



Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Warszawska

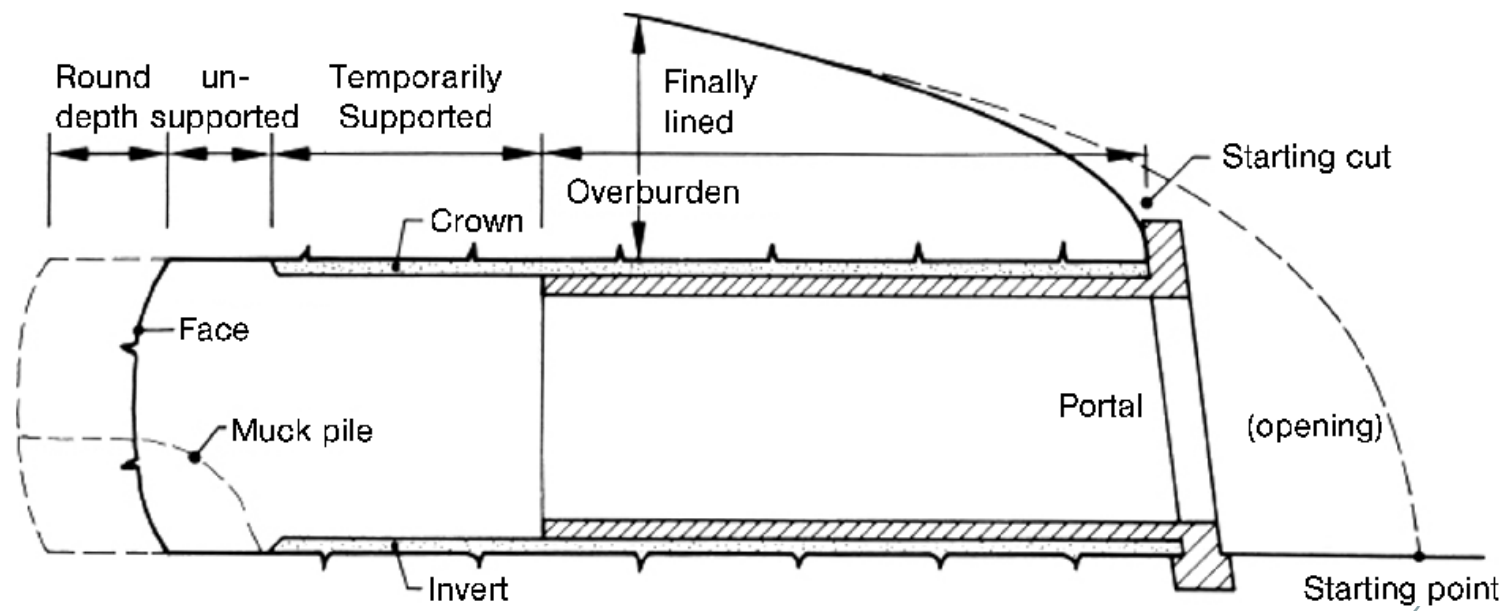
Problemy projektowania portali tuneli drążonych we fliszu karpackim

Emilia Roguska



Rola portali w projekcie tuneli

- Strefa przejściowa między konstrukcją podziemną a powierzchniową
- Kluczowy element bezpieczeństwa konstrukcyjnego i eksploatacyjnego





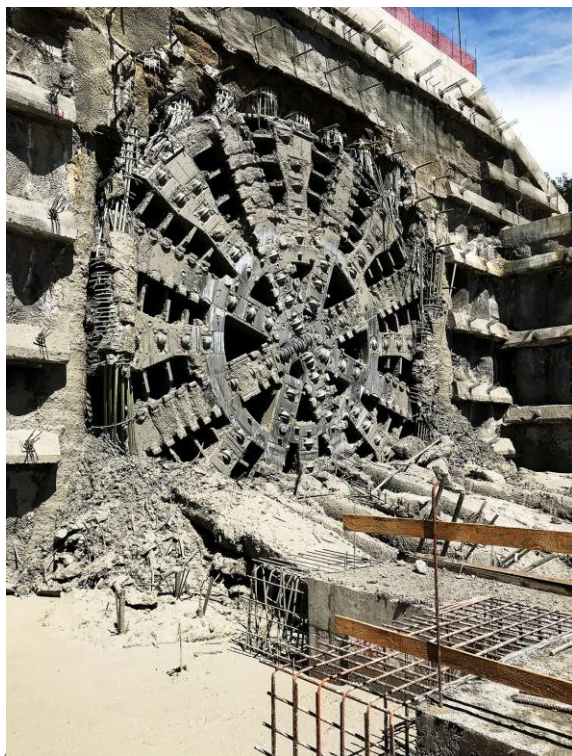
Rola portali w eksploatacji tuneli

- Widoczność i adaptacja wzroku użytkownika
- Bezpieczne włączenie ruchu i ergonomia wlotu
- Integracja krajobrazowa i warunki mikroklimatyczne
- Utrzymanie, monitoring i dostęp techniczny
- Bezpieczeństwo, ewakuacja i reakcja służb
- Komfort percepcyjny użytkownika (kolorystyka, architektura)
- Integracja z infrastrukturą transportową i dostępność



Rozwiązania konstrukcyjne stosowane w portalach tuneli

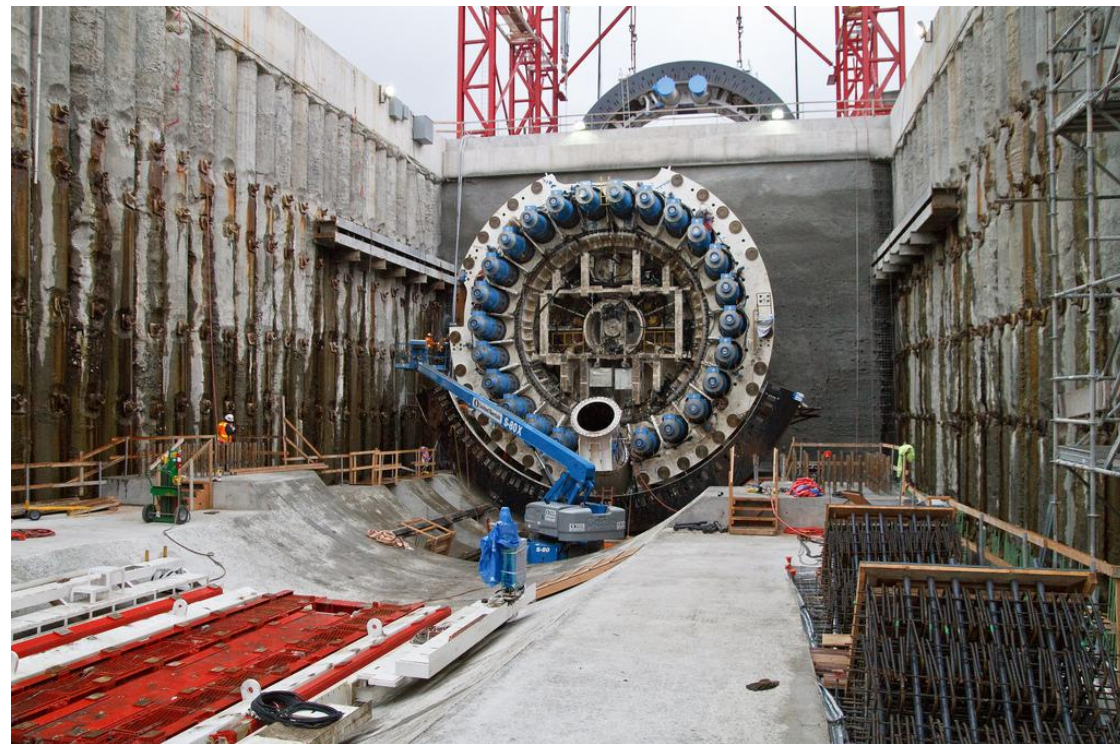
- Tunele drążone metodą tarczową
- Tunele drążone metoda konwencjonalną





Portale tuneli drążonych metodą tarczową

- W projektach tunelowych z wykorzystaniem TBM kluczowe znaczenie mają **tymczasowe konstrukcje startowe** – betonowe i stalowe elementy umożliwiające bezpieczne rozpoczęcie drążenia
- Ich projekt musi uwzględniać funkcjonalność, specyficzne warunki lokalne oraz prostotę wykonania.





Portale tuneli drążonych metodą tarczową

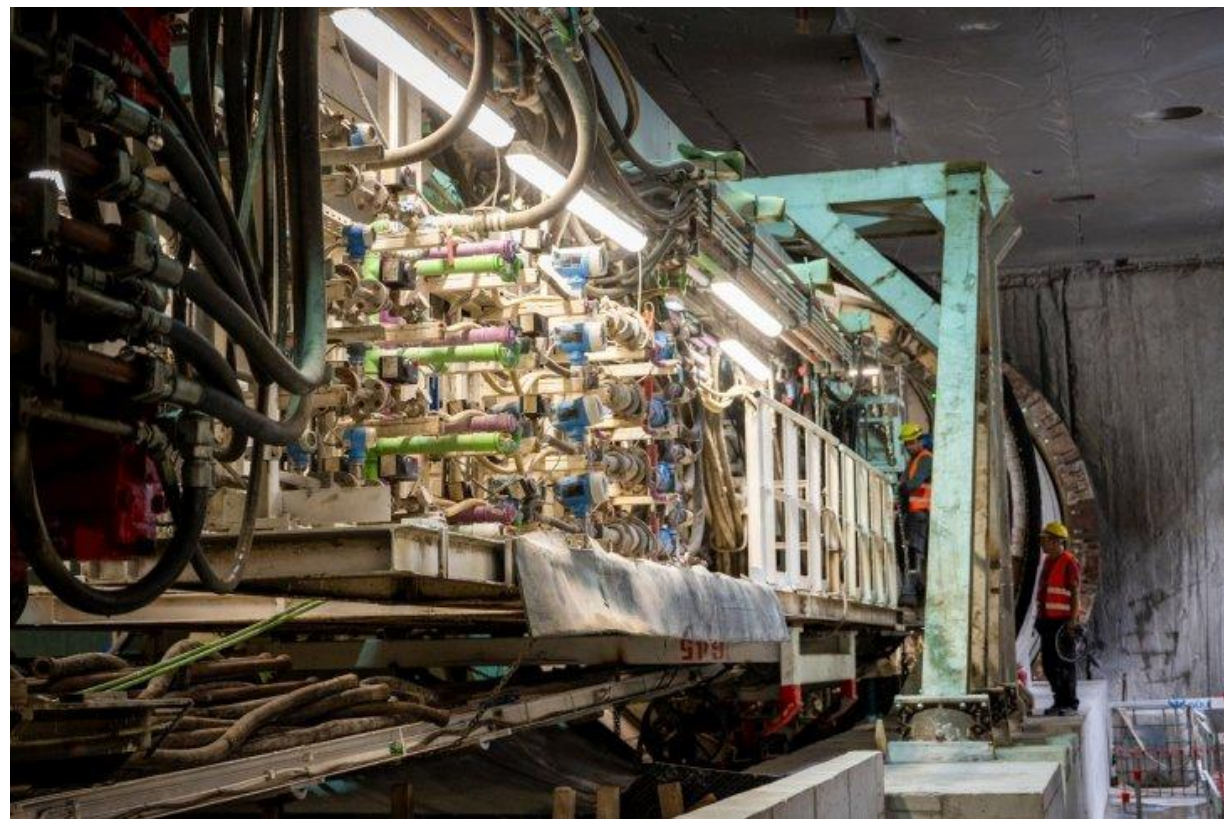
- Rama reakcyjna:
 - umożliwia montaż pierwszego pierścienia obudowy z maksymalną dokładnością, zapewniając prawidłowe prowadzenie tarczy
 - generuje wymagane siły reakcji, pozwalające TBM-owi rozpocząć postęp w gruncie.
- Rama reakcyjna jest zwykle **zintegrowana z płytą fundamentową stanowiącą część „kołyski”** (cradle), po której tarcza przesuwa się w początkowym odcinku tunelu





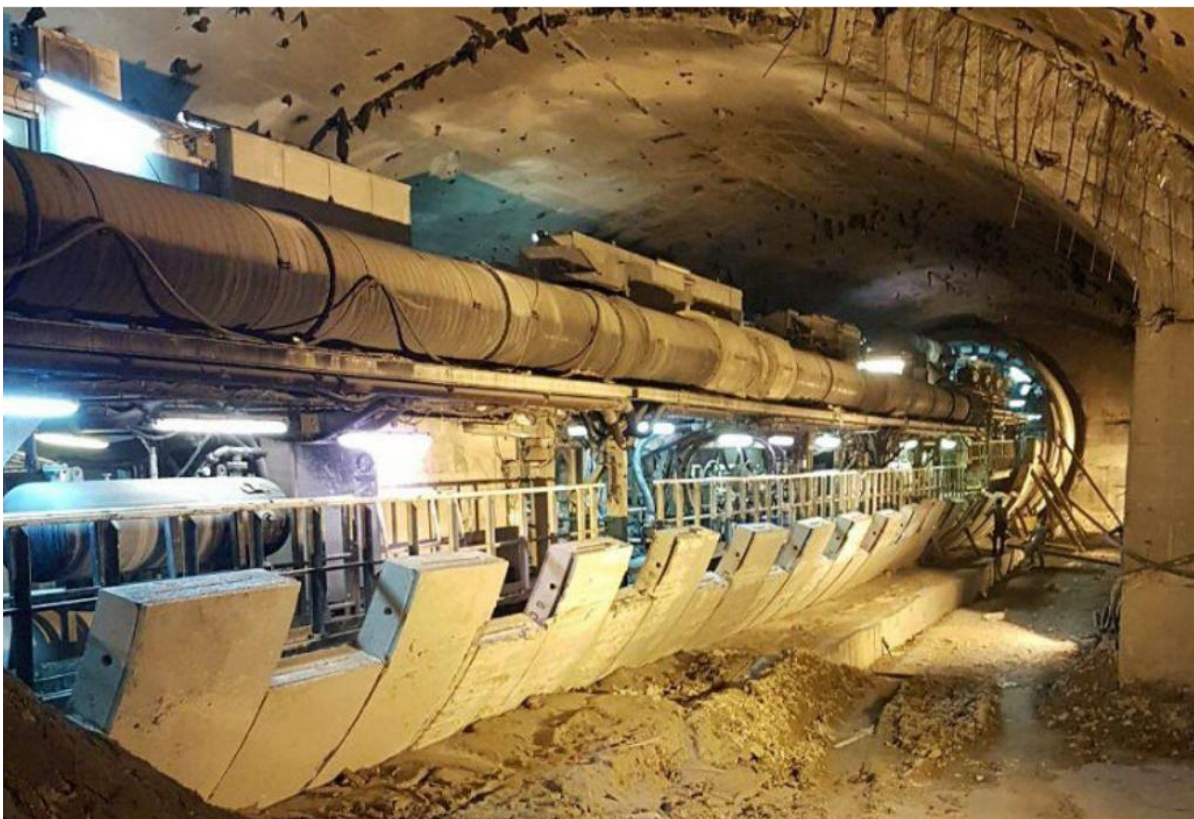
Portale tuneli drążonych metodą tarczową

- W pierwszych 8–10 pierścieniach obudowy TBM wykorzystuje tylko 30–50% maksymalnej siły parcia.
- Stopniowe zwiększanie siły do 100% następuje po pełnym zagłębieniu tarczy w grunt.
- Obciążenie rozłożone nierównomiernie – większe w dolnej części pierścienia (60–70%), mniejsze w górnej (30–40%).
- Projekt ramy reakcyjnej musi uwzględniać asymetryczne przenoszenie sił i ograniczenie odkształceń.





Portale tuneli drążonych metodą tarczową





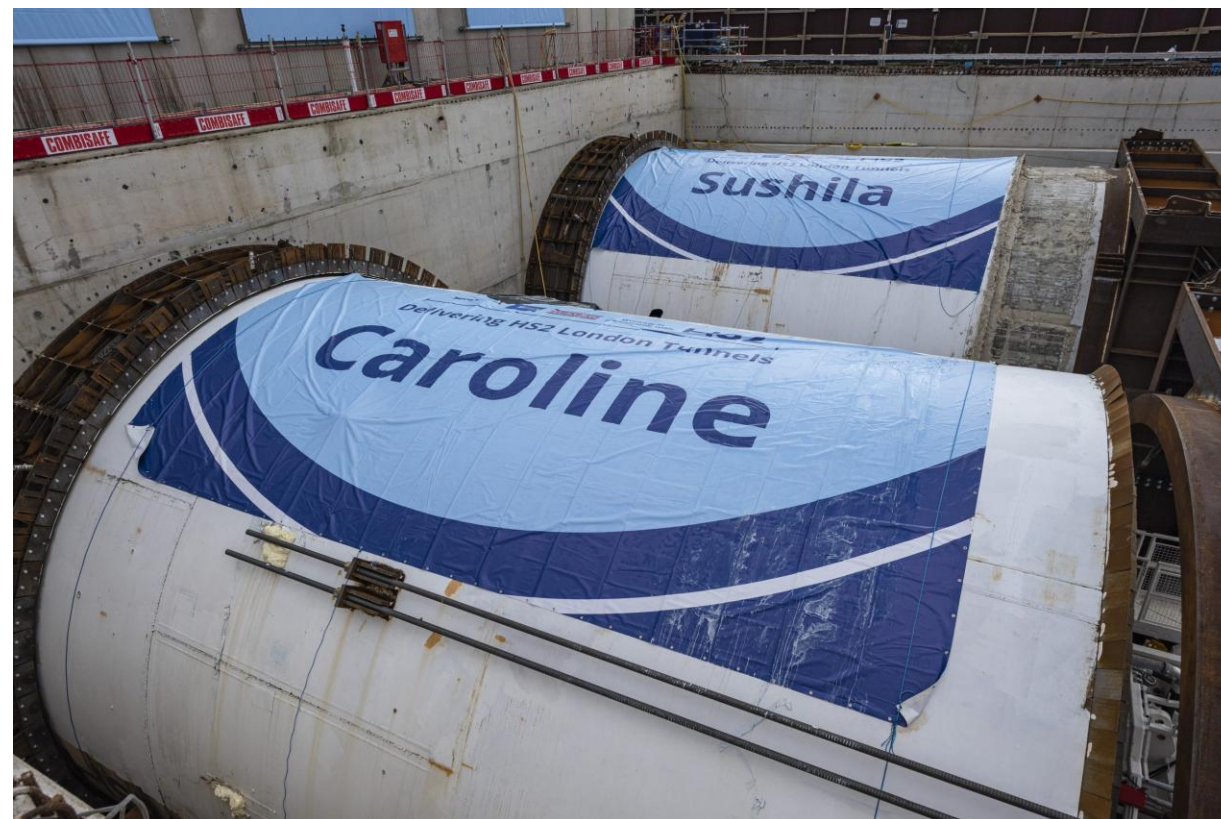
Portale tuneli drążonych metodą tarczową





Portale tuneli drążonych metodą tarczową

- Stalowy kołnierz (launching ring / headwall collar) jest montowany w ścianie czołowej portalu, w miejscu rozpoczęcia drążenia TBM.
- Zapewnia osiowość i prowadzenie tarczy w pierwszych metrach drążenia.
- Chroni betonową konstrukcję portalu i zapewnia szczelne przejście (launching eye) pomiędzy TBM a ścianą czołową.





Portale tuneli drążonych metodą tarczową

- Ściana break-in
- Ściana break-out

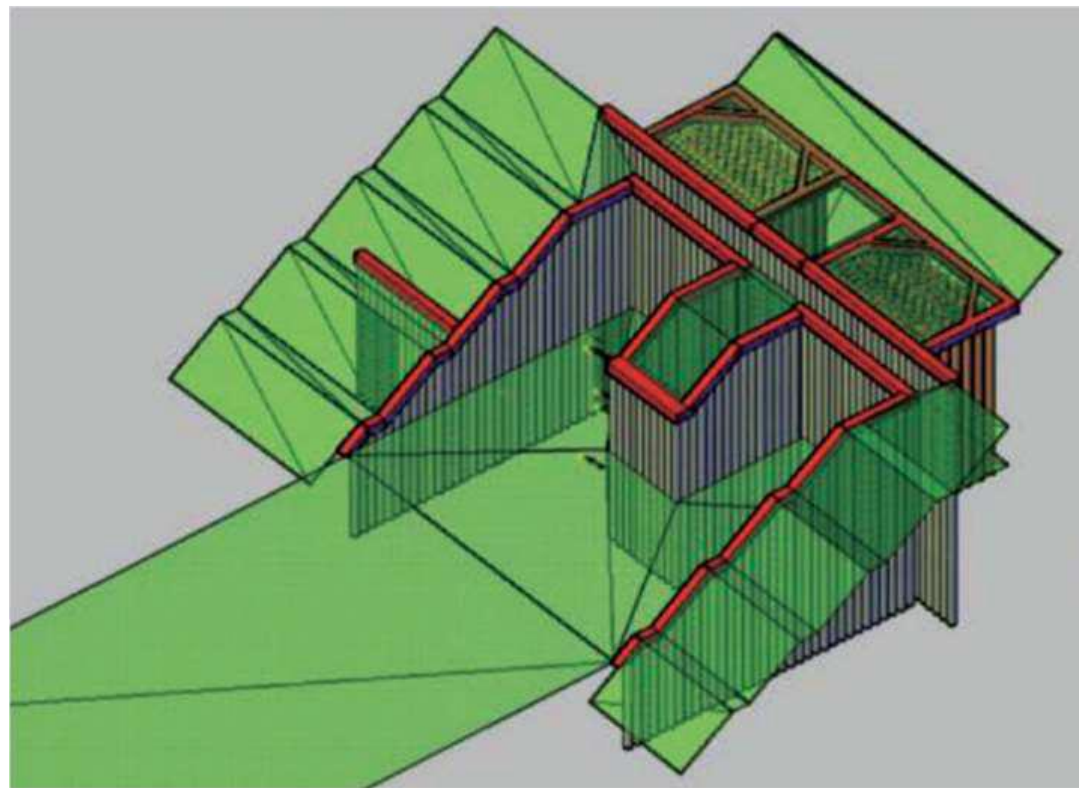




Portale tuneli drążonych metodą tarczową

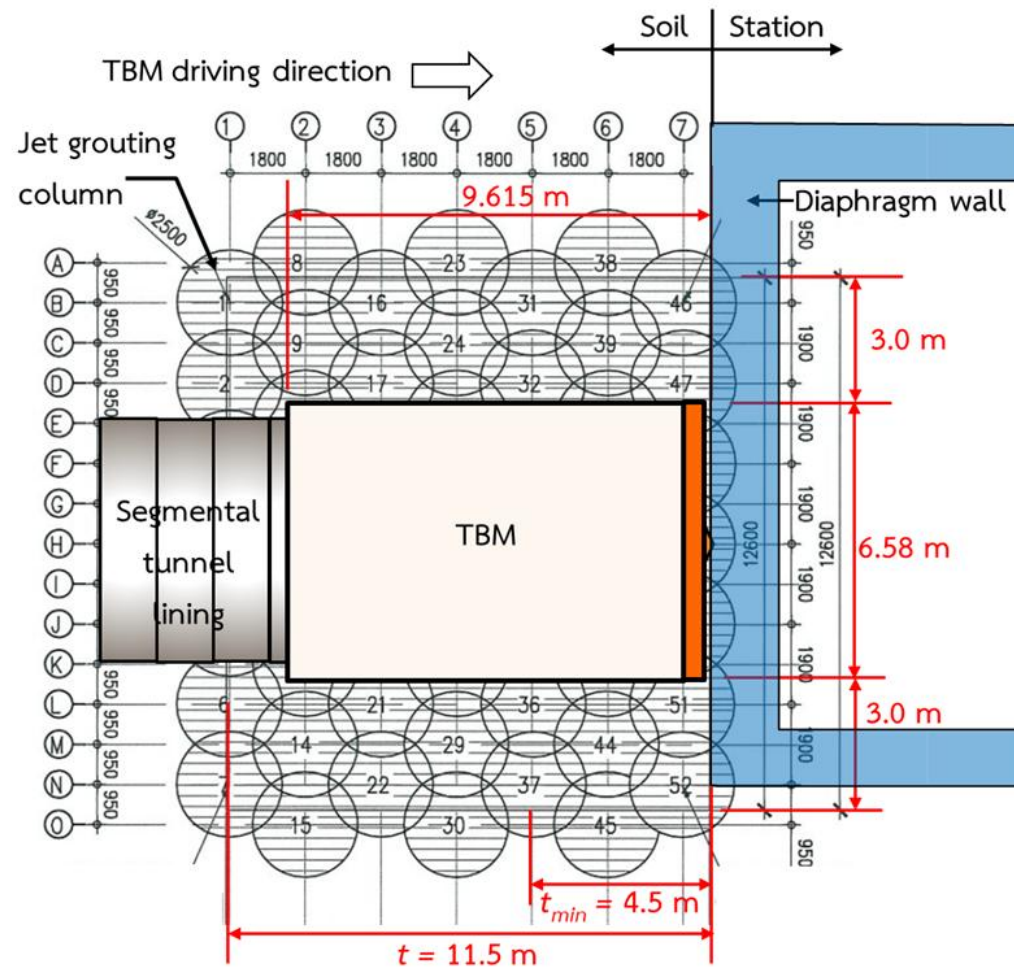
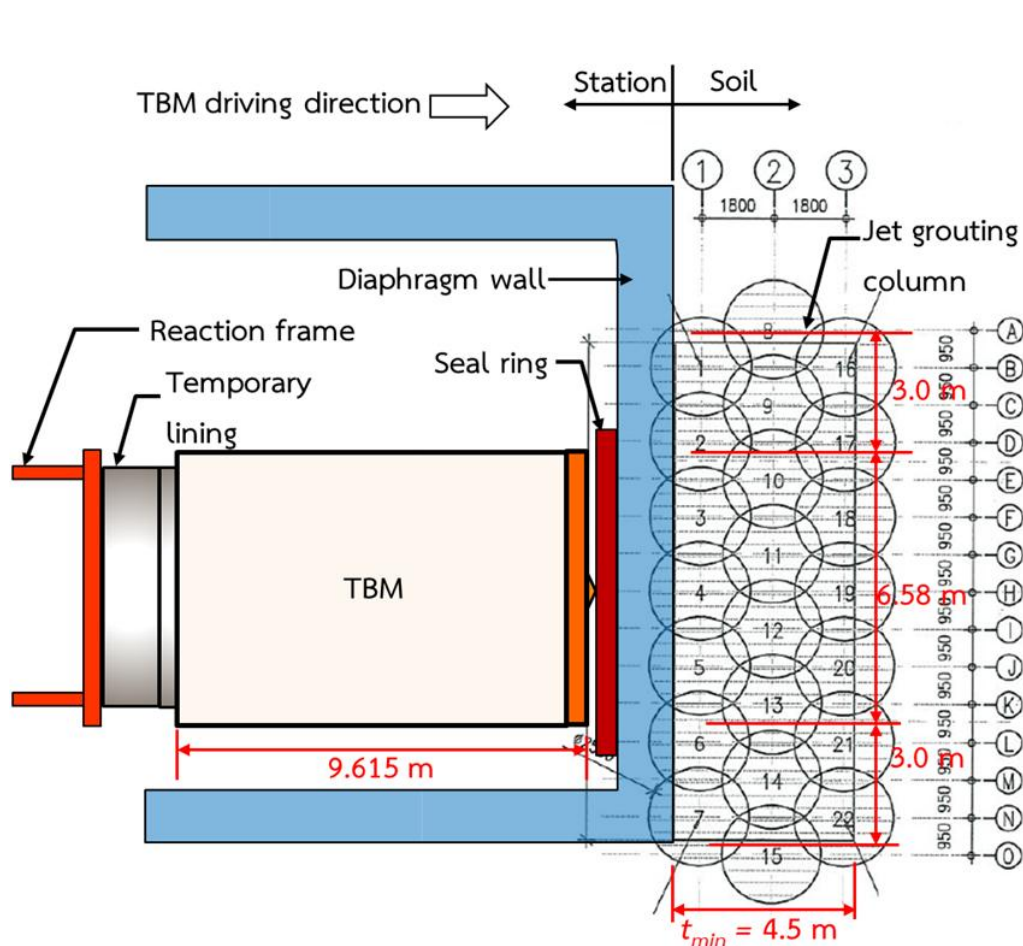
Wzmocnienie gruntu w obrębie stref wejścia i wyjścia:

- Stabilizuje przodek i ogranicza przecieki, umożliwiając bezpieczne wytworzenie ciśnienia w komorze TBM.
- Redukuje deformacje i utratę gruntu w strefie otworu startowego.
- Umożliwia płynne przejście tarczy z konstrukcji startowej do naturalnego gruntu (transition zone).
- Chroni konstrukcję portalu, może zapewniać szczelność układu startowego.
- Zapewnia równomierne oparcie pierwszych pierścieni obudowy.





Portale tuneli drążonych metodą tarczową





Portale tuneli drążonych metodą konwencjonalną

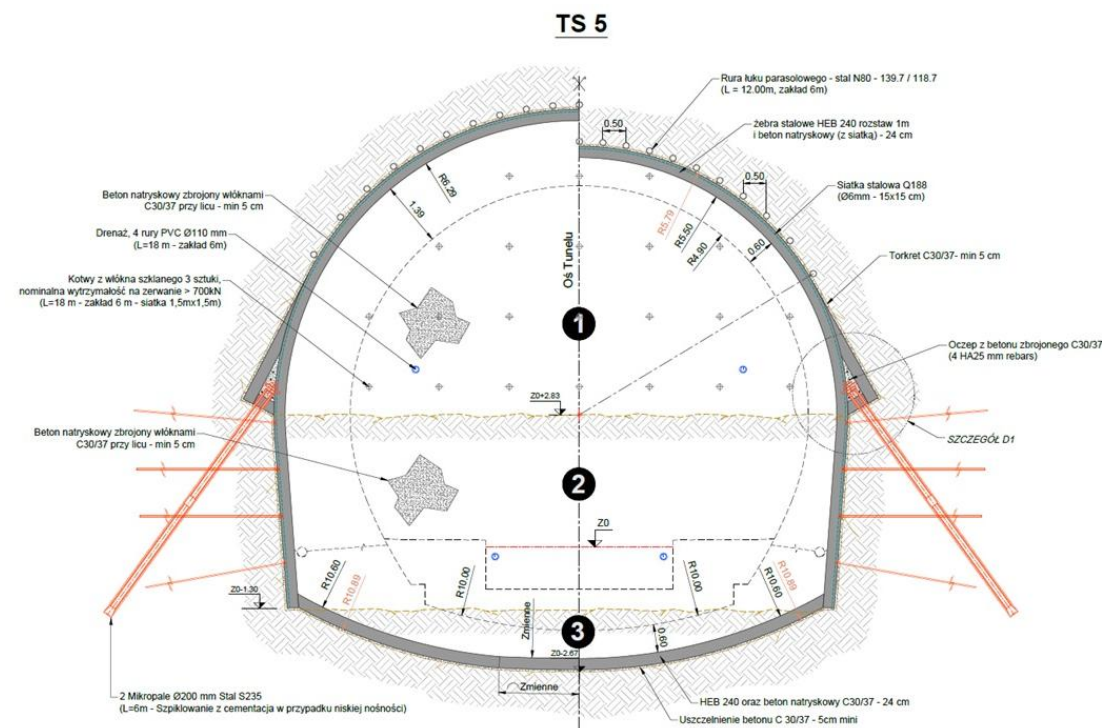




Portale tuneli drażzonych metodą konwencjonalną

Wykorzystanie sekwencyjnego drążenia:

- W metodzie NATM/SEM wykop w rejonie portalu często nie jest głębiony od razu do spodu tunelu.
- Drażnienie rozpoczyna się od górnej półki, co pozwala na wczesne zamknięcie obudowy wstępnej i kontrolę deformacji.
- Ograniczona głębokość wykopu przed uruchomieniem tunelu zmniejsza parcie na ścianę czołową portalu i poprawia jej stateczność.
- Po wykonaniu górnej części tunelu stopniowo wybiera się część środkową i spągową, utrzymując ciągłą współpracę obudowy i gruntu.





Problemy projektowania portali w warunkach fliszu

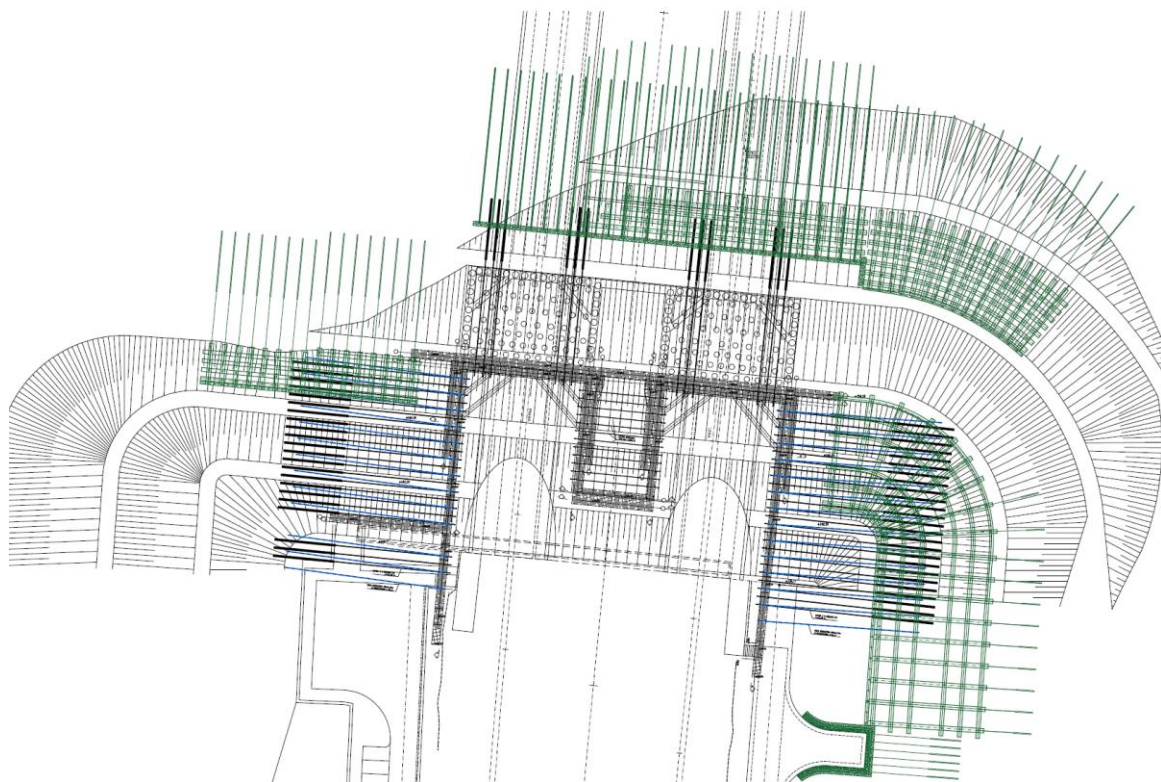
- Problemy z określeniem parametrów ośrodka
 - Mechanika skał -> oparcie na klasyfikacjach

c (kPa)	ϕ (°)	E (MPa)
80	35	800
66	32	120
107	43,09	350



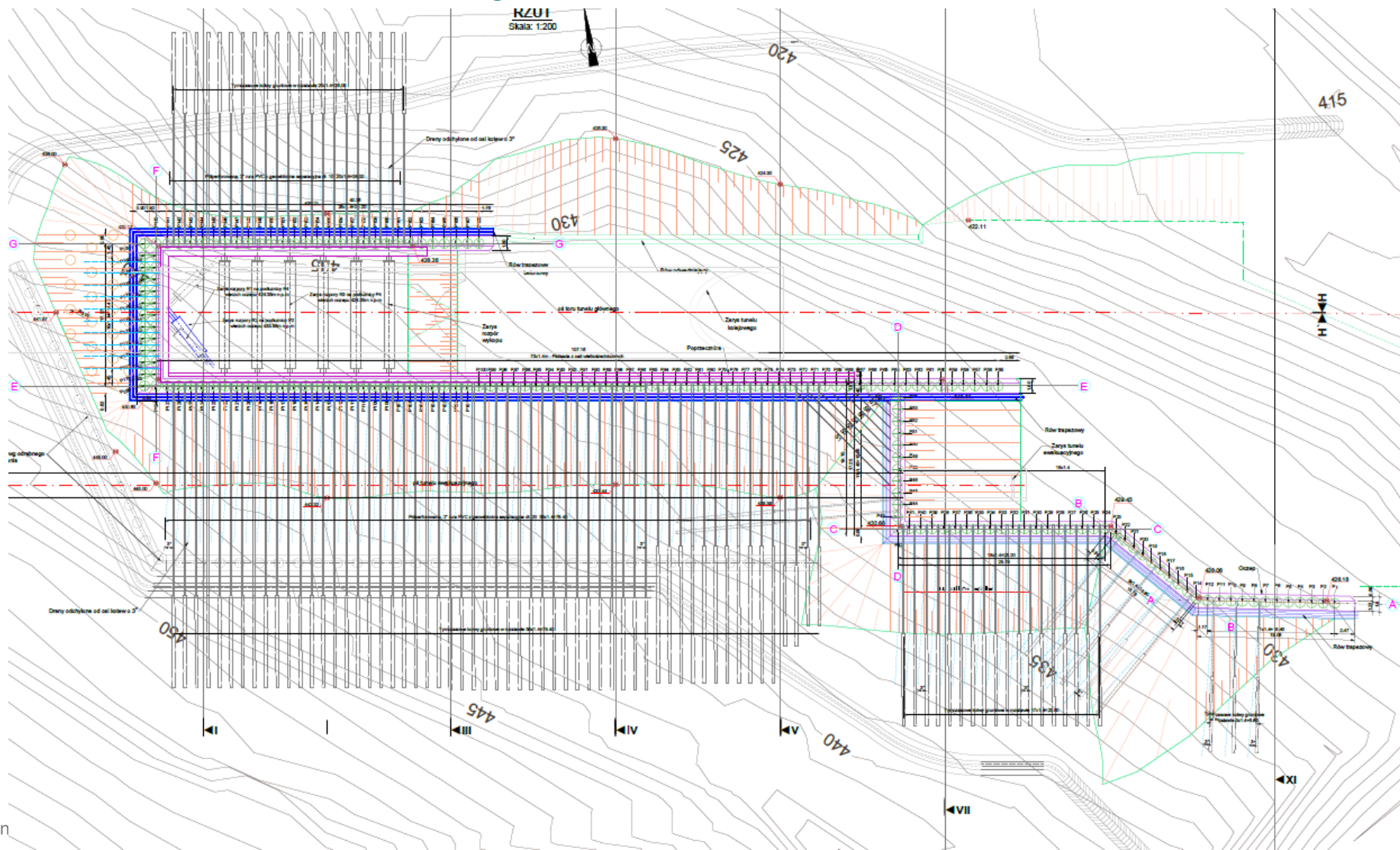


Problemy projektowania portali w warunkach fliszu





Problemy projektowania portali w warunkach fliszu





Projektowanie portali tuneli – wnioski i dobre praktyki

- Portal to element krytyczny – stanowi strefę przejściową między konstrukcją powierzchniową a podziemną.
- Rozwiązania TBM i NATM różnią się technologią, ale łączy je wspólny cel: stateczność, szczelność i bezpieczeństwo drążenia.
- We fliszu karpackim kluczowe są: szczegółowe rozpoznanie, etapowe prowadzenie robót, stały monitoring i szybka reakcja.
- Nie istnieje uniwersalny projekt portalu – każde rozwiązanie musi być dopasowane do lokalnej geologii.
- Największym ryzykiem nie jest grunt – tylko brak obserwacji.





Dziękuję
za uwagę