

Váš dopis zn.:

Ze dne:

Naše zn.:

Vyřizuje: Jiří Kupczyn

Telefon: 972 762 213

Fax: 972 762 210

Mobil: 724 063 324

E-mail: kupczyn@szdc.cz

Datum

Připomínky k Technicko-ekonomické studii stavby „Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice – Říkovice“

SEE OŘ Ostrava se nebrání koncepci přechodu ze stejnosměrné trakce 3kV na střídavou trakci 25kV. Jedná se však o zásadní změnu koncepce v napájení trakce, zvláště pak při použití měničové techniky, která není v takovémto rozsahu nikde nasazena. V souvislosti s tímto vyvstává obrovské množství dotazů a nejasností technického a obchodně organizačního charakteru a ty nám nebyly objasněny.

K samotné technicko-ekonomické studii máme tyto připomínky:

- Pro aplikování řešení s měniči bude nutné aktualizovat TKP SŽDC, s.o. a dále s ČSN 33 3505 ed.2:2010.

Souhlasíme, ale v této fázi je tato aktualizace mimo rámec studie.

- Jak jsou v této studii určeny celkové náklady na zařízení, když není známa cena dodávky a montáže tohoto zařízení, není známa cena na údržbu tohoto zařízení. Bude SŽDC disponovat diagnostickými nástroji a náhradními díly nebo se bude údržba, servis a opravy objednávat externě? Tyto parametry musí studie zahrnout, protože jinak by skutečnost mohla být od studie značně vzdálená.

Ve studii jsou uvedeny předpokládané ceny, v dalších etapách projektování budou upřesňovány. Rovněž servisní model, diagnostika, výcvik a logistika náhradní dílů budou ve spolupráci s investorem řešeny v dalších etapách. Nejde o neznámé položky, v nabídkách dodavatelů jsou specifikovány.

- S předcházejícím bodem souvisí i to, že není garantovaná délka životnosti zařízení a jeho spolehlivosti včetně parametrů MTTF, MTTR MTBF...

Dodavatelé technologií garantují v souladu s EN 50 126 jak střední dobu technického života, tak i parametry bezporuchovosti a udržitelnosti, jakožto i výslednou dostupnost. Tyto údaje budou řešeny v dalších etapách projekční přípravy.

- Jak je v kapitole 15. Respektován závěr z kapitoly 12.9, kdy dojde k odstavení jedné napájecí stanice z důvodu údržby nebo poruchy. Provozní záloha nemůže být ponechána na provozovateli, ale musí vzejít z výsledků simulace.

Výpočty zatížení trakčních napájecích stanic jsou prováděny i pro stav N - 1, tedy jejich dimenzování počítá s odstavením některé trakční napájecí stanice v případě poruchy či preventivní údržby

- V kapitole 15.2 nelze srovnávat systém 3kV a 25kV a nazývat to standardem SŽDC, protože standardem pro 25kV u SŽDC i např. ŽSR je zapojení transformátorů do „V“ nebo „T“, případně existují i jiné varianty zapojení.

Z hlediska provozních vlastností na straně železnice jsou zapojení V a T prakticky shodná, neboť pevnou návěstí vypni proud je strojvedoucímu přikazováno vypnutí proudu před průjezdem neutrálním polem i v případě, že je k němu z obou stran přivedeno stejné napětí.

- Zmíněný bypass uvedeného zařízení není záložní řešení, ale nutnost pro spolehlivé napájení trakčního vedení.

Parametry spolehlivosti trakční napájecí stanice jsou vztahovány k standardnímu zapojení, náhradní zapojení (bypas) je vnímáno jako nouzové zapojení. Je však zřejmé, že jde o jednu z významných předností navrhované technologie měničových trakčních napájecích stanic (SFC) s vysokonapěťovými multilevel IGB spínači, která má pro uvádění do provozu i pro vlastní provoz důležitý význam

- Ve studii není řešeno srovnání s napájením trakčního vedení na hladině DC 3 kV, resp. jaké jsou náklady na doplnění technologie napájení a rozvodu el. energie na hladině DC 3 kV dle požadované úrovně dopravy v porovnání s náklady na přechod na AC 25 kV, 50 Hz? Zkušenosti např. z Itálie, Belgie, Francie, Holandska (kde je v současné době reálně uvažováno s přechodem na DC 3 kV) ukazují, že provoz mimo vysokorychlostních tratí lze úspěšně napájet i DC soustavami.

Porovnání systémů 3 kV a 25 kV není předmětem této studie. Toto téma bylo řešeno ve studii zpracované v roce 2016, která byla schválena rozhodnutím Centrální komise Ministerstva dopravy ČR dne 20. 12. 2016 a dopisem 1. náměstka ministra dopravy – státního tajemníka Tomáše Čocka byly SŽDC uloženy úkoly k realizaci změny systému 3 kVDC na 25 kVAC.

- Ve studii jsou předimenzované výkony lokomotiv, což neodpovídá reálnému zatížení vlaků na daných tratích.

Ve studii uvažované výkony lokomotiv nejsou předimenzované. Jak státní, tak i nestátní dopravci registrovaní v ČR (podobně jako i dopravci zahraniční) si každým rokem pořizují desítky dalších nových lokomotiv výkonové kategorie 6 MW. S ohledem na tento trend poptávky výrobci lokomotiv ani méně výkonné lokomotivy nenabízejí.

- Ve studii se počítá s vysokou účinností frekvenčního měniče, který je ale pouze při jmenovitém výkonu. Vzhledem k tomu, že frekvenční měnič není možné přetěžovat jako transformátory, jsou frekvenční měniče navrženy na dvojnásobek až trojnásobek jmenovitého výkonu stejnosměrných trakčních měnících. Tímto větší měnič znamená větší ztráty naprázdno. Požadujeme doložit závislost účinnosti (ztrát) na odebíraném výkonu v celém rozsahu výkonového zatížení měniče a dále požadujeme doložit ztráty celého napájecího systému v reálném odběrovém celodenním diagramu.

Právě pro docílení vysoké účinnosti trakčních napájecích stanic je volena technologie měničových trakčních napájecích stanic (SFC) s vysokonapěťovými multilevel IGB spínači, která se vyznačuje extrémně vysokou účinností (přes 98 %) a velmi plochým průběhem účinnosti (již při 10 % zatížení dosahuje účinnost cca 95 %) v důsledku velmi nízkých ztrát naprázdno. Dvoustranným napájením je docílena nejvyšší možná účinnost trakčního vedení. U tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory je jejich výkonová přetížitelnost v praxi nevyužitelná, neboť je provázena velkým poklesem napětí, který vede k nesplnění požadavku TSI ENE (respektive ČSN EN 50 388) na kvalitu napájení. Závislost ztrát na velikosti výkonu je přiložena v závěru odpovědi.

- Studie neřeší chování celého systému při provozu stávajících starých hnacích vozidel. Nebudou muset být nasazeny FKZ?

Souběh starých trakčních vozidel s diodovými usměrňovači (tedy s nízkým účínkem a s vysokým podílem vyšších harmonických složek proudu) a moderních vozidel se vstupními čtyřkvadrantovými měniči (tedy s odběrem sinusového proudu ve fázi s napětím) je jedním z důvodů k volbě technologie měničových trakčních napájecích stanic (SFC) s vysokonapěťovými multilevel IGB spínači, neboť ty zvládají nekonfliktně napájet jak stará trakční vozidla s diodovými usměrňovači a moderních vozidel se vstupními čtyřkvadrantovými měniči. V zásadě jde o jediné možné řešení, neboť tradiční trakční napájecí stanice s jednofázovými transformátory nutně vyžadují pro provoz

starých trakčních vozidel s diodovými usměrňovači vybavení filtračními a kompenzačními zařízeními (FKZ). Avšak filtrační a kompenzační zařízení nemají zaručenou kompatibilitu s vozidly se vstupními čtyřkvadrantovými měniči – dochází ke vzniku rezonančních jevů, které vedou k závažným přepětím, která překračují dovolené meze a vedou k trvalým poškozením technických zařízení.

- Kap. 2 – Plán 978/2015 MD se neplní tak rychle, jak se čekalo, lze očekávat nižší spotřeby v pozdějších letech.

Neplnění Usnesení vlády ČR č. 978/2015 v oblasti převodu nákladní dopravy ze silnic na železnice rezortem dopravy je z hlediska Národního plánu snižování emisí naprosto neakceptovatelné. Aktuálně tyto otázky řeší společná pracovní skupina MŽP ČR, MPO ČR a MD ČR, motivované mimo jiné i nejnovějšími výsledky práce Ústavu experimentální medicíny akademie věd ČR v oblasti působení exhalací automobilové dopravy na lidské zdraví. SŽDC je povinno vytvořit podmínky k naplnění Usnesení vlády ČR č. 978/2015 (viz též jednoznačné stanovisko oboru strategie GŘ SŽDC prezentované na jednání o konverzi dne 18. 7. 2017).

- Kap. 3 – Jak je myšleno třinásobné zvýšení měrného výkonu u nákladních vlaků? Lze očekávat třinásobnou akceleraci nebo třinásobnou hmotnost vlaků? Nebo 1,73 násobnou hmotnost a 1,73 násobnou akceleraci oproti současnosti? Aerodynamický vliv lze u nákladních vlaků vzhledem k hmotnosti a rychlosti zanedbat. Navíc je rozjezd vždy limitován mezi adheze, takže prosté zvýšení výkonu HDV o stejném počtu náprav automaticky neznamená zvýšení využitelného výkonu při rozjezdu.

S ohledem na nízký valivý odpor ocelových kol na ocelových kolejnicích je aerodynamická složka jízdního odporu i u nákladních vlaků dominantní. K jejímu překonání potřebný výkon roste se třetí mocninou rychlosti. Se třetí mocninou rychlosti též roste výkon potřebný na rozjezd vlaku. Zvýšení rychlosti jízdy nákladních vlaků z tradičních 65 km/h na současných 100 km/h proto klade vyšší nároky na výkon trakčních vozidel i pevných trakčních zařízení. Vyšší rychlost jízdy vlaku ovlivňuje Joulové ztráty účinkem šesté mocniny. Trojnásobné zvýšení měrného trakčního výkonu vlaků je realitou. Vlak o hmotnosti 2 000 t bývaly tradičně dopravovány lokomotivami o výkonu 2 000 kW, dnes k jejich vozbě využívají dopravci lokomotivy o výkonu 6 400 kW, v opačném případě by nákladní vlaky nedostaly trasu v souběhu s rychlíky a hodiny by čekaly v nácestných stanicích.

- V době projetí přes neutrální pole nastane flikr? Tzn. před vjetím do neutrálního pole se vypne „najednou“ celý trakční odběr a plný výkon HV? Ve vlaku by vznikaly velké a nežádoucí mechanické rázy s možností poškození vozidel. Již v současnosti se mechanickým rázům dopravci snaží zabránit. Netrakční odběry vlaku jsou z hlediska flikru zanedbatelné. Totéž v kapitole 6.7.3

Je potřebné rozlišovat rychlý a pomalý flikr. Jakékoliv zbytečné zapínání a vypínání vysoce výkonných spotřebičů působí v distribučních sítích nežádoucí kolísání napětí.

- Str. 6 – v době výpadku napětí při vypnutí proudu na HV můžou netrakční odběry ve vozech zajišťovat plnohodnotně akumulátory. Napájení střídavých odběrů ze stejnosměrné sítě malého napětí dnes úspěšně řeší ostrovní fotovoltaické elektrárny. Argument zbytečného zatěžování akumulátorů neobstojí, pokud je systém správně nadimenzován a navrhnout pro konkrétní účel použití.

Akumulátory v železničních vozidlech pokrývají jen činnost bezpečnostně relevantních zařízení (s příkonem jednotek kW), nikoliv dalších zařízení, která vyžadují příkon v řádu desítek kW, jako například klimatizace, k tomu nejsou ani určeny ani dimenzovány. Spojité napájením je pro jejich nepřerušovaný chod nutností.

- Kap. 4 – Jak je myšleno, že při vícekolejné trati je výkon TNS dobře využit? Je využit určitě lépe jak na jednokolejné trati, ale určitě ne dobře.

Na dvojkolejné trati jezdí vlaky na obou kolejích plynule, což vytváří dobré předpoklady pro rovnoměrné zatěžování trakčních napájecích stanic (špičky odběru a špičky rekuperačního brzdění se navzájem překrývají). Na jednokolejných tratích se protijedoucí vlaky rytmicky potkávají

v železničních stanicích určených ke křížování. Odběrů výkonu je málo a zpravidla se nevhodně sčítají: buď oba v napájecím úseku přítomné vlaky současně rekuperačně brzdí, nebo se oba současně rozjíždějí.

- kap 4.7 - Systém napájení netrakčních odběrů pevných zařízení z TV by se měl nahradit napájením závěsným kabelem 22 kV v souladu s vydanou koncepcí SŽDC.

Ano, napájení ze samostatného kabelu 22 kV je perspektivní.

- Kap 4.11 – „Vytvořené následné mezidobí v sobě nemá žádné zbytečné přírážky, TNS si řídí samy sled jízdy vlaků, jak je stačí napájet.“ Tj. jde o klasické zpoždění. Jak funguje systém, kdy si TNS řídí sled jízdy vlaků podle napájení? Jak je řešen přenos informace z TNS o dovoleném sledu vlaků k zaměstnancům řízení provozu (výpravčí, traťový dispečer)?

Řízení sledu jízdy vlaků v automaticky generovaných elektrických následných mezidobích není určeno pro běžný provoz, ale pro extrémní situace (kumulované poruchy N-2), ve kterých by jinak došlo k úplnému kolapsu v důsledku vypnutí napájení následkem přetížení. V režimu automaticky generovaných elektrických následných mezidobí se vlaky pohybují pomaleji, ale nezastaví se, neuvíznou. Režim automaticky generovaných elektrických následných mezidobí je zaváděn zcela automaticky nezávisle na úkonech provozního personálu. Princip automaticky generovaných elektrických následných mezidobí může působit jak pouze na železnici, tak i v návaznosti na distribuční soustavu. Odlehčením přetížené distribuční soustavy lze předejít úplnému vypnutí trakční napájecí stanice. Pochopitelně jde opět o opatření určené jen pro výjimečné situace.

- Str. 6 – 90% pokles napětí není poklesem trakčního výkonu, ale disponibilního výkonu TNS.

Souhlasíme - opraveno.

- Kap. 5 str. 7 „Zařízení pro omezení příkonu – na palubě vlaku se volí proud nebo výkon, které budou omezovat výkon s ohledem na výkonnost tratě. Správce infrastruktury musí v registru infrastruktury uvést požadované omezení.“ Jak to bude fungovat? Kdo bude za toto zodpovědný? Bude systém statický nebo dynamický vzhledem k akutním stavům napájení? Je to v souladu s požadavky subsystému ENE?

Jde o doslovnou citaci TSI ENE a ČSN EN 50 388. Povinnost plnit toto ustanovení je dána Zákonem o drahách č.266/1994 Sb. (§ 49 b), předkládaná studie nemá na tuto skutečnost žádný vliv

- Str. 8 – body a) b) – lze to provést i klasickým Transformátorem, jen se musí správně navrhnout

Bod a) nelze provést klasickým transformátorem, neboť omezená životnost přepínače odboček (cca 10000 přepnutí) neumožňuje jej vyžít pro neustálé vyrovnaní odchylky okamžité hodnoty napětí v přípojném bodě k distribuční síti od jmenovité hodnoty. Bod b) nelze provést klasickým transformátorem, neboť by bylo nutno výrazně snížit jeho rozptylovou reaktanci (napětí nakrátko e_k), což by se projevilo podstatným nárůstem zkratových proudů.

Kap. 6 Str. 5 „Ve velké většině provozované TNS nesplňují nesymetrii“ – které TNS toto nesplňují a kdy proběhlo měření nebo výpočty?

Analýzu zkratových výkonů distribuční sítě v místech připojení jednotlivých trakčních napájecích stanic ve vztahu k povolené nesymetrii odběru provedl EGU Brno a je uvedena ve studii, která je součástí kapitoly 18 této zprávy

- Str. 6 – Nesymetrie odběru se nepřičítá k nesymetrii rekuperace na jednom odběrném místě a nedochází tím ke snížení limitu. Tvrzení ve studii je technicky nesprávná interpretace.

Nesymetrii odebíraného příkonu a navráceného (rekuperovaného) výkonu je skutečně nutno sčítat, společně pak nesmí v plovoucím 10 minutovém intervalu přesáhnout 0,7 % zkratového výkonu. Limitujícím faktorem totiž není samotná nesymetrie proudu, ale nesymetrií proudu způsobená

nesymetrie okamžitých hodnot napětí (vliv impedančních úbytků), která deformuje točivé magnetické pole elektrických strojů a tím je poškozují zvýšenými ztrátami a oteplením.

- Str. 8 kap. 6.7.5 – „*minimalizace rizik poškození HV i PTZ z důvodu nerespektování návěstí...*“ Nejedná se o minimalizaci, ale pouze o snížení rizika.

Význam slov minimalizace a snížení je sice velmi příbuzný, avšak když dochází při spojitém napájení k úplnému odstranění nutnosti vypínat proud trakčních vozidel u každé napájecí stanice i u každé spínací stanice uprostřed mezi napájecími stanicemi (tedy zhruba každých 25 km) a zbudou jen ojedinělá místa nesjízdnosti trakčního vedení, pak je slovo minimalizace zcela na místě

- Kap. 7.6 – Jaká je ekonomická efektivnost akumulátorových jednotek používaných v Rakousku?

Ekonomická efektivnost dvouzdrojových elektrických trakčních vozidel trolej – akumulátor (IP EMU) v Rakousku je zhruba stejná, jako v ČR. Z jednoho litru motorové nafty v ceně cca 28 Kč a s tepelným obsahem 10 kWh lze v dieselaagregátu vyrobit zhruba 3,5 kWh elektřiny, tedy 8 Kč/kWh. Jedna kWh elektrické energie z trakčního vedení přijde cca na 2,40 Kč, při uvažování 25 % úspory rekuperací na 1,80 Kč/kWh, tedy na 22 % ve srovnání s motorovou naftou. Proto zakázalo Rakouské ministerstvo dopravy Rakouským spolkovým drahám (ÖBB) nahrazovat dožívající motorové vozy řad 5047 a 5147 novými vozidly se spalovacími motory, ale IP EMU. Ze stejného důvodu se snaží ČD přesvědčit kraje, aby za prostředky z OPD 2 nenakupovaly technicky zastaralá vozidla se spalovacími motory.

- Příloha 8.2 Podíl železnice na přepravních výkonech v osobní dopravě v ČR v roce 2030 je 0?

Usnesení vlády č. 978/2015 stanoví v souvislosti s převodem dopravy ze silnice na železnici měřitelné kritérium jen pro nákladní dopravu.

- Příloha 8.5 – Není jasné, co obrázek technicky vyjadřuje.

Obrázek 8.5 znázorňuje vektorový diagram rozmrazování trakčního vedení záměrným přenosem jalového výkonu mezi dvojicí sousedních trakčních napájecích stanic (viz text na straně 7). Průtok proudu je vyvolán záměrným posunutím fáze napětí. Jalový výkon produkují sekundární měniče, distribuční síť dodává jen činný výkon.

- Kap. 9.4.1 až 9.4.3 – úbytek napětí v případě použití současného FKZ není do určité míry závislý na odebraném jalovém výkonu, protože FKZ je schopno si samo jalovou energii částečně regulovat. Tím jsou napěťové poměry na výstupu TNS příznivější než ukazují přiložené obrázky.

Obrázky 9.3 a 9.4 se vztahují ke kapitole 9.4.1 (viz text na straně 4). Grafy neberou v úvahu korekci účinníku pomocí FKZ.

- Kap. 9.4.5 – proudy nejsou 2/3, ale 1/odmocnina(3), tj. cca 58 %.

Proud je ze dvou fází rozdělen do tří, tedy podle Kirchhoffova zákona klesá na 2/3 výchozí hodnoty.

- Příloha 9.3 – ukazuje stav, kdy není instalován FKZ (jaký se používá u SŽDC). Hodnoty i přesto vyhovují.

Hodnoty na obrázku 9.3 nelze pokládat za vyhovující. Napětí již na výstupu trakční napájecí stanice klesá k 90 % jmenovité hodnoty, která je podle TSI ENE a ČSN EN 50 388 spodní mezí kvalitního napájení. Tedy nezbývá žádná rezerva na úbytek napětí v trakčním vedení mezi trakční napájecí stanicí a vlakem.

- Příloha 9.4 – Při použití FKZ, jak je u SŽDC instalován, tento obrázek neplatí. Tento obrázek ukazuje stav bez FKZ.

- Obrázek 9.4 se vztahuje ke kapitole 9.4.1 (viz text na straně 4). Grafy neberou v úvahu korekci účinníku pomocí FKZ.

- Příloha 9.20 nedává technicky smysl.

Obrázek 9.20 znázorňuje vektorový diagram záměrného přesunu činného výkonu mezi dvojicí sousedních trakčních napájecích stanic (viz text na straně 14). Průtok proudu od odlehčené trakční

napájecí stanice k přetížené trakční napájecí stanici je vyvolán cíleným posunutím fáze výstupního napětí.

- Kap. 11.4.1 – Výpočet simulace: U osobních vlaků vedeno 8 párů R/EC směr Ostrava, tedy co 15 minut odjede z Brna do Ostravy 1 vlak? A dále vedeno 4 páry R ve směru Olc a 4 páry Os směr Vyškov; tzn. Z Brna výjezd 16 vlaků osobní dopravy R/EC/Ex ve směru tratě 300 během 2 hodin, v průměru tedy co 7,5 minuty jeden vlak? Stejný počet vlaků osobní dopravy by do Brna přijel? Uvedená skutečnost nám přijde značně předimenzována.

Počty vlaků jsou převzaty ze schválené studie proveditelnosti. Pevná trakční zařízení (subsystém energie - ENE) je nutno dimenzovat pro stejné dopravní zatížení, pro jaké jsou též dimenzovány ostatní strukturální subsystémy železničního systému, zejména INS a CCS.

- Obdobně kap. 11.4.2 – Ve směru na Břeclav se simuluje 16 párů nákladních vlaků během 2 hodin, tzn. Cca každé 4 minuty 1 vlak. Je ŽST. Břeclav vůbec takovou zátěž schopna dopravně a kolejově zvládnout i ve výhledu? Bude při této intenzitě nákladní dopravy prostor pro provozování osobních vlaků? Lze vůbec očekávat tak silný zájem ze strany nákladních dopravců?

Česká republika je právní stát, rezort dopravy je povinen plnit Usnesení vlády č. 978/2015. Nákladní dopravci sdružení ve společenstvu Žesnad vyjádřili odhodlání Usnesení vlády č. 978/2015 splnit (viz též vyjádření Žesnad k této studii). Železniční stanice Břeclav je nácestnou stanicí dvou RFC koridorů definovaných v Nařízení evropského parlamentu a rady č. 1316/2013, není důvod, proč by v ní měly nákladní povinně zastavovat. ČR čerpá na modernizaci tratí sítě TEN-T prostředky z fondu CEF, tudíž musí zajistit odpovídající dopravní provoz.

- Kap. 12 – Hodnoty výkonů jsou značně vysoké z důvodů značného předimenzování požadované dopravy. Chtělo by to lépe posoudit skutečně požadovaný dopravní výkon v horizontu 30 let s přihlédnutím k historii přepravovaných hrtkm v minulých 30 letech.

Historie uplynulých 30 let není pro vývoj v následujících 30 letech relevantní. Parametry železniční dopravy do dalších let jsou určeny v programových dokumentech na úrovni EU a ČR. Je potřeba se poučit z reality 1. národního tranzitního železničního koridoru, který se stal kapacitně přetíženým ještě dříve, než byla jeho modernizace dokončena.

- V kap. 2.3 je uvedena nutnost disponovat měrným výkonem 3 kW/t (proti stávajícímu 1 kW/t) u nákladních vlaků. V kap. 11.4.2. je uvedeno, že pro simulaci byly použity nákladní vlaky s měrným výkonem 6,4 kW/t, resp. 5,1 kW/t. Jak je opodstatněné další navýšení měrného výkonu?

Hodnota 3 kW/t je uvažována jako minimální. V rámci jednotnosti parku vozidel nakupují dopravci výhradně jen elektrické lokomotivy výkonové kategorie 6 000 kW (méně výkonné elektrické lokomotivy žádný výrobce nenabízí, není po nich poptávka) a požívají je jednotně i k dopravě vlaků o nižší hmotnosti než 2 000 t. Vlaky díky tomu disponují vyšším měrným výkonem, což jim umožňuje lépe využívat trasy v souběhu s rychlou osobní dopravou.

- Kap. 13.6, str. 5 b) – Který výrobce měniče to umí a kde je jeho praktická úspěšná aplikace ve světě?

Zmíněné polovodičové měniče odpovídají současnému stavu techniky. Veškeré k jejich integraci potřebné komponenty jsou na trhu volně k dostání. Polovodičové měniče vysokonapěťovými multilevel IGB spínači jsou ve velkých počtech aplikovány v přenosových energetických sítích a řadu let již slouží i na železnici. Reference jsou příznivé, požadovanou funkci plní a pracují velmi spolehlivě.

- Kap. 17 – stejná otázka jako z kap. 13.

Odpověď viz výše.

- Navrhované dimenzování trakčních napájecích stanic s jedním měničem o výkonu 30MVA není provozně vhodné. I přes možnost zálohování ze sousední TNS se jeví jako provozně vhodnější instalace více měničů s nižším výkonem. Měnič o nižším jmenovitém výkonu bude mít i nižší ztráty naprázdno. V provozu pak může být pouze takový počet měničů, jaký odpovídá aktuálně požadovanému odběru. V případě poruchy nebo plánované výluky jednoho měniče není nutné vyřadit z provozu celou TNS.

Trakční napájecí stanice lze řešit s vnější či s vnitřní redundancí, tedy jednoduché či dvojité. Záleží na celkové konfiguraci napájené železniční sítě a na prostorových a finančních limitech.

S pozdravem

Ing. Jaromír HUBAČ
přednosta Správy elektrotechniky a energetiky

Křivka typické účinnosti měniče.

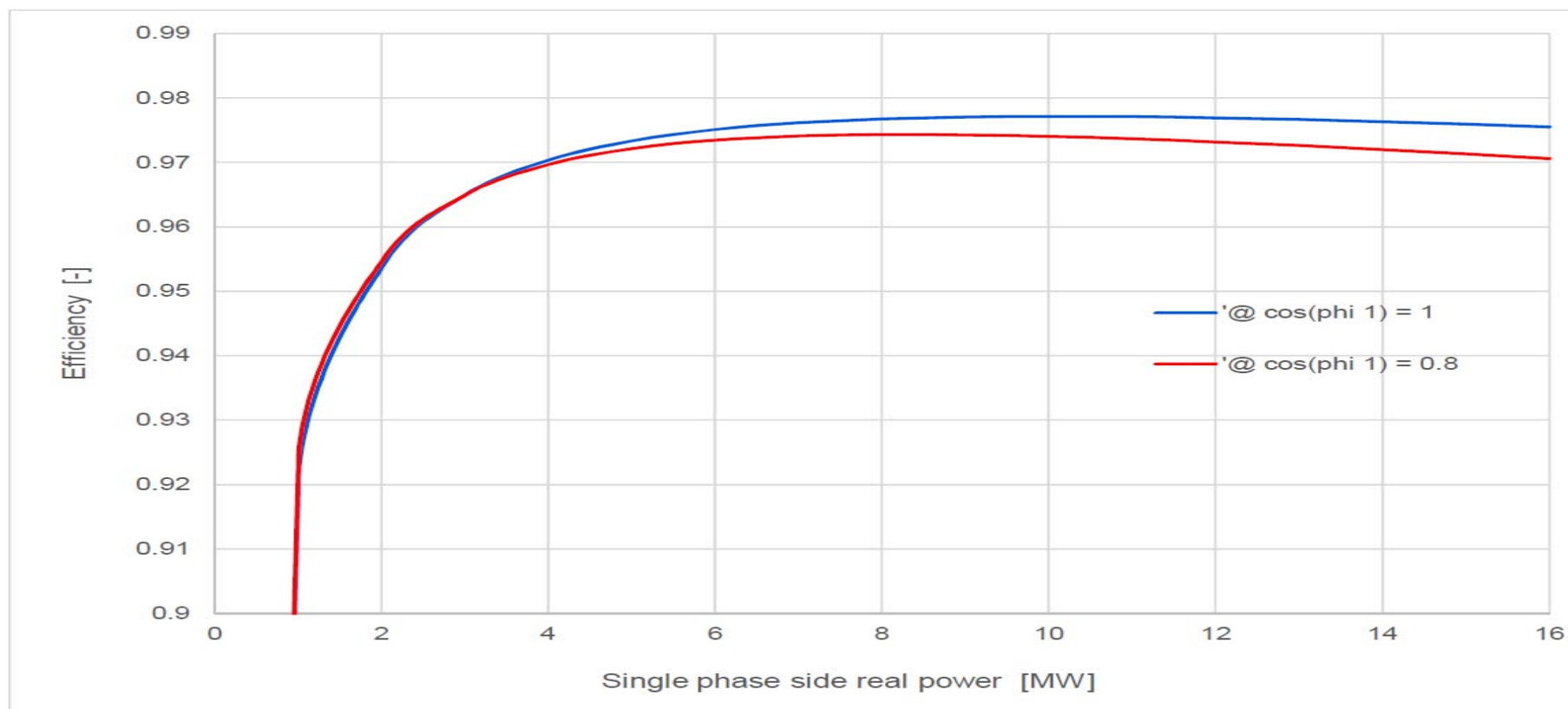


Bild 32 „offerierte“ Verlustkurven

Křivka typické účinnosti multilevel měniče.

SFC		
P0	kW	60
z1		0,004
z2		9E-07
$P1 = P2 + \Delta P$		
$\Delta P = P0 + z1 \cdot P1 + z2 \cdot P1^2$		

p	%	0,0	1,7	3,3	5,0	6,7	8,3	10,0	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	45,8	50,0	54,2	58,3	62,5	66,7	70,8	75,0	79,2	83,3	87,5	91,7	100,0
P2	kW	0	200	400	600	800	1 000	1 200	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000	5 500	6 000	6 500	7 000	7 500	8 000	8 500	9 000	9 500	10 000	10 500	11 000	12 000
P1	kW	60	261	462	663	864	1 065	1 266	1 568	2 072	2 576	3 080	3 585	4 090	4 596	5 103	5 609	6 116	6 624	7 132	7 641	8 150	8 659	9 169	9 679	10 190	10 701	11 213	12 238
ΔP	kW	60	61	62	63	64	65	66	68	72	76	80	85	90	96	103	109	116	124	132	141	150	159	169	179	190	201	213	238
eta	%	0,00	76,68	86,63	90,54	92,62	93,91	94,78	95,66	96,54	97,06	97,40	97,63	97,79	97,91	97,99	98,05	98,10	98,13	98,15	98,16	98,16	98,16	98,16	98,15	98,14	98,12	98,10	98,06

