

Geoinżynieria

Marek Ciał



Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki AGH

GEOINŻYNIERIA

- *Geotechnical engineering* (np. N. Morgenstern: „Common Ground”, 2000),
- *Geotechnika* (nazwa od 1920 i 1930r; wg. Z. Wiłuna „*Geotechnika* jest nauką o pracy i badaniach ośrodka gruntowego dla celów projektowania i wykonawstwa budowli ziemnych i podziemnych oraz fundamentów budowli i nawierzchni drogowychNauką podstawową w geotechnice jest *mechanika gruntów* – nauka o fizycznych właściwościach ośrodka gruntowego oraz o stanach naprężenia i odkształcenia podłoża gruntowego pod wpływem działających obciążeń”. Mechanika gruntów zajmuje się głównie zagadnieniami trójfazowych ośrodków rozdrobnionych np. Braja M. Das, Renato Lancellotta)
- *Geoengineering (geoinżynieria)* (np. Sterling R., Godard J.P., 2000).



GEOINŻYNIERIA – nowe wyzwania

Geonika - nauka zajmująca się rozwiązywaniem zagadnień związanych z przestrzenią podziemną.

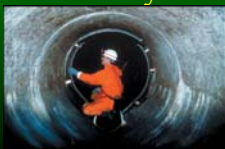
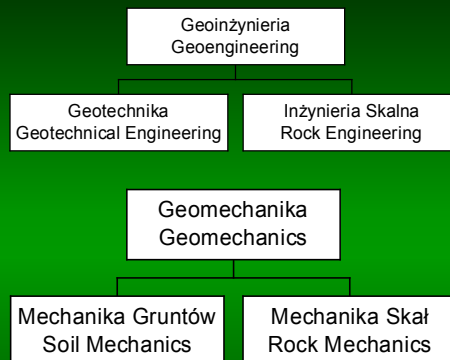
Mechanika gruntów zupełnie pomija zagadnienia związane z ośrodkiem skalnym, z którym spotykamy się bardzo często w budownictwie podziemnym ale również w budownictwie naziemnym (np. budowle wykonywane w lub na fliszu karpackim - sztolnie w Świnnej Porębie, zapora i tunel hydrotechniczny w Niedzicy, tunel w Lalikach, również we fliszu karpackim; tunel pod wzgórzem Św. Bronisławy – wapień).

Inżynieria skalna (rock engineering) („Inżynieria skalna - nauka o pracy i badaniach ośrodka skalnego dla celów projektowania i wykonywania budowli ziemnych i podziemnych”. Nauką podstawową inżynierii skalnej jest **mechanika skał (rock mechanics)** - nauka o fizycznych właściwościach ośrodka skalnego oraz o stanach naprężenia i odkształcenia masywu skalnego pod wpływem działających obciążeń.



GEOINŻYNIERIA – nowe wyzwania

Geoinżynieria, wykorzystuje wiedzę z zakresu mechaniki gruntów, mechaniki skał, geologii inżynierskiej i innych pokrewnych dyscyplin do projektowania i wykonywania budowli naziemnych i podziemnych, w przemyśle wydobywczym oraz inżynierii i ochronie środowiska. W uproszczony sposób na geoinżynierię składają się: geotechnika i inżynieria skalna.



Geoinżynieria



GEOINŻYNIERIA



- **Międzynarodowe Stowarzyszenie Mechaniki Gruntów i Inżynierów Geomechaniki** (International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering – ISSMGE),
- **Międzynarodowe Towarzystwo Mechaniki Skał** (International Society for Rock Mechanics – ISRM),
- **Międzynarodowe Towarzystwo Geologii Inżynierskiej i Środowiska** (International Association of Engineering Geology and the Environment – IAEG)

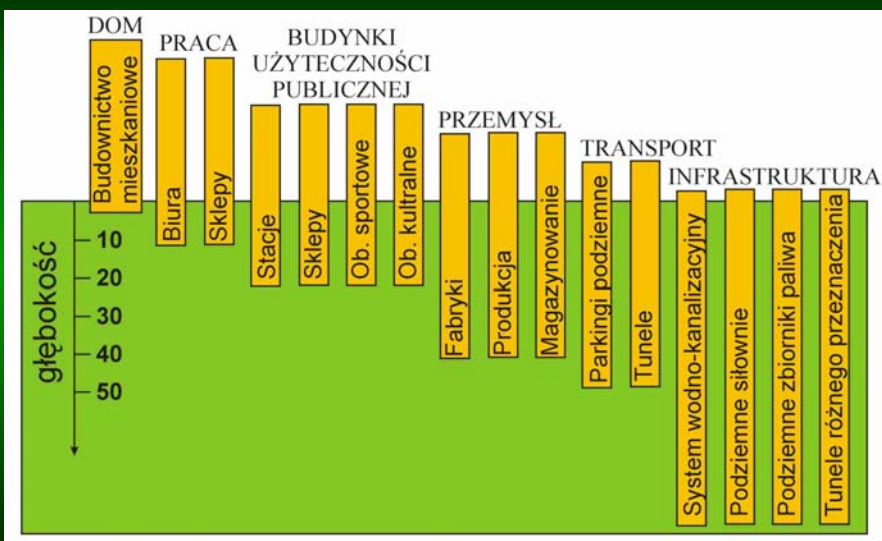
GEOINŻYNIERIA



- **Międzynarodowe Stowarzyszenie Geosyntetyków** (International Geosynthetics Society – IGS)
- **Międzynarodowe Towarzystwo Tunelowania** (International Tunneling Association – ITA)
- **Międzynarodowe Towarzystwo Hydrogeologów** (International Association of Hydrogeologists – IAH)
- **Międzynarodowa Komisja dla Dużych Zapór** (International Commission on Large Dams – ICOLD)
- **Międzynarodowe Towarzystwo Metod Komputerowych i Zastosowań w Geomechanice** (International Association for Computer Method and Advances in Geomechanics – IACMAG)



Geoinżynieria



We have to go underground to stay on the top!

(Charles Fairhurst)

Go Underground



- for land use and location reasons (subway, car parks, public facilities)
- for isolation considerations (climate, natural disasters, earthquakes)
- for environmental preservation (aesthetics, ecology)
- for topographic reasons (tunnels beneath mountains, rivers etc.)
- for societal reasons (water and waste water transportation, transportation)



Fundamental characteristics of underground space

- Underground medium is a space that can provide the setting for activities or infrastructures that are difficult, impossible, environmentally undesirable or less profitable to install above ground.
- Underground space offers a natural protection to whatever is placed underground
- The containment created by underground structures protects the surface environment from the risks / disturbances in certain types of activities
- Underground space is opaque : an underground structure is only visible at the point(s) where it connects to the surface.



GEOINŻYNIERIA – nowe wyzwania



W środkach masowego przekazu informuje się o ogromnych osuwiskach, potokach błota, trzęsieniach ziemi, powodziach, zagrożeniach ekologicznych i innych naturalnych zagrożeniach z dziesiątkami wypadków śmiertelnych i wielu tysiącami ludzi nimi dotkniętych. Głównym powodem są zmiany klimatyczne i rosnące przeludnienie Ziemi. **Nauka i praktyka muszą być przygotowane na nadchodzące wyzwania.**



Historia magistra vitae !

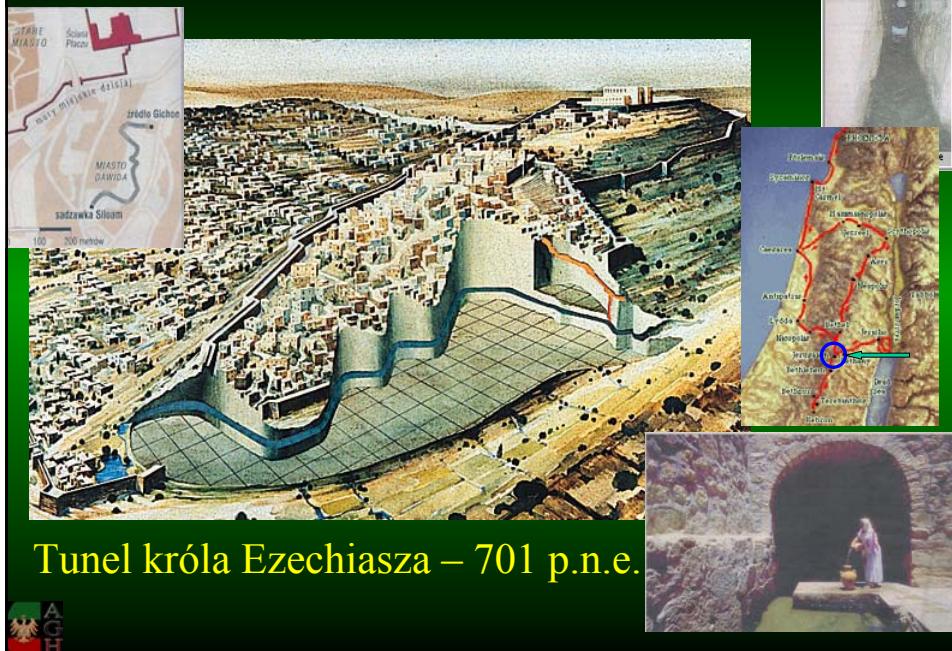
*Dodatkowo,
rezygnując
z opinii
geotechnika,
zyskujemy
2 miesiące
i oszczędzamy
ponad 700 lirów...*



Piza, XII wiek



Tunele wykonane w starożytności



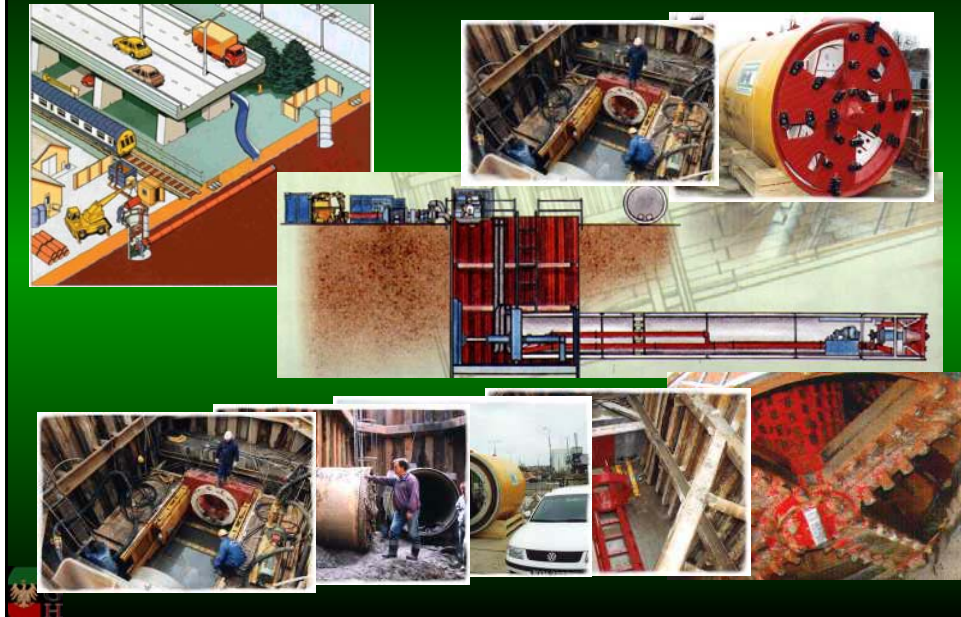
Tunel Świętego Gotharda Szwajcarii (druga połowa XIX wieku)



Tarcze wiertnicze - TBM



Mikrotuneling – technologia bezwykopowa



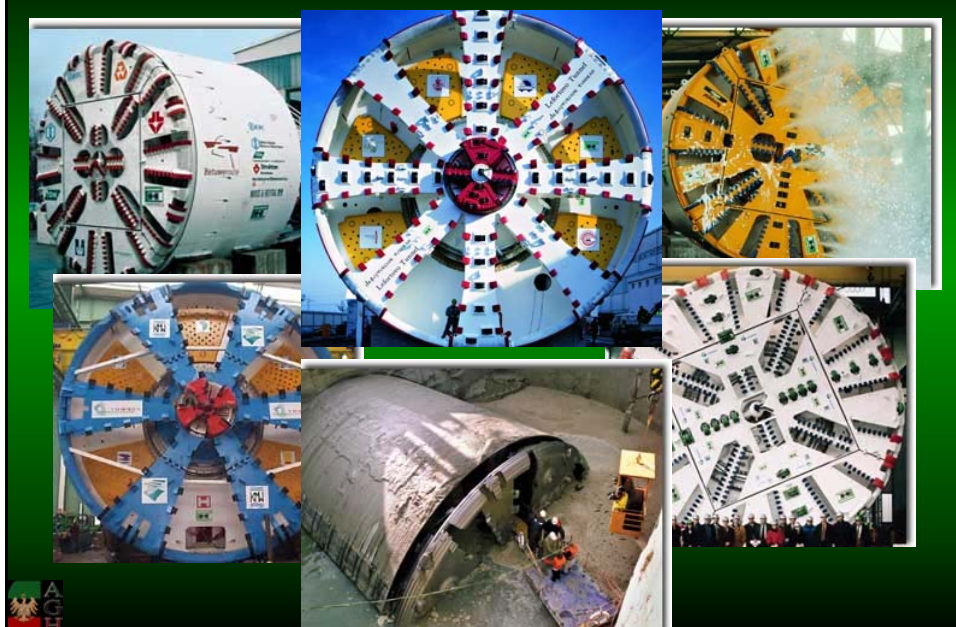
Mikrotuneling – technologia bezwykopowa



Tarcze wiertnicze - TBM



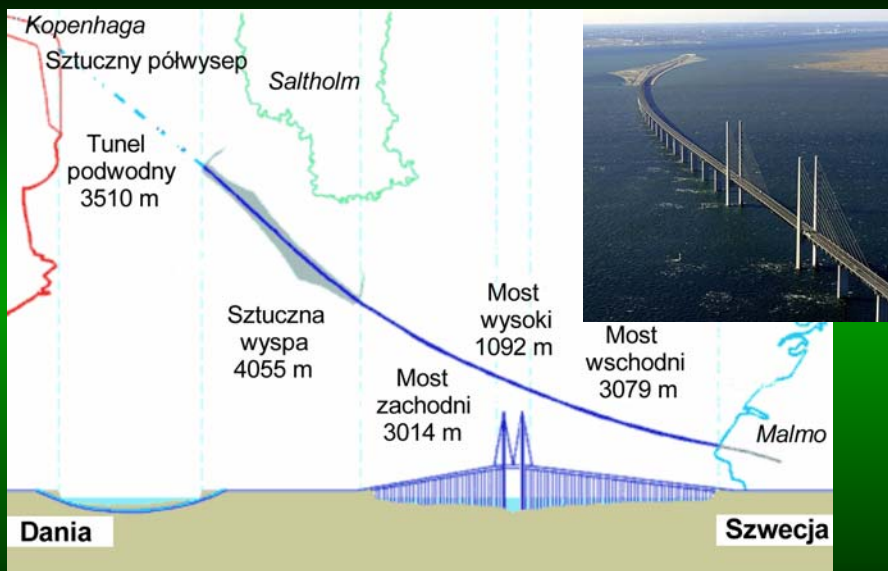
Tarcze wiertnicze - TBM



Sieć tuneli łączących kontynenty



Oresund - most - tunel



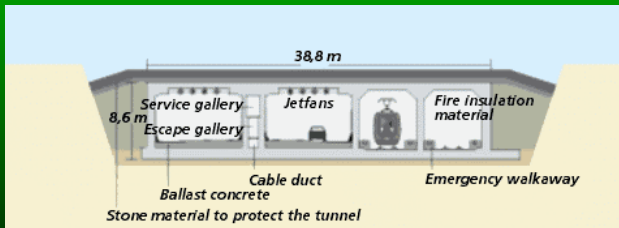
Oresund - most - tunel



Panorama – most – wyspa



Wlot tunelu



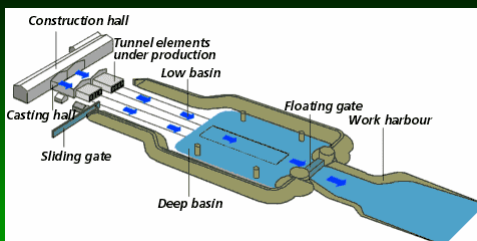
Przekrój przez tunel



Segment tunelu



Oresund - most - tunel



Fabryka segmentów tunelu



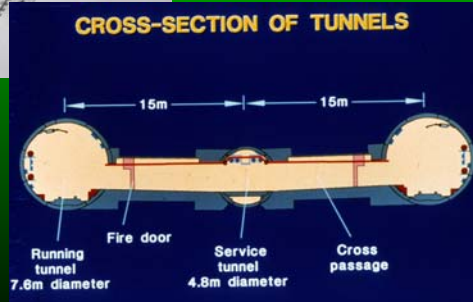
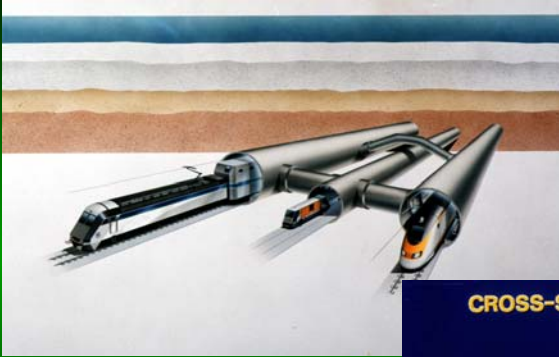
Transport segmentu tunelu



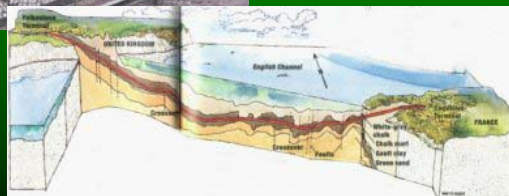
Segment tunelu pod wodą



Eurotunnel - Chunnel



Eurotunnel - Chunnel



Eurotunnel - Chunnel



Tunel łączący Europę z Afryką



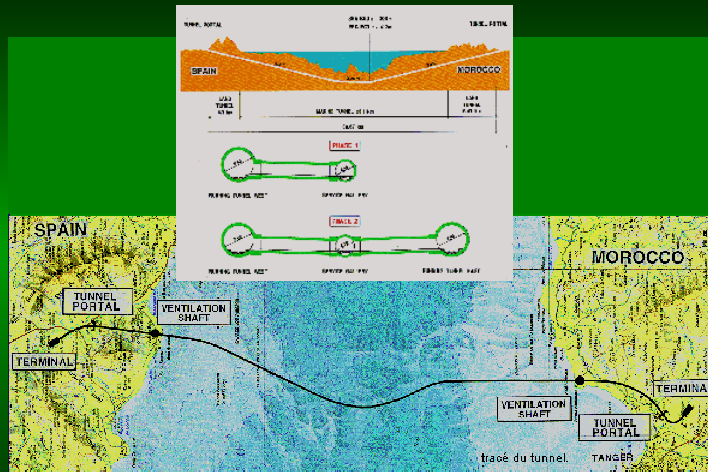
Widok od południa



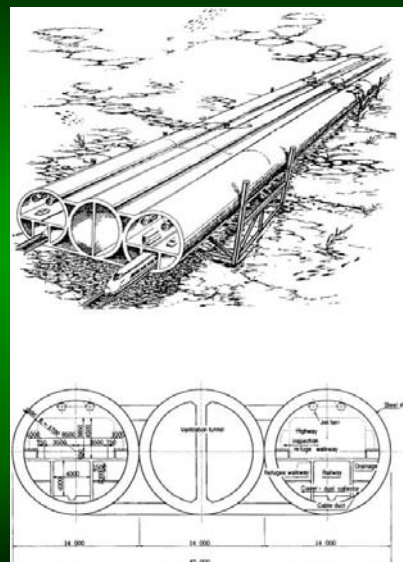
Widok od zachodu



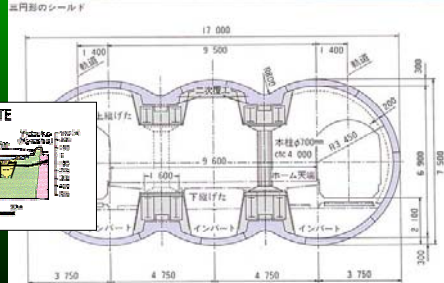
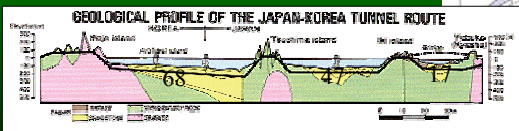
Tunel łączący Europę z Afryką



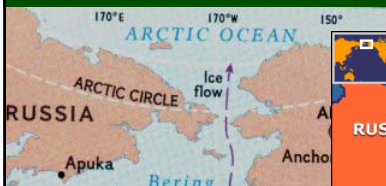
Tunel Japonia – Korea



Tunel Japonia – Korea

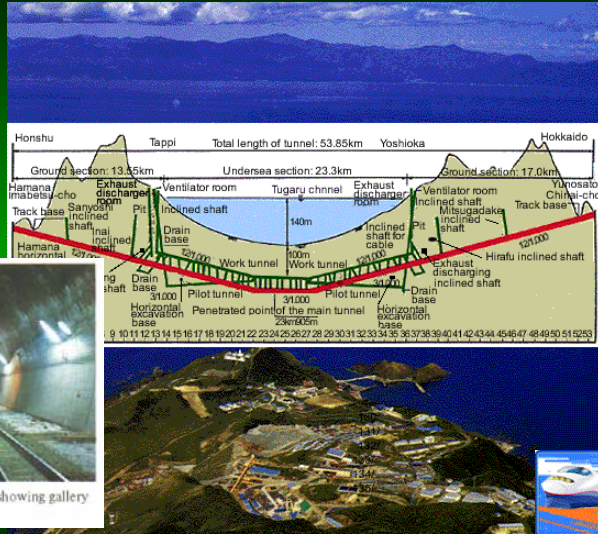


Tunel pod cieśniną Beringa – Strunnel



Tunel Seikan

- 168 tys. Ton stali
- 6330000 m³ urobku
- 1740000 m³ betonu
- 13800000 ludzi



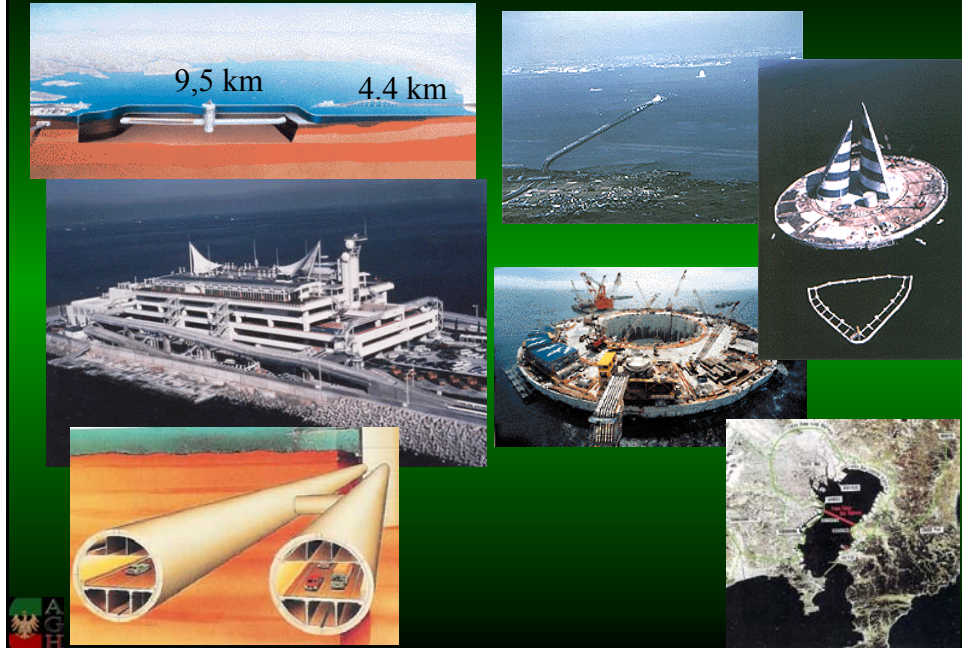
View of main tunnel completed section, showing gallery connect to service tunnel on left side.



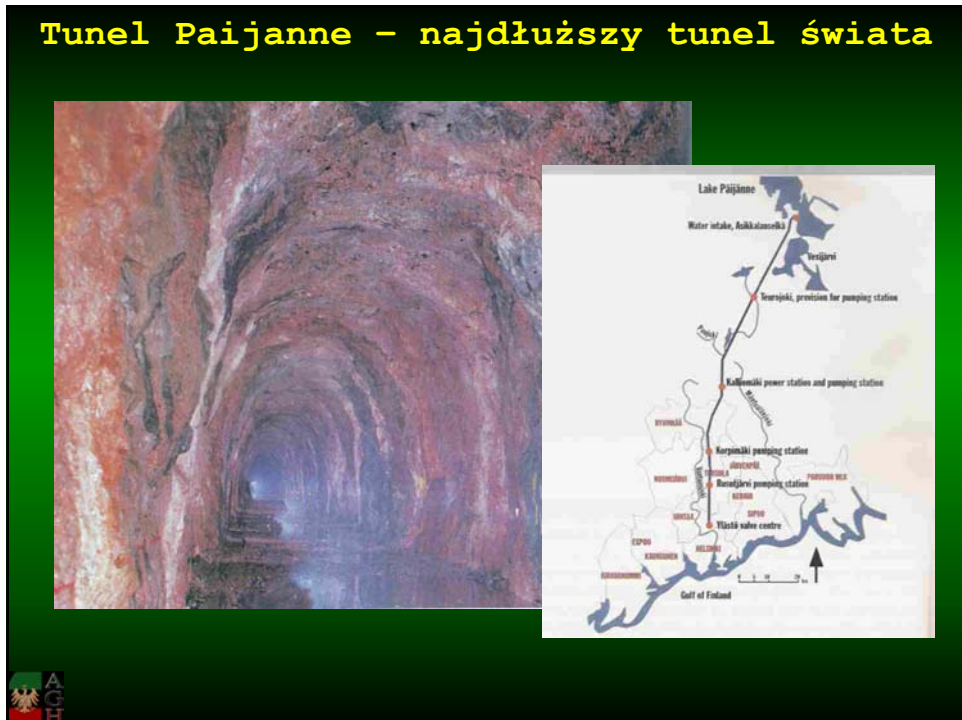
Tunel pod Zatoką Tokijską



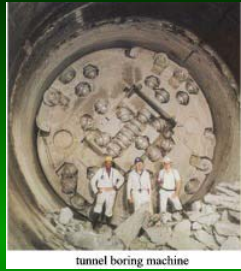
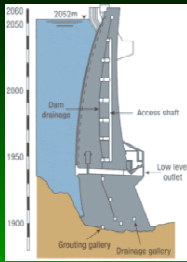
Tunel pod Zatoką Tokijską



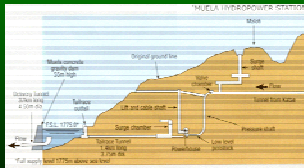
Tunel Paijanne – najdłuższy tunel świata



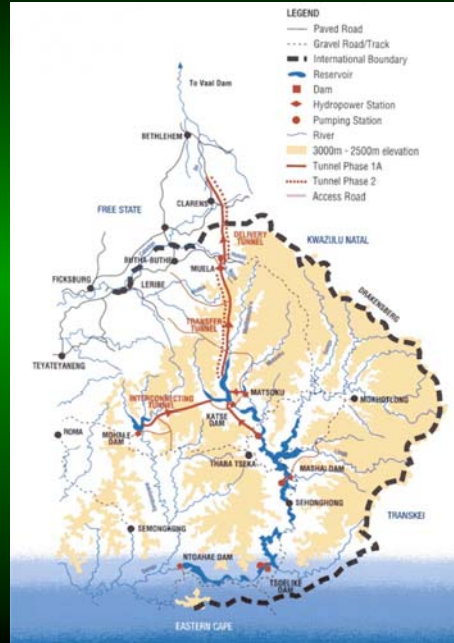
The Lesotho Highlands Water Project



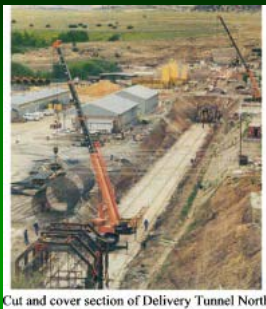
Tama Katse
1950 mil. m³ Tunel transferowy
45 km



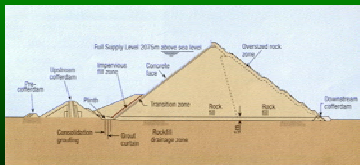
Tama Muela 6 mil. m³



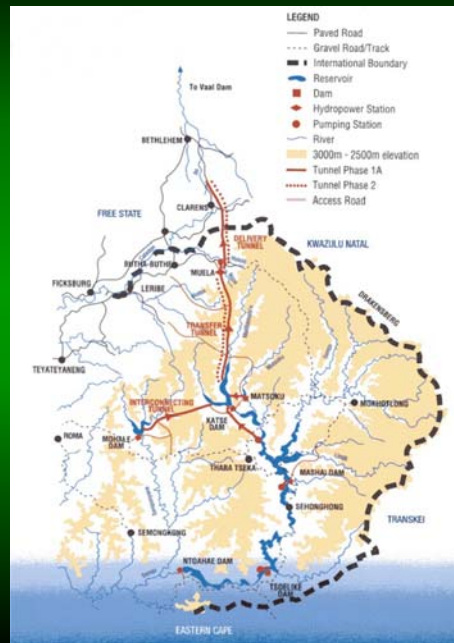
The Lesotho Highlands Water Project



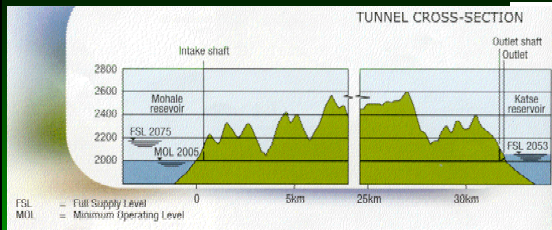
Tunele dostarczające („delivery”)
północny i południowy - 37 km



Tama Mohale 947 mil. m³



The Lesotho Highlands Water Project



Tunel łączący („interconnecting”)
32 km długości, 4.5 m średnicy



Tunel Matsoku, 6.4 km



Tunele na świecie



Finlandia – Zielony most nad autostradą

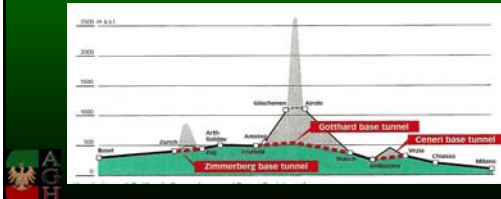
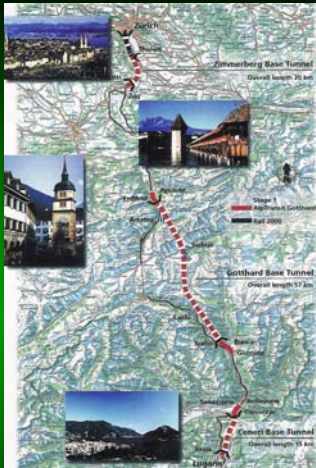


Amsterdam,
tunel Noord

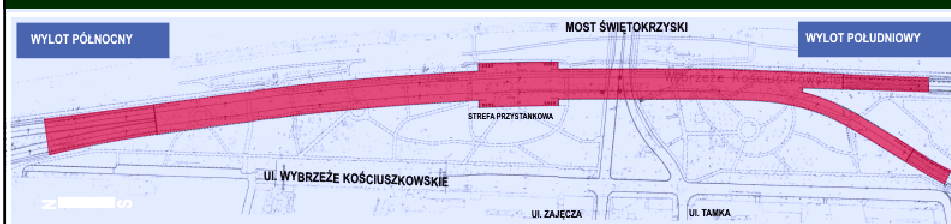


Szwajcaria – wlot tunelu Mont Russelin

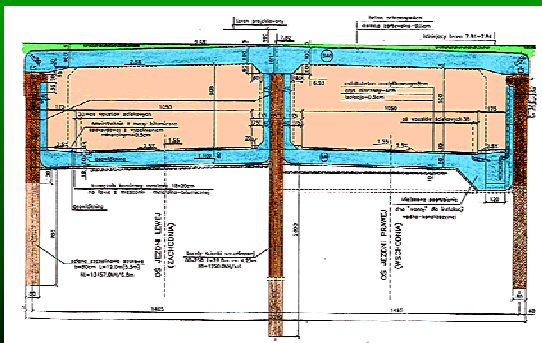
Gothard Base Tunnel



Tunel Wisłostrady w Warszawie



SCHEMAT PRZEBIEGU TUNELU POD WYBRZEŻEM KOŚCIUSZKOWSKIM W WARSZAWIE

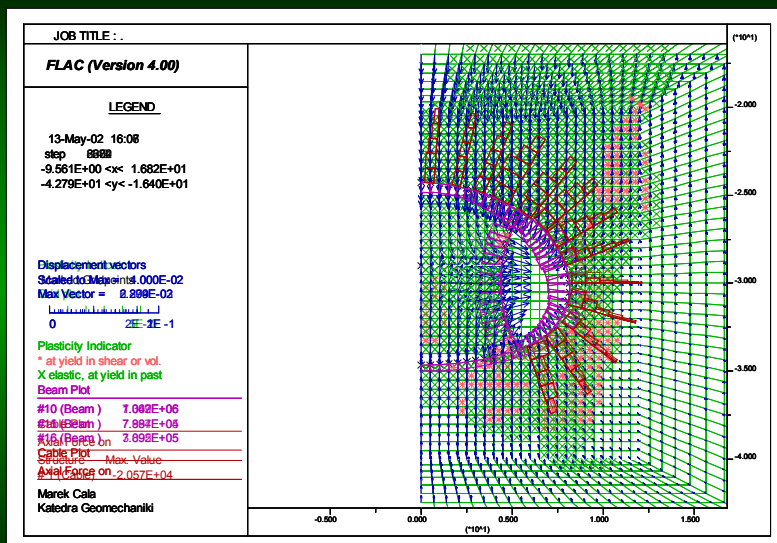


Przekrój poprzeczny

Tunel Wisłostrady w Warszawie



Projektowanie obudowy tuneli



Podziemia miast polskich

- **Chełmskie Podziemia Kredowe.** Wytrobiska po eksploatacji kredy piszącej.
- **Lochy Sandomierza.** Zespół piwnic kupieckich od XV wieku.
- **Podziemna trasa w Jarosławiu.** Zespół piwnic i składów kupieckich pochodzących z XV-XVII w.
- **Podziemia Opatowskie.** Wielokondygnacyjny zespół piwnic kupieckich z XII-XIV wieku.
- **Podziemia Kłodzkie.** Sieć korytarzy i komór o charakterze gospodarczym i militarnym.



Podziemia miast polskich

- **Piwnice Rzeszowskie.** Zespół 34 piwnic pod kamienicami i płytą Rynku z XV-XX w.
- **Podziemia Twierdzy Kłodzkiej.** Zespół fortyfikacyjny.
- **Podziemia Przemyśla.** Zespół piwnic kupieckich od XV wieku.
- **Podziemna trasa w Bystrzycy Kłodzkiej.** Zespół połączonych korytarzami piwnic kupieckich od XV wieku.



Podziemia miast polskich



Podziemia miast polskich – Chełm

Komora odkrywców

Komora księcia Daniela

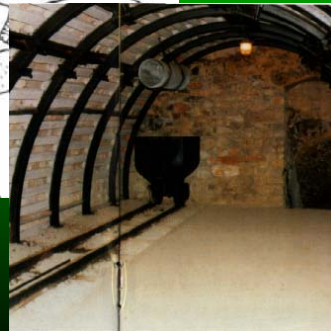
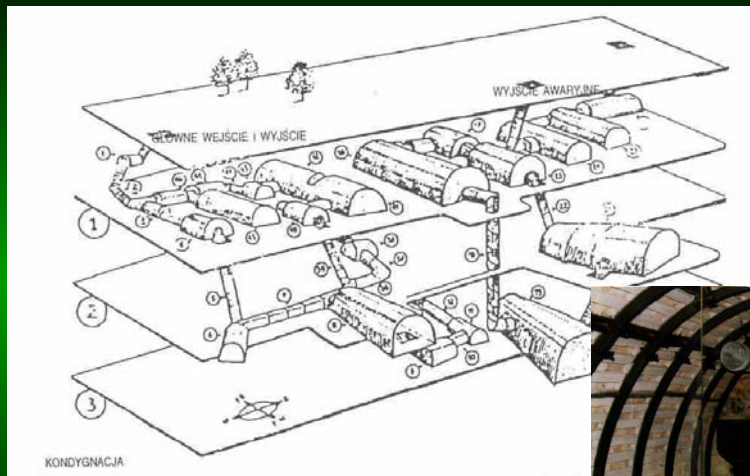
Komora pod rynkiem

„Szyja murowana”

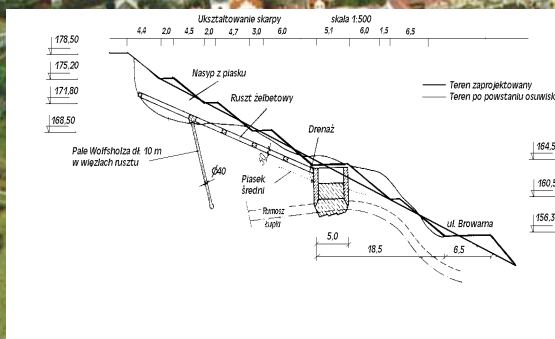
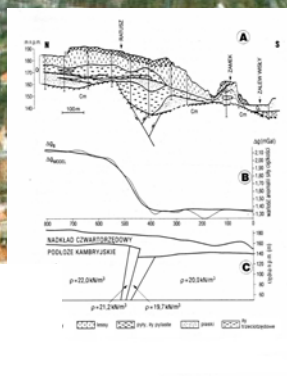


Chełmskie Podziemia Kredowe

Podziemia miast polskich - Opatów



Podziemia miast polskich - Sandomierz



Podziemia miast polskich - Sandomierz



Podziemia miast polskich - Jarosław



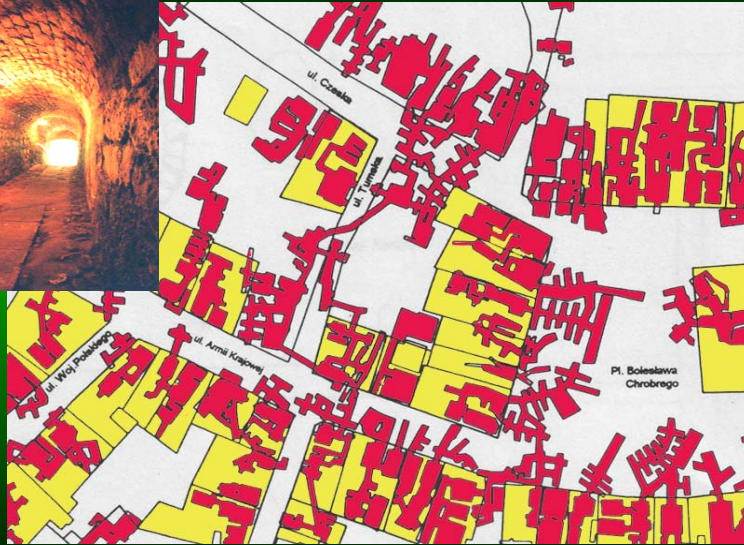
Podziemia miast polskich - Przemyśl



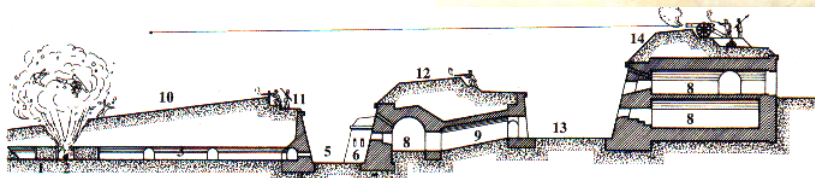
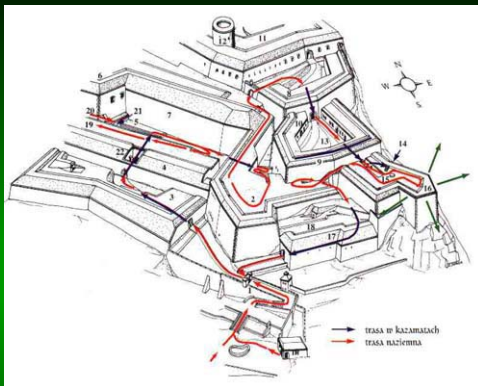
Podziemia miast polskich - Bystrzyca Kłodzka



Podziemia miast polskich -Kłodzko



Podziemia miast polskich - twierdza Kłodzko



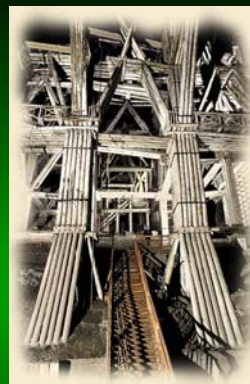
Przekrój przez elementy twierdzy: 1. zapora, 2. piec minowy, 3. chodnik minerski, 4. galeria bojowa w przeciwnskarpie, 5. przedrów, 6. kaponiera, 7. skarpa forteczna, 8. kazamata, 9. poterna, 10. stół bojowy, 11. droga kryta, 12. przeciwstrzał – płaszcz, 13. międzymurze, 14. wał główny artylerii.



Podziemia miast polskich - Rzeszów



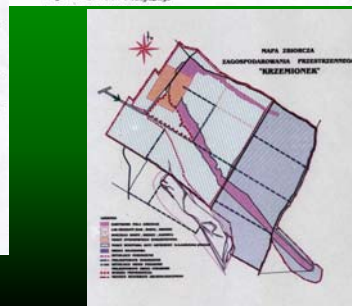
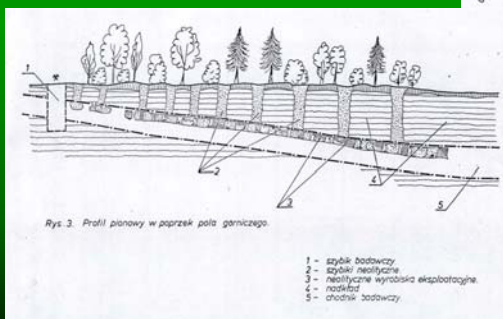
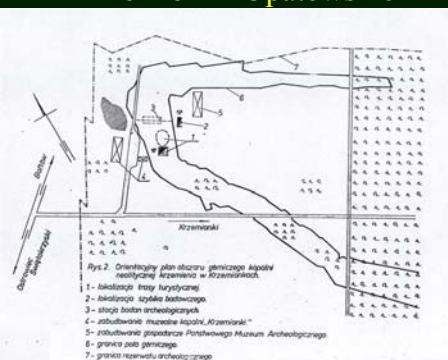
Podziemia miast polskich - Wieliczka

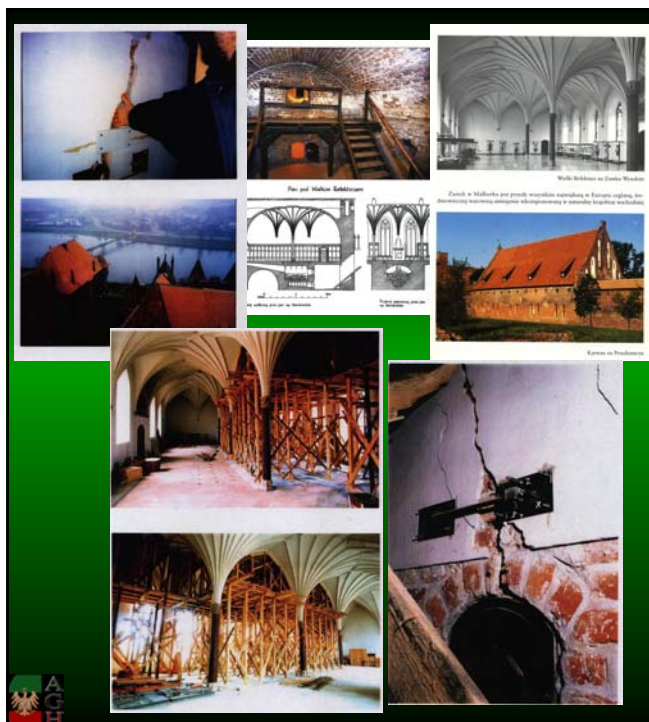


Podziemia miast polskich – Bochnia



Krzemionki Opatowskie





**Muzeum Zamkowe w
Malborku POMNIK
HISTORII
od 1998 r. na liście
Światowego
Dziedzictwa
Kulturalnego i
Naturalnego
UNESCO**

**Realizacja
zabezpieczeń
skrzydła
zachodniego
Zamku Średniego
w Malborku**



**Realizacja
zabezpieczeń
skrzydła
zachodniego
Zamku Średniego
w Malborku**

Podziemia miast polskich - Kraków



Podziemia Kościoła Św. Kazimierza przy ulicy Reformackiej

Podziemia miast polskich - Kraków



Podziemia miast polskich - Kraków

