

5 INTEROPERABILITA

5.1 Obsah

5	INTEROPERABILITA	1
5.1	Obsah	1
5.2	Úvod	2
5.3	Legislativní rámec TSI	3
5.4	TSI ENE - národní implementační plán, ověřování shody	3
5.5	Základní normy a předpisy z pohledu TSI ENE	5
5.5.1	Nařízení Komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému energie železničního systému v Unii.....	5
5.5.2	ČSN EN 50163 – Drážní zařízení – Napájecí napětí trakčních soustav (4.2.3)	6
5.5.3	ČSN EN 50388 – Drážní zařízení – Napájení a drážní vozidla – Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability (4.2.4, 4.2.7, 4.2.8).....	6
5.5.4	Nařízení komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému kolejová vozidla – lokomotivy a kolejová vozidla pro přepravu osob železničního systému v Evropské unii.....	11
5.6	Přílohy ke kapitole 5	11

5.2 Úvod



Požadavky spojené se zajištěním železniční interoperability vychází ze záměrů Evropské unie (EU) připravit podmínky pro integraci evropského železničního průmyslu a vznik jednotného trhu s jeho produkty a jsou vyjádřeny ve směnicích ES o interoperabilitě transevropského vysokorychlostního a konvenčního železničního systému.

Zákon o dráhách č. 266/1994, Sb. stanoví v §49b, odstavec 1: Vlastník dráhy a provozovatel dráhy, která je nebo se stane součástí evropského železničního systému, je povinen při stavbě nebo modernizaci dráhy, stavby na dráze, při jejím uvedení do užívání, provozování a údržbě zajistit dodržení základních požadavků na konstrukční a provozní podmínky a technických specifikací propojenosti. Těmito požadavky se musí řídit projektování, výstavba, související výroba i navazující údržba tratí.

Interoperabilita železničního systému zajišťuje mimo jiné kompatibilitu železniční infrastruktury jednotlivých členských států EU tak, aby byl umožněn volný pohyb jednotlivých dopravců, resp. jejich hnacích vozidel. To je důležité pro zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy v Evropě s přímou vazbou na Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 913/2010 ze dne 22. září 2010 o evropské železniční síti pro konkurenceschopnou nákladní dopravu, a pro naplnění závazků přijatých v tzv. Bílé knize zabývající se evropskou dopravní politikou, která jednoznačně upřednostňuje dopravu železniční před silniční.

Evropský železniční systém je ve smyslu Směrnice o interoperabilitě rozdělen na jednotlivé části – subsystémy :

- Trať (INS),
- Elektrické napájení (ENE),
- Řízení a zabezpečení (CCS),
- Vozidla (RST).

Požadavky interoperability je potřeba naplnit jak u jednotlivých dílčích subsystémů, což se, v případě této studie řeší pevná trakční zařízení, týká subsystému ENE (tedy požadavků TSI ENE), tak i z hlediska dalších subsystémů, se kterými má subsystém ENE rozhraní. Jde zejména o zbývající tři strukturální subsystémy (INS, CCS a RST) a o související provozní subsystémy (OPE, MAI, SRT, ...).

Z procesního hlediska jsou důležité dvě okolnosti:

- strukturální subsystémy INS (tratě), ENE (elektrické napájení) a CCS (řízení a zabezpečení), společně tvořící železniční dopravní cestu, spadají z hlediska vlastnictví majetku, jeho správy a provozování pod týž podnikatelský subjekt, a to Správu železniční dopravní cesty, zřízený Ministerstvem dopravy ČR. Avšak objekty subsystému RST (vozidla) spadají z hlediska vlastnictví majetku, jeho správy a provozování pod různé podnikatelské subjekty, kterými jsou jednotliví tuzemští či zahraniční provozovatelé drážní dopravy (dopravci),

- schvalování technické způsobilosti drážních zařízení, na které se vztahuje interoperabilita, probíhá nikoliv až u hotových objektů, jak je definováno ve vyhláškách č. 173/1995 (dopravní řád drah) a č. 177/1995 (stavební a technický řád drah), ale již ve fázi návrhu. Bez prokázání shody návrhu technického řešení s požadavky TSI nelze získat ani stavební povolení, ani financování z fondů EU.

Prvou z těchto okolností lze řešit dialogem zúčastněných subjektů, druhou důsledným respektováním ustanovení TSI.

V rámci této studie se budeme věnovat primárně subsystému ENERGIE (TSI ENE), ve kterém jsou definovány jednotlivé podmínky pro napájení trakčního vedení a drážních vozidel.

5.3 Legislativní rámec TSI

Při zavádění technických specifikací pro zajištění funkce interoperabilního železničního systému na území EU jsou aplikovány legislativní nástroje ES, mezi něž patří:

- Směrnice
- Nařízení
- Rozhodnutí

Celý systém evropských právních předpisů doplňují evropské normy. Normy nejsou závaznými právními předpisy, stávají se závaznými, je-li na ně uveden odkaz v některém evropském přímo platném právním předpisu či v národním právním předpisu. Evropské normy tak představují důležitý prvek postupné technické standardizace a harmonizace.

V oblasti interoperability evropského železničního systému představují normy důležitý prvek standardizace a to jak v oblasti kolejových vozidel, tak zabezpečovacího zařízení nebo infrastruktury. Odkazy na ně jsou součástí přímo platných právních předpisů – rozhodnutí či nařízení Evropské komise, kterými se vydávají technické specifikace pro interoperabilitu (TSI).

5.4 TSI ENE - národní implementační plán, ověřování shody

V České republice je v současné době platný „Národní implementační plán TSI ENE“.

Podle ustanovení článku č. 9 Nařízení Komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému energie železničního systému v Unii (dále jen TSI ENE) se vydává prováděcí plán TSI. Z hlediska naplňování požadavků interoperability jsou elektrická silnoproudá zařízení železniční dopravní cesty v České republice navrhována a realizována v souladu s technickými normami, které byly po vstupu České republiky do Evropské unie převzaty nebo implementovány do českých technických norem. Většina požadavků uvedených v těchto normách je uvedena v TSI ENE a TSI se na tyto normy odvolávají.

Všechny nové projekty silnoproudých zařízení týkající se Transevropské sítě TEN-T i nákladních koridorů RFC tak musí splňovat veškeré podmínky TSI ENE - Nařízení komise (EU) č. 1301/2014, což je v průběhu realizace projektu ověřováno procesem zabývajícím se posouzením shody.

TSI ENE zahrnuje veškerá pevná zařízení potřebná pro dosažení interoperability, která mají dodávat trakční energii pro drážní vozidla. Subsystém energie obsahuje:

- Trakční napájecí stanice
- Spínací stanice
- Oddělovací úseky (mezi různými elektrickými soustavami nebo mezi fázemi elektrické soustavy)
- Systém trakčního vedení
- Zpětný obvod

Při realizaci procesu ES ověřování subsystému energie se postupuje podle Dodatku B, tabulka B.1 TSI ENE, kde jsou uvedeny posuzované základní parametry a etapy posouzení (etapa návrhu a vývoje a etapa výrobní). Požadavky na základní parametry vycházejí z norem, které jsou součástí českých technických norem a při přípravě a zadávání staveb musí být tyto požadavky dodrženy.

Z pohledu rekuperačního brzdění (4.2.6) je nutno u střídavé napájecí soustavy mimo jiné řešit:

U AC napájecí soustavy je nutné řešit nejen její návrh tak, aby byla schopna zajistit výměnu energie mezi jinými vlaky (nebo jiným způsobem), ale i přetok energie do sítě nadřazeného distributora. V tomto případě se uplatňují technické i obchodně-legislativní aspekty. Zejména obchodně-legislativní aspekty, související s umožněním přetoku rekuperované energie do nadřazené distribuční sítě, nejsou v současnosti z pohledu přístupu jednotlivých nadřazených distributorů jednoznačně řešeny. V rámci železniční sítě v České republice jsou elektrizované úseky, kde je povolena rekuperace řešeny pokynem generálního ředitele č. 14/2008 „Zavedení zkušebního provozu rekuperace EHV“ v platném znění. Úseky trati, kde je rekuperace zakázána, jsou osazeny příslušnými návěstidly pro elektrický provoz, která jsou uvedena v registru infrastruktury.

Úseky, kde je rekuperace zakázána tak nesplňují podmínky TSI ENE a je nutno tuto situaci řešit jak pomocí technických, tak legislativních úprav.

Pro udržení kroku s technickým vývojem a na podporu modernizace je vhodné **prosazovat progresivní řešení**. Česká republika proto věnuje implementaci nejen TSI ENE patřičnou pozornost, neboť TSI vytvářejí do budoucna dobrý předpoklad pro zjednodušení schvalování nových prvků železničního systému v kontextu Evropského železničního prostoru.

5.5 Základní normy a předpisy z pohledu TSI ENE

5.5.1 Nařízení Komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému energie železničního systému v Unii

Mezi základní parametry TSI mimo jiné patří:

- 4.2.3 - Napětí a kmitočet
 - Střídavá soustava 25kV, 50Hz
- 4.2.4 - Parametry vztahující se k výkonnosti napájecí soustavy
 - Maximální proud vlaku (4.2.4.1)
 - Účinník vlaků a střední užitečné napětí (4.2.4.2) – musí splňovat ČSN EN 50388
 - Minimální střední užitečné napětí na pantografovém sběrači pro rychlost do 200km/h = 22 kV (viz. dodatek C – tabulka C.1).
- 4.2.6 - Rekuperační brzdění
 - Střídavé napájecí soustavy musí být navrženy tak, aby umožňovaly použití rekuperačního brzdění schopného bezproblémové výměny energie buď s jinými vlaky, nebo jakýmkoli jiným způsobem
- 4.2.7 - Opatření pro koordinaci elektrické ochrany
 - Viz. ČSN EN 50388
- 4.2.8. - Účinky harmonických a dynamických jevů ve střídavých trakčních napájecích soustavách
 - Vzájemné působení trakční napájecí soustavy a kolejových vozidel může vést k nestabilní soustavě
 - Pro dosažení kompatibility elektrické soustavy musí být harmonická přepětí omezena pod kritické hodnoty dle ČSN EN 50388.
- 4.2.15 - Úseky oddělující fáze
 - Viz. ČSN EN 50367
- 4.2.18 - Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem
 - Viz. ČSN EN 50 122-1
- 4.4 - Provozní pravidla
- 4.5 - Pravidla údržby
- 4.6 - Odborná kvalifikace
- 4.7 - Podmínky ochrany zdraví a bezpečnosti

ČSN EN 50163 – Drážní zařízení – Napájecí napětí trakčních soustav (4.2.3)

Jmenovitá napětí a jejich přípustné mezní hodnoty a doby trvání:

AC efektivní hodnoty :

- Jmenovité napětí $U_n = 25\text{kV}$
- Nejnižší trvalé napětí $U_{min1} = 19\text{kV}$
- Nejnižší krátkodobé napětí $U_{min2} = 17,5\text{kV}$
- Nejvyšší trvalé napětí $U_{max1} = 27,5\text{kV}$
- Nejvyšší krátkodobé napětí $U_{max2} = 29\text{kV}$

Spodní mez napětí (70 % napětí jmenovitého), kterou tato norma připouští, se však stává v praxi nepoužitelnou. Požadavky TSI ENE i ČSN ENE 50 388 vyžadují pro splnění kvality napájení hodnoty napětí podstatně vyšší.

5.5.2 ČSN EN 50388 – Drážní zařízení – Napájení a drážní vozidla – Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability (4.2.4, 4.2.7, 4.2.8)

5.5.2.1 Účinník vlaku (6)

Aby se dosáhlo optimalizace účinníku vlaku a tedy kvalitního napájení, musí pro konstrukci vlaku platit požadavky uvedené tabulce níže. V tabulce jsou uvedeny požadavky na celkový induktivní účinník vlaku λ . Pro výpočet λ se bere v úvahu pouze základní harmonické napětí na pantografovém sběrači.

Tabulka 1 – Celkový induktivní účinník vlaku λ

Okamžitý příkon vlaku P na pantografovém sběrači (MW)	Celkový induktivní účinník vlaku λ	
	Kategorie I a II tratí HS TSI ^a	Kategorie III; IV; V; VI; VII tratí TSI a klasických tratí
$P > 2$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$
$0 \leq P \leq 2$	b	b

Na odstavných kolejích nebo v depech, kdy je vlaková souprava odstavena, trakční příkon je vypnut, všechna pomocná zařízení jsou v provozu a odebíraný činný výkon je větší než 200 kW, musí být účinník základní vlny roven nebo vyšší než 0,8 (viz níže uvedenou poznámku 2).

POZNÁMKA 1 Výpočet celkového průměru hodnoty λ pro jízdu vlaku, včetně zastávek, se provádí na základě hodnot činné energie W_p (MWh) a jalové energie W_Q (Mvarh), daných počítačovou simulací jízdy vlaku nebo změřených na skutečném vlaku.

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_Q}{W_p}\right)^2}}$$

POZNÁMKA 2 Hodnoty účinníku vyšší než 0,8 budou mít za následek lepší ekonomické parametry v důsledku menších požadavků na pevná trakční zařízení.

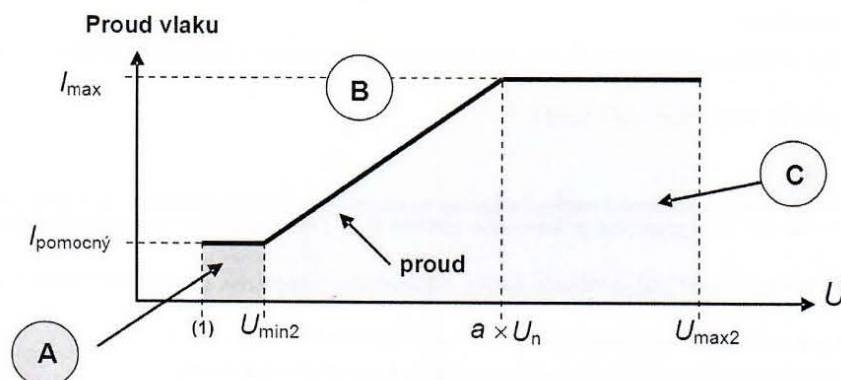
^a Platí pro vlaky odpovídající HS TSI pro drážní vozidla (HS TSI Rolling Stock)^{NP8}.

^b Kvůli řízení celkového účinníku pomocného zatížení vlaku během fáze jízdy výběhem, musí být hodnota celkového průměru λ (pro trakci a pomocná zařízení), daná simulací a/nebo měřením, po celou cestu podle jízdního řádu (typická cesta mezi dvěma stanicemi včetně provozních zastávek), vyšší než 0,85.

Účinník je vyhovující, je-li dosaženo hodnot uvedených v kap. 6.

Omezení proudu vlaku (7)

ČSN EN 50388 ed. 2



- A** Žádná trakce
- B** Úroveň proudu překročena
- C** Přípustné úrovně proudu

Legenda

U napětí trakčního vedení podle EN 50163

I_{max} maximální proud odebíraný vlakem při jmenovitém napětí.

(1) Se zřetelem na hodnoty nastavení podpěťových spouští, viz EN 50163:2004, 4.1, Poznámka 2.

Obrázek 1 – Maximální proud vlaku v závislosti na napětí

Hodnota činitele a udávajícího bod ohybu na křivce je uvedena v tabulce 2.

POZNÁMKA Účelem tohoto diagramu není návrh jmenovitého výkonu vlaku.

Tabulka 2 – Hodnota činitele a

Napájecí soustava	Hodnota a
AC 25 000 V 50 Hz	0,9
AC 15 000 V 16,7 Hz	0,95
DC 3 000 V	0,9
DC 1 500 V	0,9
DC 750 V	0,8

7.3 Zařízení pro omezení příkonu nebo proudu

Aby mohl být vlak provozován jak s elektricky slabě, tak dobře napájenými tratěmi, je nutné instalovat na palubě vlaku voliče proudu nebo výkonu, které budou omezovat příkon odebíraný vlakem s ohledem na elektrickou výkonnost tratě. Toto platí pro všechny tratě s výjimkou tratí kategorie I.

Správce infrastruktury musí v registru infrastruktury uvést požadované omezení každé tratě.

POZNÁMKA Toto nastavení může být prováděno automaticky.

Systémy nebo zařízení pro omezení proudu vlaku jsou vyhovující, pokud jsou splněny požadavky uvedené v kap. 7.

5.5.2.2 Požadavky na vlastnosti napájení (8)

Minimální hodnoty pro střední užitečné napětí na pantografovém sběrači za normálních provozních podmínek musí odpovídat hodnotám tabulce 3.

Tabulka 3 – Minimální $U_{\text{střední užitečné}}$ na pantografovém sběrači

Napájecí soustava	Minimální střední užitečné napětí $U_{\text{střední užitečné}}$ na pantografovém sběrači	
	V	
	Kategorie I, II, III trati HS TSI	Kategorie IV; V; VI; VII trati TSI a klasické tratě
	Oblast a vlak	Oblast a vlak
AC 25 000 V 50 Hz	22 500	22 000
AC 15 000 V 16,7 Hz	14 200	13 500
DC 3 000 V	2 800	2 700
DC 1 500 V	1 300	1 300
DC 750 V	N.A.	675
Legenda		
N.A.: nepoužívá se		

Vztah mezi $U_{\text{střední užitečné}}$ a U_{min1}

Napájení musí být elektricky navrženo tak, aby se při simulaci hodnot $U_{\text{střední užitečné}}$ za normálních provozních podmínek nikdy nevytvářely na pantografovém sběrači jakéhokoliv vlaku hodnoty napětí (efektivní, střední) nižší, než je mezní hodnota U_{min1} pro dopravu odpovídající typu příslušné tratě.

Nemá-li tedy střední užitečné napětí klesat pod 22 500 V, resp. 22 000V, (na rozdíl od minulosti, kdy mezní bylo přípustné minimální napětí podle ČSN EN 50 153, což je 70 % jmenovité hodnoty, tedy 17 500 V) je nutno na rozdíl od minulosti velmi pečlivě hospodařit s úbytky napětí. K tomu vedou čtyři cesty:

- a) napětí naprázdno trakční napájecí stanice nastavovat těsně na horní toleranční mez,
- b) minimalizovat úbytek napětí na vnitřní impedanci trakční napájecí stanice,
- c) zvýšit přenosovou schopnost trakčního vedení jeho dvoustranným napájením,
- d) kompenzovat část odběrů povolením rekuperačního brzdění

Současné technologie tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory nesplňují ani jednu z těchto podmínek a zaostávají za dostupným stavem techniky:

- a) z důvodu hrubé odbočkové regulace transformátoru je napětí na prázdnou tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory nastavováno pod horní toleranční mez s rezervou odpovídající kolísání napětí v distribuční síti 3 x 110 kV, zatím co měničové napájecí stanice mohou

udržovat napětí na prázdko na stálé hodnotě těsně pod horní toleranční mezí,

- b) díky vysokému napětí na krátko (kolem 12 %) mají tradiční trakční napájecí stanice s jednofázovými transformátory vysokou vnitřní impedanci. Ta způsobuje při průchodu proudu velký úbytek napětí, který snižuje výstupní napětí na svorkách trakční napájecí stanice. Výsledkem je, že zejména při horším účinníku a vyšších odběrech příkonu se velká část disponibilního úbytku napětí vyčerpá již v napájecí stanici. Měničové napájecí stanice lze regulovat na konstantní výstupní napětí, tedy jejich vnitřní impedanci lze SW nastavit na nulu. Pro optimalizaci paralelní spolupráce sousedních trakčních napájecích (dělba příkonu) lze SW řídit jak napětí, tak i fázový úhel výstupního napětí trakčních napájecích stanic,
- c) z důvodů různých a nestálých fázových úhlů napětí v distribuční soustavě v místech připojení sousedních trakčních napájecích stanic nelze u tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory připustit jejich paralelní chod, tedy dvoustranné napájení a proto jsou výhradně provozovány v režimu jednostranného napájení, které vede k vysokým úbytkům napětí v trakčním vedení, zejména při horším účinníku vozidel a vyšších odběrech příkonu. Měničové napájecí stanice oddělují fázový úhel napětí v trakčním vedení od fázového úhlu napětí v distribuční síti. Proto je lze provozovat v režimu paralelní spolupráce a využívat všechny výhody dvoustranného napájení, včetně nízkých úbytků napětí na trakčním vedení.

5.5.2.3 Rekuperační brzdění (12)

Podmínky pro hnací jednotku:

Vlaky nesmí pokračovat v rekuperaci do trakčního vedení, jestliže:

- dojde ke ztrátě napájecího napětí nebo ke zkratu mezi trakčním vedením a kolejnicí/zemí na stejném úseku napájeném z trakční napájecí stanice v podmínkách popsanych v 11.4 EN 50388;
- síťové napětí je vyšší než U_{max2} (viz EN 50163:2004, 4.1);
- trakční vedení neabsorbuje energii.

Pokud není zajištěna absorpce vrácené energie jinými spotřebiteli, musí být u drážních vozidel použity jiné způsoby brzdění.

Podmínky pro napájecí soustavu:

Střídavé napájecí soustavy musí být navrženy tak, aby umožňovaly použití rekuperačního brzdění schopného bezproblémové výměny energie buď s jinými vlaky nebo jakýmkoliv jiným způsobem.

Stejnoseměrné napájecí soustavy musí být navrženy tak, aby umožňovaly použití rekuperačního brzdění alespoň prostřednictvím výměny energie s jinými vlaky.

Úseky, kde není dovoleno rekuperovat, musí být zaznamenány v registru infrastruktury.

Pro umožnění rekuperační brzdění je tak nutno dohodnout s distributory elektrické energie podmínky pro předávání přebytků rekuperovaného výkonu do distribuční soustavy.

K dohodě s distributory o předávání přebytků rekuperovaného výkonu do distribuční soustavy lze dospět splněním podmínek:

- a) nezhoršovat rekuperovaným výkonem nesymetrii napětí v distribuční soustavě
- b) minimalizovat požadavky na velikost zpětně dodávaného výkonu a energie, tedy prioritně využít brzdícími vozidly rekuperovaný výkon v síti trakčního vedení a tím minimalizovat přebytky výkonu předávaného do distribuční soustavy. Tato podmínka má i významný ekonomický akcent, který vyplývá z rozdílu nákupní ceny elektřiny odebírané z distribuční soustavy a prodejní ceny elektřiny dodávané do distribuční soustavy.

Současné technologie tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory nesplňují ani jednu z těchto podmínek a zaostávají za dostupným stavem techniky:

- a) jednofázově do distribuční soustavy tradiční trakční napájecí stanic s jednofázovými transformátory dodávaný přebytek rekuperačního výkonu zhoršuje svými zpětnými účinky na síť symetrii napětí v distribuční soustavě. Ve srovnání s tím dodávají měničové trakční napájecí stanice přebytek rekuperačního výkonu rovnoměrně do všech tří fází, a proto nezhoršují svými zpětnými účinky na síť symetrii napětí v distribuční soustavě,
- b) nespojité napájení trakčního vedení, přerušované střídáním fází, praktikovaným při aplikaci tradičních napájecích stanic s jednofázovými transformátory ke zmírnění nesymetrického odběru příkonu z distribuční soustavy, znemožňuje v části trati rekuperační brzdění. Ve srovnání s tím umožňují měničové trakční napájecí stanice spojitě dvoustranné napájení trakčního vedení a tím i rekuperační brzdění v celé délce trati,
- c) tradičních trakčních napájecích stanic s jednofázovými transformátory vyžadují jednostranné napájení relativně krátkých úseků. V nich se nevyskytuje mnoho vlaků, tedy pravděpodobnost absorpce rekuperovaného výkonu ostatními vlaky je malá, požadavky na předání přebytečného rekuperovaného výkonu do distribuční sítě jsou proto velké. Ve srovnání s tím umožňují měničové trakční napájecí stanice spojitě dvoustranné napájení trakčního vedení. V nich se vyskytuje více vlaků, tedy pravděpodobnost absorpce rekuperovaného výkonu ostatními vlaky je velká, požadavky na předání přebytečného rekuperovaného výkonu do distribuční sítě jsou proto malé.

V této souvislosti je potřebné připomenout i zásadní ekonomický význam rekuperačního brzdění. Například u zastávkových osobních vlaků lze při rekuperaci vrátit do sítě kolem 50% energie odebrané pro trakci (**viz obr. 5.1**).

5.5.3 Nařízení komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému kolejová vozidla – lokomotivy a kolejová vozidla pro přepravu osob železničního systému v Evropské unii

Pro řešenou studii jsou relevantní zejména:

- Maximální výkon a proud z trolejového vedení
- Účinník

Povinné vybavování vozidel o výkonu vyšším než 2 MW zařízením pro automatické snižování výkonu při poklesu napětí pod 90 % jeho jmenovité hodnoty, výrazně přispívá ke stabilitě poměrů v trakční síti, zejména při jejím přetěžování. Avšak na druhou stranu věcně potvrzuje oprávněnost požadavku na kvalitu napájení (tedy na dostatečnou výši napětí v celé délce sítě a po celou dobu jízdy vlaku), neboť při poklesu napětí na sběrači vozidla pod 22 500 V dochází podstatnému snížení trakčního výkonu (**viz obr. 3.1. – kapitola 3**), což ohrožuje dodržení stanovených jízdních dob a tím i dodržení jízdního řádu s negativním vlivem na propustnost trati a zpoždění vlaků.

5.5.4 ČSN 34 2613

Kromě nařízení TSI ENE nesmí zařízení napájející trakci narušovat ochranná kmitočtová pásma pro nízkofrekvenční a vysokofrekvenční kolejové obvody a pro LVZ – viz ČSN 34 2613 – tab. 2, tab.3 a tab 4..

5.6 Přílohy ke kapitole 5

Příloha 5.1

Úspora trakční energie rekuperací osobních zastávkových vlaků

Příloha 5.1 Úspora trakční energie rekuperací osobních zastávkových vlaků

