

# *TECHNICKO-PROVOZNÍ STUDIE*

## *TECHNICKÁ ŘEŠENÍ VRT*

05/2017

### 4.5

## *TECHNICKÉ PARAMETRY VRT V EVROPĚ*

## *SUBSYSTEM ENE – NAPÁJENÍ A TRAKCE*

*Zpracovatel: Miroslav Nezkusil, Jaroslav Peroutka*





---

## 4.5

# SUBSYSTÉM ENE

---



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
1.1	NAPÁJECÍ SYSTÉMY OBECNĚ .....	5
<b>2</b>	<b>NAPÁJENÍ .....</b>	<b>5</b>
2.1	ÚVOD.....	5
2.2	NAPÁJECÍ SYSTÉMY .....	6
2.2.1	Německo .....	6
2.2.2	Rakousko .....	7
2.2.3	Itálie .....	8
2.2.4	Francie.....	8
2.2.5	Španělsko .....	9
<b>3</b>	<b>TRAKČNÍ VEDENÍ.....</b>	<b>10</b>
3.1	ÚVOD.....	10
3.2	PARAMETRY TRAKČNÍHO VEDENÍ.....	11
3.2.1	Německo .....	12
3.2.2	Rakousko .....	13
3.2.3	Francie.....	13
3.2.4	Španělsko .....	14
3.3	KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ TRAKČNÍHO VEDENÍ.....	14
3.3.1	Konstrukce závěsu.....	14
3.3.2	Kotvení sestavy TV .....	15
3.3.3	Stožáry, založení stožáru.....	17
3.3.4	Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí trakčního vedení.....	17
3.3.5	Diagnostika trakčního vedení.....	17
<b>4</b>	<b>ZDROJE.....</b>	<b>17</b>



## 1 ÚVOD

---

V tomto sešitě jsou uvedeny parametry zahraničních vysokorychlostních tratí v oblasti energetiky. Sešit je rozdělený na dvě části. První se věnuje napájecím systémům a druhá konstrukčnímu provedení trakčního vedení.

### 1.1 NAPÁJECÍ SYSTÉMY OBECNĚ

---

Napájecí systémy vznikaly počátkem 20. století nezávisle v jednotlivých evropských zemích.

V německy mluvících zemích (Německo, Rakousko) došlo již v raných fázích vývoje k ustálení a železniční tratě jsou elektrifikovány střídavým napětím 16 kV 16,7 Hz. Tento systém napájení je využitelný pro dnešní výkonné lokomotivy (RJ 6,4MW, ICE 8,8MW) i pro vysokorychlostní jednotky dosahující rychlostí 300 km/h. Systém je proto využíván i při stavbě vysokorychlostních tratí. V těchto zemích, až na lokální výjimky, je provozován pouze tento napájecí systém, což značně zjednodušuje provoz.

V jižních zemích (Itálie, Francie, Španělsko) byl na počátku zvolen systém napájení stejnosměrným proudem. V Itálii a Španělsku je použito napětí stejné jako v ČR, tedy 3 kV. Ve Francii dokonce jenom 1,5 kV.

Ve všech zemích existují výjimky. Jiným systémem jsou provozovány některé horské tratě nebo některé regionální či příměstské systémy (S-Bahn).

V pozdější době (50. léta) začal ústup od stejnosměrné soustavy i ve Francii a většina nově elektrizovaných tratí již byla vybavena střídavou trakcí s běžnou jmenovitou frekvencí 50 Hz.

Při rozvoji vysokorychlostní železniční dopravy se narazilo na strop možností stejnosměrné trakce i ve zbývajících zemích. První vysokorychlostní trať v Itálii (tzv. Diretissima), určená pro provoz rychlostí 250 km/h byla ještě elektrizována soustavou 3 kV. Stejně jako první zásadněji modernizovaná konvenční trať ve Španělsku („Středomořský koridor“) pro rychlost 220 km/h. Tyto rychlosti a s nimi spojené požadavky na výkony vozidel jsou však pro tuto soustavu považovány za limitní a tak všechny další vysokorychlostní tratě jsou i v těchto zemích vybaveny trakcí systému 25 kV 50 Hz.

## 2 NAPÁJENÍ

---

### 2.1 ÚVOD

---

Tato oblast popisuje napájecí systém vysokorychlostních tratí v souvislosti s trakčními napájecími a spínacími stanicemi ve sledovaných evropských zemích:

- Rakousko (**ÖBB**),
- Německo (**DB**),
- Francie (**SNCF**),

- Španělsko (ES),
- Itálie (RFI).

Obecně je používán systém napájení v souladu s požadovanými parametry TSI subsystému ENE a evropskými normami, které jsou v obecné rovině používány i v ČR.

## 2.2 NAPÁJECÍ SYSTÉMY

### 2.2.1 NĚMECKO

Napájecí systém DB Energie disponuje vlastní sítí 110 kV 50/16,7 Hz včetně napájecích zdrojů - elektráren (hydro/tepelné). Styk se sítí národního distributora elektrické energie (EON) na úrovni vvn se pak děje ve vybraných místech, kdy distributor poskytuje výstup (3f) na sekundární straně výkonového transformátoru pro napájení statických měničů.

Pracovní frekvenci 16,7 Hz zajišťuje DB Energie pomocí výkonových statických měničů (např. napájecí stanice Nurnberg – výkon měniče 37,5 MVA). Při použití statických výkonových měničů resp. jeho řízením se dosahuje potřebných elektrických parametrů a omezují se nežádoucí vlivy na nadřazenou síť vvn (napěťová nesymetrie, kompenzace účinníku a omezení penalizace za jeho nedodržení, vyšší harmonické, rekuperace). Zároveň umožňuje paralelní spolupráci napájecích stanice (zdroj Siemens).

Obrázek 1: Napájecí stanice Norimberk – rozvodna 110 kV 16,7 Hz





Typické zapojení statického měniče při napájení ze sítě distributora elektrické energie je 3-fázový vstup / 2-fázový výstup s pokračováním na primární stranu výkonového transformátoru vn/110 kV 16,7 Hz. Výsledkem je pak síť 2AC 110 kV 16,7 Hz rozváděná podél tratě. Trakční odběr je pak realizován přes trakční transformovny (napájecí stanice) 110/15 kV 16,7 Hz. V trakčních napájecích stanicích je typický instalovaný výkon 2x15 MVA (vždy jeden transformátor jako 100% záloha).



Obrázek 2: Trať Lipsko – Norimberk (část úseku ve výstavbě); napájecí stanice 110/15 kV 16,7 Hz

---

### 2.2.2 RAKOUSKO

---

Napájecí systém ÖBB je obdobný systému DB tedy 15kV 16,7Hz. ÖBB operuje vlastní sítě 110/55 kV 16,7 Hz včetně napájecích zdrojů - elektráren (hydro/tepelné). Pracovní frekvenci 16,7 Hz zajišťují převážně alternátory přímo v elektrárnách případně opět statické měniče. (soustava 2AC 55/110 kV 16,7 Hz – 1fázová síť 110 nebo 55kV, následně transformace na 15kV).

Standard řízení, signalizace technologických prvků je dálkového konceptu s využitím komunikačního protokolu IEC 61850 s možností lokálního ovládání. Řídící centra (elektrodispečinky) obsluhují vždy určené provozní oblasti. Systém chránění technologických zařízení je založen na nasazení IED terminálů/zařízení s integrovanými ovládacími a ochrannými funkcemi.

### 2.2.3 ITÁLIE

V Itálii se v jako jediné z mála zemí využívá stejnosměrné napájení 3 kV i pro provoz na starších vysokorychlostních tratích s maximální rychlostí do 250 km/h. Na nových tratích se již buduje systém 25 kV 50 Hz.

### 2.2.4 FRANCIE

SNCF používá pro trakční napájecí systém 2x25 kV 50Hz. Tento napájecí systém vyžaduje budování transformačních stanic 110/2x25 kV, autotransformátorových stanic 2x25 kV a spínacích stanic 2x25 kV. Obdobný systém používá pro vysokorychlostní tratě i Italské železnice RFI. Typickými parametry tohoto systému v prostředí SNCF a RFI jsou vzdálenosti transformoven 50 km, výkon instalovaných transformátorů vvn/vn 2 x 60 MVA, - vzdálenosti autotransformátorových stanic 12 km, výkon autotransformátorů 2x15 MVA. Přenosové vedení vvn je pak dle národních standardů na úrovni 132 – 150 kV.



Obrázek 3: LGV Strasbourg – Paris; autotransformátorová stanice 2x25 kV 50 Hz

Vlastní řešení rozveden vvn u všech provozovatelů je vždy konvenční, tedy ve venkovním provedení s přístroji instalovanými na vysokých stoličkách. Stanoviště výkonových transformátorů jsou vždy otevřená, případně oddělená protipožární stěnou. Technologie vn (15 kV, 25 kV) napájecích stanic je ve vnitřním provedení, tedy situování rozvaděčů vn a pomocné technologie vlastní spotřeby, řízení, chránění a ovládání je vždy situováno v provozní budově.

Autotransformátorové stanice a spínací stanice 25 kV jsou obvykle venkovního provedení, vyjma zázemí pro řídicí a ovládací systémy.

Symetrizace odběrů z 3f. sítě je řešena pomocí výkonové elektroniky resp. pomocí řízených/spínaných a neřízených polovodičových prvků. Evropy. Např. dle referenčních realizací v napájecí stanici Evron (trakční napájecí stanice 90/25kV na trati Paříž – Rennes), trakčního systému 25kV AC, řešena centrálním připojením symetrizačního členu na stranu vvn, tedy 90kV, trakční napájecí stanice. Symetrizační člen je složen z bloku snižovacího transformátoru, vf filtrů a řízeného IGBT měniče jako vlastního „balancéru“ 1-f zátěže v rozsahu regulace  $\pm 16\text{MVar}$ .

#### 2.2.5 ŠPANĚLSKO

ADIF používá pro trakční napájecí systém 2x25 kV a 1x25 kV 50Hz na hlavních tratích. Tento napájecí systém však budují pomocí transformačních stanic 400/2x25 kV, autotransformátorových stanic 2x25 kV a spínacích stanic 2x 25kV.

Obrázek 4: Napájecí stanice 2x25kV pro úsek tratě Orense-Santiago (SEMI Group for Adif)





Použití transformace na úrovni zvn/vn přináší výhody i nevýhody vysokého zkratového výkonu v místě instalace.

Typickými parametry tohoto systému v prostředí ADIFu jsou výkon instalovaných transformátorů zvn/vn 2x30 nebo 60MVA, výkon autotransformátorů 2x 10 nebo 15 MVA. Přenosové vedení zvn je pak dle národních standardů na úrovni 400 kV. Účinník ( $\cos\phi$ ) u tohoto systému je s ohledem na moderní hnací jednotky minimálně roven nebo větší 0,95 (dle ověřovaných informací se blíží k 1).

Problematika nesymetrického odběru je prakticky vyřešena připojením napájecího bodu v místě vysokého zkratového výkonu, tedy na úrovni zvn – 400 kV. Tímto připojením ADIF splňuje sledovanou hodnotu nesymetrie  $\leq 0,7\%$  v časovém intervalu minut (předpoklad interval 10 min.), nesymetrii  $\leq 1\%$  v časovém intervalu 1 sekundy (předpoklad jednotky sekund). Užití technologií zajišťující symetrizaci odběru potom není třeba.

Vlastní řešení rozveden vvn u všech provozovatelů je vždy konvenční, tedy ve venkovním provedení s přístroji instalovanými na vysokých stoličkách. Stanoviště výkonových transformátorů jsou vždy otevřená, případně oddělená protipožární stěnou. Technologie vn (15 kV, 25 kV) napájecích stanic je ve vnitřním provedení, tedy situování rozvaděčů vn a pomocné technologie vlastní spotřeby, řízení, chránění a ovládání je vždy situováno v provozní budově.

Autotransformátorové stanice a spínací stanice 25 kV jsou obvykle venkovního provedení, vyjma zázemí pro řídicí a ovládací systémy.

### 3 TRAKČNÍ VEDENÍ

---

#### 3.1 ÚVOD

---

Trakční vedení musí umožnit kombinovaný provoz a zároveň splnit parametry TSI. Návrhová část studie bude sledovat především základní parametry trakčního vedení, které budou vycházet ze zahraničních zkušeností. Návrh trakčního vedení musí zohledňovat místní povětrnostní podmínky.

Základní parametry trakčního vedení jsou:

- průřez troleje
- průřez nosného lana
- tah v troleji
- tah v nosném laně
- průřez věšáku
- přídavné lano
- rozpětí mezi stožáry
- výška systému (vzdálenost mezi trolejí a nosným lanem v závěsu)
- minimální výška věšáku
- délka kotevního úseku

### 3.2 PARAMETRY TRAKČNÍHO VEDENÍ

Základní parametry trakčního vedení navrhované v navštívených zemích jsou v příložených tabulkách. Pro ČR se bude vycházet z podobných parametrů. Volbě určitého průřezu nosného lana, nebo troleje, je nutné přizpůsobit tah za použití příslušných bezpečnostních koeficientů.

Trolejový drát průřezu 120-150 mm<sup>2</sup> Cu\*(legovaný) je v zásadě navržen s vyšší pevností z výběru uváděného normou ČSN EN 50149ed.2. Průřez nosného lana - 70 – 120 mm<sup>2</sup> BzII. Průřez věšáku minimálně 10 mm-2BzII.

Tah v troleji je stálý 15-30 kN. V případě troleje 120mm<sup>2</sup> a napínacího tahu 20 kN je pro dráhy v ČR požadovaná minimální měrná pevnost v tahu 400N.mm<sup>-2</sup>. Pro bezpečnost 2,4 vyhovuje pro tah 20,8 kN materiál CuMg 0,2, maximální odpor při 20°C je 0,192 ohm/km.

V případě troleje 150 mm<sup>2</sup> a napínacího tahu 20kN je pro dráhy v ČR požadovaná minimální měrná pevnost v tahu 320N.mm<sup>-2</sup>. Maximální odpor při 20°C je pro 150 CuMg 0,2 0,154 ohm/km.

Tah v nosném laně jsou navrhovány mez i 13–21 kN. V případě nosného lana 70mm<sup>2</sup> a napínacího tahu 17kN je pro dráhy v ČR požadovaná minimální měrná pevnost lana v tahu 486 N.mm<sup>-2</sup>.

Přídavné lano je navrhováno v Německu, Rakousku a Španělsku. Ve Francii je trakční vedení bez přídavného lana.

Přídavné lano je vhodné používat na konvenčním vedení pro rychlosti nad 100 km/h. Přídavné lano (tzv. prodloužený závěs Y) zlepšuje rovnoměrnost pružnosti plně kompenzovaného trolejového vedení. Pro vyšší rychlosti (nad cca 200 km/h je nutné zvýšit kotevní tahy v troleji a nosném lanu. Tahy v troleji jsou navrhovány v Německu 27 kN a ve Francii 26 kN. Při použití těchto vyšších tahů (v současné době v ČR používáme tahy 10 a 15 kN) není nutné používat přídavné lano, protože dojde k minimalizaci rozdílného zdvihu troleje (při průjezdu sběrače) ve středu rozpětí a v závěsu. Z důvodu problematické montáže a následné údržby nedoporučujeme používání přídavných lan v sestavách pro vysoké rychlosti. Instalace přídavných lan bude prodlužovat čas nutný pro montáž a následně i délku výluk při opravách trakčního vedení způsobených např. stržením trakčního vedení.

Výška troleje závěsů jednotně 5,30 m nad TK, předprůhyb troleje 0,05 % z velikosti rozpětí.

Rozpětí mezi stožáry je nutné stanovit výpočtem v závislosti na rychlosti větru a dodržení výchylky troleje 400 mm. Je navrhováno v rozsahu cca 50 – 70 m.

Výška systému (vzdálenost mezi trolejí a nosným lanem v závěsu) je navrhována 1300 - 1500 mm, minimální výška věšáku 600 mm.

Klikatost troleje 200 mm, v oblouku +300 mm. Délka kotevního úseku je navrhována do 1500 m. Doporučujeme navrhovat max. 1400 m.

### 3.2.1 NĚMECKO

Tabulka 1: Parametry trakčního vedení v Německu

		Re 250		Re 330	
		open line trať	tunnel tunel	open line trať	tunnel tunel
speed (km/h)	rychlost (km/h)	250 (280)		330	
contact wire (mm <sup>2</sup> )	trolej	120 (Cu Ag 0,1)		120 (Cu Mg 0,5)	
contact wire - tension (kN)	trolej - tah (kN)	15		27	
stagger		± 300mm		± 300mm	
catenary (mm <sup>2</sup> )	nosné lano	70 (Bz II)		120 (Bz II)	
catenary - tension (kN)	nosné lano - tah (kN)	15		21	
dropper (mm <sup>2</sup> )	věšák	10 (Bz II)		10 (Bz II)	
stitch wire (mm <sup>2</sup> )	přídavné lano	35 (Bz II)		35 (Bz II)	
length stitch wire (m) depent of span (m)	délka přídavného lana (m)	55 - 65 : 18m 40 - 55 : 14m <40 : without		55 - 65 : 18m 44 - 55 : 14m <44 : without	
span (m)	rozpětí (m)	40 < 65	29 < 44	44 < 65	40 < 50
systém height (m)	výška systému (m)	1,8	1,1	1,8	1,1
min. dropper (mm) (smallest dist. between cat. and underside contact wire)	minimální výška věšáku (m)	600mm		600mm	
contact wire height (m)	výška troleje od TK (m)	5,3	≥5,07	5,3	≥5,07
overlap (ks) masts	výměnné pole (poč. polí)	5 fields	5 fields	5 fields	5 fields
max. tension lenght (m)	délka kotevního ús. (m)	2 x 600m		2 x 625m	

### 3.2.2 RAKOUSKO

Tabulka 2: Parametry trakčního vedení v Rakousku

		open line	tunnel
speed (km/h)	rychlost (km/h)	200 (250)	
contact wire (mm <sup>2</sup> )	trolej	120 CuAg 0,1	
contact wire - tension (kN)	trolej - tah (kN)	15kN	
catenary (mm <sup>2</sup> )	nosné lano	70CuMg 0,1	
catenary - tension (kN)	nosné lano - tah (kN)	13kN	
dropper (mm <sup>2</sup> )	věšák	10 Bz	
stitch wire (mm <sup>2</sup> )	délka přídatného lana (m)	16	14
span (m)	rozpětí (m)	50-70	
system height (m)	výška systému (m)	1.1	1,1
minimum dropper (mm)	minimální výška věšáku (m)	0,55 (0,5)	
contact wire height (m)	výška troleje od TK (m)	5.1	
overlap (ks) masts	výměnné pole (počet polí)	2 (4)	
max. tension length (m)	délka kotevního úseku (m)	1500 (1600)	

### 3.2.3 FRANCIE

Tabulka 3: Parametry trakčního vedení ve Francii

		open line	tunnel
Speed (km/h)	rychlost (km/h)	350 (320 for commercial use)	
Contact wire (mm <sup>2</sup> )	trolej	150	
Cont. wire – Tension (kN)	trolej - tah (kN)	26	
Catenary wire (mm <sup>2</sup> )	nosné lano	116	
Cat. wire – Tension (kN)	nosné lano - tah (kN)	20	
Dropper (mm <sup>2</sup> )	věšák	12	
Stitch wire (Y/N)	přídavné lano	No	
Length stitch wire (m)	délka přídat. lana (m)	-	-
Span (m)	rozpětí (m)	63m (depends of wind speed)	
System height (m)	výška systému (m)	1.4	0.6 mini
Minimum dropper (m)	min. výška věšáku (m)	Cable: Lmini=0.275m – Clamps: L<0.275m	
Contact wire height	výška troleje od TK (m)	5.8	
Overlap (ks)	výměnné pole (poč. polí)	4 (5 in curve)	
Tension length (m)	délka kotev. úseku (m)	1400	

### 3.2.4 ŠPANĚLSKO

Tabulka 4: Parametry trakčního vedení ve Španělsku

		open line	tunnel
speed (km/h)	rychlost (km/h)	350	
contact wire (mm <sup>2</sup> )	trolej	150 CuMg 0,5 BC	
contact wire - tension (kN)	trolej - tah (kN)	30.870kN	
catenary (mm <sup>2</sup> )	nosné lano	95 Cu	
catenary - tension (kN)	nosné lano - tah (kN)	15.43 kN	
dropper (mm <sup>2</sup> )	věšák	16 Bz	
stitch wire (mm <sup>2</sup> )	délka přidavného lana (m)	35 Bz	
length stitch wire (m)	délka přidavného lana (m)	18.1	14
span (m)	rozpětí (m)	4.3	50
system height (m)	výška systému (m)	1.4	1.4
minimum dropper (mm)	minimální výška věšáku (m)	0.25	
contact wire height (m)	výška troleje od TK (m)	5.3	
overlap (ks) masts	výměnné pole (počet polí)	5	
max. tension length (m)	délka kotevního úseku (m)	1400	

## 3.3 KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ TRAKČNÍHO VEDENÍ

### 3.3.1 KONSTRUKCE ZÁVĚSU

Závěsy TV jsou přednostně navrhovány na individuálních otočných konzolách. Tato konstrukce závěsu TV je vhodná s ohledem na zachování kontinuální pružnosti vedení a bezproblémové kompenzaci tepelné roztažnosti troleje a nosného lana při různých teplotách. Závěsy na konzolách jsou určeny k individuálnímu zavěšení sestavy trolejového vedení na podpěrách TV. Konzoly v jednotlivých státech jsou principiálně podobné.

V Německu, Francii, Španělsku i Rakousku jsou používány typově shodné konzoly. Jedná se o trubky spojené pomocí spojovacích součástí. Toto řešení je finančně i montážně velice jednoduché. Postačí pouze určitý omezený sortiment spojovacích součástí. Tyto součásti jsou v současné době vyráběny několika výrobci pro různé rozměrové řady trubek.

V Itálii využívají speciální nalisované spojovací součásti, které pravděpodobně navrhl architekt (viz foto na následující straně). Toto řešení je esteticky velice zajímavé, ale pravděpodobně přináší velké finanční nároky.





Obrázek 5: Francie – použití konzoly typu „vně“ na LGV Est



Obrázek 6: Itálie – použití konzoly typu „vně“ na VRT Řím – Neapol

---

### 3.3.2 KOTVENÍ SESTAVY TV

---

Jsou používány kladkové typy s různým převodem. Při používání nižšího tahu jsou navrženy kotvení s poměrem 1:2, 1:3. U vyšších tahů je navrhováno kotvení 1:4, 1:5.



Obrázek 7: Španělsko –kotvení TV na LAV Perpignan – Figueras

Obrázek 8: Kladkový typ kotvení – Itálie a Francie



---

### 3.3.3 STOŽÁRY, ZALOŽENÍ STOŽÁRU

---

Provedení stožárů a základů je v různých zemích odlišné. Vychází z historicky používaných typů. Z hlediska používání stožárů na ně nejsou kladeny žádné požadavky mimo mechanické pevnosti a stability. Lze požit typy ověřené a používané na klasických tratích.

---

### 3.3.4 OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM ŽIVÝCH ČÁSTÍ TRAKČNÍHO VEDENÍ

---

Na všech stávajících i nových nadjezdech a dalších stavebních objektech v blízkosti tratě je nutné řešit (v části mostů) ochranu podle ČSN 73 6223.

Řešení ochrany se předpokládá podle ČSN 34 1500ed.2 ukolejněním. Na nové trati s trakční soustavou AC 25kV 50Hz bez kolejových obvodů se předpokládá provádět přímé ukolejnění trakčních podpěr a jednotlivých konstrukcí v prostoru POTV.

Nepřímé (přes průrazku) ukolejnění se předpokládá pro osvětlení, zařízení připojené kabelovým vedením.

---

### 3.3.5 DIAGNOSTIKA TRAKČNÍHO VEDENÍ

---

Diagnostika hraje při zajišťování provozu VRT důležitou roli. Z pohledu trakčního vedení a jeho diagnostiky a údržby je nutné již na začátku rozhodnout, do jaké míry se na těchto činnostech bude podílet provozovatel dráhy a co bude zajišťováno dodavatelským způsobem. Z tohoto pak vyjde rozhodnutí o budování center údržby vybavených odpovídající technikou na údržbu a diagnostiku. Pozornost je nutné věnovat i monitorování pevných trakčních zařízení i sběračů elektrických hnacích vozidel za provozu.

Měření TV je nutné provádět společně s měřením železničního svršku. Důležitou podmínkou je i pořízení odpovídajícího softvérového vybavení pro vyhodnocování výsledků měření a porovnávání vývoje stavu TV s předchozími měřeními. Na základě těchto měření bude možné plánovat místa, kde budou v budoucnu nutné opravné práce.

Bude nutné, aby byla pořízena vhodná měřicí souprava, která bude provádět diagnostiku trakčního vedení a kolejí. Tyto měření budou prováděny nejen při přebírání nových tratí, ale v určitých intervalech i během provozu. Pronájem měřicí soupravy bude zřejmě velice nákladný. Toto bude třeba ještě ověřit finanční analýzou.

---

## 4 ZDROJE

---

- [1]      Prezentace DB Netze, DB Energy; 2015
- [2]      Prezentace ADIF Spain; 2015, 2016
- [3]      Nařízení Komise č. 1301/2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému energie železničního systému v Unii

- [4] UIC-Kodex 799 VE Kenndaten für Oberleitungen mit AC-Versorgung für Strecken, die mit Geschwindigkeiten über 200 km/h befahren werden; International Union of Railways; 2002
- [5] ČSN EN 50119 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Trolejová vedení pro elektrickou trakci, Praha: ÚNMZ, 2015
- [6] ČSN EN 50367 ed. 2 Drážní zařízení - Systémy sběračů proudu - Technická kritéria pro interakci mezi pantografovým sběračem a trolejovým vedením (pro dosažení volného přístupu), Praha: ÚNMZ, 2015
- [7] ČSN 33 3505 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Základní požadavky na elektrické napájecí a spínací stanice, Praha: ÚNMZ
- [8] ČSN EN 50 388 ed.2 Drážní zařízení – Napájení a drážní vozidla – Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability, Praha: ÚNMZ