

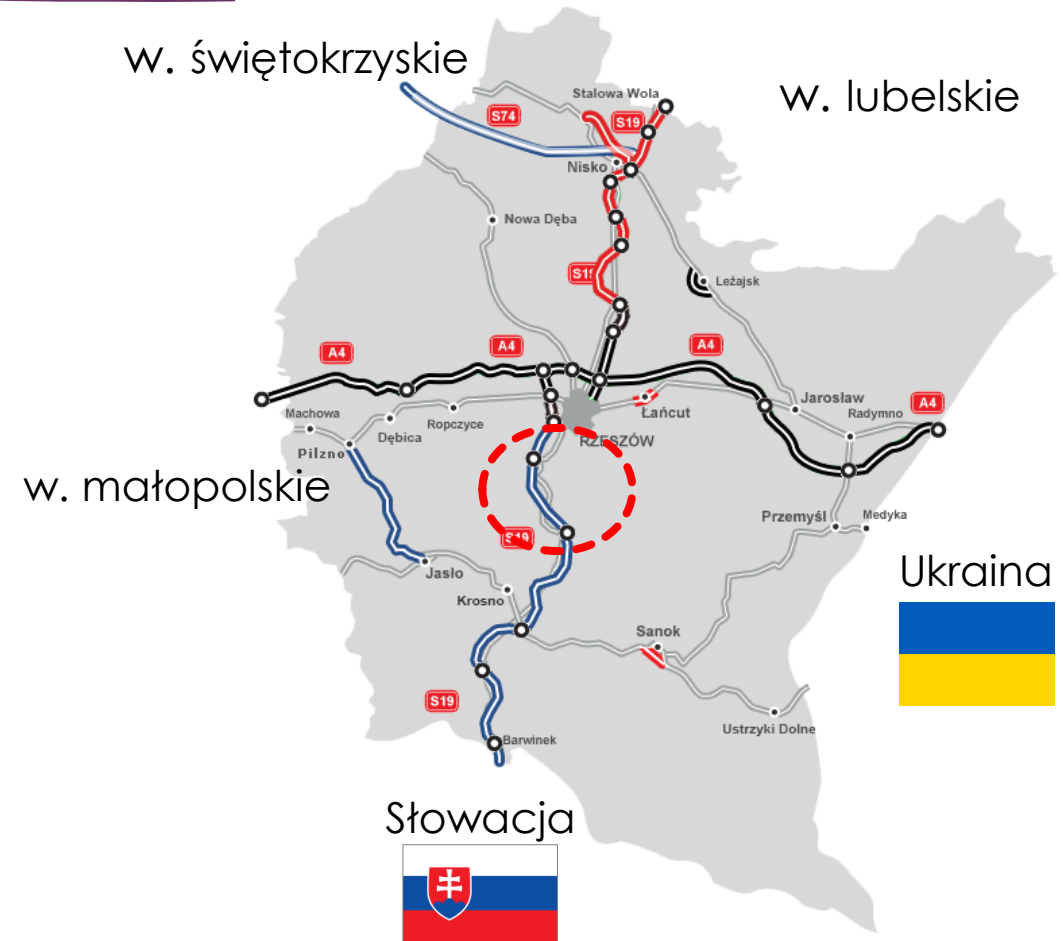


Tunele drogowe w ciągu drogi ekspresowej S19 na Podkarpaciu

prof. dr hab. inż. **Tomasz Siwowski**

mgr inż. **Krzysztof Czarnik**

Lokalizacja



Zadania inwestycyjne

Stadium:

Koncepcja Programowa budowy drogi ekspresowej S19

Wykonawca:

PROMOST
CONSULTING

Zamawiający:

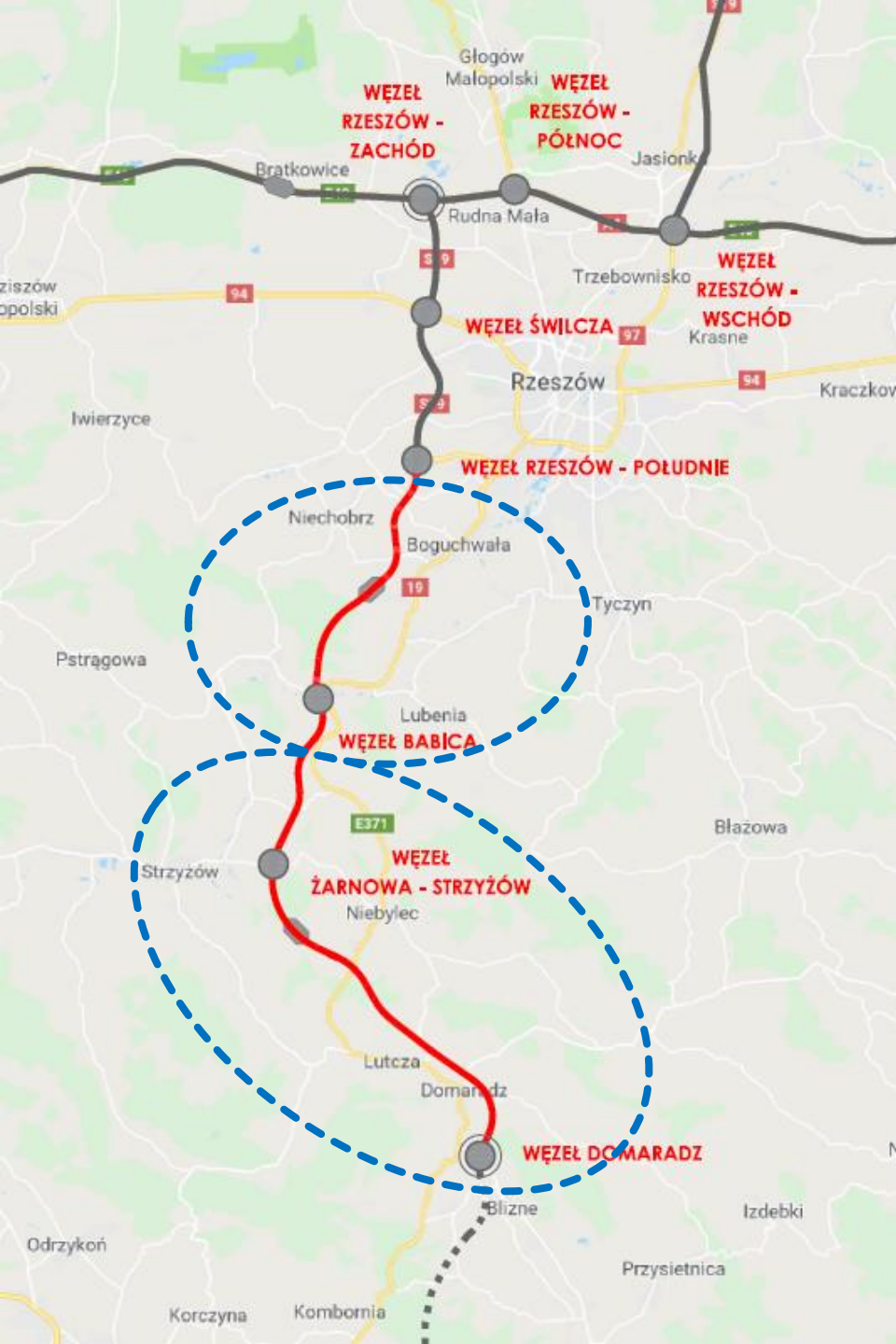
GDDKiA

Odcinek I:

Od węzła Rzeszów-Południe do węzła Babica dł. 10,3 km
KP opracowana w kwietniu 2019

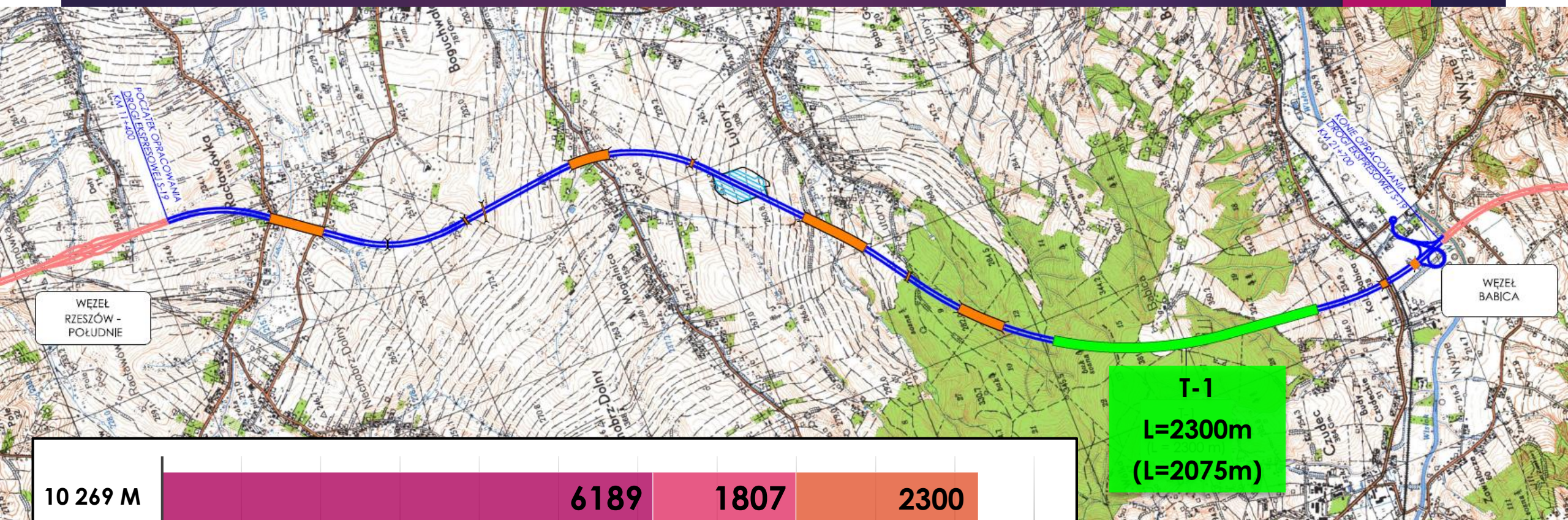
Odcinek II:

Od węzła Babica do węzła Domaradz dł. 23,4 km
termin opracowania KP – listopad 2020



Odcinek 1 – orientacja

4



10 269 M

6189

1807

2300

■ Droga

■ Obiekty w ciągu

■ Tunel

100%

61%

17%

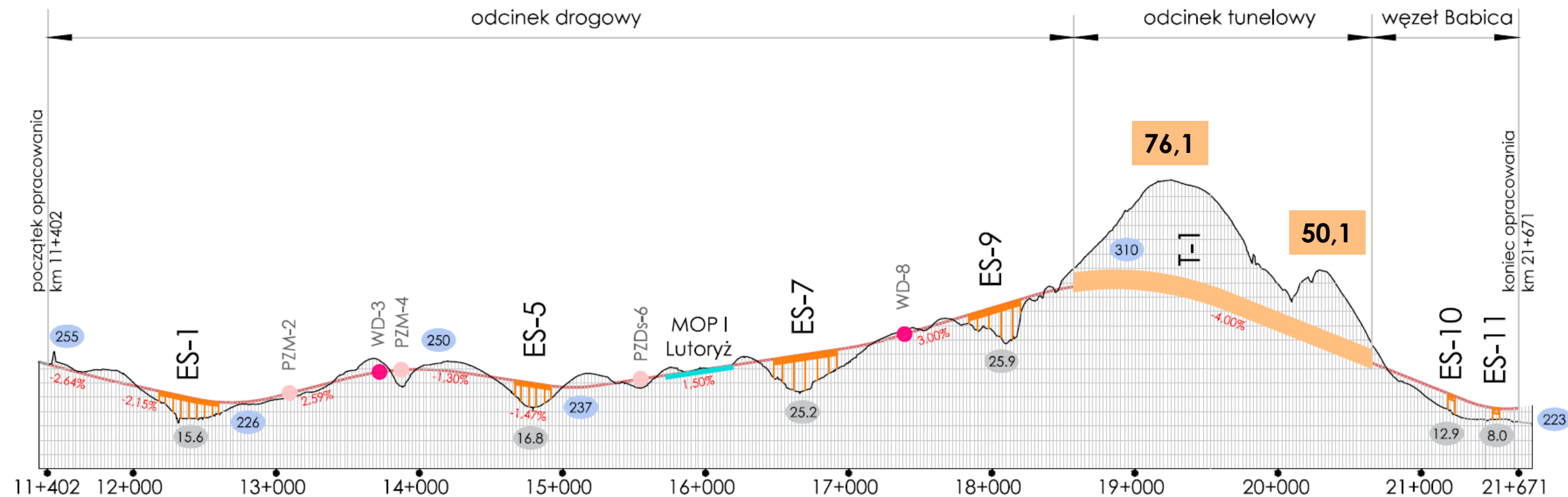
22%

■ Droga

■ Obiekty w ciągu

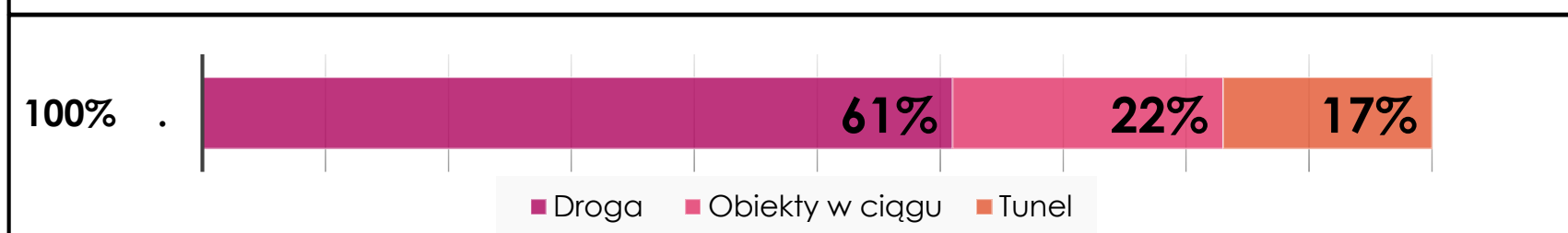
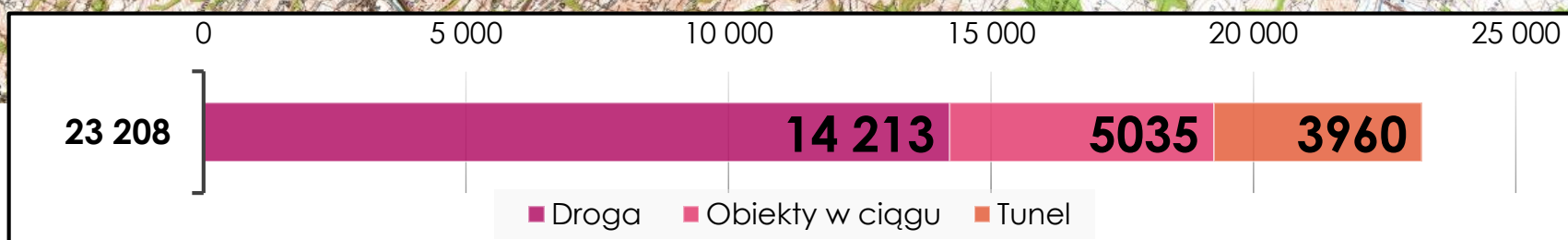
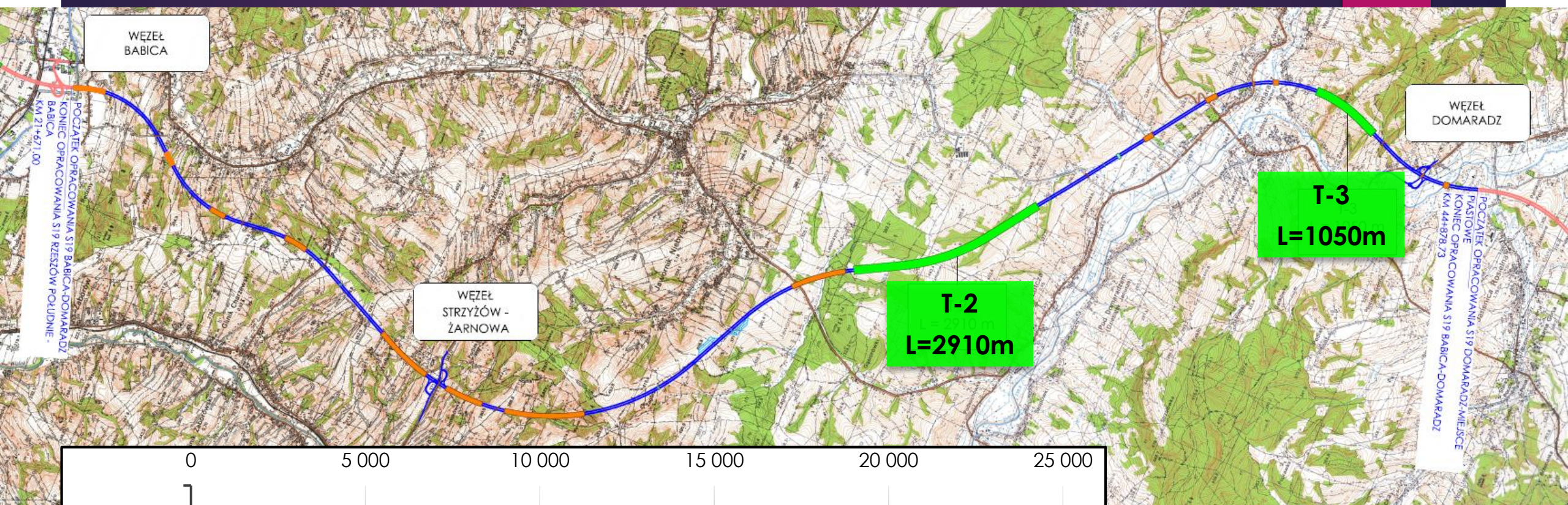
■ Tunel

Odcinek 1 – profil podłużny

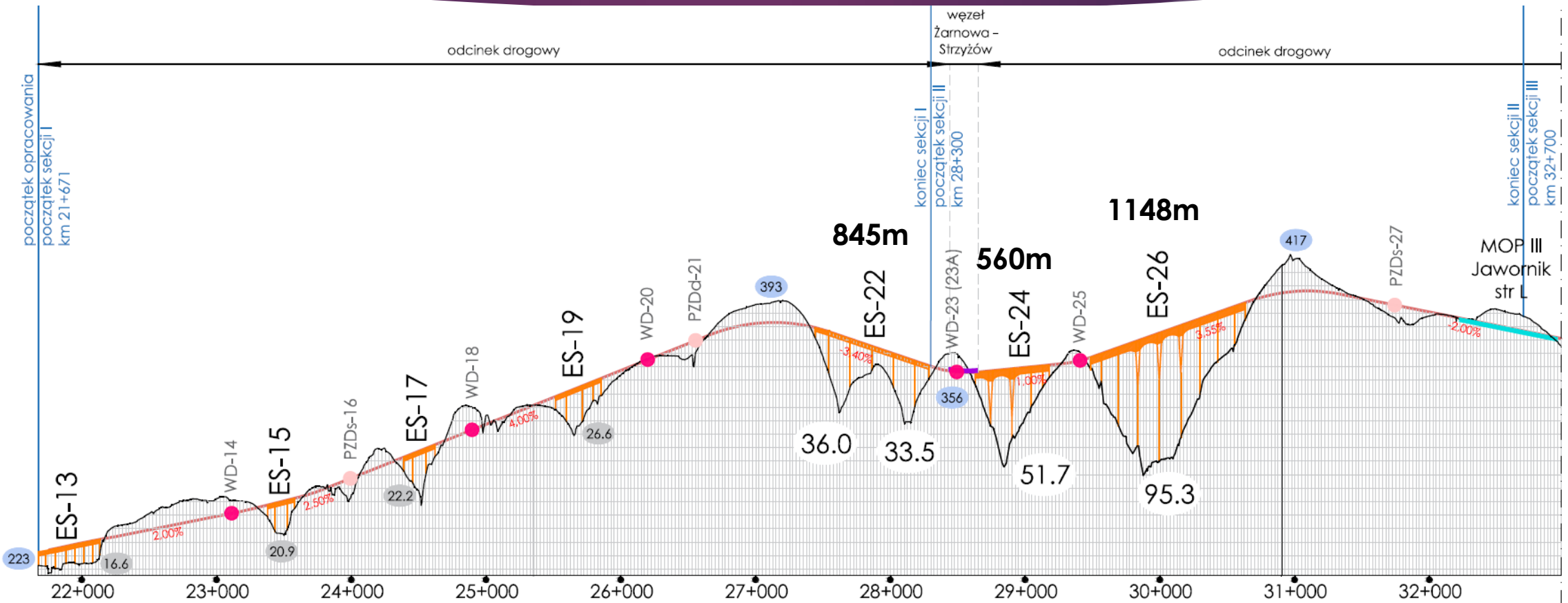


Odcinek 2 – orientacja

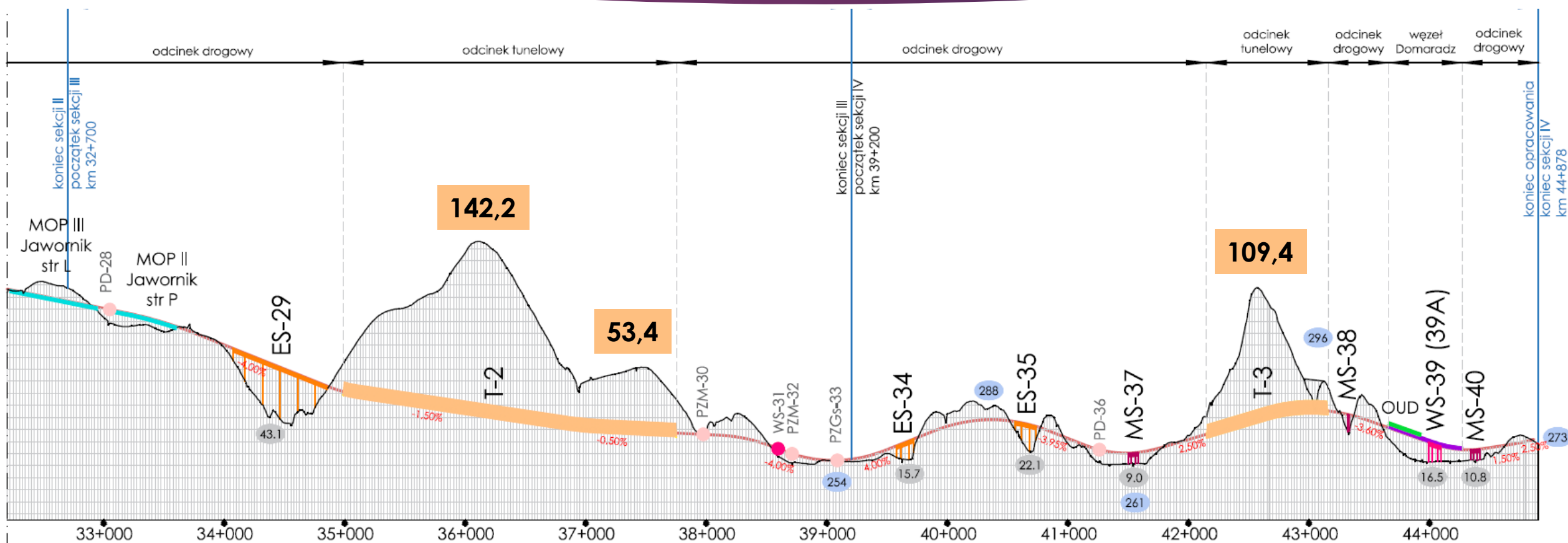
6



Odcinek 2 – profil podłużny cz. 1

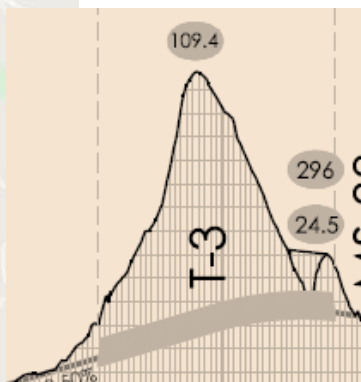
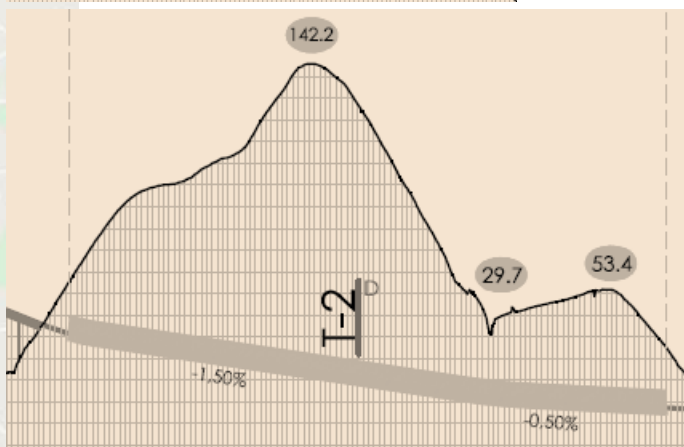
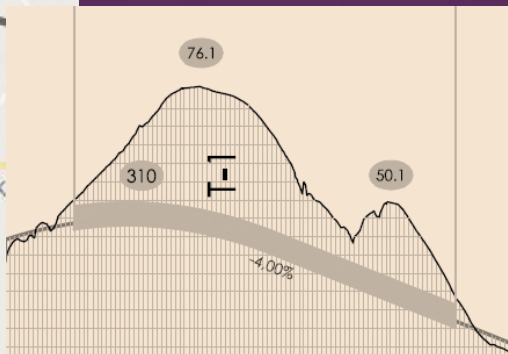


Odcinek 2 – profil podłużny cz. 2



Tunele na Podkarpaciu

9



Odcinek I:

T-1 o długości 2300 m

Odcinek II:

T-2 o długości 2910 m

T-3 o długości 1050 m

Razem:

$2300 + 2910 + 1050 = 6260 \text{ m}$

Szczegóły rozwiązań projektowych

Odcinek 1

**Od węzła Rzeszów-Południe do węzła Babica
dł. 10,3 km**

Tunel T-1 o długości 2300 m



Dane wejściowe do projektowania

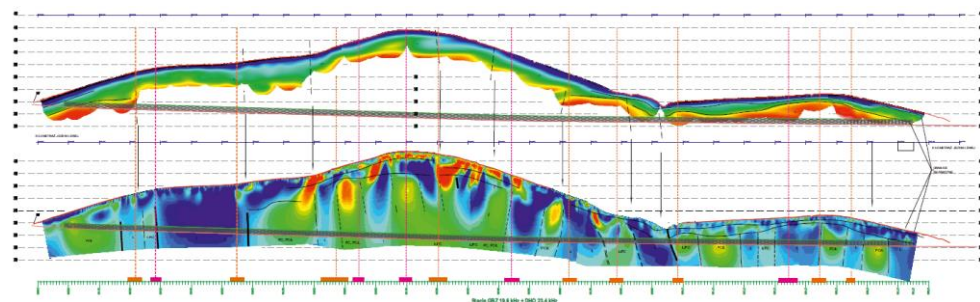
Dane ogólne:

1. Studium Techniczno-Ekonomiczno Środowiskowe (STeŚ)
2. Raport oddziaływania na środowisko
3. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach
4. Opis Przedmiotu Zamówienia (OPZ)

Dane szczegółowe:

1. Mapa do celów projektowych
2. Warunki techniczne
3. Uzgodnienia
4. Badania geofizyczne i geologiczne

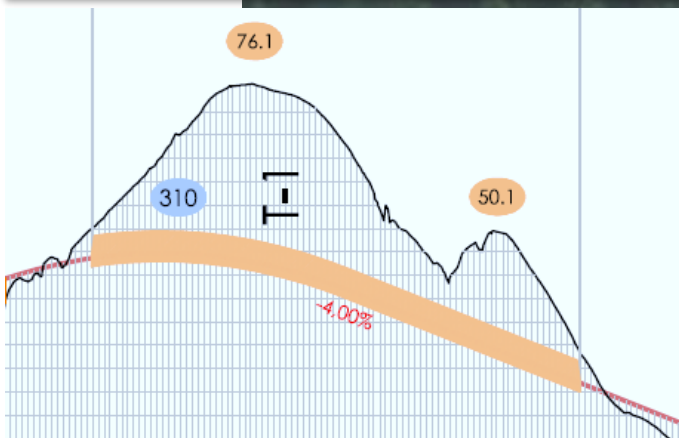
Badania geofizyczne i geologiczne



Badania geologiczne i geofizyczne

	Odcinek 1	Odcinek 2	Razem
Badania geofizyczne ERT, SR, MASW, VLF, (klasyfikacja KFG)	60.3 km	172.8 km	233,1 km
Wiercenia badawcze, w tym z pełnym poborem rdzenia wiertniczego	13.8 km	26,3 km	40,1 km
Sondowania sprawdzające	4.8 km	8.9 km	13,7 km
Inne badania: testy wodochłonności, badania dylatometryczne, geofizyczne badania międzyotworowe	124 szt.	185 szt.	309 szt.

Tunel T-1



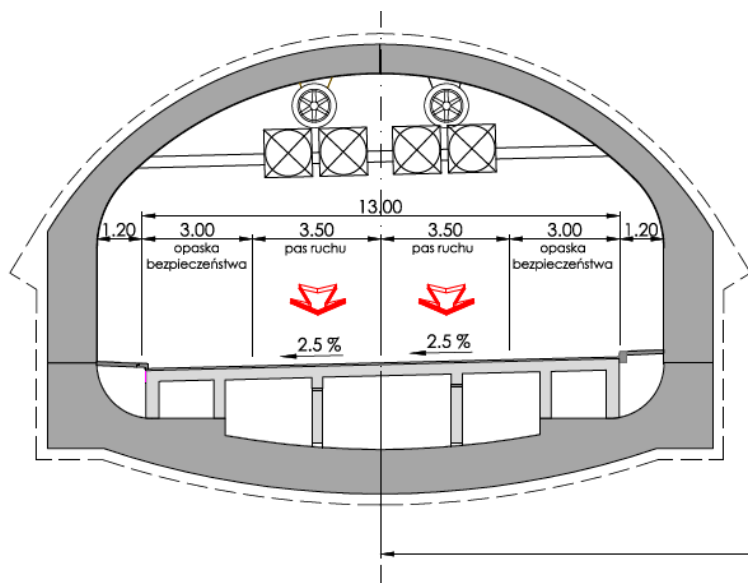
Lt, L = 2065 m

Lt, P = 2082 m

(R = 2900 m)

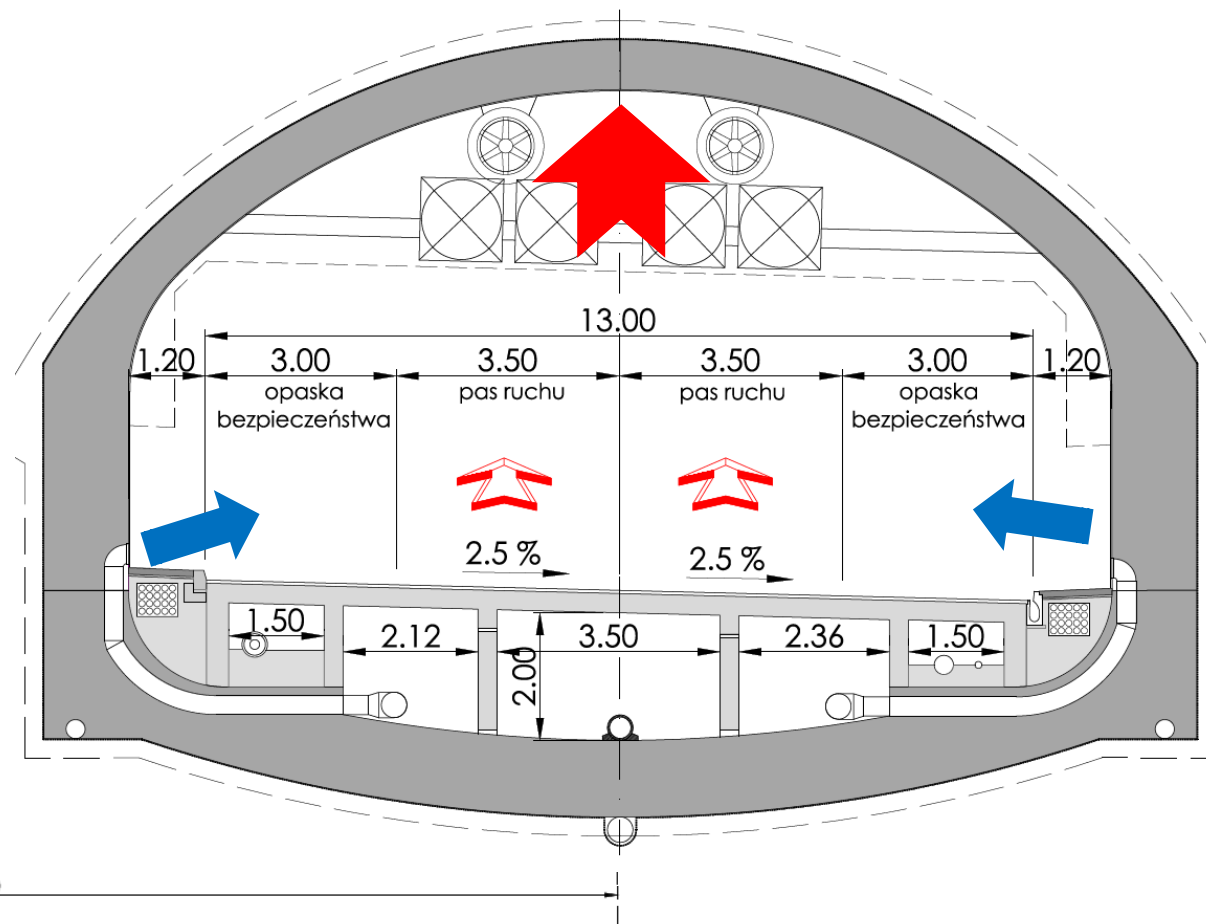
PARAMETRY DROGI W TUNELU

Parametr	Wartość / opis Wszystkie warianty
Klasa drogi	S
Prędkość projektowa	100 km/h
Szerokość i liczba pasów ruchu dla każdej nawy	3,50 m; przekrój 2x2 (z możliwością docelowej zmiany organizacji ruchu na przekrój 2x3)
Szerokość pasa awaryjnego / opaski bezpieczeństwa	3,00 m
Szerokość chodników ewakuacyjnych	1,20 m
Skrajnia pionowa	5,00 m
Skrajnia pionowa dróg ewakuacyjnych	2,25 m
Kategoria ADR	A



Tunel T-1

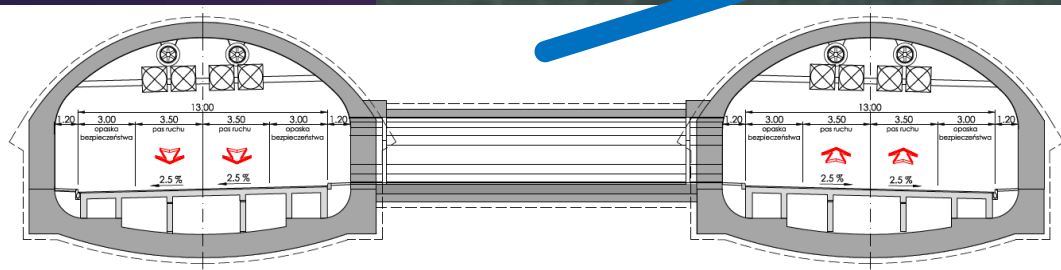
15



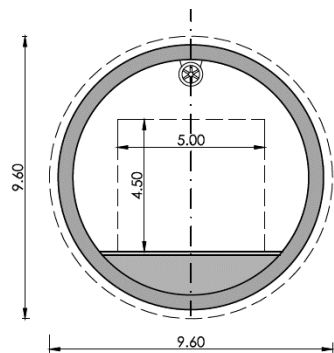
Tunel T-1



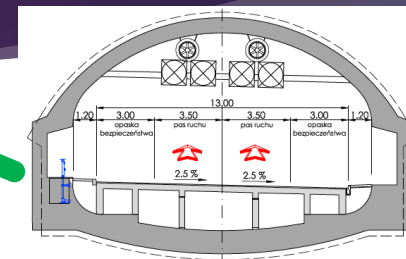
Parametr	Wariant B+1A	Wariant 3-Alt
Długość naw tunelu L / P (łącznie z odcinkami portalowymi o łącznej długości 50 m wykonywanymi rozkopem)	2 065 m / 2 082 m	2 288 / 2 308 m
Powierzchnia przekroju użytkowego / w świetle	200 m ² / 131 m ²	
Liczba i odległość poprzecznych wyjść awaryjnych (1,4 x 2,2 m)	12 / 150 m	14 / 150 m
Liczba przejazdów awaryjnych (5,0 x 4,5m)	1	
Ilość nisz dla punktów alarmowych i hydrantów	w jednej nawie 2x14=28 szt.	w jednej nawie 2x16=32 szt.
Maksymalne pochylenie podłużne	4%	3%
Trwałość budowli	100 lat	
Moc pożaru	100 MW	



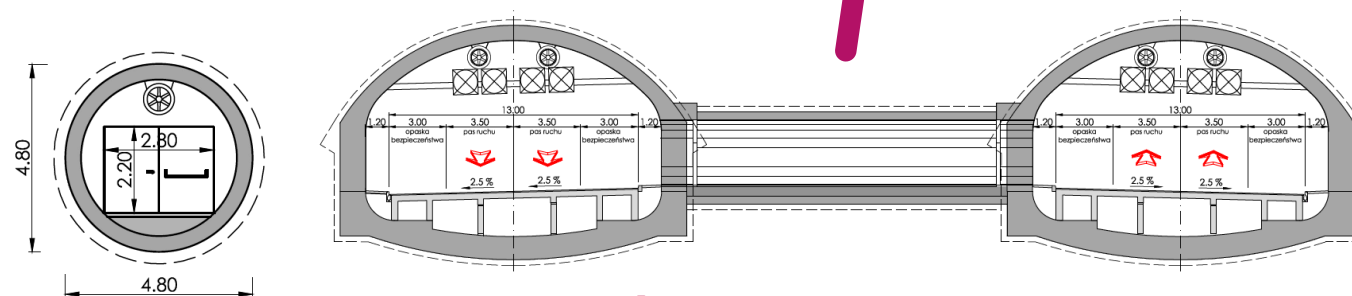
Przejazd awaryjny – 1 szt



Tunel T-1



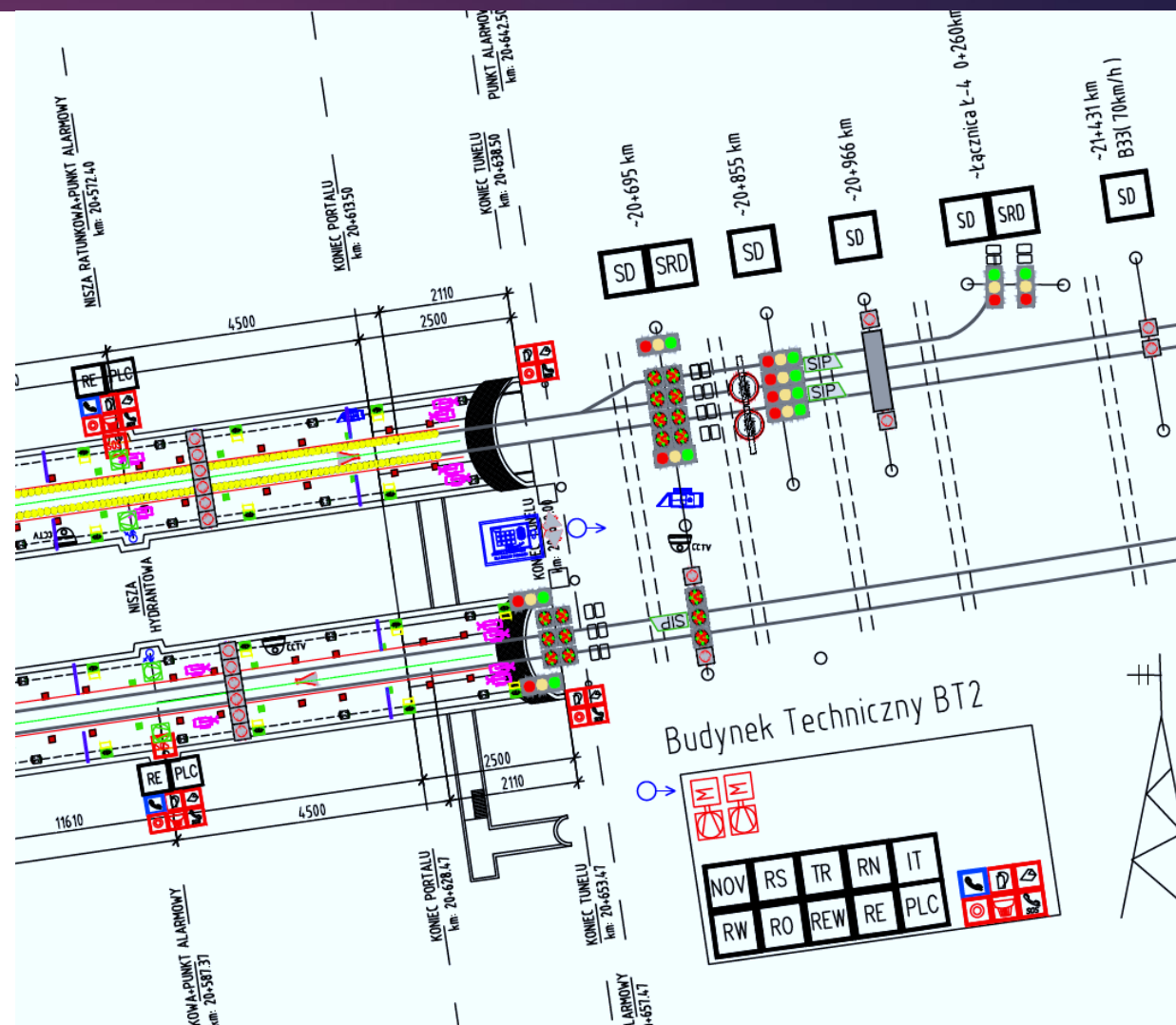
Nisza hydrantowa
i ratunkowa – co 150 m



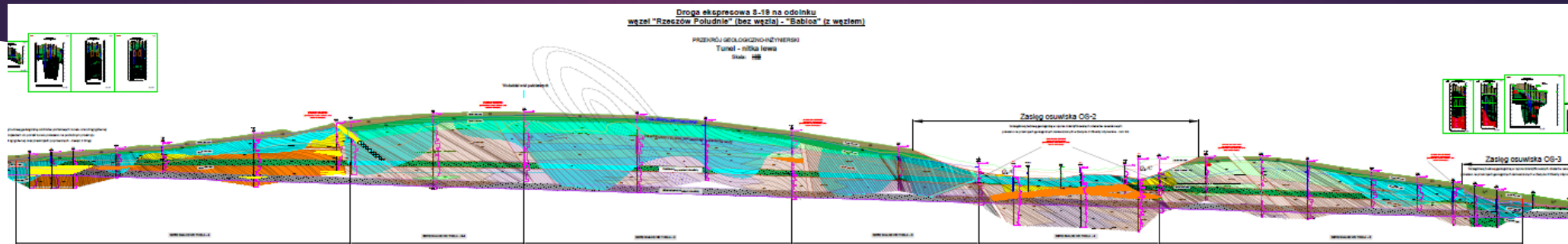
Przejście awaryjne – co 150 m

Wypożażenie tunelu

- System zarządzania tunelem i ruchem w tunelu
- System zasilania tunelu, w tym w zakresie jego niezawodności
- System oświetlenia tunelu
- System sygnalizacji pożarowej
- System wentylacji
- System pomiaru prędkości i jakości powietrza w tunelu
- System zasilania tunelu w wodę pożarową
- System odwodnienia tunelu, w tym w sytuacjach awaryjnych
- System komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych
- System powiadamiania publicznego – urządzenia nagłaśniające
- System monitoringu CCTV oraz wideodetekcji
- Punkty alarmowe



Badania geofizyczne i geologiczne



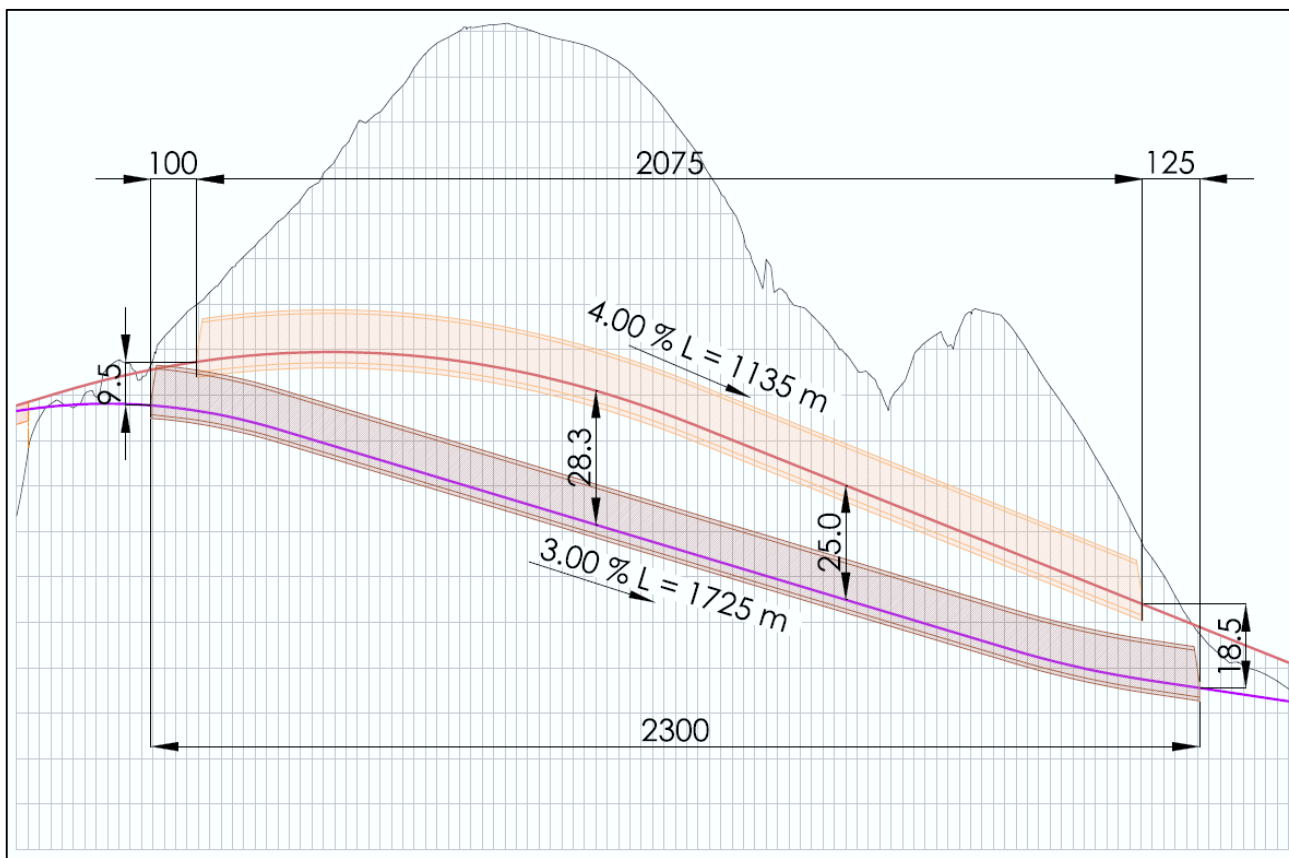
Na podstawie analizy rdzeni wiertniczych otworów badawczych dokonano klasyfikacji górotworu wzdłuż projektowanego tunelu

- ▶ RMR (Rock Mass Rating) Z.T. Bieniawskiego,
- ▶ Q (Rock Mass Quality) N. Bartona, R. Liena i J. Lundego
- ▶ GSI (Geological Strenght Index) Hoeka – Browna,
- ▶ KFG (Klasyfikacja Fliszu – Geofizyczna) Z. Bestyńskiego.

W wariantcie B+1A wzdłuż projektowanego tunelu wg klasyfikacji RMR występuje głównie

- IV – słaby masyw skalny i V – bardzo słaby masyw skalny jedynie w części centralnej tunelu występuje III – średni masyw skalny i IV – słaby masyw skalny
- W wariantcie 3-Alt dominuje IV – słaby masyw skalny i III – średni masyw skalny, warunki niekorzystne (klasa V bardzo słaby masyw skalny) występują jedynie w rejonie portalu północnego tunelu na odcinku około 80 – 100 m

Rewizja rozwiązań projektowych



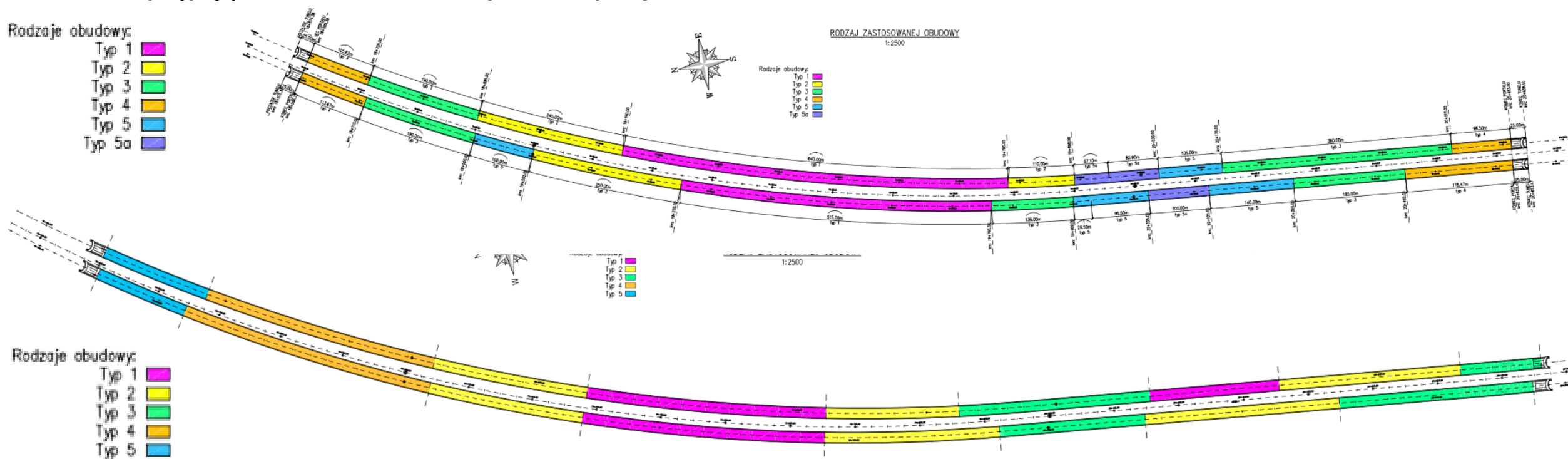
- Identyfikacja niekorzystnych warunków geologicznych
- Współpraca Projektantów i Geologów z Zamawiającym.
- Opinia Ekspertów AGH Kraków
- Opracowanie kolejnego wariantu tunelu

Uwarunkowania wykonawcze

- ✓ Na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla każdego z wariantów B+1A i 3Alt określono 5-6 rodzajów sekcji tunelu o jednorodnych warunkach projektowych ze względu na:
 - Właściwości geotechniczne,
 - Warunki wodne i hydrogeologiczne,
 - Głębokość kaloty pod powierzchnią terenu.
- ✓ Do ww. rodzajów sekcji dobrano typy obudów:
 - ✓ Wariant B+1A: typy 1, 2, 3, 4, 5 i 5a. Obudowy typu 4 i 5 występują w dwóch wariantach wykonawczych (w wariacie

2 uwzględniają zmianę warunków stateczności przodka wykopu poprzez zwiększenie ilości gwoździ z włókna szklanego oraz analizę możliwość usunięcia konstrukcji tymczasowych, przewidywanych w wariantcie 1).

- ✓ Wariant 3Alt: typy 1, 2, 3, 4 i 5
- ✓ Dodatkowo dla każdego wariantu zdefiniowano sekcję 6 i 7 i związane z nimi typy obudów dla połączeń między nawami.

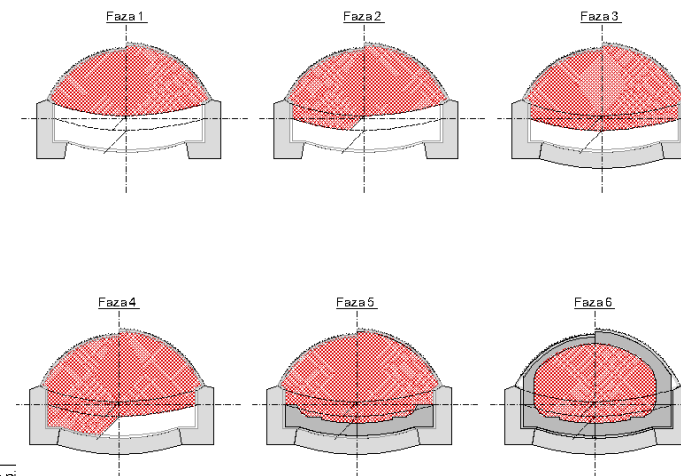
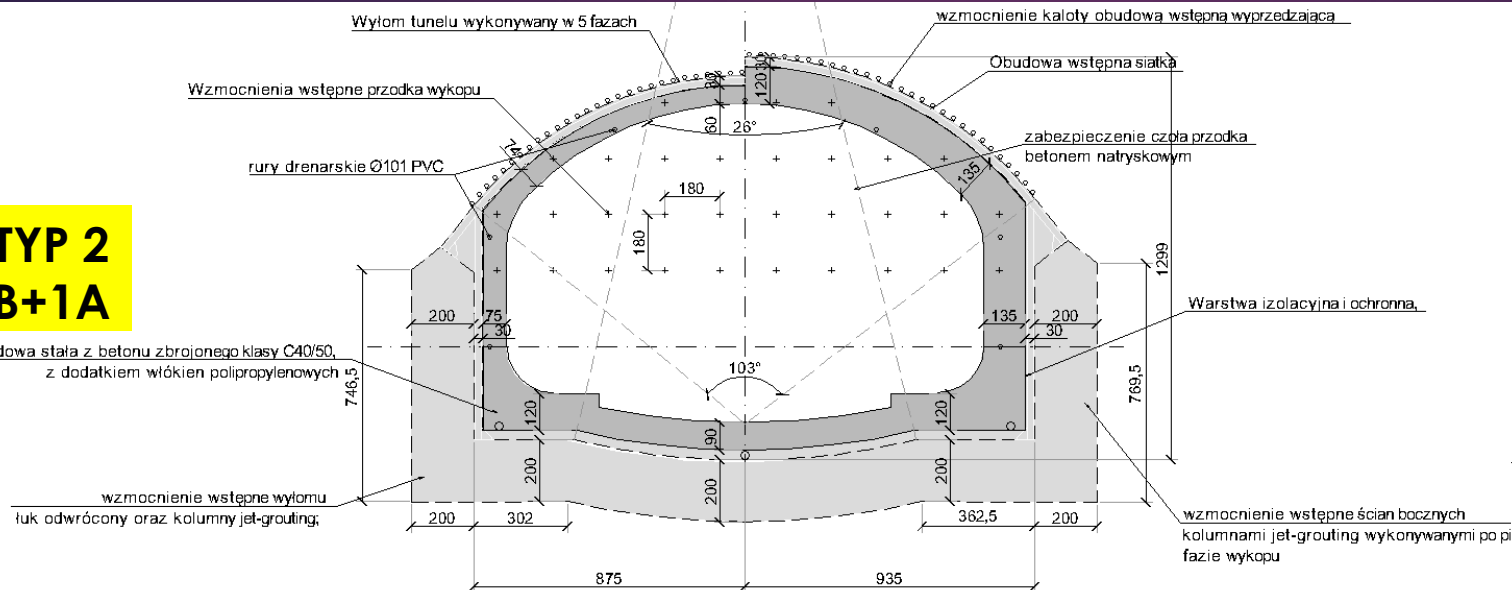


Uwarunkowania wykonawcze – typy obudów

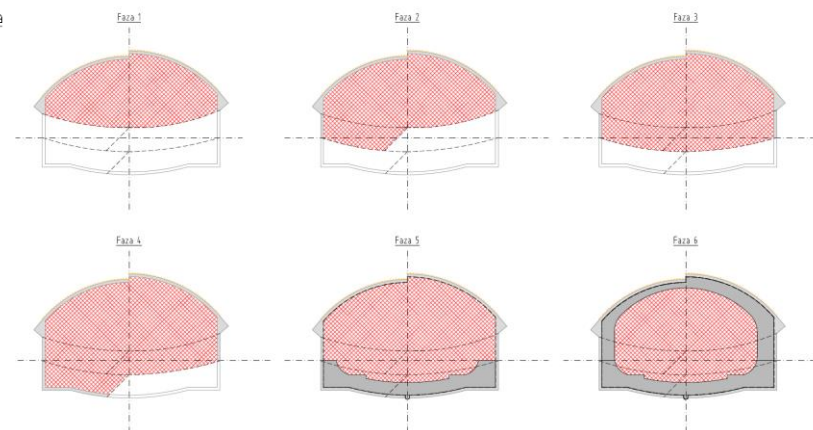
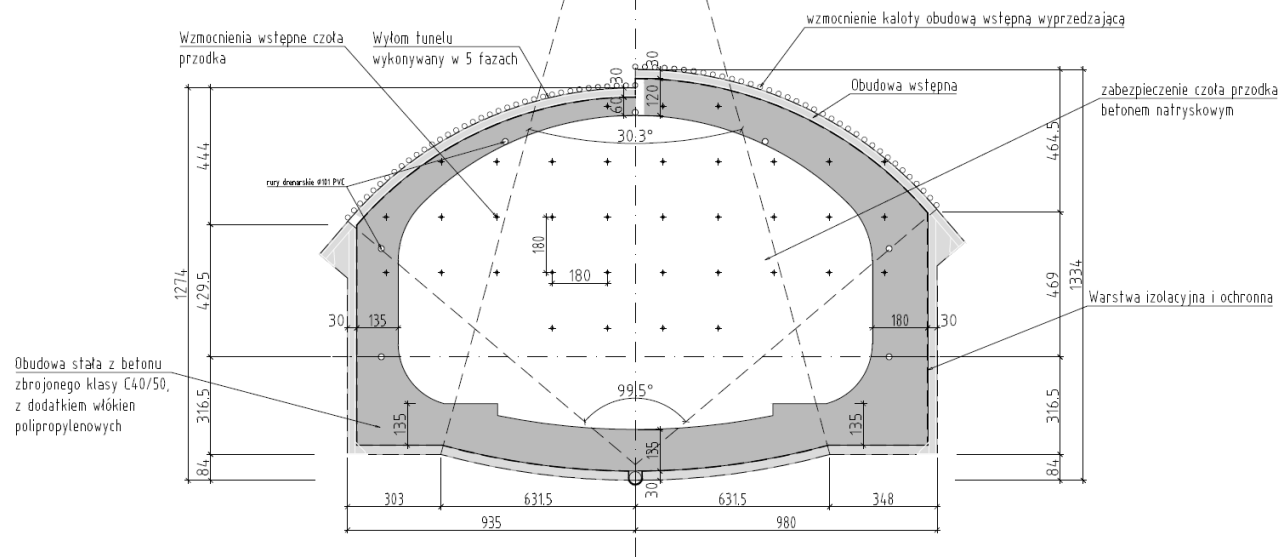
22

TYP 2 B+1A

Obudowa stała z betonu zbrojonego klasy C40/50,
z dodatkami włókien polipropylenowych



TYP 2 (3-Alt)



Dokumentacja bezpieczeństwa tunelu - DBT

- ▶ Analiza techniczno-ruchowa
- ▶ Analiza scenariuszy zagrożeń
 - ▶ pożar w tunelu (zdarzenie miarodajne)
 - ▶ zagrożenie wypadkami i kolizjami
 - ▶ analiza ryzyka dla przewozu towarów niebezpiecznych
 - ▶ uwolnienie chemikaliów płynnych
 - ▶ uwolnienie chemikaliów gazowych
 - ▶ przekroczenie dopuszczalnej liczby pojazdów w tunelu
 - ▶ wypadki z udziałem pojazdów przewożących towary niebezpieczne
- ▶ zagrożenie terroryzmem

Kryterium bezpiecznej ewakuacji

$$T_{ASET} \geq T_{RSET}$$

- ▶ Dostępny czas bezpiecznej ewakuacji T_{ASET} jest czasem, po przekroczeniu którego warunki w tunelu stają się krytyczne dla jego użytkowników.
- ▶ Do parametrów krytycznych należą:
 - ▶ Temperatura powietrza,
 - ▶ Zasięg widoczności,
 - ▶ Stężenie tlenu,
 - ▶ Gęstość strumienia promieniowania cieplnego,



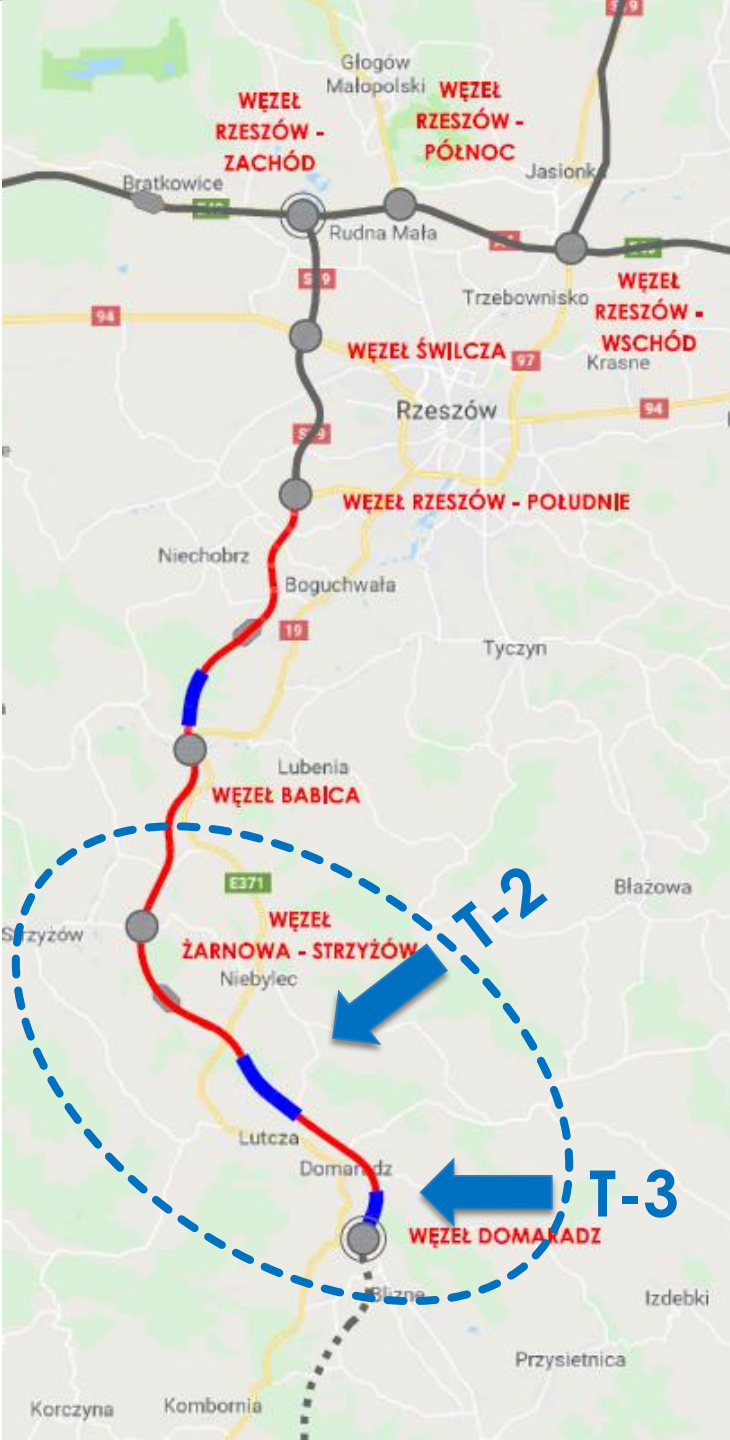
Szczegóły rozwiązań projektowych

Odcinek 2

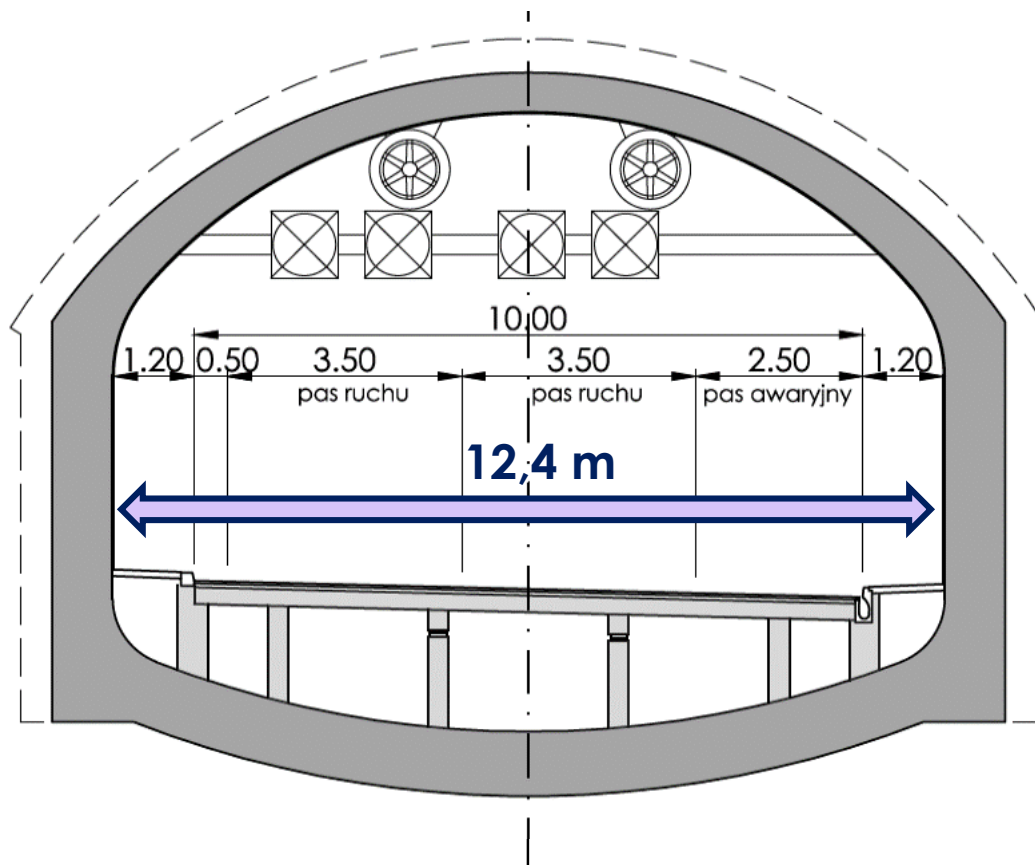
**Od węzła Babica do węzła Domaradz
dł. 23,4 km**

Tunel T-2 o długości 2910 m

Tunel T-3 o długości 1050 m



Porównanie przekroju



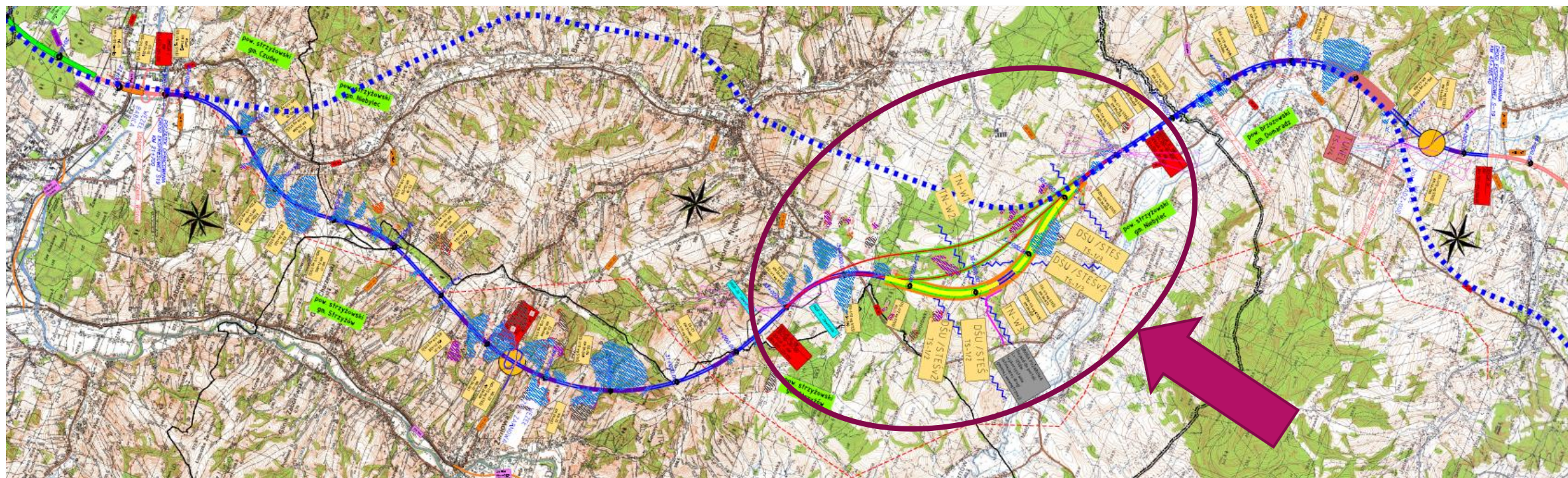
Odcinek 1:

- 2 (3) pasy ruchu
- szerokość w świetle 15,4 m

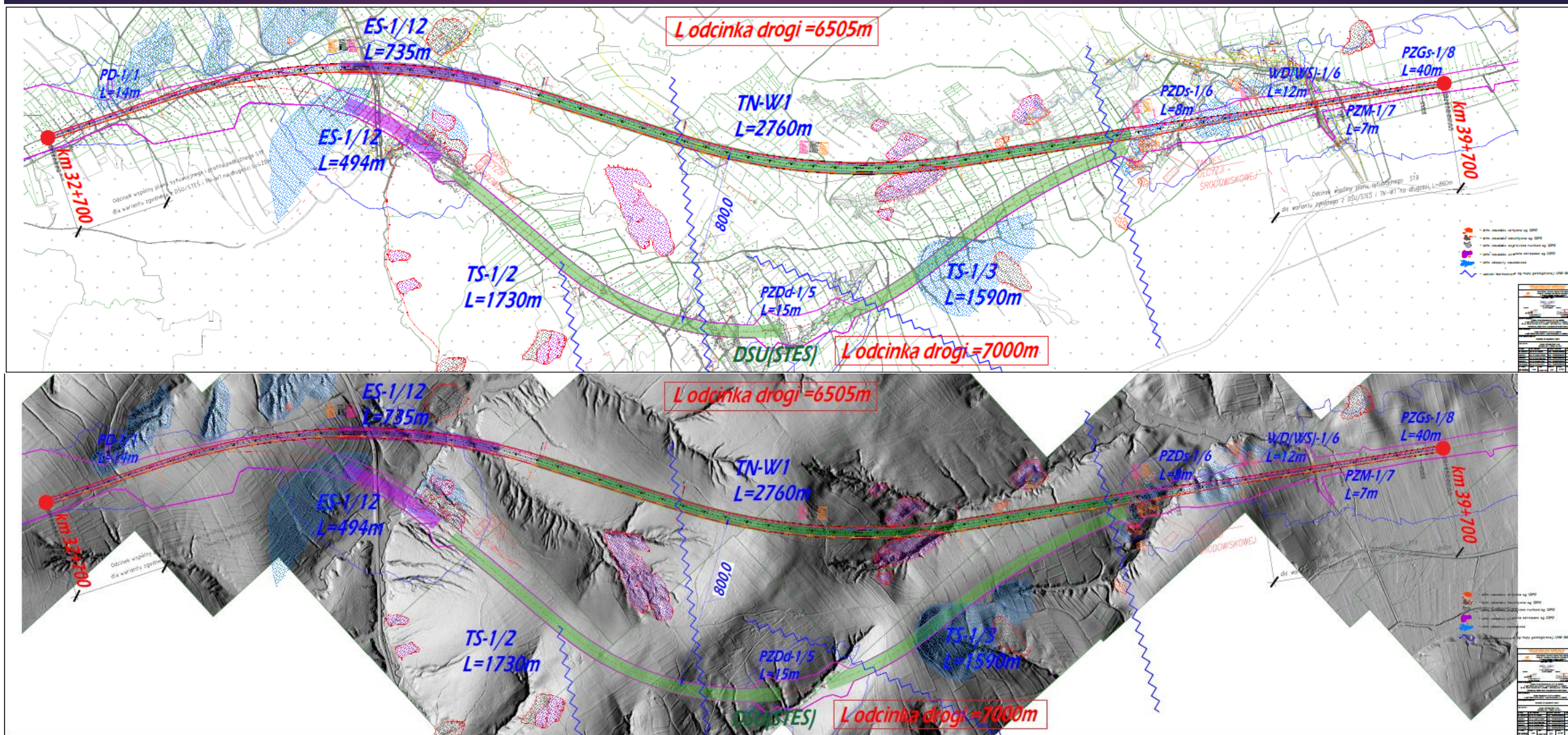
Odcinek 2:

- 2 pasy ruchu
- szerokość w świetle 12,4 m

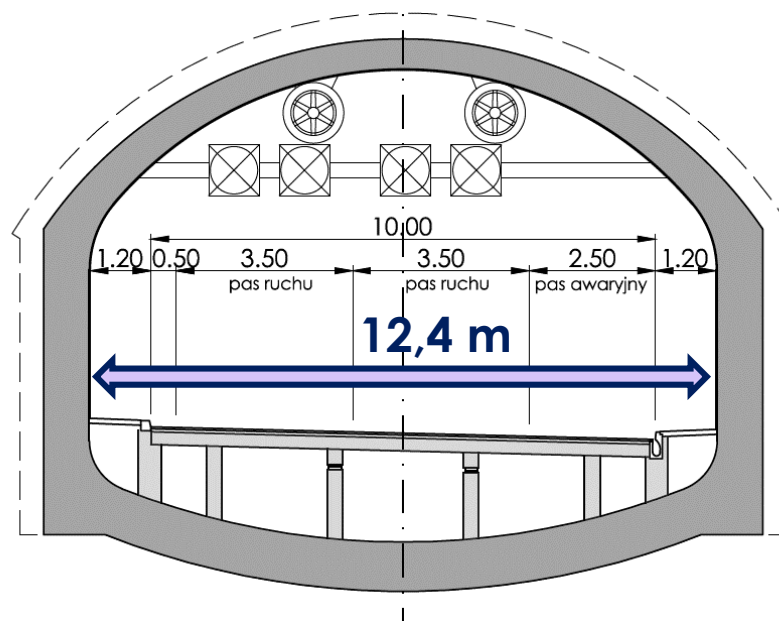
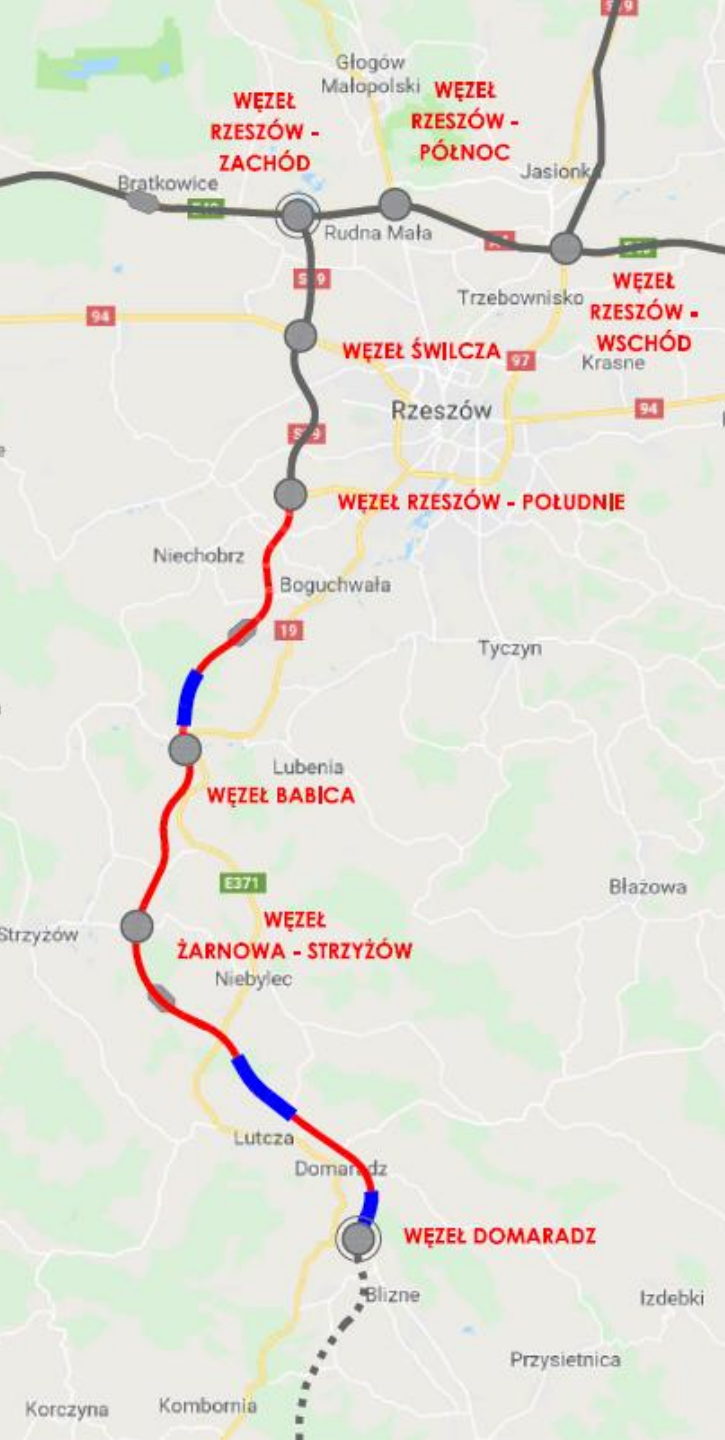
Optymalizacja przeprowadzona na etapie KP



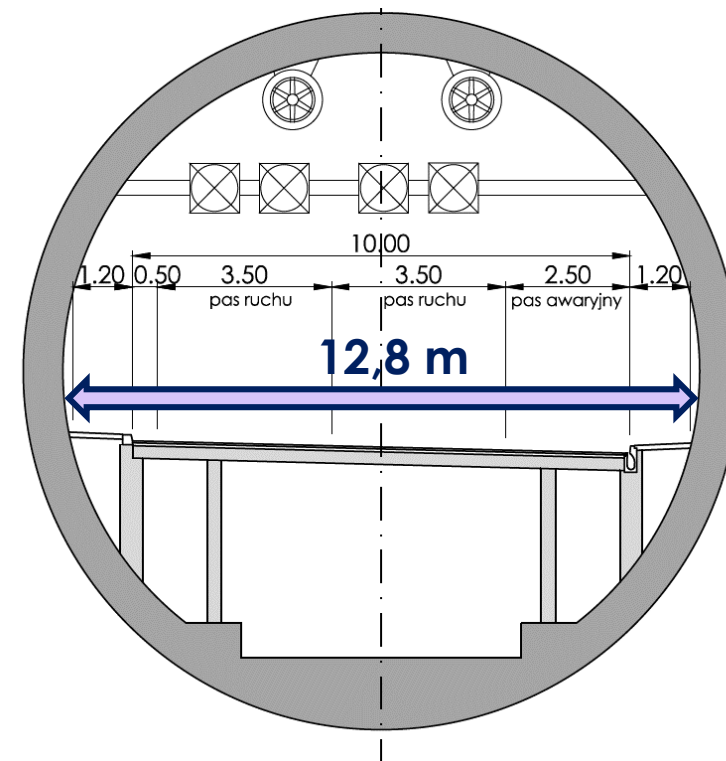
Optymalizacja przeprowadzona na etapie KP



Możliwe typy konstrukcji tuneli T-2 i T-3



Drążenie metodą górniczą



Drążenie w technologii TBM

Tunel T-1



Animacja 1 - widok z góry

An aerial photograph of a highway tunnel entrance, labeled 'BT-1'. The highway is a multi-lane road with white lane markings, flanked by green grass and a dense forest. The tunnel entrance is a large, arched structure with a dark interior. A small building is visible to the left of the tunnel entrance. The sky is clear and blue, and the horizon shows distant hills.

BT-1

KM 18+300

Tunel T-1



Animacja 2 – przejazd tunelem



KM 19+200

Dziękujemy za uwagę

zapraszamy na Podkarpacie