



POMORSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

SYMPOZJUM TUNEL DROGOWY POD MARTWĄ WISŁĄ

24 stycznia 2013 r.

Centrum Wystawienniczo-Kongresowe AMBER EXPO



Dobór głowic tunelowych TBM Herrenknecht AG.

Dymitr Petrow-Ganew – Dyrektor Sprzedaży na Europę Centralną i Wschodnią

HERRENKNECHT AG 1977 – 2012

35 LAT DOŚWIADCZEŃ

- 1977 - założenie firmy Herrenknecht
- 1984 - Pierwsza maszyna płuczkowa do mikrotunelingu
- 1985 - Pierwsza głowica Mixshield, do pracy poniżej poziomu wody gruntowej.
- 2011 - Największa głowica tunelowa ϕ 15,55 m

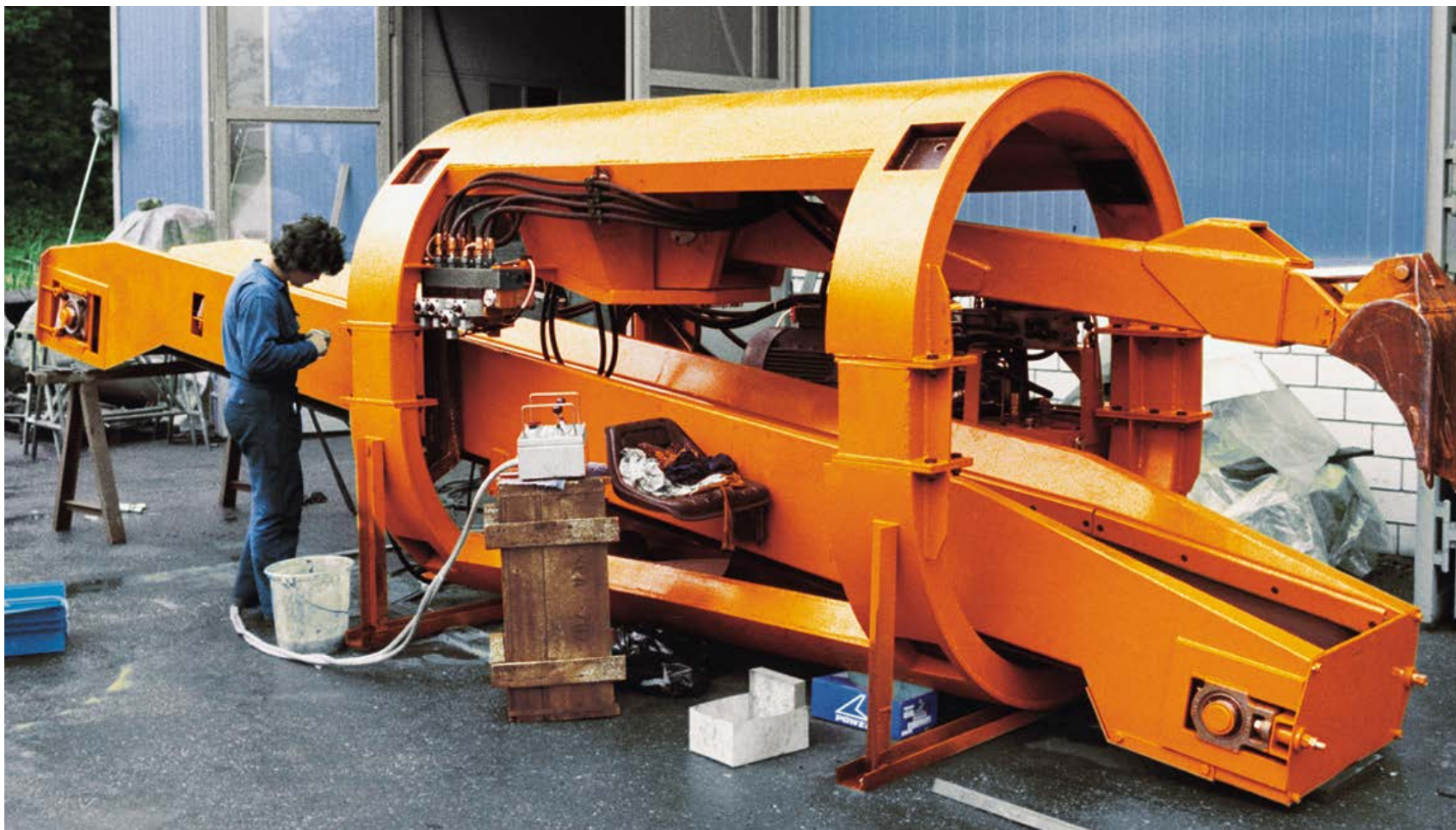
Herrenknecht dzisiaj:

- Ponad **580** systemów tunelowych
- Ponad **1900** km wydrążonych tuneli
- **4.850** pracowników
- **250.800 m²** powierzchni (15 hal produkcyjnych)



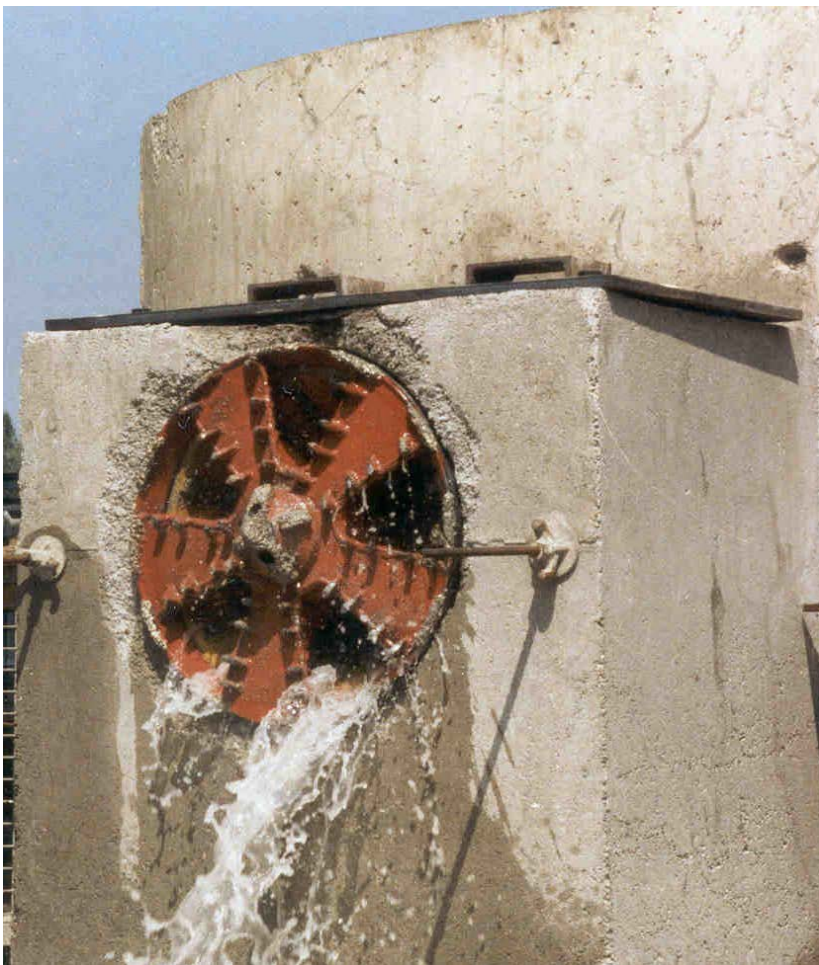
1978.

Pierwsza maszyna do tunelingu mechanicznego.



1985.

Pierwsza głowica mikrotunelingu AVN.



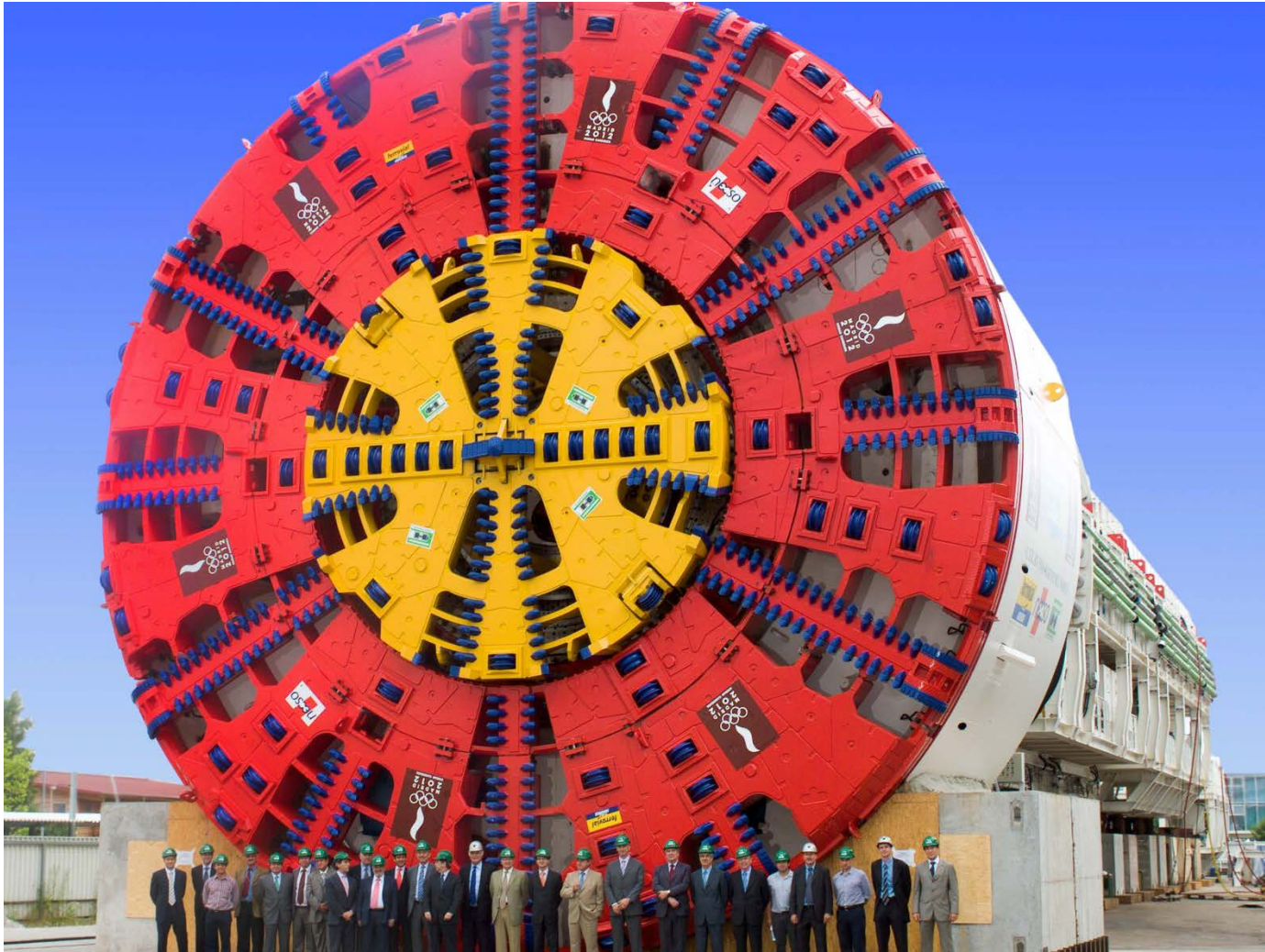
1985

Pierwsza duża głowica Mixshield (Ø 6m).



2005

Głowica EPB ϕ 15,2 m



2007

Największa na świecie głowica Mixshield ϕ 15,43 m

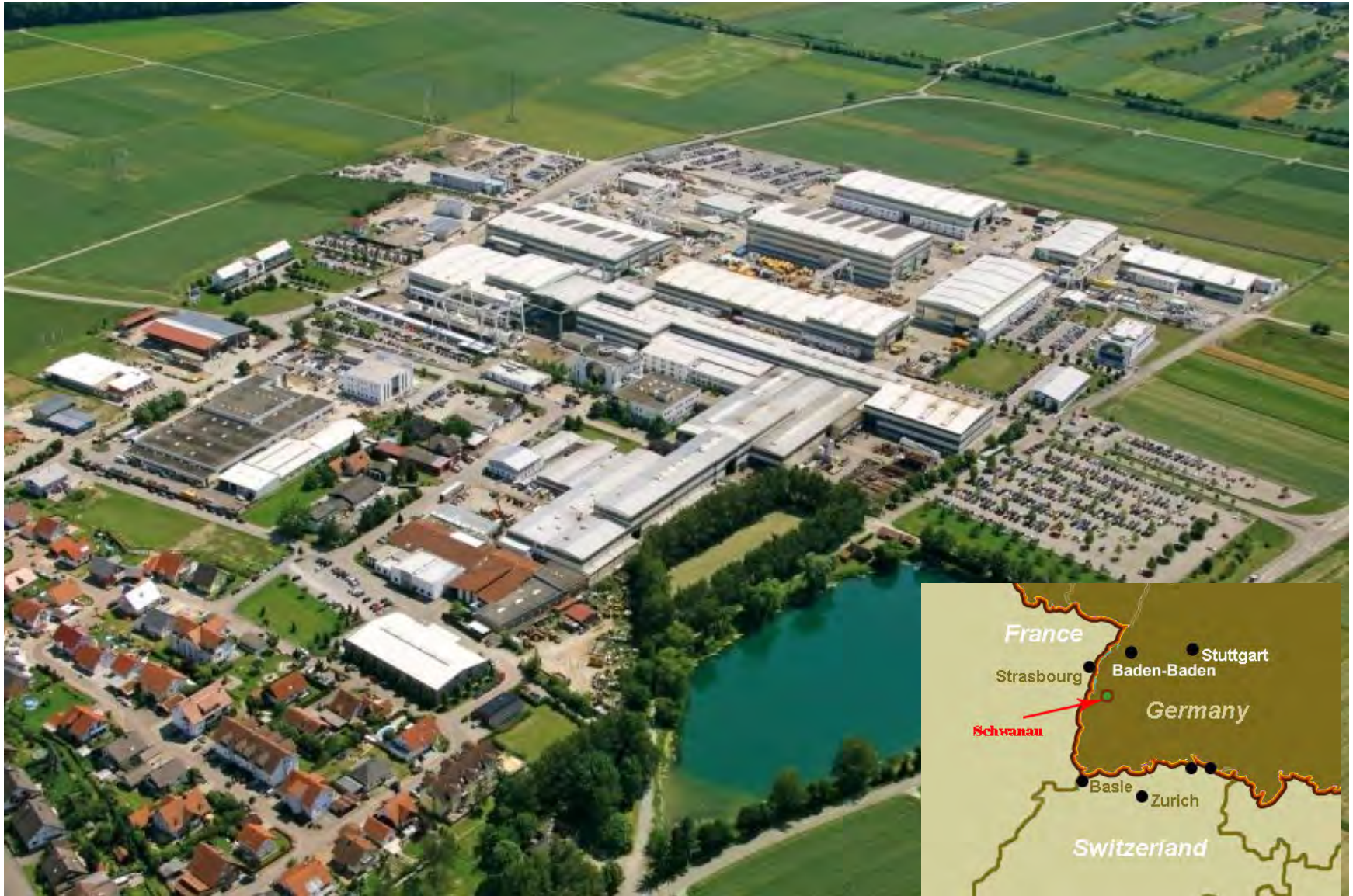


2011

Największa na świecie głowica EPB ϕ 15,55 m

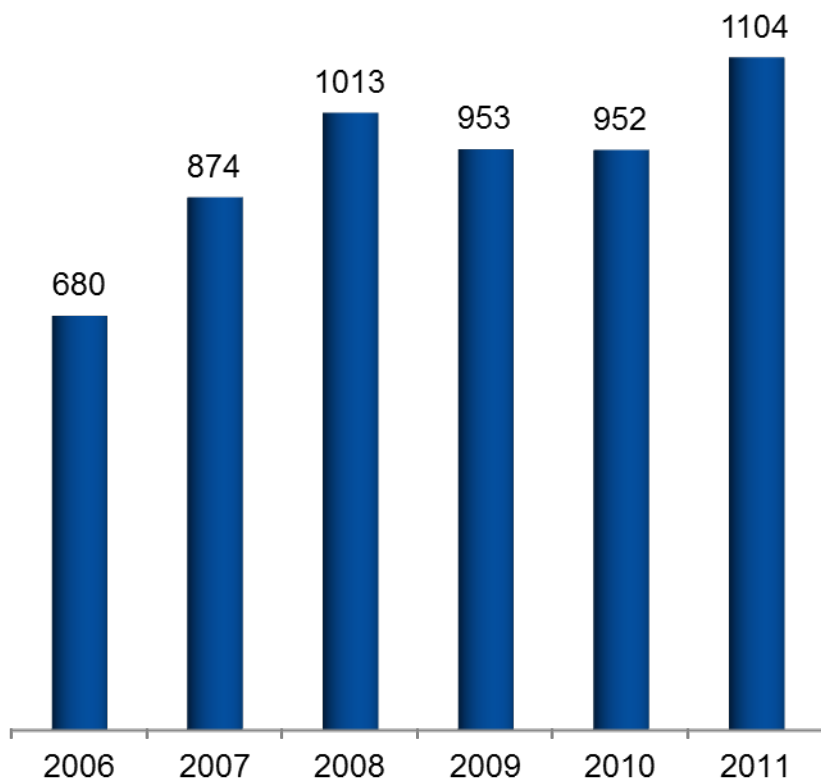


Fabryka Herrenknecht w Schwanau, Niemcy

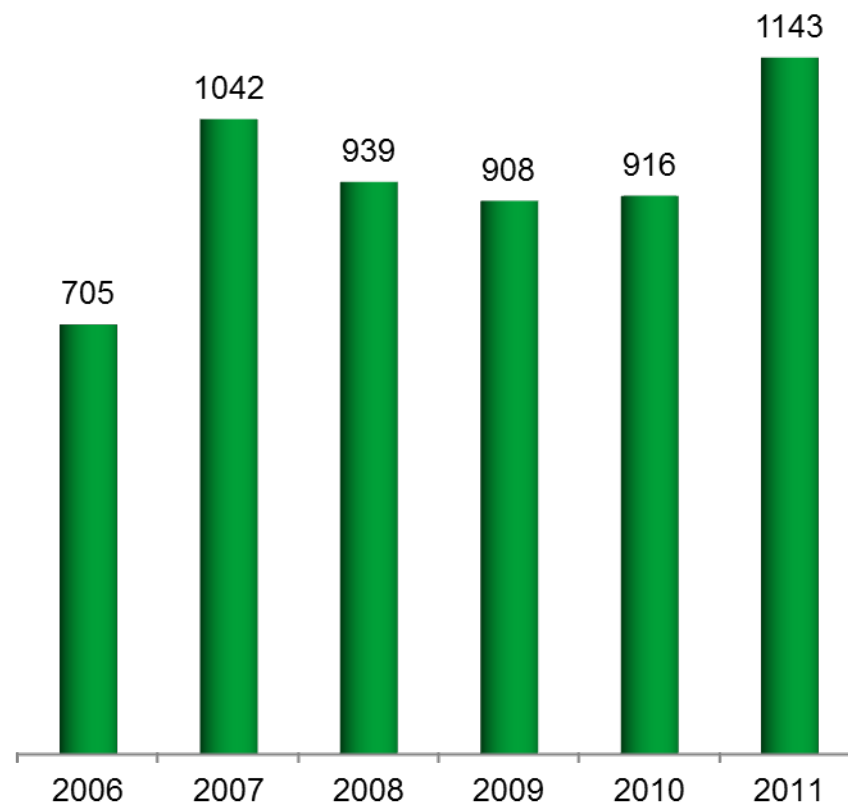


GRUPA HERRENKNECHT W LICZBACH.

Total Operating Performance in mil. EUR



Incoming Orders in mil. EUR



HERRENKNECHT NA ŚWIECIE.



INFRASTRUKTURA PODZIEMNA – GLOBALNE TRENDY



- Populacja ludzi szybko rośnie i się urbanizuje
- Potrzebna jest nowoczesna, wysokowydajna infrastruktura pozwalająca na szybki transport ludzi oraz towarów
- Dłuższe i głębsze tunele komunikacyjne i instalacyjne we wszystkich warunkach geologicznych
- Ogromnych średnic tunele wielofunkcyjne.
- Budownictwo infrastrukturalne na wielką skalę z wieloma równolegle prowadzonymi projektami.
- Ożywiony rozwój autostrad, szybkich kolei, hydroelektrowni, kanalizacji wielkośrednicowych

WYZWANIA W TUNELOWANIU



■ Geologia

- Woda gruntowa
- Wysoki nadkład nad tunelem / znaczne głębokości tuneli
- Złożone i zmieniające się warunki geologiczne

■ Średnice

- Trzy – czteropasmowe tunele drogowe
- Tunele wielofunkcyjne

■ Budżety i czasy wykonania projektów

- Systemy infrastrukturalne na dużą skalę
- Skracanie czasów budowy tuneli

TYPY GŁOWIC DO TUNELOWANIA ZMECHANIZOWANEGO .

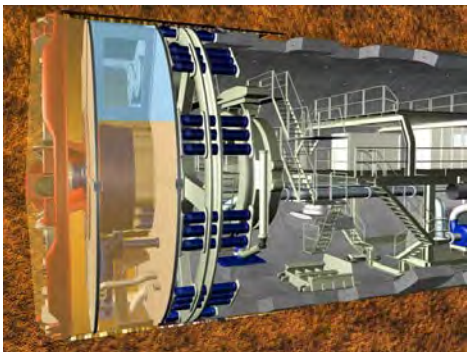


KLASYFIKACJA TARCZ TBM

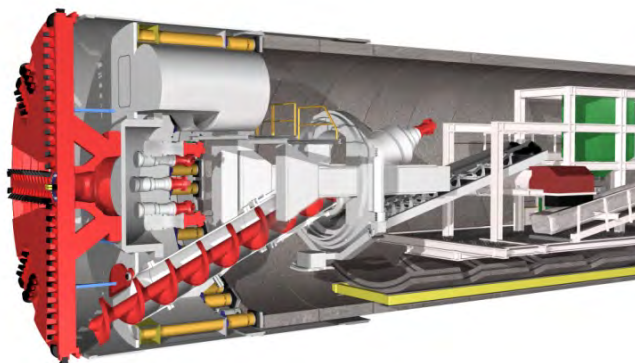
Do gruntów miękkich



Open Shield



Slurry Shield

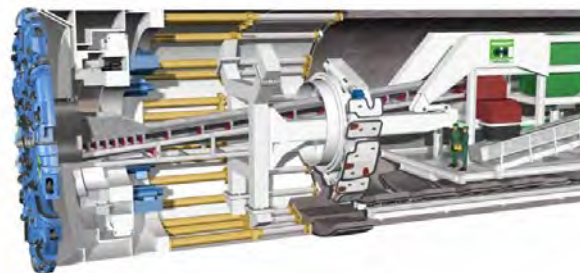


EPB Shield

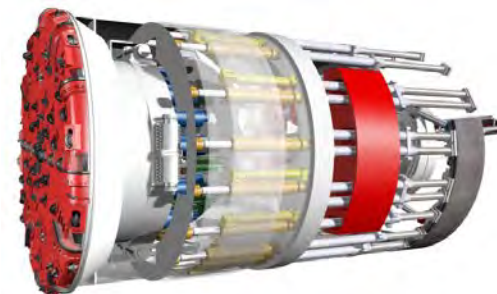
Do skał



Gripper TBM



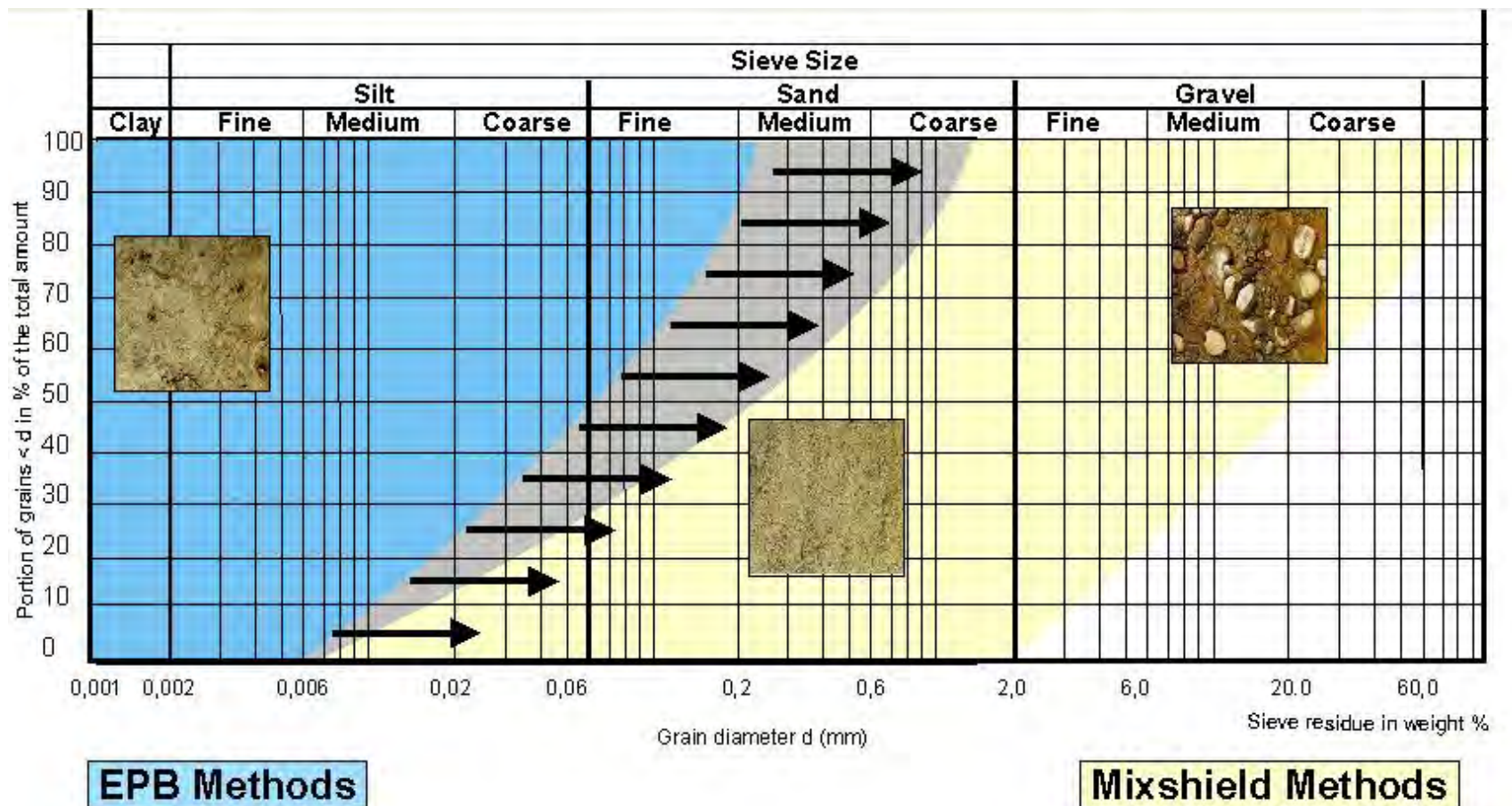
Single Shield TBM



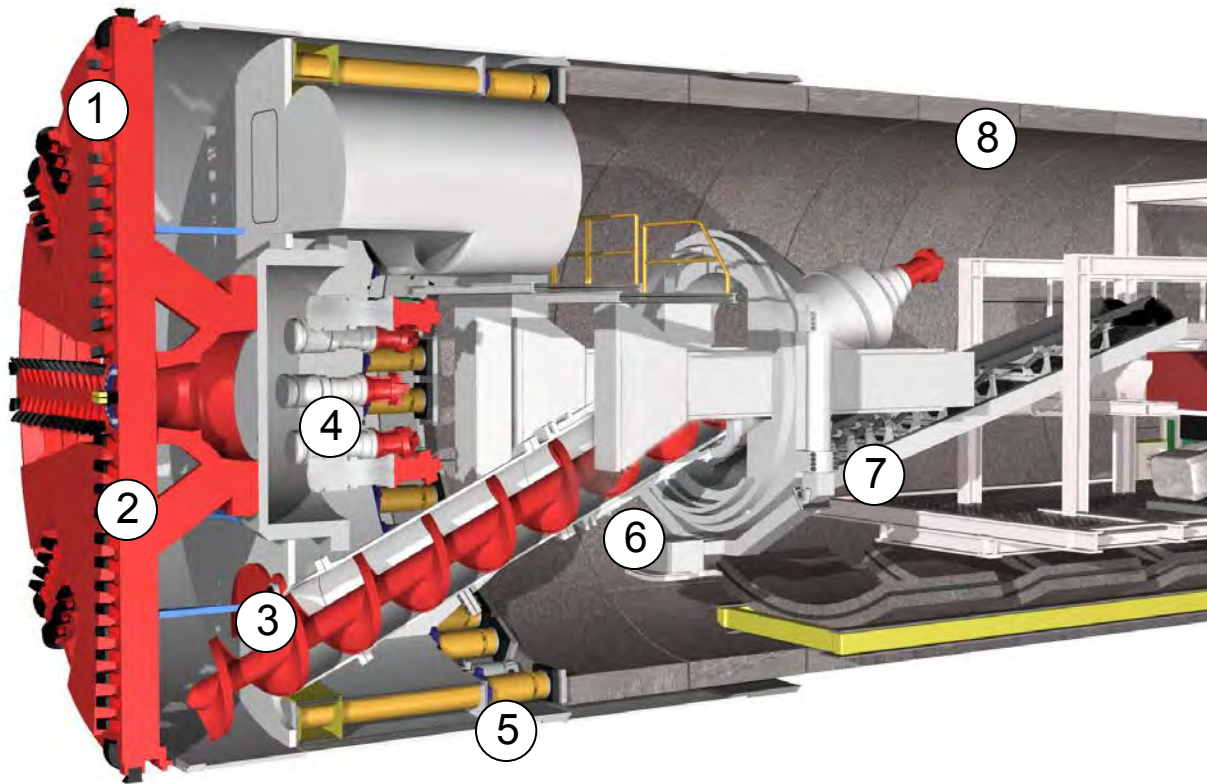
Double Shield TBM

GRUNTY MIĘKKIE

EPB VERSUS MIXSHIELDS.

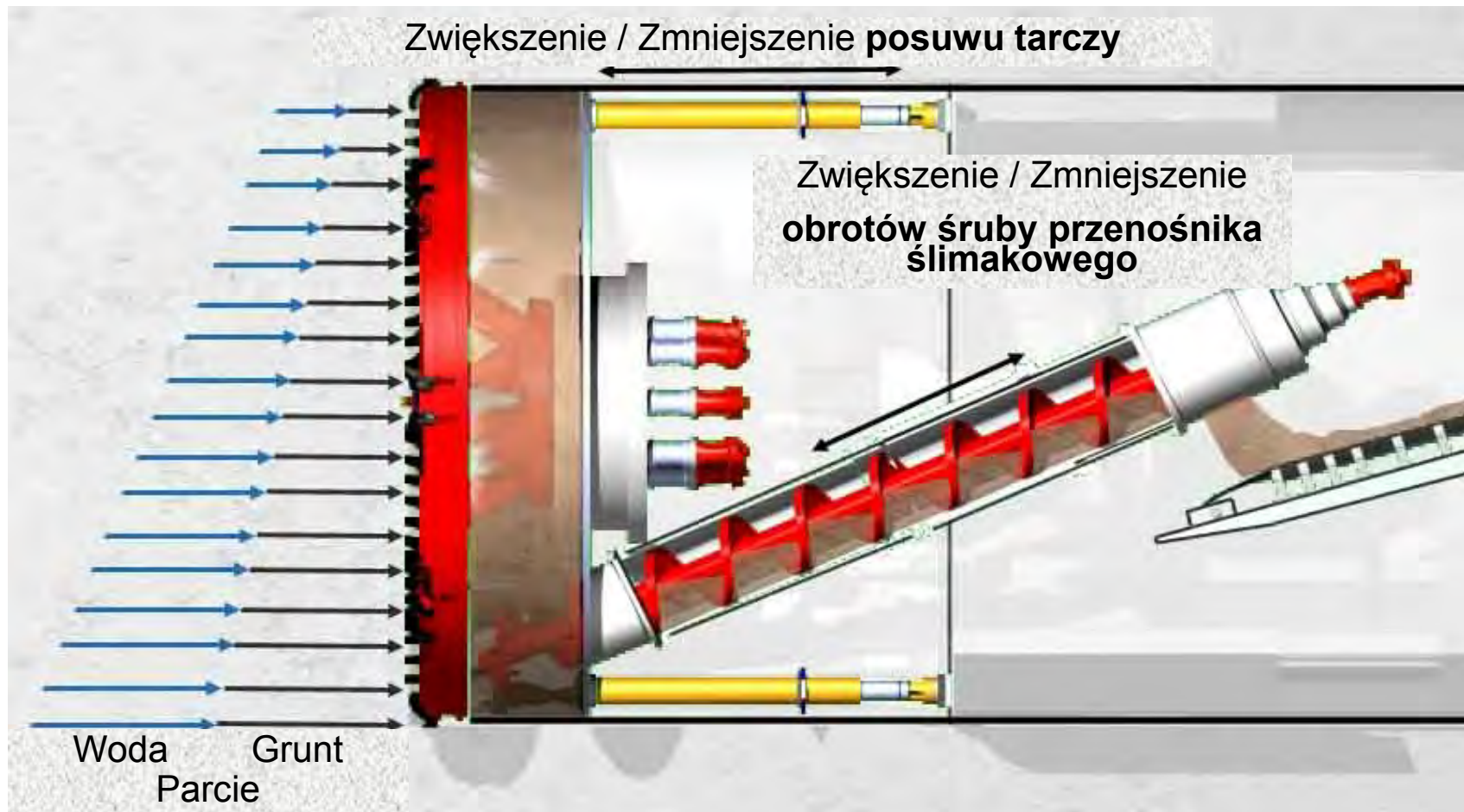


TARCZA EPB (Earth Pressure Balance Shields) BUDOWA



1. Przodek tunelu
2. Tarcza skrawająca
3. Komora urabiania
4. Przegroda
5. Siłowniki pchające
6. Przenośnik ślimakowy
7. Erektor
8. Segmenty (tubingi)

ZASADA DZIAŁANIA SYSTEMU EPB



TARCZA EPB (Earth Pressure Balance Shields)



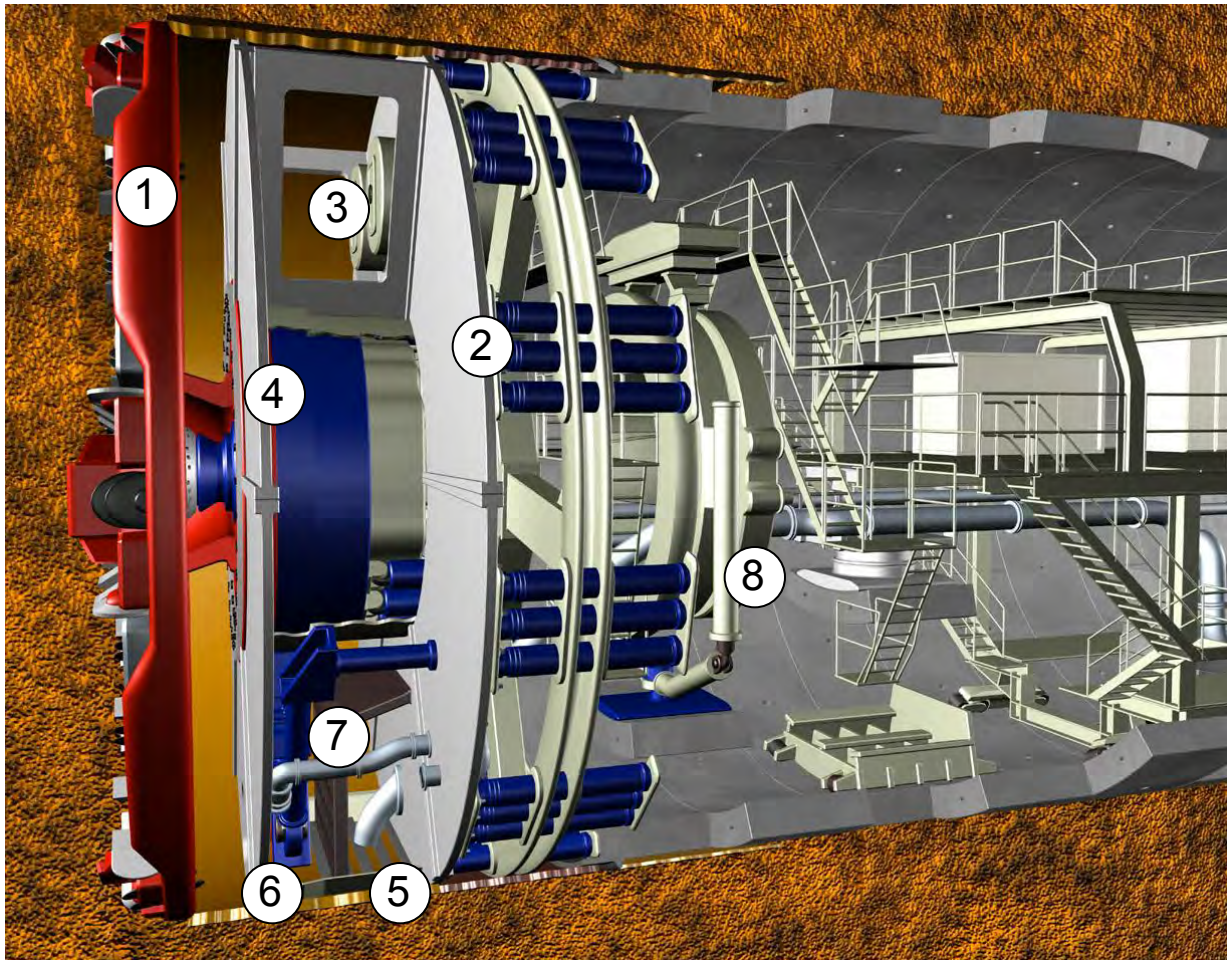
MIXSHIELD

BEZPIECZNE TUNELOWANIE W ZMIENNYCH WARUNKACH GRUNTOWYCH



TARCZA MIXSHIELD

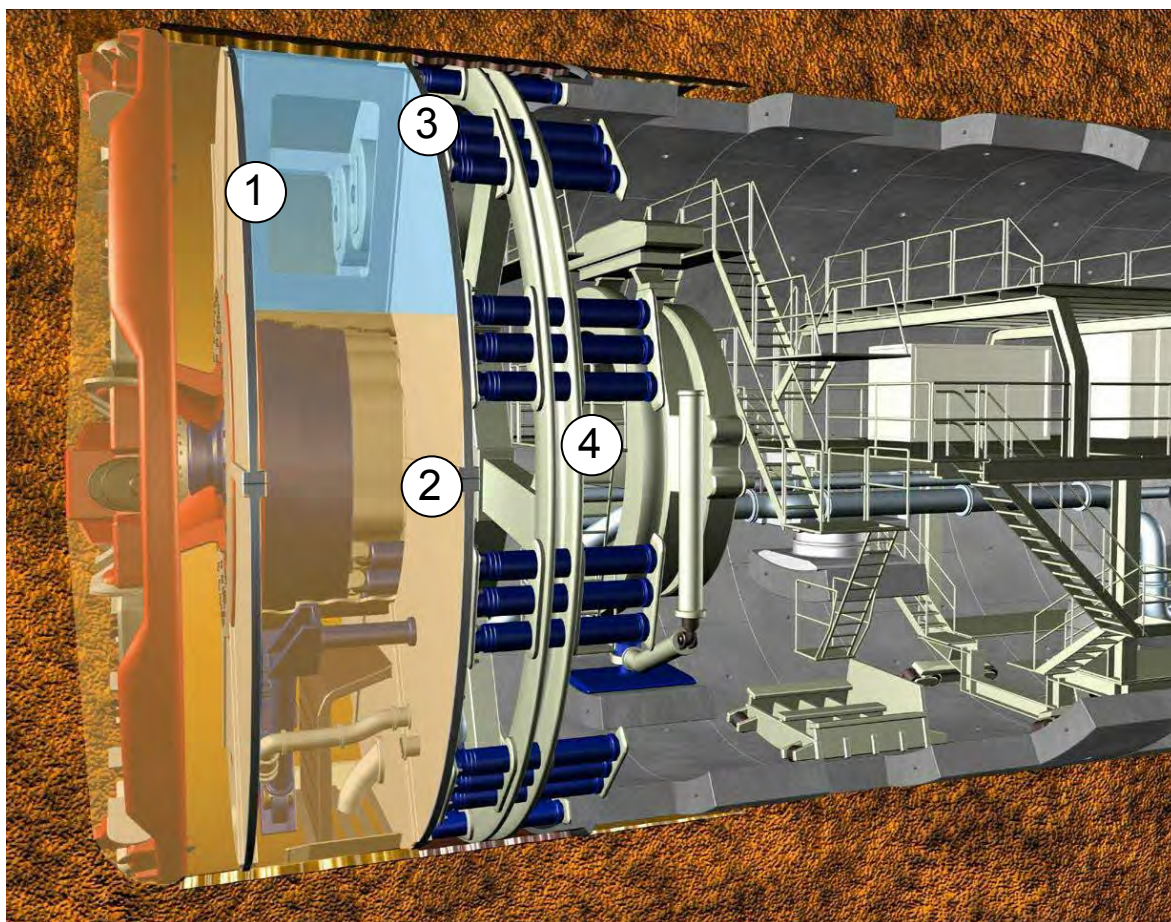
BUDOWA



1. Tarcza Skrawająca
2. Przegroda ciśnieniowa
3. Poduszka powietrzna
4. Przegroda pośrednia
5. Przewody płuczkowe (odbierające)
6. Kruszarka
7. Przewody płuczkowe (doprowadzające)
8. Erektor

MIXSHIELD

STABILIZACJA PRZODKA ZA POMOCĄ PŁUCZKI BENTONITOWEJ

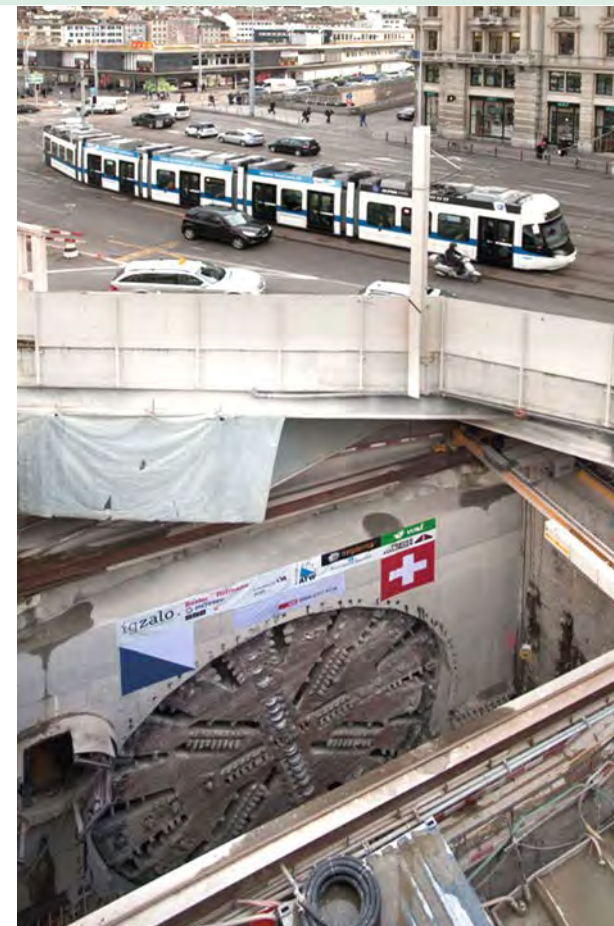


1. Przegroda pośrednia
2. Komora urabiania
3. Poduszka powietrzna
4. Przegroda



ZALETY TUNELOWANIA ZMECHANIZOWANEGO W STOSUNKU DO BUDOWY TRADYCYJNEJ

- Zmechanizowanie wszystkich etapów budowy.
- Mniejsze wpływy dynamiczne na otaczające miasto i środowisko naturalne.
- Znacznie większa szybkość drążenia tunelu.
- Mniejsza liczba pracowników, bardzo wysokie bezpieczeństwo pracy.





ZALETY TUNELOWANIA ZMECHANIZOWANEGO W STOSUNKU DO BUDOWY TRADYCYJNEJ

- Mniejsza emisja hałasu i zanieczyszczeń w tunelu i na zewnątrz.
- Większe bezpieczeństwo oszacowania pełnych kosztów budowy.
- Bardziej precyzyjne oszacowanie harmonogramu prac.



REFERENCJE .

■ Maszyny do tuneli komunikacyjnych ($\varnothing > 4.2\text{m}$) globalnie:

■ Metro: 369 projektów na ponad 880 km

■ Koleje: 75 projektów na ponad 440 km

■ Drogi: 44 projektów na ponad 171 km

■ Wodociągi: 36 projektów na ponad 190 km

■ Kanalizacja: 35 projektów na ponad 130 km

■ Hydroenergetyczne: 9 projektów na ponad 60 km

■ Wielozadaniowe: 13 projektów na ponad 30 km



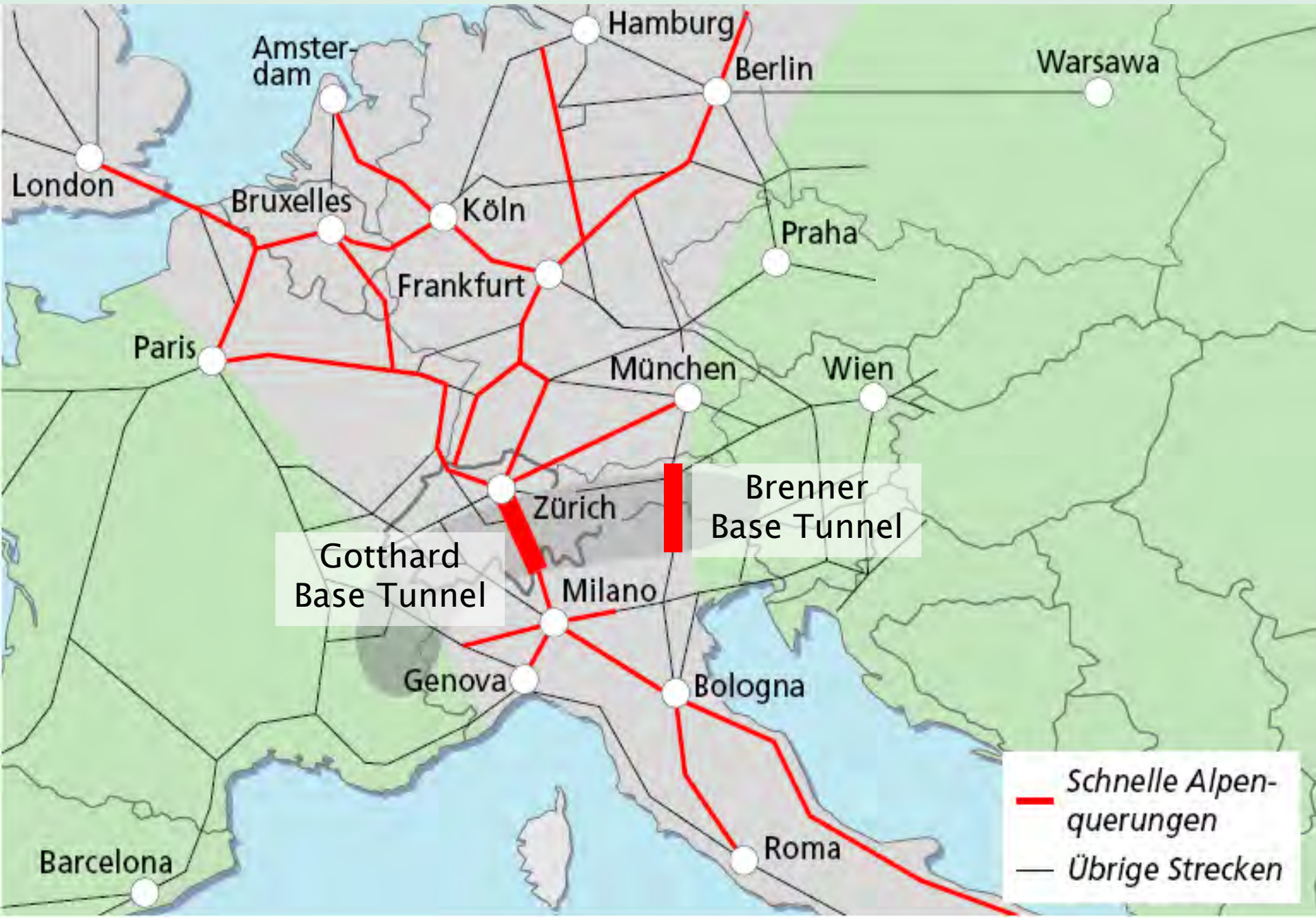
→ **Ponad 580 projektów tunelowych na ponad 1,900 kilometrów**

TUNEL GOTARDA. LIGA MISTRZÓW W BUDOWNICTWIE TUNELI

ERSTFELD

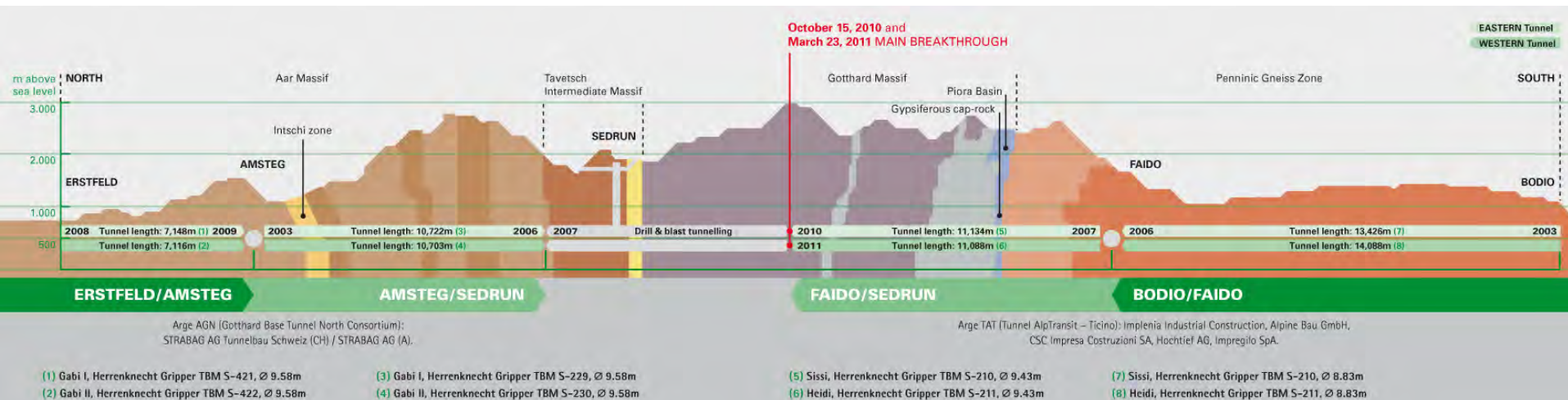
BODIO





4 GŁOWICE TBM „GRIPPER” HERRENKNECHTA DO BUDOWY NAJDŁUŻSZEGO NA ŚWIECIE TUNELU KOLEJOWEGO.

- Ø 8.83 – 9.58m, długość do 450m, waga około 2,700t
- Ponad 85km tunelu w twardej skale.
- Wydajność do 56m tunelu dziennie.



(1) Gabi I, Herrenknecht Gripper TBM S-421, Ø 9.58m
 (2) Gabi II, Herrenknecht Gripper TBM S-422, Ø 9.58m

(3) Gabi I, Herrenknecht Gripper TBM S-229, Ø 9.58m
 (4) Gabi II, Herrenknecht Gripper TBM S-230, Ø 9.58m

(5) Sissi, Herrenknecht Gripper TBM S-210, Ø 9.43m
 (6) Heidi, Herrenknecht Gripper TBM S-211, Ø 9.43m

(7) Sissi, Herrenknecht Gripper TBM S-210, Ø 8.83m
 (8) Heidi, Herrenknecht Gripper TBM S-211, Ø 8.83m

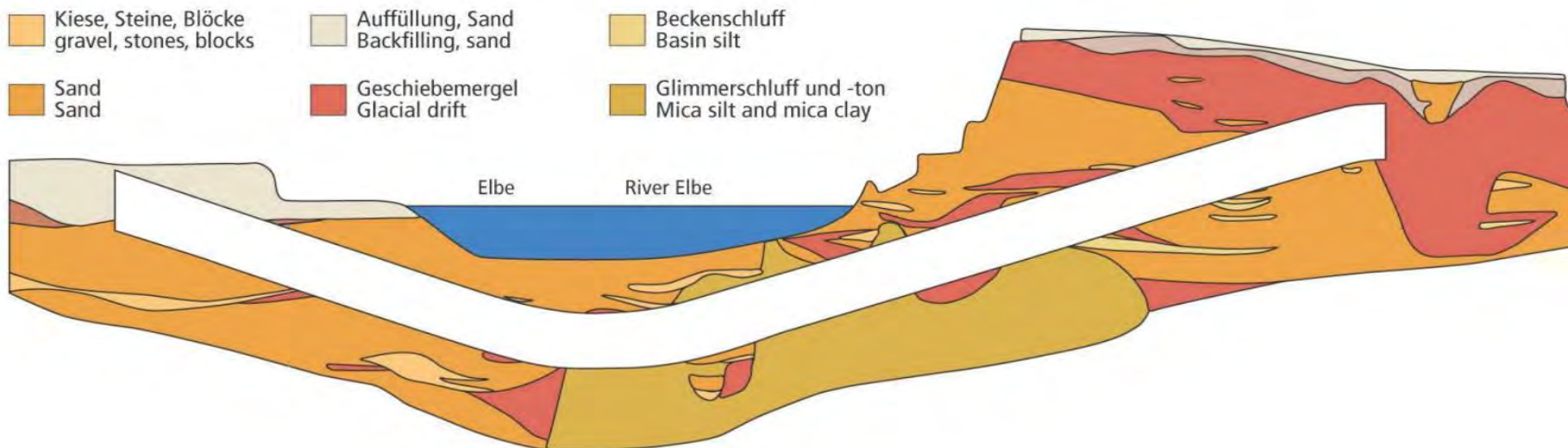
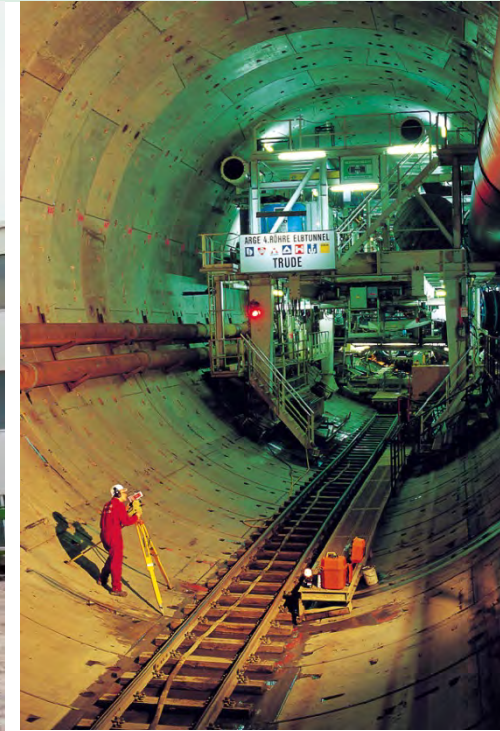




MARZEC 23, 2011.
PRZEBICIE W SEDRUN.
DRAŻENIE UKOŃCZONE.

HAMBURG: 4 TUNEL POD ŁABĄ.

- Głowica „Mixshield”
- Ø 14,200mm
- 2.6km tunel drogowy
- Ciśnienie wody gruntowej do 5.5bar



Moskwa. Lefortowo.

Wielki tunel 14,2 m Głowica „Mixshield” z płuczkowym transportem urobku.



- Maszyna: S-164
- Średnica: 14,200mm
- Moc głowicy: 3,200kW + 315kW
- Długość tunelu: 2,222m
- Geologia: Piasek drobny do grubego,
Gлина, Wapień
(średnio twardy,
częściowo bardzo
spękany)
- Wykonawca: AO Corporation
Transstroy



NAJWIĘKSZA NA ŚWIECIE GŁOWICA „MIXSHIELD”.

- Średnica 15,430mm
- Długość tunelu 7,470m
- Tunel wielozadaniowy metro-drogowy
- Zakończenie drążenia rok przed terminem!



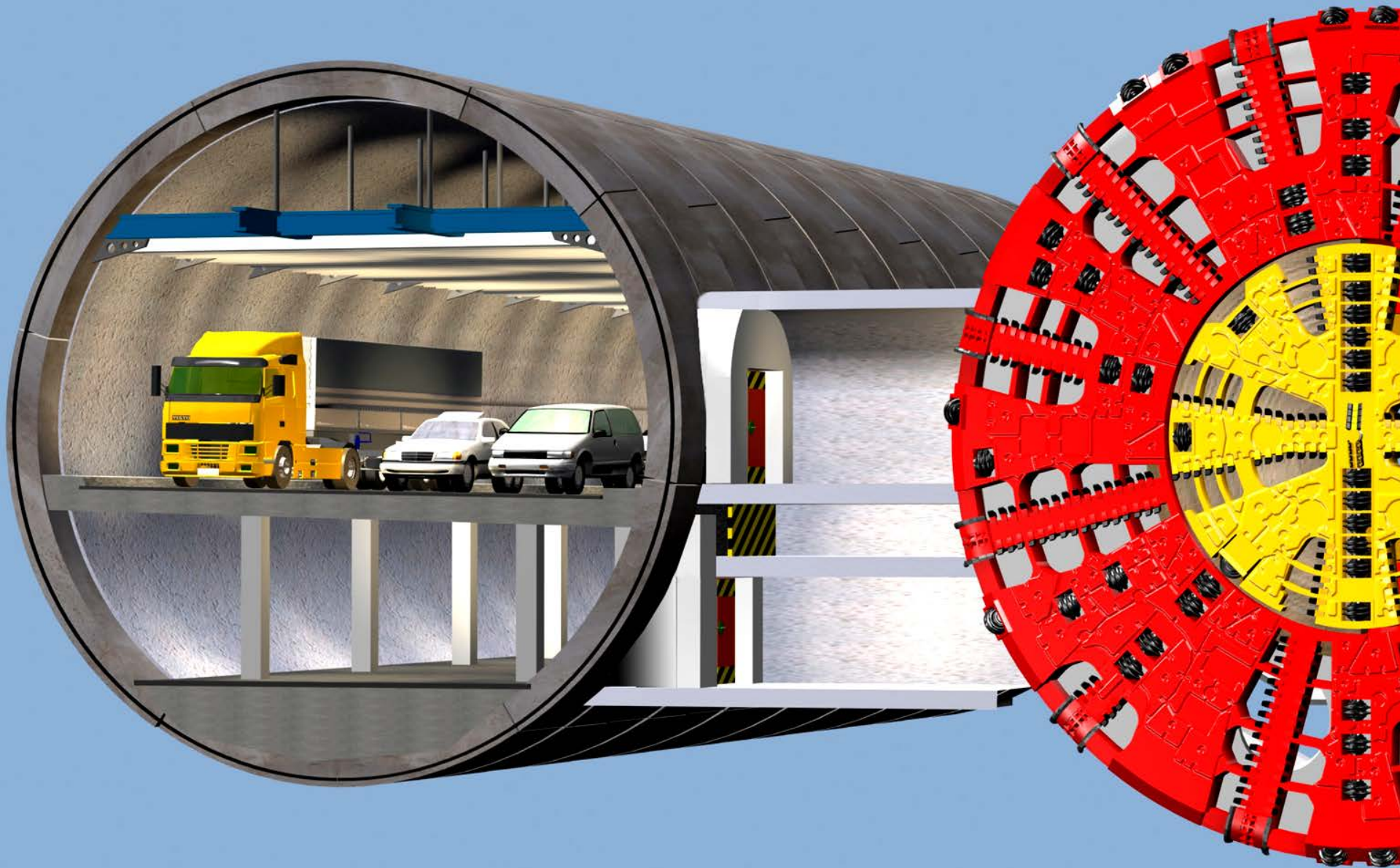
Największa na Świecie głowica EPB

Herrenknecht TBM S-300, M-30 Madrid, Hiszpania



- Diameter: 15,200mm
- Cutterhead power: 12,000kW + 2,000kW
- Tunnel Length: 3,650m
- Geology: Peñuela,
peñuela + gypsum,
massive gypsum
- Contractor: Acciona
Infraestructuras S.A.,
Ferrovia - Agroman S. A.

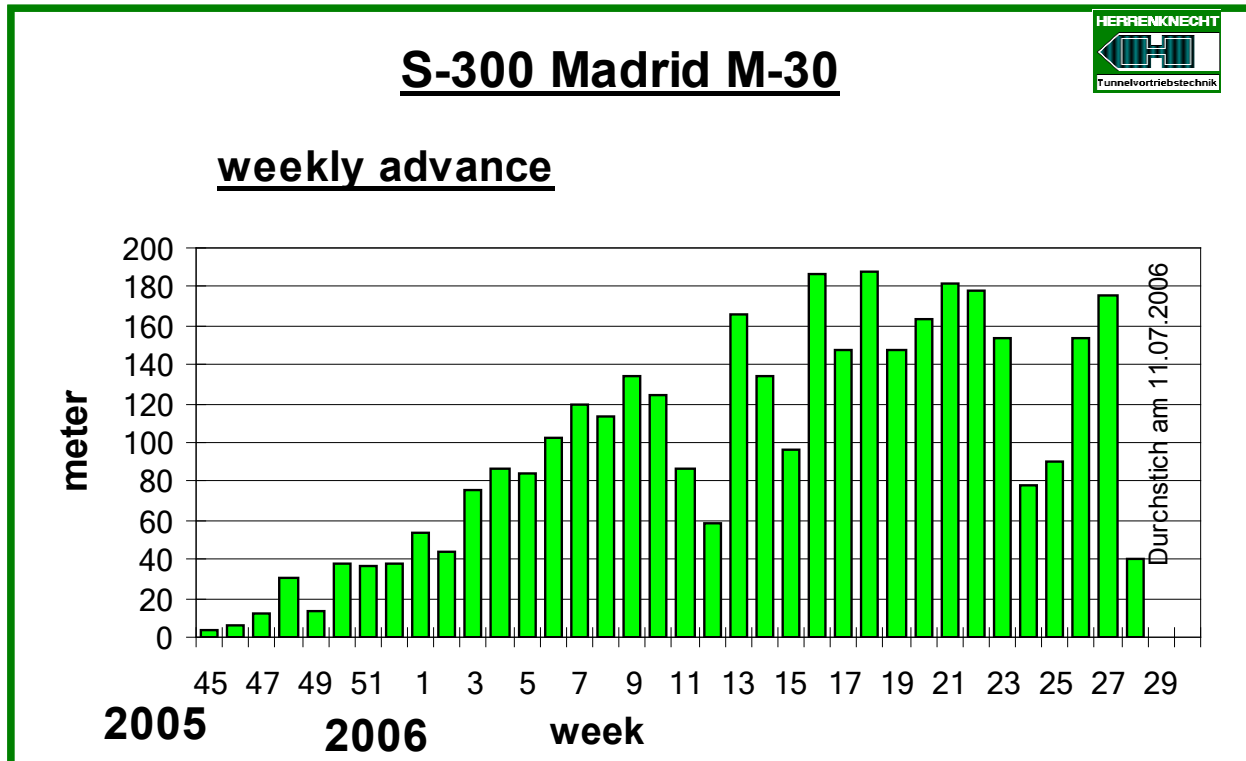








Postęp tygodniowy



NAJWIĘKSZA NA ŚWIECIE MASZYNA TUNELOWA.



Galleria Sparvo | Włochy



Głowica „EPB”

Średnica: 15,550mm

Moc głowicy : 12,000kW

Długość tuneli: 2 x 2,500m

Wykonawcy : Toto
Costruzioni Generali,
Vianini Lavori and Profacta

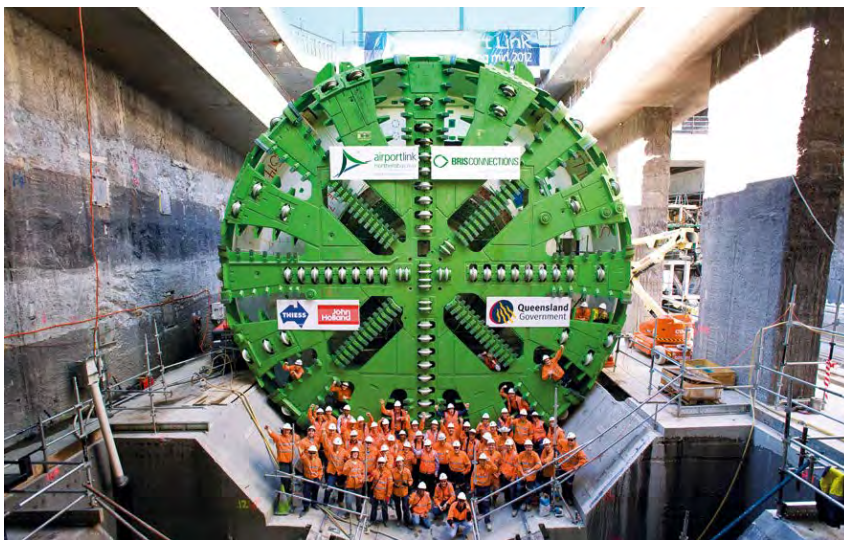
NAJWIĘKSZA NA ŚWIECIE MASZYNA TUNELOWA UKOŃCZYŁA PIERWSZY TUNEL 26 LIPCA 2012.



DUŻEJ ŚREDNICY TUNEL DROGOWY W BRISBANE.



- 2 x Głowica „Double Shield” TBM do budowy objazdu Północ-Południe i łącznika Północnego



- 2 x Głowica EPB do budowy łącznika z lotniskiem

METRO BARCELONA LINIA 9.

- Głowica „EPB” S-461
- Średnica 9,370mm
- Długość tunelu: 4,090m
- Przebiecie 2009
- Max wydajność tygodniowa: 360m



NAJDŁUŻSZY TUNEL KOLEJOWY NA PÓŁWYSPIE IBERYJSKIM.



Guadarrama | Hiszpania



2x Głowica „Double Shield” TBM

Średnica: 9,510mm

Długość tuneli: razem 28,720m

Geologia: Granit

Przebiecie:

Grudzień 2004 i Czerwiec 2005



POLSKIE OSIĄGNIĘCIA TUNELOWE.

- Kolektory dosyłowe Czajka
- Największy w Europie projekt z użyciem rur przeciskowych GRP



Warszawa, Kolektory Dosyłowe Czajka



AVND2000AB, AVND2400AB

Geologia: Ił, Piasek, margiel, głazy
narzutowe

Średnica: 2,425mm / 3,025mm

Moment obrotowy: 1,200kNm

Długość tunelu : 5,700m

Wykonawca: Hydrobudowa Polska

Ukończony: 14 Grudzień 2010

POLSKIE OSIĄGNIĘCIA TUNELOWE.

- Kolektor dosyłowy Czajka w Warszawie
- Budowa tunelu pod Wisłą głowica Ø 5.35m „Mixshield”



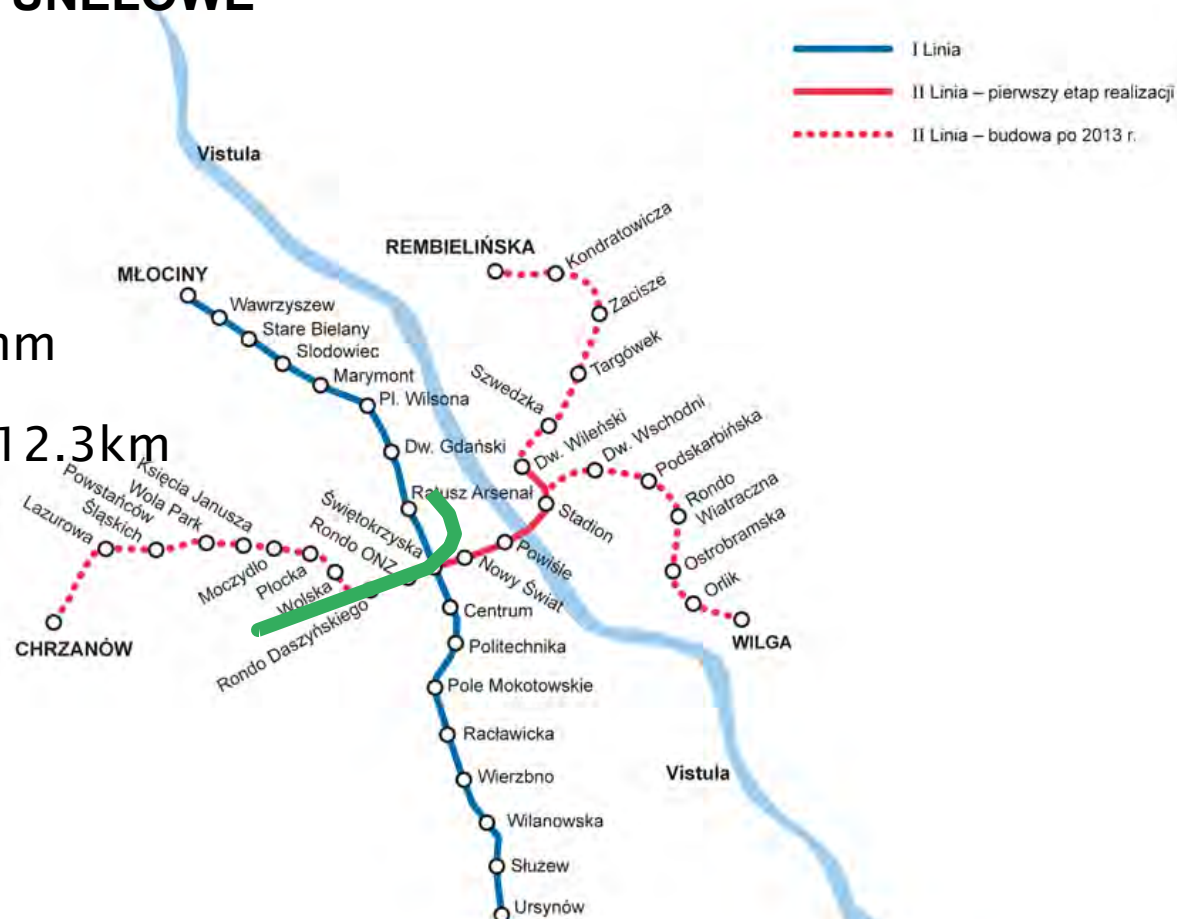
POLSKIE OSIĄGNIĘCIA TUNELOWE

BUDOWA 2 LINII METRA

Warszawa:

4 Głowice „EPB” Ø 6,270mm

Całkowita długość tuneli: 12.3km



POLSKIE OSIĄGNIĘCIA TUNELOWE.

- 4 Głowice EPB – 2 Linia Metra, Warszawa
- 2.2 km wydrążone do września 2012 (tarcze S-644 i S-645)
- Wydajność do 220 m / tydzień



TRASA SŁOWACKIEGO. NOWA TRASA SZYBKIEGO RUCHU W GDAŃSKU.



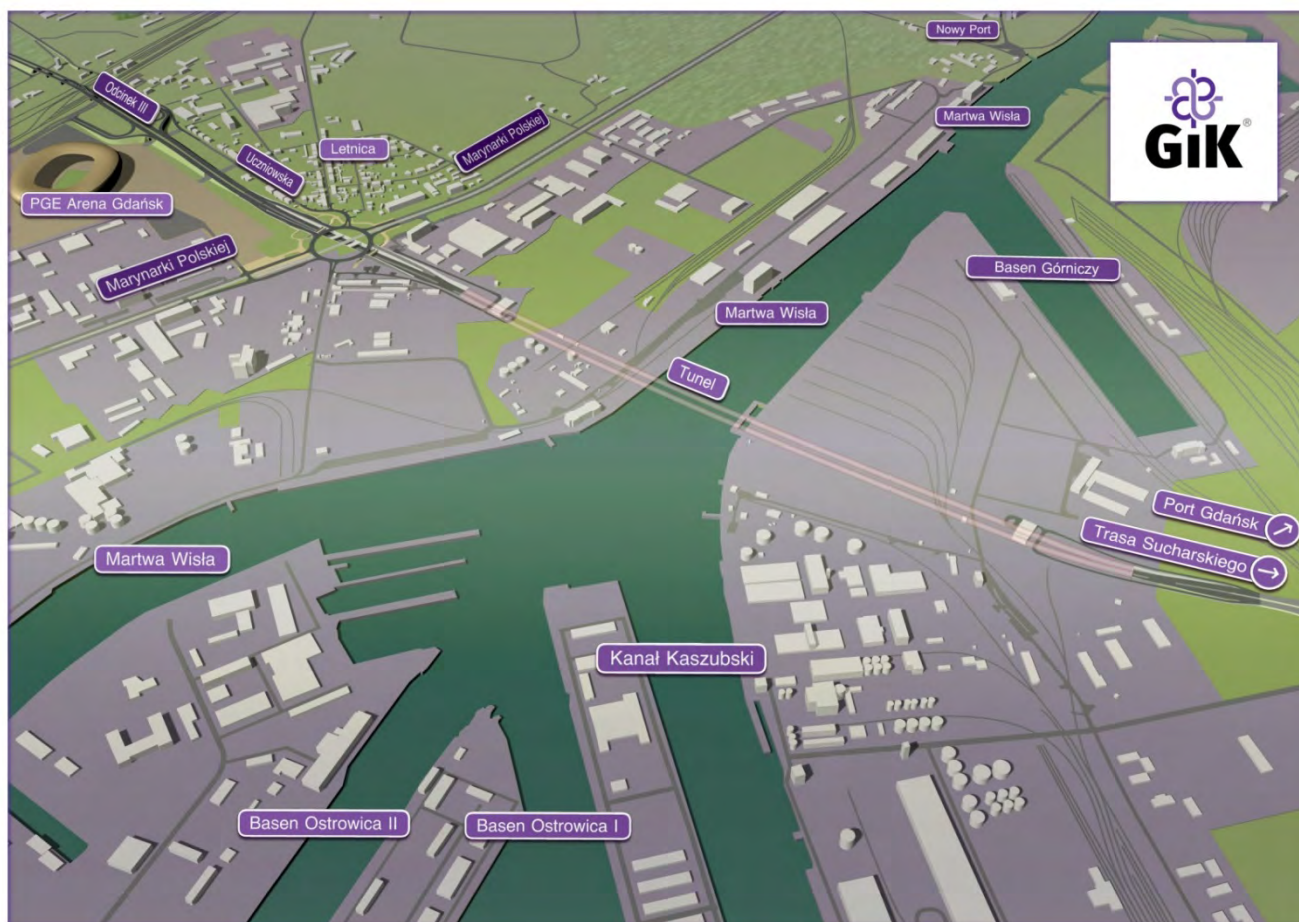
- Nowe 10-kilometrowe połączenie drogowe pomiędzy lotniskiem, Portem Gdańskim i autostradą.



TRASA SŁOWACKIEGO. NOWA TRASA SZYBKIEGO RUCHU W GDAŃSKU.



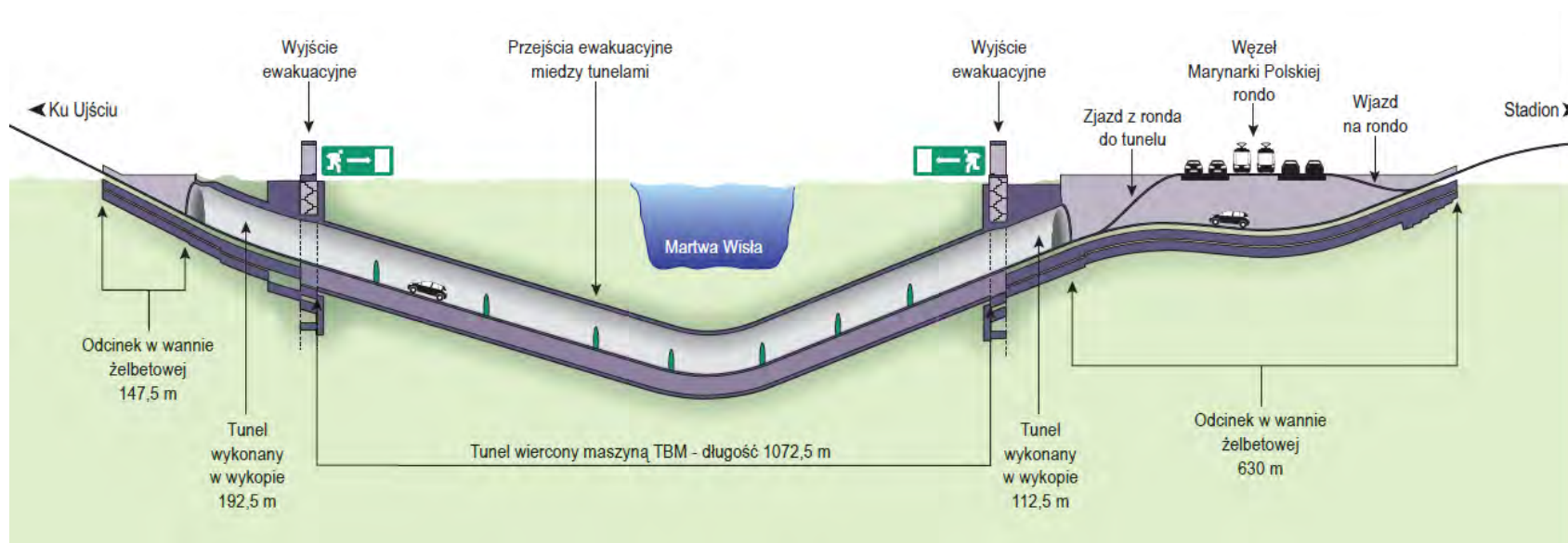
■ Tunel pod Martwą Wisłą – długość 1.4 km





TRASA SŁOWACKIEGO. NOWA TRASA SZYBKIEGO RUCHU W GDAŃSKU.

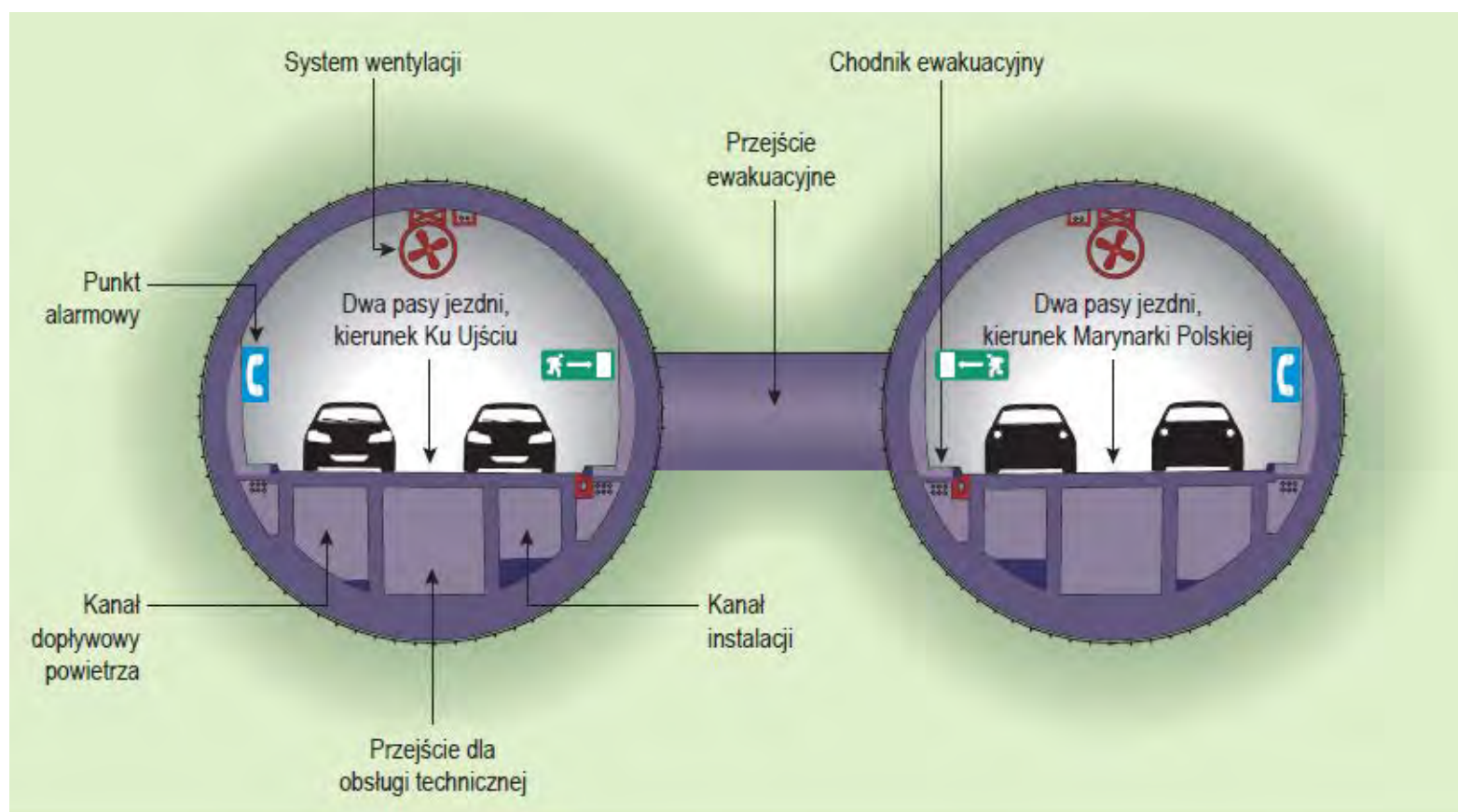
- Przejęcie pod Martwą Wisłą (Zadanie IV) na głębokości od 6 do 22m poniżej dna rzeki





TRASA SŁOWACKIEGO. NOWA TRASA SZYBKIEGO RUCHU W GDAŃSKU.

- Dwa pasy ruchu w każdą stronę, prędkość projektowana 120km/h, średnica tunelu 11 m



TARCZA TBM S-745.



- Typ: „Mixshield”
- Średnica: 12,560mm
- Ciśnienie robocze: 3.5bar
- Transformator: 7,100kVA
- Długość tunelu:
około. 2 x 1,100m
- Geologia: torfy, namuły,
piaski, żwiry.

TARCZA SKRAWAJĄCA

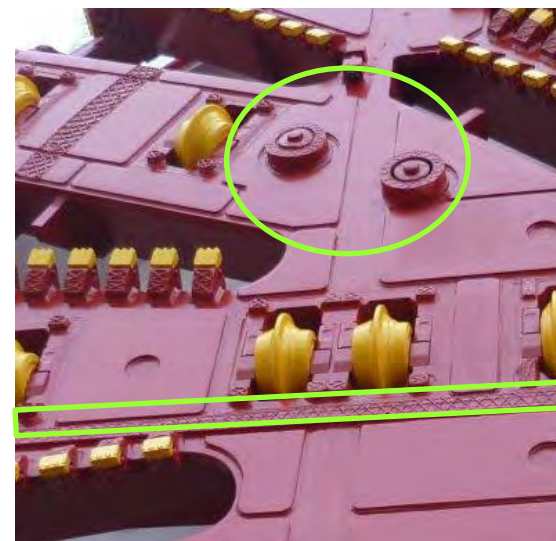


- Typ: „Mixground”
- Średnica: 12.580 mm
- Waga: 230 t
- Obrót: lewo/prawo
- Zęby : 256 szt.
- Dyski: 17 calowe
 - Pojedyncze 42 szt.
 - Podwójne 10 szt.
 - Bliźniacze 4 szt.
- Zabieraki: 16 szt.

TARCZA SKRAWAJĄCA – CZUJNIKI ZUŻYCIA NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH

■ Ilość: 8 szt.

■ Typ hydrauliczny



GŁOWICA – KONSTRUKCJA



- Konstrukcja stalowa, spawana
- Głowica 7- elementowa
Ø 12.570 / Ø 12.560 mm
- Płaszcz ogona 4-elementowy
Ø 12.530 mm
- Długość: 10.240 mm
(z płaszczem)
- Waga: 1.090 t
(z płaszczem)

KRUSZARKA SZCZĘKOWA



Max. rozwarcie : 1200 mm

Moc: 2 x 75 kW

SIŁOWNIKI HYDRAULICZNE ODPYCHAJĄCE



- Ilość: 2 x 26 x 260/220 mm
- Wysuw: 2800/2650 mm
- Łączna siła pchania: 110.433 kN
(przy 400 bar)

ŚLUZA POWIETRZNA

- Osobowa: 2 x DN 1.800
- Ciśnienie robocze: 4,5 bar
- Siedzenia w komorze wstępnej / głównej: 2 / 4
- System dekompresyjny podawania tlenu.
- Materiałowa: 600x600mm
- Ciśnienie robocze: 4,5 bar

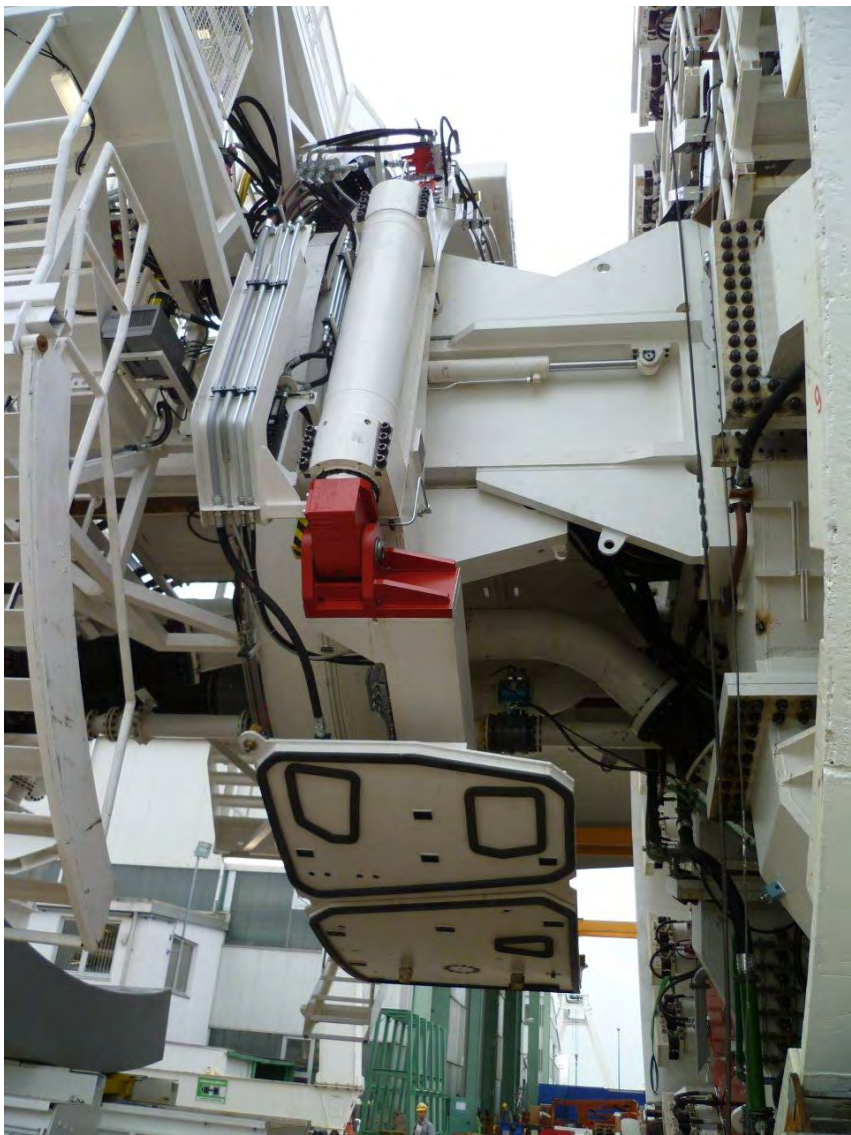


PRZEKŁADNIA TARCZY DRAŻĄCEJ



- Typ: obwiedniowy, napęd elektryczny
- Łożysko główne : $\varnothing$ 6.000 mm
- Moment obrotowy: 16.841 kNm
- Moc: 10 x 350 kW
- Obrót: lewo / prawo
- Prędkość obrotu: 0–4,0 U/min
- Siłowniki wysuwu: 12 x 320/220 mm

EREKTOR - PODAJNIK SEGMENTÓW



- Erektor podciśnieniowy
- Max. waga segmentu: 16,9 t
- Kąt obrotu: $\pm 200^\circ$
- Skok roboczy: 2.300mm
- Prędkość obrotu: 0–1 obr/min

SYSTEM ZAPLECZA

- Bramy zagłowicowe : 3
- Długość: około. 79 m
- Waga około 680 t



TRANSPORT SEGMENTÓW

- Suwnica: udźwig max. 17 t
- Podajnik segmentów: 1 pierścień/
6+1 segment



KONTENER STEROWNICZY



- Pełna kontrola:
 - Postępu drążenia
 - Napędu głównego
 - Obiegu płuczki
 - System nawigacji VMT
 - Grautingu

POMPA PŁUCZKOWA PODAJĄCA P0.1 (ZASILANIE)

- Moc: 90 kW
- Pompa: Warman 8 /6 E-G



POMPA PŁUCZKOWA ODPROWADZAJĄCA MP P2.1 (POWRÓT)

- Moc: 723 kW
- Pompa: Warman 14/12 GG-G



WYPOSAŻENIE WIERTNICZE:

Wiertnica:

- Siła wiercenia: 25 kN
- Moment obrotowy: do 700 Nm
- Umiejscowienie: na erektorze



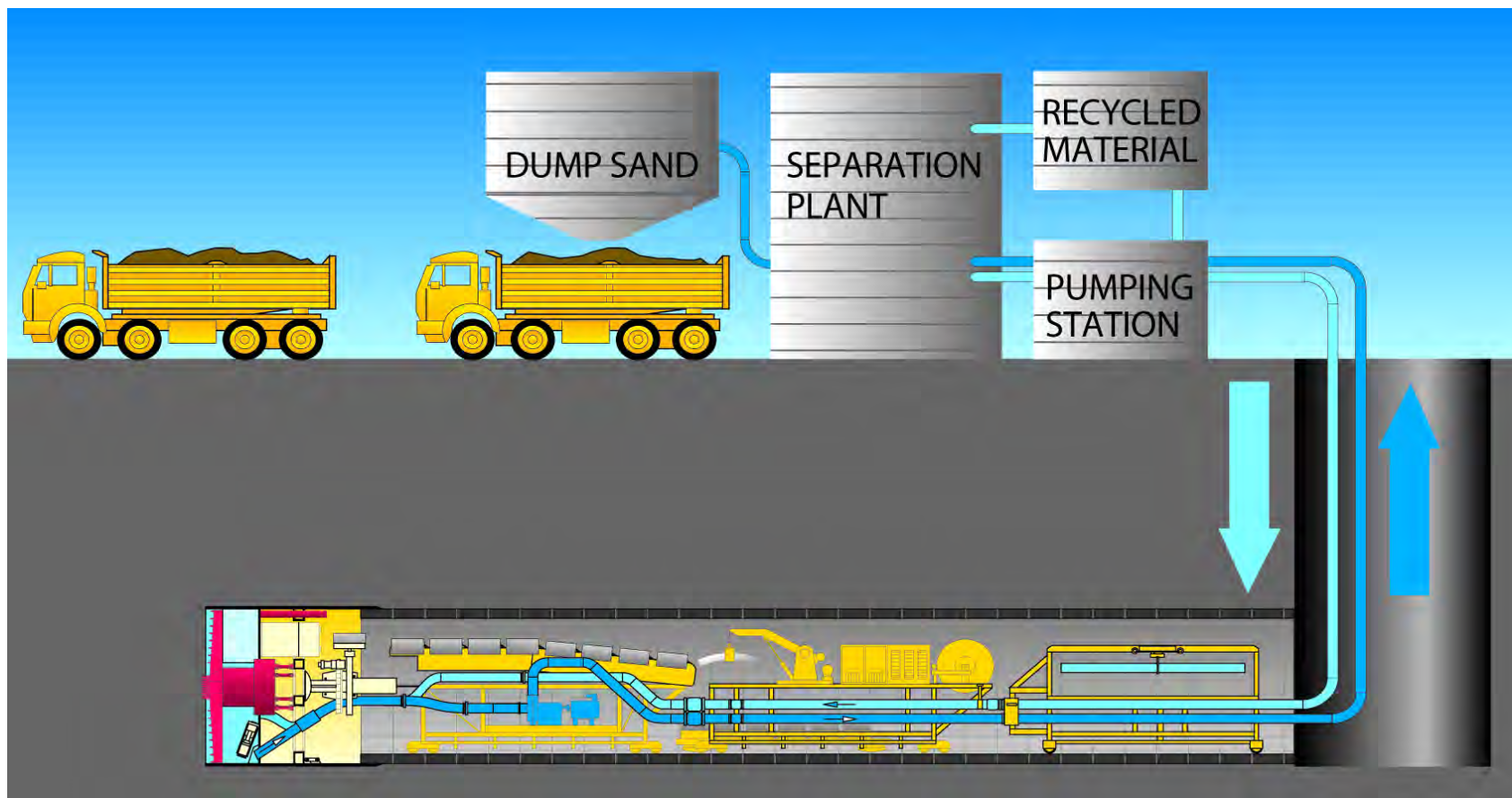
Zespół wtryskowy uszczelnienia:

- Typ: Häny IC30
- Max. ciśnienie: 100 bar



„MIXSHIELD”.

ELEMENTY SKŁADOWE UKŁADU SEPARACJI PŁUCZKI .





Układ Separacji

R-020 do tarczy S-745

Moc silników : ~ 1500 kW **Dane**

Techniczne

Wydajność: 2400 - 2800 m³/h

Wydajność urobku: ~ 900 t/h

Wielkość frakcji: ~ 12 – 0,003 mm

Powierzchnia sit: ~ 80 m²

Wibracja sit: ~ 6 g

Długość x szerokość x wysokość:

26 x 15 x 12,5 m

HERRENKNECHT TECHNOLOGIA „MIXSHIELD”. REFERENCJE.

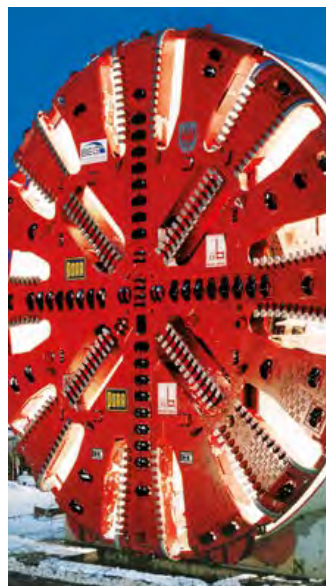
- 137 ukończonych projektów w technologii Herrenknecht „Mixshield”
- Ponad 345km tuneli zbudowanych na świecie
- Tunele metro, kolejowe, drogowe, wodociągowe i kanalizacyjne



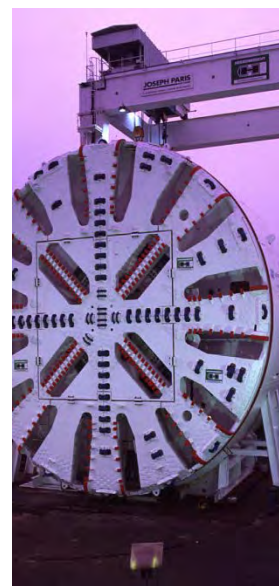
Westerschelde
Holandia



Moskwa
Rosja



Inn Valley
Austria



Kuala Lumpur
Malezja



Portland
USA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

ŻYCZYMY POWODZENIA !!!



  
Połączenie Portu Lotniczego z Portem Morskim Gdańsk
Trasa Słowackiego - Zadanie IV
„TUNEL POD MARTWĄ WISŁĄ”


PIERWSZY DROGOWY TBM W POLSCE