

Vědeckotechnický sborník

Správy železnic, státní organizace

č. 5/2021

ISSN 2694-9172

Vydavatel: Správa železnic, státní organizace

Sídlo: Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1

IČ: 709 94 234 DIČ: CZ 709 94 234

Obsah:

Název a autoři	strana
1. Digitální automatické spřáhlo pro evropskou železnici Autor: Ing. Lukáš Soukup	3
2. Strategické řízení Správy železnic, státní organizace Autor: doc. Dr. Ing. Roman Štěrbá, MBA	20
3. Koncepce implementace procesu BIM u Správy železnic Autor: Ing. Stanislav Vitásek, Ph.D.	29
4. Rozvoj specializovaných laboratoří pro výuku technologie a řízení železniční dopravy na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice Autoři: Ing. Tomáš Hodr, Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.	39
5. Proudové zatížení betonového základu stožáru při průrazu průrazky Autor: Ing. Jiří Cigánek	51
6. Představení vzájemných vazeb mezi vozidly s alternativními pohony, infrastrukturou a náklady Autoři: Ing. František Sládek, Ing. Petr Nachtigall, Ph.D., Ing. Martin Vojtek, Ph.D.,	60

1. Digitální automatické spřáhlo pro evropskou železnici

Ing. Lukáš Soukup¹

Klíčová slova:

digitální automatické spřáhlo, DAC, samočinné spřáhlo, digitalizace nákladní dopravy

Key words:

digital automatic coupler, DAC, digitalization of freight transport

Anotace

Železniční nákladní doprava v Evropě se nachází v současné době na zásadní křižovatce celé své historie. Na jedné straně jde o obor, který se již po mnoho dekád nalézá v období poklesu střídaného stagnací. Na druhé jsou pak do něj v poslední době vkládané opravdu velké naděje jako na nástroj, který má pomoci zásadně řešit snižování uhlíkové stopy v nákladní dopravě.

Každému, kdo se pohybuje v oboru, musí být zřejmé, že tento úkol bude extrémně náročný a bude podmíněn zásadní změnou podmínek na dopravním trhu a především změnami v přístupu samotné železnice. I bez ambiciózních cílů EU by nákladní železnice čelila v následujícím období velkým výzvám. Jde především o důsledek restrukturalizace přepravního trhu, kdy dochází k utlumování tradičních přepravních proudů spojených s těžbou uhlí, výrobou oceli, petrochemickým průmyslem a dalšími utlumovanými obory.

Pouhé udržení současného tržního podílu železniční dopravy bude vyžadovat zásadní změnu celého oboru. K tomu může přispět změna přístupu k automatizaci a digitalizaci, jejíž součástí se má stát i po desetiletí odkládaný přechod na automatické spřáhlo. Článek se bude zabývat možnostmi, které zavedení automatického spřáhla může pro konkurenceschopnost železniční nákladní dopravy přinést.

¹ Ing. Lukáš Soukup je absolventem oboru Dopravní infrastruktura v území na Dopravní fakultě ČVUT. V současné době pracuje na Odboru drážní dopravy Ministerstva dopravy.

Abstract

Rail freight in Europe is currently at a major crossroads of its history. On the one hand, the sector has been in a period of decline or stagnation for many decades. On the other hand, there have been very high hopes for it recently as a measure to help radically reduce the carbon footprint in freight transport.

It must be clear to anyone working in the field that this task will be extremely challenging and will be subject of fundamental change in the transport market conditions, and above all, by changes in the railways themselves. Even without the EU's ambitious targets, freight rail would face major challenges in the coming period. This is primarily a consequence of the structural changes of the transport market, affected by the decline of traditional transport flows associated with coal mining, steel production, the petrochemical industry and similar industries.

Merely maintaining the current market share of rail transport will require a fundamental change in the whole industry. A change in approach to automation and digitization, which is to include the decades-postponed transition to an automatic coupler, may contribute to this. The article will deal with the possibilities that the introduction of an automatic coupler can bring for the competitiveness of rail freight transport.

1. Výchozí situace a rekapitulace historického vývoje

Železniční nákladní doprava je kapacitním přepravním módem, jehož hlavní přednost tkví v možnosti zajištění energeticky efektivní přepravy velkého množství zboží za pomoci vzájemně spojených železničních vozidel. Toto spojení je realizováno pomocí spřáhel, které zajišťují mechanické spojení vozidel ve vlaku. Klasické spojení používané od zrodu konvenční železniční sítě se skládá z narážecího (dvojice nárazníků) a spřahovacího (šroubovka s hákem) zařízení. V Evropě na síti normálně-rozchodných železnic je toto spřáhlo, nazývané též jako spřáhlo UIC, používáno jako standard dodnes. Na všech ostatních kontinentech došlo již během 19. a 20. století k jeho nahrazení centrálním spřáhlem, někdy též zvaným spřáhlem samočinným nebo automatickým.

Důvody pro opuštění UIC spřáhla se během doby měnily a bylo tomu tak i při neúspěšných pokusech v Evropě, probíhajících během uplynulého století. Primárním motivem bylo odstranění náročné a nebezpečné práce železničářů v prostoru mezi vozidly při jejich spojování a rozpojování. S postupným oddělováním provozu osobních a nákladních vlaků a s rozšířením motorových vozů a ucelených jednotek v osobní dopravě tento aspekt poněkud ustoupil do

pozadí. Rovněž v nákladní dopravě se podíl manipulací s vozy na celkových realizovaných výkonech s časem postupně snižoval. Existující provozní technologie jsou z části založeny na ucelených vlacích (ať již z konvenčních zásilek nebo z vlaků kombinované dopravy) a k rozřazování vlaků dochází do značné míry ve stanicích se spádovišti, kde je riziko úrazů minimalizováno.

Další zásadní předností automatického spřáhla je jeho vyšší pevnost oproti šroubovce s hákem, což umožňuje vozbu těžších vlaků a tedy zvýšení efektivity nákladní železniční dopravy. Zatímco nyní je praktická pevnost šroubovky v tahu ohraničena hodnotou maximálně 500 kN (například na síti Správy železnic ale pouze 350 kN), spřáhla typu SA-3 dosahují pevnosti v tahu až 2 500 kN. Zvyšování kapacity je přitom v nákladní dopravě prakticky jediný nástroj, kterým lze v podmínkách tržního prostředí zásadním způsobem zvýšit produktivitu železniční dopravy a tím i konkurenceschopnost vůči hlavní konkurenci, kterou je silniční nákladní doprava. Hlavní princip železniční dopravy, spočívající v potřebě konsolidace zásilek do minimálního kritického objemu, neumožňuje v naprosté většině případů dosáhnout flexibility a cestovní rychlosti dosahované v silniční dopravě, založené zpravidla na přímé přepravě menších zásilek přímo mezi zdrojem a cílem. V případě menších zásilek, než jakou je ucelený vlak, je tedy železniční doprava odkázána na nutnost konsolidace různých zásilek, ať už formou konvenční vlakovorby, nebo ve formě kombinované dopravy. To však znamená jak zvýšení přepravní doby, tak i provozních nákladů, neboť je nutné započítat náklady na výstavbu a provoz potřebných zařízení.

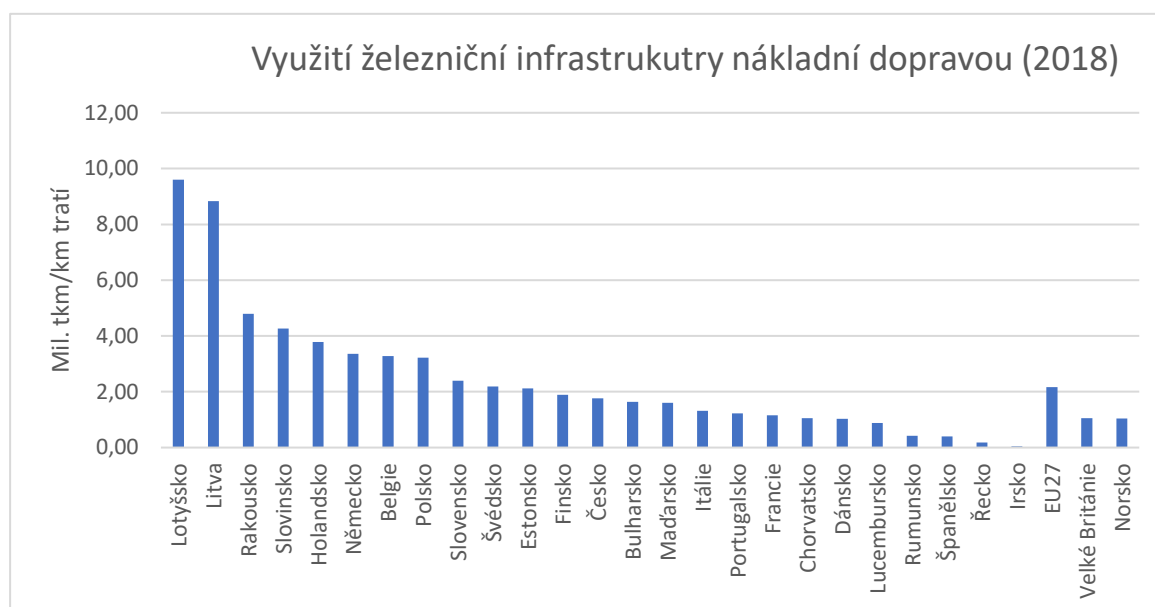
Základní vlastností automatického spřáhla je přenos všech sil – tahových i tlakových – pomocí jednoho spojení v podélné ose vozidla. Společným znakem je také funkce samočinného mechanického spojení. Ostatní funkce jsou pak již doplňkové, jak bude uvedeno dále.

Postupem času bylo vyvinuto velké množství typů spřáhel, které se liší tvarem a mechanismem samočinného spojení. Ve světě se uplatňují v největší míře dva principy vyvinuté již v 19. století a na počátku 20. stol. v USA. Jde konkrétně o typ Janney, které je standardem jak v Severní i Jižní Americe, tak i v mnoha dalších zemích, především tam, kde existují hospodářské vazby na USA. Z nejvýznamnějších zmiňme Austrálii, Čínu, Japonsko nebo africké státy.

Druhým dominantním typem je typ Willison, který byl sice vyvinut také v USA, ale později, v době, kdy již byl standardizován typ Janney. Tento vzor ale našel uplatnění v mnoha dalších zemích, především je na něm založeno spřáhlo SA-3, zavedené na Sovětských železnicích postupně v letech 1935 až 1957. Dnes je standardem na celé síti železnic s rozchodem 1524 mm. Byly na něm založeny i typy vyvinuté během pokusů o zavedení automatického spřáhla v Evropě.

Společným znakem obou zmíněných typů je, že jde o netuhá spřáhla, která umožňují vzájemný vertikální pohyb v místě spojení. To sice zjednodušuje uložení spřáhel ve vozidle, ale komplikuje další funkce spřáhla.

Příklady z ostatních kontinentů ukazují, že železniční doprava může být velmi konkurenčním druhem dopravy i při současné úrovni rozvoje silniční nákladní dopravy a nárocích zákazníků na kvalitu a cenu a to právě díky maximálnímu využití předností železnice při přepravě větších množství zásilek v jednom vlaku. K tomu ovšem musí být vytvořeny podmínky. Bohužel, ačkoli železniční osobní dopravě je věnována velká pozornost týkající se zlepšování parametrů stávající infrastruktury a budováním zcela nových tratí, včetně tratí vysokorychlostních, nákladní doprava v tomto dlouhou dobu stála na okraji zájmu. Dokonce lze říci, že v mnoha případech byla svým způsobem již fakticky odepisována.

Graf 1 [1]:


Pokud jde o strategické dokumenty, je železniční nákladní doprava nyní naopak ve středu pozornosti. Pro praktické zatraktivnění jejich služeb u zákazníka bude však nutné udělat mnohem více změn, které si vyžádají ještě dlouhé časové období. Je však potřeba myslet dostatečně dopředu a počítat s tím, že rozhodnutí, která se provedou nyní, budou ovlivňovat fungování železnice ještě dlouhá léta dopředu. Právě volba spřahovacího ústrojí je toho příkladem.

Tak jako na ostatních kontinentech s rozvíjející se železniční sítí existovaly i v Evropě snahy o zavedení pokročilejšího spřáhla, než je klasická šroubovka. V počátcích ještě nešlo o koordinovanou snahu na celoevropské úrovni.

Například v Německu vypsal Spolek německých železničních správ již v 70. letech 19. stol. soutěž na zařízení, které by umožnilo nahradit dosavadní způsob

spřahování vozů. Až do roku 1908 v rámci této soutěže probíhalo porovnávání různých řešení, ovšem žádné z nich nebylo shledáno jako plně vyhovující. Posuzována byla především snadná zastavitelnost do konstrukce nákladních vozů. Kvůli tomu, že šlo především o dvounápravové vozy s relativně dlouhými převislými konci, nebylo možné aplikovat např. řešení využívané v USA.

Vystopovat lze přesto dílčí využití automatického spřáhla v praxi evropských železnic již v tehdejší době. V první řadě došlo k využití spřáhla typu Scharfenberg v osobní dopravě. Využití amerického typu Willison došlo po přechodnou dobu u berlínského S-bahnu. Dílčí případy se týkaly i využití v nákladní dopravě u DR i u SNCF.

Ve 20. letech 19. stol. po vzniku UIC se celosíťové zavedení automatického spřáhla stalo jedním z ústředních motivů sdružení. V rámci první vlny analýzy možností tehdejších technologií a stavu vozového parku došlo UIC v roce 1936 k závěru, že zavedení automatického spřáhla nepřináší za tehdejší situace dostatečné přínosy, ve srovnání s vynaloženými náklady. Následující období bylo ve znamení největšího světového konfliktu a poválečné obnovy. Koordinaci dalších kroků v poválečných letech komplikovala i probíhající studená válka mezi východem a západem. Až v roce 1956 bylo v rámci UIC rozhodnuto stanovit postup pro přechod na automatické spřáhlo. Následné práce však kvůli politickému uspořádání probíhaly dvoukolejně jak na úrovni UIC, tak na úrovni mezitím vzniknuvšího sdružení OSŽD. Bylo rozhodnuto, že jak země socialistického tábora, tak západní země budou mít každé svůj samostatný vzor spřáhla, které však budou vzájemně kompatibilní. U OSŽD tedy vznikl typ Intermat a u UIC AK 69 (Unicoupler). Důležitým prvkem spřáhla bylo automatické propojení vzduchového potrubí, tedy vlastnosti, která nebyla v nákladní dopravě na jiných kontinentech zatím využívána. Méně důležitou vlastností pak byla tehdy striktně požadovaná kompatibilita se spřáhlem SA-3, tedy se standardním spřáhlem na širokém rozchodu. Dle úrovně automatizace šlo o Typ 2 (viz Tab. 1).

Přestože do souvisejícího vývoje bylo směřováno značné úsilí a prostředky, včetně stanovení konkrétních termínů počátku přechodu na nové spřáhlo v druhé polovině 70. let 20. stol., nakonec však k přechodu samotnému nikdy nedošlo. Mimo jiné mělo být již od 60. let počítáno při konstrukci nových vozidel s budoucí zástavbou automatického spřáhla. Od roku 1976 přímo platila povinnost dle vyhlášky UIC uzpůsobit zástavbě všechny nově vyráběné nákladní vozy. Takto upravená a zesílená konstrukce samozřejmě prodražovala nové vozy. Přitom paradoxně část takto konstruovaných vozů již byla v mezích zrušená, aniž by se dočkala zástavby nového spřáhla. V době, kdy se o automatickém spřáhlu opět velmi intenzivně uvažuje, jsou naopak do provozu uváděny vozy, které již přípravu na automatické spřáhlo postrádají.

V 80. letech 20. stol. byl pak učiněn ještě jeden pokus o zavedení automatického spřáhla pod vedením UIC. Tentokrát v rámci zjednodušení přechodného období

mělo jít o kombinaci automatického spřáhla, přenášejícího tahové síly a nárazníků pro přenos tlakových sil (Z-AK). I tento pokus byl nakonec opuštěn.

V mezičase alespoň došlo k rozšíření automatického spřáhla v osobní dopravě, kdy se stalo standardem pro ucelené jednotky.

2. Automatické spřáhlo ve 21. století

Současné snahy o celoplošné zavedení automatického spřáhla lze datovat přibližně od roku 2014 a pocházejí ze Švýcarska a Německa. To je dáno především tím, že v těchto státech nadále existuje snaha o zachování a podporu systému jednotlivých vozových zásilek, který byl naopak některými členskými státy EU již zcela opuštěn, nebo velmi výrazně omezen na několik hlavních relací. Ve střední Evropě však jde stále o důležitou část železniční nákladní dopravy, která je však zatížena vysokými fixními náklady. Navíc zde na rozdíl od kombinované dopravy a ucelených vlaků není možné dosáhnout konkurenčního prostředí v takové rozsahu a tudíž i tlak na kvalitu služeb je omezený a nemůže se projevit v takové míře, jako v jiných segmentech.

Švýcarsko je také specifické velkým důrazem na podporu železniční dopravy obecně a to včetně využití všech možných nástrojů na zvyšování podílu železniční dopravy. Stačí vzpomenout masivní investice do infrastruktury tranzitních tratí pro nákladní dopravu s využitím prostředků ze silničního mýta. Dalším příkladem pak může být i celoplošné přestrojení nákladních vozů na kompozitní brzdové špalky se 100 % federálním příspěvkem a navíc s využitím investičně náročné technologie špalků typu K.

Na veletrhu Transport Logistics 2017 poprvé SBB Cargo prezentovalo soupravu vozů vybavenou jak spřáhly Cargoflex firmy Voith (typ Scharfenberg), tak i Faiveley (typ Schwab). Oba tyto typy spřáhel patří k dlouhodobě využívaným typům v osobní dopravě. Typ Scharfenberg patří k nejstarším typům, v současnosti nejvíce rozšířeným. Konkrétní provedení (typ 10) je rovněž uvedeno jako jediný interoperabilní typ automatického spřáhla v osobní dopravě v TSI LOC&PAS. Obdobně i typ Schwab je dlouhodobě využíván v osobní dopravě, ovšem prakticky pouze ve Švýcarsku. Jako jeho přednost je uváděna především nízká hmotnost a dobrá odolnost proti povětrnostním vlivům. Oba typy splňují nároky na DAC, neboť zajišťují tuhé spojení (bez vertikálního posuvu) a standardně se u nich při aplikacích v osobní dopravě využívá automatické spojení a rozpojení vzduchového potrubí a silových a datových vedení [4].

V případě konkrétní aplikace v nákladní dopravě u SBB Cargo šlo o výsledky výzkumného projektu 5L-Zug (leise – tichý, leicht – lehký, laufstark – s kvalitním chodem, logistikfähig – logistický a orientovaný na LLC). Projekt byl tedy zaměřený na vícero aspektů důležitých pro nákladovost železniční dopravy a to především v segmentu jednotlivých vozových zásilek. Výzkumný projekt probíhal

od roku 2016, od roku 2018 navázal i provozní fází, kdy vybrané vozy osazené inovativními komponenty, jako je právě automatické spřáhlo a nové typy podvozků byly nasazeny i v provozu v pravidelných vlacích spolu s běžnými vozy.

Souběžně je pak SBB Cargo zapojeno i do dalšího projektu využívajícího automatické spřáhlo. V jeho rámci jde již o pravidelný provoz ucelených souprav sestavených čistě z vozů s automatickým spřáhlem. Od roku 2018 jsou postupně vybrané kontejnerové vozy osazovány spřáhlem Cargoflex. K tomu je vybaven i odpovídající počet lokomotiv hybridním spřáhlem, které obsahuje jak klasickou šroubovku, tak i sklopnou hlavu se spřáhlem Cargoflex. V polovině roku 2019 pak došlo k zahájení pravidelného provozu na vnitrostátních linkách kombinované dopravy, kdy je automatické spřáhlo využíváno k přivěšování a odvěšování skupin vozů v nácestných stanicích. Postupně byly do provozu zařazovány další vozy a od letošního června je pak celý systém vnitrostátních spojů kombinované dopravy, spojující 11 různých terminálů, plně zajištěn vozy pouze s automatickými spřáhly.

V případě Německa je pak iniciativa v oblasti automatického spřáhla také očekávatelná. Německo bylo již od počátku železnic hlavním iniciátorem této myšlenky v Evropě a i poslední pokus o celoplošné zavedení automatického spřáhla v 80. letech min. století byl iniciován primárně Německem. Od té doby docházelo průběžně k dalším aktivitám na tomto poli, i když pouze v omezeném rozsahu. Výsledek vývoje v 60. a 70. letech min. stol. spřáhlo Unicoupler, bylo v praxi využito alespoň v případě ucelených rudných vlaků mezi zpracovatelskými závody a přístavy v Německu a Nizozemsku. Dalším vývojem spřáhla Unicoupler vznikl typ C-Akv, který je plně kompatibilní se svými předchůdci a zároveň i s UIC spřáhlem. Příslušné vozy musí být pro přenos tlakových sil pochopitelně nadále vybaveny nárazníky, ale jinak již není nutné nasazení adaptéru.

Cílový přechod na automatické spřáhlo byl v Německu sledován i nadále a stal se součástí i příslušných strategických dokumentů, jako je například Masterplan železniční nákladní dopravy. Praktickým případem pak byl výzkumný projekt Innovativer Güterwagen v jehož rámci byly automatickým spřáhlem vybaveny nově vyvíjené nákladní vozy, které následně byly testovány v jedné soupravě v reálném provozu.

3. DAC jako celoevropský projekt

Společným aspektem projektů, vyúsťujících v současnou snahu o celoplošné zavedení automatického spřáhla v Evropě je důraz na automatizační funkce. Nejde tedy pouze o zvýšení úrovně bezpečnosti práce a normativů hmotnosti vlaků, ale především o celkově zcela jinou úroveň celého procesu železniční nákladní dopravy. Ve spojitosti s tím proto vznikl termín Digital Automatic Coupler (DAC), resp. analogicky v němčině Digital Automatik Kupplung (DAK). Automatizační úrovně jsou uvedeny v tab. 1. Celosvětově nyní většina železnic

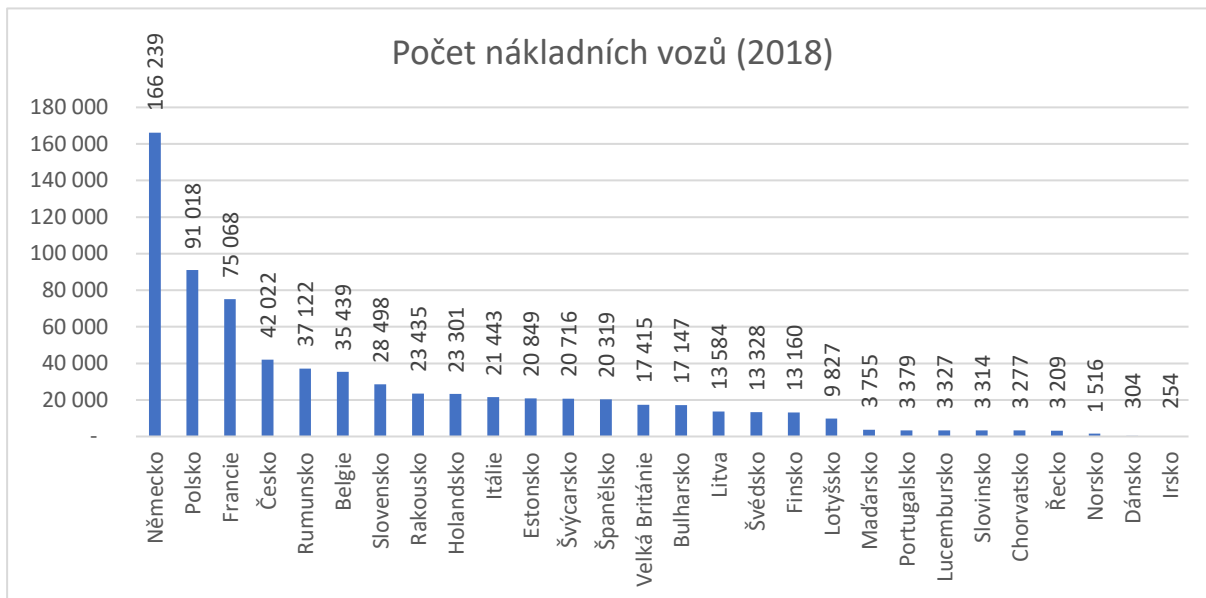
využívá v nákladní dopravě Typ 1. Předchozí případy jednotného spřáhla vyvinutého v rámci UIC a OSŽD se týkaly Typu 2. Typ 5 je naopak standardně využíván v osobní dopravě, kdy je jím vybavena většina typů jednotek. Z technického hlediska tedy nelze hovořit o nové technologii, ale pouze o přenosu již zaběhnutého řešení do nákladní dopravy.

Tab. 1 [3]:

Klasifikace úrovní automatického spřáhla					
Úroveň automatizace	TYP 1	TYP 2	TYP 3	TYP 4	TYP 5
Mechanické spojení	X	X	X	X	X
Pneumatické spojení		X	X	X	X
Elektrické silové vedení			X	X	X
Datové spojení				X	X
Automatické rozpojení					X

Nyní probíhající pilotní projekty v Evropě v nákladní dopravě využívají Typ 4. Typ 5 je podmíněn vybavením spřáhla elektricky poháněným mechanismem pro jeho dálkové rozpojení. To zvyšuje celkové pořizovací náklady nového spřáhla. S ohledem na to, že jinak bude zajištěna plná kompatibilita mezi Typem 4 a Typem 5, počítá se s přechodem na nejvyšší úroveň automatizace až v pozdější fázi.

Zkoumané scénáře počítají s tím, že přechod na DAC se nebude týkat úplně celého parku nákladních vozů. Celkově by se nemuselo přestrojení týkat 10 až 20 % parku, především v těch případech, kdy není na vozy kladen požadavek na častější rozpojování a přechod mezi různými vlaky. Celkem by se přestrojení mělo týkat mezi 432 až 485 tisíci nákladních vozů a 17 tis. lokomotiv. Náklady na pořízení jednoho spřáhla jsou uvažovány ve výši mezi 4 tis. až 5 tis. Euro. Cena hybridního spřáhla pro lokomotivy je uvažována 10 tis. Euro. Náklady na přestrojení jednoho nákladního vozu jsou uvažovány ve výši 2,5 tis. Euro, v případě lokomotivy pak 5,3 tis. Euro. Náklady na vybavení vagonů dalšími technologiemi např. pro automatickou zkoušku brzdy jsou odhadovány na 5 tis. Euro [3]. Ovšem je potřeba počítat s tím, že jde pouze o odhad cen, který není zatím možné ověřit na tržním základě.

Graf 2 [3]:


Otázka migrační strategie bude pro další budoucnost DAC klíčová. Dlouhé přechodné období by znamenalo vyšší provozní náklady a další provozní komplikace nutné během migračního období. Během tohoto období bude nutné zajistit dostatečné kapacity jak pro vlastní přestrojování vozů na DAC, tak i opatření pro smíšený provoz obou typů vozů, ať už prostřednictvím spojovacích vozů, nebo potřebnými adaptéry.

Potřeba bude vyřešit i předpisově-administrativní stránku věci, která může přechod komplikovat v případě nutného nového schválení typu u přestrojovaných vozů. Zde se jako překážka můžou projevit chybějící údaje o většině nákladních vozů v Evropském registru povolených typů (ERATV), s ohledem na fakt, že byly schvalovány do provozu ještě v době před existencí zmíněného registru. Potřeba nové registrace typů jednotlivých vozů s DAC je komplikována často již nedostupnou dokumentací, která je potřeba pro posouzení konstrukce vozidla. Je proto potřeba připravit potřebné procedury pro tento proces v rámci přechodu na DAC.

Schvalovací proces by mělo usnadnit posuzování DAC jako prvku interoperability. K tomu je však potřeba zavést příslušná ustanovení do TSI. Proto bude významným mezníkem i novela příslušných TSI a to v ideálním případě do roku 2022. S ohledem na pětiletý interval revize TSI by nedodržení této lhůty znamenalo možnost úpravy TSI až v roce 2027, což by významně ovlivnilo celý předpokládaný harmonogram plošného přechodu na DAC [3].

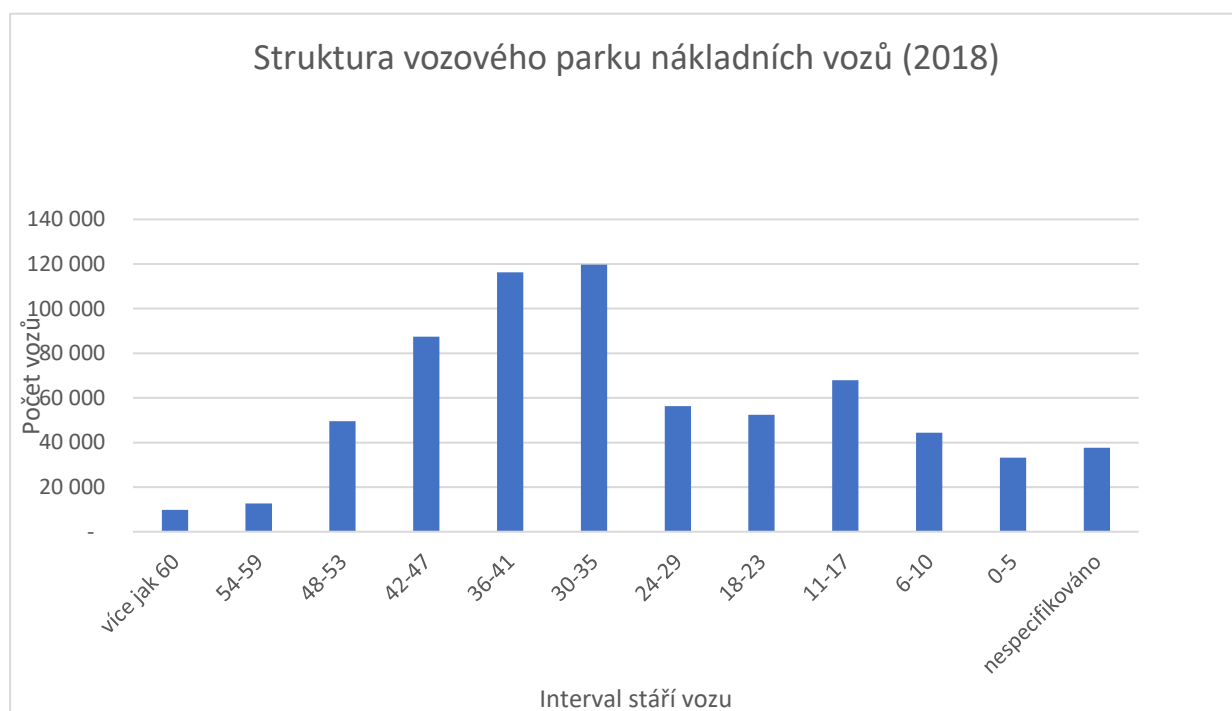
Z hlediska vhodnosti vozů pro vybavení automatickým spřáhlem bude hrát roli i připravenost jejich konstrukce pro zástavbu centrálního spřáhla. Jak již bylo řečeno, jedním z výstupů přípravy na přechod na automatické spřáhlo v Evropě

bylo i přijetí příslušných závazných předpisů, které měly zajistit budoucí připravenost konstrukce nákladních vozů pro snadnou instalaci centrálního spřáhla. Tento aspekt hraje poměrně významnou roli, neboť v případě rozsáhlejšího zásahu do konstrukce rámu vozu jde o značné náklady, blíží se ceně nových spřáhel. V některých případech potřebný prostor pro uchycení spřáhla v rámu vozu zasahuje i do pracovního prostoru podvozků a byla by nutná i jejich výměna. Z těchto důvodů je nutné s platností od roku 1974 dle vyhlášky UIC 530-1 u nově dodávaných vozů uzpůsobit konstrukci rámu pro instalaci centrálního spřáhla. Konkrétně jde o prostor pro uložení uchycení vypružovacího ústrojí a pevnostní požadavky, předepisující statickou odolnost 2000 kN v tlaku a 1500 kN v tahu [2]. Nicméně vstupem v platnost nových TSI WAG, kde je jako základní spřahovací ústrojí uvedeno klasické UIC spřáhlo, přestal být od roku 2006 vnímán tento požadavek jako povinný. Mnoho vozů dodaných od této doby tak bohužel již nesplňuje požadavky pro snadnou instalaci centrálního spřáhla. Přesto je odhadováno, že přes 90 % existujícího parku nákladních vlaků stále požadavky dle UIC 530-1 splňuje [3].

Kromě instalace nového spřáhla bude nutné zajistit ještě další vybavení nákladních vozů, aby mohlo být využito všech předpokládaných benefitů DAC. Konkrétně půjde o standardizované silové a datové el. vedení, elektromagnetickou brzdu, resp. elektromagnetické brzdové ventily, zařízení pro provádění automatické zkoušky brzd a zařízení pro zjišťování celistvosti vlaku.

Dá se předpokládat, že bude zájem na maximální využití dalších možných funkcí, které DAC umožní. Vybavování dalšími funkcionalitami však může být postupné a nemusí proběhnout v jedné fázi a u všech vozů.

Graf 3 [3]:



Kromě provozních komplikací během migračního období je jako hlavní překážka vnímána vysoká nákladovost na pořízení a montáž DAC. To je také hlavní argument odpůrců myšlenky na celosíťový přechod k DAC. Náklady na přestrojování stávajících vozů by odpadly, pokud by se vybavení DAC týkalo pouze vozů nově uváděných do provozu. Ovšem pokud bychom vycházely z odhadovaného průměrného ročního počtu nově dodávaných vozů do provozu v Evropě, což je přibližně 8 000, trvala by obnova celého parku, při současném rozsahu 450 až 485 tis vozů, téměř 60 let [3]. To je zcela neakceptovatelná doba, která smazává většinu možných benefitů DAC a naopak prodlužuje náročný duální provoz. Probíhající výzkumné projekty počítají se scénáři 6 a 8 let pro přechod na DAC [3].

4. Uvažované benefity zavedení DAC

V rámci dosud zpracovávaných studií zabývajících se přechodem na automatické spřáhlo v celoevropském měřítku byly uvažovány všechny teoretické přínosy i náklady. Ty pak byly v rámci nyní probíhajících projektů i kvantifikovány prostřednictvím CBA. Předběžné výsledky analýzy nákladů a přínosů zpracované v rámci projektu BMVI [3] lze hodnotit v zásadě příznivě, s tím, že některé konkrétní vstupy bude možné upřesnit až na základě dalších praktických zkušeností. Přehled nejčastěji uvažovaných benefitů je uveden níže.

4.1 Hmotnost vlaků

Historicky byla hlavním důvodem pro opuštění šroubovky jako spřahovacího ústrojí v nákladní dopravě kromě vyšší bezpečnosti práce především možnost dosažení vyšších normativů hmotnosti nákladních vlaků.

Rozhodujícím parametrem pro limitní hmotnost vlaku je tažná síla na háku při rozjezdu, která je u čtyřnápravové lokomotivy za ideálních adhezních podmínek ohraničena hodnotou 300 kN, u šestinápravové pak 500 kN. Limitní pevnost šroubovky v tahu je 450 kN, v případě jejího zesíleného provedení pak až 500 kN, tak jak je uplatňována u DB Netz. U automatického spřáhla C-Akv, provozovaného u DB Cargo, je při zdvojené trakci umožněna tažná síla u jedoucího vlaku 850 kN. Síla při rozjezdu je však stále ohraničena mezí adheze, u dvou čtyřnápravových lokomotiv jde o 600 kN [3].

Využití benefitů DAC z hlediska normativů hmotnosti je tedy možné uvažovat pouze v některých případech těžkých substrátů, kde je již nutná dvojitá trakce i při stávajících normativech délky vlaku. Již za stávajících normativů délky na DB Netz (až 740 m) lze i u čtyřnápravových vozů dosáhnout hmotnosti téměř 4 tis. tun. Při vícenásobné trakci v čele vlaku by již použití UIC spřáhla nebylo možné. Příkladem z praxe je pak přeprava rud, kde se automatické spřáhlo na konvenční síti v některých případech uplatňuje již nyní. Při použití šestinápravových vozů a zdvojené trakci čtyřnápravových lokomotiv dosahují soupravy až 6 tis. tun [2].

Dokud však nedojde k zásadnějšímu zvýšení normativů délky nákladních vlaků na evropské síti, resp. zvýšení traťové třídy zatížení alespoň na 25 t/n, bude ležet většina výhod z přechodu na DAC v dále uvedených oblastech.

4.2 Lehčí konstrukce vozu

Vozy s centrálním spřáhlem bez nárazníků se vyznačují jednodušší a lehčí konstrukcí rámu. Tuto výhodu poněkud snižuje vyšší vlastní hmotnost spřáhla (především jeho uložení), ve srovnání se šroubovkou a nárazníky. Těchto výhod bude možné využít především u nových vozů, které již budou konstruovány pouze pro centrální spřáhlo bez nutnosti konstrukce čelníků s nárazníky. V případě nově konstruovaných kontejnerových vozů je uvažováno s úsporou hmotnosti až 1,2 t [3].

4.3 Zkouška brzdy

Jedním ze základních benefitů DAC má být zcela nový přístup k provádění zkoušky brzdy, činnosti, která je z hlediska technologie nákladní dopravy časově i personálně náročná. Dle současných předpisů je zpravidla nutné provést zkoušku brzdy před odjezdem nově sestavené soupravy, v případě spojování a rozpojování vlaku i v případě, že je vlak delší dobu odstaven. Časově je náročná rovněž současná technologie předávání zprávy o brzdění. Pokud by byly tyto činnosti prováděny automaticky, dojde k výrazným časovým i personálním úsporám.

4.4 Údržba nákladních vozů

Vybavení nákladních vozů senzory pro sledování stavu jednotlivých kritických komponentů umožňuje zavést systém údržby podle skutečného stavu vozu – tzv. Condition Based Maintenance (CBM). Kromě napájení elektrickou energií umožní elektrické propojení soupravy i přenos potřebných informací. Ten lze však samozřejmě řešit i bezdrátovými technologiemi.

4.5 Kontrola celistvosti vlaku

Kontrola celistvosti vlaku je kritickým předpokladem pro zavedení ETCS Level 3 na evropské síti. Uvažovaný provoz bez pevných prostorových oddílů nebude umožňovat kontrolu obsazení úseku vozidlem, jako je tomu nyní v případě tratí s kolejovými obvody nebo počítači náprav. V případě osobních vlaků s neměnnou sestavou je kontrola celistvosti řešitelná snáz než u nákladních vlaků. Podmínkou provozu nákladních vlaků na takového infrastruktury bude automatická kontrola celistvosti, která bude výrazně jednodušší právě v případě existence elektrického propojení celé soupravy prostřednictvím DAC.

4.6 EP brzda

Elektropneumatická brzda by v budoucnu mohla nahradit v současnosti využívanou průběžnou vzduchovou brzdu. Především u delších souprav se projevuje nevýhoda pomalejšího účinku vzduchem ovládaných brzd, kdy část soupravy je již odbržděna, zatímco vozy na opačném konci vlaku stále ještě plně odbržděny nejsou, resp. obdobně při brždění. Tím dochází k působení sil v rámci soupravy vlaku a k vyššímu namáhání komponentů vozidel. Elektrický přenos signálu umožňuje ovládání brzd na všech vozech soupravy v jeden okamžik. Rychlejší účinek brzd rovněž umožní rychlejší provoz nákladních vlaků v režimu „P“, místo dosud převážně využívaného režimu „G“.

4.7 Snížení nežádoucích sil mezi vozy

Některé studie [2] uvažují s dalšími přínosy vyplývajícími z pevného spojení vozů. Jde o snížení vzájemně působících sil mezi sousedními vozidly při jízdě vlaku v důsledku vůlí při spojení šroubovkou a nárazníky. Že tento aspekt může být v některých případech významný, dokazují zkušenosti i z běžného provozu souprav s UIC spřáhlem, kdy bylo za určitých okolností skutečně zjištěno velmi výrazné opotřebování jízdnicích ploch kol s následným dopadem na nutnost častější reprofilyce a zkrácení celkové životnosti dvoukolí. Analogicky by pak mělo docházet i k menšímu opotřebením kolejnic. Tento jev však závisí na mnoha okolnostech a proto je velmi obtížné jej kvantifikovat v celoevropském měřítku.

Praktické zkušenosti ze zahraničí však ukazují, že vyšší pořizovací cenu centrálního spřáhla by měla částečně kompenzovat přibližně dvojnásobná životnost proti UIC spřáhlu [2]. I tento aspekt však bude nutné u nově navrhovaného DAC teprve ověřit, neboť v tomto případě jde o složitější konstrukci s vícero komponenty.

5. Aktuální vývoj souvisejících projektů

Projekt DAC je v současnosti na evropské úrovni zastřešen sdružením Shift2Rail, jehož primárním účelem při vzniku v roce 2014 bylo zajištění účelného využití prostředků pro inovace a výzkum v oblasti železnic, které byly do té doby směřovány prostřednictvím programu Horizon2020. Již od počátku činnosti Shift2Rail bylo problematice DAC věnována pozornost, a to především prostřednictvím podpořeného projektu FR8Rail, kdy byl přechod na automatické spřáhlo identifikován jako jeden z klíčových předpokladů další digitalizace a automatice nákladní dopravy.

V současnosti se hlavní pozornost soustředí na vlastní přechod na DAC a to prostřednictvím projektu DAC Delivery Programme. Do projektu jsou kromě výzkumných organizací, dodavatelů a dopravců zapojeny i zástupci rozhodujících veřejných institucí a sdružení. Prostřednictvím účasti v dozorčí radě projektu je do řešení zapojeno také DG Move, ERA, CER, UIRR, UIC atd.

Právě dozorčí rada DAC Delivery Programme ohlásila 21. 9. 2021 důležitý krok, když bylo ohlášeno rozhodnutí o výběru standardu nového digitálního spřáhla. Během uplynulého roku byly porovnávány nabídky předložené čtyřmi výrobci a to včetně zkoušek v reálném provozu. Konkrétně Dellner Couplers (typ Scharfenberg), Voith Cargoflex (rovněž Scharfenberg), Wabtec (typ Schwab) a konečně CAF (typ vycházející z SA-3). Rozhodnutím dozorčí rady budou pokračovat další testy se spřáhly typu Scharfenberg. Kromě toho, že jde o typ dlouhodobě v provozu, je zdaleka nejvíce rozšířen v rámci osobní dopravy a i většinou svých vlastností vyhovuje nárokům kladeným na DAC.

Souběžně je aktivní i konsorcium firem sdružených v konsorcium firem s názvem DAC4EU. Za účasti DB Cargo, SBB Cargo, Rail Cargo Group a dalších firem z oboru a s podporou BMVI je cílem konsorcia především zajistit testovací fázi nového spřáhla a dodat konkrétní technická řešení, která budou vstupem pro další rozhodování mj. právě na úrovni uvedeného projektu DAC Delivery Programme.

V současné době se pracuje s termínem dokončení přechodu na DAC do roku 2030. Nejdůležitějším momentem bude ale skutečný reálný začátek plošného přechodu. Prvním praktickým příkladem může být právě Švýcarsko, kde jak již bylo uvedeno, probíhá přestrojování vozů nasazených ve vnitrostátní dopravě. Z celoevropského hlediska bude důležité zapracování nového standardu do TSI, kde je stále uvažováno s termínem do konce roku 2022. Během roku 2023 by pak mělo dojít k vypsání zakázek na dodavatele sériových dodávek spřáhel [5].

Je zřejmé, že samotný výběr technického standardu spřáhla je důležitým, zdaleka ne však jediným a především nejsložitějším úkolem. Tím dozajista bude volba přechodové strategie, neboť to bude klást na všechny zúčastněné subjekty největší nároky a po přechodnou dobu bude znamenat znatelné zvýšení nákladů a větší náročnost celého provozu. Pokud tedy skutečně dojde k definitivnímu a závaznému rozhodnutí o celoplošném přechodu na nový typ spřáhla.

6. Závěr

Předchozí pokusy o opuštění UIC spřáhla v Evropě právě narazily na možné komplikace během přechodového období a na neochotu zúčastněných železnic podstoupit s tím spojená rizika. Od té doby se celková situace evropských železnic radikálně změnila. Původní unitární národní železniční podniky v podstatě zanikly a jejich nástupcem je zpravidla státem vlastněná a ovládaná infrastruktura a ve větší či menší míře nezávislí provozovatelé železniční dopravy. Spolu se vznikem EU je zde silnější pozice orgánů s celoevropskou působností, jako je Evropská komise či Agentura EU pro železnice (ERA).

Přesto však pohled na potřebu celoplošného zavedení DAC není zdaleka jednotný. Už v rámci výstupů z výzkumných projektů řešených v rámci Shift2Rail je zmiňována rozdílná situace v jednotlivých členských státech. V obecné rovině lze zmínit už jen rozdílnou úroveň mzdových nákladů v jednotlivých státech a tím i různou míru přínosů, které lze uvažovat z úspor pracovních sil automatizací

vlakotvorných činností. Konkrétně v železniční dopravě pak jde vůbec o charakter železniční nákladní dopravy v daném státě. Přínosy z DAC lze očekávat výrazně nižší, tam kde jsou v provozu pouze relativně lehké soupravy nasazené ve stálém oběhu bez časté potřeby jejich spojování a rozpojování. Naopak tam kde dochází k intenzivní potřebě spojování a rozpojování vozů se všemi souvisejícími procesy budou přínosy výrazně vyšší. To je právě i případ Německa, Švýcarska a Rakouska, tedy zemí, ze kterých přichází většina impulzů pro přechod na DAC.

Teoreticky si lze představit i takový provozní model, který bude umožňovat paralelní fungování jak vozů s DAC, tak i vozů s klasickým UIC spřáhlem po relativně dlouhou dobu a v relativně srovnatelném rozsahu. Již za současného modelu oddělené dopravní cesty a dopravců nejsou kladeny takové nároky na přechod vozů mezi jednotlivými dopravci, jako v minulosti v období unitárních národních železnic. Lze si tedy představit ponechání určitého rozsahu vozů s UIC spřáhlem, s čímž ostatně počítají i provedené simulace přechodových strategií, i když v relativně zanedbatelném rozsahu. Potřebu vzájemného propojení mezi DAC a UIC spřáhlem lze pak realizovat jak adaptéry, tak případně přechodovými vozy.

Názorným případem relativně izolovaného provozu může být právě i pilotní projekt SBB Cargo se skupinovými vlaky kombinované dopravy, kdy dochází k manipulaci v nácestných stanicích a zároveň je využívána omezená skupina vozů, které jsou nasazeny v uzavřeném oběhu. To může být jeden z perspektivních provozních modelů pro budoucnost. Jak vyplývá i z různých analýz možností převodu zboží ze silnice na železnice, je zřejmé, že potenciál převodu prostřednictvím ucelených vlaků je značně limitovaný, a naopak změnami na trhu se spíše zmenšuje s tím, jak dochází k restrukturalizaci evropské energetiky a průmyslu. Současně i potenciál ucelených vlaků kombinované dopravy plně využívajících parametry existující infrastruktury je omezený na několik hlavních transevropských os. Tento jinak úspěšný model tak neumožňuje efektivní obsluhu méně ekonomicky výkonných regionů. Tím se tak dostává do hry opět otázka určité formy jednotlivých vozových zásilek nebo skupin vozů. Ty pak samozřejmě nemusí nutně využívat jen konvenční formu s poslední mílí na vlečce nebo veřejně přístupným nakládacím místě, ale může jít o vhodnou formu kombinované dopravy s využitím nízkonákladových technologií překládky pro malé objemy.

Jak již bylo uvedeno, DAC je jen jedním z nástrojů na cestě k celkové automatizaci nákladní dopravy. Kromě dalšího vybavení nákladních vozů a lokomotiv dalšími technologiemi a celkové automatizaci jízdy nákladních vlaků (ATO) probíhají i další související projekty. Jedním z nich je i tzv. Digitální seřadovací nádraží (Digitale Rangierbahnhof), jehož testovací fáze byla za přispění BMVI spuštěna v letošním roce v Mnichově [6]. Konkrétně jsou testovány funkce jako automatická detekce stavu vozů a zásilek, rozpojování vozů, automatická zkouška brzdy. Projekt samozřejmě úzce souvisí a využívá funkce DAC.

Zásadní otázkou bude stanovení skutečných nákladů plynoucích z přechodu na DAC pro dopravce a vlastníky vozů. Od toho se pak bude odvíjet úspěšnost celého procesu migrace. Nelze přitom vycházet ze zahraničních údajů, neboť zde využívaná automatická spřáhla jsou sice dodávána ve velkých sériích a jednotkové náklady jsou nízké, ale v případě DAC jde o již o odlišnou technologii. Na druhou stranu by díky masové výrobě by mělo být dosaženo podstatně nižších nákladů než v případě spřáhle dodávaných pro potřeby osobní dopravy.

Důležité tedy bude zajistit dostatečné kapacity a konkurenční prostředí mezi dodavateli a současně pak také vhodné nastavení přímé podpory. Již nyní jsou vhodné formy podpory zvažovány na národní úrovni a velmi pravděpodobná je i možnost využití prostředků, kterými přímo disponuje Evropská komise, jako je Nástroj na propojení Evropy (CEF).

Zkratky:

BMVI - Spolkové ministerstvo dopravy a digitální infrastruktury

C-AKv – Compact – Automatische Kupplung vereinfacht

DAC – Digitální automatické spřáhlo

OSŽD – Organizace pro spolupráci železnic

LCC – Life-cycle-cost – náklady životního cyklu

SA-3 – Sovětské automatické spřáhlo – 3. varianta

UIC – mezinárodní železniční unie

Z-AK – Zug – Automatische Kupplung

Literatura a informační zdroje:

[1] Rail Market Monitoring (RMMS), 7th report on development of the rail market, European Commission, 2021

[2] Die Automatische Mittelpufferkupplung (AK) Voraussetzung für eine Automatisierung des Schienen-Güterverkehrs in Europa, ALTAPLAN LEASING GmbH, 2009

[3] „Erstellung eines Konzeptes für die EU weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr“, Schlussbericht für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, hwh Gesellschaft für Transport und Unternehmensberatung mbH, 2020

[4] Automatische Kupplungssysteme im Schienengüterverkehr–eine ÜbersichtIm Auftrag der SBB Cargo AG, Basel, hwh Gesellschaft für Transport-und Unternehmensberatung mbH, 2015

[5] shift2rail.org

[6] www.bmvi.de

Lektorovali:

Ing. Jaroslav Tyle,
ŽESNAD.CZ

Dr. Ing. Libor Lochman,
Skupina ČD

2. Strategické řízení Správy železnic, státní organizace

Roman Štěrba²

Klíčová slova

Správa železnic, železnice, strategie, infrastruktura

Keywords

Správa železnic, railway, strategy, infrastructure

Anotace

Správa železnic, státní organizace zavedla v roce 2018 strategické řízení. Strategie rozvoje organizace je v rostoucí intermodální konkurenci železnice se silniční dopravou základem pro kvalifikované stanovení měřitelných a tedy kontrolovatelných cílů, kterých chce organizace dosáhnout a spolu s tím i stanovení opatření vedoucích k dosažení těchto cílů. Plnění strategických cílů organizace je vyhodnocováno ve dvouletých cyklech prostřednictvím konkrétních opatření Akčního plánu.

Abstract

Správa železnic, state organization has introduced its strategic management since 2018. Development strategy of the organization, faced with increasing of intermodal competition between both railway and road transport, is a basis for qualified setting of measurable and it means checkable goals of which the organization shall reach and together with it setting of provisions leading to match those goals. Matching of strategic goals is assessed in quarter-year cycles by means of individual provisions in Action plan.

1. Úvod

Úspěšná organizace se neobejde bez strategie a strategického řízení. Ačkoliv železniční infrastruktura vykazuje znaky přirozeného monopolu, nelze se s tímto spokojit, a to zejména s ohledem na dominantní roli silniční dopravy v objemu přepravy i přepravních výkonech. Strategie rozvoje Správy železnic, státní

² doc. Dr. Ing. Roman Štěrba, MBA – absolvent inženýrského a doktorandského studia na Fakultě dopravní ČVUT v Praze (1998), postgraduálního studia na TU Dresden (1996), College of Europe (2010), Cambridge Business School (2019) a vědecko-výzkumných stipendijních pobytů na Katalánské polytechnice Barcelona (1994) a TU Dresden (1998-2002). Docent na Ústavu logistiky a managementu dopravy, Fakulta dopravní ČVUT v Praze. Po 35 letech u státní dráhy pracuje na pozici vedoucího oddělení koncepce a strategie Správy železnic, státní organizace.

organizace (dále jen organizace nebo SŽ) je v rostoucím konkurenčním prostředí základem pro kvalifikované stanovení měřitelných a tedy kontrolovatelných cílů, kterých chce firma dosáhnout a spolu s tím i stanovení opatření vedoucích k dosažení těchto cílů. Správně zvolená kritéria hodnocení výkonnosti a interpretace jejich výsledků jsou pro vlastníky i manažery základem pro jejich rozhodování v relevantních souvislostech s ohledem na propletený systém příčin a důsledků. Je třeba zdůraznit, že bez zavedení strategie do života, například prostřednictvím akčního plánu, zůstane jen jedním z korporátních dokumentů, ačkoliv může být obsahově sebevíc kvalitní.

Se zavedením strategického řízení s využitím měření plnění strategických cílů souvisí klíčový pojem konkurenceschopnost. Jak již bylo zmíněno, pro organizaci je důležité dlouhodobé udržení efektivnosti a rozvoje činností v zájmu udržitelné konkurenceschopnosti železnice na přepravním trhu. Prohlubující se globalizace tržního prostředí se vyznačuje značnou proměnlivostí, nároky dopravců se s rostoucí konkurencí zvyšují a je nutné, aby organizace byla flexibilní a schopná rychlé reakce na vzniklé problémy, a to dokonce natolik, aby dokázala nejen na vzniklý problém reagovat, ale uměla ho i předvídat. Z pohledu strategického řízení a hodnocení organizace je nutné si uvědomit, že měřit výkonnost pouze z pohledu finanční výsledků je již delší dobu velmi nedostačující, obzvláště ve veřejném sektoru, neboť používání pouze finančních ukazatelů při řízení výkonnosti neposkytuje organizaci potřebnou informaci o jejích (což je klíčové) budoucích perspektivách, nýbrž vypovídá pouze o minulých událostech.

V příspěvku je zmíněna i korekce, aktualizace strategie organizace ve dvouletém cyklu. Strategie není rigidní dokument a je třeba ji korigovat v souladu s vývojem trhu, měnícími se požadavky vlastníka, dopravců a pozice organizace.

2. Plnění programu exekutivy

SŽ je právnickou osobou, která je způsobilá vlastními právními úkony nabývat práv a brát na sebe povinnosti. Za její závazky ručí stát. Funkci zakladatele SŽ jménem státu vykonává Ministerstvo dopravy. SŽ hospodaří s majetkem státu, který tvoří železniční dopravní cestu. SŽ nemůže bez souhlasu vlády bezúplatně převádět majetek železniční dopravní cesty na třetí osobu, ani učinit majetek, který tvoří železniční dopravní cestu, předmětem vkladu do jiné společnosti, zástavního práva, ručení nebo kupní smlouvy. Tento majetek též nelze postihnout výkonem rozhodnutí. SŽ provozuje státní železniční dopravní cestu ve veřejném zájmu a na smluvním základě může provozovat i jinou dráhu.³

Z uvedeného vyplývá úzký vztah mezi státní organizací a vládní exekutivou. V programovém prohlášení vlády je priorita kladena na urychlení přípravy a výstavby dopravních staveb. Vůlí exekutivy je zlepšení stavu dopravní infrastruktury. Ke stěžejním prioritám ve vazbě na *Zelenou dohodu pro Evropu*⁴ patří podpora přesunu nákladní přepravy ze silnic na železnici a podpora mezioborové spolupráce nákladní dopravy v rámci kombinované přepravy.

³ Zákon č. 77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železnic

⁴ Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Evropské radě, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů: **Zelená dohoda pro Evropu**, COM/2019/640 final

Sledovaným cílem je i urychlení přípravy výstavby vysokorychlostních tratí. Pro vyšší komfort cestujících stát financuje opravy šedesáti významných výpravních budov. Nevyužité prostory staničních budov jsou nabízeny k využití veřejné správě či komerčním subjektům. Ve spolupráci s obcemi a kraji stát podporuje rozvoj parkovacích kapacit v okolí železničních stanic (systémy záchytných parkovišť P+R). Nejenom u železničních stanic, ale i u zastávek autobusové dopravy stát podporuje rozvoj cyklistické infrastruktury (odstavné plochy B+R, BikeTower aj.). V rámci koncepce veřejné dopravy stát prosazuje vytvoření jednotného dopravního integrovaného systému založeného na principu jedné jízdenky a jednotných přepravních podmínek. Bez ohledu na to, jakou dopravní společnost cestující ke své cestě využije.

Stát pokračuje v modernizaci celostátních i regionálních železničních tratí včetně elektrizace důležitých dosud neelektrifikovaných tratí tam, kde je to efektivní. Aktuálně probíhá elektrizace nebo prověřování liniové elektrizace na 123 tratích. V zájmu bezpečné železnice se stát zaměřuje nejen na zvýšení zabezpečení železničních přejezdů a jejich náhrady mimoúrovňovým křížením, ale za prioritní považuje i zavádění Evropského vlakového zabezpečovače (ETCS) a GSM-R. V září 2021 vláda schválila Plán moderního zabezpečení české železnice: Implementace evropského vlakového zabezpečovacího zařízení ETCS.

Probíhá ukotvení tras plánovaných vysokorychlostních tratí v územně plánovací dokumentaci krajů a pokračuje jejich projektová příprava. Sledovaným spojením je i rychlodráha Praha – Kladno s odbočením na Letiště Václava Havla. První část stavby, rekonstrukce Negrelliho viaduktu, je ukončena.

3. Formulace problému

Strategickým řízením rozumíme plnění mise, postupné naplňování vize a dosahování strategických cílů prostřednictvím strategických opatření a dalších činností.[1] Příprava strategie i její pravidelná aktualizace je procesem, na kterém se podílejí pracovníci napříč hlavními segmenty činnosti. Všichni zaměstnanci musí být seznámeni se strategií a jejími měřitelnými cíli. Proto je ideální vtáhnout maximum zaměstnanců do procesu již ve fázi formulace strategie. Konání personálu musí být sladěno se strategií. Klíčovými faktory je systematickost, vlídnost a neúprosnost.

Problematika strategického řízení je vymezena systematicky vybranou množinou dobře kvantifikovatelných cílů, založených na strategii organizace. Vedení SŽ tak získává nástroj pro měření a interpretaci výsledků v mnoha dimenzích, z nichž rozhodující jsou zprávy vůči vlastníku a dále robustní informační a znalostní podpora manažerského rozhodování v zájmu plnění mise, naplňování vize a strategických cílů při realizaci aktivit SŽ. Strategické řízení umožňuje skloubit perspektivu finanční s perspektivami dopravců, procesů, zaměstnanců organizace, případně s dalšími perspektivami. Systém strategického řízení znamená pro vedení organizace podporu informovaného rozhodování v dlouhodobých souvislostech s udržením a růstem konkurenceschopnosti železnice na přepravním trhu.

SŽ spatřuje perspektivu v řetězci okolností: počínaje správným nastavením interních procesů (potenciálu zdrojů podniku) a inovací, které společně vedou k

uspokojení a udržení dopravců; to vede k dosažení dobrých hodnot finančních ukazatelů; na výsledcích finančního výkaznictví je pak závislá dlouhodobá hodnota firmy z hlediska vlastníka i organizace. Současná aplikace všech perspektiv umožňuje vedení organizace odhlédnout od snadno dosažitelného cíle (např. krátkodobá maximalizace zisku), ale snažit se harmonicky ovlivňovat všechny perspektivy, aby byla naplněna vize konkurenceschopné železnice ve veřejném zájmu na udržitelné, nízkoemisní mobilitě.

4. Vize, Strategie a strategické cíle správy železnic

Vizí SŽ je být moderní, pružnou a zákaznický orientovanou organizací, zajišťující rozvoj provozuschopné, technicky a technologicky vyspělé, kapacitní, bezpečné a dostupné železniční sítě jako nedílné součásti evropského železničního systému. Vizí SŽ je dále vytvořit nezbytné předpoklady pro posílení pozice železniční dopravy v rámci národního i evropského dopravního trhu a rebalanci přepravního výkonu ve prospěch ekologické železniční dopravy. SŽ hodlá hrát ústřední roli v posilování pozice a role železnice s cílem snižování uhlíkové stopy dopravy a přesunu přepravy na bezemisní mobilitu s udržitelným dopadem na životní prostředí.

Strategie je komplexní a dlouhodobý záměr činnosti k dosažení určitého cíle při řízení organizace. Strategie je nastavena formou uchopitelné a srozumitelné VIZE tak, aby vedla k naplnění svých cílů v požadovaném čase a k naplňování mise organizace. Základním úkolem strategie je připravit organizaci na budoucnost. Strategie vychází ze SWOT analýzy ve snaze využít příležitosti a silné stránky a eliminovat hrozby a slabé stránky.

Na základě definované vize SŽ a SWOT analýzy jsou na korporátní úrovni stanoveny následující strategické cíle:

(1) Zajistit realizaci politiky TEN-T

- a) realizovat modernizace uvedené v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě (prioritou je zejména dokončení modernizace 3. a 4. tranzitního železničního koridoru, dokončení modernizace vybraných uzlů a řešení napojení do Německa v různých variantách);
- b) naplnit požadavky uvedené v článku 12 nařízení (zejména modernizace tratí vybrané sítě TEN-T, včetně modernizace a elektrizace tratí pro příměstskou osobní dopravu);
- c) realizovat cíle dle článku 13 nařízení (Priority pro rozvoj železniční infrastruktury při podpoře projektů společného zájmu souvisejících s železniční infrastrukturou a vedle obecných priorit upřednostnit zavádění ERTMS, zmírňování dopadu hluku a vibrací způsobených železniční dopravou, zejména opatřeními pro kolejová vozidla a infrastrukturu, včetně protihlukových bariér, splnění požadavků na infrastrukturu a posílení interoperability, zvýšení bezpečnosti úrovněových křížení, propojení železniční dopravní infrastruktury s infrastrukturou vnitrozemských přístavů);

- d) zajistit kapacitní a rychlé napojení na evropskou síť vysokorychlostní železnice ve směru Drážďany – Praha – Brno – Vídeň/ Bratislava a na napojení na Polsko v případě Wrocławu.
- (2) Zvýšit rychlost a kapacitu na vybraných tratích mimo síť TEN-T - zvýšení rychlosti, tzn. zkrácení jízdních dob je jedním z cílů přímo docenitelných cestujícími v osobní dopravě a přepravci v nákladní dopravě, avšak současně díky zvýšení atraktivity tratě je mnohdy potřebné zvýšit její kapacitu (např. modernizací zabezpečovacího zařízení, zvýšením počtu traťových kolejí atd.) z důvodu očekávaného růstu počtu vlaků. Kapacita tratí mimo síť TEN-T může být zvyšována i z důvodu souběhu s již přetíženou tratí, které následně přetrasováním vlaků odlehčuje.
- (3) Zajistit realizaci vládního Programu rozvoje rychlých železničních spojení v ČR - rychlá spojení jsou provozně-infrastrukturní systém rychlé železnice na území ČR zahrnující novostavby vysokorychlostních tratí i modernizované konvenční tratě vyšších parametrů. Výstavbu nových vysokorychlostních tratí bude nejúčelnější zahájit v nejvíce vytížených směrech železniční sítě.
- (4) Zahájit výstavbu 1. úseku vysokorychlostní tratě do r. 2025.
- (5) Odstranit omezení rychlosti na železniční síti - zvýšení traťové rychlosti v důsledku rekonstrukce a modernizace, a to např. výstavbou nového zabezpečovacího zařízení, zabezpečením či odstraněním úrovnových křížení s pozemními komunikacemi, zlepšením směrových poměrů trati a optimalizovat omezení dopravců vlivem výlukové činnosti.
- (6) Snížit počet úzkých hrdel na železniční síti:
- a) modernizace sítě především v oblasti železničních uzlů se zajištěním nekolizní jízdy vlaků mnoha směrů, zvláště směrů nejzatíženějších;
 - b) k tratím, resp. úsekům, které jsou společné všem vlakům z navazujících tratí, budou či již jsou prověřovány možnosti jejich zkapacitnění, a to ve vlastní ose trati či v koexistenci s novostavbami tratí.
- (7) Sjednocení trakční napájecí soustavy na jednotných AC 25 kV 50 Hz a zvýšení podílu elektrizovaných tratí – cíl je v souladu se státní energetickou koncepcí a TSI ENE. Z pohledu životního prostředí tento cíl směřuje ke snížení emisí skleníkových plynů. Elektrizace je však velmi důležitá i tam, kde je nutné zvýšit výkonnost trati, např. zvýšením rychlosti vlaků na sklonově náročnějších úsecích, zvýšení atraktivity trati pro dopravce v důsledku odstranění přeprahů hnacích vozidel – ve výsledku vždy s očekávaným pozitivním dopadem na snížení provozních nákladů vlaků.
- (8) Racionalizovat rozsah železniční sítě - se změnami na straně přepravní poptávky v delším časovém horizontu, ale i provozními náklady železniční infrastruktury souvisí potřeba adaptace jejího rozsahu úměrně výhledově očekávanému rozsahu dopravy.
- (9) Snížit počet mimořádných událostí na železniční síti:
- a) z pohledu železniční infrastruktury se jedná především o řešení úrovnových křížení pozemních komunikací a dráhy, a to buď zvýšením jejich zabezpečení, snížením počtu, zrušením či náhradou mimoúrovňovými kříženími;

- b) z provozního hlediska je velmi významné rozšiřování zabezpečení jízdy vlaku tzv. vlakovým zabezpečovacím zařízením, který výrazně snižuje rizika plynoucí z případného pochybení strojvedoucího.
- (10) Zlepšit parametry vybraných tratí pro nákladní dopravu - na tratích především zařazených do sítě nákladních železničních koridorů (RFC - z anglického „Rail Freight Corridors“), ale i bezprostředně navazující sítě s očekávaným provozem vlaků z/na tratě sítě RFC, je cílem nabídnout odpovídající kapacitu výhledovému potenciálu nákladní dopravy, což je bezprostředně provázáno se zajištěním interoperability na úrovni vlakového zabezpečovacího zařízení (zavádění systému ERTMS), umožněním provozu nákladních vlaků délky do 740 m (s tím související potřeba prodlužování staničních kolejí) atd.
- (11) Přizpůsobit osobní nádraží požadavkům současné železniční dopravy:
- a) přizpůsobit osobní nádraží požadavkům současné železniční dopravy a jejím návaznostem na ostatní druhy dopravy, a tím zvýšit konkurenceschopnost osobní železniční dopravy a vytvářet podmínky pro rozvoj cestovního ruchu;
- b) dlouhodobou vizí SŽ jsou osobní nádraží v technickém, provozním i estetickém stavu, který odpovídá nárokům moderní dopravy a cestujících.
- (12) Posílit síťový charakter železniční osobní dopravy - síťový charakter představuje významnou konkurenční výhodu železnice oproti jiným odvětvím dopravy a jeho zachování je v souladu s vizí SŽ. Oslabení síťového efektu by mělo negativní dopad zejména na komfort pro cestující a pro organizaci drážní dopravy. Vzhledem k tomu, že většina opatření, směřujících k posílení prvků síťovosti železniční dopravy, bude mít dopad na jednotlivé dopravce, je nezbytné při jejich přípravě a implementaci postupovat koordinovaně ve spolupráci s Ministerstvem dopravy a objednatelem dopravních výkonů ve veřejném zájmu.
- (13) Zajistit plnou provozuschopnost železniční sítě v majetku státu – v rámci zajištění provozuschopnosti bude kladen důraz na zavedení a provádění cyklické údržby na hlavních tratích. Zároveň je nezbytné systémově zajistit financování velkých údržbových akcí a vyřešit legislativní ukotvení údržby konvenčních tratí a tratí s traťovou rychlostí nad 200 km/h.

Jedním z cílů korporátní strategie je vytvořit rámec pro zpracování prováděcích strategií na úrovni úseků Generálního ředitelství a dále strategií průřezových činností, které mají spíše podpůrný charakter. Jedná se například o následující:

- a) Strategie rozvoje lidských zdrojů
b) Strategie informačních a komunikačních technologií
c) Strategie komunikace
d) Strategie mezinárodních vztahů
e) Strategie rozvoje technologických a automatizačních systémů
f) Energetická strategie

Obrázek č. 1: Schéma strategií, zdroj SŽ


5. Akční plán a projektové řízení

V návaznosti na zpracování, resp. aktualizace korporátní strategie, úsekových a průřezových strategií se vytváří, resp. reviduje Akční plán na období dvou let. Aktuálně 144 sledovaných opatření v Akčním plánu je vyhodnocováno kvartálně.

K cílům Akčního plánu patří stanovení zásad, které je nezbytné dodržovat na jednotlivých úrovních řízení pro dosažení strategických cílů, návrh zásadních opatření a činností, které budou ve střednědobém časovém horizontu realizovány a vyhodnocovány za účelem sledování dosažení strategických cílů a v neposlední řadě jde o transpozici opatření prováděcích a průřezových strategií na úrovni úseků Generálního ředitelství do jednotného schématu s opatřeními korporátní strategie.

Jako součást strategického řízení využívá SŽ projektové řízení vedené Projektovou kanceláří. Pro delegování formou projektového řízení organizace stanovila závazná pravidla k postupům při přípravě, schvalování, realizaci, monitoringu a hodnocení všech projektů včetně jejich hierarchizace. Pravidla jsou závazná pro všechny vedoucí zaměstnance a pro všechny jim podřízené pracovníky plnící role ve všech fázích životního cyklu projektu. Projektové řízení je u SŽ vnímáno jako i jako podpůrná metoda používaná k dosažení cílů strategických projektů. Jde o souhrn znalostí, činností, postupů a nástrojů.

Obrázek č. 2:**Železniční stanice Praha-Hostivař po modernizaci, zdroj: SŽ****6. Závěr**

Strategické řízení SŽ vychází z korporátní strategie, která představuje hierarchicky nejvyšší strategický dokument organizace. K cílům strategie patří stanovit zásady, které je nezbytné dodržovat na jednotlivých úrovních řízení pro dosažení strategických cílů, navrhnout zásadní opatření a činnosti, které budou ve střednědobém časovém horizontu realizovány za účelem dosažení strategických cílů a vytvořit rámec pro zpracování prováděcích strategií na úrovni úseků Generálního ředitelství a průřezových strategií, které mají spíše podpůrný charakter. Navrhovaná opatření směřují k potlačení hrozeb a slabých stránek, které by mohly nějakým způsobem ohrozit dosažení strategických cílů. Strategie není rigidní dokument a je třeba ji korigovat v souladu s vývojem trhu a pozice organizace, v praxi dosud ve dvouletých intervalech.

Literatura a informační zdroje:

- [1] SOUČEK, Z. Strategie úspěšného podniku: symbióza kreativity a disciplíny. Vydání první. V Praze: C.H. Beck, 2015. 426 stran. ISBN 978-80-7400-572-5.
- [2] Strategie Správy železnic, státní organizace. Praha. 2020.
- [3] Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Evropské radě, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů: Zelená dohoda pro Evropu, COM/2019/640 final

[4] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě ve znění pozdějších předpisů

Lektorovali:

Ing. Jan Sechter,

náměstek ministra dopravy pro řízení Sekce nesilniční dopravy
a mezinárodních vztahů

Prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.,

rektor Vysoké školy logistiky, o.p.s.

3. Koncepte implementace procesu BIM u Správy železnic

Stanislav Vitásek⁵

Klíčová slova:

BIM, BEP, CCI, CDE, datový standard, DiMS.

Key words: BIM, BEP, CCI, CDE, data standard, DiMS.

Anotace

Článek se zabývá aktuálním stavem a výhledovým plánem interního projektu Implementace procesu BIM v prostředí Správy železnic. Správa železnic (SŽ) již odřídila několik stavebních akcí v režimu BIM a na základě poznatků se rozhodla stanovit klíčové oblasti pro další rozvoj procesu BIM v organizaci. Zejména se jedná o výběr společného datové prostředí (CDE). CDE představuje takové datové prostředí, ve kterém se setkávají nejen informace o stavebním projektu, ale i způsob jeho digitálního řízení v podobě procesů. Dalšími klíčovými tématy jsou: obohacení sektorového datového standardu o potřeby interních pasportních systémů a digitalizace procesu schvalování prvků. Digitalizace procesu schvalování výrobků by měla přinést standardizovanou podobu jak grafických, tak negrafických informací napříč projekty a jednotlivými projekčními stupni. Místem, kde se budou výše zmíněné oblasti aplikovat, jsou pilotní projekty. V letošním a příštím roce má SŽ plánováno začít s několika velkými stavebními akcemi v režimu BIM, které budou spojeny s vysokorychlostními tratěmi, rekonstrukcí významných nádražních budov apod.

Abstract

The article deals with the current state and prospective plan of the internal project Implementation of the BIM process in the environment of the Railway Administration. The Railway Administration (SZ) has already managed several construction projects in the BIM regime and, based on the findings, decided to identify key areas for further development of the BIM process in the organization. In particular, it is the choice of a common data environment (CDE). CDE represents such a data environment in which not only information about a construction project meets, but also a way of its digital control in the form of processes. Other key topics are: enriching the sector data standard with the needs of internal passport systems and digitizing the element approval process. The digitization of the product approval process should provide a standardized form of both graphical and non-graphical information across projects and

⁵ Ing. Stanislav Vitásek, Ph.D., 1989, BIM manažer, Správa Železnic, státní organizace.

individual design stages. The place where the above-mentioned areas will be applied are pilot projects. This year and next, SZ plans to start several large construction projects in the BIM mode, which will be connected with high-speed lines, reconstruction of important station buildings, etc.

1. Úvod

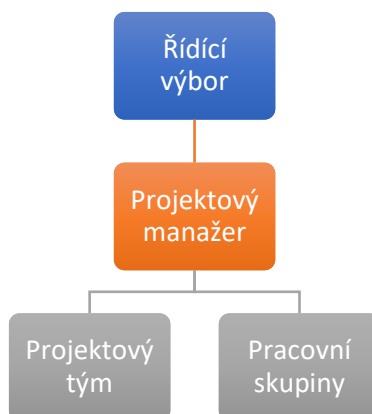
Správa železnic, státní organizace (SŽ) připravuje v rámci začlenění procesu BIM (informační modelování staveb) do své běžné agendy několik činností, se kterými chce seznámit jak své partnery, tak samotnou veřejnost. Cíle spojené s problematikou BIM jsou pro letošní a příští rok nastaveny v souladu s dlouhodobým interním plánem organizace tak, aby SŽ mohla v blízké budoucnosti zadávat, realizovat a řídit stavební akce plně v digitálním režimu. Pro úspěšné splnění vytyčených cílů je zapotřebí zvýšeného úsilí na poli interní spolupráce a zároveň udržení/dosažení souladu se standardizačními institucemi, jakými jsou Česká agentura pro standardizaci (ČAS) a Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI).

Článek specifikuje organizační pojetí procesu BIM v SŽ a stručně představuje konkrétní záměry společně s plánovaným způsobem řešení. Legislativně se předpokládá povinnost zadávání stavebních projektů v nadlimitním režimu (dle zákona o zadávání veřejných zakázek) pomocí procesu BIM pro veřejné zadavatele od poloviny roku 2023.

2. Proces implementace v organizaci

Implementace je v organizaci řízena prostřednictvím interního projektu "Implementace procesu BIM v prostředí SŽ" (dále Projekt). Projekt je veden projektovým (BIM) manažerem a řešen projektovým týmem, který má stálé složení okolo dvanácti osob. Zastoupení je různorodé od odborníků na BIM a IT přes personalistu, specialistu na veřejné zakázky až po zástupce provozuschopnosti dráhy. Tento tým diskutuje a řeší všechny oblasti, kterých se proces BIM na SŽ týká. Nicméně pro vybraná témata, jako jsou datový standard, společné datové prostředí apod., je tým rozšířen o dočasné pracovní skupiny, kterých se účastní další pracovníci SŽ dotčení danou problematikou. Samotný projektový manažer je odpovědný řídicímu výboru pro BIM, který je složený z vrcholového vedení organizace. Tento řídicí výbor schvaluje navrhovaný postup řešení implementace v organizaci.

Obr. 1: Matice řízení projektu



Konkrétní cíle Projektu v letošním a příštím roce jsou:

- tvorba a doplnění interní legislativy,
- aktualizace vzorové zadávací dokumentace,
- výběr společného datového prostředí,
- doplnění sektorového datového standardu o podnikové potřeby,
- zahájení prací na digitalizaci schvalování výrobků,
- průběžné provádění pilotních projektů.

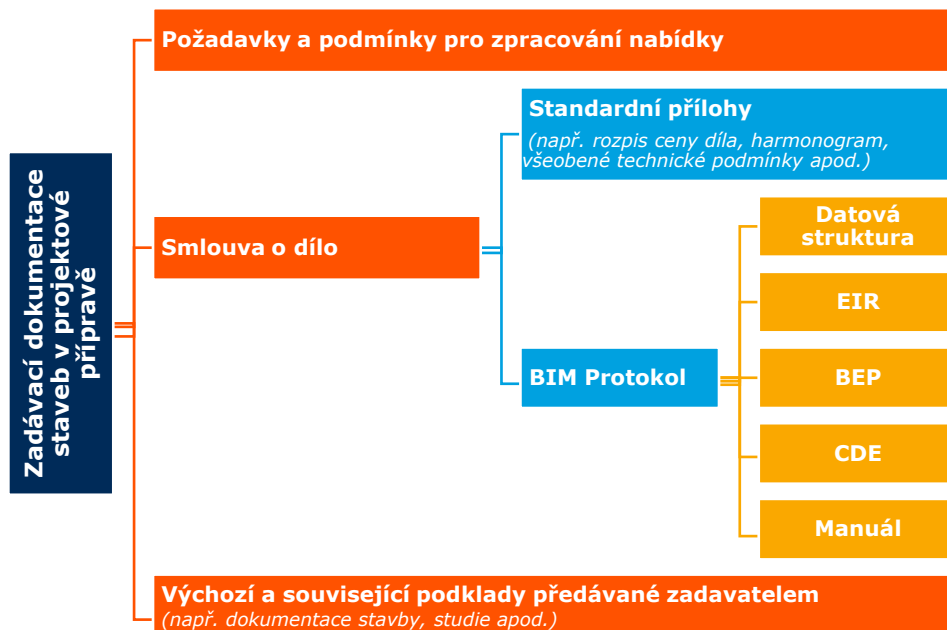
Všechny výše zmíněné cíle mají dopad na procesy, datový management a mnoho dalších interně/externích činností, které jsou a budou průběžně zakomponovány do vnitropodnikové legislativy. Například v posledních měsících byly upravovány vybraným pracovníkům náplně práce, připravuje se interní směrnice a metodika pro řízení stavebních akcí v režimu BIM apod.

3. Zadávací dokumentace

Struktura zadávací dokumentace (ZD) investiční výstavby je u SŽ dlouhodobě standardizovaná. Ve stádiích přípravy se jedná o ZD, jejichž jednotlivé části odpovídají potřebám SŽ a zahrnují kromě smlouvy o dílo i technické podmínky, které podrobně specifikují předmět díla. Ve stádiu realizace postupuje SŽ u zakázek v nadlimitním režimu dle smluvních podmínek FIDIC. V souladu se skutečností, že samotný proces BIM má být plynule aplikován do stavebnictví jako jeho součást, byla také vzorová zadávací dokumentace doplněna o tyto požadavky na zpracování díla pomocí přílohy BIM Protokol (jak v přípravě, tak v realizaci). Účelem BIM Protokolu je tedy zajištění a vymezení požadavků a povinností při tvorbě díla v režimu BIM. Podrobná specifikace, v rozsahu technických a procesních požadavků, je uváděná v samostatných přílohách BIM Protokolu:

- Datová struktura
- Požadavky zadavatele pro režim BIM (EIR),
- Plán realizace BIM (BEP),
- Společné datové prostředí (CDE),
- Manuál pro strukturu dokumentace a popisové pole (Manuál).

Obr.2: Struktura zadávací dokumentace



Pro oblast přípravy staveb je graficky znázorněna struktura ZD na obrázku výše.

4. Společné datové prostředí

Společné datové prostředí (CDE) reprezentuje klíčový prvek v integraci procesu BIM do organizace. Oproti jiným interním aplikacím je CDE primárně určeno na profesionální výměnu dat napříč interními a externími pracovními týmy společně s navazujícími procesy v přípravě a realizaci stavby. Nutno podotknout, že při implementaci software (SW) pro CDE je třeba vycházet z existence již provozovaných vysoce specializovaných softwarových nástrojů pro jednotlivé činnosti zajišťované SŽ. Nicméně propojením těchto nástrojů prostřednictvím CDE vznikne komplexní digitální prostředí pro moderní řízení stavebních akcí nejen v režimu BIM.

Obr. 3: Vybrané interní software řešení



Výběr CDE je rozdělen do dvou etap. V první etapě bude vytvořena technická specifikace pro zadávací dokumentaci na výběr CDE z pohledu SŽ, ve vazbě na stěžejní SW nástroje a procesy v organizaci již zavedené (např. napojením na systémy C.E.Sta⁶, ESD⁷, Plan⁸, SAP⁹, TPI¹⁰).

V rámci druhé etapy proběhne soutěž na vlastní dodání CDE, které se následně stane běžnou součástí stavebních projektů a umožní tak plnohodnotné užití metody BIM.

5. Datový standard

Dalším klíčovým tématem implementace procesu BIM je datový standard (DS). Aktuálně musí zaměstnanci SŽ informace potřebné pro přípravu, realizaci a pasportní systémy vkládat ručně z projektové dokumentace bez jakékoli automatizace. Projekty a stavby realizované s využitím metody BIM, tj. jak s užitím digitálních modelů staveb (DiMS), tak i předepsaných strukturovaných metadatových sad, by právě měly sloužit jako zdroje dat pro různé aplikace SŽ tak, aby došlo k potřebné automatizaci přesunu informací a tím naplnění potenciálu procesu BIM.

Obr. 4: Příklad možných informací obsažených v datovém standardu

<p>I5 - IDENTIFIKACE</p> <ul style="list-style-type: none"> - číslo a index koleje: kolej č.1 - definiční úsek: DU 1234 - popis: nástupištní blok L - stavební objekt: SO 12-34-56 - staničení začátku úseku: km 45,500 - staničení konce úseku: km 45,650 <p>M4 - MNOŽSTVÍ</p> <ul style="list-style-type: none"> - objem: 0,786 m³ - počet: celkem 75 ks <p>F1 - FÁZE</p> <ul style="list-style-type: none"> - stupeň PD: PDPS 	<p>E1 - ETAPIZACE</p> <ul style="list-style-type: none"> - doba trvání: 62 dnů - stavební postup: S03 - zahájení: 1.10.2020 - ukončení: 2.12.2020 <p>S19 - STAVEBNÍ VÝROBEK</p> <ul style="list-style-type: none"> - délka prefabrikátu: 2000 mm - výška prefabrikátu: 1300 mm - šířka prefabrikátu: 1000 mm - hmotnost prefabrikátu: 2450 kg - materiál prefabrikátu: beton - rok výroby prefabrikátu: 2019 - typ stavebního výrobku: PK-RV-01-08-D07 	
---	---	--

Tak aby informace nejen z DiMS našly reálné využití, musí SŽ svoje datové potřeby jednoznačně identifikovat a přenést do podoby DS. Z pohledu SŽ jde o nutný a přirozený krok, který musí podstoupit každá organizace, která chce proces BIM uchopit zodpovědně a maximálně smysluplně. Na základě dosavadních zkušeností z pilotních projektů, projektový tým usoudil, že potřebnou podrobnost DS, v přijatelném časovém úseku, nejefektivněji zpracuje samotné SŽ v rámci interních kapacit. Jde o aktivitu, která bude i po jejím ukončení neustále činná tak, aby potřeby SŽ byly průběžně aktualizované.

Procesně je doplnění sektorového DS rozděleno do několika kapitol dle funkční charakteristiky, kde ke každé kapitole jsou přiřazené jednotlivé sekce reprezentující konkrétní pasportní celky.

⁶ C.E.Sta – informační systém pro centrální evidenci staveb.

⁷ ESD – elektronický stavební deník.

⁸ Plan – informační systém pro projektovou přípravu staveb.

⁹ SAP – účetní systém.

¹⁰ TPI – technický pasport infrastruktury.

Tab. 1: Kapitoly a sekce zapojené do doplnění datového standardu

kapitola	sekce
železniční svršek	pasport železničního svršku
	pasport výstroje dráhy
železniční spodek	pasport udržovací jednotky železničního spodku
	pasport konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku
	pasport geotechnického průzkumu tělesa železničního spodku
	pasport drobných staveb a zařízení železničního spodku
	pasport zemního tělesa
	pasport odvodňovacích zařízení
mosty	mostní evidenční systém
tunely	evidenční systém tunelů
protihluk & zdi	pasport zdí
	pasport protihlukových opatření
	pasport ostatních ochranných staveb
pozemní stavby	pasport pozemních staveb
nástupiště & nákladiště	pasport nástupišť
	pasport výtahů a pohyblivých schodů
	pasport nákladišť a účelových komunikací
	pasport ramp a vyvýšených skládek
přejezdy & přechody	pasport železničních přejezdů a přechodů
	pasport služebních a centrálních přechodů
	pasport ploch pro nástup IZS
sdělovací & zabezpečovací technika	pasport sdělovací techniky
	pasport zabezpečovací techniky
elektro & energie	pasport elektrotechniky a energetiky

Veškeré aktivity SŽ ve vazbě na DS jsou spojené s cíli standardizačního procesu stavebního prostředí, zejména:

- začlenění mezinárodní klasifikace Classification Construction International (CCI),
- použití stejných principů v DS pro pozemní a dopravní stavby,
- využití zásad sektorového DS od SFDI,
- dodržení struktury dokumentace dle vyhlášek č. 146/2008 Sb. a č. 499/2006 Sb.

Výše popsaný proces je a bude projednáván primárně s organizacemi ČAS a SFDI tak, aby SŽ byla plně v souladu s národními a sektorovými požadavky.

6. Digitalizace procesu schvalování výrobků

Digitalizace procesu schvalování výrobků umožní standardizovat podobu jak grafické reprezentace, tak negrafických informací napříč jednotlivými projekčními stupni a projekty. První fáze digitalizace bude primárně tvořena pro klíčové konstrukce v přímé návaznosti na vzorové listy, typová řešení, schválené výrobky, datový standard a rozpočtové položky.

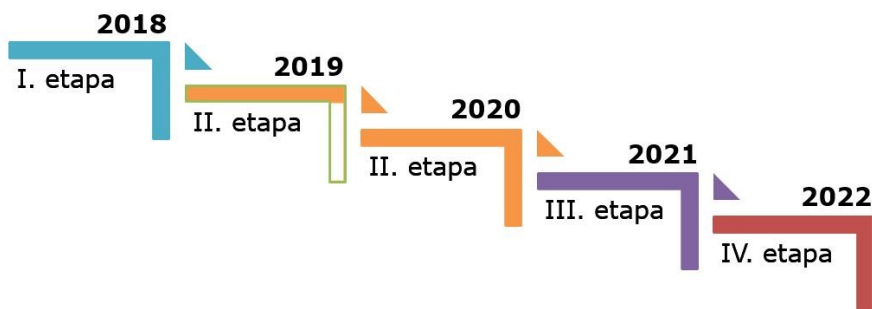
Obr. 5: Příklad digitalizace procesu schvalování výrobků



Např. v rámci schvalování nových výrobků bude od výrobců požadován, jako součást standardní předávané dokumentace, i samotný prvek zpracovaný v BIM prostředí. Tento proces představuje další nutný krok v digitalizaci stavebnictví.

7. Pilotní projekty

Pilotní projekty staveb pro letošní a příští rok byly vybrány napříč sítí SŽ po celé České republice. Naším prioritním cílem je na pilotních projektech ověřovat navržené postupy a metody, jak od ČAS a SFDI, tak interně vytvořené. Mimo pilotních projektů staveb, které jsou dále popisovány, se SŽ věnuje i praktickému ověřování dalších postupů souvisejících s digitalizací (např. vazby na agendy veřejné správy, digitální technické mapě apod.).

Obr. 6:
Vývojové etapy implementace procesu BIM na stavebních projektech


Pomocí informací z reálných stavebních akcí dochází SŽ ke konkrétním poznatkům, které průběžně využívá pro doplnění sektorového datového standardu, vytvoření společného datového prostředí, aktualizaci smluvních standardů použitých v zadávací dokumentaci (např. BIM protokolu apod). Dalším důležitým přínosem je i možnost přiblížit, diskutovat a propagovat stavby SŽ u laické i odborné veřejnosti pomocí živých vizualizací a prezentací staveb.

Vzhledem ke složitosti problematiky a dynamického vývoje trhu nelze bez pilotních projektů zajistit další posun v problematice BIM v rámci organizace.

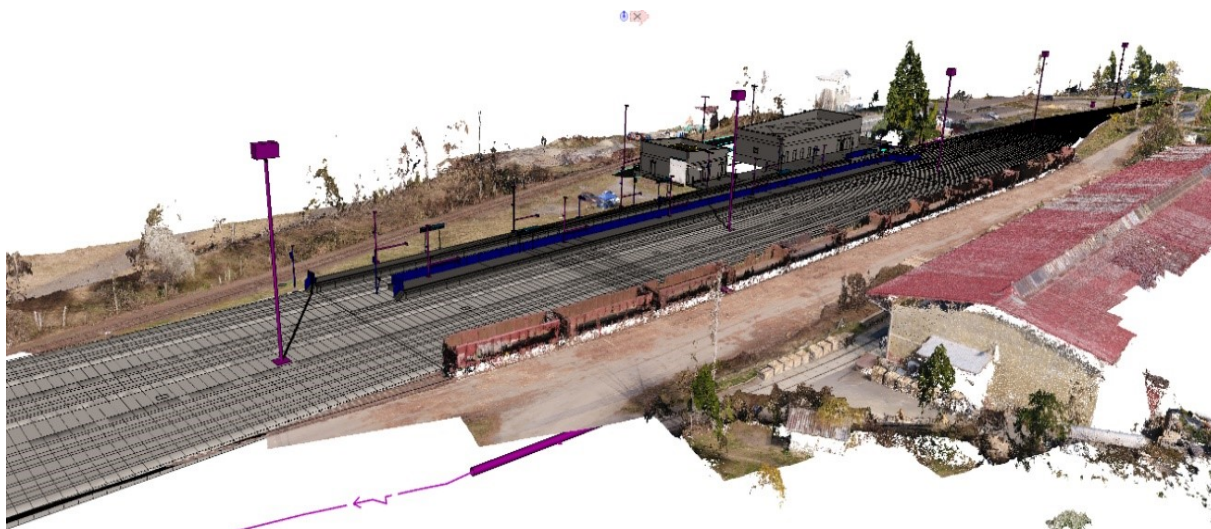
Realizace pilotních projektů, vzhledem k rozsahu staveb SŽ, je dlouhodobý proces, který nelze omezit na období jednoho roku. Pilotním projektům, které jsou jedním z klíčových zdrojů poznání a nástrojem pro ověřování teoretických poznatků při implementaci Projektu, se organizace věnuje již třetím rokem. Klíčovým milníkem byl rok 2018, kdy začala první etapa zadávání pilotních projektů. Cílem první etapy bylo zejména získávání zkušeností pro tvorbu sektorových koncepčních dokumentů na úrovni SFDI. Následně v letech 2019 a 2020, proběhla druhá etapa zaměřující se na ověřování prvních pracovních verzí vydaných koncepčních dokumentů. Obě etapy jsou již ukončené a nyní stojíme na prahu třetí etapy. Ta se zaměřuje na získávání podkladů k vytváření interních metodických dokumentů a požadavků na změny interních procesů, které umožní integraci procesu BIM do standardních postupů.

Správa železnic bude v pilotních projektech zaměřených na používání procesu BIM pokračovat i letos a příští rok (od roku 2022 by měla začít poslední čtvrtá vývojová fáze - přenesení zkušeností implementace procesu BIM do následné správy infrastruktury) s primárním zaměřením na nižší projektové stupně, tedy dokumentaci pro územní rozhodnutí a dokumentaci pro stavební povolení.

V současné době probíhají nebo se připravují pilotní projekty zahrnující revitalizace, modernizace a výstavby nových traťových úseků včetně nádražních budov a ostatních drážních objektů. Mezi zajímavé stavební akce v režimu BIM bude letos určitě patřit modernizace a dostavba železniční stanice Praha Masarykovo nádraží či projektová příprava vysokorychlostní trati Praha – Drážďany, včetně přeshraničního úseku připravovaného v kooperaci s německými kolegy z Deutsche Bahn. Celkově se letos nově zadá minimálně desítky nových

projektů v režimu BIM, souhrnně v předpokládaných celkových investičních nákladech (náklady za přípravu stavby i její realizaci) okolo 20 mld. Kč.

Obr. 7: ŽST Bystřice pod Hostýnem v digitálním prostředí



8. Závěr

SŽ v roce 2021 navýšila personální kapacitu pro řešení problematiky BIM v organizaci, vydala a zveřejnila strategický plán, jakým způsobem si představuje implementaci BIM řešit, navýšila počet pilotních projektů a vyvíjí spoustu dalších aktivit tak, aby byla připravena na nastupující digitální trendy. Zároveň tržní situace oproti minulým letům je z pohledu SŽ markantně lepší. Primárně z důvodů výraznějšího rozšíření zpracovatelů z řad projekčních kanceláří. Téměř každá stavební akce v režimu BIM má jiného tvůrce. Zcela nepochybně se jedná o výsledek čtenějšího vypisování pilotních projektů na SŽ.

Literatura a informační zdroje:

1. Ministerstvo průmyslu a obchodu: *Koncepce zavádění metody BIM v ČR*. Praha: 2017.
2. Agentura ČAS: *Metodika pro řízení změn při digitální transformaci – Digital Change Management*. Praha: 2020.
3. SFDI: *Plán pro rozšíření využití digitálních metod a zavedení informačního modelování staveb pro dopravní infrastrukturu*. Praha: 2021.
4. SŽ: *Strategie implementace procesu BIM (informační modelování staveb) ve Správě železnic pro rok 2021*. Praha: 2021.
5. K. Chen, H. Li. BIM. *Strategic Implementation: Benchmarking Based Decision Making Framework*. CreateSpace Independent Publishing Platform: 2017. ISBN 978-1973904434.

Lektorovali:

Ing. Martin Stránský,

Fakulta stavební ČVUT v Praze

Ing. Tomáš Fritz,

Dalux, Copenhagen

4. Rozvoj specializovaných laboratoří pro výuku technologie a řízení železniční dopravy na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice

Tomáš Hodr¹¹,

Petr Nachtigall¹²

Klíčová slova

Technologie a řízení dopravy, simulace, zabezpečovací zařízení, dálkově ovládané zabezpečovací zařízení

Keywords

Transport technology and control, simulation, interlocking system, remote control of signaling plant

Anotace

Tento článek přináší aktuální poznatky o tom, jak se vyvíjí zaměření výuky odborných předmětů na Dopravní fakultě Jana Pernera v Pardubicích v oblasti technologie a řízení železniční dopravy. Již více než 25 let se mohou studenti v Pardubicích vzdělávat v této oblasti a fakulta se snaží držet krok se současnými trendy a nabízet studentům softwarové a hardwarové vybavení, které odpovídá současným trendům v této oblasti. Posledními novinkami jsou úpravy v dopravní laboratoři, využití dopravního sálu k novým účelům a zejména vybudování nového jedinečného pracoviště centrálního dispečerského pracoviště. Toto pracoviště umožní studentům lépe pochopit specifika řízení a organizace železniční dopravy za použití dálkově ovládaného zabezpečovacího zařízení.

Abstract

This article brings state-of-the-art of the current situation about the teaching process of subjects focused on railway transport technology and control at the Faculty of Transport Engineering. The history of the education process is more than 25 years long. The faculty is trying to stay in touch with the current trends and offer students software and hardware that corresponds to current trends in this area. The latest innovations are modifications in the transport laboratory, the use of the transport hall for new purposes and, in particular, the construction of a new unique workplace for the central dispatching workplace. This workplace will enable students to better understand of the specifics of the

¹¹ Ing. Tomáš Hodr, absolvent DFJP, technik a vedoucí Dopravního sálu DFJP, tomas.hodr@upce.cz

¹² Ing. Petr Nachtigall, Ph.D., absolvent DFJP, vedoucí oddělení Logistických systémů, katedra Technologie a řízení dopravy

management and organization of rail transport using a remotely controlled interlocking device.

1. Úvod

Výuka odborných předmětů v oblasti řízení a organizování drážní dopravy má na Dopravní fakultě Jana Pernera dlouholetou tradici. V posledních letech došlo s rozvojem dopravní techniky také k úpravě a inovacím v laboratorním zabezpečení výuky na této fakultě. S podporou fondů EU byla vybudována laboratoř Centrálního dispečerského pracoviště (dále jen CDP) a také v dopravních laboratořích byly pořízeny nové software. Ve spolupráci se Správou železnic, státní organizace byl od akademického roku 2017/2018 připraven rozšiřující koncept nabídky pro studenty bakalářského stupně. V rámci předmětu Odborné praktikum I až III mají studenti možnost absolvovat přípravu na odbornou zkoušku SŽ D-03 (dozorce výhybek, signalista, výhybkář) a D-07 (výpravčí). Právě v souvislosti s úspěšnou realizací projektu CDP je od roku 2021 připraveno rozšíření o přípravu studentů na pracovní pozici traťový dispečer.

Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice tak v současné době disponuje již čtyřmi laboratořemi určenými pro praktickou výuku studentů, která je nutná pro jejich budoucí uplatnění na trhu práce. Cílem tohoto článku je seznámit čtenáře s inovacemi v jejich vybavení, tak jak byly popsány v literatuře [1].

2. CDP Pardubice

Směr rozvoje v oblasti řízení a organizování železniční dopravy byly shrnuty v literatuře [2]. Od té doby stále pokračuje trend zvyšování počtu tratí, které jsou řízeny dálkově z CDP. Také na Katedře technologie a řízení dopravy vznikly v roce 2018 první myšlenky na pořízení simulátoru Centrálního dispečerského pracoviště, které je špičkovým prostředkem pro organizaci a řízení drážní dopravy na dlouhých traťových úsecích, včetně velkých uzlů. Vybudování tohoto pracoviště je však finančně velmi náročné, a proto bylo nutné nejprve najít vhodný dotační titul, který by z větší části pokryl tuto investici.

V roce 2019 se tento záměr stal součástí připravovaných projektů financovaných z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Právě z projektu *Investiční podpora vzdělávacích aktivit na Univerzitě Pardubice*, který cílil na zvýšení kvality výukového procesu, bylo z velké míry podpořeno vybudování špičkového pracoviště v prostorech Dopravní fakulty Jana Pernera. Již na počátku bylo potřeba projednat celý záměr s dodavatelem těch částí CDP, které jsou jedinečné a bez nichž by nebylo možné vůbec uvažovat o realizaci tohoto záměru. Těmito klíčovými partnery byla Správa železnic, státní organizace, která je výhradním majitelem adresného software, tedy tou částí, která obsahuje infrastrukturu a také datovými sklady s historií železničního provozu. Druhým klíčovým partnerem pak bylo AŽD Praha, s.r.o., které je výhradním dodavatelem software dálkové obsluhy zabezpečovacího zařízení, které je jádrem principu fungování CDP. S oběma subjekty se podařilo najít cestu, jak připravit podrobný plán výstavby a oživení sálu CDP. Po schválení projektu v roce 2018 začalo reálně budování CDP.

Obrázek 1 – příprava místnosti pro CDP Pardubice:

V první fázi realizace projektu CDP Pardubice (jak byl pracovně nazván) bylo nutné připravit místnost, ve které bude budoucí sál CDP stát. Bylo vytvořeno schodovité uspořádání, které poskytuje tři úrovně podlahy, takže studenti v zadní části mají stejně dobrý výhled jako studenti v části přední. Zároveň byla připravena kabeláž, jak pro napájení budoucích stolů CDP elektrickým proudem, tak především pro jejich datové připojení k centrálnímu serveru pomocí optických kabelů, na kterém samotná simulace běží. Nutno podotknout, že všechny tyto úpravy a příprava rozvodů byly hrazeny z prostředků katedry technologie a řízení dopravy a Dopravní fakulty Jana Pernera.

Již během první fáze se rozběhla příprava druhé etapy, tedy fáze výběrových řízení na pořízení jednotlivých částí hardwarového vybavení. Počítače a monitory pro budoucí sál byly soutěženy centrálně Univerzitou Pardubice a jejich výsledkem bylo dodání Zero Clients od firmy Dell a monitorů EIZO. Nejsložitějším technickým zařízením sálu CDP, které bylo potřeba vysoutěžít, byly stoly pro dispečery CDP. Ve výběrovém řízení uspěla společnost SignalMont, s.r.o., která tyto stoly a jejich sestavy dodává také pro Správu železnic, státní organizace. Studenti tak mají k dispozici stejné vybavení jako dispečeri na CDP. Výhodou těchto stolů je kromě jejich vhodnosti pro potřeby dálkového řízení železničního provozu také to, že mají měnitelnou výšku pracovní plochy, což umožňuje jejich ergonomické přizpůsobení potřebám obsluhy.

V rámci simulace CDP byly po dohodě se Správou železnic, státní organizace vybrány pro instalaci následující tratě:

- Plzeň (mimo) – Cheb (mimo),
- Praha-Smíchov (mimo) – Hostivice (mimo),
- Plzeň – Beroun (mimo), vč. Rokycany – Nezvěstice (mimo) a trať D3 Ejpovice – Radnice,
- Kolín (mimo) – Česká Třebová (mimo),
- Modřice – Lanžhot, vč. Břeclav přednádraží – Hrušky.

Během podzimu 2020 byly paralelně řešeny otázky instalace technického vybavení v laboratoři a instalace softwaru na servery Univerzity Pardubice. Všechny tyto kroky byly ukončeny na počátku roku 2021 a příprava laboratoře byla zakončena školením zaměstnanců od dodavatelské firmy AŽD Praha, s.r.o.

Obrázek 2 – pracoviště dispečera dálkového řízení železniční dopravy:



Výsledkem celého úsilí tak je funkční laboratoř CDP. Tato laboratoř je unikátním vysokoškolským pracovištěm, které je jediné svého druhu v České republice a umožňuje v rámci výuky na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice přiblížit studentům práci dispečerů CDP pomocí obsluhy Dálkového ovládání zabezpečovacího zařízení (dále jen DOZ). Mimo běžných funkcí tohoto typu zabezpečovacího zařízení obsahuje tento software také simulaci automatického stavění vlakových cest, grafického editoru koleje či aplikace graficko-technologické nadstavby.

Obrázek 3 – CDP Pardubice po prvním oživení:



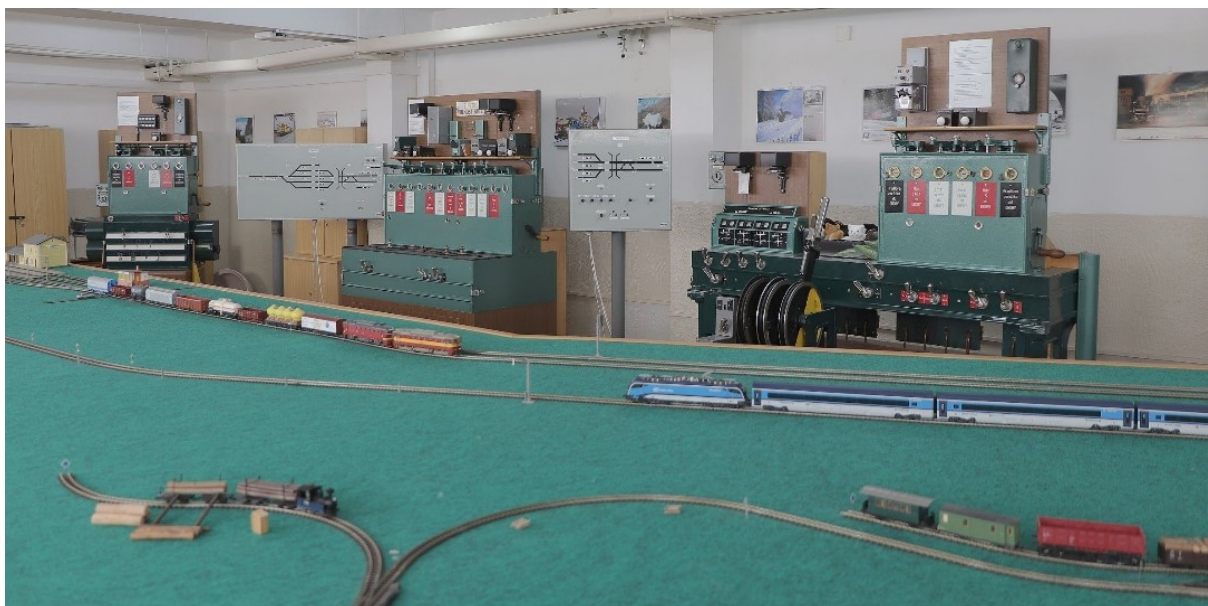
Z kraje roku 2021 tak byla laboratoř připravena pro výuku studentů či výzkumnou práci akademických pracovníků. Bohužel, epidemiologická situace umožnila slavnostně otevřít tuto laboratoř až na konci června 2021 a studenti se s ní začali seznamovat se začátkem akademického roku 2021/2022.

3. Dopravní sál

S výstavbou laboratoře se započalo již v devadesátých letech minulého století a je určena pro výuku studentů technologie a řízení železniční dopravy s důrazem na praktické ukázky a možnost vyzkoušet si používané postupy a obsluhu zabezpečovacích zařízení při maximální možné podobnosti s reálným provozem [1].

Dominantou laboratoře je kolejiště s modely ve velikosti H0 (modelový rozchod 16,5 mm, 1:87), na němž jsou jízdy vlaků zabezpečeny pomocí reálných zabezpečovacích zařízení, která reprezentují ta nejtýpější používaná v ČR.

Obrázek 4 – elektromechanické zabezpečovací zařízení:



Stanice Dřísy má čtyři dopravní, jednu kusou manipulační kolej a je vybavena elektromechanickým zabezpečovacím zařízením II. kategorie. Řídící přístroj RANK doplňují na heřmanickém zhlaví klíčový (bubnový) stavědlový přístroj a na zhlaví oborském stavědlový přístroj vzor 5007. Heřmanické zhlaví navazuje na jednokolejnou trať, na níž se jízda vlaků zabezpečuje hradlovým poloautoblokem. Výměny jsou zde přestavovány ručně. Na oborském zhlaví jsou výměny přestavovány ústředně pomocí mechanických a elektromotorických přestavníků. Nachází se zde železniční přejezd s mechanickým přejezdovým zařízením. Na zhlaví navazuje dvoukolejná trať do Heřmanic (přes Oboru), kde je v mezistaničním úseku Dřísy – Obora jízda vlaků zabezpečována reléovým poloautomatickým blokem. Do tohoto úseku je také situováno hradlo Hodrá. Jeho význam spočívá v ukázce zvýšení propustnosti mezistaničního úseku jeho rozdělením na traťové oddíly. Jakkoliv elektromechanických zabezpečovacích zařízení v provozu ubývá, jsou z didaktického hlediska nejvýznamnějším zařízením pro pochopení základních principů zabezpečení železniční dopravy.

Obrázek 5 – hradlo Hodrá:


Stanice Obora je vybavena, pomocí programu modelJOP simulovaným, reléovým zabezpečovacím zařízením AŽD 71 III. kategorie s cestovou volbou. Všechny výměny jsou přestavovány elektromotoricky. Do dříského zhlaví je kromě již zmiňované dvoukolejky zaústěna i jednokolejná trať opět z Heřmanic, ale přes výhybnu Stránov. Z heřmanického zhlaví pokračuje dvoukolejka do Heřmanic, a je v tomto mezistaničním úseku vybavena obousměrným autoblokem. Na heřmanickém zhlaví se nachází železniční přejezd zabezpečený světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením se závorami AŽD 71. Stanice Obora má 4 dopravní a dvě manipulační koleje.

Obrázek 6 – reléové zabezpečovací zařízení:

Stanice Heřmanice je největší stanicí Dopravního sálu. Je vybavena elektronickým zabezpečovacím zařízením III. kategorie, kterým je elektronické stavědlo ESA 44 ovládané z jednotného obslužného pracoviště. Odtud je též dálkově ovládána jednokolejná trať do Obory přes výhybnu Stránov. Jízda vlaků je na ní v obou mezistaničních úsecích zabezpečena automatickými hradly. Stanice Heřmanice má 7 dopravních a 8 manipulačních kolejí. Součástí stanice je terminál kombinované dopravy, jedna z kusých kolejí je vybavena čelní rampou pro najíždění kamiónů na vozy RO-LA.

Obrázek 7 – Elektronické stavědlo:

Stanice Heřmanice je též stanicí stykovou se soukromou úzkorozchodnou dráhou. Soukromá úzkorozchodná trať Frýdlant – Obora je jednokolejnou tratí s reálným rozchodem 760 mm (modelových 9 mm, velikost H0e, 1:87). Na trati se, kromě dopravního Frýdlant a Obora-úzký rozchod, nachází další dvě dopravní Heřmanice místní nádraží a Březová, dále nákladíště Les a dvě zastávky: Stránov zastávka a Kocourov. Dopravní Heřmanice místní nádraží je stykovou stanicí, přičemž jedna z jejích manipulačních kolejí pomocí podvalníkové jámy pro najíždění vozů normálního rozchodu na úzkorozchodné podvalníky, navazuje na manipulační kolej stanice Heřmanice. Jízda vlaků se na úzkokolejce zabezpečuje dle předpisu SŽDC D3.

Obrázek 8 – soukromá úzkorozchodná dráha:



Mimo kolejiště, souvisejících zařízení a pracovních míst Dopravní sál disponuje učebnou s kapacitou 22 míst, vybavenou audiovizuální technikou a provozu kolejiště se může najednou účastnit až 12 studentů.

Využívání této laboratoře získalo v posledních několika letech nový rozměr, když se na základě smlouvy o spolupráci mezi Dopravní fakultou Jana Pernera se Správou železnic, státní organizací, podařilo zahájit pravidelnou výuku předmětu Odborné praktikum ze železniční dopravy I až III přípravu k odborným zkouškám SŽ D-03 a D-07, přičemž na konci prvního semestru bylo možno vykonat odbornou zkoušku D-03 a na konci třetího OZ SŽ D-07. Od akademického roku 2020/2021 se s aktuálními potřebami Správy železnic, státní organizace a novou akreditací struktura předmětu poněkud změnila. Příprava k odborné zkoušce D-07 je dvousemestrová a náplní třetího semestru bude příprava na pracovní pozici

traťový dispečer. Tato příprava bude probíhat v nové laboratoři CDP popsané v úvodu tohoto článku.

Dopravní sál se využívá i pro praktickou přípravu frekventantů kurzů D-07 konaných na OŘ SŽ v Hradci Králové, kdy si účastníci mohou mnoho zkušeností osvojit a vyzkoušet v bezpečném prostředí laboratoře bez případného ovlivnění železničního provozu.

V neposlední řadě je nutno podotknout, že realizaci Dopravního sálu by nebylo možné zvládnout bez spolupráce a za finančního přispění či fyzické pomoci mnoha firem a společností ze železničního prostředí. Stejně tak je nutné poděkovat za osobní nasazení mnoha lidem nejen z DFJP, kteří ke vzniku této jedinečné učebny přispěli. Poslední ukázkou výborné spolupráce s firmami a společnostmi z praxe je nejen zmíněná realizace kurzů ve spolupráci se Správou železnic, ale například pořízení jednotky Railjet, nového ovladače a digitální ústředny kolejiště z prostředků poskytnutých společnostmi SIEMENS na zkvalitnění výuky.

Obrázek 9 – Siemens Viaggio Comfort:



4. Dopravní laboratoř

Další laboratoři, která je na Katedře technologie a řízení dopravy je Dopravní laboratoř. Jedná se o počítačovou učebnu, která v lednu minulého roku prošla významnými stavebními úpravami spojenými s realizací Laboratoře CDP. V historii katedry TRD to je první zřízená laboratoř [1].

Původně zde bylo k dispozici v přednáškové části 28 míst a v počítačové části 30 míst u 15 pracovních stanic. V rámci rekonstrukce byla přednášková část zrušena a kapacita míst u počítačů se snížila na 18. K výbavě samozřejmě patří i modernizovaná audiovizuální technika.

Obrázek 10 – Dopravní laboratoř:

Co se týká jejího softwarového vybavení, tak mimo již dříve používaných programů OmniTrans (modelování dopravních proudů a přepravní poptávky na daném území), ArcGIS (vazba na systém Network Analyst pro řešení úloh na dopravních sítích), SW Skeleton (sestava jízdních řádů v městské a linkové autobusové dopravě), ASPI (vyhledávání zákonů a vyhlášek) či MS Project (vyhledávání kritické cesty a plánování posloupnosti procesů pomocí Ganttova diagramu), je nově součástí této laboratoře také software Tecnomatix Plant Simulation (simulace výrobních procesů) nebo AutoCAD.

5. Dopravní minilab

Jde o nejmenší laboratoř, ve které může pracovat nejvýše 12 studentů u šesti pracovních stanic a vzhledem k jejímu SW vybavení slouží i pro práci na projektech a kvalifikačních pracích zaměřených na železniční dopravu. Samozřejmostí vybavení laboratoře je audiovizuální technika [1].

Mezi nepoužívanější SW nástroje patří švýcarské SMA+ Viriato pro plánování železniční dopravy a jízdních řádů. Druhým švýcarským SW produktem je OpenTrack. Tento simulační program se používá pro ověřování navrženého rozsahu dopravy a stability jízdního řádu na dané dopravní infrastruktuře. Oba tyto SW lze také nově využívat i v Dopravní laboratoři. Dalšími programy a aplikacemi, které jsou v Dopravním minilabu k dispozici, jsou již zmíněný AutoCAD či ArcGIS a připravuje se i přístup do aplikací KANGO a GRADOP [3].

Obrázek 11 – Dopravní minilab:

6. Závěr

Laboratoře Katedry technologie a řízení dopravy se v maximální možné míře snaží držet krok s aktuálním vývojem dopravní praxe a jsou ukázkou spolupráce školy a firem, které se v reálném prostředí dopravního provozu nachází. Pomáhají také vychovávat fundované odborníky s praktickými zkušenostmi získanými již v průběhu studia.

Literatura a informační zdroje:

- [1] Tomáš Hodr, Ivo Hruban, Ondřej Štěpán. Laboratoře a dopravní sál Katedry technologie a řízení dopravy Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice, Vědeckotechnický sborník ČD č. 40/2015, cit. 1. března 2021, dostupné z: <https://vts.cd.cz/documents/168518/195426/4005.pdf/2e18adf9-a160-421c-94b2-d0dc6cc43cf5>
- [2] Pavel Kolář. Centrální dispečerské řízení u SŽDC. Vědeckotechnický sborník ČD č. 47/2019, cit. 1. října 2021, dostupné z: https://vts.cd.cz/documents/168518/233051/02_4719_Kolar_Centralni+dispencerske+rizeni_kor.pdf/47aab53e-eddb-4309-863c-4b396d25cc57
- [3] Lukáš Fiala. Popis železniční sítě pro konstrukci jízdního řádu a řízení provozu, Vědeckotechnický sborník ČD č. 47/2019, cit. 1. října 2021, dostupné

z: https://vts.cd.cz/documents/168518/233051/09_4719_Fiala_Popis+%C5%BEelezni%C4%8Dn%C3%AD+s%C3%ADt%C4%9B+pro+konstrukci+j%C3%ADzdn%C3%ADho+%C5%99%C3%A1du+a+%C5%99%C3%ADzen%C3%AD+provozu_kor.pdf/260d717c-ab66-49f9-a515-4e0c1fec6ae2

Lektorovali:

prof. Ing. Vlastislav Mojžíš, CSc.,

expert

Ing. Pavel Kolář,

Správa železnic, státní organizace

5. Proudové zatížení betonového základu stožáru při průrazu průrazky

Jiří Cigánek¹

Klíčová slova:

proud; proudová hustota; elektrický potenciál; betonový základ

Keywords:

current; current density; electric potential; concrete foundation

Anotace

Článek se zabývá modelováním magnetických polí v okolí betonových základů typu HP trakčního stožáru při průrazu průrazky. K simulaci 3D modelu je vybrána betonová základna. K simulaci je použit program Comsol Multiphysics, který řeší parciální diferenciální rovnice pomocí metody konečných prvků.

Abstract

The article deals with the modelling of magnetic fields in the vicinity of concrete foundations of the HP traction mast type during a breakthrough. A concrete base is selected to simulate the 3D model. The program Comsol Multiphysics is used for the simulation, which solves partial differential equations using the finite element method.

5. Úvod

Elektrický trakční systém zahrnuje jak silové, tak signální zdroje a vysílače spojené navzájem strukturou troleje, kolejového lože a vodivou zemí. Koleje jsou sdružovány do paralelních silových vodičů a signálních a komunikačních vodičů a celý trakční systém se chová jako prostorová, lineární distribuční síť.

¹Ing. Jiří Cigánek – absolvent inženýrského studia na Fakultě elektrotechniky a informatiky, Technické Univerzity v Ostravě (2006). Nyní student doktorandského studia na Fakultě elektrotechniky a informatiky, Technické Univerzity v Ostravě.

Podstatnou část trakčního přenosového systému tedy vytváří země. Často (např. v případě vyhodnocování rizik koroze podzemních zařízení) nás zajímá především tento prvek trakčního přenosového systému. Bludné proudy, jak nazýváme únikové zpětné proudy elektrické trakce, však nejsou jediné proudy, tekoucí v zemi. Zemní proudová pole vznikají z mnoha příčin. Mohou být tedy jednak vytvářena uměle, nebo mohou vzniknout přirozenou cestou a mohou více či méně ovlivnit přenos energie na elektrické trakci. Umělá proudová pole vznikají hlavně v okolí elektrických zařízení, napájených ze zdrojů, které jsou nedostatečně izolovány od země, popřípadě používají zem jako zpětný vodič.

6. Matematický model

Základní polní veličinou popisující proudová pole je vektor hustoty proudu \mathbf{J} . Je veličinou diferenciální, určuje tedy v každém místě řešeného prostoru množství proudu, protékajícího elementární ploškou. Proudová hustota \mathbf{J} závisí na rezistivitě ρ , resp. na konduktivitě σ podle diferenciálního tvaru Ohmova zákona.

$$\mathbf{J} = \sigma \cdot \mathbf{E} \quad (1)$$

V každém místě, kde lze určit intenzitu elektrického pole \mathbf{E} a kde je známá konduktivita, lze určit i vektor proudové hustoty. Jeho směr je v izotropním prostředí stejný, jako směr vektoru intenzity elektrického pole.

Komplikovanější způsob určení vektoru proudové hustoty je v anizotropním prostředí, kde vystupuje konduktivita ve tvaru tenzoru. Ve většině případů má tenzor jen diagonální složky, tedy ve směru různých souřadnic jsou různé konduktivity, ale intenzita elektrického pole ve směru jedné souřadnice neovlivní proudovou hustotu ve směru souřadnice jiné, tj. například:

$$J_x = \sigma_{xx} \cdot E_x, \quad J_y = \sigma_{yy} \cdot E_y, \quad J_z = \sigma_{zz} \cdot E_z, \quad (2)$$

Potom má diferenciální podoba Ohmova zákona tvar

$$\mathbf{J} = \sigma \cdot \mathbf{E} = \sigma \cdot (-\text{grad } \varphi) \quad (3)$$

kde

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{ii} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{jj} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{kk} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Elektromagnetické problémy, spojené s řešením proudových polí v železničním svršku a spodku pracují obecně s výsledným proudem, resp. proudovou hustotou, která má vazbu na intenzitu resp. potenciál. Vnucenými veličinami jsou potenciály nebo primární (vnucená) intenzita el pole \mathbf{E}_v . Primární intenzita určuje rozdělení nábojů a proudů a slouží ke specifikaci tohoto rozdělení. Pro účel analýzy lze přijmout, že primární intenzita určuje sekundární rozdělení nábojů a proudů a odtud sekundární intenzitu \mathbf{E}_{sec} , t.j.:

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\partial B / \partial t \quad (5)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_c \quad (6)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} \quad (7)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (8)$$

kde symbolem ρ_c není označena rezistivita, ale objemová hustota celkového náboje. Podobně jako intenzita \mathbf{E} , má i hustota proudu \mathbf{J} dvě složky, a to složku hustoty proudu vnučeného J_v a hustotu vířivých proudů $\sigma \cdot \mathbf{E}$. K těmto rovnicím je na rozhraní třeba připojit materiálové vztahy

$$D = e \cdot E, \quad B = \mu \cdot H, \quad J = s \cdot E \quad (9)$$

Dynamické řešení Maxwellových rovnic zahrnuje i vliv vířivých proudů a je zde vhodné použít spojitý vektorový potenciál

$$\nabla \times \mathbf{A} = \mathbf{B} \quad (10)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = J_v + \sigma \mathbf{E} = J_v - \sigma \cdot \partial \mathbf{A} / \partial t \quad (11)$$

takže
$$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \mu (J_v - \sigma \cdot \partial \mathbf{A} / \partial t) \quad (12)$$

V homogenních prostředích bez zdrojů platí pro skalární elektrický potenciál Laplaceova rovnice, zapsána v kartézské soustavě:

$$\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (13)$$

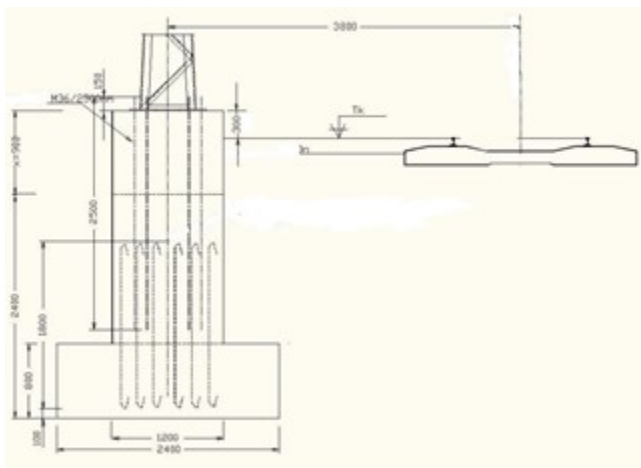
Při modelování proudových 3D stejnosměrných polí železniční trakce bylo využito duality stacionárního proudového pole s polem elektrostatickým nebo magnetostatickým.

7. Vytvoření modelu

Pro řešení byl zvolen program Comsol Multiphysics. Tento program umožňuje řešit fyzikální úlohy popsané parciálními diferenciálními rovnicemi metodou konečných prvků. Tyto úlohy jsou obecně řešené na základě definice prostředí, které jsou popsány parciálními diferenciálními rovnicemi a na okrajových podmínkách zadaných v bodech, na hranách nebo plochách daného modelu. Výsledky lze získat v několika krocích.

7.1 Popis zkoumané betonové patky trakčního stožáru

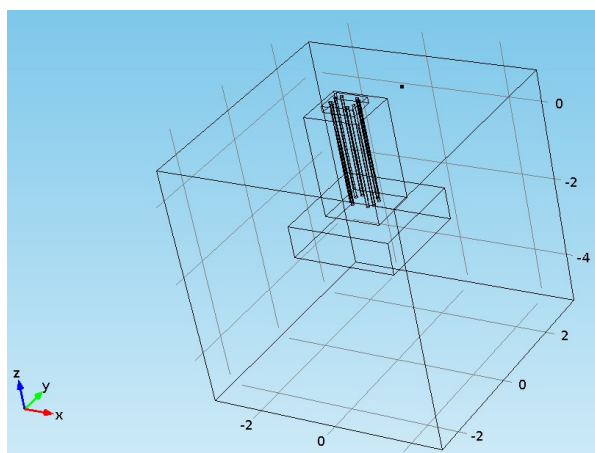
V tomto článku je znázorněno modelování v DC trakční soustavě 3 kV. Použit byl příhradový stožár z profilové oceli. Na konec stožáru je navařena ocelová deska s otvory pro svorníky, která je k patkovému základu HP připevněna pomocí svorníkového koše, zabetonovaného do patky stožáru. Půdorys betonové patky je na obr. 1. Modelováno byl pouze průřez průrazky. Tento jev nastane pouze při zapůsobení průrazky.

Obr. 1 - Řez betonového základu trakčního stožáru typu HP:


Betonový základ byl namodelován v COMSOL Multiphysic v AC/DC Module physic. Byla použita interface Electric Currents v modelu DC electric current flow in conductive media. Interface řeší běžné rovnice pro elektrický potenciál. 3D model počítal v cca 720 000 uzlech. Model řešené oblasti v 3D je na obr. 2 v pohledu, v němž je nejnázornější.

V modelu byly zvoleny vodivosti jednotlivých řešených podoblastí takto:

půda	$\sigma_s = 0,01 \text{ Sm}^{-1}$
beton	$\sigma_c = 1,5 \text{ Sm}^{-1}$
Ocel	$\sigma_e = 1,12 \cdot 10^7 \text{ Sm}^{-1}$

Obr. 2 - Model řešené oblasti:


Proudová hustota v kterémkoliv bodě lze vyjádřit ze znalostí intenzity elektrického pole v tomto bodě

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (14)$$

Příčemž mezi intenzitou elektrického pole \mathbf{E} a elektrickým potenciálem φ je jednoduchý vztah

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi \quad (15)$$

Kolem řešeného prostoru patky byla v různých vzdálenostech volena umělá hranice ve tvaru krychle s okrajovými podmínkami podle obr. 3. Na trakční podpěru, a tedy i na jeho přírubu a horní plochu svorníků byl přiložen DC potenciál proti zemi $\varphi = 50 - 200$ V. V případě, že se při přibližování umělé hranice již tvar pole neměnil, považovali jsme tuto hranici za umělou zemi s nulovým elektrickým potenciálem. Jako vzdálenou zemi s nulovým potenciálem jsem tedy uvažoval dno a boční strany krychle, která tvořila hranice řešené oblasti. Do oblasti vzduchu mimo zemi nevytéká proud, proto byla na horní straně krychle zvolena podmínka

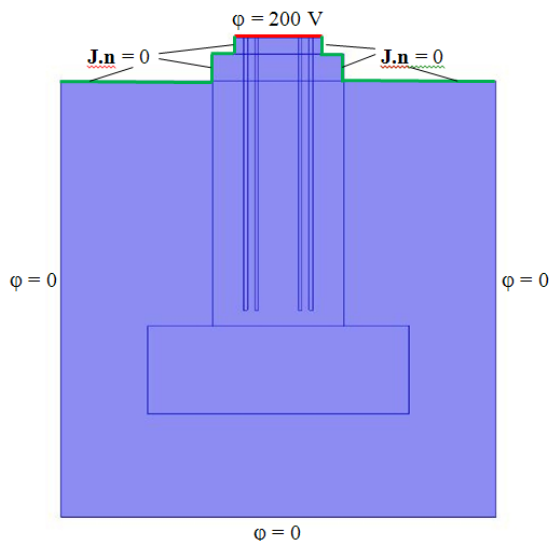
$$\mathbf{J} \cdot \mathbf{n} = 0 \quad (16)$$

tj. podmínka, že derivace vektoru elektrické intenzity ve směru normály k těmto stranám je rova nule

$$\sigma \cdot \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} = 0 \quad (17)$$

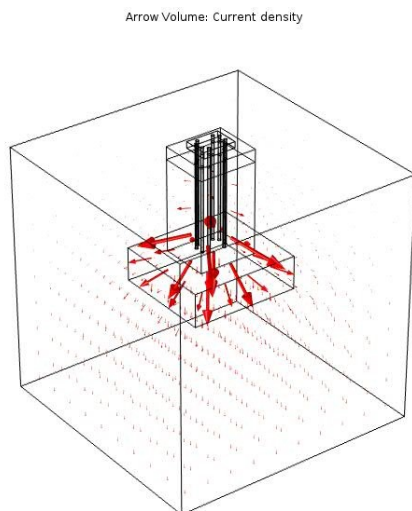
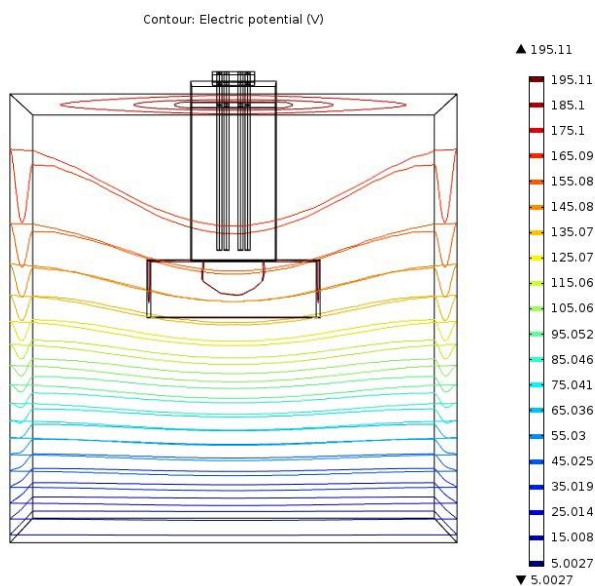
$$\sigma \frac{\partial \varphi}{\partial x} \mathbf{n} = 0 \quad \text{respektive} \quad \sigma \frac{\partial \varphi}{\partial y} \mathbf{n} = 0 \quad (18)$$

Obr. 3 - Okrajové podmínky:



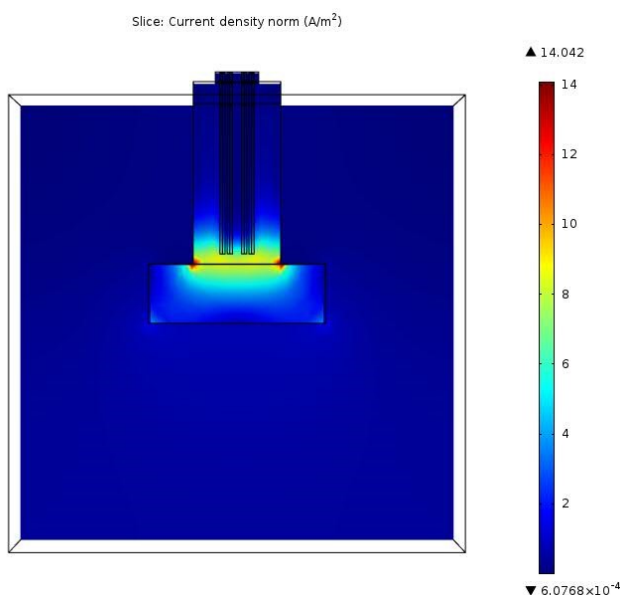
7.2 Výsledky simulace

Jak již bylo zmíněno výše, výsledek simulace je pouze při průrazu průrazky. Na horní přírubu svorníků byl postupně zadáván potenciál od 50V do 200V. Výsledné modely jsou vytvořeny pro největší možný teoretický potenciál proti zemi a to 200V.

Obr. 4 Vektory proudové hustoty v betonovém základu

Obr. 5 - Rozložení elektrického potenciálu:


Na obrázku 5 je znázorněno rozložení elektrického potenciálu v modelu. Na základové desce je elektrický potenciál 200V, spodní ploše modelu je přiřazna podmínka nulového elektrického potenciálu. Z obrázku je dále patrné, že elektrický potenciál není rozložen rovnoměrně do rovnoběžných ploch. V oblasti zájmu, tedy v oblasti změny rozměrů jsou potenciální plochy vanovitě prohnuty a nabývají hodnot od 190V do 120V. Pod tímto betonovým základem poté dochází k jejich rovnoměrnému rozložení do rovnoběžných potenciálních ploch.

Př i těchto hodnotách elektrického potenciálu nás samozřejmě zajímá především rozložení proudové hustoty v daném modelu. Rozložení proudové hustoty je znázorněno na obrázku 6.

Obr. 6 - Rozložení proudové hustoty:


Na obrázku jsou zobrazeny normálové hodnoty proudové hustoty. Tyto hodnoty jsou zobrazeny v řezu, který prochází středem modelu. Proudová hustota se ve větší části betonových základů pohybuje mezi 1 a 3 A/m². Nejkritičtější oblastí, v místech kde je největší proudová hustota, je změna rozměru betonového základu, kde je dosaženo hodnot mezi 8 až 10 A/m². Nejvyšší hodnoty jsou v rozích styku betonového základu, tady je však tato hodnota zkrácena. Důvodem je nedokonalé pokrytí sítě modelu v těchto bodech a zkrácené výpočty v jejich uzlech.

Pro lepší představu ještě na obr. 4 je uvedena proudová hustota zobrazená pomocí šipek. Čím větší mají šipky objem, tím větší je i hodnota proudové hustoty v daném místě. Za povšimnutí stojí nejen objem, ale také směr šipek a tedy směr proudové hustoty.

Přehledně jsou výsledky uvedeny v následující tabulce:

φ (V)	J_{krit} (A/m ²)	J_o (A/m ²)
10	0,45	0,1
20	0,9	0,2
50	2,2	0,4
100	4	0,95
200	8,5	2,2

φ - zadávaná hodnota elektrického potenciálu, v rozmezí od 10 do 200 V.

J_{krit} - hodnota normálové proudové hustoty v kritických bodech v okolí spojení betonových základů.

J_o - hodnota normálové proudové hustoty ve spodní části betonových základů, mimo kritickou oblast.

8. Závěr

Cílem bylo prokázat, zda proudová hustota a potažmo bludný proud prostupuje betonovým základem trakčního stožáru při průrazu průrazky. A v případě, že ano, jakých nabývá hodnot. V tomto případě se na trakční stožár, tedy I na svorníky v betonovém základu dostává zpětné napětí, které je v kolejnici. Provedl jsem několik simulací pro různé vstupní parametry, např. potenciál na základové desce se měnil v rozsahu 50V až 200V, měnil jsem I vodivost použitých materiálů. Modelováním bylo zjištěno, že betonové základy trakčních stožárů, které obsahují ostré hrany, jsou v místě těchto hran skutečně namáhány velkým proudem (proudovou hustotou). Především jsou namáhána místa styku ocelových svorníků a betonu.

Tato simulace byla počítána při maximální hodnotě elektrického potenciálu na kolejnici, například při průjezdu vlaku. Výsledné hodnoty dávají jistou představu o rozložení proudové hustoty a potažmo průchodu proudu uvnitř betonových základů. Simulované výsledky vyšly podle předpokladu, čím větší je hodnota elektrického potenciálu, tím větší je také hodnota normálové proudové hustoty.

Zamezení prostupu proudové hustoty se dá zabránit kontrolováním stavu průrazek. Tyto pravidelné kontroly provádějí udržující zaměstnanci Správy železnic. Druhý způsob je stavební úprava při betonáži základů HP, aby nevznikaly ostré rohy v zemině. Jeden ze způsobů je použití nekovových výstuží, které testují na ČVUT v Brně. Tyto kotvy mají elektroizolační schopnost. Vytvořený model je možné použít i při modelování (vyvíjení) vhodného betonu pro základy trakčních stožárů s velkým měrným odporem.

Literatura:

- [1]Paleček, "Vybrané kapitoly z problematiky elektrotechniky v dopravním inženýrství," Skripta, VŠB-TU Ostrava 1996.
- [2]L. Ivánek, "Modely a přenosové parametry pro šíření zpětných proudů v elektrické trakci," Habilitační práce, Ostrava 1998.
- [3]SŽ (ČD) SR 5/7 (S) - Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů.
- [4]TP 124: 2000 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací.
- [5]ČSN EN 13509:04 Měřicí postupy v katodické ochraně.
- [6]ČSN EN 50122-2 "Dražní zařízení - Pevná trakční zařízení - Část 2: Ochranná opatření proti účinkům bludných proudů, způsobených DC trakčními proudovými soustavami," v platném znění.

[7] Propagační materiál firmy Humusoft.

[8] ČSN 03 8374 - Zásady ochrany podzemních kovových zařízení.

[9] ČSN 03 8375 - Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi.

[10] ČSN 34 1500 - Elektrotechnické předpisy - předpisy pro trakční zařízení.

[11] Materiály VŠB Ostrava

Lektorovali:

Mgr. Josef Linek,

České dráhy, a.s.

Ing. Petr Zajíček,

Správa železnic, státní organizace

6. Představení vzájemných vazeb mezi vozidly s alternativními pohony, infrastrukturou a náklady

František Sládek¹³,
Petr Nachtigall¹⁴,
Martin Vojtek¹⁵

Klíčová slova

akumulátorová elektrická jednotka, alternativní pohon, elektrické hybridní vlaky, elektrizace železnic, vhodnost provozu vozidel s alternativními pohony

Keywords

Battery electric multiple unit, alternative propulsion, electric hybrid trains, electrification of railways, suitability for operation of vehicles with alternative drives

Anotace

Článek se zabývá analýzou technologie železničních vozidel s alternativními pohony (elektricko-akumulátorové, bimodální a vodíkové) a vztahem těchto vozidel k liniové elektrizaci. Případným rozšířením liniové elektrizace na železniční lince se nabízejí různé scénáře, jak naložit s existujícími vozidly s alternativními pohony na takovýchto linkách. Tyto scénáře jsou v článku popsány. V poslední části článku jsou rozebrány provozně-ekonomické aspekty akutrolejových jednotek na železniční lince společně s vyplývajícími požadavky na provozovatele dráhy.

Abstract

The article deals with the analysis of the technology of railway vehicles with alternative drives (electric-battery, bimodal and hydrogen) and their relation to line electrification. The possible extension of line electrification on a railway line offers different scenarios on how to deal with existing alternative propulsion vehicles on such lines. These scenarios are described in the paper. In the last part of the article, the operational and economic aspects of battery electric multiple units on the railway line are discussed together with the resulting requirements for the manager of infrastructure.

¹³ Ing. František Sládek, absolvent DFJP, v současnosti výzkumný pracovník v oblasti železniční dopravy v Centru dopravního výzkumu, v.v.i. v Brně

¹⁴ Ing. Petr Nachtigall, Ph.D., absolvent DFJP, vedoucí oddělení Logistických systémů a odborný asistent na katedře Technologie a řízení dopravy, DFJP, UPa,

¹⁵ Ing. Martin Vojtek, Ph.D., absolvent Žilinské Univerzity v Žiline, v současnosti odborný asistent na katedře Technologie a řízení dopravy, DFJP, UPa

1. Úvod

Udržitelná mobilita je téma, které v současnosti eskaluje naší společností. Jednou z možných cest k dosažení udržitelné mobility jsou vozidla s alternativními pohony (elektricko-akumulátorové, bimodální a vodíkové), která otevírají nové příležitosti k lepšímu využití obnovitelných zdrojů energie a snížení emisí. Další argument pro nasazení vozidel s alternativními pohony může být ekonomický. Nové technologie často přinášejí efektivnější řešení, které z hlediska dlouhodobých přínosů převáží zvýšené pořizovací náklady. Trend vývoje v zemích naší západních sousedů jednoznačně směřuje k většímu využívání alternativních pohonů. Je proto očekávatelné, že se tento trend dříve nebo později dotkne také české železnice. Na tuto změnu je potřeba se v tento moment minimálně v teoretické rovině připravovat.

Tento článek se zabývá vzájemnými vazbami mezi vozidly s alternativními pohony, infrastrukturou a náklady na jejich provoz a pořízení. Vozidla s alternativními pohony s sebou přinášejí také potřebu nových přístupů k vzájemné spolupráci mezi objednatelem, provozovatelem dráhy a dopravcem. Zmíněná potřeba nových přístupů je dána odlišnými technologickými vlastnostmi těchto vozidel od stávajících běžně rozšířených dieselových a elektrických vozidel.

2. Analýza technologií vozidel s alternativními pohony

V železniční osobní dopravě se v současné době nejčastěji hovoří o těchto typech vozidel s alternativními pohony:

- vozidlo trolej-dieselový motor (EDMU¹⁶ neboli BMU¹⁷),
- vozidlo trolej-akumulátor (BEMU¹⁸),
- vozidlo palivové články-akumulátor (HMU¹⁹).

2.1 Vozidla trolej-akumulátor

Vozidlo trolej/akumulátor je mezi odbornou veřejností nazýváno akutrolejové nebo také elektricko-akumulátorové vozidlo. Často se používá i laické pojmenování bateriový vlak. Akutrolejové vozidlo, které je zároveň řešeno jako jednotka, je v angličtině označováno jako battery electric multiple unit (zkráceně BEMU).

Pro jízdu po líniově elektrifikovaných tratích využívá vozidlo trolej/akumulátor za standardních okolností trakční energii z troleje. Během jízdy po elektrifikované trati lze dobít akumulátor pomocí trakční energie z troleje nebo pomocí rekuperační brzdy.

Při jízdě po neelektrifikované trati je využívána energie z akumulátoru. I při jízdě po neelektrifikované trati je možné dobít akumulátor pomocí rekuperační brzdy, což představuje důležitou energetickou úsporu zejména pro regionální

¹⁶ EDMU – electro-diesel multiple unit

¹⁷ BMU – bi-mode multiple unit

¹⁸ BEMU – battery electric multiple unit

¹⁹ HMU – hydrogen multiple unit

vlaky, které často zastavují. Benefitem vozidel trolej/akumulátor je také možnost statického nabíjení během stání vozidla v elektrifikované stanici.

Rychlost nabíjení akumulátoru závisí zejména na napájecí trakci. Během nabíjení statického (vozidlo není v pohybu) pod stejnosměrným napětím 3 kV existuje omezení maximálního proudu na 200 A kvůli riziku přepálení troleje, což značně prodlužuje dobu potřebnou k nabití akumulátoru. Nabíjení akumulátoru pod střídavým napětím je rychlejší, přesto nedosahuje rychlosti obnovení kilometrického dojezdu za čas jako tomu je u např. dieselových či vodíkových technologií.

Dojezdová schopnost vozidel na jedno nabití je při současném stavu technologií zhruba 100 km. Dojezdová vzdálenost závisí zejména na sklonových a rychlostních poměrech trati, svou roli hraje také zvolený jízdní styl strojvedoucího [1, 2].

2.2 Vozidla trolej-dieselový pohon

Tato vozidla bývají označována jako elektrická s přídavným dieselovým motorem. Jednotka s technologií trolej-dieselový motor je označována jako BMU (bi-mode multiple unit) neboli bimodální jednotka. Pro pojmenování toho typu vozidla lze použít i anglickou zkratku EDMU. Zkratka EDMU znamená electro-diesel multiple unit). Elektrické vozidlo s přídavným dieselovým motorem využívá na elektrifikovaných tratích trakční energii z trolejí. Na úsecích, které to umožňují, může vozidlo vracet energii z rekuperačního brzdění zpátky do troleje. Na neelektrifikovaných tratích je trakční energie získávána pomocí přídavného dieselového motoru. Vozidlo na neelektrifikovaných tratích nemůže rekuperovat. Výhodou tohoto typu vozidla je vysoký dojezd na jeden objem nádrže, který je v řádech stovek kilometrů až pár tisíců kilometrů. Dle názoru autorů se jedná o technologii s největšími dojezdovými schopnostmi mezi vozidly s alternativními pohony. Dvojitá technologie pohonu však s sebou nese úskalí zvýšení hmotnosti vozidla. Problémy vzbuzuje také náročná údržba dvou technologií pohonu a plány na odklon od dieselové trakce v Evropě v souvislosti s plněním Green deal [3, 4].

2.3 Vozidla palivové články-akumulátor

Vozidla s palivovými články, které využívají pro výrobu trakční elektrické energie vodík, jsou často označována jako vodíková vozidla. Jednotka, která využívá ve svých palivových článcích vodík, se v angličtině nazývá hydrogen multiple unit (dále také HMU). Vozidlo s palivovými články na vodík lze pojmenovat jako pojízdnou elektrárnu s elektromotorem využívající pro uložení energie palivo v podobě stlačeného vodíku. Na vozidle se nachází akumulátor pro pokrytí výkyvů ve spotřebě trakční energie, protože je žádoucí neměnný výkon palivových článků. Dobíjení akumulátoru může probíhat i při rekuperačním brzdění vlaku. Silnou stránkou těchto vozidel je vysoký dojezd na jedno doplnění paliva, který dosahuje až 1 000 km. Tato technologie je výhodná pro tratě, které nejsou ani částečně vybaveny linií elektrizací. Výhodou je konečný bezemisní provoz, který vypouští do svého okolí pouze vodu a teplo.

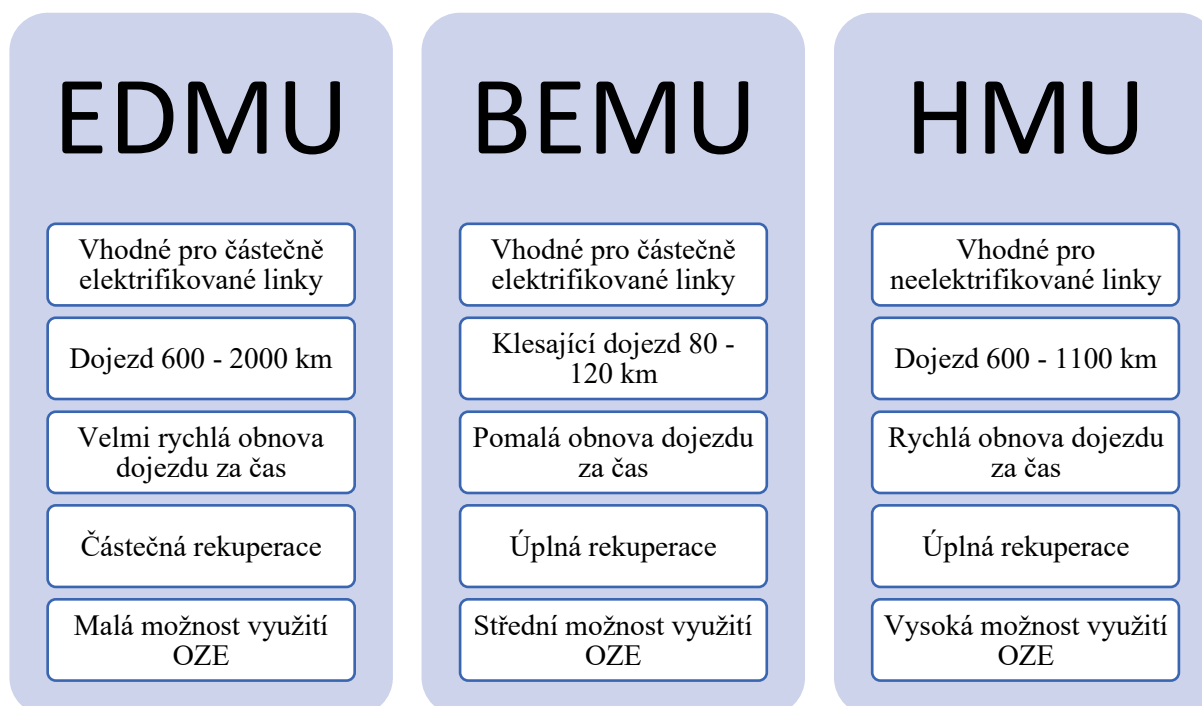
Účinnost energetického řetězce elektrina→vodík→elektrina je v rozmezí 30 – 40 %. Pro srovnání může posloužit účinnost stávajících přečerpávacích elektráren, která je přibližně 75 %. Z tohoto srovnání vycházejí lépe jiné způsoby uložení energie a následné využití nealternativních a alternativních pohonů. Ovšem za určitých okolností může převažovat výhoda vodíku v podobě vysokého dojezdu bez nutnosti budování liniové elektrizace a výhodného překlenutí časového rozdílu mezi výrobou a konečnou spotřebou vodíku na vlaku, což nahrává využití ekologických a časově nahodilých zdrojů energie (např. slunce, vítr). Ekonomické náklady na vybudování vodíkové plnicí stanice jsou vysoké, proto jejich síť nemůže být příliš hustá. Při požadavku na rychlé plnění vozidla jsou ekonomické náklady ještě vyšší. Umístění vodíkové plnicí stanice je zpravidla mimo nádraží [1, 2].

2.4 Shrnutí vlastností alternativních pohonů

Ze shrnující grafiky na obrázku 1 jsou patrné rozdíly mezi vlastnostmi jednotlivých technologií, které vedou k jiným vhodným provozním nasazením těchto technologií včetně využití obnovitelných zdrojů energie (dále jen OZE).

Obrázek 1

Grafické shrnutí vlastností jednotlivých vozidel s alternativními pohony:



Společným jmenovatelem všech zmíněných vozidel s alternativními pohony jsou vysoké investiční náklady na pořízení vozidla a také zvýšená hmotnost těchto technologií oproti běžným nehybridním elektrickým a dieselovým vozidlům.

3. Vztah mezi liniovou elektrizací a vozidly s alternativními pohony

Vozidla akutrolejová a vozidla s palivovými články umožňují oddělit místa a čas odběru elektrické energie od její konečné spotřeby. Tradiční vnímání vztahu liniové elektrizace a nehybridních elektrických vozidel, kde se místo a čas odběru nerozlišuje od místa a času spotřeby, je kvůli existenci vozidel s rozsáhlou možností uložení energie na vlaku rozdílné.

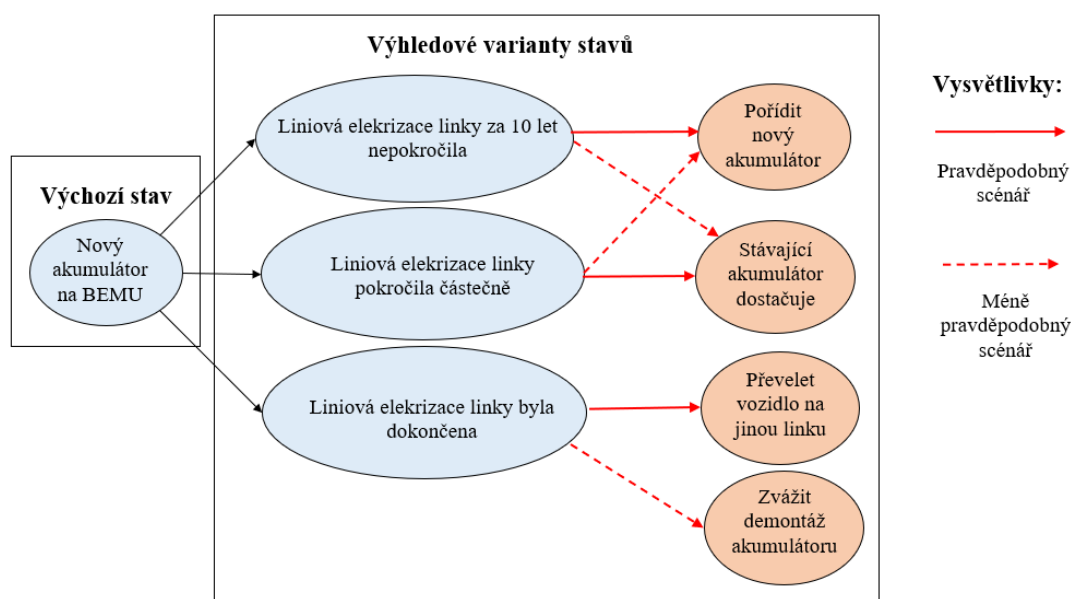
3.1 Vztah liniové elektrizace a vozidel akutrolejových

Není vhodné vnímat liniovou elektrizaci jako přímého konkurenta vozidel trolej-akumulátor. V mnohých případech dochází při využití zmíněných vozidel a liniové elektrizace ke vzniku synergií. Tyto synergie lze pojmenovat jako:

- pokračující liniová elektrizace zkracuje vozební ramena bez elektrizace, a tím snižuje nároky na dojezd akumulátorových vozidel a také vytváří další místa, kde lze akumulátorová vozidla nabíjet;
- vozidla trolej-akumulátor zhodnocují investice do liniové elektrizace tím, že napájí nejen vlaky na příslušné trati, ale i vlaky na okolních tratích bez liniové elektrizace.

Kapacita akumulátoru klesá v závislosti na uskutečněném počtu nabíjecích cyklů. Po významném poklesu kapacity akumulátoru na lince s akutrolejovými vozidly nastává čas ke zvážení nemalé investice do obnovy akumulátoru. V závislosti na případném postupu liniové elektrizace existují různé scénáře, které popisují postup při úvaze o obnově, ponechání či demontáži akumulátoru na vozidle. Scénáře životního cyklu akumulátorů na vozidle BEMU vykreslují autoři na obrázku 2.

Obrázek 2 – Životní cyklus akumulátorů v závislosti na liniové elektrizaci:



Z obrázku 2 je patrné, že synergie mezi pokračující výstavbou liniové elektrizace a akutrolejovými vozidly jsou značné. Velkou výhodou je rychlost možné změny konfigurace na straně vozidla, protože obnova akumulátoru či jeho demontáž není technicky ani časově náročná [1, 2].

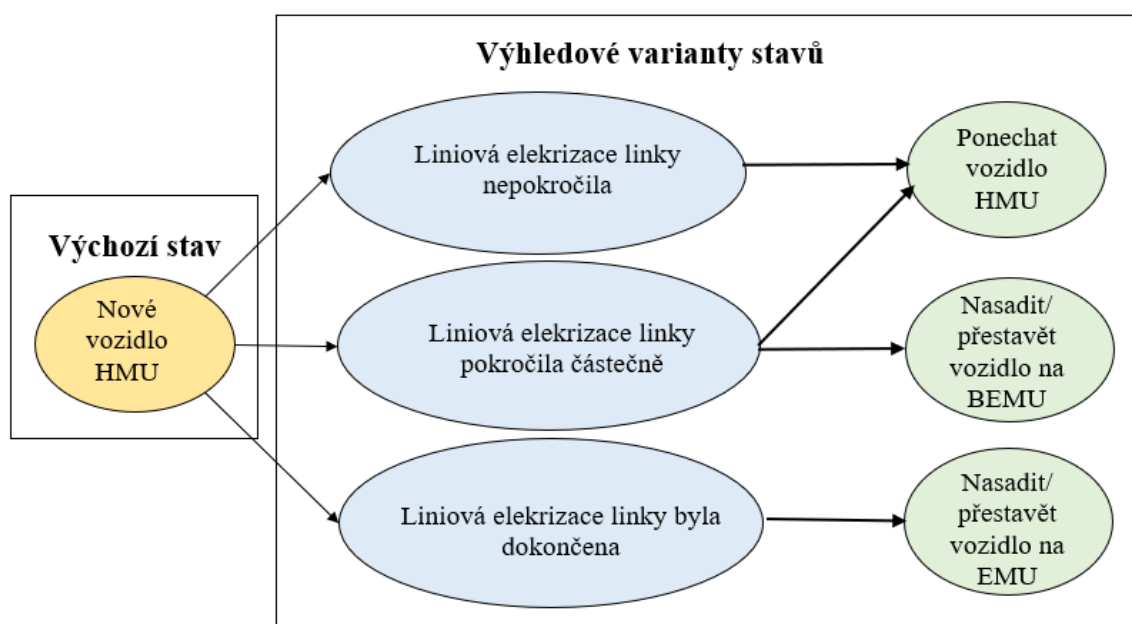
3.2 Vztah liniové elektrizace a vozidel trolej-diesel

Možnou synergii liniové elektrizace a vozidel trolej-dieselový motor umožňuje prodloužení liniové elektrizace na větší část linky, což zkracuje vozební ramena bez elektrizace. Důsledek takovéto elektrizace je potenciální úspora nákladů dopravce za trakční a netrakční energii. Výše či samotná existence úspory v elektrické trakci závisí na tržních faktorech (zejména cena nafty a trakční elektřiny). Varianty potenciální přestavby (např. demontáž dieselového motoru, doplnění akumulátoru) tohoto vozidla nejsou tak pružné a smysluplné jako u vozidel akutrolejových.

3.3 Vztah liniové elektrizace a vozidel palivové články-akumulátor

Jelikož je vozidlo s palivovými články ze své podstaty mobilní elektrárna, nedává z tohoto úhlu pohledu přílišný smysl řešit synergie s již vybudovaným trakčním vedením. Pokud bude linka liniově elektrifikována, nabízí se možnost přestavby vodíkového vozidla na BEMU či EMU. Schéma možných scénářů výhledových variant stavů vozidel HMU v závislosti na liniové elektrizaci linky je zobrazeno na obrázku 3 [1, 2].

Obrázek 3 - Výhledové varianty stavů vodíkových vozidel v závislosti na elektrizaci:



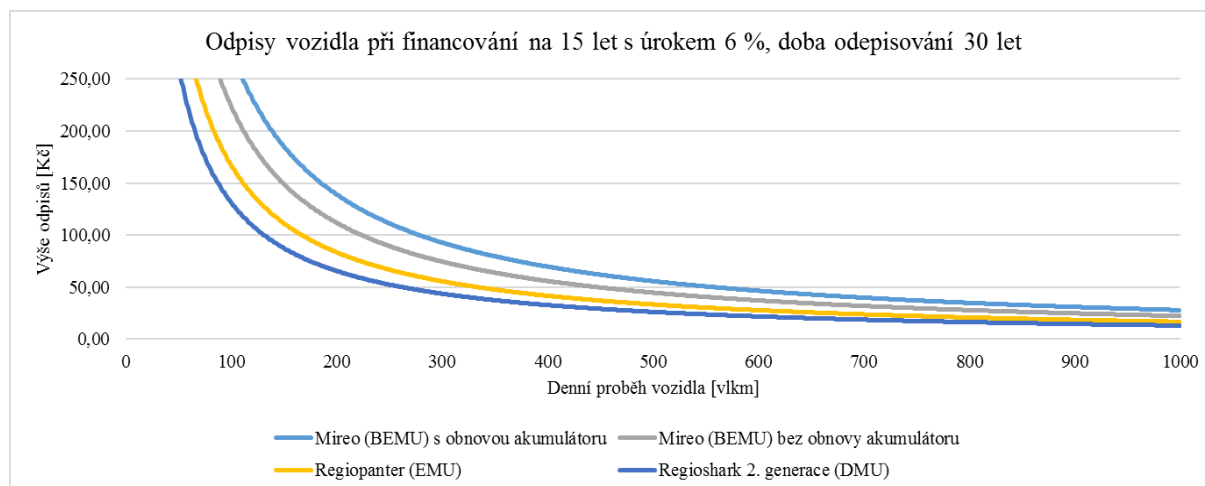
4. Provozně-ekonomické vlastnosti akutrolejových vozidel a infrastruktury

Rychlost rozšíření akutrolejových vozidel v České republice závisí do určité míry na jejich nákladech. Tato kapitola se popisuje některé vztahy akutrolejových vozidel, infrastruktury a nákladů.

4.1 Pořizovací cena vozidla

Mezi důležitý provozně-ekonomický aspekt vozidla patří jeho pořizovací cena. Vzhledem k tomu, že většina železničních vozidel v ČR je pořizována pro provoz pro určitého objednatele, má pořizovací cena vysoký podíl na výsledné výši kompenzace, kterou objednatel dopravci platí za ujetý kilometr. Náklady odpisů na vlakový kilometr na druhou stranu příznivě ovlivňuje vysoký denní proběh vozidel. Ilustrační vztah denního proběhu vozidel a nákladů na odpisy je zobrazen na obrázku 4, kde jsou veškerá zmíněná nová vozidla již vybavena mobilní částí ETCS.

Obrázek 4 – Náklady na odpisy vozidla v závislosti na denním proběhu [5, 6, 7]:

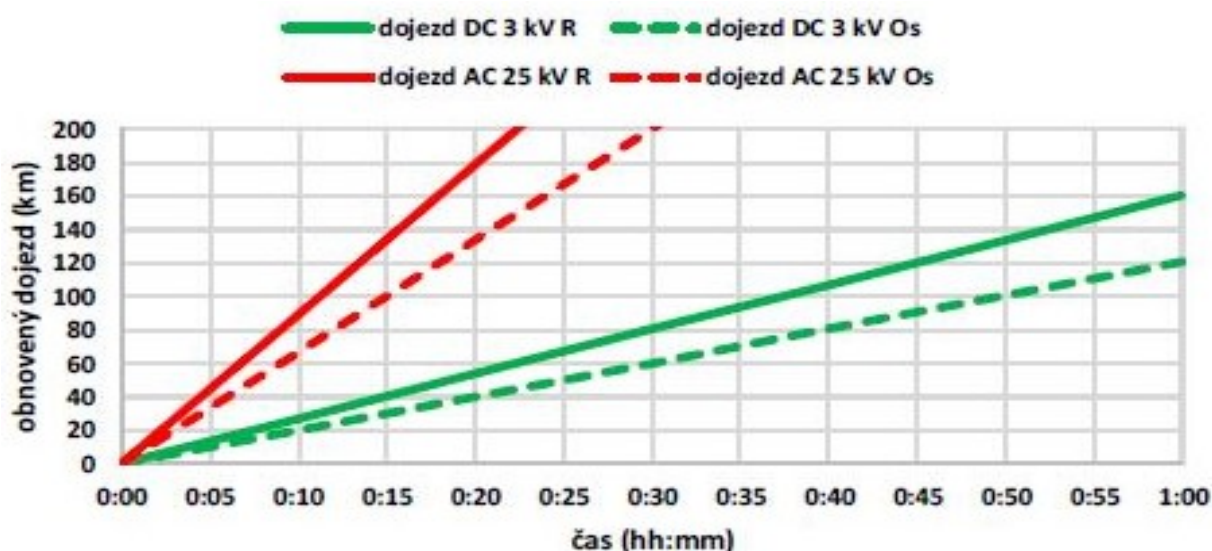


Z obrázku je patrný zvláštní důraz na vysoký denní proběh drahých vozidel akutrolejových vozidel (BEMU). V případě vysokého denního proběhu těchto vozidel dojde k umenšení vysokého rozdílu pořizovacích cen vozidel běžně rozšířených a akutrolejových. Požadovanou vysokou hodnotu denního proběhu lze dosáhnout zejména nasazováním vozidel na tratích s vysokou traťovou rychlostí a efektivní tvorbou oběhů vozidel. Naopak není žádoucí prodlužovat dobu obratu nebo zvyšovat potřebný počet vozidel na lince kvůli potřebě nabíjení akumulátoru. Z pohledu matematického vyjádření obrázku 4 je patrné, že zvyšování denního proběhu je smysluplné až k hodnotě 700 km za den. Pak se již jednotková změna nákladů při vyšším proběhu tolik neprojeví. Také tyto hodnoty je možné předem s objednatelem modelovat a ukázat, jaká technologie bude vyžadovat jakou kompenzaci.

4.2 Nabíjecí parametry linky

Rychlost nabíjení akumulátoru závisí na typu trakční napájecí soustavy. Daleko lepší podmínky pro nabíjení akutrolejového vozidla nabízí střídavá napájecí soustava 25 kV 50 Hz. Limitujícím faktorem nabíjení akumulátoru je výkon troleje, maximální nabíjecí výkon daného akumulátoru a legislativní omezení odběru z troleje z důvodu rizika přepálení troleje. Z obrázku 5 je možné říct, že přepnutí trakční soustavy ČR na 25 kV AC může významně přispět k vyšší efektivitě vozidel BEMU, neboť nabíjení bude mnohem rychlejší a provozně neproduktivní čas strávený nabíjením kratší.

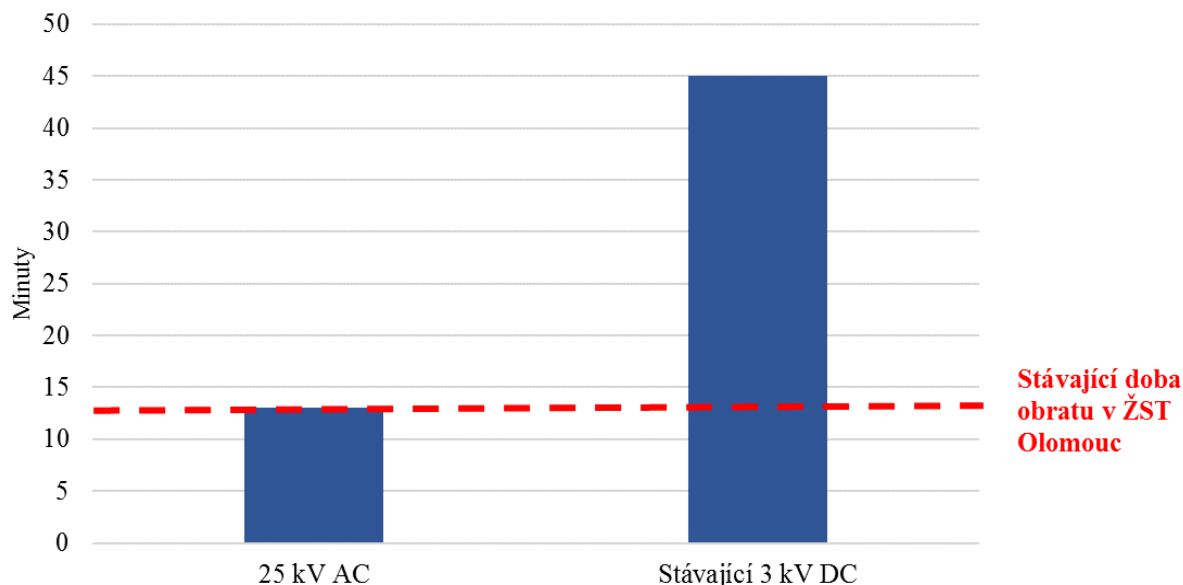
Obrázek 5 – Limitní možnosti nabíjení stojícího vozidla o hmotnosti 100 tun přes sběrač z trakčního vedení [1]:



Jelikož je nabíjení akumulátoru zejména stojícího vozidla pod stejnosměrnou napájecí soustavou velmi pomalé, je potřeba brát tento fakt na vědomí při návrhu jízdního řádu a oběhů vozidel. Posuzování nabíjecích parametrů linky je potřeba řešit pro konkrétní linku a konkrétní jízdní řád. Jako příklad konkrétního řešení problému nabíjení byla v literatuře [8] zvolena linka R27 Ostrava – Krnov – Olomouc. Autor vycházel ze skutečného jízdního řádu včetně uvažování sklonových a směrových poměrů. V rámci návrhu řešení diplomové práce bylo uvažováno s doposud nerealizovanou elektrifikací Krnov – Opava, čímž by se délka neelektrifikované části linky zkrátila na délku přibližně 90 km a umožnila tak stávající generaci akutrolejových vozidel překonat celou neelektrifikovanou délku tratě, protože stávající vozidla ještě neumí celý neelektrifikovaný úsek překonat s dostatečnou provozní stabilitou. Současné (dle jízdního řádu v roce 2021) přibližně 13 minutové obraty vozidla na stávající stejnosměrné 3 kV trakční napájecí soustavě nestačí ke statickému obnově dojezdu 90 km ve stanici Olomouc hl.n. pro jízdu vozidla zpět do stanice Krnov. V případě přepnutí stanice Olomouc hl.n. na střídavou napájecí soustavu 25 kV

50 Hz již lze dostatečně dobít akumulátor pro jízdu zpět, ale tato doba v obrátové stanici neposkytuje prostor pro likvidaci obrátového zpoždění, jak ukazuje obrázek 6. Pokud by tedy vzniklo při cestě do Olomouce provozní zpoždění, tak vzhledem k nutnosti dobít akumulátoru by se toto zpoždění přeneslo i do opačného směru.

Obrázek 6 - Doba trvání obrátového dobíjení v ŽST Olomouc:



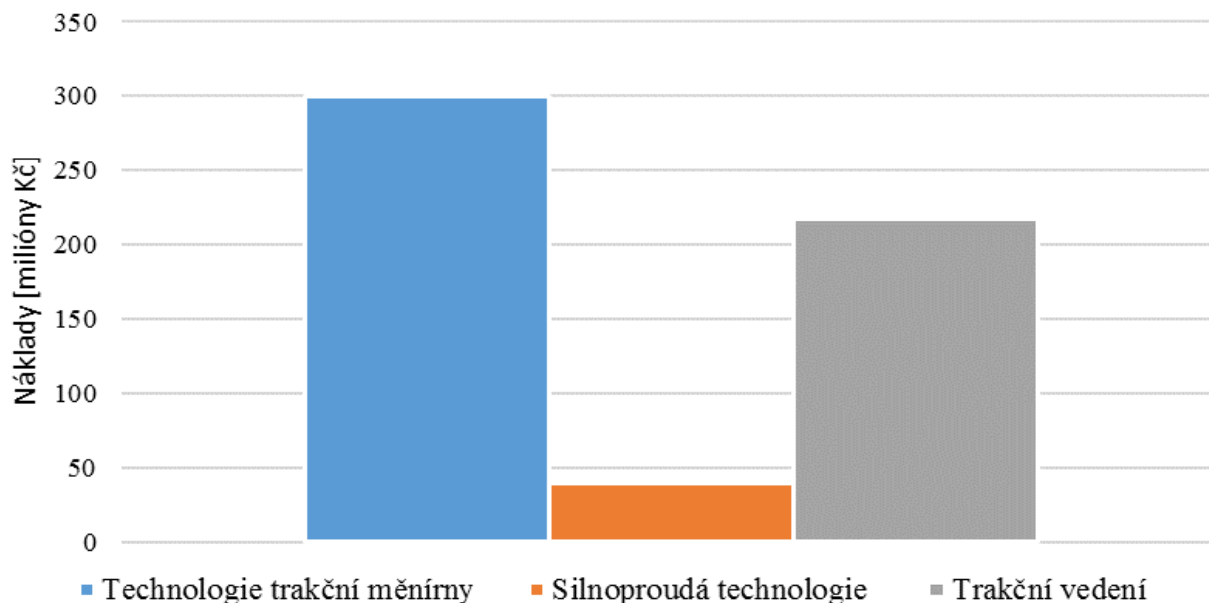
Řešení pro realizaci akutrolejových vozidel na lince R27, tak spočívá nejen v dobudování elektrizace na úseku Krnov – Opava (případně vyčkání na existenci vozidel s dostatečně kapacitním akumulátorem), ale také v přepnutí ŽST Olomouc hl.n. do střídavé napájecí soustavy. Navíc je pro zachování stability jízdního řádu nutná úprava stávající délky obrátu soupravy linky R27 ve stanici Olomouc hl.n.

4.3 Srovnání nákladů s liniovou elektrizací

Častou rozhodovací paralýzou na straně objednatele může být zvažování zavedení akutrolejového provozu nebo liniové elektrizace celé linky. V této souvislosti je nutné podotknout, že důležitým parametrem, který rozhoduje o ekonomické opodstatněnosti výsledného řešení, jsou náklady na výstavbu liniové elektrizace. Tyto náklady do značné míry souvisí se způsobem výstavby liniové elektrizace. Pokud je k dispozici dostatečný výkon existující trakční napájecí stanice nebo trakční měnirny v blízkosti úseku s plánovanou elektrifikací, lze provést celou elektrifikaci úseku pouze za cenu trakčního vedení a silnoproudé technologie. V případě, že výkon stávající trakční napájecí stanice a trakční měnirny nedostačuje, výstavba nové trakční měnirny nebo trakční napájecí stanice značně prodražuje náklady na vybudování liniové elektrizace. Ve vybraném příkladu na obrázku 7 ze Studie proveditelnosti Beskydy [9] je zobrazen plán na novou trakční měnirny na úseku Štramberk-Sedlnice. Ačkoli se

jedná o stupeň přípravné dokumentace, který má vyšší známky zkreslení, už v této fázi je patrné, že výstavba nové měnirny náklady na elektrifikaci pro vybraný příklad přibližně zdvojnásobuje.

Obrázek 7 - Skladba nákladů na liniovou elektrizaci na úseku Sedlnice – Studénka:



Pro správnou odpověď na otázku vhodné technologie na lince je důležitá role provozovatele dráhy, který může diskuzí s objednatelem dopravy získat informace o plánech na případné využití vozidel s alternativním pohonem. Pokud objednatel vyjádří svůj zájem na provozování akutrolejových vozidel nebo bimotoálních vozidel, je na straně provozovatele dráhy žádoucí uvažovat nad vyššími odběry z trakční napájecí soustavy. Odběr trakční energie z trakčního vedení vozidly z dříve dieselových linek navíc zvýší ekonomickou opodstatněnost trakční napájecí soustavy na stávajících a potenciálně nově elektrizovaných úsecích. S touto okolností je potřeba počítat při zadávání studií proveditelnosti elektrifikace nových či dokonce již řešených úseků a také parametrizaci trakční napájecí soustavy.

5. Závěr

V článku byly popsány specifické vlastnosti vozidel s alternativními pohony ve vztahu k liniové elektrizaci a nákladům, které mohly přinést nový úhel pohledu na spolupráci objednatele dopravy, provozovatele dráhy a dopravce. Mezi zásadní zjištění patří zvýšená potřeba vzájemné spolupráce mezi objednatelem a provozovatelem dráhy o případných plánovaných vozidlech s alternativními pohony, jelikož nasazení vozidel akutrolejových a bimotoálních příznivě ovlivňuje vnitřní výnosové procento liniové elektrifikace a může mít rozhodující dopad na minulá a budoucí strategická rozhodnutí o vybudování liniové elektrizace. Z hlediska pružnosti reakce na částečné nebo úplné dokončení liniové elektrizace na lince mají navrch vozidla BEMU, proto je jejich nasazení na

linky s plánovanou výstavbou liniové elektrizace pravděpodobně tím nejlepším řešením. Při rozhodovací analýze mezi akutrolejovými vozidly nebo liniovou elektrizací celé linky je důležité přihlédnout k nabíjecím parametrům linky pro konkrétní jízdní řád, tak aby nedocházelo ke zpoždění způsobené nabíjením akumulátoru. Pomalé nabíjení akumulátoru na stejnosměrné napájecí trakci 3 kV má velmi omezující vlastnosti pro konstrukci smysluplného jízdního řádu a oběhů.

Při prověřování možnosti akutrolejových vozidel na lince R27 Olomouc-Krnov-Ostrava byly zjištěny četné překážky v zavedení této technologie. První překážka spočívá v nedostatečné kapacitě stávajících akumulátorů na vozidlech pro dostatečnou provozní spolehlivost. Překonání této překážky je možné dosáhnout liniovou elektrizací úseku Opava-Krnov nebo vyčkáním na dokončení vývoje kapacitnějších akumulátorů na vozidlech. Další překážkou na této lince je stávající stejnosměrný 3 kV napájecí systém, který nedokáže poskytnout dostatečný nabíjecí výkon pro potřebné rychlé obrátové nabíjení akumulátoru. Jako vhodné řešení pomalého nabíjení se nabízí plánované přepnutí stanice Olomouc hl.n. na systém 25 kV 50 Hz. Zřejmě i po přepnutí stanice Olomouc hl.n. by docházelo k přenosu obrátového zpoždění kvůli nulové časové rezervě na nabití akumulátoru, proto by mělo dojít k drobnému prodloužení obrátového pobytu ve stanici Olomouc hl.n. díky úpravě jízdního řádu.

Literatura a informační zdroje:

- [1] POHL, Jiří. Dekarbonizace železniční osobní dopravy koordinovanou kombinací liniového, akumulátorového a vodíkového napájení vozidel. 2019
- [2] POHL, Jiří. Elektronická komunikace. 2021
- [3] HOMOLKA, Pavel. Možnosti využití BEMU v podmínkách České republiky [online]. 2020 [cit. 2021-10-06]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
- [4] DOBELL, Malcolm. Bi-mode trains: Unlocking opportunity? [online]. [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <https://www.railengineer.co.uk/bi-mode-trains-unlocking-opportunity/>
- [5] Tiskové zprávy ČD: Dnes podepsáno! ČD nakupují nové vlaky do regionů [online]. [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/-31805/>
- [6] PROKŠOVÁ, Lenka. Do Varů jezdí z Plzně čtyři nové vlaky, jsou bezbariérové a tiché [online]. 2021 [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: https://plzensky.denik.cz/zpravy_region/podivejte-se-do-varu-jezdi-z-plzne-ctyri-nove-vlaky-jsou-bezbarierove-a-tiche-20.html
- [7] KESSLER, Markus. 14-Tonnen-Akku statt Diesel: ÖBB testen Öko-Zug ab 2019 [online]. [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <https://futurezone.at/b2b/14-tonnen-akku-statt-diesel-oebb-testen-oeko-zug-ab-2019/400114013>
- [8] SLÁDEK, František. Posouzení vhodnosti provozu elektrických hybridních vlaků na vybraných linkách v ČR. <https://dk.upce.cz/handle/10195/78033>. Diplomová práce. Dopravní fakulta Jana Pernera v Pardubicích. Vedoucí práce Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.

[9] SUDOP BRNO, SPOL S.R.O., DOPRAVNÍ PROJEKTOVÁNÍ, SPOL. S.R.O. a AF – CITYPLAN LTD. Studie proveditelnosti Beskydy. 2016.

Lektorovali:

Ing. Jiří Cigánek, MBA,

Technická univerzita Ostrava

Ing. Leoš Procházka,

Správa železnic, státní organizace