

# Studie „Koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu ve vazbě na priority programového období 2014-2020 a naplnění požadavků TSI ENE“



Ing, Jaroslav Peroutka SUDOP PRAHA a.s.

Ing, Petr Lapáček KOMOVIA s.r.o

Použité externí zdroje: Ing. Vladivoj Výkruta, 50 let elektrizace tratě Česká Třebová – Praha

Ing. František Palík CsC, Elektrické lokomotivy



- ❖ Je potřebné přejít na tratích SŽDC s. o. ze stávajícího systému napájení 3 kV stejnosměrných na 25 kV střídavých?
- ❖ Pokud ano, tak v jakém horizontu?
- ❖ To byly hlavní otázky, na které hledala odpovědi studie zpracovaná sdružením SUDOP PRAHA a SUDOP Brno pro Ministerstvo dopravy ČR.
- ❖ Dále měla stanovit harmonogram přechodu a finančně tento přechod ohodnotit.

# Historický úvod

- ❑ Elektrizace hlavních tratí v Československu začala po první světové válce trakční stejnosměrnou napájecí soustavou 1,5 kV.
- ❑ Počátkem 20. let minulého století vznikl na ministerstvu železnic ČSR úkol připravit zásadní rozhodnutí o elektrizaci tratí ČSD.
- ❑ Pracovní skupinu řídili Dr. Ing. Jan Bílek a Ing. Emil Kabeš pod vedením ministerského rady Ing. Antonína Balcara.
- ❑ Bylo zpracováno několik projektů, ale nakonec bylo realizováno jen cca 30 km tratí na pražských nádražích a pražských spojovacích tratích.
- ❑ Elektrický provoz na Praha Wilsonovo nádraží byl zahájen 23. 4. 1928. Dále následovalo zahájení elektrického provozu na tzv. pražských spojkách.
- ❑ Tyto spojky zahrnovaly v té době jednokolejnou trať z Wilsonova nádraží do Nuslí (dnešní Praha-Vršovice), z Wilsonova nádraží na Smíchov, z Wilsonova nádraží do Vysočan, z Wilsonova nádraží do tehdejší Libně horního nádraží přes Hrabovku (trať Hrabovka – Libeň horní nádraží byla v té době jediná dvoukolejka tohoto elektrizovaného systému) a spojky Vyšehrad – Nusle a Vítkov – Libeň horní nádraží.
- ❑ Při elektrizaci pražského uzlu prošla změnou i výtopna Praha Wilsonovo nádraží v letech 1926 až 1928. Výtopna se stala domovem pro nově dodané lokomotivy z produkce ČKD, Škoda a Adamovských strojírny o napětí 1500 V ss. Vlastní zatrolejování točny výtopny provedla firma AEG Union Praha.

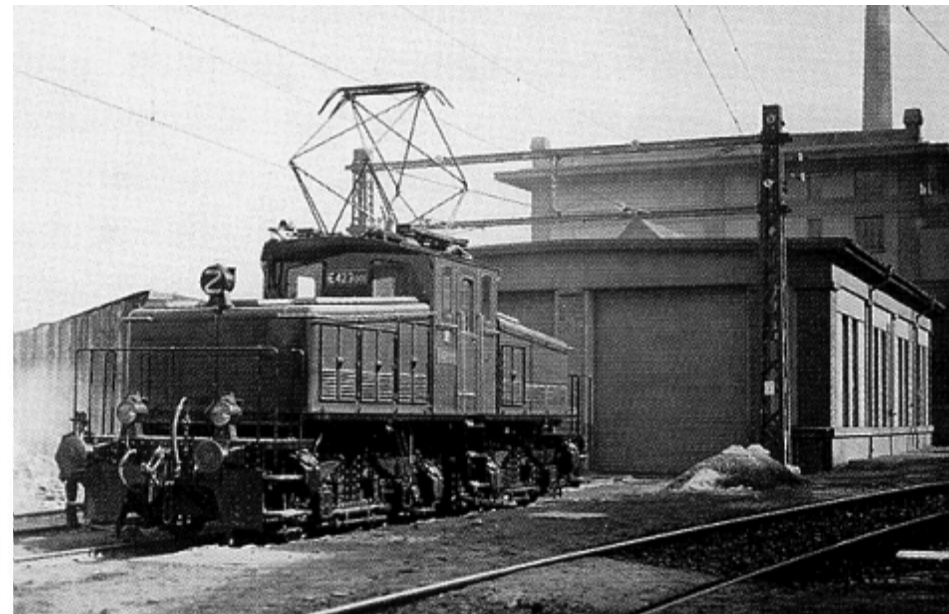
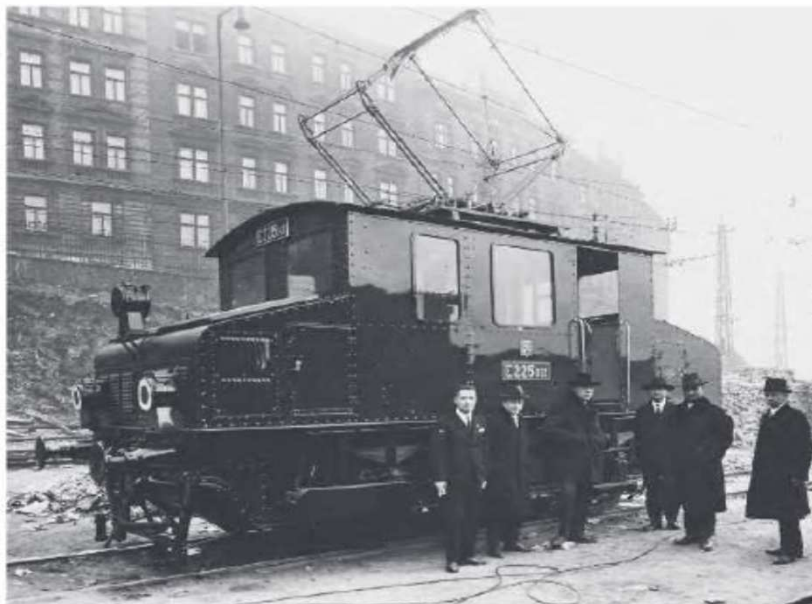


# Historický úvod

- ❑ Pro napájení tratí pražských spojek sloužila měnírna Křenovka. Pro umístění objektu byl vybrán výškově složitý pozemek poblíž severního zhlaví hlavního nádraží mezi tratí bývalé České severní dráhy turnovsko-kralupsko –pražské (později již zrušené vítkovské trati) a bývalé Pražské spojovací dráhy Hrabovka –Smíchov (také zrušené Hrabovské spojky), postavené již v r. 1871 včetně mohutné opěrné zdi
- ❑ Budovu podle projektu Ing.arch Jana Rokose a Ing. Václava Proška z r.1925 postavila od února do konce roku 1927 stavební firma Jaroslava Čeledy. Architektura objektu byla podřízena střídmému funkcionalistickému slohu s pohledovým zdívem z režných cihel při respektování požadavků technologického provozu. Budova byla pro svoje historické, architektonické i urbanistické hodnoty prohlášena v roce 2003 za kulturní památku.
- ❑ Technologii měnírny 22 kV stř. na 1,5 kV ss dodala firma Českomoravská - Kolbeň - Daněk
- ❑ Vlastní objekt sestává ze tří objemově odlišných částí: z přízemní podsklepené východní části, hlavní halové dvoulodní střední části – měnírny a z přízemní západní části – remízy montážních vozů.
- ❑ Západní část, do které byly zaústěny 2 koleje, sloužila původně k provoznímu ošetření akumulátorových posunovacích lokomotiv, po r.1962 do r.1989 zde bylo stanoviště pojízdných měníren a pak stanoviště motorových montážních prostředků.
- ❑ Po rekonstrukci v rámci stavby „Nového spojení“, slouží objekt jako Elektrodispečink tratí zaústěných do uzlu Praha

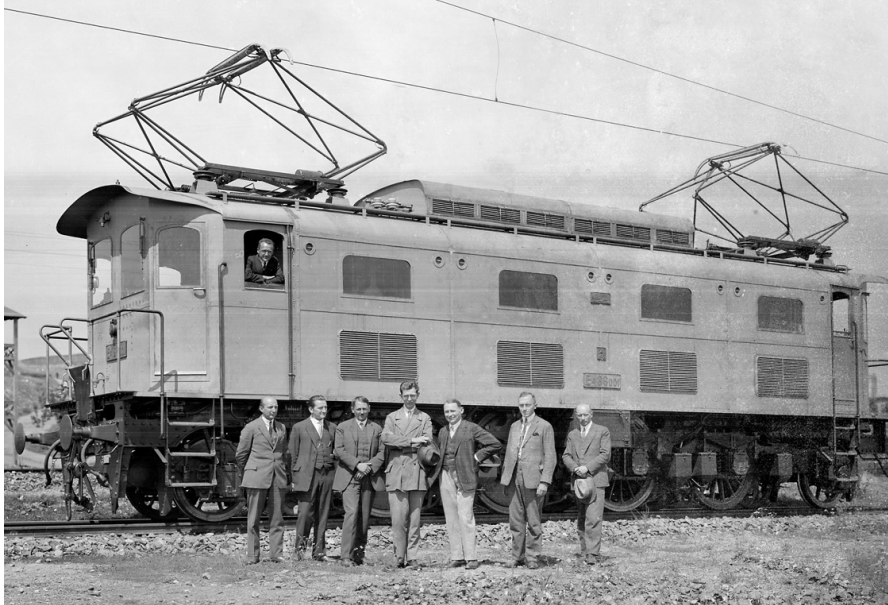
# Historický úvod

- ❑ S rozhodnutím o elektrizaci souvisela i výroba elektrických lokomotiv.
- ❑ Před budovou měřírny Křenovka stojí stroj E 423.001. (foto archiv EŽ Praha)
- ❑ V roce 1927 byla rekonstruována původní Křížíkova lokomotiva a až do roku 1967 používána pro posun na Hlavním nádraží v Praze jako E 225.001



# Historický úvod

- ❑ V roce 1925 ČSD postupně objednaly pro elektrizaci pražských nádraží celkem 18 elektrických lokomotiv pro osobní a nákladní vlaky i posunovací službu, pro napájení stejnosměrným proudem o napětí 1500 V. Z tohoto počtu jednotliví výrobci postavili:
- ❑ Adamovské strojírný ve spolupráci s britskou firmou Metropolitan Vickers dvě lokomotivy E 423.0,
- ❑ Škodovy závody – dvě lokomotivy E 424.0, tři E 466.0 a později ještě dvě E 467.0,
- ❑ Breitfeld, Daněk – dvě lokomotivy E 424.1 s elektrickou částí od firmy Siemens a dvě E 465.0 s elektrickou částí firmy Křižík,
- ❑ ČKD – čtyři lokomotivy E 436.0 a jednu E 466.1.



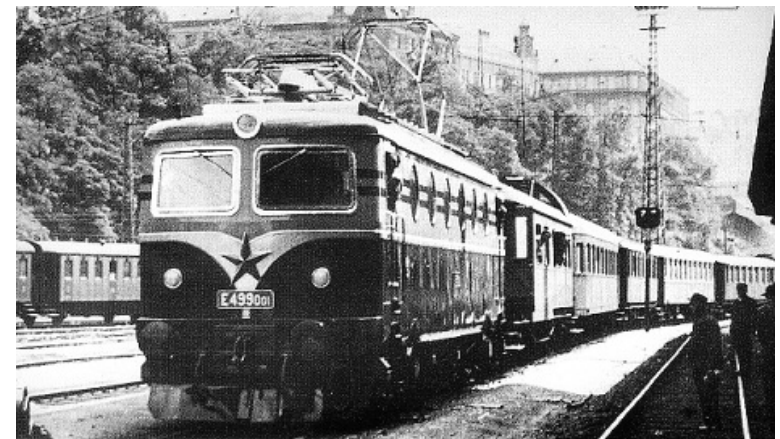
# Historický úvod

- ❑ Prosadit další elektrizaci se nepodařilo. Příčinou byla začínající hospodářská krize a také odpor majitelů uhelných dolů, kteří se právem obávali snížení odbytu kvalitního uhlí dodávaného pro parní lokomotivy.
- ❑ Rokem 1928 skončila elektrizace ČSD na více než 20 let. Za druhé světové války byly sice zpracovány studie na elektrizaci tratě Česká Třebová – Praha a Spišská Nová Ves – Žilina trakční proudovou soustavou 15 kV, 16,7 Hz k realizaci ale nedošlo.
- ❑ V roce 1938 a 1939 vypsaly ještě dvě československé stěžejní technické organizace, SIA (Spolek inženýrů a architektů) a Masarykova akademie práce (MAP), soutěž na řešení dopravních otázek v tehdejší ČSR.
- ❑ Obou soutěžích se zúčastnili naši přední železniční odborníci z ministerstva železnic i ze soukromých firem. V obou soutěžních pracích byla doporučena elektrizace našich hlavních tratí. Obě práce byly oceněny prvními cenami. Soutěžní práce do soutěže vypsané MAP byla vypracována kolektivem odborníků vedených Dr. Ing. Bílkem, Ing. Hanykem a Ing. Jansou.
- ❑ Pro vlastní ekonomické posouzení záměru byly vybrány prakticky všechny dvoukolejné úseky tratí v Čechách a na Moravě v délce 1051 km a nejdůležitější jednokolejné tratě v Čechách o délce 364 km.
- ❑ Vítězný návrh doporučoval použití stejnosměrné soustavy 3 kV. Odborníci již tehdy poukazovali na to, že systém 1,5 kV je pro výkonné elektrické lokomotivy nedostačující.



# Historický úvod

- ❑ Po druhé světové válce svou činnost obnovil Spolek československých elektrotechniků v rámci struktury Elektrotechnického svazu československého (ESČ). Ten svolal na 20. a 21. října 1945 do Prahy svůj XXIV. sjezd. K němu byl vydán sborník a jeho součástí byl příspěvek nazvaný “K elektrizaci železnic v ČSR“, který vycházel z práce autorů Bílek-Hanyk-Jansa z roku 1938.
- ❑ V květnu 1946 bylo vládním usnesením rozhodnuto o elektrizaci 1000 km hlavních tratí ČSD stejnosměrnou trakční soustavou 3 kV.
- ❑ V roce 1946 rozhodlo potom ministerstvo dopravy o elektrizaci celého úseku z Prahy až po Čiernou nad Tisou stejnosměrnou proudovou soustavou 3 kV.
- ❑ První elektrizovaný úsek Československých státních drah Spišská Nová Ves - Žilina byl dán do provozu již dne 25. února 1956.
- ❑ V Čechách byla elektrizace zahájena výkopem prvního základu před pražským zhlavím žst. Poříčany dne 23. 5. 1951. Slavnostní zahájení provozu 7.11.1957





# Historický úvod

- ❑ Dne 7. října 1957 bylo uvedeno do provozu trakční vedení v úseku Velim - Pečky a postupně se připínaly úseky do Prahy středu tak, aby 7. 11. 1957 mohl vyjet první elektrický vlak z Prahy hlavního nádraží do České Třebové. Dne 15. května 1962, tj. 34 let po zahájení elektrického provozu, došlo v pražském uzlu ke změně napětí trakčního vedení na 3000 V.
- ❑ Pravidelný elektrický provoz osobními vlaky na trati Praha – Kolín byl zahájen 19. 3. 1958 a počátkem dubna 1958 jel první nákladní vlak z Vršovic seřadovací nádraží do Dlouhé Třebové.
- ❑ V té době již probíhala pomyslná soutěž mezi dvěma soustavami elektrické trakce - stejnosměrnou s různými hodnotami jmenovitého napětí a střídavou o průmyslovém kmitočtu 50 Hz. Jako nejvhodnější byl uznán proudový systém 25 kV, 50 Hz, kterého bylo později hojně použito při nové elektrizaci železnic evropských států.
- ❑ Střídavý systém všeobecně považován za hospodárnější než stejnosměrný a byl v té době uznán jediným systémem perspektivním. Proto rozhodlo ministerstvo dopravy na základě vládního usnesení č. 279 ze dne 8. dubna 1959, že se vybrané tratě budou elektrizovat jednofázovým střídavým proudem 25 kV, 50 Hz.
- ❑ Konečné rozhodnutí o podobě a vývoji střídavé trakce padlo prof. Ing. Dr. Františka Jansy, DrSc., v roce 1960.
- ❑ Jako zkušební byla vybrána trať z Plzně do Horažďovic předměstí, kde vzápětí začaly elektrizační práce. 29. září 1961 byl zahájen elektrický provoz na zkušebním úseku z Plzně–Koterova do Blovic. Tato trať sloužila především ke zkouškám lokomotiv pro cizí železniční správy (Bulharsko, SSSR). Do Horažďovic předměstí dospěla elektrizace 7. 10. 1963. Další tratě určené k elektrizaci střídavou soustavou byly Kutná Hora – Havlíčkův Brod – Jihlava a Havlíčkův Brod – Brno

# Úvod

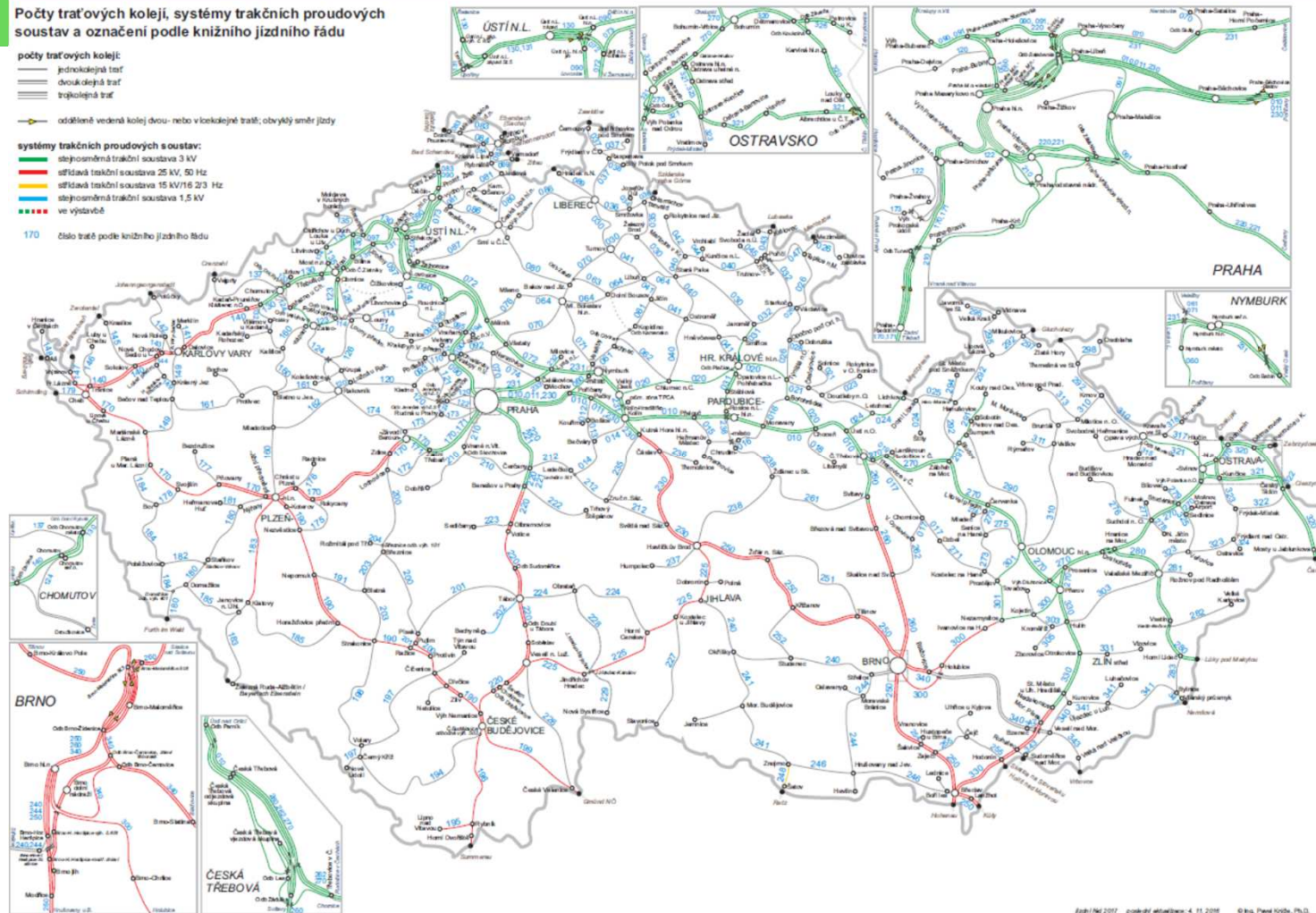


- ❖ Výsledkem předchozího vývoje bylo, že severní část státu je elektrizována stejnosměrným systémem a jižní část střídavým.
- ❖ Bylo zpracováno několik studií, které řešily sjednocení soustav, ale k realizaci nebylo přikročeno. Toto dědictví získali do vínku oba nástupnické státy.
- ❖ V současné době se touto problematikou vážně zabývají oba národní správci infrastruktury, ŽSR a SŽDC s. o.

# Úvod

Počty traťových kolejí, systémy trakčních proudových soustav a označení podle knižního jízdního řádu

- počty traťových kolejí:  
— jednokolejňá trať  
— dvojkolejňá trať  
— trojkolejňá trať  
— oddělené vedené koleje dvou- nebo vícekolejňé tratí; obvyklý směr jízdy
- systémy trakčních proudových soustav:  
— stejnosměrná trakční soustava 3 kV  
— střídavá trakční soustava 25 kV, 50 Hz  
— střídavá trakční soustava 15 kV, 16 2/3 Hz  
— stejnosměrná trakční soustava 1,5 kV  
— ve výstavbě
- 170 číslo tratě podle knižního jízdního řádu



Mapa elektrizace na síti SŽDC s. o.



# System 3kV DC



- ❖ V době svého vzniku byl systém 3 kV dimenzován:
- ❖ pro rychlíky jezdící rychlostí 100 až 120 km/h,
- ❖ pro nákladní vlaky jezdící rychlostí kolem 60 km/h.
- ❖ => pro dopravu rychlíků stačil měrný výkon 4 kW/t, tedy pro vlak o hmotnosti 500 t postačovala lokomotiva o výkonu 2 000 kW.
- ❖ => pro dopravu nákladních vlaků stačil měrný výkon 1 kW/t, tedy pro vlak o hmotnosti 2 000 t postačovala lokomotiva o výkonu 2 000 kW.

- ❖ V současně je systém 3 kV využíván:
- ❖ pro rychlíky jezdící rychlostí 160 km/h,
- ❖ pro nákladní vlaky jezdící rychlostí kolem 100 km/h.

- ❖ Výkon potřebný pro překonání aerodynamického odporu a výkon pro vytvoření kinetické energie rostou se třetí mocninou rychlosti
- ❖ => pro dopravu rychlíků a nákladních vlaků jsou potřebné lokomotivy o výkonu 6 000 kW.



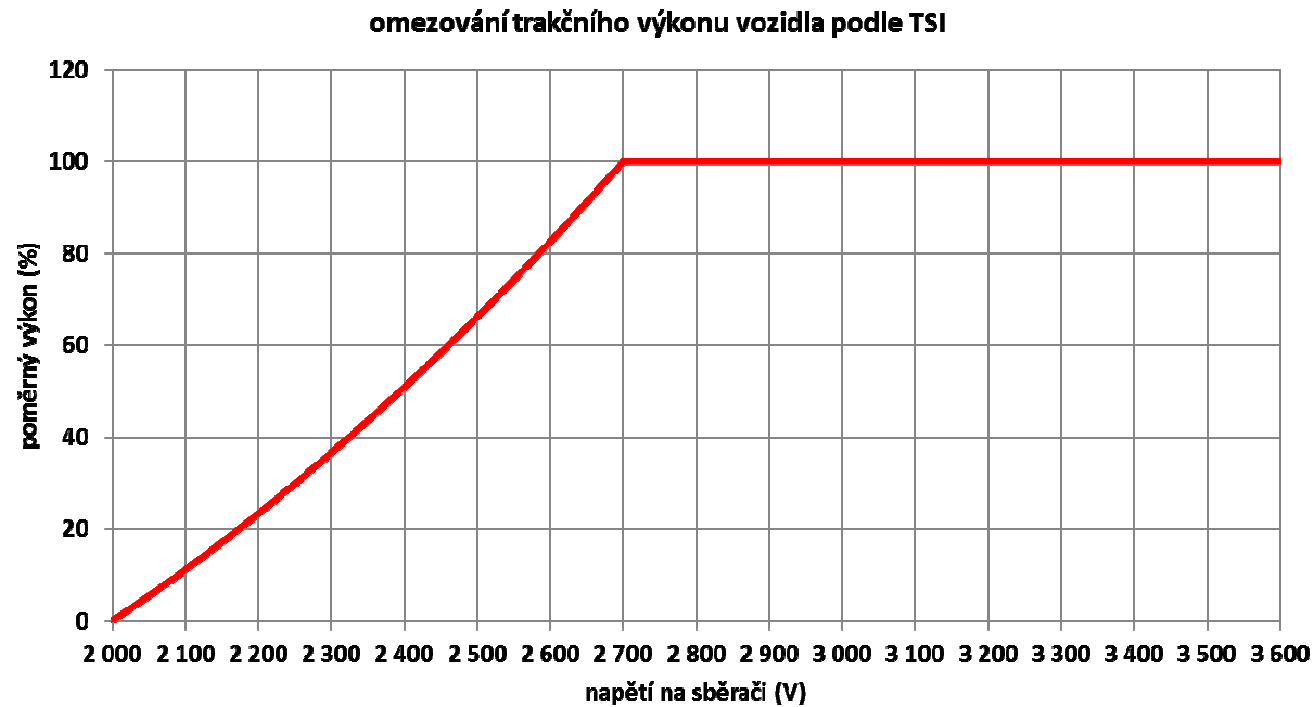
# System 3kV DC



- ✦ V současné době je na síti SŽDC provozováno cca 120 lokomotiv o výkonu kolem 6 000 kW a jejich počet trvale roste. Odebírají 3 x větší proud, než původní lokomotivy o výkonu 2 000 kW a ztráty v trakčním vedení jsou až 9 x větší.
  
- ✦ Důsledky:
  - ✦ velké ztráty v trakčním vedení (běžně i 20 až 30 %),
  - ✦ nízký trakční výkon vozidel v důsledku poklesu napětí – nedodržování jízdních dob podle jízdního řádu,
  - ✦ nucené omezování výkonu vozidel při poklesu napětí pod 2 700 V (viz EN 50 388 a TSI LOC&PAS),
  - ✦ nesplnění kvality napájení podle EN 50 388,
  - ✦ vysoké dotykové napětí na kolejnicích (několikanásobné překračování mezí uvedených v EN 50 122) – souvislost se zvýšením měrného odporu kolejnic legováním,
  - ✦ poškozování stykových tlumivek vysokými proudy,
  - ✦ poškozování kovových konstrukcí bludnými proudy,
  - ✦ ohrožování vozidel podélnými proudy,
  - ✦ nebezpečí zavlečení zpětného proudu do nulového vodiče systému 3 AC 230V/400 V,
  - ✦ nebezpečí zavlečení zpětného proudu do systému uzemnění hromosvodů.

# System 3kV DC

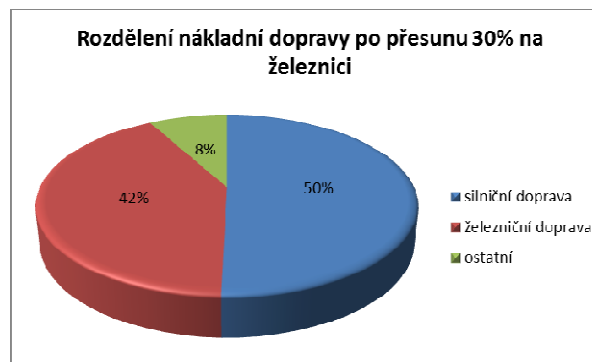
- 📌 Omezení výkonu napětím podle TSI LOC & PAS (EN 50 388):





# Rozvoj železniční dopravy

- Podle usnesení vlády ČR č. 362 /2015 má být v dopravě v ČR v rozmezí let 2015 a 2030:
  - snížena spotřeba ropných paliv z 59 miliard kWh/rok na 50 miliard kWh/rok,
  - zvýšeno využití elektrické energie v dopravě z 2,4 miliard kWh/rok na 4,3 miliard kWh/rok .
- Podle usnesení vlády ČR č. 978 /2015 má být v ČR do roku 2030 převedeno minimálně 30 % nákladní dopravy ze silnic na železnice.



- Závěrečný protokol z Pařížské klimatické konference OSN ze dne 12.12.2015

# Rozvoj železniční dopravy



- Nástrojem k řešení je posílení elektrického napájení drah (strukturální subsystém Energie)

- zvýšení výkonnosti stávajících pevných trakčních zařízení
- elektrizace dalších tratí s potenciálem růstu přepravních výkonů

- moderní zabezpečovací systém mezinárodních standardů, ERMTS/ETCS

- Rozsah trakčních proudových soustav v ČR

➤ Celková délka tratí v ČR	9.459 km	100 %
➤ 3kV DC	1.795 km	19,0 %
➤ 25kV, 50Hz	1.382 km	14,6 %
➤ Celkem elektrizováno	3.177 km	33,6%



# Rozvoj železniční dopravy



- Intenzita železniční dopravy souvisí s přenosovou schopností vedení, tedy se schopností hospodárně přenášet výkon na určitou vzdálenost. Ta je definována poměrem ztrát výkonu k přenášenému výkonu:

- $$p = \Delta P / P = RI^2 / UI = R \cdot P / U^2 = r \cdot L \cdot P / U^2$$

- p ... poměrné ztráty přenosem energie

- $\Delta P$  ... ztráty přenosem energie

- P ... přenášený výkon

- R ... odpor vedení

- r ... gradient odporu vedení

- L ... délka vedení

- U ... napětí

- I ... proud



- Skutečnost, že přenosová schopnost vedení stoupá s druhou mocninou napětí, se již v minulosti stala příčinou použití vysokého napětí a to jak v energetice (přenosové i distribuční sítě), tak i na železnici. Přejít ze systému 3 kV na systém 25 kV znamená (při stejné vzdálenosti a stejném odporu vedení) snížení ztrát ve vedení v poměru  $(25/3)^2 = 8,32 = 69$  (tzn. v systému AC jsou ztráty 69x menší než v DC).



# Zásady řešení

Pro splnění výše uvedených úkolů je nutné provést v oblasti subsystému Energie:

- ◆ **zvýšení výkonnosti pevných trakčních zařízení a snížení ztrát na již elektrizovaných tratích,**
- ◆ **vytvoření podmínek pro ekonomicky efektivní elektrizaci dalších tratí (zejména v severní části státu),**
- ◆ **na jednotný napájecí systém 25 kV / 50 Hz je potřebné přejít programově, a to tak, aby bylo optimálně využito již připravovaných modernizačních akcí na trakčním zařízení stávající železniční sítě, i budoucí výstavby vysokorychlostních tratí,**
- ◆ **efektivní příprava na výstavbu VRT na území ČR bude umožněna pokud bude provedena konverze.**

# Zásady řešení Napájecí stanice

- ❖ Záměrem při přechodu napájení z DC trakce na AC trakci využívat stávající napájecí body z distribuční soustavy – tedy přebudovat měnírny na transformovny (pokud možno bez potřeby budovat další distribuční liniová vedení – obtížný průchod územím)
- ❖ Jednou z možností je použití aktivních balancérů bude zajištěna symetrie odběru a lze tedy tato odběrná místa využít a to (v rámci dovoleného výkonového limitu) ze sítě 110 kV v místech nízkého zkratového výkonu),
- ❖ Balancéry zajistí rozložení jednofázového odběru do všech tří fází distribuční sítě.
- ❖ Stejných výsledků lze dosáhnout pomocí statických měničů jako technologie pro symetrizaci odběru.
- ❖ Ty při napájení TV 25 kV AC jednotnou fází (bez prostřídání) zajistí rovnoměrnost zatížení všech tří fází distribuční sítě. Jde o technologii již ze stejných důvodů v zahraničí úspěšně zavedenou a používanou.
- ❖ Tím budou splněny jak požadavky ze strany železnice a tak i požadavky energetiky
- ❖ Studie řešila i rekonstrukci TNS napájených z rozvodu 22kV byly uvažovány dvě varianty přestavby napájecí stanice. Tento způsob napájení je uvažován pouze ve výjimečných případech

# Zásady řešení

Technické řešení trakčního vedení – při konvezri na 25 kV stř.

## ❖ Popis a postup řešení TV

### ❖ ETAPA 1 - změna izolačního stavu trolejových vedení pro navrhovanou hladinu 25kV

❖ V této etapě se předpokládá i montáž nových bleskojistik nebo omezovačů přepětí pro střídavou AC soustavu 25kV 50Hz s připojením na TV tak, že současně zůstane funkční stávající ochrana před atmosférickým přepětím trakční soustavy DC 3kV a to až do změny napájení TV řešené v etapě 3.

### ❖ Úpravy trolejových vedení v místech nadjezdů, tunelů a lávek:

❖ a) Bez úpravy TV

❖ b) Úprava volného průběhu systému TV

❖ c) Úprava volného průběhu systému TV s omezením max. zdvihu nosného lana

❖ d) Úprava železničního svršku a průběhu systému s omezením maximálního zdvihu nosného lana

❖ e) Mimořádně snížená výška troleje

### ❖ Úprava sekcí TV a DOO:

❖ Úpravy TV pro změnu izolačního stavu železničních stanic je možné využít i pro přípravu na změnu rozdělení TV do nových sekcí podle aktualizovaných požadavků dopravní technologie

# Zásady řešení

Technické řešení trakčního vedení – při konvezri na 25 kV stř.

- ❖ **ETAPA 2 - příprava připojení napájecích stanic (TNS), spínacích stanic (SpS) a ostatních transformátorů (pro UNZ, EPZ ) na TV.**
- ❖ **V této etapě se uvažuje nová výstavba TNS, SpS a transformátorů. Do trolejových vedení budou vloženy děliče TV 25kV pro neutrální pole napájecích a spínacích stanic (pokud budou navrženy) a provizorní neutrální pole pro styk trakčních soustav.**
- ❖ **Dále se počítá s realizací nových napájecích převěsů a kabelových vedení napájecích a zpětných vedení tak, aby se minimalizovala vlastní celková výluka přepojovaného úseku pro práce popsané v etapě 3.**



# Zásady řešení

Technické řešení trakčního vedení – při konvezri na 25 kV stř.

- ◆ **ETAPA 3 - připojení napájecích stanic (TNS), spínacích stanic SpS na TV**
- ◆ **Nastane po odpojení stávajících trakčních měníren (MR), v trakčním vedení se počítá s odpojením a demontáží bleskojistik TV DC soustavy, vzdušných a kabelových napájecích vedení, s demontáží zpětných kabelových vedení včetně rozvaděčů**
- ◆ **V případech, kdy umístění napájecí stanice AC 25kV je v blízkosti měnírny DC, se počítá s využitím stávajících vzdušných linek napájecích vedení pro připojení TNS AC 25kV na TV (například linky Koštov, Libochovany atd.)**

# Zásady řešení

Technické řešení zabezpečovacího zařízení– při konverzi na 25 kV stř.



- ◆ Rozhodujícím ukazatelem, zda zařízení je vyhovující pro úpravu, je 3. kategorie zabezpečovacího zařízení
- ◆ U staničního zabezpečovacího zařízení (SZZ) se jedná o zařízení: AŽD71, SZZ-ETB, ESA 11, ESA 33 a ESA 44.
- ◆ U traťového zabezpečovacího zařízení (TZZ) jsou to zařízení: AB 3-82, AB 3-88 a ABE-1.
- ◆ Pokud je zařízení vyhovující, uvažuje se většinou pouze výměna jeho kabelizace, v některých případech dochází i k výměně prostředků pro kontrolu volnosti úseků.
- ◆ Výjimečně se v některých úsecích určených ke konverzi nacházejí zařízení, která vyhovují i včetně kabelizace a prostředků pro kontrolu volnosti.
- ◆ Pokud je zařízení nevyhovující, je navrženo jeho nahrazení zařízením novým.
- ◆ Nově zřizovaná zabezpečovací zařízení budou elektronická, budou 3. kategorie, musí umožňovat zapojení do DOZ a musí být schopna součinnosti s ETCS.

# Zásady řešení

Technické řešení sdělovacího zařízení – při konverzii na 25 kV stř.



- ❖ **Dálkové metalické kabely-dálkové metalické kabely, jak na elektrifikovaných tratích, tak i na přípojných tratích je navrženo před přepnutím ze stejnosměrné trakce 3kV na střídavou trakci 25kV/50 Hz zrušit bez náhrady**
- ❖ **Traťové metalické kabely -traťové metalické kabely bez stínění, jak na elektrifikovaných tratích, tak i na přípojných tratích je navrženo před přepnutím ze stejnosměrné trakce 3kV na střídavou trakci 25kV/50 Hz zrušit bez náhrady**
- ❖ **Dálkové (i závěsné) optické kabely ČD-Telematika a.s. -kabely nejsou ohroženy nebezpečnými vlivy a tak při přechodu na střídavou trakci 25kV/50Hz není třeba na nich provádět žádná opatření**
- ❖ **Dálkové (i závěsné) optické kabely SŽDC s. o. - z důvodu rušení starých dálkových metalických kabelů a vzrůstem dalších nároků na vlákna v dálkových optických kabelech, je navrženo položit druhý optický kabel tzv. Traťový optický kabel (TOK) s minimálně 48 vláknů v místech, kde je kapacita stávajících DOK nedostačující.**
- ❖ **Místní kabelizace v jednotlivých ŽST - místní metalické kabelizace v jednotlivých ŽST budou buď pokud jsou nevyhovující nahrazeny, nebo v případě použití stíněných kabelů upraveny.**

# Zásady řešení

Technické řešení sdělovacího zařízení – při konverzi na 25 kV stř.



- ❖ **Přenosový systém** - na nově vybudovaných, anebo stávajících optických trasách se navrhuje vybudovat nový přenosový systém s paketovým synchronním přenosem
- ❖ **Trat'ové radiové systémy** - V současné době jsou koridorové elektrifikované tratě pokryté sítí systému jak GSM-R, tak i TRS (duální provoz). Ostatní elektrifikované tratě jsou pokryté pouze signálem sítě TRS.
- ❖ **Od 1.1.2017 bude na tratích s GSM-R systémem radiový systém TRS postupně vypínán z provozu.**
- ❖ **Na tratích, kde zůstane v provozu TRS i po konverzi trakce, bude nutná zajistit propojení základnových radiostanic TRS po kabelových vedeních odolných vlivu střídavé trakce**
- ❖ **Dispečerská řídicí technika** - zařízení řídicí dispečerské techniky (DŘT), je v současné době z velké části přenášena pomocí modemů na metalických okruzích.
- ❖ **V případě přechodu na optické kabely bude nutná náhrada stávajícího systému na systém, který lze provozovat po nových přenosových systémech tedy systémy s paketovým přenosem pro ethernet sítích.**



# Efekty změny systému 3 kV na 25 kV



- ◆ V roce 2015 bylo v ČR v síti SŽDC 1 795 km tratí napájených systémem 3 kV.
- ◆ Byla na nich vykonána dopravní práce cca 40 miliard tkm a k tomu bylo při měrné spotřebě cca 22 Wh/tkm spotřebováno 884 milionů kWh elektrické energie na vstupu celkem 63 trakčních napájecích stanic.
- ◆ Podle dopravní sektorové strategie MD ČR má v rozmezí let 2015 až 2035 dojít na železnici:
  - ◆ - nárůstu přepravních výkonů osobní železniční dopravy na 1,434 násobek,
  - ◆ - nárůstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy na 1,193 násobek.
- ◆ Tratě elektrizované systémem 3 kV patří z velké většiny do sítě TEN-T, tedy do té části sítě, která je nejvíce zatížena (27 % délky tratí vykonává 77 % přepravních výkonů osobní železniční dopravy a 90 % přepravních výkonů nákladní železniční dopravy) a nejvíce na ni roste přepravní poptávka.

# Efekty změny systému 3 kV na 25 kV



◆ Proto je velmi reálné předpokládat v rozmezí dvaceti let 2015 až 2035 na tratích SŽDC dosud elektrifikovaných systémem 3 kV:

◆ - růst přepravních výkonů osobní železniční dopravy na 1,56 násobek, což odpovídá ročnímu nárůstu přepravních výkonů o 2,8 %,

◆ - růst přepravních výkonů nákladní železniční dopravy na 1,68 násobek, což odpovídá ročnímu nárůstu přepravních výkonů o 3,4 %.

◆ S ohledem na vývoj v létech 2010 až 2015 i s ohledem na další trendy jde o velmi konzervativní odhad.

◆ Avšak u dimenzování pevných trakčních zařízení je nutnou uvažovat i dynamičtější vývoj a napájení elektrických drah dimenzovat tak, aby neomezovalo možnosti, které trať, způsob řízení a zabezpečení vlakové dopravy i vozidla umožňují.

# Úspory elektrické energie



- ❖ Nevýhodou systému 3 kV je nízká účinnost trakčního vedení, která navíc klesá s rostoucím výkonem.
- ❖ Další energetickou nevýhodou systému 3 kV ve srovnání se systémem 25 kV je nižší úspěšnost rekuperace (schopnost vrátit při brždění energii do napájecí soustavy).
- ❖ Úspory energie při náhradě systému 3 kV systémem 25 kV tedy mají tři příčiny:
  - ❖ nižší ztráty při přenosu energie z napájecí stanice k vozidlu,
  - ❖ nižší ztráty při zpětném přenosu rekuperované energie
  - ❖ vyšší úspěšnost rekuperačního brždění
- ❖ Úspory elektrické energie proto jsou značné: činí cca 30 %.

# Úspora investičních a provozních nákladů při dokončování elektrizace sítě železnic SŽDC



- ✦ Zejména na jednokolejných tratích, na kterých je jízdní řád podmíněn křížováním vlaků v určitých stanicích, vychází velmi velký poměr mezi jmenovitým výkonem, na který musí být napájecí stanice dimenzovány a jejich středním výkonem, na který jsou zatěžovány.
- ✦ Napájecí stanice totiž musí být instalovány blízko sebe na vzdálenost cca 20 km. Je proto logické, že při uvažování systému 3 k V vychází elektrizace těchto tratí nerentabilně.
- ✦ Zcela jiné řešení umožňuje střídavý napájecí systém 25 k V. Jeho vyšší přenosová schopnost vytváří předpoklady pro mnohem hospodárnější řešení
- ✦ zejména při použití systému jednotné fáze (dvoustranné napájení) se vzdáleností napájecích stanic do cca 100 km.

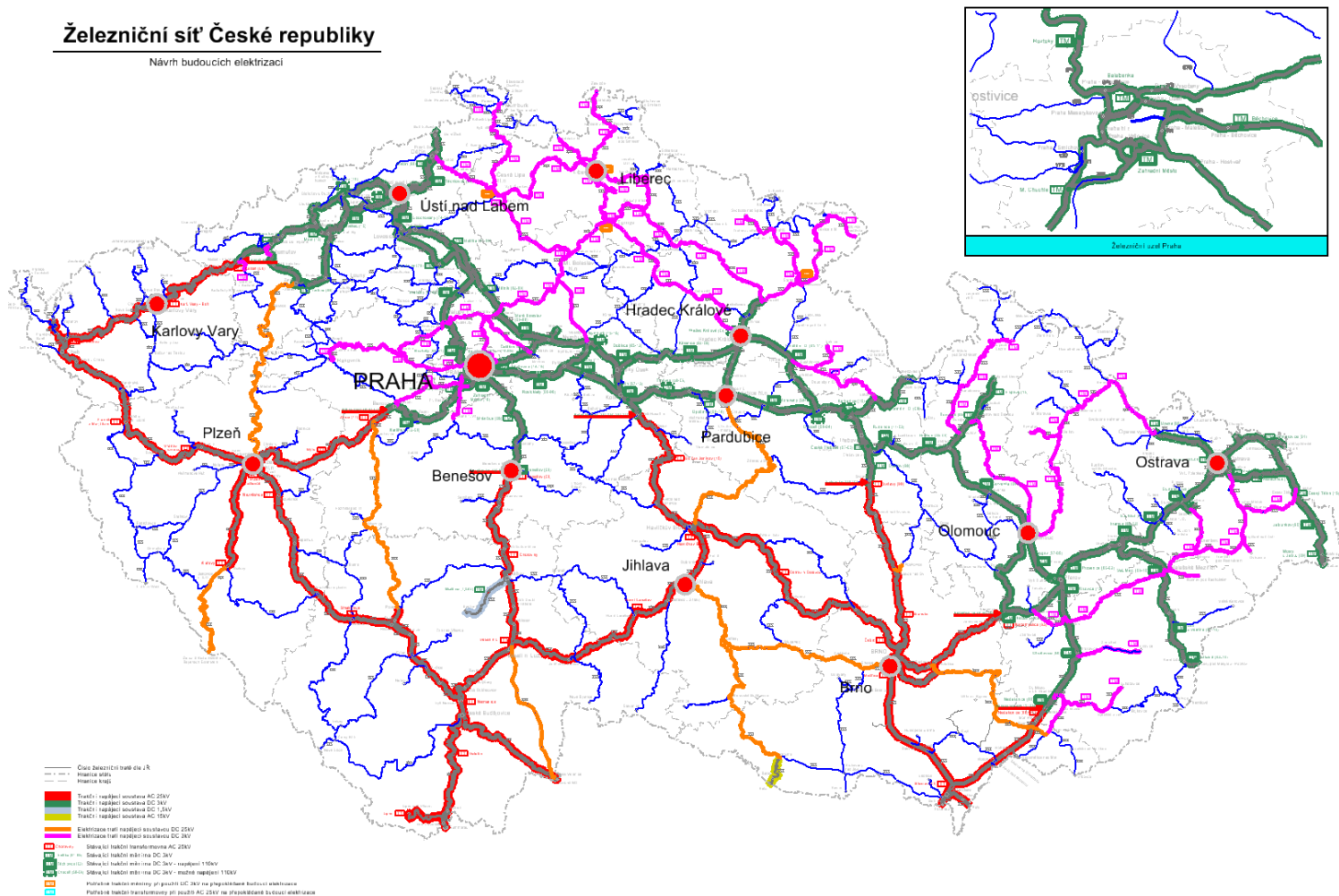


# Návrh budoucích elektrizací



## Železniční síť České republiky

Návrh budoucích elektrizací



# Úspory při budování vysokorychlostního železničního systému



- ◆ Další zásadní investiční a provozní úspora sjednocení napájení železnic v ČR na hodnotu 25 kV se týká vysokorychlostního železničního systému.
- ◆ Vysokorychlostní tratě mají v budoucnu spojovat mimo jiné i města Ústí nad Labem, Praha, Přerov a Ostrava.
- ◆ Ta se nacházejí v oblasti, která je dosud napájena napětím 3 kV.
- ◆ Vysokorychlostní železnice je však nutno napájet napětím 25 kV, neboť jízda vysokou rychlostí (kolem 300 km/h) vyžaduje vysoké výkony, které již nejsou stejnosměrné systémy schopny zajistit.

# Úspory při budování vysokorychlostního železničního systému

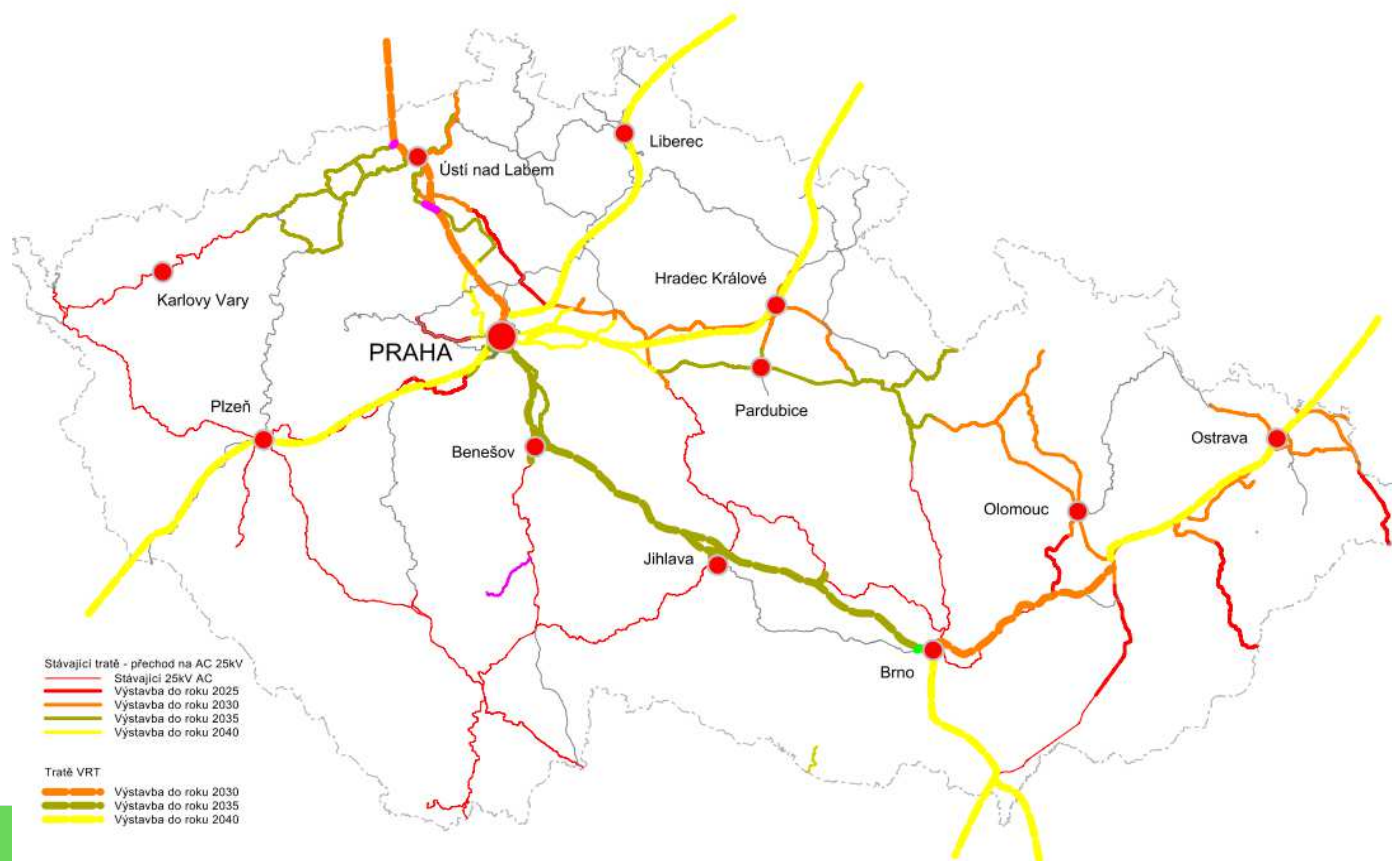


- ◆ **Zaústění vysokorychlostní trati napájené napětím 25 kV do železničního uzlu napájeného napětím 3 kV by bylo velmi nešťastným řešením z těchto důvodů:**
- ◆ - v průběhu rozjezdu, kdy vlak potřebuje co nejradiálněji akcelarovat, aby co nejdříve získal traťovou rychlost, musí při změně systému 3 kV na 25 kV přerušit tažnou sílu. Tím dochází k nepříjemné ztrátě času, kterou je možno kompenzovat jedině následnou jízdou vyšší rychlostí, tedy s vyšší spotřebou energie,
- ◆ - velkou komplikací je přejíždění mezi konvenční tratí a tratí VRT. Na těchto přechodech musí být nainstalováno klasické dělení mezi napájecími systémy. Vlaky při pomalém najíždění z konvenční tratě na VRT budou blokovat provoz na této hlavní trati.
- ◆ **Proto je přeměna napájení železničních uzlů Ústí nad Labem, Praha, Přerov a Ostrava ze 3 kV na 25 kV velmi racionálním přípravným krokem (vkladem) pro integraci ČR do evropské sítě vysokorychlostních železnic.**

# Řešení návaznosti uzlů na vysokorychlostní tratě



- Na mapce níže je patrný časový průběh sjednocení napájecích soustav i předpokládaný průběh výstavby VRT.
- Problematické může být pouze napojení VRT do uzlů Ústí n/L a Praha, předpokládá dřívější zaústění VRT oproti provedení konverze.



# Úspory odstraněním stykových míst



✦ V síti železnic SŽDC existuje 7 míst styku soustav 3 kV a 25 kV :

✦ Kadaň

✦ Králův Dvůr

✦ Benešov

✦ Kutná Hora

✦ Svitavy

✦ Nezamyslice

✦ Nedakonice

✦ Styková místa pochopitelně komplikují provoz.

✦ Sjednocením napájecích systémů na úroveň 25 kV styková místa vymizí.

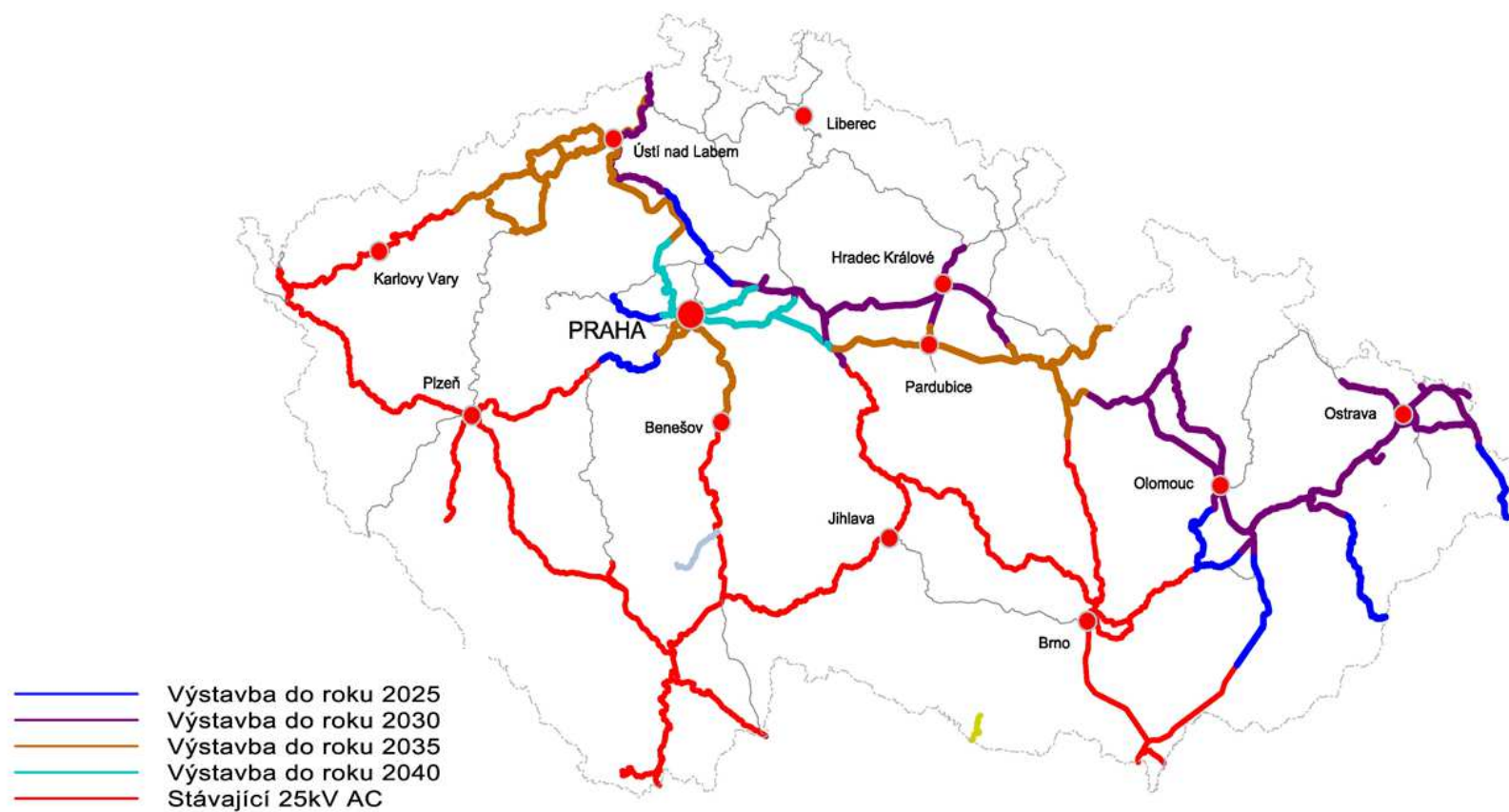


# Zvýšení výkonnosti subsystému ENE

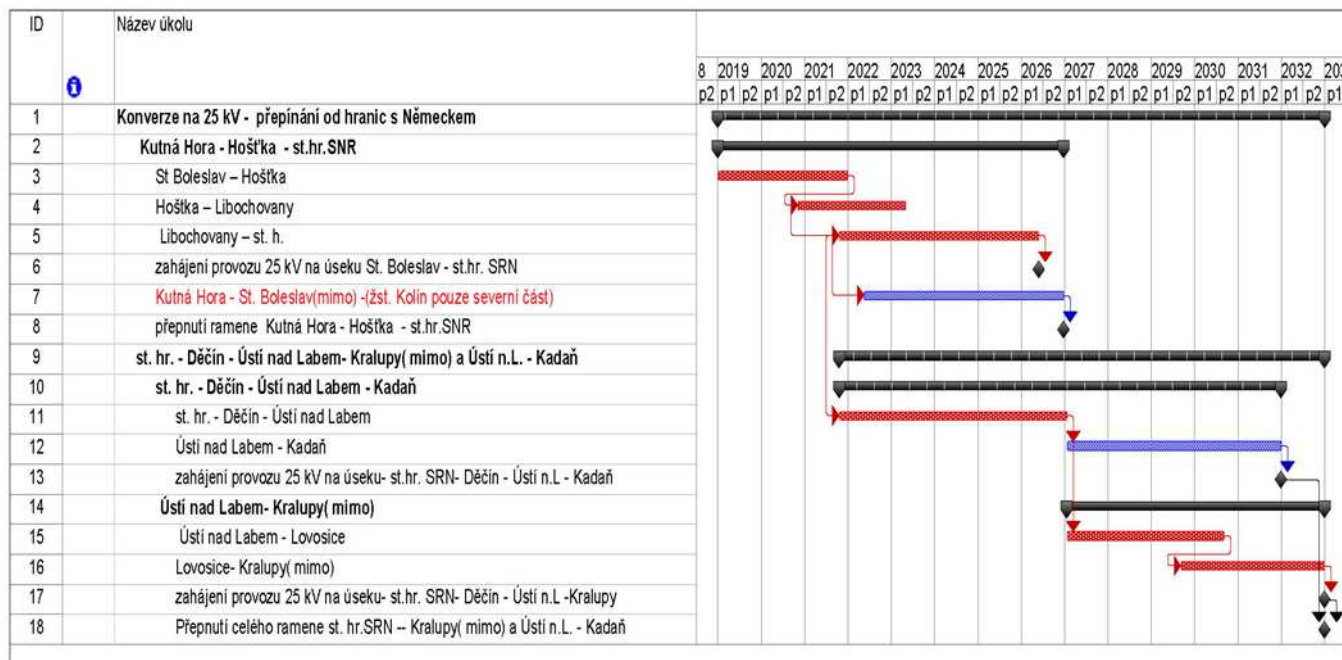


- ❖ **Přechod ze systému 3 kV na systém 25 kV, který disponuje výrazně vyšší přenosovou schopností vytváří podmínky k tomu, aby vozidla disponovala neomezovanými trakčními vlastnostmi a dodržovala jízdním řádem stanovené jízdní doby.**
- ❖ **Nízká přenosová schopnost napájecího systému 3 kV, má vliv nejen na dodržování jízdního řádu, ale i na jeho konstrukci. Jde o elektrická následná mezidobí. Pro dopravu vlaku daným traťovým úsekem je potřebné určité množství energie.**
- ❖ **Nemá-li být překročen výkon pevných trakčních zařízení, nesmí vlaky jezdit v intervalu kratším než elektrické následné mezidobí.**
- ❖ **Schopnost systému 25 kV umožnit jízdu vlaků v těsnějším sledu, než dovoluje současný stav systému 3 kV je také významným přínosem.**

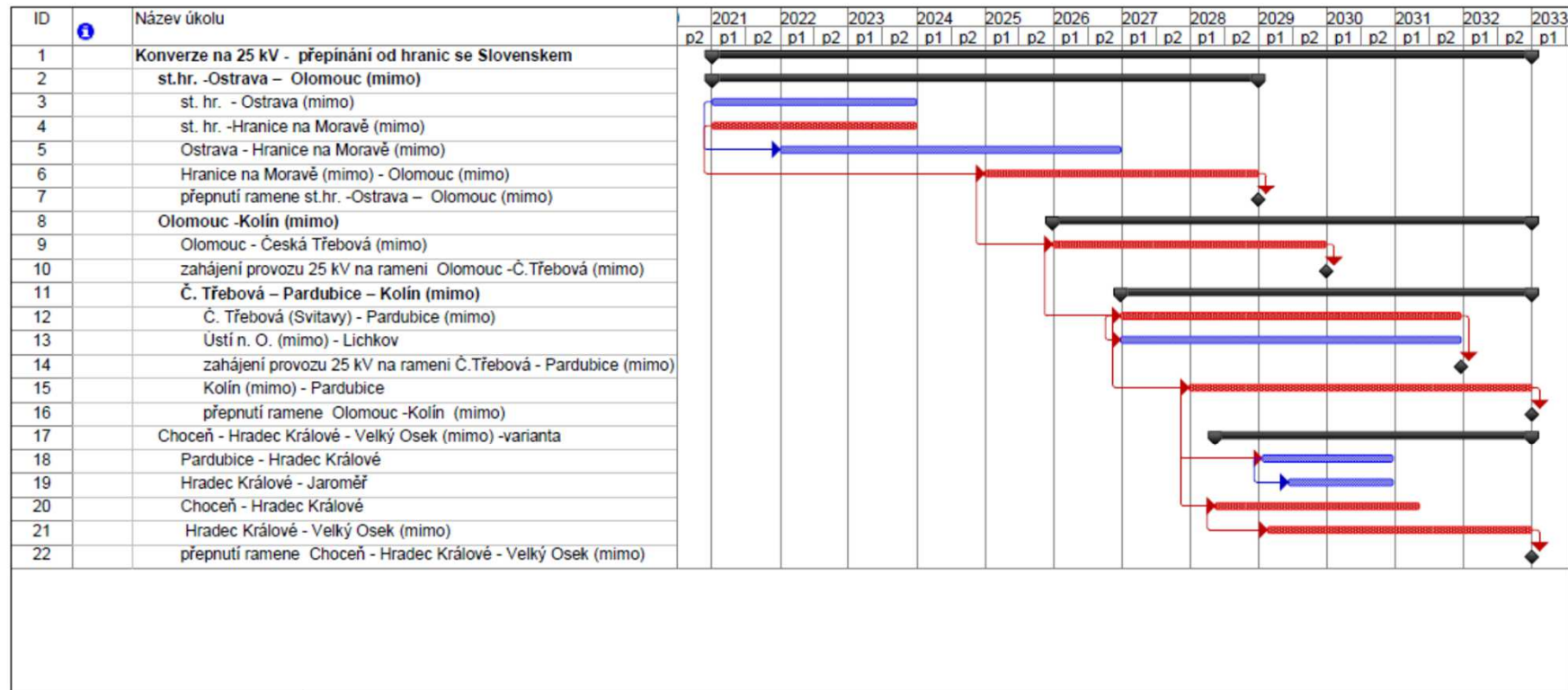
# Mapa postup přepínání na 25 kV 50 Hz



# Postup přepínání od hranic s Německem



# Postup přepínání od hranic se Slovenskem



# Závěr



Studie svým zaměřením představuje zajímavý pohled do oblasti subsystému Energie a porovnává použití a možnosti trakční napájecí soustavy 3 kV a 25 kV, 50 Hz. Přináší tak odpovědi na otázky, které ve vztahu ke zmíněnému subsystému nebyly v ČR dosud konfrontovány. Pro naplnění závěrů studie je nutné sledovat následující programové kroky:

- ❖ Bezodkladně přijmou rozhodnutí o programovém přechodu elektrizovaných tratí SŽDC na jednotný systém 25 kV,
- ❖ Centrální komise MD ČR studii v prosinci 2016 schválila a uložila SŽDC s. o., aby ji respektovala při přípravě a realizaci investičních akcí,



# Další kroky při naplňování závěrů



- ❖ Toto rozhodnutí a předpokládaný časový plán přechodu bude zveřejněno, aby se dopravci i objednatelé dopravy mohli na změnu systému napájení drah v předstihu připravit,
- ❖ Moderní technikou trakčních napájecích stanic zajistit napájení železnic systémem 25 kV 50 Hz jednotné fáze a zároveň rovnoměrně zatěžovat třífázovou distribuční síť,
- ❖ Koordinovat postup konverze s postupem elektrizace dosud neelektrizovaných tratí,
- ❖ Koordinovat postup konverze s postupem výstavby vysokorychlostních tratí,
- ❖ Koordinovat postup konverze u SŽDC s postupem konverze u ŽSR,
- ❖ Koordinovat postup konverze s postupem modernizace tratí SŽDC,
- ❖ Konkrétní podrobnosti řešit v rámci přípravy projektů jednotlivých staveb, avšak vzájemně koordinovaně a s cílem využít synergických efektů (typicky: společné napájecí stanice pro více tratí),
- ❖ Věnovat vysokou pozornost úspěšné realizaci pilotních projektů konverze,
- ❖ Obecné otázky konverze nadále centralizovaně řešit s dohledem MD ČR a GŘ SŽDC – udržet jednotící linii a aktualizovat ji,
- ❖ Koordinovat postup konverze systému 3 kV na 25 kV s postupem implementace ETRMS (zejména s instalací ETCS),



Děkuji za pozornost a přeji hezký den



Projekty·Inženýring·Konzultace