

6 VÝVOJ A POŽADAVKY NA STRANĚ DS

6.1 Obsah

6	VÝVOJ A POŽADAVKY NA STRANĚ DS.....	1
6.1	Obsah	1
6.2	Všeobecně	2
6.3	Ustanovení zákonů, předpisů a norem	2
6.4	Fyzikální principy	3
6.5	Vývojové tendence na straně energetiky	4
6.6	Vývojové tendence na straně dopravy.....	5
6.7	Jednotlivé požadavky	7
6.7.1	Požadavky na symetrii	7
6.7.2	Požadavky na průběh proudu	7
6.7.3	Požadavky na flickr.....	7
6.7.4	Podmínky rekuperace	7
6.7.5	Podmínky paralelní spolupráce trakčních napájecích stanic	8
6.7.6	Střední a maximální výkon – technicky	9
6.7.7	Střední a maximální výkon – tarifně	10
6.7.8	Hromadné dálkové ovládání.....	10
6.7.9	Reálnost/nereálnost nových přípojek z DS.....	10
6.8	Přílohy ke kapitole 6	10

6.2 Všeobecně

Trakční napájecí stanice odebírají elektrickou energii z distribuční sítě (respektive ji do ní i vracejí). Proto je nutno při jejich návrhu a provozu respektovat předpisy platné pro připojování elektrických zařízení k distribuční síti.

6.3 Ustanovení zákonů, předpisů a norem

Podle vyhlášky o podmínkách připojení k energetické soustavě č. 16/2016 Sb., §3, jsou podmínkami připojení žadatele k distribuční soustavě žádost o připojení a studie připojitelnosti, pokud je provozovatelem distribuční soustavy vyžádána.

Žádost o připojení odběrného elektrického zařízení k distribuční soustavě obsahuje podle přílohy č. 5 k vyhlášce č. 16/2016 mimo jiné i kapitolu Možnosti ovlivnění napájecí sítě (část B, bod 5).

Předmětem studie připojitelnosti výrobní nebo odběrného elektrického zařízení je posouzení očekávaných vlivů připojení zařízení na provoz přenosové nebo distribuční soustavy. Rozsah studie připojitelnosti vymezuje provozovatel distribuční soustavy.

Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav definuje podniková norma energetiky pro rozvod elektrické energie PNE 33 3430-0 páté vydání.

Pro řešenou studii jsou relevantní zejména kapitoly výše uvedené normy – viz citace :

- 3.4.2 Výpočet nesymetrií

Jako charakteristická veličina pro nesymetrii slouží stupeň nesymetrie napětí k_U .

Pro dvoufázové zátěže mezi dvěma fázovými vodiči a jednofázové zátěže mezi fázovým a středním vodičem platí přibližně:

$$k_U \approx \frac{S_A}{S_{kV}}$$

k_U stupeň nesymetrie

S_{kV} zkratový výkon v přípojném bodě V

S_A výkon jedno-/dvoufázového zatížení

- 3.4.4 Přípustné hodnoty

Přípustná hodnota (úroveň kompatibility) pro stupeň nesymetrie vyvolaný součinností všech spotřebičů v ustáleném provozu je stanovena

$$k_U \leq 2 \%$$

Pro jednotlivá spotřebitelská zařízení je výsledná hodnota nesymetrie omezena na

$$k_U \leq 0,7 \%,$$

přičemž určovat je ho třeba po dobu 10 minut.

6.4 Fyzikální principy

Pro objasnění přepočtu nesymetrie odběru výkonu na nesymetrii třífázového napětí je potřeba vyjít z Ohmova zákona. Příkonem způsobený průtok proudu fázovým vodičem vyvolává úbytek napětí:

$$\Delta U_f = Z_f \cdot I$$

Impedance fáze v místě odběru je určena zkratovým výkonem třífázového symetrického zkratu v místě odběru:

$$S_k = 3 \cdot U_f \cdot I_k = 3 \cdot U_f^2 / Z_f = U_s^2 / Z_f$$

$$Z_f = U_s^2 / S_k$$

Tedy:

$$\Delta U_f / U_s = Z_f \cdot I / U_s = U_s^2 / S_k \cdot I / U_s = P / S_k$$

Při symetrickém odběru příkonu ze všech tří fází se vektor úbytku napětí ΔU_f odečítá od vektorů všech tří fázových napětí. Výsledkem je symetrické (symetricky snížené) napětí v místě odběru.

Při nesymetrickém odběru z DS se vektor úbytku napětí ΔU_f odečítá od vektorů fázových napětí jen těch fází, které jsou protékány odebíraným proudem. Nesymetrie napětí je tedy úměrná poměru nesymetricky odebíraného příkonu a zkratového výkonu DS v místě odběru.

Přitom je paradoxní, že nesymetrie napětí v DS způsobená nesymetrickým odběrem příkonu vůbec nevádí odběrateli nesymetrického příkonu, pro něho není velikost napětí na fázi, kterou nevyužívá, nijak podstatná. Nesymetrie napětí v DS však vadí všem ostatním odběratelům třífázově připojeným k téže DS, neboť jejich asynchronní motory pracují díky vzniku protisměrné složky proudu se zvýšenými ztrátami a přehřívají se, což je poškozuje.

Dalším důsledkem nesymetrického odběru z DS je nevyužití jejího disponibilního výkonu, limitovaného dimenzováním vodičů a ostatních komponent proudového okruhu. Při připojení zátěže pouze k jednomu sdruženému napětí (TNS v zapojení T), respektive při připojení zátěže pouze ke dvěma sdruženým napětím, lze v důsledku nerovnoměrného zatížení fázových vodičů využívat jen 58 % disponibilního výkonu DS.

6.5 Vývojové tendence na straně energetiky

Podle energetického zákona 458/2000 Sb., § 28, odstavec 1, písmeno f je zákazník povinen provádět dostupná technická opatření zamezující ovlivňování kvality elektřiny v neprospěch ostatních účastníků trhu s elektřinou.

K pochopení logiky zákonných požadavků a s nimi souvisejících procesů na straně energetiky je potřebné vnímat jejich technickou podstatu a spolu s tím i strukturální změny, kterými energetika prochází:

- odklonem od dominantní role tepelných elektráren spalujících fosilní paliva (zejména hnědé uhlí) směrem k bezemisním zdrojům ztrácí energetika řiditelné zdroje. Velký podíl mají zdroje konstantního výkonu (jaderné elektrárny) a narůstá podíl zdrojů nepredikovatelného výkonu (větrné a solární elektrárny),
- v důsledku výše uvedené změny struktury zdrojů má v ceně elektřiny, která je součtem plateb úměrných odebrané energii (kWh) a plateb za síťové služby, tedy za rezervovaný příkon (kW), stále větší význam platba za rezervovaný příkon (aktuálně zhruba 50 %),
- v důsledku postupného útlumu uhelných elektráren (dílem z důvodu vyčerpání uhelných ložisek, dílem z ušlechtilých pohnutek) a s ohledem na již za nepřiliš dlouhou končící životnost současných jaderných elektráren a praktické neprofinancovatelnosti výstavby nových jaderných elektráren (cenově nejsou schopny konkurovat obnovitelným zdrojům energie) je reálnou verzí budoucí energetiky decentralizace – přechod k malým zdrojům typu KVET (kombinovaná výroba elektřiny a tepla) v blízkosti spotřeby, které se vyznačují velmi vysokou účinností přeměny energie paliv na využitelné energie (kogenerační jednotky). Ty však mají nižší výkon a z důvodu své vyšší vnitřní impedance i podstatně nižší zkratový výkon
- velmi obtížnou možností další výstavby přenosových a distribučních vedení (ochrana přírody, urbanizace, vlastnictví půdy, ...) a to zejména prostorově náročných přenosových vedení na vyšších napěťových hladinách
- v kombinaci obou předchozích bodů se do budoucna bude měnit dosavadní trend postupného zvyšování tvrdosti distribuční soustavy (růst zkratového výkonu) na trend zcela opačný: je předpokládán pokles zkratového výkonu distribuční soustavy. Vnitřní impedance zdrojů bude díky odstavování velkých centrálních elektráren a jejich náhradou malými necentrálními růst a není velká naděje na významné snižování impedance přenosových a distribučních vedení jejich přechodem na vyšší napěťovou hladinu, byť by to bylo velmi žádoucí,
- pokrok ve vývoji elektrických strojů, zejména velkých průmyslových asynchronních motorů, motivovaný úsporami hmotnosti konstrukčních materiálů, vede k minimálním rezervám v oteplení a ke krátkým tepelným časovým konstantám. Tyto stroje jsou velmi citlivé na nesymetrii napájecího třífázového napětí, která vyvolává vznik protisměrného magnetického pole a tím i protisměrných proudů, které způsobují zvýšené ztráty a nadlimitní oteplení izolace vodičů a tím způsobují jejich nevratné poškození. Velké průmyslové pohony jsou proto vybavovány elektronickými ochranami, které kontinuálně kontrolují kvalitu napájecího napětí včetně symetrie a při jejím nedodržení pohon preventivně odstavují,
- odběratelé elektrické energie proto vyžadují od dodavatelů její vysokou kvalitu, tedy klidné sinusové symetrické napětí. Ti pochopitelně přinášejí tento požadavek jak na distributory elektrické energie, tak na výrobce elektrické energie, tak i na ostatní odběratele, aby svým zpětným vlivem na síť kvalitu napětí nezhoršovali,
- v trendu vyšší pozornosti na kvalitu napětí jsou výrazným nástrojem nová všeobecně dostupná a relativně levná elektronická měřicí zařízení umožňují průběžně monitorovat a kontrolovat kvalitu dodávky či odběru elektrické energie,

- rovněž náhrada dříve unitární energetiky na nové rozdělení energetického řetězce výroba – nákup – přenos - distribuce – prodej – spotřeba mezi samostatné právní subjekty se vzájemnými smluvními a obchodními vztahy vede k mnohem důslednější kontrole kvality odběru elektrické energie,
- energetika nemá žádné nástroje na symetrizaci napětí v distribuční síti. Veškeré regulační prvky jak na straně zdrojů, tak na straně přenosu (odbočkové transformátory), jsou provedeny tak, že působí na všechny tři fáze stejně. Distributor není schopen zajistit symetrické napětí v síti jinak, než důsledným tlakem na odběratele, aby odebírali elektrickou energii symetricky,
- v důsledku tohoto trendu došlo ke zpřísnění požadavku na symetrii odběru příkonu z distribuční sítě. V minulosti byl umožňován jednofázový či dvoufázový odběr v úrovni 2 % zkratového výkonu a případné překročení této hodnoty bylo tolerováno. Aktuálně je (viz 5. vydání PNE 33 3430-0) pro jednotlivé spotřebitelské zařízení přípustný jednofázový či dvoufázový odběr jen v úrovni 0,7 % zkratového výkonu. Přitom na rozdíl od obchodních měření spotřeby energie není nesymetrie kontrolována v 15 minutovém pevně určeném (taktovaném) časovém období, ale v 10 minutovém klouzavém časovém období. Žádné překročení nesymetrie není tolerováno, hodnota 0,7 % nesmí být překročena při žádném měření. Přitom jako základ pro výpočet přípustné hodnoty jednofázového či dvoufázového odběru je uvažován nejnižší možný zkratový výkon, který může v dotýčném přípojném bodě distribuční soustavy nastat (například při její údržbě), nikoliv hodnota zkratového výkonu při standardním zapojení. To je dáno uplatňováním principu N – 1, energetická zařízení musí plnohodnotně fungovat i při výpadku libovolného svého prvku (transformátoru, vedení, ...),
- ze stany energetiky je avizováno, že s ohledem na neustálý tlak velkých průmyslových odběratelů na kontinuální dodržování kvality dodávané elektrické energie je možné, že dojde do budoucna k dalšímu zpřísnění požadavků na symetrický odběr.

V souhrnu těchto skutečností je zřejmé (a distributoři to jasně deklarují), že dosud provozované trakční napájecí stanice 3 x 110 kV / 1 x 25 kV s jednofázovými transformátory ve velké většině nesplňují požadavky 5. vydání PNE 33 3430-0 a jejich provoz je tolerován jen proto, že jde o zařízení připojená v minulosti. Avšak u nově zřizovaných či změněných trakčních napájecích stanic, či v případě požadavku na zvýšení rezervovaného příkonu, bude ze strany distributora podle vyhlášky o podmínkách připojení k energetické soustavě č. 16/2016 Sb. vyžadováno zpracování studie připojitelnosti. Lze oprávněně předpokládat, že jednotlivě zpracovávané studie připojitelnosti povedou k poznání, že příslušné trakční napájecí stanice 3 x 110 kV / 1 x 25 kV s jednofázovými transformátory nesplňují podmínky připojení odběrného zařízení k distribuční soustavě.

6.6 Vývojové tendence na straně dopravy

Výše popsáný vývoj na straně energetiky směrem ke stále menší toleranci nesymetrie je přitom v kontradikci s vývojem na straně železnice:

- koncentrace přepravních proudů na kvalitní hlavní elektrizované tratě,
- růst intenzity dopravy (počtu vlaků),
- růst délky a hmotnosti vlaků,
- růst rychlosti jízdy vlaků a tím i aerodynamické ztráty, která zvyšuje odebíraný výkon účinkem třetí mocniny,
- růst výkonu trakčních vozidel,
- růst výkonu vedlejší spotřeby (klimatizace),
- aplikace rekuperačního brzdění se zpětným tokem výkonu do distribuční sítě.

Je velmi důležité si uvědomit, jakým způsobem rekuperační brzdění na jednofázově napájených drahách ovlivňuje symetrii napětí v třífázové distribuční soustavě (při použití technologie jednofázových transformátorů):

- a) pokud je rekuperovaná brzdová energie beze zbytku využita jinými vozidly (podmínkou jsou náležitě rozlehlé napájené úseky s velkou pravděpodobností současného výskytu většího počtu vlaků) nedochází ke zpětným tokům výkonu do distribuční sítě. Rekuperovaný brzdový výkon navzájem předaný mezi vlaky snižuje velikost příkonu nesymetricky odebíraného z distribuční sítě a tím i nesymetrii napětí (poměr P_1/S_k).
- b) pokud však není rekuperovaná brzdová energie beze zbytku využita jinými vozidly, dochází ke zpětným tokům výkonu do distribuční sítě. Typickým případem je jediný vlak v napájeném úseku: napřed odebírá příkon z distribuční soustavy pro rozjezd a po několika minutách vrací rekuperovaný výkon při zastavovacím brzdění zpět do distribuční soustavy, respektive napřed odebírá příkon z distribuční soustavy pro jízdu do stoupání a po několika minutách vrací při spádovém brzdění rekuperovaný výkon zpět do distribuční soustavy. V energetické bilanci se rekuperovaný střední výkon P_2 , zpětně tekoucí do distribuční soustavy, odečítá od středního příkonu P_1 odebíraného z distribuční soustavy (úspora rekuperací):

$$P = P_1 - P_2$$

Avšak nepříznivý účinek jednofázového odběru příkonu z distribuční soustavy na symetrii třífázového napětí v distribuční soustavě (v části 10 minutového období) a nepříznivý účinek jednofázového navraceného výkonu do distribuční soustavy na symetrii třífázového napětí v distribuční soustavě (ve zbývajících částech 10 minutového období) se navzájem sčítají:

$$k = k_1 + k_2 = P_1/S_k + P_2/S_k = (P_1 + P_2)/S_k$$

Nesymetrie způsobená do DS navraceným jednofázovým rekuperačním výkonem se přičítá k nesymetrii způsobené z DS jednofázově odebraným příkonem. Navracený jednofázový rekuperační výkon tak snižuje limit jednofázově odebíraného příkonu:

$$k_1 = k_{dov} - k_2$$

Činí-li například navracený jednofázový rekuperační výkon (P_2) 40 % jednofázově odebraného příkonu (P_1), dojde ke snížení limitu jednofázově odebraného příkonu (P_1) z 0,7 % na 0,5 %:

$$k_1 = k_{dov} - k_2 = k_{dov} - 0,4 \cdot k_1$$

$$k_1 = P_1/S_k = k_{dov}/1,4 = 0,007 / 1,4 = 0,005$$

Je potřeba si uvědomit že splnění podmínky podle bodu b) (povolení možnosti zpětného navracení přebytku rekuperovaného výkonu zpět do distribuční soustavy) je podmínkou i pro předávání rekuperované energie mezi vozidly podle bodu a), neboť schopnost ostatních vozidel odebírat rekuperovaný výkon je náhodná a nelze ji zaručit. Pokud nepřipustí distributor možnosti zpětného navracení přebytku rekuperovaného výkonu zpět do distribuční soustavy, znemožní tím rekuperaci všeobecně, tedy i předávání rekuperované energie mezi vozidly.

6.7 Jednotlivé požadavky

Podle vyhlášky o podmínkách připojení k energetické soustavě č. 16/2016 Sb. může distributor podmínit žádost o připojení žadatele k distribuční soustavě zpracováním studie připojitelnosti. Její obsah ani rozsah nejsou ve vyhlášce stanoveny, určuje je distributor. Níže uvedený soupis není absolutní, je jen přehledem parametrů, které zpravidla distributoři sledují.

6.7.1 Požadavky na symetrii

Nesymetrický výkon (v součtu absolutních hodnot příkonu a navraceného přebytku rekuperačního výkonu) nesmí v klouzavém 10 minutovém intervalu žádném případě překročit 0,7 % minimálního zkratového výkonu distribuční soustavy v místě připojení. Při napájení zátěže z pouze jednoho sdruženého napětí, respektive pouze ze dvou sdružených napětí, klesá využitelný výkon DS na 58 % hodnoty při symetrickém zatěžování všech tří fází.

6.7.2 Požadavky na průběh proudu

Je vyžadován účinník vyšší než 0,95 a minimální obsah vyšších harmonických složek proudu tak, aby s ohledem na vnitřní impedanci sítě v místě odběru nedocházelo k nežádoucímu zkreslování sinusového tvaru křivky napětí.

6.7.3 Požadavky na flickr

Cílem je, aby v síti nedocházelo k náhlým změnám napětí, které se mimo jiné projevují kolísáním (blikáním) světelného toku světelných zdrojů.

Ze strany železnice jde zejména o to předejít velkým skokům v odběru příkonu respektive dodávce výkonu, tedy co nejvíce uklidněným odběrem. Toho lze dosáhnout spojitým napájením (bez míst, na kterých je nutno stahovat a znovu zvedat sběrač proudu, či vypínat a znovu zapínat proud) a vytvářením co nejrozsáhlejších napájených úseků s výskytem velkého počtu vozidel, jejichž odběry proudu, respektive rekuperační dodávky proudu, se navzájem doplňují.

6.7.4 Podmínky rekuperace

Podle TSI ENE (viz výše, kapitola 5.2.) musí subsystém ENE (tedy vlastník a provozovatel dráhy) zajistit rekuperaci. Toto ustanovení má významnou hospodářskou a bezpečnostní dimenzi. Je nutno jej naplnit. Tedy přijmout takové technické řešení pevných trakčních zařízení, které umožní, aby distributor elektrické energie akceptoval dodávky ostatními vozidly nespotřebovaných přebytků rekuperované elektrické energie do distribuční soustavy. Přijmutí ostatními vozidly nespotřebovaných přebytků rekuperované elektrické energie do distribuční soustavy je podmínkou povolení rekuperace s předáváním energie mezi vozidly (viz výše, kapitola 5.4.)

V rámci studie připojitelnosti je tedy potřebné dohodnout s distributorem nejen maximum středního 15 minutového odebíraného příkonu (rezervovaný příkon) a maximum okamžitého příkonu, ale i maximum středního 15 minutového navraceného výkonu (rezervovaný výkon) a maximum okamžitého výkonu.

Je nutností vytvoření souladu mezi:

- povinností vlastníka a provozovatele dráhy zajistit rekuperační brzdění,
- splněním požadavků distributora na odběr ostatními vozidly nespotřebovaných přebytků rekuperované elektrické energie do distribuční soustavy.

Technickými prostředky k tomu jsou:

- vytvoření co nejrozsáhlejších napájených úseků s výskytem velkého počtu vozidel, jejichž odběry proudu a rekuperační dodávky proudu se navzájem doplňují,
- použití technologií pro symetrizaci odběru příkonu z distribuční soustavy a pro symetrizaci navráceného přebytečného rekuperovaného výkonu. Jde o to, aby velikost disponibilního odebíraného příkonu z jedné fáze nebyla limitována snižováním povolené nesymetrie (kritérium 0,7 % S_k) navrácením přebytečného rekuperovaného výkonu do jedné fáze (viz kapitola 6.4.). Jde o stěžejní bod, bez prokázání shody s TSI nelze v projektu pokračovat.

6.7.5 Podmínky paralelní spolupráce trakčních napájecích stanic

Dvoustranné napájení, praktikované i na tratích SŽDC elektrizovaných systémem 3 kV, má ve srovnání s jednostranným napájením, dosud praktikovaným i na tratích SŽDC elektrizovaných systémem 25 kV, řadu výhod:

- vyšší přenosová schopnost trakčního vedení,
- nižší ztráty energie,
- vyšší střední napětí na sběrači vozidla,
- vyšší pravděpodobnost předání rekuperovaného výkonu mezi vozidly s minimem zpětných toků výkonu do distribuční soustavy,
- příznivější zatížení trakčních napájecích stanic (nižší poměr $P_{max}/P_{stř}$),
- příznivější zatížení distribuční soustavy (nižší poměr $P_{max}/P_{stř}$),
- nižší cena elektrické energie (nižší poměr $P_{max}/P_{stř}$),
- spojitá jízda bez přerušování trakčního výkonu,
- spojité rekuperační brzdění,
- spojité napájení palubních sítí a zdrojů stlačeného vzduchu,
- spojitá činnost zařízení pro aktivní naklápění vozových skříní a tím i plné využití traťových rychlostí těmito vozidly,
- spojitá činnost ventilace, vytápění, klimatizace, cateringu a dalších zařízení zajišťujících pohodlí cestujících,
- nižší opotřebení kontaktních přístrojů,
- neodpoutávání pozornosti strojvedoucího od sledování tratě a od řízení jízdy vlaku,
- minimalizace rizik poškození vozidla i pevných trakčních zařízení při přehlédnutí či nerespektování návěsti k vypnutí proudu či stažení sběrače.

Výhody spojitého dvoustranného napájení jsou velmi zásadní. Proto byla ve spolupráci s EGU, ČEZ, E.ON a PRE provedena podrobná analýza poměrů v přípojných bodech distribuční soustavy k trakčním napájecím stanicím a toto téma bylo předmětem série společných jednání. Jejím výsledkem je zjištění, že přenosová i distribuční soustava elektrické energie pracují v ČR ve velmi specifických podmínkách, na které nebyly při svém budování zamýšleny ani dimenzovány:

- nerovnoměrné rozmístění velkých energetických zdrojů (neřiditelné jaderné na jihu země, řiditelné uhelné a akumulační na severu země),
- silný nadnárodní tranzit energie ve směru sever – jih (Německo-Rakousko, Polsko-Rakousko),
- existence velkoplošných solárních elektráren, jejichž výkon překračuje místní spotřebu v dané lokalitě a nepredikovatelně (v závislosti na měnící se intenzitě slunečního svitu) obracejí tok

energie v elektrických vedeních distribuční sítě z tradiční orientace (od tepelných elektráren k obcím) do opačné orientace (od obcí k tepelným elektrárnám).

V důsledku této nedobré situace distribuční soustavy je vektorově vnímané napětí v distribuční síti v čase a prostoru značně nestálé. Fázový úhel napětí je totiž ovlivněn úbytky napětí na impedancích v přenosové cestě elektrické energie. Tyto impedance mají převážně induktivní charakter, a proto natáčí vektor napětí a to buď dopředu, nebo dozadu, podle toho, jakým směrem teče činný výkon (**viz obr. 6.1**).

Podstatné je, že z analýzy skutečnosti roku 2015 (8760 měření po jedné hodině) vyplynulo, že v jednotlivých místech připojení trakčních napájecích stanic může být v distribuční síti 3 x 110 kV 50 Hz rozdílný fázový uhel vektorů napětí. Tento rozdíl fázových úhlů vytváří rozdíl napětí, který by v případě paralelní spolupráce sekundárních vinutí napájecích transformátorů 110 kV / 25 kV vyvolával průtok vyrovnávacího proudu mezi různými body distribuční sítě přes trakční vedení. S tím distributoři nesouhlasí.

Podmínkou paralelní spolupráce trakčních napájecích stanic je proto vzájemná nezávislost úhlu vektoru napětí 25 kV na výstupu trakční napájecí stanice na úhlu vektoru napětí 110 kV na vstupu trakční napájecí stanice, tedy v připojovacím bodě k distribuční síti. Tuto podmínku splňují měničové trakční napájecí stanice s kaskádou měničů a stejnosměrným meziobvodem (3 AC 50 Hz / DC plus DC / 1 AC 50 Hz). Tato technologie umožňuje spojitě dvojstranné napájení trakčního vedení systémem jednotné fáze.

6.7.6 Střední a maximální výkon – technicky

Odběr elektrické energie vlakem má v čase velmi proměnlivý průběh, odpovídající jednotlivým fázím jeho jízdy (rozjezd, jízda stálou rychlostí, výběh, brzdění). Podobně se chová i elektrické zatížení trakční napájecí stanice, která v součtu napájí vlaky, které se nacházející v jí příslušném traťovém úseku. Odběr příkonu trakční napájecí stanice z distribuční sítě má proto též v čase proměnný průběh. Dosud bylo zvykem hodnotit jej podle synchronizovaně taktované 15 minutové střední hodnoty příkonu, která též je základem obchodních vztahů, a to včetně sjednaného příkonu (nejvyšší přípustná 15 minutová střední hodnota příkonu). Nově se v distribučních sítích uplatňuje i kritérium maximální okamžité hodnoty příkonu. Okamžitá hodnota příkonu má význam zejména pro zatížení vodičů a dalších součástí elektrického obvodu a pro nastavení jistících prvků. Jde mimo jiné o to, aby nebyl provoz trakční napájecí stanice narušován vypínáním energie při výkonových špičkách (například při současném rozjezdu více vlaků).

S cílem plně využít výkonové možnosti distribuční soustavy v místě připojení trakční napájecí stanice je vhodné aplikovat:

- symetrický odběr příkonu z distribuční sítě, neboť nesymetricky je možné při stejné hodnotě mezního fázového proudu odebírat z distribuční sítě nižší příkon,
- dvoustranné spojitě napájení s paralelní spoluprací více napájecích stanic, které napájejí rozlehlé území s výskytem více vlaků, jejichž odběry se navzájem prolínají,
- měničové napájecí stanice s omezením výstupního proudu.

6.7.7 Střední a maximální výkon – tarifně

Časová proměnnost příkonu trakční napájecí stanice má též ekonomické konsekvence. Jde jak o jednorázovou platbu za rezervovaný výkon při zřizování přípojky, tak i o pravidelnou platbu za síťové služby která je též úměrná rezervovanému výkonu (maximální hodnota synchronně taktovaného 15 minutého středního příkonu). Nástrojem k minimalizaci maximální hodnoty 15 minutého středního příkonu je dvoustranné spojitě napájení s paralelní spoluprací více napájecích stanic, které napájejí rozlehlé území s výskytem více vlaků, jejichž odbírané příkony i rekuperované výkony se navzájem prolínají, takže odběr trakční napájecí stanice z distribuční sítě je velmi vyrovnaný.

6.7.8 Hromadné dálkové ovládání

Při řešení trakční napájecí stanice je nutno dodržením podmínek PNE 33 3430-6 zajistit, aby nedošlo k ovlivnění činnosti HDO.

6.7.9 Reálnost/nereálnost nových přípojek z DS

Při budování trakčních napájecích stanic je potřebné mít na zřeteli, že výstavba nových distribučních vedení 3 x 110 kV je procesně a časově velice náročná, a to zejména z důvodu složitého vyjednávání s vlastníky pozemků a s orgány ochrany přírody. Proto je rozumné pokud možno využívat již existující trakční napájecí stanice (například při konverzi systému 3 kV na 25 kV) a případné nové trakční napájecí stanice situovat do těsné blízkosti rozvodu 110 kV, nebo alespoň distribučních vedení 110 kV. V zásadě jde o přechod od tradiční metody „korálků na niti“ (TNS jsou budovány podél tratě na zhruba stálou vzdálenost) k metodě „rybí kost“ (odbočné tratě jsou napájeny z již existujících trakčních napájecích stanic na hlavní trati) a k metodě „sluníčka“ (trakční napájecí stanice jsou situovány v železničních uzlech, které jsou zpravidla též průmyslovým centrem s dostupností rozvodny 110 kV, nebo alespoň distribuční sítě 110 kV a ze kterých paprskovitě vychází více železničních tratí (dosud bez elektrizace) – viz obr. 6.2.

6.8 Přílohy ke kapitole 6

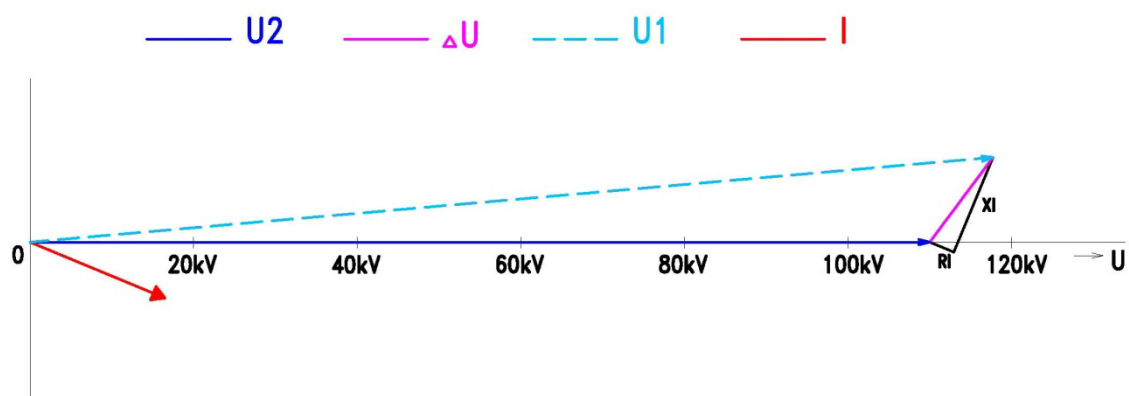
Příloha 6.1

Natáčení vektoru napětí při průchodu proudu distribuční soustavou

Příloha 6.2

Topologie situování TNS

Příloha 6.1 Natáčení vektoru napětí při průchodu proudů distribuční soustavou



Příloha 6.2 Topologie situování TNS

