

# Průzkumné štoly a Havárie tunelů

Martin SRB

**Tunelářské odpoledne CzTA ITA – AITES**

**HAVÁRIE PODZEMNÍCH STAVEB**

**Ostrava 24. listopadu 2010**

# Témata a obsah přednášky

- **Definice – štoly, tunely, období**
- **Průzkumné „štoly“ v ČR**
  - Přehled
  - Vliv průzkumných štol na projektovou přípravu, zadání, realizaci a bezpečnost ražeb plných profilů
  - Průzkumná štola tunelu SOKP 514
- **Havárie tunelů v ČR a Rakousku**
  - Přehled
  - Statistická data a jejich vyhodnocení
  - Příčiny a poučení

# Průzkumné štoly dopravních tunelů v ČR 1990-2010

- **1995 -1997 Mrázovka MO Praha**
- **1996 Březno**
- **2002 Tunel Valík D5**
- **2002 -2003 Dobrovského Brno**
- **2002 – 2005 Blanka (Špelc) MO Praha**
- **2003 - 2004 Tunel Točná SOKP 513 Praha**
- **2004 Tunel Lochkov SOKP 514 Praha**
- **2005 Prackovice**
- **Jablůnkov – stávající železniční tunel**

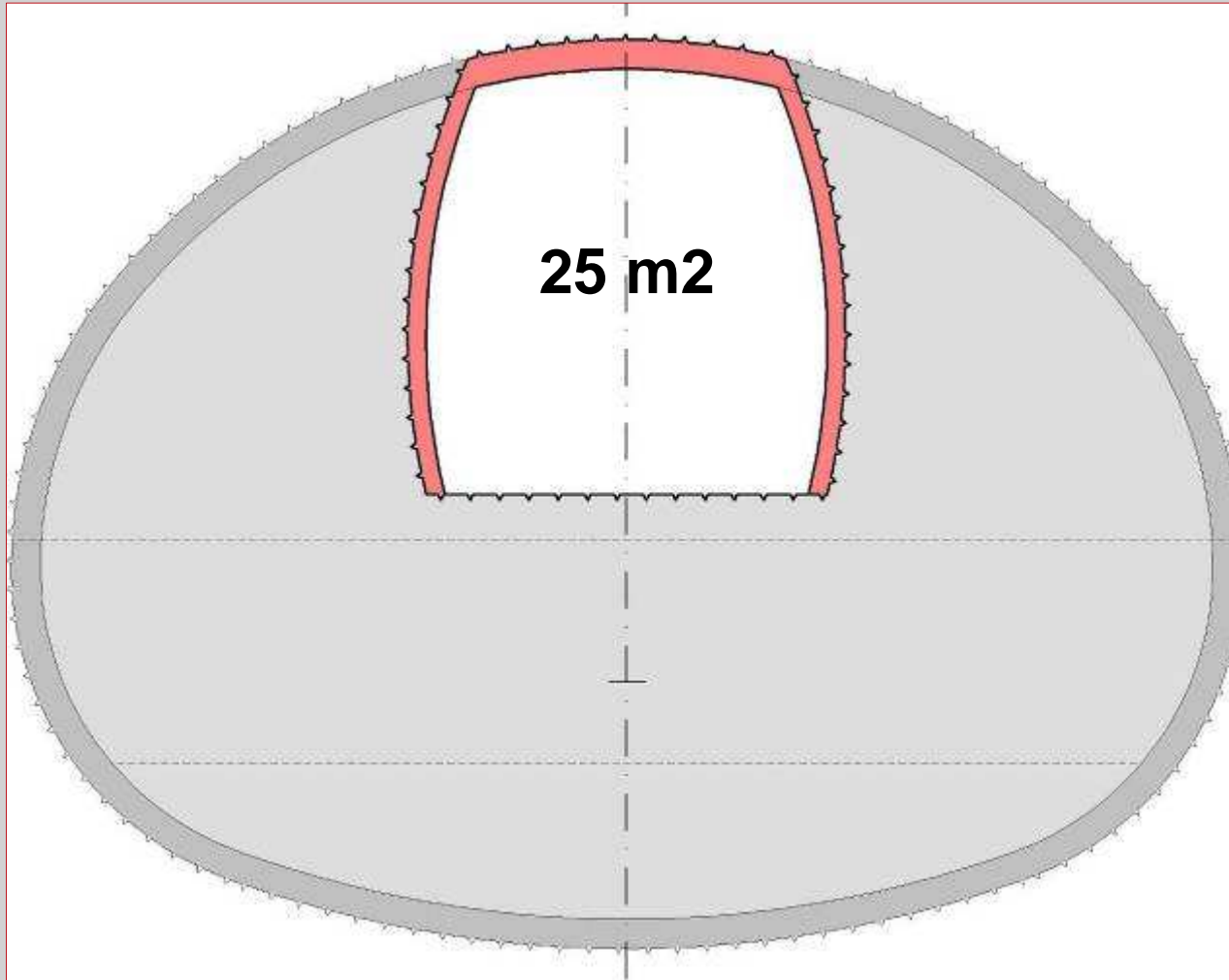
## Důvody realizace „průzkumných štol“ - výhody

- geotechnický průzkum
- fixování trasy, správné procesy, společenská přijatelnost,
- příprava stavby (příjezdy, energie, media, ....)
- technologie provádění (doprava, větrání, přístup,.....)
- bezpečnost ražeb (stropní umístění, v profilu,....)

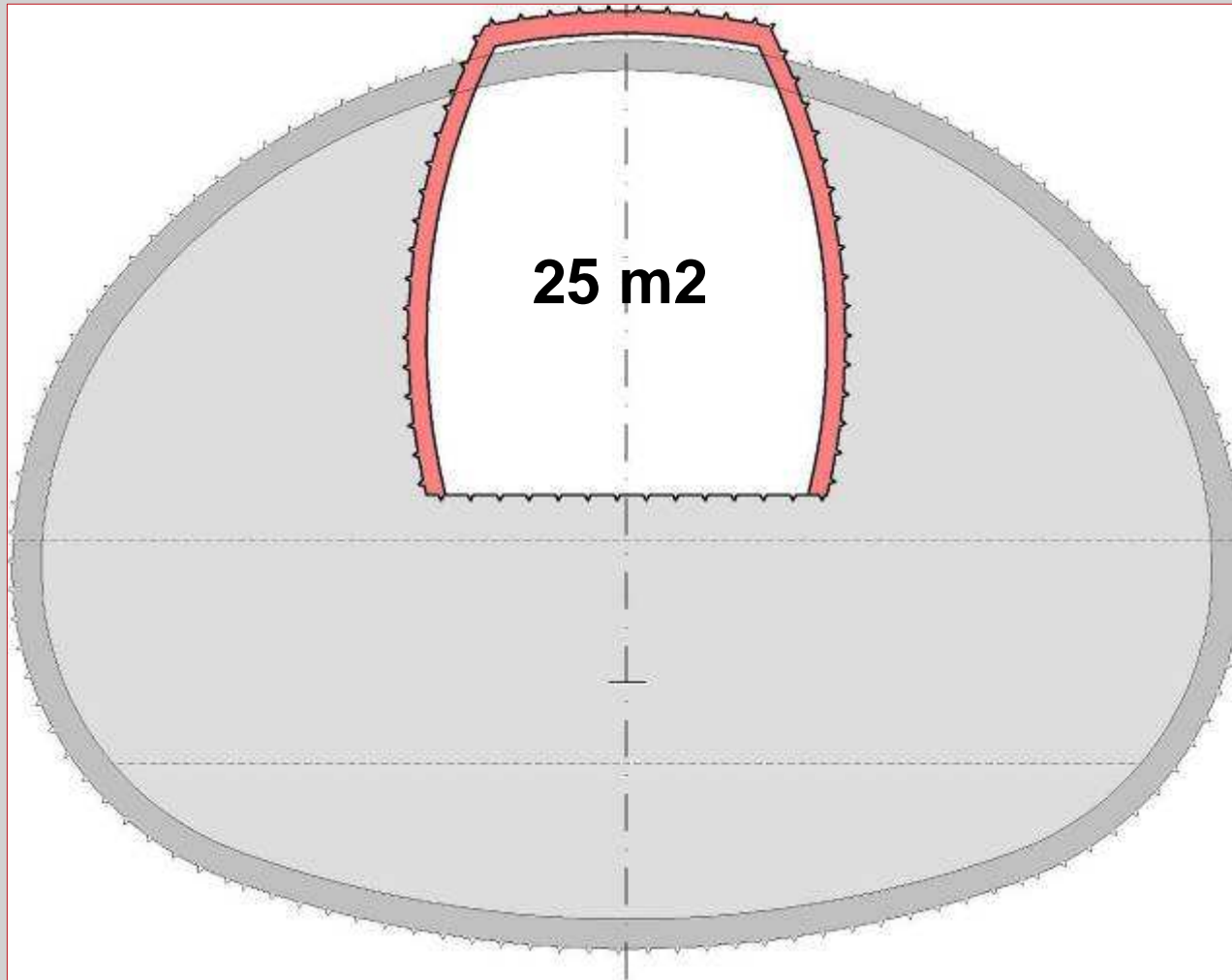
## Důvody nerealizace - nevýhody

- náklady
- čas
- možné zhoršení podmínek následných ražeb

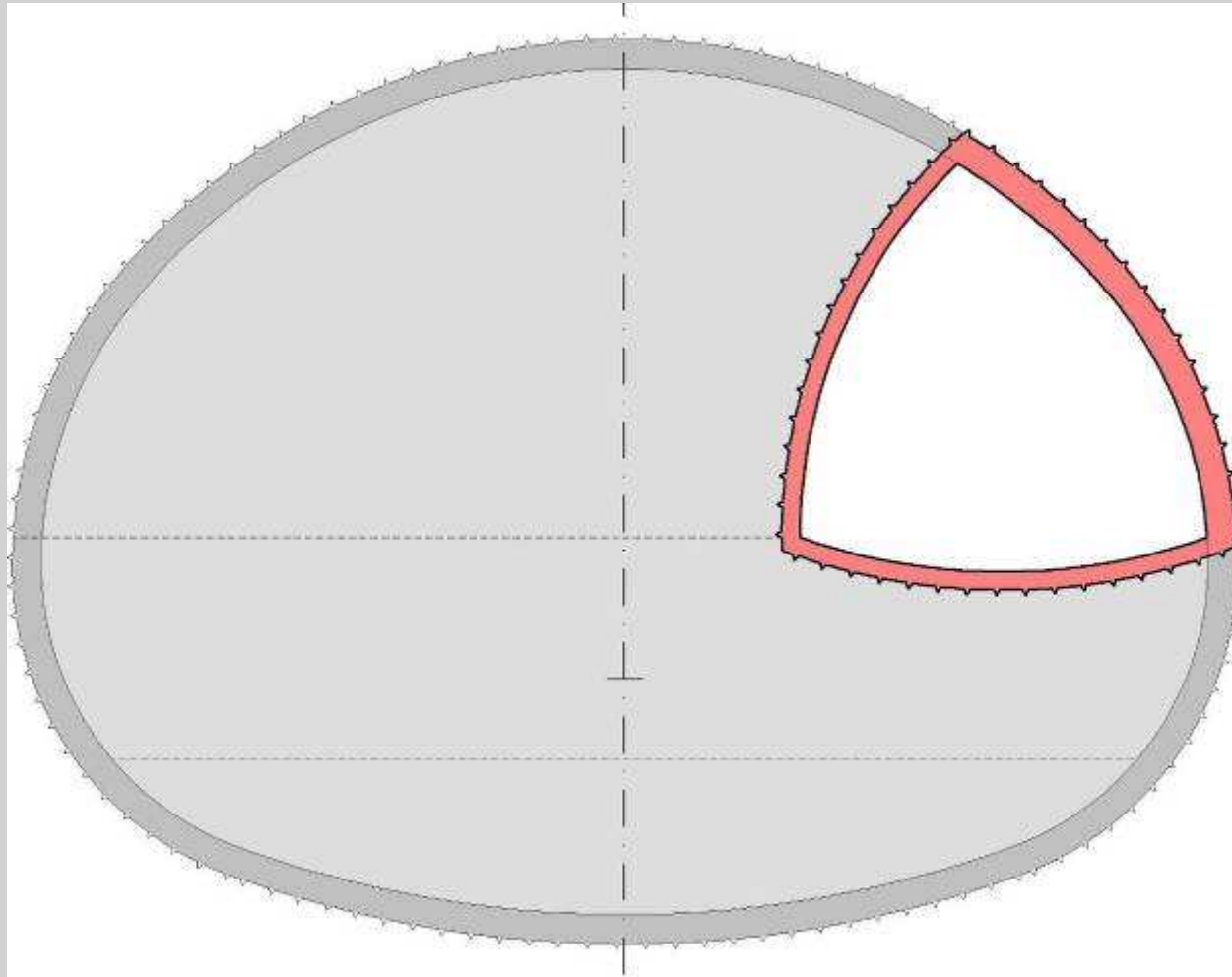
# Tvary a umístění „průzkumných štol“



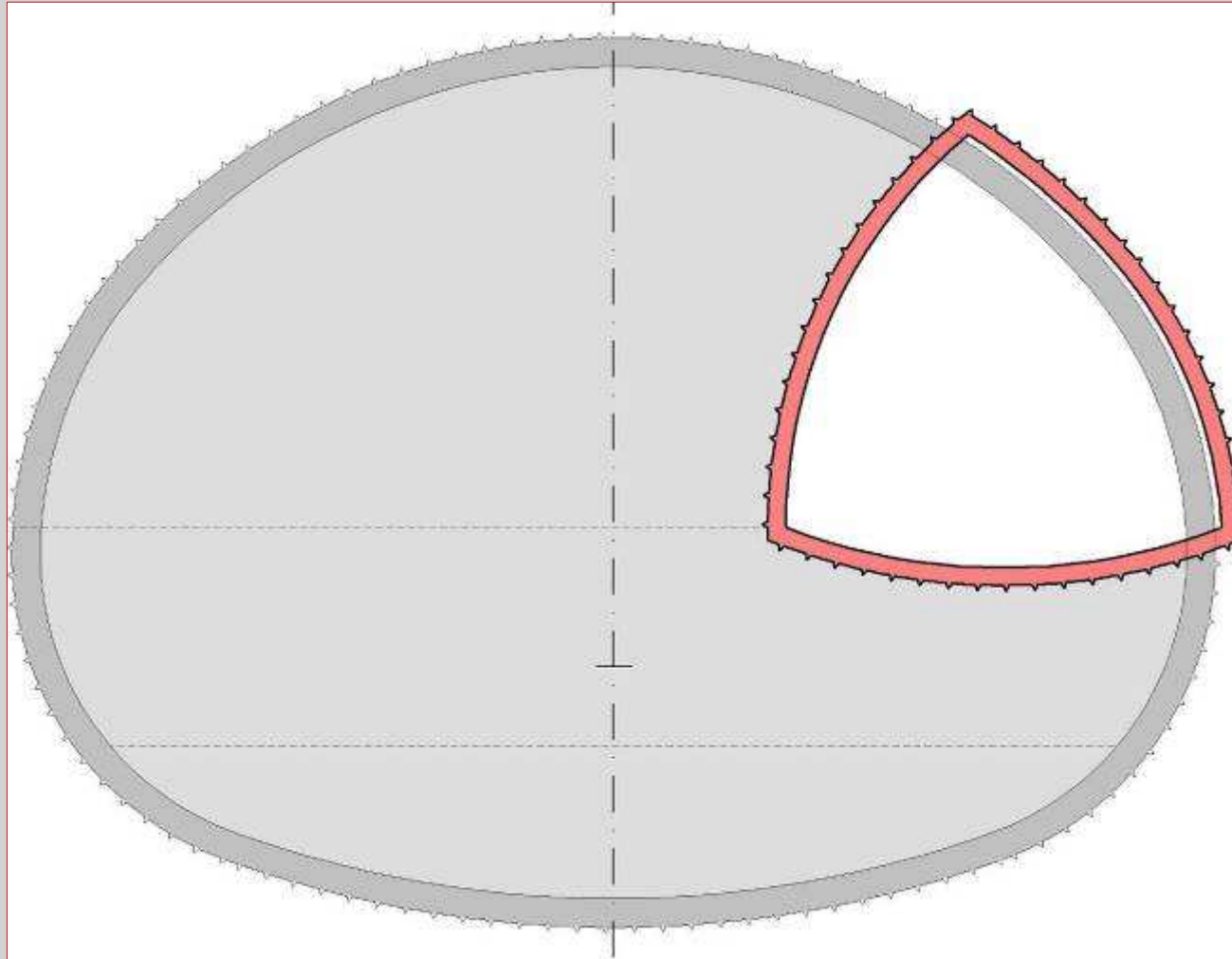
# Tvary a umístění „průzkumných štol“



# Tvary a umístění „průzkumných štol“



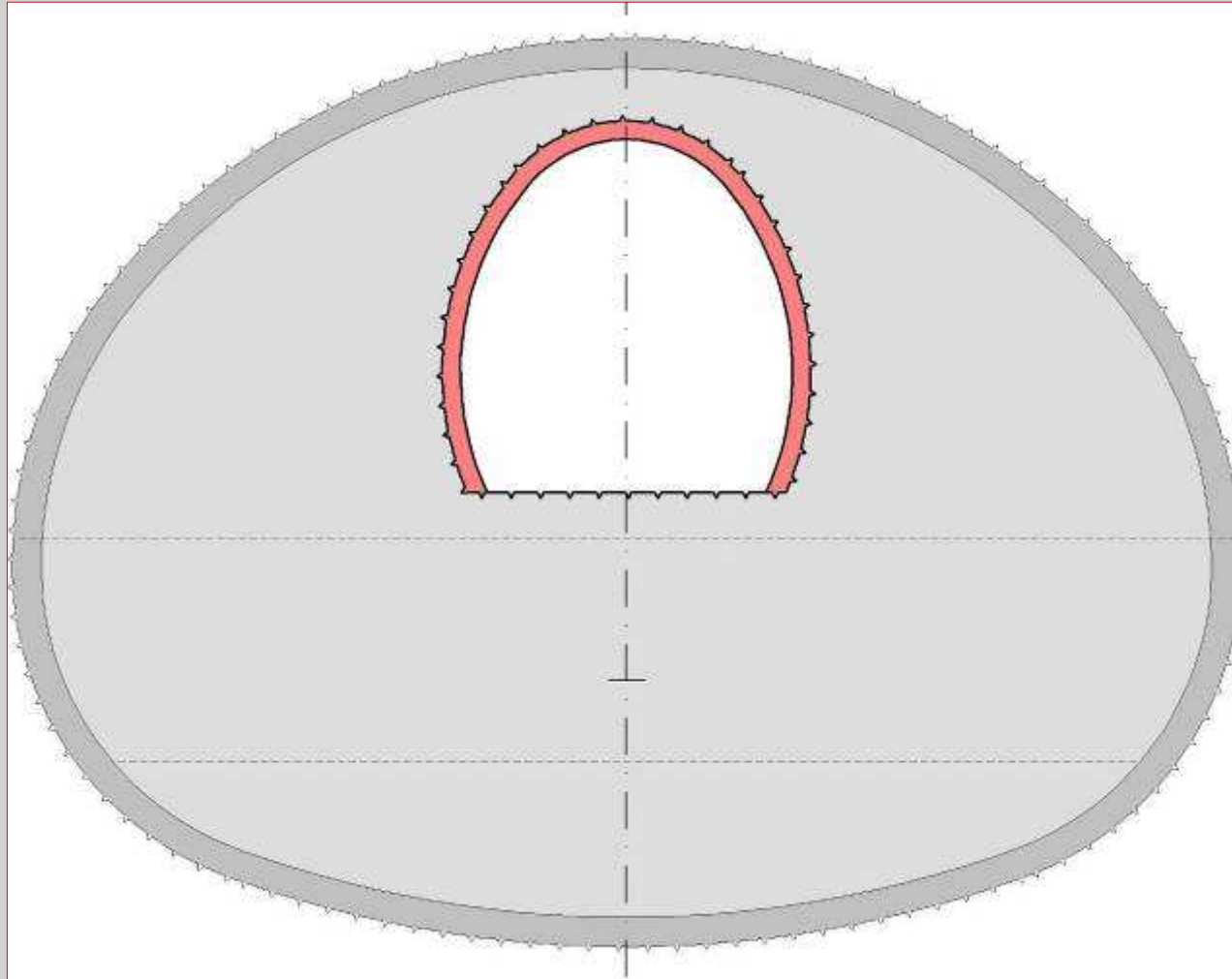
# Tvary a umístění „průzkumných štol“



Strana 8

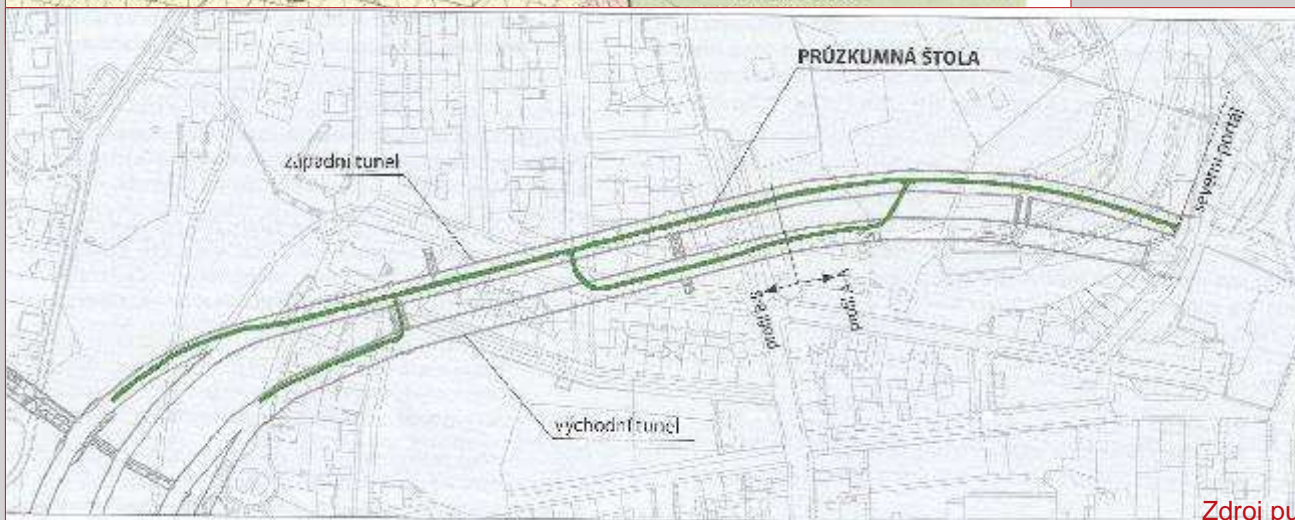
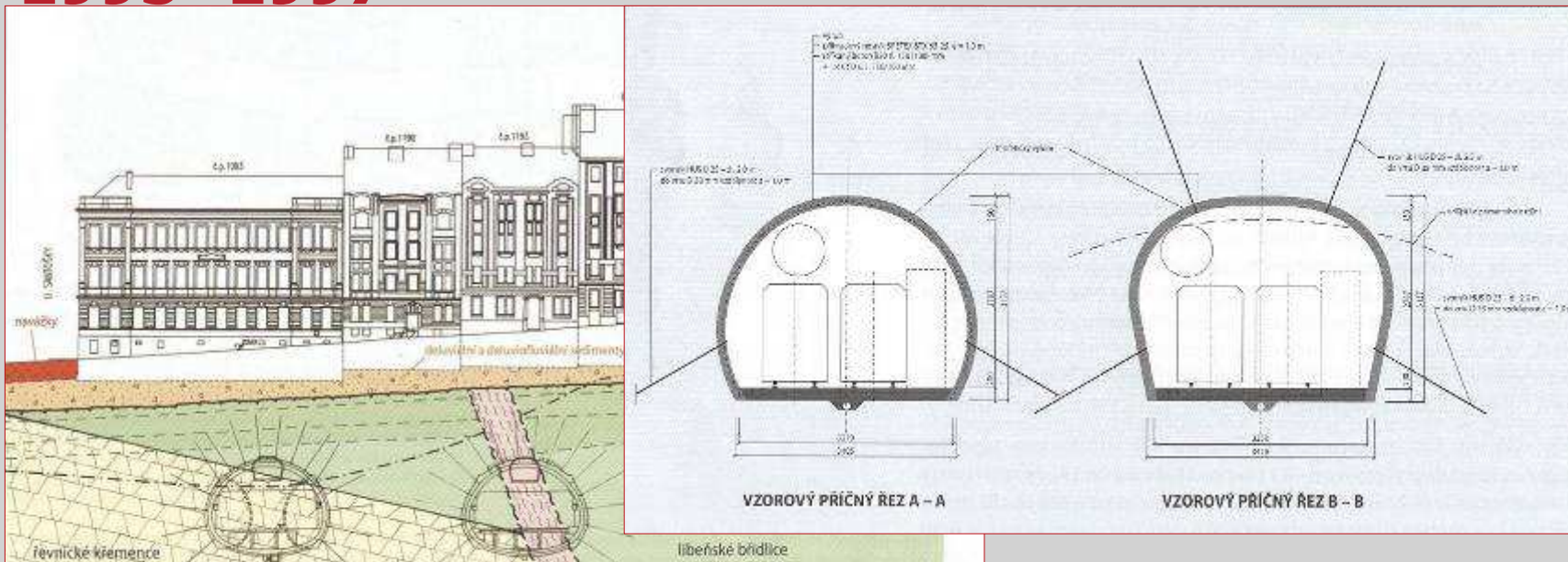


# Tvary a umístění „průzkumných štol“



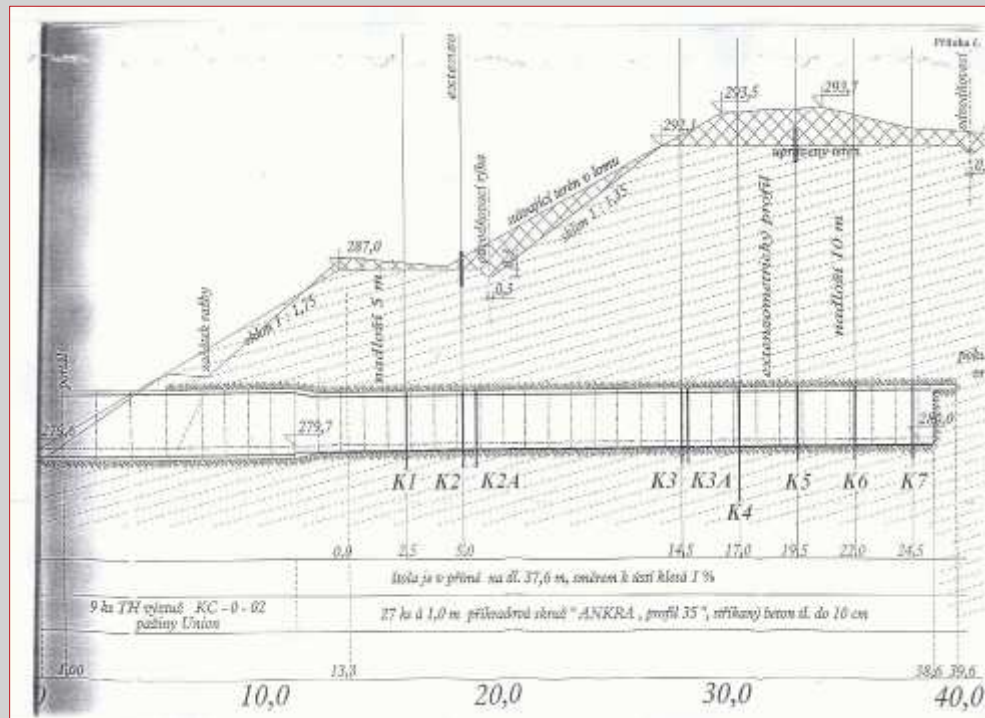
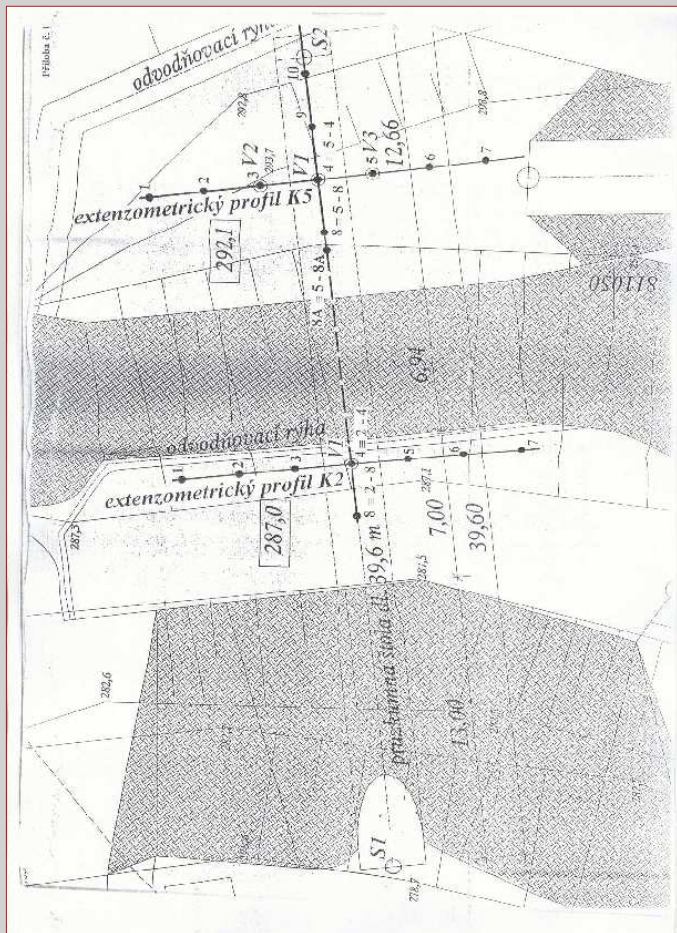
Strana 9

# Příklady „průzkumných štol“ – Mrázovka 1995 -1997

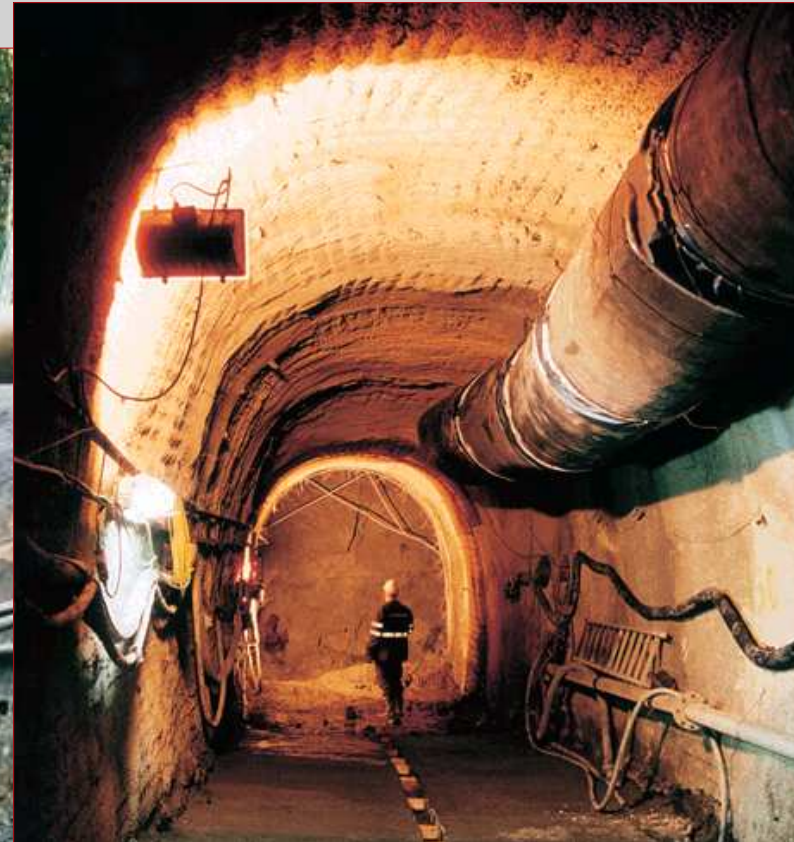


Zdroj publikace: Tunel Mrázovka 2004

# Příklady „průzkumných štol“ Březno 1995 - 1997



# Příklady „průzkumných štol“ – Valík 2002



Strana 12

# Příklady „průzkumných štol“ Blanka 2002 – 2005



Zdroj fotografie: časopis Tunel 1/2004

Strana 13

# Příklady „průzkumných štol“ Dobrovského 2002-2003



Zdroj fotografií: [www.davar.cz/badatelna](http://www.davar.cz/badatelna)

Strana 14

# Příklady „průzkumných štol“ – SOKP 513



Zdroj prostřední foto: [www.okruhprahy.cz](http://www.okruhprahy.cz)

Strana 15

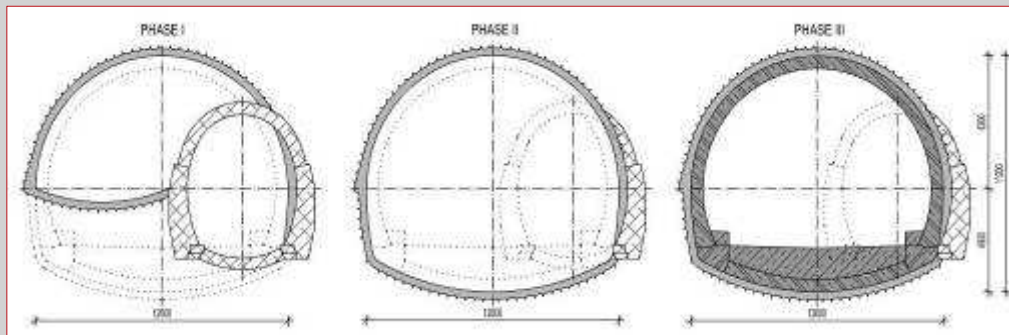
# Příklady „průzkumných štol“ Prackovice 2005



Strana 16



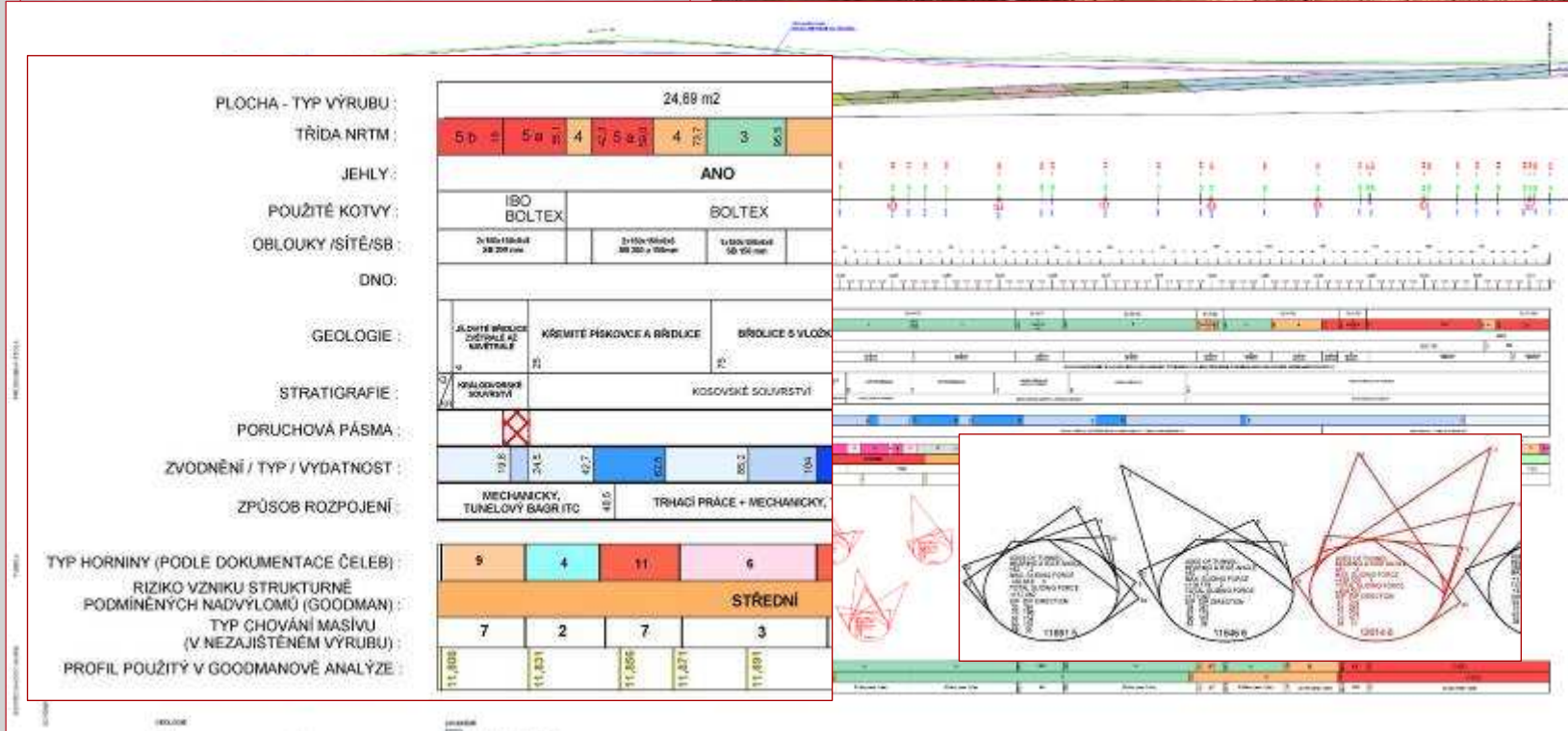
# Příklady „průzkumných štol“ Jablůnkov



Zdroj Proceedings WTC 2007

Strana 17

# Příklady „průzkumných štol“ – SOKP 514



# Průzkumná štola SOKP 514

## • Výhody plynoucí z realizace štoly

- Pokud jsou výsledky správně vyhodnoceny, dobrý podklad pro zadání, ocenění a provádění
- Znalost chování horninového prostředí, snížení rizika
- Výhody při provádění
  - Lepší stabilita přístropí a čelby, odvodnění masivu
  - Větrání, odvodnění
  - Doprava

**ANO**

**ANO**

**ANO**

## • Nevýhody plynoucí z realizace štoly

- Vyšší cena realizace (investor)
- Nepřesnosti výrubu štoly, přestrojování, vyplňování atd. (zhotovitel)

**???**

**ANO**

Strana 19

# Zhodnocení ekonomické

Důvody	Geotechnický	Trasa	Příprava stavby	Technologie provádění	Bezpečnost ražeb	Celkové zhodnocení
SOKP 514						

Ražba štoly s výhybnami:  
(1290 m, 25/65 m<sup>2</sup>)

240 mil. Kč  
185.000,-Kč/m  
5.900,-Kč/m<sup>3</sup>





Ražba dvou tunelových trub:  
(1270 m / 1290 m)

620 mil. Kč  
246.000,-Kč/m  
2.500,-Kč/m<sup>3</sup>

CU (2005)  
+ cca 10%

# Přehled a zhodnocení

Důvody	Geotechnický	Trasa	Příprava stavby	Technologie provádění	Bezpečnost rážeb	Celkové zhodnocení
Mrázovka	prínos	nedostatek informací	prínos	neutrální vliv	neutrální vliv	neutrální vliv
Březno	prínos	nedostatek informací	nedostatek informací	nedostatek informací	nedostatek informací	neutrální vliv
Tunel Valík D5	neutrální vliv	nedostatek informací	prínos	nedostatek informací	nedostatek informací	neutrální vliv
Dobrovskeho	prínos	neutrální vliv	prínos	nevýhoda, problém	neutrální vliv	neutrální vliv
SOKP 513	prínos	neutrální vliv	prínos	neutrální vliv	prínos	prínos
SOKP 514	neutrální vliv	prínos	prínos	prínos	prínos	prínos
Prackovice	prínos	neutrální vliv	neutrální vliv	neutrální vliv	neutrální vliv	neutrální vliv
Blanka	prínos	neutrální vliv	prínos	neutrální vliv	neutrální vliv	neutrální vliv
Jablůnkov	nedostatek informací	nedostatek informací	nedostatek informací	nedostatek informací	nedostatek informací	neutrální vliv

	prínos
	neutrální vliv
	nevýhoda, problém
	nedostatek informací

# Havárie ražených tunelů - vliv průzkumné štoly

Silniční tunely - Road Tunnels 1990 - 2010

	havárie	štola	délka (m)
Hřebeč	1		275
Pisárecký			600
Mrázovka		ano	2 550
Valík		ano	760
Panenská			4 000
Libouchec			900
Klimkovice			1 700
SOKP 514		ano/ne	2 550
SOKP 513		ano	3 350
Dobrovského		ano	2 000
Prackovice		ano	550
Radejčín			1 150
Blanka Špelc	2	ano	4 400
Blanka Mypra	1		1 100
suma	4		25 885

Celkem silniční a železniční	8		34 740
------------------------------	---	--	--------

Havárie (při ražbě tunelu)	událost, která způsobí přerušení ražby na více než 1 měsíc
----------------------------	--

Železniční tunely - Rail Tunnels 1990 - 2010

	havárie	štola	délka (m)
Březno	2		1 500
Vepřek			275
Krasíkov			1 035
Tatenice			85
Malá Huba			300
Hněvkovský I			130
Hněvkovský II			430
Nové spojení			2 400
Jablůnkov	2	ano	610
Tomický I.			325
Tomický II.			255
Zahradnický			1 030
Olbramovický			480
suma	4		8 855

# Havárie ražených tunelů v ČR 1990 - 2010

Ražby					Ražby				
Silniční tunely - Road Tunnels 1990 - 2010					Železniční tunely - Rail Tunnels 1990 - 2010				
	havárie			délka (m)		havárie			délka (m)
Hřebeč	1	1995	1996	275	Březno	2	2002	2007	1 500
Pisárecký		1995	1997	600	Vepřek		2002	2003	275
Mrázovka		1999	2002	2 550	Krasíkov		2002	2003	1 035
Valík		2004	2005	760	Tatenice		2002	2003	85
Panenská		2003	2005	4 000	Malá Huba		2003	2004	300
Libouchec		2005	2006	900	Hněvkovský I		2004	2005	130
Klimkovice		2004	2006	1 700	Hněvkovský II		2004	2005	430
SOKP 514		2006	2008	2 550	Nové spojení		2005	2006	2 400
SOKP 513		2006	2008	3 350	Jablůnkov	2	2009	2011	610
Dobrovského		2006	2010	2 000	Tomický I.		2009		325
Prackovice		2008	2009	550	Tomický II.		2010	2011	255
Radejčín		2009	2010	1 150	Zahradnický		2010		1 030
Blanka Špelc	2	2007	2010	4 400	Olbramovický		2009	2010	480
Blanka Mypra	1	2009	2010	1 100					
suma	4			25 885		4			8 855
celkem	8			34 740					
Havárie (při ražbě tunelu) =		událost, která způsobí přerušení ražby na více než 1 měsíc							
počet havárií/km	0,23								
počet km/havárie	4,34								
Rakousko 1990 - 2010		8	havárií	314 841	km tunelů				
počet havárií/km	0,03								
počet km/havárie	39,25								

# Havárie tunelů v ČR a Rakousku - srovnání

## Tunely v ČR 1990 - 2010

Ražby

### Silniční tunely - Road Tunnels 1990 - 2010

	ražba od	do	délka (m)
Hřebeč	1995	1996	275
Pisárecký	1995	1997	600
Mrázovka	1999	2002	2 550
Valík	2004	2005	760
Panenská	2003	2005	4 000
Libouchec	2002		
Klimkovice	2002		
SOKP 514	2006	2008	2 550
SOKP 513	2006	2008	3 350
Dobrovského	2006	2010	2 000
Prackovice	2008	2009	550
Radejčín	2009	2010	1 150
Blanka Špelc	2007	2010	4 400
Blanka Mypra	2009	2010	1 100
<b>suma</b>			<b>25 885</b>
<b>Celkem</b>			<b>34 740</b>

Ražby

### Železniční tunely - Rail Tunnels 1990 - 2010

	ražba od	do	délka (m)
Březno	2002	2007	1 500
Vepřek	2002	2003	275
Krasíkov	2002	2003	1 035
Tatenice	2002	2003	85
Malá Huba	2003	2004	300
		2005	130
		2005	430
Nové spojení	2005	2006	2 400
Jablůnkov	2009	2011	610
Tomický I.	2009		325
Tomický II.	2010	2011	255
Zahradnický	2010		1 030
Olbramovický	2009	2010	480
			<b>8 855</b>

**Celkem 34 740 m**



# Havárie tunelů v ČR a Rakousku

## Tunely v Rakousku 1990 - 2010

Strassen tunnel		
Name		Länge [m]
AtzenbruggerTunnel		2 460
Blisadonatunnel	2002	2 411
Galgenbergtunnel	1997	5 460
Hengsbergtunnel	2009	1 695
Inntaltunnel	1993	12 696
Jenbach-Stans H8	2008	3 200
Kaponig-Tunnel	1995	5 096
Lainzer Tunnel	2009	12 300
Lambach Tunnel	1992	1 410
Melker Tunnel		
Radfeld Mitte H2-2		
Raingrubentunnel		
Reiserberg Tunnel	2007	1 370
Siebertunnel	2000	6 480
Sittenbergtunnel	1993	4 692
Stans-Vomp H4-3	2008	2 615
Stierschweifeldtunnel	2006	3 293
Tiergarten Tunnel H3-6	2007	671
Tunnel Münster-Wiesing H3-4	2008	5 835
Tunnel Radfeld-Brixlegg H2-1	2005	4 345
Tunnel Vomp-Terfens H5	2008	8 480
Unterflurtrasse Fritzens-Baumkirchen H7	2008	3 940
Wienerwaldtunnel	2008	26 700
Wolfsgrubentunnel	1998	1 743
Zammer Tunnel	1994	2 335
<b>TOTAL</b>		<b>188 584</b>

Eisenbahntunnel		
Name		Länge [m]
AtzenbruggerTunnel		2 460
Blisadonatunnel	2002	2 411
Galgenbergtunnel	1997	5 460
Hengsbergtunnel	2009	1 695
Inntaltunnel	1993	12 696
Jenbach-Stans H8	2008	3 200
Kaponig-Tunnel	1995	5 096
Lainzer Tunnel	2009	12 300
Lambach Tunnel	1992	1 410
Melker Tunnel	1999	1 865
Radfeld Mitte H2-2	2009	2 390
Raingrubentunnel	2008	2 775
Reiserberg Tunnel	2007	1 370
Siebertunnel	2000	6 480
Sittenbergtunnel	1993	4 692
Stans-Vomp H4-3	2008	2 615
Stierschweifeldtunnel	2006	3 293
Tiergarten Tunnel H3-6	2007	671
Tunnel Münster-Wiesing H3-4	2008	5 835
Tunnel Radfeld-Brixlegg H2-1	2005	4 345
Tunnel Vomp-Terfens H5	2008	8 480
Unterflurtrasse Fritzens-Baumkirchen H7	2008	3 940
Wienerwaldtunnel	2008	26 700
Wolfsgrubentunnel	1998	1 743
Zammer Tunnel	1994	2 335
<b>TOTAL</b>		<b>126 257</b>

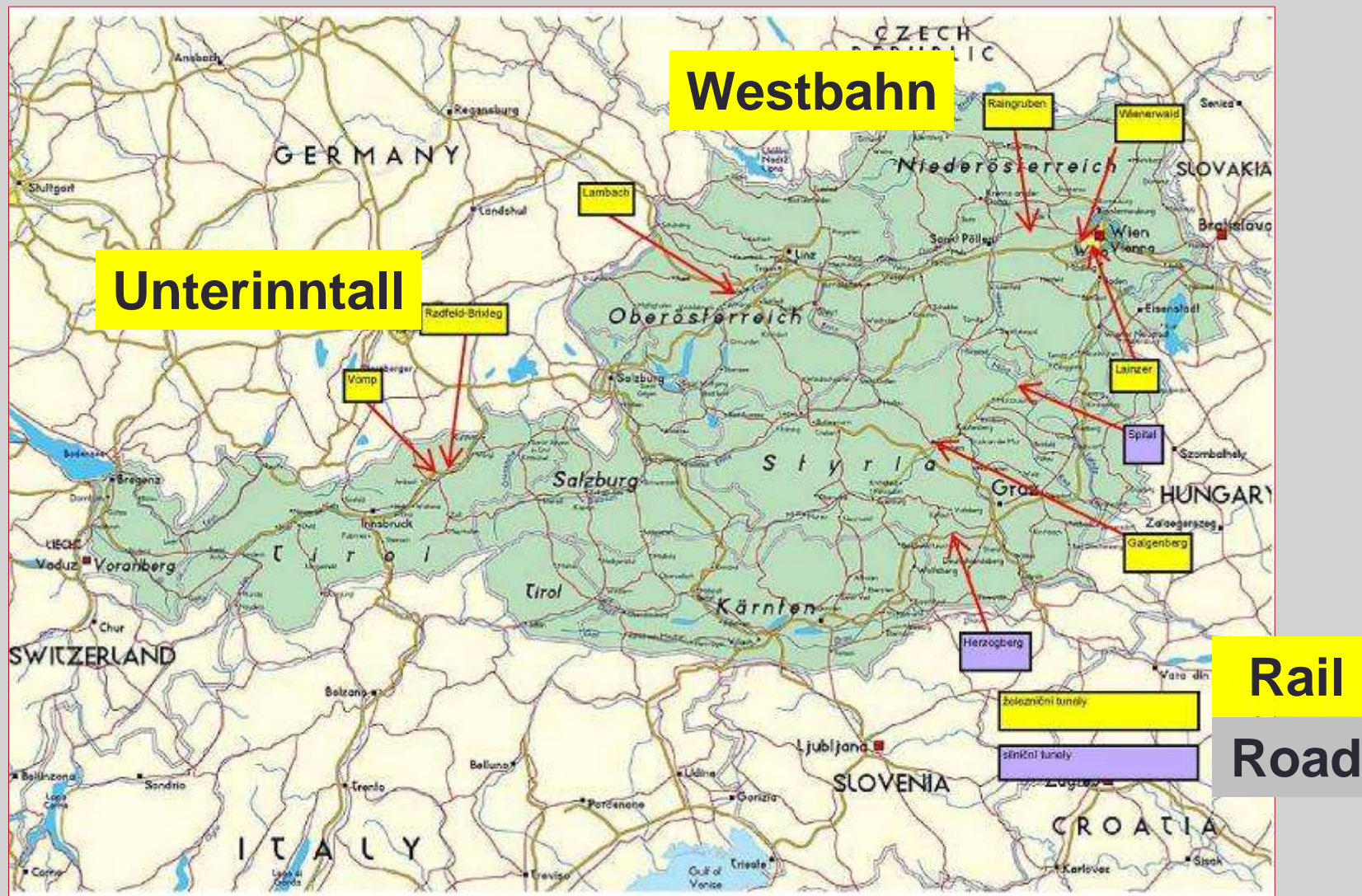
**Celkem 314 841 m**

# Havárie tunelů v Rakousku 1990 – 2010

## parametry tunelů, způsob ražby

Name of the tunnel	Rail/Road	Year of accident
Lambach Tunnel	rail	1992
Galgenbergtunnel	rail	1994
Tunnel Radfeld-Brixlegg	rail	2001
Wienerwaldtunnel	rail	2005
Reiserberg (Perschlingkette)	rail	2007
Tunnel Vomp	rail	2005
Lainzer Tunnel	rail	2008
Tunnel Raingruben (Perschlingkette)	rail	2008-2009

# Havárie tunelů v Rakousku 1990 – 2010 příklady



# Tunnel Lambach 1992

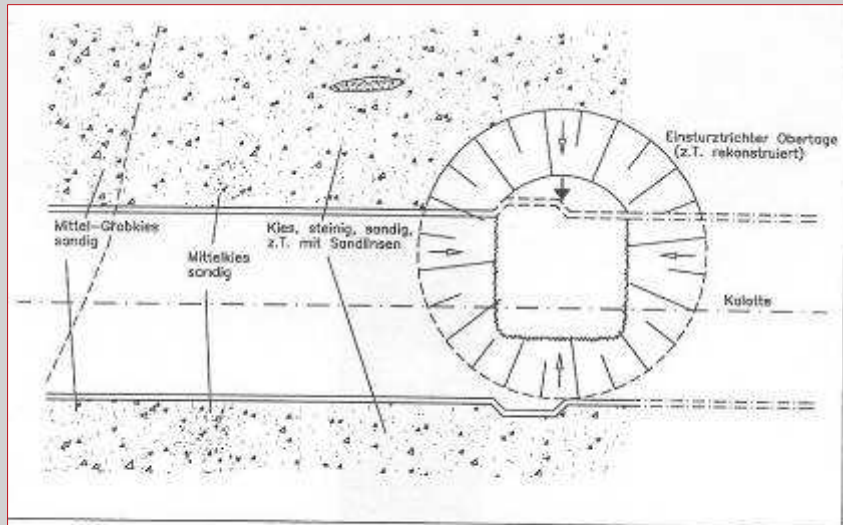


Abbildung 13: Grundriß des Lambacher Verbruchs

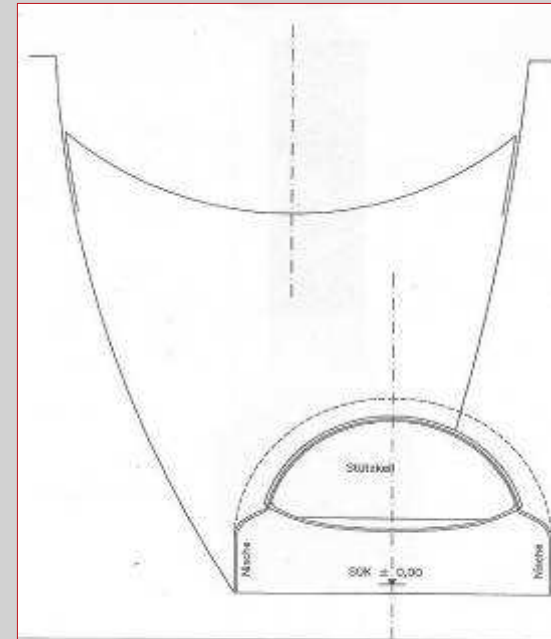


Abbildung 12: Querschnitt des Lambacher Verbruchs

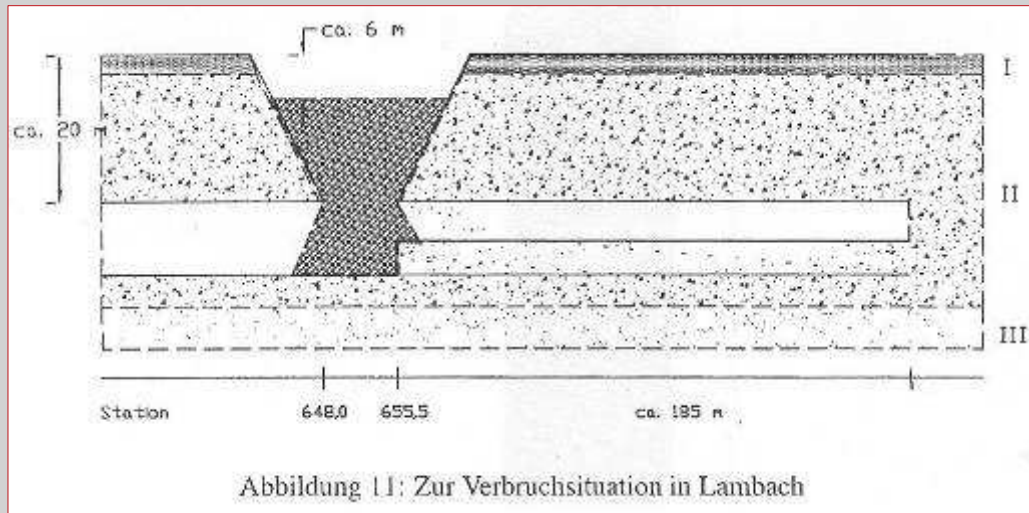


Abbildung 11: Zur Verbruchsituation in Lambach

## Galgenbergtunnel 1994 Rail

Collapse July 1994 at station 1330 m. **Eight meters** of heavily supported tunnel section collapsed at the face. Redesign and maintenance work lasted for **two months**.



Galgenberg Tunnel, Austria

# Wienerwald 2005

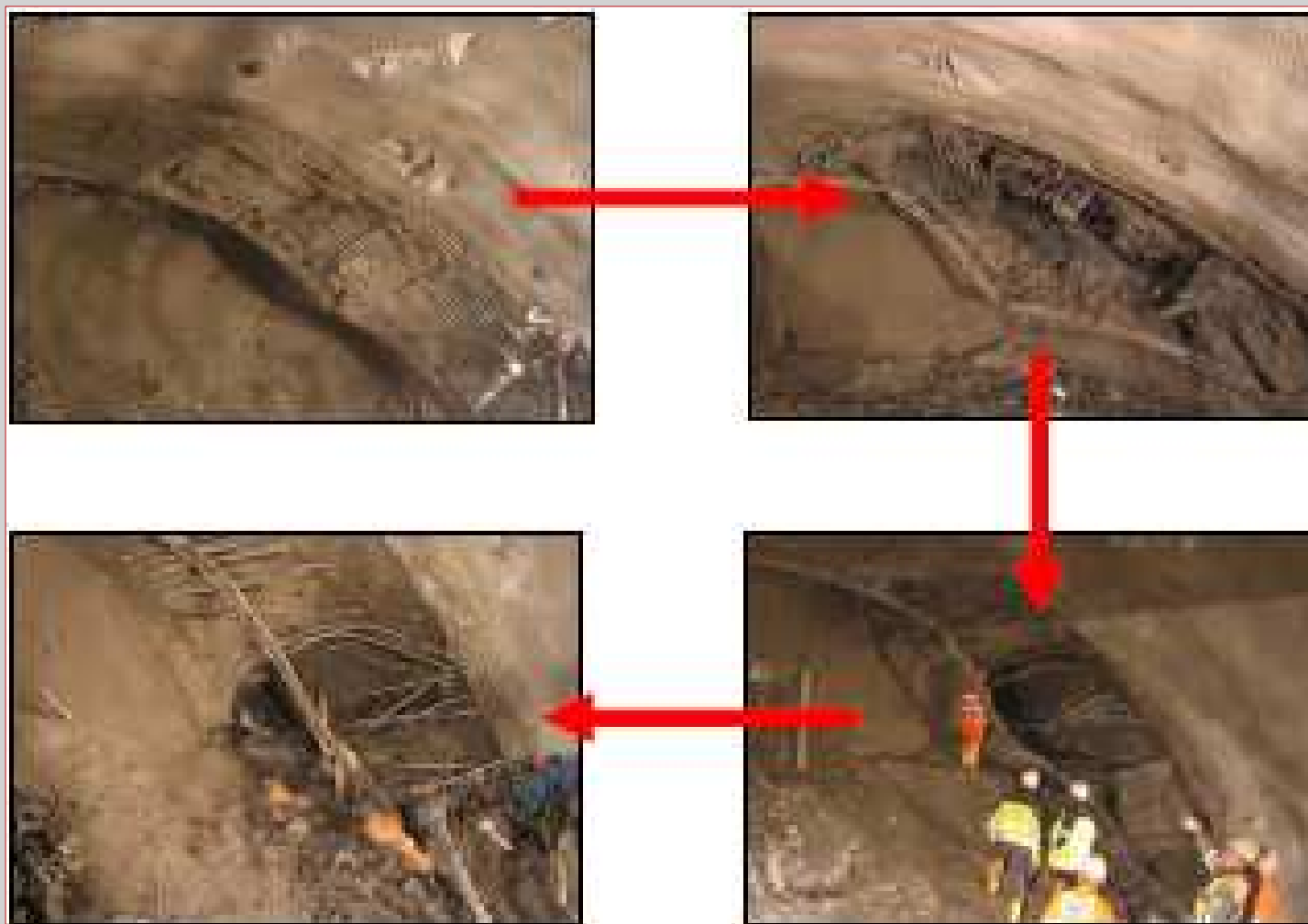


Fig. 55: Course of the side-wall collapse due to water inrush [Joint Venture ČBA, 2006]

# Tunnel Vomp 2005 Unterinntal



Strana 31

# Reiserbergtunnel 2007 Westbahn Perschlingtal



Fig. 8. Chimney up to the surface  
Bild 8. Ausbildung Tagbruch an der Oberfläche

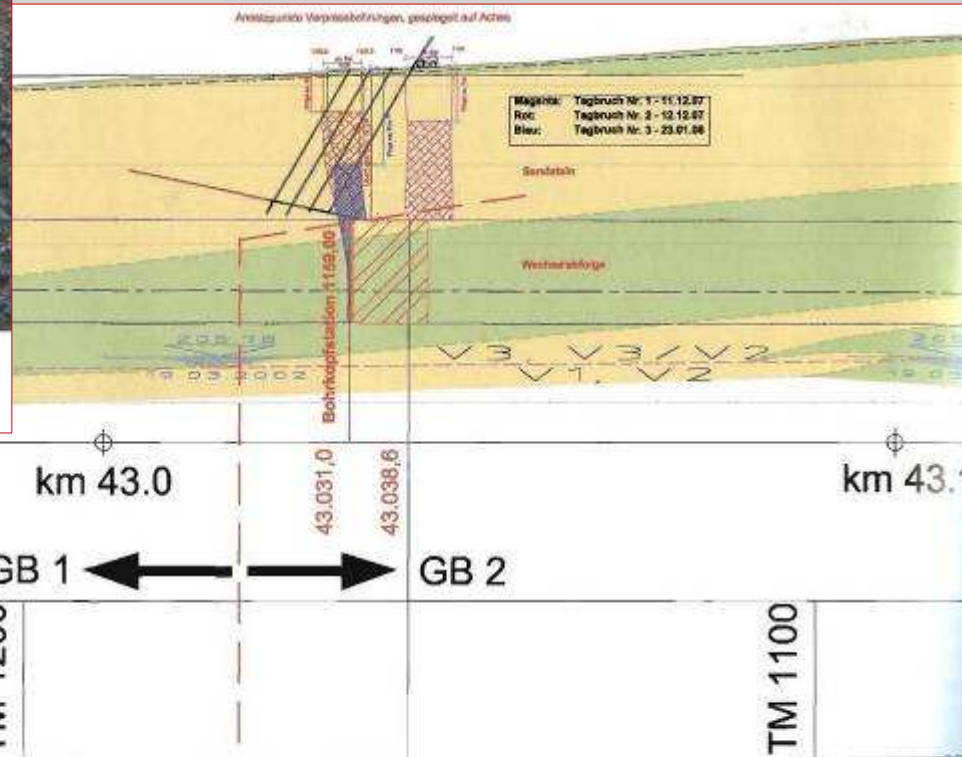
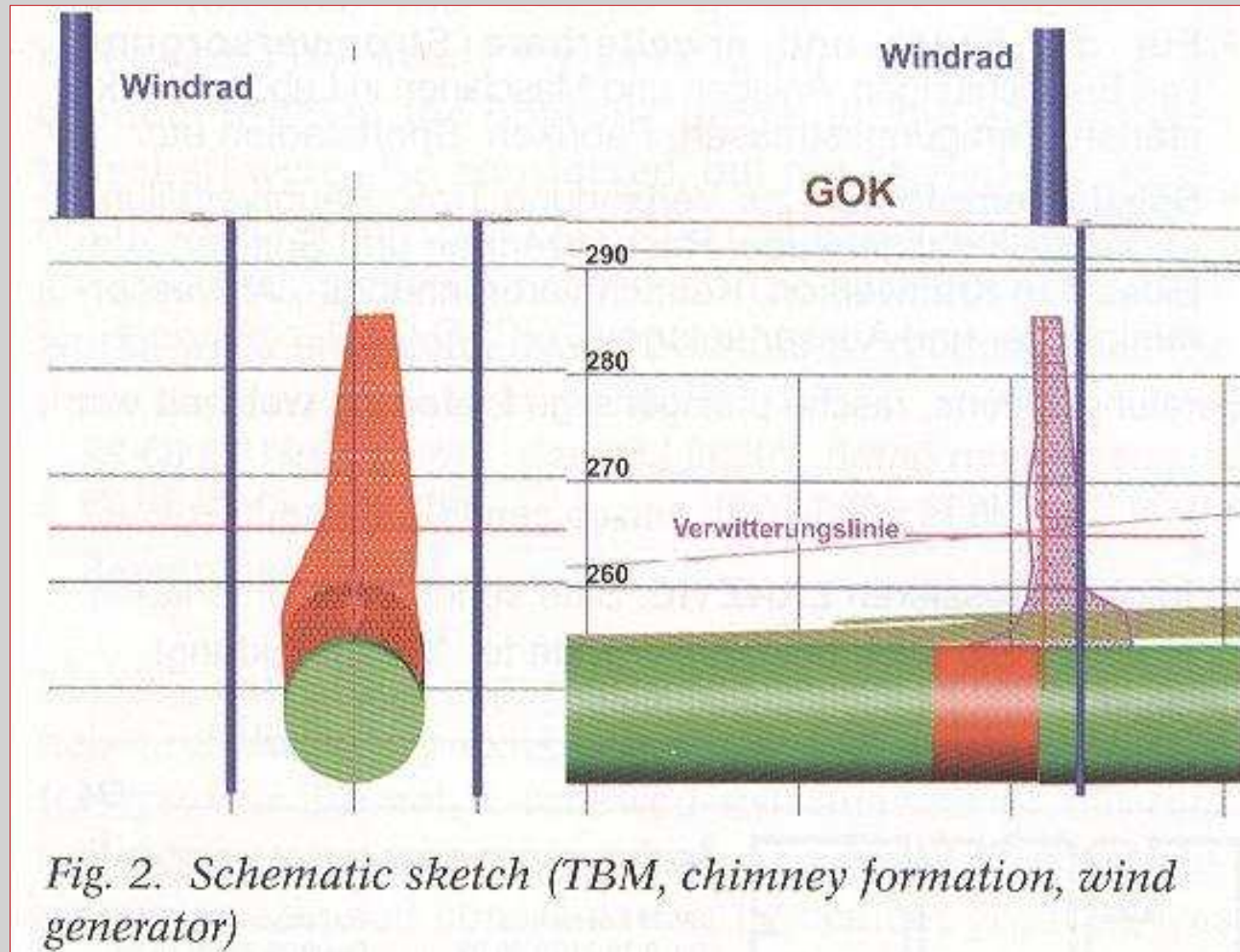


Fig. 11. Plan of the three cave-ins; the red dashed line shows the transition of the rock mass area  
Bild 11. Darstellung der drei Tagbrüche; die rote gestrichelte Linie stellt die Grenze zwischen den Gebirgsbereichen dar



# Raingrubentunnel 2008 -2009

## Westbahn Perschlingtal



# Havárie tunelů v ČR a Rakousku

## Srovnání - shrnutí

- **Havárie v ČR (8 havárií, 35 km tunelů)**

- počet havárií/km – 0,23
- počet km/havárie – 4,34

**cca 10 x**

- **Havárie v Rakousku (8 havárií, 315 km tunelů)**

- počet havárií/km – 0,025
- počet km/havárie – 39,25

- **Příčiny podstatného rozdílu četnosti**

- geotechnické ?
- technologické ?
- zkušenost know/how ?
- systém/organizace/řízení ?
- jiné ?



**Zdař Bůh!**