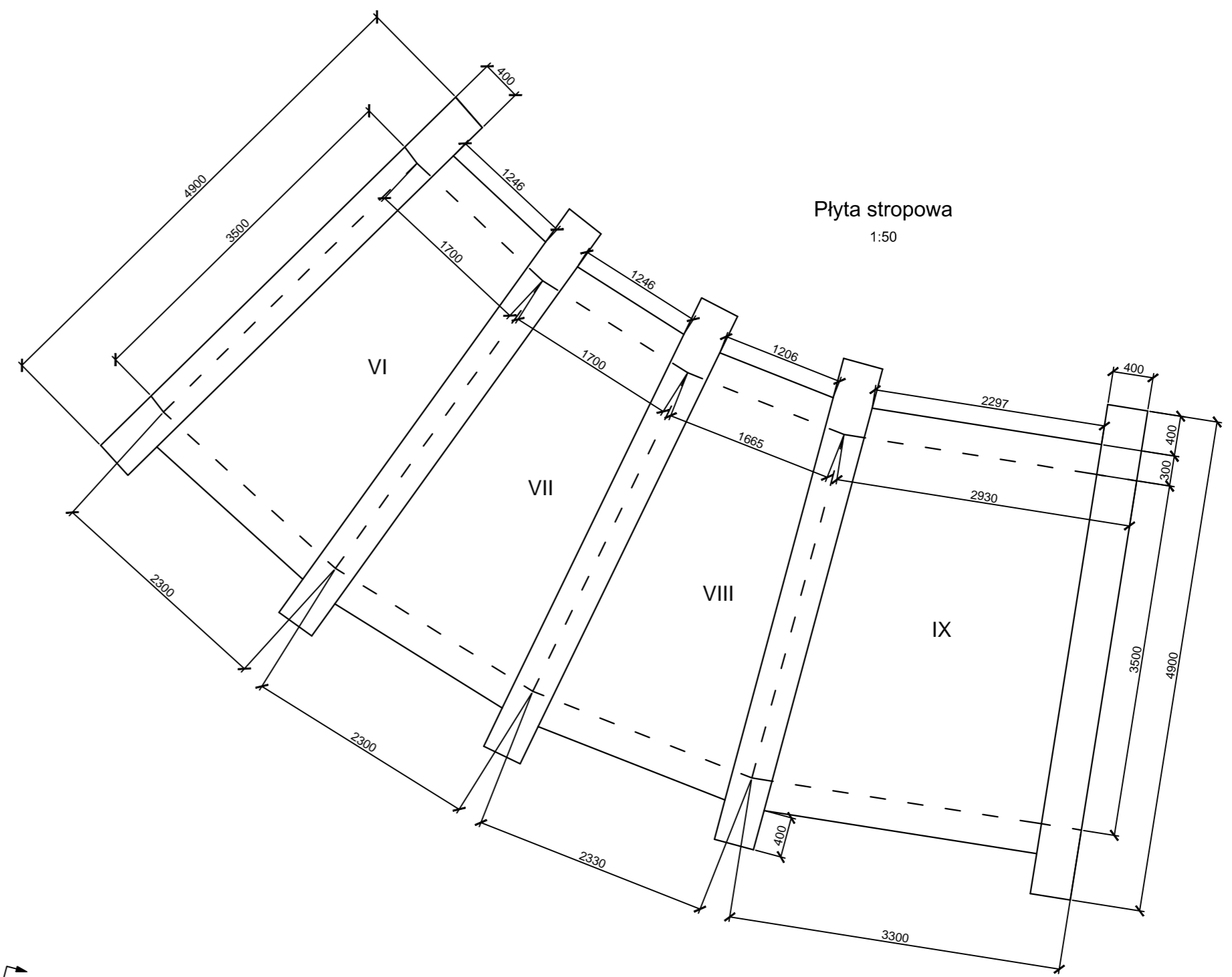
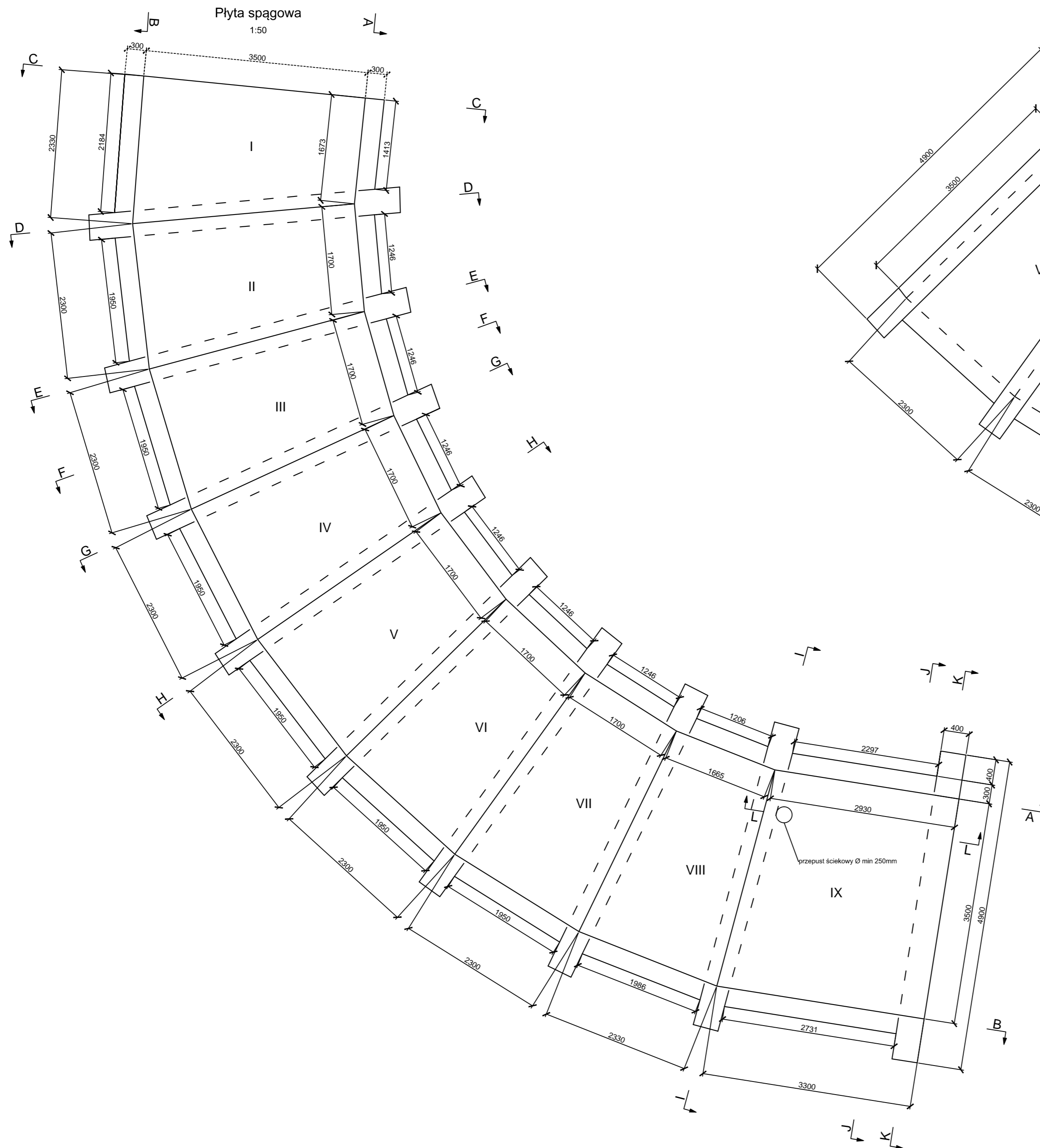
B - B
Ocios wschodni
1:50



A - A
Ocios zachodni
1:50



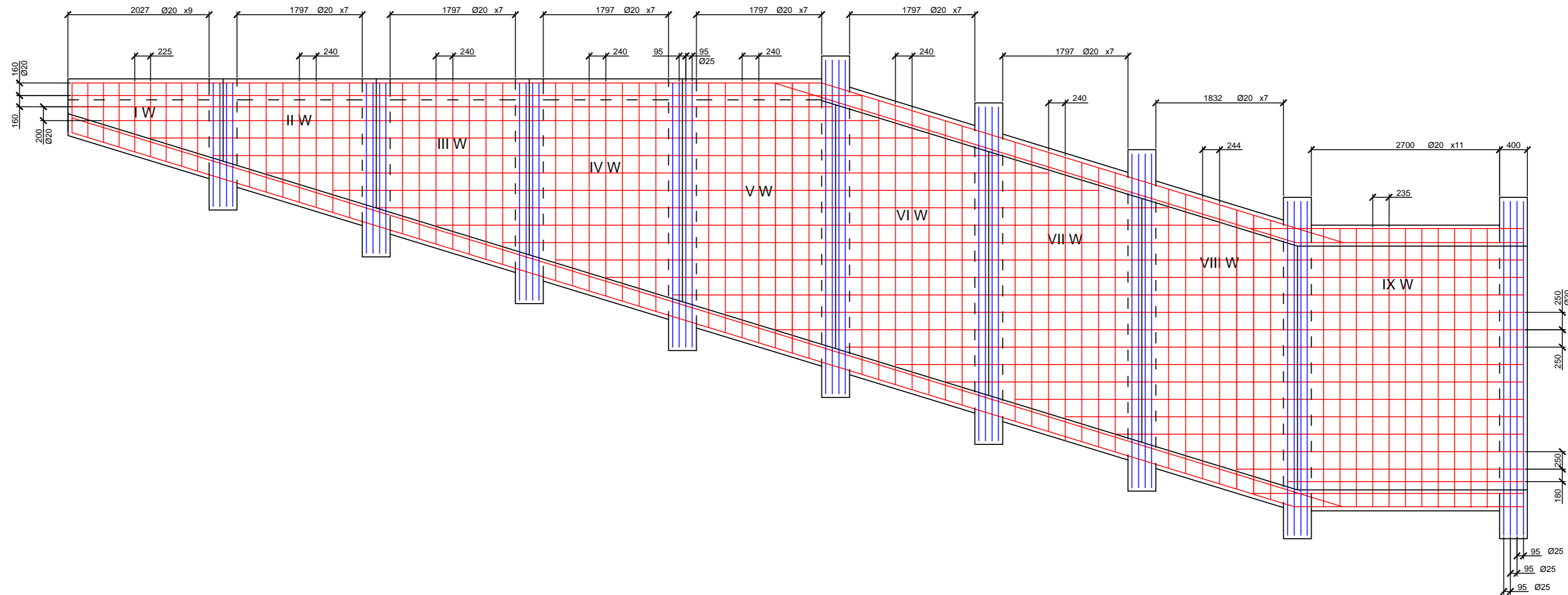
Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall” Wlot- obudowa żelbetowa - wymiary	Skala 1:50	Załącznik 9.1
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchnii		Format A2



<p>Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall” Włot- obudowa żelbetowa - wymiary</p>	<p>Skala 1:50</p>	<p>Załącznik 9.2</p>
<p>Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchnii</p>		<p>Format A2</p>

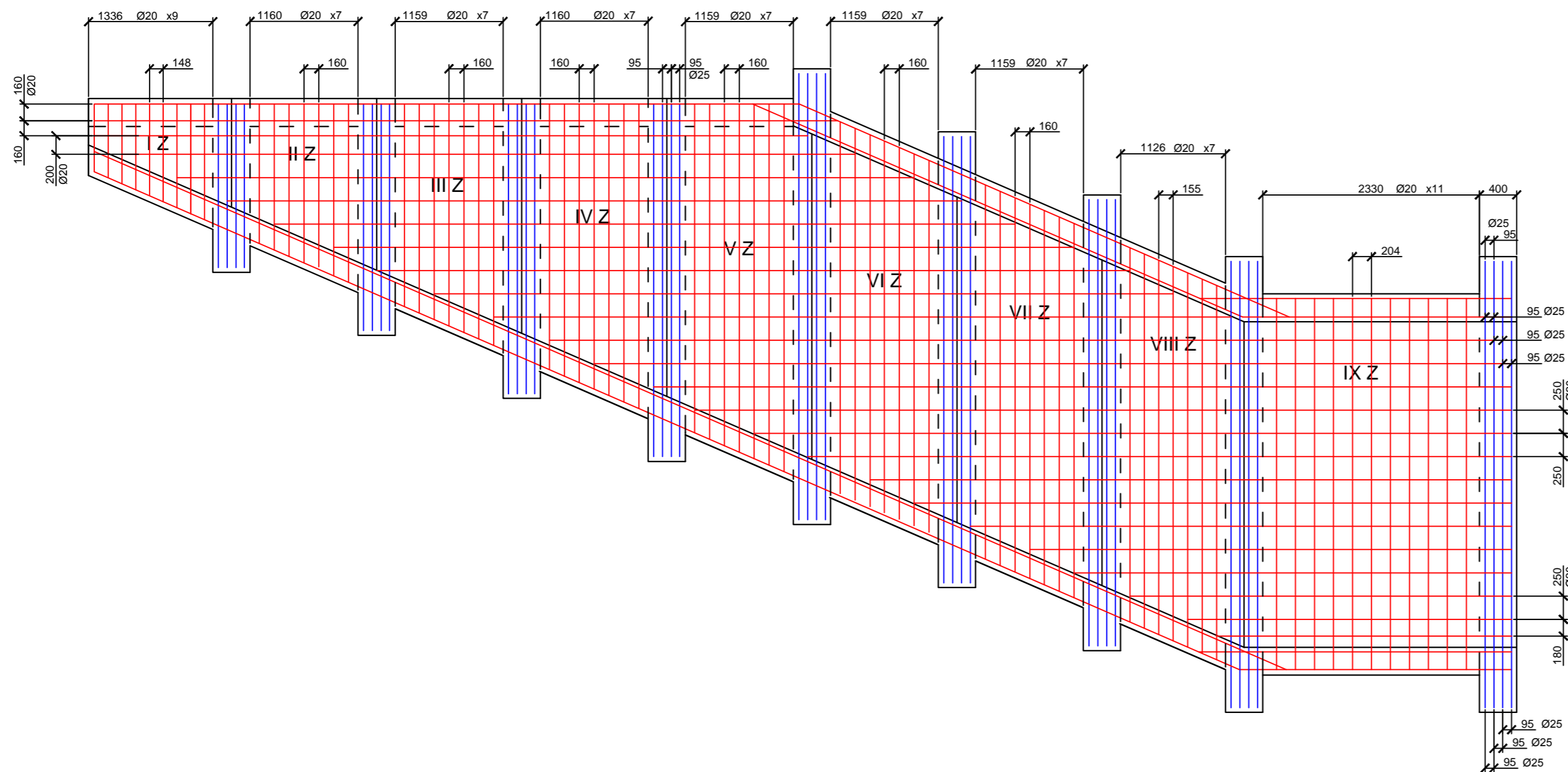
B - B
Ocios wschodni

1:50



A - A
Ocios zachodni

1:50



Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”
Włot- obudowa żelbetowa - zbrojenie

Skala 1:50
Załącznik 9.3

Politechnika Śląska
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchnii

Format A2

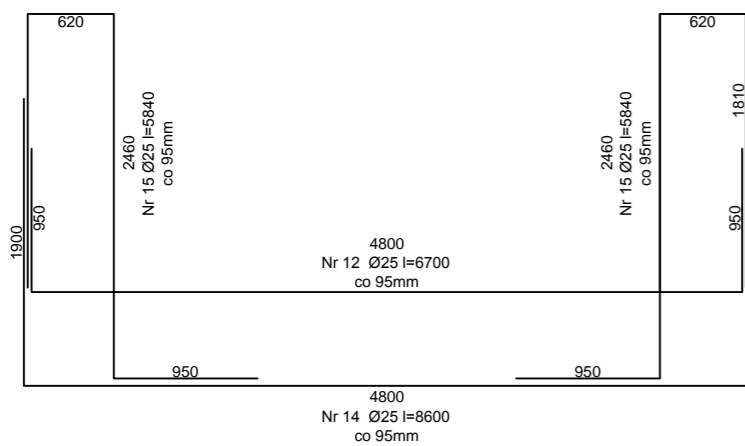
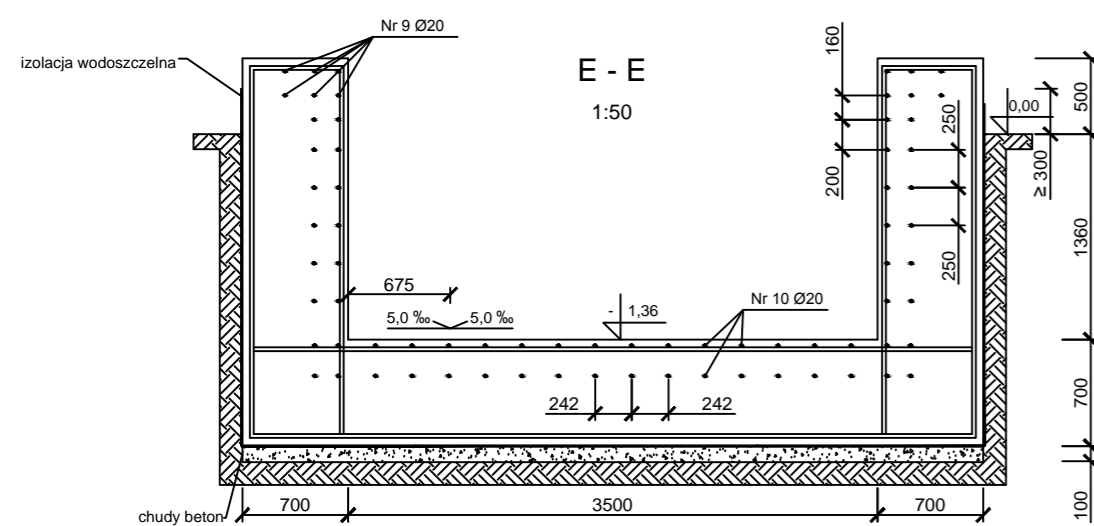
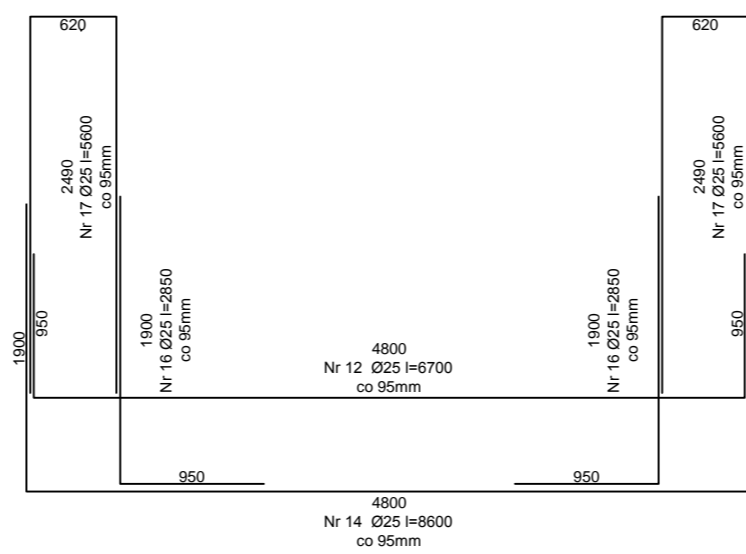
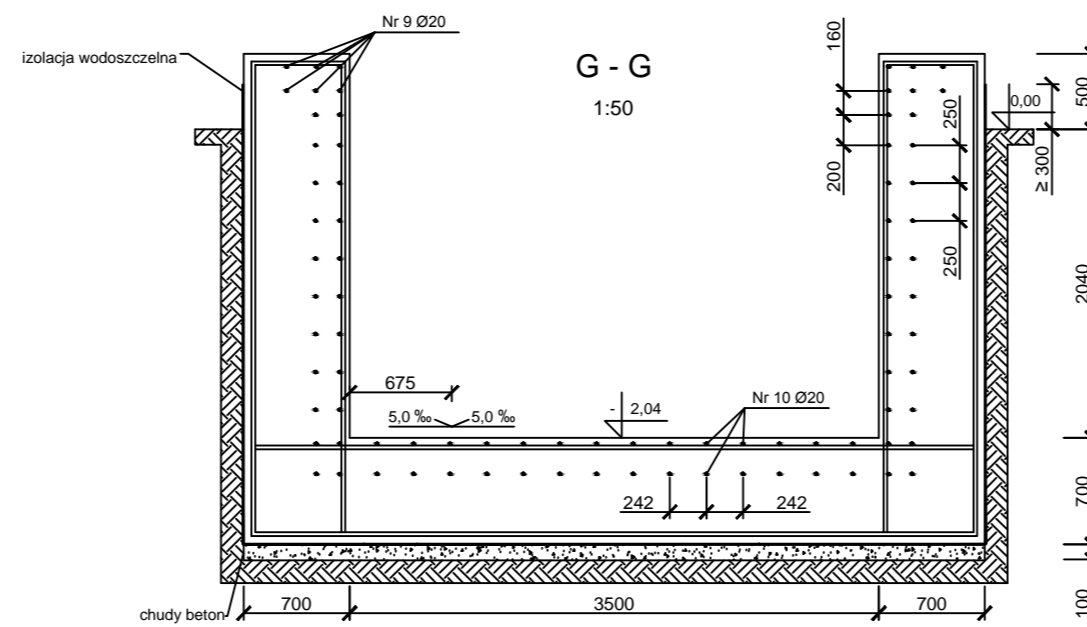
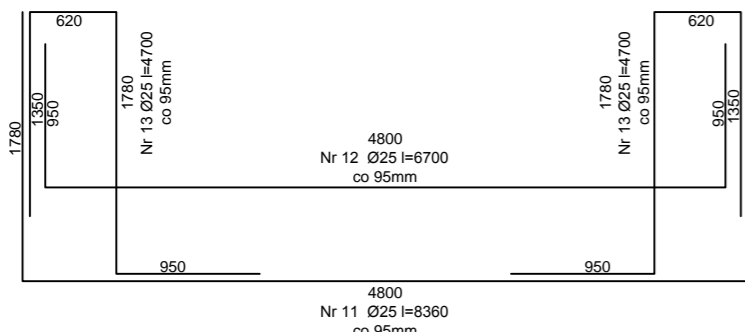
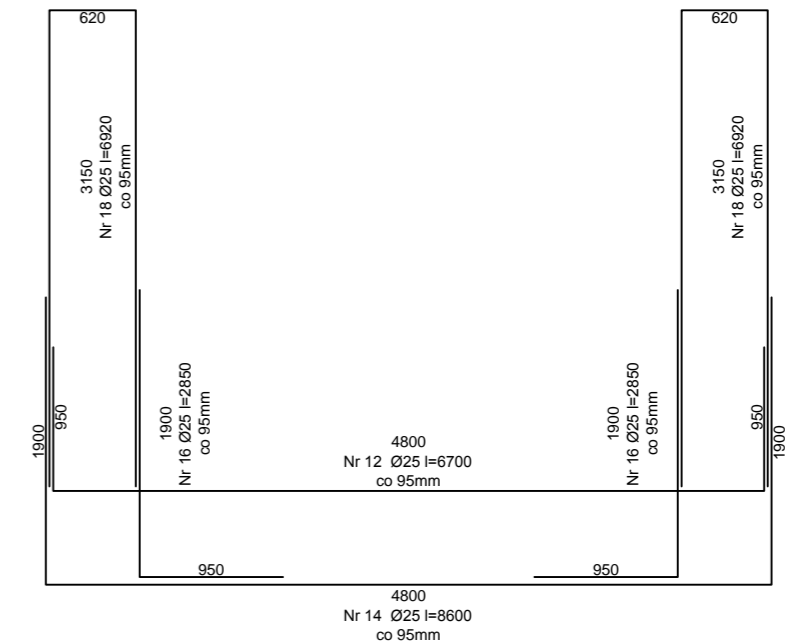
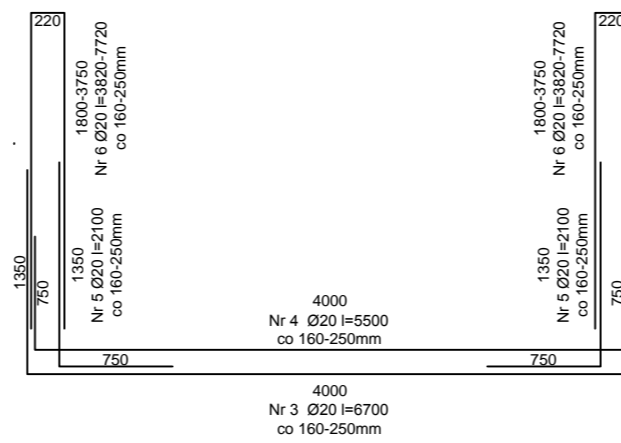
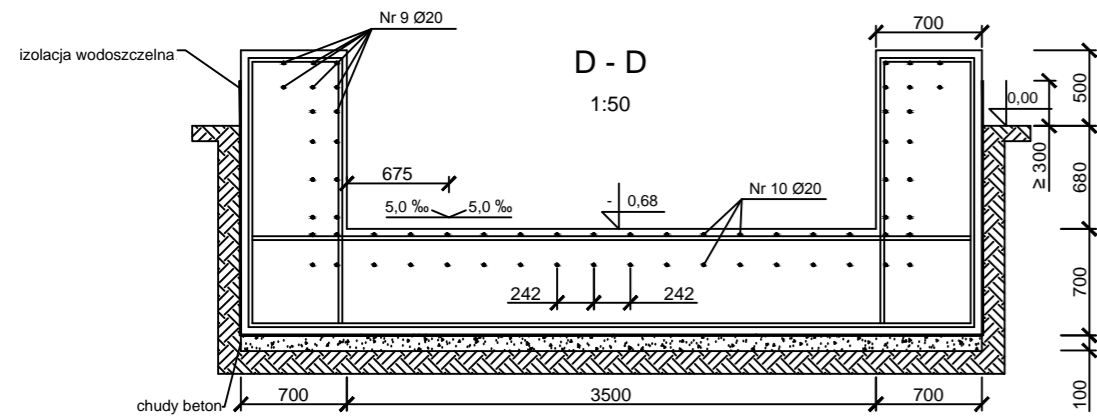
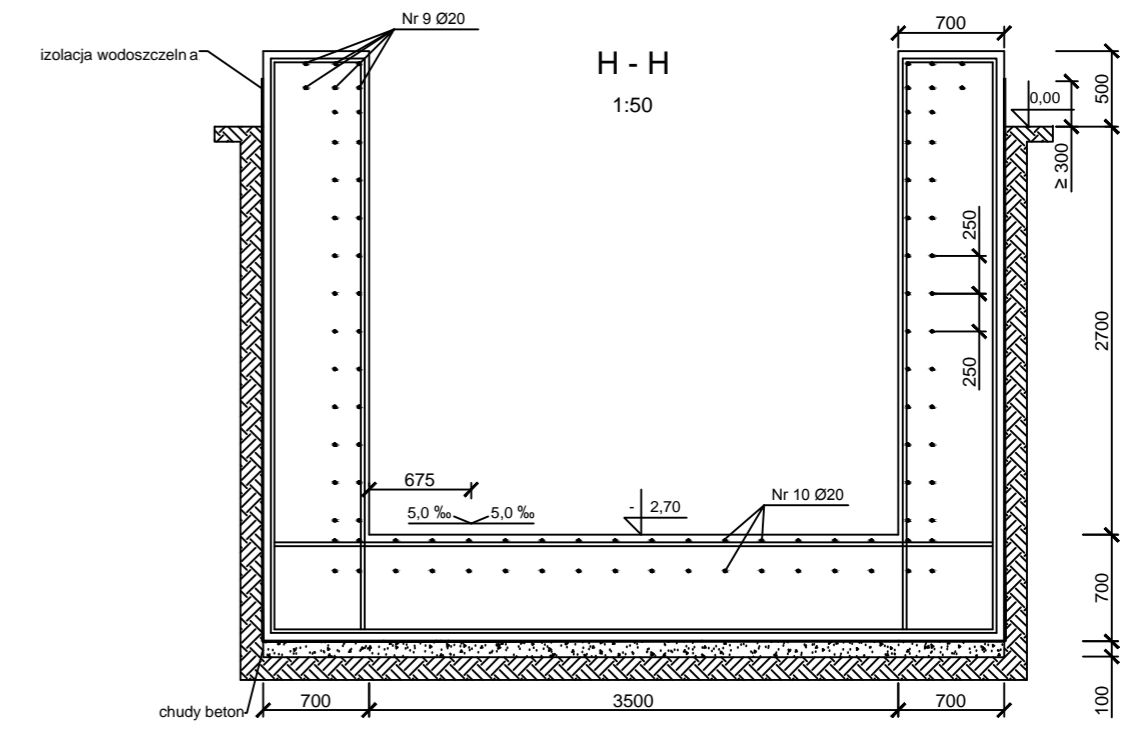
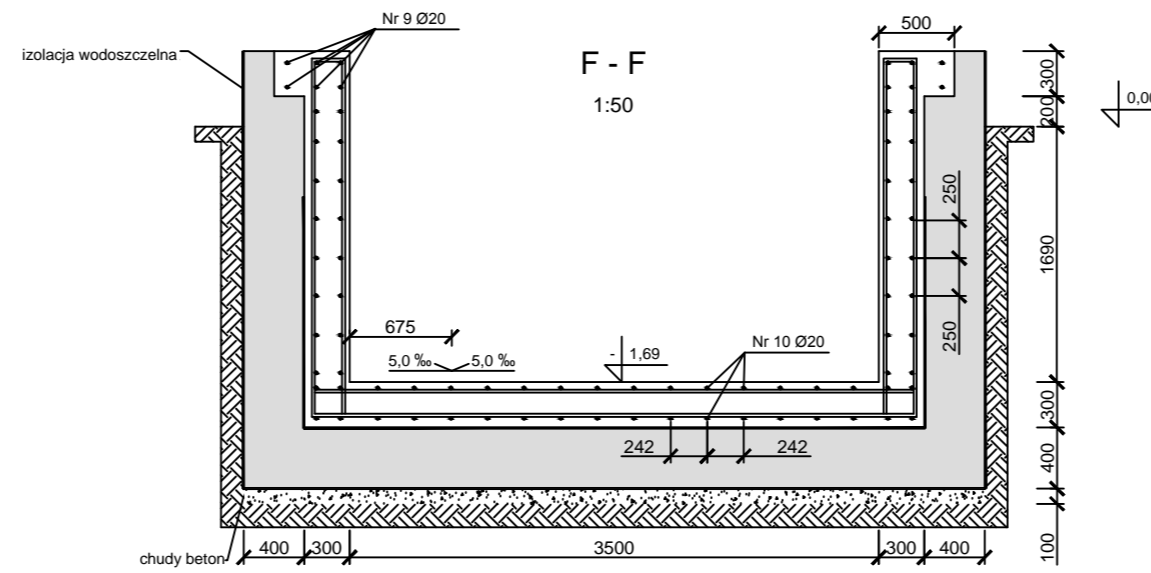
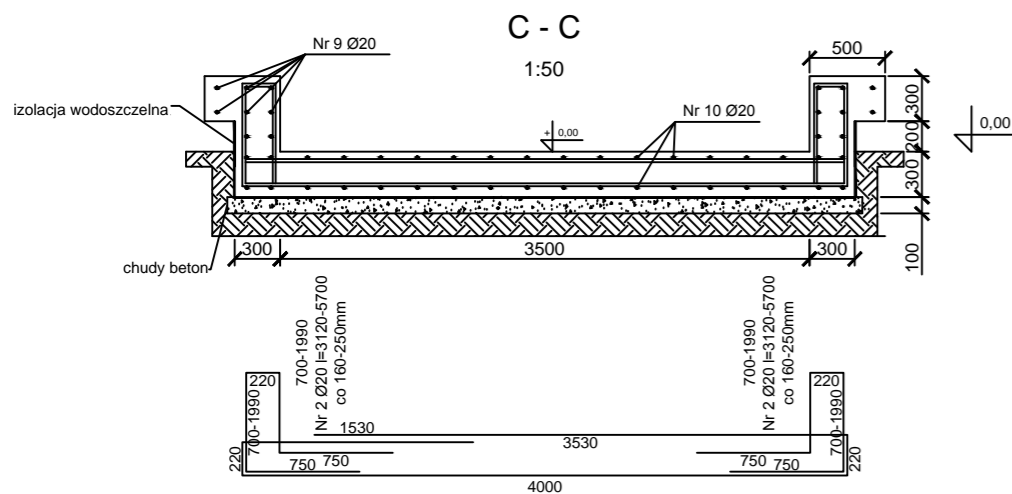
Szacunkowe zestawienie zbrojenia

nr pręta	średnica	długość	szt.	sumaryczna długość	masa
-	mm	mm	-	m	kg
1	20	9500	16	152,0	375
2	20	3120 - 5700	32	141,1	349
3	20	6700	55	368,5	910
4	20	5500	53	291,5	720
5	20	2100	106	222,6	550
6	20	3820 - 7720	106	736,4	1819
7	20	5500	66	363,0	897
8	20	4500	4	18,0	44
9*	20	3150 - 13890	72	879,8	2173
10*	20	7965 - 21970	54	1015,7	2509
suma				4189	10346

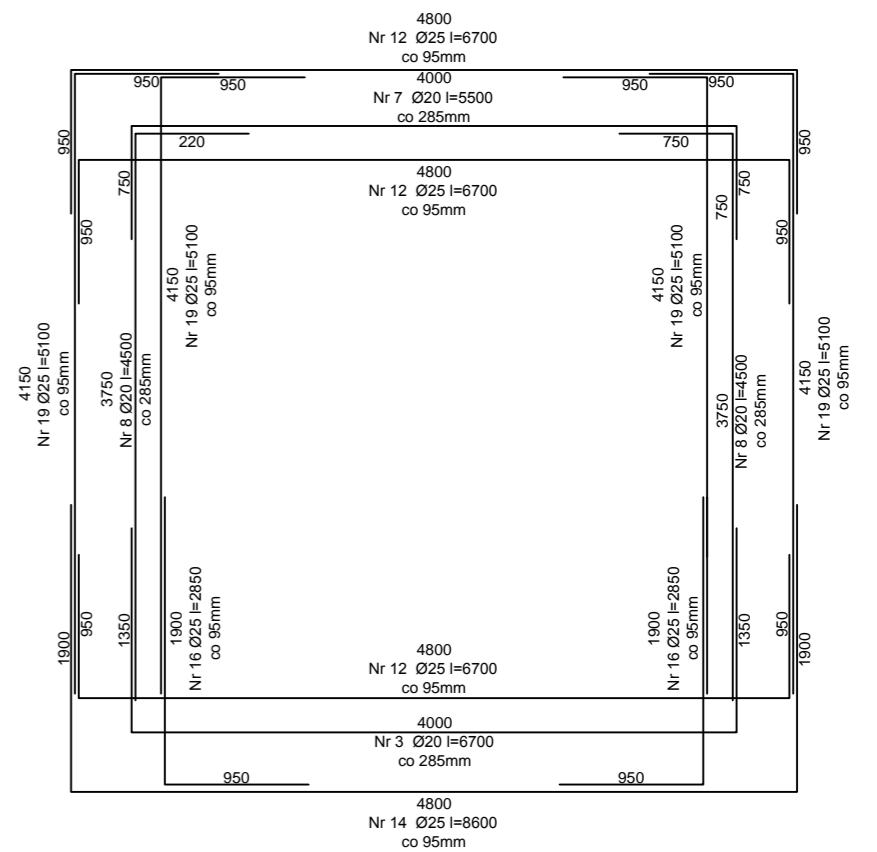
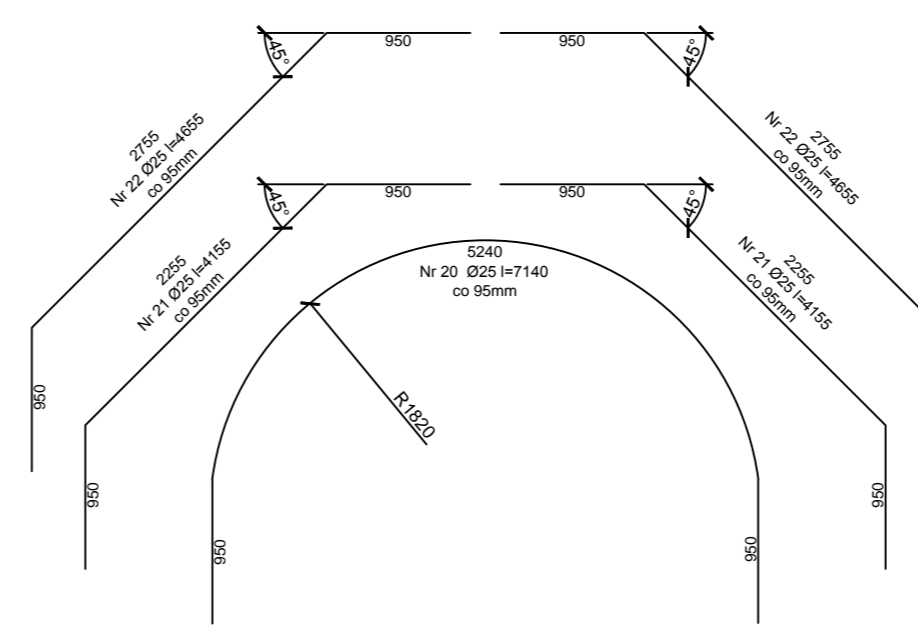
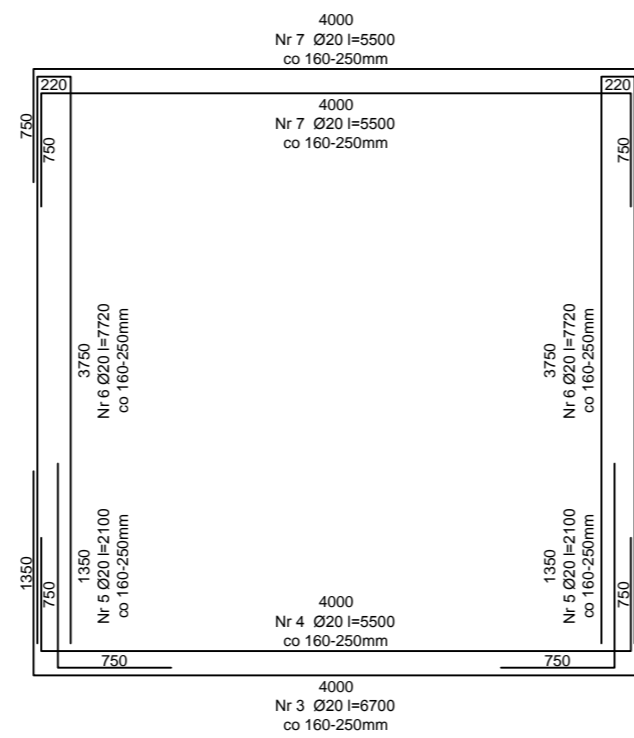
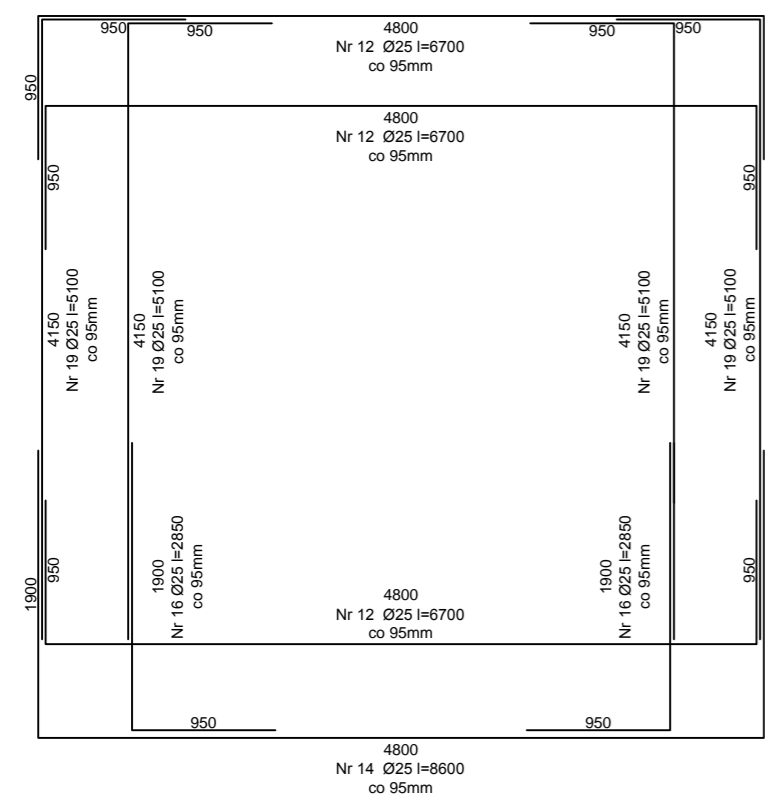
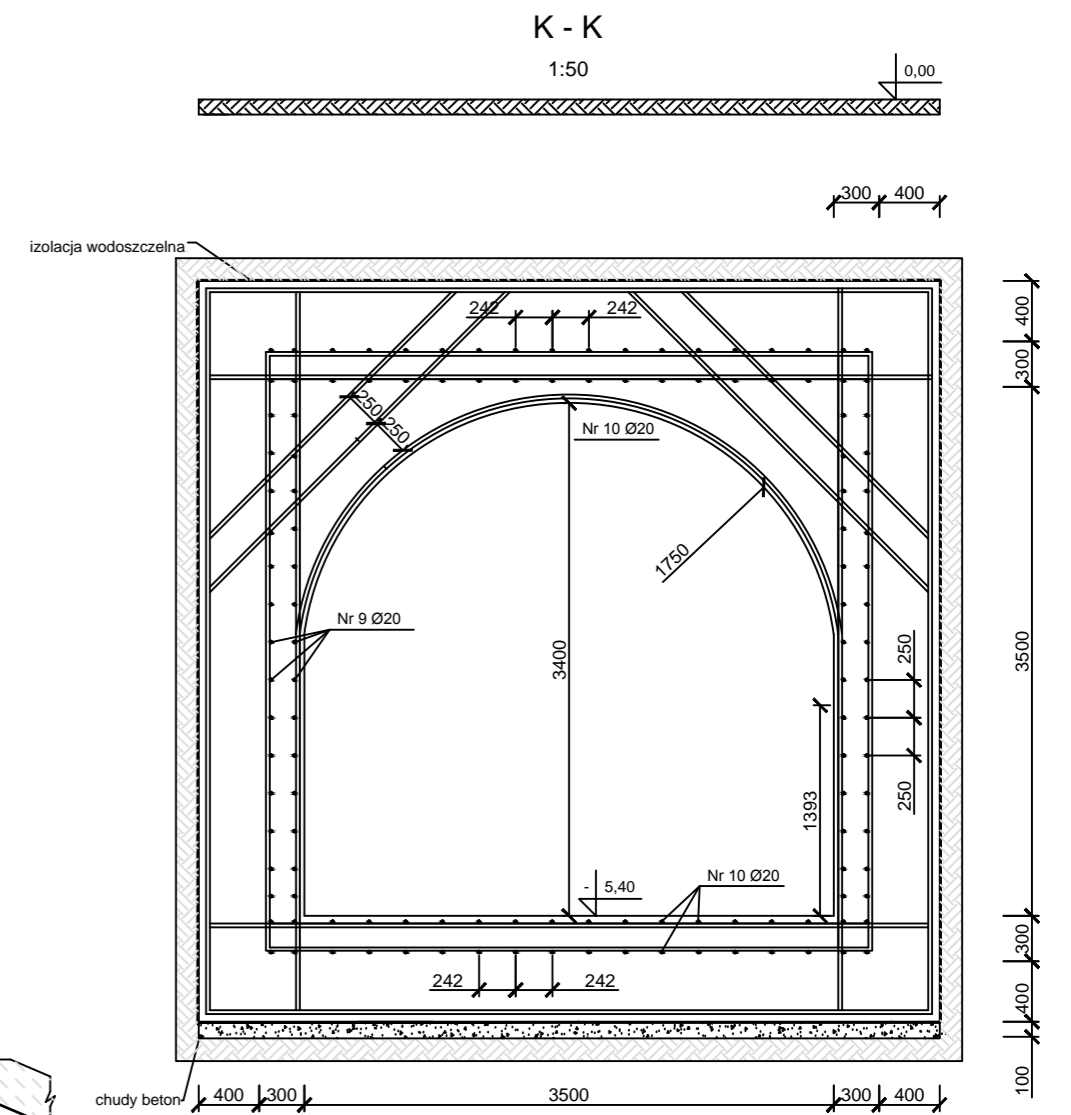
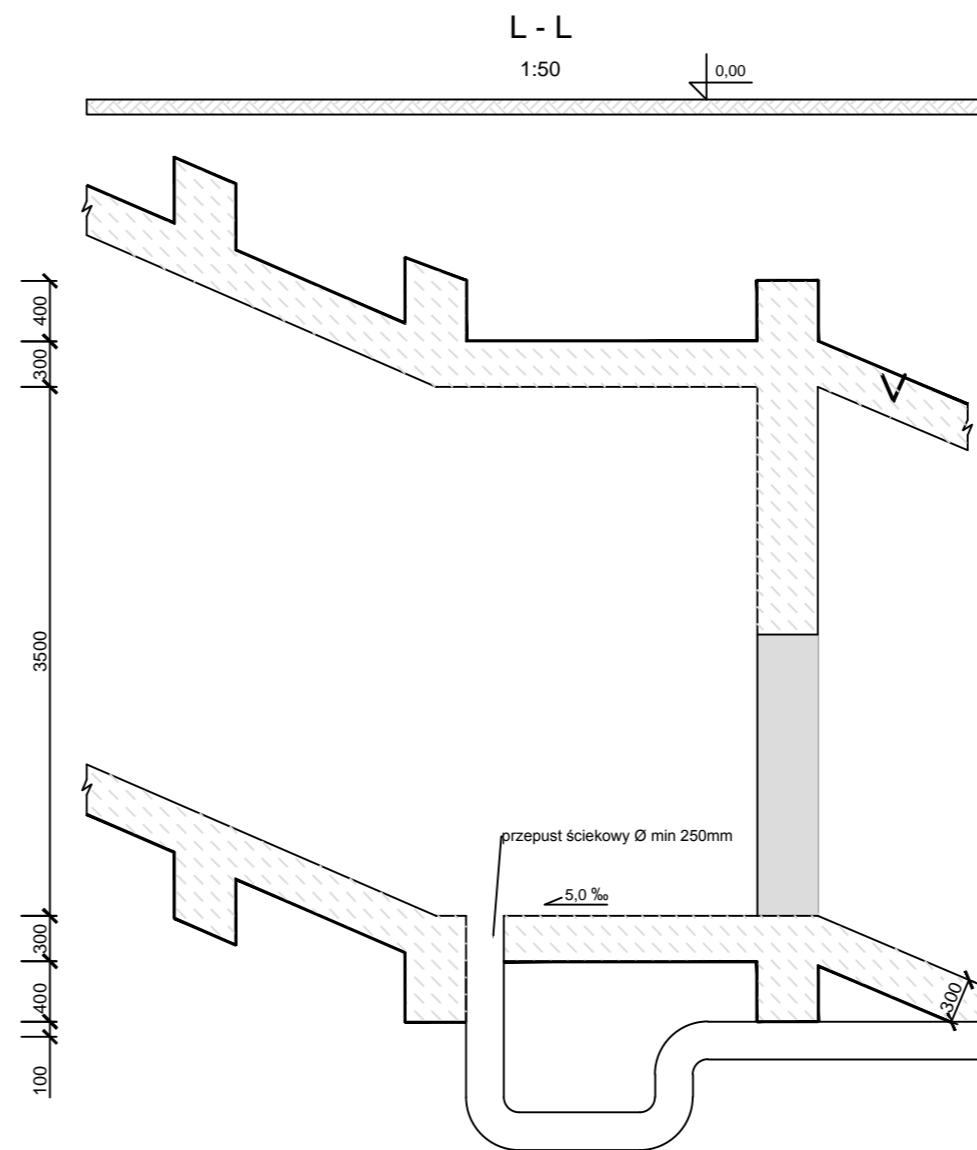
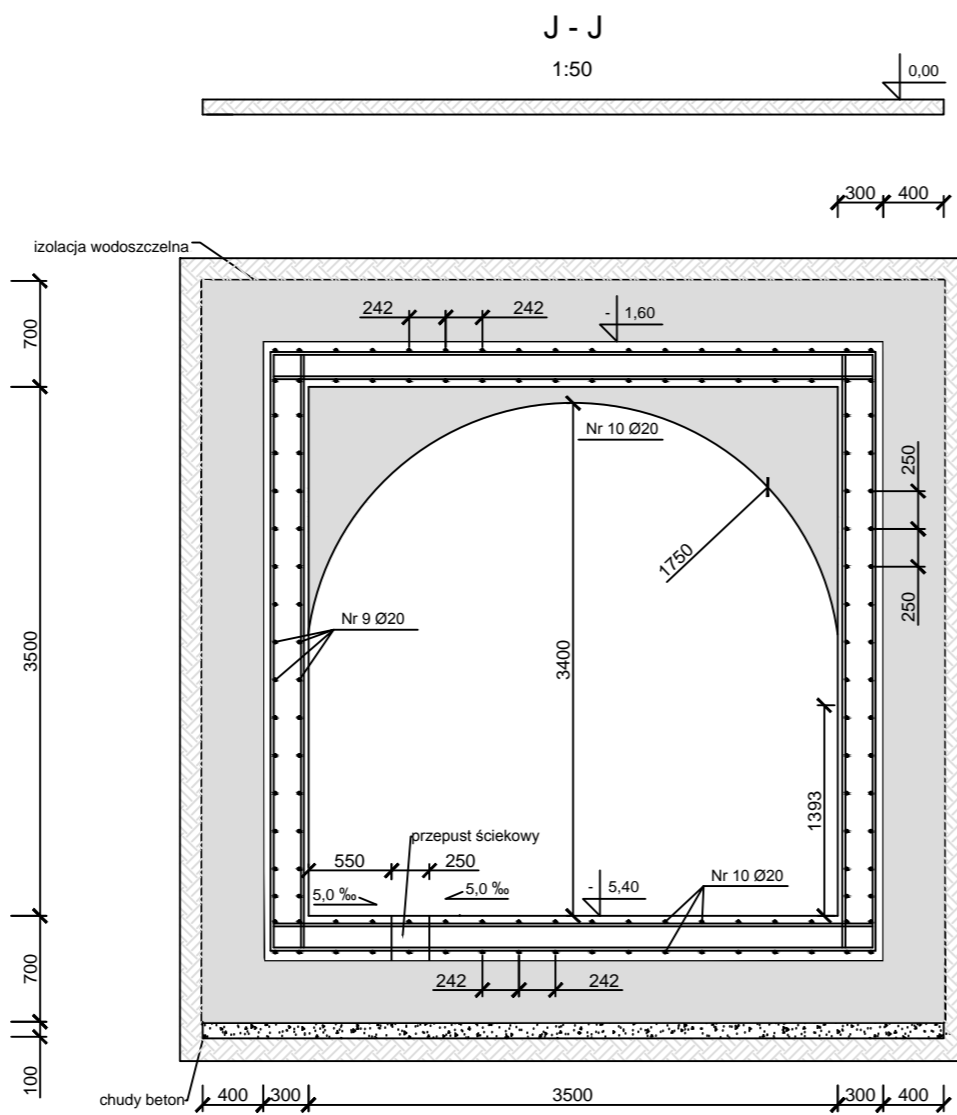
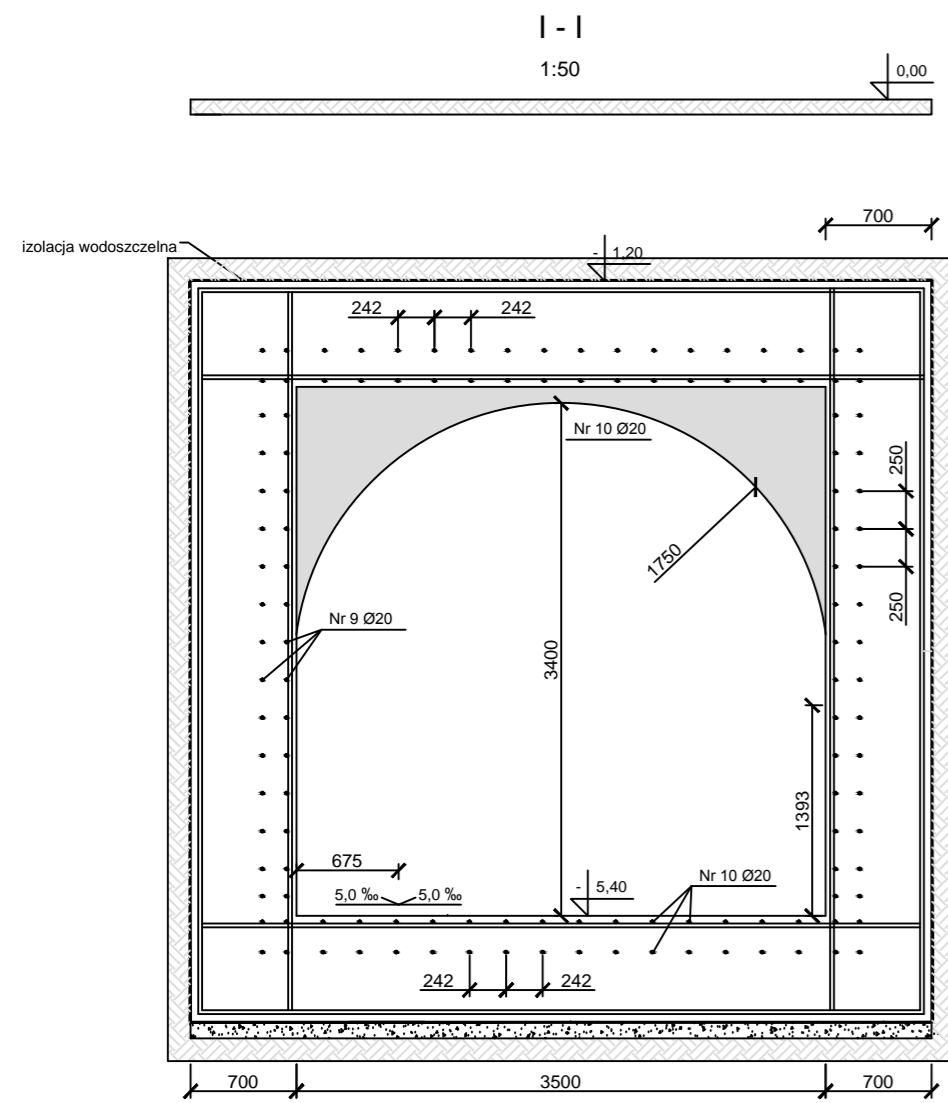
11	25	8360	4	33,4	129
12	25	6700	72	436,2	1679
13	25	4700	8	37,6	145
14	25	8600	32	275,2	1060
15	25	5840	8	46,7	180
16	25	2850	56	205,6	792
17	25	5600	8	44,8	172
18	25	6920	8	55,4	213
19	25	5100	80	408,0	1571
20	25	7140	4	28,6	110
21	25	4155	8	33,2	128
22	25	4655	8	37,2	143
suma				1642	6322

strzemiona	12	2400	324	778	692
------------	----	------	-----	-----	-----

* - nie uwzględniono długości zakładek i długości zakotwienia



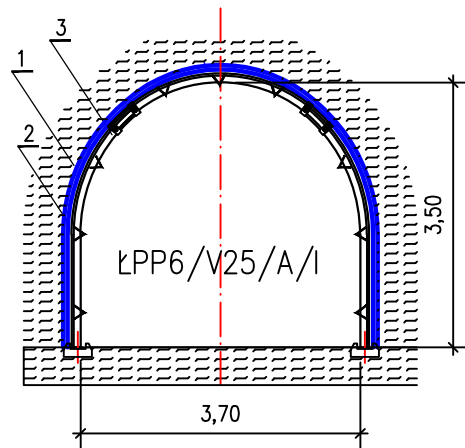
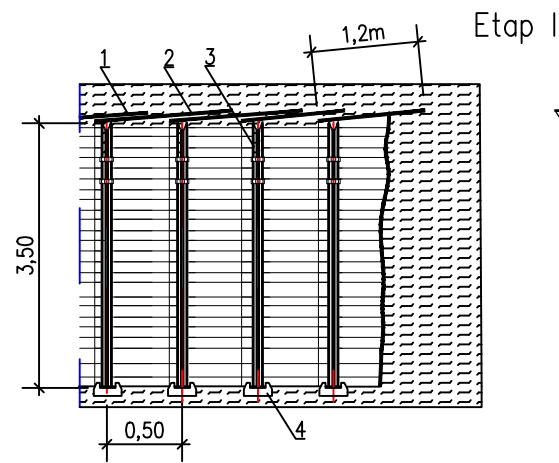
Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”	Skala 1:50	Załącznik 10.1
Wlot - obudowa żelbetowa - przekroje		
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchnii		Format A2



Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”	Skala 1:50	Załącznik 10.2
Wlot - obudowa żelbetowa - przekroje		
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchnii		Format A2

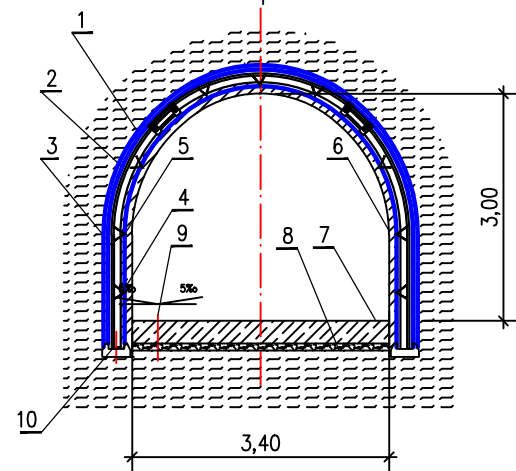
ŁPP6/V25/A/I
obetonowana

I-I



- 1 - okładziny stalowe warstwa zewnętrzna
- 2 - okładziny stalowe warstwa wewnętrzna
- 3 - obudowa ŁPP6/V25/A/I
- 4 - stopy podporowe betonowe

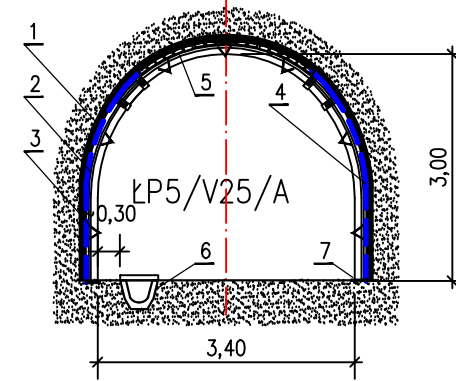
Etap II



- 1 - okładziny stalowe warstwa zewnętrzna
- 2 - okładziny stalowe warstwa wewnętrzna
- 3 - obudowa ŁPP6/V25/A/I
- 4 - siatka naprawcza
- 5 - rozpory wieloelementowe dwustronnego działania L=0,5m
- 6 - beton o zwiększonej wodoszczelności
- 7 - wylewka betonowa spągu h=0,3m
- 8 - podsypka ze żwiru lub warstwa chudego betonu h=0,20m
- 9 - rowek ściekowy
- 10 - stopy podporowe betonowe

J-J

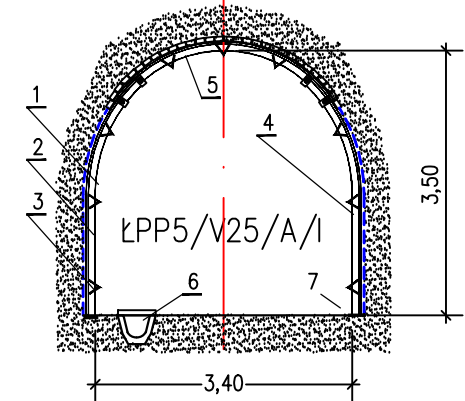
Odrzwia nr 29 i 30



- 1 - wykładka kamienna
- 2 - obudowa ŁP5/V25/A
- 3 - rozpory wieloelementowe dwustronnego działania L=0,8 - 1,0m sztuk 7
- 4 - siatka okładzinowa zgrzewana zaczepowa lub fałcuchowa
- 5 - betonity układane szczelnie na płask
- 6 - rynna ściekowa R75/38 z nakrywą
- 7 - stopa podporowa typu lekkiego

K-K

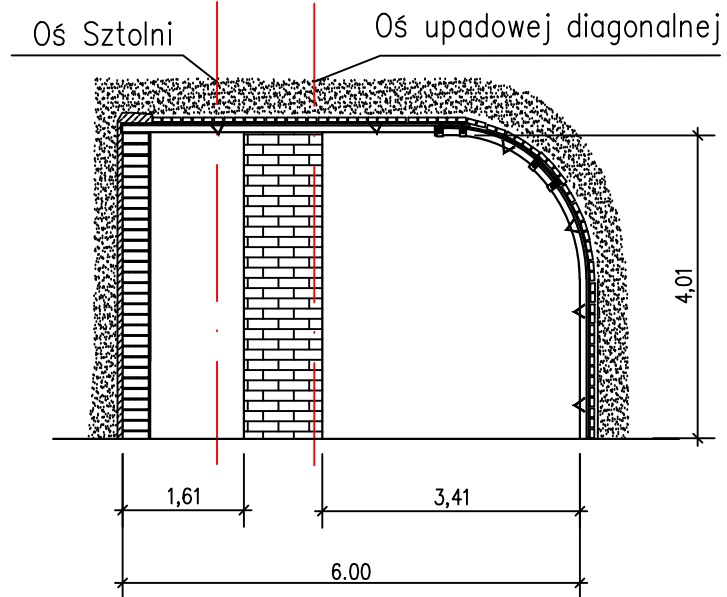
Odrzwia nr 24 do 28



- 1 - wykładka kamienna
- 2 - obudowa ŁPP5/V25/A/I
- 3 - rozpory wieloelementowe dwustronnego działania L=0,8 - 1,0m szt. 9
- 4 - siatka okładzinowa zgrzewana zaczepowa lub fałcuchowa
- 5 - betonity układane szczelnie na płask
- 6 - rynna ściekowa R75/38 z nakrywą
- 7 - stopa podporowa typu lekkiego

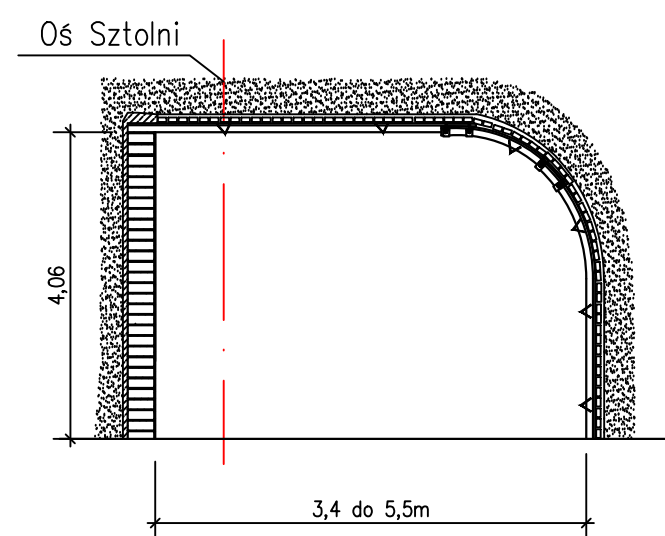
L-L

Odrzwia nr 18 i 19

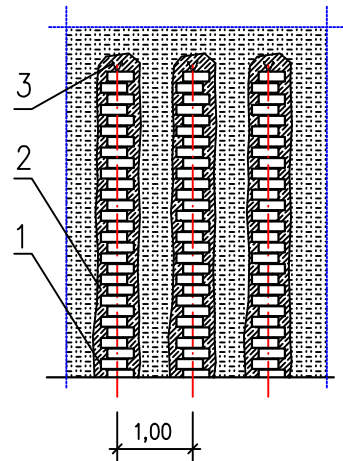
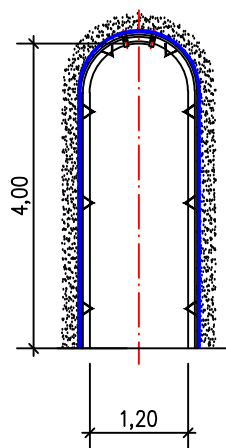


Ł-Ł

Odrzwia nr 1 do 17



Odrzwia nr 20 do 23



Sposób posadowienia stropnicy na kolumnie z betonitów chodnikowych

Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”

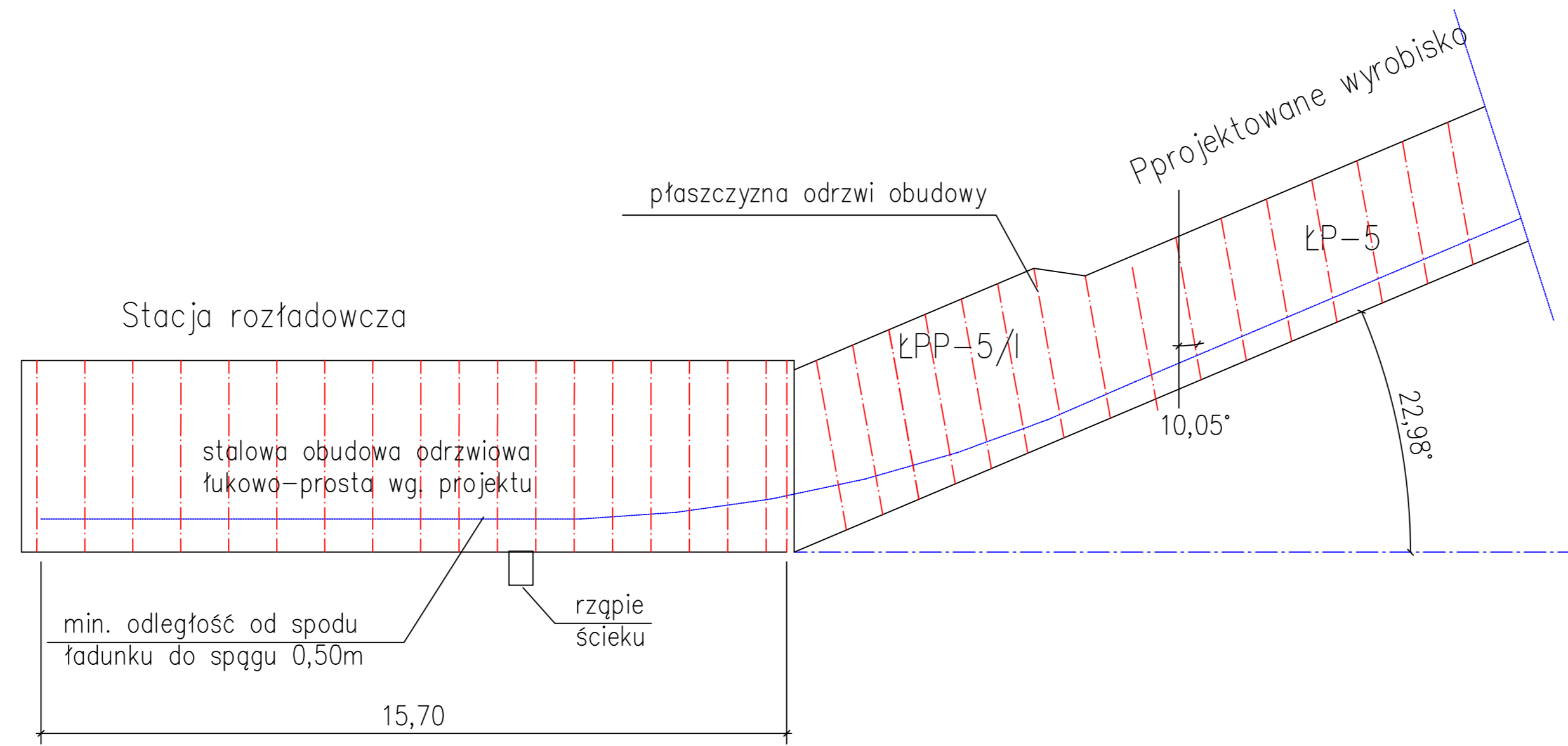
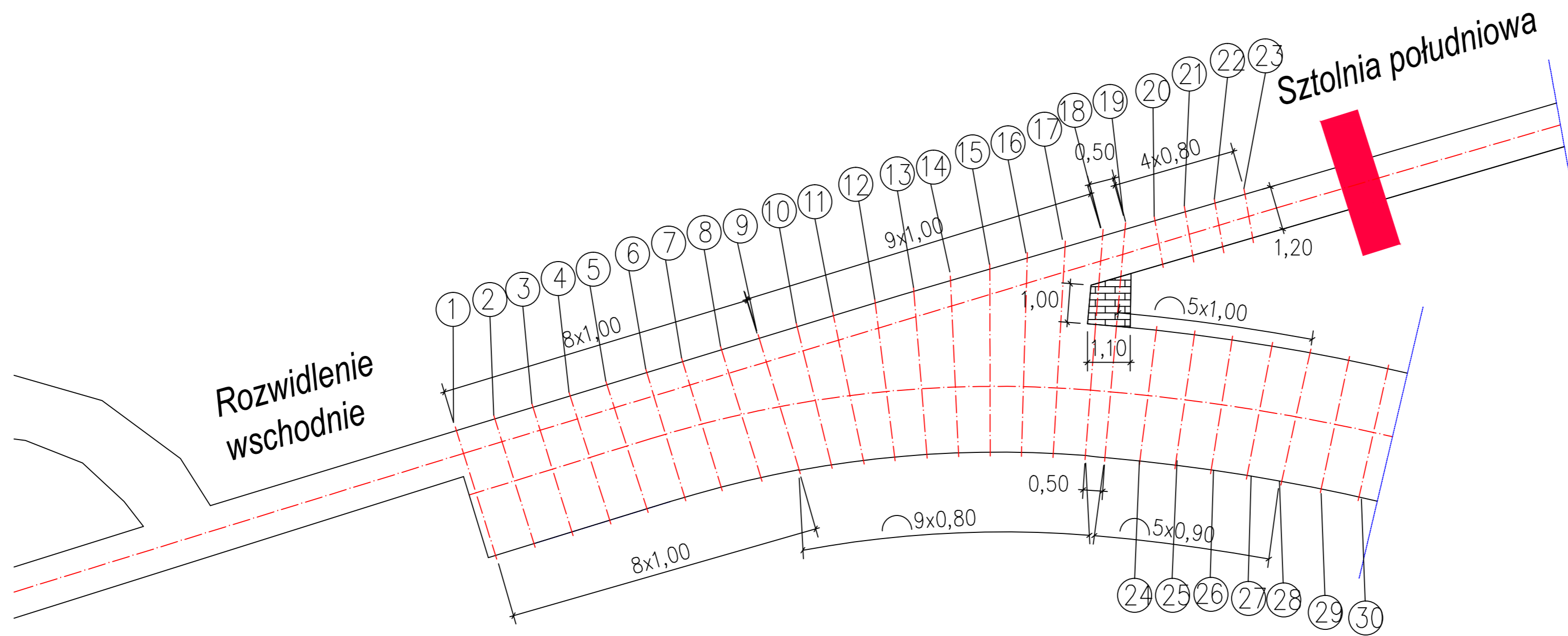
Przekroje poprzeczne wyrobiska

Skala
1:100

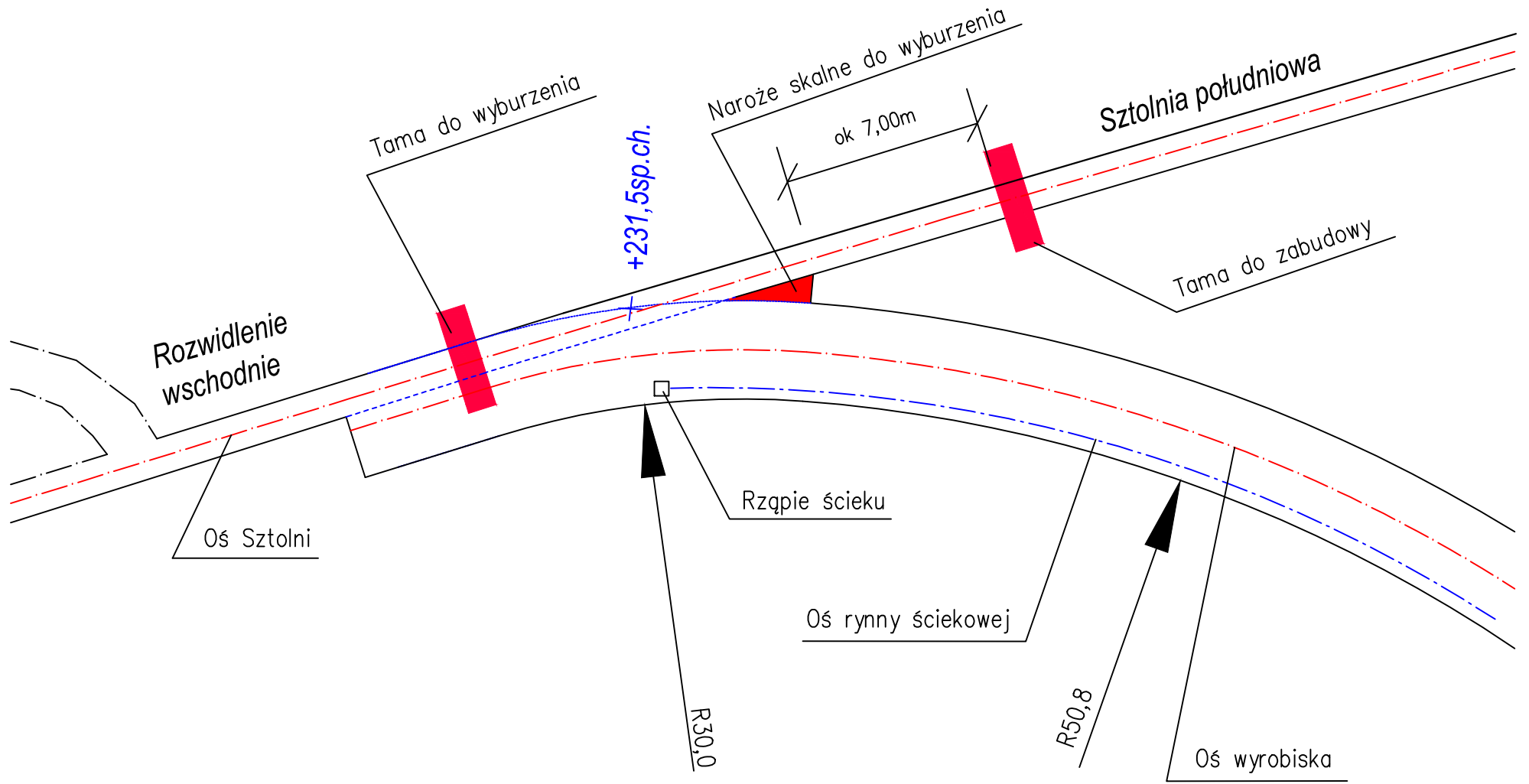
Załącznik
11

Politechnika Śląska
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni

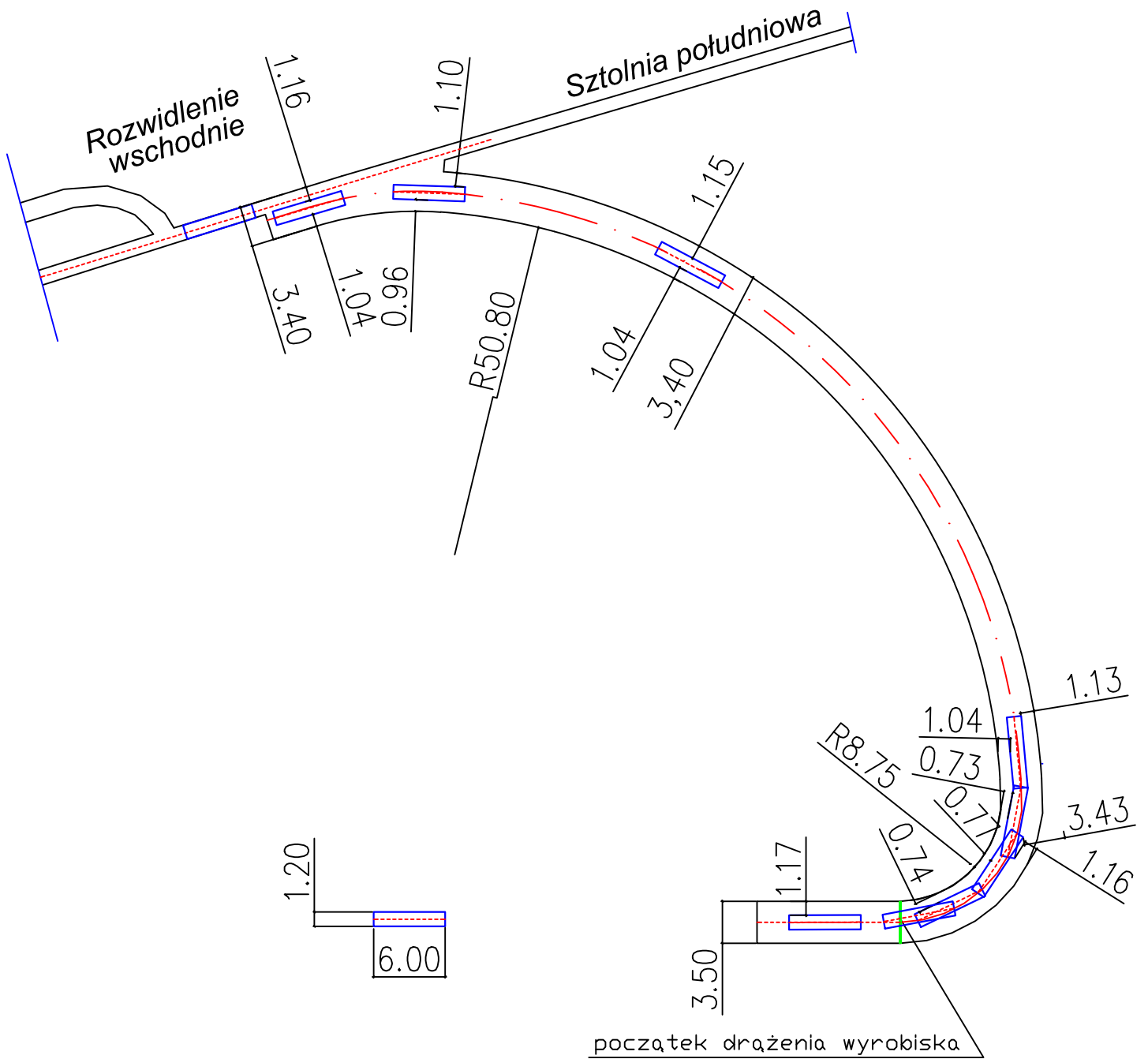
Format
A3



Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”	Skala 1:100	Załącznik 12
Połączenie projektowanego wyrobiska z kanałem południowym Sztolni		
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni		Format A2



Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall” Zakres robót przygotowawczych w rejonie rozwidlenia	Skala 1:200	Załącznik 13
Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni		Format A4



Projektowane wyrobisko pochyłe łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”

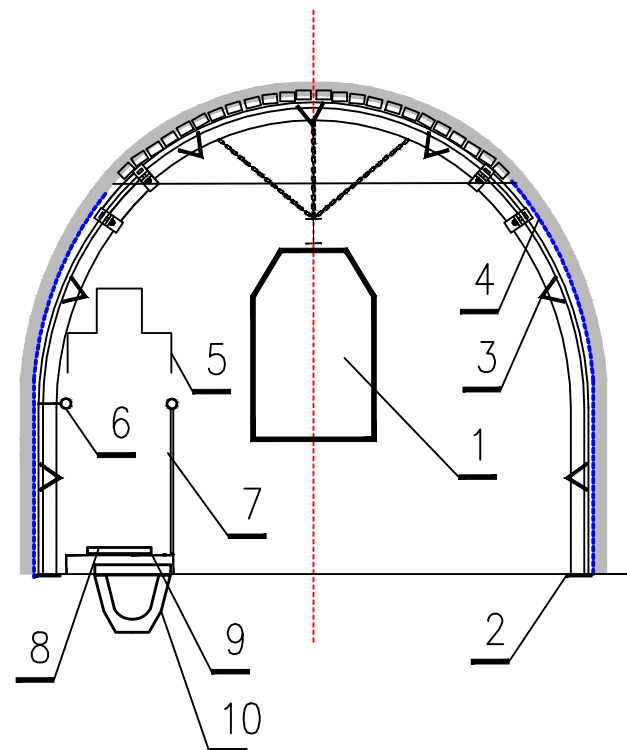
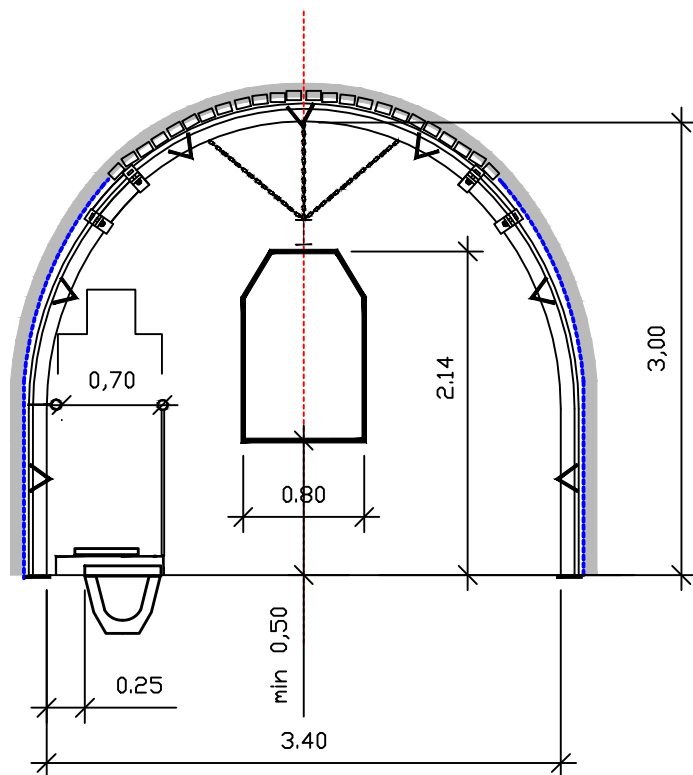
Gabaryty transportowe wyrobiska

Skala
1:500

Załącznik
14

Politechnika Śląska
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni

Format
A4



- 1 – kolejka podwieszana szynowa
- 2 – stopa podporowa
- 3 – rozpory dwustronnego działania
- 4 – siatka okładzinowa łańcuchowo węzłowa
- 5 – przejście dla pieszych
- 6 – poręcz wsporcza stała
- 7 – poręcz wsporcza rozbieralna
- 8 – segmentowe schody górnicze
- 9 – konstrukcja wsporcza segmentowego chodnika
- 10 – rynna ściekowa z nakrywą

<p>Projektowane wyrobisko pochyle łączące powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu „Carnall”</p> <p>Wyposażenie wyrobiska - przekrój poprzeczny</p>	<p>Skala 1:50</p>	<p>Załącznik 15</p>
<p>Politechnika Śląska Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni</p>		<p>Format A4</p>

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.
Oprawy OLR-1/36**

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	5		lx
Wymagane współczynnik równomierności	δ_{sr}	0,2		
Współczynnik zapasu	Z	1,5		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	2,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	100,6		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{sr} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}^{2/3}}{\delta_{sr}} - 1 \times (b/h + 2h^2)\right)}$$

Φ_{opt} 559,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu OLR-1/36 Φ 1200 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl. lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}^{2/3}}{\delta_{sr}} - 1\right)}$$

S_{mxt} 12,1 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{sr} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 26,0 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia 8,3 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia 3,9 szt.

Zastosować min 9 szt opraw oświetleniowych typu OLR-1/36 z świetlówką 36W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.
Oprawy OLR-1/18**

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	$E_{\acute{s}r}$	5		lx
Wymagane współczynnik równomierności	$\delta_{\acute{s}r}$	0,2		
Współczynnik zapasu	Z	1,5		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	2,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	100,6		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{\acute{s}r} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\acute{s}r}^{2/3}}{\delta_{\acute{s}r}} - 1 \times (b/h + 2l^2)\right)}$$

Φ_{opt} 559,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu OLR-1/18

Φ 400 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxr} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\acute{s}r}^{2/3}}{\delta_{\acute{s}r}} - 1\right)}$$

S_{mxr} 12,1 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{\acute{s}r} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 8,7 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

8,3 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

11,6 szt.

Zastosować min12 szt opraw oświetleniowych typu OLR-1/18 z świetlówką 18W

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego Oprawy LOP-04

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	5		lx
Wymagane współczynnik równomierności	δ_{sr}	0,2		
Współczynnik zapasu	Z	1,5		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	K	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	H	2,5		m
Szerokość wyrobiska	B	3		m
Długość wyrobiska	L	100,6		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{sr} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1 \times (b/h + 2l^2)}$$

Φ_{opt} 559,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu LOP-04

Φ 1700 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1}$$

S_{mxt} 12,1 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{sr} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 36,8 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

8,3 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

2,7 szt.

Zastosować min 9 szt opraw oświetleniowych typu LOP-04 z świetlówkami 4x 9W

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.
Oprawy G-100M z żarówką 100W

<u>Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia</u>	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	5		lx
Wymagane współczynnik równomierności	δ_{sr}	0,2		
Współczynnik zapasu	Z	1,5		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	2,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	100,6		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		
Optymalny strumień oprawy				

$$\Phi_{\text{opt}} = \frac{Z}{k} \times E_{\text{sr}} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\text{sr}}^{2/3}}{\delta_{\text{sr}}} - 1 \times (bh + 2h^2)\right)}$$

Φ_{opt} 559,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu G-100M z żarówką 100W

Φ 800 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

0,6988 lm

$$S_{\text{mxt}} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\text{sr}}^{2/3}}{\delta_{\text{sr}}} - 1\right)}$$

Σ_{mxt} 12,11 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia

$$S_{\text{mxn}} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{\text{sr}} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 17,3 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

8,3 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

5,8 szt.

Zastosować min 9 szt opraw oświetleniowych typu G-100/M z żarówką 100W

Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla wyrobiska transportowego.
Oprawy G-100M ze świetlówką 23W

<u>Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia</u>	Ozna- czenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	$E_{\dot{s}r}$	5		lx
Wymagane współczynniki równomierności	$\delta_{\dot{s}r}$	0,2		
Współczynnik zapasu	Z	1,5		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	2,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	100,6		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{\dot{s}r} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\dot{s}r}}{\delta_{\dot{s}r}}\right)^{2/3} - 1 \times (b/h + 2l^2)}$$

Φ_{opt} 559,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu G-100M ze świetlówką 23W

Φ 800 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\dot{s}r}}{\delta_{\dot{s}r}}\right)^{2/3} - 1}$$

S_{mxt} 12,1 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu na natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{\dot{s}r} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 17,3 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

8,3 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

5,8 szt.

Zastosować min 9szt opraw oświetleniowych typu G-100/M z świetlówką 23W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej
stacji nadawczo-odbiorczej
Oprawy OLR-1/36**

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	10		lx
Wymagane współczynnik równomierności	δ_{sr}	0,3		
Współczynnik zapasu	Z	2,0		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	1,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	15		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		
Optymalny strumień oprawy				
$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{sr} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1 \times (bh + 2l^2)}$	Φ_{opt}		557,0	lm
Użyteczny strumień oprawy typu OLR-1/36				
	Φ		1200	lm
Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.				
$S_{mxl} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1}$	S_{mxr}		6,0	m
Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia				
$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{sr} (b + 2h)}$	S_{mxn}		13,0	m
Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia			2,5	szt.
Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia			1,2	szt.

Zastosować min 3 szt opraw oświetleniowych typu OLR-1/36 z świetlówką 36W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji
nadawczo-odbiorczej
Oprawy OLR-1/18**

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	10		lx
Wymagane współczynniki równomierności	δ_{sr}	0,3		
Współczynnik zapasu	Z	2,0		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	1,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	15		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{sr} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1 \times (b/h + 2l^2)}$$

Φ_{opt} 557,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu OLR-1/18

Φ 400 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxr} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}}{\delta_{sr}}\right)^{2/3} - 1}$$

S_{mxr} 6,0 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu na natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{sr} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 4,3 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

2,5 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

3,5 szt.

Zastosować min 4 szt opraw oświetleniowych typu OLR-1/18 z świetlówką 18W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji
nadawczo-odbiorczej
Oprawy LOP-04**

Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	$E_{\dot{s}r}$	10		lx
Wymagane współczynnik równomierności	$\delta_{\dot{s}r}$	0,3		
Współczynnik zapasu	Z	2,0		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	1,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	15		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{\dot{s}r} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\dot{s}r}}{\delta_{\dot{s}r}}\right)^{2/3} - 1 \times (b/h + 2l^2)}$$

Φ_{opt} 557,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu LOP-04

Φ 1700 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\dot{s}r}}{\delta_{\dot{s}r}}\right)^{2/3} - 1}$$

S_{mxt} 6,0 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu na natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{\dot{s}r} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 18,4 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

2,5 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

0,8 szt.

Zastosować min 3 szt opraw oświetleniowych typu LOP-04 z świetlówkami 4x 9W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji
nadawczo-odbiorczej
Oprawy G-100M z żarówką 100W**

<u>Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia</u>	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jednostka
Wymagane natężenie średnie	E_{sr}	10		lx
Wymagane współczynnik równomierności	δ_{sr}	0,3		
Współczynnik zapasu	Z	2,0		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	2,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	15		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		
Optymalny strumień oprawy				

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{sr} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}^{2/3}}{\delta_{sr}} - 1 \times (b + 2h)^2\right)}$$

Φ_{opt} 1237,8 lm

Użyteczny strumień oprawy typu G-100M z żarówką 100W

Φ 745 lm

Maks. odstępów opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

1,6614 lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{sr}^{2/3}}{\delta_{sr}} - 1\right)}$$

S_{mxt} 10,06 m

Maksymalne odstępów opraw ze względu natężenie oświetlenia

$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{sr} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 6,1 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia

1,5 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia

2,5 szt.

Zastosować min 3 szt opraw oświetleniowych typu G-100/M z żarówką 100W

**Obliczenia natężenia i równomierności oświetlenia dla górnej i dolnej stacji nadawczo-odbiorczej
Oprawy G-100M ze świetlówką 23W**

<u>Dane wyjściowe projektowanego oświetlenia</u>	Oznaczenie	Dane	Wynik	Jed- nostka
Wymagane natężenie średnie	$E_{\acute{s}r}$	10		lx
Wymagane współczynniki równomierności	$\delta_{\acute{s}r}$	0,3		
Współczynnik zapasu	Z	2,0		
Wskaźnik rozproszenia światła w oświetl. wyrobisku	k	1,3		
Wysokość zawieszenia armatur oświetleniowych	h	1,5		m
Szerokość wyrobiska	b	3		m
Długość wyrobiska	l	15		m
Stosunek światłości z krzywych rozsyłu	I_{α}/I_0	1		

Optymalny strumień oprawy

$$\Phi_{opt} = \frac{Z}{k} \times E_{\acute{s}r} \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\acute{s}r}^{2/3}}{\delta_{\acute{s}r}} - 1 \times (bh + 2h^2)\right)}$$

Φ_{opt} 557,0 lm

Użyteczny strumień oprawy typu G-100M ze świetlówką 23W

Φ 800 lm

Maks. odstępy opraw ze względu na wymag. równomier. oświetl.

lm

$$S_{mxt} = 2h \sqrt{\left(2 \times \frac{I_{\alpha}}{I_0} \times \frac{2 - \delta_{\acute{s}r}^{2/3}}{\delta_{\acute{s}r}} - 1\right)}$$

S_{mxt} 6,0 m

Maksymalne odstępy opraw ze względu na natężenie oświetlenia

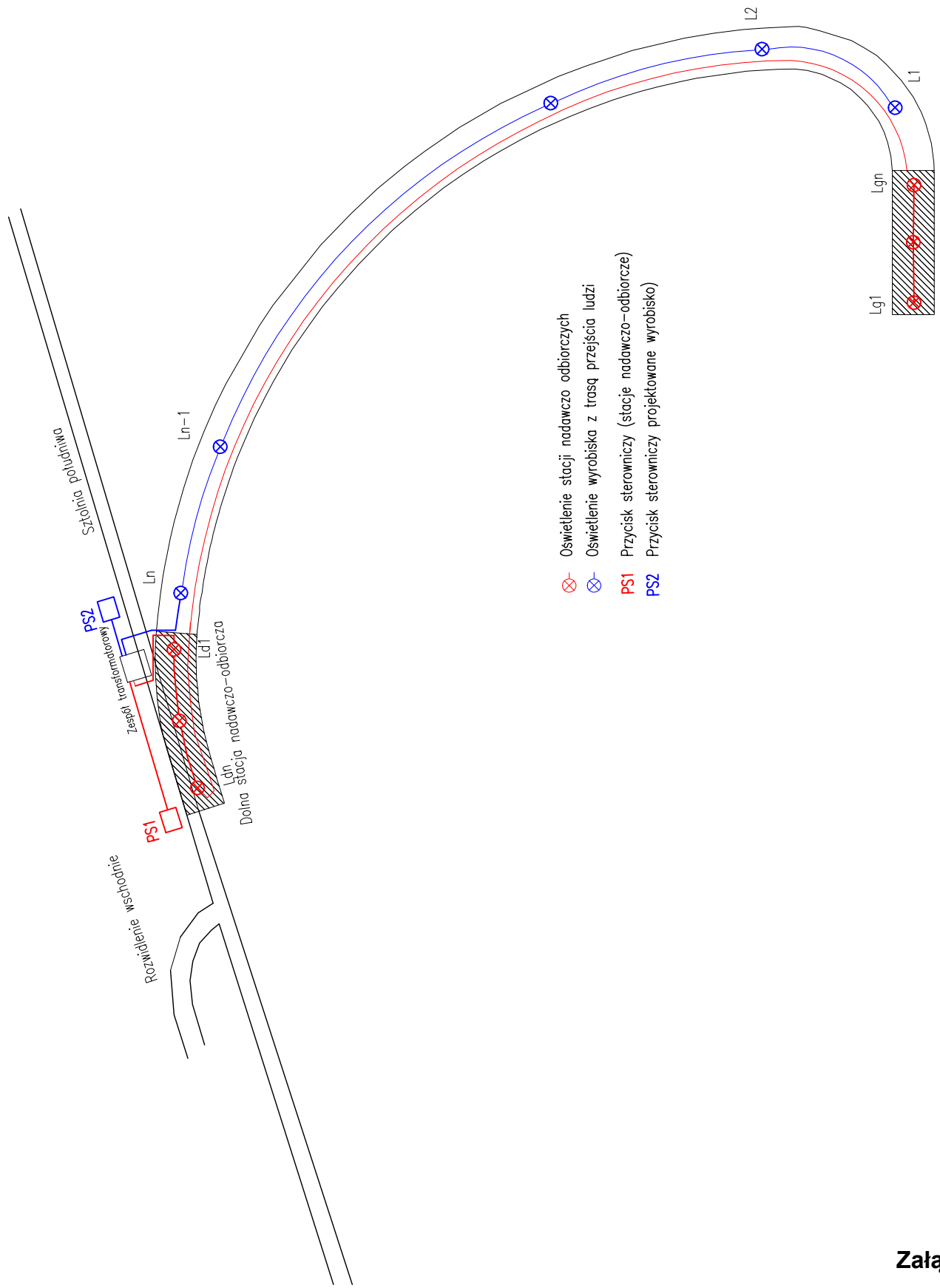
$$S_{mxn} = \frac{k \times \Phi}{Z \times E_{\acute{s}r} (b + 2h)}$$

S_{mxn} 8,7 m

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla równomierności oświetlenia 2,5 szt.

Minimalna ilość zastosowanych opraw w wyrobisku dla natężenia oświetlenia 1,7 szt.

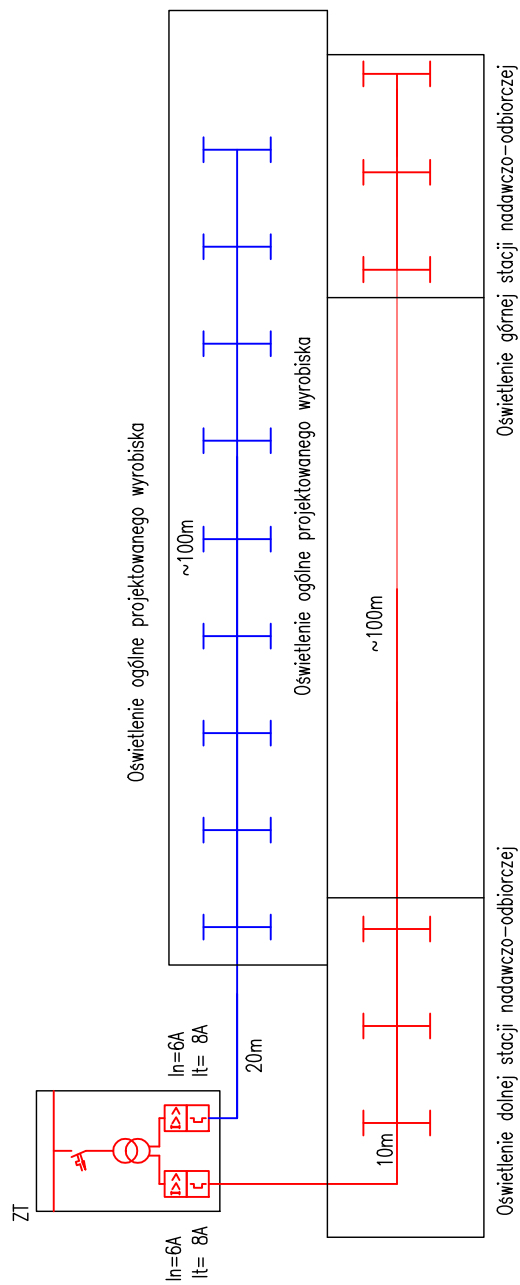
Zastosować min 3 szt opraw oświetleniowych typu G-100/M z świetlówką 23W



- ⊗ Oświetlenie stacji nadawczo odbiorczych
- ⊗ Oświetlenie wyrobiska z trasą przejścia ludzi
- Przycisk sterowniczy (stacje nadawczo-odbiorcze)
- Przycisk sterowniczy projektowane wyrobisko

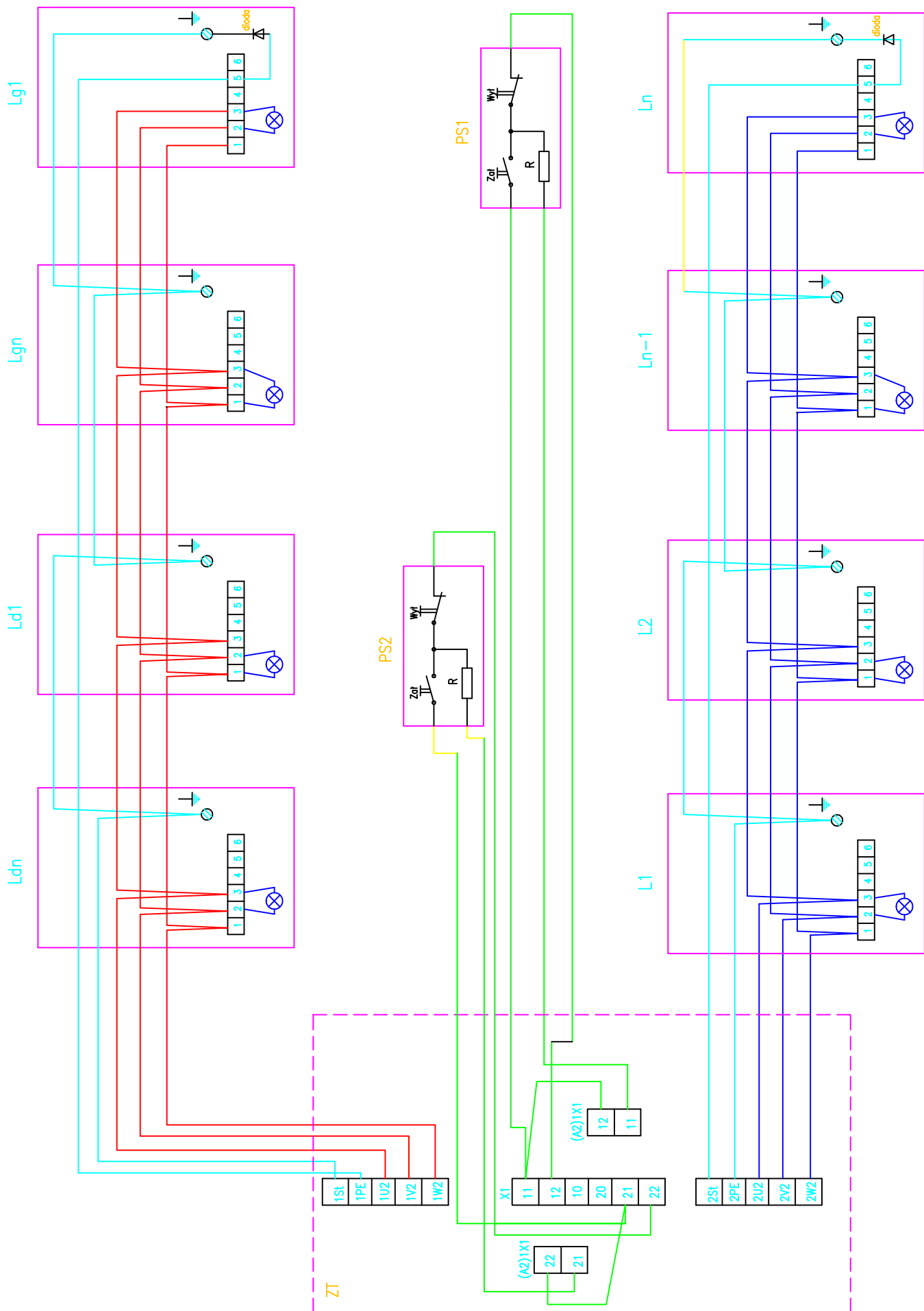
Górna stacja nadawczo-odbiorcza

Dyspozycja urządzeń wraz z instalacją oświetleniową



Odległości pomiędzy oprawami powinny być zgodne z wyznaczonymi w pkt.5 części elektrycznej projektu

Schemat instalacji elektrycznej 230V



Schemat ideowy zasilania i sterowania oświetlenia

**Weryfikacja modelu obliczeniowego
w zakresie obliczeń statycznych wlotu
Upadowej Diagonalnej do podszybia
poz.+40 szybu „Carnall” w Zabrze**

**mgr inż. Adam Kamiński
nr upr. bud. 2585/63**

Załącznik nr 20

Spis treści

1. Założenia
 - 1.1 .Przedmiot i zakres obliczeń
 - 1.2. Dyspozycje projektowe
 - 1.3. Krótka charakterystyka konstrukcji
 - 1.4. Uwagi dotyczące obliczeń statycznych
 - 1.5. Materiały konstrukcyjne
 - 1.6. Betonowanie konstrukcji
2. Element IX
 - 2.1. Określenie obciążeń działających na konstrukcję
 - 2.2. Statyka elementu IX
 - 2.2.1. Obciążenia
 - 2.3. Wymiarowanie elementu IX
 - 2.3.1. Wstęp
 - 2.3.2. Fragment IX płyta dolna
 - 2.3.3. Wymiarowanie płyty
 - 2.3.4. Zbrojenie płyty górnej
 - 2.4. Rama w osi F-F
 - 2.4.1. Schemat ramy
 - 2.4.2. Zestawienie obciążeń
 - 2.4.3. Statyka ramy w osi F-F
 - 2.4.4. Wymiarowanie rygla A-A' ramy w osi F-F
 - 2.5. Elementy VIII w do V w
 - 2.5.1. Wstęp
 - 2.5.2. Element VIII w
 - 2.5.3. Pozostałe elementy
 - 2.6. Elementy IV – III – II – I od strony W
 - 2.6.1. Wstęp
 - 2.6.2. U-ramy w portalach IV – I
3. Normy i literatura naukowo-techniczna

1. Założenia

1.1. Przedmiot i zakres obliczeń

Niniejsze obliczenia statyczne obejmują konstrukcję projektowanego wyrobiska pochylego łączącego powierzchnię terenu z rejonem podszybia szybu "Carnall".

1.2. Dyspozycje projektowe

Dyspozycje zostały opracowane przez Katedrę Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni Politechniki Śląskiej i przedstawione na rysunkach (rzuty, przekroje) przedmiotowego obiektu.

1.3. Krótka charakterystyka projektowanej konstrukcji wlotu wyrobiska

Przedstawioną konstrukcją wyrobiska jest żelbetowym wlotem wyrobiska częściowo przykrytym płytą stropową, nachylony pod kątem $19,9^\circ$. W rzucie poziomym kształt wlotu zbliżony jest do fragmentu ćwiartki koła o promieniu $\sim 12,0$ m. Konstrukcję projektuje się jako żelbetową monolityczną wykonaną na budowie, a więc wykonanie tej konstrukcji wymaga stosowania odpowiednich wykopów i szalunków. Konstrukcja jest w dużej części zagłębiona w gruncie, w związku z czym należy po wykonaniu wykopów zbadać wody gruntowe, aby w przypadku ich agresywności zastosować odpowiednią ochronę konstrukcji żelbetowej, tj. należy wykonać izolację podszwy fundamentu i ścian bocznych na całej długości oraz izolację płyty górnej w części zasypanej gruntem.

Uwaga: zasypywanie wykopów należy wykonywać z obu stron konstrukcji żelbetowej jednocześnie.

1.4. Materiały konstrukcyjne

Ze względu na swój specyficzny kształt przedmiotowa konstrukcja wyróżnia się tym, że fragmenty konstrukcji oznaczone jako IXZ do IZ i IXW do IW w sumie dziewięć fragmentów, które różnią się wymiarami tj. wysokością ścian ociosowych i ich szerokością, oraz obciążeniem pionowym i poziomym. Obliczenia weryfikujące wykonano dla najbardziej obciążonych i wyciężonych fragmentów konstrukcji w przekrojach charakterystycznych. W związku z powyższym założeniem przyjęto zasadę, że oddzielnie wykonano obliczenia dla elementu IX, zaś pozostałe elementy pogrupowano jak niżej:

a) grupa VIII, VII, VI, V,

b) grupa IV, III, II I.

Obliczenia wykonano dla elementu 1-ego każdej grupy tj.

Dla elementów VIII i V a w pozostałych elementach grupy zbrojenie przyjęto na zasadzie analogii. Przyjęcia takiej analogii jest działaniem korzystnym ze względów bezpieczeństwa konstrukcji wlotu.

1.5. Materiały konstrukcyjne

- a) beton: do wykonania konstrukcji przyjęto beton klasy C25/30 z cementu hutniczego CEM III/A z uwagi na jego odporność na działanie środowiska agresywnego, szczególnie przydatną do budowy fundamentów i konstrukcji zagłębionych w gruncie, poz. [7] literatury, str. 208, tab. 4.1,
- b) stal zbrojeniowa: przyjęto stal klasy A-II, gatunek 18G2 lub równoważna.

1.6. Betonowanie konstrukcji

W celu przystąpienia do betonowania konstrukcji należy:

- pobrać próbki wody z odpowiedniej głębokości w kilku miejscach,
- w przypadku stwierdzenia agresywnej wody gruntowej należy przewidzieć odpowiednią izolację konstrukcji żelbetowej oraz zastosować cement wymieniony w punkcie 1.5 a,
- należy wykonać tymczasowe zadaszzenia nad wykopem by uniknąć jego zalania wodą opadową.

2. Element IX

2.1. Określenie obciążenia działającego na przedmiotową konstrukcję

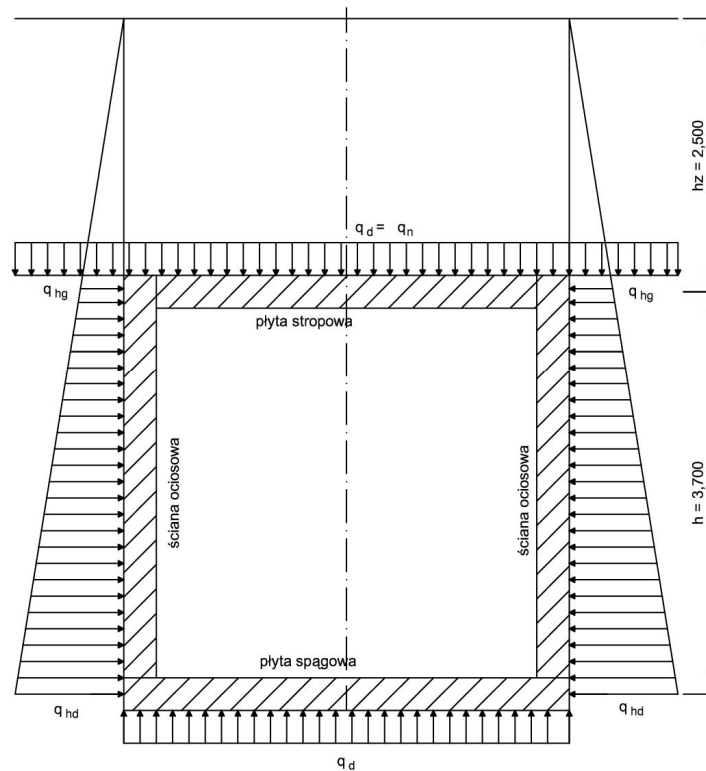
- a) Tok obliczeń wg PN-82/B-02000 [1] oraz wg normy PN-82/B-02001 [2]
- b) zestawienie obciążeń działających na konstrukcję żelbetową części przykrytej wlotu
- ciężar własny konstrukcji żelbetowej $\gamma_f = 1,1 * 25,0 = 27,5 \text{ kN/m}^3$
- c) ciężar zasypu na płycie stropowej
- wg Karty Otworu Badawczego – profil nr 1. na płycie stropowej zalega :
 - nasyp niebudowlany o miąższości 3,80m,
 - zwietrzelina węgla kamiennego o miąższości 1,40 m,
 - zwietrzelina ilasta łupku ilastego o miąższości 1,80 m.
- d) w toku obliczeń przyjęto, że warstwy wyżej wymienione zastąpiono warstwą jednolitą równoważną, którą określono jako gliny piaszczyste w stanie półzwartym o wartości γ_f

$= 1,1 \cdot 22,0 = 24,2 \text{ kN/m}^3$ przy czym wartość współczynnika $\gamma_f = 1,1$ przyjęto zgodnie z normą PN-82/B-02001

2.2. Statyka elementu IX

2.2.1. Obciążenia

- 1) ze względu na fakt, że parcie gruntu o tej samej wartości działa na konstrukcję wlotu z obu stron, mamy przypadek parcia spoczynkowego gruntu, bowiem parcia się równoważą.
- 2). Schemat obliczeniowy elementu IX



3) Obciążenia

- obciążenia pionowe q_g działające na płytę stropową

ciężar warstwy gruntu: $q_g = 24,2 \cdot 2,35 = 56,87 \text{ kN/m}^2$

ciężar płyty stropowej: $27,5 \cdot 0,30 = 8,25 \text{ kN/m}^2$

Razem: $q_g = 65,12 \text{ kN/m}^2$

- obciążenia pionowe q_d działające na płytę spągową

obciążenie górne: $q_g = 65,12 \text{ kN/m}^2$

ciężar płyty spągowej: $q_d = 8,25 \text{ kN/m}^2$

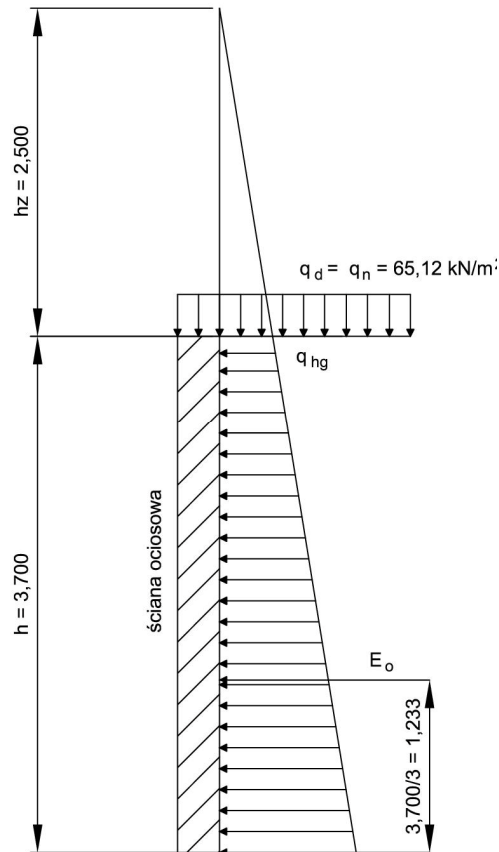
obciążenie od strony ścian ociosowych

$$2 \cdot 0,30 \cdot 3,40 \cdot 27,5 \cdot (1/3,30) = 17,0 \text{ kN/m}^2$$

Razem: $q_d = 90,37 \text{ kN/m}^2$

4) parcie gruntu na ściany ociosowe

Parcie określono wg normy PN-83/B-03010 [7] p. 1.6., a parcie spoczynkowe wg normy PN-83/B-03010 [7] p. 3.6.4.1. Schemat parcia wg normy jw. Rys. 2



Jednostkowe parcie spoczynkowe gruntu e_o wyznaczono ze wzoru (10)

Wypadkowe parcie spoczynkowe wg wzoru (11):

$$E_o = 0,5 \cdot \gamma^{(n)} \cdot h^2 K_0 + q_n \cdot h \cdot K_0$$

Dla gruntów zasypowych

$$K_0 = [0,5 - \xi_4 + (0,1 + 2 \cdot \xi_4) \cdot (5I_s 4,15) \cdot \xi_5] \cdot (1 + 0,5tg)$$

$$I_s = 5/6$$

$$\xi_4 = 0,03 \text{ wg tabl. 8}$$

$$\xi_5 = 1,00 \text{ wg tabl. 9}$$

$$\varepsilon_0 = 0 \rightarrow tg \varepsilon = 0$$

$$K_0 = \left[0,5 - 0,03 + (0,1 + 2 \cdot 0,03) \cdot \left(5 \cdot \frac{5}{6} - 4,15 \right) \cdot 1,0 \right] \cdot (1,0 + 0,5 \cdot \operatorname{tg} 0) = 0,47$$

Wypadkowa parcia spoczynkowego wzór (11)

$$E_o = 0,5 \cdot 24,2 \cdot 3,70^2 \cdot 0,47 + 3,70 \cdot 0,47 = 79,60$$

$$E_0 = 79,60 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{sn} = \frac{79,60}{3,70} = 21,51 \quad [kN / m]$$

5. Sprawdzenie nacisków na grunt

Nacisk na grunt wynosi $q_d = 90,37 \text{ kN/m}^2 = 0,9 \text{ kG/cm}^2$ wg normy {8} p. 1.6.

Grunt na poziomie posadowienia budowli można przyjąć jako gliny piaszczyste w stanie półzwałym i wyliczony nacisk na grunt można uznać za stosunkowo niewielki. Dla porównania można przytoczyć dawną normę PN-59/B-03020 Grunty budowlane która podaje w Tabl. 2 wartości dopuszczalne nacisku na grunty spoiste półzwałte i twarde $3,0 \text{ kG/cm}^2$ co odpowiada naciskowi 300 kN/m^2 .

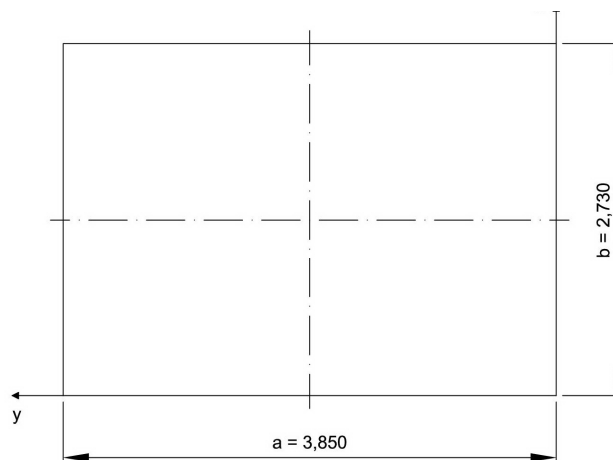
2.3. Wymiarowanie elementu IX

2.3.1. Wstęp

Przedstawiona konstrukcja wlotu składa się z szeregu fragmentów oznaczonych jako I – IX tj. 9 fragmentów. Większość fragmentów ma płytę spągową i stropową oraz ściany ociosowe. Na stykach fragmentów wykształcone są ramy poprzeczne o kształcie zamkniętego prostokąta (2 słupy i 2 rygle). Najbardziej jest obciążony fragment IX - najgłębiej posadowiony.

2.3.2. Fragment IX – płyta spągową

a) Schemat płyty przedstawiono na rys. 3



Całkowity nacisk na grunt $q = 90,37 \text{ kN/m}^2$, skierowany jest do góry

Obciążenie zginające płytę wynosi

$$q = 90,37 - 8,25 = 82,12 \quad [\text{kN/m}^2]$$

b) Wartości statyczne dla wariantu wolnopodpartego; wg tabl. 10.46 poz. [3]

$$\frac{a}{b} = \frac{3,850}{2,730} = 1,41$$

Wg tabl. j.w.

$$m_a = 0.0154 \qquad m_b = 0.0661$$

$$M_a = m_a \cdot q \cdot a^2 = 0,0154 \cdot 82,12 \cdot 3,85^2 = 18,75 \quad [\text{kNm}]$$

$$M_b = m_b \cdot q \cdot b^2 = 0,0661 \cdot 82,12 \cdot 2,73^2 = 40,46 \quad [\text{kNm}]$$

c) wartości statyczne dla wariantu utwierdzonego na obwodzie wg tabl. jw.

$$m_a = 0,0064 \qquad m_b = 0,0313$$

$$m'_a = 0,0196 \qquad m'_b = 0,0692$$

$$M_a = 0,064 \cdot 82,12 \cdot 3,850^2 = 7,79 \quad [\text{kNm}]$$

$$M_b = 0,0313 \cdot 82,12 \cdot 2,73^2 = 19,16 \quad [\text{kNm}]$$

$$M'_a = 0,0196 \cdot 82,12 \cdot 3,850^2 = -23,86 \quad [\text{kNm}]$$

$$M'_b = 0,0692 \cdot 82,12 \cdot 2,73^2 = -42,35 \quad [\text{kNm}]$$

Wartości średnie momentów zginających

$$M_a = 0,5 \cdot (18,75 + 7,79) = 13,27 \quad [\text{kNm}]$$

$$M_b = 0,5 \cdot (40,46 + 19,16) = 29,81 \quad [\text{kNm}]$$

$$M'_a = -0,5 \cdot 23,86 = -11,93 \quad [\text{kNm}]$$

$$M'_b = -0,5 \cdot 42,35 = -21,18 \quad [\text{kNm}]$$

2.3.3. Wymiarowanie płyty

- beton C25/30 - $f_{cd} = 16,7 \text{ [MPa]}$

- stal zbrojeniowa 18G2 - $f_{yd} = 310 \text{ [MPa]}$ wg tablic do wymiarowania żelbetu

$$\mu = \frac{M_{sd}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{29,81 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 16,7 \cdot 1,00 \cdot 0,272} = 0,031$$

Odczytano $\omega = 0,032$

$$A_{s1} = \omega \cdot d \cdot b \cdot \frac{\alpha \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,032 \cdot 0,27 \cdot 1,00 \cdot \frac{0,8 \cdot 16,7}{310} = 3,72 \quad [\text{cm}^2 / \text{m}]$$

Przyjęto zbrojenie płyty dwukierunkowe, przestrzenne - górną i dolną

4Ø20 mm/1mb

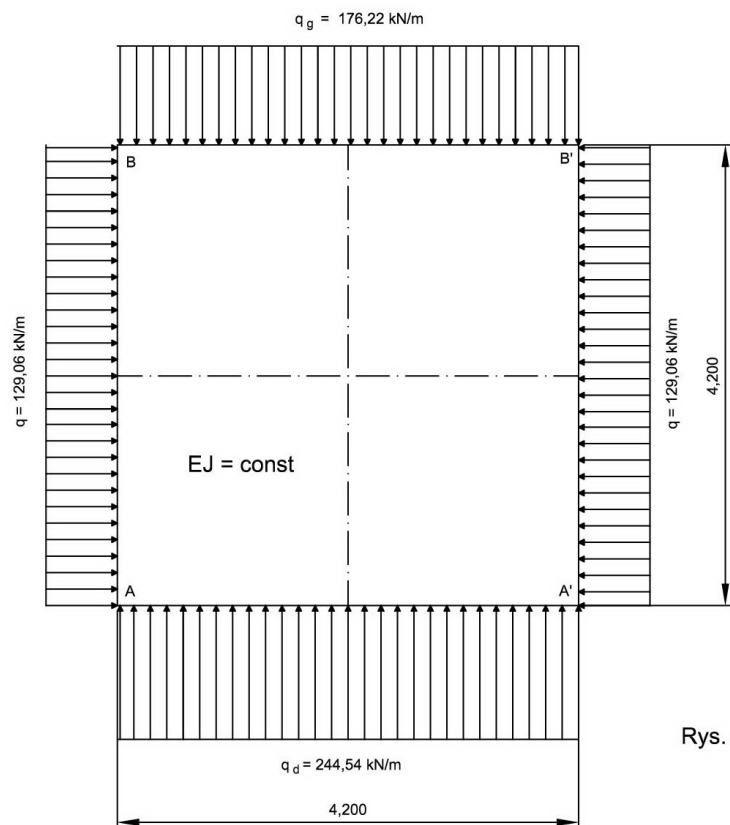
2.3.4. Zbrojenie płyty stropowej

Przyjęto zbrojenie płyty dwukierunkowe, przestrzenne - górną i dolną

4Ø20 mm /m

2.4. Rama w osi I-I

2.4.1. Schemat ramy



Rys. 4

2.4.2. Zestawienie obciążeń

a) Szerokość pasma obciążenia działającego na ramę wynosi:

$$b = 0,5(2,000 + 2,715) = 2,360 \quad [m]$$

$$1,05 \cdot 2,360 = 2,480 \quad [m]$$

b) Obciążenie ramy

- obciążenie rygla górnego

$$65,12 \cdot 1,1 \cdot 2,460 = 176,22 \quad [kN/m]$$

- obciążenie rygla dolnego

$$90,37 \cdot 1,1 \cdot 2,460 = 244,54 \quad [kN/m]$$

- obciążenie słupów

$$21,51 \cdot 1,2 \cdot 5,0 = 129,06 \quad [kN/m]$$

- obciążenie Q

$$Q = 0,5 \cdot (244,54 - 176,22) \cdot 4,200 = 143,47 \quad [kN]$$

2.4.3. Statyka ramy w osi I

a). ze względu na symetrię układu wyznaczenie momentów zginających upraszcza się (sztywność elementów jednakowa)

b) wyznaczenie momentów zginających w węzłach ramy

$$M_{BB'} = -176,22 \cdot \frac{4,200^2}{12} = -259,04 \quad [kNm]$$

$$M_{BA} = +129,06 \cdot \frac{4,200^2}{12} = +189,72 \quad [kNm]$$

$$M_{AA'} = +244,54 \cdot \frac{4,200^2}{12} = +359,47 \quad [kNm]$$

$$M_{AB} = -M_{BA} = -189,72 \quad [kNm]$$

c) momenty symetryczne w punktach BB' i AA'

$$M_{BB'} = -259,04 + 189,72 = -69,32 \quad [kNm]$$

$$M_{AA'} = +359,47 - 189,72 = +169,75 \quad [kNm]$$

d) płyta stropowa

$$M_{\max} = M_{\frac{l}{2}} = 176,22 \cdot \frac{4,200^2}{8} - 69,32 = 319,25 \quad [kNm]$$

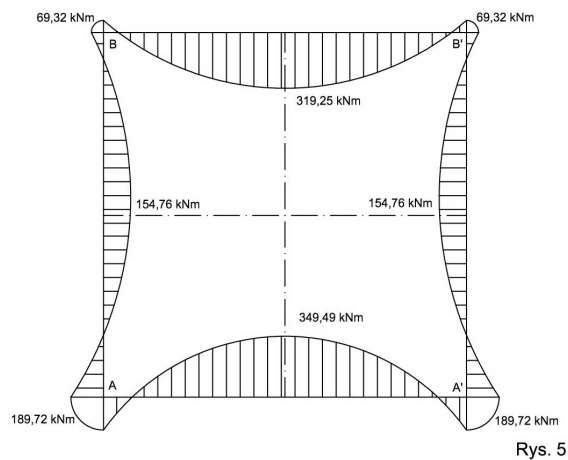
e) płyta spągowa

$$M_{\max} = M_{\frac{l}{2}} = 244,54 \cdot \frac{4,200^2}{8} - 189,72 = 349,49 \quad [kNm]$$

f) ściany ociosowe

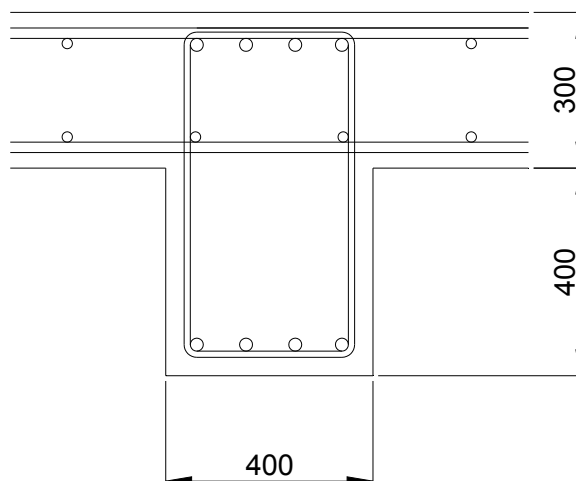
$$M_{\frac{l}{2}} = 129,06 \cdot \frac{4,200^2}{8} - 0,5(189,72 + 69,32) = 154,76 \quad [kNm]$$

g) wykres momentów zginających ramy w osi I



2.4.4. Wymiarowanie rygla ramy w osi I

a) przyjęty przekrój rygla dolnego przedstawiono na rys. 6.



$$M_{\max} = 349,49 \quad [\text{kNm}]$$

b) materiały

- beton C25/30 $f_{cd} = 16,7 \text{ [MPa]}$

- stal 18-G2-b $f_{yd} = 310 \text{ [MPa]}$

c) wymiarowanie wg Tablicy 4.5 poz [9]

$$\max M_{sd} = 349,49$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{349,49 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 16,7 \cdot 0,4 \cdot 0,66^2} = 0,150$$

Odczytano z tablicy 4.5 poz [9]

$$\xi = 0,912$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\xi \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{349,49 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 0,66 \cdot 310} = 1,87 \cdot 10^{-3} \quad [m_2]$$

$$A_{s1} = 18,73 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Przyjęto zbrojenie

$$4\text{Ø}25 \rightarrow F_a = 19,64 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Procent zbrojenia wg tabl. 4.5 wyraża się wzorem

$$\rho = \frac{M}{\xi} \cdot 5,387 = \frac{0,150}{0,912} \cdot 5,387 \cdot 100 = 0,82 \quad [\%]$$

Zbrojenie rygla górnego stanowi lustrzane odbicie zbrojenia rygla dolnego tj dołem **4Ø25** , wkładki górą, tj. w węźle z odgięciem wkładek rygla.

Zbrojenie ścian ociosowych

M = 154,76 [kNm] co stanowi ok. 50% momentu zginającego w ryglu, przyjęto zbrojenie obustronne **4Ø20** pionowo i poziomo

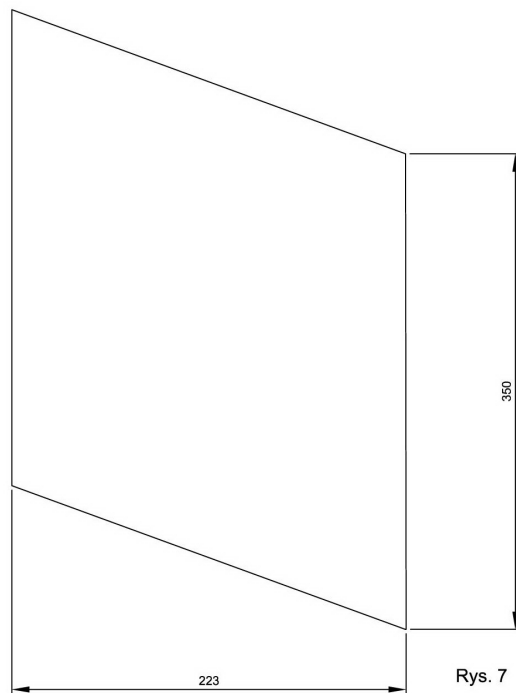
2.5. Elementy VIII W – V W

2.5.1. Wstęp

Kształt elementów jest taki sam, ale różnią się obciążeniem. Najbardziej obciążony jest element VIIIW, który jest usytuowany najniżej

2.5.2. Element VIIIW

Kształt elementu



- zbrojenie $4\text{Ø}20/\text{m}$ – przestrzenne dwukierunkowe (siatka zbrojeniowa)

2.5.3. Pozostałe elementy

a) płyty ścian ociosowych – zbrojenie $4\text{Ø}20/\text{m}$ – przestrzenne dwukierunkowe (siatka zbrojeniowa)

b) belki (żebra) – zbrojenie $4\text{Ø}25/\text{m}$ jak na rysunku 6.

2.6. Elementy IV – III – II –I od strony W

2.6.1. Wstęp

a) Elementy składają się z płyt ściennych i dennych, oraz ram w kształcie litery „U”, nie zamkniętych od góry

b) Płyty ścienne i denne –zbrojenie jak w polach VIII Z-VZ W i w polach VIIIW - IW

2.6.2. U-ramy w polach VIIIW i VIIIZ

a) Statyka ramy Najbardziej obciążona jest rama między polem IV i V (najwyższe ściany)

Schemat ramy przedstawiono poniżej:

W tym przypadku mamy do czynienia z parciem spoczynkowy tj jednakowe parcie z obu stron. Schemat parcia – wg normy [7]] rys.6, analogicznie jak w punkcie 2.2., niniejszych obliczeń. Przyjęto grubość warstwy gruntu równą 3,0 m (ze względu na ewentualne obciążenie maszynami np. od pojazdów). Tok obliczeń jak w punkcie 2.2.1 niniejszego opracowania

- obciążenie pionowe

$$q_g = 56,87 \quad [kN/m^2]$$

- ciężar płyty dolnej

$$q_d = 8,25 \quad [kN/m^2]$$

- obciążenie od ciężaru ścian

$$2 \cdot 0,30 \cdot 27,5 \cdot \frac{1}{4,00} = 10,31 \quad [kN/m^2]$$

Razem $q_d = 75,38 \quad [kN/m^2]$

Wpływ parcia wg rys. 2 lecz dla wartości $h = 3,0$ m

Wartość E_0 przyjęto proporcjonalnie do h

$$E_0 = 79,60 \cdot \frac{2,500}{3,700} = 53,78 \quad [kN]$$

$$\varepsilon_0 = \frac{53,78}{2,5} = 21,51 \quad [kN/m]$$

$$M_{AB} = 21,51 \cdot 2,50^2 \cdot 0,5 = 67,22 \quad [kNm]$$

Moment ten jest mniejszy momentu dla rygla A' – A ramy w osi I, który jest równy 349,49 [kNm]

$$\frac{233,44}{349,49} = 0,667$$

b) zbrojenie ramy

beton C25/30

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$$

stal 18-G2-b

$$f_{yd} = 310 \text{ MPa}$$

Wymiarowanie wg Tablicy [9]

$$\max M_{sd} = 233,44 \text{ kNm}$$

$$\mu = \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 0,8 \cdot 16,7 \cdot 0,40 \cdot 0,66^2 = 0,120$$

Odczyt z Tablicy 45

$$\xi = 0,938 \quad (\text{dla } \mu = 0,100)$$

$$\omega = 0,111$$

$$d = 0,65 \text{ m}$$

$$A_{s1} = \omega \cdot d \cdot b \cdot \frac{\alpha \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,111 \cdot 0,65 \cdot 0,40 \cdot \frac{0,8 \cdot 16,7}{310} \cdot 10^4 = 12,44 \quad [cm^2]$$

Przyjęto zbrojenie ram **4Ø25/m** jak na rysunku 6.

Normy

1. PN-B-02000:1982 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
2. PN-B-02001:1982 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
3. PN-B-02010:1980 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.
4. PN-B-02011:1977 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.
5. PN-B-02014:1988 Obciążenia budowli. Obciążenia gruntem.
6. PN-B-02015:1986 Obciążenia budowli. Obciążenia temperaturą.
7. PN-B-03010:1983 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
8. PN-B-03020:1981 Posadowienia budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Literatura

1. Dębicki E. i in.: Fundamentowanie, t. 2. Projektowanie i wykonawstwo. Posadowienie budowli, Wydawnictwo "Arkady" Warszawa 1988.
2. Projektowanie konstrukcyjno - budowlane. Wydawnictwo "KANON", Gdańsk 1997.
3. Grabiec K.: Konstrukcje budowlane. Przykłady obliczeń statycznych. Wydawnictwo PWN 1995.
4. Grabowski Z. i in.: Fundamentowanie. Wydawnictwo Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
5. Starosolski W.: Konstrukcje żelbetowe wg PN-B-03264:2002, Tom II, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
6. Kamiński M.: Projektowanie konstrukcji żelbetowych wg PN-B-03264:2002, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2004.
7. Orłowski Z.: Podstawy technologii betonowego budownictwa monolitycznego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
8. Rybak Cz.: Fundamentowanie. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 1997.
9. Łapko A., Jensen B. C.: Podstawy projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych, Wydawnictwo "Arkady" 2005.