

Zápis

ze vstupní porady konané dne 10.8.2017 na SUDOP BRNO spol. s r.o., Kounicova 26

Předmětem

je jednání ohledně upřesnění zadání technicko-ekonomické studie z pohledu stanovení metodiky rozsahu provozu a kritérií kvality napájení.

„Změna trakční soustavy na AC 25kV, 50Hz v úseku Nedakonice - Říkovice“

Přítomni

viz. listina přítomných

Všeobecně

Předmětem výše uvedené akce je zpracování technicko-ekonomické studie řešící výběr nejvhodnější technologie napájení TV a napájecích bodů TNS v systému 25 kV, 50 Hz v podmínkách ČR. Předmětná studie je geograficky vymezena trojúhelníkem měst Brno - Přerov – Břeclav (včetně příčky tvořené spodní Vlárskou tratí – tedy tratě 250, 300, 330 a 340).

Jmenovaný traťový úsek Nedakonice – Říkovice v názvu studie je vnímán jako součást zmíněného trojúhelníku Brno - Přerov – Břeclav, neboť bude jeho součástí. Tedy ačkoliv úsek Nedakonice – Říkovice z důvodu navazující elektrizace Otrokovice - Vizovice časově předbíhá systémové řešení celého trojúhelníku Brno - Přerov – Břeclav, je nutno tato témata řešit společně.

Řešení vychází ze tří základních podkladů :

- Přípravná dokumentace Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice – Říkovice (SUDOP BRNO pro SŽDC, s.o., SSV, 2016),
- Studie koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu ... (SUDOP Praha a SUDOP BRNO pro MD ČR, 2016 – schváleno CK MD ČR dne 20.12.2016,
- Studie prověření dopadu přechodu napájení trakce na 25 kV na distribuční soustavu ... (EGU Brno pro SUDOP BRNO, duben 2017)

Zároveň jsou respektována i další důležitá rozhodnutí:

- Usnesení vlády ČR č. 362/2015 Státní energetické koncepci (náhrada spotřeby nafty v dopravě elektřinou)
- Usnesení vlády ČR č. 978/2015 Národní plán snižování emisí (přesun 30 % nákladní dopravy ze silnic na železnice,
- Usnesení vlády ČR č. 389/2019 Program rozvoje rychlých železničních spojení v ČR (napájení tratí Rychlých spojení),
- Nařízení evropského parlamentu a rady č. 1315/2013 (rozvoj tratí sítě TEN-T včetně vysokorychlostních – jejich napájení)
- Nařízení evropského parlamentu a rady č. 1316/2013 (evropské nákladní železniční koridory FRC - zajištění elektrického napájení pro dopravu nákladních vlaků délky 740 m),

- Dopis č.j. 12486_2017_SŽDC_GŘ_026 ve věci výhledové elektrizace tratí (plus postupně schvalované SP jednotlivých elektrizačních projektů).

V dotyčné lokalitě dochází ke kumulaci všech výše uvedených aktivit:

- Změna systému napájení ze 3 kV na 25 kV v úseku Nedakonice - Říkovice
- Nová elektrizace tratí (již systémem 25 kV) Otrokovice – Vizovice, Kojetín – Hulín, Staré Město u Uherského Hradiště – Luhačovice / Bojkovice / Veselí nad Moravou a Brno – Veselí nad Moravou, Šakvice – Hustopeče, Hrušovany – Židlochovice
- Přestavba tratě Brno Přerov na rychlost 200 km/h (včetně druhé koleje a přesunu styku 25 kV /3 kV z Nezamyslic k Věžkám a k Blatci,
- Nová vysokorychlostní trať Brno – Vranovice (- Břeclav),
- Upgrade napájení 25 kV na tratích 1. a 2. tranzitního železničního koridoru v souladu s požadavky TSI ENE, ČSN EN 50 388 a potřebných parametrů FRC koridorů.

Zároveň dochází k zásadní proměně parku vozidel – původní vozidla z let z šedesátých až devadesátých let minulého století postupně dožívají a jsou nahrazována soudobými moderními interoperabilními vozidly:

- Růst jmenovitého trakčního výkonu z tradičních 3 MW respektive 4 MW na 6,4 MW,
- Vybavení vozidel rekuperační brzdou o výkonu přibližně shodným s výkonem trakčním, přičemž pro střídavé napájení již vozidla standardně nejsou vybavována brzdovými odporůky, rekuperovaný výkon je z nich nutno odebrat a předat přes trakční vedení jiným vozidlům a případný přebytek do 3fázové AC distribuční sítě,
- Vozidla o výkonu vyšším než 2 MW jsou podle TSI LOC&PAS povinně vybavována zařízením pro automatické radikální snižování výkonu při poklesu napětí pod 90 % jmenovité hodnoty (tedy pod 22,5 kV). Toto snížení výkonu je velmi prudké, při napětí 19 kV klesá trakční výkon hnacího vozidla na pouhých 23 % jmenovité hodnoty. Takový propad by pochopitelně měl velmi negativní dopad na dodržení jízdních dob, které vlaku předepisuje jízdní řád stanovený SŽDC a které je dopravce (strojvedoucí) povinen respektovat, tedy je mu k tomu nutné zajistit podmínky v podobě kvalitního napájení. Tato skutečnost základním způsobem omezuje praktickou využitelnost záporných tolerancí napájecího napětí na sběrači vozidla uváděných v ČSN EN 50 163 při projektování a provozu elektrických drah – kritérium dodržení jízdního řádu je jim nadřazeno,
- Vybavení vozidel vstupními čtyřkvadrantovými měniči zajišťujícím odběr (respektive dodávání) jen činného výkonu a to sinusového tvaru, zatímco původní vozidla odebírala velmi vydatně i jalový výkon a proud byl nesinusový s vysokým obsahem vyšších harmonických složek. Filtrační a kompenzační zařízení (FKZ), dodatečně vybudovaná v trakčních napájecích stanicích, nezbytná pro provoz starších vozidel s nízkým účínkem a vysokým obsahem vyšších harmonických složek, byla systémově navržena, typově vyzkoušena a schválena pro vozidla s diodovými respektive tyristorovými usměrňovači, která je potřebují. FKZ nebyla řešena pro napájení vozidel se vstupními čtyřkvadrantovými měniči, neboť ta v době jejich vzniku v ČR nebyla. Po příchodu nových vozidel se čtyřkvadrantovými měniči došlo k několika závažným poruchám (požárům) FKZ, pravděpodobně v důsledku

rezonančních jevů. Aktuálně je stav takový, že na tratích SŽDC jsou provozována jak vozidla, jejichž odběr proudu je pro splnění podmínek distribuční sítě potřebné pomocí FKZ filtrovat a kompenzovat (a zařízení FKZ nepoškozují) a vozidla, jejichž odběr proudu není pro splnění podmínek distribuční sítě potřebné pomocí FKZ filtrovat a kompenzovat (a zařízení FKZ mohou poškodit),

- Z mnoha důvodů se jeví pro provoz stále větší komplikací vypínání proudu při přejíždění neutrálního pole v trakčním vedení v místě střídání fází. Ta jsou při dosud používané technologii jednofázových transformátorů zapojených do V situována jak u každé trakční napájecí stanice 25 kV (trakční transformovny), tak uprostřed mezi nimi. To je v dotyčné lokalitě (vzdálenost Modřice – Břeclav: 52 km, vzdálenost Nedakonice – Břeclav: 48 km) v průměru po ujetí 25 km. Při aplikaci této technologie i v nynějších trakčních napájecích stanicích 3 kV (trakčních měničnách) po jejich konverzi na 25 kV, které jsou situovány blíže sebe (Říkovice – Otrokovice: 20 km, Otrokovice – Nedakonice: 24 km), by to dokonce bylo pouhých 11 km. V místech střídání fází přikazuje návěst strojvedoucímu vypnout a následně další návěst znovu zapnout proud (neutrální pole je nutno přejíždět bez odběru proudu, aby nedošlo k vytažení oblouku s následkem mezifázového zkratu. Vypínání proudu způsobuje stále větší problémy:

- při rychlosti 100 km/h (Brno – Přerov) a 120 km/h (původně Brno – Břeclav a Přerov - Břeclav) překonal vlak střední vzdálenost mezi místy vypnutí proudu 25 km za 15 respektive 12,5 min, nyní při rychlosti 160 km/h je to již jen za 9,4 min a perspektivně při rychlosti 200 km/h (Brno – Přerov, následně i Brno – Břeclav) za pouhých 7,5 min,
- po vypnutí proudu dochází k přerušení tažné síly, což má vliv na rozjezd vlaku
- elektrodynamické brzdění je nutno vypnout a nahradit jej brzděním třecími brzdami, což znamená nevratnou ztrátu energie a zbytečné tepelné namáhání a opotřebení brzd,
- nastává zbytečné opotřebení spínacích přístrojů,
- přerušuje se činnost pomocných zařízení na trakčních vozidlech (ventilátory, kompresory, čerpadla) a přímé napájení palubních sítí (energii pro ně dodává po dobu přerušení akumulátorová baterie, která je tímto namáhána),
- přerušuje se ventilace, vytápění a chlazení (klimatizace) interiérů vozidel pro přepravu cestujících s velmi negativním dopadem zejména na chod chladicích zařízení (přerušení režimu odpařování chladiva – riziko vniknutí nestlačitelné kapalné fáze do kompresoru, opakované těžké rozběhy kompresoru),
- přerušuje se přímé napájení osvětlovacích těles interiérů železničních vozidel (energii pro ně dodává po dobu přerušení akumulátorová baterie, která je tímto namáhána),
- periodicky přerušované napájení jídelních vozů zásadním způsobem komplikuje zajišťování cateringu,
- rázy výkonu (jednofázový odběr 8 MW/0/8 MW, jednofázová dodávka 6 MW/0/6 MW) nepůsobí příznivě na 3fázovou AC distribuční síť (flikr),

- závislost na chybě lidského činitele - působí riziko, že strojvedoucí návště nepostřehne či neuposlechne a proud nevypne. Důsledky mezifázového zkratu mohou poškodit trakční vedení i vozidla,
- významný a silný odpor dopravců. V nedávné minulosti bylo nutno kolem každé TNS 3kVDC projíždět se staženým sběračem, což bylo předmětem kritiky. Proto byla na systému 3kVDC v minulých letech přijata řada opatření k zajištění spojitého napájení (vazba napáječových rychlovypínačů), cíl spojitého napájení se podařilo naplnit. Pokud by došlo po konverzi systému 3kVDC na 25kVAC k porušení spojitosti napájení vlaků, bylo by to velmi intenzivně (a oprávněně) kritizováno ze strany ČD, ČD C i dalších dopravců.

1. Upřesnění zadání

S ohledem na rozsah řešeného tématu zpracoval řešitel dokument „upřesnění zadání“ (viz příloha), ve kterém v 13 bodech definoval vstupní podmínky a požadavky na napájení a tento předložil zadavateli a dalším partnerům k diskuzi a odsouhlasení. Nejde o jednoduché téma, ale správné a úplné definování požadavků je výchozím bodem k technicky i ekonomicky úspěšnému řešení.

2. Dimenzování

Základem pro dimenzování budoucích trakčních napájecích stanic jsou simulační výpočty výhledové vlakové dopravy, prováděné v SUDOP BRNO programu Open Power Net. Určujícím parametrem jsou budoucí jízdní řády. Určující nejsou střední (denní) přepravní proudy, ale shluky vlaků a to jak ve špičce osobní přepravy (maximální hodina osobní dopravy), tak po jejím odeznění (maximální hodina nákladní dopravy). Dominantní vliv mají hmotnost vlaku, nejvyšší dovolená rychlost vlaku, výkon trakčních vozidel i vedlejší spotřeby a interval mezi vlaky.

Kromě výkonu odebíraného k pohonu vozidel je uvažována i vedlejší spotřeba vozidel (například vytápění) a stacionární spotřeba (například elektrický ohřev výměn).

Materiály k vytváření simulací dopravního zatížení byly zaslány k odsouhlasení a případným připomínkám na SŽDC, s.o., GŘ, Odbor strategie (26) na Ing. Jiřího Michalicu a byly následně odsouhlaseny.

Energetické výpočty

- Energetické výpočty budou zpracovány formou simulace za pomoci softwaru OpenTrack a OpenPowerNet.
- V každé variantě bude simulována dvouhodinová dopravní špička, která je uvedena v příloženém grafikonu (od 6.00 do 8.00) a to i při výpadku jedno prvku v napájení (redundance n-1).
- Varianta bude hodnocena jako vyhovující, pokud budou splněny všechny tyto podmínky:
 - Při základním stavu napájení budou dodrženy požadavky TSI ENE. A to hlavně, že minimální napětí v trolejovém vedení neklesne pod 19kV a střední

užitečné napětí neklesne pod 22kV u tratí s maximální rychlostí do 200km/h včetně a pod 22,5kV u tratí s maximální rychlostí nad 200km/h (Brno-Vranovice).

- Při výpadku jednoho prvku v napájecí stanici bude dodržen jízdní řád, což znamená, že napájení nebude omezující a nedojde ani ke krátkodobému výpadku napájení vlivem poklesu napětí v troleji pod 19kV či kvůli zareagování nadproudové ochrany v napájecí stanici.
- Napájecí stanice musí být schopna dodat potřebný výkon při základním stavu napájení i při výpadku jednoho prvku v síti.
- Tratě menšího významu, které nejsou v simulaci namodelovány, ale mají vliv na výkon napájecích stanic, budou do simulace zahrnuty jako spotřebič se středním výkonem určeným na základě již zpracovaných projektů, skutečného stavu či odborného odhadu.
- Do simulace budou zahrnuty i plánované odběry z trakčního vedení pro napájení například EPZ a EOv. Výkony těchto zařízení budou do simulace dány na základě již zpracovaných projektů, skutečného stavu či odborného odhadu. V simulaci nebudou zahrnuty malé odběry, které na výsledky mají minimální vliv.

3. Technické řešení napájení

Základním výstupem studie bude multikriteriální srovnání tří různých způsobů napájení:

- a) Jednofázové transformátory zapojené do V bez FKZ,
- b) Jednofázové transformátory zapojené do V s FKZ,
- c) Aktivní balancery
- d) Měniče 3AC / DC / 1 AC

Základní kritéria hodnocení:

- Kvalita napájení vlaků (spojitost napájení, stabilita napětí, plnohodnotná rekuperace, kompatibilita s moderními vozidly – vysoký výkon, čtyřkvadrantové měniče, vysoký účinník, sinusový proud i se staršími vozidly – diodové/tyristorové usměrňovače, nízký účinník, nesinusový proud, ...),
- Splnění podmínek železniční dopravní cesty (redundance, kompatibilita s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení podle ČSN 34 2613, příznivý poměr mezi středním a maximálním výkonem odebíraným z DS, prioritní absorpce rekuperovaného výkonu v trakční síti, jednoduchost trakčního vedení, podpora zimního provozu režimem rozmrazování trakčního vedení, ...)
- Splnění podmínek pro připojení k distribuční síti 3AC 110 kV 50 Hz (účinník, vyšší harmonické, symetrie, flickr, povolení rekuperace, EMC, HDO, přetoky,...),
- Náročnost řešení (proveditelnost, cena, ...)

4. Stálost napětí

Ustanovení TSI ENE a ČSN 50 388 a zejména požadavky na dodržení jízdního řádu (viz též Nařízení EU č. 1316/2013 – garantované trasy pro nákladní vlaky na RFC koridorech) kladou na stálost napětí v trakčním vedení mnohem přísnější požadavky, než jak vyplývá ze spodních mezí uvedených ČSN EN 50 163. Avšak ČSN EN 50 163 omezuje horní meze napětí u systému 25kVAC do mnohem užších tolerancí, než jak je tomu u systému 3kVDC (důvodem je předejít přesycování jader vozidlových transformátorů). To v kombinaci s dalšími vlivy (tolerance napětí v 3fázové AC distribuční síti, mimo jiné rozkolísané nepredikovatelnou činností solárních elektráren) vytváří dosti zúžené podmínky pro provoz pevných trakčních zařízení 25kVAC. Řešením je orientace jak na zvyšování (stabilizaci) výstupního napětí trakčních napájecích stanic (polovodičové měniče), tak na minimalizaci úbytků v trakčním vedení (dvoustranné napájení, částečné snížení indukčnosti vedení zemním lanem, ...).

Aplikace měničové techniky v trakčních napájecích stanicích umožňuje využít ke stabilizaci napětí v trakčním vedení (které je nutné pro splnění kvality napájení a tím k zabránění poklesu výkonu trakčních vozidel, a rovněž i k narušení jízdního řádu) jak udržování stálého (nesníženého) napětí na výstupu TNS, tak i snížení úbytků napětí v trakčním vedení jeho dvoustranným napájením ze sousedních TNS, neboť nehrozí možnost vzniku přetoků vyrovnávacích proudů mezi různými přípojnými body k DS).

Naopak při aplikaci přímého napájení trakčního vedení z transformátorů dochází jak k výraznému snížení napětí na výstupu trakční napájecí stanice v závislosti na odběru proudu (důsledek úbytku napětí na vinutí transformátoru a na impedanci DS), tak i k velkým úbytkům napětí na trakčním vedení v důsledku nutnosti používat jednostranné napájení (nemožnost paralelního chodu sousedních TNS z důvodu možných přetoků vyrovnávacích proudů mezi různými přípojnými body k DS).

5. Parametry vedení

Pro vyšetřování napěťových poměrů v síti, zatížení napájecích stanic a další výpočty jsou podstatným vstupem impedanční parametry trakčního vedení. Ty je možno:

- a) převzít z předpisu SR 34,
- b) vypočítat podle geometrických a materiálových parametrů trakčního vedení.

Po zkušenostech s vývojem hodnot stejnosměrného odporu kolejnic (vliv legování oceli) se ukazuje velmi rozumné validovat před desítkami let stanovené impedance trakčního vedení novým měřením aktuálního stavu.

Ohledně měření zpětné trakční cesty byla oslovena TÚDC, která měla zpětnou trakční cestu na DC trakci. Na základě jejich vyjádření bylo konstatováno, že ve lhůtě zpracování této studie nelze toto měření zpětné trakční cesty na AC trakci bohužel zajistit. Dle vyjádření TÚDC nezpůsobí skinefekt ve střídavém obvodu zásadní navýšení impedance a svodové admitance koleje. Proto bylo na dnešní poradě rozhodnuto, že pro tuto studii budou použity hodnoty naměřené při měření zpětné trakční cesty na DC trakci.

Pro výpočty v rámci této studie budou použity hodnoty elektrického odporu kolejnic uvedené ve vyjádření SŽDC, s.o., zn. 21480/2017-SŽDC-O14.

6. Kritéria dodržení jízdního řádu

Základním principem je, že subsystém ENE nemá omezovat výkonnost a kvalitu železniční dopravní cesty (subsystémů INS a CCS) ani vozidel (subsystém RST), a to ani v případě poruchy jedné své komponenty (princip N – 1). V případech, kdy by dodržení těchto zásad vedlo k příliš vysokým nákladům, je na to potřeba upozornit zadavatele, aby rozhodl o případné výjimce z této zásady a to po posouzení především z hlediska dodržení propustnosti tratě a jízdního řádu. Přitom případné prodloužení intervalu (následného mezidobí) mezi vlaky či jízdní doby vlku by nemělo být řešeno pokynem, ale jako prostý důsledek automatického snížení výkonu vozidla v reakci na pokles napětí na jeho sběrači (viz automatické snižování výkonu podle TSI LOC&PAS, respektive ČSN EN 50 388, účinkující podle aktuální úrovně napětí).

7. Připojení trakčních napájecích stanic k distribuční síti

Toto téma (nesymetrie, přetoky, rekuperace, flickr, tolerance napětí v 3fázové AC DS, generování jalového výkonu, ...) bude projednáno na zvláštní schůzce s EGU, EON, ČEZ a dalšími partnery, kterou dohodne SUDOP BRNO.

Příloha**Napájení železničních tratí, perspektivně elektrizovaných systémem 25 kV 50 Hz, v trojúhelníku Brno – Přerov – Břeclav****Upřesnění zadání**

1) Napájené tratě (současné i modernizované):

- Brno – Přerov, 200 km/h, 2 koleje, ETCS,
- Brno – Blažovice, stávající trať
- Brno – Vranovice, 350 km/h, 2 koleje
- Břeclav – Přerov, 160 km/h, 2 koleje,
- Popice – Brno, 160 km/h, 2 koleje
- Břeclav – Popice, 200km/h, 2 koleje
- Kojetín – Hulín, 1 kolej,
- Otrokovice – Zlín – Vizovice, 2 koleje/1 kolej
- Blažovice – Veselí nad Moravou, 2 koleje, ETCS
- Šakvice – Hustopeče u Brna, 1 kolej,
- Hrušovany u Brna – Židlochovice, 1 kolej,

2) Rozsah provozu (v letech 2020 až 2050)

S ohledem na předpokládanou životnost pevných trakčních zařízení 30 let je systém jako celek i jeho jednotlivé části dimenzovat tak, aby v cílovém stavu pokryl požadavky provozu v roce 2050 bez dodatečného posilování nad rámec tohoto návrhu (může však být budován po etapách).

Na jednotlivých tratích je definována hodina maximální intenzity provozu (taktový jízdní řád):

- Interval mezi vlaky kategorií Ex, R, Os, NEx, Pn,
- Hmotnosti vlaků jednotlivých kategorií,
- Rychlosti vlaků jednotlivých kategorií,
- Výkony trakčních vozidel vlaků jednotlivých kategorií a výkony vedlejší spotřeby
- Dopravní špička zahrnuje špičkovou osobní dopravu doplněnou o vložené nákladní vlaky

3) Kritéria kvality napájení při provozním stavu

Kvalita napájení při provozním stavu musí splnit požadavky TSI ENE, TSI LOC&PAS a EN 50 388 a to zejména:

- systém musí být schopen odebrat vozidly rekuperovanou elektrickou energii a plně ji využít buď v rámci trakční sítě (což je prioritou), nebo ji odevzdat do distribuční sítě 3 x 110 kV. Rekuperační brzdění vozidel nebude omezováno, není požadavek na vybavení vozidel brzdovými odporníky.
- Musí být splněny požadavky uvedené v bodě 2. Dimenzování

4) Kritéria kvality napájení při poruchovém stavu subsystému ENE (výpadek jedné TNS nebo části jedné TNS)

Musí být splněn princip N – 1: odstavení jakéhokoliv jednoho zařízení (porucha, údržba) nesmí způsobit omezení výkonnosti systému napájení dráhy. Kvalita nesmí být snížena (platí požadavky bodu 4).

Při vzniku další definované poruchy (N – 2) musí též být zajištěno napájení dráhy, ale může dojít ke snížení kvality vůči požadavkům bodu 4. Je preferováno automatické snižování odběru vozidel (a v důsledku toho i rychlosti jízdy vlaků) cestou snížení napájecího napětí (v kombinaci s automatickou redukcí výkonu trakčních vozidel) před provozně-administrativním opatřením (dispečerské řízení sledu jízdy vlaků v prodloužených následných mezidobích).

Princip automatického prodlužování následných mezidobí (solidarita vozidel s pevnými trakčními zařízeními) je následující: vysoké proudové zatížení pevných trakčních zařízení vede k poklesu napětí na sběrači vozidla. Při poklesu napětí na sběrači vozidla pod 90 % jmenovité hodnoty dochází (u nových vozidel o výkonu nad 2 MW řešených podle TSI LOC&PAS a ČSN EN 50 388) k automatickému snižování trakčního výkonu vozidla s důsledkem poklesu rychlosti jízdy vlaku – vozidla vycházejí snížením výkonu vstříc přetíženému napájení.

5) Požadavek na vnitřní redundanci,

- zajistit napájení při poruše jedné části TNS

6) Požadavek na vnější redundanci,

- zajistit napájení (spolu s dalšími TNS) při poruše sousední TNS

7) Kritéria ze strany distribuční soustavy 110 kV

- dvě nezávislá připojení k DS,
- schopnost pracovat při kolísání amplitudy napětí i úhlu napětí v DS 3 x 110 kV,
- symetrické zatěžování všech tří fází při odběru,
- symetrické napájení všech tří fází při rekuperaci nadbytečné energie z trakčního vedení do distribuční soustavy,
- povolená nesymetrie 0,7 % zkratového výkonu (v čase 10 minut),
- splnit požadovaný účinník,
- nepřekročit požadovaný obsah vyšších harmonických složek,
- nerušit HDO,
- zamezit vzniku vyrovnávacích proudů mezi přípojnými body 110 kV,
- nepřekročit limit sjednaného 15 minutového výkonu.

8) Kritéria ze strany dopravního provozu,

- zajistit potřebnou kvalitu napájení (viz bod 4),
- zajistit co nejvíce spojitě napájení (minimalizace počtu míst, která je nutno projíždět se staženým sběračem nebo s vypnutým proudem),
- vytvářet velké celky s možností uplatnění rekuperace v trakční síti a s vyrovnáním odběru (poměr maxima a střední hodnoty),

- umožnit rekuperaci i do distribuční sítě,
- umožnit aktivní řešení nežádoucích špičkových odběrů snížením napětí v dané TNS a dodávkou energie ze sousedních TNS

9) Kritéria ze strany provozování dráhy

- vytvořit podmínky pro napájení při provozních poruchách a při údržbě TNS,
- umožnit napájení i v průběhu přestavby na novou technologii.

10) Kritéria ze strany pomocné sítě 22 kV

- zajistit kvalitu napětí v pomocné síti 3 x 22 kV podle ČSN EN ...,
- zajistit napájení pomocné sítě i při poruchách v DS,
- zajistit napájení pomocné sítě i při poruchách TNS.

11) Parametry zpětné cesty

Viz bod 5) zápisu

12) Uzemňování kolejnic

Tradičně je v ČR na tratích napájených systémem 25 kV používán systém bodového uzemnění (v místech neomezeného připojení), což není úplně dokonalé (vypalování izolovaných styků v důsledku rozdílu napětí, problematika úderu blesku či pádu trakčního vedení, ...). Perspektivně je proto na tratích napájených systémem 25 kV sledován záměr průběžného uzemňování kolejnic, což je však podmíněno absencí kolejových obvodů (viz náhrada vlakového zabezpečovače LS vlakovým zabezpečovačem ETCS). SŽDC uvede v seznamu tratí způsob uzemnění.

13) Pokles napětí

Podle ČSN EN 50163 ed. 2 je nejnižší trvalé napětí $U_{\min 1} = 19000 \text{ V AC}$

- | | |
|---|-------------------|
| • Elektrická trakční soustava | 25000 V AC |
| • Jmenovité napětí U_n | 25000 V AC |
| • Nejnižší trvalé napětí $U_{\min 1}$ | 19000 V AC |
| • Nejnižší krátkodobé napětí $U_{\min 2}$ | 17500 V AC |
| • Nejvyšší trvalé napětí $U_{\max 1}$ | 27500 V AC |
| • Nejvyšší krátkodobé napětí $U_{\max 2}$ | 29000 V AC |

Podle TSI 1301/2014 je minimální střední užitečné napětí na pantografovém sběrači pro trati s rychlostí $v > 200 \text{ km/hod.}$ rovno 22 500V, pro trati s rychlostí $v \leq 200 \text{ km/hod.}$ rovno 22 000V.

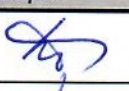

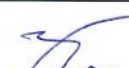

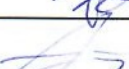


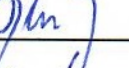

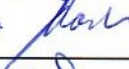
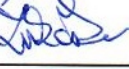


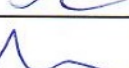



Při poklesu napětí na 19 kV klesá trakční výkon hnacího vozidla na pouhých 23 % jmenovité hodnoty.

Energetické výpočty tedy uvažují s napětí 22500V nebo 22000V – viz. bod 2) zápisu

PREZENČNÍ LISTINA

Ze vstupní porady na technicko ekonomickou studii
„Změna trakční soustavy na AC 25kV, 50Hz v úseku Nedakonice - Říkovice“

konané dne: 10.8.2017 na SUDOPu BRNO spol. s r.o., Kounicova 26

Poř. č.	jméno	organizace	telefon	mail	podpis
1	VITĚSLAV ŠIMÁČEK	SUDOP BRNO	606 370 453	vsimacek@sudop-brno.cz	
2	Petr Korkýs	—	972 625 120	korkys@sudop-brno.cz	
3	Jaroslav Hředy	—	603 720 522	jaredy@sudop-brno.cz	
4	Jaroslav Pospíšek	SŽDC s.o., OŘ Brno - SEE	602 768 238	pospisek@s2dc.cz	
5	PETR BOŠEK	SŽDC OŘ 026	972 235 595	Bosek@s2dc.cz	
6	Vikl Vladimír	SŽDC - SSU	425 996 022	vikup@s2dc.cz	
7	Radovan DOLEČEK	SŽDC OŘ 014	725 964 211	dolecek@s2dc.cz	
8	Milan Krátly	EGÚ Brno	724 551 158	milan.kratly@egubrn.cz	
9	Petr MODLITBA	EGÚ Brno	602 571 194	petr.modlitba@egubrn.cz	
10	PAVEL KRKOŠKA	SŽDC OŘ 014	725 780 176	krkoska@s2dc.cz	
11	Luboš Krátly	SŽDC SŽE	725 535 577	Kratly@s2dc.cz	
12	Lukáš Žitka	SŽDC JEE OŘ 424 484 935	724 484 935	Zitka@s2dc.cz	
13	RUDOLF MRZENÁ	SŽDC 016	972 244 128	mrzena@s2dc.cz	
14	Tomáš Kupeňka	SŽDC, 016	972 742 710	kupenka@s2dc.cz	
15	MARTIN SVOBODA	SUDOP BRNO	608 865 277	msvoboda@sudop-brno.cz	
16	Jiří PODHRADSKÝ	—	730 934 101	jpodhradsky@sudop-brno.cz	
17	MILAN STEHLÍK	SŽDC OŘ 014	601 384 025	STEHLIKM@S2DC.CZ	
18	VOJTECH PEPELÁŘ	SUDOP BRNO	972 625 120	vpepelar@sudop-brno.cz	