

Radovan Doleček<sup>1</sup>, Jaromír Hrubý<sup>2</sup>

## **Aktuální možnosti určování spotřeby elektrické energie vlaků v osobní a nákladní dopravě**

**Klíčová slova:** *měrná spotřeba, elektrická energie, hnací vozidlo, měřící souprava, hybridní model*

### **Úvod**

Určování spotřeby elektrické energie (EE) a nákladů spojených se spotřebou EE u jednotlivých vlaků vybrané kategorie je velice aktuální problematika. Energetická náročnost vlaků s elektrickými hnacími vozidly (EHV) nebo vlaky reprezentující elektrické jednotky (EJ) je komplikovaná problematika vzhledem k mnoha proměnlivým parametrům, které nelze vždy vhodně vyhodnotit ve vztahu k technologii dopravy. Přesnější určení spotřeby EE jízdy vlaku je nutností pro splnění podmínek Evropské komise a k další postupné liberalizaci dopravního trhu v ČR. S určením spotřeby EE vlaků je spojena zejména problematika měření EE, rekuperace EE a přenosové ztráty trakčních napájecích systémů, ale i problematika postupného přechodu systému 3 kV DC na 25 kV AC v ČR. Z těchto uvedených důvodů, je snaha určit vhodný směr dalšího rozvoje a postupu v problematice měření a určení spotřeby EE u vlaků včetně následného způsob rozúčtování EE.

Spotřebu trakční EE lze rozdělit na složky:

- odběr činné EE EHV/EJ pro trakční účely, vytápění a klimatizaci vlakových souprav, restaurační vozy,
- odběr činné EE pevnými elektrickými předtápěcími zařízeními (EPZ),
- spotřebu EE ostatních zařízení nutných pro provoz železniční dopravní cesty (napájení zabezpečovacích zařízení, elektrický ohřev výměn, ostatní netrakční technologická spotřeba z trakce atd.),
- součet celkových činných ztrát EE vznikajících v trakční napájecí soustavě.

---

<sup>1</sup> doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.; narozen 1971; Univerzita Pardubice, DFJP; současné zaměření: drážní energetika, napájecí systémy; pracoviště: Správa železniční dopravní cesty, s.o., GR, Odbor automatizace a elektrotechniky, Křižíkova 552/2, 186 00 Praha 8, e-mail: DolecekR@szdc.cz

<sup>2</sup> Ing. Jaromír Hrubý; narozen 1958; VUT FE Brno, současné zaměření: drážní energetika, pracoviště: Správa železniční dopravní cesty, s.o., Správa železniční energetiky, Riegrovo náměstí 914, 500 02 Hradec Králové; e-mail: Hruby@szdc.cz

V současné době je prováděno rozúčtování spotřeb EE na jednotlivé dopravce, kdy přenos EE v rámci trakčního systému zajišťuje společnost SŽDC. Společnost ČD nakupuje EE pro všechny dopravce na území ČR, tj. na síti SŽDC. Zde se vychází ze zavedených „primitivních“ metodik, kdy se odebraná EE dělí podle dohodnutého klíče mezi jednotlivé dopravce. Toto je legislativně podloženo na základě „Smlouvy o podmínkách spotřeb elektrické trakce a jejich úhradách“. Dodávky EE jsou uskutečňovány prostřednictvím TNS (odběrná místa, která tvoří styk mezi trakčním napájecím vedením a distribuční sítí provozovatelů nadřazených distribučních soustav: ČEZ Distribuce a.s., E-ON Distribuce a.s., PREdistribuce a.s.). ČD jako majoritní dopravce zajišťuje dodávky trakční EE na základě uzavřených smluv o dodávkách silové EE s dodavatelem (obchodníkem), který je vybrán na základě příslušného výběrového řízení. Cena trakční EE je tvořena:

- Cenou za distribuční služby v jednotlivých TNS. Tato cena je regulovaná Energetickým regulačním úřadem (ERÚ) a je závislá na odebíraném příkonu (sjednání rezervované kapacity), fixním poplatku za odběrné místo a protečeném množství. Cena distribučních služeb je určena vždy pro daný kalendářní rok prostřednictvím cenového rozhodnutí ERÚ.
- Cenou za kWh (příp. MWh), za kterou ČD nakupuje EE od dodavatele.

Cenu za trakční EE po odečtení netrakčních spotřeb SŽDC hradí ČD dodavateli (obchodníkovi) na základě spotřeby EE, která je měřená na vstupu do TNS. Dopravci, využívající trakční napájecí soustavu (DC a AC), následně hradí trakční EE ČD. Dodávka této trakční EE nemá charakter podnikání vzhledem k platné regulaci vyplývající z energetického zákona (zákon č. 458/2000, ve znění pozdějších předpisů). ČD z tohoto důvodu nemůže na dodávky uplatňovat ani žádnou marži, tj. může dopravcům používajícím trakční napájecí soustavu DC a AC účtovat pouze náklady na trakční EE. Vývoj cen za trakční EE za poslední roky dokládá tabulka 1.

*Tabulka 1: Vývoj cen trakční EE v 2013- 2015 (Zdroj: [1])*

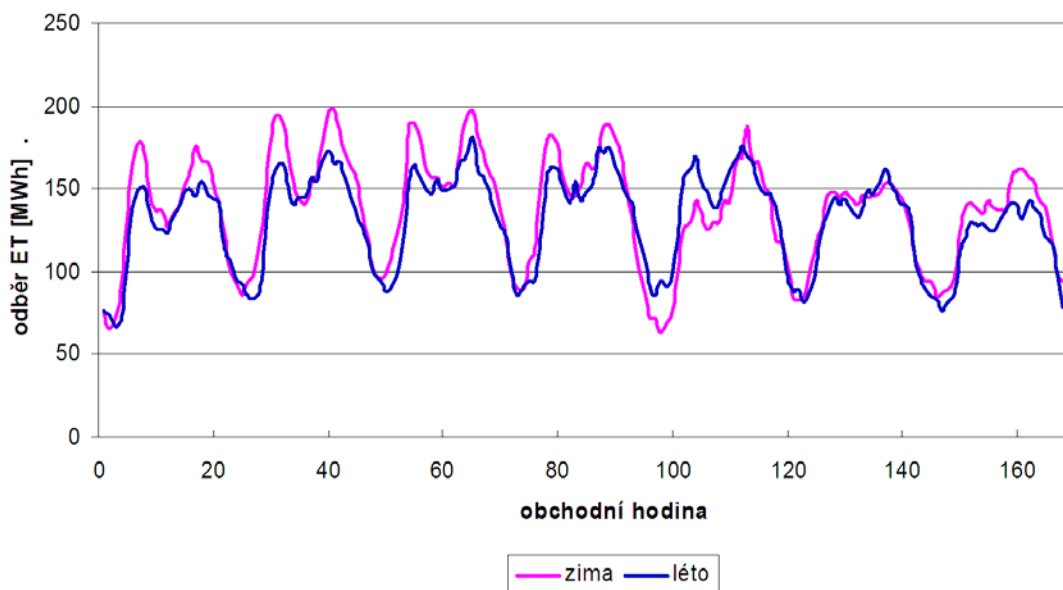
Rok	Spotřeba (MWh)	Celková cena distribuce (Kč)	Cena za silovou elektřinu (Kč/MWh)	Celková cena (Kč)	Průměrná cena (Kč/MWh)
2013	1 160 059,89	1 423 922 029,47	1 349,00	2 988 842 817,03	2 576,456
2014	1 140 452,61	1 253 636 108,51	1 100,62	2 508 841 061,29	2 199,864
2015	1 167 890,99	1 254 059 971,70	1 080,00	2 515 381 172,86	2 153,781

Jak uvádí tabulka 1, průměrný roční odběr EE na vstupu do všech TNS na síti SŽDC je v řádu cca 1 200 GWh. Tato výše odběru představuje při nákupní ceně EE 2,20 Kč/kWh roční částku ve výši cca 2 515 mil. Kč. Z této hodnoty je průměrná spotřeba netrakčních odběrů EE (např. výhřevy výměn) ve výši cca 35 GWh, což představuje cca 3 % celkového odběru elektrické trakce (ET) a částku cca 77 mil. Kč. Takto očištěný finanční náklad pro zúčtování trakční spotřeby musí být rozúčtován mezi jednotlivé dopravce na základě aktuální využívané metodiky. Je však potřeba zdůraznit, že tyto hodnoty představují celoroční stav, který se v průběhu jednotlivých měsíců vzhledem k charakteru například klimatických podmínek mění. Z tohoto důvodu je vhodné pro každý měsíc stanovovat upravené hodnoty pro tzv. korekční koeficienty.

Z výše uvedeného vyplývají zřejmá specifika trakčního odběru EE, která jsou daná dopravní technologií:

- má charakter odběru 24 hodin a nevykazuje směnnost,

- má v podstatě sedmidenní periodičnost zejména u osobní dopravy, kde je zřetelný vliv víkendů a svátků,
- může za jistých okolností vykazat nežádoucí špičkové odběry EE navazující např. na ukončení dopravních výluk,
- je časově značně proměnlivý (kolísá z chodu TNS trakčně naprázdno až po krátkodobé výkonové přetížení napájecí soustavy).
- U soustavy 3 kV DC je výhodou plná symetrie zatížení všech tří fází distribuční soustavy, přijatelné zkreslení harmonickými proudy odebíranými z TNS a plynulejší časové změny v odběrech EE jednotlivými dotčenými TNS, které u této soustavy musí být ve srovnání se soustavou 25 kV AC blízko sebe. Dochází zde k vícestrannému napájení EHV v napájeném úseku. Díky tomu, že EHV v dotčeném úseku je napájeno z více TNS mohou tyto TNS být připojeny pouze na soustavu vn 22/35 kV. Také hodnoty účinníku DPF trakčního odběru leží spolehlivě nad hodnotou požadovanou dodavatelem EE. Impedance TNS jako celku pro signál HDO je spolehlivě nad předepsanou hodnotou.
- U soustavy 25 kV AC je charakteristickým rysem, že trakční zátěž TNS je dána bezprostředně odběrem EHV, bez možností vícestranného napájení (dáno podmínkami distributora), jedoucího kdekoliv mezi dvěma spínacími stanicemi (SpS) - při napájení „T“, případně mezi SpS a TNS - při napájení „L“, tedy bez vlivu jeho okamžité polohy v napájeném úseku. Výrazně nižší proudové odběry této soustavy ve srovnání se soustavou 3 kV DC umožňují umístění TNS ve větší vzdálenosti. Ovšem „jednofázový“ odběr TNS sdruženého napětí vyžaduje připojení TNS bezprostředně na soustavu vvn 110 kV. Vliv nevhodného účinníku DPF a harmonických v proudu EHV je nutno odstraňovat použitím filtračně kompenzačních zařízení (FKZ) v TNS. Zbývá problém nesymetrie zátěže napájecí sítě, což vyžaduje vhodnou volbu umístění TNS a dostatečný zkratový výkon napájecí sítě. Příkladem průběhu odběru elektrické trakce je obrázek 1.



Obrázek 1: Typický týdenní průběh odběrové křivky ET (Zdroj: [2])

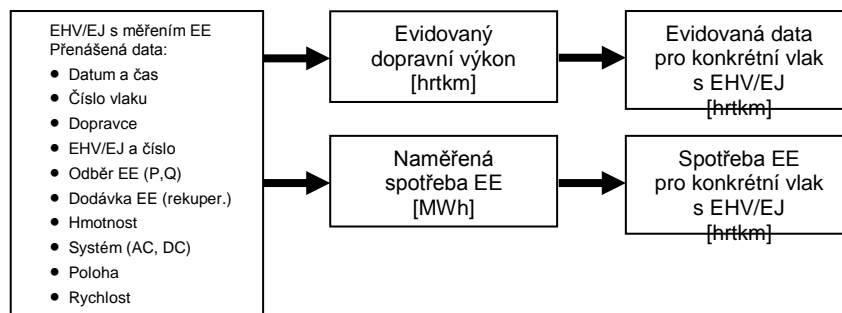
## Současná metodika určování spotřeby EE

Současná metodika využívaná v ČR pro určení spotřeby EE u vlaku je založena na metodě zprůměrovaných měrných spotřeb EE. Tyto měrné spotřeby EE jsou uváděny v kWh odpovídajících dané kategorii vlaku a podle dopravcem deklarovaných uskutečněných dopravních výkonů vykazovaných v hrtkm, které určují v součinu hmotnost soupravy (včetně EHV/EJ) a ujetou vzdálenost. Do takto stanovených odběrů EE je provozovatelem infrastruktury do vyúčtování vnesena i položka odběrů EE vlastních TNS a ztráty EE. Tato metodika představuje určité „paušální“ hodnocení v dané kategorii osobních a nákladních vlaků. Metodika však nereflektuje další možnosti přesnějšího určení spotřeby EE u vlaků, které využívají měřicí soupravy EE, které jsou umístěné přímo na EHV nebo EJ. Uvedená metodika je aplikována na základě smluvního vztahu mezi dodavatelem trakční EE a jednotlivými provozovateli drážní dopravy. Ztráty v napájecí soustavě a rozvodu trakční EE jsou respektovány v hodnotách měrných spotřeb EE pomocí tzv. korekčního koeficientu. Výsledná cena trakční EE je však ovlivněna spotřebami ostatních dopravců [3]. Příklad zprůměrovaných měrných spotřeb EE je v tabulce 2.

Tabulka 2: Zprůměrované hodnoty měrných spotřeb EE (Zdroj: [4])

Druh vlaku	Měrná spotřeba hodnota do r. 2010 [kWh/tis. hrtkm]	Měrná spotřeba hodnota od r. 2011 [kWh/tis. hrtkm]
Vlaky Ex a R (SC, EC, IC, Ex, R, Sp, Sv)	25,00	25,00
Vlaky Os (zastávkové osobní vlaky, ostatní vlaky osobní dopravy)	37,00	40,00
Vlaky nákladní (Nex, Rn, Pn, Vn, Mn+Vleč)	20,00	18,00
Ostatní vlaky (lokomotivní)	43,00	43,00

Pro přesnější určování spotřeby EE u dané kategorie vlaků je možné využít metodiku, která využívá měření spotřeb EE přímo na palubě (u sběrače) EHV nebo EJ. Příklad přenášejících dat je na obrázku 2. Evidovaný dopravní výkon a další data, která má k dispozici správce infrastruktury, je možné využít pro výpočet spotřeby EE a následné určení ceny. Data lze ovšem využívat i pro další systémy (např. monitorovací). Z druhé strany i dopravce nasazením měřicího systému na EHV nebo EJ může využívat data např. pro diagnostiku a další navazující systémy, které přinášejí úspory v nákladech na provoz EHV/EJ.



Obrázek 2: Příklad přenosu dat pro určení spotřeby EE konkrétního vlaku

Uvedená metodika měření spotřeb EE přímo u sběrače EHV nebo EJ je již několik let využívána v některých zemích, což dokládá i tabulka 3.

*Tabulka 3: Organizace a struktura trhu ve vybraných zemích (Zdroj: [5])*

Země	Správa železniční a dopravní cesty	Délka železniční tratě (z toho elektrifikováno)	Hlavní dopravci	Osazení EHV měřením	Možnost změny dodavatele
Německo	DB, Netz, AGE	cca 37 877 km (54 %)	DB, Veolia	ANO (povinně)	ANO
Rakousko	ÖBB Infrastruktur AG	cca 4 894 km (70,9 %)	ÖBB	ANO (nepovinně)	ANO
Polsko	PKP Polskie Linie Kolejowe	cca 20 000 km (64 %)	PKP, Przewozy Regionalne	ANO (nepovinně)	NE
Maďarsko	MÁV Co. + GySEV	cca 7 275 km (40 %)	MÁV Group, GySEV	ANO (nepovinně)	NE
Francie	SNCF Réseau (dříve RFF)	cca 30 000 km (53 %)	SNCF Mobilités (95 %)	ANO (nepovinně)	ANO
Itálie	RFI	cca 16 750 km (71 %)	Trenitalia	NE	NE
Švýcarsko (sdružení ERESS)	SBB Infr., BLS Netz AG a SOB Infr.	cca 3 500 km (100 %)	Swiss Federal Railways, BLS AG	ANO (nepovinně)	NE
Švédsko	Trafikverket	cca 10 000 km (75 %)	SJ, Tågkompaniet	ANO (nepovinně)	NE
Finsko	Finnish Transport Infrastructure Agency	cca 6 000 km (53 %)	VR Group	ANO (povinně)	ANO
Velká Británie	Network Rail, HighSpeed1	cca 16 500 km (51 %)	Arriva, Virgin Trains, etc.	ANO (povinně)	NE

Je pravda, že situace pro využívání této metodiky měření spotřeb EE přímo na palubě EHV nebo EJ je mnohdy odlišná od situace v ČR z důvodu rozmanitosti a velikosti dopravních správ a společností, dále provázanosti na další dopravní systémy a infrastrukturu, atd., a to jak z hlediska legislativního, tak z hlediska výše investic a ekonomického potenciálu jednotlivých společností. Přesto je v současnosti možné implementovat obdobné modely metodiky do podmínek ČR. Do nasazování měřících souprav na palubě EHV nebo EJ se zapojili v ČR po vzoru svých zahraničních partnerů zejména společnosti ČD a ČD Cargo ve spolupráci se správcem infrastruktury společností SŽDC, která se zabývá osazováním vytipovaných EHV nebo EJ měřením spotřeby EE. Například v roce 2017 plánují tyto společnosti osadit cca 124 ks u EHV nebo EJ, což v porovnání se skutečností celkového počtu osazení cca 75 ks je výrazné navýšení. Ostatní dopravci provozující svou činnost na území ČR zatím neprojevili zájem o měřící soupravy. V některých případech se ukazuje, že mají osazené měření spotřeby EE od jiných správců napájecí infrastruktury. Kromě těchto dopravců na území ČR působí i zahraniční dopravci, kteří svá EHV nebo EJ mají osazeny systémy měření EE odpovídající legislativě a standardům v dané zemi, které je však možné případně využít i v podmínkách ČR. Dále se ukazuje, že v některých zemích je provoz EHV s aktivní měřící soupravou na palubě tohoto EHV využitelného pro určení nákladů za spotřebu EE u dané správy výhodnější, než provozovat EHV bez měřící soupravy na palubě vozidla [6].

## Současný návrh nové metodiky určování spotřeby EE v ČR

Část EHV a EJ je osazena měřicími soupravami, které je možné využít pro účely určení spotřeb EE u konkrétního vlaku dopravce, tj. metoda měření skutečných hodnot spotřeb EE vlaku. V rámci této metodiky musí být do těchto spotřeb EE započítány i ztráty EE v rozvodu ET, ale i například spotřeby EE z EPZ využívaných na temperování vozů u osobní dopravy. Toto se týká EPZ bez měření spotřeby EE, resp. EPZ, jejichž spotřeba není přímo účtována konkrétnímu dopravci. Rozborem podmínek na území ČR pro železniční dopravu na elektrifikovaných tratích a to i s přihlédnutím k okolním správcům napájecí infrastruktury, se jeví jako optimální nasazení metodiky využívající tzv. hybridního modelu.

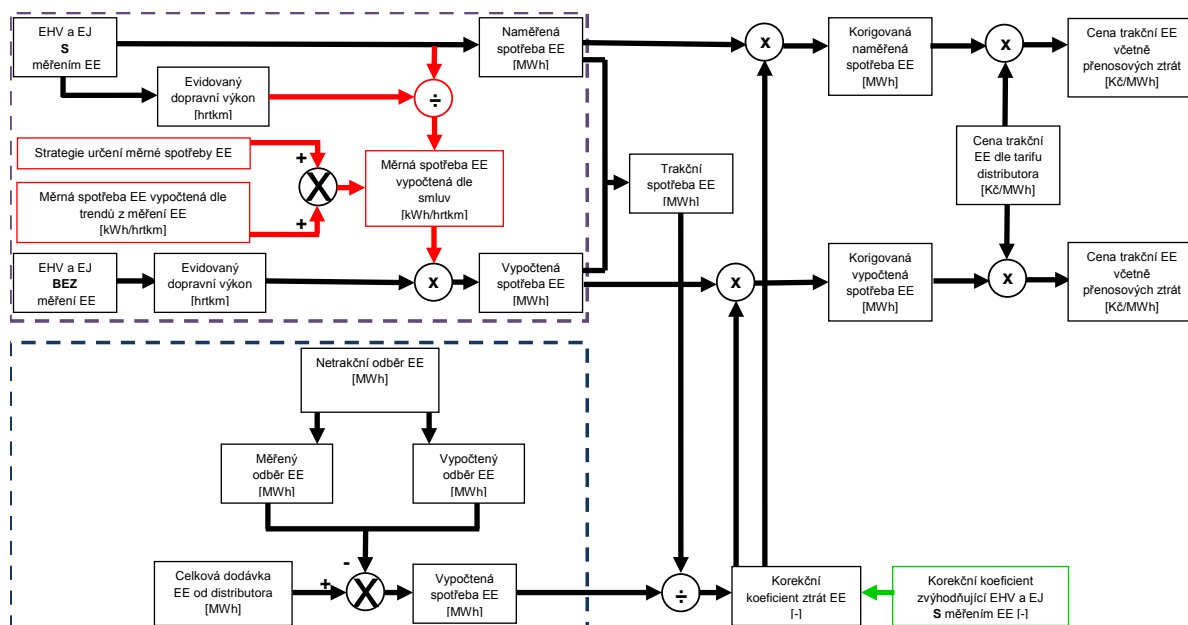
Důvody podporující nasazení uvedené metodiky jsou následující:

- Snadnější prokazatelnost účtovaných nákladů.
- Díky následnému rozsáhlejšímu měření EE na palubě EHV nebo EJ by bylo možné blíže specifikovat měrné spotřeby EE pro vlaky, které měřicími soupravami EE nedisponují, a zároveň i vytvořit nástroj pro dopravce a správce infrastruktury k zavádění procesů a technologií, které by snižovaly energetickou náročnost dopravy a napájecích systémů.
- U současné metodiky využívající zprůměrovaných měrných spotřeb EE je velmi obtížné stanovit reálné podíly ztrát EE a vyšetřit tak místa energetického řetězce z hlediska možných investic na výslednou změnu účinnosti celku (zmapování výsledné energetické bilance a efektivnosti investic do snížení ztrát EE).
- Podpora dopravců, kteří své EHV a EJ modernizují a jejich jízdu se snaží zefektivnit z hlediska energetické náročnosti.
- „Znevýhodnění“ dopravců, kteří využívají neefektivní EHV nebo EJ s nízkou účinností nebo nevhodnou dopravně logistickou jízdu z pohledu energetiky.
- Příprava na celosvětové požadavky na snižování energetických spotřeb a emisních limitů, kdy jsou kladeny důrazy na zvyšování účinností na všech stupních energetického řetězce.
- Motivační prvek pro výraznou modernizaci vozidlového parku, která bude dle současných trendů v Evropském regionu požadována.

Přepokládaný hybridní model spojuje tři kategorie vlaků, čímž lze postihnout všechny EHV a EJ, a to následujícím způsobem:

- EHV a EJ aktivní s funkčními měřicími soupravami EE,
- EHV a EJ aktivní bez měřících souprav EE nebo EHV a EJ aktivní bez funkčních měřících souprav EE,
- současné EHV a EJ aktivní s částečně instalovanými funkčními měřicími soupravami EE a zároveň EHV/EJ bez měření na stejné vlakové soupravě.

Na následujícím obrázku 3 jsou uvedeny jednotlivé etapy a varianty výpočtu spotřeby EE u tří uvedených kategorií vlaků.



Obrázek 3: Hybridní model a jeho etapy nasazení

V počáteční etapě I. tzv. „start“ (obrázek 3 - černá barva) se jedná o stav, kdy hybridní model rozúčtovává spotřeby EE s využitím měrných spotřeb EE dle aktuálních smluv a to již pro všechny tři kategorie vlaků, čemuž odpovídá aktuální stav v problematice měření a určování spotřeb EE pro železniční dopravu v ČR. Tato etapa ovšem nebude zcela optimální, neboť dle dostupných dat z měření EE získaných z EHV a EJ osazených již měřícími soupravami EE vychází tyto hodnoty odlišně v přepočtu na měrnou spotřebu EE.

V etapě II. tzv. „auto setting“ měrných spotřeb EE se jedná o stav, kdy hybridní model přechází do stavu určování potřeby EE pro EHV a EJ bez měření dle nových měrných spotřeb EE získaných na základě měření tj. z EHV a EJ osazených měřícími soupravami EE (obrázek 3 - doplněný částí pro etapu II. - červená barva). Jedná se o stav kdy EHV a EJ s měřícími soupravami EE tzv. určují trend spotřeby EE pro jednotlivé kategorie vlaků dle skutečných hodnot.

V další etapě III. bude následovat stav, kdy bude využíván i korekční koeficient zvýhodňující EHV a EJ s měřícími soupravami EE (obrázek 3 - doplněný částí pro etapu III. - zelená barva). Je však potřeba uvést, že se nejedná o diskriminační stav. Každý dopravce se na základě vlastního business plánu může rozhodnout, v které kategorii chce být účtován z hlediska spotřeby EE (EHV a EJ aktivní s funkčními měřícími soupravami EE nebo EHV a EJ aktivní bez měřících souprav EE – EHV a EJ aktivní bez funkčních měřících souprav EE nebo EHV a EJ aktivní s částečně instalovanými funkčními měřícími soupravami EE a zároveň EHV a EJ bez měření na stejné vlakové soupravě). Je zde však také potřeba zdůraznit, že dopravce uvažující i s dopravou mimo území ČR bude nucen přistoupit k využívání EHV a EJ s měřícími soupravami EE [7] a [8].

V současnosti se aktivně pracuje na vhodném systému sběru, ukládání, zpracování a vyhodnocování dat včetně architektury datového uložení, která by byla plně prokazatelná pro spotřebu EE konkrétního vlaku. Tento systém v sobě zahrnuje data

od dopravců (např. typ vlaku, číslo vlaku, číslo EHV, číslo strojvedoucího odpovědného za vedení vlaku, hmotnost vlaku, napájecí systém, časy, směry jízdy, atd.) evidenční data provozovatele infrastruktury a data z měřících souprav EE instalovaných na palubě EHV a EJ spravovaná SŽE pro celou ČR, která jsou periodicky předávána prostřednictvím reportů v tabelovaném souborovém formátu. Exporty dat jsou do datového úložiště nahrávány pomocí protokolu FTP. Jedinečné soubory dat se vždy vztahují k jednomu EHV či EJ a obsahují například informace: datum, čas, číslo EHV, číslo vlaku, dopravce, činný výkon, jalový výkon, rekuperaci, napájecí systém, polohu, atd. Zde je velice nutné zvládnout několik problematik spojených s propojováním dat z různých datových úložišť, jako jsou například synchronizace, redundance, struktura, četnost záznamů, přesnost GPS, atd.

## Závěr

V současné době problematika určování spotřeby EE u vlaků patří mezi aktuální zájmy dopravců, ale i správ působících v železniční dopravě. Z tohoto důvodu řešení této problematiky má dopad i na další rozvoj a liberalizaci trhu. Z návrhu nové metodiky využívající hybridní model určování spotřeby EE vyplývá, že se jedná o vhodný nástroj pro zavádění měření EE na palubě EHV a EJ v podmínkách ČR, který umožňuje dosáhnout následujících cílů:

- provoz všech schválených EHV a EJ s měřením a bez měření EE,
- postupné a spravedlivé zpřesnění stávajících měrných spotřeb EE, které jsou určeny na základě smlouvy,
- postupné zpřesnění energetických ztrát v napájecím systému, ale i následně možnost přesněji stanovit náklady na technologii nebo posun, příp. ostatních spotřeb,
- zjednodušení a možnost volby řešení v kalkulaci nákladů na EE pro konkrétní vlak,
- přiblížení se obdobnému tržnímu prostředí využívaného v okolních zemích.

Současný stav poznání:

- V současné době je směr rozvoje metodiky měření EE v podmínkách ČR dobrý a opodstatněný. Dochází k instalaci měřících souprav EE na palubě EHV a EJ u dvou dopravně významných dopravců a jejich počet je dle prováděných analýz pro hybridní model plně dostačující, aby mohl být spuštěn navržený hybridní model pro rozúčtování spotřeb EE.
- Z provedených analýz naměřených dat na palubě EHV a EJ se v současné době jeví, že hodnoty měrných spotřeb EE na základě smlouvy jsou pro nákladní dopravu nastaveny „přísněji“ (hodnoty měrné spotřeby EE dle měření jsou nižší) a naopak pro osobní dopravu jsou značně „nízké (zvýhodňující)“ (hodnoty měrné spotřeby EE dle měření jsou vyšší).
- Pokud by se v počáteční etapě I. hybridního modelu zavádění měření EE jako nástroje pro rozúčtování EE mezi jednotlivé dopravce využívalo stávajících měrných spotřeb EE, je velký předpoklad, že dopravci v osobní dopravě budou ekonomicky motivováni nezavádět měření na palubě EHV a EJ, pokud nebudou zajíždět do sousedních zemí.



- Zavádění měření EE u 100 % EHV a EJ je neefektivní, neboť pro mnohé z provozně málo užívaných EHV a EJ nebo nevykonávajících velké dopravní výkony (např. vlečky) je ekonomicky neefektivní instalovat měřicí soupravu EE, neboť její návratnost při stanoveném znevýhodnění je v délce životnosti vlastního EHV nebo EJ.

Podmínky pro nasazení hybridního modelu:

- Nasazení hybridního modelu v podmínkách ČR je závislé na přístupu a ochotě dopravců „uznat“ hodnoty z měřících souprav EE jako prokazatelného nástroje pro stanovování měrných spotřeb EE a následných ztrát přenosového systému.
- Definování a stanovení všech spotřeb EE v energetickém systému pro železniční dopravu.
- Stanovení vhodného formátu dat v dostatečném rozsahu.
- Vytvoření vhodného systému sběru, ukládání, zpracování a vyhodnocování dat včetně architektury datového úložiště, která by byla plně prokazatelná pro spotřebu EE konkrétního vlaku.

Motivace pro dopravce:

- Nejvhodnějším nástrojem pro motivování dopravců k vlastní instalaci měřících souprav EE na EHV a EJ je zejména cenové znevýhodnění neměřených vlaků ve srovnání s měřenými vlaky, jejichž spotřeba EE by byla určována pomocí „paušální“ hodnoty spotřeby EE pro danou kategorii vlaku.
- Následné využití měřících souprav na palubě EHV a EJ bude pro dopravce perspektivní, neboť se budou následně schopni zapojit a podílet na stanovování měrných spotřeb EE.
- Dále nasazení měřících souprav na palubě EHV a EJ přinese možnosti plného využití stávajících či nových systémů pro monitorování a diagnostiku, a to opět s ohledem na snížení nákladů pro dopravce.
- Zavedení hybridního modelu umožní vyhodnotit v zúčtování trakční spotřeby EE podíl rekuperované EE u EHV a EJ, vybavených systémem měření spotřeby EE.
- Přenosové ztráty napájecího systému by byly přičítány stejným dílem jak mezi EHV a EJ s měřícími soupravami EE a bez měřících souprav. Velikost přenosových ztrát by byla průběžně vypočítávána při stanovování korekčních koeficientů (současný stav). Díky instalaci měření EE na palubě EHV a EJ by bylo možné zároveň i lépe analyzovat dílčí přenosové ztráty napájecího systému. V případě připravovaného jednotného napájecího systému 25 kV AC je určitá možnost i snížení ztrát.
- Zpřesnění rozúčtování a vymezení dalších nákladů např. na předtápění vozů.

**Literatura:**

- [1] Dokument o celkových finančních objemech za trakční EE, květen 2016, SŽDC SŽE
- [2] Dokument s týdenními průběhy spotřeby ET, 2016, SŽDC SŽE
- [3] Dokument se smluvními podmínkami a způsobem výpočtu spotřeb EE, květen 2016, SŽDC SŽE
- [4] Dokument s měrnými spotřebami EE, květen 2016, SŽDC SŽE
- [5] Prezentace - Organizace a struktura trhu v EU regionu, květen 2016, SŽDC
- [6] Dokument s finančními náklady – měřicí soupravy, květen 2016, SŽDC SŽE
- [7] Dokumenty k analýze nákladů na trakční EE, analýze spotřeb EE na základě měření u EHV a EJ, 2012 – 2017, SŽDC SŽE
- [8] Data systému ReadEn, 2017, SŽDC SŽE

**Seznam zkratk:**

AC .....	střídavá napěťová soustava
ČD .....	České dráhy
ČR .....	Česká republika
DC .....	stejnoseměrná napěťová soustava
EE.....	elektrická energie
EHV .....	elektrické hnací vozidlo
EJ .....	elektrická jednotka
EPZ .....	elektrické předtápěcí zařízení
ERÚ.....	Energetický regulační úřad
ET.....	elektrická trakce
FKZ.....	filtračně kompenzační zařízení
HDO .....	hromadné dálkové ovládání
SpS.....	spínací stanice
SŽDC.....	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
SŽE .....	Správa železniční energetiky
TNS .....	trakční napájecí stanice
vn.....	vysoké napětí 1-52 kV
vvn.....	velmi vysoké napětí 52 – 300 kV



Praha, duben 2017

Lektorovali: doc. Ing. Ondřej Černý, Ph.D.  
Wikov MGI a.s.

Ing. Miroslav Škota  
RPP International s.r.o.