

Ivan Dobeš¹

TSI pro subsystém energie

Klíčová slova: *interoperabilita, technická specifikace, subsystém energie*

1. Úvod

Evropský železniční systém, tak jak ho známe v dnešní době, se začal vyvíjet v devatenáctém století. V této době vznikala železnice spontánně; každý stát i každý region si vytvářel vlastní pravidla, vlastní železnice. Poté, co se jednotlivé tratě začaly propojovat, začaly se sjednocovat i parametry těchto železnic. Bohužel k úplnému sjednocení nikdy nedošlo, ať již z důvodů politických, či ryze technických. Tento dluh z minulosti se již několik let snaží Evropská unie vymazat a tam, kde je to možné a ekonomicky únosné, se na železnici uplatňují Technické specifikace pro interoperabilitu (TSI). Zde je vhodné uvést definici interoperability, je to „schopnost železničního systému umožnit bezpečný a nepřerušovaný provoz vlaků dosahujících stanovených úrovní výkonnosti na těchto tratích“. O interoperabilitě toho bylo napsáno již mnoho a slovo, které před pár lety leckdo z nás neuměl ani vyslovit, téměř zlidovělo.

Jen pro připomenutí uvedeme rozčlenění železničního systému dle Směrnice o interoperabilitě na strukturální a provozní subsystémy. Do strukturálních zařazujeme subsystémy infrastruktura, energie, řízení a zabezpečení, provoz a management dopravy, kolejová vozidla; do provozních subsystémů patří údržba a telematické aplikace pro osobní a nákladní dopravu.

Dále se budeme zabývat subsystémem energie. Podíváme se na vývoj TSI pro vysokorychlostní tratě (HS) subsystému energie (ENE) od začátku platnosti v Evropě i u nás, dále nastíníme situaci, která nastane v brzké době tím, že začnou platit TSI pro konvenční tratě (CR) ENE a také se dozvíme něco málo o naší první vysokorychlostní trati, která plně vyhovuje TSI HS ENE. O jednotlivých TSI již bylo napsáno mnoho, takže si článek neklade za cíl dopodrobna seznamovat čtenáře s jednotlivými body TSI ENE, které jsou mimo jiné pro zájemce volně ke stažení na stránkách Ministerstva dopravy ČR.

¹Ing. Ivan Dobeš, narozen 1981; vystudoval Západočeskou univerzitu v Plzni, Fakultu elektrotechnickou, obor Dopravní elektroinženýrství - elektrická trakce; od roku 2007 pracuje jako systémový specialista ve Výzkumném Ústavu Železničním a.s., dobesi@cdivuz.cz

2. TSI CR ENE

Při vzniku TSI pro konvenční železnici stály tyto až na vedlejší koleji. To znamená, že zpracovatelé se nejdříve soustředili na TSI HS. Nyní, kdy je TSI HS ENE dávno publikována, nadešel čas zaměřit se i na „pomalejší“ tratě. Naštěstí v případě schvalování subsystémů, k nimž nejsou doposud TSI vydány, pamatuje na tuto přechodnou záležitost Směrnice 2008/57/ES článkem 17 a to odkazem na národní legislativu (u nás vyhláška Ministerstva dopravy 352/2004 o provozní a technické propojenosti evropského železničního systému).

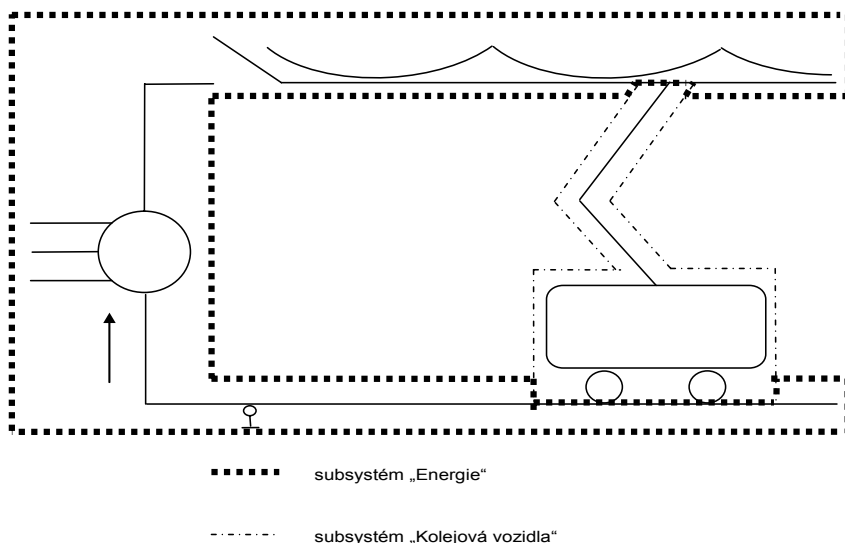
Konečný návrh TSI CR ENE byl schválen v listopadu 2009. Důvodem, proč tyto TSI nejsou ještě vydány, je úzký vztah a provázanost, která existuje mezi jednotlivými TSI pro konvenční dráhy (energie, infrastruktura, kolejová vozidla), který neumožňuje vydání těchto TSI pro jednotlivé subsystémy odděleně. Díky křížovým odkazům, jimiž se jeden subsystém odkazuje na druhý, by při dřívějším vydání kteréhokoliv subsystému bylo způsobeno více legislativního chaosu než užitku.

Nyní jsou již všechny návrhy TSI schváleny Evropskou komisí a nacházejí se ve fázi překladu. Po zkušenostech s nekvalitním a v mnoha ohledech nejednoznačným překladem je nyní této fázi věnována náležitá péče. V minulosti docházelo v různých jazykových mutacích stejných TSI k odlišnému výkladu.

Přestože TSI CR ENE ještě není oficiálně vydána, z následujícího přehledu parametrů je zřejmé, že se v zásadě konvenční TSI nebude lišit od vysokorychlostní TSI. Proto se předpokládá, že po vydání konvenční TSI pro ENE se začne pracovat na jejich spojení.

Do subsystému „Energie“ (ENE) zahrnujeme napájecí stanice, trolejové vedení a také cestu zpětného proudu - viz Obr.1. Do subsystému ENE rovněž patří interakce mezi pantografovým sběračem a trolejovým vedením.

Každý subsystém obsahuje prvky interoperability. V případě subsystému Energie je to pouze jeden prvek, a to trolejové vedení. V první verzi TSI HS ENE sice na pozici prvků interoperability figurovaly ještě sběrač a obložení smykadla, ale po jeho revizi již tyto dva prvky po právu přešly tam, kam správně patří a to do subsystému „kolejová vozidla“.



Obr.1: Oblast působnosti subsystému „Energie“

Základní parametry, které charakterizují subsystém „Energie“, jsou:

1. Základní požadavky obecně stanovené přílohou III. Směrnice 2008/57/ES. Tyto požadavky pro subsystém ENE jsou bezpečnost, ochrana životního prostředí a technická kompatibilita.
2. Požadavky dle TSI ENE - týkají se především trolejového vedení a jeho napájení.

Napájení:

- Napětí a kmitočet
- Parametry vztahující se k výkonnosti napájecí soustavy
- Kontinuita napájení v případě poruch v tunelech
- Proudová zatížitelnost, stejnosměrné soustavy, stojící vlaky
- Rekuperační brzdění
- Opatření pro koordinaci týkající se elektrické ochrany
- Účinky harmonických a dynamické účinky na střídavé soustavy
- Vybavení pro měření spotřeby elektrické energie

Geometrie trolejového vedení a jakost odběru proudu:

- Geometrie trolejového vedení
- Obrys pantografového sběrače
- Střední přítláčná síla
- Dynamické chování a jakost odběru proudu
- Vzdálenost mezi pantografovými sběrači
- Materiál trolejového vodiče
- Úseky pro oddělení fází
- Úseky pro oddělení soustav

Požadavky interoperability vycházejí z platných evropských norem, které byly implementovány i do systému ČSN. Jelikož jsou TSI závazné, stávají se tyto normy při projektování, realizaci a uvádění do celého subsystému také závaznými. Seznam

těchto osmi norem je v následující Tabulce 1 spolu s uvedením jednotlivých bodů, jichž se týkají:

Tabulka 1 - Normy v TSI

Norma	Název normy	Dotčené základní parametry
ČSN EN 50119	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Trolejová vedení pro elektrickou trakci	Proudová zatížitelnost Výška trolejového vodiče Změna výšky trolejového vodiče Dynamické chování a jakost odběru proudu Úseky pro oddělení soustav
ČSN EN 50122-1	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Část 1: Ochranná opatření vztahující se na elektrickou bezpečnost a uzemňování	Ochranná opatření týkající se trakčních napájecích stanic Ochranná opatření týkající se trakčního vedení Ochranná opatření týkající se obvodu zpětného proudu
ČSN EN 50122-2	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Část 2: Ochranná opatření proti účinkům bludných proudů způsobených DC trakčními proudovými soustavami	Úseky pro oddělení soustav
ČSN EN 50149	Drážní zařízení - Pevná drážní zařízení - Elektrická trakce - Profilový trolejový vodič z mědi a slitin mědi	Materiál trolejového drátu
ČSN EN 50317	Drážní zařízení - Systémy odběru proudu - Požadavky na měření dynamické interakce mezi pantografovým sběračem a nadzemním trolejovým vedením a ověřování těchto měření	Dynamické chování a jakost odběru proudu
ČSN EN 50318	Drážní zařízení - Systémy odběru proudu - Ověřování simulace dynamické interakce mezi pantografovým sběračem a nadzemním trolejovým vedením	Dynamické chování a jakost odběru proudu
ČSN EN 50367	Drážní zařízení - Systémy sběračů proudu - Technická kritéria pro interakci mezi pantografem a nadzemním trolejovým vedením	Proudová zatížitelnost Střední přítláčná síla Úseky pro oddělení fází
ČSN EN 50388	Drážní zařízení - Napájení a drážní vozidla - Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability	Parametry vztahující se na výkonnost napájecí soustavy Opatření pro koordinaci týkající se elektrické ochrany Účinky harmonických a dynamické účinky na střídavé soustavy Úseky pro oddělení fází

3.TSI HS ENE

Ve vyspělé Evropě je již samozřejmostí, že konkurenceschopnost železniční dopravy při přepravě na větší vzdálenosti je úměrná rychlosti a pohodlí. Proto se započalo s výstavbou vysokorychlostních tratí (VRT). Historie vysokorychlostních tratí v Evropě se začala psát ve Francii roku 1981 otevřením 410 km dlouhého úseku Paříž – Lyon a pokračuje masivní rozšiřování sítě v 90. letech zejména v Německu a Španělsku s plánem dosáhnout délky 10 000 km v roce 2020.

Na konci roku 2007 byla celková délka vysokorychlostních tratí v EU 5540 km (viz Tabulka 2). Dnes je to již zase o pár desítek kilometrů více. Tabulka 2 jednak ukazuje rozložení HS tratí dle jednotlivých zemí, jednak počty tratí posouzených dle TSI HS ENE. Počet tratí schválených podle TSI pochopitelně narůstá s počtem nově postavených tratí, protože již neexistuje možnost uvést v EU do provozu HS trať bez příslušného posouzení. Procento tratí schválených dle TSI HS ENE se nám může zdát malé, ale musíme si uvědomit, že tyto specifikace vstoupily v platnost teprve v květnu roku 2002 (pod číslem 2002/733/ES).

Tabulka 2 - Délka železničních tratí ověřených dle TSI HS ENE

Členský stát	Délka tratí /* poznámka	Délka tratí schválených dle HS TSI ENE v r. 2008					
		bez omezení		s omezením		celkově	
		km	% z délky tratí	km	% z délky tratí	km	% z délky tratí
BE	120	0	0	0	0	0	0
DE	1300	729	56	0	0	729	56
ES	1552	99	64	0	0	999	64
FR	1893	304	16	0	0	304	16
IT	562	není známo					
UK	113	0	0	108	96	108	96
celkově	5540	2032	37	108	2	2140	39

/* poznámka: celková délka vysokorychlostních tratí, kilometry v r. 2007

Zdroj: ERA – Zpráva o pokroku železniční interoperability v Evropské unii

U nás se myšlenkou vybudovat VRT zabývají odborníci již od 70. let. Bohužel v dnešní době 21. století, kdy se těžko nacházejí peníze i na modernizaci našich koridorů, asi nelze očekávat zásadní pokrok.

I když jedna výjimka by se přeci jen našla. Železniční zkušební okruh Výzkumného Ústavu Železničního (VUZ) v Cerhenicích sice nelze považovat za dráhu zařazenou do evropského železničního systému, lze jej přesto svými parametry zařadit do vysokorychlostního železničního systému.

Výzkumný Ústav Železniční zmodernizoval během dvou fází a dvou let celý subsystém Energie tak, jak je popsán v TSI HS ENE. V první fázi byla zmodernizována napájecí stanice. Největších změn se dočkal především systém DC 3 kV, kde bylo dosaženo zvýšení výkonu na 10 MW. U ostatních stejnosměrných systémů (1,5 kV a 750 V) bylo dosaženo výkonu 5 MW. Modernizací prošly i střídavé napájecí systémy 25 kV, 50 Hz a 15 kV 16,7 Hz. Tyto parametry vyhoví téměř jakémukoliv modernímu kolejovému vozidlu. Více o této stavbě naleznete ve 28. čísle VTS ČD.

Tabulka 3 - Základní parametry napájecí stanice ŽZO Cerhenice

Technické parametry NS				
napájecí systém	3 kV DC	1,5 kV a 750 V DC	25 kV, 50 Hz	15 kV, 16,7 Hz
rozsah regulace napětí	1,7 - 4,0 kV	0,4 - 1,8 kV	17 - 30 kV	2,0 - 17,5 kV
výstupní výkon	10 MW	5 MW	10 MW	9 MW

Ve druhé fázi modernizace ŽZO, kde již nemůžeme mluvit o rekonstrukci, bylo nově postaveno trolejové vedení. Trolejové vedení je typu J250, které můžeme považovat za vůbec první vysokorychlostní vedení u nás. Projekt vypracoval SUDOP Brno a zrealizoval EŽ Praha. Sestava typu J250 konstrukčně vychází z klasické sestavy „J“, kde jsou provedeny dílčí změny, především zvýšení tahů v trolejovém drátu, aby byly dosaženy parametry vedení pro vyšší rychlosti. Sestavu „J250“ jakožto prvek interoperability má její výrobce EŽ Praha certifikovanou dle TSI HS ENE již od roku 2007. Před uvedením do provozu trolejové vedení ověřili pracovníci Technické ústředny dopravní cesty (TÚDC) provedením zkušebních jízd s jednotkou řady 680 až do rychlosti 210 km/h. Při těchto jízdách byly ověřeny jak statické, tak i dynamické parametry TV. Na velkém zkušebním okruhu VUZ bylo namontováno první vysokorychlostní vedení splňující podmínky TSI HS ENE v ČR. Nyní by bylo potřeba, aby se k této první vlašťovce přidaly i další a to již na síti SŽDC.

Tabulka 4 - Základní parametry TV Velkého okruhu ZC Velim

Parametry trolejového vedení ŽZO				
parametr		veličina	J250 s PL	J250 bez PL
trolejový drát	typ		Ri 150	Ri 150
	tah	kN	20,00	20,00
	délková hmotnost	kg/m	1,34	1,34
nosné lano	typ		Cu 120	Cu 120
	tah	kN	15,00	15,00
	délková hmotnost	kg/m	1,07	1,07
přídavné lano	tah	kN	2,90	--
	délka	m	14,00	--
zesilovací vedení	typ		2 x Cu 240	

4. Posuzování shody

Posuzováním shody s parametry TSI se zabývá Notifikovaná osoba (Notified Body či NoBo). V ČR je touto notifikovanou osobou již od roku 2006 VUZ a.s., který má oprávnění k posuzování všech strukturálních subsystémů a jejich prvků.

4.1 Moduly

Proces kontroly parametrů prvku nebo subsystému ENE se řídí poměrně přísnými pravidly, která uvádí každá TSI.

Postup posouzení je určen tzv. moduly. Tyto moduly jsou uvedeny v příloze každé TSI. TSI ENE uvádí tři moduly pro posouzení prvku interoperability a dva moduly pro posouzení subsystému. Z těchto modulů jsou pro subsystém „Energie“ nejpoužívanější:

1. Modul B – přezkoušení typu – dle tohoto modulu NoBo postupuje při posouzení prvku interoperability (v našem případě TV)
2. Modul C – Shoda s typem – dle tohoto modulu postupuje výrobce prvku interoperability při vypracování ES prohlášení o shodě
3. Modul SG – Ověřování každého jednotlivého výrobku – dle tohoto modulu postupuje NoBo při posouzení subsystému ENE

Pro jiné subsystémy se používají i další moduly, z nichž některé by vhodně zapadaly i do subsystému Energie a důvod jejich nezařazení do ENE není zřejmý.

4.2 Registr infrastruktury

Při posuzování subsystému je součástí ES certifikátu o ověření subsystému také Soubor technické dokumentace. Zde spočívá práce NoBo pouze ve zkompletování tohoto souboru, který obsahuje základní údaje o subsystému či prvku. Rozsah těchto údajů se liší dle zvoleného modulu.

Jedním ze základních údajů pro soubor technické dokumentace je registr infrastruktury. Registr infrastruktury je soupis základních charakteristik a je podrobně specifikován v příloze každé z TSI. Fungující registr infrastruktury by měl být vlastně benefitem celého systému, který uvede celé snažení o interoperabilitu jednotlivých drah ve funkční celek. V registru bude umožněno vyhledávat dle zadaných parametrů vlakovou cestu, zjišťovat jednotlivá místa, jichž se týká omezení či odchylky od TSI. Tuto evidenci registrů bude mít s největší pravděpodobností ve správě ERA (Evropská železniční agentura) a povinností členských států bude doručit jí požadovaná data.

Obsah registru pro ENE tvoří vedle elektrických parametrů (napětí, kmitočet, proudové omezení, atd.) také konfigurace vozidla a uspořádání dělicích úseků napájení. Registr pro subsystém energie je opět téměř stejný jak pro HS TSI, tak pro CR TSI.

Tabulka 5 - Informace vkládané do registru infrastruktury požadované TSI CR ENE

Položka	Parametr, prvek interoperability	Odkaz na kapitulu TSI CR ENE
1	Napětí a kmitočet	4.2.3
2	Maximální proud vlaku	4.2.4.1
3	Proudová zatížitelnost, stojící vlaky, pouze stejnosměrné soustavy	4.2.6
4	Podmínky využití rekuperované energie	4.2.7
5	Jmenovitá výška trolejového vodiče	4.2.13.1
6	Povolený profil / povolené profily pantografového sběrače	4.2.13.3
7	Maximální traťová rychlost s jedním pantografovým sběračem v provozu (pokud je relevantní)	4.2.17
8	Konstrukční typ trolejového vedení z pohledu minimální vzdálenosti pantografových sběračů	4.2.17
9	Minimální vzdálenost mezi sousedními pantografovými sběrači (pokud je relevantní)	4.2.17
10	Větší počet pantografových sběračů než dva, pro které je trať navržena (pokud je relevantní)	4.2.17
11	Povolený materiál obložení smykadla	4.2.18
12	Úseky pro oddělení fází: typ použitého úseku pro oddělení Informace o provozu, konfigurace zvednutých pantografových sběračů	4.2.19
13	Úseky pro oddělení soustav: typ použitého úseku pro oddělení Informace o provozu: vypnutí automatického vypínače, spuštění pantografových sběračů	4.2.20
14	Zvláštní případy	7.5
15	Jakékoliv další odchylky od požadavků TSI	

5. Závěr

Tento článek si nekladl za cíl dopodrobna popsat TSI pro subsystém Energie, k tomu jsou určeny jednotlivé TSI, cílem je pouze seznámit se základními vazbami a nabídnout „nezávislý“ pohled na danou problematiku vysokorychlostních i konvenčních TSI.

Tím, že jsme součástí Evropské unie, se nás otázka interoperability týká a bude se nás toto „centrální plánování“ týkat čím dál více. Příští rok vstoupí v platnost TSI pro konvenční železnici. Tento okamžik bude vyžadovat určitou dávku připravenosti od profesí, které s danou problematikou přicházejí do styku. Okřídlená věta „Takto jsme to dělali dosud a tak je to správně“ už nemusí vždy platit.

Literatura

- [1] Rozhodnutí komise ze dne 6. března 2008 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Energie“ transevropského železničního systému
- [2] Návrh Rozhodnutí komise o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Energie“ transevropského železničního systému
- [3] Biennial Report on the Progress with Railway Interoperability in the European Union (2009)

Praha, říjen 2010

Lektoroval: Ing. Vladimír Kudyn, Ph.D.
SŽDC, s.o.