

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra geotechniky

HISTORIE PODZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

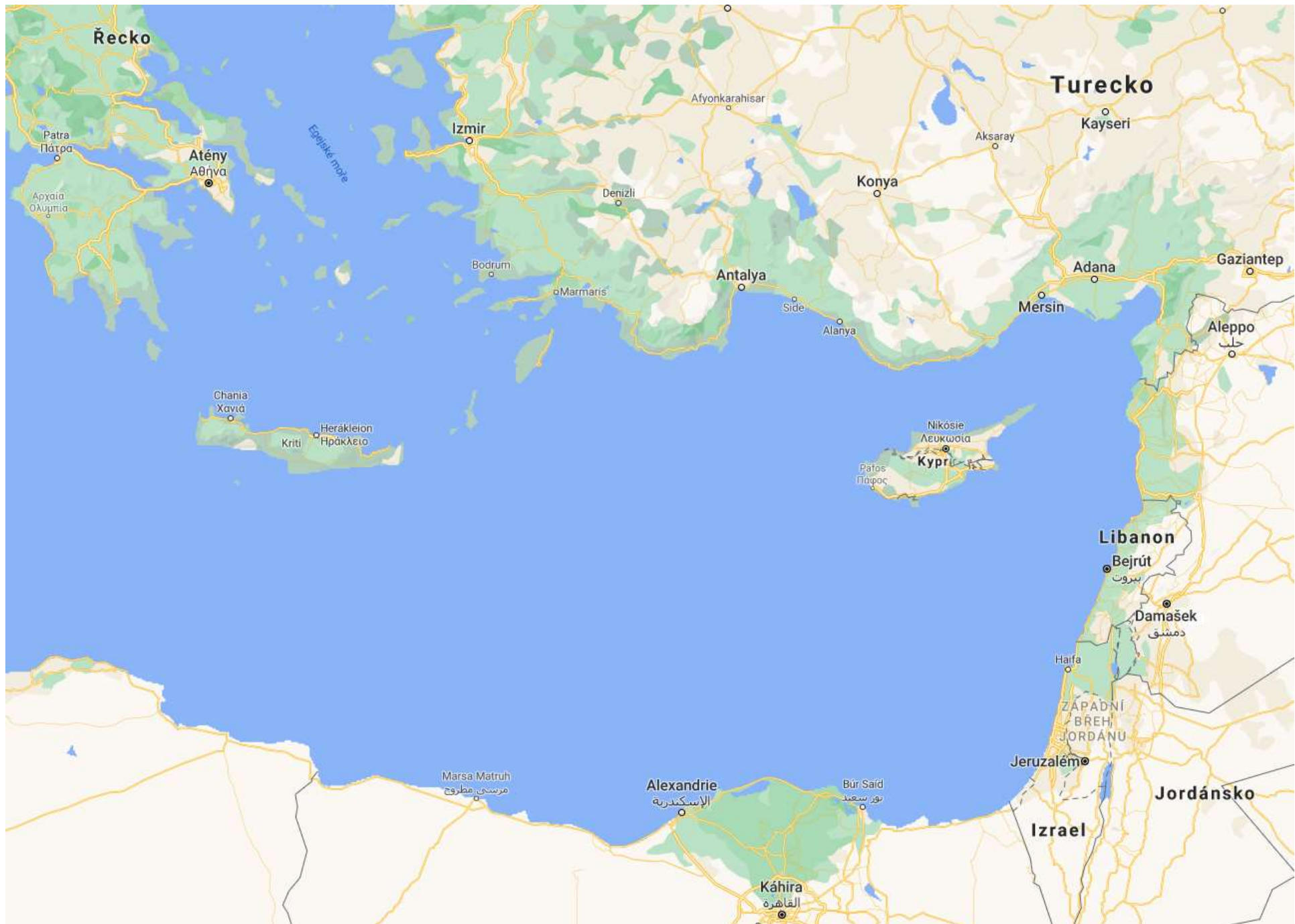
1. část

prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., doc. Ing. Alexandr Butovič, Ph.D.

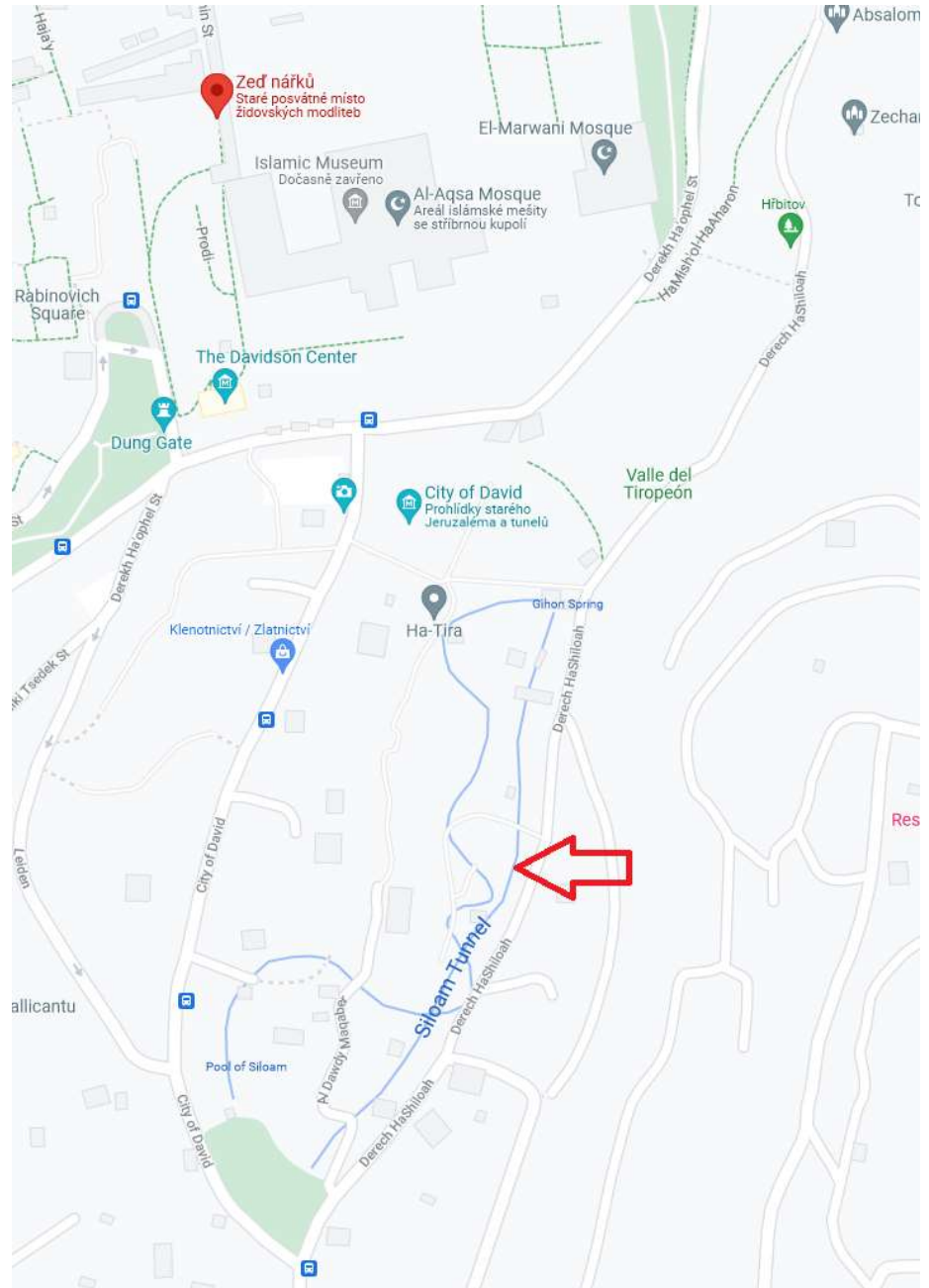
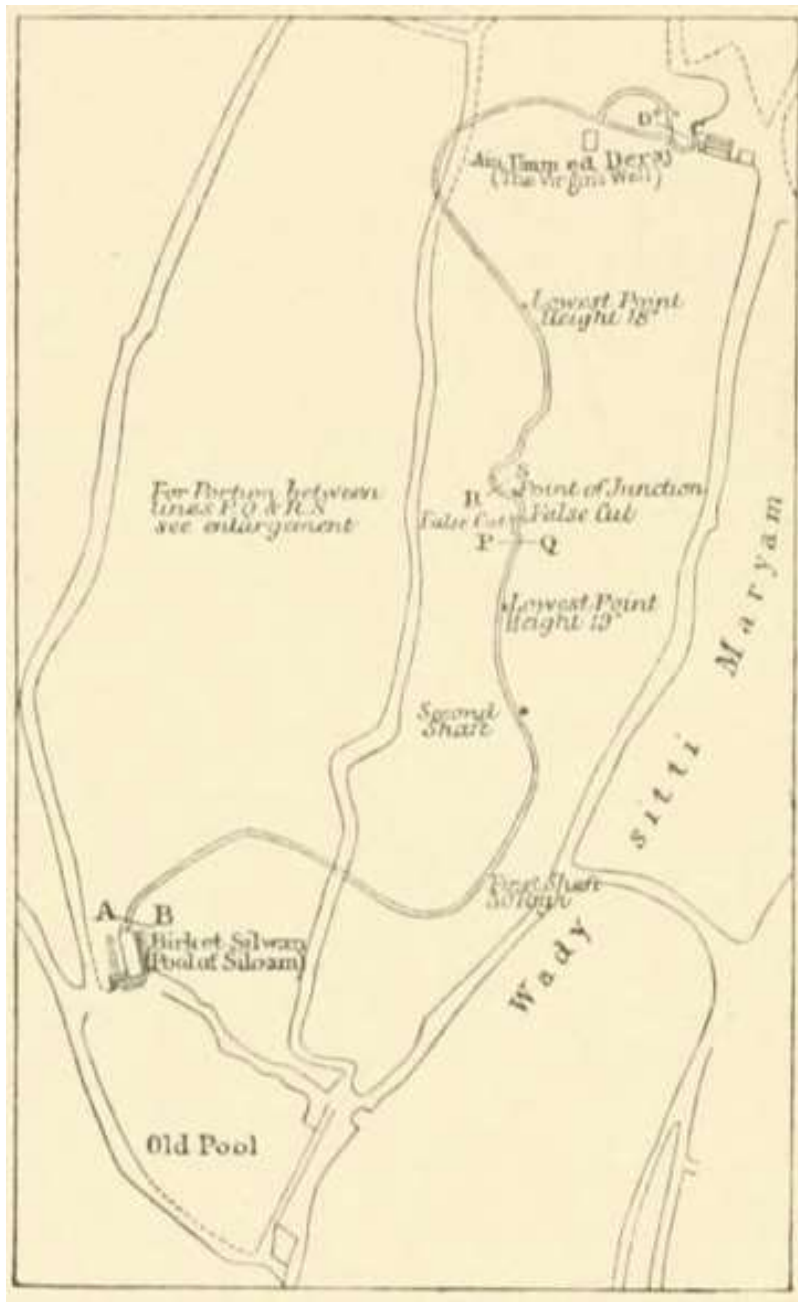
Období starověku a středověku

- **Vodovodní štoly**

- 10. stol. př. n. l. – Šalamounova štola v Jeruzalémě
- 8. stol. př. n. l. – Ezechášova štola dl. 537 m v Jeruzalémě (dodnes přístupná)
- 6. stol. př. n. l. – Eupalinova štola dl. 984 m ve městě Pythagoras na ostrově Samos (dodnes přístupná)
- 2. stol. př. n. l. – vodovodní štola dl. 33 km pro město Kartágo v římské provincii Afrika (80 let)
- 1. stol. př. n. l. – vodovodní štola dl. 5,65 km z jezera Fucinského (11 let, 30.000 lidí)



Jeruzalém



Ezechiášova štola (Chizkiášova)

- Zásobování vodou v případě obléhání Davidova města
- Dle průzkumných prací vodovodní přivaděč (zakrytý) již ve střední době bronzové (cca 1800 př.n.l.),
- Realizace z obou stran, několikrát směrová úprava
- Znovuobjeven r. 1838 Edwardem Robinsonem

Bible: „Chizkijáš zasypal horní vody Gichónu a svedl je spodem přímo na západ do Města Davidova.“

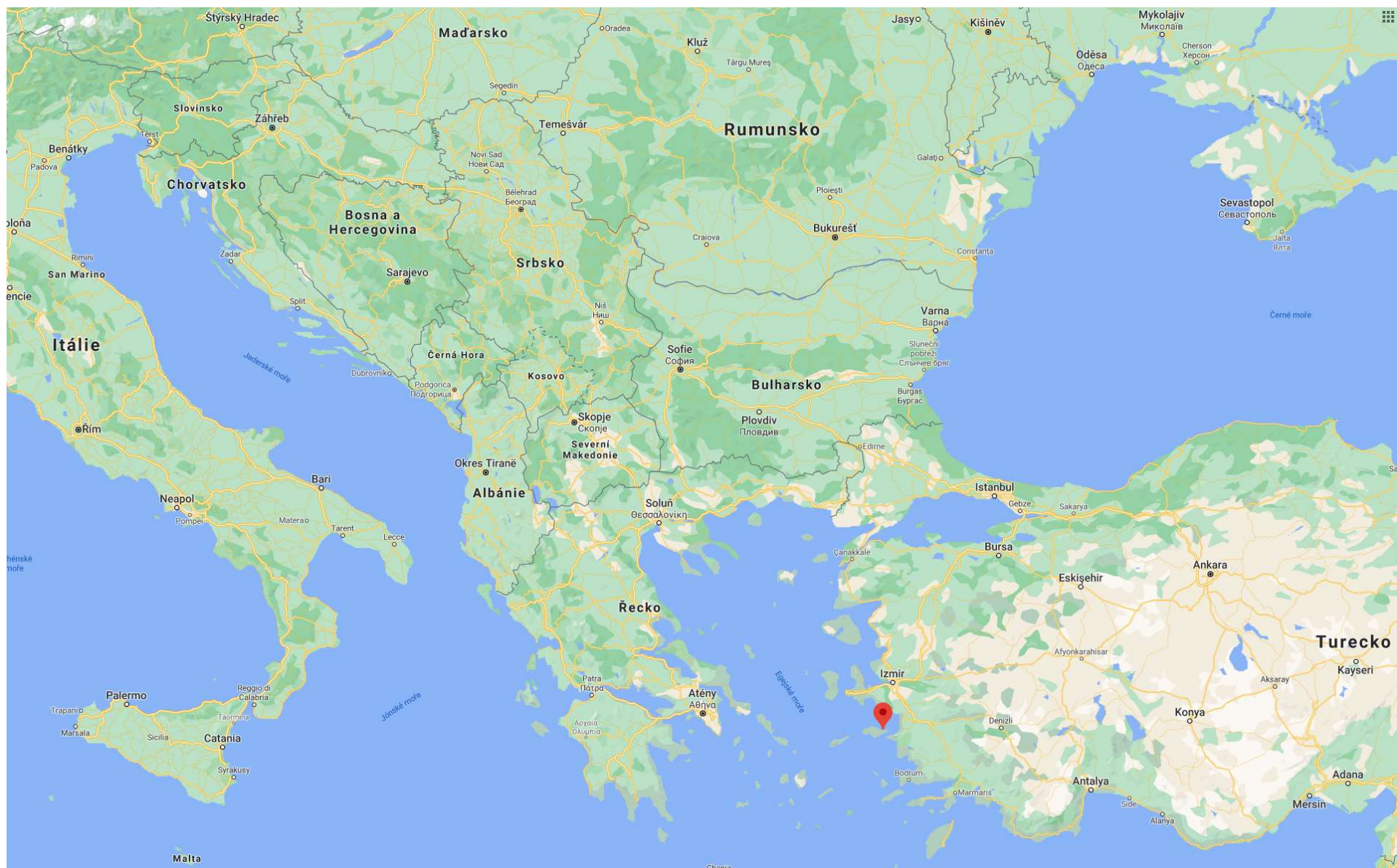
Ezechiášova štola (Chizkiášova)



Ezechiášova štola (Chizkiášova)



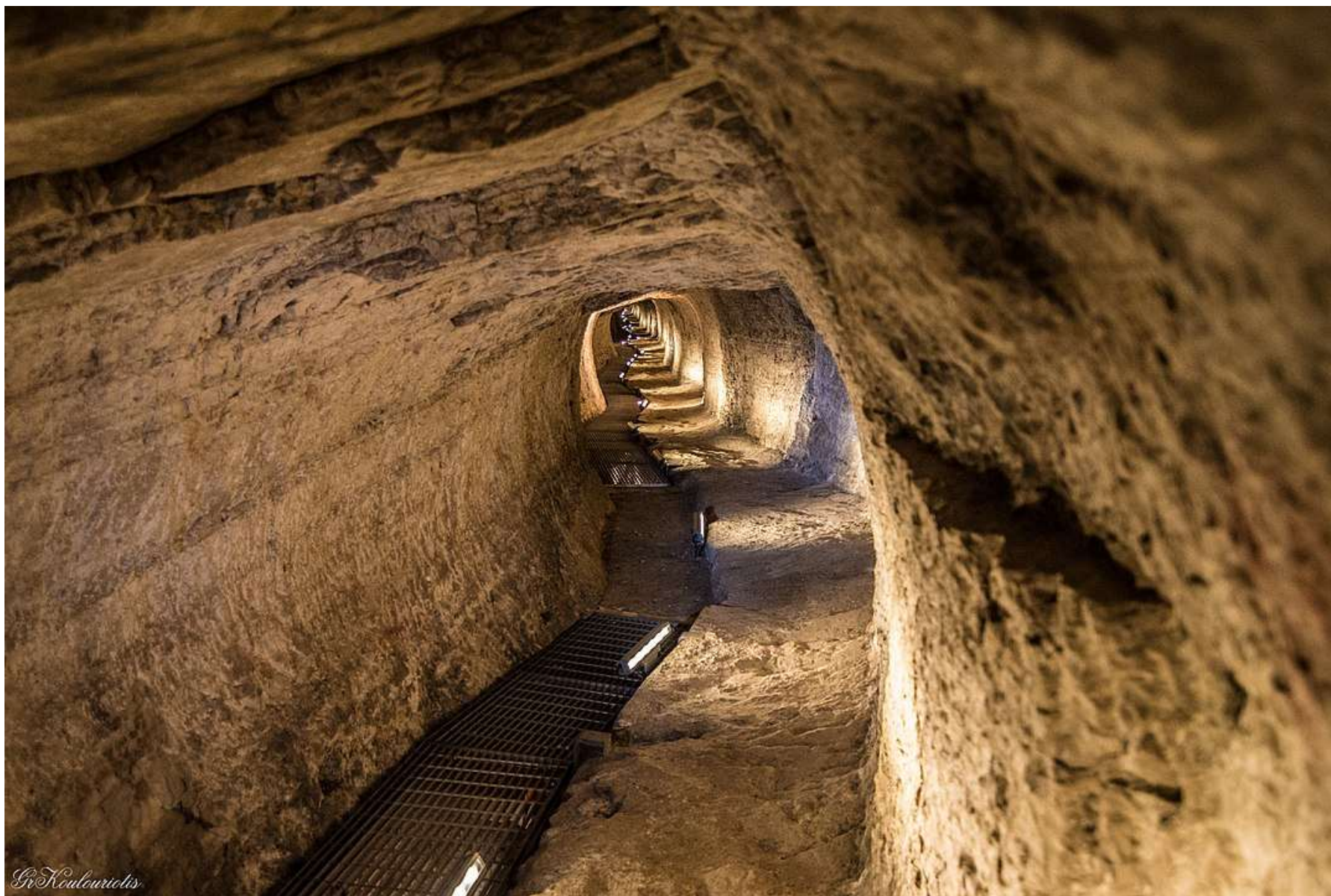
Ezechiášova štola (Chizkiášova)



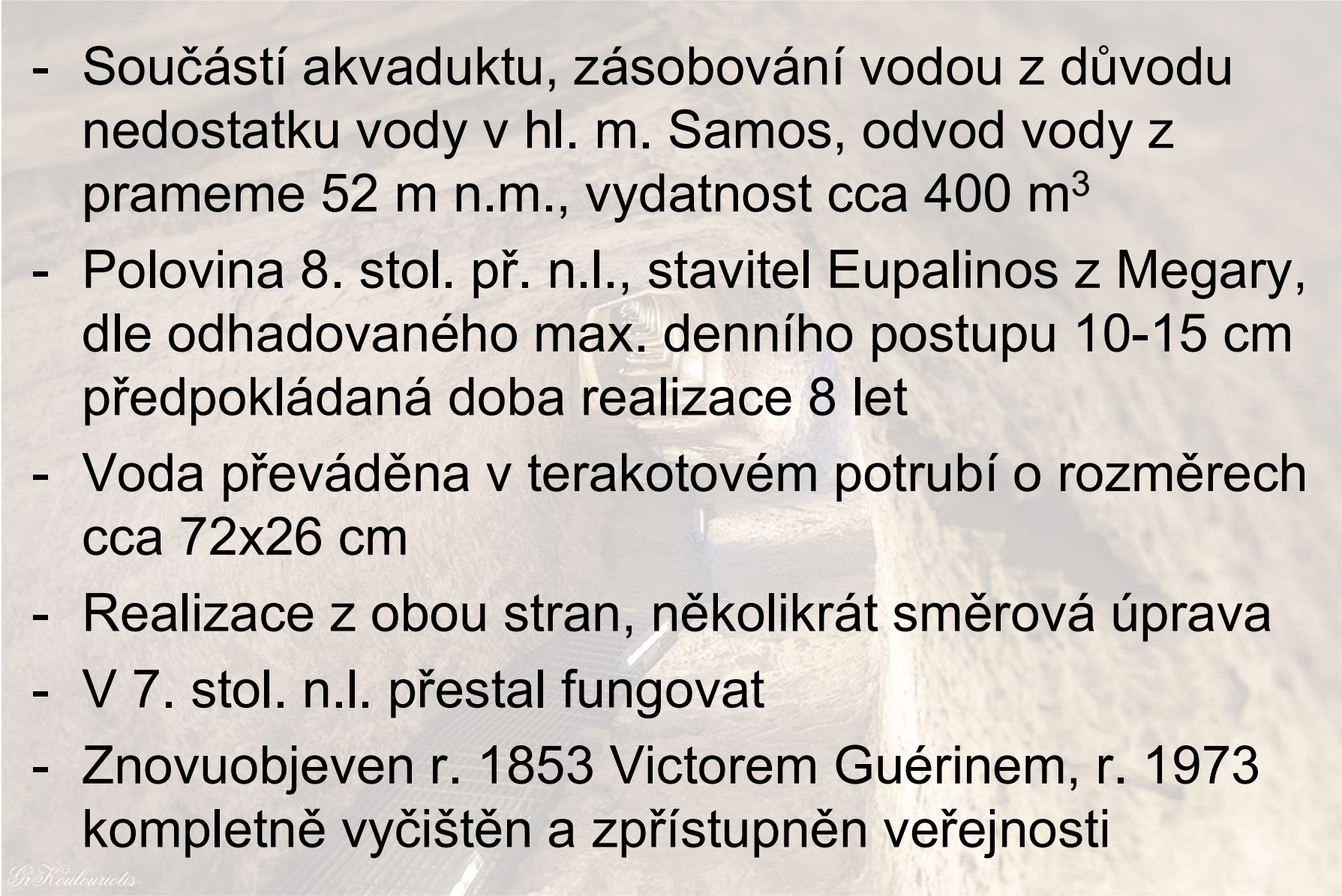
Ostrov Samos – město Pythagoras



Ostrov Samos – město Pythagoras

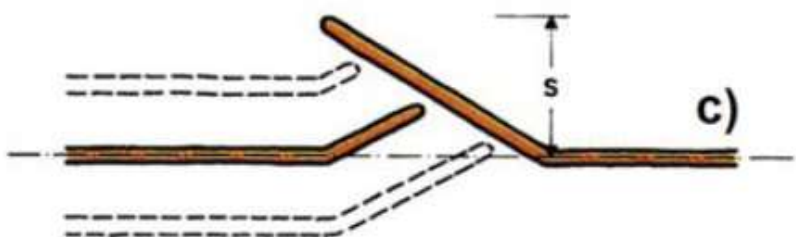
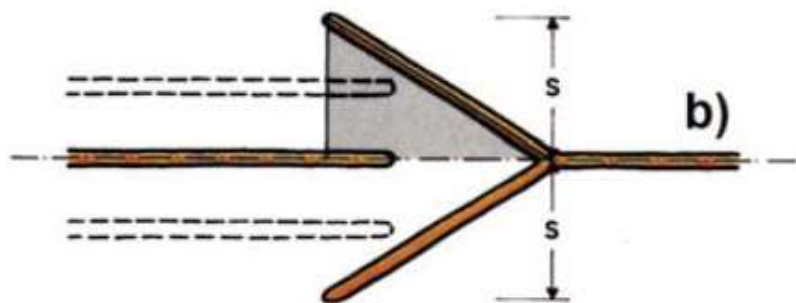
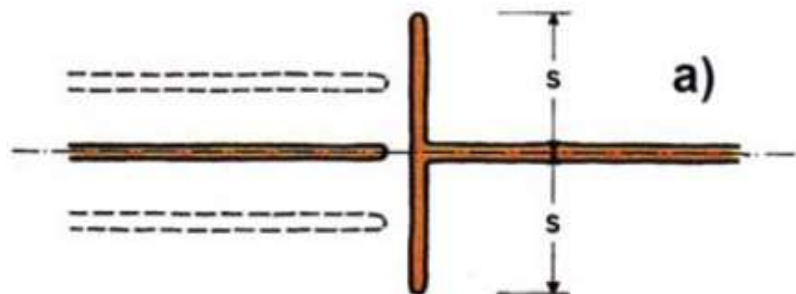


Eupalinova vodovodní štola na ostrově Samos – 6.stol.př.n.l.

- 
- Součástí akvaduktu, zásobování vodou z důvodu nedostatku vody v hl. m. Samos, odvod vody z pramene 52 m n.m., vydatnost cca 400 m³
 - Polovina 8. stol. př. n.l., stavitel Eupalinos z Megary, dle odhadovaného max. denního postupu 10-15 cm předpokládaná doba realizace 8 let
 - Voda převáděna v terakotovém potrubí o rozměrech cca 72x26 cm
 - Realizace z obou stran, několikrát směrová úprava
 - V 7. stol. n.l. přestal fungovat
 - Znovuobjeven r. 1853 Victorem Guérinem, r. 1973 kompletně vyčištěn a zpřístupněn veřejnosti

Dr. Koulouridis

Eupalinova vodovodní štola na ostrově Samos – 6.stol.př.n.l.



Eupalinova vodovodní štola na ostrově Samos – 6.stol.př.n.l.

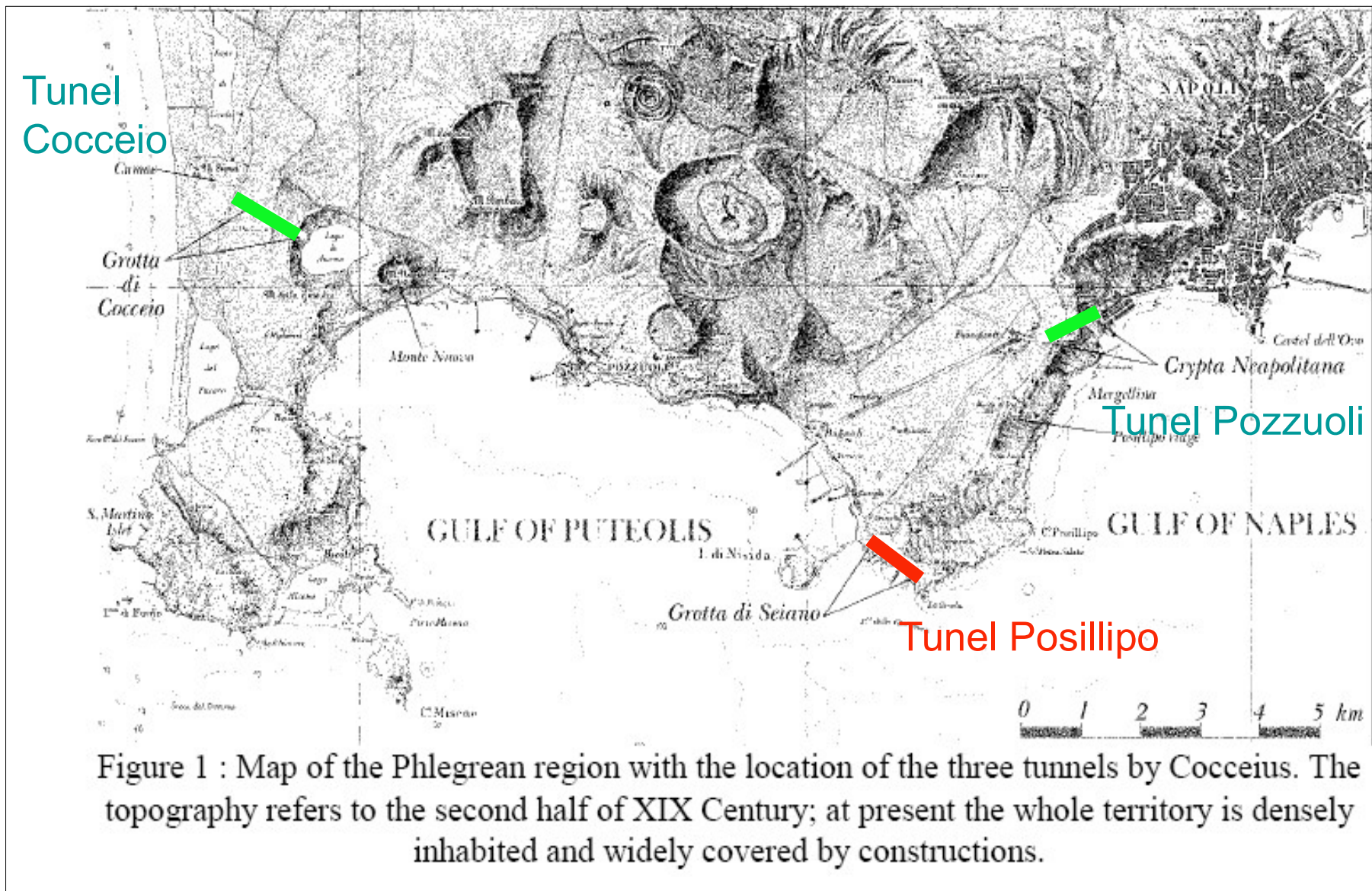
Římské silniční tunely – 2. pol. 1. století př.n.l.

The tunnels located in this area are very renowned since the Middle Ages. They were called *grotte* (caves), a term used at that time to indicate both natural caves and man made cavities. This term has survived in the modern tradition, to indicate the most important examples of Roman road tunnels found in the Phlegrean region. They are (fig. 1 and 2; table 1): the *Crypta Neapolitana*, or *Grotta di Pozzuoli*, linking Naples to Puteolis (Pozzuoli); the *Grotta di Seiano*, or *Grotta di Posillipo*, between the villa of P. Vedius Pollio and the coastal plain of Coroglio; the *Grotta di Cocceio* or *Grotta della Pace*, between the Averno Lake and Cumae.

Table 1 - Characteristics of the three tunnels

Name	Length (m)	Width (m)	Height (m)	Notes
<i>Crypta Neapolitana</i> (Grotta di Pozzuoli)	711	4,5	4,6 ÷ 5,2	2 inclined ventilation shafts
<i>Grotta di Seiano</i> (Grotta di Posillipo)	780	4,0 ÷ 6,5	5,0 ÷ 8,0	3 lateral ventilation ducts
<i>Grotta di Cocceio</i> (Grotta della Pace)	970	4,5	4,5 ÷ 8,0	5 vertical or inclined ventilation shafts

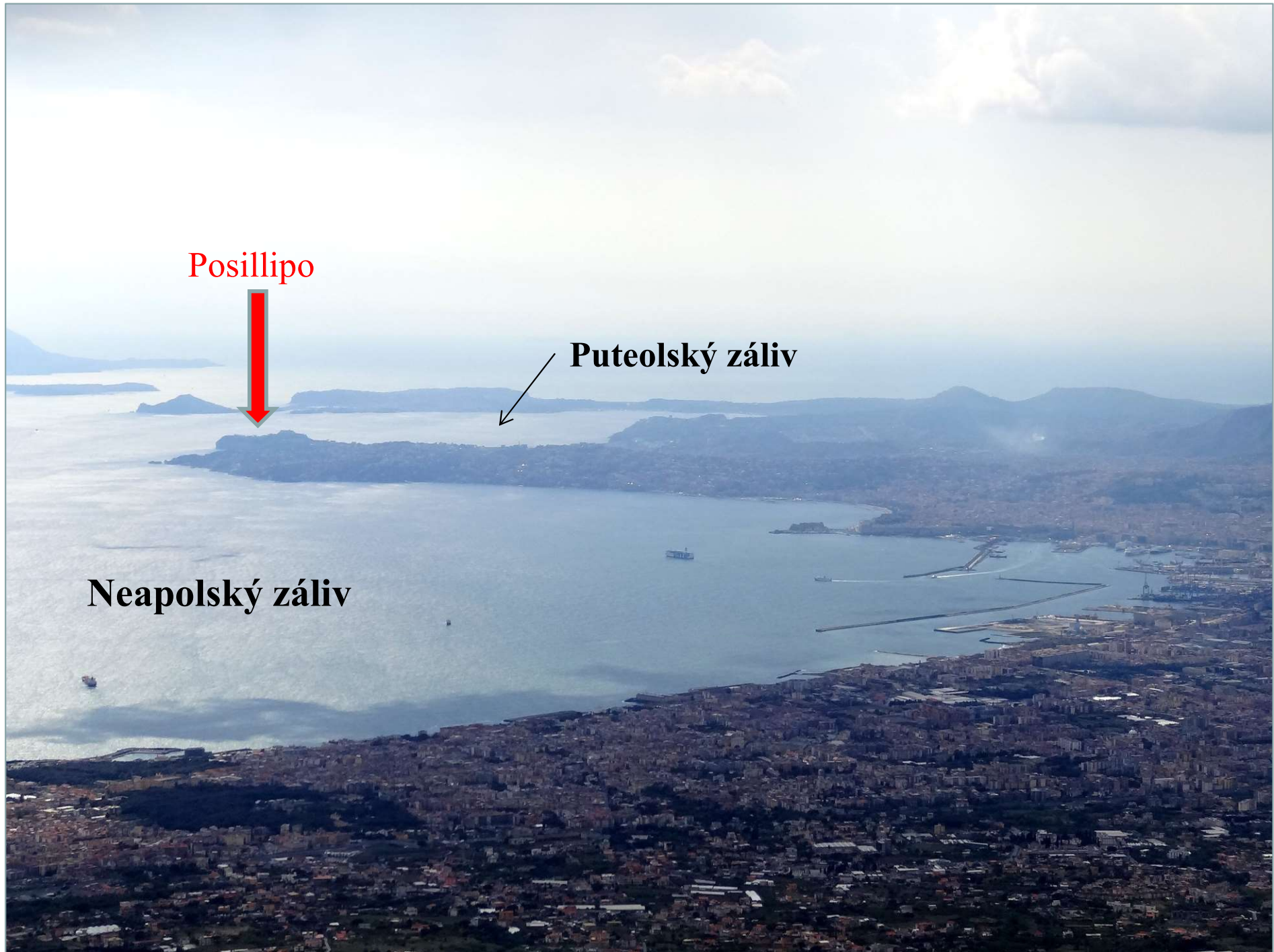
All these tunnels have been excavated in the second half of 1st Century B.C. At that time Octavianus Augustus and his deputy and son-in-law Marcus Vipsanius Agrippa encouraged an intense renewal in every field of culture and technology.



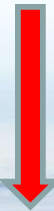
Tunely Posillipo, Pozzuoli a Cocceio nedaleko Neapole

Tunel Posillipo - dl. 780 m





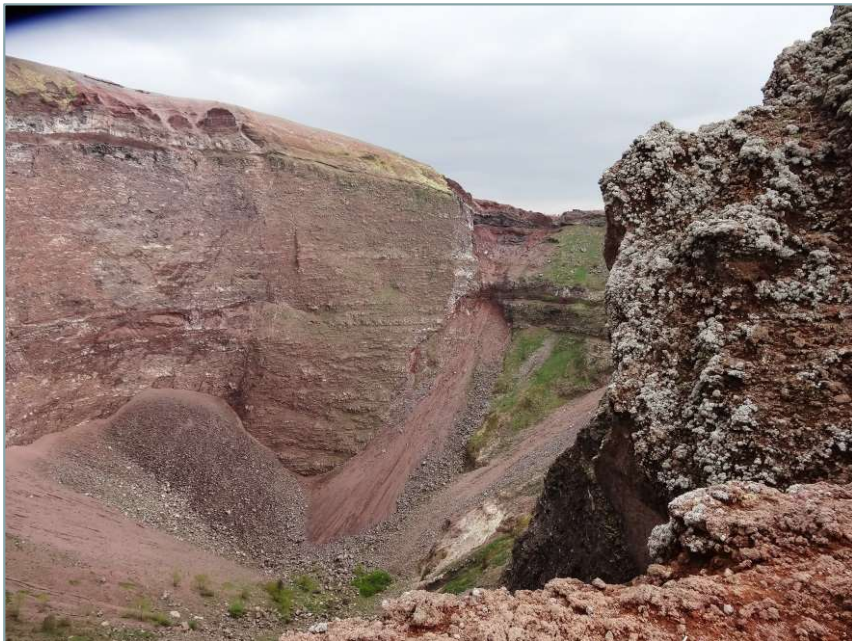
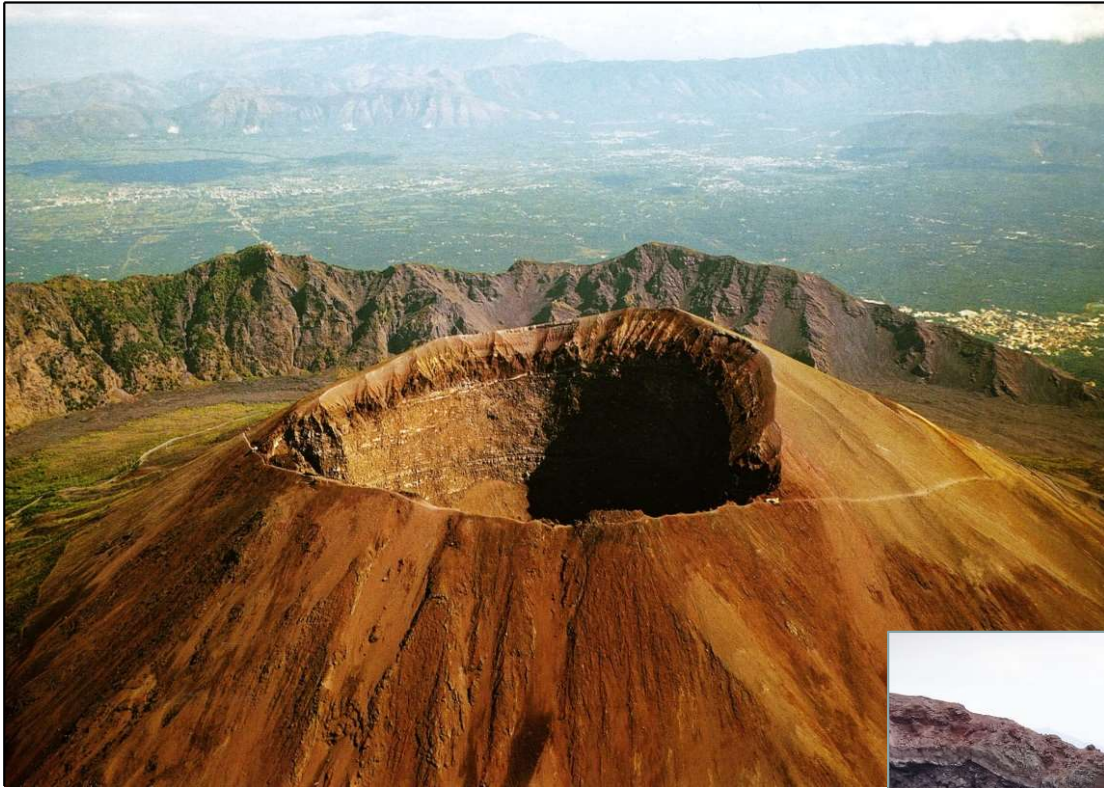
Posillipo



Puteolský záliv



Neapolský záliv





Tunel Posillipo – dl. 780 m (umělecké vyobrazení)



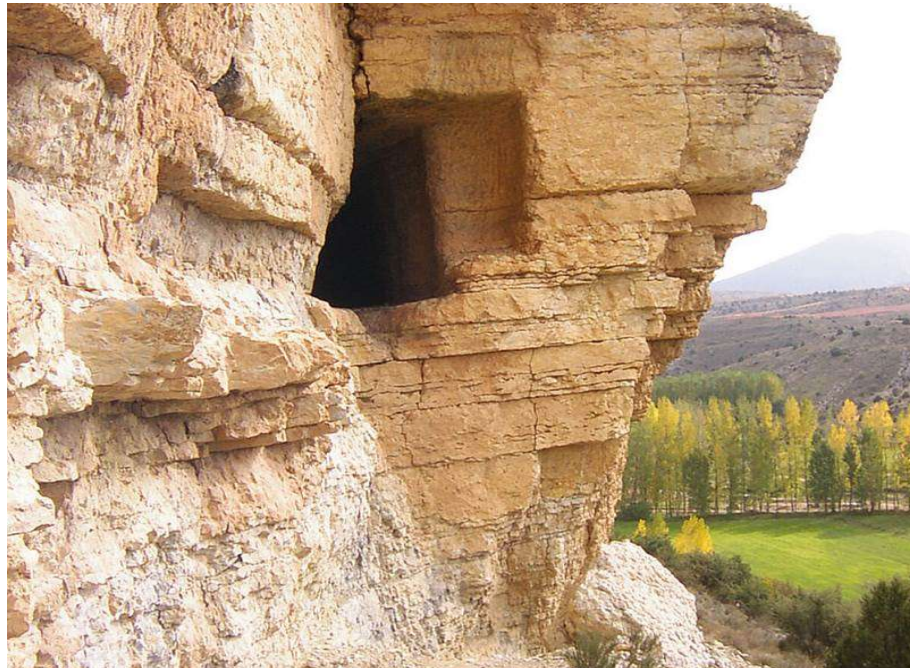
Neapolský portál

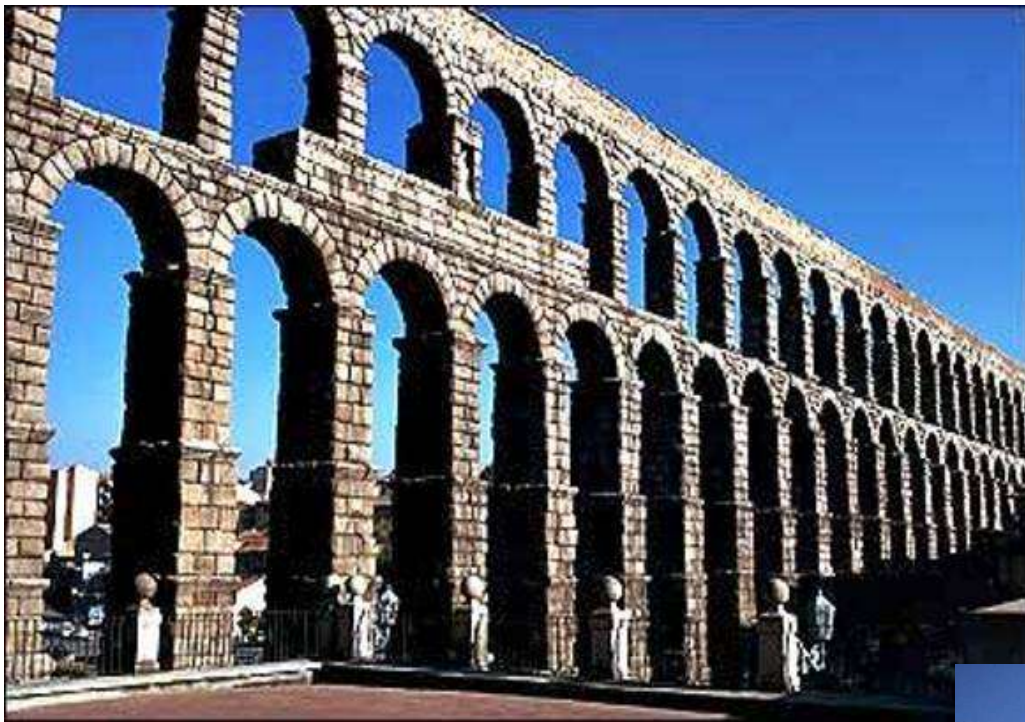
Tunel Posillipo
dl. 780 m
(současný stav)



Puteolský portál

Římský akvadukt – 1.stol.př.n.l. (meseta Central východně od Madridu)





Římský akvadukt v Segovii

1. stol. před n. l.

Akvadukt Tacho – Segura
(1966 až 1979)



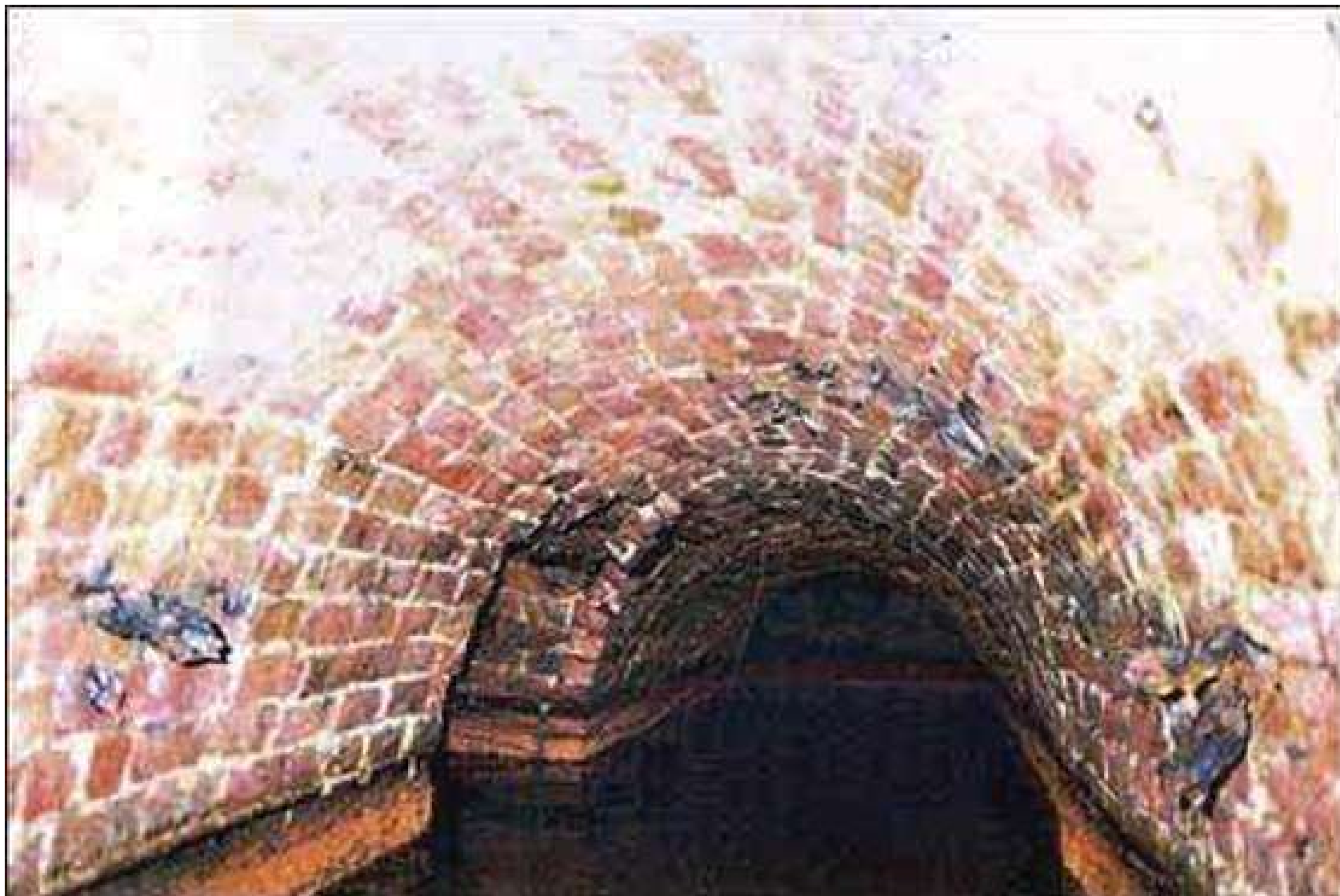


Historické obytné „tunely“ v turecké Kapadokii

- Průplavové (plavební) tunely
 - Jako první tunel s **vyžitím střelného prachu** byl v letech 1671 až 1681 postaven **tunel Malpas** v jižní Francii na průplavu Languedoc
 - dl. 165 m
 - Ke konci 17. stol byl v tlačivých horninách postaven **tunel Herecastle** v Anglii na Grand Trunk Canal, dl. 2.580 m. Významné dílo tehdejšího tunelářského stavitelství.



Plavební tunel Malpas (Francie, 17. stol.)



Plavební tunel Worseyley (Anglie, 17. stol.)

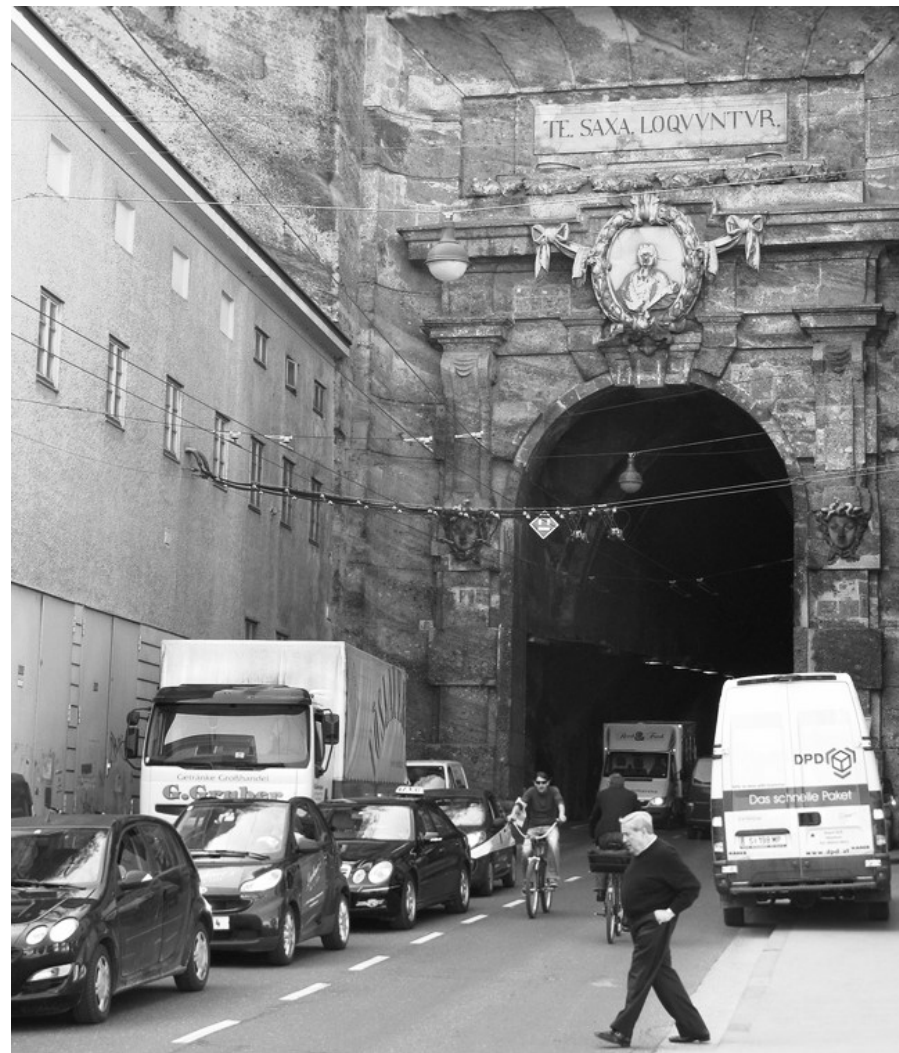
Období novověku (18. a 19. stol)

- V letech 1765 až 1774 byl postaven **nejstarší a dosud funkční městský silniční tunel – tunel Neutor** pod hradním vrchem v Salzburgu, dl. 131 m
- Začátek 19. století – výstavba evropské železniční sítě – **rozmach tunelového stavitelství**

Tunel Neutor v Salzburgu (dl. 131 m)



Jižní portál



Severní portál



Novodobý tunel pro pěší a cyklisty vybudovaný paralelně s tunelem Neutor

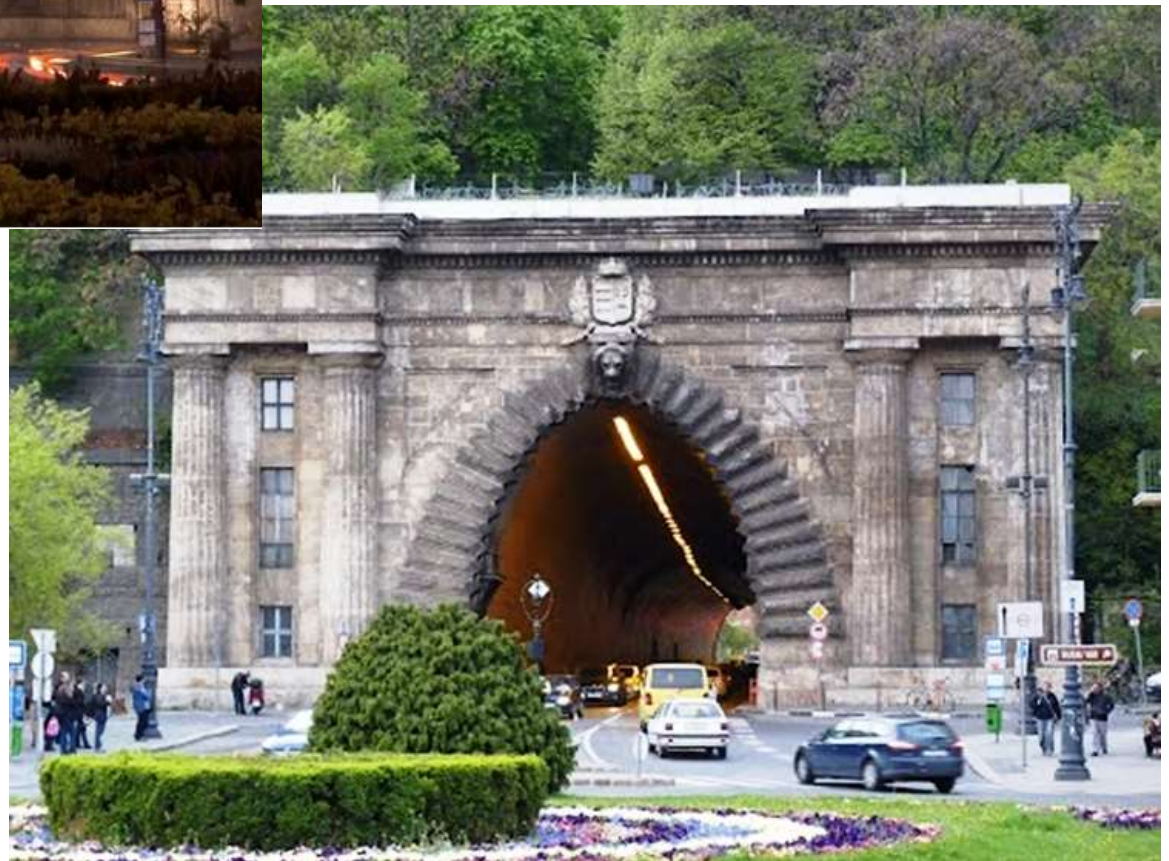
Další staré městské silniční tunely

- 1853 **Budapešťský tunel**, dl. 350 m
- 1897 **tunel Blackwall** pod Temží u Greenwiche, dl. 450 m
- 1920 **tunel Hollandův** v New Yorku, dl. 4.150 m



Budapešťský tunel
1853, dl. 350 m

Východní portál
(Clark tér)





Budapešťský tunel
1853, dl. 350 m

Západní portál
(Alagút utca)





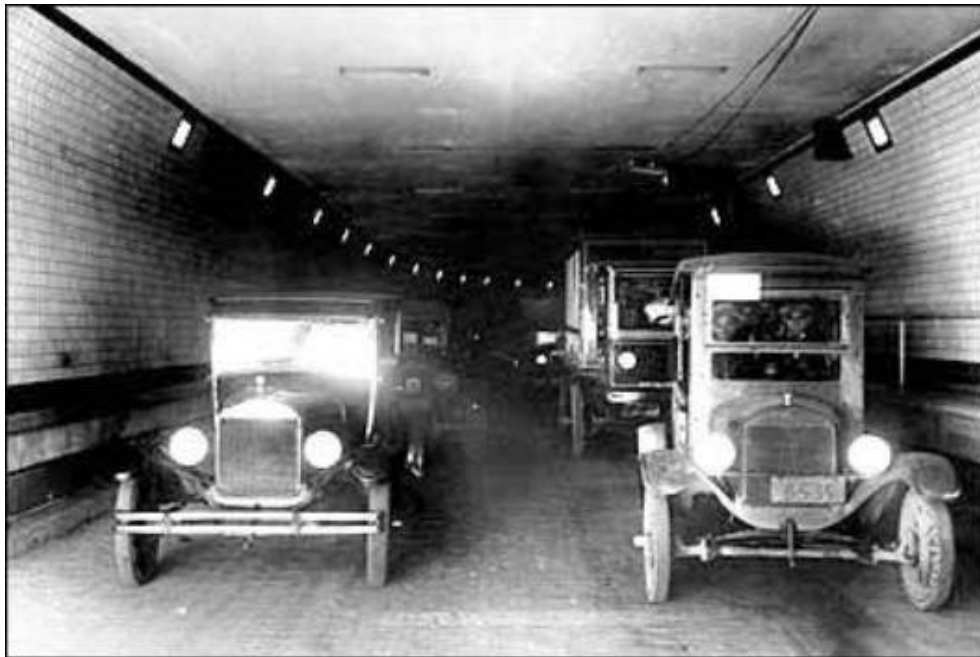
Tunel Blackwall (1897)
dl. 450 m

Současný stav

Jižní portál - Greenwich



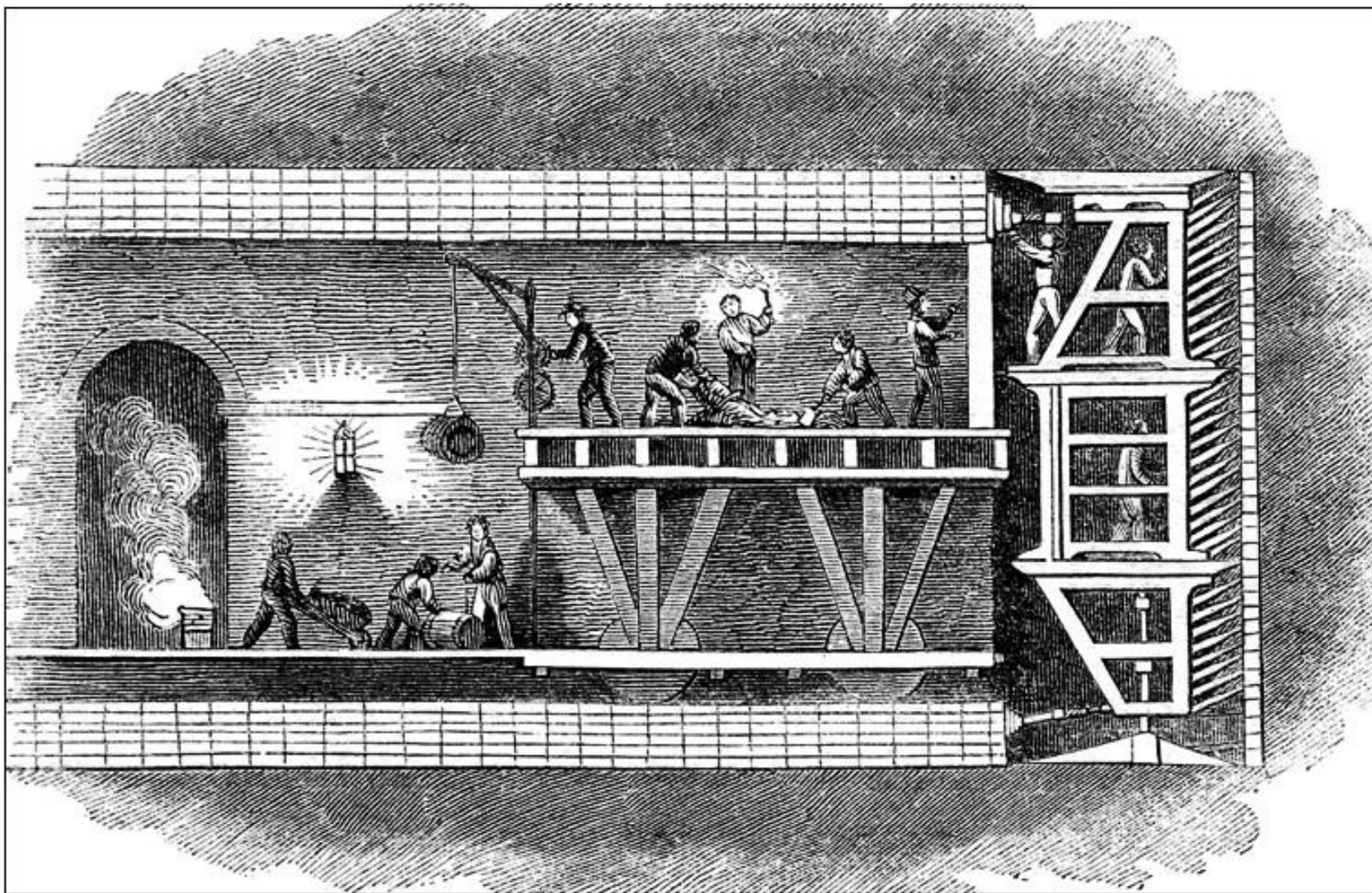
Hollandūv tunel 1920, dl. 4.150 m



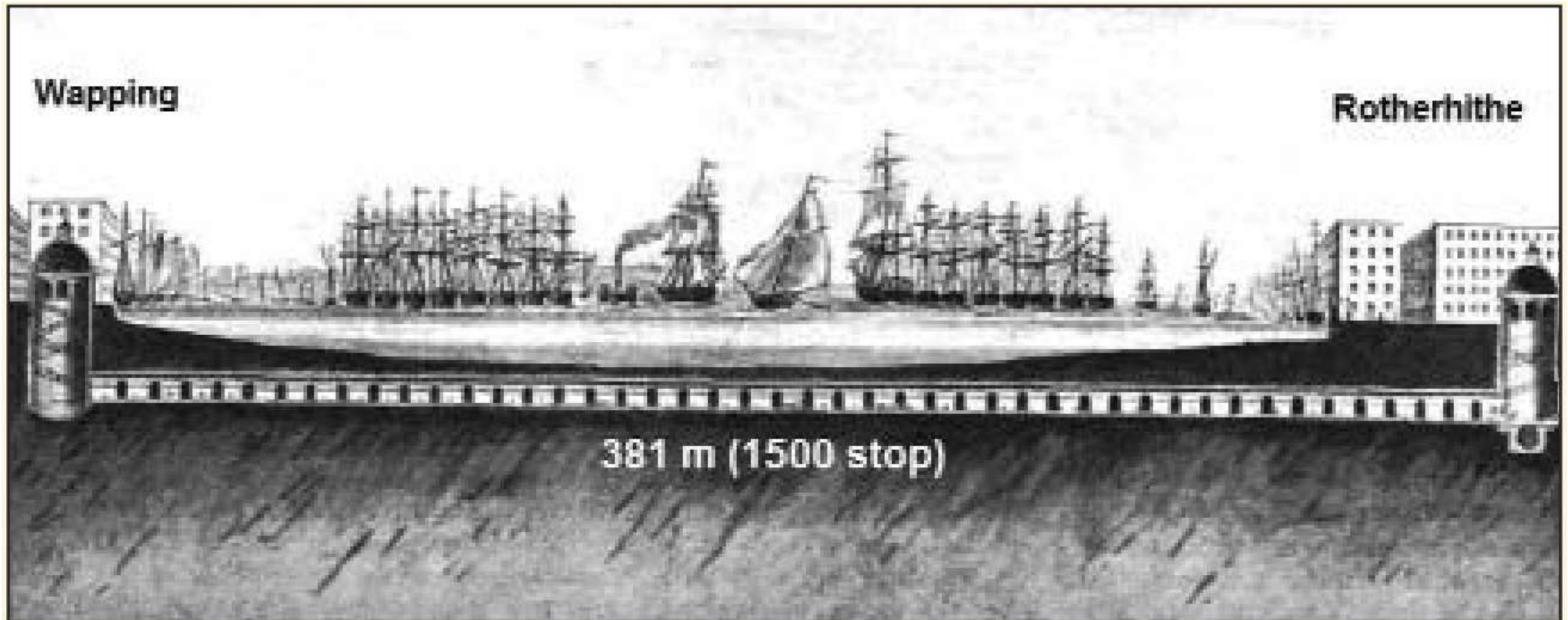
Brunnelův štít

- Marco Isambardo Brunel, patent r. 1818, nová metoda realizace tunelů (štít)
- Ocelová konstrukce obdélníkového průřezu s výškou 7 m a šířkou 12 m, rozdělený na 36 přepážek
- Jeden dělník postupnou těžbu zeminy s průběžným sestupným přepažováním zeminy v čele buňky fošnami vodorovného příložného pažení
- Zatlačování břitů štítu do zeminy zajišťovaly mechanické šroubové lisy v horní a spodní části štítu, jejichž zdvih byl necelých 12 cm (šířka používaných cihel)

Brunnelův štít



Brunnelův tunel (Londýn 1843)



Brunnelův tunel (Londýn 1869)



Brunnelův tunel (Londýn 2010)



Nejstarší železniční tunely

- 1826 **tunel Terrenois** ve Francii u Saint Etienne (koňská železnice)
- 1830 **tunel Edge Hill** délky 1.066 m v Anglii na trati Manchester – Liverpool (parní lokomotiva George Stephensona)
- 1839 **tunel Gumpoldskirchen** v Rakousko-Uhersku na Jižní dráze
- 1843 první **tunel pod řekou** – Temže v Londýně, první ražba štítem (Isambard Brunel)

Železniční tunely – 2. pol.19 stol. a začátek 20.stol

Starší železniční tunely	Výstavba	Typ	Délka
Mt Cenis (Fréjus)	(1857–1871)	dvoukolejný	12 234 m
Gotthard	(1872-1878)	dvoukolejný	14 984 m
Arlberg	(1880-1884)	dvoukolejný	10 250 m
Simplon I	(1891-1906)	jednokolejný	19 803 m
Lötschberg	(1906-1912)	dvoukolejný	14 536 m
Simplon II	(1912-1921)	jednokolejný	19 825 m



Simplonské tunely – jižní portál

Nové železniční tunely – 2. pol. 20.stol a začátek 21.stol

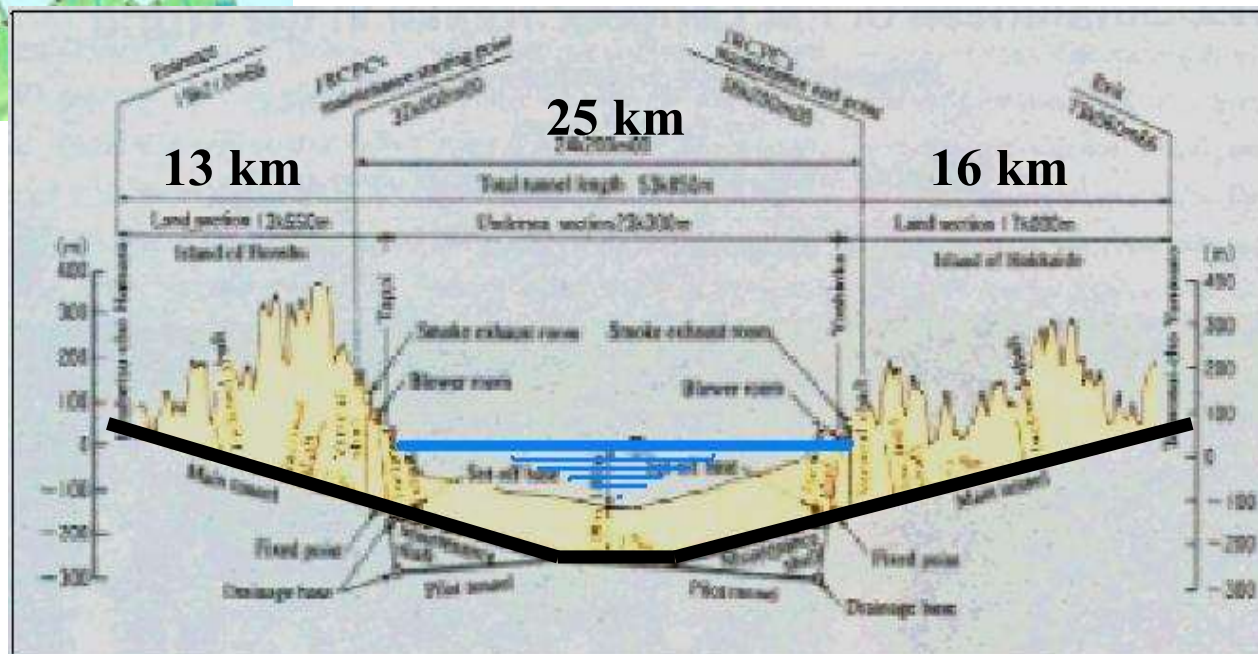
Nové železniční tunely	Otevření	Země	Délka
Seikan	1988	Japonsko	53 900 m
Eurotunel	1994	Anglie - Francie	50 500 m
Lötschberg	2007	Švýcarsko	34 600 m
Guadarrama	2007	Španělsko	28 400 m
Iwate - Ichinohe	2002	Japonsko	25 800 m
Daishimizu	1982	Japonsko	22 200 m
Wushaoling	2006	Čína	22 000 m

Seikan – druhý nejdelší tunel na světě –



dl. 53,9 km

(1971 až 1988)



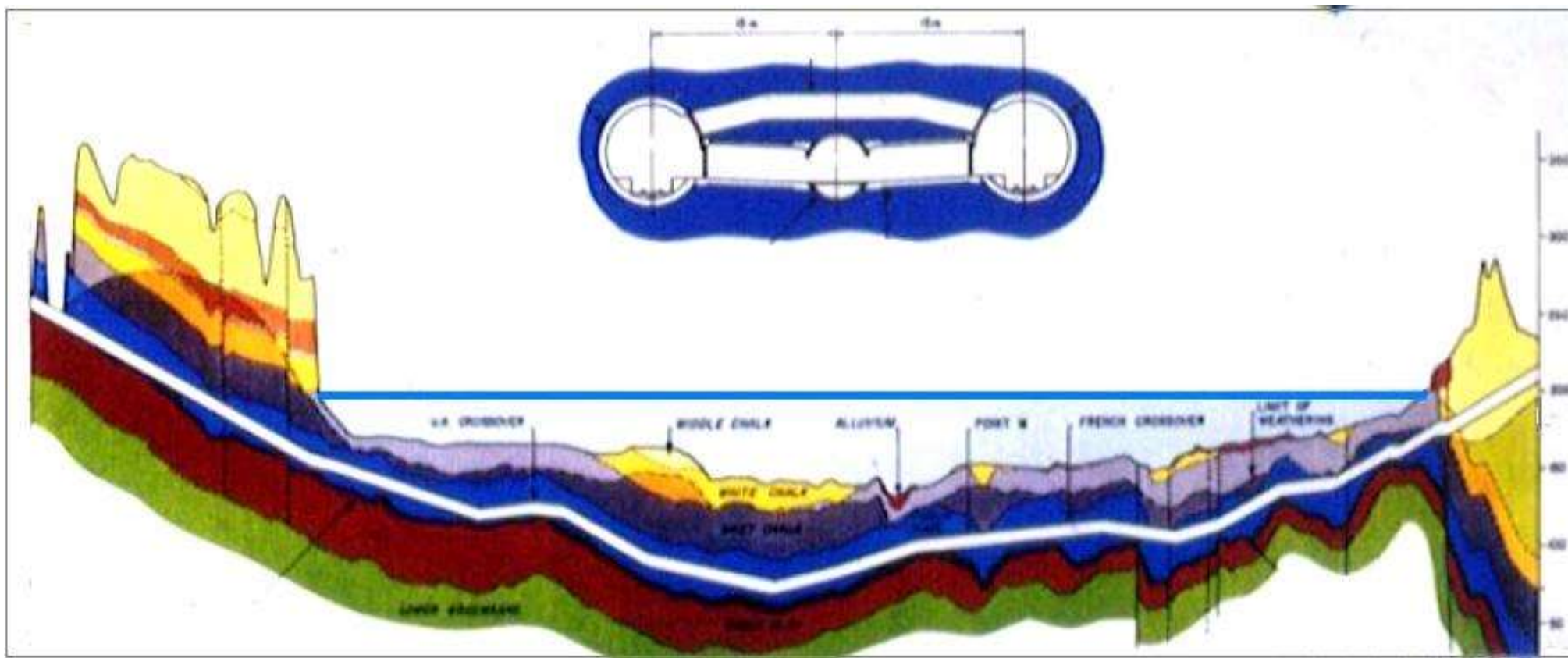
Během výstavby 4 x zatopen.

V r. 1976 – 80 m³/min,
přítoky se podařilo zastavit
až po dvou měsících.

1 mld \$ → 7 mld \$

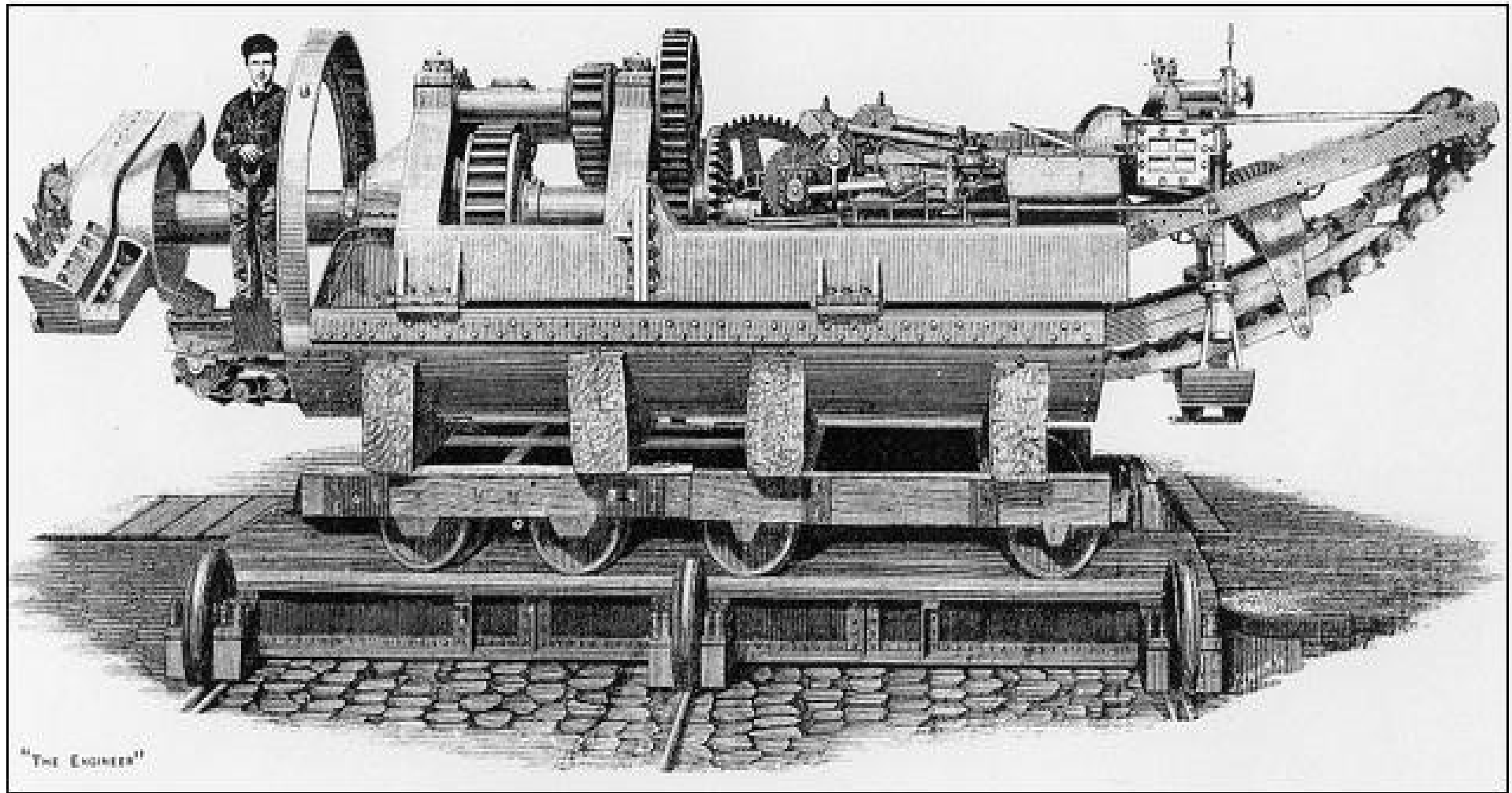
Channel Tunnel - dl. 50,5 km

3 pokusy o realizaci – **1881 až 1883** (zastaveno pro odpor veřejnosti), **1975 až 1977** (zastaveno pro nedostatek financí), **1987 až 1994** – realizace financovaná konzorciem mezinárodních bank (21 mld \$)



1996 – nákladní vlak z Francie zachvátil požár, ohroženo 31 lidí, všichni zachráněni.

1. pokus o tunel pod kanálem La Manche (1881)



Razicí stroj Beaumont/English Ø 2,13 m

Průzkumná štola tunelu pod kanálem La Manche

Razicí stroj Beaumont-English Ø 2,13 m



Křídové vápence – průměrná rychlost ražby 15 m/den (!). Zastaveno v r. 1883.

Moderní silniční tunely – 2. pol. 20.stol

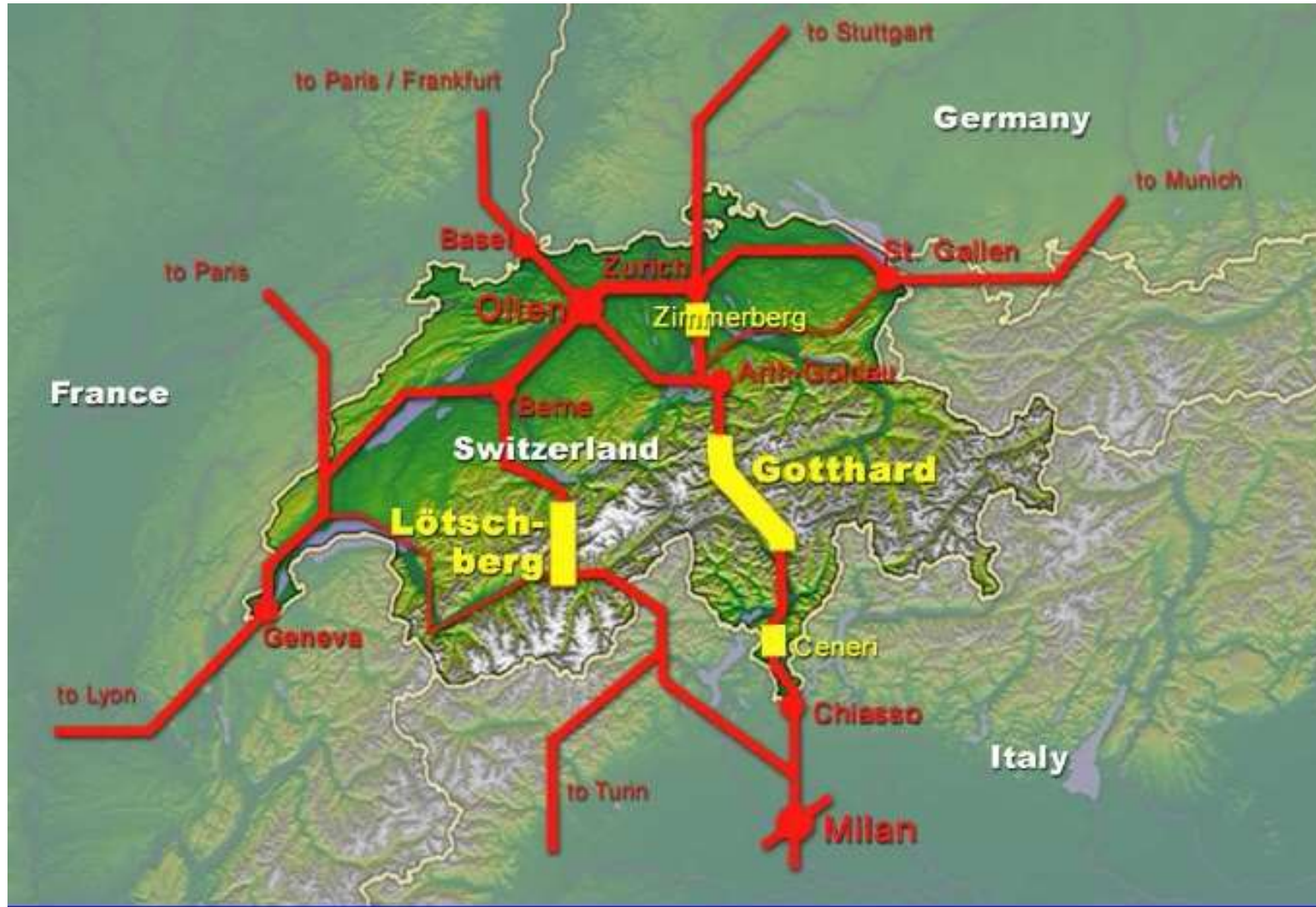
Nové silniční tunely	Výstavba	Země	Délka
Laerdal	1995-2000	Norsko	24 500 m
<u>Gotthard</u>	1969-1976	Švýcarsko	16 918 m
<u>Arlberg</u>	1974-1978	Rakousko	13 972 m
Ibaque	1984-1990	Kolumbie	13 200 m
Nothunberland	1987-1991	Kanada	13 000 m
Pinglin	1990-1994	Tchaj-wan	13 000 m
Frejus (Mt Cenis)	1974-1980	Francie - Itálie	12 865 m
<u>Mont Blanc</u>	1959-1965	Francie - Itálie	11 600 m
Gudvanga	1991-1995	Norsko	11 010 m
Kan'etsu	1981-1985	Japonsko	11 010 m
Gran Sasso	1980-1984	Itálie	10 173 m

Železniční tunely otevřené od roku 2010

Nové železniční tunely	Otevření	Země	Délka
Gotthard (bázový tunel)	7/2016	Švýcarsko	57 100 m
Hakkoda	2010	Japonsko	26 500 m
Pajares	2010	Španělsko	24 700 m
Ivama	2013	Japonsko	22 200 m
Wienerwald	2012	Rakousko	13 400 m
Lainzer	2012	Rakousko	10 600 m
Katzenberg	2012	Německo	9 400 m

Gotthardský bázový tunel – **nejdelší tunel na světě** – byl od 7/2016 ve zkušebním provozu,
od 12/2016 provoz dle jízdních řádů

NEUE EISENBAHN ALPENTRANSVERSALE



NEAT – rozdělení na linie a výčet tunelů

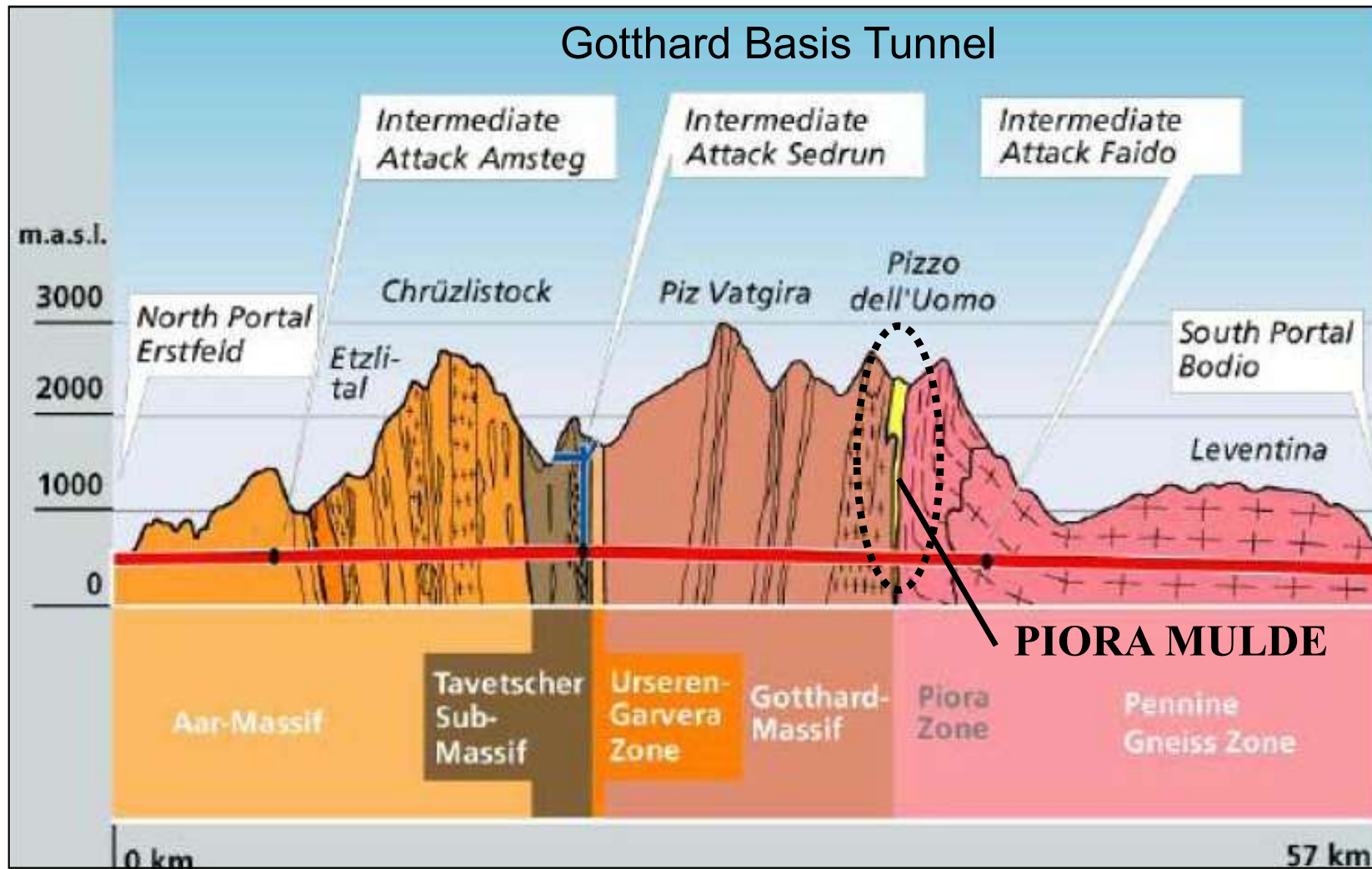
- **Lötchbergachse (Bern – Lötschberg – Brig)**
 - **Lötschberg-Basistunnel (LBT) – 34,6 km**
 - **Mundbachtunnel**
 - **Niesenflankentunnel**
 - **napojení na staré Simplonské tunely – 19,8 km**
- **Gotthardachse (Zürich – Gotthard – Chiasso)**
 - **Gotthard-Basistunnel (GBT) – 57,0 km**
 - **Ceneri-Basistunnel (CBT) – 15,4 km**
 - **Zimmerberg-Basistunnel (ZBT) – 20,0 km**
 - **Hirzeltunnel**
 - **Urmibergtunnel – 7,0 km**
 - **Axeltunnel – 10,0 km**

Gotthardský masiv

Svatogotthardská
dráha (1878)
Železniční tunel
patní
dl. 15.000 m



NEAT (2016)
Železniční tunel
bázový
dl. 57.000 m

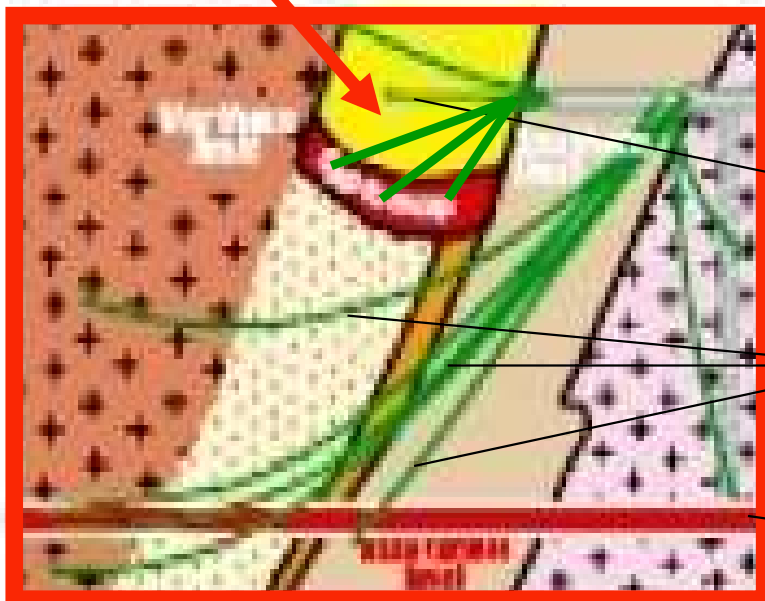
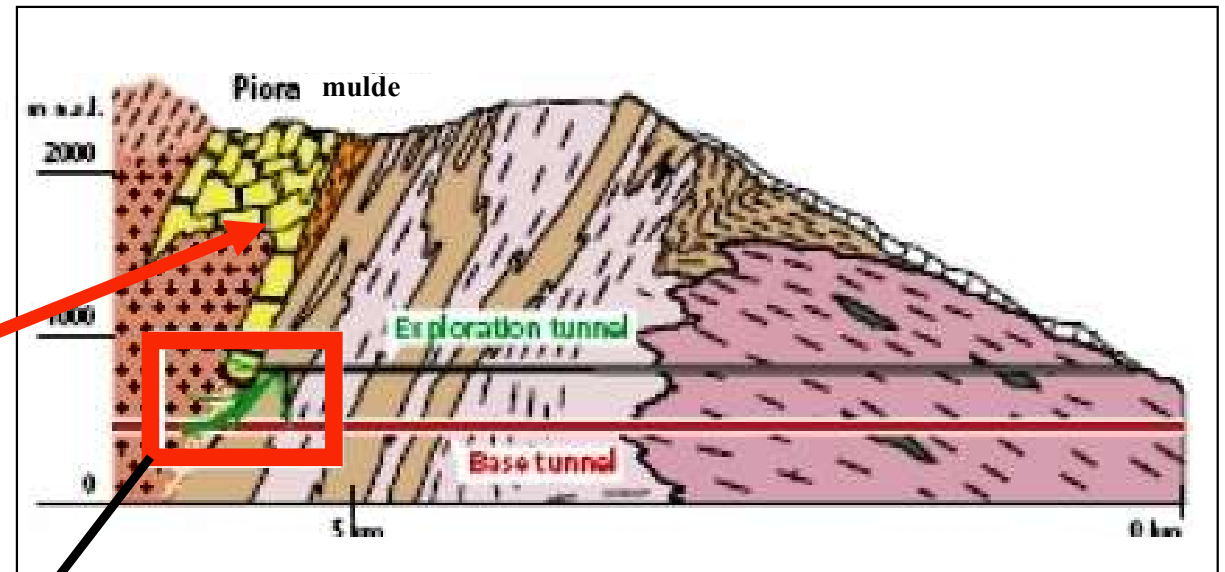
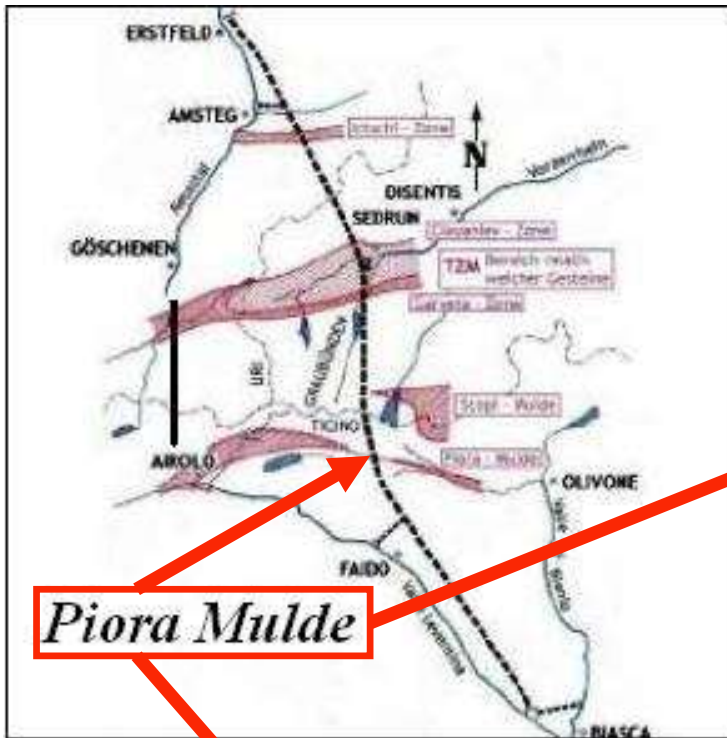


Podélný geologický řez tunelem



Příčný řez tunely

Porucha Piora



Průzkumná štola

Průzkumný vrt

Sanační vrty pro Injektáž poruchy

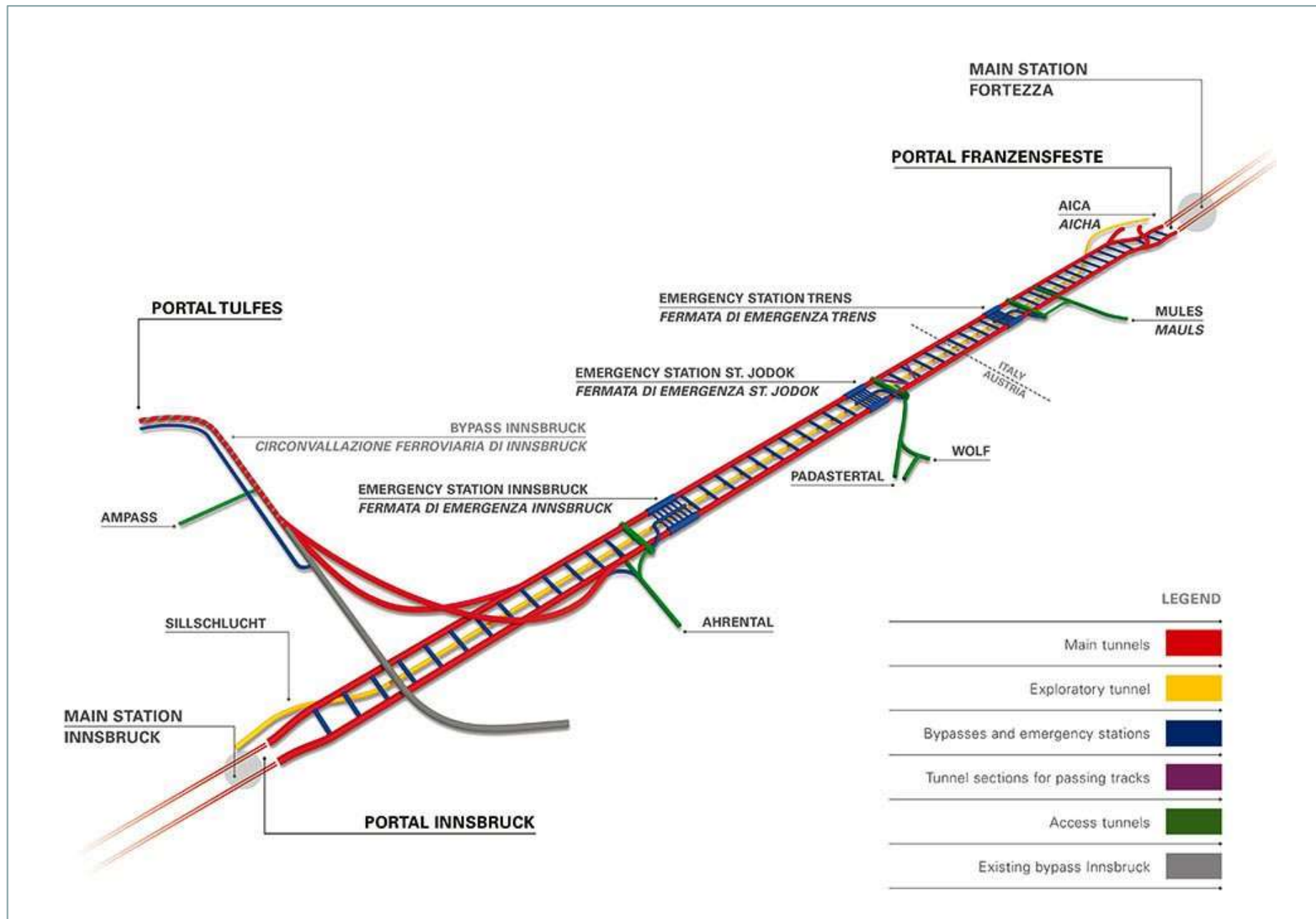
Gotthardský bázový tunel

Sanace poruchy

Železniční tunely ve výstavbě

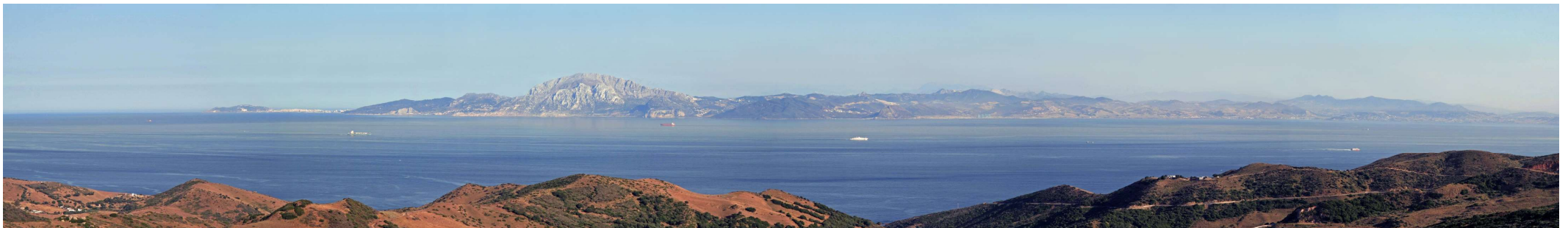
Připravované železniční tunely	Země	Délka
<u>Brenner</u> (bázový tunel)	Rakousko - Itálie	56 000 m
<u>Mt Cenis</u> (bázový)	Francie - Itálie	53 100 m
Koralm	Rakousko	32 800 m
Semering (bázový tunel)	Rakousko	22 100 m
Zimmerberg (bázový tunel)	Švýcarsko	20 000 m
Ceneri	Švýcarsko	15 400 m
Marmaray tunel	Turecko	13 600 m

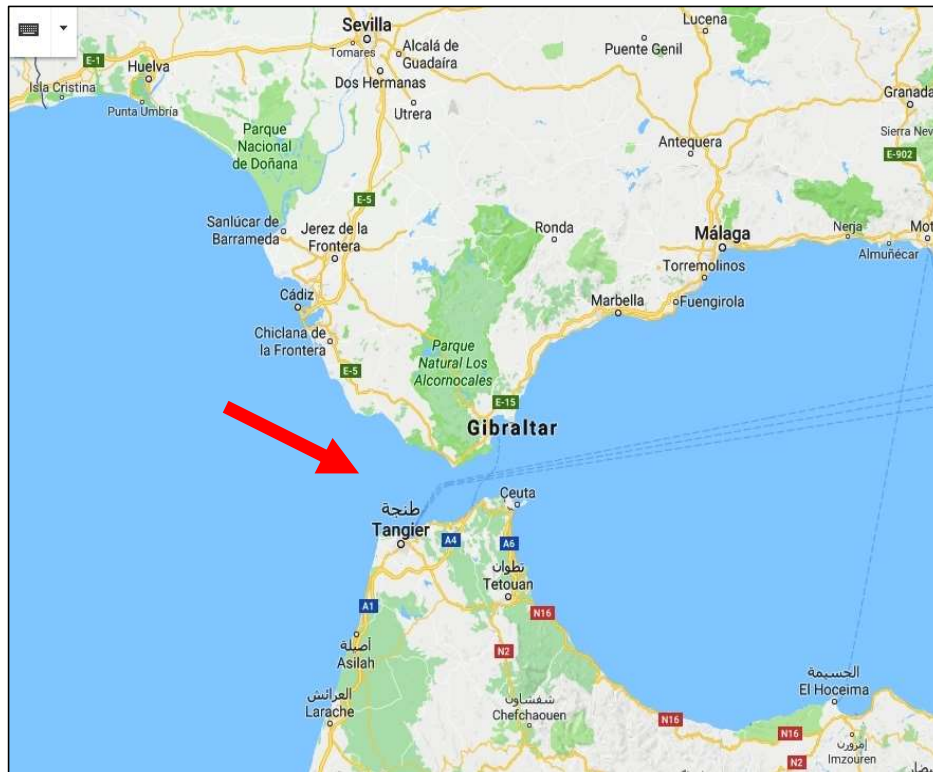
Brenner Basis Tunnel - situace



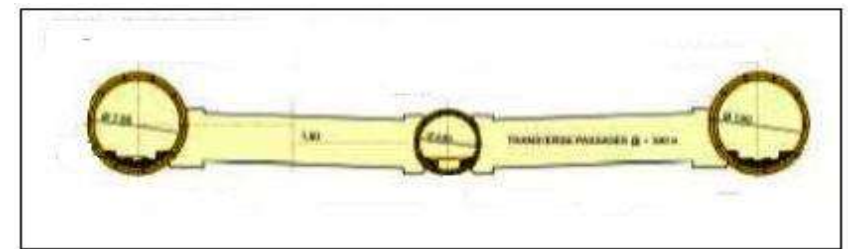
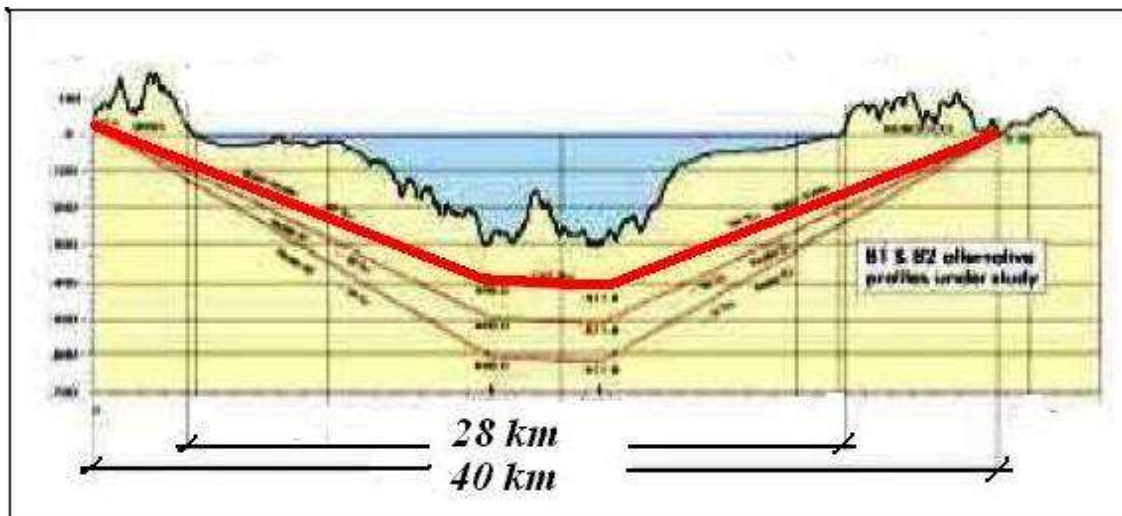
Výhledy do budoucnosti (Evropa)

- V nejpokročilejším stadiu je příprava **tunelu pod Gibraltarským průlivem**, jehož délka bude přibližně **40 km**, neboť vzhledem k velké hloubce průlivu (až 900 m) nepovede trasa tunelu jeho nejužším místem (západně jen cca 300 m).
- Aktuálně předpokládaná délka cca 34 km
- Komplikované geologické podmínky, kontakt africké a evropské tektonické desky
- Zpracována podrobná studie proveditelnosti





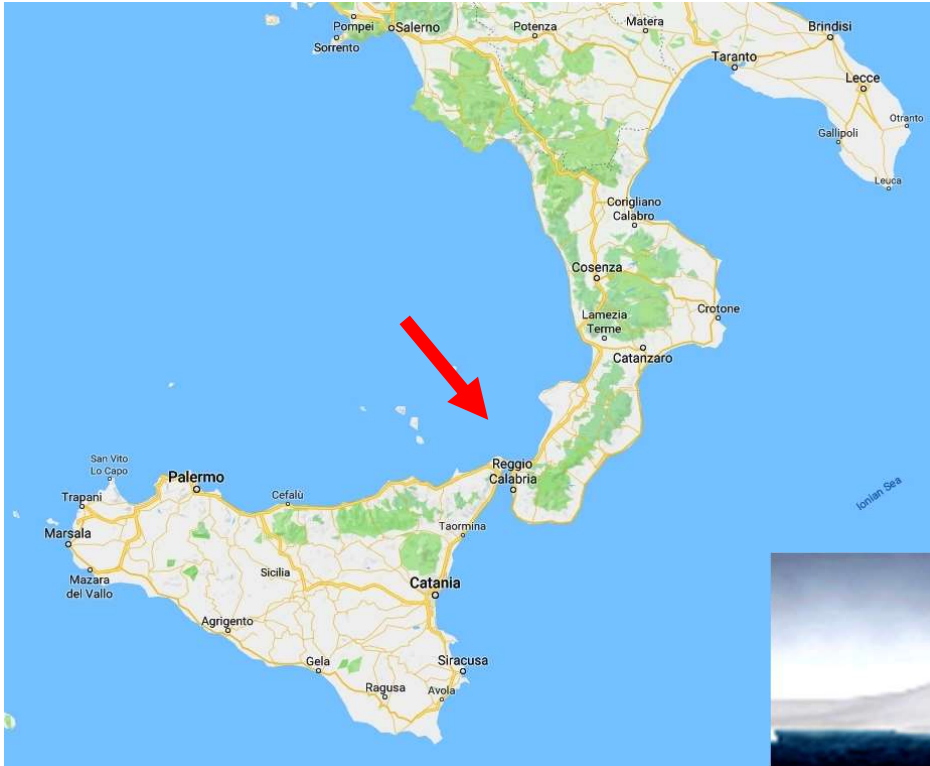
Gibraltarský tunel



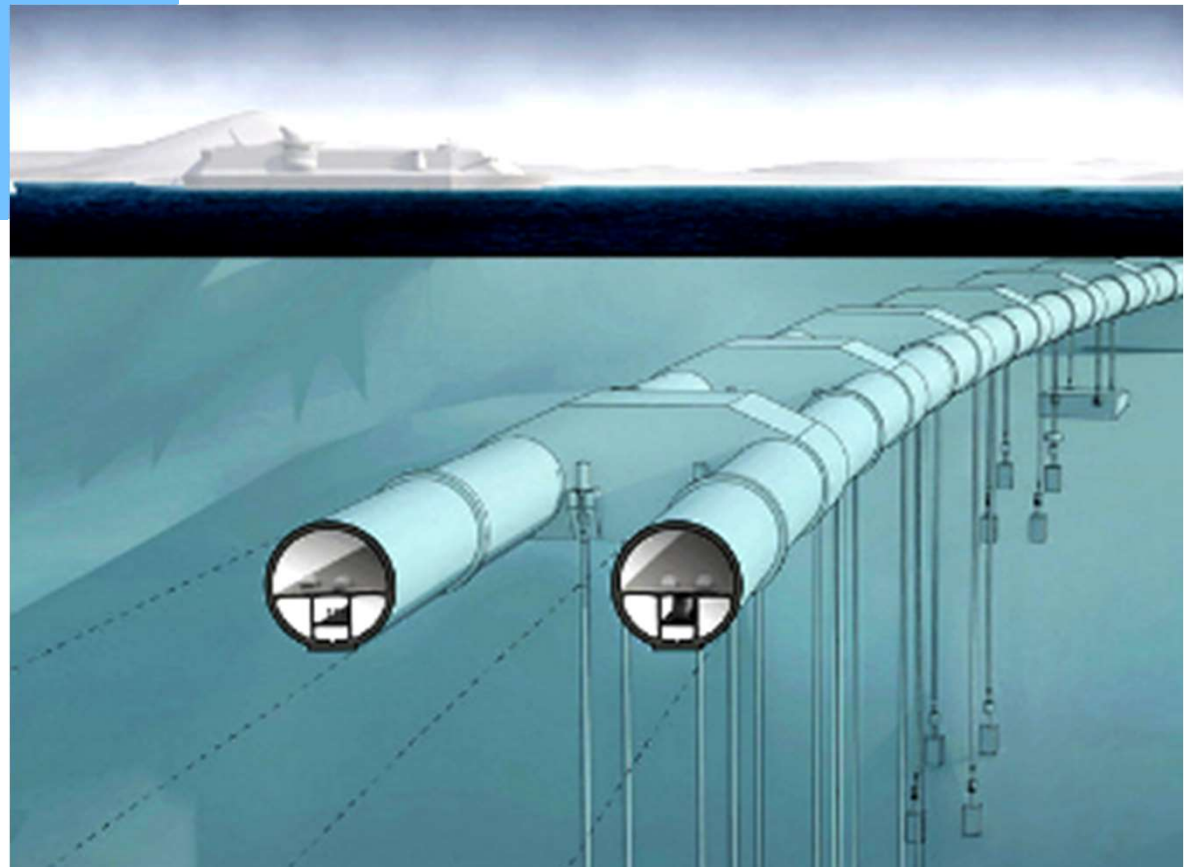
Výhledy do budoucnosti (Evropa)

- Připravuje se mostní nebo tunelová varianta **překonání Messinského průlivu mezi Sicílií a Apeninským poloostrovem**. Průliv není příliš široký (**3,5 km**), ale je velmi hluboký a nachází se v seismicky aktivní oblasti.
- Z toho důvodu se u tunelové varianty uvažuje o velmi originálním řešení – plovoucím (vznášedlovém) tunelu. Železobetonový tubus pro společné vedení dálnice a vysokorychlostní železnice by byl umístěn v hloubce cca 30 m pod hladinou moře a ukotven do dna ocelovými lany.

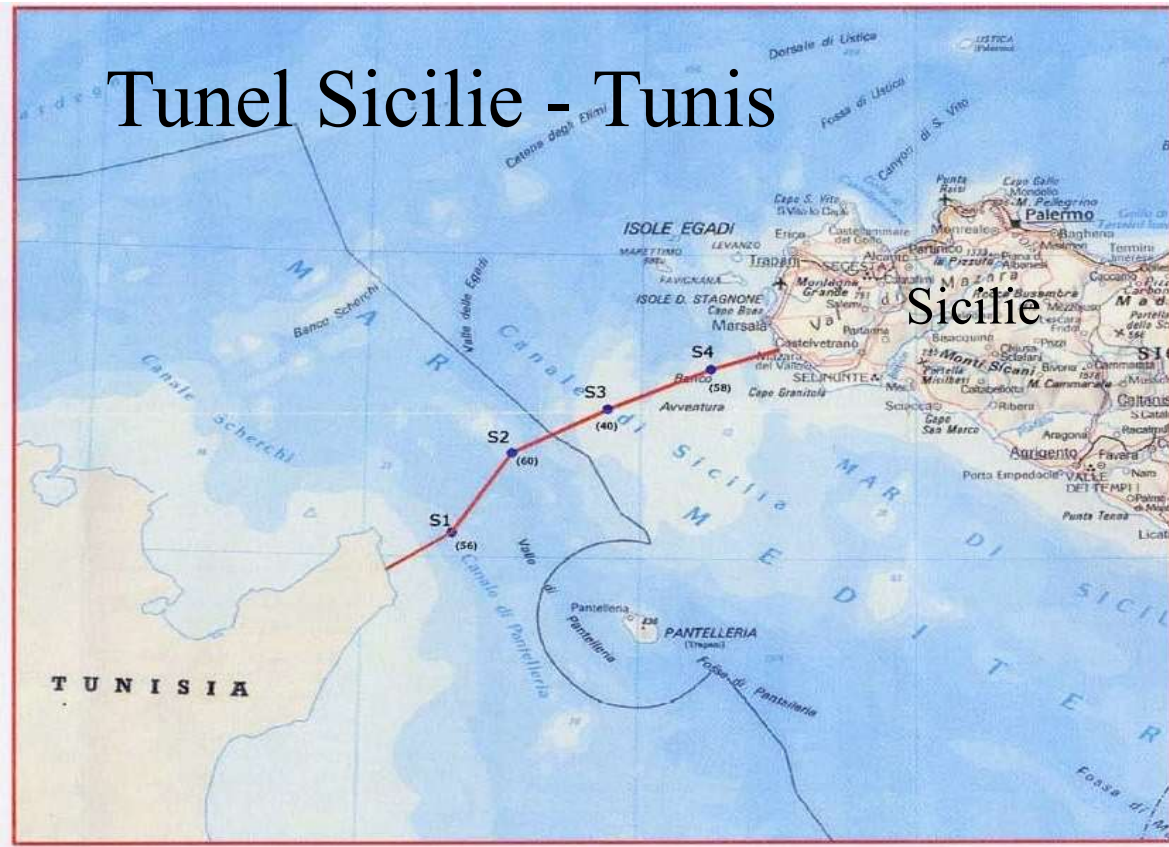
Tunel pod Messinskou úžinou



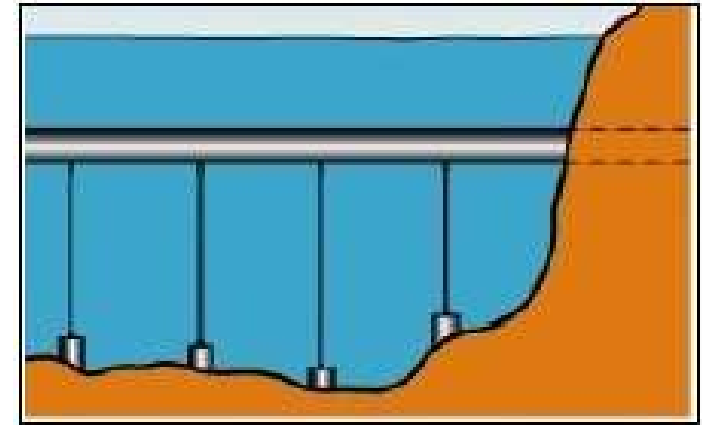
**Plovoucí tunel
kotvený do dna
mezi Sicílií
a Apeninským
poloostrovem**



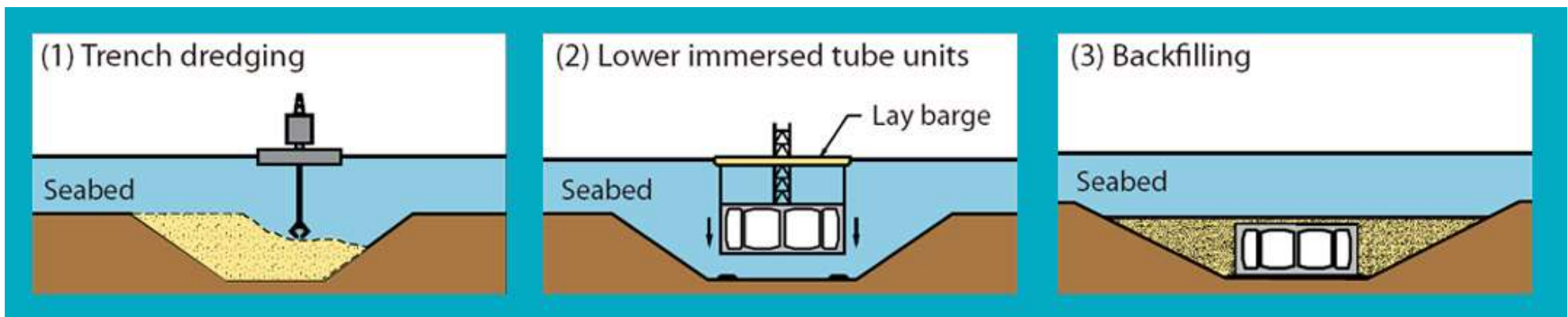
Tunel Sicilie - Tunis



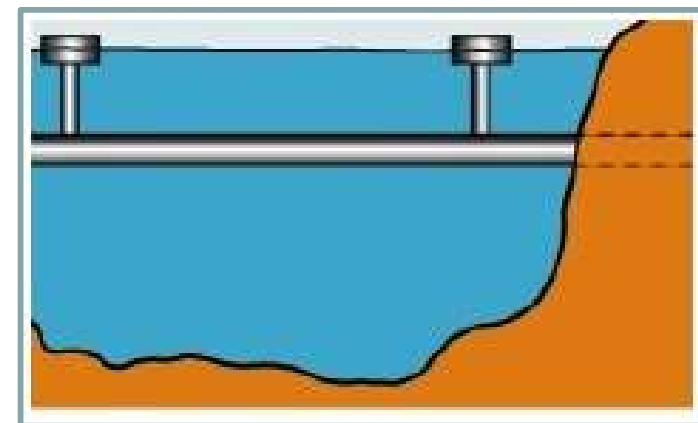
Plovoucí tunel
kotvený do dna



Podmořský segmentový tunel v rýze

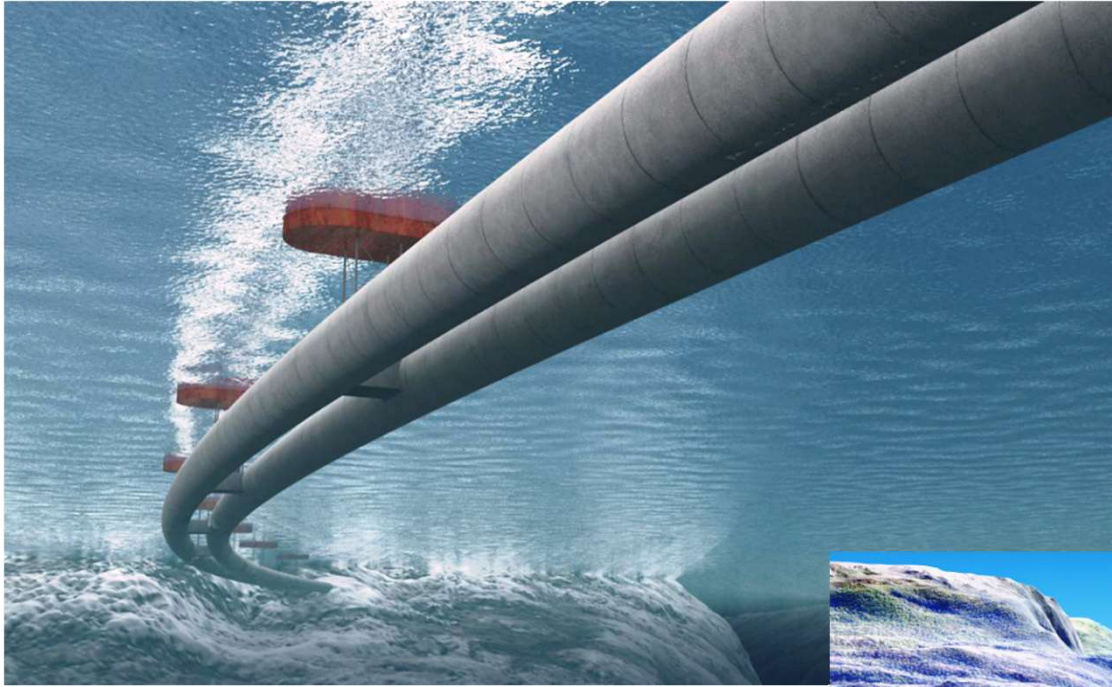


- Unikátním, dosud nerealizovaným projektem je **spojení mezi jižním (Kristiansand) a středním (Trondheim) Norskem pomocí plovoucího tunelu.**



Plovoucí tunel

Plovoucí tunel

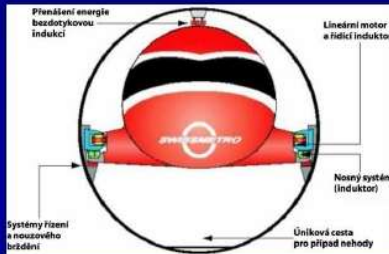
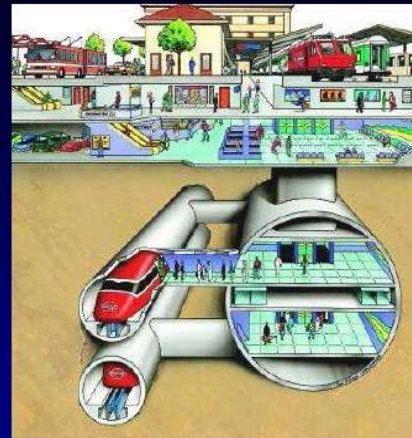


Norský projekt Kristiansand -
Trondheim

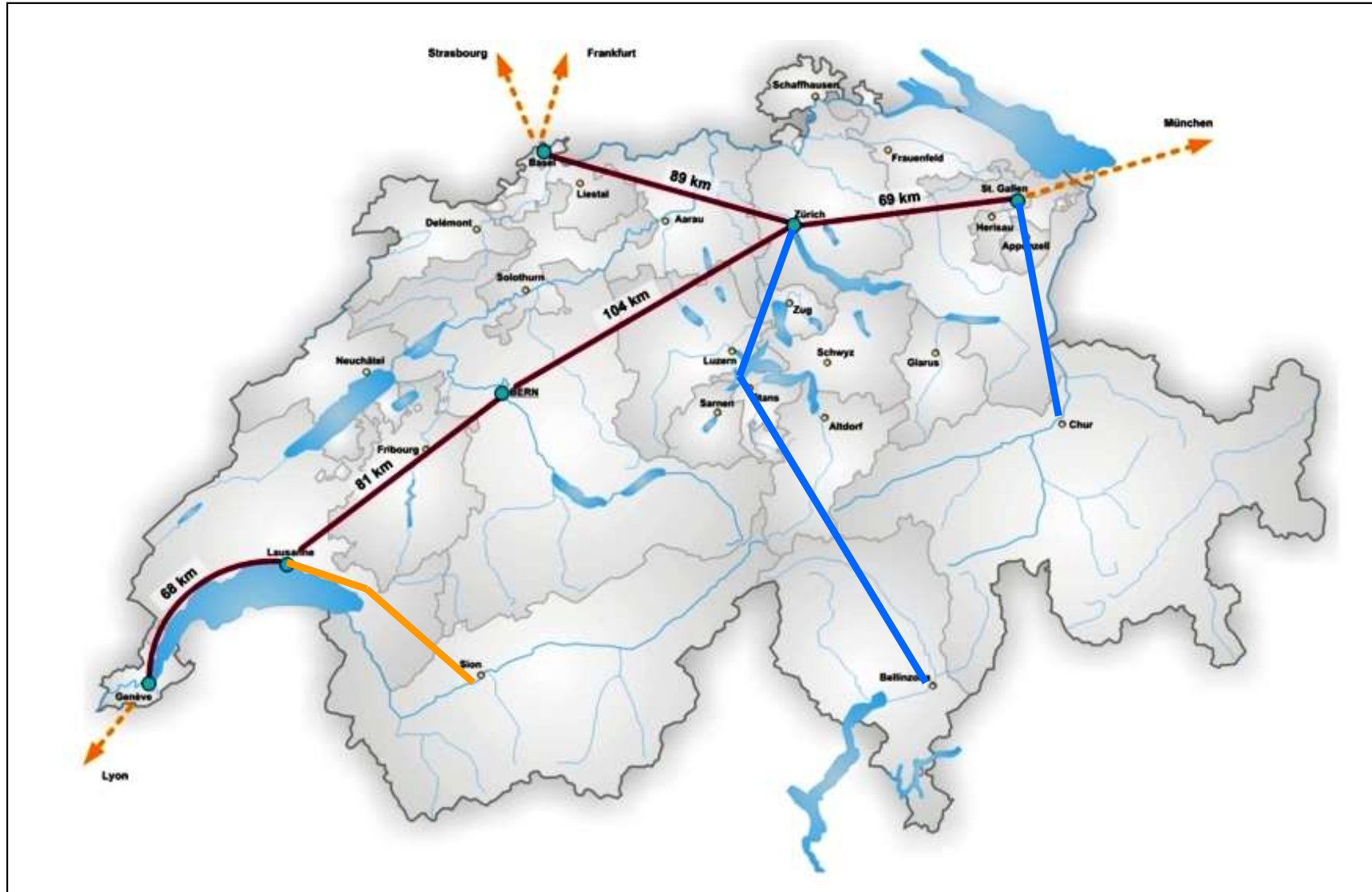
- V utlumeném stadiu přípravy (od r. 2009) je prestižní projekt zvaný **Swiss Metro**, který by zajišťoval výhradně podzemní propojení nejdůležitějších švýcarských oblastí a měst (>**400 km**).
 V podtlakových tunelech by jezdily vlakové soupravy bezkontaktně na elektromagnetických polštářích rychlostí přes 500 km/hod.

Swissmetro > Eurometro

- **maglev + podtlak**
- **100% tunelové trasy s návazností na HD**
- **Vmax = až 500 km/h**
- **Interval: 5-10 min**
- **realizace daleko po 2020**
- **3 etapy ve Švýcarsku + ?**



Swissmetro (plán z r. 2004)



Celková délka přes 400 km

Existující systémy „maglev“

Čína



Německo



Japonsko



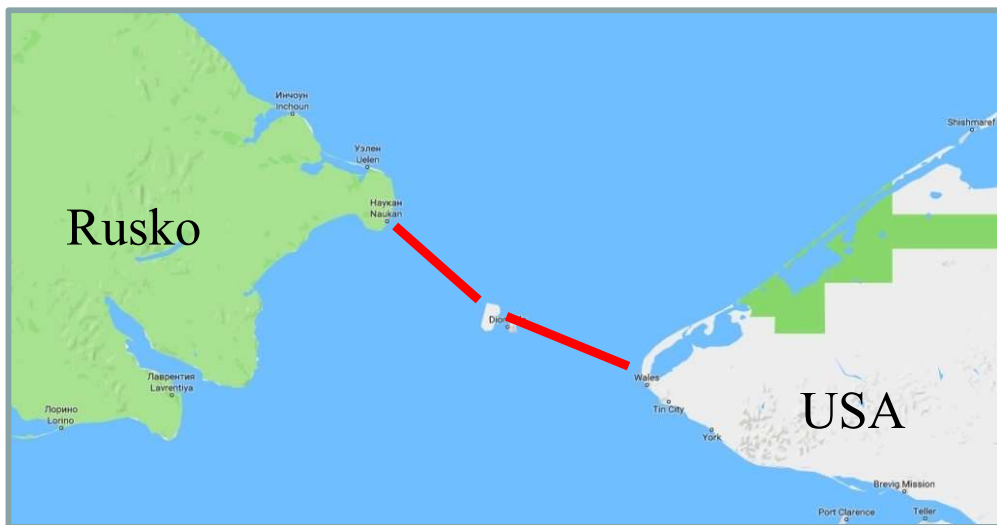
Výhledy do budoucnosti (Asie)

- Uvažuje se o výstavbě **tunelu pod Beringovou úžinou**, který by spojil Severní Ameriku s Asií. Šířka úžiny je sice **113 km**, ale ostrovy Diomedovy by umožnily propojení dvěma kratšími tunely (**85 km**). Velkým problémem pro výstavbu se jeví mimořádně drsné prostředí Aljašky na straně jedné a Čukotského poloostrova na straně druhé.
- Ruské plány v současnosti obnovují projekt propojení **ruské pevniny s ostrovem Sachalin přes úžinu Tatar**. Dávná historie této stavby je spojena se jménem Stalina a represivního sovětského systému zvaného GULAG.
- Japonské plány uvažují o **propojení ostrova Hokkaido s Ruskem** přes úžinu LaPerouse na ostrov Sachalin (**45 km**), a také o **propojení ostrova Kiušu s jižní Koreou** (**200 km**) přes Korejskou úžinu. V obou případech se jedná o podmořské tunely v seismicky aktivních oblastech.

Tunely pod mořskými úžinami východní Asie



Beringova úžina a Diomedovy ostrovy



Dobové schema „Stalinova“ tunelu (1950)

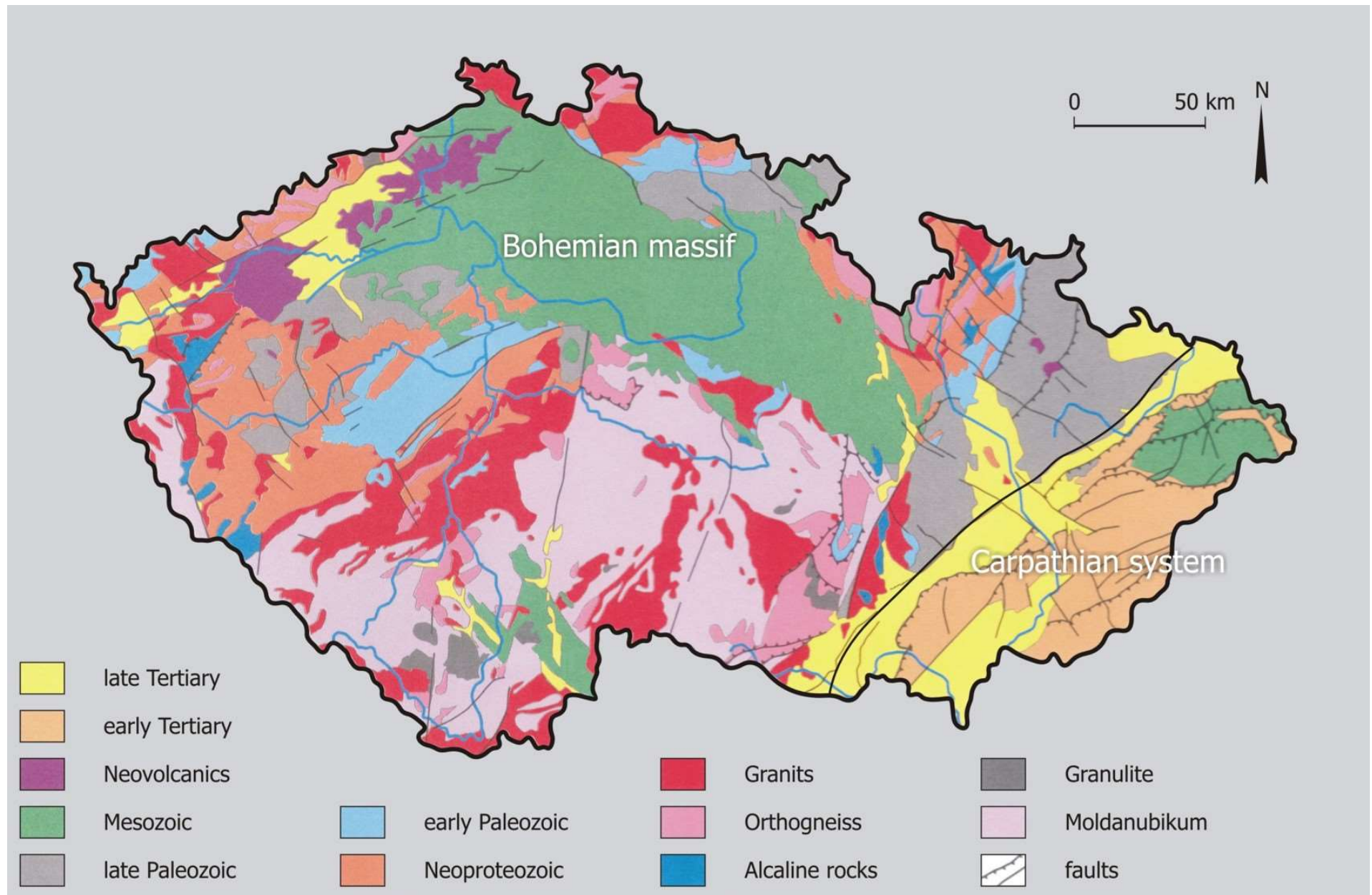


Pozůstatky „Stalinova“ tunelu (přístupová šachta)



A co Česká republika?

Geologické podmínky



Historické podzemí města Tábor

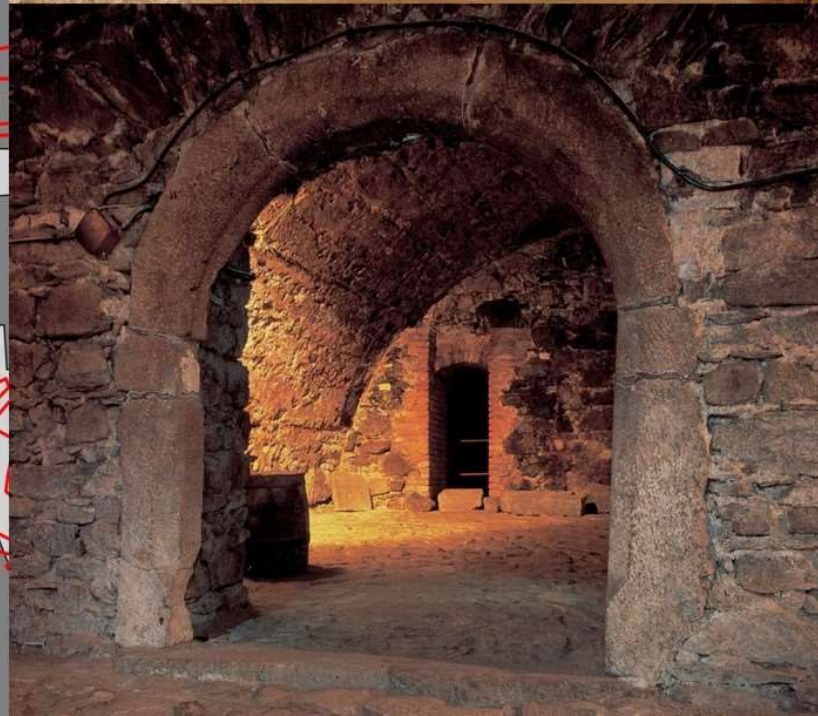
Komplex podzemních prostor vznikl od **15. století** hloubením sklepů, nazývaných "lochy", pod jednotlivými domy v historické části Tábora, na Starém městě.

Mnohé ze sklepů byly postupně propojeny a vytvořily jakýsi podzemní labyrint. Často byly vyhloubeny ve dvou až třech patrech a klesaly až 16 m pod dnešní úroveň terénu.



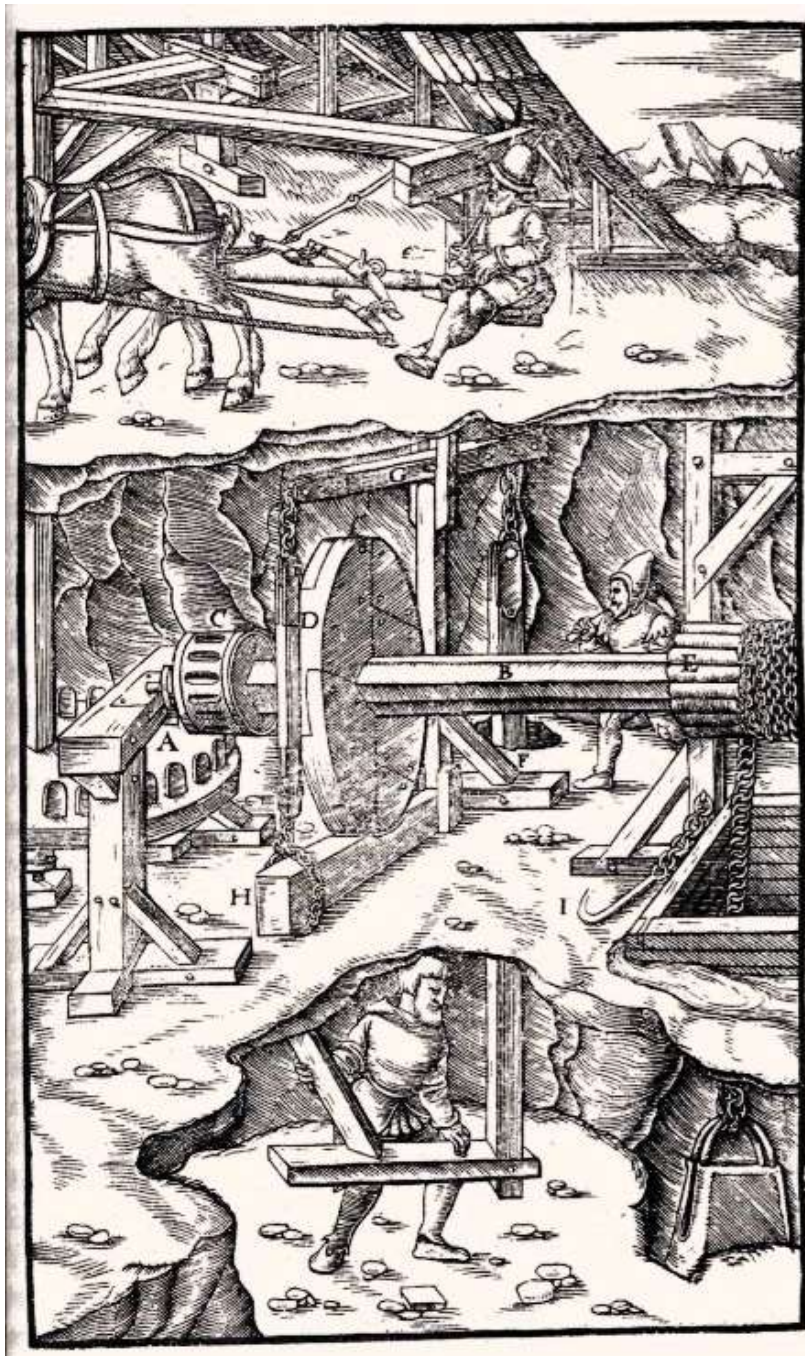
Vzhledem ke stálé a poměrně nízké teplotě i ke stálé vlhkosti sloužily sklepy k uskladnění potravin, především piva. V případě ohrožení města nepřítelem nebo velkými požáry je obyvatelé využívali také jako bezpečný úkryt. Část podzemních prostor, vinoucích se pod Žižkovým náměstím v délce 800 m, byla po druhé světové válce zpřístupněna.

Historické podzemí města Tábor



Období novověku (16. a 17. stol)

- Tři pozoruhodné technické počiny s celoevropským významem, které se udály v Čechách a na Slovensku:
 - knižní dílo De Re Metallica, Libri XII Georga Agricoly, Jáchymov - Basilej, 1556
 - výstavba zavodňovací Rudolfovy štolý v Praze (1581 až 1593)
 - první použití střelného prachu při ražbě (G. Weindl, Bánská Štiavnica, 1627)



De Re Metallica, Libri XII (Dvanáct knih o hornictví a hutnictví) – Georg Agricola

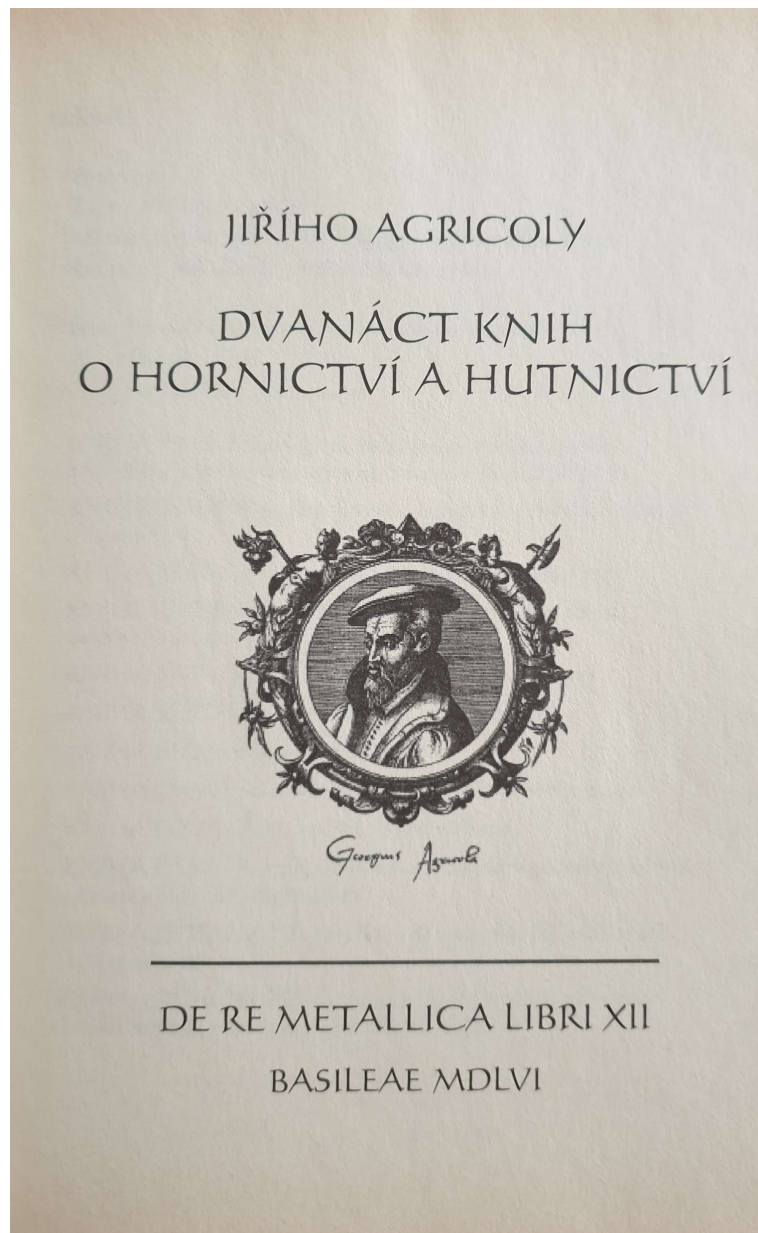
Původem Němec se jménem
Georg Bauer, amatérský
mineralog.

1531 až 1550 psal dílo v
Jáchymově, vydáno bylo 1556 v
Basileji.

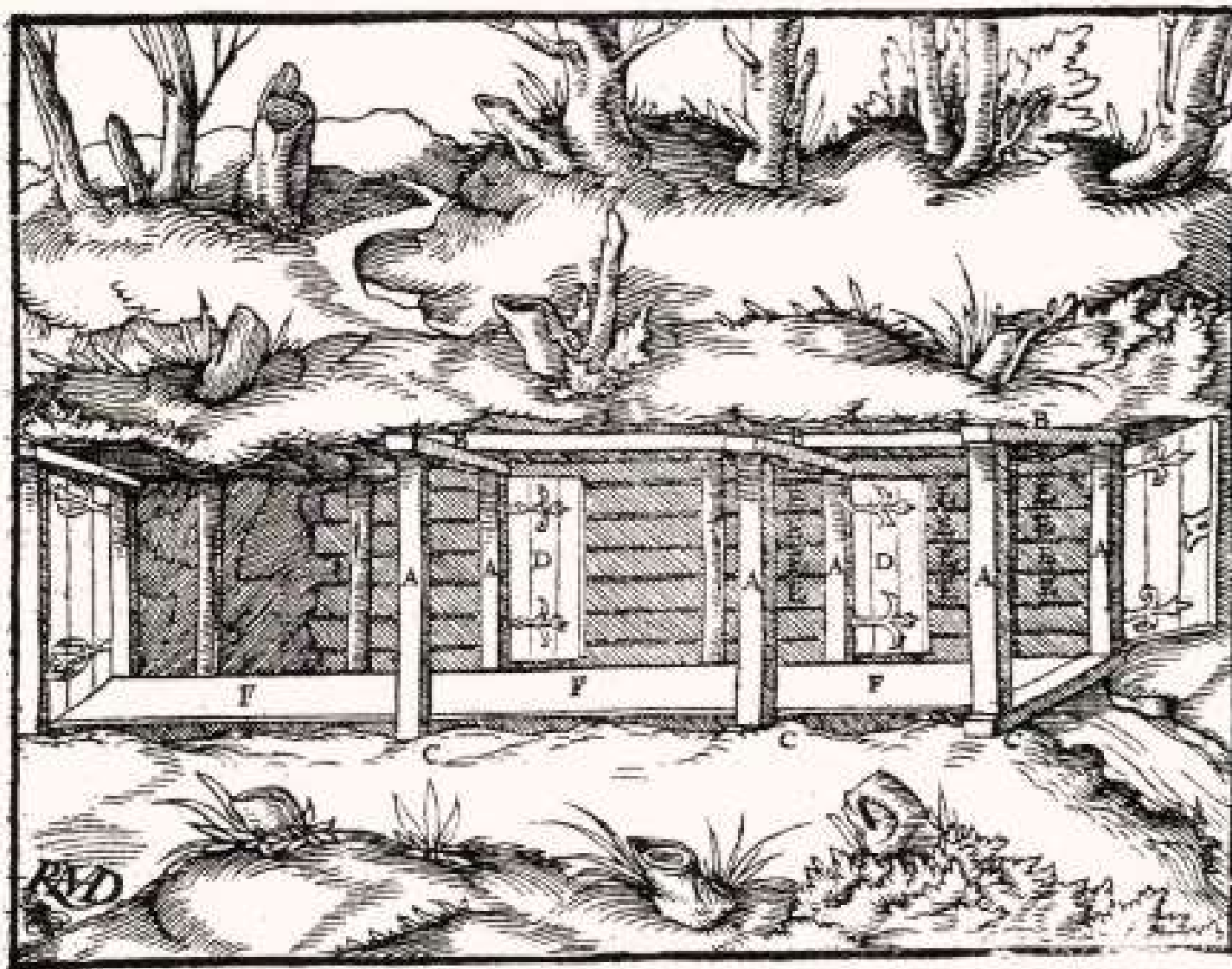
Základní dílo rudného hornictví s
velkým edukačním potenciálem.

V Jáchymově se v době působení
G. Agricoly průměrně ročně těžilo
neuvěřitelných 10.000 kg stříbra.

Město mělo 18.000 obyvatel,
8.000 horníků, 400 dílovedoucích
a 800 kontrolorů.



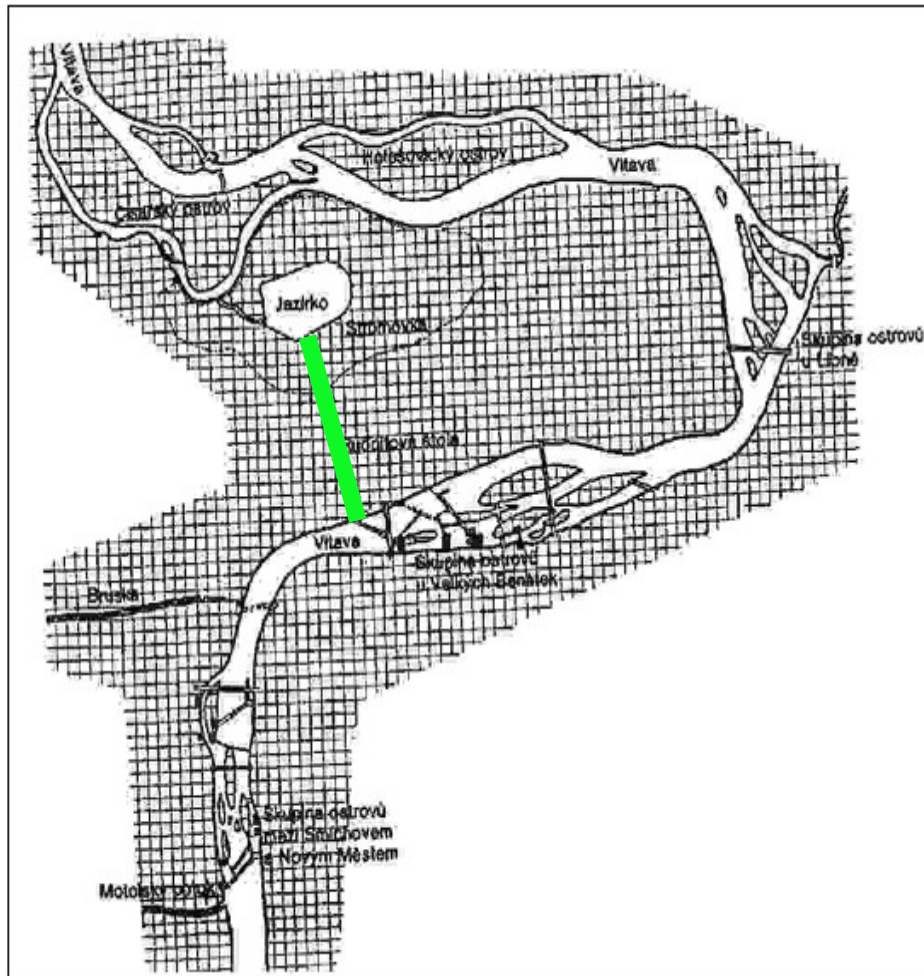
De Re Metallica, Libri XII (Dvanáct knih o hornictví a hutnictví) – Georg Agricola, Jáchymov – Basilej, 1556



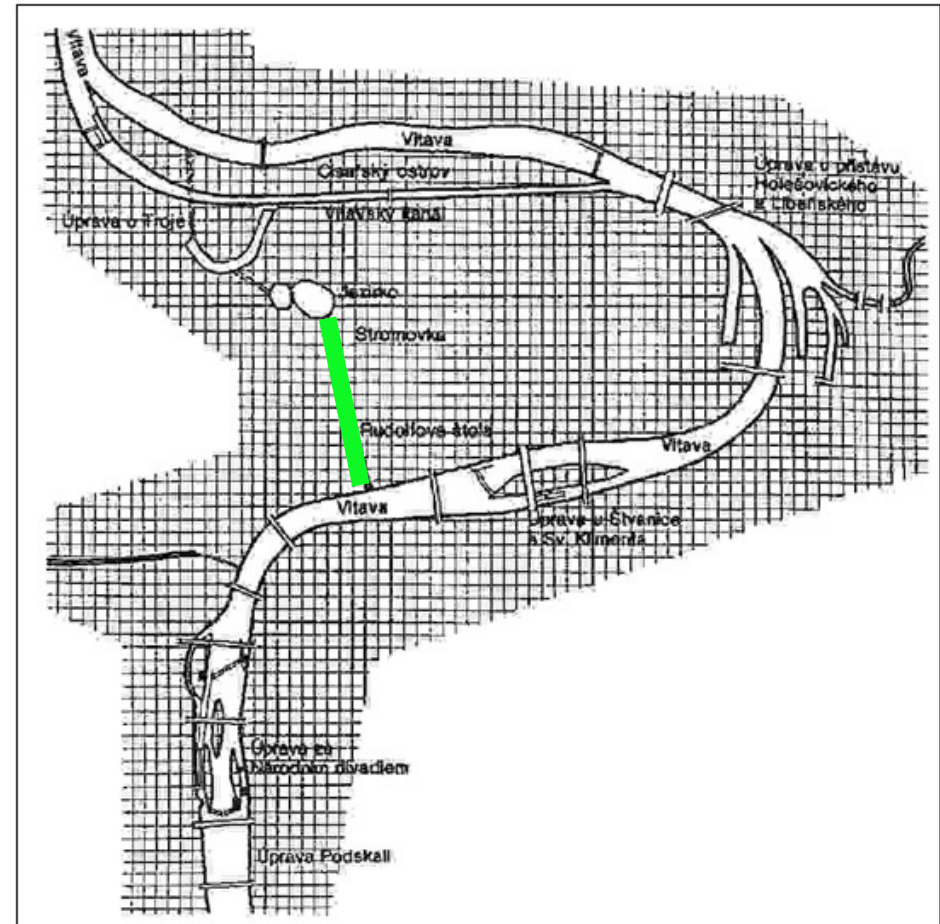
De Re Metallica, Libri XII (Dvanáct knih o hornictví a hutnictví) – Georg Agricola, Jáchymov – Basilej, 1556

RUDOLFOVA ŠTOLA

Vltavský meandr v Praze



Stav v 16. století



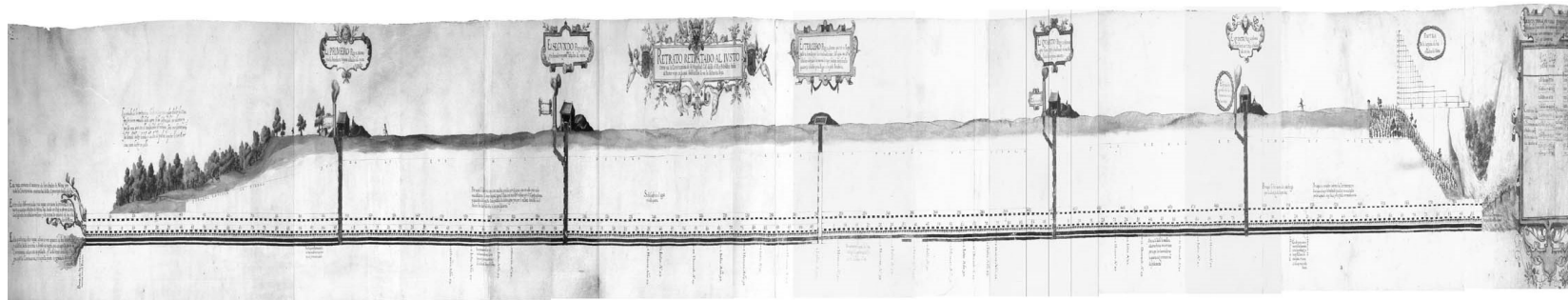
Stav v 21. století

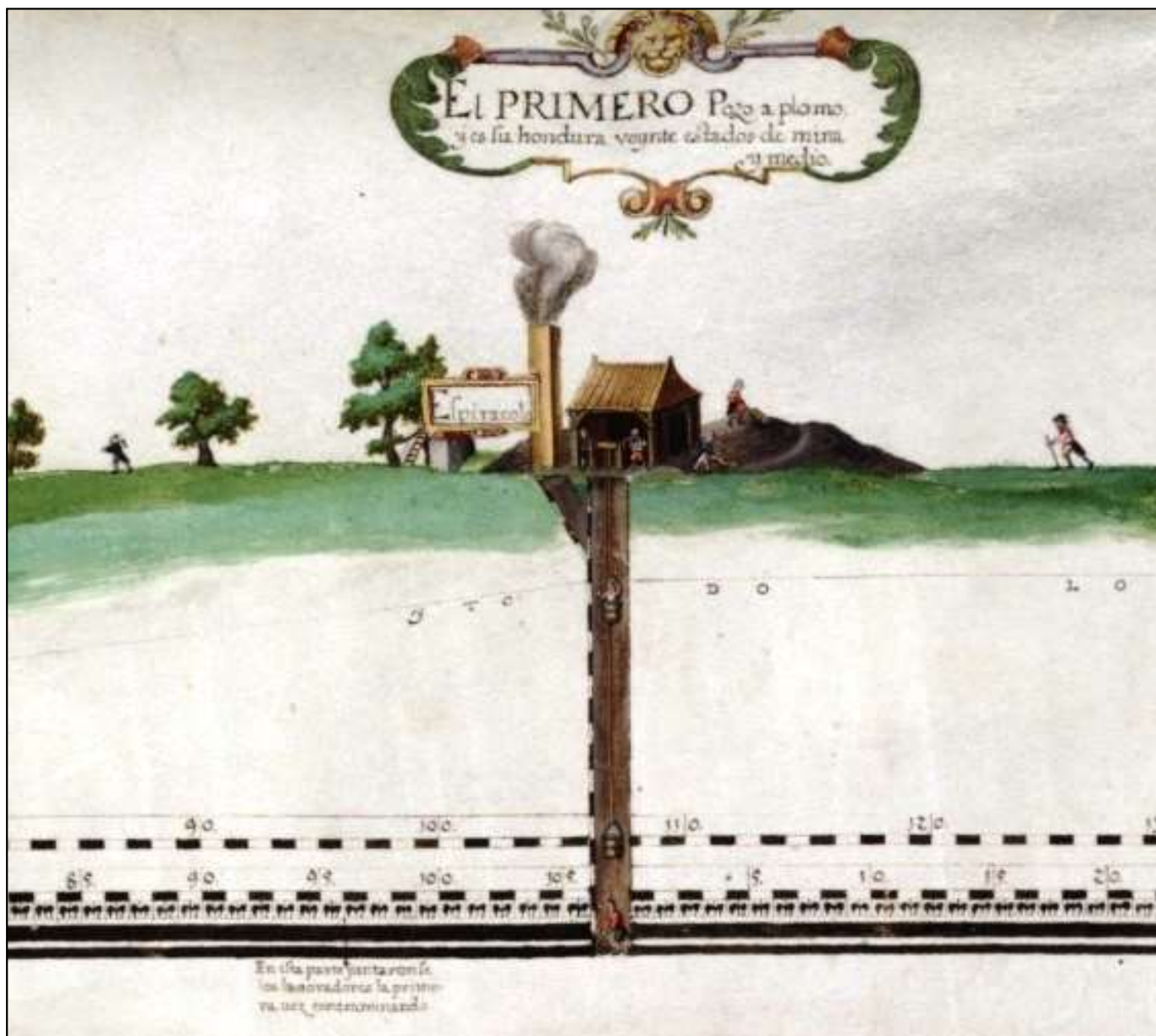
Plán Rudolfovy štoly (Španěl Isaac Phedler)

Projektováno 5 šachet,
prostřední havarovala.



Rozměry:
délka 1100 m
výška 2,8 m
šířka 1,5 m





Výřez z plánu Rudolfovy štoly – šachta č.1



Rudolfova štola
situovaná pod
Letnou v Praze
(1581 – 1593)

Severní portál
Stromovka



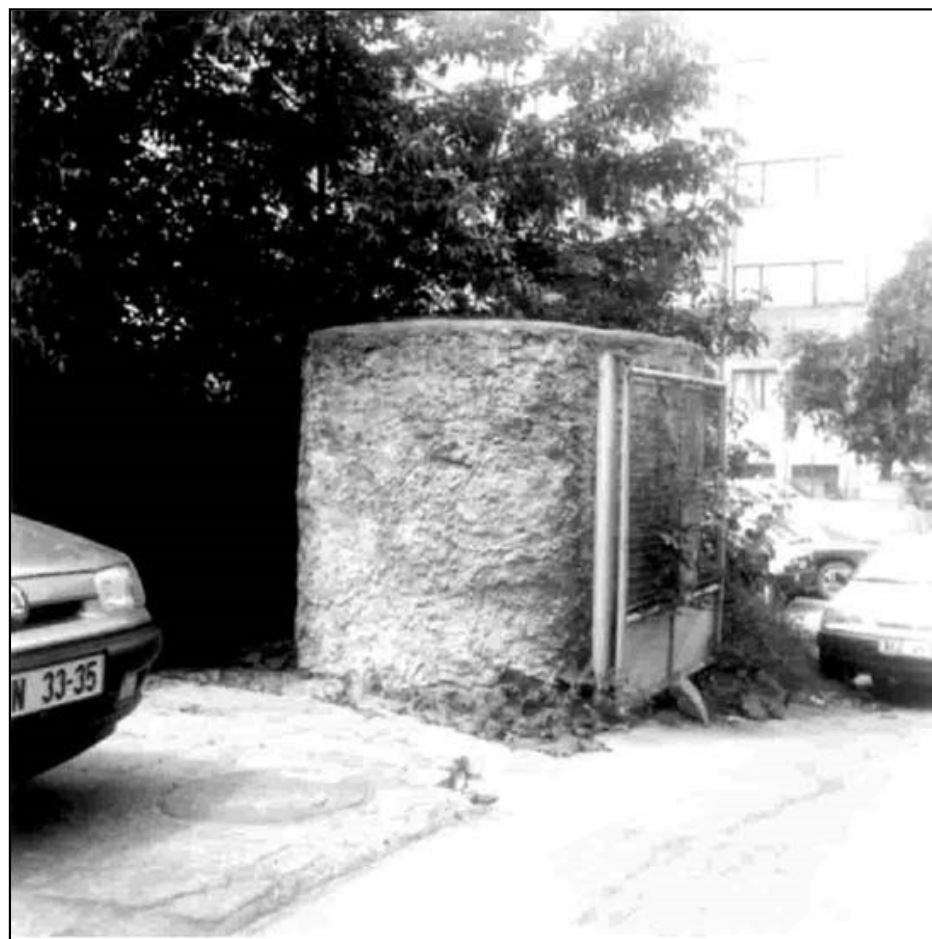
Detail portálu s
císařskou
korunou a
letopočtem
MDLXXXIII

Rudolfova štola – jižní portál



Zachované šachty

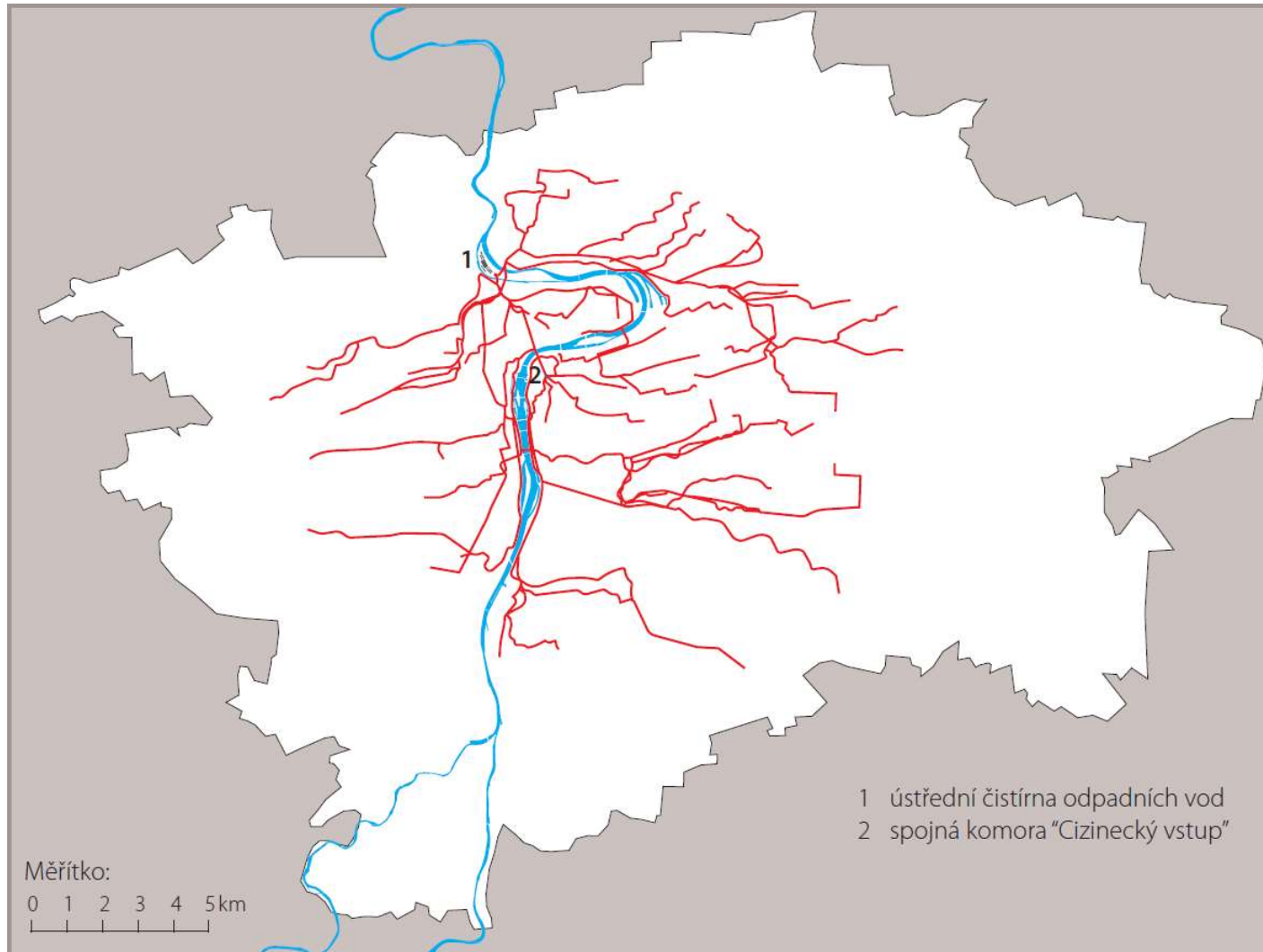
Výdouch šachty č. 2
Čechova ulice na Letné



Výdouch šachty č. 4
Letenské sady

Kanalizační systém v Praze

William Heerlein Lindley (1853-1917)



V roce 1889 osloven pražským zastupitelstvem, v roce 1893 předložil vlastní návrh, podle kterého byla vybudována v letech 1895–1906 moderní kanalizační soustava s čistírnou odpadních vod v Bubenči.

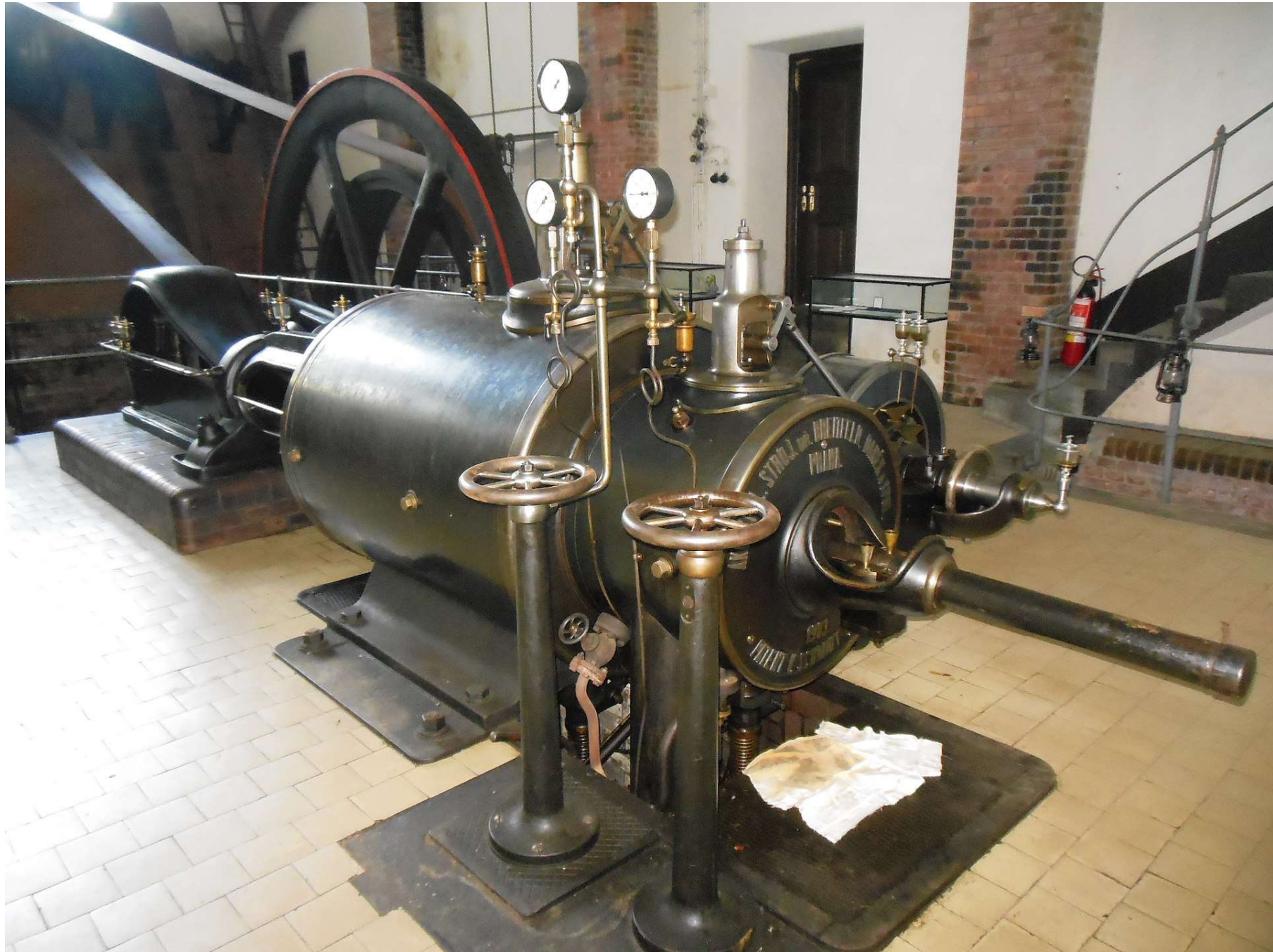
Kanalizační systém v Praze



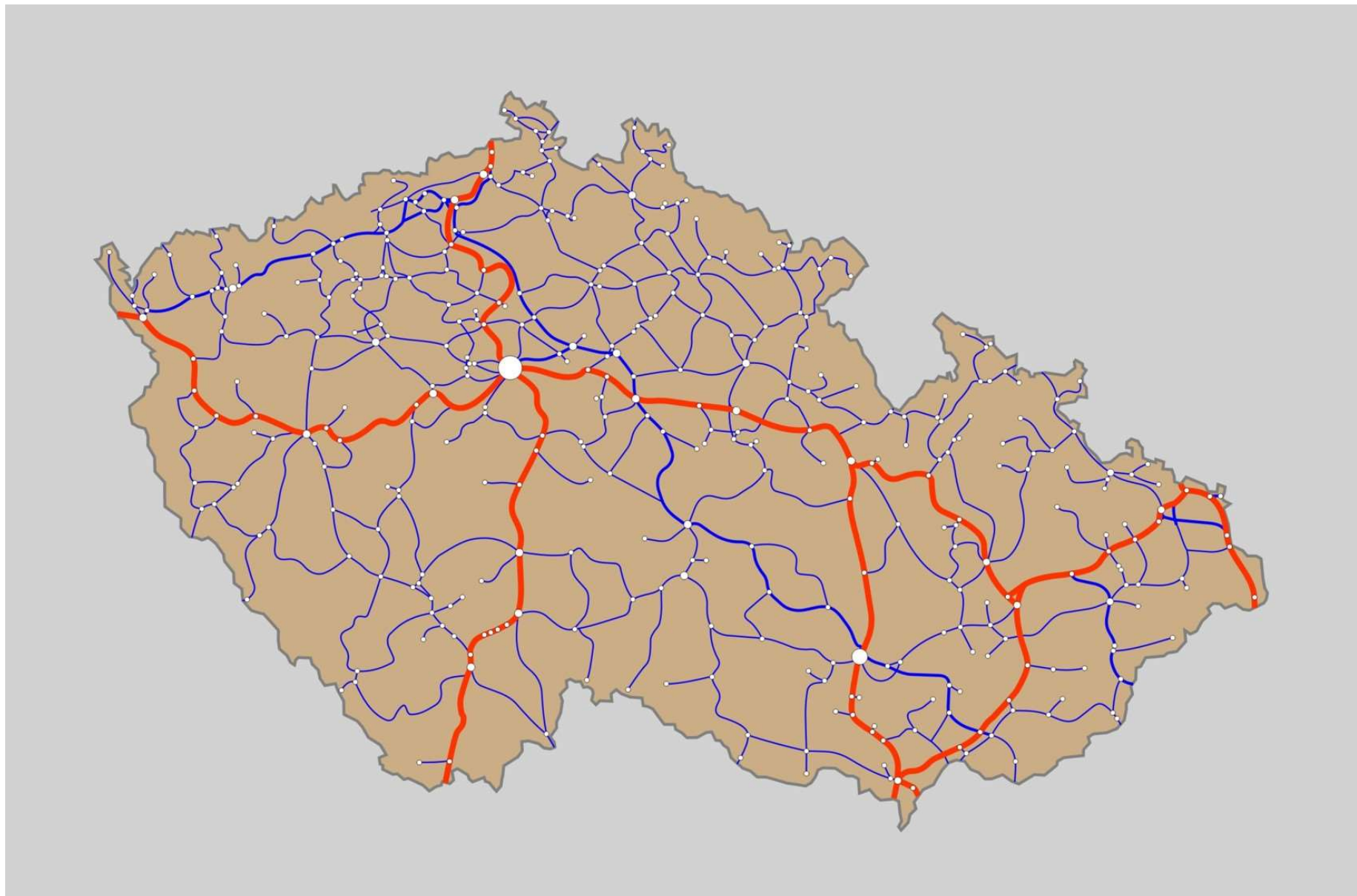
Kanalizační systém v Praze



Kanalizační systém v Praze



Železniční tunely



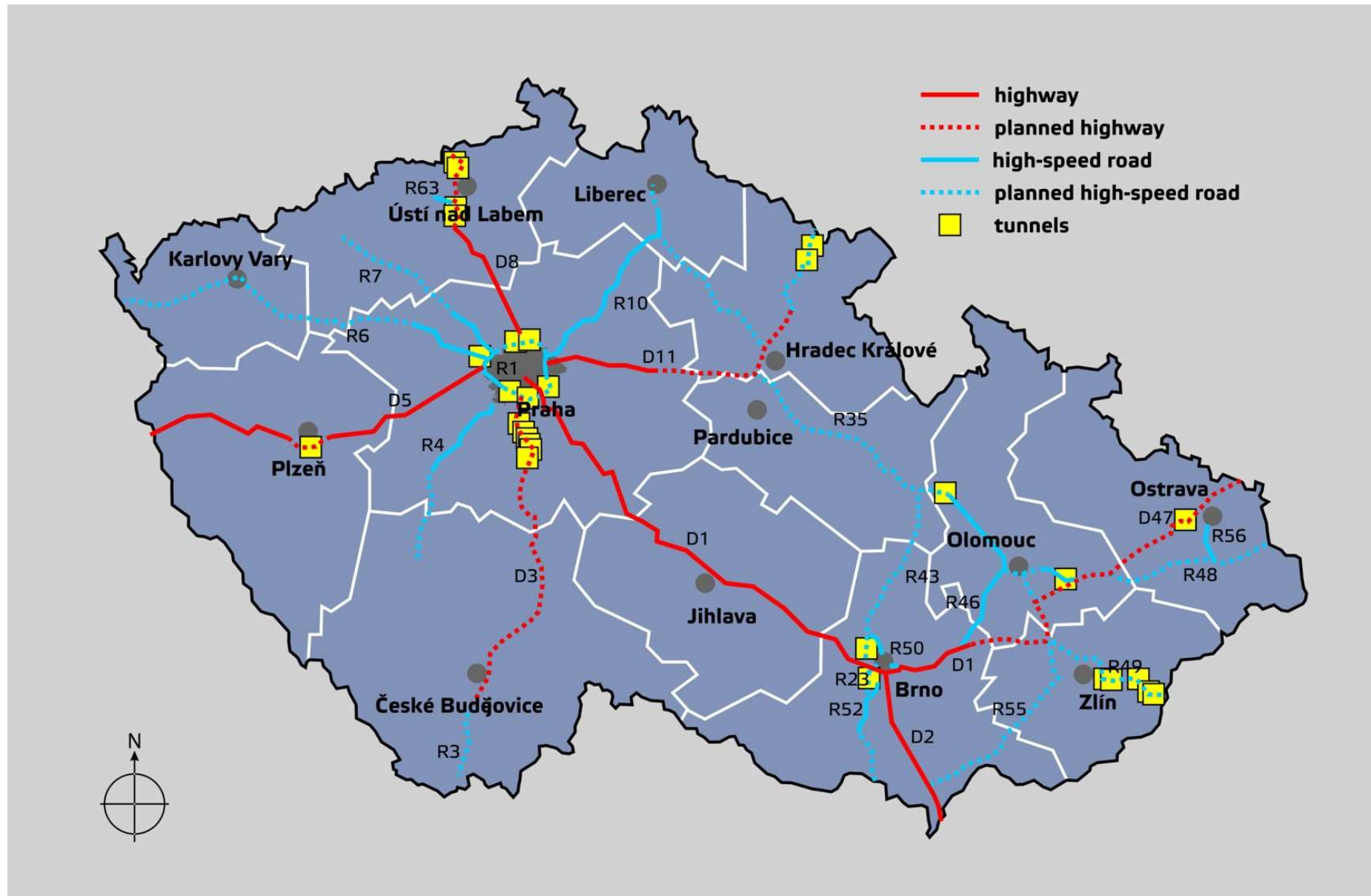
Červenou barvou koridory

Železniční tunely



Celková délka železničních tratí	9 511 km	1962 km koridory
Počet tunelů v provozu	153	135 zrealizováno před 1945
Celková délka tunelů	38.449 km	
Nejstarší tunel	508 m	Třebovický (1845)
Nejdelší tunel	4150 m	Ejpovický (2018)
	1758 m	Březenský (2007)
	1747 m	Špičák (1877)
Aktuálně v realizaci	840 m	Mezno
	660 m	Deboreč
	370 m	Zvěrotický

Silniční tunely



Silniční tunely



The background of the slide features a map of the Czech Republic with a network of roads. Major cities are labeled, including Ústí nad Labem, Liberec, Hradec Králové, Praha, Píseň, České Budějovice, Brno, Olomouc, Zlín, and Ostrava. Road designations such as D1, D2, D3, D4, D5, D8, D11, D47, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56 are visible on the map.

Celková délka silniční sítě	55 515 km	
Počet tunelů v provozu*	29	
Celková délka tunelů*	47.73 km	
Nejstarší tunel	35 m ?	Vyšehradský (1904)
Nejdelší tunel	5 502 m	Tunelový komplex Blanka
Aktuálně v realizaci	995,5 m	Pohůrka

Silniční tunely



Silniční tunely



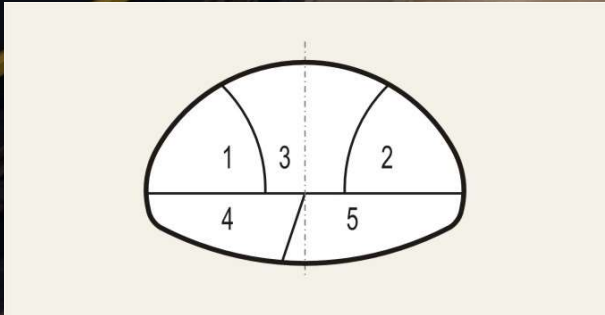
Metro



Metro

Realizace	9.5.1974 – 6.4.2015
Celková délka	65,2 km
Z toho jednotlivých tras	A-17,1km B-25,7km C-22,4km
Počet stanic	61 (17, 24, 20)
Největší ražená stanice	Kobylisy
Zajímavost	Naplavovaný tunel
Aktuálně v realizaci*	Trasa D (10,5 km)

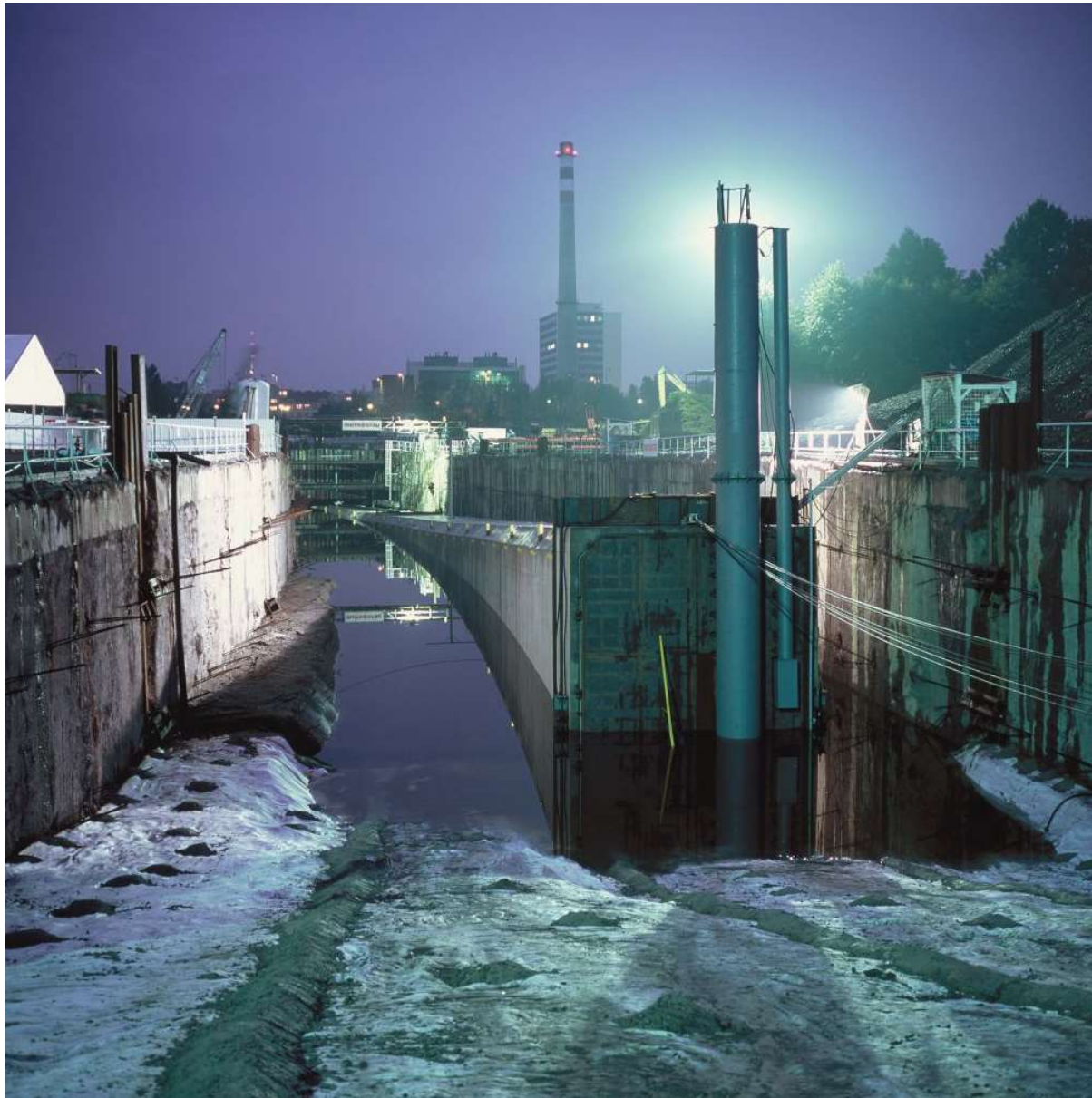
Metro



Metro



Metro



Velkoprostorové podzemní objekty

Přečerpávací vodní elektrárna „Dlouhé stráně“



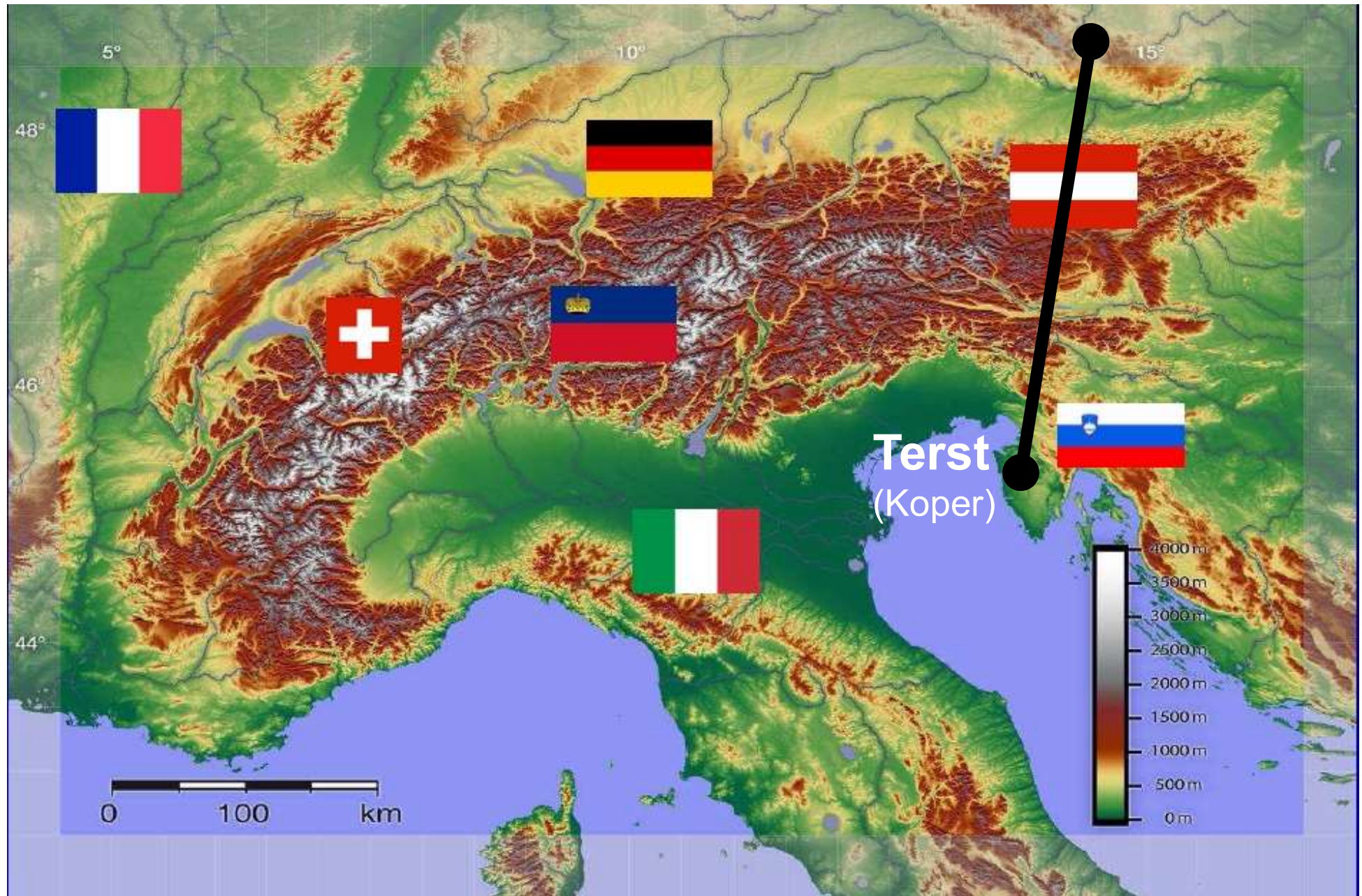
Kaverna elektrárny	25,5 x 50 x 87 m	(š, v, d)
Výškový spád	534,3 m	
Přívodní kanály	Průměr 3,6 m	Délky 1547+1499 m
Odpadní kanály	Průměr 5,2 m	Délky 354 + 390 m
Vyražený prostor	290 000 m ³	
Celkové náklady	5,9 mld. Kč	

Velkoprostorové podzemní objekty

Přečerpávací vodní elektrárna „Dlouhé stráně“



České Budějovice



Projekt tunelu České Budějovice - Terst

Č.Budějovice – Linz – Jadran

- rychlé a úsporné spojení severní a střední Evropy s přístavem Koper (Adriaport)
- **1975 - návrh profesora Karla Žlábka (†1984)**
- **1979 – zpracována projektová dokumentace**
- **zamítnuto kvůli politickým důvodům a extrémní finanční a stavební náročnosti**
- **náklady: 300 mld. Kčs (CÚ 1979)**
- **doba stavby: 30 let**
- **délka: celkem 410 km / tunely 350 km**
- **V_{max} = 120 / 200 km/h**
- **kombinovaná doprava (Hucke-Pack), autovlaky**



Doprava typu
„huckepack“

Optimální vzdálenosti při
přepravě různými dopravními
prostředky

