

ZAKŁAD GÓRNICTWA**WSZYSTKIE PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE**071/781-25-26, Email: mmadziarz@cuprum.wroc.pl**PROJEKT BUDOWLANY**

Temat : Wykonanie dokumentacji projektowej wzmocnienia i zabezpieczenia górotworu w rejonie obwałowań skał ociosowych w ślepej części sztolni św. Jana w Kopalni św. Jana w Krobicy

B/21/0033.001

Nazwa obiektu: Obudowa na końcowym odcinku 4,0 m sztolni św. Jana podziemnej trasy turystycznej Kopalni św. Jana w Krobicy, tj. pomiędzy ostatnimi drewnianymi rozporami wygradzeniowymi a początkiem biegu chodników eksploatacyjnych, w rejonie wystąpienia obwałowań skał ociosowych

Inwestor : Gmina Mirsk, pl. Wolności 39, 59-630 Mirsk

Adres obiektu : Działka nr 183 Obręb Krobica,
gmina Mirsk

ANDRZEJ KOCIŃSKI
Inżynier Budownictwa
Uprawnienia projektanta w specjalności:
konstrukcyjno-budowlanej §2, ust.1, Rozw. UAN, 0-1/3/2/99
Uprawnienia kierownika budowy i robot w specjalności:
konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń,
§5, ust.1, §7, Rozw. UAN, 0-1/3/2/99
Członek DOIB nr 5/BO/2152/09

Projektant : mgr inż. Andrzej Kociński

Kierujący pracą:

Kierownik Zakładu:

Za Zarząd

**PREZES ZARZĄDU**
Radosław Pilut**dr inż. Maciej Bodlak****dr hab. inż. Maciej Madziarz**

Wykonano egzemplarzy: 7

egz. nr 1÷5 - Urząd Miasta i Gminy Mirsk (5 CD)

egz. nr 6 - NG KGHM Cuprum - CBR

egz. nr 7 - Archiwum KGHM Cuprum - CBR

Wrocław, czerwiec 2021 r.

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art.20 ust.4 ustawy z dnia 07 lipca 1994r. – Prawo Budowlane (jednolity tekst Dz.U. z 2016r. poz. 290 z późniejszymi zmianami),

OŚWIADCZAM, ŻE:

Projekt wzmocnienia i zabezpieczenia górotworu w rejonie obwałowania skał ociosowych w ślepej części sztolni św. Jana, w Kopalni św. Jana. Krobica dz. Nr 183, obręb Krobica, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:

inż. Andrzej Kociński


ANDRZEJ KOCIŃSKI
Inżynier Budownictwa
Uprawnienia projektanta w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej §2, ust.1, Nr ewid. UAN. VI-4/B/2/89
Uprawnienia kierownika budowy i robót w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń.
§5, ust.1, §7, Nr ewid. ANF 2/52/82
Członek DOIB DOŚ/BO/2162/01

Sprawdzający:

inż. Franciszek Łuszczki


technik inż. Franciszek Łuszczki
Uprawnienia budowlane projektanta w specjalnościach
konstrukcyjno-budowlanej i architektonicznej,
nadzoru i kierowania robotami w specjalnościach
konstrukcyjno-budowlanej i przy zabytkach nieruchomych
Nr upr. AU.F-1-4-5/78; AU-F 2/230/81
UAN VI-1/V1R 3/89; ZN-AK-414-39407

Autorzy i wykonawcy pracy:

1. dr hab. inż. Maciej Madziarz
2. dr inż. Maciej Bodlak
3. mgr inż. Jakub Dziurla
4. mgr inż. Natalia Frelik
5. mgr inż. Andrzej Kociński
6. mgr inż. Aneta Madziarz
7. mgr inż. Maciej Olchawa

Korektę wykonała: mgr inż. Aneta Madziarz

Niniejsze opracowanie zostało ocenione w zakresie zgodności
z mającymi zastosowanie wymaganiami prawnymi i innymi uregulowaniami
wg stanu na dzień 09.06.2021 r. 

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU BUDOWLANEGO

W 2019 r. doszło do opadu luźnych fragmentów skalnych z niezabezpieczonego północnego ociosu komory eksploatacyjnej w sztolni Św. Jana. W związku z czym, podjęto decyzję o wykonaniu zabezpieczenia komory eksploatacyjnej na jej ostatnich 4,0 m, tj. pomiędzy ostatnimi drewnianymi rozporami wygradzeniowymi, a początkiem biegu chodników eksploatacyjnych w rejonie wystąpienia obwału skał ociosowych.

Praca stanowi dokumentację końcową projektu wykonania robót zabezpieczających w rejonie obwału skał ociosowych w sztolni Św. Jana w kopalni Św. Jana w Krobicy. Była ona realizowana na podstawie umowy nr 107/GM/2021 z dnia 10 maja 2021 r. pomiędzy Urzędem Gminy i Miasta Mirsk, a KGHM CUPRUM CBR we Wrocławiu.

SŁOWA KLUCZOWE:

Obudowa kotwowa, kopalnia Św. Jana w Krobicy, zabezpieczenie historycznych wyrobisk górniczych

	<u>strony</u>
1. Cel i zakres pracy	- 5
2. Rozpoznanie uwarunkowań technicznych i środowiskowych	- 6
3. Dobór obudowy górniczej	- 17
4. Wymagania materiałowe	- 24
5. Podsumowanie	- 26

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik nr 1. Projektowane roboty zabezpieczające w rejonie obwału skał ociosowych, format A2, skala: 1:40, nr rys. 3

Załącznik nr 2. Przedmiar robót

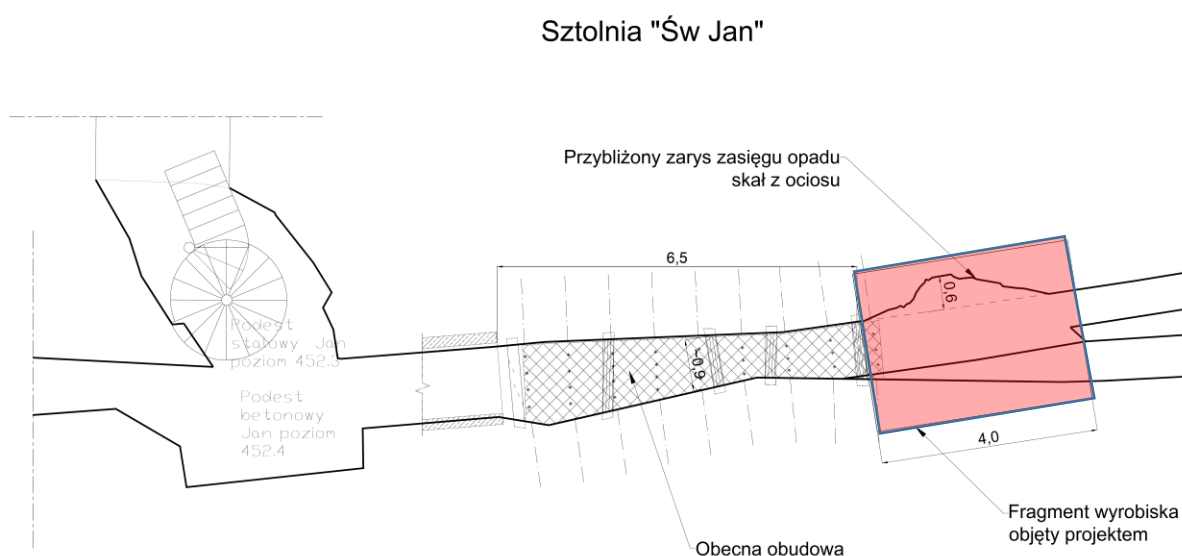
Załącznik nr 3. Kosztorys inwestorski

Załącznik nr 4. Uprawnienia + izba projektanta i sprawdzającego

1. CEL I ZAKRES PRACY

Zakres pracy obejmuje wyłącznie końcowe 4,0 m ślepej komory eksploatacyjnej, stanowiącą ostatni fragment sztolni Św. Jana w kopalni Św. Jana w Krobicy. Jest to odcinek wyrobiska gdzie doszło do opadu luźnych fragmentów skalnych z przewieszonego północnego ociosu (pomiędzy ostatnimi drewnianymi rozporami wygradzeniowymi, a początkiem biegu chodników eksploatacyjnych).

Lokalizację wyrobiska objętego zakresem projektu przedstawiono na rysunku 1 i oznaczono kolorem czerwonym.



Rys. 1. Zarys miejsca opadu skał z ociosu w sztolni Św. Jana

Niniejsza praca stanowi dokumentację końcową projektu i obejmuje następujące elementy:

- Dobór obudowy górniczej i określenie wymagań materiałowych,
- Opracowanie przedmiaru robót zabezpieczających,
- Opracowanie kosztorysu inwestorskiego robót zabezpieczających.

Szczegółowe rozwiązania dotyczące zasad organizacji pracy, obudowy tymczasowej i nadzoru robót oraz uwarunkowań BHP prowadzonych robót, muszą odpowiadać obowiązującym przepisom prawnym, do których przestrzegania zobowiązany jest Wykonawca projektowanych robót.

2. ROZPOZNANIE UWARUNKOWAŃ TECHNICZNYCH I ŚRODOWISKOWYCH

Opad skał wystąpił poza trasą turystyczną, na ostatnich czterech metrach sztolni Św. Jana, bezpośrednio w miejscu, gdzie rozpoczyna swój bieg „*chodnik eksploatacyjny górny*” i kończy się „*komora eksploatacyjna*”. Wspomniana *komora* zlokalizowana jest pomiędzy szybem z zejściem schodowym a rozwidleniem na dwa chodniki eksploatacyjne (*dolny* i *górny*). Generalnie, opisywane wyrobisko ma około 10,5 m długości, od 0,5 m do 1,7 m szerokości i od 3,9 do 4,2 m wysokości. Zostało wykonane w spękanym i uławiconym górotworze, zbudowanym z łupków. W badanym rejonie występuje prawie pionowe usytuowanie uławiczeń i jego równoległość do osi wyrobiska, tj. około 80° od poziomu.

Na etapie realizacji zakresu robót górniczych w wyrobisku i wstępnym zabezpieczeniu go obudową tymczasową, konieczne będzie wykonanie otworów kontrolnych i przeprowadzenie badań endoskopowych w celu określenia odległości od konturu wyrobiska do najdalszej sieci spękań.

Ww. miejsca zabezpieczono obudową kotwową wklejaną, typu RM o długości 1,2 m i w rozstawie od 0,7 do 1,0 m, zespoloną z siatką stalową oraz drewnianymi rozporami z okrągłaków o średnicy 20÷25 cm. Kotwieniem objęto ocios wiszący północny strop oraz ocios południowy, leżący od wysokości historycznych wnęk ociosowych. „*Komora eksploatacyjna*” została zabezpieczona w opisany sposób na odcinku około 6,5 m, natomiast fragment wyrobiska o długości około 4,0 m, począwszy od miejsca rozwidlenia na dwa chodniki eksploatacyjne do ostatniej drewnianej rozpory pozostawiono bez obudowy górniczej.

Pojedyncza kotwa w ostatnim zabudowanym rzędzie wskutek obwałów uległa niewielkiemu odsłonięciu (Fot.8). Ponadto, z północnego ociosu wystaje pojedyncza kotwa z przeciągniętą przez łeb podkładką (Fot. 6 i 9).

Brak zabezpieczenia wyrobiska było główną przyczyną utraty stateczności przewieszonego ociosu. Obwał objął ocios południowy na niezabezpieczonym odcinku o długości 3,75 m, wysokości 4,0 m i głębokości do około 0,65 m. Odłamki skalne grawitacyjnie zostały przemieszczone na spąg wyrobiska, tworząc pryzmę o wysokości do 1,4 m. Objętość pryzmy rumoszu skalnego wynosi do 4,0 m³.

Podczas inwentaryzacji przeprowadzonej 9 kwietnia 2021 r. zaobserwowano liczne pęknięcia o szerokości do 2,5 cm, biegnące wzdłuż uławiczenia masywu skalnego (Fot. 9). Wobec powyższego konieczne będzie przybranie ociosu z luźnych fragmentów skały.

Biorąc pod uwagę powierzchnie ociosów, głębokość potencjalnej przybierki oczyszczającej około 10 cm i współczynnik rozluźnienia skały = 1,5, do usunięcia zostanie $4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 2 \times 1,5 = 4,8\text{ m}^3$ skały.

Na odcinku gdzie doszło do opadu skał, w ociosie południowym leżącym widoczne są dwa rzędy wnęk. Nad trzema ostatnimi wnękami widoczny jest górny rząd płytszych wnęk. Górny rząd wnęk znajduje się około 50 cm ponad rzędem niższym. Bezpośrednio przed miejscem wystąpienia opadu skał zabudowano dwie rozpory. Niższą zabudowano na wysokości około 1,3 m, natomiast wyższą na wysokości około 2,7 m nad spągiem.

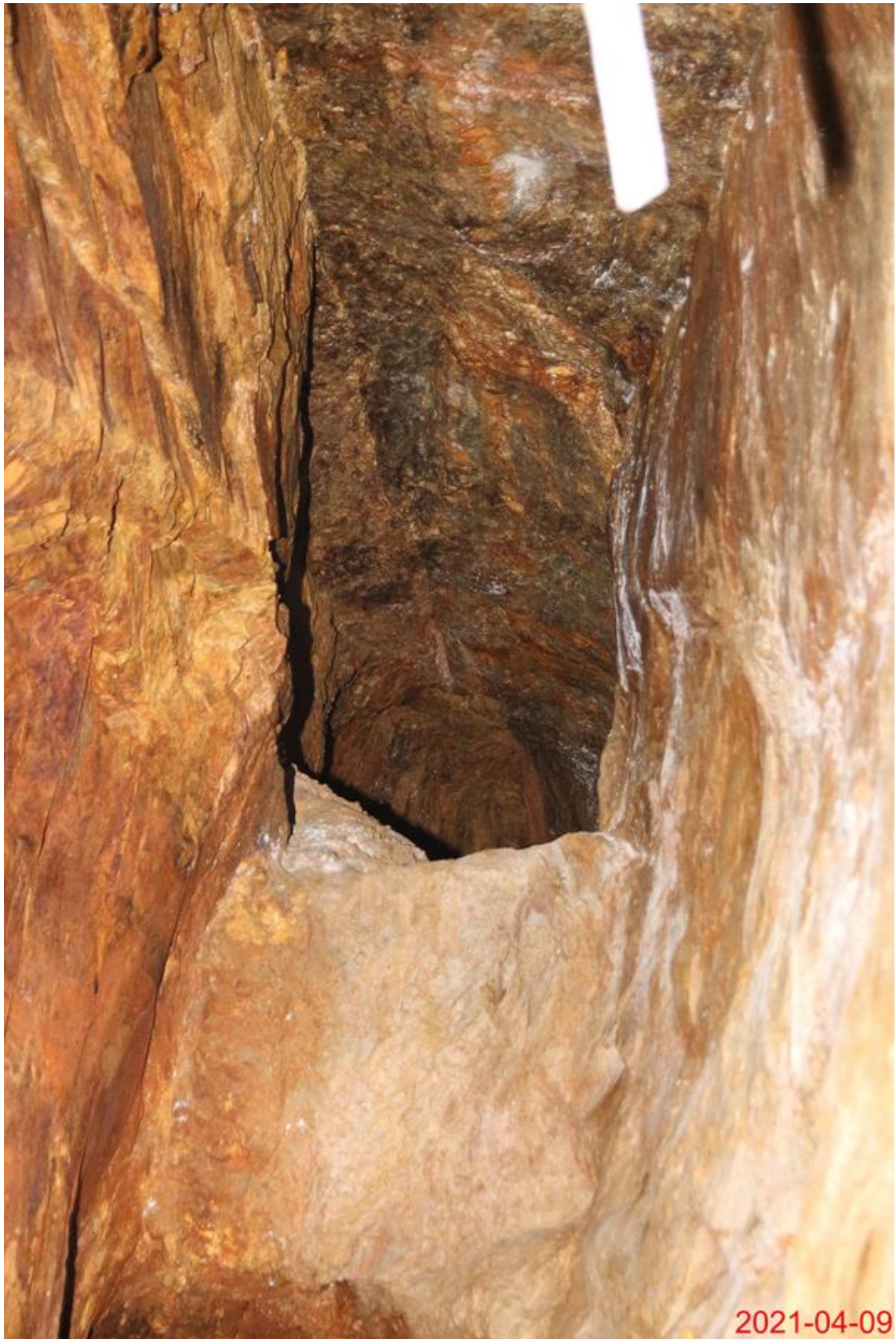
Zdjęcia przedstawiające komorę eksploatacyjną, na odcinku gdzie doszło do opadu skał z ociosu północnego, przedstawiono na fotografiach 1÷10.



Fot. 1. Ogólny widok na komorę eksploatacyjną (sposób zabezpieczenia)



Fot. 2. Widok na pryzmę z luźnych skał pochodzących z obwálu oraz na rozpory wygrozdzeniowe



Fot. 3. Widok na strop na odcinku gdzie doszło do opadu skał z ociosu północnego.
Widoczny chodnik eksploatacyjny górny



Fot. 4. Widok na ocios południowy, leżący



Fot. 5. Widok na ocios południowy, leżący



Fot. 6. Widok na ocios północny, wiszący. Widok na chodnik eksploatacyjny dolny. Widoczna również wystająca z północnego ociosu żerdź kotwy.



Fot. 7. Widok na północne naroże ociosu, przy stropie. Widoczny wiszący na siatce ochronnej fragment skalny



Fot. 8. Ocios południowy wiszący. Kotwa w ostatnim zabudowanym rzędzie wskutek obwału uległa niewielkiemu odsłonięciu



Fot. 9. Ocios południowy wiszący. Widoczne kolejne pęknięcia o szerokości dochodzącej do 2,5 cm



Fot. 10. Ocios południowy wiszący. Płaszczyzna odspojenia skał podczas obwał.

3. DOBÓR OBUDOWY GÓRNICZEJ

Parametry obudowy wyrobiska dobrano biorąc pod uwagę następujące aspekty:

- dotychczasowy sposób kotwienia,
- stopień destrukcji ociosu wiszącego,
- wymiary komory,
- jakość górotworu,
- przeznaczenie wyrobiska,
- ukierunkowanie płaszczyzn nieciągłości względem wyrobiska,
- historyczny charakter wyrobiska.

Idąc za pracą (Bauer, 2011) Sztolnia Św. Jan charakteryzuje się stosunkowo wysokimi wartościami GSI (*Geologiczny wskaźnik wytrzymałości dla skał*) (Marinos i Hoek, 2000) dochodzącymi do 70 pkt w środkowej części sztolni. Partie przyszybowe i przy wejściowe mają przypisane nieznacznie mniejsze wartości GSI. W przytoczonej pracy wartość GSI dla sztolni Św. Jana określono na poziomie 60 i 50 pkt. (nr przekroju 15 i 42). Przekrój nr 42 wyznaczono w odległości około 6,15 m od szybu, w kierunku wylotu sztolni (Głowacki, 2011), zatem około 18,5 m od miejsca wystąpienia opadu skał.

Szerokość wyrobiska „s_w” po wystąpieniu obwał, w najszerszym miejscu wynosi około 1,75 m, natomiast wysokość „w_w” 4,0 m.

Dotychczas komora została zabezpieczona obudową kotwową z kotew o długości 1,2 m zabudowywanych w kwadratowej siatce kotwienia, w rozstawie $0,7 \div 1,0$ m oraz stalową siatką – opinkową, geotechniczną. W projekcie uwzględniono, że wysokość pierwszego rzędu kotew od spągu wyrobiska wynosi maksymalnie 1,5 m (Madziarz i in., 2011).

Parametry obudowy kotwowej dobrano wg teorii podwieszania i spinania warstw stropowych. W tym przypadku zadaniem obudowy kotwowej jest spięcie uwarstwionych skał do wspólnej belki nośnej w obrębie strefy odprężonej i jej utwierdzenie do nadległych warstw w górotworze. W tym czasie wysokość sklepienia strefy odprężonej w stropie wyrobiska obliczono sugerując się przyjętym do obliczeń IV modelem obciążenia wg Protodiakonowa, zgodnie z Normą „PN-G-05020 - Obudowa sklepienia, zasady projektowania i obliczeń statycznych”. W modelu tym, nad wyrobiskiem wytwarza się sklepienie odciążające, a ociosy przejmują ciężar skał nadkładu. Ciśnienie deformacyjne nie występuje, a wyrobisko posadowione jest na głębokości mniejszej od krytycznej dla danych skał.

Wymagana długość stosowanej obudowy kotwowej (żerdzi na odcinku klejonym do górotworu) została obliczona i powinna wynosić 1,1 m (Madziarz i in., 2011). Dla wszystkich miejsc w komorze eksploatacyjnej zabezpieczanych obudową kotwową dobrano kotwy górnicze o długości 1,2 m, budowane prostopadle do płaszczyzn uławicenia w siatce trójkątnej lub kwadratowej z maksymalnym rozstawem kotew w siatce do 1,0 m (Madziarz i in., 2011).

Obudowa kotwowa o zadanych parametrach technicznych spełnia swoją funkcję i do tej pory w miejscach ich zabudowy nie doszło do utraty stateczności wyrobiska. Sytuacja jest zupełnie inna w komorze eksploatacyjnej, w miejscu gdzie wyrobisko nie zostało zabezpieczone obudową kotwową. Doszło tam do opadu skał z wiszącego „przewieszzonego” ociosu. Wobec, czego warunki geotechniczne uległy zmianie i powtórzono obliczenia.

Dobór parametrów obudowy górniczej powinien być poprzedzony badaniem endoskopowym i określeniem najdalszej od ociosu sieci spękań oraz ich liczby. Długość kotew dla górotworu spękanego powinno się dobierać na podstawie wzoru (Schach i in., 1979):

$$L \geq e + 1 [m]$$

gdzie:

e – odległość od konturu wyrobiska do najdalszej sieci spękań.

Z uwagi na stan wyrobiska takich danych nie posiadano na etapie projektowania, dlatego w niniejszym projekcie bazowano wyłącznie na metodach empirycznych. Doboru parametrów obudowy kotwowej, sugerując się wnioskami zasadniczego projektu zabezpieczenia trasy turystycznej (Madziarz i in., 2011), dokonano za pomocą normy „PN-G-05020 - Obudowa sklepiona, zasady projektowania i obliczeń statycznych” i IV modelem obciążenia wg Protodiakonowa (PN-G-05020) oraz normy branżowej „Obudowa Kottwiowa - Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych” (BN-88 0432-12)

Dane przyjęte do obliczeń:

- Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie $R_{cs} = 27,9$ MPa (nr próbki Jh-1/4) (o uławiceniu równoległym lub prawie równoległym do działającej siły niszczącej) (Nitek i in., 2011)
- Średnia wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie $R_{rs} = 59,3 \div 195,6$ MPa (Nitek i in., 2011) (próbki badane prostopadle do uławicenia), skały zwarte, dość twarde, klasa IVa
- Szerokość wyrobiska $s_w = 1,75$ m

- Wysokość wyrobiska $w_w = 4,0$ m
- Nośność kotew $C_b = 100$ kN (PN-G-15092) „Kotwie górnicze, Badania”
- Ciężar objętościowy skał $\gamma = 28,6$ kN/m³ (Frelkiewicz i in., 1979)
- Wartość redukująca $k_0 = 0,5$ (PN-G-05020)
- Wartość redukująca $k_1 = 1,25$ (PN-G-05020)

Parametry wytrzymałościowe skały zostały skrajnie zredukowane aby uwzględnić rozwinęty proces destrukcji ociosu wiszącego, jego erozję, niekorzystne zaleganie warstw, nietypowy kształt przekroju poprzecznego oraz zawodnienie. Z tego względu we wzorze na pozorny kąt tarcia wewnętrznego φ_s przyjęto wytrzymałość na ściskanie górotworu R_{cg} , a nie wytrzymałość na ściskanie skał R_{cs} , jak to jest w normie (PN-G-05020).

Wytrzymałość górotworu na ściskanie (PN-G-05020):

$$R_{cg} = k_0 \cdot R_{cs}$$

$$R_{cg} = 0,5 \cdot 27,9 = 13,95 \text{ MPa}$$

Zredukowany pozorny kąt tarcia wewnętrznego skał (na podstawie PN-G-05020):

$$\varphi_s = \arctg \frac{R_{cg}}{10} [^\circ]$$

$$\varphi_s = \arctg \frac{13,95}{10} = 54,37$$

Kąt tarcia wewnętrznego górotworu (PN-G-05020):

$$\varphi_g = \frac{\varphi_s}{k_1} [^\circ]$$

$$\varphi_g = \frac{54,37}{1,25} = 43,50$$

Strzałka sklepienia ciśnień wg Protodiakonowa (PN-G-05020):

$$h_t = \frac{s_w}{2 \cdot tg \varphi_g} [m]$$

$$h_t = \frac{1,75}{2 \cdot tg(43,50)} = 0,93[m]$$

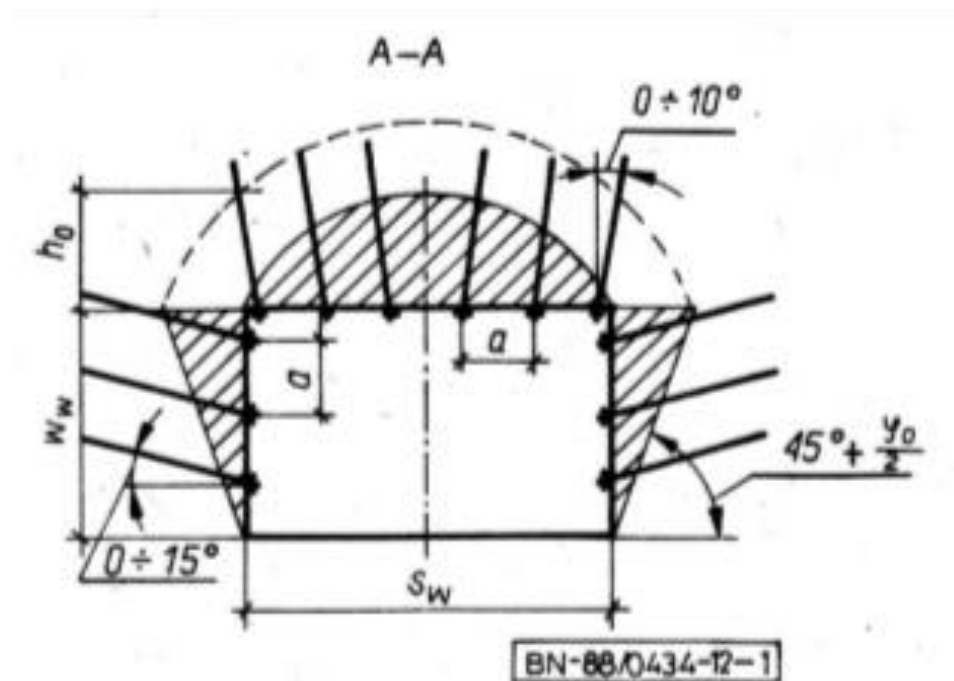
W celu doboru parametrów obudowy posłużono się normą branżową „Obudowa Kottwiowa - Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych” (BN-88 0432-12). Według jej zapisów, przy założeniu prostokątnego kształtu przekroju poprzecznego wyrobiska, długość kotew wyznacza się z następujących zależności:

$$L = 1,5 \cdot \max \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ h_t \\ w_w \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\varphi_g}{2}) \end{array} \right.$$

$$L = 1,5 \cdot \max \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 0,93 \\ 4 \cdot \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{43,5}{2}) \end{array} \right.$$

$$L = 1,5 \cdot \max \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 0,93 \\ 1,72 \end{array} \right.$$

$$L = 1,5 \cdot 1,72 = 2,58 \approx 2,60 \text{ m}$$



Rys.2. Schemat stref spękań górotworu i obudowy kotwowej w wyrobisku prostokątnym (BN-88 0432-12)

Nie można pominąć faktu, że w badanym wyrobisku doszło już do obwał, a struktura skał uległa destrukcji, dlatego dodatkowo wykorzystano empiryczną metodę Stillborga, dla skał silnie spękanych (Stillborg, 1986):

$$L = 1,6 + \sqrt{1 + 0,012 \cdot s_w^2} [m]$$

$$L = 1,6 + \sqrt{1 + 0,012 \cdot 1,75^2} = 2,62 [m]$$

Reasumując, długość kotwi przyjęto $L=2,65$ m. Poprzez długość kotwi rozumie się odcinek żerdzi kotwi umieszczony w otworze.

Gęstość kotwienia zgodnie z (BN-88 0432-12) wyznacza się ze wzoru :

$$N_k \leq \frac{3C_b}{2nL\gamma}$$

gdzie:

n – współczynnik bezpieczeństwa (wg BN-88 0432-12 przyjmować n=2), z uwagi na przewidywany dłuższy czas zachowania wyrobiska oraz wystąpienie w nim już niestateczności, przyjęto n=4.

$$N_k \leq \frac{3 \cdot 100}{2 \cdot 4 \cdot 2,65 \cdot 28,6} \approx 0,49 \left[\frac{\text{szt.}}{\text{m}^2} \right]$$

Natomiast rozstaw kotwienia obliczono z zależności:

$$a \leq \sqrt{N_k}$$

$$a \leq \sqrt{0,49} = 0,7 \text{ m}$$

Reasumując, rozstaw kotwienia przyjęto 0,7 x 0,7 m. W stropie z uwagi na niekorzystne zaleganie warstw skalnych, siatkę kotwienia zagęszczono do 0,4 x 0,7 m.

Powołując się na powyższe obliczenia **Północny ocios wiszący** zostanie zabezpieczony obudową kotwową wklejaną w rozstawie 0,7 x 0,7 m, o długości żerdzi min. 2,65 m – 44 szt. (8 rzędów, po 5 szt. kotew + jeden rząd po 4 szt. kotew w chodnikach eksploatacyjnych). Poprzez długość kotwi rozumie się odcinek żerdzi kotwi umieszczonej w otworze.

Kotwy budowane prostopadle do płaszczyzn uławicenia będą współpracowały z siatką opinkową do zastosowań geotechnicznych.

Weryfikacja obciążenie kotwi w ociosie wiszącym

$$C_o = \frac{\gamma h_t w_w L_w}{i_k i_r}$$

$$C_o = \frac{28,6 \cdot 0,93 \cdot 4,0 \cdot 5,6}{5 \cdot 8} = 14,90 \text{ kN}$$

gdzie:

L_w – długość wyrobiska [m],

i_k – ilość kotwi w rzędzie [szt.],

i_r - ilość rzędów kotwi [szt.].

Powołując się na powyższe obliczenia **Strop** komory zostanie zabezpieczony obudową kotwową wklejaną w rozstawie 0,4 m x 0,7 m, o długości żerdzi min. 2,65 m – 27 szt. (9 rzędów, po 3 szt. kotew). Poprzez długość kotwi rozumie się odcinek żerdzi kotwi umieszczonej w otworze.

Kotwy będą współpracowały z siatką opinkową do zastosowań geotechnicznych.

Ze względu na prawie pionowe usytuowanie uławiczeń i jego równoległość do osi wyrobiska, kotwy powinny być zabudowane w taki sposób, aby pozwalały w optymalny sposób spiąć warstwy skalne.

Obciążenie kotwi w stropie

$$C_o = \frac{\gamma h_t B L_w}{i_k i_r}$$

$$C_o = \frac{28,6 \cdot 0,93 \cdot 1,75 \cdot 6,3}{3 \cdot 9} = 10,87 \text{ kN}$$

Powołując się na powyższe obliczenia **Południowy ocios leżący** zostanie zabezpieczony obudową kotwową wklejaną w rozstawie 0,7 x 0,7 m, o długości żerdzi min. 2,65 m – 39 szt. (7 rzędów, po 5 szt. kotew + jeden rząd po 4 szt. kotew w chodnikach eksploatacyjnych). Poprzez długość kotwi rozumie się odcinek żerdzi kotwi umieszczonej w otworze.

Kotwy budowane prostopadle do płaszczyzn uławiczenia będą współpracowały z siatką opinkową do zastosowań geotechnicznych.

Dodatkowo ociosy komory zostaną podparte drewnianymi rozporami z okrągłaków o średnicy 20 cm. Rozpory powinny zostać utwierdzone drewnianymi klinami („oklinowane”) w historycznych wnękach ociosowych na głębokości nie mniejszą niż 10 cm. Zabudowę okrągłaków należy przeprowadzić w taki sposób aby nie uszkodzić historycznych wnęk w ociosie południowym, leżącym.

W miejscach, gdzie wnęka na ociosie nie ma okrągłaki należy rozeprzeć bezpośrednio o ociosy za pomocą drewnianych klinów.

Na drewnianych rozporach przymocować tabliczkę informacyjną z zakazem wstępu dla osób nieupoważnionych.

Ponadto, w chodnikach eksploatacyjnych zabudowano dwa drewniane stojaki z okrągłaków o średnicy 20 cm, rozpartych za pomocą drewnianych klinów, o strop i spąg wyrobiska.

Ostateczna decyzja o zakresie zabezpieczenia i doborze parametrów technicznych obudowy kotwowej powinna zostać podjęta po udostępnieniu i wstępnym zabezpieczeniu wyrobiska obudową tymczasową i przeprowadzeniu badań endoskopowych w otworach kontrolnych w celu określenia odległości od konturu wyrobiska do najdalszej sieci spękań.

W przypadku, gdy w otworach kontrolnych nr 1÷4 zaobserwuje się spękania zagrażające stateczności dotychczasowej obudowy, należy przerwać roboty w wyrobisku i rozszerzyć zakres projektu na całą długość komory eksploatacyjnej.

W uzasadnionych przypadkach, w trakcie prowadzenia robót zabezpieczających w przedmiotowym wyrobisku, zakłada się konieczność zastosowania dodatkowej obudowy, tj.:

- kotwowej z kotew wklejanych o wydłużonej żerdzi z opinką,
- natryskowej (torkret),
- iniekcji wzmacniająco-uszczelniającej klejami poliuretanowymi,
- wypełnień pustek skalnych spoiwami cementowo-organicznymi,
- podporowej z drewna.

Decyzja o zakresie zmian zostanie podjęta w porozumieniu z inspektorem nadzoru oraz wykonawcą robót i wprowadzona na podstawie aneksu do niniejszego projektu.

Rejon wystąpienia opadu skał z ociosu powinien być monitorowany z wykorzystaniem narzędzi do badania procesu deformacji górotworu, tj.: konwergometrów (konwergencja pozioma).

4. WYMAGANIA MATERIAŁOWE

- Przed instalacją obudowy górniczej spękane i łuszczące się płaszczyzny ociosów należy oberwać.
- Należy zastosować górnicze kotwy stalowe o średnicy żerdzi nie mniejszej niż 20 mm. Z uwagi na małe wymiary przekroju porzecznego wyrobiska konieczne będzie stosowanie kotew skręcanych, o długości segmentu umożliwiającej jej zabudowę.
- Kotwy powinny być wklejane na całej swojej długości.
- Elementy stalowe kotew powinny charakteryzować się wysoką odpornością na korozję.
- Kotwy w ociosach powinny być zabudowane prostopadle do uławicenia skał, natomiast w stropie w taki sposób aby pozwalały w optymalny sposób spiąć warstwy skalne.
- Kotwy, siatka i klej powinny posiadać krajowy atest i znak bezpieczeństwa.
- Nośność kotew powinna wynosić, co najmniej 100 kN, zgodnie z normą PN-G-15091.
- Parametry fizykomechaniczne stali z których wykonane są elementy obudowy kotwowej powinny spełniać wymagania stawiane w normie PN-G-15091.
- Nakrętki kotew powinny być dokręcane kluczem.
- Podkładki powinny przylegać do płaszczyzn powierzchni ociosów.
- Stalowa siatka opinkowa powinna być przeznaczona do zastosowań geotechnicznych i charakteryzować się wysoką odpornością na korozję.
- Siatka opinkowa powinna być napięta na płaszczyznach ociosów i mocowana do istniejącej siatki opinkowej na zakładkę i szew.
- Stosować siatkę o parametrach, kształcie i wyglądzie analogicznym to tej już stosowanej w sztolni.
- Klej Tikotropowy, np. typu „KL”, powinien być mieszany na miejscu i zatłaczany na dno otworu pompą z przewodem rurowym dostosowanym do średnicy otworów.
- Parametry fizykomechaniczne kleju po wymieszaniu i po upływie dwóch godzin, powinny spełniać wymagania stawiane w normie PN-G-15091.

Klej powinien być mieszany na miejscu i zatłaczany na dno otworu pompą z przewodem rurowym dostosowanym do średnicy otworów. Nakrętki kotew powinny być dokręcane kluczem. Podkładki powinny przylegać do płaszczyzn powierzchni ociosów. Siatka opinkowa powinna być napięta na płaszczyznach ociosów, mocowana do istniejącej siatki opinkowej na zakładkę i szew.

Materiały wykorzystywane do robót zabezpieczających powinny posiadać deklarację zgodności CE do stosowania w górnictwie podziemnym lub znak bezpieczeństwa - B. Dodatkowo w przypadku ww. środków chemicznych, w tym do impregnacji drewna należy wykorzystać materiały atestowane przez PZH. Sposób aplikacji materiałów i montażu, środki bezpieczeństwa i warunki przechowywania powinny odpowiadać charakterystyce i karcie wyrobu opracowanej przez producentów stosowanych materiałów.

Wszystkie materiały powinny być trudnopalne lub niepalne. W przypadku elementów drewnianych powinna być zastosowana na nich powłoka ognioochronna, np. typu Ogniochron, w wersji bezbarwnej, lub inna podobna. Po zabezpieczeniu tego typu impregnatem drewno uzyskuje cechy materiału wg klasyfikacji ogniowej PN-EN 13501-1:2008 drewno uzyskuje cechy materiału niezapalnego.

Środek powinien być przeznaczony do stosowania wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, na drewnie surowym, suchym i zawilgoconym. Powinien być nakładany dwuwarstwowo lub w kąpeli gotowych elementów drewnianych oraz posiadać aprobatę techniczną i atest higieniczny oraz orzeczenie o niepalności i klasyfikację ogniową.

Zwraca się uwagę, iż siatka stalowa- geotechniczna oraz stalowa obudowa kotwowa, projektowana do zabezpieczenia stropu oraz ociosów powinna charakteryzować się wysoką odpornością korozyjną.

Siatka stalowa- geotechniczna powinna być przeznaczona do stosowania w podziemnych wyrobiskach górniczych i tunelowych, służąca do zabezpieczania ich stateczności i przejmowania obciążeń statycznych (np. typu TECCO lub innej podobnej) (Madziarz i in., 2011). Należy stosować siatkę o parametrach, kształcie i wyglądzie analogicznym to tej już stosowanej w sztolni.

Na czas prowadzenia robót zabezpieczających należy wytyczyć na powierzchni terenu - i wygradzić taśmą ostrzegawczą pas bezpieczeństwa o szerokości 5 m. Strefa ta powinna obejmować odcinek powierzchni terenu nad prowadzonymi robotami i powinna być oznaczona zakazem wjazdu pojazdów.

5. PODSUMOWANIE

Ostateczna decyzja o zakresie zabezpieczenia i doborze parametrów technicznych obudowy kotwowej powinna zostać podjęta po udostępnieniu i wstępnym zabezpieczeniu wyrobiska obudową tymczasową i przeprowadzeniu badań endoskopowych w otworach kontrolnych w celu określenia odległości od konturu wyrobiska do najdalszej sieci spękań. W przypadku, gdy w otworach kontrolnych nr 1÷4 zaobserwuje się spękania zagrażające stateczności dotychczasowej obudowy, należy przerwać roboty w wyrobisku i rozszerzyć zakres projektu na całą długość komory eksploatacyjnej.

Decyzja o zakresie zmian zostanie podjęta w porozumieniu z inspektorem nadzoru oraz wykonawcą robót i wprowadzona na podstawie aneksu do niniejszego projektu.

Rejon wystąpienia opadu skał z ociosu powinien być monitorowany z wykorzystaniem narzędzi do badania procesu deformacji górotworu, tj.: konwergometrów (konwergencja pozioma).

Literatura

Bauer J. 2011. Ocena stateczności historycznych wyrobisk projektowanej podziemnej trasy turystycznej "Kopalni Św. Jana" w Krobicy. Politechnika Wrocławska, Wrocław (praca niepublikowana)

Głowacki T., Milczarek W. i in. 2011. Operat Geodezyjny. Inwentaryzacja Geodezyjna zespołu historycznych wyrobisk górniczych projektowanej, podziemnej trasy turystycznej „Kopalnia św. Jana w Krobicy”. Politechnika Wrocławska

Marinos P., Hoek E. 2000. GSI: A geologically friendly tool for rock mass strength estimation.

Stillborg B. 1986. Professionals Users Handbook for Rock Bolting. Series on Rock and Soil Mechanics. Trans Tech Publications.

Schach R., Garshol K., Heltzen A.M. 1979. Rock Bolting. A Practical Handbook. Pergamon Press.

Frelkiewicz S., Kijewski P., Lis J., 1979. Geomechaniczne własności łupków łyszczykowych Pasma Kamienieckiego z rejonu Krobicy, Geological Quarterly, Vol 23, No 4

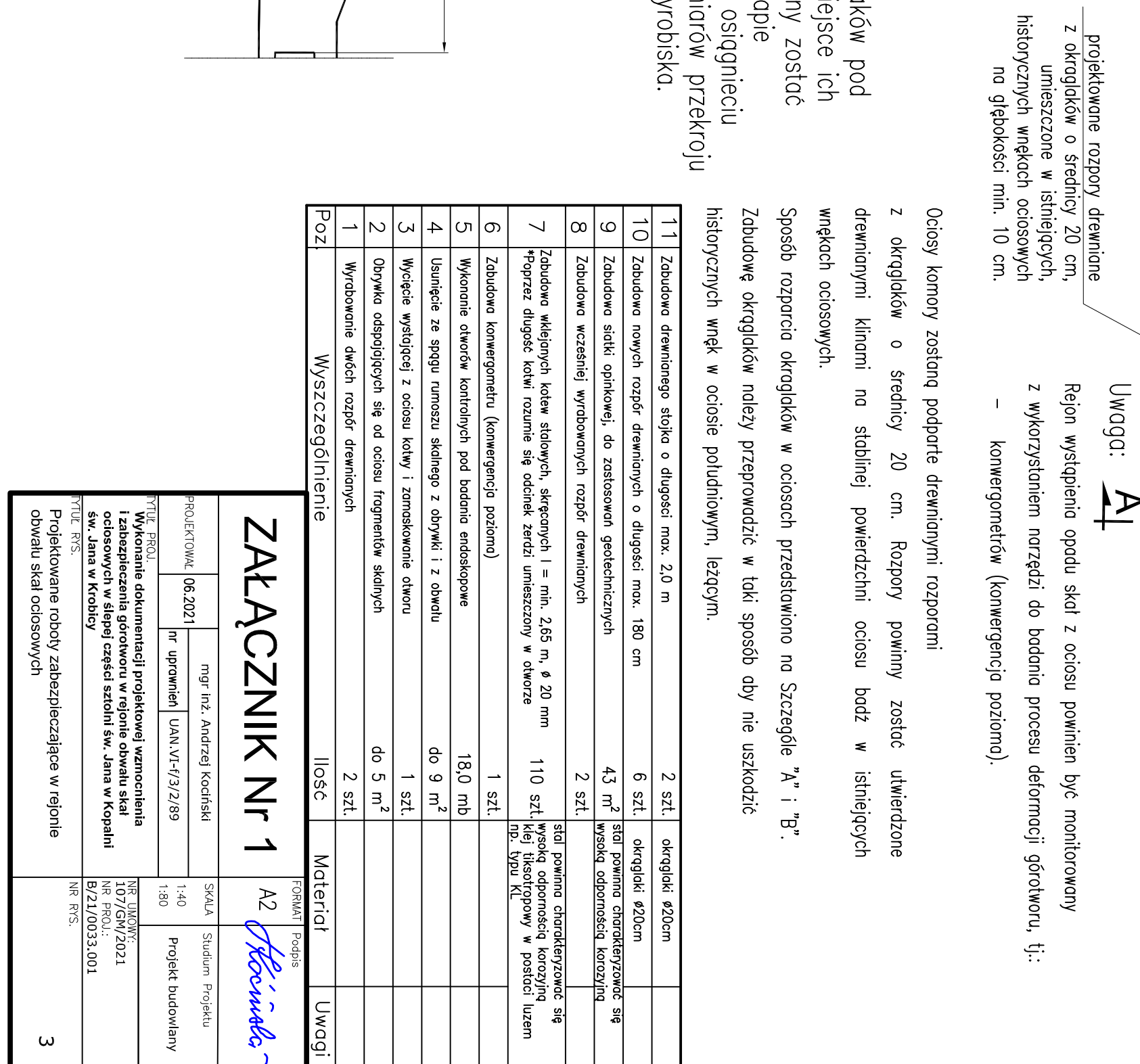
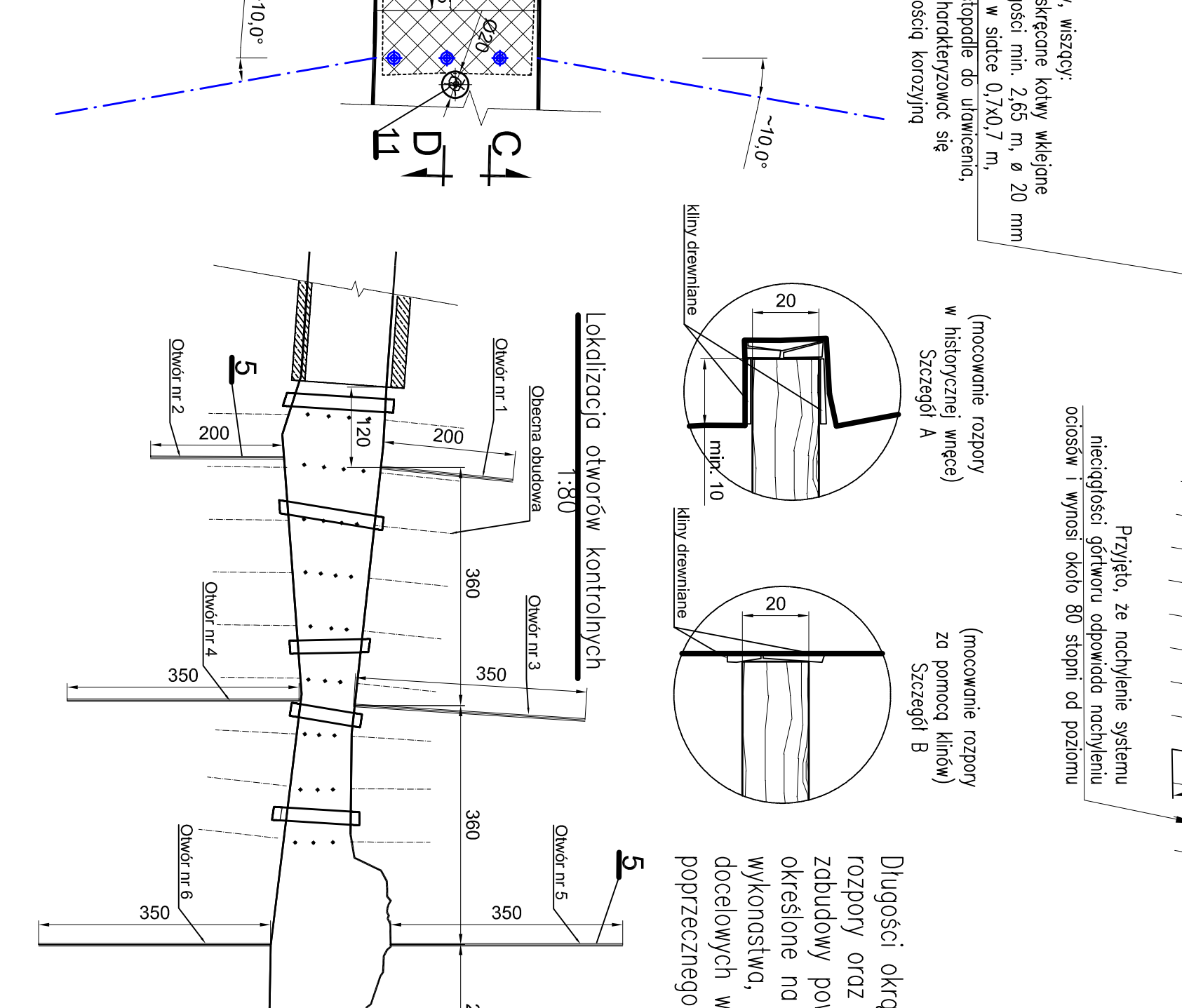
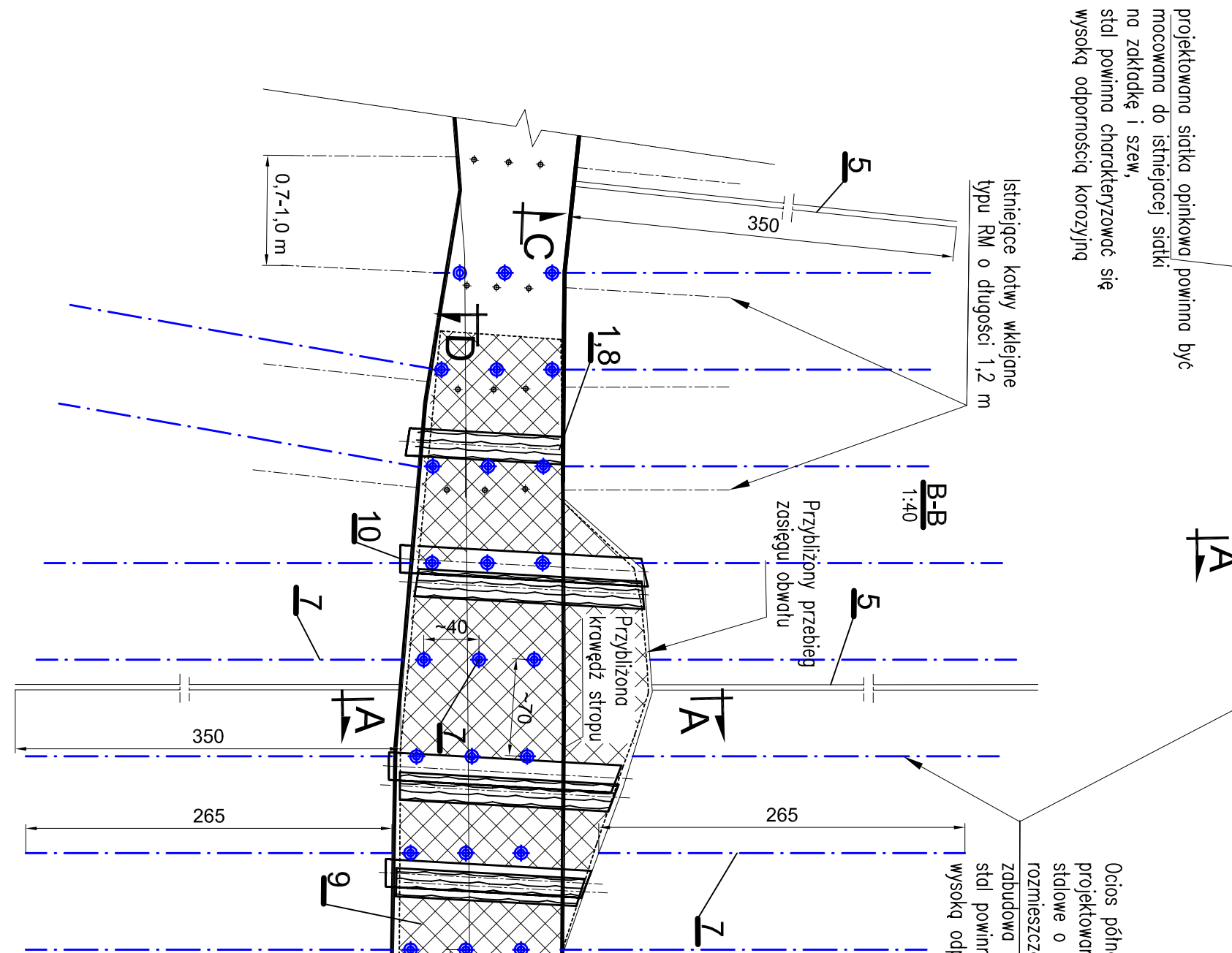
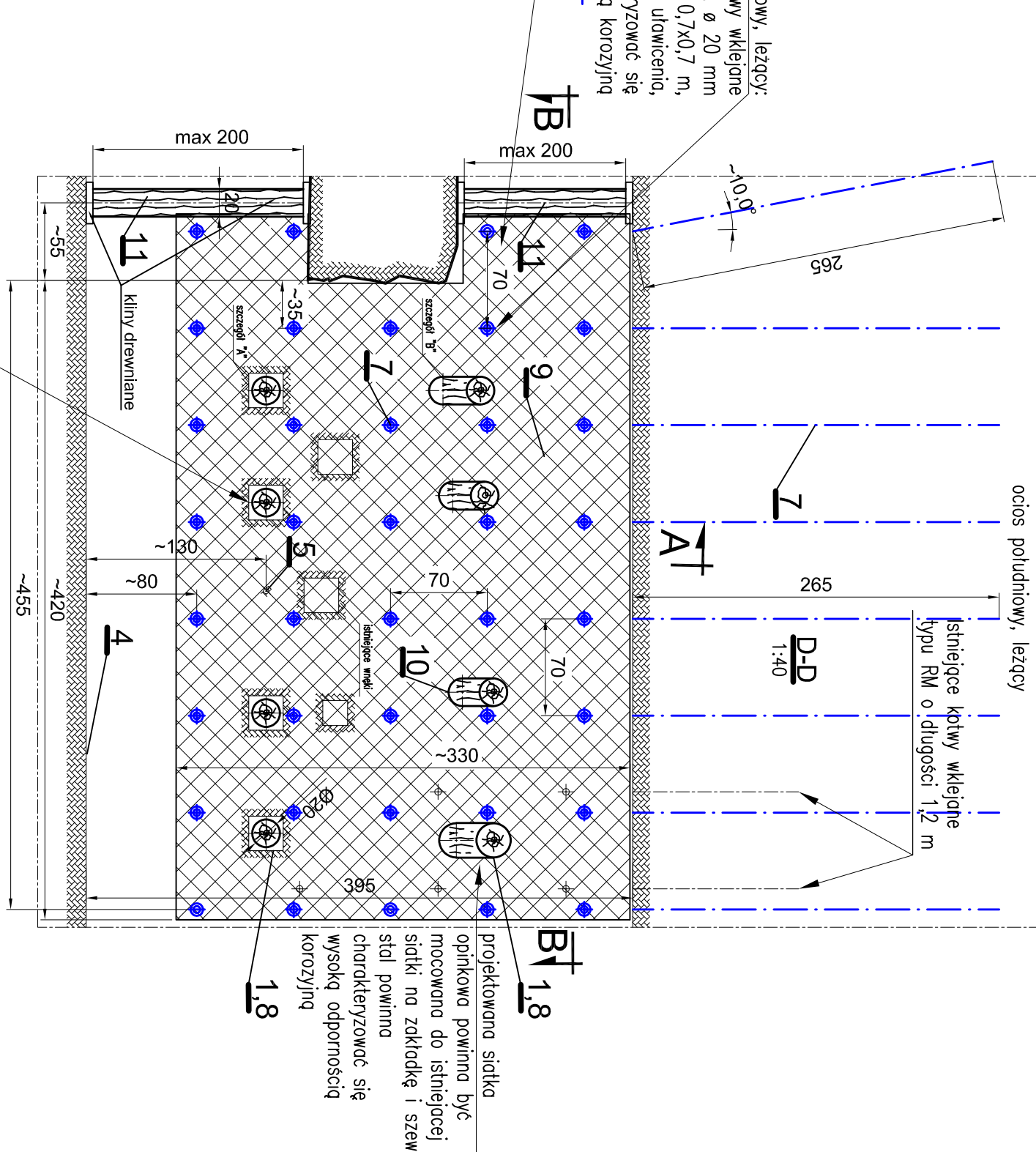
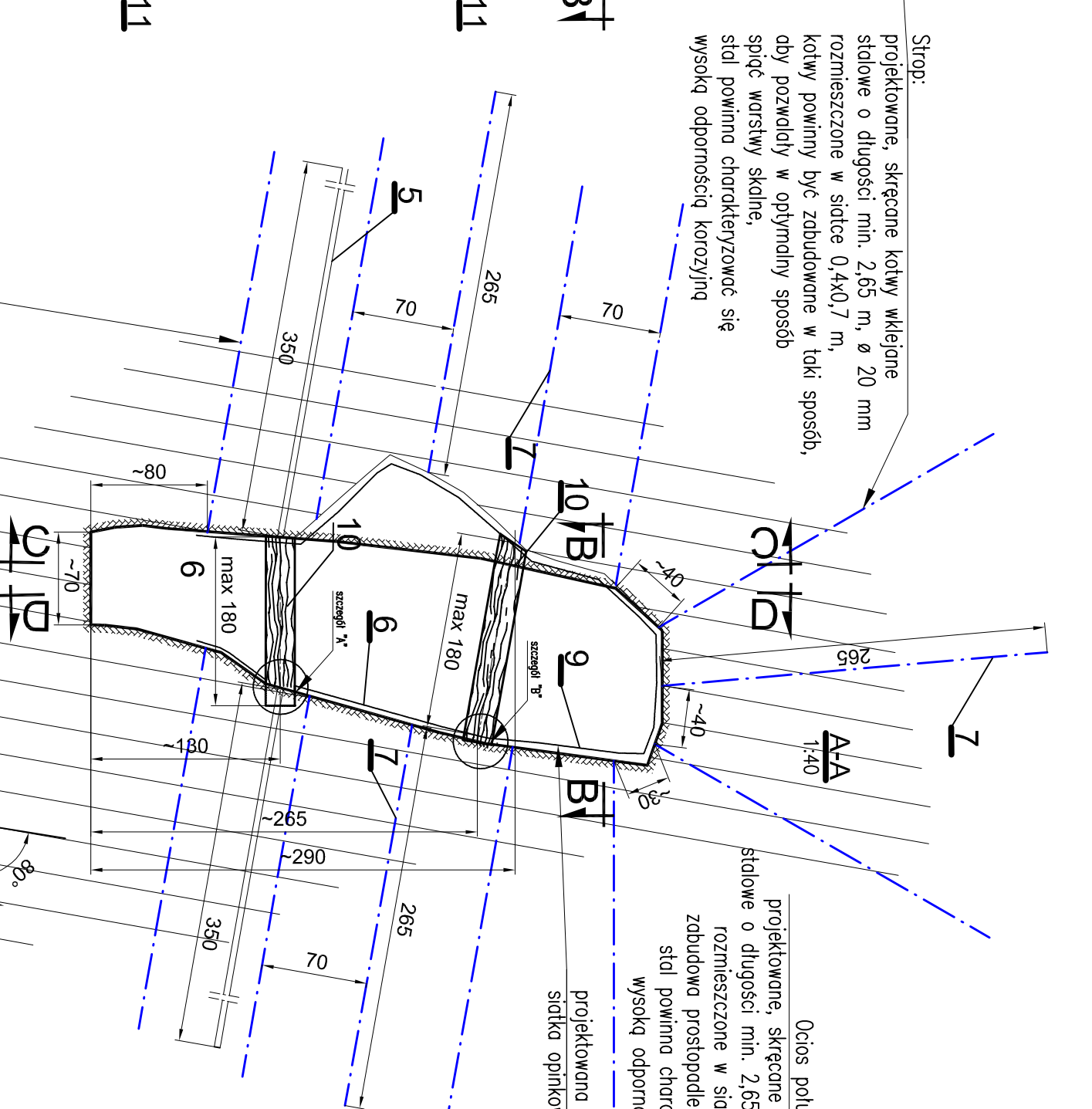
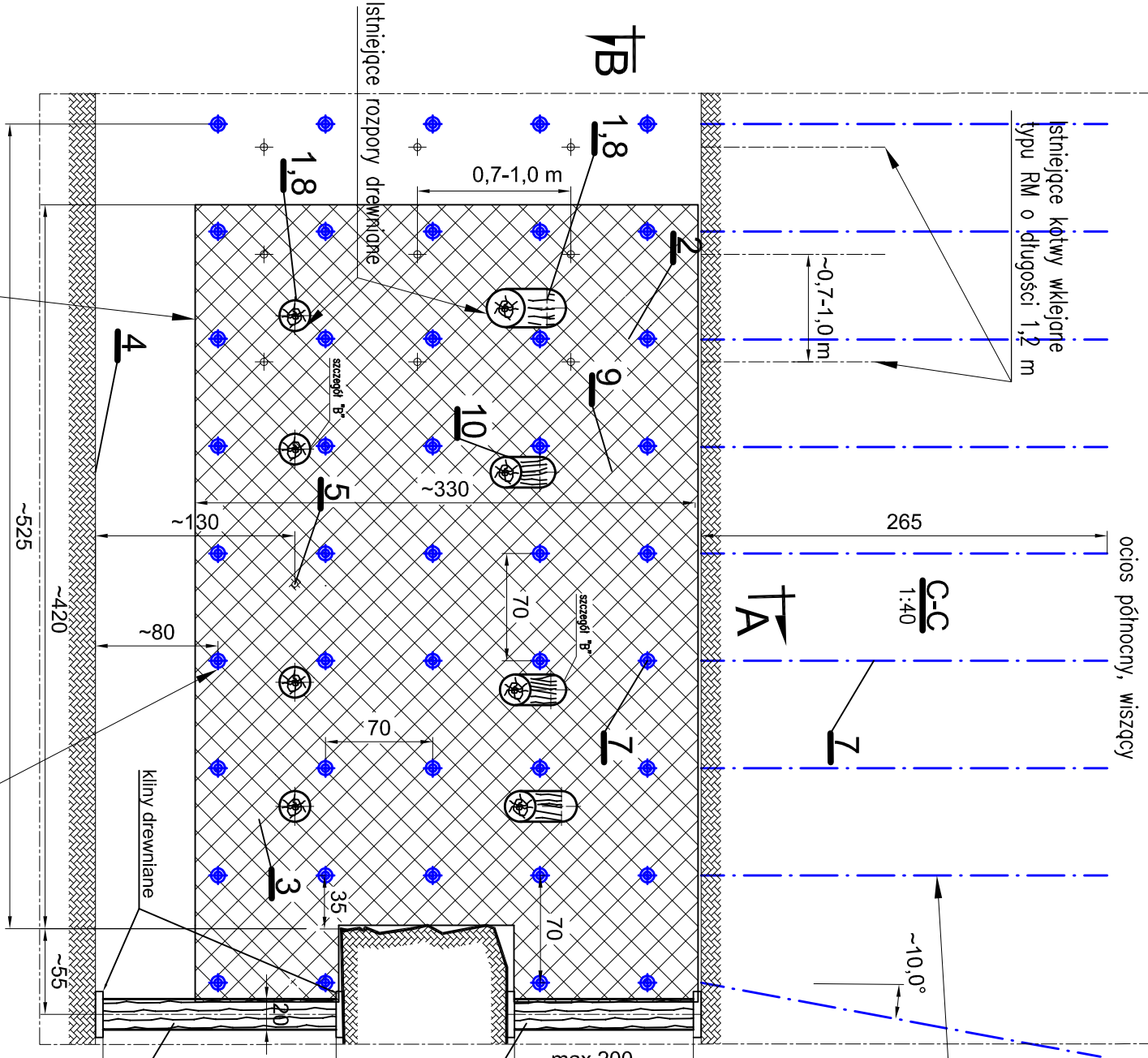
Nitek D., Jóźwik M., i in. 2011. Określenie geomechanicznych właściwości skał dla potrzeb opracowania geomechanicznego modelu masywu skalnego w obrębie trasy turystycznej. KGHM Cuprum CBR, Wrocław (praca niepublikowana)

Madziarz M. i in. 2011. Projekt adaptacji zespołu historycznych wyrobisk górniczych dla utworzenia podziemnej trasy turystycznej: Kopalnia „Św. Jana” w Krobicy. KGHM Cuprum CBR, Wrocław (praca niepublikowana)

PN-G-15092 „Kotwie górnicze, Badania”

PN-G-05020 „Obudowa sklepiona, zasady projektowania i obliczeń statycznych”

BN-88 0434-12 „Wyrobiska korytarzowe i komorowe Obudowa kotwiowa Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych”



11	Zabudowa drewnianego stropu o długości max. 2,0 m	2 szt.	okraglaki Ø20cm	
10	Zabudowa nowych rozpor drewnianych o długości max. 180 cm	6 szt.	okraglaki Ø20cm	
9	Zabudowa siatki opinkowej, do zastosowań geotechnicznych	43 m ²	siatka powinna charakteryzować się	
8	Zabudowa wcześniej wyrobionych rozpor drewnianych	2 szt.	wysoką odpornością korozyjną	
7	Zabudowa wklejanych kołw stropowych, skręconych l = min. 2,65 m, Ø 20 mm	110 szt.	siatka powinna charakteryzować się	
6	Zabudowa konwergentni (konwergencja pozioma)	1 szt.	wysoką odpornością korozyjną	
5	Wykonanie otworów kontrolnych pod badanie endoskopowe	18,0 mb	klasyfikacji w postaci luzem	
4	Usunięcie ze spągu rumożu skalnego z obrytki i z obwołu	do 9 m ²		
3	Wycięcie wystającej z ociosu kołwy i zamaskowanie otworu	1 szt.		
2	Obrywka odspajających się od ociosu fragmentów skalnych	do 5 m ²		
1	Wyrobienie dwóch rozpor drewnianych	2 szt.		
Poz	Wyszczególnienie	Ilość	Materiał	Uwagi

TYTUŁ PROJEKTU

PROJEKTOWANE

06.2021

mgr inż. Andrzej Kociński

1:40

Projekt budowlany

WYKONANIE

Wykonanie dokumentacji projektowej wzmocnienia i zabezpieczenia górotworu w rejonie obwatu skał ociosowych w stępiej części sztolni sw. Jana w Kopalinie sw. Jana w Kobylicy

NR UMOWY: 107/GM/2021

NR PROJEKTU: 6/21/0033.001

NR RYS.

FORMAT

A2

Podpis

Andrzej Kociński

3