

Technické řešení přechodu ze stejnosměrné na jednotnou střídavou napájecí soustavu



Ing, Jaroslav Peroutka SUDOP PRAHA a.s. ,

Ing, Miroslav Nezkusil SUDOP PRAHA a.s.

Ing, Petr Lapáček KOMOVIA s.r.o



- ❖ 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.

- ❖ Masivní elektrizace hlavních tratí v Československu začala po druhé světové válce trakční stejnosměrnou napájecí soustavou 3 kV.
- ❖ Bývalé ČSD zavedli počátkem 60.let minulého století další napájecí soustavu systému 25 kV 50 Hz.
- ❖ Výsledkem bylo, že severní část státu byla 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.



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

počty traťových kolejí:

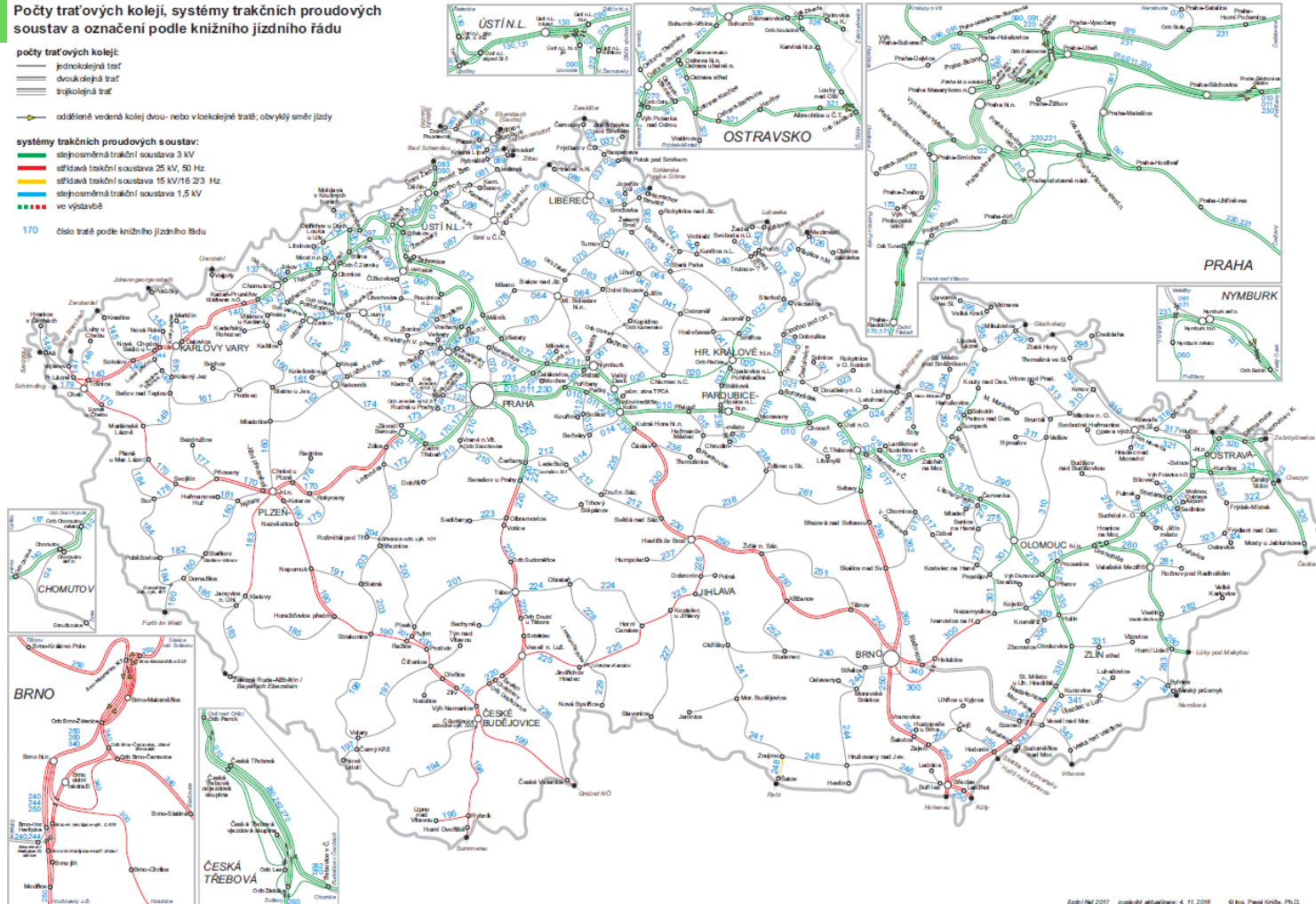
- jednoduchá trať
- dvoukolejná trať
- trojkolejná trať

— oddělená vedlejší kolej dvou- nebo vícekolejných 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



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

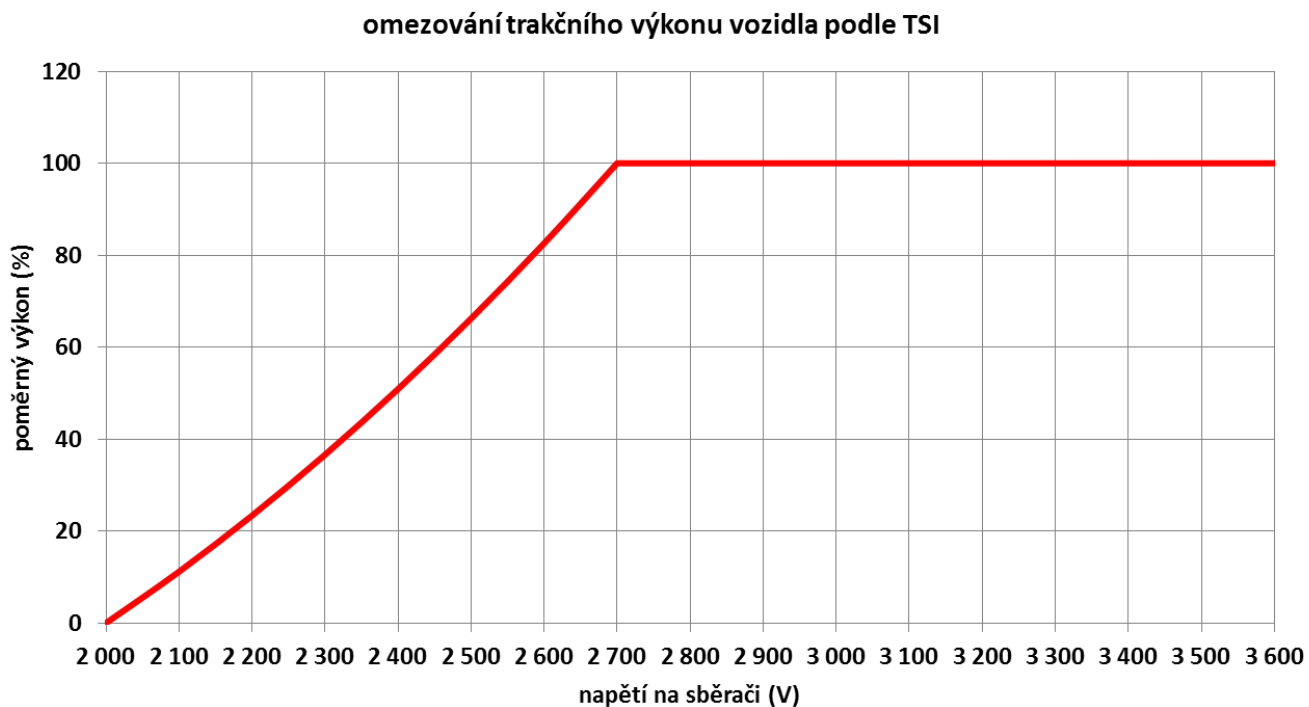


- ❖ V současné době je na síti SŽDC provozováno cca 120 lokomotiv o výkonu kolem 6 000 kW a jejich počet trvale roste. Odebírají 3 x větší proud, než původní lokomotivy o výkonu 2 000 kW a ztráty v trakčním vedení jsou až 9 x větší.

- ❖ 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.

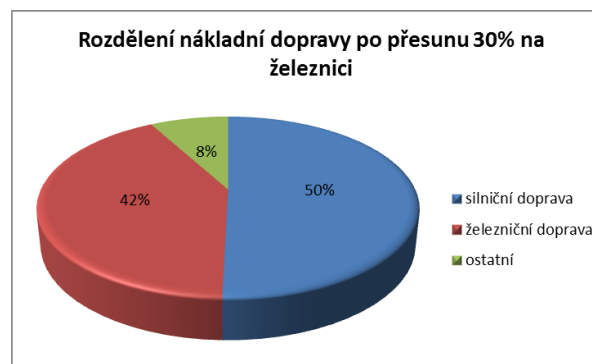
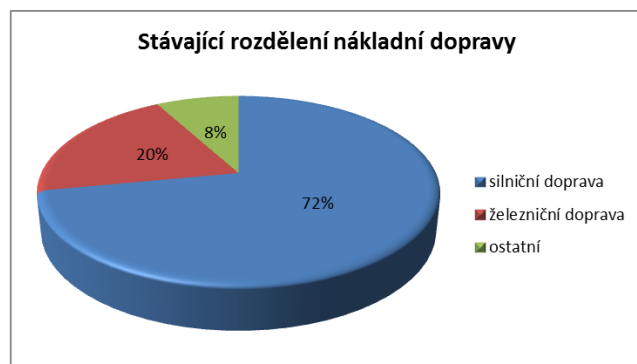
System 3kV DC

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%



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 měnirny 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 napájení trakčního systému pro VRT

- ❖ Přejít napájení z DC trakce na AC trakci usnadní výstavbu budoucích vysokorychlostních tratí (VRT).
- ❖ Pro síť VRT je napájení 25 Kv/50 Hz nutnou podmínkou.
- ❖ Po přechodu na jednotnou napájecí soustavu bude možné některé TNS využít i pro napájení těchto nových tratí.
- ❖ Proto je vhodné se seznámit s navrhovaným řešením TNS v rámci technické studie VRT.
- ❖ Napájecí systém a související silnoproudá technologie napájecích stanic pro VRT je navrhován jako systém 1x25kV 50 Hz nebo 2x25kV 50 Hz. Nasazení, resp. vhodnost napájecího systému trakčních odběrů je závislé zejména na velikosti požadovaného odběru hnacích vozidel, přepravní rychlosti, dovoleného úbytku napětí na trakčním vedení a poloze napájecích bodů

Zásady řešení

Technické řešení napájení trakčního systému pro VRT

- ◆ **Technicko-ekonomické řešení napájecího systému musí vycházet z následujících požadavků a zásad:**
- ◆ **unifikace technologických celků se stávajícími napájecími stanicemi v regionální působnosti provozovatele**
- ◆ **nasazení moderních technologií s ohledem na minimální údržbu, dálkovou diagnostiku**
- ◆ **minimalizace vlivů na nadřazenou napájecí síť distributora**
- ◆ **zajištění řízení a dohled z centrálního elektrodispečinku**
- ◆ **splnění požadavků na ekologii provozu**

Zásady řešení

Technické řešení napájení trakčního systému pro VRT

❖ **Koncepce technického řešení TNS a SpS:**

❖ **Systém napájení 1x25kV je standardním systémem používaným v ČR s „jednoduchým napaječem“ 25kV. Celek systému 1x25kV tvoří trakčních napájecí stanice, resp. transformovny a spínací stanice systému 1x25kV AC.**

❖ **Trakční napájecí stanice systému 1x25kV / 2x25kV je navrhována z následujících technologických celků:**

❖ **Technologie rozvodny 110kV**

❖ **Technologie stanovišť trakčních transformátorů 110/25 kV**

❖ **Technologie rozvodny 25 kV a případně 22kV**

❖ **Technologie pro symetrizaci 1-fázových odběrů v 3-fázové síti se zajištěním regulace účinníku a eliminaci vyšších harmonických**

❖ **Vlastní spotřeba trakční napájecí stanice pro napájení ovládacích obvodů, pohonů, signalizace**

❖ **Systém kontroly, řízení a chránění trakční napájecí stanice**

❖ **Řídící a dohledový systém (SCADA)**

Zásady řešení

Technické řešení napájení trakčního systému pro VRT

- ❖ **Trakční spínací stanice systému 1x25kV je navrhována z následujících technologických celků:**
 - ❖ **Technologie rozvodny 1x25 kV**
 - ❖ **Vlastní spotřeba trakční spínací stanice pro napájení ovládacích obvodů, pohonů, signalizace**
 - ❖ **System kontrol, řízení a chránění trakční spínací stanice**
 - ❖ **Řídící a dohledový systém (SCADA)**

- ❖ **Spínací stanice 25kV jsou provozovány pro příčné a/nebo podélné spínání trakčních stop**

Zásady řešení

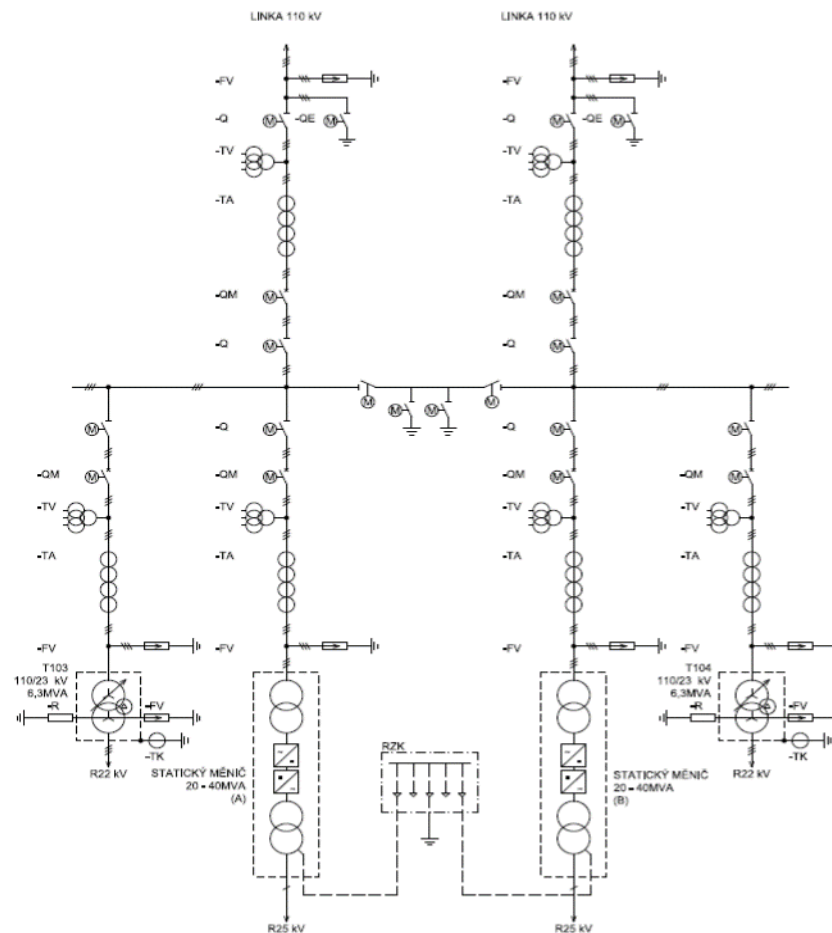
Technické řešení napájení trakčního systému pro VRT

- ❖ **Připojení transformátorů vvn/vn na 3-fázovou síť distributora elektrické energie a systém jednotné fáze**
- ❖ **Připojení napájecích trakčních transformátorů vvn/vn na 3-fázovou síť distributora elektrické energie bude realizováno dle použitého typu transformátoru.**
- ❖ **Způsob připojení napájecích trakčních transformátorů a jejich provozování ovlivňuje napět'ovou nesymetrii v 3.f systému distributora elektrické energie a napět'ové poměry na napájených úsecích resp. rozdíl napětí na instalovaných neutrálních polích.**
- ❖ **Při užití dvou transformátorů zapojených do „V“ uvažuje nulový rozdíl napětí na neutrálním poli v rámci dělení napájených úseků a větší míru symetrizace. Uvedené doporučení lze aplikovat i na systém 2x25kV**
- ❖ **V případě využití 3f. transformátorů vvn/vn v kombinaci se symetrizačním zařízením na sekundární straně transformátoru nebo při použití statických měničů frekvence nebude připojení fází transformátoru na síť distributora podstatné**

Zásady řešení

Technické řešení napájení trakčního systému pro 25 kV

- Přehledové schéma TNS se statickými měniči pro symetrizaci odběru:



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 zabezpečovacího zařízení– při konvezri na 25 kV stř.



❖ Vazba na připravované stavby

❖ U některých tratí se předpokládá modernizace či optimalizace v rámci samostatných staveb a je zde plánováno zřízení nových zabezpečovacích zařízení z jiných investičních prostředků.

❖ Tato nová zabezpečovací zařízení budou již navržena tak, aby trakční proudové soustavě 25 kV / 50 Hz vyhověla.

❖ Náklady na zřízení těchto nových zabezpečovacích zařízení jsou ve studii uvedeny, nejsou však započítávány v plné míře.

❖ Do investičních nákladů se započítává pouze navýšení ceny zařízení, které plyne z úprav pro trakční soustavu 25 kV/50 Hz.

Zásady řešení

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



❖ Provizorní styková místa

❖ V průběhu přepínání systémů trakčního napájení budou vznikat provizorní styková místa mezi systémy 3 kV a 25 kV s neutrálními poli a s nutností rozdělení kolejových obvodů. Tato provizorní styková místa budou většinou situována do traťových úseků. Proto je nutné počítat s dočasnými provizorními úpravami TZZ.

❖ Uvažovány jsou dvě varianty úprav, které se liší následovně:

❖ Varianta č.1 – pro dvoukolejné tratě s automatickým blokem a s traťovou rychlostí 130 až 160 km/h. Tato varianta předpokládá úplné doplnění kolejových obvodů do automatického bloku a neomezuje dopravu. Je zachován přenos kódu VZ, provádí se úpravy ETCS a DOZ.

❖ Varianta č.2 – pro dvoukolejné i jednokolejné tratě s automatickým blokem nebo s automatickým hradlem s kolejovými obvody a s traťovou rychlostí do 120 km/h. Místo styku bude překryto počítači náprav, které v daném prostoru nahradí kolejové obvody. V této variantě nebude v oblasti provizorního stykového místa přenášen kód VZ, proto zde bude rychlost vlaků omezena na 100 km/h.

Zásady řešení

Technické řešení sdělovacího zařízení – při konvezri 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.

- ❖ 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 brzdění
- ❖ 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 vzdálenost napájecích stanic prodlouží na cca 100 km.

Návrh budoucích elektrizací



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

počty traťových kolejí:

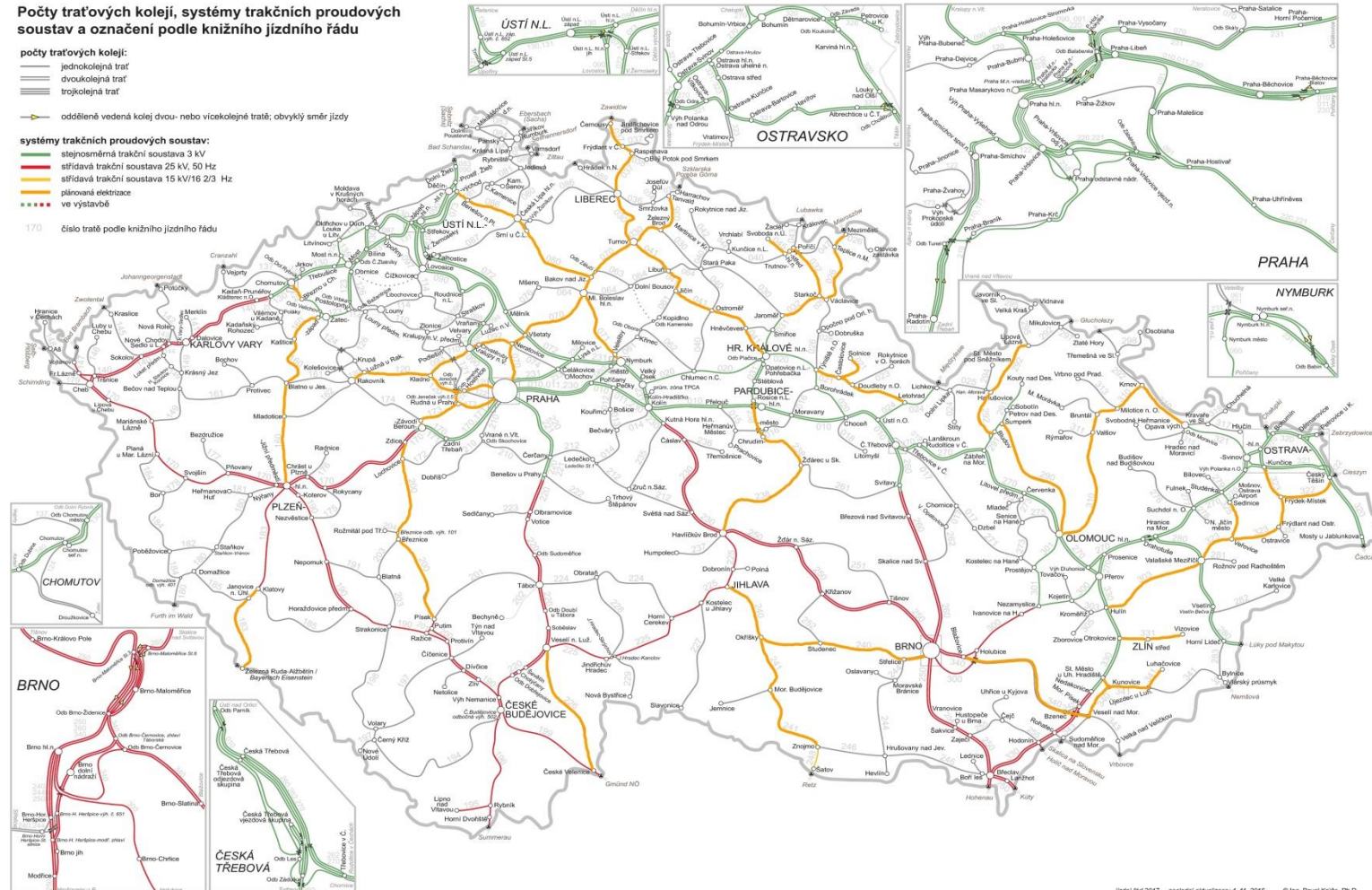
- jednokolejná trať
- == dvoukolejná trať
- === trojkolejná trať

- oddělené vedení kolejí dvou- nebo vícekolejných 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
- plánovaná elektrizace
- ve výstavbě

170 číslo tratě podle knižního jízdního řádu



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.

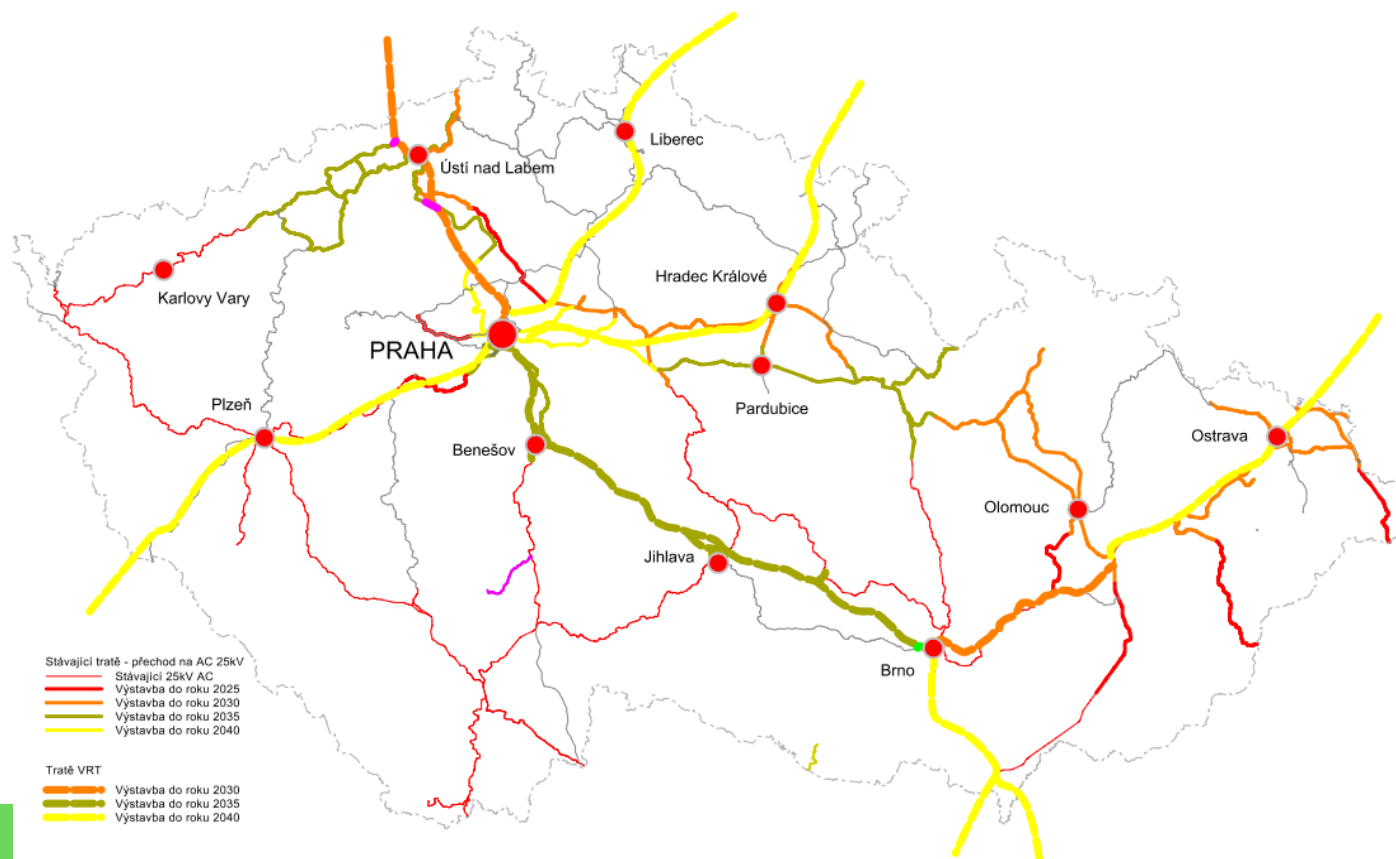
Úspory při budování vysokorychlostního železničního systému



- ❖ **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 nejradikálněji 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, kde se 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

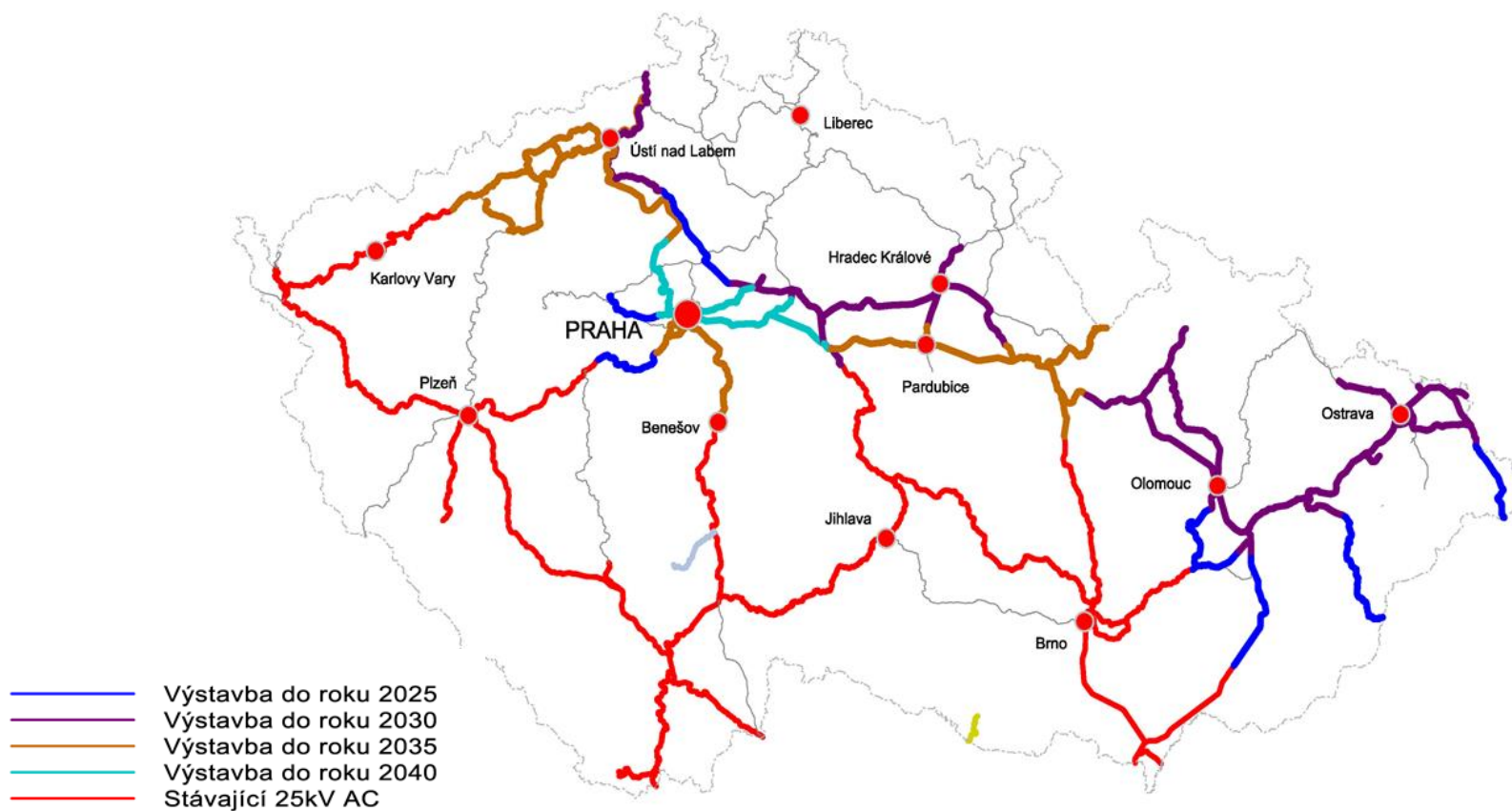
❖ Nedakonice

❖ Styková místa pochopitelně komplikují provoz.

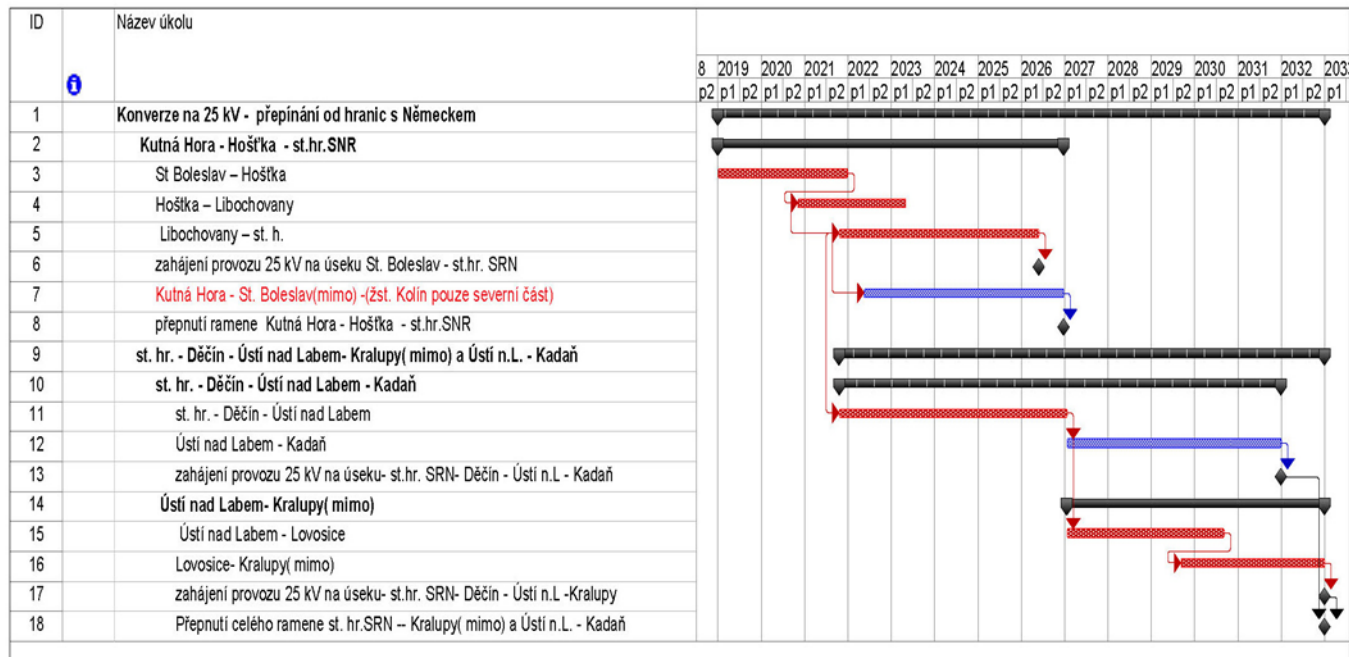
❖ Sjednocením napájecích systémů na úroveň 25 kV styková místa vymizí.

- ❖ **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.**

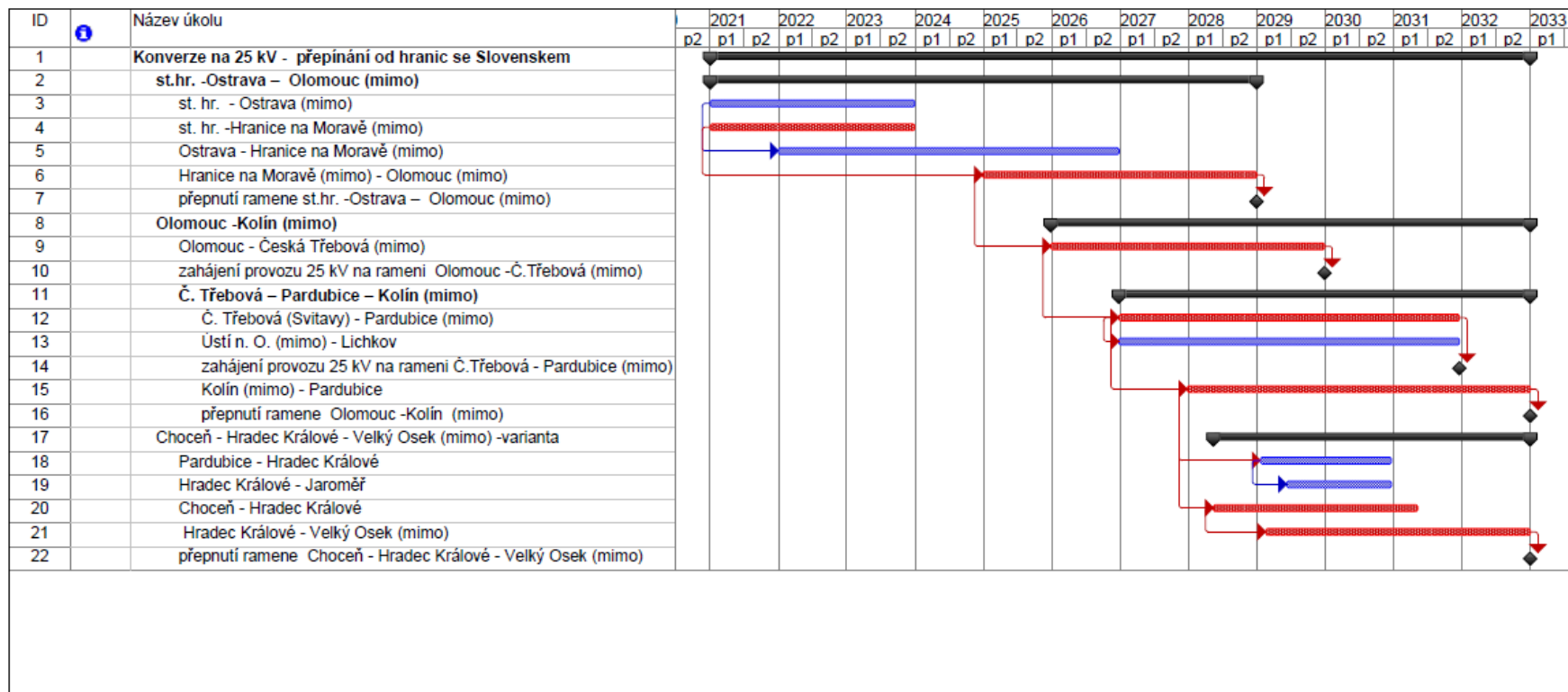
Mapa postup přepínání na 25 kV 50 Hz



Postup přepínání od hranic s Německem



Postup přepínání od hranic se Slovenskem



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