

# Technológia riadenia tunelových stavieb

Ing. Petr Svoboda, Ph.D., SPEL, spol. s r.o.  
Ing. Jiří Bartoň, SPEL, spol. s r.o.

# Dokumentace, normy



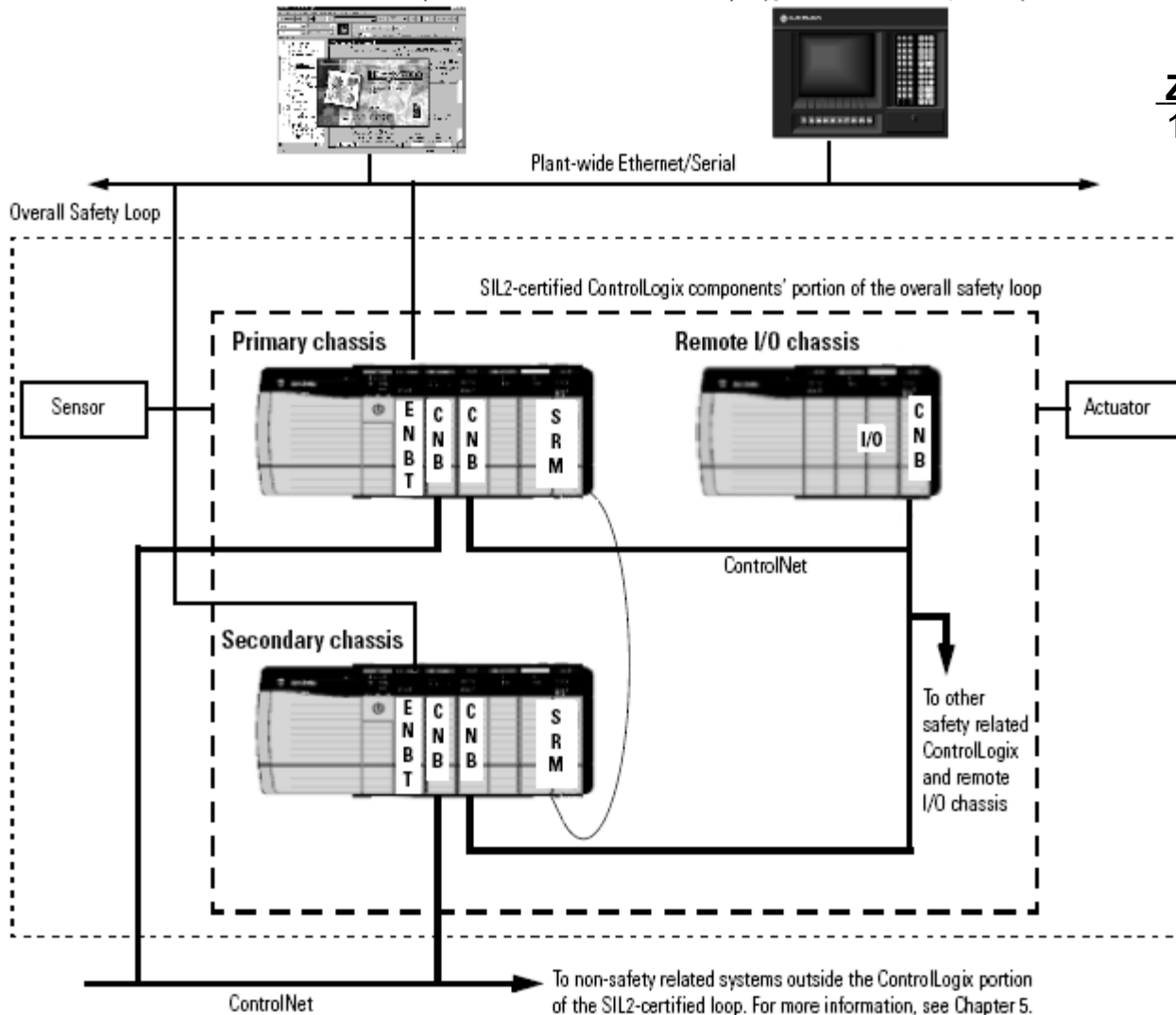
2004/54/ES Směrnice evropského parlamentu a rady

TP98 – Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací

EC 61508 normy o funkční bezpečnosti

# Spolehlivost komponent

Střední doba poruchy - The Mean Time Between Failure (**MTBF**)  
 1756-L63 ControlLogix 8 Mb Controller 2,210,091 h = 252 let



**Základní konfigurace:**

1756-A07 Chassis MTBF=18,976,533

1756-CNBR  
 MTBF=4,449,640

1756-PA75 zdroj MTBF=7,040,923

1756-L63 procesor  
 MTBF=2,210,091

MTBF=1146879  
**130 let**

To non-safety related systems outside the ControlLogix portion of the SIL2-certified loop. For more information, see Chapter 5.

# Topologie sítě



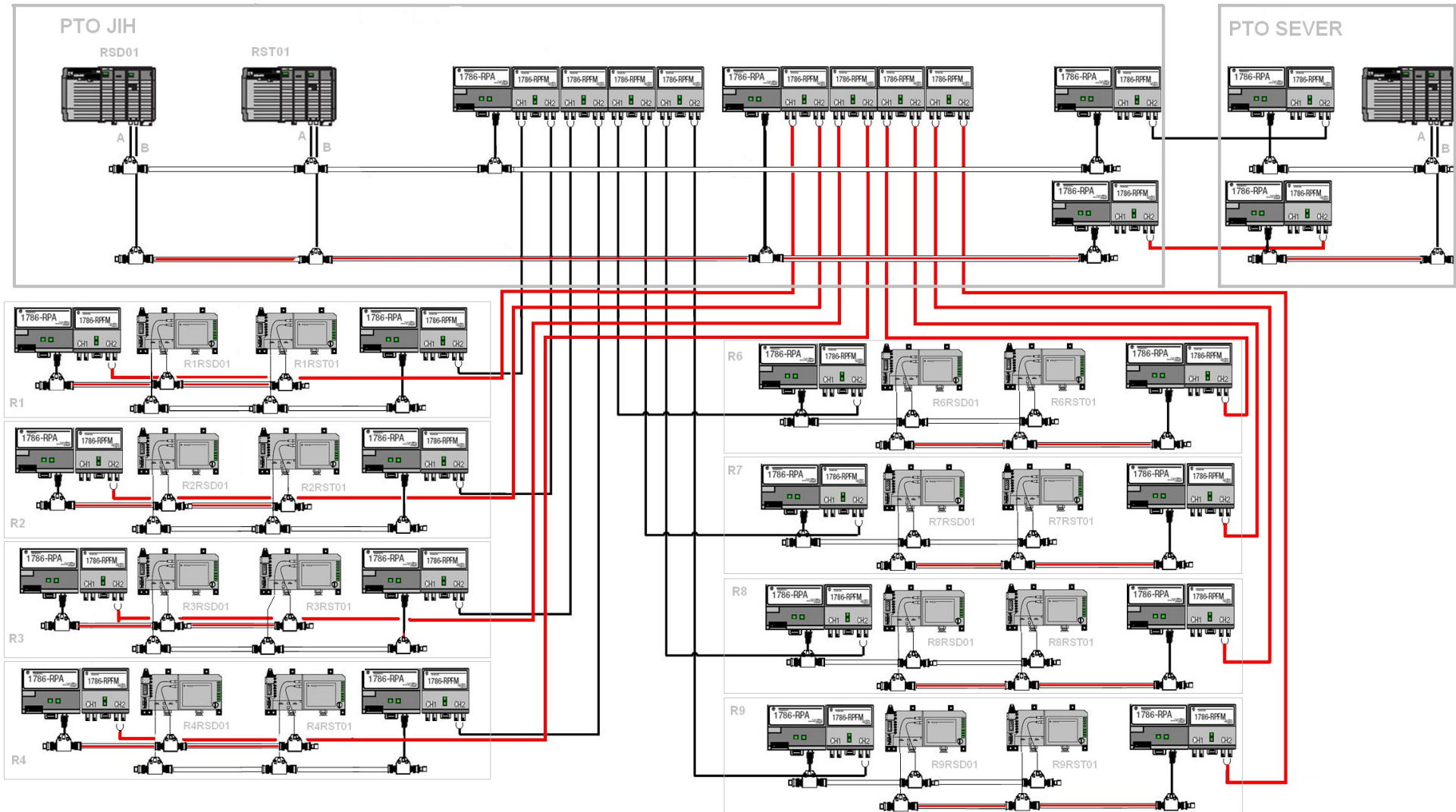
- redundanční kruh
  - vhodné pro jednodušší technologie typu řízení dopravy
  - nižší pořizovací náklady
  - nutný menší počet optických vláken
- redundanční hvězda
  - vhodné pro složité technologie typu ovládání energetiky v tunelu
  - větší celková datová propustnost sítě
  - menší možnost narušení chodu sítě (výpadkem napájení, fyz. narušením)

# Požadavky na datové přenosy

- spolehlivost
- redundance – bezvýpadkový přechod na red. kanál
- rychlost
- bezpečnost
- plánované přenosy

Možnosti: ControlNet, Průmyslový Ethernet, Profibus

# RS topologie, Tunel Panenská



# Centrální vs. decentralizované řízení

- **Decentralizované řízení** = rozdělení problému řízení na samostatné celky

Výpadkem části automatů nedochází k výpadku celého systému, pouze k omezení jeho funkcionality.

- **Centralizované řízení** = centrální automat řídí všechny procesy buď přímo, nebo pomocí dalších automatů

Výrazně snazší implementace z hlediska SW, jasně definované vazby, kolaps systému v případě výpadku centrálního automatu.

**Vhodným řešením je kombinovaný přístup.**

# Redundance automatů

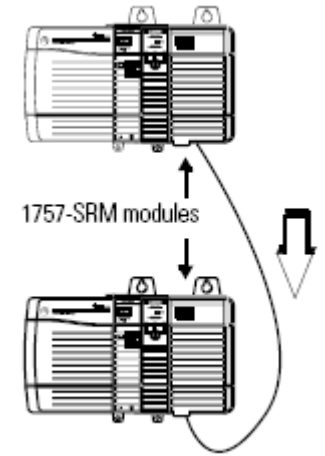
## Automatický záskok v případě chyby:

- HW chyba primárního automatu
- HW chyba komunikační karty
- Závažná SW chyba primárního automatu
- Výpadek komunikace u primárního automatu

Přechod do jednoho scan cyklu tj. cca 100ms

Redundance napájení

Samostatné rozváděče v pož. oddělených sekcích





# Vazby ŘS na ostatní technologie

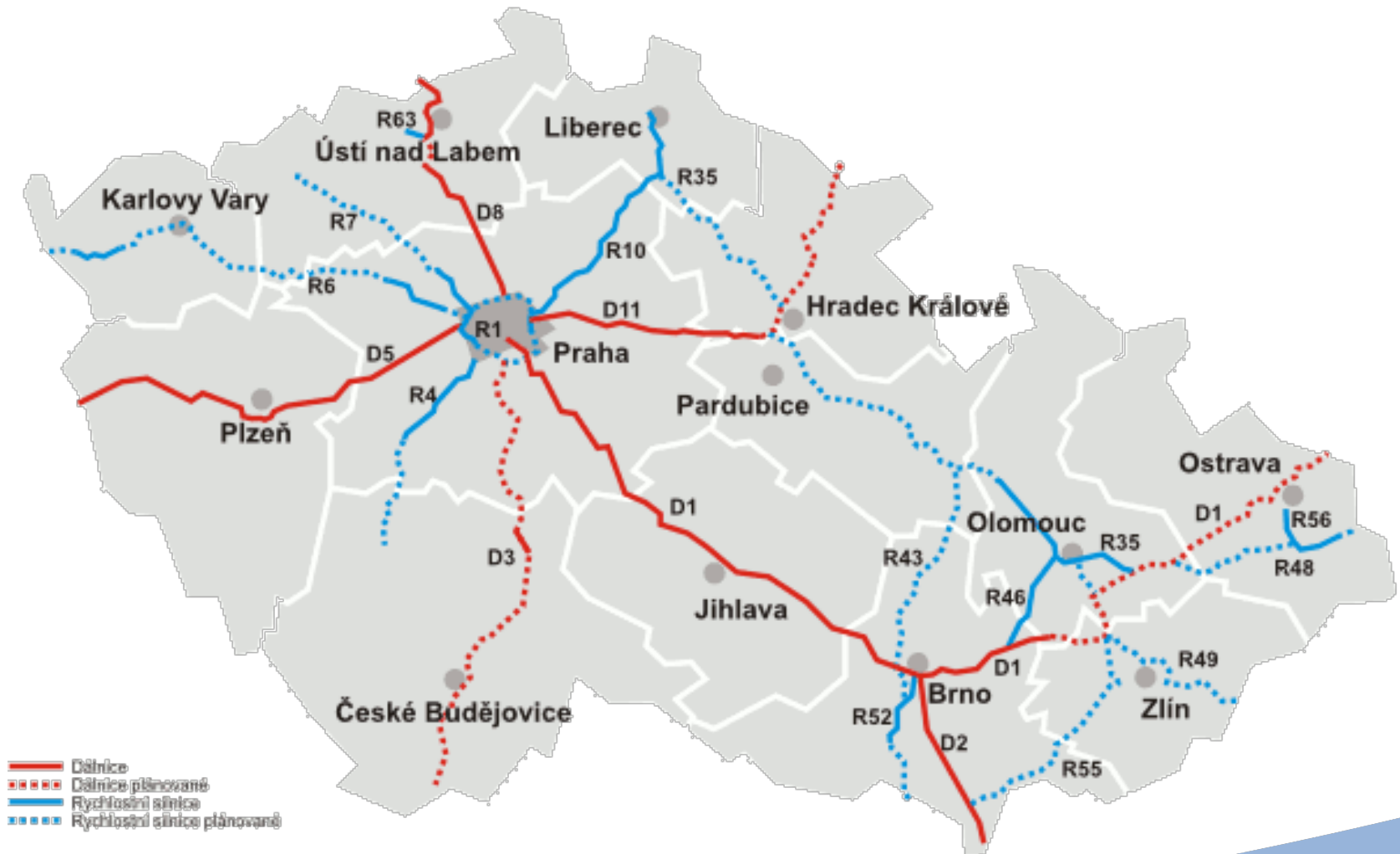
- každý datový paket musí mít dostatečnou kontrolu přijatých dat (preferenčně CRC)
- použitý komunikační protokol musí být otevřený a s volně dostupnou kompletní dokumentací
- používat pouze standardizované protokoly
- výpadek komunikace musí být detekovatelný např. pravidelnými kontrolními pakety
- systém musí být schopen navázat komunikaci i při fyzickém odpojení a znovupřipojení linky

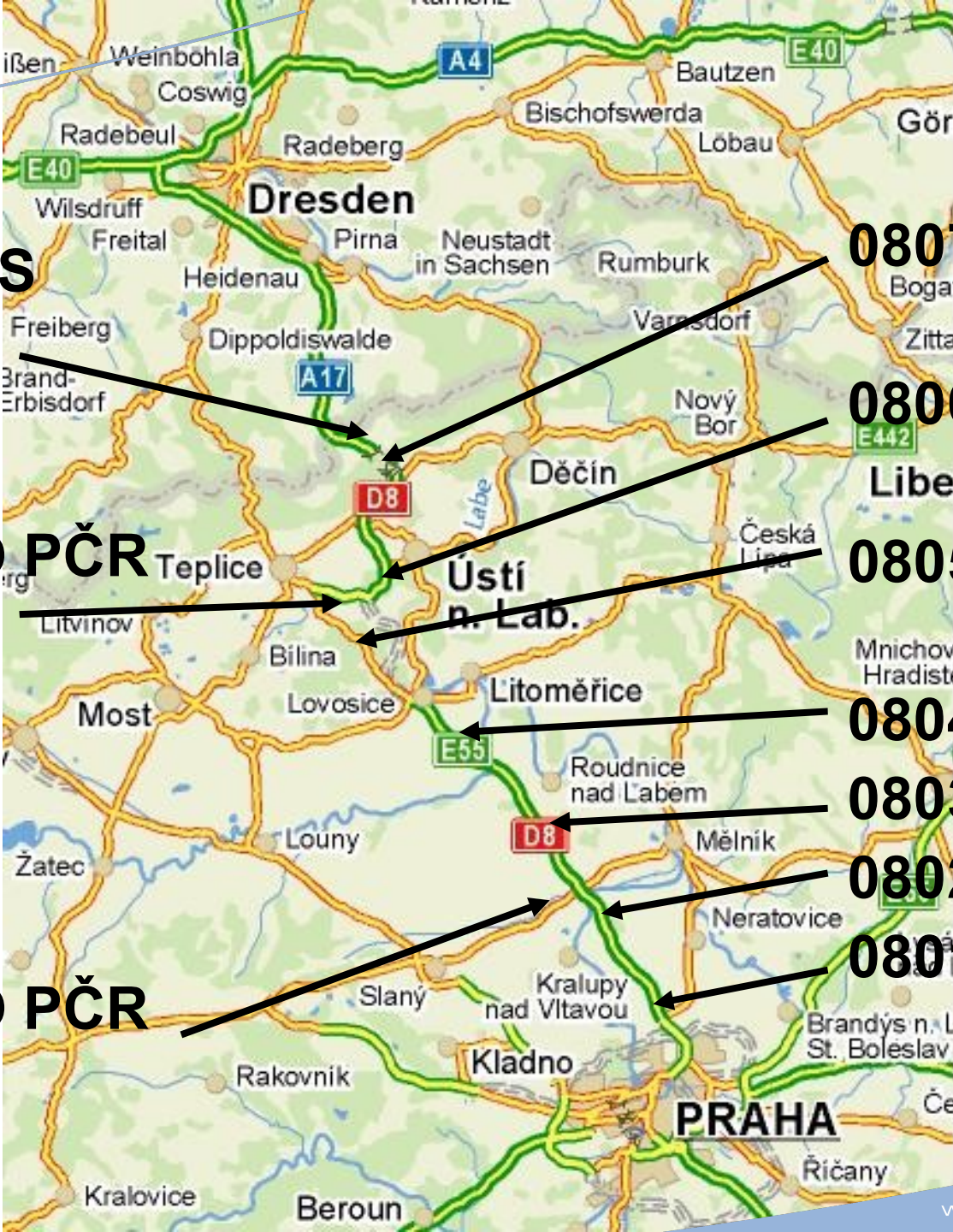
**Z hlediska spolehlivosti je nepřijatelné mezi ŘS a řízenou technologií vkládat prvky s nízkou a prakticky nedefinovatelnou mírou spolehlivosti typu průmyslové PC s operačním systémem!**

# Aplikační příklady

TUNELOVÝ KOMPLEX PANENSKÁ,  
LIBOUCHEC

# Dálnice D8 – trasa





**SSÚD a HZS  
Petrovice**

**0807 – 23,3 km**

**SSÚD a DO PČR  
Řehlovice**

**0806 – 4,2 km**

**0805 – 16,4 km**

**SSÚD a DO PČR  
Nová Ves**

**0804 – 13,4 km**

**0803 – 16,4 km**

**0802 – 8,9 km**

**0801 - 9,6 km**

# Tunel Libouchec – technická data

Kategorie tunelu T 9,5 (dvouproudový, jednosměrný)

Délka LTT 535 m (z toho 488 m ražených)

Délka PTT 454 m (z toho 408 m ražených)

ŘS v PTO s technologickou místností

ER – 60 reproduktorů, 11 SOS, 37 kamer

EPS, EZS, radiové spojení, MaR

6 dvojic ventilátorů

1 rotační UPS

# Tunel Panenská – technická data

Kategorie tunelu T 9,5 (dvouproudový, jednosměrný)

Délka LTT 2 201 m (z toho 1 992 m ražených)

Délka PTT 2 196 m (z toho 1 975 m ražených)

ŘS ve 2 PTO s technolog. místnostmi a 8 propojek

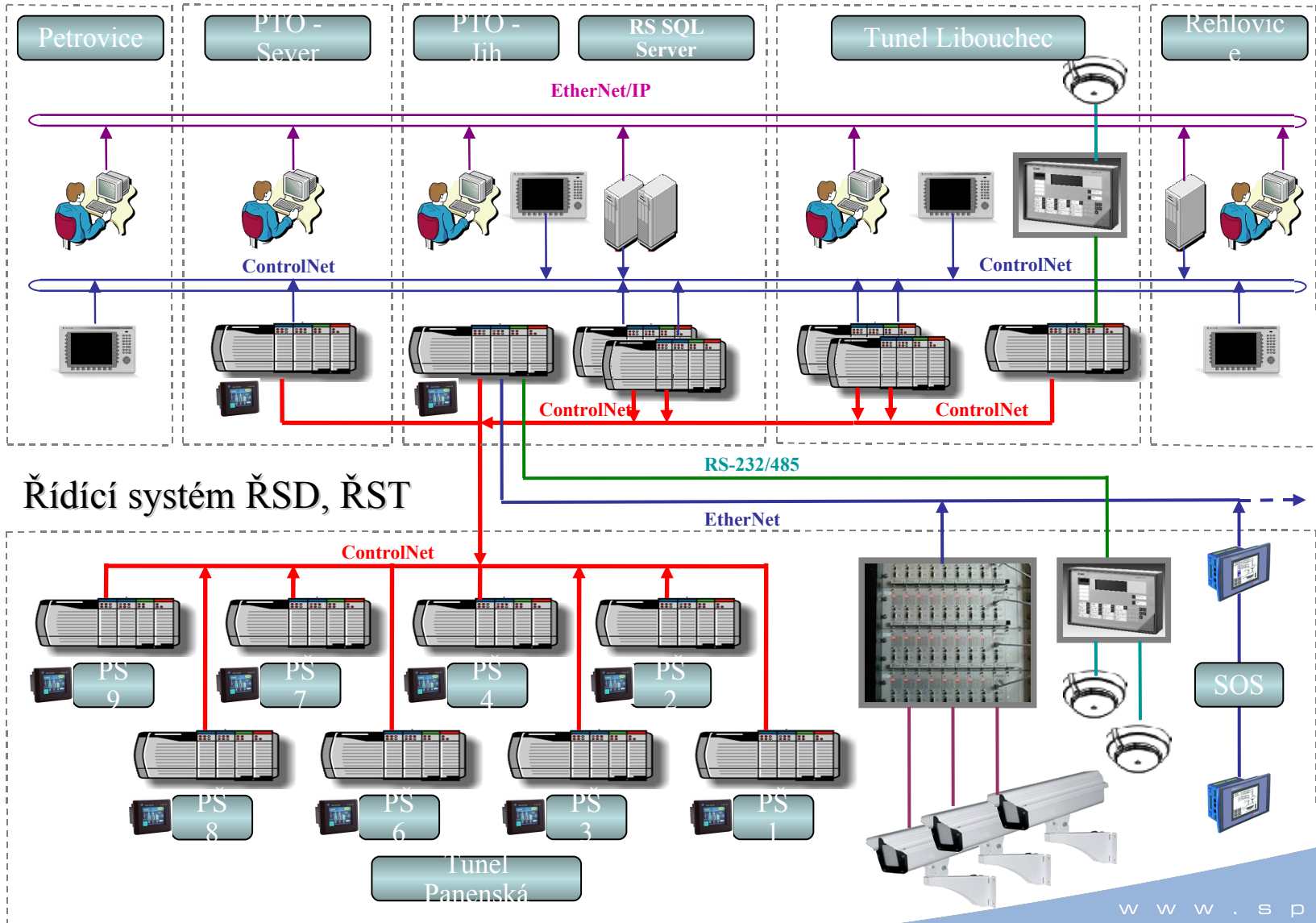
ER – 361 reproduktor, 35 SOS, 128 kamer

EPS, EZS, radiové spojení, MaR

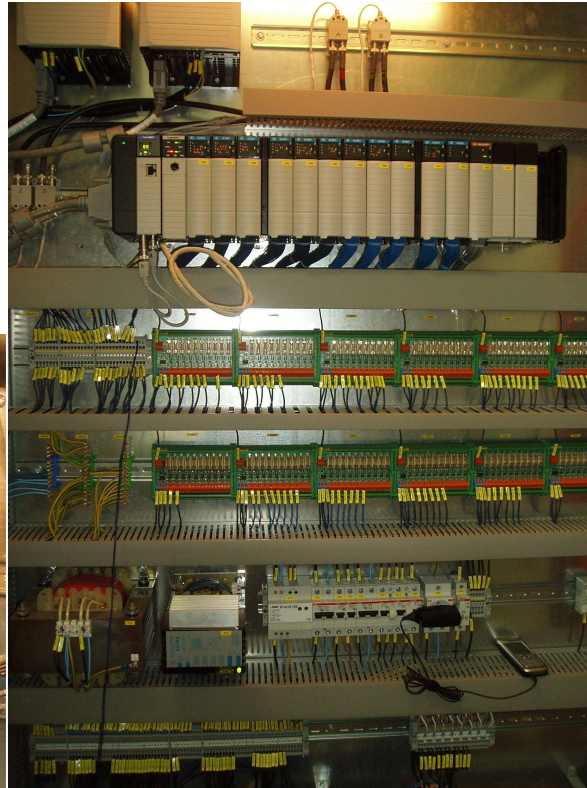
12 dvojic ventilátorů

2 rotační UPS na severu a jihu

# Tunelový ŘS – blokové schéma



# ŘS – spodní úroveň







FM200



# Úsek G - Tunel Panenská

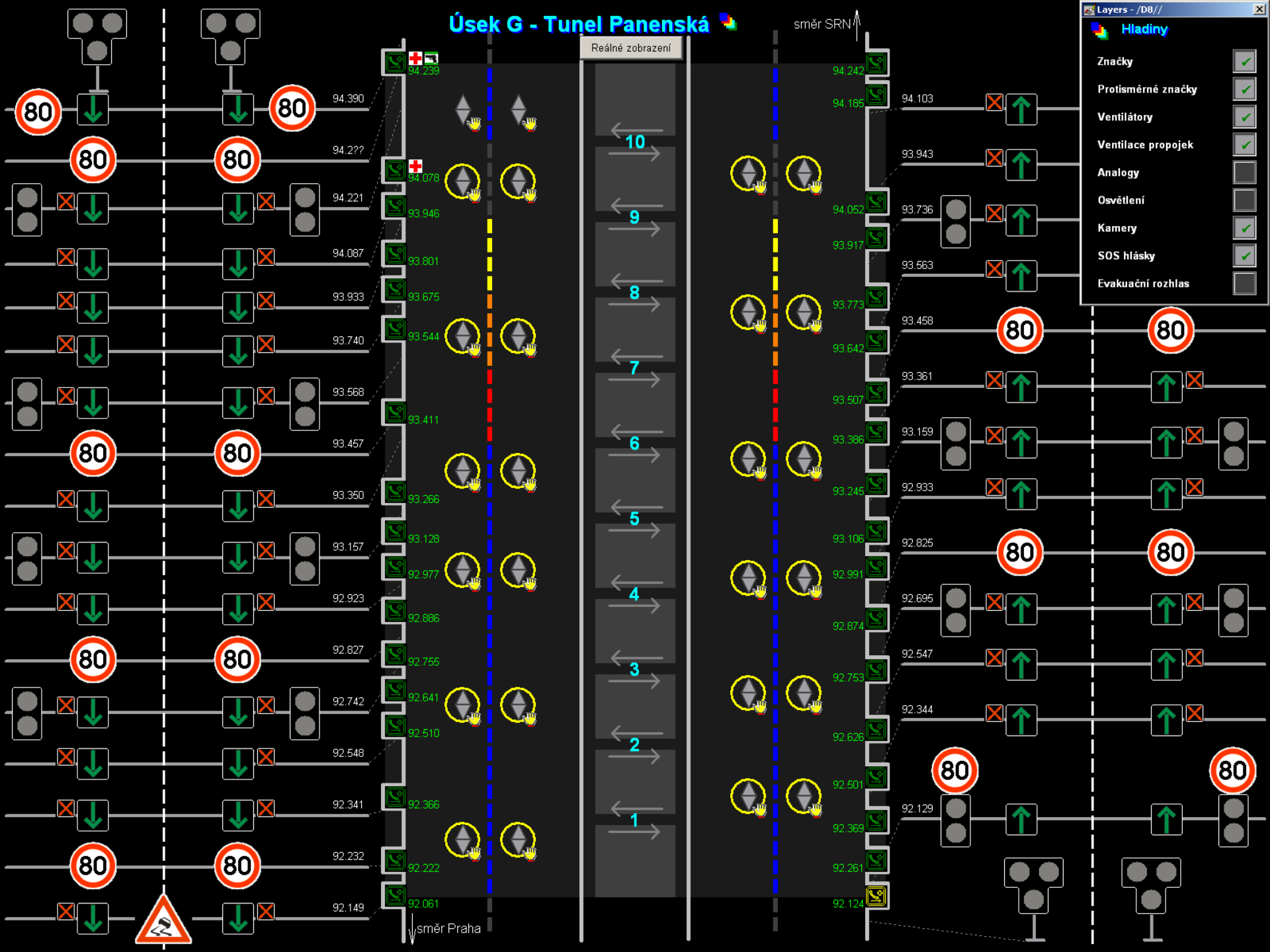
směr SRN

Layers - /D8//

Hlady

- Značky
- Protisměrné značky
- Ventilátory
- Ventilace propojek
- Analogy
- Osvětlení
- Kamery
- SOS hlásky
- Evakuační rozhlas

Reálné zobrazení



směr Praha

# Ovládání značky

Zavři

Značka číslo: Značka [7]

Aktuální stav:



Poruchy:

Porucha A:	<input type="radio"/>	Porucha F:	<input type="radio"/>
Porucha B:	<input type="radio"/>	Porucha G:	<input type="radio"/>
Porucha C:	<input type="radio"/>	Porucha H:	<input type="radio"/>
Porucha D:	<input type="radio"/>	Porucha I:	<input type="radio"/>
Porucha E:	<input type="radio"/>	Porucha J:	<input type="radio"/>

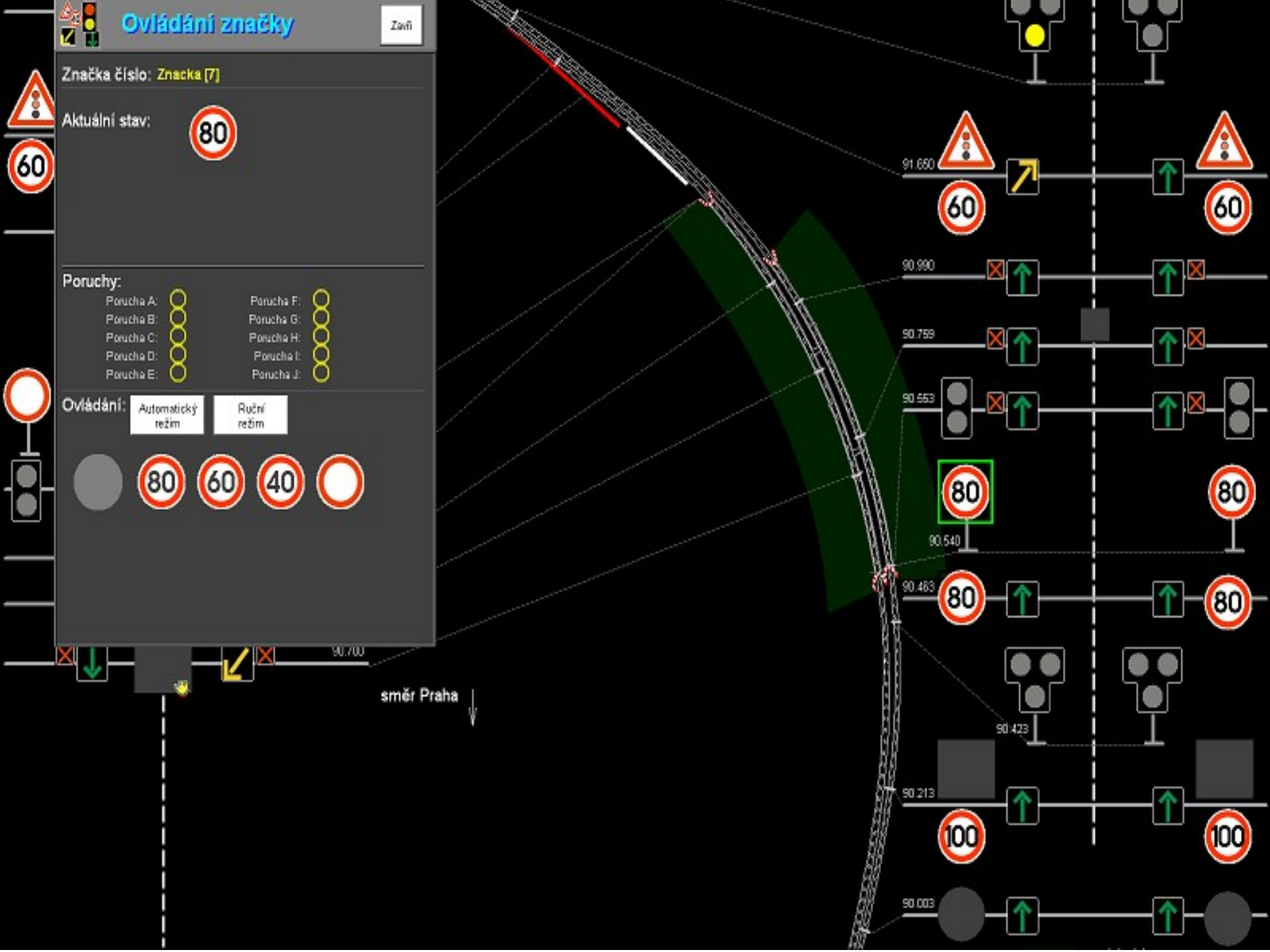
Ovládání:

Automatický režim

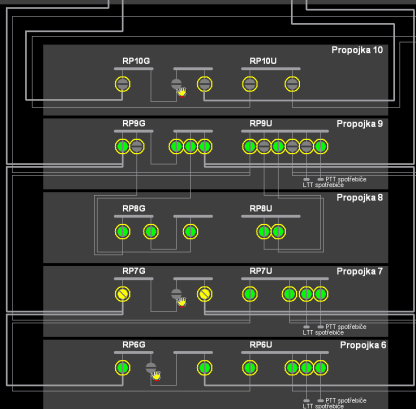
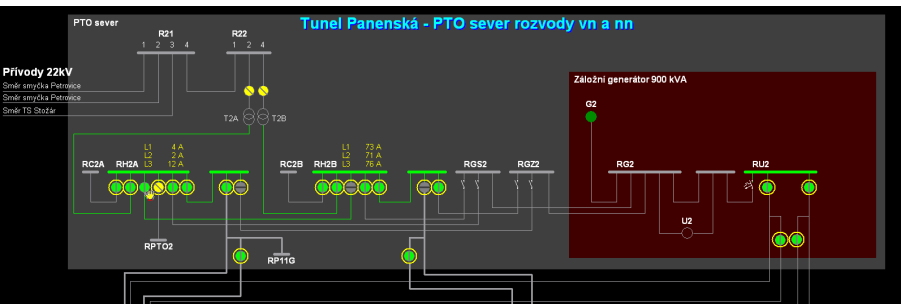
Ruční režim



směr Praha ↓

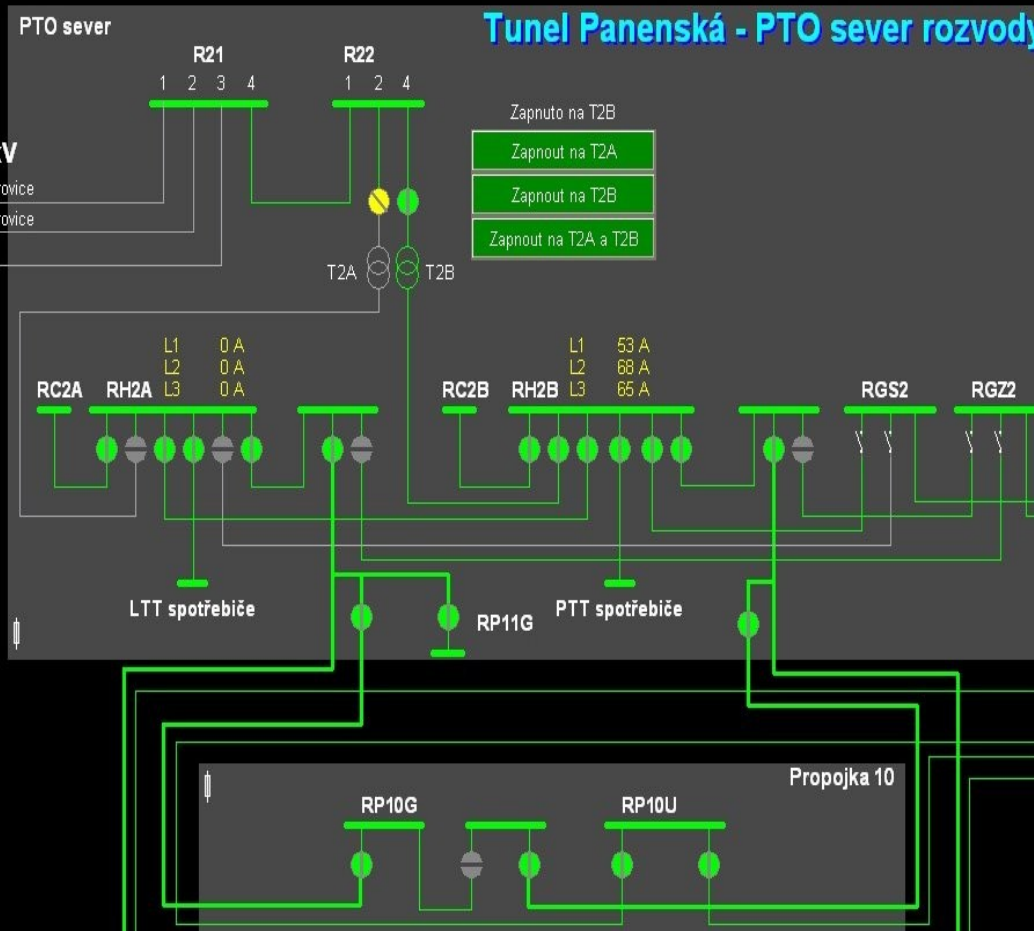


# SCADA



**Alarmy z EPS sever:**  
LTT požár 94,234 km - 94,127 km severní portál  
LTT požár 94,127 km - 92,180 km tunel  
LTT požár 92,180 km - 92,066 km jižní portál  
Požár propojka P6S - P610 (senzáce)  
Stisknutí požární tlačítka v SOS Místce v PTT - sever  
Stisknutí požární tlačítka v SOS Místce v LTT - sever  
Stisknutí požární tlačítka v propojce P6S - P610  
Požár v PTO sever  
Porucha EPS v PTO sever  
Otevírán klíčový trezor - PTO sever

**Prívody 22kV**  
Směr smyčka Petrovice  
Směr smyčka Petřovice  
Směr TS Stožár



**Evakuační rozhlás Panenská**

**LTT**      **PTT**

Rozvod 100V      Okruh      Okruh      Rozvod 100V

Centrální      ZAP   VYP   VYP   ZAP      ZAP   VYP   VYP   ZAP

Smyčka: Rozvod 100V      Okruh      Okruh      Rozvod 100V

5      ZAP   VYP   VYP   ZAP      10      ZAP   VYP   VYP   ZAP

4      ZAP   VYP   VYP   ZAP      9      ZAP   VYP   VYP   ZAP

3      ZAP   VYP   VYP   ZAP      8      ZAP   VYP   VYP   ZAP

2      ZAP   VYP   VYP   ZAP      7      ZAP   VYP   VYP   ZAP

1      ZAP   VYP   VYP   ZAP      6      ZAP   VYP   VYP   ZAP

Hlášení:      Hraj      Požár v tunelu      Požár v tunelu      Hraj

                         Hraj      Nehoda na dálnici      Nehoda na dálnici      Hraj

                         Hraj      Nehoda v tunelu      Nehoda v tunelu      Hraj

                         ZAP      Propojky      Požár v tunelu      Hraj

                         Hraj      Hraj      Nehoda na dálnici      Hraj

                         Hraj      Hraj      Nehoda na dálnici      Hraj

**Veškerá algoritmizace a řízení musí být obsažena v automatech, ve vizualizaci nemá co dělat.**

# Rozsáhlé systémy a jejich riziko bezpečnosti



# Děkuji za Vaši pozornost

**SPEL, spol. s r.o.**

**DDT – divize dopravních technologií**

**<http://ddt.spel.cz>**

**[psvoboda@spel.cz](mailto:psvoboda@spel.cz)**