



Wydział Inżynierii Lądowej
i Gospodarki Zasobami



GEOINŻYNIERIA
I BUDOWNICTWO
PODZIEMNE

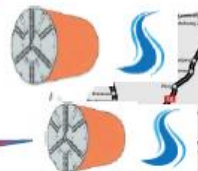
Budowa tuneli na południu Polski – doświadczenia i wyzwania

*Marek Cała, Agnieszka Stopkowicz, WILiGZ, AGH
Kraków*

Rzeszów, 25 września 2024

DK93 Świnoujście

1 480 m.



S6 Police – ZOS

5 000 m.

**S3 Bolków –
Kamienna Góra**

2 300 m.

320 m.

DK79 Zabierzów

317 m.

S1 Węgierska Górka

834 m.

1 000 m.

S1 Szare – Laliki

678 m.

Tunele na drogach krajowych w Polsce – docelowo 17

W użytkowaniu – 4 tunele, dł. 6,58 km

W budowie – 8 tunele, dł. 8,17 km

W przetargu – 2 tunele, dł. 3,9 km

W przygotowaniu – 3 tunele, dł. 7,12 km

S7 Kiełpin – Warszawa

1 000 m.

1 122 m.

S2 POW

2 335 m.

S52 POK

653 m.

496 m.

**S19 Rzeszów –
Babica**

2 255 m.

**S19 Jawornik –
Domaradz**

2 910 m.

990 m.

S7 Zakopianka

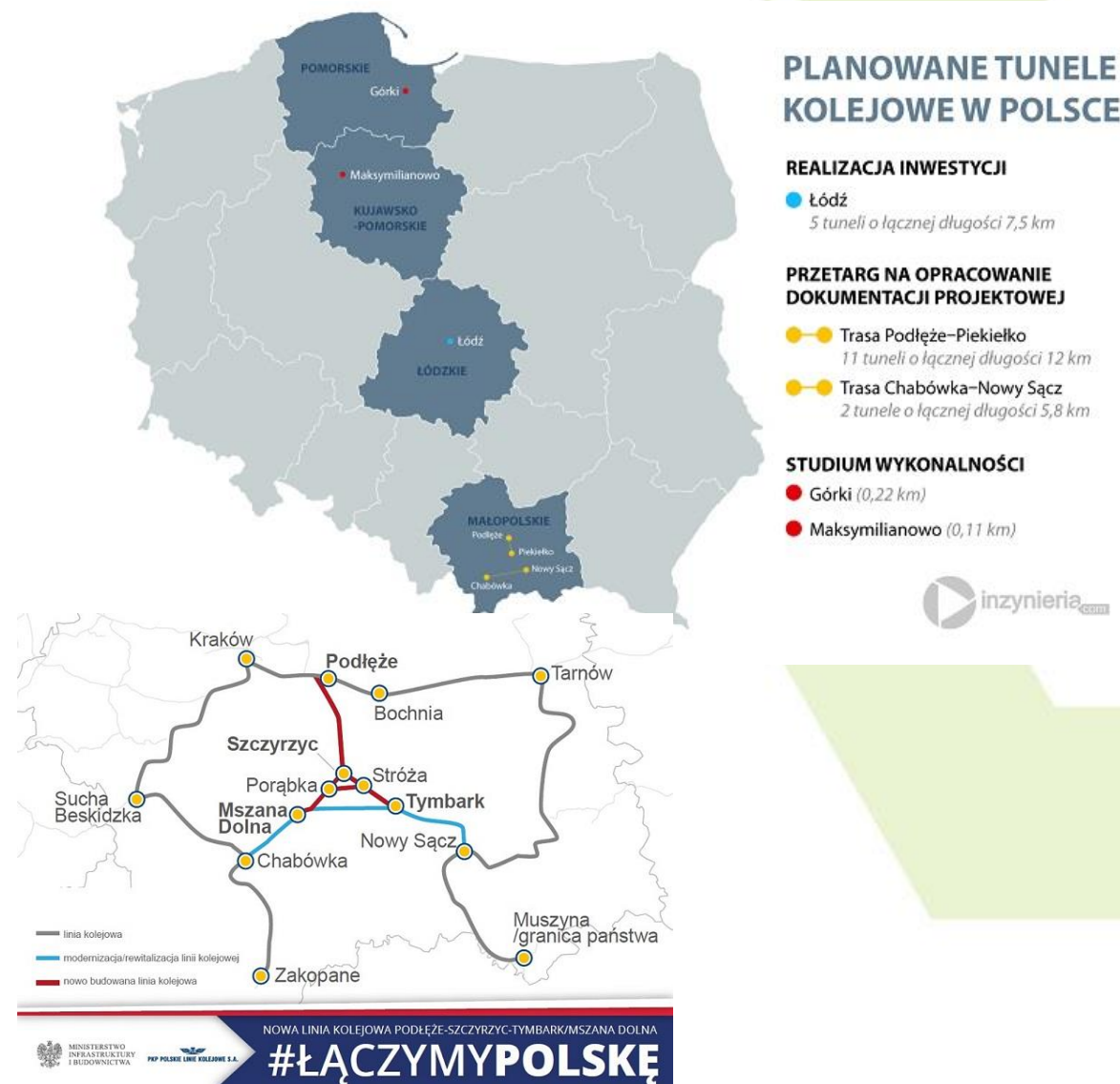
2 085 m.

Źródło: prezentacja Szweda Z., „Tunele w regionie Śląska”, GDDKiA o/Katowice

VI Forum Tunelowe, 2024r. Bielsko Biala

<https://kongresdrogowy.pl/vi-miedzynarodowe-forum-tunelowe-materialy/>

- **Kraków – Myślenice**
2 tunele o łącznej długości 22 km linii kolejowej
- **Tunel średnicowy w Łodzi - stacje Łódź Fabryczna - Łódź Kaliska**
5 tuneli o łącznej długości 7.5 km długości (metody odkrywkowa, górnicza i TBM)
- **Podłęże - Piekietko**
11 tuneli o łącznej długości 12 km
- **Chabówka - Nowy Sącz**
2 tunele o łącznej długości 5.8 km



I kwartał 2025 r. uzyskanie decyzji środowiskowej dla pierwszego etapu budowy.

IV kwartał 2025 r. wybór wykonawcy projektu pierwszego, 6-kilometrowego etapu.

Koszty budowy (szacowane na 3 mld zł) pokryje budżet państwa, fundusze unijne oraz miasto.

IV kwartał 2028 r. sfinalizowanie całości prac projektowych z uzyskaniem decyzji ZRID z rygiem natychmiastowej wykonalności (w 36 miesięcy od zawarcia umowy).

Etap I metra to odcinek od skrzyżowania ul. Reymonta i ul. Piastowskiej do realizowanej obecnie linii tramwajowej KST IV (ul. Meissnera – Mistrzejowice) w obszarze ronda Młyńskiego.

2025 r. rozpoczęcie działań w zakresie etapu II (wschodniego) i etapu III (zachodniego). Zostaną zrealizowane przez partnera prywatnego w formule partnerstwa publiczno-prywatnego. Długość II i III etapu pierwszej linii metra to ok. 20 km. Szacunkowy koszt realizacji kolejnych etapów to ok. 10 mld zł.

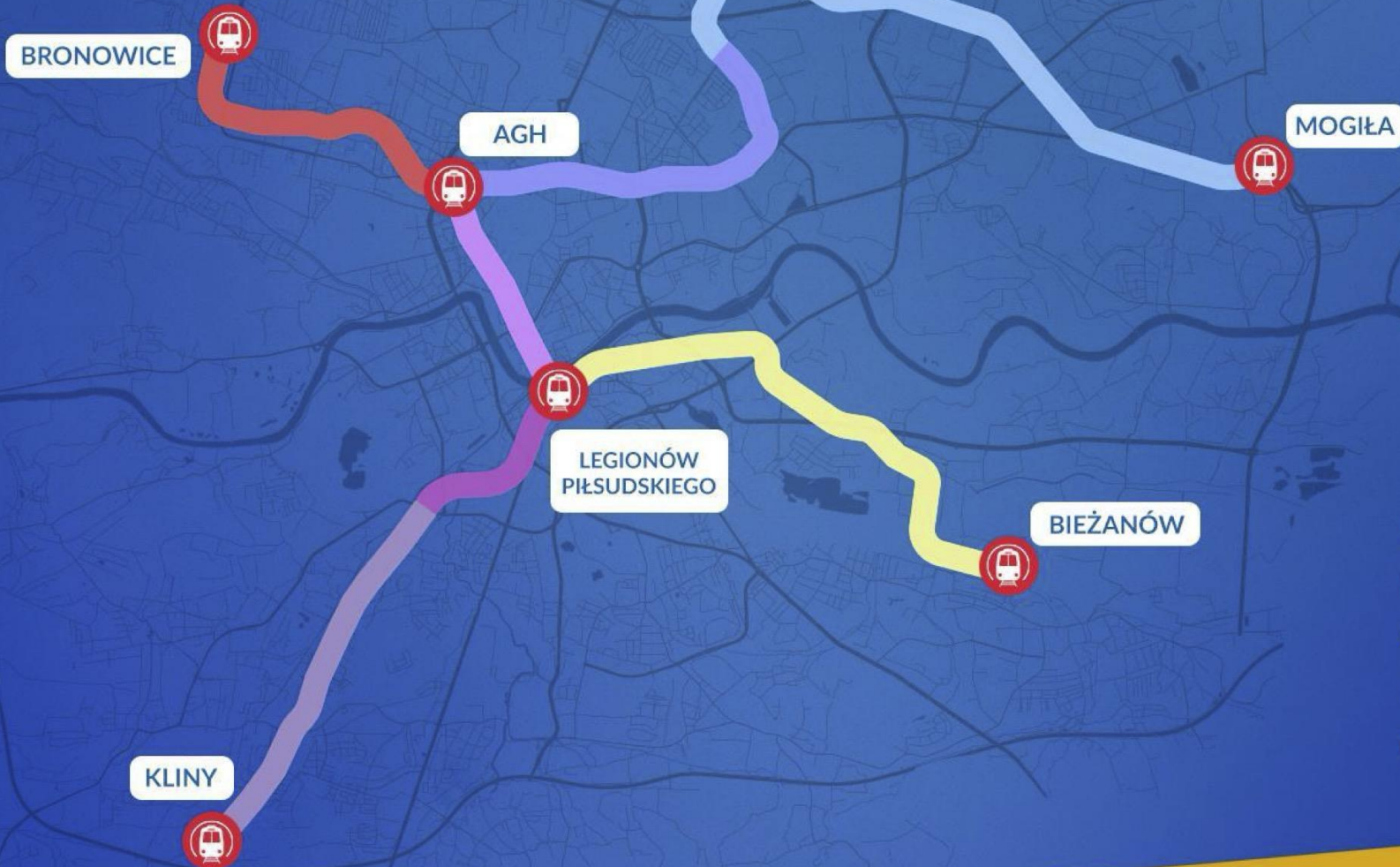
Koszt realizacji 13 mld zł

Koszt taboru 1,5 mld zł

Średnica tunelu z 9,6 m do 10,5 m

Metro w Krakowie

W jego ramach doszłoby do skomunikowania z tunelem pod **rondem Polsadu** (powstaje w ramach budowy linii tramwajowej do Mistrzejowic), a dalej podziemna trasa prowadziłaby do centrum (przystanki: **rondo Mogiłskie**, **Dworzec Główny**, **Teatr Bagatela**, **AGH**) i dalej do ul. **Piastowskiej**.



- KLINY - LEGIONÓW PIŁSUDSKIEGO
- LEGIONÓW PIŁSUDSKIEGO - AGH
- BIEŻANÓW - LEGIONÓW PIŁSUDSKIEGO
- AGH - MOGIŁA
- AGH - BRONOWICE

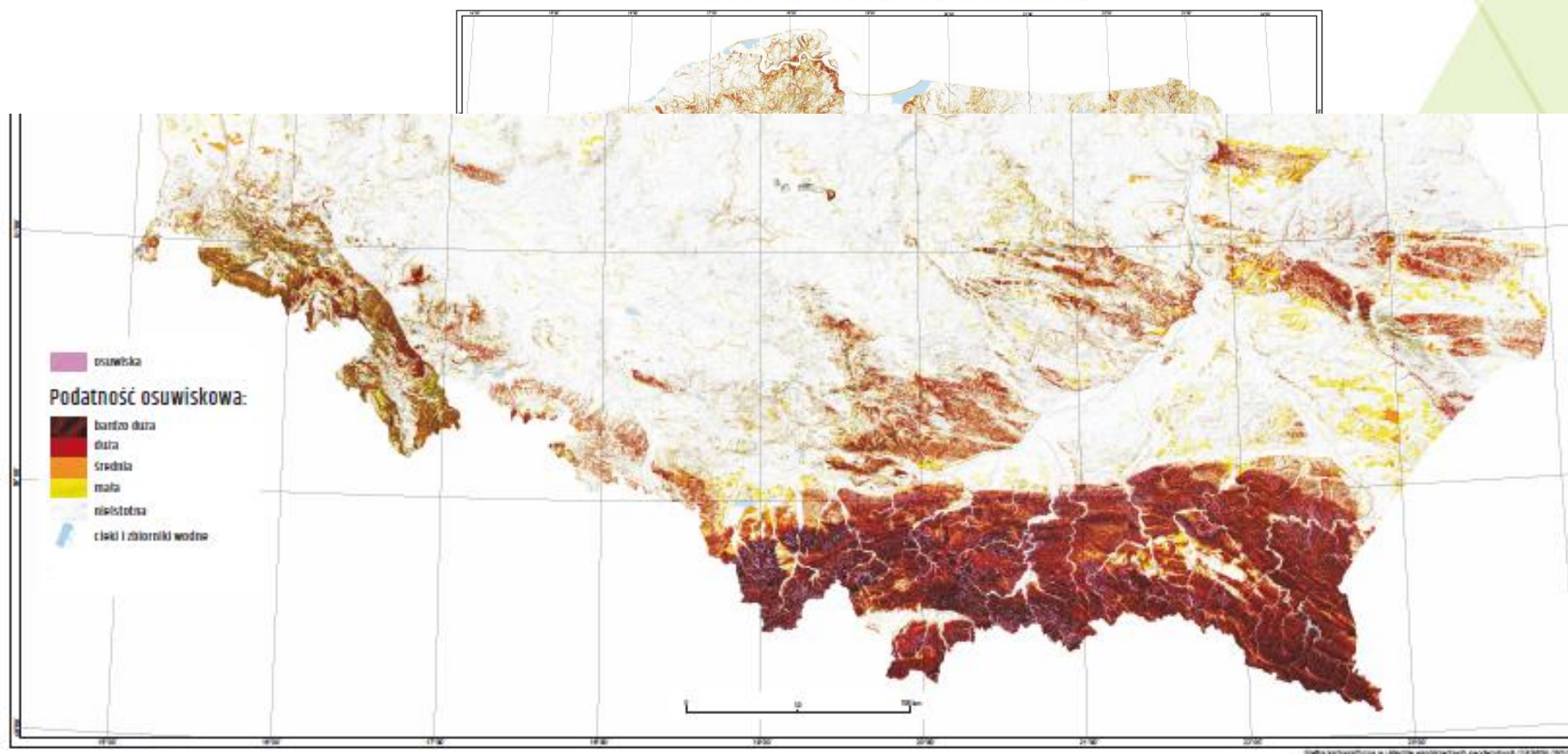
Skomplikowane warunki geologiczno-inżynierskie

CENTRUM
GEOZAGROŻEŃ
geologiczne pgi.gov.pl

PODATNOŚĆ OSUWISKOWA POLSKI

 SOPO

Wojciechowski T., 2019: Podatność osuwiskowa Polski. Przegląd Geologiczny, vol. 67, nr 5: 320-325; doi: 10.7306/2019.25



PAŃSTWOWY
INSTYTUT
GEOLOGICZNY

osuwiska.pgi.gov.pl



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Skomplikowane warunki geologiczno-inżynierskie

Geological Strength Index (GSI)		Surface conditions				
From the description of structure and surface conditions of the rock mass, pick an appropriate box in this chart. Estimate the average value of GSI from the contours. Do not attempt to be too precise. Quoting a range of GSI from 36 to 42 is more realistic than stating that GSI = 38.		Decreasing surface quality				
Structure		Very good Very rough and fresh unweathered surfaces	Good Rough, maybe slightly weathered or iron stained surfaces	Fair Smooth and/or moderately weathered and altered surfaces	Poor Slickensided or highly weathered surfaces or compact coatings with fillings of angular fragments	Very poor Slickensided and highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
 Intact/Massive – intact rock specimens or massive in-situ rock masses with very few widely spaced discontinuities		90			N/A	N/A
 Blocky – very well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three orthogonal discontinuity sets		80				
 Very Blocky – interlocked, partially disturbed rock mass with multifaceted angular blocks formed by four or more discontinuity sets		70				
 Blocky/Disturbed – folded and/or faulted with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets		60	50	40		
 Disintegrated – poorly interlocked, heavily broken rock mass with a mixture of angular and rounded rock pieces				30	20	10

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) FOR HETEROGENEOUS ROCK MASSES SUCH AS FLYSCH

Chart modified and extended by V. Marinos from the P. Marinos & E. Hoek (2001) original one

Heterogeneous rockmasses are meant those with alternating layers of clearly different lithology types with significant differences in their strength properties. For flysch, a typical formation with heterogeneous rock masses, these alternations are consisting of sandstones and siltstones. Clay shales may be present. From a description of the lithology, structure and surface conditions of discontinuities (particularly of the bedding planes), choose a box in the chart. **The selection of the structure should be based on the tectonic disturbance (undisturbed, slightly disturbed, strongly disturbed - folded, desintegrated, sheared), the proportion of siltstones against sandstones and the expressed or not stratification inside the siltstone layers. In the type IV and V when the thickness of sandstone beds exceed 50cm an increase of the GSI value by 5 is suggested. From type IV and the following types, the stratification planes are perceptible inside the siltstone mass.** Locate the position in the box that corresponds to the conditions and estimate the average value GSI from the contours. The determination of the structure and the condition of discontinuities may range between two adjacent fields. Note that the Hoek - Brown criterion does not apply to structurally controlled failures. Where unfavourably oriented continuous weak planar discontinuities are present, these will dominate the behaviour of the rock mass. The strength of some rock masses is reduced by the presence of groundwater and this can be allowed for by a slight shift to the right in the columns for fair, poor and very poor conditions. Water pressure does not change the value of GSI and it is dealt with by using effective stress analysis.

STRUCTURE AND COMPOSITION

TYPE I. Undisturbed, with thick to medium thickness sandstone beds with sporadic thin films of siltstone. In shallow tunnels or slopes where confinement is poor the mode of the failure has a kinematic character controlled by the bedding planes and GSI is meaningless

TYPE III. Moderately disturbed sandstones with thin films of interlayers of siltstone

TYPE IV. Moderately disturbed rockmass with sandstone and siltstone similar amounts

TYPE V. Moderately disturbed siltstones with sandstone interlayers

TYPE VI. Moderately disturbed siltstones with sparse sandstone interlayers

TYPE VII. Strongly disturbed, folded rockmass that retains its structure, with sandstone and siltstone in similar extend

TYPE VIII. Strongly disturbed, folded rockmass, with siltstones and sandstone interlayers. The structure is retained and deformation - shearing is not strong

TYPE IX. Desintegrated rockmass that can be found in wide zones of faults or/and of high weathering. In this type mainly brittle material is present with some disturbed siltstones between rock pieces

TYPE X. Tectonically deformed intensively folded/ faulted siltstone or clay shale with broken and deformed sandstone layers forming an almost chaotic structure

TYPE XI. Tectonically strongly sheared siltstone or clayey shale forming a chaotic structure with pockets of clay. Thin layers of sandstone are transformed into small rock pieces. Ultimately the ground behavior is that of a soil

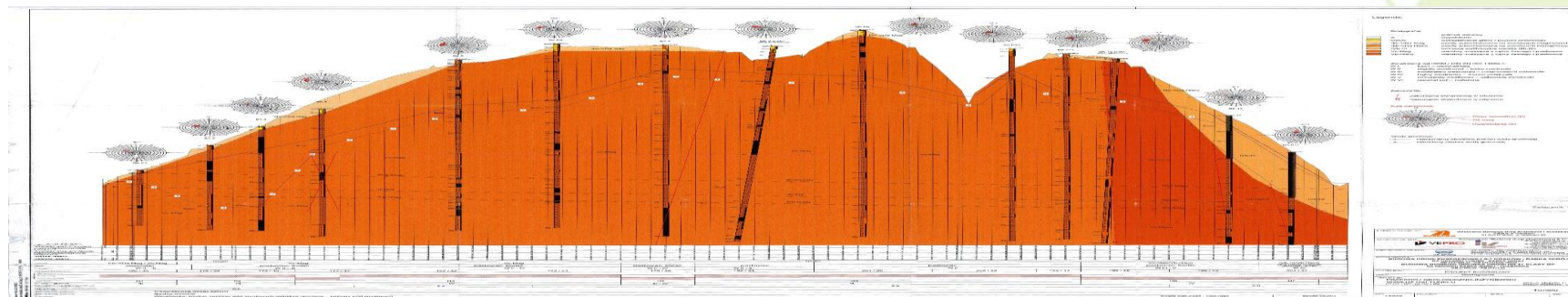
SURFACE CONDITIONS OF DISCONTINUITIES (Predominantly bedding planes)		DECREASE OF THE QUALITY OF DISCONTINUITIES 				
		VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered or oxydised surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Very smooth, occasionally slickensided surfaces with compact coatings or fillings with angular fragments	VERY POOR Very smooth, slickensided or highly weathered surfaces with soft clay coating or fillings
OWN THICKNESS OF SANDSTONE BEDS 	80		I	II	N/A	N/A
	70					
	60		III	IV	V	VI
	50					N/A
	40			VII	VIII	
	30	N/A				
	20	N/A	IX		X	
	10	N/A	N/A			XI

N/A Means geologically impossible combination. In the non - shadowed areas, such rockmasses are not impossible to find but it is very unusual

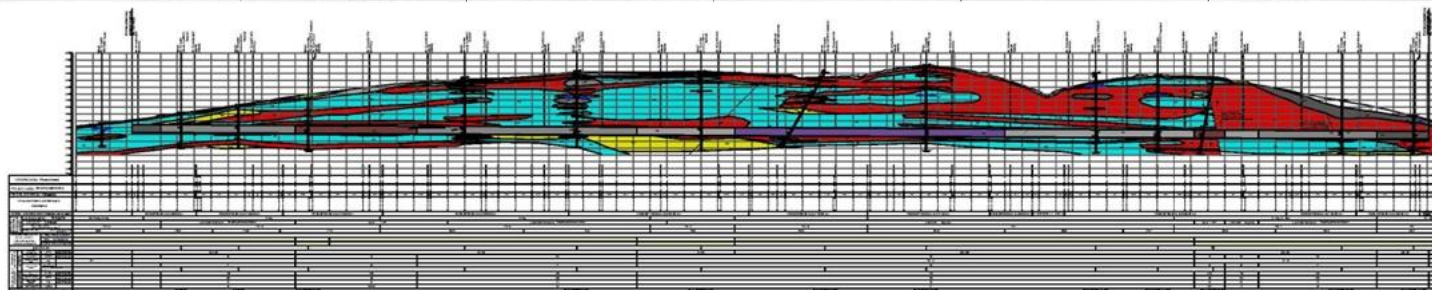
→ Means deformation after tectonic disturbance

Charakterystyka masywu skalnego przed i po wykonaniu budowli podziemnej

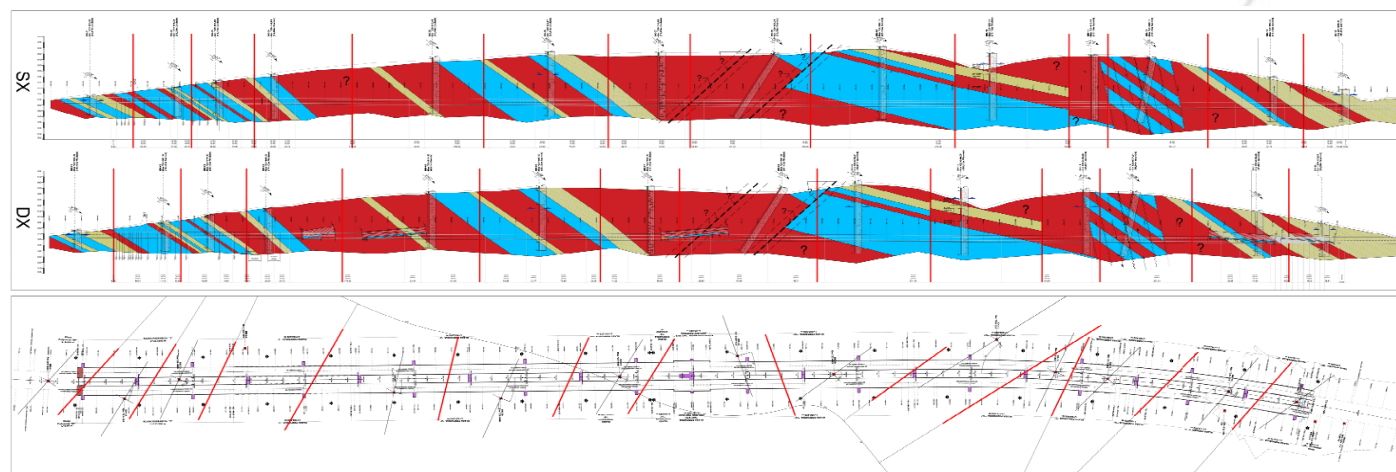
DGI

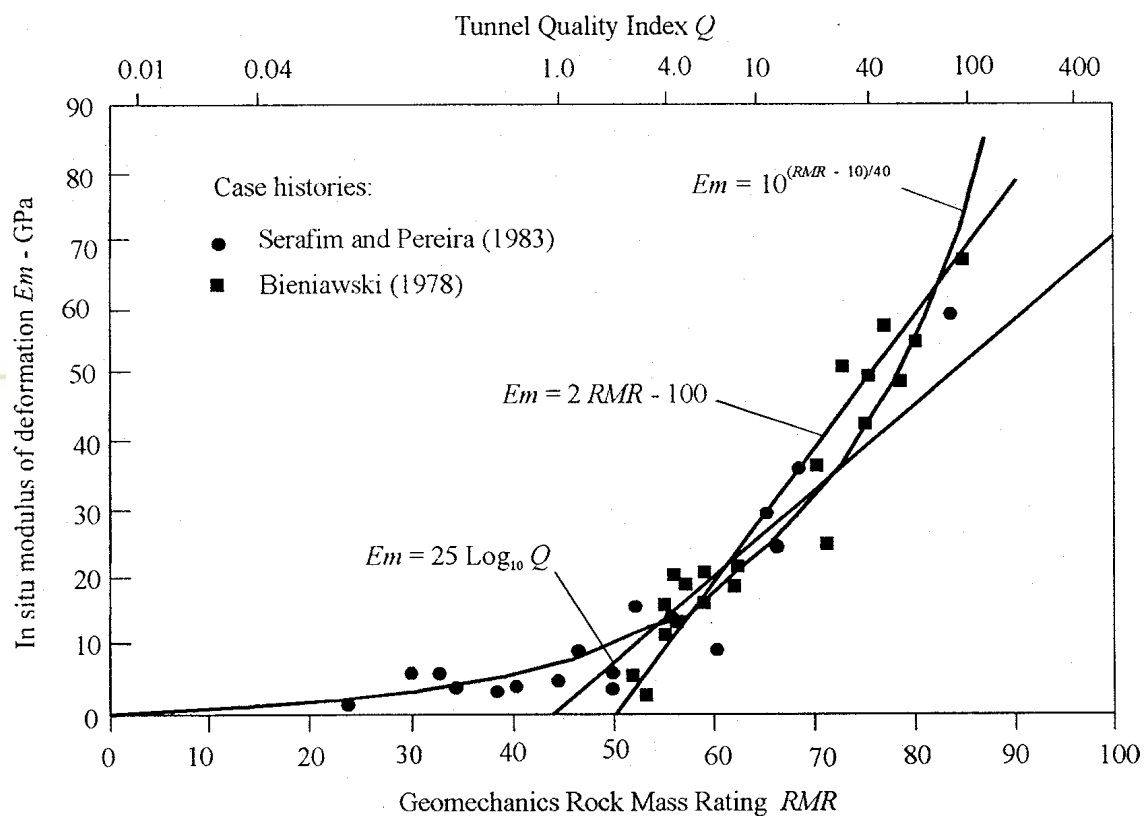


PW



Reality





$$RMR = 60 \quad R_c = 80 \text{ MPa}$$

Hoek:

$$R_{crm} = 8.67 \text{ MPa}$$

Aydan:

$$R_{crm} = 44.67 \text{ MPa}$$

Kalamaras & Bieniawski:

$$R_{crm} = 21.18 \text{ MPa}$$

Wymogi prawne, normowe, wytyczne

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych Część 1 i 2, GDDP, 1998.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poza 1673).

PN-EN 1997-1:2008 i -2:2009 „Projektowanie geotechniczne”

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463).

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie. Praca zbiorowa PIG, AGH, PW, 2019.
Zarządzenie nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 27.06.2019

S1 Węgierska Górka

KP – podpisanie: 2007

DGI: 10.2010

Data wyboru oferty na projekt i budowę:

11 maja 2019 r.

**Drażenie tunelu TD-2.1
rozpoczęto w 2020 r.**

Podejścia projektowe

2

PN-G-05020:1997

grudzień 1997

POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY	POLSKA NORMA	PN-G-05020
	Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe	
	Obudowa sklepiona Zasady projektowania i obliczeń statycznych	
	Zamiast: BN-79/0434-04 BN-75/0434-05	
	Grupa katalogowa SKN 0102 ICS 73.020	

1.1 Zakres normy

W niniejszej normie określono ogólne zasady projektowania i obliczeń statycznych obudowy sklepionej stosowanej w budownictwie górniczym, hydrotechnicznym i komunikacyjnym.

Normę stosuje się przy projektowaniu i obliczeniach statycznych obudowy sklepionej podziemnych wyrobisk korytarzowych i komorowych wykonanych metodami górniczymi, w górotworze nie narażonym na bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej.

1 Wstęp

1.1 Zakres normy

W niniejszej normie określono ogólne zasady projektowania i obliczeń statycznych obudowy sklepionej stosowanej w budownictwie górniczym, hydrotechnicznym i komunikacyjnym.

Normę stosuje się przy projektowaniu i obliczeniach statycznych obudowy sklepionej podziemnych wyrobisk korytarzowych i komorowych wykonanych metodami górniczymi, w górotworze nie narażonym na bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej.

1.2 Normy powołane

PN-86/B-01811 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe – Ochrona materiałowo-strukturalna – Wymagania

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli – Obciążenia stałe

PN-90/B-03000 Projekty budowlane – Obciążenia statyczne

PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli – Ogólne zasady obliczeń

PN-87/B-03002 Konstrukcje murowe – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-81/B-03020 Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-84/B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-66/B-04100 Materiały kamienne – Oznaczanie gęstości objętościowej, gęstości, porowatości i szczelności

PN-90/B-06241 Domieszki do betonu – Domieszki przyspieszające twardnienie – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06242 Domieszki do betonu – Domieszki uszczelniające – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06243 Domieszki do betonu – Domieszki uplastyczniające i upłynniające – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-90/B-06244 Domieszki do betonu – Domieszki kompleksowe – Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton

PN-88/B-06250 Beton zwykły

PN-79/B-06711 Kruszywa mineralne – Piaski do zapraw budowlanych

PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu

PN-B-12008:1997 Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły klinkierowe budowlane

PN-B-12050:1997 Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły ceramiczne budowlane

PN-90/B-14501 Zaprawy budowlane zwykłe

PN-88/B-30000 Cement portlandzki

PN-88/B-30001 Cement portlandzki z dodatkami

PN-88/B-30005 Cement hutniczy

PN-88/B-32250 Materiały budowlane – Woda do betonów i zapraw

PN-79/D-01012 Tarcica – Wady

PN-G-05015:1997 Szyby górnicze – Obudowa – Zasady projektowania

PrPN-G-04302 Skąły zwięzłe – Oznaczanie wytrzymałości na rozciąganie metodą poprzecznego ściskania¹⁾

PrPN-G-04303 Skąły zwięzłe – Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie przy użyciu próbek foremnych¹⁾

PrPN-G-05600 Wyrobiska korytarzowe i komorowe w kopalniach – Obudowa powłokowa – Wytczne projektowania i obliczeń statycznych¹⁾

PrPN-G-14002 Górnictwo – Betonity do obudowy wyrobisk górniczych – Wymagania i badania¹⁾

PrPN-G-14100 Wyrobiska korytarzowe i komorowe – Beton natryskowy – Wymagania i badania¹⁾

PrPN-G-46225 Szyby górnicze – Połączenia kotwione zbrojenia z obudową szybu – Wymagania i badania¹⁾

1.3 Definicje

1.3.1

obudowa sklepiona

obudowa wyrobiska podziemnego, tworząca sklepienie nośne

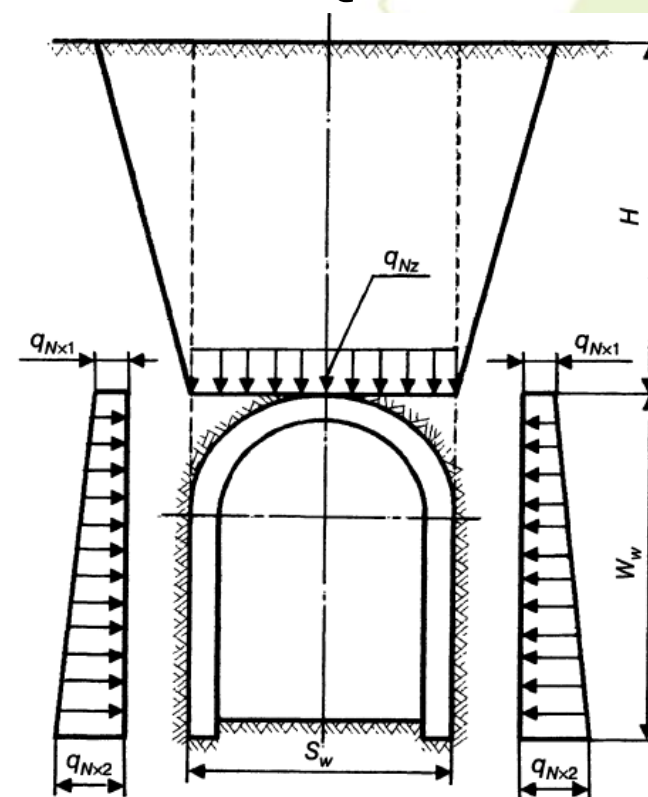
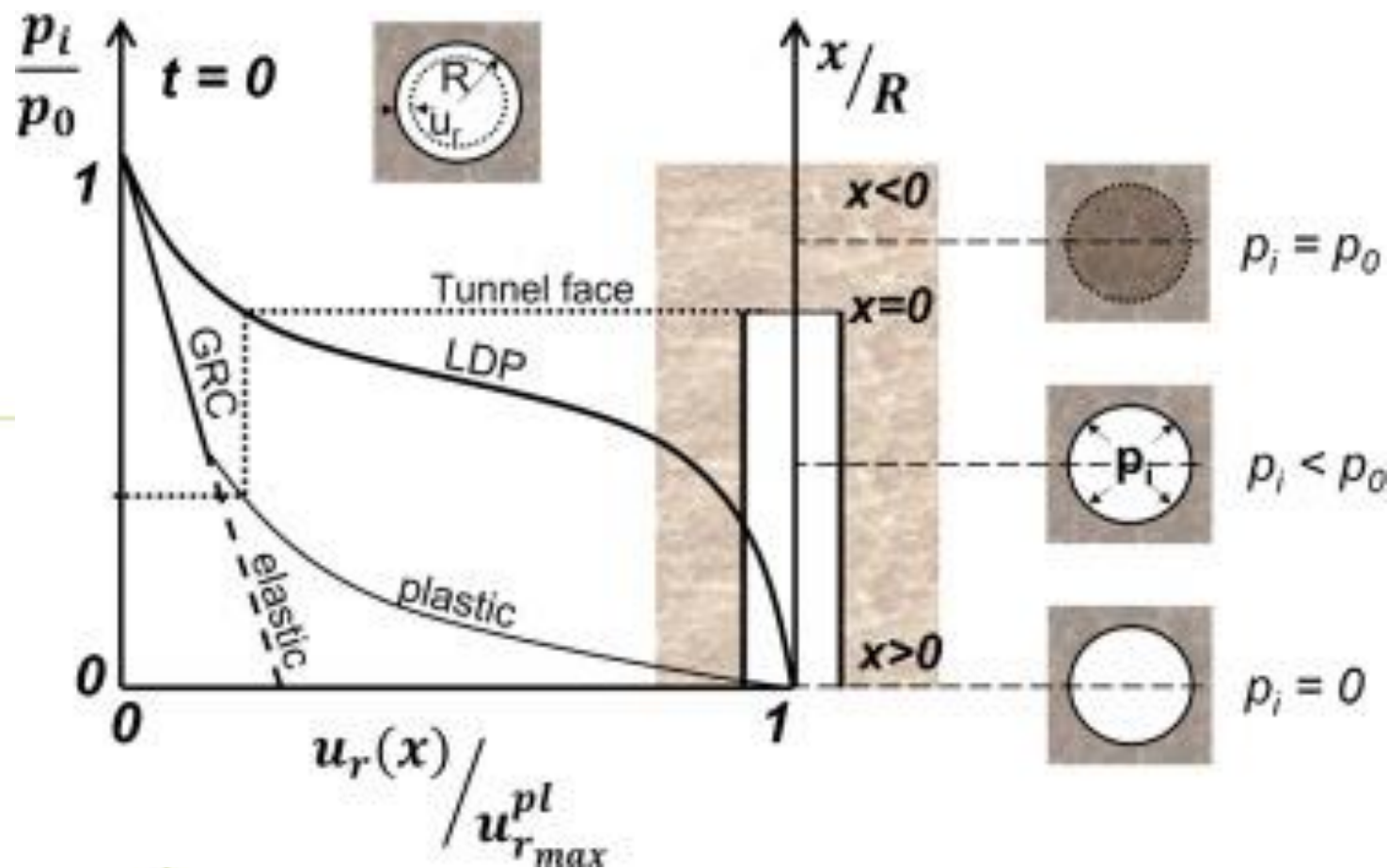
1.3.2

bezpośredni wpływ eksploatacji górniczej

działanie górotworu, spowodowane wybraniem dużych przestrzeni w górotworze otaczającym wyrobisko,



Wyznaczenie obciążeń na obudowę



Rysunek 4 – Schemat dla modelu II obciążenia obudowy

3.3.3 Model II (według Bierbaumera)

Model II (według Bierbaumera) należy przyjmować dla wyrobisk zlokalizowanych w skałach luźnych (gruntach nieskalistych) na głębokości

$$2 \times h_o < H \leq \frac{s_w}{2 \times \lambda \times \text{tg} \phi_g} \quad (18)$$

w którym:

s_w – szerokość wyrobiska w świetle wyłomu, w metrach.

Podejścia projektowe

PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne -
Część 1: Zasady ogólne (plus poprawki i erraty).

Zgodnie z zapisami PN-EN 1997-1, rozpatrując stan graniczny zniszczenia bądź nadmiernego odkształcenia elementu konstrukcyjnego lub części podłoża (STR i GEO), należy wykazać, że:

$$E_d \leq R_d \text{ lub } \frac{R_d}{E_d} \geq 1$$

gdzie:

- E_d - wartość obliczeniowa efektu oddziaływań,
- R_d - wartość obliczeniowa oporu granicznego podłoża.

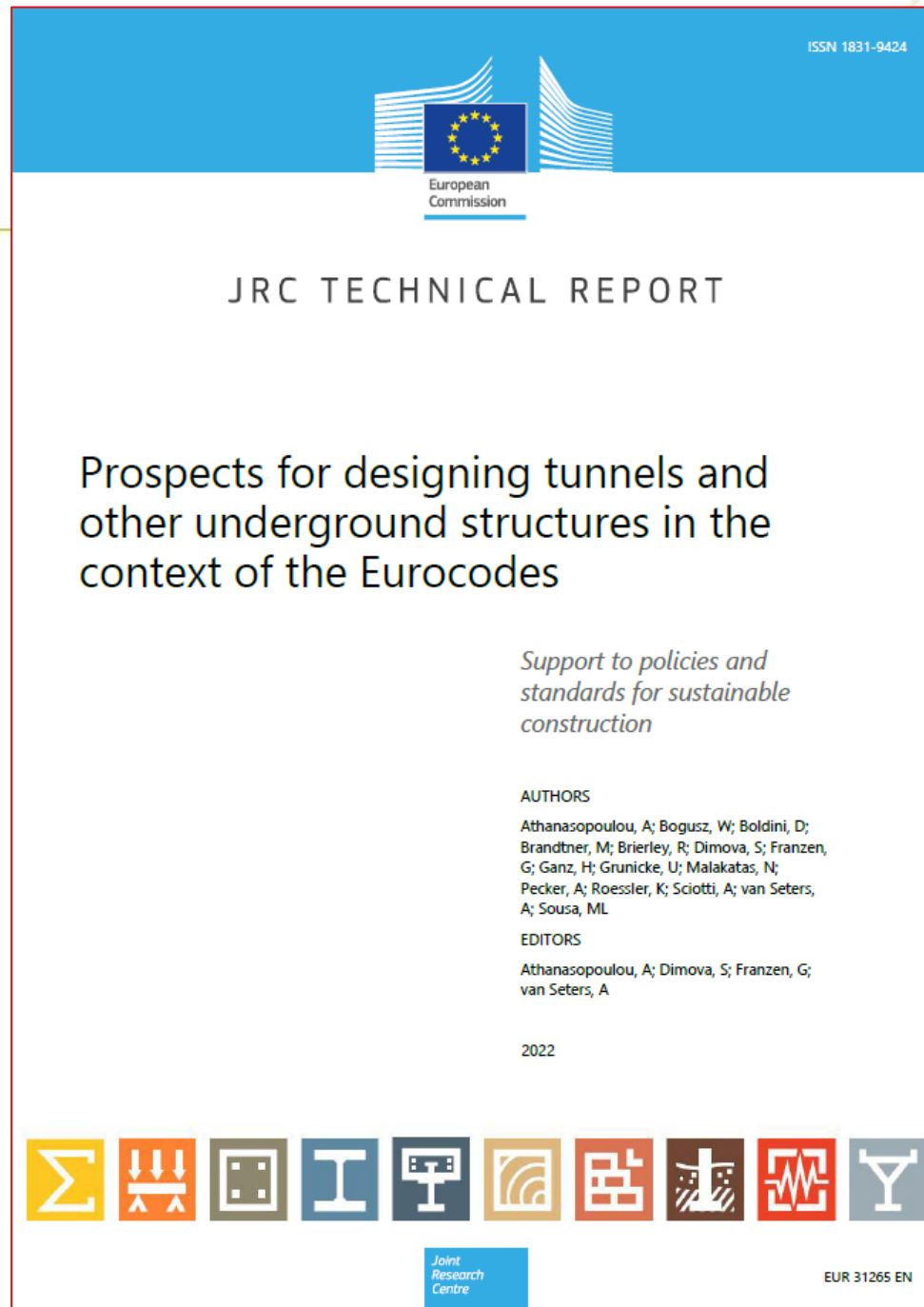
Podejścia projektowe

Tablica NA.2 – Zestawienie wartości współczynników częściowych przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności (GEO)

			stany graniczne nośności – podejście 2			stateczność ogólna – podejście 3		
			A ₁	M ₁	R ₂	A ₂	M ₂	R ₃
do oddziaływań	stałe	niekorzystne	1,35			1,0		
		korzystne	1,0			1,0		
	zmiennie	niekorzystne	1,5			1,3		
do właściwości gruntu	tan φ			1,0			1,25	
	efektywna spójność			1,0			1,25	
	wytrzymałość bez odpływu			1,0			1,4	
	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie			1,0			1,4	
	ciężar objętościowy			1,0			1,0	
do oporu gruntu	fundamenty bezpośrednie	wyparcie			1,4			
		poślizg			1,1			
	pale	podstawa			1,1			
		pobocznicą			1,1			
		całkowity opór			1,1			
		wyciąganie			1,15			
	kotwy	tymczasowe			1,1			
		trwale			1,1			
	ściany oporowe	wyparcie			1,4			
		opór ze względu na poślizg			1,1			
		opór graniczny			1,4			
	skarpy	opór graniczny						1,0

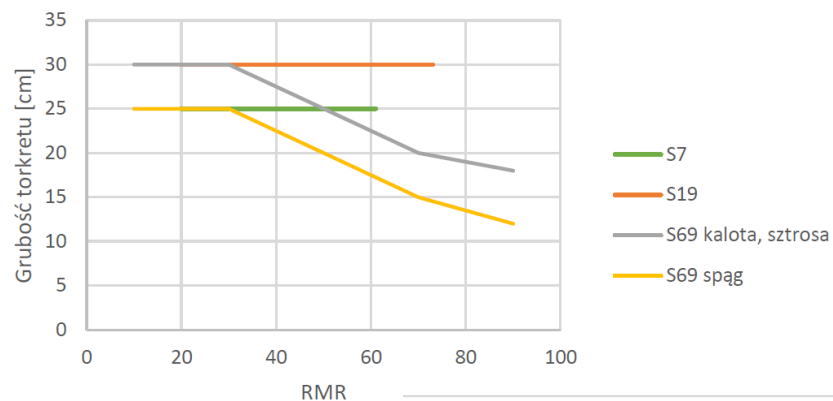
W 2.4.6.2 normy PN-EN 1997 – 1 stwierdza się:
 Uwaga 2 Wartości zalecane w Załączniku A określają poziom bezpieczeństwa odpowiedni dla konwencjonalnych sposobów projektowania.

Eurokod 7 drugiej generacji!

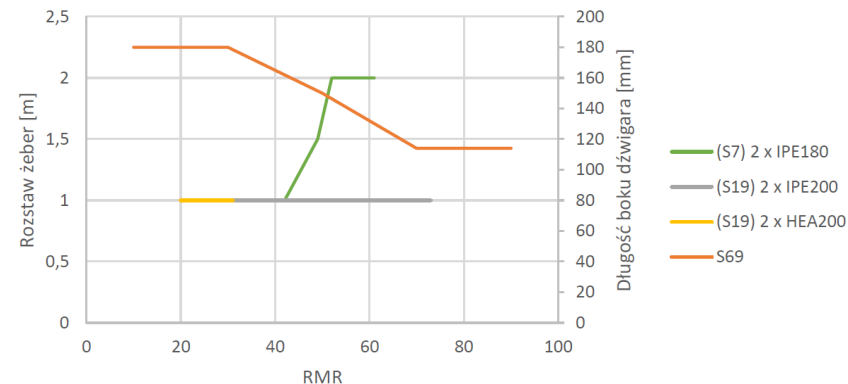


Podejścia projektowe

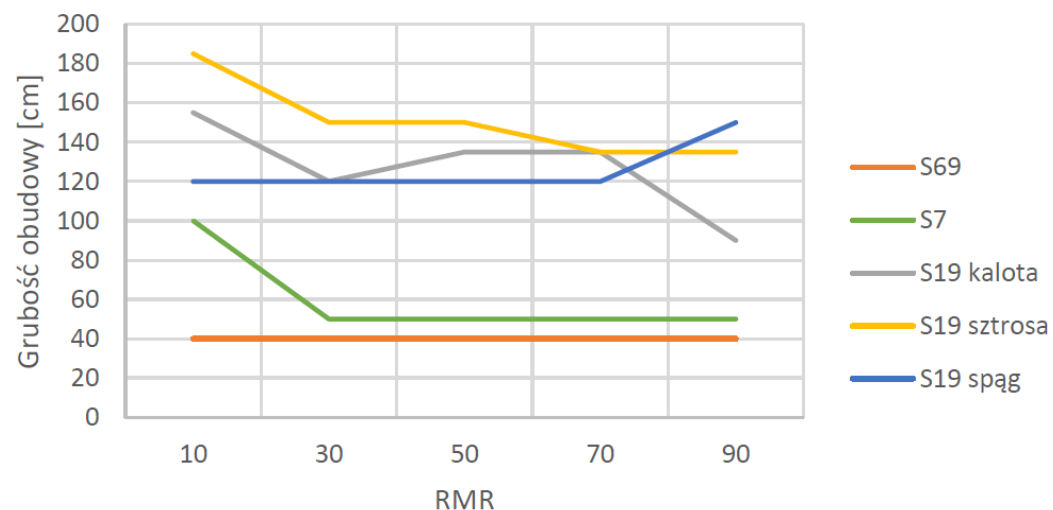
Obudowa wstępna - TORKRET



Obudowa wstępna - STAL



Obudowa ostateczna

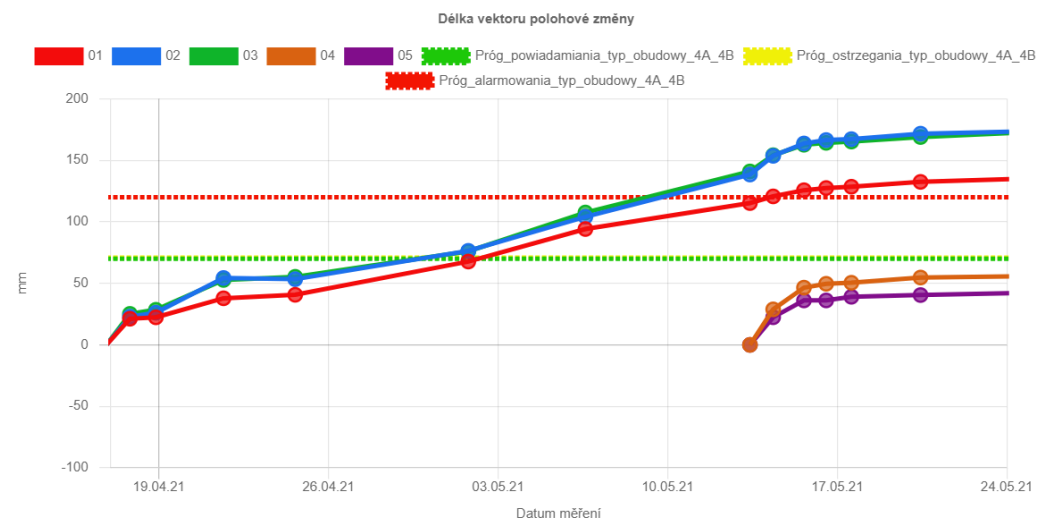
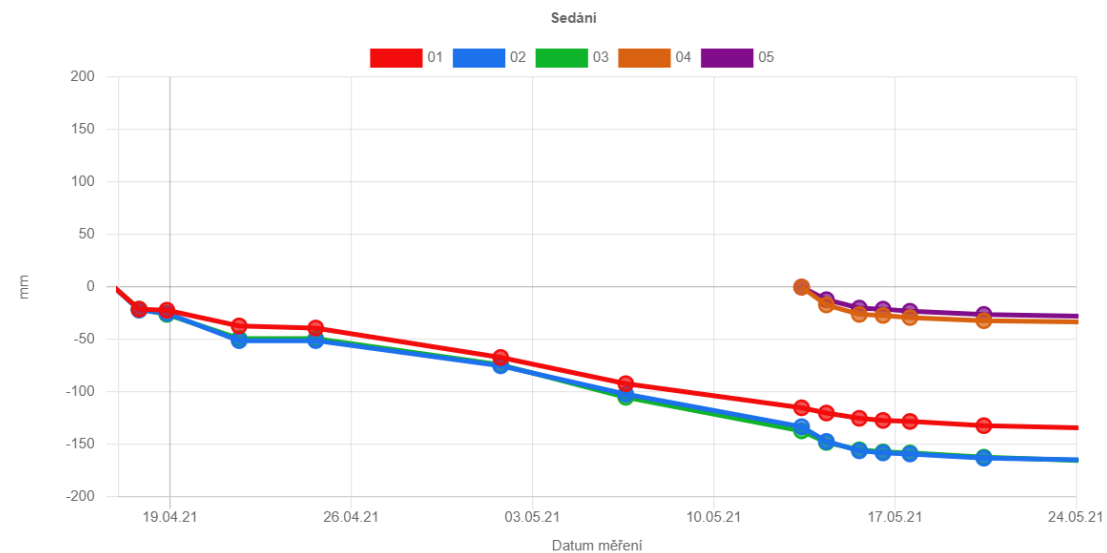
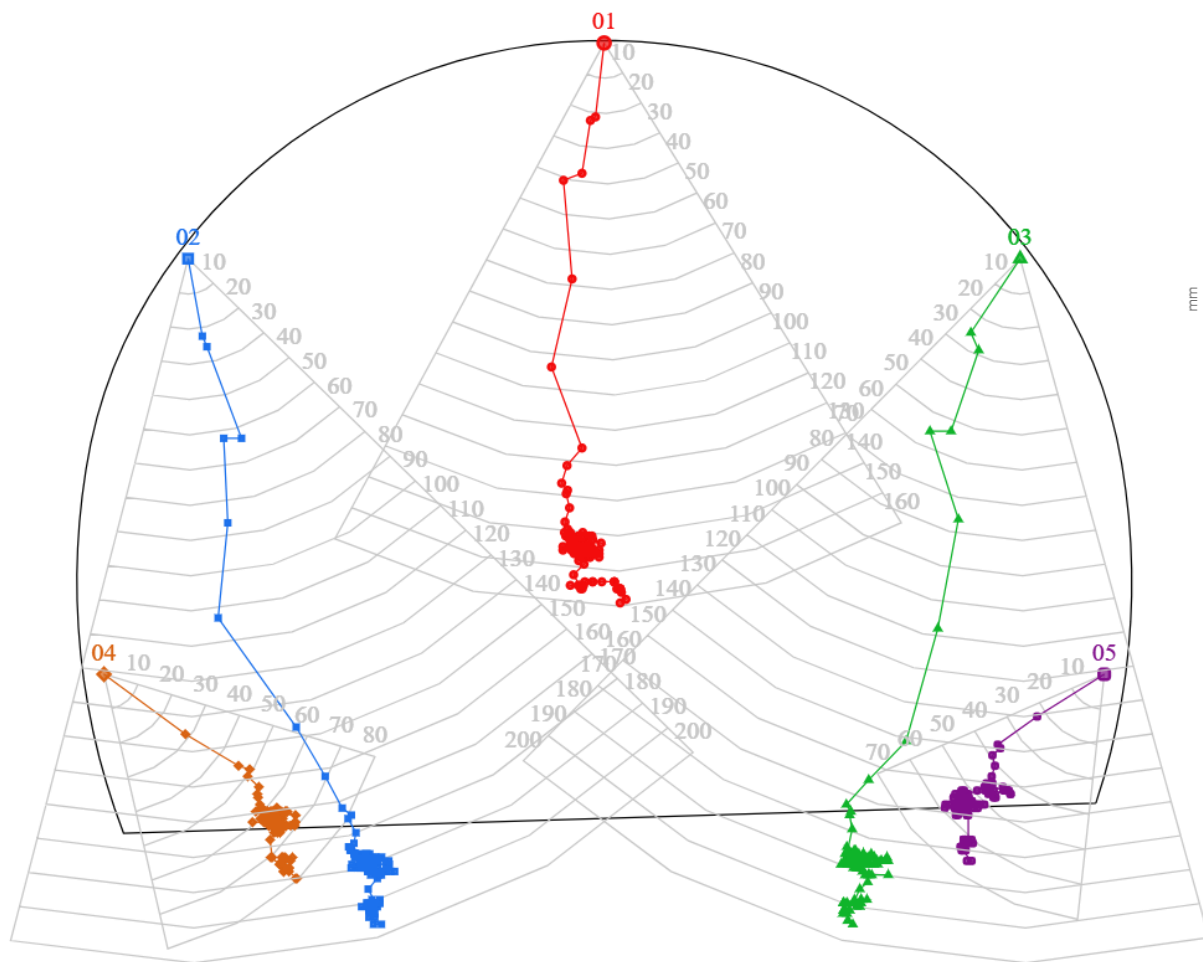




WILIGZ

KM 33+791.68

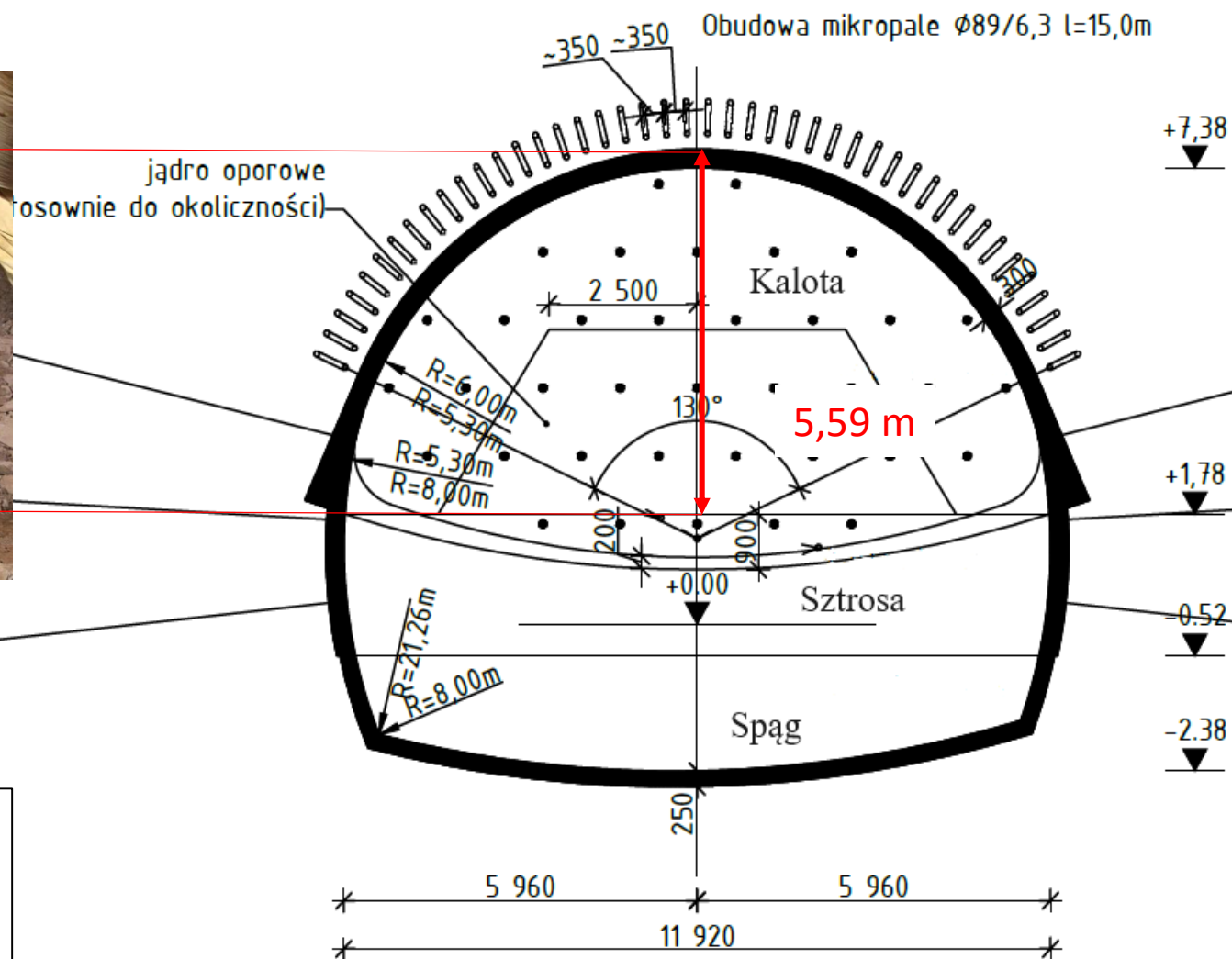
105.44 m





WILiGZ

Zawał skał stropowych 25.05.2021 r.

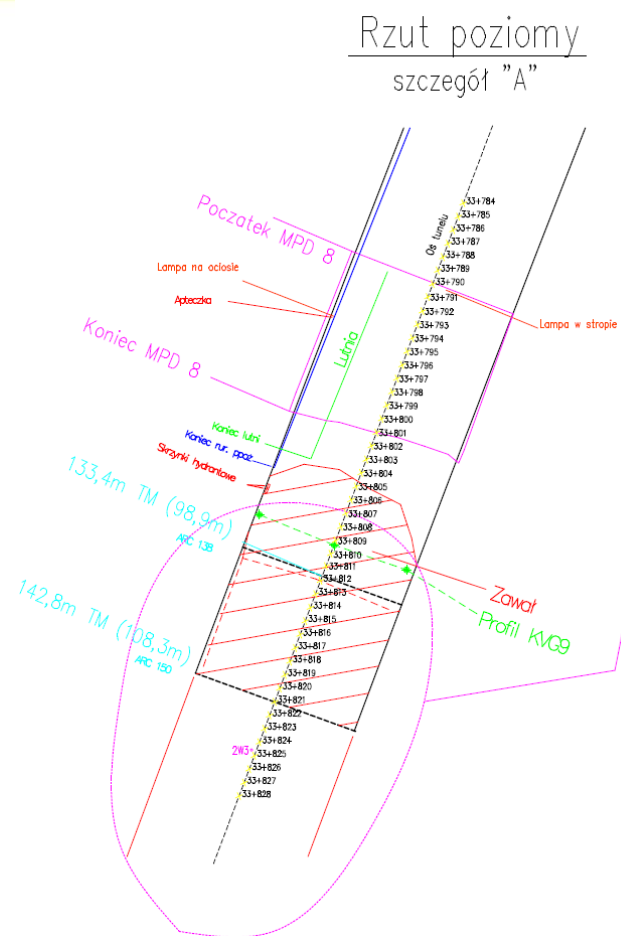


Zasięg zawału: dźwigary 138-150
(ok 9,4 m zniszczonej obudowy),
98,9-108,3 m tunelu.

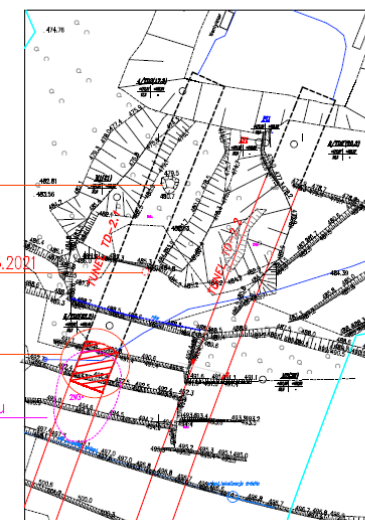


WILIGZ

Zawał skał stropowych 25.05.2021 r.



Orientacja



Szkic nr 1 zawału w tunelu TD-2.1

Data: 25.05.2021

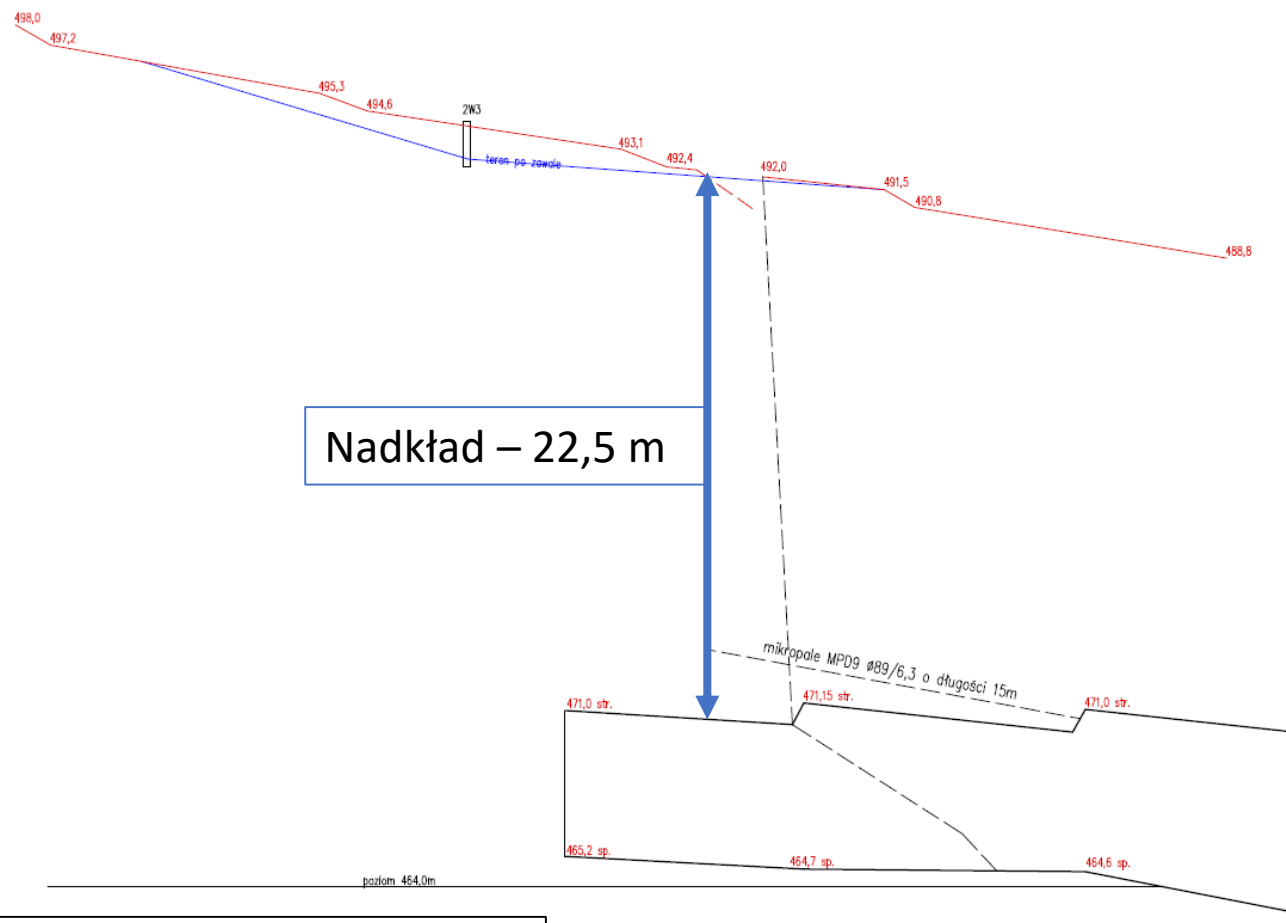
Zasięg zawału: dźwigary 138-150
(ok 9,4 m zniszczonej obudowy)

Zasięg niecki osiadań: 19,5 m x 36 m
Maksymalne osiadanie: 1,409 m



WILIGZ

Zawał skał stropowych 25.05.2021 r.



Nadkład – 22,5 m

Zasięg zawału: dźwigary 138-150
(ok 9,4 m zniszczonej obudowy),
98,9-108,3 m tunelu.

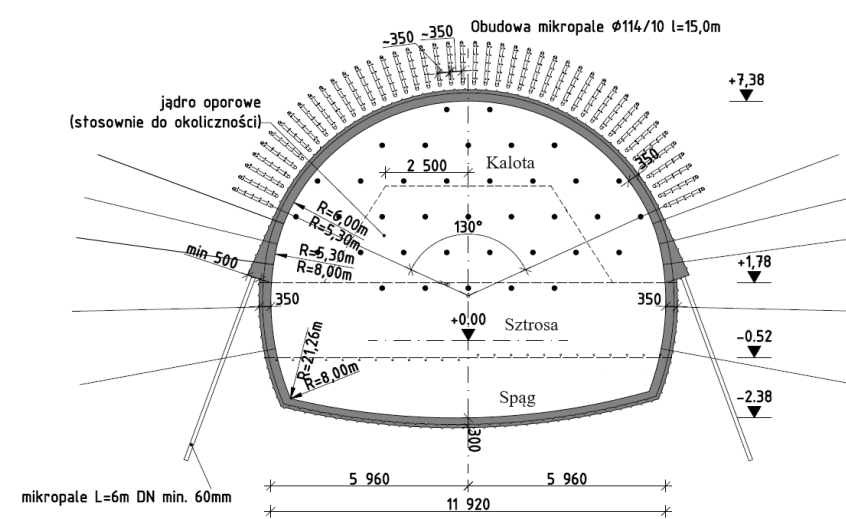
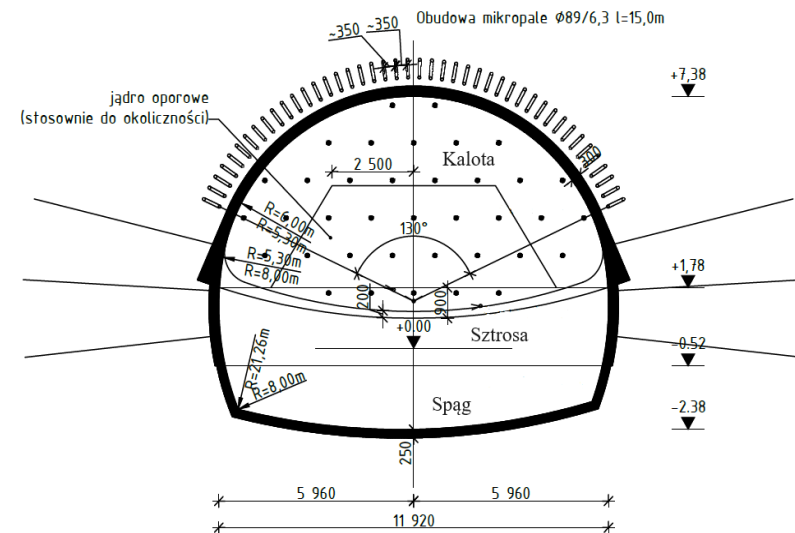
Zasięg niecki osiadań: 19,5 m x 36 m
Maksymalne osiadanie: 1,406 m



WILIGZ

Rozwiązania zamienne

Typ obudowy	Powierzchnia wykopu [m ³ /m]	Objętość betonu natryskowego [m ³ /m]	Zbrojenie siatka m ² /m (kg/m)	Dźwigar kratowy/(łuki stalowe) rozstaw w kalocie/rozstaw w sztrocie	Kotwy ciernie rozprężne / kotwy do skały			Obudowa wyprzedzająca
					Długość i rozstaw [m]	Ilość w kalocie [szt./m]	Ilość w sztrocie [szt./m]	
4B	116,45	27,66	2xØ6/150/150 136,15 (403,00)	185/30-20/200 0,8m/1,6m	4,0 1,3x0,8/ 6,0 1,3x0,8	min 6,88	min 3,12	mikropale Ø89/6,3 l=15,0m 45,38mb/m [3,03]
4D	116,45	27,66	2xØ6/150/150 136,15 (403,00)	(TH-34) 0,8m/0,8m 0,8m (spąg)	4,0 1,3x0,8/ 6,0 1,3x0,8	min 5,9	min 4,2	mikropale Ø114,3/10 l=15,0m 59mb/m [3,93]





WILIGZ

Rozwiązania zamienne



W celu wzmocnienia terenu zaprojektowano, a następnie wykonano wiercenia iniekcyjne w siatce ok. 3 x 3m, łącznie wykonano 102 otwory, głębokość prac obejmowała od 13 do 28 m, zastosowana średnica koronek dla żerdzi R32- 50mm, a dla żerdzi R50- 90mm. Do iniekcji użyto 16 440 kg dwuskładnikowego kleju mocznikowego – Fixorapid.

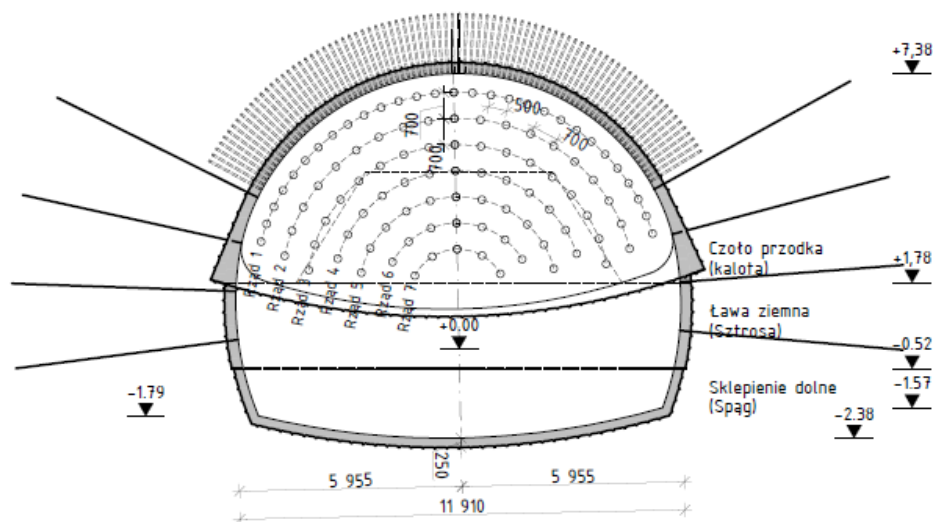


WILIGZ

Rozwiązania zamienne

Przekrój poprzeczny tunelu TD-2.1

schemat rozmieszczenia otworów iniekcyjnych



Uwaga:

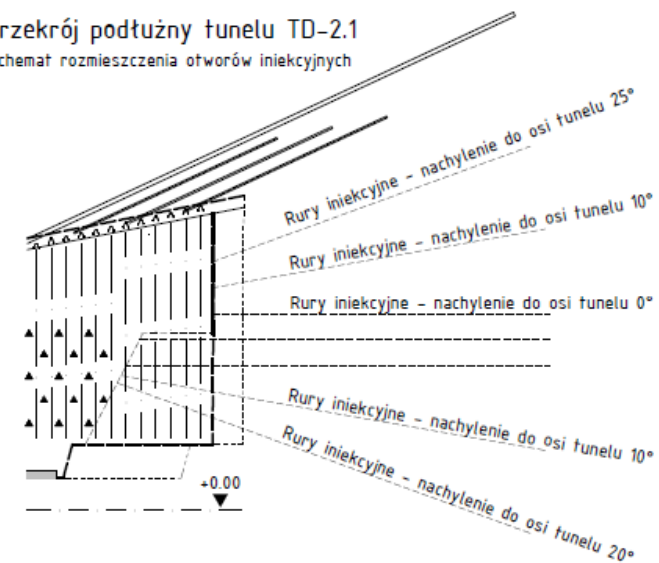
- rozstaw otworów iniekcyjnych w rzędzie 1 - 500mm
- rozstaw otworów iniekcyjnych w rzędzie 2, 3, 4, 5, 6, 7 - 700mm

Rozstaw pomiędzy poszczególnymi rzędami - 700mm

Długość otworów iniekcyjnych $L_{min}=15m$

Przekrój podłużny tunelu TD-2.1

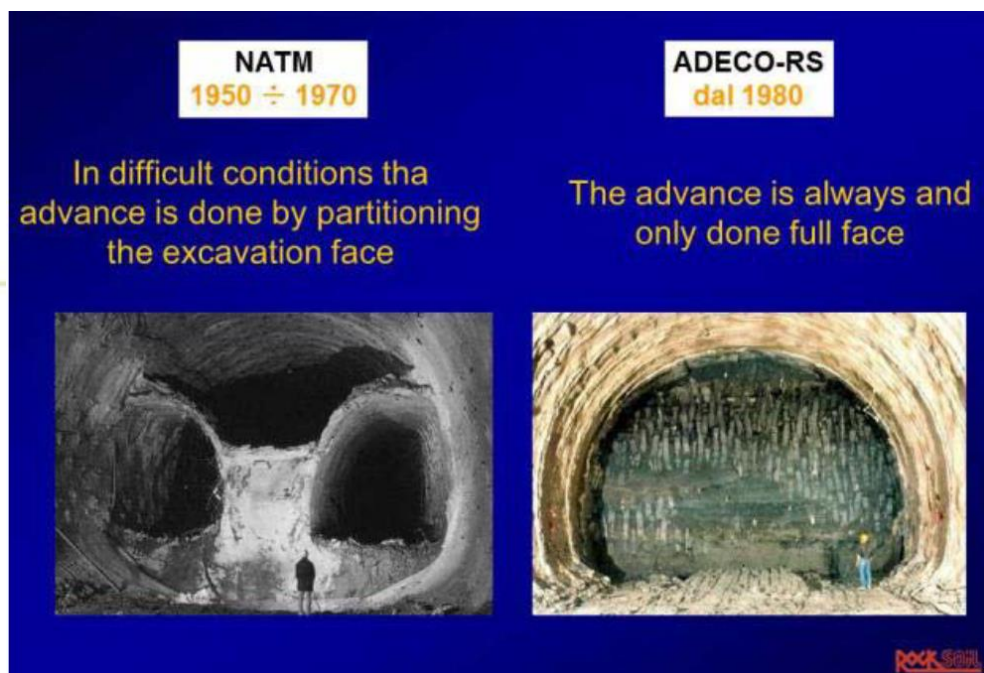
schemat rozmieszczenia otworów iniekcyjnych



Metody drążenia tuneli

Aktualnie drążenie tuneli można wykonywać metodą:

- ✓ **Wykorzystującą techniki górnicze** (NAMT, ADECO-RS, NMT)
- ✓ **Pełnoprzekrojową** z wykorzystaniem maszyn do tunelowania (*Tunneling Machines – TM*).



„No more words are needed to express the difference between the old and the modern approach to difficult situations!”

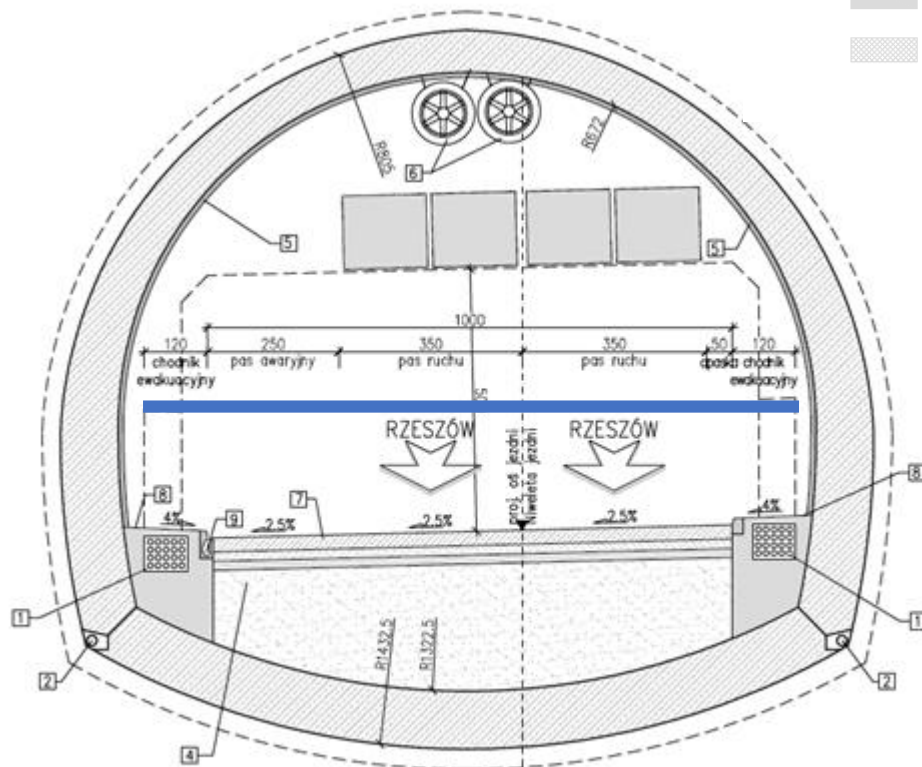


Lunardi P., The underground as a resource and reserve for new spaces;
ADECO-RS as an effective tool to be able to realize them (part 1).

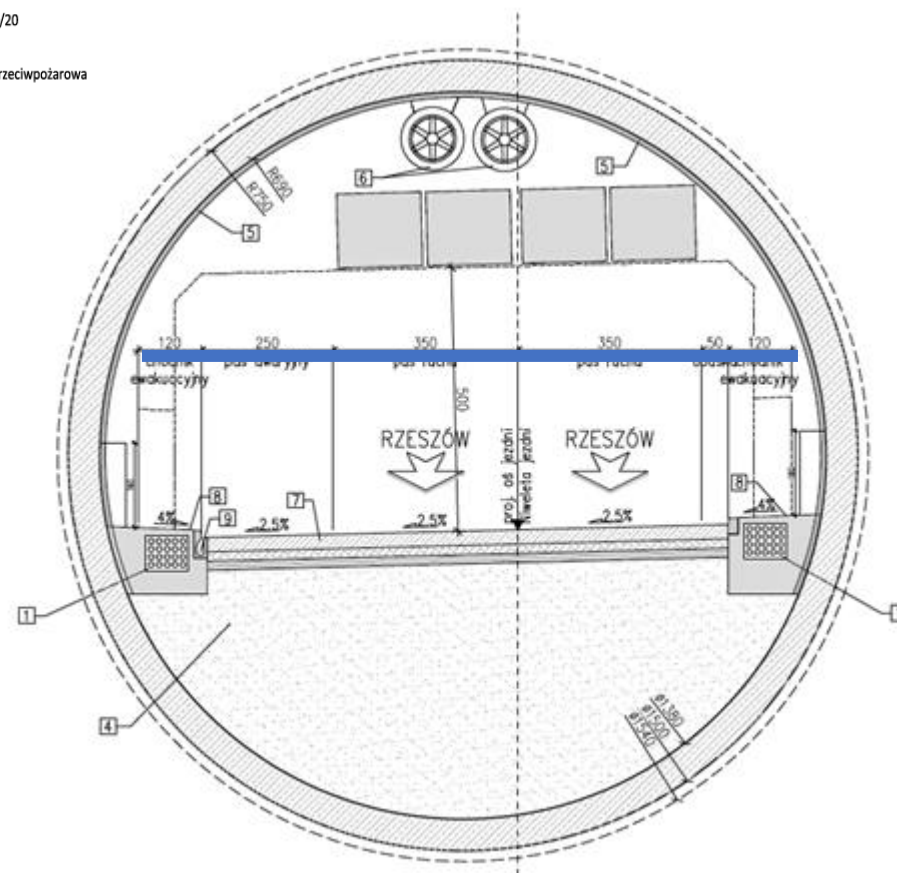
Proceedings of the World Tunnel Congress 2014 – Tunnels for a better Life. Foz do Iguaçu, Brazil.

Metody drażenia metody konwencjonalne versus TMB/TBMs

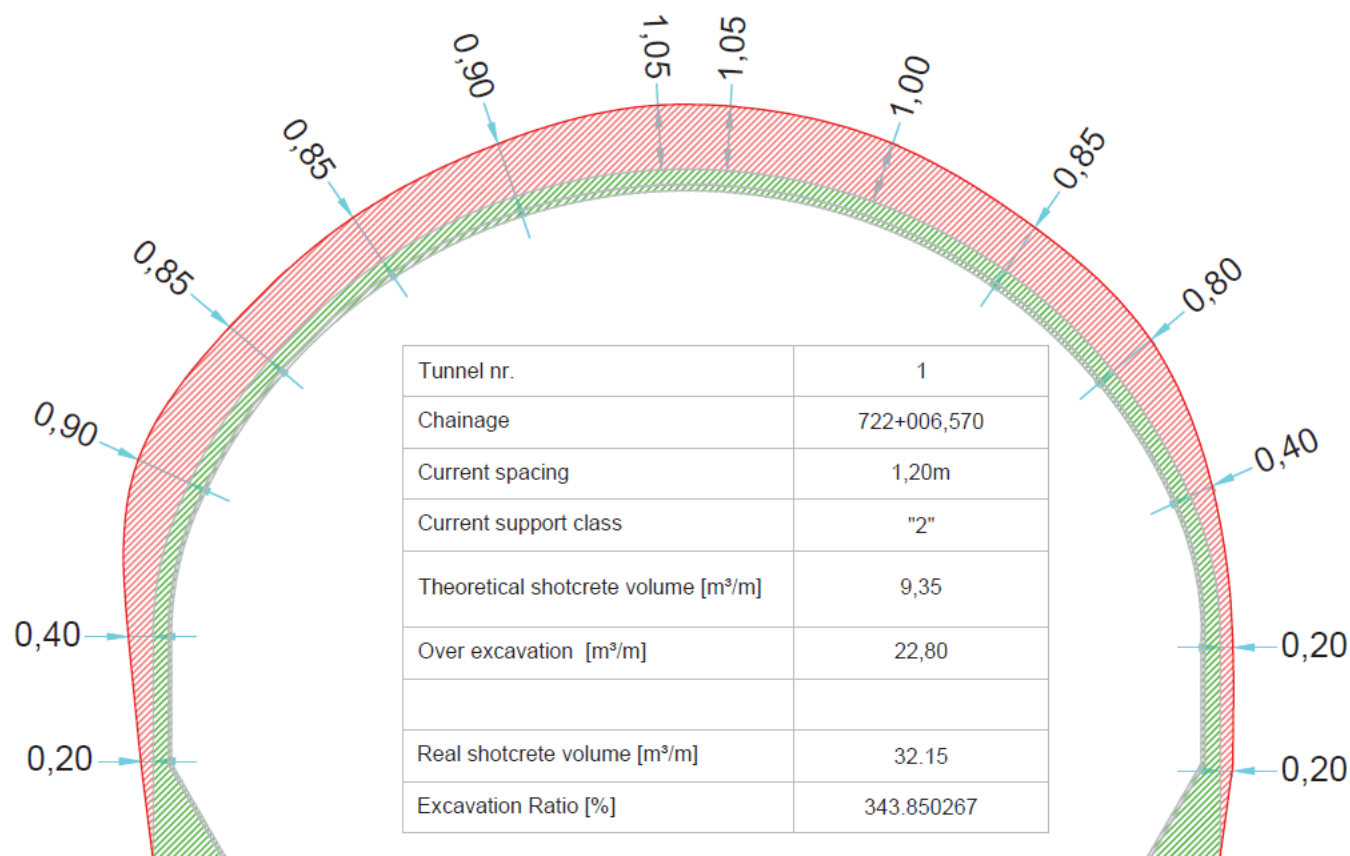
-  Beton cementowy C35/45, dyblowana i kotwiona
-  Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym C8/10
-  Mieszanka niezwiązana o CBR $\geq 60\%$
-  Kruszywo
-  Beton cementowy C35/45
-  Beton cementowy C15/20
-  Dodatkowa warstwa przeciwpodłazowa



-  Beton cementowy C35/45, dyblowana i kotwiona
-  Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym C8/10
-  Mieszanka niezwiązana o CBR $\geq 60\%$
-  Kruszywo
-  Beton cementowy C35/45
-  Beton cementowy C15/20
-  Dodatkowa warstwa przeciwpodłazowa



Nadwyłomy (Overexcavations)



Nadwyłom, czy też strefa nadwyłomu jest to wielkość która **reprezentuje strefę poza minimalnym konturem projektowanego tunelu** w której elementy skały w postaci bloków lub płyt skalnych odrywają się od skały macierzystej.

Jest to miara różnicy między „zaprojektowanym kształtem tunelu” a „wykonanym kształtem tunelu” (Verma i in., 2016).

Nadwyłomy i Obwały

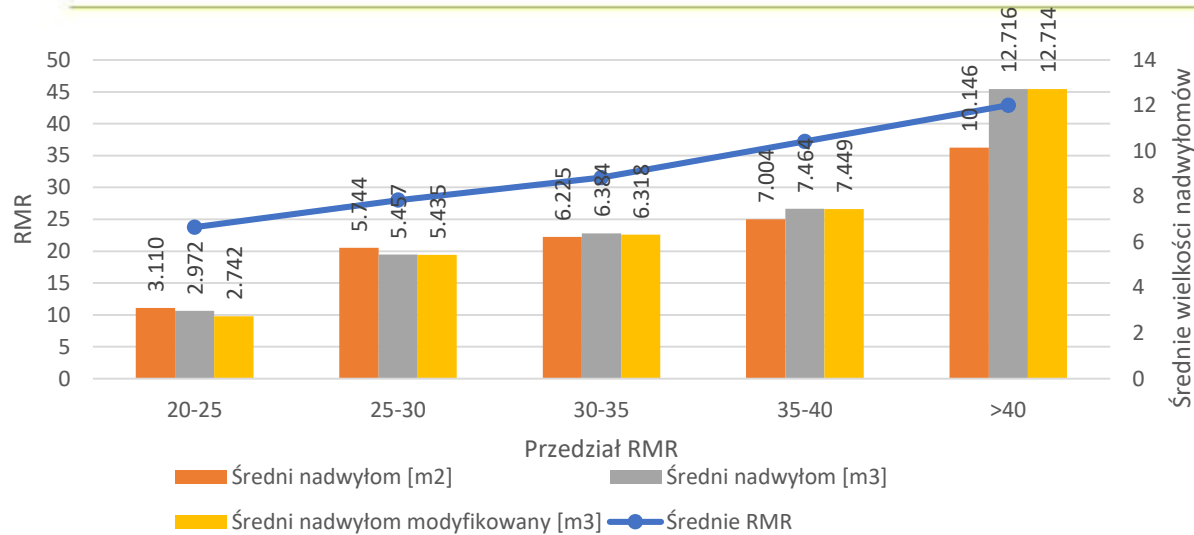




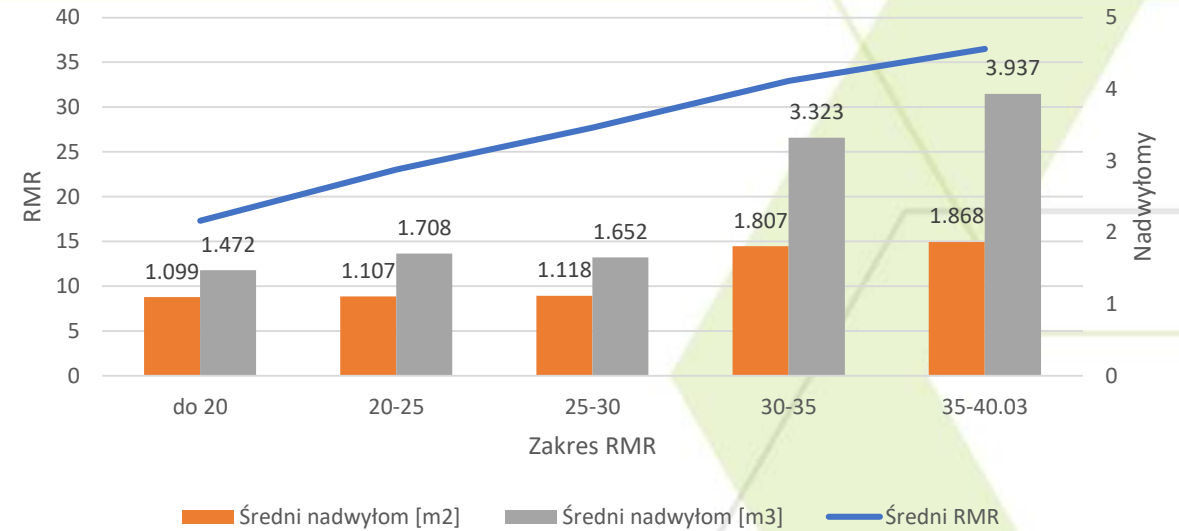
WILiGZ

Nadwyżki i Obwały

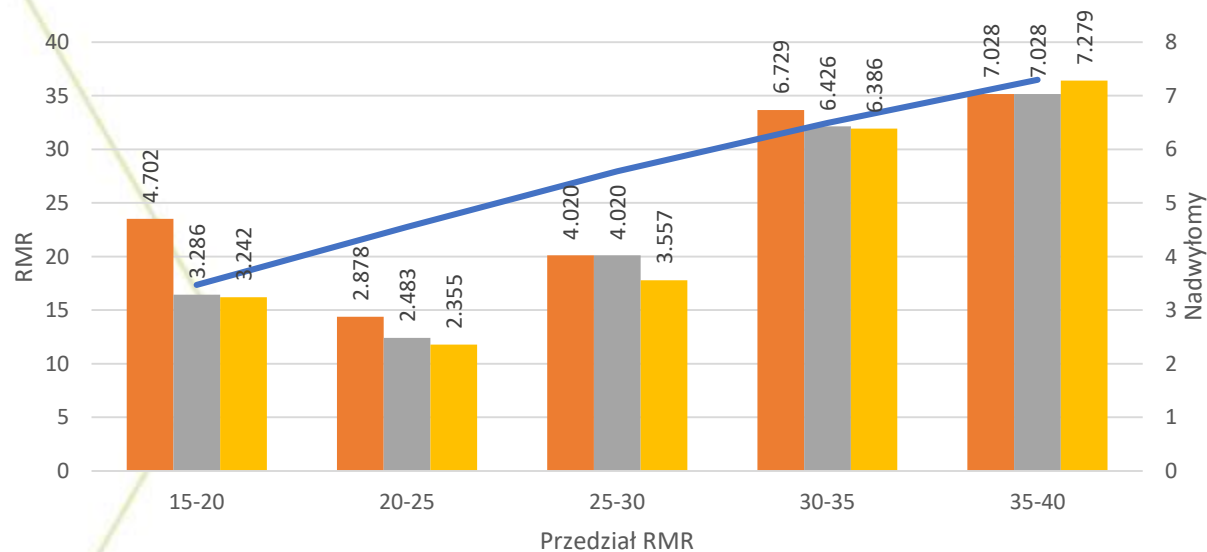
Zestawienie nadwyżek w odniesieniu do RMR



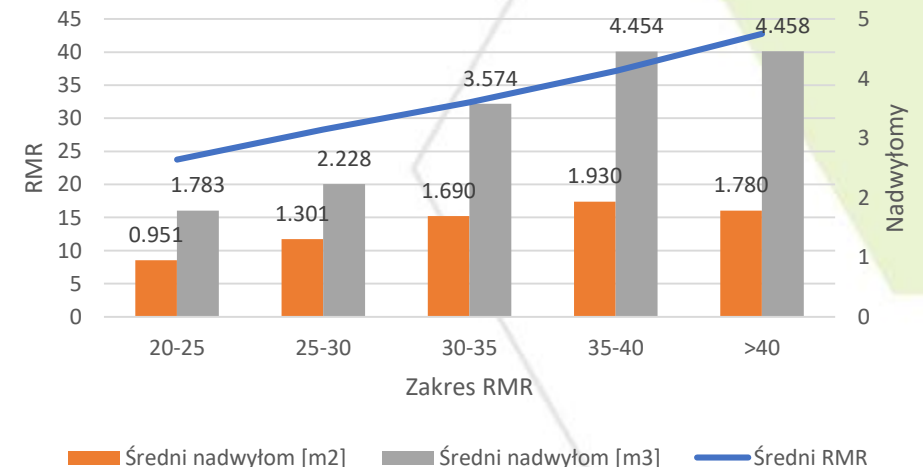
Zestawienie nadwyżek w odniesieniu do RMR



Zestawienie nadwyżek w odniesieniu do RMR



Zestawienie nadwyżek w odniesieniu do RMR



Pb versus Pgg

- **I linia w metra** w Warszawie (OUG W-wa)
- kolektor ścieków tunel „**Czajka**” pod dnem Wisły (poza nadzorem OUG w W-wie),
- **II linia metra** w Warszawie odcinek centralny, zachodni i wschodni (OUG W-wa)
- tunel drogowy pod dnem „**Martwej Wisły**” w Gdańsku (poza nadzorem OUG w Poznaniu)
- tunel drogowy Mały Luboń w ciągu drogi ekspresowej **S7 „Zakopianka”** (OUG Kraków)
- tunel drogowy pod **Świną** w Świnoujściu (poza nadzorem OUG w Poznaniu)
- tunel drogowy TS 26 w ciągu drogi ekspresowej **S3 „Bolków”** (OUG Wrocław)
- tunele **kolejowe w Łodzi** (poza nadzorem OUG w Poznaniu)
- tunel drogowy Tunel **Węgierska Górka** Milówka w ciągu drogi ekspresowej S1 (OUG Kraków, obecnie OUG Rybnik)
- *tunel drogowy T1 na trasie S19 (OUG Krosno – TBM drąży...)*
- *Kraków - Myślenice- 22 km linii kolejowej - 2 tunele,*
- *Podłęże - Piekietko - 11 tuneli o łącznej długości 12 km,*
- *Chabówka - Nowy Sącz - 2 tunele o łącznej długości 5.8 km*



USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze

Art. 2. 1. Przepisy ustawy, z wyjątkiem działu III, stosuje się odpowiednio do:

- 1) budowy, rozbudowy oraz utrzymywania systemów odwadniania zlikwidowanych zakładów górniczych;
- 2) robót prowadzonych w wyrobiskach zlikwidowanych podziemnych zakładów górniczych w celach innych niż określone ustawą, w szczególności turystycznych, leczniczych i rekreacyjnych;
- 3) robót podziemnych prowadzonych w celach naukowych, badawczych, doświadczalnych i szkoleniowych na potrzeby geologii i górnictwa;
- 4) drążenia tuneli z zastosowaniem techniki górniczej;
- 5) likwidacji obiektów, urządzeń oraz instalacji, o których mowa w pkt 1–4.

USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze

NOWELIZACJA USTAWY PRAWO GEOLOGICZNE I GÓRNICZE

1 września 2023 r.
Prezydent RP Andrzej Duda
podpisał ustawę o zmianie
ustawy – Prawo
geologiczne i górnicze (Pgg)

pkt 4 otrzymuje brzmienie:
„4) drążenia tuneli;”;

Art. 2. 1. Przepisy ustawy, z wyjątkiem działu III, stosuje się odpowiednio do:

- 1) budowy, rozbudowy oraz utrzymywania systemów odwadniania zlikwidowanych zakładów górniczych;
- 2) robót prowadzonych w wyrobiskach zlikwidowanych podziemnych zakładów górniczych w celach innych niż określone ustawą, w szczególności turystycznych, leczniczych i rekreacyjnych;
- 3) robót podziemnych prowadzonych w celach naukowych, badawczych, doświadczalnych i szkoleniowych na potrzeby geologii i górnictwa;
- 4) **drążenia tuneli** ~~z zastosowaniem techniki górniczej;~~
- 5) likwidacji obiektów, urządzeń oraz instalacji, o których mowa w pkt 1–4.

Ustawa wejdzie w życie po upływie 30 dni od dnia ogłoszenia, z wyjątkiem niektórych przepisów, dla których ustawa przewiduje późniejszy ich termin wejścia w życie.

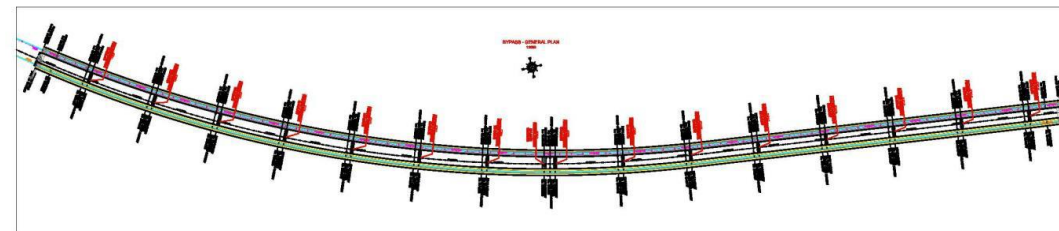
Załącznik do obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej
Polskiej z dnia 27 stycznia 2023 r. (Dz. U. poz. 633)

Tunel T-1 na trasie S19

Tunel T1 (Rzeszów-Babica) to tunel dwunawowy:

T-1.1 – o długości ok. 2263 m,

T-1.2 – o długości ok. 2243 m.



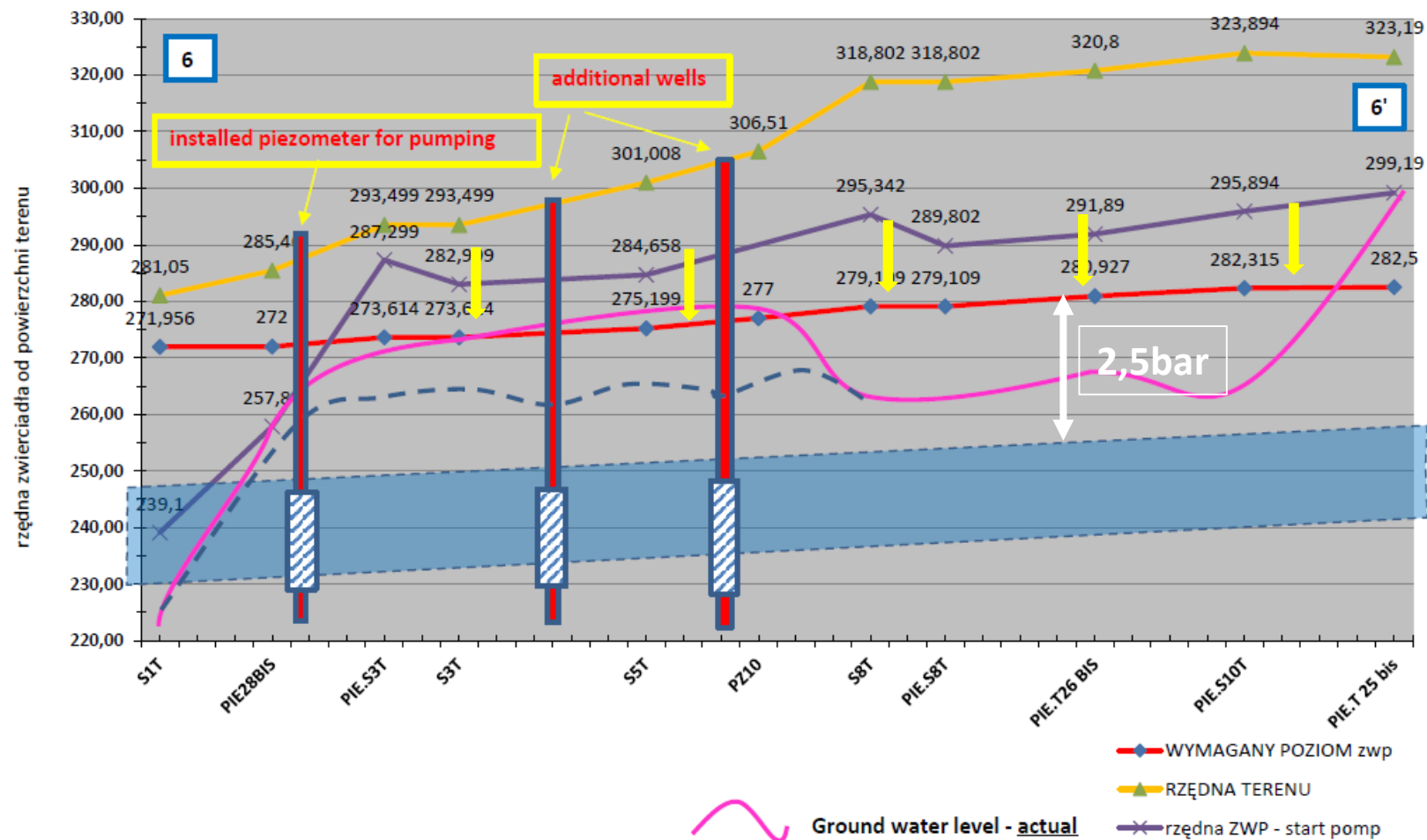
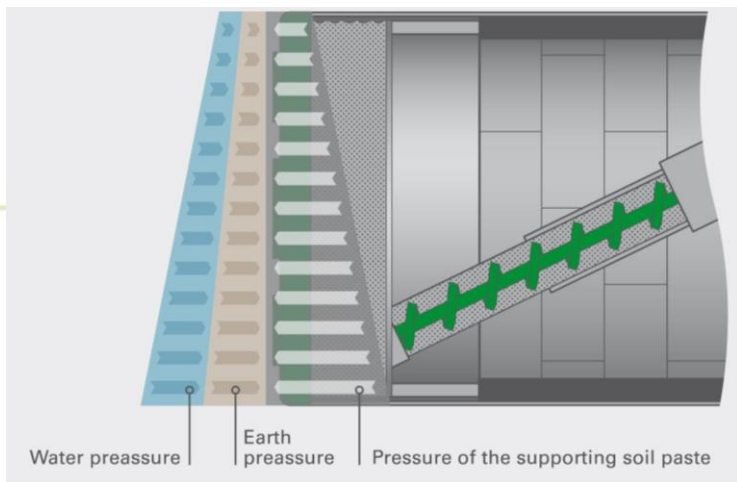
Średnica - **15,16 metra**

Masa całkowita - **4367 ton**

Dzienne zużycie energii
elektrycznej - **87 MWh**

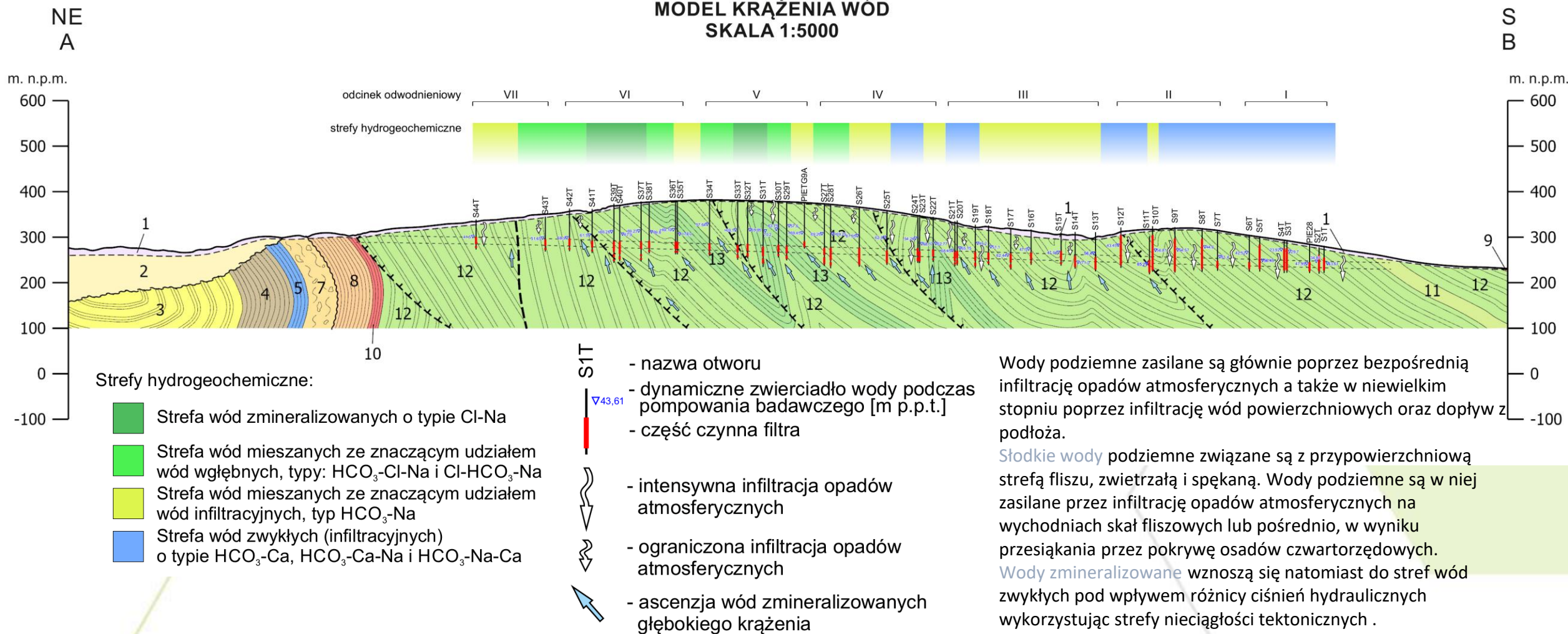


Tunel T-1 na trasie S19



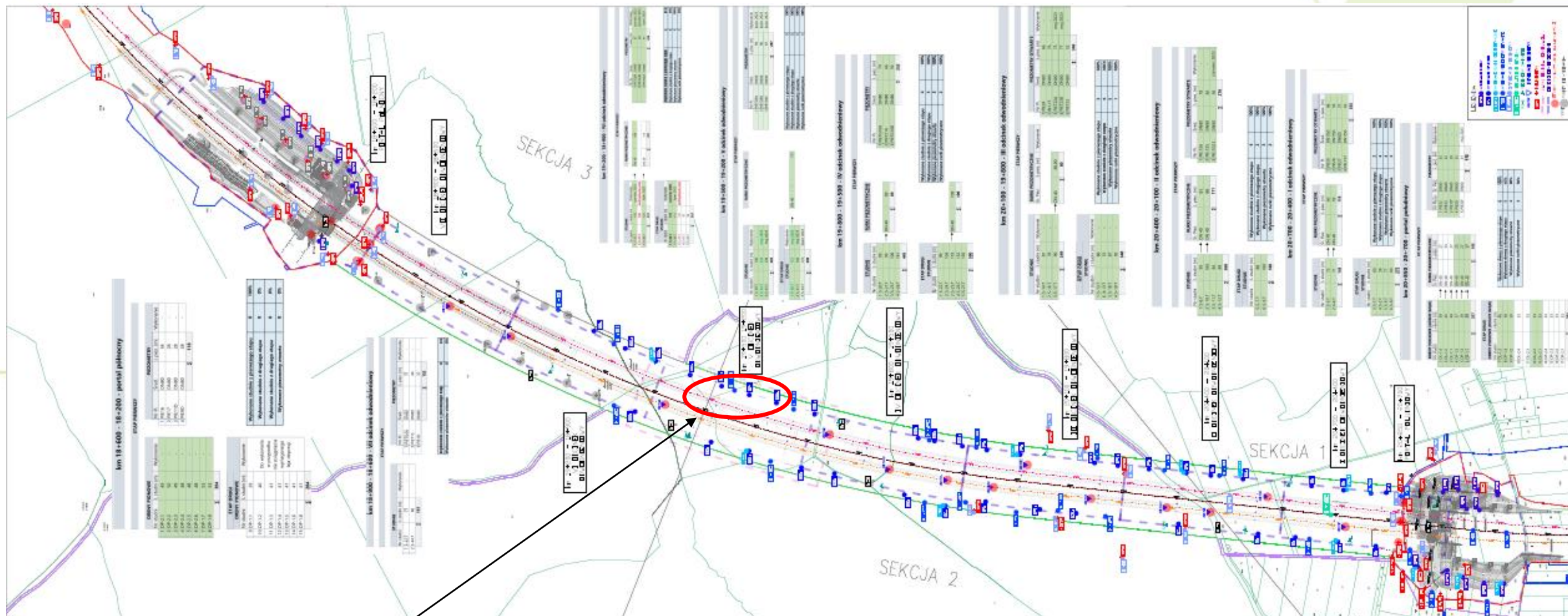
WYNIKI BADAŃ

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY MODEL KRAŻENIA WÓD SKALA 1:5000



- **21 lipca 2023 (piątek)** podczas prowadzenia próbnych pompowań zespołowych V odcinka odwodnieniowego które rozpoczęły się w dniu 20 lipca 2023 roku stwierdzono, że z otworów studziennych trakcie prowadzenia prac ulatnia się na powierzchnię gaz (przypuszczalnie metan) opisywane zjawisko zaobserwowano w 2 otworach:
 - **S-29T** - 130 m głębokości przy rzędnej istniejącego terenu 377.76 m n.p.m.,
 - **S-33T** - 129 m głębokości przy rzędnej istniejącego terenu 380.00 m n.p.m.
- **24 lipca 2023 (poniedziałek)** podczas inspekcji w terenie potwierdzono występowanie metanu eksplozometrem w obrębie studni S-33T.
 - W celu wykonania badań na linii tworzącej wodę zamontowano separator gazowy w celu określenia wykładnika gazowego i umożliwienia poboru próby gazu towarzyszącego eksploatacji wody.
 - **Średni wykładnik gazowy dla studni S-33T wynosił $0.6366 \text{ [dm}^3_{\text{gazu}} / \text{dm}^3_{\text{wody}}]$**

Tunel T-1 na trasie S19



S-29T (130 m); S-33T (129 m)

Tunel T-1 na trasie S19 – wykrycie gazu

- Sierpień 2023** Wynik badań składu molekularnego gazu wraz ze związkami siarki (INIG PIB w Krakowie)

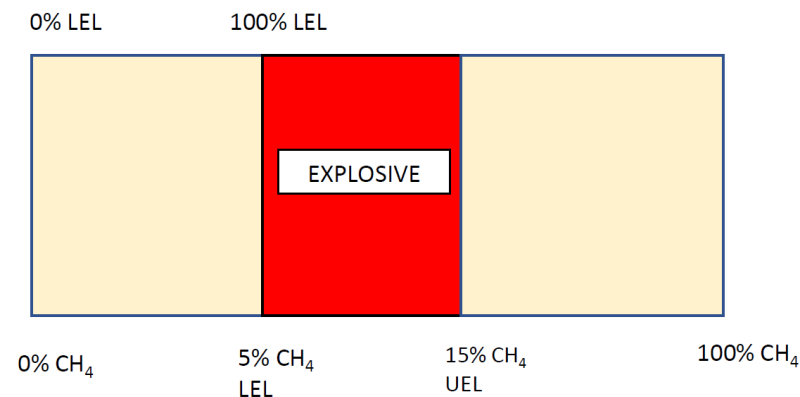
Skład chemiczny	w próbce	w czystym gazie (bez powietrza)			Metoda oznaczenia
	% obj	% obj	% molowy	g/m ³	
CH₄	79,97438	91,59426	91,58965	657,095	Metoda chromatografii gazowej (GC FID1, FID2, TCD)
C ₂ H ₆	1,26220	1,44559	1,45662	19,587	
C ₃ H ₈	0,21358	0,24461	0,24927	4,916	
i-C ₄ H ₁₀	0,00489	0,00560	0,00583	0,152	
n-C ₄ H ₁₀	0,00176	0,00202	0,00210	0,055	
neo-C ₅ H ₁₂	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
i-C ₅ H ₁₂	0,00038	0,00044	0,00046	0,015	
n-C ₅ H ₁₂	0,00009	0,00010	0,00011	0,004	
suma C ₆	0,00020	0,00023	0,00026	0,010	
suma C ₇	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
suma C ₈	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
suma C ₉	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
suma C ₁₀	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
CO ₂	0,24082	0,27581	0,27699	5,451	
N ₂	15,57651	6,36261	6,35020	79,552	
O ₂	2,66518	0,00000	0,00000	0,000	
CO	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	Metoda chromatografii gazowej (GC FPD)
He	0,06000	0,06872	0,06852	0,123	
H ₂	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
H ₂ S	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
CH ₃ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
C ₂ H ₅ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
(CH ₃) ₂ S	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
i-C ₃ H ₇ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
n-C ₃ H ₇ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
i-C ₄ H ₉ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
n-C ₄ H ₉ SH	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	
Razem	100,00000	100,00000	100,00000	766,958	

METAN (CH₄)

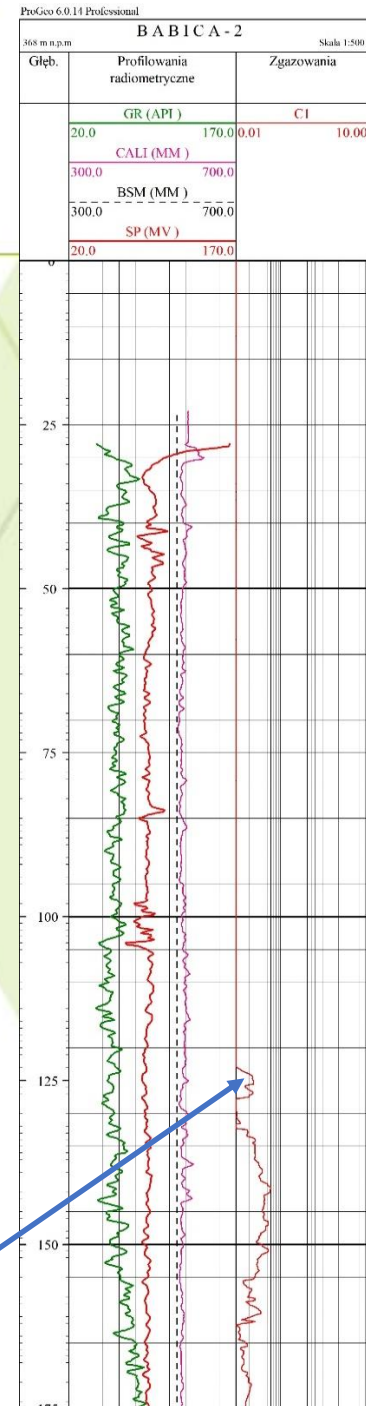
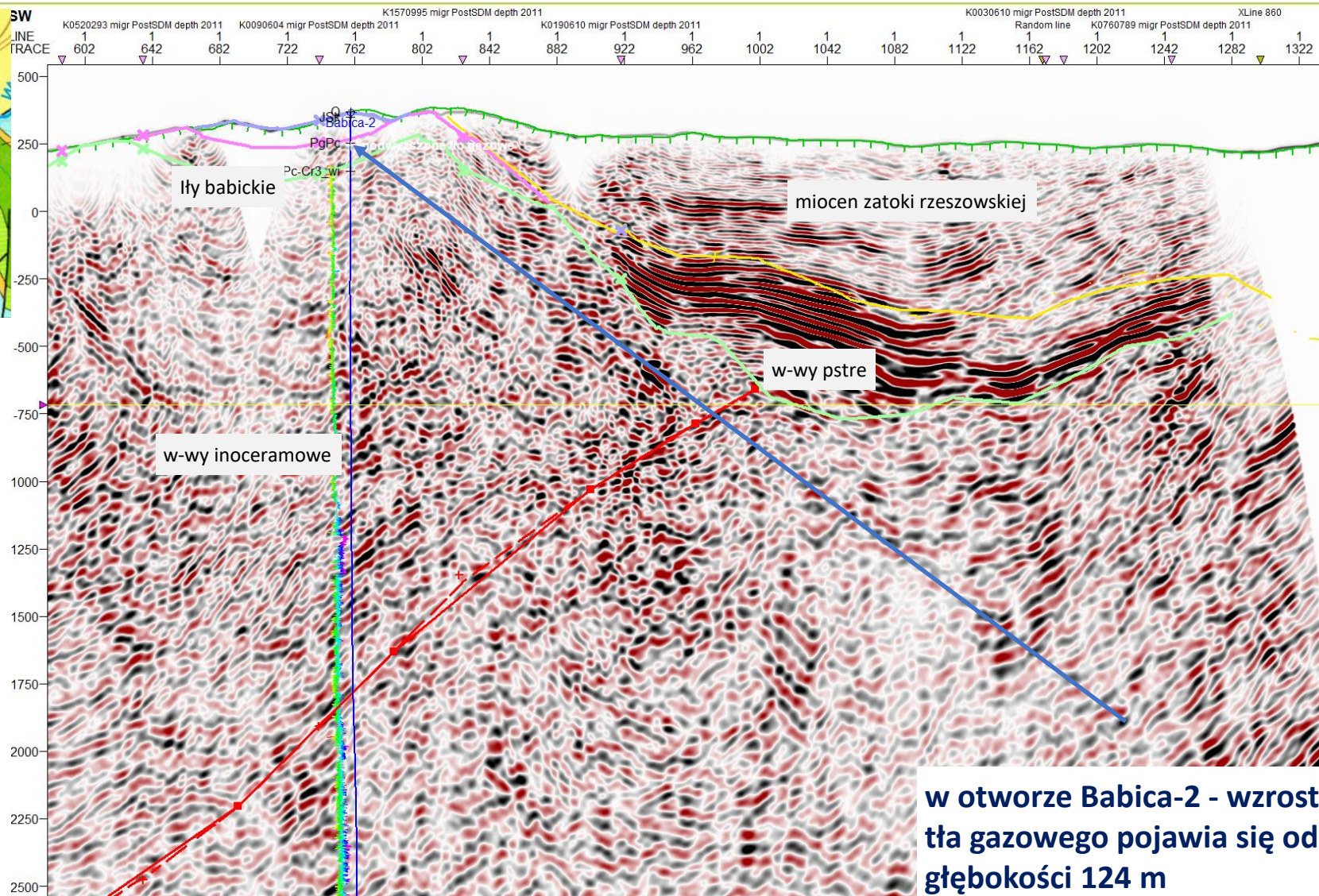
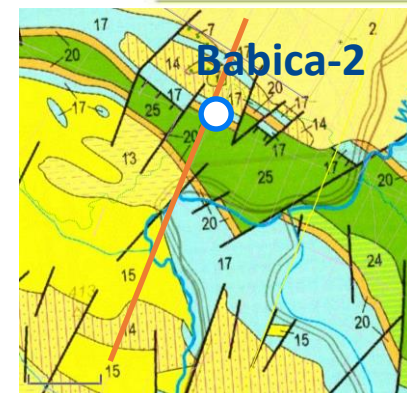
- jest gazem palnym, wybuchowym, obojętnym wobec procesu oddychania (bezbardwy, bez zapachu i smaku).
- jest to gaz. Jest on znacznie lżejszy od powietrza, jego gęstość wynosi 0,71 kg/m³ a gęstość względem powietrza wynosi 0,55, gromadzi się w górnych częściach [pomieszczeń lub wprost pod stropem.
- jest efektem uwęglania materiału organicznego w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury, bez dostępu tlenu.
- Metan jest gazem palnym i zmieszany w odpowiednim stosunku z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową.
- W powietrzu o zawartości metanu mniejszej od dolnej granicy wybuchowości, metan spala się tylko w bezpośrednim sąsiedztwie płomienia.
- Najsilniejszy wybuch następuje przy zawartości metanu w powietrzu wynoszącej 9,5%.
- Podczas wybuchu metanu powstaje znaczne ciśnienie gazów, dochodzące do 1MPa i temperatura około 2600°C. Po wybuchu następuje raptowne oziębienie i skurczenie gazów, co powoduje silną wsteczną falę uderzeniową. Takich fal uderzeniowych może być nawet nieraz kilka.

Górna granica wybuchowości (GGW [ang.: UEL])

Dolna granica wybuchowości (DGW [ang. LEL]) |

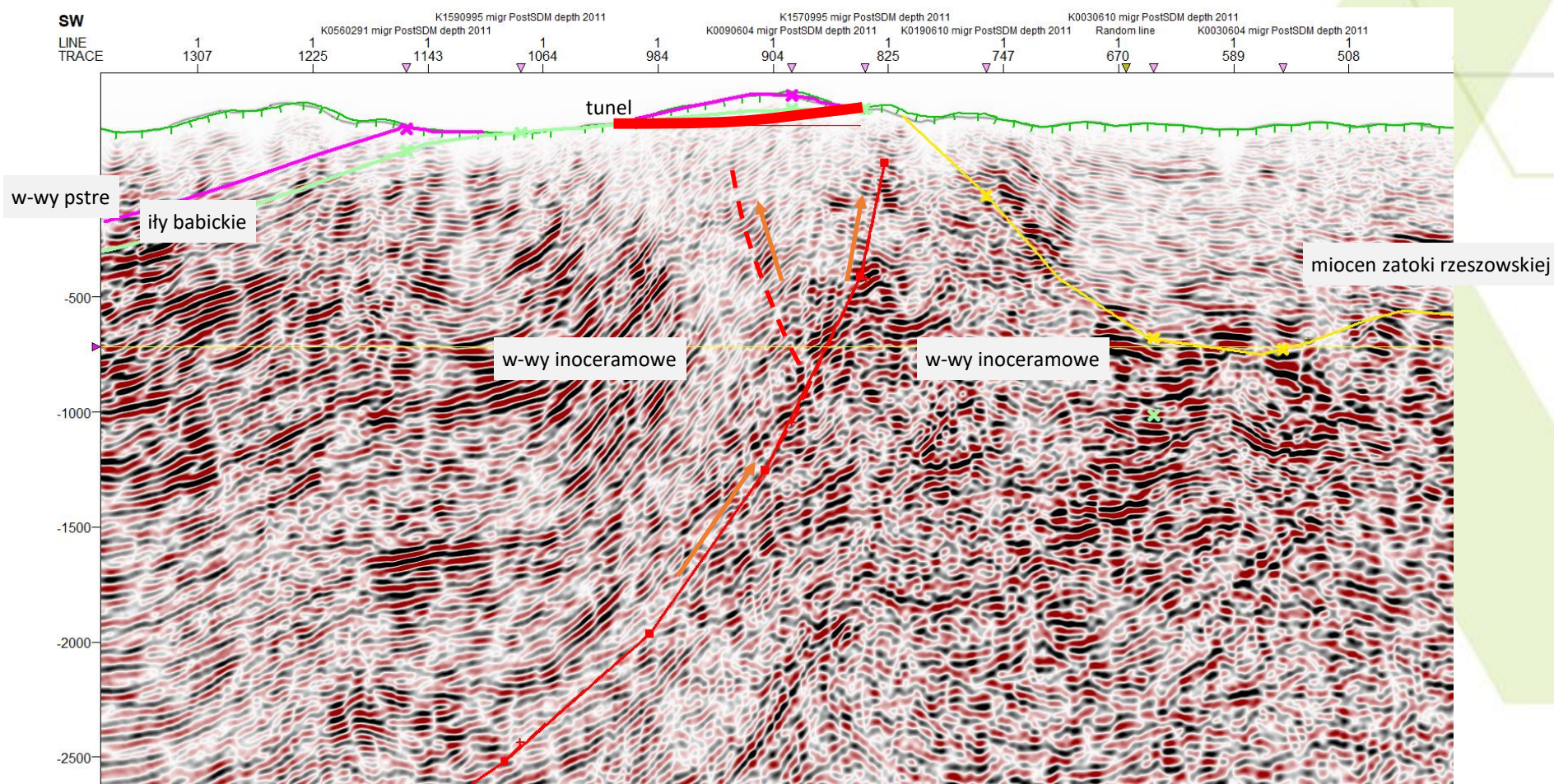


Tunel T-1 na trasie S19 – metan - geneza



Tunel T-1 na trasie S19 – metan – geneza

możliwa jest też migracja węglowodorów z warstw głębszych wzdłuż powierzchni nasunięcia w w-wach inoceramowych
(badanie izotopowe gazów w celu określenia genezy)

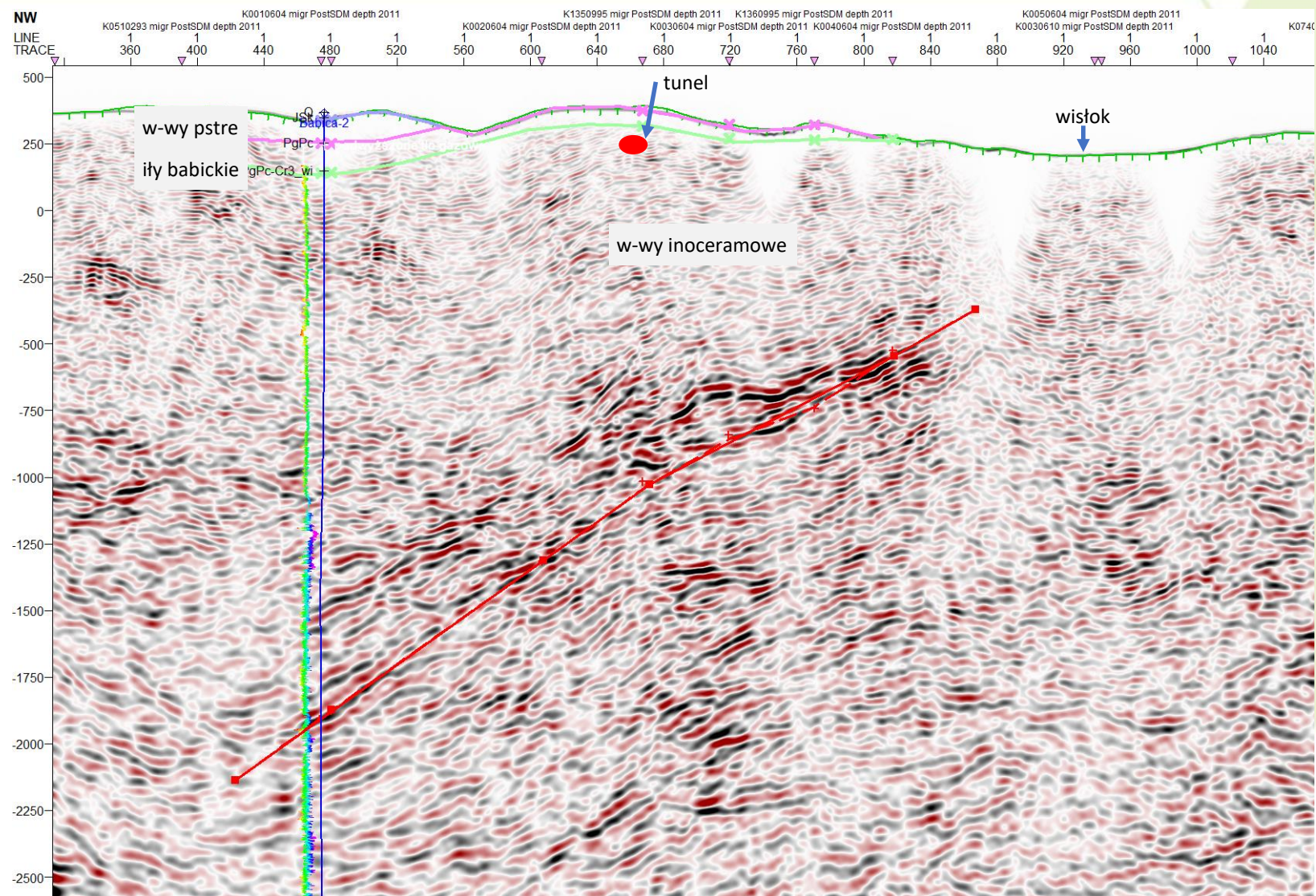


→ - możliwy kierunek migracji węglowodorów

Tunel T-1 na trasie S19 – metan – geneza



T-2
T-3



USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze

Art. 118.

1. Złoża, pokłady, wyrobiska, ich części oraz inne przestrzenie w zakładach górniczych, w których występują następujące **zagrożenia naturalne: tąpniętami, metanowe, wyrzutami gazów i skał, wybuchem pyłu węglowego, klimatyczne, wodne, osuwiskowe, erupcyjne, siarkowodorowe, substancjami promieniotwórczymi**, podlegają zaliczeniu do poszczególnych stopni, kategorii lub klas zagrożeń, według kryteriów określonych w przepisach wydanych na podstawie ust. 4.
2. Zaliczeń, o których mowa w ust. 1, dokonuje kierownik ruchu zakładu górniczego w oparciu o dokumentację określoną w przepisach wydanych na podstawie ust. 4, niezwłocznie po stwierdzeniu okoliczności określonych w tych przepisach, uzasadniających zaliczenie do danego stopnia, kategorii lub klasy zagrożenia.
3. W przypadkach określonych w przepisach wydanych na podstawie ust. 4 zaliczeń, o których mowa w ust. 1, dokonuje się także w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych przez rzeczoznawcę do spraw ruchu zakładu górniczego oraz opinię tego rzeczoznawcy.
4. **Minister właściwy do spraw środowiska w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw klimatu określi, w drodze rozporządzenia:**
 - 1) **kryteria oceny zagrożeń naturalnych, o których mowa w ust. 1, zależnie od rodzaju kopaliny, natężenia zagrożeń, przestrzeni występowania zagrożeń oraz rodzaju zakładu górniczego,**
 - 2) dokumentację, w oparciu o którą dokonuje się zaliczeń, o których mowa w ust. 1, inną niż wymieniona w ust. 3,
 - 3) przypadki, w których zaliczeń, o których mowa w ust. 1, dokonuje się także w oparciu o dokumentację, o której mowa w ust. 3 – kierując się potrzebą zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpieczeństwa powszechnego oraz bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego.

Załącznik do obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej
Polskiej z dnia 27 stycznia 2023 r. (Dz. U. poz. 633)

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych

§ 1. Rozporządzenie określa:

1) kryteria oceny zagrożeń naturalnych:

- a) tąpnięciami,
- b) metanowego,**
- c) wyrzutami gazów i skał,
- d) wybuchem pyłu węglowego,
- e) klimatycznego,
- f) wodnego,**
- g) osuwiskowego,
- h) erupcyjnego,
- i) siarkowodorowego,
- j) substancjami promieniotwórczymi

– zależnie od rodzaju kopaliny, natężenia zagrożeń, przestrzeni występowania zagrożeń oraz rodzaju zakładu górniczego;

2) dokumentację, w oparciu o którą dokonuje się **zaliczeń złóż, pokładów, wyrobisk górniczych, zwanych dalej „wyrobiskami”, ich części oraz innych przestrzeni w zakładach górniczych**, w których występują zagrożenia naturalne wymienione w pkt 1, do poszczególnych stopni, kategorii lub klas zagrożeń, inną niż wyniki badań przeprowadzonych przez rzeczoznawcę do spraw ruchu zakładu górniczego, zwanego dalej „rzeczoznawcą”, oraz opinia tego rzeczoznawcy;

3) przypadki, w których zaliczeń, o których mowa w pkt 2, dokonuje się także w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych przez rzeczoznawcę oraz opinię tego rzeczoznawcy.

Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 28 lipca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych
Dz.U. 2021 poz. 1617

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych

§ 8.

1. W podziemnych zakładach górniczych **wydobywających węgiel kamienny ustala się cztery kategorie zagrożenia metanowego.**
2. Udostępniony pokład lub jego część jest przestrzenią, która w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny podlega zaliczeniu do jednej z czterech kategorii zagrożenia metanowego.
3. Do **I kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępniony pokład lub jego część, jeżeli objętościowa ilość metanu pochodzenia naturalnego zawarta w jednostce wagowej w głębi calizny węglowej, zwana dalej „metanonośnością”, wynosi **od 0,1 do 2,5 m³/Mg** w przeliczeniu na czystą substancję węglową.
4. Do **II kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępniony pokład lub jego część, jeżeli metanonośność jest większa niż **2,5 m³/Mg**, **lecz nie jest większa niż 4,5 m³/Mg** w przeliczeniu na czystą substancję węglową.
5. Do **III kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępniony pokład lub jego część, jeżeli metanonośność jest większa niż **4,5 m³/Mg**, **lecz nie jest większa niż 8 m³/Mg** w przeliczeniu na czystą substancję węglową.
6. Do **IV kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępniony pokład lub jego część, jeżeli metanonośność jest większa niż **8 m³/Mg** w przeliczeniu na czystą substancję węglową lub zaistniał nagły wypływ metanu albo wyrzut metanu i skał.

Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 28 lipca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych
Dz.U. 2021 poz. 1617

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych

§ 9.

1. W podziemnych zakładach górniczych wydobywających **rudę metali nieżelaznych ustala się dwie kategorie** zagrożenia metanowego.
2. Udostępnione złoża lub jego część jest przestrzenią, która w podziemnych zakładach górniczych wydobywających rudę metali nieżelaznych podlega zaliczeniu do jednej z dwóch kategorii zagrożenia metanowego.
3. Do **I kategorii zagrożenia** metanowego zalicza się udostępnione złoża lub jego część, jeżeli w powietrzu stwierdzono występowanie metanu o zawartości **większej niż 0,5%**.
4. Do **II kategorii zagrożenia** metanowego zalicza się udostępnione złoża lub jego część, jeżeli istnieje możliwość **wzmoczonego wydzielania lub nagłego wypływu** metanu z górotworu lub z wody dopływającej do wyrobisk lub ich części.
5. Podczas zaliczania udostępnionego złoża lub jego części do odpowiednich kategorii zagrożenia metanowego uwzględnia się wyniki badań zagrożenia metanowego w sąsiednich zakładach górniczych.
6. W przypadku stwierdzenia występowania metanu w części udostępnionego złoża złoża to, w granicach obszaru górniczego lub tej części złoża, w której są planowane albo prowadzone roboty górnicze, zalicza się do tej samej kategorii zagrożenia metanowego według kryteriów określonych w ust. 3 i 4.

Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 28 lipca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych
Dz.U. 2021 poz. 1617

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych

§ 10.

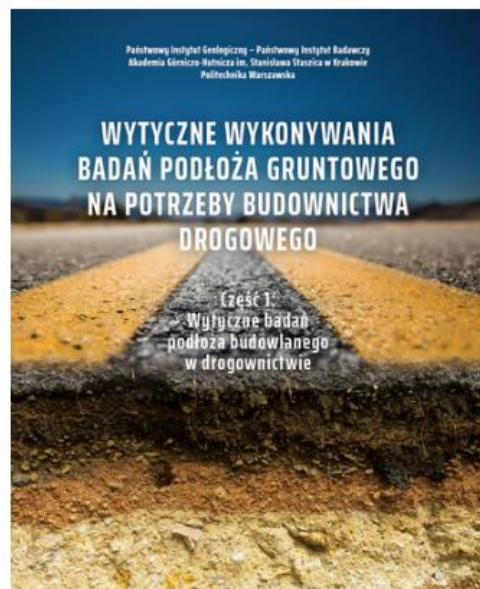
1. W podziemnych zakładach górniczych wydobywających **sól ustala się dwie kategorie zagrożenia metanowego.**
2. Udostępnione złoża lub jego część jest przestrzenią, która w podziemnych zakładach górniczych wydobywających sól podlega zaliczeniu do jednej z dwóch kategorii zagrożenia metanowego.
3. Do **I kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępnione złoża lub jego część, jeżeli w powietrzu stwierdzono występowanie metanu albo mieszaniny gazów wybuchowych zawierającej metan **o zawartości większej niż 0,1%.**
4. **Do II kategorii** zagrożenia metanowego zalicza się udostępnione złoża lub jego część, jeżeli zaistniał:
 - 1) **nagły wypływ metanu albo mieszaniny gazów wybuchowych zawierającej metan lub**
 - 2) **wyrzut metanu i skał – w wyniku których zawartość gazów wybuchowych w powietrzu była większa niż 1%.**

Nie ma „kategorii zagrożenia” dla tuneli!

**Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 28 lipca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych
Dz.U. 2021 poz. 1617**

Rozpoznanie warunków podłoża

NOWE WYTYCZNE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWALNEGO NA POTRZEBY BUDOWNICTWA DROGOWEGO WDROŻONE PRZEZ GDDKiA



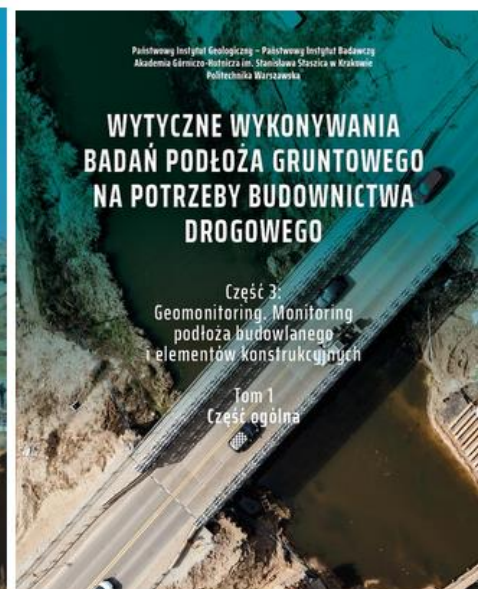
NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE

www.pgi.gov.pl/drogi
rid.agh.edu.pl



NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE

www.pgi.gov.pl/drogi
rid.agh.edu.pl



NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE

www.pgi.gov.pl/drogi
rid.agh.edu.pl



NOWOCZESNE METODY
ROZPOZNANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W DROGOWNICTWIE

www.pgi.gov.pl/drogi
rid.agh.edu.pl

27 czerwca 2019 r. Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad podpisał zarządzenie nr 22 w sprawie wprowadzenia do stosowania w GDDKiA „Wytycznych badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego”.

Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego.

Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie

7. Wytyczne przeprowadzenia oceny masywu skalnego

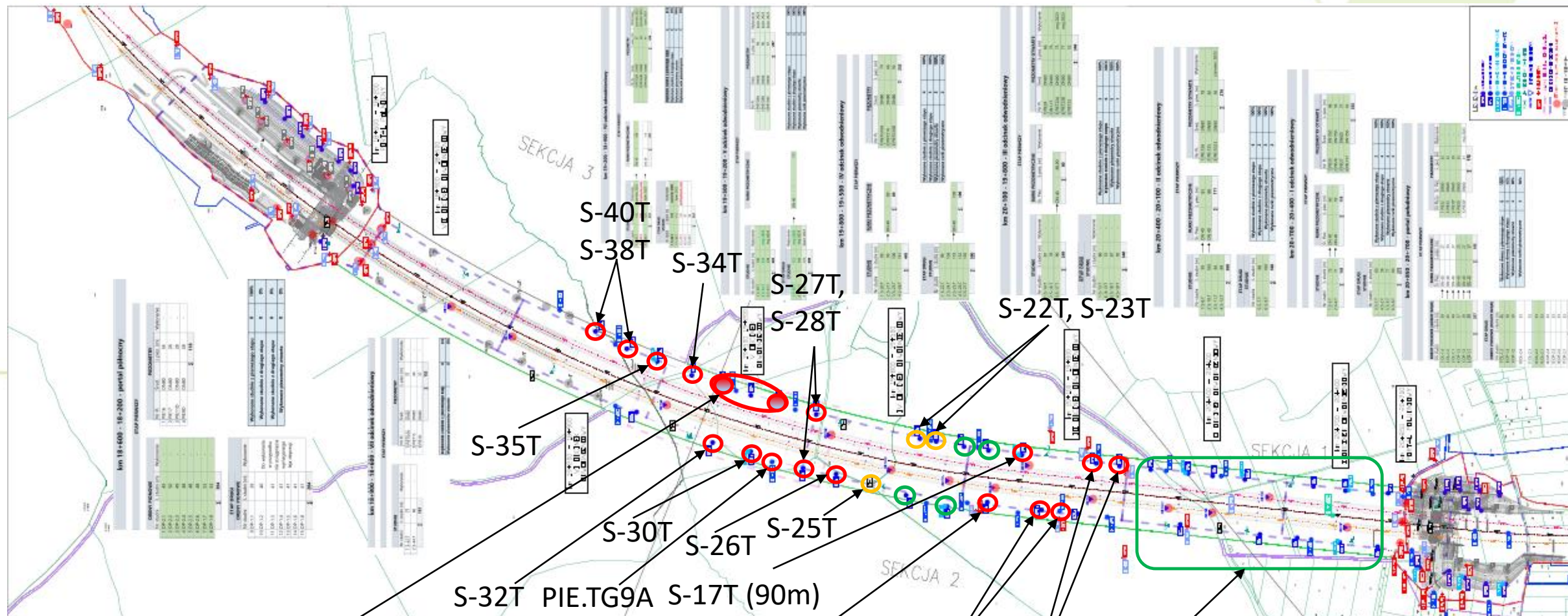
W celu rozpoznania i oceny właściwości masywu skalnego należy określić:

- rodzaj i własności skał budujących masyw:
 - oznaczenie genetyczne i litologiczne rodzaju skały;
 - ciężar właściwy i objętościowy, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, spójność, kąt tarcia wewnętrznego, moduł odkształcenia, moduł Younga, liczba Poissona, porowatość, wodoprzepuszczalność, mrozoodporność, odporność na odspajanie, szczelinowatość i stopień zwietrzenia skały, podatność na wietrzenie po odkryciu, itp.;
- strukturę masywu skalnego (np. warstwowa, łupkowa, masywna, linearna itp.) w zależności od genezy skał go budujących oraz ich wzajemnych relacji w masywie;
- nieciągłości masywu;
- zwietrzenie masywu skalnego;
- przepuszczalność masywu skalnego i charakterystykę wód gruntowych oraz głębiej występujących wód podziemnych (np. próbne pompowanie, test Lugeona);
- własności masywu skalnego (m.in. pierwotny stan naprężenia, wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości, moduł odkształcenia, geofizyczne własności masywów skalnych);
- **prawdopodobieństwo występowania gazów w masywie (rodzaj gazu, ciśnienie gazu, strefy kontaktowe);**
- charakterystykę termiczną masywu skalnego (rozkład temperatury na trasie tunelu).

Wymienione właściwości i cechy masywu skalnego należy określać na podstawie badań polowych i laboratoryjnych.

Weryfikacja i odświeżenie zapisów

Tunel T-1 na trasie S19



- S-40T
- S-38T
- S-34T
- S-27T, S-28T
- S-22T, S-23T
- S-35T
- S-30T
- S-26T
- S-25T
- S-32T
- PIE.TG9A
- S-17T (90m)
- S-29T (130 m); S-33T (129 m)
- S-18T (87m)
- S-15T (72 m)
- S-16T (78 m)
- S-13T (86 m); S-14T (81m)
- S-1T do S-12T (58 m do 100 m)

- **Dodatek do Planu Ruchu Zakładu Wykonującego Roboty Geologiczne**
- *Dodatkiem nr 1 aktualizowane zostały zagadnienia planu ruchu związane z możliwością wystąpienia w ruchu zakładu zagrożeń związanych z obecnością gazu ziemnego (metanu) w trakcie wiercenia otworów oraz pompowania wody*
- *W studniach depresyjnych przewiduje się wykonanie próbných pompowań zarówno indywidualnych każdej studni, trwających min. 24 godz., jak również zespołowych, trwających min. 14 dni.*
- *We wszystkich otworach zostaną przeprowadzone badania pozwalające ocenić potencjalne występowanie gazu.*
- *W otworach, w których stwierdzona zostanie obecność gazu będą prowadzone ciągłe pomiary ilości wypompowanej wody oraz ilości wydzielonego gazu, co pozwoli na określenie i monitorowanie wykładnika gazowego.*
- *Pozostałe otwory, które w trakcie wstępnej oceny nie wykażą obecności gazu, będą monitorowane pod kątem pojawienia się gazu i ewentualnego rozszerzania się strefy jego występowania w trakcie prowadzenia pompowań i obniżania poziomu wód.*
- *Wyniki pomiarów będą wykorzystane do dalszych analiz niezbędnych do określenia zagrożenia metanowego w trakcie prac związanych z drążeniem tunelu.*



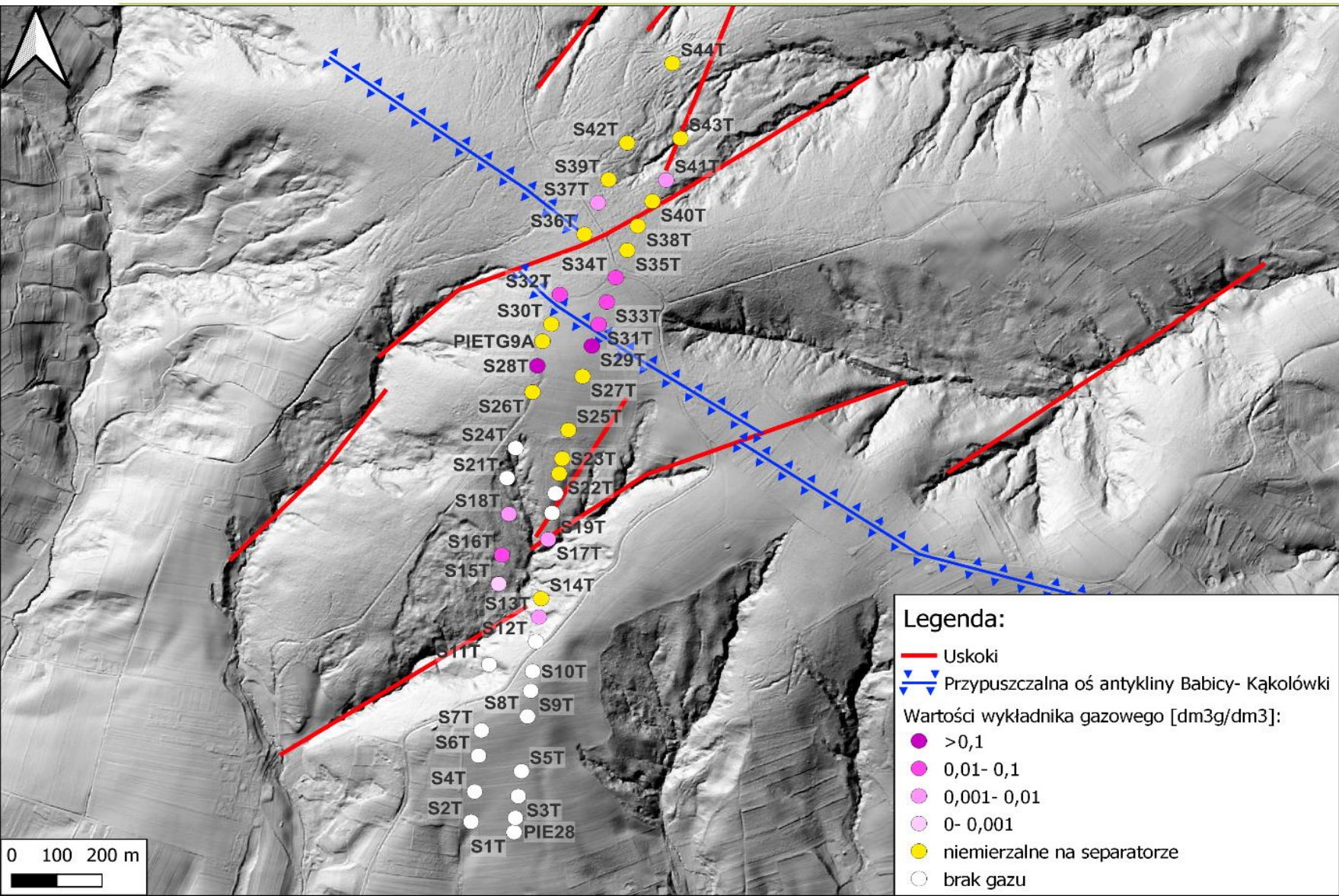
DYREKTOR
OKRĘGOWEGO URZĘDU GÓRNICZEGO
W KROŚNIE

Krosno, dnia 24 sierpnia 2023 r.

KRO.9206.38.2023.RM
L.dz. 24340.08/2023

DECYZJA

Tunel T-1 na trasie S19 – wyniki badań

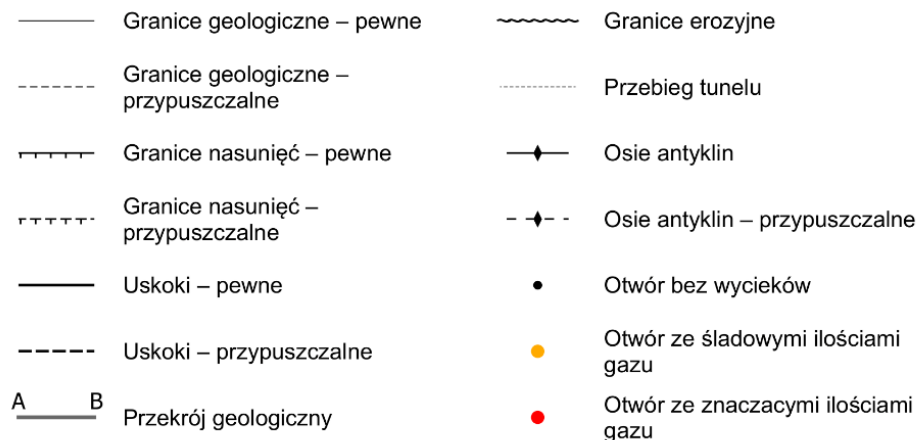
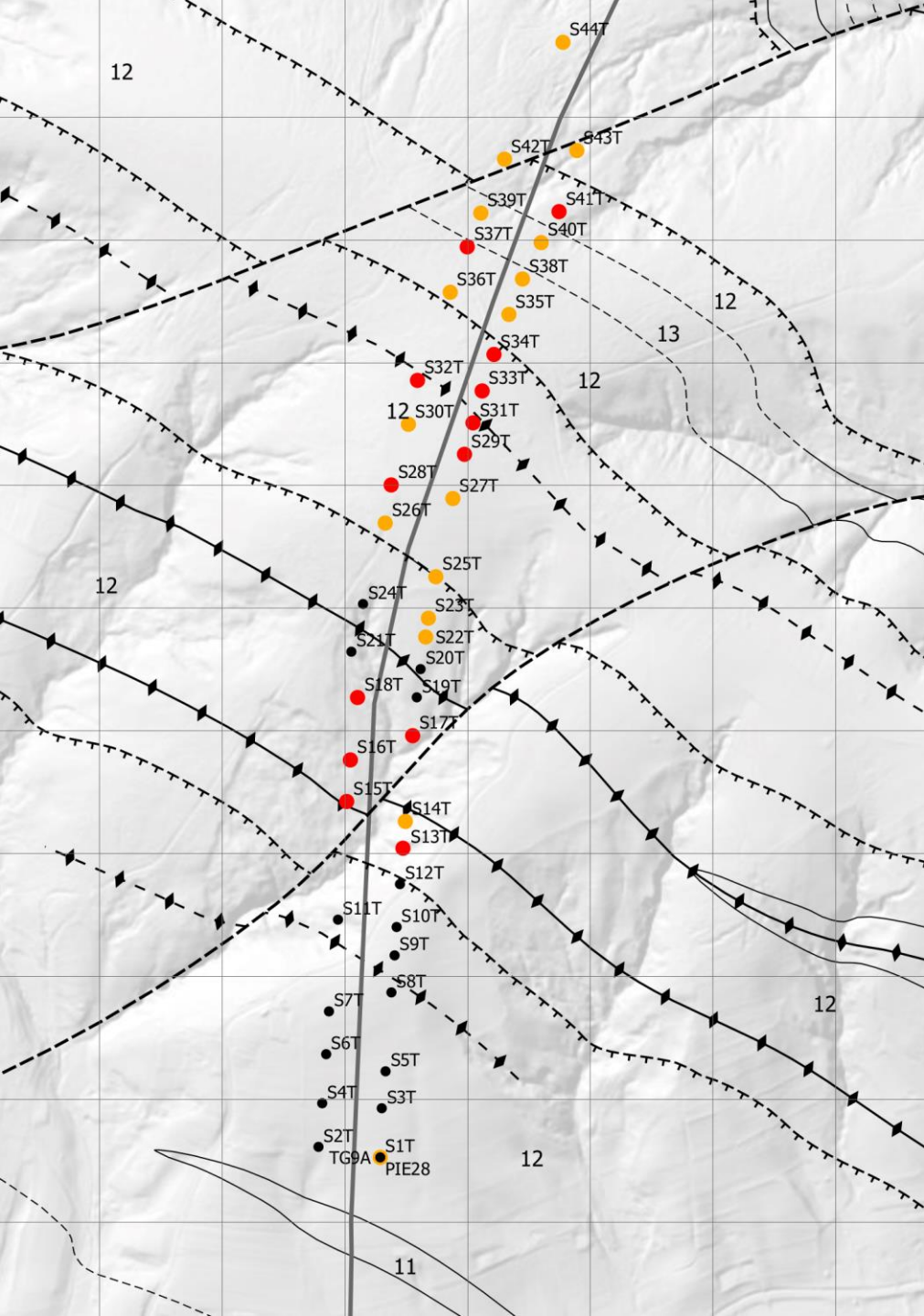


Najwyższe wartości wykładnika gazowego badanych wód są silnie powiązane z obecnością struktur tektonicznych.

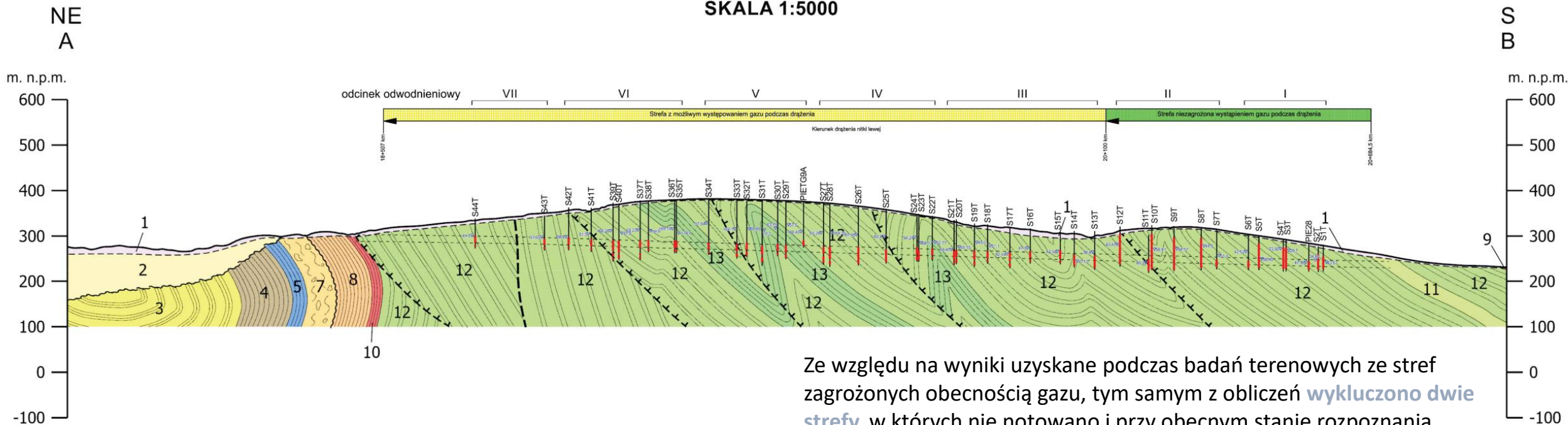
Tunel T-1 na trasie S19 – wyniki badań

Przeprowadzone badania wskazują na system krążenia gazu jako medium wodno-gazowe więc na dalszym etapie należy brać pod uwagę, że gaz znajduje się w reżimie ciśnienia hydrostatycznego na co wskazuje brak ekshalacji w większości przebadanych studni.

W kilku studniach tj. S29T, S37T, S38T i S40T ekshalacje pojawiły się w trakcie pompownia, natomiast w dwóch S31T i S33T ekshalacje przestrzeni są widoczne również w okresie przestoju studni. Wydzielanie się gazu przestrzenią można tłumaczyć zmniejszającą się rozpuszczalnością gazu w skutek obniżania ciśnienia podczas migracji wody z gazem do płytszych stref. Wskutek zintensyfikowanego dopływu wody do otworu mieszanina wodno-gazowa migrując do stref niższych ciśnień w otworze, oddaje składową gazową. Tłumaczy to również obserwowany spadek ilości gazu wydzielającego się na separatorze w trakcie pompowania ww. studni po pojawieniu się ekshalacji przestrzeni.



PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY SKALA 1:5000

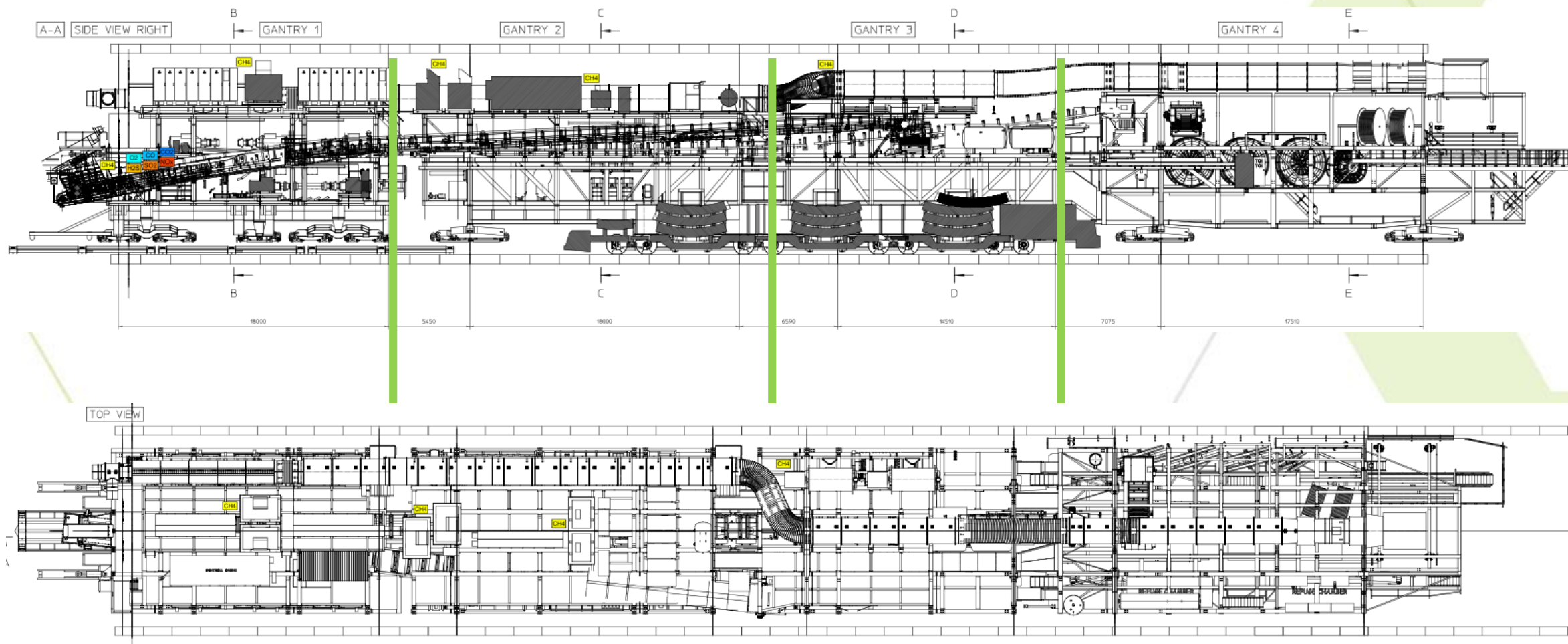


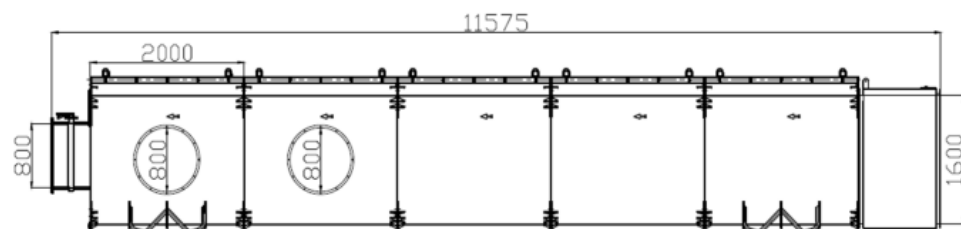
Ze względu na wyniki uzyskane podczas badań terenowych ze stref zagrożonych obecnością gazu, tym samym z obliczeń **wykluczono dwie strefy**, w których nie notowano i przy obecnym stanie rozpoznania wykluczono obecność gazu podczas drażenia tunelu.

Do stref bezpiecznych pod względem zagrożenia gazowego zaliczono strefę od 19+720 km do 19+850 km oraz **od 20+100 km do portalu południowego**.

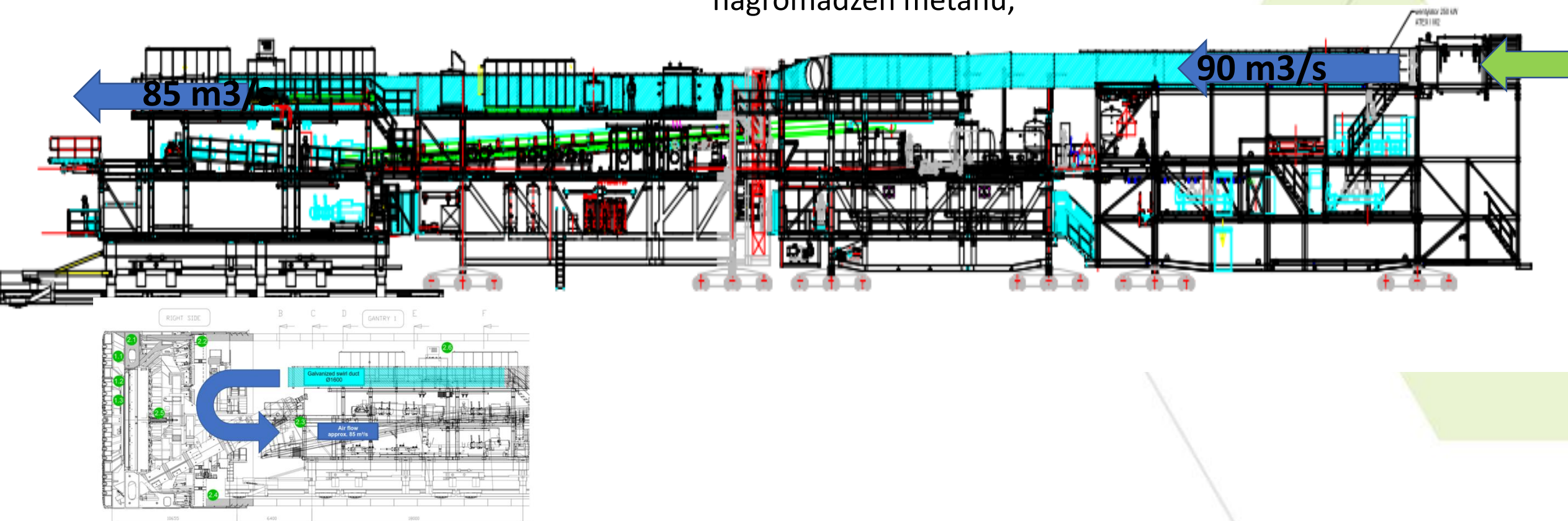
Wyniki opróbowania gazowego w studniach oraz wyniki analiz fizykochemicznych wody wskazują na zupełny brak kontaktu z głębokimi wodami ascenzującymi, z którymi migruje gaz.

Rozmieszczenie czujników metanowych na maszynie TBM

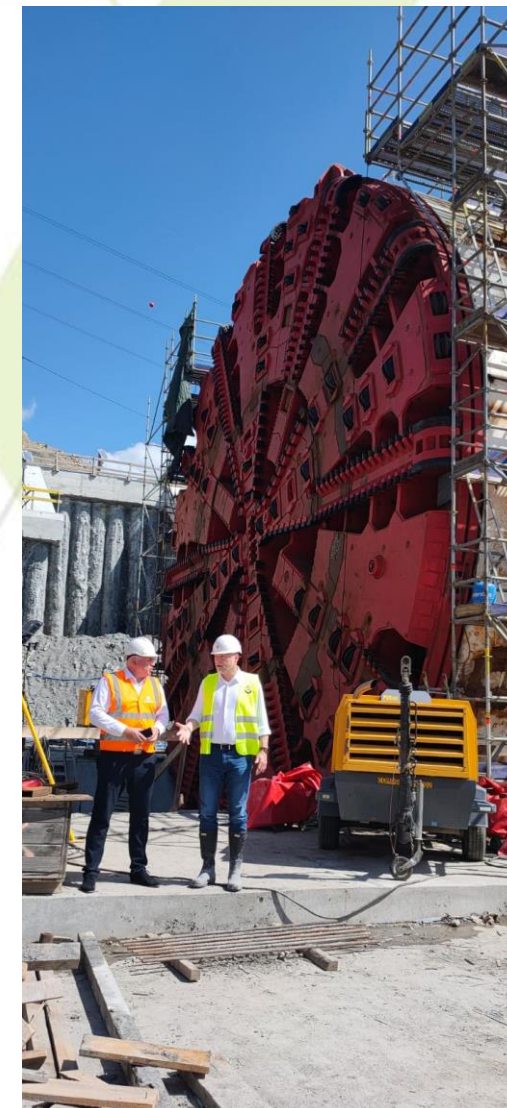




na wylocie z lutniociągu zabudowana będzie lutnia wirowa, która posłuży do sterowania przepływem powietrza w strefie przodka za tarczą maszyny TBM i usuwania przystropowych nagromadzeń metanu,



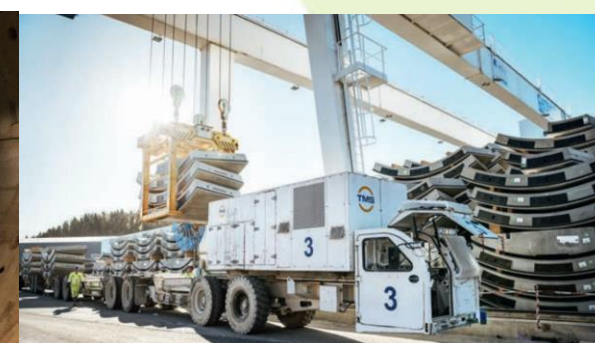
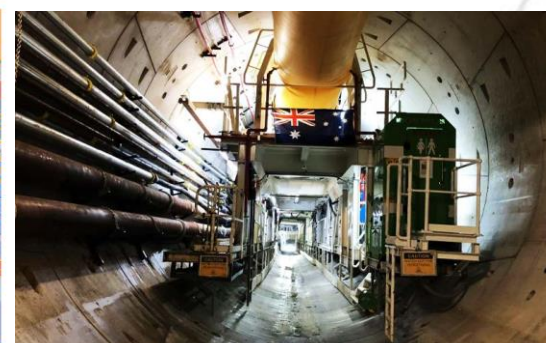
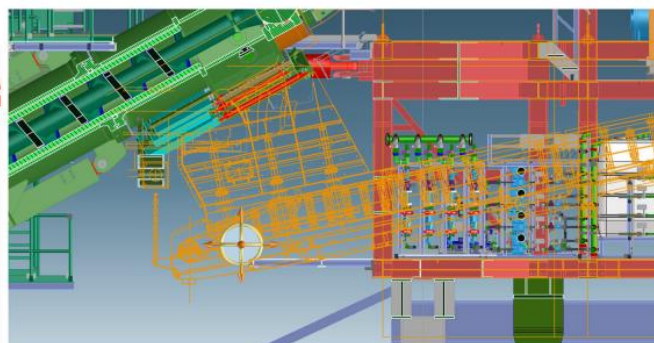
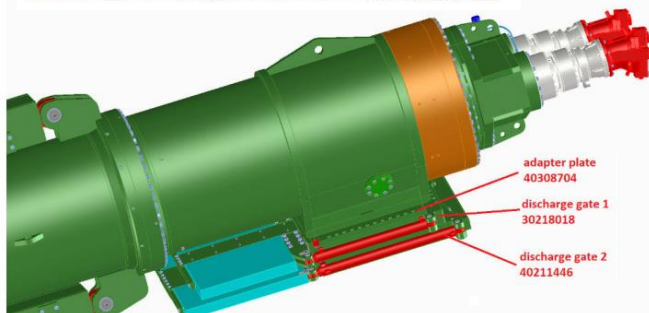
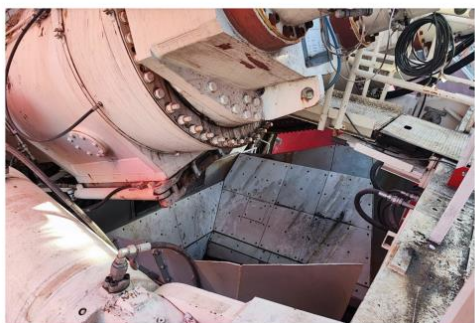
- Należy unikać tworzenia się mieszanki wybuchowej
 - Rozcieńczać gaz za pomocą wentylacji, ciągłego dopływu świeżego powietrza
- Unikać kontaktu wybuchowego gazu ze źródłem zapłonu
 - Odizolować wybuchowy gaz od źródła zapłonu
- Ograniczyć źródła zapłonu
 - Używać sprzętu i materiałów iskroodpornych w miejscach, w których występują potencjalne zagrożenia
- Mierzyć i monitorować stężenie gazów wybuchowych
 - Czujnik gazu umieścić w strategicznym miejscu (tarcza, przenośnik ślimakowy i taśmowy, wylot wentylacji ssącej)
 - Zapewnić system monitorowania gazu w celu rejestrowania i informowania za pomocą alarmu o każdym wysokim stężeniu wybuchowego gazu
- Plan awaryjny na wypadek wysokiego stężenia gazu
 - W zależności od stężenia mierzonego gazu



Dostosowanie maszyny TBM do drażenia tunelu T1



1	SYSTEM WENTYLACJI	Modyfikacja systemu wentylacji tunelu TBM
2	SYSTEM PRZEWIETRZANIA KOMORY	Instalacja systemu przewietrzania komory urobkowej
3	DODATKOWA ZASUWA NA PRZENOŚNIKACH ŚLIMAKOWYCH	Dodatkowe uszczelnienie i instalacja zasuw na wysypie z przenośników ślimakowych
4	CZUJNIKI GAZU	System wykrywania gazu ATEX
5	OŚWIETLENIE TBM	Oświetlenie podstawowe oraz awaryjne TBM - ATEX
6	SYSTEM GASZENIA POŻARÓW	Modyfikacja systemu przeciwpożarowego dla ATEX
7	INSTALACJA SMAROWANIA OGONA TARCZY	Dostosowanie instalacji tłoczenia smaru uszczelniającego na ogonie tarczy zgodne z ATEX
8	SYSTEM KOMUNIKACJI W TUNELU	Modyfikacja systemu komunikacji - ATEX
9	MODYFIKACJA POJAZDÓW TUNELOWYCH	Dostosowanie sprzętu do dyrektywy ATEX
10	GŁÓWNY WENTYLATOR TŁOCZĄCY	System wentylacji na portalu
11	SYSTEM ODWODNIENIA TBM	Dostosowanie sprzętu do dyrektywy ATEX
12	INSTALACJA ŚREDNIEGO NAPIĘCIA TBM	Dodatkowa instalacja spełniająca dyrektywę ATEX
13	OŚWIETLENIE W TUNELU	Dostosowanie sprzętu do dyrektywy ATEX



Tunel Santa Lucia – 2017-2020, 15.87 m średnicy

There were the changing geological conditions. In addition to marl and limestone on around 75% of the alignment, there were several less stable geological transition zones. In addition, typical for this region, sections of the alignment were expected to contain significant amounts of **methane gas**. Building on experience gained from the Sparvo drive, Herrenknecht, therefore, designed a safety system that reliably protects the crew, machine, and job site and includes, for example, the following solutions and systems:

- Only explosion-proof components are installed in machine areas that may be exposed to escaping gas
- The EPB Shield's belt conveyor is enclosed within a double wall in order to be able to control gas leaks from the spoil.
- Gas sensors as well as defined warning plans and situation-dependent reaction schemes through to automatic shutdowns ensure a high level of safety.
- A particularly powerful ventilation system can flood the tunnel and machine with fresh air when required.
- The XL diameter of the "Galleria Santa Lucia" in combination with the 7.5-kilometer-long drive put the overall system of the TBM as well as the individual components to a tough test.



Tunel Sparvo; Bologna – Florence; 15.6 m średnicy, 2011-2013

PLAN RUCHU ZAKŁADU

drążenie tunelu T1 z zastosowaniem techniki górniczej

Granica Zakładu przy drążeniu nitek tunelu jest przestrzeń pomiędzy czołem drążenia i ogonem zewnętrznej stalowej osłony tarczy TBM, która stanowi obudowę tymczasową, wraz z doszczelnieniem ww. osłony do zabudowanego pierścienia obudowy tunelu (szczotki stalowe, zaprawa iniekcyjna, smar uszczelniający).

- Dodatek do Planu Ruchu Zakładu Górniczego
 - Dostosowanie procesu drążenia tunelu w warunkach zagrożenia metanowego
 - Granice Zakładu Górniczego
 - Maszyna TBM
 - System wentylacji



7. Rekomenduje się powołanie przez Kierownika Ruchu Zakładu Zespołu ds. Zagrożeń poszerzonego o członków Komisji ds. Zagrożeń w Zakładach Górniczych przy WUG. Spotkania takiego zespołu powinny się odbywać regularnie oraz adekwatnie do stanu zagrożenia.
8. Pozytywnie rekomenduje się wykonanie etapu I i wydrążenie tunelu na odcinku o długości 120 do 150 m. Po wykonaniu pierwszego odcinka powinna mieć miejsce weryfikacja poprawności założeń projektowych przez poszerzony Zespół ds. Zagrożeń, który może podjąć decyzję o ponownym skierowaniu wniosku na Komisję ds. Zagrożeń w Zakładach Górniczych przy WUG.

4. Konkluzja, wniosek końcowy

Opierając się na przeprowadzonej analizie sposobu i metod zwalczania zagrożeń naturalnych zawartych w Projekcie, wnioskuję do Komisji ds. Zagrożeń w Podziemnych przy Wyższym Urzędzie Górniczym o pozytywne zaopiniowanie Projektu i prowadzenia bezpiecznego drażenia tunelu T1, w szczególności w części dotyczącej przewietrzania i zagrożenia metanowego, z uwzględnieniem podanych zaleceń.

**Komisja
do spraw Zagrożeń w Zakładach Górniczych**

przy
Wyższym Urzędzie Górniczym w Katowicach
40-055 Katowice, ul. Poniatowskiego 31

UCHWAŁA NR 2/2024

z dnia 13 marca 2024 r.

1. Opiniuje się pozytywnie „Projekt wykonania tunelu T1 w trasie drogi ekspresowej S19 w warunkach zagrożenia gazowego”.
2. W trakcie realizacji ustaleń zawartych w „Projekcie wykonania tunelu T1...” należy, adekwatnie do obserwowanego stanu zagrożeń i warunków geologicznych, wykorzystywać uwagi i zalecenia ujęte w ekspertyzie opracowanej do opiniowanego Wniosku oraz w przywołanych w treści Wniosku ekspertyzach zleconych przez Przedsiębiorcę, jak również w protokole Komisji ds. Zagrożeń w Zakładach Górniczych, sporządzonym na podstawie analizy Wniosku przez członków Komisji.

Sekretarz Komisji

Przewodniczący Komisji

W związku ze zmianami w Prawie geologicznym i górnictwem polegającymi na rozszerzeniu jego stosowności do drażenia (wszystkich) tuneli (art. 2.1, p.4), niewątpliwie zachodzi konieczność opracowania uwarunkowań formalno-prawnych dotyczących projektowania i drażenia tuneli w warunkach zagrożeń naturalnych.

Należy zatem rozważyć powołanie przez Prezesa WUG specjalnej komisji do prac nad tymi zagadnieniami. W skład takiej komisji powinni wchodzić eksperci z górnictwa i budownictwa, a w szczególności specjaliści z zakresu zagrożeń górnictwa, tunelowania oraz budownictwa podziemnego.

**Dodatek nr 1 do Planu Ruchu Zakładu
zatwierdzony przez Dyrektora OUG Krosno w
dn. 24 kwietnia 2024**

PGG & Pb Podsumowanie

- Przykład T1 – wypracowana ścieżka postępowania
 - Zmiana Pgg, wybory, decyzyjność, etc.
- no man's land or common ground - the choice is ours
- powołanie interdyscyplinarnego zespołu do prac nad uwarunkowaniami formalno-prawnymi w zakresie projektowania i budowy tuneli
- wytyczne w zakresie projektowania i budowy tuneli – projekt RID-III?

Drażnienie tuneli w zagrożeniach skojarzonych (metanowe, wodne, osuwiskowe, zawałowe).

Deformacje powierzchni terenu wywołane tunelowaniem

Dostosowanie przepisów prawa

- Kategorie zagrożeń naturalnych dla tuneli
- Określenie wymogów dla zagospodarowania terenu nad tunelem

Opracowanie i wdrożenie norm oraz wytycznych do projektowania

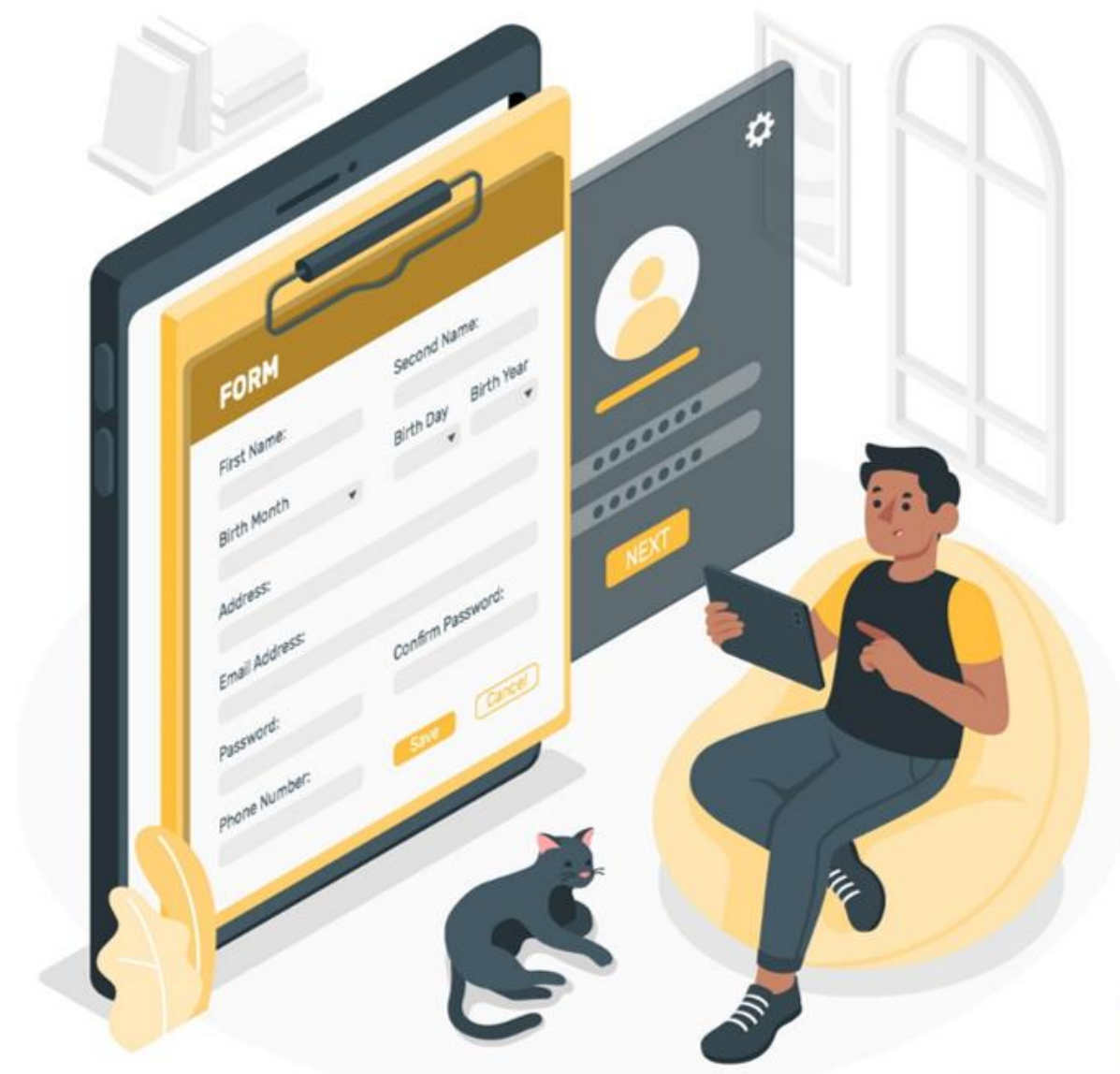
PROJEKT **RID II**: ANKIETA

Wypełnij ankietę!

wejdź na stronę

rid2.pgi.gov.pl

Ankieta jest anonimowa



Dziękuję za uwagę!