

BUDOKOP



**OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY
BUDOWNICTWA GÓRNICZEGO
B U D O K O P**

41-400 Mysłowice ul. Powstańców 19
tel. 1222-235, węgl. 91, tlx 0312526, fax 1225566

PRACA BADAWCZO-ROZWOJOWA

U/741/94

E T A P I

**OPINIA DOTYCZĄCA POGŁĘBIENIA TUNELU
TRANSPORTOWEGO W CEMENTOWNI "ODRA" S.A.
ORAZ WSTĘPNE OSZACOWANIE KOSZTÓW
PRZEDSIĘWZIĘCIA I CZASU JEGO TRWANIA**

MYSŁOWICE - MARZEC 1994 r.

**OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY
BUDOWNICTWA GÓRNICZEGO
B U D O K O P**

41-400 Mysłowice ul. Powstańców 19
tel. 1222-235, węgł. 91, tlx 0312526, fax 1225566

Nr i nazwa
usługi: **U/741/94**

E T A P I

**OPINIA DOTYCZĄCA POGŁĘBIENIA TUNELU
TRANSPORTOWEGO W CEMENTOWNI "ODRA" S.A.
ORAZ WSTĘPNE OSZACOWANIE KOSZTÓW PRZED-
SIĘWZIĘCIA I CZASU JEGO TRWANIA**

**Główny
Inżynier Górniczy**


.....
mgr inż. R. Klasieński

**Naczelnny Inżynier
p.o. Zastępcy Dyrektora
d/s Naukowo-Badawczych**


.....
mgr inż. R. Gruszka

D Y R E K T O R


.....
dr inż. Jerzy Krywult

MYSŁOWICE — MARZEC 1994 r.

ZESPOŁ. AUTORSKI

U/741/93

(podpis)

1. mgr inż. Jacek PODGÓRSKI


.....

2. inż. Andrzej JEKSA


.....

Kierownik pracy

mgr inż. J. Podgórski


.....
(podpis)

W odniesieniu do niniejszej dokumentacji Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Budownictwa Górniczego "BUDOKOP" zastrzega sobie wszelkie prawa autorskie w zakresie publikacji, wynalazczości i wdrożeń.

Inne klauzule:

Dokumentację otrzymali:

SPIS TRESCI

1. WSTĘP

- 1.1. Podstawa opracowania
- 1.2. Przedmiot opracowania

2. ZAKRES OPRACOWANIA

3. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE OBUDOWY TUNELU

- 3.1. Obciążenia
- 3.2. Ciężar własny
- 3.3. Obciążenia użytkowe
 - 3.3.1. Obciążenia stropowe
 - 3.3.2. Obciążenia ociosowe
- 3.4. Wartości statyczne sił wewnętrznych
 - 3.4.1. Charakterystyka geometryczna i materiałowa obudowy
 - 3.4.2. Obliczenia numeryczne
- 3.5. Wymiarowanie obudowy
- 3.6. Wnioski z obliczeń

4. WSTĘPNE OSZACOWANIE KOSZTÓW

5. ZESTAWIENIE KOSZTÓW ORAZ CZASU TRWANIA PRZEDSIĘWZIĘCIA

6. PODSUMOWANIE

SPIS RYSUNKÓW

- Rys.1 - Poglądzenie tunelu transportowego - wersja I
- Rys.2 - Poglądzenie tunelu transportowego - wersja II

1. WSTEP

1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest zlecenie z Cementowni "Odra" S.A. (znak: PM/Ldz.515 z dnia 09.02.1994 r.), dotyczące przebudowy tunelu transportowego oraz notatka służbowa spisana w Cementowni "Odra" w dniu 22.02.1994 r.

1.2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest opinia dotycząca możliwości pogłębienia tunelu transportowego, bez naruszenia stateczności istniejącej obudowy, celem zastąpienia transportu szynowego urobku transportem kołowym, przy użyciu ciężkich wozów samojezdnych.

Zgodnie z ustaleniami, przedmiotowa opinia stanowić będzie etap I prac i zawierać będzie ocenę nośności obudowy pogłębionego tunelu oraz wstępne oszacowanie kosztów i czasu trwania przedsięwzięcia. W przypadku zaakceptowania ujętych w niniejszej opinii warunków realizacji przedsięwzięcia, Cementownia "Odra" S.A. zleci do OBR BG "BUDOKOP" realizację prac w etapie II obejmującym całokształt prac projektowo-wykonawczych związanych z przebudową tunelu transportowego.

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie stanowiące opinię dotyczącą możliwości pogłębienia tunelu transportowego zawiera obliczenia statyczne i wymiarowanie obudowy tunelu, wstępne oszacowanie kosztów, czasu trwania zadania oraz dwie wersje wyposażenia wyrobiska.

W wersji I (rys. 1) założono wykonanie ścieku żelbetowego dla odprowadzenia wody. Pozwoli to na zdrenowanie wody na całej długości tunelu, lecz równocześnie spowoduje zawężenie jezdni dla wozów samojezdnych oraz zwiększy nieco koszty wykonawstwa robót.

W wersji II (rys. 2) zrezygnowano z koryta ściekowego, zastępując je rurociągiem dla odprowadzenia wody, ułożonym na spagu jezdni tunelu. Rozwiązanie to pozwoli na poszerzenie jezdni w tunelu, obniży nieco koszty wykonawstwa, lecz zapewni jedynie przepływ wody w rurociągu bez możliwości pełnego drenowania części spagowej tunelu, co jest istotne z uwagi na wykroplenia oraz wycieki wody spoza istniejącej obudowy murowej tunelu. W pewnym stopniu filtracja wody w części spagowej wyrobiska możliwa będzie poprzez warstwę ubitej mieszanki piasku i żwiru lub tłucznia, stanowiąca podsypkę pod jezdnią betonową tunelu.

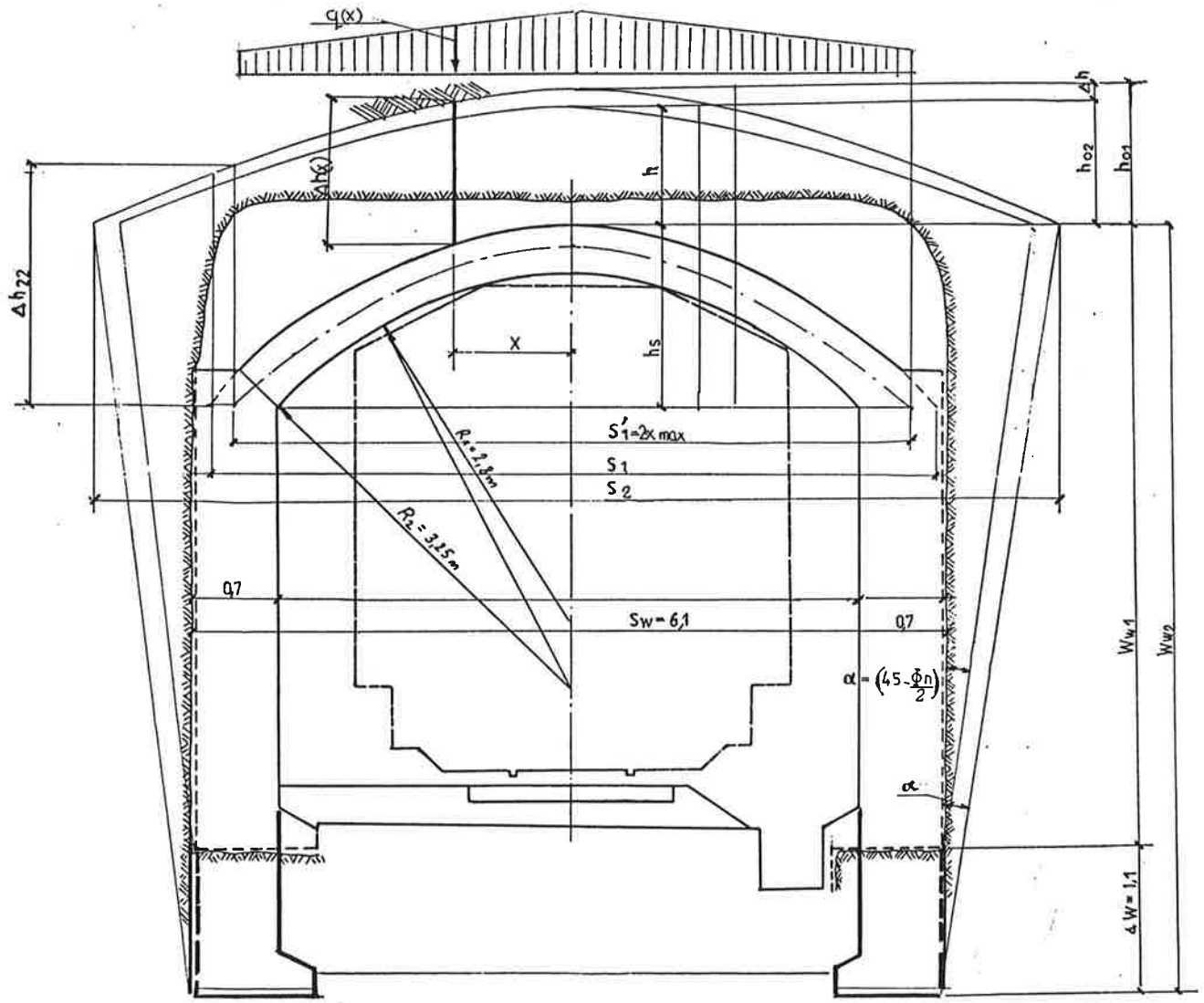
3. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE OBUDOWY TUNELU

3.1. OBCIĄŻENIA

Obciążenia wywołane są następującymi wpływami:

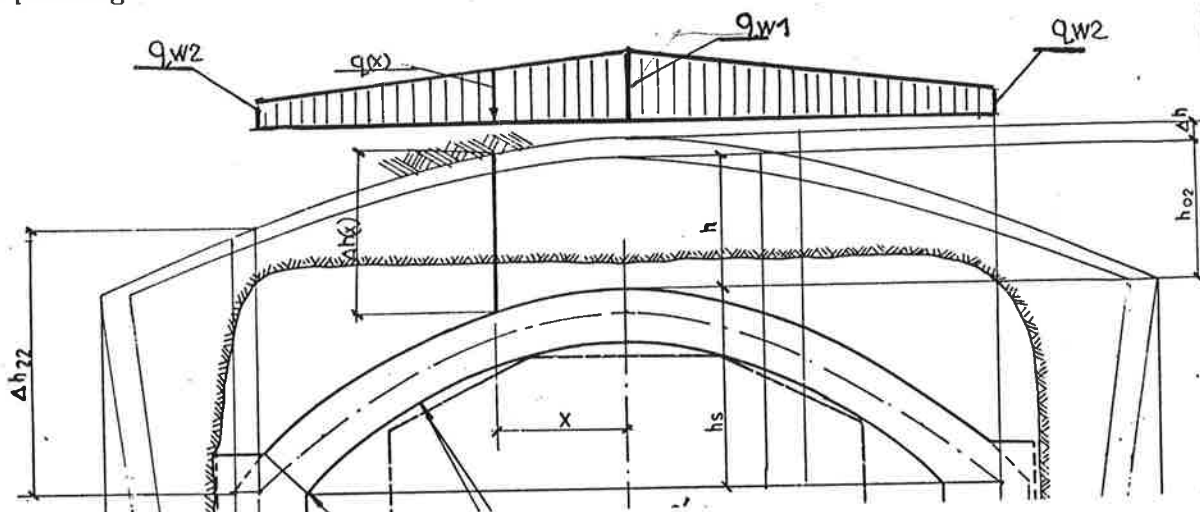
- wpływem ciężaru własnego obudowy,
- wpływem odspojonych skał stropowych poniżej sklepienia ciśnien oraz oddziaływaniem skał na ociosy obudowy tunelu.

Wzrost obciążeń spowodowany będzie pogłębieniem tunelu, co spowoduje wzrost szerokości obliczeniowej wyrobiska wywołanej wzrostem zasięgu wpływu odspojonych skał na ociosy wyrobiska zgodnie ze schematem:



3.2. CIĘŻAR WŁASNY

Przyjęto uproszczony wykres rozkładu obciążeń w postaci obciążenia trapezowego.



Intensywność obciążenia obliczono ze wzoru:

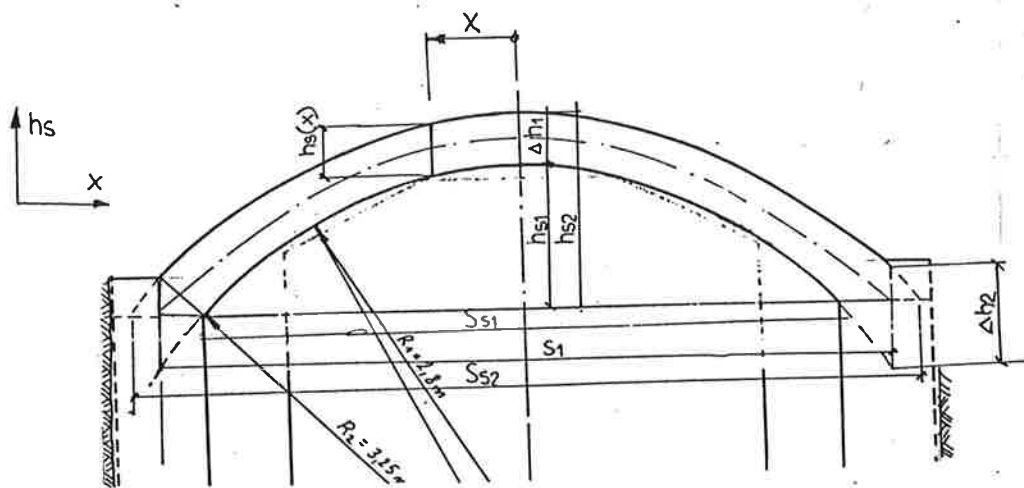
$$q_w = \rho_w \cdot \gamma_n \cdot h_s(x)$$

gdzie:

ρ_w - ciężar objętościowy muru z betonitów, $\rho_w = 22 \text{ kN/m}^3$

γ_n - współczynnik obciążenia wg PN-82/B-02001, $\gamma_n = 1,1$

$h_s(x)$ - wysokość pionowego przekroju sklepienia określonego odcięcia x



Oznaczając:

$$h_{s2} = 1,41 \text{ m}$$

$$S_{s1} = 4,7 \text{ m}$$

$$\Delta h_1 = 0,35$$

$$S_{s2} = 5,94 \text{ m}$$

$$h_{s0} = h_s(0) = 1,06 \text{ m}$$

Wysokość pionowego przekroju $h_s(x)$ sklepienia parabolicznego obliczamy ze wzoru:

$$\Delta h_s(x) = \Delta h_1 - \left(\frac{2x}{S_{s2}} \right)^2 h_{s2} + \left(\frac{2x}{S_{s1}} \right)^2 h_{s0}$$

przyjmując oznaczenia wg schematu obliczeniowego

$$h_{s2} = h_s(S_2) = 1,41 \text{ m}$$

$$h_{s0} = h_s(0) = 1,06 \text{ m}$$

$$S_{s1} = 4,7 \text{ m};$$

$$S_{s2} = 5,94 \text{ m}$$

$$\Delta h_{s2} = 0,35 - \left(\frac{5,36}{5,94} \right)^2 \cdot 1,41 + \left(\frac{5,36}{4,7} \right)^2 \cdot 1,06 = 0,5805$$

przyjęto do dalszych obliczeń $h_{s2} = 0,58 \text{ m}$.

Na podstawie powyższego wzoru:

$$q_{w1} = 22 \cdot 1,1 \cdot 0,35 = 8,5 \text{ kPa}$$

$$q_{w1} = 22 \cdot 1,1 \cdot 0,58 = 14,0 \text{ kPa}$$

3.3. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE

3.3.1. Obciążenia stropowe

Strzałkę sklepienia ciśnień wg modelu Cymbarewicza, zgodnie z BN-79/0434-04, obliczamy ze wzoru:

$$h_{oi} = \frac{0,5 S_w + W_{wi} \cdot \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\phi_o}{2} \right)}{\operatorname{tg} \phi_s}$$

gdzie:

S_w, W_{wi} - szerokość i wysokość wyrobiska dla $i = (1;2)$

W_{w1} - wysokość wyrobiska przed pogłębieniem

W_{w2} - wysokość wyrobiska po pogłębieniu

ϕ_o - obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego w skałach ociosowych wyrobiska

ϕ_s - obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego w skałach stropowych wyrobiska

$$\phi_o = \phi_s = \phi \cdot n$$

ϕ - charakterystyczny kąt tarcia wewnętrznego w skałach zgodnie z danymi geologicznymi budowy tunelu; $\phi = 64^\circ$

n - współczynnik niejednorodności, $0,9 \leq n \leq 1,1$

oznaczając:

$$\Delta_w = W_{w2} - W_{w1}$$

Δ_w - przyrost wysokości wyrobiska po jego pogłębieniu, $\Delta_w = 1,1$ m

Δ_h - przyrost wysokości sklepienia ciśnień po pogłębieniu tunelu

$$\Delta_h = h_{o1} - h_{o2}$$

Wtedy przyrost wysokości sklepienia ciśnien obliczamy ze wzoru:

$$\Delta h = \frac{\Delta_w \operatorname{tg} \left(45 - \frac{n \cdot \phi}{2} \right)}{\operatorname{tg} (n \cdot \phi)}$$

$$\Delta h = \frac{1,1 \cdot \operatorname{tg} \left(45 - \frac{0,9 \cdot 64}{2} \right)}{\operatorname{tg} (0,9 \cdot 64)} = 0,156$$

$$\Delta h \cong 0,16 \text{ m}$$

Obciążenie słupem odspojonych skał oddziaływujących na sklepienie obudowy obliczamy ze wzoru:

$$q_N(x) = \rho \cdot \gamma_n \cdot n \cdot \Delta h_i(x)$$

gdzie:

ρ - ciężar objętościowy skał stropowych, $\rho = 24 \text{ kN/m}^3$

γ_n - współczynnik obciążenia wg PN-82/B-02001 (Obciążenia budowli.

Obciążenia stałe), $\gamma_n = 1,1$.

Przyjmując paraboliczny kształt sklepienia ciśnien, wysokość $\Delta h_2(x)$ odspojonych skał stropowych, określona jako funkcję odległości od płaszczyzny symetrii tunelu obliczamy ze wzoru:

$$\Delta h_2(x) = (\Delta h + h) \left[1 - \left(\frac{2x}{S_2} \right)^2 \right] + h_{s2} \left(\frac{2x}{S_1} \right)^2$$

gdzie:

S_1 - rozpiętość sklepienia ciśnien przed pogłębieniem

h_{s2} - strzałka górnej powierzchni sklepienia

S_2 - rozpiętość sklepienia ciśnien po wykonaniu pogłębienia

$$S_w = 4,7 + 2 \cdot 0,7 = 6,1$$

$$S_2 = 6,1 + 2 \cdot \operatorname{tg} \left(45 - \frac{64 \cdot 0,9}{2} \right)$$

$$S_2 = 6,68 \text{ m, przyjęto do dalszych obliczeń } S_2 = 6,7 \text{ m}$$

2x - rozpiętość teoretyczna sklepienia tunelu

$$x = \frac{4,7 + 0,66}{2} = 2,68 \text{ m}$$

h_s - strzałka sklepienia obudowy tunelu (wg schematu obliczeniowego)

h - strzałka sklepienia ciśnień nad stropem tunelu po jego pogłębieniu, $h = 3,0 \text{ m}$

oznaczając:

$$\Delta h_{2,1} = \Delta h_2(0) = 3,16 \text{ m}$$

$$\Delta h_{2,2} = \Delta h_2(2,68) = (0,16 + 3,0) \left[1 - \left(\frac{2 \cdot 2,68}{6,7} \right)^2 \right] + 1,41 \left(\frac{5,36}{5,94} \right)^2$$

$$\Delta h_{2,2} = 2,285 \quad \text{przyjęto do dalszych obliczeń} \quad \Delta h_{2,2} = 2,3 \text{ m}$$

$$q_N(0) = q_{N1}$$

$$q_{N1} = 24,0 \cdot 3,16 = 76,1 \text{ kPa}$$

$$q_{N2} = 24 \cdot 2,3 = 55,2 \text{ kPa}$$

3.3.2. Obciążenie ociosowe poziome

Wysokość słupa skał na zewnętrznym obrysie obudowy:

$$\Delta h_3 = (0,16 + 3,0) \left[1 - \left(\frac{6,02}{6,7} \right)^2 \right] + 1,41 \left(\frac{6,02}{5,94} \right)^2 = 2,057 \text{ m}$$

λ - współczynnik rozporu bocznego; $\lambda = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi \cdot n}{2} \right)$

$$P_{x1} = 2,057 \cdot \gamma_f \cdot \rho_N \cdot \lambda = 4,58 \text{ kPa}$$

Przyjęto do dalszych obliczeń $P_{x1} = 4,6 \text{ kPa}$

$$P_{x2} = (\Delta h_3 + h_1) \gamma_f \cdot \rho_N \cdot \lambda$$

$$h_1 = 4,6 + 1,41 \left[1 - \left(\frac{6,02}{5,94} \right)^2 \right] = 4,56 \text{ m}$$

$$P_{x2} = (h_1 + \Delta h_3) \cdot \gamma_f \cdot \rho_N \cdot \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi \cdot n}{2} \right) = 14,99 \text{ kPa}$$

przyjęto do dalszych obliczeń $P_{x2} = 15 \text{ kPa}$

3.4. WARTOŚCI STATYCZNE SIŁ WEWNĘTRZNYCH

3.4.1. Charakterystyka geometryczna i materiałowa obudowy

Zgodnie z PN-87/B-03002 efektywna wysokość przekroju H_e wynosi:

$$H_e = H - 2 e_o$$

gdzie:

H - wysokość przekroju (grubość obudowy)

e_o - mimośród siły ściskającej

$$e_o = e_s + e_n$$

e_s - mimośród wypadkowej siły ściskającej otrzymanej z obliczeń statycznych metodą iteracji

e_n - mimośród przypadkowy

$$e_n = \frac{h}{300}$$

W przypadku, gdy $e \leq \frac{h}{6}$, wtedy $H_e = H$

$$IY = \frac{H_e^3}{12}$$

gdzie:

IY - moment bezwładności przekroju.

Obliczeniowe parametry geometryczne przekrojów przyjęte do obliczeń statycznych na podstawie ostatniej iteracji zestawiono w tabeli:

PARAMETRY GEOMETRYCZNE PRZEKROJÓW

Elementy konstrukcyjne	Numer przekrojów	Wysokość przekroju H [m]	Mimośród siły ściskającej [m]	Efektywna wysokość przekroju H_e [m]	Moment bezwładn. przekroju $IY = \frac{H_e^3}{12}$
1	2	3	4	5	6
SCIANY BOCZNE	7, 8, 10 11, 12	0,66	$0,11 < e \leq 0,148$	0,365	$4,05 \cdot 10^{-3}$
	20,21,23 24,25	0,66	$0,11 < e \leq 0,148$	0,365	$4,05 \cdot 10^{-3}$
	8,13,27, 28, 21,26,29 30	0,66	$e \leq 0,11$	0,66	0,024

c.d. tabeli

Elementy konstrukcyjne	Numer przekrojów	Wysokość przekroju H [m]	Mimośród siły ściskającej [m]	Efektywna wysokość przekroju H _e [m]	Moment bezwładn. przekroju $IY = \frac{H_e^3}{12}$
1	2	3	4	5	6
SKLEPIENIE	1, 15	0,35	$0,058 < e \leq 0,075$	0,2	$6,667 \cdot 10^{-4}$
	5, 18	0,425	$0,067 < e \leq 0,113$	0,2	$6,667 \cdot 10^{-4}$
	2, 3, 15, 16	0,395	0,065	0,395	$5,13 \cdot 10^{-3}$
	4, 17	0,425	$e < 0,07$	0,425	$6,39 \cdot 10^{-3}$
	6, 19	0,44	$e > 0,073$	0,425	$6,39 \cdot 10^{-3}$

Moduł sprężystości podłużnej muru z betonitów prostopadłościennych klasy 20 na zaprawie cementowej klasy 10 obliczamy zgodnie z PN-87/B-03002 ze wzoru:

$$E = \alpha_m \lambda \cdot R_{kc}$$

gdzie:

α_m - cecha sprężystości muru.

Zgodnie z tablicą Z7-4 $\alpha_m = 1500$ (wg PN-87/B-03002)

λ - współczynnik zależny od rodzaju materiału wg PN-87/B-03002.

Dla muru z kostek betonowych $\lambda = 1,3$

Wytrzymałość obliczeniowa muru:

$$R_{kc} = R_{mk}$$

wg BN-79/0434-04 dla muru z kostek betonowych klasy B20 na zaprawie cementowej marki M12 wynosi 4,8 MPa

$$E = 1500 \cdot 1,3 \cdot 4,8 = \underline{9360 \text{ MPa}}$$

3.4.2. Obliczenia numeryczne

Obliczenia numeryczne obudowy wykonano w oparciu o program MISS1. Obliczenia te zawierają następujące wartości statyczne: wektory sił wewnętrznych, wielkości deformacji, wielkości momentów zginających oraz wielkości reakcji. W oparciu o wyniki tych obliczeń określono w pktcie 3.5. warunki nośności obudowy.

Wyniki obliczeń numerycznych znajdują się do wglądu w OBR BG "BUDOKOP" w Mysłowicach.

3.5. WYMIAROWANIE OBUDOWY

Nośność obudowy murowej zgodnie z PN-87/B-03002 wynosi:

$$N \leq R_m \cdot F_m \cdot \varphi$$

gdzie:

R_m - wytrzymałość muru na ściskanie, $R_m = 4,8$ MPa

F_m - powierzchnia ściskanej strefy muru dla przekroju prostokątnego (wycinek 1 mb obudowy)

$$F_m = H_e = H - 2e = H - \frac{2 M}{P_x}$$

stąd:

$$N \leq R_m \left(H - \frac{2 MY}{P_x} \right) \varphi$$

Ponieważ jednocześnie musi być spełniony warunek:

$$\frac{n}{\gamma_f} \cdot P_x = N$$

stąd:

$$\frac{R_m}{P_x} \cdot \varphi \left(H - \frac{2 \cdot MY}{P_x} \right) \geq \frac{n}{\gamma_f}$$

$$\frac{n}{\gamma_f} = \frac{1,3}{1,1} \cong 1,18 = 1,2$$

w którym:

H - grubość obudowy

MY - moment zginający w przekroju wg obliczeń numerycznych

P_x - siła osiowa wg obliczeń numerycznych [MPa]

R_m - wytrzymałość obliczeniowa muru z betoniów prostokątnych

R_m = 4,8 MPa - wytrzymałość muru na ściskanie

n - współczynnik obciążenia wg BN-79/0434-04, n = 1,3

γ_f = 1,1

Mimośród siły ściskającej jako parametr do wyznaczenia współczynnika wyboczeniowego obliczamy wg PN-87/B-03002 ze wzoru:

$$e_o = e_s + e_n$$

gdzie:

e_s - mimośród siły osiowej z obliczeń statycznych wyliczonych

z poniższych wzorów:

$$e_n = \frac{n_1}{300} = \frac{0,50}{300} = 0,0017 \text{ m} \quad e_n \geq 0,01$$

W przypadku prostoliniowego lub zbliżonego do prostoliniowego przebiegu momentów:

$$e_s = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{0,6 M_1}{N_1} + \frac{0,4 M_2}{N_2} \right| \right. \\ \left. \left| \frac{0,4 M_1}{N_1} \right| \right\}$$

Powyższy przypadek zachodzi przy wyznaczeniu nośności przekroju środkowego sklepienia murowego:

$$e_s = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{0,6 (-39,439)}{263,13} + \frac{0,4 \cdot 18,225}{179,5} \right| \right. \\ \left. \left| \frac{0,4 (-39,439)}{263,13} \right| \right\}$$

$$e_s = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} 0,0493 \\ 0,0599 \end{array} \right\}$$

$$e_s = 0,05995 \approx 0,06 \text{ m}$$

$$e_o = 0,06 + 0,01 = 0,07 \text{ m}$$

$$\frac{e_o}{H_{sr}} = \frac{0,07}{0,40} = 0,175$$

Z tablicy 6 wg PN-87/03002 dobrano współczynnik wyboczeniowy na podstawie smukłości obliczeniowej sklepienia.

$$\lambda_h = \frac{l_o}{h_{sr}} = \frac{S_o \cdot \beta}{H_{sr}}$$

gdzie:

$$S_o = 5,33 \text{ m}$$

β - współczynnik dług. wyboczeniowej uwzględniający sposób zamocowania pręta konstrukcji

$$0,5 < \beta < 1$$

przyjęto: $\beta = 0,8$

H_{sr} - średnia wysokość przekroju łuku sklepienia

$$H_{sr} = 0,4 \text{ m}$$

$$\lambda_h = \frac{5,33 \cdot 0,8}{0,4} = 10,66$$

$$\text{dla } \frac{e_o}{H_{sr}} = 0,175 ; \quad \lambda_h = 10,66 ; \quad \varphi = 0,615$$

uwzględniając zalecenia w/w normy, przyjęto do wyznaczenia nośności w przekrojach przypodporowych sklepienia pośrednią wartość współczynnika wyboczeniowego

$$\varphi = \frac{1 + 0,615}{2}$$

$$\varphi \approx 0,8$$

Mimośród służący jako parametr do wyznaczenia smukłości i współczynnika wyboczeniowego w ścianach obudowy tunelu obliczono ze wzoru:

$$e_s = \frac{M_{\max}}{P_x} = \frac{19,553}{236,9} = 0,082$$

Na podstawie analogicznych do opisanych poprzednio zależności obliczono:

$$e_n \geq \frac{h}{300} ; \quad e_n \geq 0,01$$

$$e_o = e_s + e_n = 0,082 + 0,01 = 0,092 \text{ m}$$

$$\frac{e_o}{H} = \frac{0,092}{0,65} = 0,142$$

przyjmując:

$$\lambda = \frac{l_0}{H} = \frac{l_n}{H} = \frac{2,6}{0,65} = 7,07$$

Z tablicy 6 wg PN-87/B-03002 odczytano współczynnik wyboczeniowy

$$\phi = 0,70$$

Warunki nośności obudowy określone parametrami ϕ , H oraz siłami wewnętrznymi MY, PX zestawiono w poniższej tabelicy:

WARUNKI NOŚNOŚCI PRZY OBLICZONYCH SIŁACH NORMALNYCH
W POSZCZEGÓLNYCH PRZEKROJACH OBUDOWY

Numer przekroju obudowy	Siła osiowa PX [kN/m]	Moment zginający MY [kN/m]	Wysokość przekroju H [m]	Współczynnik wybocz. ϕ	Warunek nośności	Spełnienie warunku
					$\frac{R_m \phi}{P_x} \left(H - \left \frac{2 MY}{P_x} \right \right) \geq 1,2$	
1	2	3	4	5	6	7
1	179,5	18,225	0,35	0,615	2,42	tak
6, 19	263,13	33,439	0,425	0,8	2,48	tak
7, 20	270,778	39,31	0,49	1	3,54	tak
9, 22	222,63 + 14,3 = = 236,9	19,563	0,66	0,7	6,35	tak
13, 26	222,63 + 35,75 = = 258,4	19,945	0,66	0,7	6,57	tak
29, 22	222,63 + 65,78 = = 288,41	0	0,66	1	10,98	tak

Z powyższej tabelicy wynika, że warunki nośności obudowy zostały spełnione dla każdego przekroju obudowy.

3.6. WNIOSKI Z OBLICZEN

Na podstawie przeprowadzonej analizy statycznej obudowy tunelu stwierdza się, że:

- warunki nośności obudowy we wszystkich jej przekrojach nie zostały przekroczone,
- warunkiem nie przekroczenia warunków nośności obudowy jest utrzymanie w trakcie pogłębiania murów ociosowych tunelu naturalnego sklepienia ciśnień górotworu, które powoduje odciążenie sklepienia obudowy. Aby naturalne sklepienie ciśnień w górotworze nie uległo naruszeniu, należy ograniczyć długość wykonywania wdzierki oraz odsłaniania murów ociosowych. Na podstawie oszacowania, długość wdzierki pod murami ociosowymi nie powinna przekraczać 3,5 m oraz wdzierka ta winna być wykonywana naprzemianlegle, tzn. raz po jednej, a raz po drugiej stronie obudowy tunelu,
- na podstawie analogii do warunków posadowienia budowli określonych w normie PN-81/B-03020 pt. "Grunty budowlane, posadowienie bezpośrednie budowli", naprężenia graniczne warunkujące stateczność posadowienia ławy murów ociosowych tunelu nie zostały przekroczone.

4. WSTEPNE OSZACOWANIE KOSZTOW

Podane orientacyjne koszty dla poszczególnych grup robót zawierają koszty robocizny, pracy sprzętu, energii oraz materiałów.

Koszty te obliczono wg stanu cen w lutym br.

a) Koszt wykonania wyłomu przy pogłębianiu tunelu:

$$V_w = l \cdot h \cdot s$$

gdzie:

V_w - objętość wyłomu [m³]

l - długość tunelu, $l = 227,6$ m

h - wysokość wyłomu, $h = 1,25$ m

s - szerokość wyłomu, $s = 6,1$ m

$$V_w = 227,6 \cdot 1,25 \cdot 6,1 = \underline{1735 \text{ m}^3}$$

K o s z t c a ł k o w i t y w y k o n a n i a w y ł o m u

$$K_{c1} = K_{jw} \cdot V_w$$

gdzie:

K_{c1} - koszt całkowity wykonania wyłomu [zł.]

K_{jw} - jednostkowy koszt wykonania 1 m³ wyłomu, $K_{jw} = 470000$ zł/m³

$$K_{c1} = 470000 \cdot 1735 = \underline{815.450.000 \text{ zł.}}$$

b) Koszt wykonania pogłębionych murów ociosowych wraz z ich posadowieniem:

$$V_m = 2 \cdot l \cdot S_m$$

gdzie:

V_m - objętość nowych murów [m³]

S_m - powierzchnia muru, $S_m = 0,8$ m²

$$V_m = 2 \cdot 227,6 \cdot 0,8 = \underline{364 \text{ m}^3}$$

K o s z t c a ł k o w i t y w y k o n a n i a m u r ó w

$$K_{c2} = K_{jm} \cdot V_m$$

gdzie:

K_{c2} - koszt całkowity wykonania murów [zł]

K_{jm} - koszt jednostkowy wykonania 1 m³ muru, $K_{jm} = 1.450.000 \text{ zł/m}^3$

$$K_{c2} = 1450000 \cdot 364 = \underline{527.800.000 \text{ zł.}}$$

W kwocie tej zawarty jest koszt betonitów prostopadłościennych (sześciocegłowych) wg BN-65/6791-06, który wynosi:

$$K_b = 8500 \text{ zł/1szt.} \cdot 66 \text{ szt/m}^3 \cdot 364 \text{ m}^3 = 204.204.000 \text{ zł.}$$

c) Koszt kucia istniejących stóp podporowych pod murami ociosowymi

$$I_{1 \text{ rdn}} = \frac{2 \cdot l}{Pr_{dn}}$$

gdzie:

$I_{1 \text{ rdn}}$ - ilość roboczodniówek

l - długość istniejącego muru ociosowego, $l = 227,6 \text{ m}$

Pr_{dn} - postęp kucia stóp podporowych na 1 roboczodniówkę,

$$Pr_{dn} = 10 \text{ mb/rdn}$$

$$I_{1 \text{ rdn}} = \frac{2 \cdot 227,6}{10} = 45,5 \text{ rdn}$$

$$K_{c3} = K_{j \text{ rdn}} \cdot I_1 \text{ rdn}$$

gdzie:

K_{c3} - koszt całkowity kucia istniejących stóp podporowych [zł]

$K_{j \text{ rdn}}$ - koszt jednostkowy za 1 roboczodniówkę (wraz z narzutami),

$$K_{j \text{ rdn}} = 700.000 \text{ zł/rdn}$$

$$K_{c3} = 700.000 \cdot 45,5 = \underline{31.850.000 \text{ zł.}}$$

d) Koszt wykonania koryta ściekowego (wersja I)

Ściany ścieku o wymiarach w świetle 0,5 x 0,4 m oraz dno ścieku przewiduje się wykonać z betonu zbrojowego o grubości 0,3 m. Do nakrycia ścieku służyć będą płyty żelbetowe o grubości 0,6 m.

Koszt całkowity wykonania ścieku wyniesie:

$$K_{cś} = K_{jś} \cdot l$$

gdzie:

$K_{cś}$ - koszt całkowity wykonania ścieku [zł]

$K_{jś}$ - koszt jednostkowy wykonania 1 m ścieku, $K_{jś} = 462.840 \text{ zł/1mb}$

l - długość ścieku na odcinku tunelu, $l = 227,6 \text{ m}$

$$K_{cś} = 462.840 \cdot 227,6 = \underline{105.342.380 \text{ zł.}}$$

d') Koszt zabudowy rurociągu ϕ 150 mm dla odprowadzenia wody (wersja II)

$$K_{cr} = K_{jr} \cdot l + K_{j \text{ rdn}} \cdot I_2 \text{ rdn}$$

gdzie:

K_{cr} - koszt całkowity zabudowy rurociągu,

K_{jr} - koszt jednostkowy 1 mb rurociągu, $K_{jr} = 135.000 \text{ zł/1mb}$,

$K_{j \text{ rdn}}$ - koszt jednostkowy za roboczodniówkę wraz z narzutami,

$$K_{j \text{ rdn}} = 700.000 \text{ zł/rdn},$$

$I_2 \text{ rdn}$ - ilość roboczodniówek, $I_2 \text{ rdn} = 12$

l - długość rurociągu na odcinku tunelu, $l = 227,6 \text{ m}$,

$$K_{cr} = 135.000 \cdot 227,6 + 700.000 \cdot 12$$

$$K_{cr} = 30.726.000 + 8.400.000 = \underline{39.126.000 \text{ zł.}}$$

e) Koszt wykonania podsypki zwirowo-piaskowej lub z tłuczniem pod jezdnią tunelu

$$V_p = z \cdot l \cdot S_p \cdot h_p$$

gdzie:

V_p - objętość podsypki zwirowo-piaskowej

z - współczynnik wypełnienia przestrzeni podsadzonej, $z = 0,95$

l - długość tunelu, $l = 227,6 \text{ m}$

S_p - szerokość warstwy podsypki, $S_p = 4,7 \text{ m}$

h_p - wysokość warstwy podsypki, $h_p = 0,4 \text{ m}$

$$V_p = 0,95 \cdot 227,6 \cdot 4,7 \cdot 0,4 = 406,5 \text{ m}^3$$

$$K_{cp} = K_{jp} \cdot V_p$$

gdzie:

K_{CP} - koszt całkowity wykonania podsypki [zł]

K_{JP} - koszt jednostkowy wykonania 1 m³ podsypki żwirowo-piaskowej,

$$K_{JP} = 220.000 \text{ zł/m}^3$$

$$K_{CP} = 220.000 \cdot 406,5 = \underline{89.430.000 \text{ zł.}}$$

f) Koszt wykonania jezdni (płyta betonowa) - wersja I (z korytem ściekowym)

$$V_j = l \cdot S_j \cdot h_j$$

gdzie:

V_j - objętość jezdni (płyty betonowej)

l - długość jezdni, $l = 227,6 \text{ m}$

S_j - szerokość jezdni, $S_j = 3,8 \text{ m}$

h_j - wysokość jezdni, $h_j = 0,1 \text{ m}$

$$V_j = 227,6 \cdot 3,8 \cdot 0,1 = 86,5 \text{ m}^3$$

$$K_{Cj} = K_{JP} \cdot V_j$$

gdzie:

K_{Cj} - koszt całkowity wykonania jezdni (płyty betonowej) [zł]

K_{JP} - koszt jednostkowy wykonania 1 m³ płyty betonowej (beton wibrowany, $K_{JP} = 970.000 \text{ zł/m}^3$

V_j - objętość płyty betonowej, $V_j = 86,5 \text{ m}^3$

$$K_{Cj} = 970.000 \cdot 86,5 = \underline{83.905.000 \text{ zł.}}$$

f') Koszt wykonania jezdni (płyta betonowa) - wersja II (bez koryta ściekowego)

$$V_{j1} = l \cdot S_{j1} \cdot h_j$$

gdzie:

V_{j1} - objętość jezdni (płyty betonowej)

l - długość jezdni, $l = 227,6$ m

S_{j1} - szerokość jezdni, $S_{j1} = 4,7$ m

h_j - wysokość jezdni, $h_j = 0,1$ m

$$V_{j1} = 227,6 \cdot 4,7 \cdot 0,1 = 107 \text{ m}^3$$

$$K_{c1j} = K_{jp} \cdot V_{j1}$$

gdzie:

K_{c1j} - koszt całkowity wykonania jezdni [zł]

K_{jp} - koszt jednostkowy wykonania 1 m^3 płyty betonowej (beton wibrowany), $K_{jp} = 970.000 \text{ zł/m}^3$

V_{j1} - objętość płyty betonowej, $V_{j1} = 107 \text{ m}^3$

$$K_{c1j} = 970.000 \cdot 107 = \underline{103.790.000 \text{ zł.}}$$

5. ZESTAWIENIE KOSZTÓW ORAZ CZASU TRWANIA PRZEDSIĘWZIĘCIA

A. ZESTAWIENIE KOSZTÓW CAŁKOWITYCH DLA ROBÓT GÓRNICZYCH ZWIĄZANYCH Z PRZEBUDOWĄ TUNELU:

Wykonanie wyłomu	-	815.450 tys.zł.
Pogłębienie murów ociosowych	-	527.800 tys.zł.
Kucie istniejących stóp podporowych murów	-	<u>31.850 tys.zł.</u>
Ł a c z n i e		<u>1.375.100 tys.zł.</u>

B. ZESTAWIENIE KOSZTÓW CAŁKOWITYCH DLA ROBÓT WYPOSAŻENIOWYCH W TUNELU:

W e r s j a I (z korytem ściekowym)

Wykonanie koryta ściekowego	-	105.342 tys.zł.
Wykonanie podsypki żwirowo-piaskowej pod jezdnią	-	89.430 tys.zł.
Wykonanie jezdni (płyty betonowej)	-	<u>83.905 tys.zł.</u>
Ł a c z n i e		<u>278.677 tys.zł.</u>

W e r s j a II (z rurociągiem dla odprowadzenia wody)

Wykonanie podsypki żwirowo-piaskowej pod jezdnią	-	89.430 tys.zł.
Zabudowa rurociągu ϕ 150 mm dla odprowadzenia wody	-	39.126 tys.zł.
Wykonanie jezdni (płyty betonowej)	-	<u>103.790 tys.zł.</u>
Ł a c z n i e		<u>232.346 tys.zł.</u>

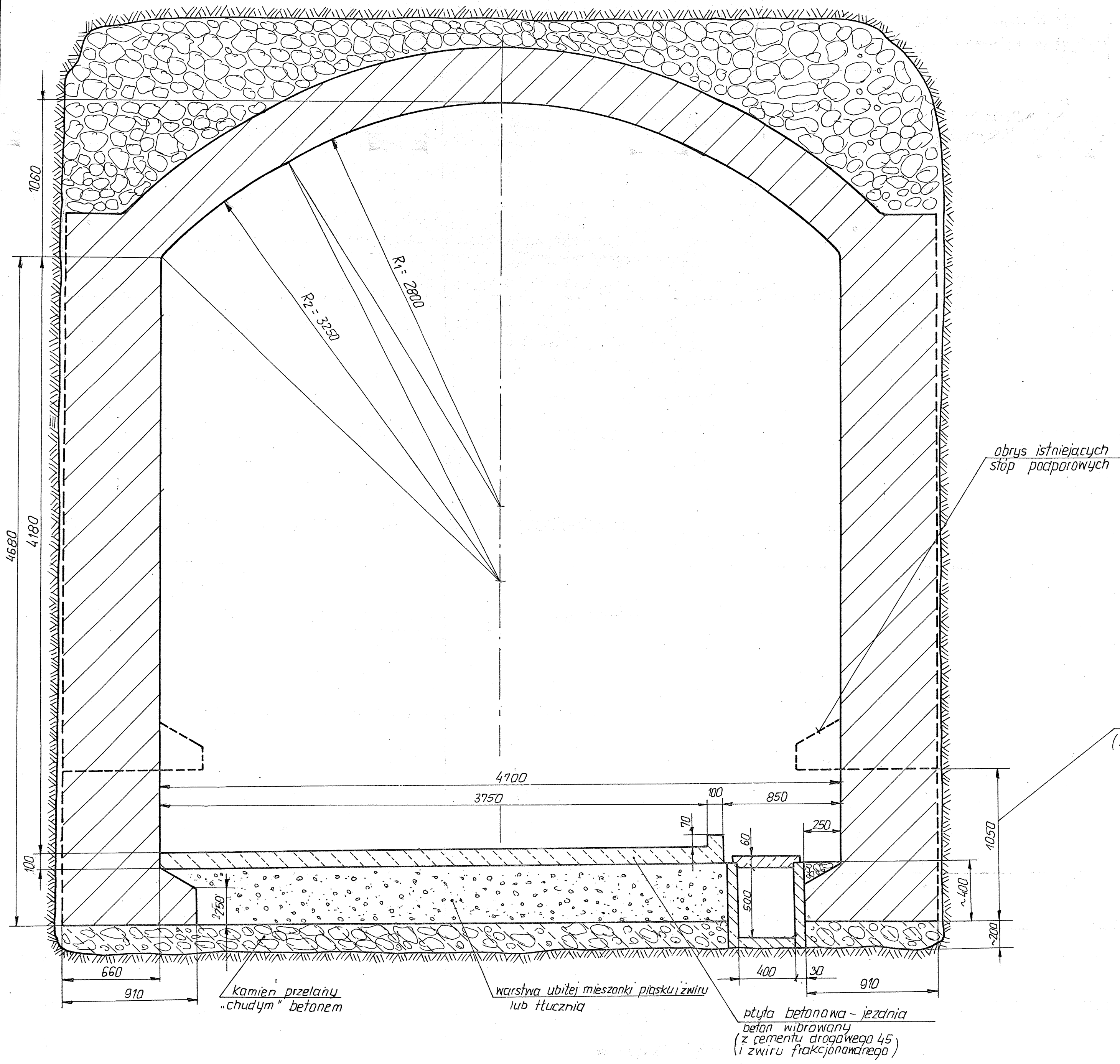
C. Przybliżony koszt opracowania dokumentacji techniczno-technologicznej przebudowy tunelu transportowego wraz z nadzorem autorskim w trakcie realizacji robót s z a c u j e się na ok. 85 mln.zł.

D. Całkowity czas trwania przebudowy tunelu transportowego przy założeniu pracy na 2 zmiany robocze w ciągu doby o c e n i a się na ok. 7 tygodni.

6. PODSUMOWANIE

W oparciu o niniejszą opinię stwierdza się, że:

- przebudowa tunelu transportowego, polegająca na jego pogłębieniu o ok. 1,1 m, celem wprowadzenia transportu urobku ciężkimi wozami samojezdnymi, nie wpłynie na utratę podporności istniejącej obudowy murowej sklepieniowej, pod warunkiem zastosowania odpowiedniej technologii prowadzenia robót górniczych,
- prace stanowiące zakres robót górniczych winny być wykonywane przez wyspecjalizowane brygady pracownicze złożone z wykwalifikowanych górników,
- pozostałe prace związane z wyposażeniem tunelu mogą być wykonywane przez brygady budowlane lub siłami własnymi Cementowni, co przyczyni się do obniżenia kosztów wykonawstwa robót.



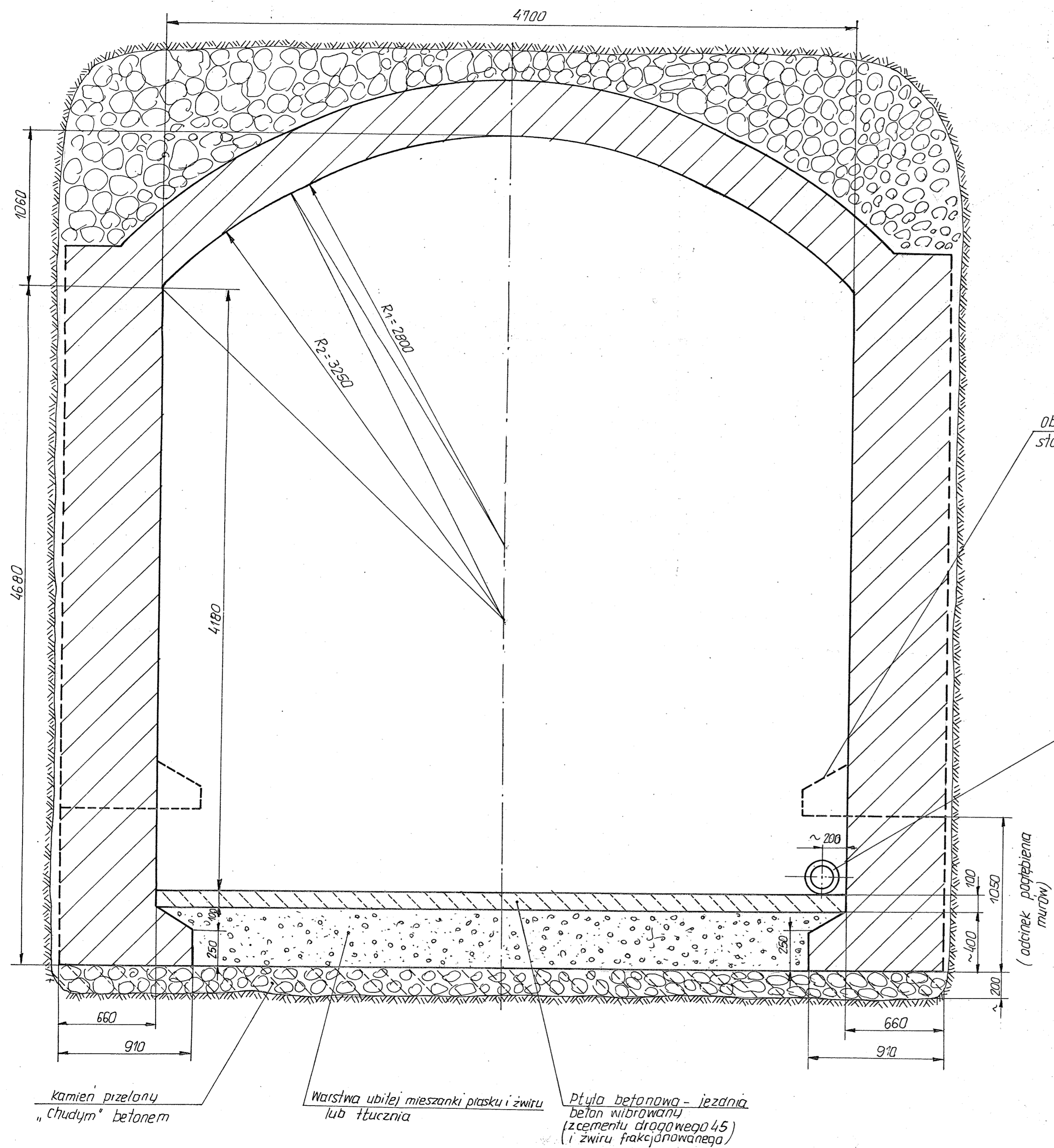
odcinek pogłębiania murów
(betonity prostokątne wg BN-65-6791-06)

Nr	Jasć	Zamiast	Powinno być	Dział	Nazwisko	Podpis	Data
		BUDOKOP		Konstruował	BG	mgr inż. J. Podgórski	II.94
		Mysłowice ul. Powstańców 19		Kreślił	DJ	P. Papan	-11-
				Sprawdził			
Podz.	Materiał		Nazwa			Masa	
			Pogłębienie tunelu transportowego w Cementowni „Odra” SA.-wersja I				
		Nr		Rys. 1		Ark.	

kamień przelany „chudym” betonem

warstwa ubitej mieszanki piasku i żwiru lub tłuczni

plyta betonowa - jezdnia beton wibrowany (z cementu drogowego 45 i żwiru frakcyjowanego)



obrys istniejących stóp podparowych

Rurciąq ϕ 150
(dla odprowadzenia wody)

(odcinek pogłębienia murów)

kamień przelany "chudym" betonem

Warstwa ubitej mieszanki piasku i żwiru lub tłucznia

Płyta betonowa - jezdnia beton wibrowany (z cementu drogowego 45) i żwiru frakcjonowanego

Nr	Ilość	Zamiast	Powinno być	Dział	Nazwisko	Podpis	Data
BUDOKOP							
			Konstruował	BM	mgr inż. J. Podgórski	<i>[Signature]</i>	II. 94
			Kreślił	DJ	P. Papiń	<i>[Signature]</i>	III. 94
			Sprawdził				
			Zatwierdził				
Podziaka	Material	Nazwa przedmiotu					Masa kg
		Pogłębienie tunelu transportowego w Cementowni „Odra” SA - wersja II					
Rys. 2						Nr ark.	
Zastępuje:				Zastąpiony przez			