

Vědeckotechnický sborník

Správy železnic, státní organizace

č. 10/2024

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. Optimální parametry úprav železničních tratí Autoři: Marin Jacura, Lukáš Týfa, David Vodák	3
2. Koralmská dráha – jeden z největších projektů, který se v současnosti realizuje v rámci rozšíření rakouské železniční sítě Autor: Herbert Seelman	12
3. Veřejné zakázky Autor: Karel Marek	35
4. Vlakotramvaje - dočkáme se tentokrát? Autoři: Pavel Drdla, Vít Čepický, Roman Štěrba	62
5 Bezpečnostní aspekty dobíjení elektromobilů u stanic a zastávek Autoři: Jiří Cigánek, Roman Štěrba	85
6. Měření dlouhodobých dotykových napětí dle normy ČSN EN 50122-1 ed. 3 pro účely posouzení podle TSI ENE Autor: Lukáš Mihál	93
7. Historie napájecího jednofázového systému 50 Hz v Československu a ve světě ve čtyřicátých až padesátých letech pohledem dobových odborných textů (první díl) Autor: Martin Boháč	102
8. Shrnutí výstupů projektu „Nová mobilita-vysokorychlostní dopravní systémy a dopravní chování populace“ Autoři: František Stellner, Martin Kvizda, Tomáš Nigrin, Vilém Pařil	139

1. Optimální parametry úprav železničních tratí

Marin Jacura¹,

Lukáš Týfa²,

David Vodák³

Anotace

Předmětem článku je nastínění myšlenkového postupu a definice základních předpokladů pro vytvoření funkčního modelovacího nástroje, který umožní správné dimenzování parametrů úprav železniční infrastruktury. Záměrem je tedy nalezení takové skladby parametrů, která bude odpovídat významu spojnice dvou předmětných bodů, a požadavkům, které jsou na infrastrukturu kladeny.

Abstract

The aim of this article is to find a path to the best algorithm for Establishment of ideal parameters of railway lines reconstructions that means to find the best group of parameters, which are going to fit the needs of individual connection.

Klíčová slova

Železniční trať, parametry, modernizace, optimalizace, studie proveditelnosti, dopravní modelování, přepravní prognóza.

Keywords

Railway line, parameters, modernization, optimisation, feasibility study, transport modelling, transport prognosis

¹ Ing. Martin Jacura, Ph.D., nar. 1979, absolvent a zaměstnanec ČVUT v Praze Fakulty dopravní, spolupracovník UPa Dopravní fakulty Jana Pernera, disertace v oboru Dopravní systémy a technika, specializace železniční stanice, železniční provoz, dopravní obslužnost, v současnosti vedoucí Katedry dopravního inženýrství a dopravního plánování ČVUT FD

² doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D., nar. 1978, absolvent a zaměstnanec ČVUT v Praze Fakulty dopravní, habilitace v oboru Dopravní systémy a technika, v současnosti pedagog Katedry dopravního inženýrství a dopravního plánování; specializace na vysokorychlostní železniční dopravu, dopravní obsluhu území, geometrické parametry železniční koleje; <https://www.linkedin.com/in/lukas-tyfa>

³ Ing. David Vodák, Ph.D., nar. 1991, absolvent a zaměstnanec ČVUT v Praze Fakulty dopravní, zaměstnanec Správy železnic, státní organizace, disertace v oboru Dopravní systémy a technika, v současnosti vědecký pracovník Katedry dopravního inženýrství a dopravního plánování a projektový manažer na Stavební správě západ

1. Úvod

Předmětem článku je nastínění myšlenkového postupu a definice základních předpokladů pro vytvoření funkčního modelovacího nástroje, který umožní správné dimenzování parametrů úprav železniční infrastruktury. Záměrem je tedy nalezení takové skladby parametrů, která bude odpovídat významu spojnice dvou předmětných bodů, a požadavkům, které jsou na infrastrukturu kladeny.

Tuto velmi komplexní problematiku lze vědecky zkoumat z několika různých hledisek. Samostatným odvětvím je otázka nalezení vhodné míry vložených investičních prostředků do zkoumaného spojení tak, aby bylo dosaženo požadovaných parametrů z hlediska kvality (jízdní doba vlaků) a kvantity (kapacita – propustnost).

V současné době je nejvíce využívaným nástrojem pro stanovení optimálních parametrů železničních tratí studie proveditelnosti. V rámci tohoto stupně projektové dokumentace pro přípravu stavby železniční infrastruktury je zpracován návrh dopravní technologie, technického řešení a je provedena přepravní prognóza. Návrh je vždy řešen v několika variantách. Vějíř variant je následně posuzován ekonomickým hodnocením. Základním principem je nalezení varianty, jejíž investiční náklady jsou dostatečně vyváženy přínosy. Varianta s nejlepším poměrem nákladů a přínosů bývá pak zpravidla variantou vítěznou.

Důležitou součástí celého procesu je již zmíněná přepravní prognóza. Jedním z jejích hlavních výstupů jsou výhledové počty cestujících, včetně tzv. převedených cestujících, tedy cestujících, kteří železniční dopravu dříve nevyužívali, ale na základě ztraktivnění železnice v důsledku navrhovaných úprav se rozhodnou pro změnu dopravního prostředku. Jádrem přepravní prognózy je dopravní model, který v sobě zahrnuje výpočtový aparát, jehož pomocí je ze zadaných vstupů simulován vývoj počtu cestujících. Je tedy předpokládán vztah mezi infrastrukturními úpravami, respektive jejich parametry, a trendem v počtech cestujících.

Pro úplnost je nezbytné uvést i fakt, že osobní doprava není jediným druhem dopravy, který je na naší síti provozován a který ovlivňuje zmíněný proces nastavování parametrů, neboť i nákladní doprava je velmi důležitým segmentem železniční dopravy. Nákladní doprava a infrastruktura pro nákladní dopravu tvoří samostatnou problematiku, která nebude, s ohledem na výše definovaný záměr popsat vztah mezi počtem cestujících a úpravami infrastruktury, v rámci tohoto článku řešena.

2. Hlavní parametry železniční dopravní cesty

Hlavní parametry železniční dopravní cesty z pohledu jejich možných úprav můžeme rozdělit do následujících skupin:

- trasování,
- počet traťových kolejí/četnost dopraven na daném traťovém úseku,
- konstrukce železniční trati,
- technologické a řídicí systémy.

Trasování železniční trati je zásadním parametrem všech větších úprav železniční infrastruktury. Tento parametr má rozhodující vliv na výslednou traťovou rychlost.

Rozlišujeme tři základní druhy úprav: novostavba, kombinace přeložek a stávající stopy, vedení čistě ve stávající stopě.

Počet traťových kolejí a četnost dopraven mají významný vliv na kapacitu železniční dopravní cesty. Nepřímo také ovlivňují výslednou cestovní dobu.

Konstrukce železniční trati v sobě zahrnuje zejména železniční svršek a spodek. V případě úprav se rozlišuje jednak míra obnovy/výměny (sanace/výměna nejkritičtějších míst, sanace/výměna ucelených úseků, komplexní obnova), a také parametry výsledné konstrukce (zejména s vazbou na výslednou traťovou rychlost).

Mezi řídicí systémy řadíme zejména sdělovací a zabezpečovací zařízení, která úzce souvisí s výslednou kapacitou a bezpečností. U zabezpečovacího zařízení je důležitá vazba na traťovou rychlost.

Problematika návrhových parametrů železničních staveb je v současné době řešena zejména v interních předpisech a směrnících Správy železnic, státní organizace, českých technických normách, technických normách železnic a předpisech a vzorových listech. Ve smyslu těchto dokumentů lze železniční infrastrukturu rozdělit do následujících skupin:

- celostátní dráha zařazená do sítě TEN-T,
- celostátní dráha nezařazená do sítě TEN-T,
- regionální dráhy.

V souladu s příslušným dokumentem je každé skupině přiřazen postup při určování rozsahu a úrovně rekonstrukčních úprav.

2.1. Celostátní tratě zařazené do systému TEN-T

Rekonstrukci železničních tratí patřících do této skupiny lze provádět zejména dvěma způsoby: modernizací tratě a uvedením tratě do optimalizovaného stavu (dále jen „optimalizace“).

*„**Modernizace** je souhrn opatření, která umožňují na dané trati zvýšení největší traťové rychlosti do 160 km/h včetně (s případnou stavební připraveností na rychlost vyšší, pokud se neúměrně nezvyšují investiční náklady), dosažení požadované třídy zatížení, dosažení požadované prostorové průchodnosti a provoz jednotek s naklápěcími skříněmi. ... Modernizace tratě zahrnuje termínově provázaná stavební opatření typu rekonstrukcí, přeložek a novostaveb na souvislém úseku tratě.“ [1 – s. 5]*

*„**Optimalizace** je souhrn opatření, která umožňují na dané trati zpravidla na stávajícím zemním tělese dosažení požadované třídy zatížení, dosažení požadované prostorové průchodnosti, odstranění lokálních omezení traťové rychlosti a případně též provoz jednotek s naklápěcími skříněmi.“ [1 – s. 5]*

Nutno však podotknout, že v praxi často dochází k prolínání obou možností. Mnohdy se v rámci některých optimalizací provádí razantnější úpravy než u některých modernizací. Obecně však lze říci, že výše uvedené dělení ve většině případů platí.

2.2. Celostátní dráhy nezařazené do systému TEN-T

U tratí této skupiny nenalezneme tak striktní rozdělení a popis úprav, jako u předchozí skupiny. Míra úprav infrastruktury je vždy dána místními podmínkami, pozicí daného úseku v širším koncepčním rámci a dopravně-technologickým posouzením.

2.3. Regionální dráhy

Obdobně jako u předchozí skupiny nejsou možné úpravy striktně kategorizovány. Mezi základní cíle rekonstrukcí regionálních drah patří zejména:

- „zvýšení bezpečnosti provozu,
- zvýšení bezpečnosti pohybu cestujících v kolejištích,
- zajištění technického stavu infrastruktury podle požadavků platných předpisů,
- minimalizace nákladů na zajištění provozuschopnosti železniční dopravní cesty,
- minimalizace nákladů na provozování železniční dopravní cesty,
- zvýšení cestovní rychlosti.“ [3 – s. 7]

Rekonstrukce regionálních drah často probíhá formou tzv. **revitalizací**. Jedná se o souhrn úprav, které zpravidla zahrnují:

- výměnu ucelených úseků železničního svršku,
- lokální sanace železničního spodku s úpravou dotčených staveb železničního spodku,
- opravy dopravních a přepravních stanišť (s důrazem na zřízení bezbariérového přístupu),
- modernizaci řídicích systémů s důrazem na aplikaci dálkového řízení.

Přesný obsah těchto rekonstrukcí nelze stanovit, neboť vždy vychází z místních podmínek.

3. Dopravní modelování

Jak bylo zmíněno v úvodní kapitole – nedílnou součástí návrhu úprav železniční infrastruktury je přepravní prognóza, která v sobě skrývá dopravní model, pomocí něhož je modelován výhledový rozsah poptávky po přepravě a další veličiny, které souhrnně popisují budoucí přepravní vztahy ve zkoumané oblasti, zejména ve vztahu k předmětné infrastruktuře, respektive zamýšleným úpravám předmětné infrastruktury.

Mezi nejrozšířenější modely patří LOGIT model a čtyřfázový dopravní model.

3.1. LOGIT Model

LOGIT model je velmi častou metodou využívanou v teorii volby. V podmínkách ČR bývá rovněž označován jako logistický model. [4] [5]

Výstupem toho modelu je pravděpodobnost volby dané varianty z konečné množiny variant. Podmínkou pro použití toho modelu je vyčíslení nákladů (užitku) na každou variantu. Rovněž je nezbytné zjistit parametr φ , který vyjadřuje ochotu uživatelů modelovaného systému volit nákladnější varianty. [4]

3.2. Čtyřstupňový dopravní model

Výstupem prvního stupně modelu jsou zdrojové (disponibilita) a cílové (atraktivita) proudy jednotlivých přepravních okrsků v rámci řešeného časového období. Jedná se pouze o intenzity bez směřování. [4]

Ve druhém stupni probíhá určení směrovosti přepravních proudů mezi jednotlivými okrsky. Výsledky z tohoto stupně se prezentují ve formě matice přepravních vztahů (tzv. OD matice – origin-destination matrix). Používané metody lze rozdělit do dvou skupin: analogické (máme k dispozici OD matici z předchozího období, kterou modifikujeme pro aktuální období) a syntetické (tvoříme zcela novou matici).

Třetí stupeň se zabývá rozdělením intenzit z OD matice mezi jednotlivé druhy dopravy. Pojem druh dopravy je ovšem nutné brát s rezervou, neboť členění je závislé na architektuře systému a eventuálním dalším členěním (silniční doprava se může dále dělit na osobní a nákladní vozidla, ale i na jízdní kola). [4]

V posledním stupni modelu dochází k přiřazení přepravních proudů na konkrétní infrastrukturu. [4]

4. Modelování vztahu infrastruktura – počet přepravených cestujících

Základním spojovacím prvkem všech dříve uvedených metod je, že žádná z nich nereflakuje zkušenosti s vývojem trendu v počtech cestujících po provedených infrastrukturních změnách. V důsledku toho je vhodné uvažovat o návrhu modelu, který bude schopen predikovat využití stavebně upravené infrastruktury cestujícími na základě dat z již upravených tratí. Hned v úvodu je nezbytné identifikovat základní parametry stavebních úprav, které vedou ke zvýšení počtů cestujících. Základním cílem modelu by měla být predikce vývoje počtů cestujících na vybrané trati, která je určena ke stavební úpravě. Následující podkapitola si klade za cíl popsání vztahu mezi počtem cestujících a parametry infrastruktury.

4.1. Charakteristika jednotlivých aspektů stavebních úprav železničních tratí vedoucích ke zvýšení atraktivity pro cestující

Snaha činit železniční dopravu atraktivnější pro cestující a pro nákladní přepravu je jedním z hlavních pomyslných hnacích motorů železničního stavitelství. V rámci stavebních úprav železničních tratí zpravidla dochází k zásadnímu zlepšení parametrů infrastruktury, což vede k výraznému navýšení uživatelského komfortu pro cestující. Mezi hlavní přínosy vnímané cestujícími patří zejména následující. [6]

4.1.1. Snížení cestovních dob

Snížení času, který potřebuje cestující pro vykonání své cesty je jeden z klíčových způsobů, jak učinit osobní železniční dopravu pro cestující atraktivnější. Už i malé snížení v řádu jednotek minut může každodenně dojíždějícím přinést nezanedbatelnou úsporu času stráveného na cestě, a ovlivnit tak volbu vybraného dopravního prostředku ve prospěch železnice. Existují dva základní způsoby snižování cestovních dob – prosté zkrácení jízdních dob a zkrácení jízdních dob s dosažením systémových jízdních dob. [6]

4.1.1.1. Snížení jízdních dob

Snížení jízdních dob je důsledkem zejména zvyšování traťové rychlosti, toho lze dosáhnout několika způsoby. Nejméně náročnou cestou je zpravidla úprava technologie pro zabezpečení železničního provozu. Patří sem například úpravy staničních a traťových zabezpečení, úpravy návěstění a doplnění nebo zlepšení přejezdových zabezpečovacích zařízení. Investičně náročnější variantou je stavební úprava železničního svršku a spodku, kterou lze odstranit limity rychlosti stávajícího materiálu svršku, umožnit návrh limitních a maximálních hodnot parametrů GPK a zavést nové rychlostní profily. Nejdražší variantou je změna směrového vedení trati, která může být provedena drobnými posuny osy, částečnými přeložkami tratě nebo novostavbou tratě. Tato varianta přináší největší zlepšení, ale zejména v posledním zmíněném případě s sebou nese extrémní investiční náročnost (výstavba nového tělesa, mosty, tunely, estakády). [6]

4.1.1.2. Dosažení systémových jízdních dob

Železniční provoz je zpravidla organizován v souladu s koncepcí integrálního taktového jízdního řádu. Základní myšlenou této koncepce je provozování sítě taktových uzlů, mezi kterými je dosahováno jízdních dob, které jsou menší nebo rovné celočíselnému násobku doby taktu. Pokud k této době přičteme čas nezbytný pro přestup ve výchozím a cílovém uzlu a časovou rezervu, vznikne nám tzv. systémová jízdní doba. Dosažení těchto jízdních dob je nezbytné pro správné a logické fungování nejen železniční sítě jako celku.

V rámci investiční akce tak snížení jízdní doby o 5 minut může přinést dosažení systémové jízdní doby, což cestujícímu umožní v přestupním uzlu přestoupit do dřívějšího návazného spoje a uspořit tak více než 60 minut z celkové cestovní doby (budeme-li uvažovat 60minutový takt). [6]

4.1.2. Zlepšení jízdního komfortu

Drtivá většina investičních akcí s sebou nese výměnu materiálu železničního svršku za lepší a novější konstrukci. Téměř vždy je tak umožněno i zřízení bezстыkové koleje. Tyto úpravy vedou ke zlepšení a harmonizaci kontaktu kolo x kolejnice. V důsledku toho dojde ke snížení dynamických rázů a celkovému zklidnění jízdy. Cestujícím je tak umožněno lepší využití času stráveného na cestě (odpočinek, práce, občerstvení). [6]

4.1.3. Zlepšení spolehlivosti systému

Rekonstrukce železniční koleje snižuje pravděpodobnost vzniku závad, které by si vynutily omezení nebo úplné zastavení provozu. Zlepšování řídicí technologie a snižování jízdních dob vede jednak ke snížení pravděpodobnosti omezení provozu vlivem poruchy technologie a zároveň umožňuje snazší eliminaci jakýchkoliv mimořádných událostí.

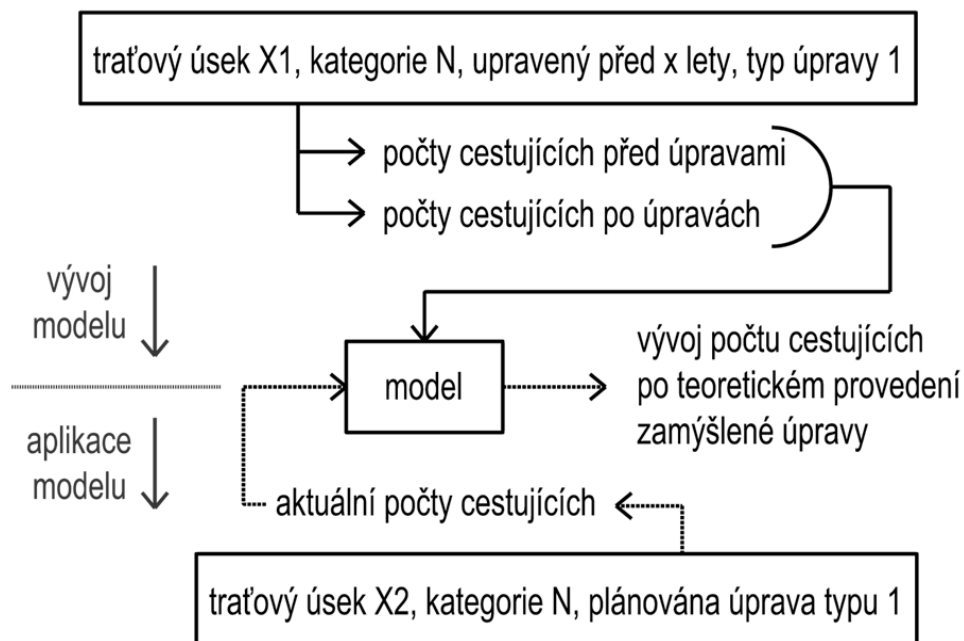
Výše uvedené přináší větší důvěru cestujících v železniční dopravní systém a ovlivňuje jejich volbu dopravního prostředku ve prospěch vlaku. [6]

4.1.4. Zvýšení úrovně kvality zařízení pro osobní dopravu

Další oblastí, která je dotčena stavební činností v rámci železniční infrastruktury, jsou nástupiště, přístupy na nástupiště a vyčkávací prostory. V této oblasti dochází ke zřizování nástupišť s výškou 550 mm nad temenem kolejnice, což v kombinaci s nasazením moderních vozidel umožňuje bezbariérový nástup a výstup, tedy v jedné výškové úrovni. K tomu je nutné zajistit pro všechny skupiny cestujících rovněž přístupnost vlastních nástupišť od výpravní budovy či z přístupových komunikací k železniční stanici nebo zastávce, tedy vybudovat šikmé chodníky nebo výtahy. Nástupiště a přístup k nim je nutné také vybavit, zařídit a navrhnout pro osoby s omezeným vnímáním zrakovým a sluchovým smyslem. V neposlední řadě se stavební činnost dotýká i samotných nádražních budov, ve kterých nejen cestující a jejich doprovod tráví čas do příjezdu jejich spoje. To zpravidla obnáší rekonstrukce vnitřních prostor, WC a zlepšení nabídky doplňkových služeb. Všechny tyto úpravy přispívají k celkovému zlepšení komfortu cestujících a zvýšení úrovně kultury cestování. [6]

4.2. Návrh dalšího postupu

Základní myšlenkou je nastavení modelu podle traťových úseků, které již byly upraveny. U takového úseku totiž známe vývoj počtu cestujících před a po úpravách, typ úpravy a charakteristiku daného úseku (kategorie dráhy, její poloha v železniční síti, role v dopravní obsluze regionu nebo státu). V charakteristice úseku nesmí zůstat opomenuta kvalita nabídky přepravy, neboť i ta zásadně ovlivňuje počty cestujících, aby tak nedošlo ke vzájemné záměně přínosů z provozu a z infrastruktury. S použitím metod stochastického modelování potom můžeme sestavit model, který nám na základě počtu cestujících před úpravou, charakteristiky daného úseku a typu úprav bude schopen simulovat vývoj cestujících po provedení zamýšlených úprav. Grafické znázornění postupu tvorby modelu zjednodušeným vývojovým diagramem je zobrazeno na obrázku 1.



Obr. 1. Vývojový diagram zamýšleného postupu [6]

Zamýšlenou tvorbu modelu lze rozdělit do pěti fází:

1. Kategorizace tratí a jejich úprav
2. Vytipování vzorových tratí (již upravených)
3. Sběr dat pro vzorové tratě
4. Sestavení modelu
5. Kalibrace a verifikace modelu

4.3. Kategorizace tratí

V rámci kategorizace nelze přihlížet pouze na způsoby kategorizace dle legislativy (sítě TEN-T, dráha celostátní mimo TEN-T, dráhy regionální), ale měla by být zohledněna i role železniční tratě v dopravní obsluze území (spojnice krajských měst, napojení okresního města na krajské atp.).

Kategorizace úprav musí zohledňovat široký vějíř variant od novostaveb až po investičně nejméně náročné varianty.

4.4. Vytipování vzorových tratí

Základním úkolem této fáze je pro každou dvojici kategorie tratě a kategorie úpravy nalézt vzorové tratě, které již byly upraveny. Tratě musí být voleny tak, aby byly co nejméně zatíženy takovými okolními vlivy, které lze obtížně generalizovat.

4.5. Sběr dat pro vzorové tratě

Pro každou dvojici musí být zajištěna statistická data o počtech přepravených cestujících před a po provedení úprav a rovněž podklady o dopravní nabídce (linky vlaků osobní dopravy – jejich kategorie, interval, obsaditelnost spojů).

4.6. Model

Na základě získaných dat a metod stochastického modelování lze pro každou dvojici vytvořit model. Tento model bude schopen na základě vložení kategorie tratě, kategorie zamýšlených úprav a aktuálních počtů cestujících schopen simulovat vývoj počtu cestujících po provedení úprav.

Stochastický model je obrazem dopravního systému (systémem je myšlen soubor veličin, které souvisí se zkoumaným dopravním procesem), přičemž se jedná o matematický popis závislosti modelované veličiny na jiných vhodně vybraných veličinách. Funkční závislost veličin zpravidla neznáme, a tak vztahy mezi veličinami popisujeme pomocí parametrů. Pro použití v rámci tohoto výzkumu se jako modelovaná veličina uvažuje počet cestujících na zkoumané infrastruktuře. [5]

5. Závěr

Předmětem toho článku bylo nastínění myšlenkového postupu a definice základních předpokladů pro vytvoření funkčního modelovacího nástroje, který umožní správné dimenzování parametrů úprav železniční infrastruktury.

V první části tohoto článku je shrnuto dosavadní poznání a praxe v oblasti návrhů parametrů úprav železniční infrastruktury a dopravního modelování. V druhé části je proveden teoretický rozbor základní kostry navrhovaného modelu.

Literatura

- [1] Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky (směrnice generálního ředitele č. 16/2005), SŽDC, 2006.
- [2] Zásady rekonstrukce celostátních drah České republiky nezařazených do evropského železničního systému (směrnice č. 30), SŽDC, 2008.
- [3] Zásady rekonstrukce regionálních drah (směrnice č. 32), SŽDC, 2008.
- [4] BULÍČEK, Josef a kol. *Modelování technologických procesů v dopravě*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2011. ISBN 978-80-7395-442-0.
- [5] NAGY, I. *Stochastické systémy* (učební text k přednáškám).
- [6] VODÁK, David. *Optimální parametry a trasování železniční dopravní cesty*. Disertace. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2023.

Lektorovali:

Doc. Ing. Ivan Nagy, CSc.,

FD ČVUT Praha

Ing. Richard Svoboda, Ph.D.,

Fakulta stavební VUT v Brně

2. Koralmská dráha – jeden z největších projektů, který se v současnosti realizuje v rámci rozšíření rakouské železniční sítě

Herbert Seelmann⁴

Anotace

Koralmská dráha je spolu s úpatními tunely *Semmering* a *Brenner* jedním z největších projektů, které se v současnosti realizují v rámci rozšiřování rakouské železniční sítě. Nová trať o délce 127 km bude od konce roku 2025 přímo spojovat zemská hlavní města *Graz* a *Klagenfurt*. Plány na takové spojení existovaly již ve dvacátých letech minulého století, ale realizovány byly až od roku 1998. Článek poskytuje přehled stavebních prací a popisuje technické parametry stavby.

Abstract

The Koralm Railway – one of the largest projects currently being implemented as part of the extension of the Austrian rail network

The Koralm Railway is, along with the *Semmering* and *Brenner* base tunnels one of the largest projects currently being implemented as part of the expansion of the Austrian railway network. From the end of 2025, the new 127 km long line will directly connect the regional capitals of *Graz* and *Klagenfurt*. Plans for such a link existed as early as the 1920s, but were not realised until 1998. The article gives an overview of the construction works and describes the technical parameters of the project.

Klíčová slova

Železniční spojení, Koralmská dráha, Koralmbahn, ÖBB-Infrastruktur AG, Graz, Klagenfurt

Key words

Railway connection, Koralm Railway, Koralmbahn, ÖBB-Infrastruktur AG, Graz, Klagenfurt

⁴ Ing. Herbert Seelmann, narozen ve Vídni (Rakousko), absolvent Technické univerzity ve Vídni (TU Wien, Fakulta strojní, obor dopravní technika a dopravní prostředky), v současnosti působí jako expert AO pro Výzkumný Ústav Železniční a.s. (oddělení infrastruktury – pracoviště Brno) a externí zaměstnanec VUT v Brně (Fakulta stavební – Ústav železničních konstrukcí a staveb), kde působí již řadu let. Pracuje také jako OSVČ, především na projektech v oblasti dopravního plánování a dopravní techniky.

Seznam odborných termínů NJ-ČJ

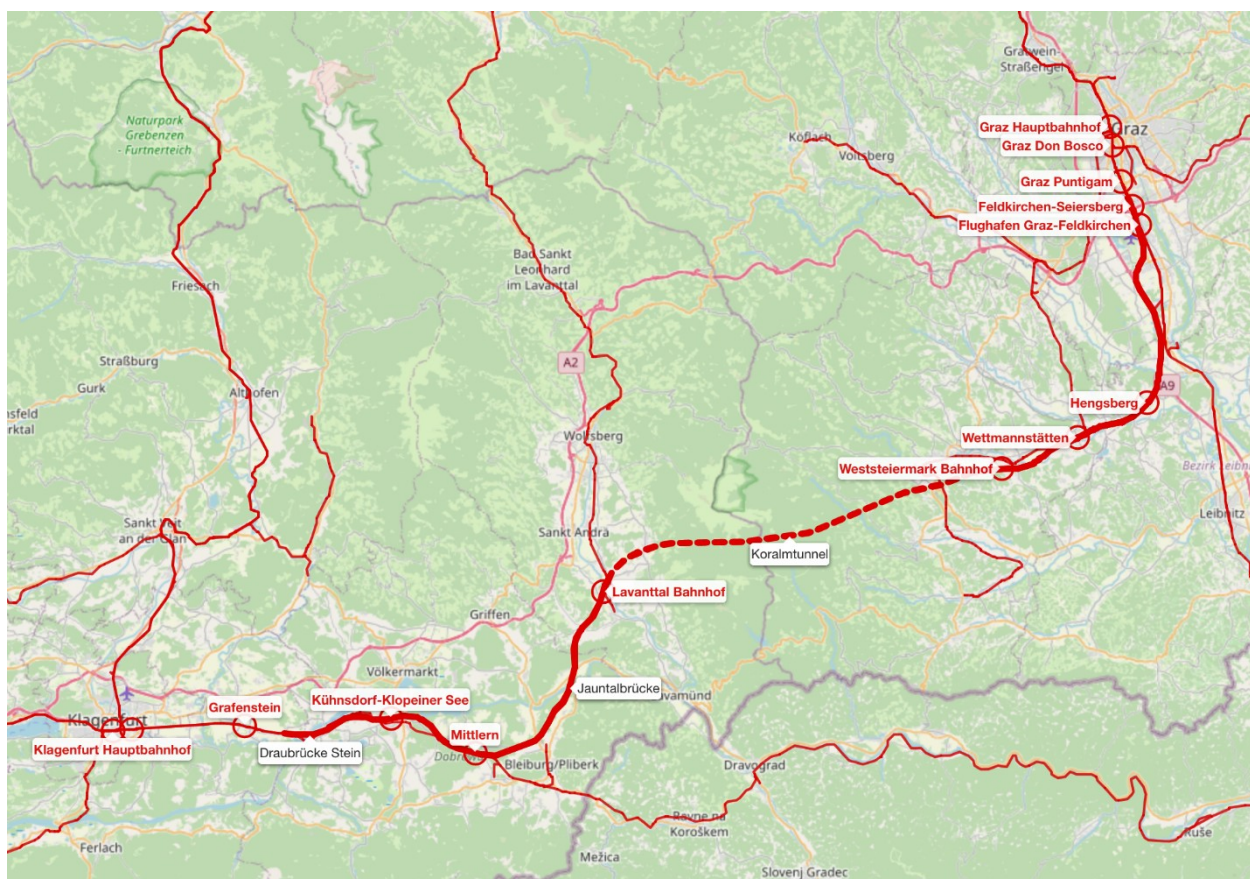
Vzhledem k tomu, že se v tomto článku používají některé odborné termíny z němčiny (viz mj. obr. 3), jsou následující uvedené jejich české překlady, příp. vysvětlení:

NJ	ČJ, příp. vysvětlení
Bahn	Dráha
Bahnhof	Nádraží
Brücke	Most
Doppelröhriger Bahntunnel	Dvoutubusový železniční tunel
Drautalbahn	Železniční trať ÖBB podél údolí řeky <i>Drau</i> v Korutanech (<i>Klagenfurt – Mittlern – Bleiburg, Klagenfurt – Mittlern</i> je dnes úsek Koralmské dráhy)
Erkundungstunnel	Průzkumný tunel
Erkundungsschacht	Průzkumná štola
Frequenzumformer	Měnič kmitočtu
Graz	Štýrský Hradec (hlavní město spolkové zemi Štýrsko)
Graz-Köflacher Bahn (GKB)	Železniční společnost (ve vlastnictví rakouského státu) provozující tratě <i>Graz – Lieboch – Köflach</i> , příp. <i>Wies-Eibiswald</i> ve Štýrsku
Großer Speikkogel	Vrchol horského masivu Koralpe
Hauptbahnhof (Hbf)	Hlavní nádraží (hl.n.)
Kärnten	Korutany (spolková země)
Klagenfurt	Celovec (hlavní město spolkové zemi Korutany)
Koralmbahn (Koralpenbahn)	Koralmská dráha
Koralmtunnel	Koralmský tunel
Koralpe	Pohoří v jižním Rakousku, které odděluje východní Korutany od západního Štýrska
Lavanttalbahn	Železniční trať ÖBB podél údolí řeky <i>Lavant</i> v Korutanech (<i>Wolfsberg – St. Paul im Lavanttal</i>)
Nothaltestelle	Nouzová zastávka
ÖBB-Infrastruktur AG (ÖBB-Infra)	Součást státní železniční společnosti ÖBB (Ö sterreichische B undes b ahnen = Rakouské spolkové dráhy); hospodaří s železničními dráhami v majetku státu a plní funkci vlastníka a provozovatele dráhy
Regional-Express (REX)	Regionální vlak, který nezastavuje ve všech stanicích
Steiermark	Štýrsko (spolková země)
Südbahn	Jížní dráha ÖBB (<i>Wien – Semmering – Bruck an der Mur – Graz – Spielfeld-Straß, st.hr. Rakousko/Slovinsko</i>)
Tunnel	Tunel
Unterwerk	Transformovna
Westbahn	Západní dráha ÖBB (<i>Wien – St. Pölten – Linz – Salzburg</i>)

1. Úvod

Koralmská dráha (*Koralmbahn*, původně nazývaná *Koralpenbahn*) je spolu s úpatními tunely *Semmering* a *Brenner* jedním z největších projektů, které se v současnosti realizují v rámci rozšiřování rakouské železniční sítě. Zemská hlavní města *Graz* (spolková země Štýrsko) a *Klagenfurt* (spolková země Korutany) jsou dosud spojena vlakem pouze přes železniční uzel *Bruck an der Mur*. Koralmská dráha má poprvé umožnit přímou trasu. Trať o celkové délce 127 km se otevírá postupně od prosince 2010 a má být dokončena v prosinci 2025, čímž se zkrátí doba jízdy mezi městy *Graz* a *Klagenfurt* ze současných téměř 3 hodin na méně než 45 minut. Jelikož je navržena pro rychlost až 250 km/h, bude vedle Západní dráhy (*Westbahn*) nejrychlejší železniční tratí v Rakousku [1] [2]. Celkové náklady na projekt Koralmské dráhy činí 5,4 miliardy eur (cenová úroveň 2023) [3].

Nejdůležitější stavbou Koralmské dráhy je Koralmský tunel dlouhý 32,9 km, který prochází horský masiv *Koralpe* a dal trati její jméno.



Obr. 1: Trasa Koralmské dráhy mezi *Graz Hbf* a *Klagenfurt Hbf*.
Zdroj: openstreetmap.org, File: Koralmbahn-Karte.png [4]

2. Historické pozadí a vývoj až do současnosti

Rozpad Rakouska-Uherska po první světové válce výrazně ztížil plynulé využívání stávající trati *Maribor – Klagenfurt*, protože velká část této trati se v té době nacházela v Jugoslávii. Jako alternativa se proto hledalo přímé železniční spojení přes horský masiv *Koralpe*. V roce 1930 se odhadovalo, že stavba potrvá tři roky a bude stát přibližně 75 milionů šilinků (v té době) [5].

Tento projekt byl také považován za nástroj boje proti nezaměstnanosti, nicméně výstavba nebyla zahájena. I po druhé světové válce se myšlenky realizovat projekt objevily opakovaně, k jeho realizaci ale došlo až v roce 1998.

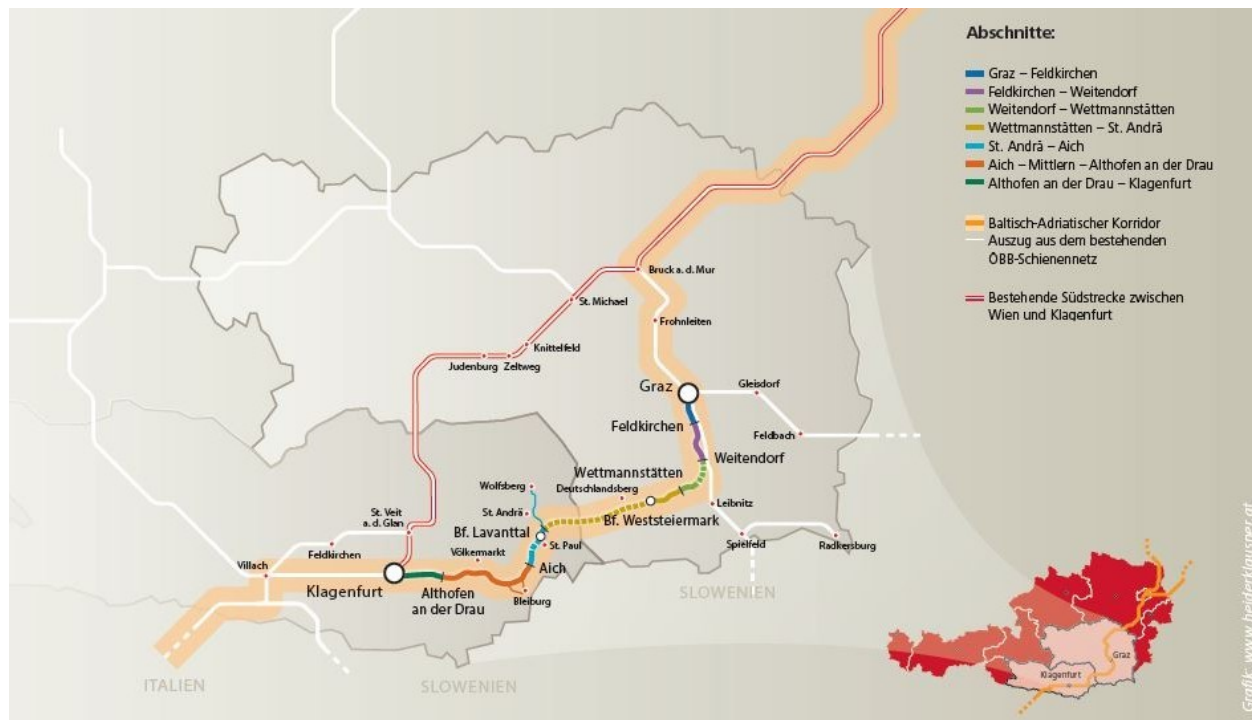
Spolu s takzvanou tratí "Pontebbana", která již byla na italském území dokončena až do hraniční stanice *Tarvisio Boscoverde*, je budoucí Koralmská dráha součástí mezinárodního železničního koridoru "Baltsko-jadranská osa". Ten vede z italské *Bologny* přes *Benátky – Klagenfurt – Graz – Wien – Warszawu* do polského *Gdańsku*.

Nejdůležitější stavbou Koralmské dráhy je Koralmský tunel. Do roku 2009 byly raženy průzkumné štoly na korutanské i štýrské straně. V obci *Frauental* v západním Štýrsku se 20. března 2009 uskutečnilo slavnostní položení základního kamene pro úsek „*Koralmtunnel I*“, čímž bylo oficiálně zahájeno ražení tunelu. Termín definitivního dokončení tratí byl několikrát odložen. Dokončení bylo původně plánováno na roky 2016–2018; nyní se předpokládá, že celá trať bude zprovozněna na konci roku 2025 [1].



Foto 1: Vizualizace východního portálu (na štýrské straně) Koralmského tunelu
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [6]

3. Popis jednotlivých úseků stavby



Obr. 2: Barevné znázornění jednotlivých úseků stavby Koralmské dráhy. Současné železniční spojení *Graz Hbf – Klagenfurt Hbf* vede přes železniční uzel *Bruck a. d. Mur* (s přestupem). Zdroj: BMK Infothek/ÖBB-Infrastruktur AG [7]

2.1 Úsek *Graz – Feldkirchen*

V prosinci 2002 byla zahájena výstavba čtyřkolejného úseku mezi stanicemi *Graz Hbf* a *Graz Don Bosco*, který bude rovněž součástí budoucí modernizované železniční trati mezi městy *Graz* a *Maribor* (Slovinsko). Tento úsek byl dokončen a uveden do provozu v červenci 2005 po 2,5 letech výstavby. Kromě toho byl modernizován úsek Jižní dráhy (*Südbahn*) *Feldkirchen – Kalsdorf Nord*, aby bylo možné lépe napojit nově vybudované nákladní nádraží *Werndorf* na stávající železniční síť [2].

Čtyřkolejné rozšíření úseku *Don Bosco – Puntigam* bylo uvedeno do provozu v polovině roku 2020. Druhá fáze čtyřkolejného rozšíření (úsek *Puntigam – Feldkirchen-Seiersberg*) byla zahájena v březnu 2021 a dokončena v prosinci 2023. Ve druhé fázi byly kompletně přestavěny i nádraží *Puntigam* a *Feldkirchen-Seiersberg* [2].

Technické parametry: [8]

- Délka trati: 7,1 km
- Podélný sklon: max. 8 ‰
- Inženýrské stavby: 13 podchodů; 1 dvoukolejný most o délce 25 m přes dálnici A2



Foto 2: Výstavba nového dvoukolejného mostu Koralmské dráhy v obci *Feldkirchen* přes dálnici A2, vedle něj stávající most Jižní dráhy (rok 2020)
Zdroj: Kratzer & Partner ZT GmbH/ ÖBB-Infrastruktur AG [9]

2.2 Úsek *Feldkirchen – Weitendorf*

Práce na tomto úseku byly zahájeny v září 2020. Koralmská dráha zde povede přímo kolem letiště *Graz*; budoucí stanice byla zohledněna již při plánování a výstavbě. (2)

Technické parametry: [8]

- Délka trati: 13,0 km
- Podélný sklon: max. 10 ‰
- Inženýrské stavby: 1 podzemní trasa, 12 nových mostních objektů
- Délka podzemní trasy: 3,2 km



Foto 3: Stavba podzemní trasy Koralmské dráhy v obci *Feldkirchen* (říjen 2022)
Zdroj: Styria-Mobile Forum [10]

2.3 Úsek *Weitendorf – Wettmannstätten*

Výstavba tunelu *Hengsberg* mezi obcemi *Weitendorf* a *Wettmannstätten* byla zahájena v polovině roku 2008, k proražení tunelu došlo v dubnu 2009. Od prosince 2010 je celý úsek v částečném provozu (pro regionální dopravu, vlaky jsou napojeny na nádraží *Werndorf* Jižní dráhy (*Südbahn*) 1,2 km dlouhou propojovací tratí z odbočky *Weitendorf*) [2]

Technické parametry: [11]

- Délka trati: 12,5 km
- Podélný sklon: max. 10 ‰
- Inženýrské stavby: 1 tunel (*Hengsbergtunnel* – 1 695 m), 1 podzemní trasa (1 275 m), různé mostní objekty
- Celková délka tunelu a podzemní trasy: přibližně 3,0 km

Poznámky: [11]

- *Hengsbergtunnel*: Jedná se o dvoukolejný tunel, kde byly použity tři různé metody výstavby tunelů: Metoda raženého a hloubeného tunelu i metoda „top and down“ (jižní portál tunelu). Ostění tunelu bylo vybudováno jako vodonepropustná železobetonová konstrukce. Železniční svršek byl navržen jako pevná jízdní dráha vhodná pro záchranná vozidla.
- Podzemní trasa vede mj. pod dálnicí A9



Foto 4: Výstavba tunelu *Hengsberg* (rok 2009)
Zdroj: Robert Lenhard/Styria-Mobile Forum [12]

2.4 Úsek *Wettmannstätten – St. Paul im Lavanttal*

V září 2017 byla zahájena výstavba železniční stanice *Bahnhof Weststeiermark* východně od portálu *Koralmského tunelu*, kde budou zastavovat regionální a dálkové vlaky. Železniční stanice bude mít osm kolejí, přibližně 400 parkovacích míst typu *Park & Ride*, infrastrukturu pro e-mobilitu a zastřešený přístupový prostor pro autobusy a taxíky [2].

Kousek za železniční stanicí *Bahnhof Weststeiermark* začíná 32,9 km dlouhý *Koralmský tunel* (stavba byla zahájena v roce 2008). Tento projektový úsek končí u západního portálu tunelu. Zde dochází k napojení na sousední úsek (od železniční stanice *Bahnhof Lavanttal*) [2].

Technické parametry: [13]

- Délka trati: 43,9 km
- Podélný sklon: max. 6 ‰
- Inženýrské stavby: 1 tunel (*Koralmtunnel*), různé mostní objekty



Foto 5: Stavba železniční stanice *Bahnhof Weststeiermark* (květen 2022)
Zdroj: Styria-Mobile Forum [10]

Technické parametry Koralmského tunelu:

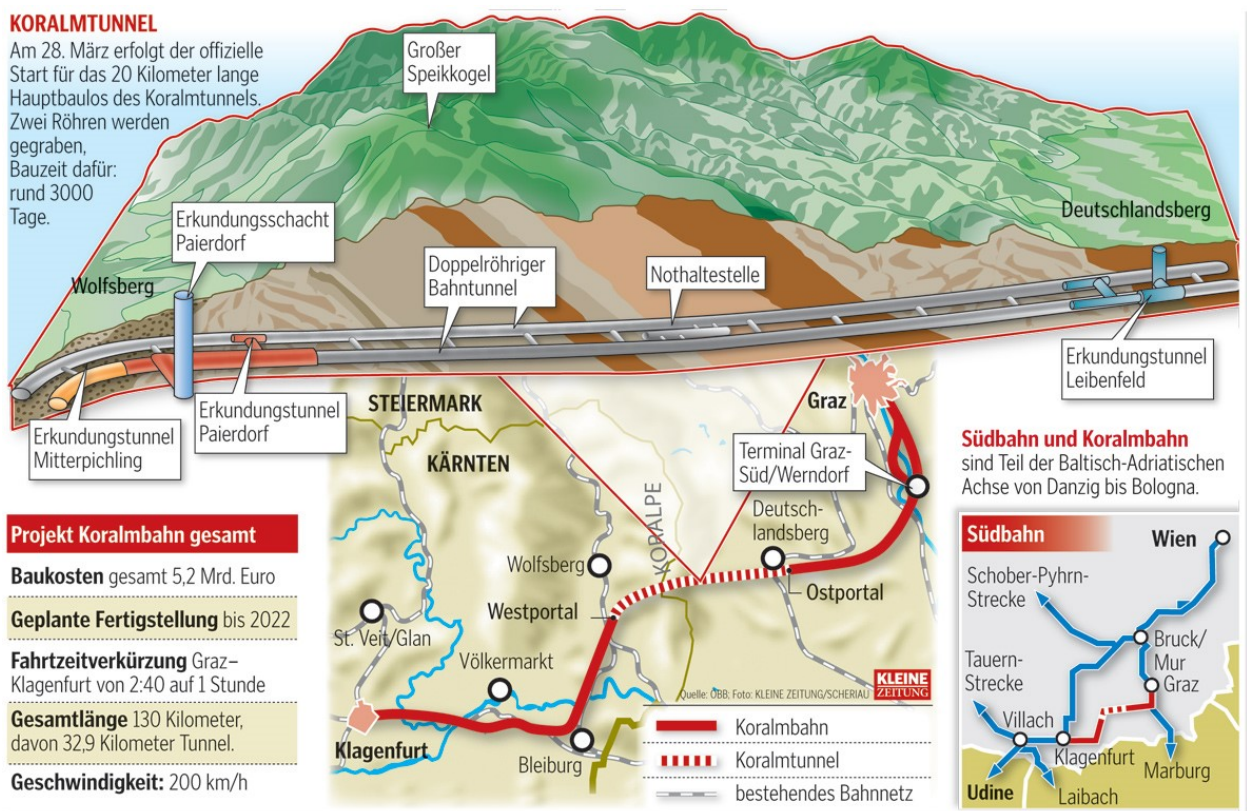
Délka	32,9 km
Maximální rychlost	250 km/h
Provedení	2 jednokolejné trubky
Maximální překrytí	1 200 m
Příčný řez výkopu tunelu	2 x 82 m ²
Vytěžený materiál	6 milionů m ³
Vzdálenost mezi tunelovými tubusy	25-50 m
Propojky mezi tunelovými tubusy	Po každých 500 m (slouží jako úniková cesta do bezpečné trubky v případě incidentu)
Nouzová zastávka	Uprostřed tunelu, délka 900 m
Počet přívodních vzduchovodů	2 ks (<i>Leibenzfeld a Paierdorf</i>)
Železniční svršek	Pevná jízdní dráha (systém ÖBB-PÖRR)
Počet kolejových desek	13 000 ks
Napájení elektrických lokomotiv/jednotek	Prostřednictvím pevného trakčního vedení (žádné klasické trolejové vedení)

Tab. 1: Technické parametry Koralmského tunelu

Zdroj: Vlastní zpracování s využitím zdrojů ÖBB-Infrastruktur AG [14]

Poznámky: [2]

- Pro stavbu tunelu byly použity tři tunelovací stroje ("Mauli 1" a "Mauli 2" od společnosti STRABAG a "Kora" od společnosti PORR). Tunel byl postaven segmentovým ostěním.
- Tunelovací stroj "Mauli 1" v roce 2017 dvakrát uvízl v poruchových zónách.
- První zkušební jízda, příp. zvláštní jízda osobním vlakem tunelem se uskutečnila 12. června 2023. Jízda trvala přibližně 27 minut při rychlosti 40 km/h a byla absolvována s motorovým vozem ÖBB-Cityjet, protože ještě nebylo instalováno trakční vedení.



Obr. 3: Schematické znázornění Koralmského tunelu
 Zdroj: [bauforum24.biz/ÖBB-Infrastruktur AG/Kleine Zeitung](http://bauforum24.biz/ÖBB-Infrastruktur-AG/Kleine-Zeitung) [15]



Foto 6: Jeden ze tří tunelovacích strojů pro ražbu Koralmského tunelu (rok 2012)
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]



Foto 7: Výstavba Koralmského tunelu (rok 2017)
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]



Foto 8: První osobní vlak projíždí Koralmským tunelem (12.6.2023)

Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [1]

2.5 Úsek St. Paul im Lavanttal – Aich

Úsek *St. Paul – Aich* se skládá převážně z tunelů. Výstavba byla zahájena v roce 2008 (železniční stanice *Bahnhof St. Paul im Lavanttal*), tunelové úseky v roce 2015 (komplex tunelů *Granitztal*) [2].

Technické parametry: [17]

- Délka trati: 7,8 km
- Podélný sklon: max. 10 ‰
- Inženýrské stavby: 2 tunely a 1 překrytý úsek (komplex *Granitztal*), 2 železniční mosty, 1 silniční most, 1 přemostění cesty
- Celková délka tunelů a překrytého úseku: 6,1 km

Poznámky: [17]

- Od listopadu 2008 byla v obci *St. Paul im Lavanttal* realizována železniční stanice pro regionální a dálkové vlaky *Bahnhof Lavanttal*, která bude sloužit jako odbočná stanice mezi Koralmskou dráhou a stávající trať *Lavanttalbahn*. Nová stanice *St. Paul im Lavanttal* byla otevřena 10. prosince 2023 a až do otevření Koralmského tunelu v prosinci 2025 je obsluhována pouze vlaky S-Bahn a REX (*Regional-Express*) mezi městy *Wolfsberg* a *Klagenfurt*.
- Komplex tunelů *Granitztal* je druhým nejdelším systémem tunelů na Koralmské dráze. Stavební práce byly zahájeny v lednu 2015 a skládají se z:
 - tunelu *Deutsch Grutschen* (2600 m),
 - podpovrchového úseku *Granitztal* (600 m) a

- tunelu *Langer Berg* (2900 m).
Každý z tunelů je tvořen dvěma jednokolejnými tubusů.



Foto 9: Staveniště železniční stanice *Bahnhof Lavanttal*, v pozadí západní portál Koralmského tunelu (prosinec 2022)
Zdroj: Styria-Mobile Forum [10]



Foto 10: Výstavba komplexu tunelů *Granitztal* (rok 2016)

Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]

2.6 Úsek Aich – Althofen an der Drau

Výstavba úseku byla zahájena v roce 2010 (železniční stanice *Bahnhof Kühnsdorf*). První úsek *Mittlern* (s odbočkou na *Drautalbahn*) – *Pribelsdorf* (s provizorním napojením na *Drautalbahn*) byl zprovozněn v září 2020 a od prosince 2023 jezdí vlaky *Drautalbahn* po nové trati Koralmské dráhy od odbočky *Grafenstein* do nové železniční stanice *Bahnhof Mittlern* [2].

Technické parametry: [18] [19]

- Délka trati: 28,8 km
- Podélný sklon: max. 8 ‰
- Inženýrské stavby: 6 tunelů, různé železniční a silniční mosty (včetně 2 železničních mostů přes řeky: *Jauntalbrücke* a *Draubrücke*)
- Celková délka tunelů: 4,6 km

Poznámky: [18] [19]

- Most *Jauntalbrücke* je se svou délkou 430 m a výškou 96 m nad hladinou řeky *Drau* jedním z nejvýše položených železničních mostů v Evropě. V letech 2022 a 2023 byla vybudována nová nosná konstrukce pro dvoukolejný provoz s chodníkem a cyklostezkou pod mostem a po 12 měsících výluky na trati po ní od prosince 2023 opět jezdí regionální vlaky.
- Most *Draubrücke* je se svou délkou 600 metrů nejdelším železničním mostem v Korutanech. Při stavbě mostu byla nosná konstrukce přes řeku *Drau* posouvána dva roky metodou postupného výsuvu pomocí hydraulických lisů.
- Tunelové stavby:
 - Tunel *Kühnsdorf* (495 m): Byl postaven metodou hloubeného tunelu a byl dokončen v roce 2013; slouží také jako protihluková ochrana pro obyvatele centra obce *Kühnsdorf*.
 - Tunel *Peratschitzen* (230 m): Hrubá stavba byla dokončena v červenci 2017; tunel byl postaven metodou hloubeného tunelu.
 - Tunel *Srejach* (620 m): Tunel byl postaven metodou „top and down“ a od od červenci 2017 probíhá hloubení a práce na vnitřním plášti.
 - Tunel *Untersammelsdorf* (665 m): Tunel byl ražen; práce byly dokončeny po proražení tunelu v dubnu 2018.
 - Tunel *Stein* (2 100 m): Tunel byl ražen (1 535 m), příp. postaven metodou hloubeného tunelu (565 m). Práce byly dokončeny v srpnu 2017.
 - Tunel *Lind* (495 m): Spojuje most *Draubrücke* a již provozovanou část Koralmské dráhy mezi *Klagenfurt* a *Althofen an der Drau*. Tunel byl ražen (451 m), příp. postaven metodou hloubeného tunelu (pouze 44 m). Práce byly dokončeny v únoru 2017.



Foto 11: Dokončení nového mostu *Jauntalbrücke* (rok 2023)
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]



Foto 12: Výstavba nového mostu *Draubücke* (rok 2016)
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]



Foto 13: Výstavba železničního svršku, v pozadí portál tunelu *Lind* (říjen 2019)
Zdroj: Styria-Mobile Forum [10]

2.7 Úsek Althofen an der Drau – Klagenfurt

Práce na první etapě byly zahájeny v březnu 2001 a zahrnovaly železniční spodek a mostní konstrukce, jakož i železniční svršek (zpočátku jen jednokolejná trať). Práce byly dokončeny na podzim 2007. Ve druhé etapě, která byla zahájena v březnu 2015, byla pak realizována dostavba tratě na dvoukolejnou. Úsek byl definitivně dokončen v květnu 2016 [2].

Technické parametry: [20]

- Délka trati: 14,2 km
- Podélný sklon: max. 3,8 ‰
- Inženýrské stavby: 1 překrytý úsek (*Grafenstein* – 633 m), různé železniční a silniční mosty



Foto 14: Dokončení nové železniční stanice *Bahnhof Grafenstein*, v pozadí zakrytí *Grafenstein* (rok 2016)

Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]

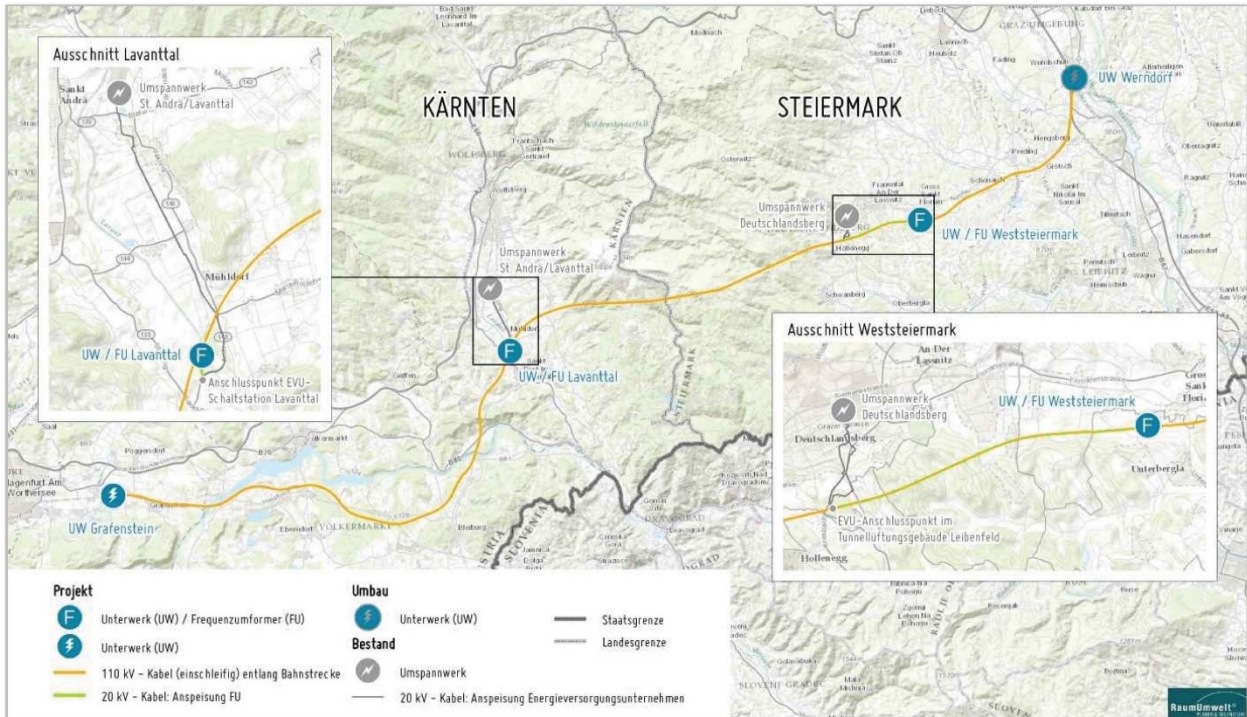
3. Trakční napájení a trakční vedení Koralmské dráhy

Zajištění trakčního napájení zahrnuje následující práce:

- Přestavba stávající transformovny *Werndorf* Jižní dráhy;
- Výstavba nové transformovny *Weststeiermark* včetně uložení kabelu 20 kV z rozvodny *Deutschlandsberg* včetně frekvenčního měniče (z 50 Hz na 16,7 Hz);
- Výstavba nové transformovny *Lavanttal* včetně kabelové trasy 20 kV z rozvodny *St. Andrä im Lavanttal* (navržené jako potrubní vedení) včetně frekvenčního měniče (z 50 Hz na 16,7 Hz);
- Výstavba nové transformovny *Grafenstein* včetně uložení kabelu 110 kV mezi transformovnou *Werndorf* a transformovnou *Grafenstein* podél železniční trati. [21]

Koralmská dráha je elektrifikována systémem 15 kV / 16,7 Hz, který běžně používá ÖBB-Infrastruktur AG. Trolejové dráty mají průřez 120 mm² (slitina CuAg); nosná lana průřez 70 mm² (Cu). V Koralmském tunelu je použita pevné trakční vedení [22].

Úsek *Klagenfurt – St. Paul im Lavanttal* je již plně elektrifikován a od 10. prosince 2023 zde jezdí elektrické jednotky (S-Bahn), které pokračují na *Lavanttalbahn* do koncové stanice *Wolfsberg* [23].



Obr. 4: Systém trakčního napájení Koralmské dráhy
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [21]



Foto 15: Měřicí vlak pro trakční napájení v září 2023
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [23]

4. Zvláštnosti v souvislosti s výstavbou Koralmské dráhy

4.1 Stezky (pro cyklisty) s informačními deskami

Na nově vytvořených nebo již existujících doprovodných cest podél železniční trati vznikly na některých místech cyklostezky.

Na štyrské straně vede cyclostezka s informačními panely od zastávky *Holleneß* společnosti GKB (*Graz-Köflacher Bahn*) přes 24 km do obce *Werndorf* (jižně od města *Graz*). K obzvláště zajímavým místům patří tunel *Hengsberegg* a archeologická naleziště v údolí *Laßnitz*, která byla odhalena při výstavbě Koralmské dráhy. U města *Deutschlandsberg* (katastrální území *Leibersfeld*) byla zřízeny informační skříňka i vyhlídková plošina [2].

Na korutanské straně vznikla cyklostezka mezi obcemi *Grafenstein* a *St. Paul im Lavanttal* v délce přes 70 km. Celkem 18 informačních panelů poskytuje informace o stavbě tunelů a mostů, ekologických kompenzačních plochách, geologii a dalších aspektech výstavby železnice [2].



Foto 16: Informační deska o Koralmském tunelu

Zdroj: Wikimedia Commons [24]

4.2 Archeologické naleziště

V rámci výstavby Koralmské dráhy provádějí odborníci od roku 2003 také archeologický průzkum. V západním Štyrsku byl u města *Deutschlandsberg* (katastrální území *Leibersfeld*) nalezen první pohřební památník ze střední doby

bronzové z 15. až 14. století př. n. l. a hustá síť starších cest a stezek. V údolí *Lassnitz* byla objevena kompletní osídlená krajina s nalezištěm z neolitu, doby bronzové, laténské a římské. V roce 2021 byl konečně odhalen 486 m dlouhý úsek římské říšské silnice o šířce asi 9 metrů mezi obcemi *Feldkirchen* a *Weitendorf* [2].



Foto 17: Odhalení římské říšské silnice v roce 2021
Zdroj: ÖBB-Infrastruktur AG [16]

5. Plánované uvedení do provozu a jízdní řády

Následující úseky Koralmské dráhy jsou již v provozu:

Graz – Feldkirchen (7 km; v provozu od prosince 2023, novostavba dvoukolejného úseku ke stávající *Südbahn*)

Werndorf – Wettmannstätten (12 km; v provozu od prosince 2010, v současné době pouze regionální doprava)

St. Paul im Lavanttal – Althofen an der Drau – Klagenfurt (50 km; v provozu od roku 2016, příp. prosince Dezember 2023, v současné době pouze regionální doprava)

Otevření celého úseku *Graz – Klagenfurt* (127 km; pro expresní, regionální a nákladní dopravu) je naplánováno na konci roku 2025.

Plánovaný jízdní řád (expresní vlaky): [25]

ÖBB-Railjet (RJ):

Interval 60 min, doba jízdy *Graz – Klagenfurt* (mezizastavení: *Bahnhof Weststeiermark* a *Bahnhof Lavanttal*): 56 min

ÖBB-RailjetXpress (RJX):

Intervall 120 min, doba jízdy *Graz – Klagenfurt* (bez mezizastavení): 43 min

6. Závěr

Shrnutí nejdůležitějších parametrů trati:

Provozovatel dráhy	ÖBB-Infrastruktur AG
Celková délka	127 km
Maximální rychlost	250 km/h
Počet železničních stanic	12
Podélný sklon	max. 10 ‰
Počet tunelů (vč. podzemních tras, zakrytí)	13
Celková délka tunelů	49,1 km
Délka nejdelšího tunelu (<i>Koralmtunnel</i>)	32,9 km
Počet mostů	Více než 100
Zabezpečovací systém	ETCS úroveň 2 s vlastní rádiovou sítí (GSM-R)
Železniční napájecí soustava	15 kV 16,7 Hz ~
Počet transformoven	3 ks (<i>Weststeiermark, Lavanttal, Grafenstein</i>)
Doba jízdy <i>Graz – Klagenfurt</i> (minimálně)	43 minut (v současné době: 2 hodiny 53 minut)
Denní počet vlaků	až 256
Plánované otevření celé trati	na konci roku 2025

Tab. 2: Nejdůležitější parametry trati

Zdroj: Vlastní zpracování s využitím zdrojů ÖBB-Infrastruktur AG [21] [25] [26]

Literatura a použité zdroje

- (1) ÖBB-Infrastruktur AG. *Historischer Meilenstein: Erster Personenzug durchquert den Koralmtunnel* [online]. [cit. 2023-06-12]. Dostupné z: <https://presse-oebb.at/news-historischer-meilenstein-erster-personenzug-durchquert-den-koralmtunnel?id=180819&menuid=27021&l=deutsch>
- (2) Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. *Koralmbahn* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://de.wikipedia.org/wiki/Koralmbahn>
- (3) ORF.at Steiermark. *Koralmbahn: Letzter Rohbau wird gefüllt* [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://steiermark.orf.at/stories/3198185/>
- (4) [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org). *File:Koralmbahn-Karte.png* [online]. [cit. 2024-01-02]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Koralmbahn-Karte.png>
- (5) Das Land Steiermark – Historische Jahrgänge der Werkzeitschrift der GKB. *Die Idee zu einer Korallenbahn oder Koralmbahn ist nicht neu!* [online]. Dostupné z: https://www.landesbibliothek.steiermark.at/cms/beitrag/12606830/1063322_03/
- (6) ÖBB-Infrastruktur AG. *Mediengalerie Koralmbahn* [online]. Dostupné z: <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/bahnstrecken/suedstrecke-wien-villach/koralmbahn/mediengalerie-koralm>
- (7) BMK Infothek/ÖBB-Infrastruktur AG. *Von Graz nach Klagenfurt in 45 Minuten* [online]. [cit. 2015-10-07]. Dostupné z: <https://infothek.bmk.gv.at/koralmtunnel-bohrmaschine/>
- (8) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Graz – Weitendorf. Bau-Information*, August 2020
- (9) Kratzer & Partner ZT GmbH/ ÖBB-Infrastruktur AG. *GW14 Eisenbahnbrücke (über die A2)* [online]. Dostupné z: <https://www.kratzergraz.at/portfolio-item/gw14-eisenbahnbruecke/>
- (10) Styria-Mobile Forum. *Bau der Koralmbahn – Fotogalerie* [online]. Dostupné z: <https://styria-mobile.at/fotogalerie/eisenbahn-infrastrukturausbau/bau-der-koralmbahn/>
- (11) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Weitendorf – Wettmanstätten. Bau-Information*, Oktober 2019
- (12) Robert Lenhard/Styria-Mobile Forum. *Bau der Koralmbahn – Fotogalerie* [online]. Dostupné z: <https://www.styria-mobile.at/home/forum/index.php/topic,64.210.html?PHPSESSID=ti5b6mnc24o8dlsifg1nb7kkm0>
- (13) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Wettmanstätten – St. Andrä. Bau-Information*, November 2021
- (14) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmtunnel – Wir sind durch. Bau-Information, Sonderausgabe*, Juni 2020

- (15) [bauforum24.biz/ÖBB-Infrastruktur AG/Kleine Zeitung. *Spatenstich für den Koralmtunnel bei Graz* \[online\]. \[cit. 2011-03-19\]. Dostupné z: <https://www.bauforum24.biz/forums/topic/34061-spatenstich-fur-den-koralmtunnel-bei-graz/>](https://www.bauforum24.biz/forums/topic/34061-spatenstich-fur-den-koralmtunnel-bei-graz/)
- (16) ÖBB-Infrastruktur AG. *Mediengalerie Koralmbahn – Koralmbahn in Bildern*. [online]. Dostupné z: <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/bahnstrecken/suedstrecke-wien-villach/koralmbahn/mediengalerie-koralm>
- (17) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt St. Andrä – Aich. Bau-Information*, Juni 2019
- (18) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Aich – Mittlern. Bau-Information*, September 2016
- (19) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Mittlern – Althofen/Drau. Bau-Information*, Jänner 2021
- (20) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn, Abschnitt Althofen/Drau – Klagenfurt. Bau-Information*, Februar 2018
- (21) ÖBB-Infrastruktur AG. *Bahnstromversorgung Koralmbahn. UW Werndorf – UW Grafenstein. Umweltverträglichkeitserklärung. Projektbegründung und Alternativen*, Mai 2016, S 8-9
- (22) ÖBB-Infrastruktur AG. *Bahnstromversorgung Koralmbahn. UW Werndorf – UW Grafenstein. Umweltverträglichkeitserklärung. Elektromagnetische Felder. Technischer Bericht – 1. Teil*, Mai 2016, S 88
- (23) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn. Testfahrten mit Highspeed* [online]. [cit. 2023-09-12]. Dostupné z: <https://presse-oebb.at/news-koralmbahn-testfahrten-mit-highspeed?id=185164&menueid=27021&l=deutsch>
- (24) Wikimedia Commons. File:Koralmbahn Infopfad 16.jpg [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Koralmbahn_Infopfad_16.jpg
- (25) Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Öffentlicher Schienentransport/öffentliche Schienenbeförderung 2018/S 229-524862. Vorinformation für öffentliche Dienstleistungsaufträge*. 28. November 2018, S. 38
- (26) ÖBB-Infrastruktur AG. *Koralmbahn: Rund um den Bau* [online]. Dostupné z: <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/bahnstrecken/suedstrecke-wien-villach/koralmbahn/rund-um-den-bau>

Lektorovali:

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Vysoké učení technické v Brně

Ing. Ivan Vukušič, Ph.D.

Výzkumný ústav železniční, a.s.

3. Veřejné zakázky Karel Marek⁵

Anotace

K tomu, aby při získávání zakázek bylo postupováno transparentně a nediskriminačně, se snaží přispět i směrnice EU a na ně navazující tuzemská úprava. Na základě veřejných zakázek vznikají relativně stabilní obchodní vztahy se zajištěným financováním. Pro podnikatele, který zakázku získá, je minimalizováno riziko, že za jím poskytnuté plnění neobdrží dohodnutou úplatu. Akviziční proces je často provázen pochybnostmi o hospodárnosti nákupu. K objasnění této problematiky a uzavírání smluv chce přispět tento článek.

Abstract

In order to be transparent and non-discriminatory in the procurement process, the EU directives and the related domestic regulation are also intended to contribute. Under public contracts, suppliers are able to make large-scale deliveries. There is a large part of socially available resources. Under public contracts, there is a relatively stable business relationship with secured financing, and the risk of not getting the agreed payoff is minimized for the contractor who gets the contract. The process of procuring is frequently shrouded in concern about cost-effectiveness of the purchase. This article aims to contribute to the clarification of this issue.

Klíčová slova

směrnice EU, občanské právo, správní právo, zadávání veřejných zakázek, smlouvy

Keywords

EU directives, civil law, admistration law, public procurement, contracts

1. Úvod

Naše pracoviště průběžně zkoumá úpravu vztahů veřejného a soukromého práva. Do tohoto rámce se řadí i nadepsané téma. Cílem příspěvku je vystihnout základní obsah regulace zákona o zadávání veřejných zakázek a alespoň stručně se věnovat i novele zákona účinné k 16.7.2023. Chceme vyjádřit obsah a návaznosti regulace, která se nemusí jevit příliš přehledná. Tím chceme úpravu přiblížit jejím adresátům. Navazujeme na dřívější publikované pojednání. Dříve publikovaný text upřesňujeme a doplňujeme ho o některé otázky, zejména o návaznost na uzavírání smluv. Nemůžeme však pojednat o všech dílčích otázkách. Používáme přitom zejména metody komparativní a analytické. Získané poznatky pak snažíme syntetizovat.

⁵ prof. JUDr. Karel Marek, CSc., UNOB Brno, k.marek@centrum.cz

Zadávání veřejných zakázek je procesem, který je začasť - podle zákona - nutné uskutečnit, a který ústí do uzavření smlouvy. Od 1. 11. 2016 je v ČR účinný zákon č. 134/2016 Sb. (dnes již novelizován jedenácti zákony), který veřejné zakázky upravuje. Řada osob se běžně stává osobou činnou v zadávacím procesu a u dalších osob se tak může v budoucnu stát ad hoc nebo alespoň s těmito osobami mohou spolupracovat.

V nejbližší budoucnosti lze očekávat mj. i **zvýšení počtu zakázek k zajištění bezpečnosti a obranyschopnosti**. Na základě veřejných zakázek získávají dodavatelé možnost provádění rozsáhlých plnění. Realizuje se zde značná část společensky disponibilních prostředků. Vznikají zde relativně stabilní obchodní vztahy se zajištěným financováním. Pro podnikatele, který zakázku získá, je minimalizováno riziko, že za jím poskytnuté plnění neobdrží dohodnutou úplatu. K tomu, aby při získávání těchto zakázek bylo postupováno transparentně a nediskriminačně, se snaží přispět i směrnice EU a na ně navazující tuzemská úprava.

Právní úprava zapracovává příslušné předpisy EU⁶ a určuje

- a) pravidla pro zadávání veřejných zakázek, včetně zvláštních postupů předcházejících jejich zadání,
- b) povinnosti dodavatelů při zadávání veřejných zakázek a při zvláštních postupech předcházejících jejich zadání,
- c) uveřejňování informací o veřejných zakázkách,
- d) zvláštní podmínky fakturace za plnění veřejných zakázek,
- e) zvláštní důvody pro ukončení závazků ze smluv na veřejné zakázky,
- f) informační systém o veřejných zakázkách,
- g) systém kvalifikovaných dodavatelů,
- h) systém certifikovaných dodavatelů,
- i) dozor nad dodržováním tohoto zákona.

Řada osob se účastní zadávání ve Slovenské republice. Ve srovnání s českou úpravou byla slovenská právní úprava přijatá o něco dříve. Do účinnosti vstoupil již 18. 4. 2016 zákon č. 343/2015 Zb. upravující „verejné obstarávanie“ (též vícekrát novelizován).

⁶ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/24/EU ze dne 26. února 2014 o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/25/EU ze dne 26. února 2014 o zadávání zakázek subjekty působícími v odvětví vodního hospodářství, energetiky, dopravy a poštovních služeb a o zrušení směrnice 2004/17/ES. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/23/EU ze dne 26. února 2014 o udělování koncesí. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/81/ES ze dne 13. července 2009 o koordinaci postupů při zadávání některých zakázek na stavební práce, dodávky a služby zadavateli v oblasti obrany a bezpečnosti a o změně směrnic 2004/17/ES a 2004/18/ES. Směrnice Rady ze dne 21. prosince 1989 o koordinaci právních a správních předpisů týkajících se přezkumného řízení při zadávání veřejných zakázek na dodávky a stavební práce (89/665/EHS). Směrnice Rady 92/13/EHS ze dne 25. února 1992 o koordinaci právních a správních předpisů týkajících se uplatňování pravidel Společenství pro postupy při zadávání zakázek subjekty působícími v odvětví vodního hospodářství, energetiky, dopravy a telekomunikací. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/66/ES ze dne 11. prosince 2007, kterou se mění směrnice Rady 89/665/EHS a 92/13/EHS, pokud jde o zvýšení účinnosti přezkumného řízení při zadávání veřejných zakázek.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/55/EU ze dne 16. dubna 2014 o elektronické fakturaci při zadávání veřejných zakázek.

4. Východiska a pojmy

Při zadávání veřejných zakázek jde o to, aby v rámci soutěže byla vybrána ta plnění, která budou mít nejpříznivější ceny a parametry. Zohlednit je však přitom nutno i tu skutečnost, že průběh zadávání vyžaduje i vynaložení určitých nákladů.

Přitom jde o to, aby byly náklady co nejnižší, proces zadávání co nejrychlejší a pro zadavatele vhodný jeho podmínkám. Lze tedy zřejmě vítat, že je v dnešní české právní úpravě zejména umožněno, že si zadavatel může sám rozvrhnout průběh zadávacího řízení od otevírání obálek s nabídkami.⁷ Může provést posouzení splnění podmínek účasti v zadávacím řízení před hodnocením nabídek nebo až po hodnocení nabídek.

Není stanoveno pořadí jednotlivých úkonů pro výběr vybraného dodavatele od ukončení otevírání obálek až do uzavření smlouvy. Záleží jen na zadavateli, jaký zvolí konkrétní postup pro průběh zadávacího řízení (viz § 39), který transparentně zaznamená a splní všechny povinnosti, které se ke konečnému výběru vybraného dodavatele a uzavření smlouvy váží.

Uvedené kroky pro posuzování splnění podmínek účasti v řízení a hodnocení nabídek mohou být prováděny v jakémkoliv pořadí nebo dohromady, konkrétní pořadí úkonů v řízení není regulováno, výsledkem zadávacího řízení je zpráva o hodnocení nabídek, uzavřená smlouva s vybraným dodavatelem a písemná zpráva zadavatele. Konkrétní postup v řízení si zadavatelé mohou zvolit podle toho, jak bude vyhovovat jejich interním postupům, případně si mohou upravit své interní postupy pro zadávání zakázky tak, aby maximálně využili možnosti nové úpravy.

Takto může být zásadně snížena administrativní náročnost zadávacího řízení, neboť nebude nezbytné podrobně posuzovat nabídky účastníků zadávacího řízení, kteří se nestali vybraným dodavatelem. Jde po našem soudu o vhodné řešení.

Zadavateli ovšem nic nebrání ani v tom, aby postupoval tak, jak bylo stanoveno v předchozí právní úpravě, tedy nejdříve posoudil splnění kvalifikace a obsah nabídek, účastníky, jejichž nabídka nespĺnila zadávací podmínky, vyloučil, a až poté přistoupil k hodnocení nabídek a výběru dodavatele.

Zákon o veřejných zakázkách v České republice tedy umožňuje postup, při kterém se hodnotí nejprve nabídka a splnění požadavků pro předmět zakázky a následně na to se hodnotí teprve splnění podmínek účasti.

Zadáním veřejné zakázky se podle zákona pro jeho účely rozumí uzavření úplatné smlouvy mezi zadavatelem a dodavatelem, z níž vyplývá povinnost dodavatele poskytnout dodávky, služby nebo stavební práce.

Za zadání veřejné zakázky (dále jen ZVZ) se nepovažuje uzavření smlouvy, kterou se zakládá pracovněprávní nebo jiný obdobný vztah, nebo smlouvy upravující spolupráci zadavatele při zadávání veřejné zakázky podle příslušného ustanovení zákona.

Veřejnou zakázkou (dále jen VZ) je VZ na dodávky, VZ na služby, VZ na stavební práce, koncese na služby a koncese na stavební práce.

Veřejné zakázky v ČR vč. koncesí jsou dnes upraveny společně (tak tomu bylo již dříve ve Slovenské republice) v zákonu č. 134/2016 Sb. To považujeme to za správné.

⁷ Tlustošová, K. : *Nová právní úprava veřejných zakázek*, Soukromé právo, č. 10/2016, s. 3 – 7, ISSN 2533-4239

2.1 Zadávací řízení

Zadávacími řízeními se pro účely zákona rozumí:

- a) zjednodušené podlimitní řízení,
- b) otevřené řízení,
- c) užší řízení,
- d) jednací řízení s uveřejněním,
- e) jednací řízení bez uveřejnění,
- f) řízení se soutěžním dialogem,
- g) řízení o inovačním partnerství,
- h) koncesní řízení, nebo
- i) řízení pro zadání veřejné zakázky ve zjednodušeném režimu.

Zakázky se rozlišují na veřejné, dotované, sektorové a zadávané jinými zadávajícími osobami.

Veřejným českým zadavatelem je:

- a) Česká republika; v případě České republiky se organizační složky státu považují za samostatné zadavatele s funkční samostatností při zadávání veřejných zakázek,
- b) Česká národní banka,
- c) státní příspěvková organizace,
- d) územní samosprávný celek nebo jeho příspěvková organizace,
- e) jiná právnická osoba, pokud
 1. byla založena nebo zřízena za účelem uspokojování potřeb veřejného zájmu, které nemají průmyslovou nebo obchodní povahu, a
 2. jiný veřejný zadavatel ji převážně financuje, může v ní uplatňovat rozhodující vliv nebo jmenuje nebo volí více než polovinu členů v jejím statutárním nebo kontrolním orgánu.

Požadavek přísl. směrnice zde naplňuje judikatura soudního dvora EU ⁸.

Dotovaným zadavatelem v Česku je osoba, která k úhradě nadlimitní nebo podlimitní veřejné zakázky použije více než 200 mil. Kč nebo více než 50 % peněžních prostředků, poskytnutých z

- a) rozpočtu veřejného zadavatele,
- b) rozpočtu Evropské unie nebo veřejného rozpočtu cizího státu s výjimkou případů, kdy je veřejná zakázka plněna mimo území Evropské unie.

Další skupinu zadavatelů tvoří zadavatelé tzv. sektorových zakázek (také někdy nazývanými síťovými nebo odvětvovými). Tito zadavatelé jsou zákonem vymezeni (viz § 151 zákona) včetně sektorových koncesí (viz § 176 zákona).

Pokud v ČR zadavatel zahájí zadávací řízení, i když k tomu nebyl povinen, je povinen ve vztahu k zadávané veřejné zakázce dodržovat zákon.

Za zadavatele se považuje také jiná osoba, která zahájila zadávací řízení, ačkoliv k tomu nebyla povinna, a to ve vztahu k tomuto zadávacímu řízení až do jeho ukončení.

V návaznosti na definování zakázek a zadavatelů určuje zákon i dodavatele a následně zásady zadávání.

⁸ K tomu viz například rozsudky ze dne 20. srpna 1998 ve věci C-31/87, Bentjes a z 13 prosince 2007 ve věci C -337/06 Bayerischer Rundfunk

Dodavatelem se rozumí osoba, která nabízí poskytnutí dodávek, služeb nebo stavebních prací, nebo více těchto osob společně. Za dodavatele se považuje i pobočka závodu; v takovém případě se za sídlo dodavatele považuje sídlo pobočky závodu.

Zadavatel v Česku při postupu podle zákona musí dodržovat zásady transparentnosti, přiměřenosti a odpovědného zadávání. Ve vztahu k dodavatelům musí zadavatel dodržovat zásadu rovného zacházení a zákazu diskriminace.

Zadavatel nesmí omezovat účast v zadávacím řízení těm dodavatelům, kteří mají sídlo v

- a) členském státě Evropské unie, Evropského hospodářského prostoru nebo Švýcarské konfederaci (dále jen "členský stát"), nebo
- b) jiném státě, který má s Českou republikou nebo s Evropskou unií uzavřenu mezinárodní smlouvu zaručující přístup dodavatelům z těchto států k zadávané veřejné zakázce.

Zákon dále upravuje tzv. centralizované zadávání, které je třeba lišit od tzv. společného zadávání.

Centralizované zadávání se může uskutečňovat na všech úrovních, např. pro samosprávné celky (kraje, obce či městské části apod.). Zákon vymezuje dva základní druhy centralizovaného zadávání.

V prvním případě pořizuje v zadávacím řízení centrální zadavatel dodávky či služby, které následně poskytuje bez navýšení ceny zadavatelům. Jde o tzv. „nákup na sklad“

Tento postup není možné aplikovat u veřejných zakázek na stavební práce. V tomto případě podstupuje centrální zadavatel zadávací řízení na účet zadavatelů. Zde se mluví o tzv. „mandátním nákupu“. To znamená, že zadavatelé zmocní centrálního zadavatele k realizaci zadávacího řízení. V tomto případě je přípustné, aby centrální zadavatel pořizoval pro zadavatele zboží, služby i stavební práce.

Zadavatelé, kteří pořizují zboží, služby či stavební práce prostřednictvím centrálního zadavatele, sami nepodstupují zadávací řízení, ale toto zadávací řízení podstupuje centrální zadavatel místo nich. Odpovědnost za řádný průběh celého zadávacího řízení nese tedy centrální zadavatel. Tohoto způsobu zadávání používají osoby, které preferují využití odbornosti centrálního zadavatele. Nemusí mít totiž mnohdy odpovídající personální předpoklady.

Zadavatelé uzavírají s centrálním zadavatelem před zahájením centralizovaného zadávání smlouvu, ve které upraví podmínky související s centralizovaným zadáváním.

Zákon upravuje i tzv. společné zadávání.

Zadavatelé mohou veřejnou zakázku zadat společně. Zadavatel může veřejnou zakázku zadat také společně s osobou, která nemá povinnost postupovat podle tohoto zákona.

Před zahájením zadávacího řízení uzavřou osoby, které se budou účastnit společného zadávání, písemnou smlouvu, která upraví jejich vzájemná práva a povinnosti související se zadávacím řízením a stanoví způsob jednání vůči třetím osobám.

Za dodržení tohoto zákona odpovídají při společném zadávání zúčastnění zadavatelé společně s výjimkou úkonů, které provádí zúčastněný zadavatel pouze svým jménem a na svůj účet.

Zadává-li veřejnou zakázku více zadavatelů společně a alespoň jedna z těchto osob je zadavatelem podle práva jiného členského státu, je rozhodným právem pro zadávání veřejné zakázky a jeho přezkum právo České republiky nebo právo takového členského státu. Rozhodné právo se určí

a) mezinárodní smlouvou, nebo

b) dohodou osob zúčastněných na společném zadávání, nepostupuje-li se podle písmene a).

Zadává-li veřejnou zakázku osoba, kterou založil nebo zřídil zadavatel společně se zadavatelem se sídlem v jiném členském státě, dohodnou se tyto zadavatelé, že rozhodným právem pro zadávání veřejné zakázky a jeho přezkum je právo členského státu, ve kterém takto založená nebo zřízená osoba

a) má sídlo, nebo

b) vykonává svou činnost.

2.2 Postup pro zadávání veřejných zakázek v oblasti obrany nebo bezpečnosti

Postupu zadávání těchto zakázek se věnuje samostatná (devátá) část zákona (§ 187 a násl.). Takovými zakázkami jsou veřejné zakázky, které zadává zadavatel a jejímž předmětem jsou:

a) dodávky vojenského materiálu,

b) dodávky citlivého materiálu, jeho součástí, náhradních dílů nebo dílčích částí,

c) stavební práce, dodávky nebo služby přímo související s dodávkami uvedenými v písmenu a) nebo b) pro veškeré fáze jejich životního cyklu,

d) stavební práce nebo služby pro výhradně vojenské účely, nebo

e) citlivé stavební práce nebo citlivé služby.

Pro účely tohoto zákona se rozumí citlivým materiálem, citlivými stavebními pracemi a citlivými službami materiál, stavební práce nebo služby, které se dotýkají utajovaných informací, nebo utajované informace vyžadují nebo obsahují.

Je zde vymezeno, které části zákona se u těchto zakázek použijí, a které nepoužijí. Jsou zde i zvláštní ustanovení o centrálním zadavateli a o vertikální a horizontální spolupráci.

Tato část zákona určuje i zvláštní pravidla pro zakázky v oblasti obrany nebo bezpečnosti. Jsou tomu věnována zvláštní ustanovení pro výjimky v oblasti obrany nebo bezpečnosti, ustanovení věnovaná bezpečnosti utajovaných informací, ustanovení o zabezpečení dodávek, zvláštní ustanovení o profesní způsobilosti, zvláštní ustanovení o způsobilosti účastníka zadávacího řízení, zvláštní ustanovení o kritériích technické kvalifikace, zvláštní ustanovení o normách a technických dokumentech, zvláštní ustanovení pro jednací řízení bez uveřejnění, zvláštní ustanovení pro jednací řízení s uveřejněním, zvláštní ustanovení o uším řízení, zvláštní ustanovení o lhůtách pro nadlimitní veřejné zakázky, zvláštní ustanovení o lhůtách pro podlimitní veřejné zakázky, zvláštní ustanovení o zákazu uzavření smlouvy, zvláštní ustanovení pro rámcové dohody, zvláštní ustanovení o písemné zprávě zadavatele a zvláštní ustanovení o poddodavatelích.

Podle ustanovení § 28 písm. n) zákona jsou vojenským materiálem zbraně, střelivo a další materiál, který je speciálně určen, zkonstruován nebo přizpůsoben pro vojenské účely. Seznam vojenského materiálu obsahuje příloha č.1 k tomuto zákonu.

Zadavatel přitom není povinen zadat veřejnou zakázku v zadávacím řízení podle obecných výjimek § 29 zákona. Z výjimek uvádíme zejména:

- a) pokud by provedení zadávacího řízení ohrozilo ochranu základních bezpečnostních zájmů ČR a současně nelze učinit taková opatření, které by provedení zadávacího řízení umožňovalo,
- b) jestliže by došlo k vyžrazení utajované informace v zákonu určeným způsobem,
- c) jde-li o zadávání nebo plnění veřejné zakázky v rámci zvláštních bezpečnostních opatření stanovených jinými právními předpisy a současně nelze učinit taková opatření, které by provedení zadávacího řízení umožňovalo.

Akviziční proces vojenské výzbroje, techniky, materiálu a souvisejících služeb v rámci resortu MO ČR je v souladu s právní úpravou prováděn podle resortních předpisů a pokynů v souladu se zásadami hospodárného, efektivního a účelného vynakládání veřejných zdrojů.

2.3 K rozsahu právní úpravy

Český zákon o veřejných zakázkách upravuje širší okruh otázek, než upravují evropské směrnice. Zatímco zadávací směrnice EU jsou stanoveny jen pro zakázky (evropské zakázky), které dosahují určených finančních limitů - nadlimitní veřejné zakázky, česká úprava je orientována i na zakázky nižších finančních objemů - podlimitní veřejné zakázky a zakázky malého rozsahu. Takto je tomu i ve Slovenské republice i v některých jiných státech.

Podle hodnoty rozděluje zákon zakázky na:

- nadlimitní (evropské) zakázky, ty jsou takovými zakázkami, u kterých předpokládaná cena veřejné zakázky alespoň dosáhne limitů prahové hodnoty - částky určené směrnicemi EU. Tyto částky jsou vyjádřeny nař.vl. č.172/2016 Sb., které je pravidelně novelizované.

Takové zakázky se oznamují v Úředním věstníku EU.

- podlimitní zakázky, to jsou zakázky, u kterých předpokládaná cena takové zakázky určených limitů nedosáhne a současně přesáhne částky určené pro zakázky malého rozsahu Tyto zakázky nejsou upraveny zadávacími směrnicemi EU. Vztahuje se však na ně obecná úprava přijatá v EU (např. o nediskriminaci).⁹
- veřejné zakázky malého rozsahu. Jsou to zakázky do 2 mil. Kč (bez DPH) u dodávek a služeb a do 6 mil. Kč (bez DPH) u stavebních prací. Pro tyto zakázky je jen zákonem určena povinnost dodržovat zásady zákonné úpravy, tj. zejména zásady transparentnosti, nediskriminace, přiměřenosti. Postup zadávání těchto zakázek zákon neupravuje, začasť si však takový postup určuje zadavatel sám.

Pro podlimitní dodávky a služby a pro stavební práce s prahovou hodnotou do 50 mil. Kč (bez DPH) lze použít zjednodušené podlimitní řízení.

Veřejné zakázky se člení i podle jejich druhu.

⁹ Viz též např. Marek, K.: *Veřejné zakázky*, ve Klokner, T. (eds.): *Miscelanea IV.*, Brno, VŠ Danubius, 2023, s.147-172, ISBN 978-80-7379-400-3

Veřejnou zakázkou na dodávky je veřejná zakázka, jejímž předmětem je pořízení věcí, zvířat nebo ovladatelných přírodních sil, pokud nejsou součástí veřejné zakázky na stavební práce. Pořízením se rozumí zejména koupě, nájem nebo pacht.

Veřejnou zakázkou na služby je veřejná zakázka, jejímž předmětem je poskytování jiných činností, než stavebních prací.

Veřejnou zakázkou na stavební práce je veřejná zakázka, jejímž předmětem je

- a) poskytnutí činnosti uvedené v oddílu 45 hlavního slovníku jednotného klasifikačního systému pro účely veřejných zakázek podle přímo použitelného předpisu Evropské unie¹⁰,
- b) zhotovení stavby, nebo
- c) poskytnutí souvisejících projektových činností, pokud jsou zadávány společně se stavebními pracemi podle písmene a) nebo b).

Stavbou je pro účely tohoto zákona výsledek stavebních nebo montážních prací vytvářející jednotný celek, který je sám o sobě dostatečný k plnění hospodářské nebo technické funkce. Bez ohledu na právní formu spolupráce mezi zadavatelem a dodavatelem se za veřejnou zakázku na stavební práce považuje rovněž zhotovení stavby odpovídající požadavkům stanoveným zadavatelem, přičemž za odpovídající požadavkům stanoveným zadavatelem se považuje stavba, u níž má zadavatel rozhodující vliv na druh nebo projekt stavby.

Veřejné zakázky, které v sobě zahrnují více druhů veřejných zakázek, se zadávají v souladu s pravidly platnými pro druh veřejné zakázky odpovídající hlavnímu předmětu této veřejné zakázky.

Obsahují-li veřejné zakázky dodávky i služby a nejedná se o veřejnou zakázku na stavební práce, určí se hlavní předmět podle části předmětu veřejné zakázky s vyšší předpokládanou hodnotou.

V ostatních případech se hlavní předmět určí podle základního účelu veřejné zakázky.

3. Současný stav právní úpravy zadávacích řízení

3.1 Otevřené řízení

Jde o řízení, které je velmi transparentní. Zadavatel provádí oznámení otevřeného řízení a sděluje tak neomezenému počtu dodavatelů svůj úmysl zadat veřejnou zakázku v tomto zadávacím řízení. Jde o řízení „jednofázové“. Je současně prokazovaná kvalifikace a podané nabídky. V tomto řízení, které umožňuje účast všech uchazečů, je pak nutné hodnotit zásadně veškeré podané nabídky.

3.2 Užší řízení

Také v tomto řízení oznamuje zadavatel neomezenému počtu dodavatelů svůj úmysl zadat veřejnou zakázku. Jde o řízení „doufázové“. Dodavatelé projevují zájem o realizaci zakázky a prokazují svoje kvalifikace. Účastníci, kteří prokázali kvalifikace, jsou vyzváni k podání nabídky.

¹⁰ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2195/2002 ze dne 5. listopadu 2002 o společném slovníku pro veřejné zakázky (CPV), v platném znění

3.3 Jednací řízení

Rozlišujeme jednací řízení s uveřejněním a jednací řízení bez uveřejnění. Tato řízení jsou nejméně formální. Zatímco volbu toho, zda zadavatel použije otevřené řízení nebo užší řízení, si zadavatel zásadně provádí sám, jednací řízení s uveřejněním nebo jednací řízení bez uveřejnění je možno provádět jen v případech stanovených zákonem. Jde i o případy, kdy je možné jen obtížně určit rozsah zakázky.

3.4 Jednací řízení s uveřejněním

Jde o řízení „třífázové“. Zde zadavatel oznamuje neomezenému počtu dodavatelů, že bude zadávat zakázku v tomto zadávacím řízení. Tím vyzývá dodavatele k žádosti o účast. Po posouzení kvalifikace (a případném omezení počtu kvalifikovaných účastníků), vyzývá účastníky k podání předběžných nabídek, jež jsou podkladem pro jednání. Teprve potom se podávají konečné nabídky.

V případě tzv. podlimitních veřejných zakázek může zadavatel použít toto jednací řízení bez uvedení důvodu.

Jinak se používá:

- pokud nelze potřeby zadavatele uspokojit bez úpravy na trhu dostupných plnění, součástí veřejné zakázky je návrh řešení nebo inovativní řešení,
- zakázka nemůže být zadaná bez předchozího jednání z důvodu zvláštních okolností vyplývajících z povahy, složitosti nebo právních a finančních podmínek spojených s předmětem veřejné zakázky,
- nelze stanovit technické podmínky odkazem na technické dokumenty,
- Specifickým případem je pak situace, kdy předchozí otevřené nebo užší řízení bylo zrušeno podle příslušného ustanovení zákona, podle kterého zadavatel zruší zadávací řízení, pokud po uplynutí lhůty pro podání žádostí o účast, předběžných nabídek nebo nabídek v zadávacím řízení není žádný účastník zadávacího řízení.

3.5 Jednací řízení bez uveřejnění

U tohoto řízení neprovádí zadavatel uveřejnění, ale oznamuje písemnou formou dodavateli nebo vymezenému počtu dodavatelů skutečnost, že zamýšlí zadat tuto zakázku v tomto zadávacím řízení. Řízení tak může být zahájeno buď výzvou k jednání nebo výzvou k podání nabídek anebo může být přímo zahájeno jednání. Zadavatel je oprávněn o nabídkách jednat a měnit i zadávací podmínky, a to při zachování předpokladů pro použití tohoto zadávacího řízení. Obecná úprava má přitom určeny zvláštnosti pro sektorové zakázky.

Jednací řízení bez uveřejnění může být použito v případech:

- ve kterých zadavatel podstatným způsobem nezměnil zadávací podmínky oproti předchozímu otevřenému řízení, užšímu řízení nebo zjednodušenému podlimitnímu řízení, ve kterých nebyly podány žádné nabídky nebo žádosti o účast,
- podané nabídky nespĺňovaly požadavky zadavatele na předmět veřejné zakázky nebo účastníci zadávacího řízení nespĺnili podmínky v žádosti o účast,
- jestliže veřejná zakázka může být splněna jen určitým dodavatelem, protože předmětem zakázky je jedinečné umělecké dílo nebo výkon,

- neexistuje zde hospodářská soutěž, a to z technických důvodů nebo je nezbytné provést toto zadávání z důvodu ochrany výhradních práv včetně práv duševního vlastnictví,
- jestliže zde je krajně naléhavá okolnost, kterou zadavatel nemohl předvídat ani ji nezpůsobil.

U veřejných zakázek na dodávky je za určených podmínek možné, aby zadavatel použil jednací řízení bez uveřejnění, pokud je dodávané zboží vyráběno pouze pro účely výzkumu, pokusu, studia nebo vývoje. Může též jít o dodatečné dodávky od téhož dodavatele, které jsou určeny jako částečná náhrada předchozí dodávky nebo k rozšíření dosavadního rozsahu dodávky, a to za předpokladu, že by změna dodavatele nutila zadavatele pořizovat dodávky s odlišnými technickými vlastnostmi, což by mělo neslučitelnost s původním předmětem plnění nebo by znamenalo nepřiměřené technické obtíže při provozu a údržbě. Není-li delší doba odůvodněna zvláštními okolnostmi, pak takové dodatečné dodávky mohou být pořizovány nejdéle tři roky od uzavření smlouvy.

Jednací řízení bez uveřejnění může být také prováděno u dodávek nakupovaných na komoditních burzách nebo pořizované za zvlášť výhodných podmínek od dodavatele, který je v likvidaci, nebo v případě, kdy je vůči dodavateli vedeno insolvenční řízení. Dodávky jsou zde sjednány s osobou, která je oprávněna disponovat s majetkovou podstatou.

Jde-li o veřejnou zakázku na služby, může zadavatel použít jednací řízení bez uveřejnění též, jde-li o veřejnou zakázku v návaznosti na soutěž o návrh, podle jejichž pravidel měl zadavatel v úmyslu zadat zakázku účastníkovi (účastníkům) soutěže o návrh, jehož návrh (jejichž návrhy) byl vybrán (byly vybrány).

Jednací řízení bez uveřejnění lze použít též u zakázek na služby nebo stavební práce, pokud jde o nové služby a nové stavební práce spočívající v opakování obdobných služeb a stavebních prací jako u původní veřejné zakázky a odpovídající původní veřejné zakázce, pokud tyto služby nebo stavební práce budou zadány témuž dodavateli, v zadávací dokumentaci původního zadávacího řízení, jehož zahájení bylo uveřejněno způsobem podle ustanovení § 212 nebo § 53 odst. 1 zákona a byla podle § 100 odst. 3 zákona uvedena možnost zadat novou zakázku na nové služby nebo nové stavební práce v jednacím řízení bez uveřejnění a zároveň byl uveden rozsah nových služeb nebo nových stavebních prací, a to za určených podmínek. Předpokládaná hodnota přitom byla zahrnuta do předpokládané hodnoty původní veřejné zakázky a jednací řízení bude zahájeno do 3 let ode dne uzavření smlouvy na původní veřejnou zakázku a skutečná hodnota (bez DPH) za nové služby nebo stavební práce nepřesáhne o více než 30 % jejich předpokládanou hodnotu ani nepřesahuje 30 % ceny původní veřejné zakázky.

Právní úprava v tomto případě zpřísňuje podmínky (oproti úpravě evropské) a určuje nad rámec i maximální přípustnou míru zvýšení ceny o 30%.

Upozorňujeme přitom na skutečnost, že jednací řízení bez uveřejnění, tedy přímé vyjednávací řízení je výjimkou z "klasických" postupů a výše uvedené předpoklady pro jeho použití se ve smyslu judikatury nemohou vykládat rozšiřujícím způsobem. Výpočet důvodů je taxativní.

3.6 Zjednodušené podlimitní řízení

Pro podlimitní dodávky a služby a pro stavební práce do 50 mil. Kč (bez DPH) lze použít zjednodušené podlimitní řízení. Přitom je pro toto řízení vymezeno použití příslušného ustanovení zákona.

Zadavatel zahajuje zjednodušené podlimitní řízení uveřejněním výzvy k podání nabídek na profilu zadavatele podle § 214, kterou vyzývá neomezený počet dodavatelů k podání nabídky. Zadavatel může výzvu po jejím uveřejnění odeslat některým dodavatelům, v takovém případě musí být výzva odeslána alespoň 5 dodavatelům. Výzva k podání nabídek musí obsahovat stanovené náležitosti (v příloze č. 6 k tomuto zákonu).

Zadavatel nesmí s účastníky zadávacího řízení o podaných nabídkách jednat.

Zadávací dokumentace musí být uveřejněna na profilu zadavatele po celou lhůtu pro podání nabídek. Pro zadávací dokumentaci a zadávací podmínky se použijí ustanovení § 96 až 100 obdobně; to neplatí pro dobu pro uveřejnění vysvětlení zadávací dokumentace podle § 98 odst. 1 písm. a) a dobu pro prohlídku místa plnění podle § 97. Zadavatel může použít jednotlivá pravidla pro zadávací řízení pro nadlimitní režim. Zadavatel může použít i jiná kritéria kvalifikace dodavatele, než jsou uvedena v části čtvrté zákona.

Pokud si to zadavatel v zadávací dokumentaci vyhradil, může oznámení o vyloučení účastníka zadávacího řízení nebo oznámení o výběru dodavatele uveřejnit na profilu zadavatele. V takovém případě se oznámení považují za doručená všem účastníkům zadávacího řízení okamžikem jejich uveřejnění.

Pro podání a hodnocení nabídek a výběr dodavatele se použijí § 107 až 110 a § 114 až 122 obdobně. Jako kritéria kvality může zadavatel též stanovit i jiná kritéria (než jsou uvedena v § 116), pokud jsou založena na objektivních skutečnostech vztahujících se k osobě dodavatele nebo k předmětu veřejné zakázky. Zadavatel všem účastníkům zadávacího řízení umožní na jejich žádost nahlédnout do písemné zprávy o hodnocení nabídek a poříditi si z ní výpisy, kopie nebo její opisy.

Případné oznámení o zrušení zjednodušeného podlimitního řízení zadavatel uveřejní na profilu zadavatele do 5 pracovních dnů od rozhodnutí o zrušení zadávacího řízení.

Snahou je učinit tento druh zadávání časově i administrativně méně náročný oproti jiným druhům zadávání. Právní úprava se zde vymezuje na určení specifik, a pokud není v zákonu výslovně odkázáno na příslušné ustanovení pro nadlimitní režim, zadavatel je oprávněn (ne však povinen) tato ustanovení použít.¹¹

Procesní postup není upraven evropskou legislativou, členské státy si tento postup upravili různě.

3.7 Řízení se soutěžním dialogem; Rámcová dohoda

Při zadání veřejné zakázky se zvláště složitým předmětem plnění, zejména pokud zadavatel hledá vhodné řešení, lze použít soutěžní dialog. Podmínky použití jsou přitom shodné s jednacím řízením s uveřejněním. Průběh je ve „třech fázích“.

¹¹ Říčný, D., Marečková, E.: *Zjednodušené podlimitní zakázky podle nového zákona o veřejných zakázkách*, Veřejné zakázky, č. 4/2015, s. 28 – 29, ISSN 2277-7067

Účastníci jsou vyzváni k účasti v soutěžním dialogu po prokázání kvalifikace. V tomto dialogu zadavatel hledá jedno nebo více vhodných řešení. Po skončení dialogu jsou účastníci, jejichž řešení bylo označeno jako vhodné, vyzváni k podání nabídek.

Rámcovou dohodou je taková dohoda uzavřená mezi jedním nebo více zadavateli a jedním nebo více dodavateli. Obsahem je ujednání rámcových podmínek, zejména s ohledem na ceny nebo předpokládané množství, které mají být zadány v určitém časovém období. Zadavatel může uzavřít rámcovou dohodu jen na základě zadávacího řízení, které by byl oprávněn použít na veřejnou zakázku obdobného předmětu a předpokládané hodnoty.

3.8 Průběh zadávacího řízení

Průběh zadávacího řízení lze členit na:

- uveřejnění údajů o konání veřejné zakázky
- podávání nabídek
- posouzení kvalifikace
- hodnocení nabídek
- uzavření smlouvy s vybraným dodavatelem.

Údaje se uveřejňují ve Věstníku veřejných zakázek, u nadlimitních zakázek pak v Úředním věstníku EU. Provádí-li se předběžné oznámení, lze pak zkrátit lhůtu pro podání nabídek.

Z nabídek pak zadavatel volí tu nabídku, která je vyhodnocena jako nejvýhodnější.

Při posouzení kvalifikace se zjišťuje způsobilost dodavatele pro provedení zadávané veřejné zakázky (jde o způsobilost základní a profesní a kvalifikaci ekonomickou a technickou).

Hodnocení nabídek se provádí podle ekonomické výhodnosti nebo podle nejnižší nabídkové ceny. U hodnocení podle ekonomické výhodnosti se vždy jako kritérium stanoví nabídková cena a dále zejména kritérium provozních nákladů, požadavků na údržbu a technické či ekologické vlastnosti předmětu veřejné zakázky.

Zadávání a hodnocení některých veřejných zakázek nemusí být pak s hledem na jejich specifika jednoduchou záležitostí. Problémem je především vhodná volba hodnotících kritérií, která by umožnila zadavateli vybrat nejvhodnější nabídku.¹²

S vybraným dodavatelem, jehož nabídka byla vyhodnocena jako nejvýhodnější, uzavírá pak zadavatel smlouvu.

Uzavřenou smlouvu není povinen zadavatel uveřejnit, pokud byla uveřejněna v registru smluv. Zveřejňování smluv upravuje zákon (byl již novelizován) o zvláštních podmínkách účinnosti některých smluv, který přinesl mj. povinnost některých subjektů zveřejňovat soukromoprávní smlouvy, smlouvy o poskytnutí dotace nebo návratné finanční výpomoci.¹³

Rozhodování sporných otázek při zadávání veřejných zakázek řeší právní úprava v zákonu o veřejných zakázkách.

¹² K tomu viz např. Jelínek, K.: *Hodnotící kritéria veřejných zakázek*, Soukromé právo, č.11/2016, s. 9 – 17, ISSN 2533-4239

¹³ Blíže viz Janečková, E.: *Zveřejňování smluv podle zákona o zveřejňování smluv*, Daně a právo v praxi, č. 2/2016, s. 27 – 29, ISSN 2277-7076

V ostatním je svěřena pravomoc obecným soudům. Může jít např. o spory o náhradu škody při porušení povinnosti. Je ovšem též možné v rámci vyřešení vzniklého sporu udělit k jeho rozhodnutí pravomoc obecnému rozhodci, popř. rozhodčímu soudu. Stálým rozhodčím soudem s obecnou pravomocí (příslušností) je Rozhodčí soud při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR.¹⁴

Při přípravě a realizaci veřejných zakázek může případně docházet také ke vzniku trestněprávní odpovědnosti fyzických, ale i právnických osob. K efektivnosti trestněprávní úpravy odpovědnosti právnických osob ovšem byly však vysloveny výhrady.¹⁵

3.9 Koncesní řízení

Jde o zvláštní druh veřejné zakázky. Od jiných zakázek se liší formou protiplnění a mírou rizika. U koncesí na služby a stavební práce se rizika spojená s využíváním přenášejí na koncesionáře. Koncesionář plnění poskytne a pak ho po stanovenou dobu využívá.

Kladně lze hodnotit, že právní úprava koncesí je přímo v zákonu o zadávání veřejných zakázek.

Slovenská republika upravovala koncese v rámci zákona o veřejných zakázkách i v předchozím zákoně. Naproti tomu v legislativě EU zákonodárce zvolil v nových směrnicih oddělené úpravy koncesí samostatnou směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2014/23/EU ze dne 26. února 2014.

4. K úpravě elektronické komunikace

Komunikace mezi zadavatelem a dodavatelem je určena v ustanovení § 211 zákona. Toto ustanovení ukládá zadavateli obecnou povinnost komunikovat s dodavatelem v zadávacím řízení elektronicky a stanoví z této povinnosti výjimky; toto ustanovení přineslo však i částečně odloženou účinnost. Odložená účinnost byla stanovena v § 279 odst. 2 zákona a byla různá v závislosti na druhu zadavatele. Pro zadavatele podle § 4 odst. 1 písm. a) zákona - organizační složky státu - Českou národní banku a centrální zadavatele nabylo předmětné ustanovení účinnost již 18. dubna 2017, pro ostatní zadavatele byla pak účinnost stanovena na 18. října 2018.

Od 18. dubna 2017 tak již organizační složky státu, Česká národní banka a centrální zadavatelé musí komunikovat s dodavatelem výhradně elektronicky; zaslání dokumentů v listinné podobě je (až na výjimky uvedené v § 211 odst. 5) zákona vyloučeno. Tito zadavatelé nejsou oprávněni přijímat listinné nabídky, ale pouze nabídky doručené prostřednictvím elektronického nástroje, přičemž povinnost výhradně elektronické komunikace se uplatní i na zadávací řízení zahájená před 18. dubnem 2017. Není tedy rozhodující okamžik zahájení zadávacího řízení, ale okamžik, kdy dochází ke komunikaci mezi zadavatelem a dodavatelem.

V § 211 odst. 5 českého zákona je uložena povinnost vést písemnou komunikaci elektronicky, nestanoví se zde však, jakými prostředky bude elektronická komunikace probíhat. K zachování povinnosti podle § 211 odst. 5 tak lze použít

¹⁴ Blíže viz např. Marek, K.: *Aktuálně k rozhodčímu řízení*, Moderní obec, č. 4/2023, s. 54–55, ISSN 1211-0507

¹⁵ Vesecká, R.: *Úvaha nad trestněprávní odpovědností právnických osob ve vztahu k veřejným zakázkám*, Veřejné zakázky, č. 4/2015, s. 23 – 25, ISSN 2277-7076

jakoukoli formu elektronické komunikace, včetně komunikace prostřednictvím datové schránky či běžného e-mailu.

U některých úkonů však nepostačí dodržení elektronické podoby podle § 211 odst. 5, neboť na ně zákon stanoví zvláštní požadavky. Úkony uvedené v § 28 odst. 1 písm. i) body 1 až 6 (nabídky, předběžné nabídky, žádosti o účast, žádosti o zařazení do systému kvalifikace, žádosti o účast nebo návrhy v soutěži o návrh, aukční hodnoty v elektronické aukci) může dodavatel provést pouze prostřednictvím zadavatelem stanoveného elektronického nástroje. Ve vztahu k zadavateli zákon obdobné omezení neobsahuje, v § 211 odst. 8 pouze vyžaduje uznávaný elektronický podpis v případech vyjmenovaných úkonů, pokud by je zadavatel činil jinak, než prostřednictvím elektronického nástroje nebo datovou schránkou.

Na elektronizaci se orientuje i novelizace právní úpravy,

5. Diskuse k novele právní úpravy zákona o veřejných zakázkách provedené zák.č. 166/2023 Sb.

Zákon č. 166/2023 Sb., kterým se mění zák.č. 134/2016 Sb. (ve znění pozdějších předpisů), nabývá účinnosti 16.7.2023. Novela byla iniciována Evropskou komisí. Evropská komise totiž na základě článku 258 Smlouvy o fungování Evropské komise zaslala České republice svoje „Odůvodněné stanovisko“ z důvodu „nesprávného provedení směrnice o zadávání veřejných zakázek 2014/23/EU, 2014/24/EU a 2014/25 EU.“

Odůvodněné stanovisko (reasoned opinion) je postup předcházející možnému podání žaloby na členský stát komisí k Soudnímu dvoru EU. V něm komise dává členskému státu lhůtu (zpravidla dvouměsíční) k nápravě stavu, o němž se domnívá, že představuje porušení práva EU. Po marném uplynutí lhůty již může komise podat žalobu k Soudnímu dvoru.

Komise zastávala názor, že některá uvedená ustanovení českého zákona o zadávání veřejných zakázek jsou v rozporu s ustanoveními uvedených směrnic, jelikož stanoví neoprávněné výjimky z uplatňování pravidel pro zadávání veřejných zakázek a při širokém výkladu mohou představovat příčinu obcházení pravidel pro zadávání veřejných zakázek.

5.1 Předpokládaná hodnota veřejné zakázky

K ustanovení čl. 5 odst. 11 směrnice 2014/24/EU (výpočet odhadované hodnoty veřejné zakázky na dodávky nebo služby, které jsou pravidelné povahy nebo které mají být obnovovány během daného období) a čl. 16 směrnice 2014/25/EU (smíšené zakázky v oblasti obrany a bezpečnosti) se vztahuje ustanovení § 19 odst. 3 o předpokládané hodnotě veřejné zakázky podle zák. č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek.

K vyloučení některých zakázek z tohoto okruhu podle uvedeného § 19 odst.3 české orgány uvedly, že dané ustanovení v českém zákonu nepovažují za obcházení směrnic. Považují je za velmi praktické, pokud jde o malé nákupy zboží s proměnlivou cenou.

ČR nepovažovala případné rámcové dohody za vhodné pro tento účel, neboť cenové prvky je třeba posoudit již v okamžiku zadání rámcové dohody. Dynamické

nákupní systémy by rovněž nebyly pro tento účel praktické z důvodu lhůty 10 dnů, kterou je třeba stanovit pro podávání nabídek, přičemž tato lhůta nesmí být v případě ústředních orgánů státní správy zkrácena.

Kromě toho byly české orgány toho názoru, že „*aktuální potřeby*“ jsou dané *ad hoc* okolnostmi, a proto mezi nimi nemůže být funkční vazba. I když se mohou denně měnit a opakovat, není nutné je zahrnout do odhadovaného výpočtu hodnoty veřejné zakázky, který by měl být u nákupů opakovaných v průběhu 12 měsíců kumulativní, jak je stanoveno v čl. 5 odst. 11 směrnice 2014/24/EU. Tyto nákupy nemohou být považovány za jeden funkční celek.

Komise svůj postoj nezměnila i přes argumenty předložené českými orgány a uvedla, že ustanovení čl. 5 odst. 11 směrnice 2014/24/EU a čl. 16 odst. 11 směrnice 2014/25/EU stanoví úplná pravidla pro výpočet odhadované hodnoty veřejné zakázky v případě veřejných zakázek na dodávky nebo služby, které jsou pravidelné povahy nebo které mají být obnovovány během daného období. Stanovením zvláštních dodatečných pravidel pro výpočet hodnoty zakázky u veřejných zakázek, pokud jde o položky, jejichž cena je během účetního období proměnlivá, jsou ustanovení §19 odst. 3 českého zákona č. 134/2016 Sb. o zadávání veřejných zakázek v rozporu s pravidly stanovenými v uvedených člancích směrnice a stanoví nepředpokládanou výjimku z uplatňování pravidel pro zadávání veřejných zakázek stanovených ve směrnících.

Vzhledem k tomu, že téměř veškeré zboží a služby zpravidla podléhají cenovým výkyvům v rámci účetního období, obecné znění těchto ustanovení by se potenciálně mohlo vztahovat na veškeré zboží a služby, což může vést k rozsáhlému obcházení směrnice. Komise rovněž vzala na vědomí skutečnost, že české orgány samy připustily, že jsou připraveny svoji legislativu upravit, pokud by obavy komise nadále přetrvávaly, což skutečně nastalo.

Komise proto zastávala názor, že ustanovení § 19 odst.3 zák.č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek jsou v rozporu s ustanoveními shora uvedených směrnic, jelikož stanoví nepřipustnou výjimku z uplatňování pravidel pro zadávání veřejných zakázek a mohou představovat příčinu obcházení pravidel pro zadávání veřejných zakázek. Ustanovení § 19 odst. 3 českého zákona o zadávání veřejných zakázek byla tudíž hodnocena jako neslučitelná s čl. 5 odst. 11 směrnice 2014/24/EU a čl. 16 odst. 11 směrnice 2014/25/EU.

Podle našeho názoru je správné, že nyní dochází k přesnému respektování evropské úpravy v novele provedené zák.č.166/2023 Sb., kdy je výjimka zachována jen pro podlimitní veřejné zakázky, které citovaným směrnícím nepodléhají.

5.2 K ustanovení směrnice 2014/23/EU o komunikaci mezi zadavatelem a dodavatelem

K ustanovení čl. 29 odst. 1 písm. c) směrnice 2014/23/EU, čl. 22 odst. 2 směrnice 2014/24/EU a k § 211 odst. 1 o komunikaci mezi zadavatelem a dodavatelem zák. č. 134/2016 Sb. náš zákon neomezoval používání ústní komunikace pouze na jiné než zásadní prvky zadávacího řízení, stanovil širší pravidla, než která směrnice výslovně uvádí. Jejich uplatňování se jevilo být v rozporu

s harmonizovanými pravidly pro zadávání veřejných zakázek na vnitřním trhu. Navíc to mohlo vést k diskriminačnímu zacházení s hospodářskými subjekty.

Komise zastávala názor, že ustanovení § 211 odst. 1 českého zákona o zadávání veřejných zakázek jsou v rozporu s čl. 29 odst. 1 písm. c) směrnice 2014/23/EU a čl. 22 odst. 2 směrnice 2014/24/EU, jelikož stanoví širší pravidla pro komunikaci, než která směrnice výslovně uvádějí.

České orgány ve své odpovědi na výzvu sdělily, že zvolily jiný legislativní postup. Namísto provedení zásady „*jež se netýkají zásadních prvků*“ uvedly seznam všech dokumentů, u nichž je vyžadována písemná forma sdělení, neboť takový postup považují za jasnější a bezpečnější.

Písemné sdělení je obecným pravidlem. Český zákon o zadávání veřejných zakázek místo toho, aby umožňoval ústní komunikaci pouze u jiných než zásadních prvků řízení, uvádí seznam dokumentů, které musí být sděleny písemně. Tento přístup nebyl v souladu se směrnicí. Za prvé existují další situace, ve kterých jsou sdělovány zásadní prvky a které české právní předpisy nezachycují, např. pokud veřejný zadavatel požádá o objasnění nabídek.

Objasnění nabídek je vždy zásadním prvkem nabídkového řízení, neboť má dopad na vyloučení a hodnocení nabídky. V opačném případě by žádost o objasnění byla bezpředmětná. Ustanovení § 46 odst. 1 českého zákona o zadávání veřejných zakázek nevyžadovalo výslovně písemnou formu u takové žádosti. V případě ústních sdělení existovalo vysoké riziko nerovného zacházení s uchazeči, a to pokud jde o to, zda byla podána žádost o objasnění, či nikoliv, jak se podrobného objasnění se týkala atp.

Z obecnějšího pohledu vyplývala neslučitelnost české právní úpravy ze skutečnosti, že situace, ve kterých dochází ke sdělení zásadního prvku řízení, nemohou být obecně definovány vyčerpávajícím způsobem. Otázka, zda se jedná o sdělení, které se týká zásadního prvku řízení, musí být spíše posuzována případ od případu s ohledem na konkrétní okolnosti. Jinak řečeno, může existovat mnoho dalších situací, ve kterých budou sdělovány zásadní prvky, a které nejsou zachyceny ve výčtu uvedeném v české právní úpravě.

Výčet procesních situací, u nichž je písemné sdělení povinné, uvedený v českém zákoně tedy nezaručuje správné provedení směrnice, neboť může vést k povolení ústní komunikace o prvcích, které lze považovat za zásadní. Ústní sdělení o zásadních prvcích zadávajícího řízení mohou vést k diskriminačnímu zacházení s hospodářskými subjekty, neboť je obtížnější zajistit a prokázat konzistentnost informací poskytovaných různým hospodářským subjektům.

Komise proto nezměnila svůj postoj i přes argumenty, které předložily české orgány. Podle ní ustanovení § 211 odst. 1 českého zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek provádělo ustanovení čl. 29 odst. 1 písm. c) směrnice 2014/23/EU a čl. 22 odst. 2 směrnice 2014/24/EU nevyhovujícím způsobem a mohlo vést k diskriminačnímu zacházení s hospodářskými subjekty.

Komise proto zastávala názor, že ustanovení § 211 odst. 1 českého zákona o zadávání veřejných zakázek jsou v rozporu s čl. 29 odst. 1 písm. c) směrnice 2014/23/EU a čl. 22 odst. 2 směrnice 2014/24/EU. Na základě toho vyzvala Evropská komise Českou republiku, aby přijala požadovaná opatření, provedla novelu zákona a dosáhla tak souladu s tímto stanoviskem komise.

Novelu kompatibilní s evropskou úpravou ČR připravila a vydala pod č. 166/2023 Sb. To lze hodnotit kladně.

Současně toho ČR využila k více než třem stům upřesnění a doplnění dosavadního textu zákona. Takový počet změn ovšem klade značné nároky na adresáty této právní úpravy. V dalším textu zmíníme vybraná ustanovení novely.

5.3 Vyloučení účastníka ze zadávacího řízení

V ustanovení § 48 odst. 3 zákona se upřesňuje se úprava vylučování z důvodu souvisejících s poskytnutím jistoty, což byla otázka, která byla v praxi velmi diskutována. Poskytnutí jistoty je velmi významné. Jejím skutečným plněním se plní významná povinnost. Poskytnutím jistoty se totiž zajišťuje určitá možná kompenzace pro zadavatele pro případ, pokud by vybraný dodavatel neuzavřel smlouvu. Zákon nově obsahuje rozdílnou úpravu pro případy neprokázání poskytnutí jistoty a pro případy, kdy účastník zadávacího řízení nezajistil v průběhu zadávací lhůty poskytnutí jistoty (tj. pro případy, kdy jistota nebyla poskytnuta vůbec, nebo poskytnuta byla, ale nedošlo k jejímu prodloužení, pokud to bylo s ohledem na běh zadávací lhůty potřebné).

Úprava prokazování složení jistoty sjednocuje se s obecným režimem pro předkládání dokladů. Zadavatel tedy může i na doklady o složení jistoty uplatňovat postup podle § 46. Pokud tedy v nabídce nebude poskytnutí jistoty prokázáno, zadavatel může účastníka zadávacího řízení vyloučit. Zadavatel se ovšem může rozhodnout zaslat účastníku zadávacího řízení výzvu k doplnění dokladů. V takovém případě může být doklad o poskytnutí jistoty doplněn za předpokladu, že jistota byla řádně poskytnuta již od konce lhůty pro podání nabídek. Pokud však jistota poskytnuta nebyla, nebo byla poskytnuta později, k pozdnímu složení jistoty se již nepřihlíží a uplatňuje se úprava pod písmenem b) (dodavatel může být vyloučen) a odstavce 8 (vybraný dodavatel musí být vyloučen).

Obdobná pravidla platí také v případech, kdy po podání nabídek jistota poskytnuta a prokázána byla, ale později pozbyla platnost. I v takovém případě může zadavatel postupovat podle § 46 a vyžádat si doplnění dokladů o poskytnutí jistoty, je však možné doplnit pouze doklady prokazující, že jistota byla poskytnuta po celou dobu trvání zadávací lhůty (a to včetně doby, po kterou se zadávací lhůta podle § 40 odst. 2 prodloužila). Pokud došlo při poskytnutí jistoty k přetržce, tak se k pozdějšímu opětovnému poskytnutí jistoty již nepřihlíží. Vyloučení vybraného dodavatele je povinné, u ostatních účastníků zadávacího řízení možné.

5.4 Prokázání kvalifikace prostřednictvím jiných osob

V ustanovení § 48 odst. 6 se doplňuje nový důvod pro vyloučení účastníků zadávacího řízení, který vychází z judikatury Soudního dvora Evropské unie, konkrétně jde zejména o rozsudky C-144/17 a C-531/16, podle kterých se umožňuje vyloučit ze zadávacího řízení i „spojené osoby“, pokud se prokáže podstatná koordinace přípravy jejich nabídek, a to i v případě, že mezi nimi nebyla uzavřena zakázaná dohoda podle soutěžního práva.

Podle důvodové zprávy důvodem pro vyloučení podle § 48 odst. 6 písm. b) nebude jakákoli spolupráce při přípravě nabídek, ale pouze spolupráce definovaná jako jednání ve vzájemné shodě při přípravě těch částí nabídek, které jsou podstatné pro hodnocení podle hodnotících kritérií, tzn. pouze podstatné ekonomické parametry nabídky. Mohlo by se tedy jednat zejména o případy koordinace cen nebo kvalitativních aspektů nabídky podstatných pro jejich hodnocení. Z výše uvedené judikatury naopak vyplývá, že formální či administrativní spolupráce při zpracování nabídek důvodem k vyloučení není.

K ustanovení § 83 novela upřesňuje, že třetí osoba (poddodavatel) může za účastníka prokázat profesní způsobilost, ekonomickou kvalifikaci nebo technickou kvalifikaci i v plném rozsahu.

To lze ocenit a dále lze ocenit vypuštění povinnosti, aby třetí osoba předkládala doklady o splnění základní způsobilosti v případě, kdy to není zákonem či zadavatelem vyžadováno od účastníka.

5.5 Oznámení o výběru

Ustanovení § 50 je novelizováno a uvedeno do souladu s § 123 tak, že se vypouští povinnost odeslání oznámení o výběru v případě řízení s jediným účastníkem. V důsledku toho se pak neuplatní ani zákaz uzavření smlouvy, resp. nelogická možnost podat námitky. Samozřejmě, že i v tomto případě musí zadavatel interně o výběru rozhodnout, nicméně může pak účastníka rovnou vyzvat k uzavření smlouvy. Novela upřesňuje, že třetí osoba (poddodavatel) může za účastníka prokázat profesní způsobilost (mimo předložení výpisu z obchodního rejstříku), ekonomickou kvalifikaci nebo technickou kvalifikaci i v plném rozsahu.

5.6 Změna kvalifikace

Novelou dochází ke zmírnění dosavadní právní úpravy, která se jeví jako nepřiměřeně tvrdá, neboť neumožňuje zadavateli zvážit, zda dodavatele pro porušení povinnosti oznámit změnu v kvalifikaci vyloučí či nikoli. S ohledem na skutečnost, že předmětné ustanovení slouží k ochraně zadavatele, mělo by být na jeho uvážení, zda této ochrany využije a dodavatele ze zadávacího řízení vyloučí, či zda upřednostní širší soutěž o předmětnou veřejnou zakázku a nebude nesplnění předmětné povinnosti sankcionovat vyloučením.

Novelizace § 88 odst. 2 nic nemění na povinnosti zadavatele vyloučit vybraného dodavatele podle § 48 odst. 8, tedy zejména v případě, kdy zjistí, že jsou naplněny důvody k vyloučení podle § 48 odst. 2, mezi které patří i nesplnění kvalifikace vybraným dodavatelem. Může tedy nastat situace, že i vybraný dodavatel v průběhu zadávacího řízení na určitou dobu kvalifikaci ztratí. Nejpozději v okamžiku uzavření smlouvy však vybraný dodavatel musí kvalifikaci v plném rozsahu opět splňovat. To považujeme za racionální.

5.7 Otevírání nabídek v elektronické podobě

Zadavateli se ukládá nová povinnost, a to do 5 pracovních dnů od doručení žádosti účastníka zadávacího řízení sdělit nebo uveřejnit údaje z nabídek odpovídající číselně vyjádřitelným kritériím hodnocení (to však neplatí, bude-li využita elektronická aukce). Údaje se poskytují bez identifikačních údajů účastníků zadávacího řízení. Důvodem pro tuto změnu je snaha poskytnout účastníkům zadávacího řízení informace, na základě kterých mohou odhadnout svou pozici v zadávacím řízení.

To považujeme za vhodné, může to být totiž důležité z hlediska plánování jejich provozních kapacit. Zadavatel však není povinen účastníky zadávacího řízení vzájemně identifikovat, a to z důvodů prevence uzavírání zakázaných dohod.

5.8 Povinnost předkládání dokladů vybraným dodavatelem

Pro úpravu výběru dodavatele přináší novela po našem soudu jednu z nejvýznamnějších změn. Jedná se o jedno ze stěžejních koncepčních ustanovení novely. Opouští se jím totiž dosavadní bezvýhradná povinnost vyžadovat od vybraného dodavatele originály či ověřené kopie dokladů k prokázání kvalifikace (v této souvislosti dochází k vypuštění také § 86 odst. 3).

Napříště tedy bude na uvážení zadavatele, zda se spokojí s předložením prostých kopií dokladů o kvalifikaci, nebo bude jako dosud vyžadovat předložení originálů či ověřených kopií dokladů. To by mělo řešit mj. situace, kdy v zahraničí jsou stále častěji vydávány doklady, které nejsou podepsány, a tudíž není možná ani jejich autorizovaná konverze. V řadě případů také zadavatel v podstatě nemá pochybnosti

o pravosti předložených dokladů (případně je může ověřit z veřejně dostupných zdrojů), a přesto byl povinen originály či ověřené kopie vyžadovat. Zadavatel tuto skutečnost nemusí uvádět předem v zadávacích podmínkách, může se rozhodnout až při odesílání výzvy dle § 122.

Mění se také předkládání dokladů o základní způsobilosti. Pokud zadavatel nestanoví jinak, nesmí být starší 3 měsíců před zahájením zadávacího řízení. Zadavatel však může vyžadovat předložení dokladů aktuálních (s datem po odeslání výzvy dle § 122). Zadavatel může také požadovat čestné prohlášení, že se nezměnily údaje v dokladech k prokázání kvalifikace, které má zadavatel již k dispozici, anebo nové doklady.

5.9 Komunikace mezi zadavatelem a dodavateli

K ustanovení § 211 novela vkládá nový odst.2, v němž upřesňuje, kdy lze v zadávacím řízení využít ústní komunikaci; v ostatních případech je povinná písemná komunikace. Jde o:

- a) jednání s dodavatelem tam, kde je tento zákon připouští,
- b) prohlídku místa plnění,
- c) provedení kontroly technické kapacity nebo opatření týkajících se zabezpečení jakosti nebo výzkumu podle § 79 odst. 2,
- d) rozhovor mezi porotou a účastníky soutěže o návrh podle § 148 odst. 6,
- e) jiná sdělení jež se netýkají zásadních prvků zadávacího řízení, mezi které patří zejména zadávací dokumentace, žádost o účast, potvrzení zájmu a nabídka.

Novela dále stanoví, že elektronická komunikace není povinná při uzavírání smlouvy. Je tedy možné smlouvy uzavírat i nadále v listinné podobě.

V neposlední řadě se stanoví výslovně, že jednání učiněné prostřednictvím elektronického nástroje nebo datové schránky se považuje za podepsané.

5.10 Změna závazku ze smlouvy

Do ustanovení upravující komunikaci mezi zadavatelem a dodavatelem přináší novela § 222 tři významné změny ve vztahu k možným změnám závazku ze smlouvy na veřejnou zakázku:

- upřesňuje, jak lze změny provádět v případě veřejných zakázek malého rozsahu, resp. koncesí malého rozsahu či podlimitních sektorových veřejných zakázek; v těchto případech se pravidla § 222 neuplatní, pokud nejsou změnou překročeny příslušné limity,
- odstraňuje „evropský“ 50% limit změny u odstavců 5 a 6, neboť pro ně zároveň platí přísnější národní limit ve výši 30 % původní hodnoty závazku,
- dále se stanoví, že vyhrazené změny závazku (jak ve vztahu ke změně předmětu, tak dodavatele) nemusí být vyhrazeny ve smlouvě.

Podle našeho hodnocení je národní limit 30 % příliš přísný.

5.11 Zpřístupnění dokumentace uložené v certifikovaném elektronickém nástroji

Nový § 262a reaguje na povinnou elektronizaci zadávacích řízení a přináší z našeho pohledu i pohledu zadavatelů jistě vítanou změnu, která mj. odstraní problémy s doručováním originálu dokumentace o zadávacím řízení Úřadu pro ochranu hospodářské soutěže (dále jen ÚOHS). Nově tedy platí, že povinnost odeslat nebo doručit ÚOHS dokumentaci o zadávacím řízení nebo soutěži o návrh je ve vztahu k dokumentům a informacím uloženým v certifikovaném elektronickém nástroji splněna i tehdy, pokud zadavatel zajistí ÚOHS k těmto dokumentům a informacím přístup až do pravomocného skončení správního řízení nebo do doručení sdělení, že ÚOHS správní řízení zahajovat nebude. Platí přitom, že dokumenty a informace uložené v certifikovaném elektronickém nástroji jsou autentické, a to i v případě, že byly původně vytvořeny mimo certifikovaný elektronický nástroj.

6. K uzavírání smluv

Zadávání veřejných zakázek ústí do uzavření smlouvy. Tam, kde zakázky zadávacímu procesu nepodléhají, tam smlouvy vznikají bez návaznosti na proces veřejného zadávání. I při uzavírání těch smluv, které zadávání veřejných zakázek nepodléhají, lze očekávat **zvýšení počtu kontraktů k zajištění bezpečnosti a obranyschopnosti**.

Oba „kontraktační postupy“ musí však probíhat v souladu se zákonem. Občanský zákoník přitom přinesl do českého právního řádu několik významných změn. O těchto otázkách pojednávají naše následující řádky .

Nový je mj. i **institut odpovědnosti za ukončení předmluvních jednání**. Je určeno, že dospějí-li strany při jednání o smlouvě tak daleko, že se uzavření smlouvy jeví vysoce pravděpodobné, jedná nepoctivě ta strana, která přes důvodné očekávání druhé strany v uzavření smlouvy, jednání o uzavření smlouvy ukončí, aniž pro to má spravedlivý důvod (§ 1729 odst. 1 obč. zák.).

Strana, která takto nepoctivě jedná, nahradí druhé straně škodu, nanejvýš však v tom rozsahu, který odpovídá ztrátě z neuzavřené smlouvy v obdobných případech (§ 1729 odst. 2 obč. zák.).

To neznamena, že by některá strana nemohla jednání o uzavření smlouvy přerušit, nemůže to však udělat v takovém stádiu jednání, ve kterém se již uzavření smlouvy jeví jako vysoce pravděpodobné. Pak nemůže bez postihu ukončit smluvní jednání.

Spravedlivým důvodem pro ukončení kontraktace by mohl být jen takový, který mohla druhá strana při náležité obezřetnosti předpokládat (např. jednání se zahraničním konečným zákazníkem, kdy úspěch tohoto jednání byl značně nejistý) nebo o němž byla informována.

Co bude či nebude spravedlivé, to bude muset být posuzováno u každého případu jednotlivě.

Rozhodující tak například nebude, zda smlouvu schválil ten orgán právnické osoby, který je k tomu formálně pověřen, ale zda případně mohla i bez takového schválení druhá strana potřebné jistoty nabýt. Na druhé straně nesouhlas příslušného orgánu,

který je nezbytný podle zákona nebo i jenom podle vnitřních předpisů, může sehrát roli spravedlivého důvodu pro neuzavření smlouvy. Poskytnutí včasné informace o takové překážce je povinností jednajících strany.

Úprava škody podle § 1729 odst. 2 občán.zák. je přitom zvláštní úpravou a jeví se jako odpovědnost deliktní. Rozsah náhrady škody je limitován a v každém případě bude třeba jednotlivě zjistit její rozsah. Důležitý je přitom pojem „ztráty z neuzavřené smlouvy“. I obsah tohoto pojmu bude však třeba posuzovat jednotlivě. Bude přitom třeba zjišťovat příčinnou souvislosti mezi protiprávním jednáním a škodou, která má být nahrazena.

Zejména se však míří na postihování jednání vedených jen tzv. na oko, aniž byl úmysl smlouvu uzavřít. Dřívější občanský zákoník (zákon č. 40/1964 Sb.) tento institut postrádal a dnešní úprava je žádoucí.

Kromě nového konstituování předsmuvní odpovědnosti určuje občán.zák. i novou úpravu vlastního uzavírání smluv.

V § 1725 se obecně určuje, že je **smlouva uzavřena**, jakmile si **strany sjednají její obsah**. V mezích právního řádu je stranám ponecháno na vůli svobodně si smlouvu ujednat a její obsah určit. To se může jevit shodné s právní úpravou předchozí.

Jsou zde však i speciální ustanovení. Smlouvy, které se uzavírají s použitím úprav **smluvních typů**, by měly obsahovat tzv. **podstatné náležitosti**. Tyto náležitosti jsou vymezeny v základních ustanoveních těchto smluvních typů (viz např. § 2085 občán. zák. pro koupi movité věci-smlouvu na zboží a § 2586 pro dílo-smlouvu o dílo).

Avšak považují-li **strany smlouvu za uzavřenou**, ač si ve skutečnosti **neujednaly náležitost, již měly ve smlouvě ujednat**, hledí se na projev jejich vůle jako na uzavřenou smlouvu, lze-li zvláště s přihlédnutím k jejich následnému chování, rozumně předpokládat, že by smlouvu uzavřely i bez ujednání této náležitosti (§1726).

Otázkou pak zůstává, zda to může být náležitost jakákoli, a to i ta, která by byla pro daný smluvní typ určující. Text zákona náležitosti nijak nerozlišuje, na otázku by tedy zřejmě mělo být odpovězeno kladně. Daná smlouva by se pak měla řídit právní úpravou příslušného smluvního typu, což může být náročné na provedení tohoto ustanovení. Proto dané ustanovení může vyvolávat otázky. Například jak zacházet se smlouvou o kontrolní činnosti bez závazku k nestrannému zjištění stavu věci (srov. § 2652 občán.zák.).

Ustanovení § 1726 dále uvádí, že dala-li některá ze stran již při uzavírání smlouvy najevo, že **dosažení shody o určité náležitosti, je předpokladem** k uzavření smlouvy, má se za to, že smlouva bez dohody o ní uzavřena nebyla; tehdy ujednání o ostatních náležitostech strany nezavazuje, ani byl-li o nich vyhotoven zápis. Zde může jít o jakoukoli, byť obecně nepodstatnou náležitosti, která se takto stává podstatnou.

Tato ustanovení připomínají úpravu předcházející obchodnímu zákoníku (tj. úpravu v zákoníku mezinárodního obchodu). Je zřejmé, že přestože tehdy šlo o úpravu pro jiné ekonomické podmínky, byla tato zřejmě inspirována úpravami zahraničními a lze ji označit za přínosnou.

Následující § 1727 upravuje tzv. **závislé smlouvy**, a to standardním způsobem. Každá ze smluv se posuzuje samostatně, ledaže jsou to smlouvy závislé, když vznik každé z nich je podmínkou vzniku ostatních smluv. Zánik závazku některé z nich bez uspokojení věřitele, zrušuje ostatní závislé smlouvy.

Občanský zákoník se věnuje i **zneužití důvěrných údajů nebo sdělení**. Údaje nesmí být zneužity a nesmí dojít k jejich prozrazení bez zákonného důvodu. Poruší-li strana tuto povinnost a obohatí se tím, vydá druhé straně to, oč se obohatila.

Návrh smlouvy označuje občan. zák. **legislativní zkratkou „nabídka“**. Vychází se z pojmu oferta.

Návrh smlouvy musí být určitý, musí být zřejmé, že ten, kdo jej činí, má úmysl uzavřít určitou smlouvu s osobou, vůči níž návrh smlouvy (nabídku) činí.

Ustanovení občan. zák. určuje, že **nabídkou je právní jednání obsahující podstatné náležitosti smlouvy tak**, aby smlouva mohla být uzavřena jednoduchým a nepodmíněným přijetím. Je třeba, aby z něho plynula vůle navrhovatele být smlouvou vázán, bude-li smlouva přijata.

Přitom je stanovena vyvratitelná domněnka (text obsahuje formulaci „má se za to“) o tom, že návrh dodat zboží nebo poskytnout službu za určenou cenu učiněný při podnikatelské činnosti reklamou v katalogu nebo vystavením zboží, je nabídkou s výhradou vyčerpání zásob nebo ztráty schopnosti podnikatele plnit.

Upravuje se, že **nabídka učiněná ústně musí být přijata bezodkladně**, ledaže něco jiného plyne z jejího obsahu nebo z okolností, za nichž se stala. To platí, i když přítomné osobě byla předložena nabídka v písemné formě.

Nabídka učiněná písemně vůči nepřítomné osobě musí být přijata ve lhůtě uvedené v nabídce.

Pokud není lhůta uvedena, lze nabídku přijmout v době přiměřené povaze navrhované smlouvy a rychlosti prostředků, jež navrhovatel použil pro zaslání nabídky.

Občanský zákoník obsahuje v § 1736 i úpravu tzv. neodvolatelné nabídky, i když se v praxi používá jen zcela ojediněle.

Podle navazujících ustanovení **lze pak nabídku zrušit** (i když je neodvolatelná) **a odvolat**. O zrušení se jedná, pokud zrušovací projev dojde druhé straně před (nebo současně s) doručením nabídky. Pokud je to v nabídce vyhrazeno, lze ji odvolat i ve lhůtě určené pro její přijetí. Jinak platí, že lze odvolatelnou nabídku odvolat, jen pokud odvolání dojde druhé straně dříve, než ta odeslala přijetí nabídky.

Ustanovení upravující návrh na uzavření smlouvy jsou zakončena § 1739 o odmítnutí nabídky a případech, kdy zemře některá ze stran, nebo pozbude-li svéprávnosti uzavřít smlouvu.

Ustanovení § 1740 odst. 1 a odst. 2 přejímají dřívější úpravu. **Osoba, které je nabídka určena, nabídku přijme, projeví-li s ní včas vůči navrhovateli souhlas.** Mlčení nebo nečinnost samy o sobě přijetím nejsou. Pokud je učiněn projev vůle, který obsahuje dodatky, výhrady, omezení nebo jiné změny, jde o odmítnutí nabídky a je to považováno za novou nabídku.

Přijetím nabídky je však odpověď, která vymezuje obsah navržené smlouvy jinými slovy. Například místo čtvrté čtvrtletí je uvedeno říjen – prosinec.

Text zákona (vycházející mimo jiné z některých zahraničních úprav), vyjadřuje myšlenku, že není racionální popírat uzavření smlouvy, případně stíhat smlouvy neplatností v případech, kdy se akceptační prohlášení nepodstatně odchyluje od oferty např. když oferent prohlásí „nabízím 100 ks za 1 mil. Kč.“ a oblát odpovídá „přijímám, ale baleno bude po 10 ks“.

Odpověď s dodatkem nebo odchylkou, která podstatně nemění podmínky nabídky je tedy přijetím nabídky, pokud navrhovatel bez zbytečného odkladu takové přijetí neodmítne. To platí v případě, že navrhovatel přijetí nabídky s dodatkem nebo odchylkou předem nevyločil již v nabídce nebo jiným způsobem, který nevzbuzuje pochybnost.

Standardním způsobem je upravena **nabídka určená více osobám.** Při takové nabídce je smlouva uzavřena, přijmou-li nabídku všechny osoby, pokud takový úmysl vyplývá z obsahu nabídky nebo lze-li takový úmysl rozumně předpokládat z okolností, za nichž byla nabídka učiněna. Totéž platí, je-li zřejmý úmysl navrhovatele, aby se stranou smlouvy stal určitý počet těchto osob.

Upravuje se též zrušení přijetí nabídky. **Přijetí nabídky lze totiž zrušit,** dojde-li navrhovateli nejpozději s přijetím.

Přitom **pozdní přijetí návrhu má účinky** včasného přijetí, pokud navrhovatel bez zbytečného odkladu, alespoň ústně **vyrozumí osobu, které nabídku učinil,** že přijetí považuje za včasné, nebo se začne chovat ve shodě s nabídkou.

Plyne-li z písemnosti, která vyjadřuje přijetí nabídky, že byla odeslána za takových okolností, že by došla navrhovateli včas, kdyby její přeprava probíhala obvyklým způsobem, má pozdní přijetí účinky včasného přijetí, ledaže navrhovatel bez odkladu vyrozumí alespoň ústně osobu, které byla nabídka určena, že považuje nabídku za zaniklou.

Ustanovení § 1744 obč.an.zák. pak přináší možnost konkludentního uzavření smlouvy a vychází z upraveného dřívějšího ustanovení § 275 odst. 4 obchod. zák. Obsahuje opět dvě skupiny podmínek pro uzavření smlouvy.

První skupina taxativně uvedených podmínky:

- s přihlédnutím k obsahu nabídky
- k praxi, kterou mezi sebou strany zavedly
- nebo je-li to obvyklé.

Druhá skupina podmínek je vyjádřena demonstrativně; oferent může návrh přijmout provedením jednání:

- zejména tak, že se podle podmínky zachová
- zejména poskytne-li nebo přijme-li plnění.

Přijetí nabídky je účinné v okamžiku, kdy k jednání došlo, došlo-li k němu včas. K uzavření smlouvy dojde tedy jednáním, při naplnění jedné z podmínek z 1. skupiny, za splnění podmínky 2. skupiny.

Lze přitom předvídat, že se budou rozšiřovat případy naplnění 3. podmínky první skupiny a 2. podmínky druhé skupiny.

Stručné ustanovení § 1745 konstatuje, že **smlouva je uzavřena okamžikem, kdy přijetí nabídky nabývá účinnosti.**

Podle § 1746 však strany mohou uzavřít i tzv. nepojmenovanou smlouvu, tj. takovou smlouvu, která není zvlášť jako typ upravena (např. o spolupráci, o spolupůsobení apod.).

K následujícímu ustanovení § 1747 uvádí důvodová zpráva, že pro **smlouvy**, v nichž se někdo zavazuje **poskytnout jiné osobě plnění bezúplatně**, nelze použít obecné interpretační pravidlo, podle něhož se výraz, připouštějící různý výklad, použije k tíži toho, kdo jej použil jako první, ale naopak, použila-li takový výraz ta osoba, která se k bezúplatnému plnění zavazuje, nutno jej v pochybnostech vykládat tak, že se tato osoba chtěla zavázat spíše méně než více.

Vyvratitelná domněnka koncipovaná v § 1748 pak určuje, že se má za to, že ujednání, že určitá část obsahu bude mezi stranami ujednána dodatečně, je podmínkou účinnosti uzavřené smlouvy.

Podmínkou účinnosti uzavřené smlouvy je též ujednání stran, že specifickou náležitostí určí třetí osoba nebo soud. Pokud není navrženo doplnění smlouvy do jednoho roku od uzavření smlouvy, pak nastupuje další vyvratitelná domněnka a má se za to, že se smlouva od počátku ruší.

U smluv nepojmenovaných je nutno, aby kromě určení smluvních stran **byl dohodnut obsah závazku**, tj. byla přesně vymezena práva a povinnosti stran.

Jde-li o použití smluvního typu podle obč. zák., potom musí konkrétní smlouvy obsahovat tzv. podstatné náležitosti smluv vymezené v základních ustanoveních smluvních typů, ledaže strany chtějí uzavřít smlouvu bez některé této náležitosti.

Část obsahu smlouvy lze určit také odkazem na obchodní podmínky (§ 1751 obč. zák.) **a lze použít i doložek upravených v užívaných vykládacích**

pravidlech (§1754 občán. zák.). Využít je možno i **obchodních zvyklostí**. To ostatně bylo možné i podle dřívější úpravy podle obchod. zák.

7. Závěr

K platné právní úpravě zdůrazněme, že v úpravě veřejných zakázek není stanoveno pořadí jednotlivých úkonů pro výběr vybraného dodavatele od ukončení otevírání obálek až do uzavření smlouvy. Záleží jen na zadavateli, jaký zvolí konkrétní postup pro průběh zadávacího řízení, který transparentně zaznamená a splní všechny povinnosti, které se ke konečnému výběru vybraného dodavatele a uzavření smlouvy váží. To považujeme za správné.

Zadávání zakázek je dnes je možno v některých případech provádět neformálněji. Je možnost provést zadávání jednoduššími způsoby, což lze hodnotit kladně.

V zákonu o zakázkách je i úprava elektronické komunikace. Povinnost používat elektronické prostředky ve veřejných zakázkách vyplývá ze směrnice Evropského parlamentu a Rady EU. Ke snížení administrativní zátěže u dodavatelů dopomohlo i Jednotné evropské osvědčení, které si vyžádala směrnice 2014/24/EU.

Pro běžného adresáta bude však v současné úpravě obtížné najít v zákonu o veřejných zakázkách ustanovení, která jsou souvisící. Pomoci přitom může komentářová literatura a text zákona vydávaný s vysvětlivkami.

Celá právní úprava zakázek se pak může adresátům jevit jako poměrně složitá a komplikovaná. Respektování pravidel právní úpravy se jeví časově velmi náročné. Upravujeme přitom i otázky, které po nás evropská úprava nevyžaduje. Obsah zákona bychom mohli nově posoudit a zvážit, kde ho lze limitovat. Mělo by nám přitom jít o to, zadávat zakázky v souladu se zásadami zadávání, ale ne v dlouhých časových intervalech. Jen tak lze pomoci rychlému rozvoji a budování potřebných kapacit. I když časté změny zákonů nejsou žádoucí, může být tento navržený postup inspirativní.

Velmi aktuální je pak pro nejbližší období zvýšení částek pro zadávání veřejných zakázek malého rozsahu.

Použité zdroje

Janečková, E.: *Zveřejňování smluv podle zákona o zveřejňování smluv*, Daně a právo v praxi č. 2/2016, s. 27 – 29, ISSN 2277-7076

Jelínek, K.: *Hodnotící kritéria veřejných zakázek*, Soukromé právo, č.11/2016, s. 9 – 17, ISSN 2533-4239

Kolektiv autorů: *Návrh právní formy ústavu pro objektivizaci akvizičního procesu*, Vojenské rozhledy, č. 3/2024, v tisku, ISSN 2336-2995

Marek, K.: *Aktuálně k rozhodčímu řízení*, Moderní obec, č. 4/2023, s. 54–55, ISSN 1211-0507

Marek, K.: *Veřejné zakázky*, ve Klokner, T. (eds.): *Miscelanea IV.*, Brno, VŠ Danubius, 2023, s.147-172, ISBN 978-80-7379-400-3

Rozsudek Soudního dvora EU ze dne 20. srpna 1998 ve věci C-31/87 Bentjes

Rozsudek Soudního dvora EU ze dne 13. prosince 2007 ve věci C-337/06 Bayerischer Rundfunk

Říčný, D., Marečková, E.: *Zjednodušené podlimitní zakázky podle nového zákona o veřejných zakázkách*, Veřejné zakázky, č. 4/2015, s. 28 – 29, ISSN 2277-7067

Tlustošová, K. : *Nová právní úprava veřejných zakázek*, Soukromé právo, č. 10/2016, s. 3 – 7, ISSN 2533-4239

Tlustošová, K. : *Velká novela zákona o zadávání veřejných zakázek*, Soukromé právo, č. 3/2024, s. 22 – 27, ISSN 2533-4239

Vesecká, R.: *Úvaha nad trestněprávní odpovědností právnických osob ve vztahu k veřejným zakázkám*, Veřejné zakázky, č. 4/2015, s. 23 – 25, ISSN 2277-7076

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2195/2002 ze dne 5. listopadu 2002 o společném slovníku pro veřejné zakázky (CPV).

prof. JUDr. Karel Marek, CSc.

Je právník zabývající se zejména občanským a obchodním právem. Nejprve pracoval ve strojírenském závodě v útvaru dodávek investičních celků. Posléze se stal pedagogem. V roce 1984 získal hodnost CSc., v roce 1990 byl jmenován docentem a v roce 2011 profesorem. Je rozhodcem Rozhodčího soudu při Hospodářské komoře ČR a Agrární komoře ČR a také rozhodcem Rozhodčího soudu Obchodní a průmyslové komory Slovenské republiky. Rozhodoval přes 800 sporů. Je autorem nebo spoluautorem více než 30 knižních publikací a mnoha odborných článků publikovaných doma i v zahraničí.

Lektorovali:

Mgr. Jan Pospíchal,

Správa železnic

Mgr. Kateřina Šveřepová,

AK CČS

4. Vlakotramvaje - dočkáme se tentokrát ?

Pavel Drdla¹⁶

Vít Čepický¹⁷

Roman Štěřba¹⁸

Anotace

Článek pojednává o problematice provozování lehkých kolejových vozidel (vlakotramvajích), které se v posledních desetiletích staly fenoménem pro moderní, rychlou a podle zkušeností ze zahraničí i levnější možnosti oproti konvenční železnici na méně frekventovaných přepravních relacích.

Abstract

The article discusses the issue of operating light rail vehicles (tram-train), which one in recent decades have become a phenomenon for a modern, fast and, according to experience from abroad, cheaper option compared to conventional railways on less frequent transport routes.

Klíčová slova:

Lehká kolejová vozidla, vlakotramvaj, železnice, dráha

Key words:

Light rail vehicle, tram-train, railway, rail

¹⁶ Doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D., vedoucí oddělení teorie dopravy a řízení, Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice

¹⁷ Vít Čepický, redaktor, odbor komunikace, České dráhy, a.s.

¹⁸ Doc. Dr. Ing. Roman Štěřba, MBA, Katedra chytrých měst a regionů, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

1. Úvod

Vláda České republiky se v části Dopravní strategie svého programového prohlášení zavázala k podpoře budování kolejových spojení i pro lehká kolejová vozidla v městských aglomeracích. Téma vlakotramvají se do tuzemska cyklicky vrací už řadu let. Systém využívající výhody lehkého drážního vozidla pohybujícího se po stávající či lehce upravené infrastruktuře klasické dráhy a městských tramvajových sítích zmiňovala řada projektů. Dodnes jsme se však žádné české realizace – zejména kvůli chybějící legislativě – nedočkali. Přitom v zahraničí je dávno v provozu řada úspěšných projektů, jimiž bychom se mohli inspirovat. Povede se to u nás tentokrát?

Historicky se funkce velké dráhy a městských pouličních drah často překrývala a různě doplňovala. Mnohé tramvajové provozy překročily hranice města, vzpomeňme například síť příměstských tramvají kolem Ostravy, funkční meziměstské tramvaje mezi Libercem a Jabloncem či Mostem a Litvínovem nebo zaniklou síť ústeckých malodrah, jež se mimo město vydaly hned na několika místech, kromě jiného i do podhůří Krušných hor.

Ale platilo to i naopak. Současná železniční trať z Tábora do Bechyně měla v době zahájení elektrického provozu poměrně blízko k tramvaji. Ostatně – Elinka projíždějící po bechyňském mostě či předměstím Tábora dodnes asociuje právě představu vlakotramvaje, byť by jí slušelo další pokračování blíže centru. A pokud zůstaneme v rámci tehdejšího Československa, Tatranská elektrická železnice dodnes balancuje kdesi na půl cesty mezi velkou dráhou a električkou, přičemž samotný pohled na jednotky TATRA – ČKD EMU 89.0 je více než výmluvný.

Řada nových projektů se pak vyrojila v porevoluční době. Spousty textů, úvah, debat a 78 milionů Kč za projekt padly například na oltář Regiotramu Nisa, systému, jenž měl libereckou tramvajovou síť spojit prostřednictvím železnice s Jabloncem nad Nisou, Tanvaldem, ale výhledově i Hrádkem nad Nisou nebo Žitavou. Nakonec nevzniklo nic a nádavkem se po letech planého hašteření a nesmyslného blokování projektu nepodařilo i přes přislíbenou dotaci dotáhnout ani stávající tramvajovou trať dál než na okraj Jablonce, na němž se ocitla již téměř před půlstoletím.

Zajímavým projektem z počátku tisíciletí byl vlakotramvajový projekt Euro-cesty, ten měl řešit rozvoj drážního systému v okolí Mostu. Počítalo se například s dvoukolejnou tratí do Žatce se špičkovým intervalem osobních vozidel 15 minut a současným nákladním provozem, zvažovalo se též zapojení trati na Moldavu v Krušných horách a obnovení části trasy do německého Holzhau a Freibergu. Ani zde z velkorysých plánů nic nevzniklo, prozatím se nikam neposouvá ani zajímavá obnova meziměstské tramvaje na Ostravsku, nemluvě například o Šumavských elektrických drahách a ostatních.

2. Dekáda plánů

Kulatých deset let letos slavíme od hojně medializované prezentace vlako-tramvajových plánů v okolí Prahy. Na kusou tramvajovou kolej mezi smyčkou Sídliště Řepy a kolejíštěm zličínské železniční stanice, jež dříve sloužila zejména překládání tramvají z plošinových železničních vozů přímo na městskou kolejovou síť, byla přistavena standardní tramvaj KT8D5R.N2P s číslem 9 na transparentu a cílem v podobě nápisu „Hostivice“.

Symbolizovat měla plány na propojení tramvajové sítě prostřednictvím železnice nejen právě s Hostivicí a Chýní, ale například též Rudnou, Nučicemi nebo Brandýsem nad Labem. Přestože během prezentace zazněla poněkud zjednodušená představa, že stačí postavit několik desítek metrů tratě a propojit jedny koleje s druhými, ani zde jsme se za dekádu žádného posunu nedočkali.

Jakémukoliv propojení tramvajové sítě v tuzemských podmínkách aktuálně brání nejen legislativa, ale i řada technických problémů. Jsou sice řešitelné, je však třeba stanovit jasný rámec, jak postupovat. Ani samotné propojení kolejí totiž nestačí – tramvajová a standardní dráha používají jiné profily kolejnic i kol, mají jiný průjezdní profil, napájení, pevnostní limity skříní i nebo například výšku nástupní hrany.

Přesto se nyní zdá, že by okolí hlavního města přece jen mohlo být průkopníkem vlakotramvají v České republice. Zatímco Středočeský kraj konkrétně posuzuje jednotlivé tratě, jež v mnohém kopírují deset let staré plány, ministerstvo dopravy zpracovává studii, která by měla na nejzásadnější problémy papírového i provozního charakteru odpovědět.

3. Zkoušky vlakotramvají již letos?

A stranou nezůstávají ani České dráhy (ČD). S vidinou potenciálu vlakotramvají a opětovným rozvojem plánů přichází na řadu konkrétní řešení drážních vozidel. Levnější a dynamičtější lehké kolejové vozidlo by mohlo leckteré skomírající příměstské tratě zatraktivnit nejen vyšším komfortem, ale také kratší jízdou oproti standardním vlakům, a to bez vysokých investic do infrastruktury – ostatně zrychlování konvenčních tratí v okolí velkých měst pomocí napřimování tratí je v současné době kvůli složitému získávání pozemků čím dál náročnější a nákladnější.

Vlakotramvaj by navíc mohla zajet až do center měst a snížit počet přestupů při pravidelném dojíždění. I v tom tkví další úspora cestovního času, jež je pro atraktivitu veřejné dopravy klíčová. Jak jsme ale již naznačili, zbývá vyřešit řadu otázek. Předně ty legislativní. Je třeba stanovit pro ČR konkrétní podmínky, za kterých bude provoz vlakotramvají umožněn. To dnes není; evropská legislativa na ně pamatuje, ale konkrétní transpozice vyhlášky do našich podmínek chybí. V zahraničí existuje široká řada příkladů funkční vlakotramvaje, každá je ale uzpůsobena konkrétním podmínkám. Ať už v Německu (Saská Kamenice, Cvikov, Kassel, Karlsruhe), okolí maďarského Szegedu či v rozsáhlé síti v okolí Paříže. Ve všech těchto provozech se můžeme inspirovat a využít zkušeností – ať infrastrukturálních, tak stran vozidel. A právě touto cestou hodlají České dráhy v hledání odpovědi na otázku, jak dále s vlakotramvajemi, pokračovat.

ČD plánují v průběhu roku 2024 přivést do ČR alespoň jednu vlakotramvaj pro konkrétní testy na Železničním zkušebním okruhu ve Velimi, kde by se ověřily předávané zkušenosti z Evropy v našich konkrétních podmínkách. Dopravce by tak získal údaje o technicko-provozním řešení, například ohledně styku kolo – kolejnice, výkonu, dynamice jízdy a podobně. Otázkou je samozřejmě i samotná trakce, známe vlakotramvaje na dieselový pohon, elektrické jezdící na 750V, tedy zcela jiné než využívané na standardní železnici, nabízí se i kombinace s jízdou nabaterie, to vše musí být zodpovězeno.

České dráhy aktuálně jednají se dvěma provozovateli vlakotramvajů o zapůjčení či pronájmu s francouzskými SNCF a maďarskými MÁV. Jednání probíhají, pokud k dohodě nedojde, osloví dopravce další provozovatele i výrobce, zdali by do toho projektu vstoupily.

4. Středočeský kraj tahounem plánů

A kde bychom se s vlakotramvajemi mohli v budoucnu setkat? Středočeský kraj je v rozpracování záměru asi nejdále, ale myšlenka se diskutuje i v dalších regionech. Jak již ale bylo zmíněno, problémem je nedořešená legislativní oblast, tedy nemožnost vozy vůbec pořizovat. Proto je i zájem objednatelů velmi opatrný a mnohé kraje vyčkávají, jak se situace vyvine. Proto dopravce nyní reálně spatřuje možnost pilotního projektu ideálně ve spolupráci se Středočeským krajem a Prahou, na kterém by bylo možné ilustrovat výhody systému.

Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že při zapojení všech dotčených složek se systémy dají efektivně přizpůsobit konkrétním podmínkám a velmi dobře sloužit. Klíčové nakonec ale bude očekávané nastavení legislativy. Studie ministerstva dopravy počítá se specifikací legislativních podmínek a požadavků v první etapě, včetně vytipování vhodných míst pro jejich provoz. To může záměr konečně posunout od teoretické k praktické části a konkrétnímu řešení pilotního projektu.

Středočeský kraj spatřuje potenciál u čtyř oblastí.

Zatímco některé kraje své představy o vlakotramvajích a jejich možném využití teprve formulují či čekají na další zejména legislativní vývoj, Středočeský kraj je v tomto směru výrazně dále a úvahy již konkretizuje. Organizátor IDS, organizace IDSK, společně s organizací ROPID, vytipovala čtyři lokality, kde by se mohly vlakotramvaje provozovat. V roce 2024 by měla IDSK postupně jednotlivé lokality studijně prověřovat a porovnávat provozně-technické parametry. Chceme zjistit, zda změna dieselového vlaku za elektrickou vlakotramvaj nebo jiné lehké kolejové vozidlo dokáže zlepšit kvalitu dopravní obsluhy daného území a zda bude mít i ekonomické přínosy pro objednatele – tedy nižší nebo alespoň srovnatelné provozní náklady při srovnání současné dopravní obsluhy území.

V čem spatřuje kraj největší výhody

Cestující se bez nutnosti přestupu dostane ze svého bydliště na venkově, u regionální železnice, až do centra města, kde využije tramvajovou trať. Zároveň má mnohdy

cestující zastávku blíže ke svému bydlišti, pracovišti či škole. Vlakotramvaj je, obdobně jako tramvaj, lehké, svižné vozidlo, což mu umožňuje zastavovat častěji v porovnání s konvenčním vlakem. Proto lze na trati s provozem vlakotramvajů postavit více zastávek anebo trať přivést blíže centru obce. Záleží na konkrétní trati a lokalitě. Zásadní výhodou je také pro objednavatele – podle zkušeností ze zahraničí jsou každoroční provozní náklady vlakotramvaje nižší, než jsou provozní náklady za klasický vlak. Nasazení vlakotramvajů nebo obdobných lehkých kolejových vozidel proto kraj vnímá jako možnost dalšího rozvoje kolejové dopravy, a to i na tratích, kde provoz klasické železnice nemusí dávat ekonomický smysl.

5. Pojem „Vlakotramvaj“

Na úvod je třeba uvést, že nejen v češtině, ale i v dalších jazycích, není jednotnost, jak uvedený systém nazývat. Používají se různé názvy, které zde jsou vlastně synonymy. V češtině se kromě tohoto pojmu používají také následující termíny:

- Technologická integrace tramvaje se železnicí,
- Tramvlak,
- Tram-train,
- Dvousystémová tramvaj,
- Bimodální tramvaj,
- Hybridní tramvaj,
- Model Karlsruhe atd.

Nejčastěji se ale používá pojem „vlakotramvaj“ (VT).

Pokud by se VT měla charakterizovat z dopravně-převážného hlediska, tak se jedná o subsystém dopravní obslužnosti, využívaný především v rámci městských a příměstských aglomerací tak, že na území města vozidla využívají stávající tramvajovou trať a na okraji města přechází bez přestupu cestujících na síť železniční, po které jsou v provozu v rámci regionu. Cestující v regionu využívá výhod železniční dopravy, ve městech potom dopravy tramvajové. Také nemusí přestupovat, má zajištěno spojení přímo do centra města (na rozdíl od příměstských rychlodrah – vzdálenosti zastávek).

Toto lze například srovnat se systémy S-Bahn (příměstská kolejová rychlodráha), kdy dopravní prostředky jsou také bezpřestupově provozovány až do vnitřních částí měst, ale jsou v nevýhodě oproti VT, protože musí být vedeny většinou mimoúrovňově. To znamená překonávání výškových rozdílů cestujícími a požadavek na zřízení schodišť nebo výtahů k nástupišťům, dále nemohou tak často zastavovat v centru města a nemohou lépe zajíždět do vlastního centra města, tedy co nejbližší k cíli cesty.

6. Základní požadavky na provoz VT

Nelze obecně a taxativně určit úplně všechny technické i další požadavky, které je nezbytné naplnit, aby provoz těchto vozidel byl možný. Přesto lze uvést ty základní, které jsou nezbytné prakticky ve všech případech v praxi.

6.1 Stejný rozchod kolejí

Jak už bylo zmíněno, tak vozidla VT jsou provozována jak po kolejích sítě tramvajové, tak i sítě železniční. V naprosté většině případů z praxe platí zásada, že rozchod kolejí sítě tramvajové a sítě železniční je normální, tedy 1 435 mm.

Samozřejmě lze nalézt i výjimky, kdy vozidla využívají tramvajovou síť s rozchodem 1 000 mm a následně přechází na úzkorozchodnou železniční trať se stejným rozchodem kolejí (VT z Nordhausenu), nebo případ, kdy vozidla využívají normálně rozchodnou železniční síť a ve městě pomocí kolejových splítek jsou provozována po tramvajových tratích, které využívají úzkorozchodné městské tramvaje (např. Zwickau).

Přesto je samozřejmě na rozdíl od příkladu ze Zwickau technicky jednodušší, když rozchod kolejí tramvajové i železniční sítě je shodný.

6.2 Používaný typ kolejnic a profil kol vozidel

V rámci dopravních sítí pro provoz městských tramvají není výjimkou, že se používají ve větší míře tzv. žlábkové kolejnice a tomu je uzpůsobena geometrie tramvajových kol. Naopak na klasických železničních tratích se používají „standardní“ koleje.

Problém je proto i u vzájemné interakce vozidla a kolejové dopravní cesty, konkrétně interakce kol a kolejnic. Jde o to, že při posuzování možné interakce „klasické“ tramvajové kolejové sítě se standardními koly železničních vozidel se musí uvážit velikost „žlábků“ u žlábkové kolejnice (výška a šířka žlábků), průjezd tramvajovými výhybkami apod. Co se týká možné interakce železniční trati a „klasických“ tramvajových vozidel, tak je problémem nižší okolek kola tramvaje, což by znamenalo problémy při vedení kol po železničních kolejích a dále potom významné problémy z hlediska bezpečnosti při průjezdu výhybkami.

Znamená to, že je třeba počítat s tím, aby na tramvajové síti s provozem VT se využívaly stejné profily kolejnic jako u železničních tratí. Dále tato vozidla musí mít stejný profil kol jako železniční vozidla.

6.3 Pevnost a tuhost konstrukce vozidel VT

V železniční dopravě, na rozdíl od provozu městských tramvají, je požadavek na pevnost a tuhost konstrukce vozidel, provozovaných na železničních tratích. Jde o to, že v rámci železniční dopravy se obecně předpokládají významnější nárazy vozidel (vyžadující větší pevnost rámu vozidel), vyplývající z charakteru železniční dopravy.

Z tohoto důvodu by nevyhovovala stávající vozidla, provozovaná v rámci městské tramvajové dopravy. Vozidla VT proto musí splňovat srovnatelné parametry

jako „klasická“ železniční vozidla. Je třeba vyjít z toho, že u železniční dopravy se počítá s maximální podélnou silou 1 500 kN, kdežto u tramvajové dopravy je to jen 200–600 kN. Nižší hodnoty jsou kompenzovány využitím aktivních bezpečnostních prvků, přesto není možné nasazení těchto vozidel na železničních tratích s traťovou rychlostí vyšší jak 160 km/h.

Na druhou stranu je ale třeba zmínit, že „robustnější“ provedení vozidel je určitým rizikem pro městský provoz na tramvajové síti, protože případné srážky těchto vozidel s ostatními vozidly převážně silničního provozu mají horší následky, než je tomu v případě městských tramvají.

V případě VT se tedy jedná o lehká kolejová vozidla s nižší pevností skříně oproti železničním vozidlům. Jejich provoz na železniční síti je „na výjimku“ a na přesně vymezených úsecích sítě.



Foto č. 1: Cagliari

6.4 Komunikace se zabezpečovacím zařízením pro železniční dopravu

Tyto požadavky také patří mezi důležité, které také musí vozidla VT splňovat. Jedná se o požadavek na komunikaci se všemi druhy zabezpečovacího zařízení pro

železniční dopravu, tedy zejména se zabezpečovacím zařízením staničním, traťovým a přejezdovým.

Je nezbytné, aby zabezpečovací zařízení pro železniční dopravu bylo schopno například zjistit obsazenost jednotlivých prostorových/kolejových úseků vozidly VT. V rámci železničního provozu je toto dosud spojeno i s pojmem „šuntování“, v budoucnu se vše bude ve větší míře zaměřovat i na problematiku systémů GSM-R a hlavně ETCS. Pokud by například nebylo možné indikovat obsazení jednotlivých prostorových/kolejových úseků těmito vozidly, tak postavení vlakové cesty přes tento úsek pro jiný vlak by pochopitelně mělo fatální následky a je zcela nepřijatelné.

6.5 Vybavení návěstmi jako vlak a komunikačními zařízeními

Protože vozidla VT jsou provozována i na železničních tratích, tak musí být samozřejmě vybavena návěstmi jako vlak.

Nejedná se pouze o návěsti jako začátek vlaku nebo konec vlaku, ale i o další návěsti. Toto se týká pochopitelně i signalizačních zařízení, kterými jsou vybavena vozidla v rámci železniční dopravy.

Dále je samozřejmě nezbytné, aby prostřednictvím komunikačního zařízení bylo umožněno hlasové spojení mezi řidičem vozidla a dispečerem pro železniční provoz, jako je tomu v případě strojvedoucích vlaků.

6.6 Dynamika a průběh jízdy

V tomto případě mají tato vozidla lepší vlastnosti než „klasická“ vozidla železniční dopravy.

Z hlediska dynamiky jízdy jsou z důvodu především nižší hmotnosti (a tím i nižším nápravovým tlakům) výhodnější vozidla VT než „klasická“ železniční vozidla pro přepravu cestujících. V tomto případě je třeba také zmínit související výhodnější trakční charakteristiku, a proto je provoz VT možný i na tratích s vyššími podélnými sklony, kde „klasická“ adhezní železniční vozidla jsou méně výhodná nebo nevyužitelná.

Vozidla mají vyšší hodnoty zrychlení a zpomalení, čímž se oproti „klasickým“ železničním vozidlům umožňuje dosáhnout výhodnější průběh jízdy zejména na tramvajové síti. V případě provozu po tramvajové síti se vychází z toho, že vzdálenosti mezi zastávkami jsou kratší než mezi místy zastavení na železniční síti, takže jsou četnější požadavky na rozjezdy a brzdění vozidel, čemuž lépe vyhovují právě VT v porovnání s „klasickými“ železničními vozidly. Naopak při delších vzdálenostech mezi zastávkami na klasické železniční trati je nutnost, aby VT měly krátké pobyty a rychlé rozjezdy a zpomalení, čímž je kompenzována nižší rychlost VT oproti železničním vozidlům.

6.7 Vícesystémová vozidla pro různé napájecí soustavy

Když se pomine příklad hybridní VT z aglomerace města Nordhausen (částečně i Kassel či Chemnitz), tak u vozidel závislé trakce je třeba zajistit vícesystémovost kvůli využití napájecí soustavy tramvajové a napájecí soustavy železniční. V praxi je nejčastější případ, že tramvajová napájecí soustava je stejnosměrné trakce, trakční

soustava na železnici je trakce střídavé, s tím, že se u obou trakcí i významně liší velikosti napětí.

Z tohoto důvodu je jasné, že je třeba vozidla přizpůsobit všem trakčním soustavám, což jinak než vícesystémovým provedením pro napájení možné není. Nelze předpokládat, že by se měnila například trakční soustava tramvajové sítě na střídavou soustavu, minimálně z důvodu bezpečnosti trolejového vedení (např. vyšší hodnota napětí) v prostoru pozemních komunikací ve městě (vzdálenost trolejového vedení od zástavby apod.).

Často se vše řeší tak, že vozidlo při provozu na železniční síti využívá pro svůj provoz odběr elektrické energie z (většinou) střídavé napájecí soustavy tak, že transformátor a usměrňovač mění střídavé (vyšší) napětí na stejnosměrné (nižší) napětí a napájí stejnosměrné zařízení vozidla (de facto jde ve výsledku o stejnosměrně napájené vozidlo).

Samostatnou kapitolou je potom i problematika výšky mezi temenem kolejnice a trolejovým trakčním vedením, kdy u tramvajové sítě se uplatňují menší výšky jak u železniční sítě.

6.8 Přejít mezi napěťovými soustavami

Přejít mezi napájecími soustavami se řeší zásadně v místech mimo omezující prvky, jakými jsou konce prostorových oddílů vymezených návěstidly, železniční přejezdy nebo stanice a zastávky. VT mohou těmito místy bez snížení rychlosti plynule projíždět setrvačností, k přepínání mezi napěťovými soustavami dochází automaticky bez zásahu řidiče VT.

Pro eliminaci rizika chybného fungování přepínání je vše jištěno četnými bezpečnostními prvky. Mezi napěťovými soustavami jsou až 200 metrů dlouhé beznapěťové úseky. Když se přepínač napětí do určité doby (např. 3 sekundy) po dosažení beznapěťového úseku neaktivuje, stáhne se automaticky sběrač. Když je přepínač napětí aktivovaný, může se opět sběrač zvednout. Pro případ zastavení vozidla na beznapěťovém úseku se vše většinou řeší tak, že úsek je na mírném sklonu, čímž je možné vozidlo i bez motoru přesunout do úseku s napájením a pak rozjet.



Foto č. 2: Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (Alicante, depo La Marina)

6.9 Výška nástupní hrany a vzdálenost nástupní hrany od osy koleje

Další oblastí, na kterou je třeba zaměřit pozornost a která je omezující pro nasazování VT do provozu, je problematika výšky nástupní hrany. Když se uváží, že výška nástupní hrany nástupišť u železniční dopravy převyšuje půl metru (550 mm nad temenem kolejnice), tak v případě tramvajové sítě není výjimkou, že nástupní plocha se může nacházet ve výškové úrovni vozovky, čímž je výškový rozdíl mezi podlahou vozidla a nástupní plochou značný a problematický i pro běžně mobilního cestujícího. Není proto v praxi neobvyklé, že se vše řeší způsobem, kdy se stávající nástupiště prodlouží tak, že výška nástupní hrany tohoto prodlouženého nástupiště je nižší kvůli využití pro tato vozidla.

Problémem je současně i vzdálenost nástupní hrany od osy koleje. Jde o to, že šířka železničních vozidel je nezdědka o cca 50 cm větší jak šířka tramvajů/VT, čímž mezi nástupní hranou a dveřmi vozidla může vzniknout i o 25 cm širší mezera, která samozřejmě má vliv na bezbariérovost přepravy, nejen pro handicapované cestující, ale třeba i cestující s kočárky nebo se zavazadly na kolečkách. Proto je obvyklé používání tzv. výsuvných plošin/schodů, které tento problém eliminují, ale na druhou stranu prodlužují pobyt vozidla u nástupní hrany.

6.10 Požadavky na řidiče VT

Protože se jedná o provoz vozidel jak po tramvajové, tak i železniční síti, musí řidiči těchto vozidel splňovat všechny podmínky a předpoklady, jako strojvedoucí vlaků na železniční síti. Řidiči proto musí mít znalosti všech předpisů, splňovat způsobilost k provozu po železniční kolejové síti a složit všechny předepsané zkoušky.

7. Využití vlakotramvaj v praxi

VT se využívají v různých aglomeracích, a to především v Evropě. V jednotlivých státech ale byla potřeba v první řadě úspěšně dokončit legislativní proces, protože se jednalo o dosud právně i provozně „neukotvený“ dopravní prostředek či systém.

Nejstarší provozované systémy jsou z Německa, konkrétně z měst Karlsruhe (provoz od roku 1992) a Saarbrücken. V Německu lze nalézt i další příklady, jako například v Chemnitz, Zwickau, Nordhausenu, apod.

Kromě Německa se lze setkat s VT i v Rakousku (nejznámější je systém mezi městy Vídeň a Baden), ve Švýcarsku, ve Francii, Nizozemí a dalších zemích. Ve všech uvedených státech byla rychlost zavedení těchto systémů omezena schvalovacím procesem.

7.1 Karlsruhe (Německo)

Samozřejmě je nejlepší začít u nejstaršího systému, kterým je ten z aglomerace města Karlsruhe v jihozápadním Německu. Tato první VT vznikla z důvodu velké vzdálenosti hlavního nádraží v Karlsruhe od centra města, kdy museli všichni cestující přestupovat na městskou tramvaj. Nasazením VT se odstranily přestupující cestujícím do/ze zájmového extravilánu.



Foto č. 3: KARLSRUHER VERKEHRSVERBUND

VT v Karlsruhe byly poprvé uvedeny do provozu v roce 1992, kdy byl zprovozněn 25 km dlouhý úsek Karlsruhe – Bretten (tehdy označeno jako linka S2, takže má stejné označení jako příměstské rychlodráhy typu S-Bahn).

Je třeba ale uvést, že i v předchozím období existovala určitá míra integrace mezi železniční a tramvajovou sítí, ovšem nikoliv v té podobě, jako od roku 1992 (před tímto rokem probíhalo také testování prototypů dvousystémových vozidel, které potom byly od roku 1992 nasazovány jako vozidla VT, konkrétně vozidla řady GT8-100C/2S, od roku 1997 potom GT8-100D/2S-M).

Tehdejší zavedení linky S2 se setkalo s velkým úspěchem, protože počty cestujících se zvýšily čtyřikrát v porovnání se tehdejší „čistě“ železniční dopravou (na cca 14 tisíc denně). Díky tomuto úspěchu pak byly po roce 1992 zprovozněny další linky ve směrech Pforzheim, Bruchsal a Baden-Baden, přičemž dnes je samozřejmě počet linek daleko vyšší.

Prvenství tohoto systému je spojeno i se zavedením pojmu „Model Karlsruhe“ (v německém originále „Karlsruher Modell“), kdy tento pojem je někdy využíván jako synonymum k pojmu VT. Model Karlsruhe je spojený se jménem inženýra Dietera Ludwiga, který jako představitel příslušných společností prosadil zavedení prvního systému ve světě.

Provoz je zajišťován třemi společnostmi dohromady, a to Verkehrsbetriebe Karlsruhe (VBK), Albtal-Verkehr-Gesellschaft (AVG) a Deutsche Bahn (DB) s tím, že hlavní odpovědnost za fungování systému je na prvních dvou jmenovaných.

Používaná vozidla jsou dvousystémová (v provozu je dnes přes 200 těchto jednotek), využívající jak stejnosměrnou napájecí soustavu tramvajové sítě o napětí 750 V, tak střídavou napájecí soustavu železniční sítě o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz.



Foto č. 4: ET 2010. Autor: KARLSRUHER VERKEHRSVERBUND

V systému platí, že se využívá normální rozchod kolejí u obou sítí. Pro provoz se využívá nižší maximální rychlost mezi 90 a 100 km/h, ale toto je kompenzováno vyššími hodnotami rozjezdového zrychlení a brzdného zpomalení, plus kratšími pobyty na zastávkách.

V současné době se délka tramvajové a železniční sítě, kde jsou provozovány VT, blíží 700 kilometrům (samozřejmě zde převažuje podíl železničních tratí) – plánuje se rozšíření i na další úseky. Stávající počet S-linek VT je 14, dopravní výkon je okolo 18 milionů kilometrů za rok, linkami se ročně přepraví více jak 70 milionů cestujících. Počet zastávek se blíží číslu 300, což znamená poměrně rozsáhlý systém (většina zastávek je obsluhovaná více S-linkami).

Postupně byla provedena úplná elektrifikace jednotlivých tratí a vybudovány nové zastávky. Křižovatky se světelným signalizačním zařízením umožňují preferenci jízdy vozidel VT na tramvajové síti. Nyní probíhá výstavba tzv. spojovacích tratí a v jednom úseku dokonce výstavba třetí traťové koleje (pro zvýšení propustnosti). Většina S-linek zajišťuje spojení do vnitřní části Karlsruhe, především na hlavní nádraží (Karlsruhe HBf.).

Z hlediska přístupnosti pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace dochází postupně ke zlepšování situace, což ale v dohledné době nebude bohužel zcela dokončeno. Hlavním problémem je rozdílná výška nástupní plochy vůči temenu kolejnice, což samo o sobě je jeden ze základních problémů při provozování.

V budoucnu se předpokládá další rozšiřování sítě, které ovšem v porovnání s minulostí už nebude tak rozsáhlé a rychlé (do roku 2020 se počítá s dokončením rozšíření o další tři úseky). Roku 2010 začala výstavba významného tunelu pro VT v centru města Karlsruhe pod Kaiserstrasse s celkovou délkou přes 3,2 kilometru, kde se bude nacházet 7 podzemních zastávek. Nejen pro lepší využití vozidly dojde k rekonstrukci hlavního nádraží (Karlsruhe HBf.), spojené mj. i s plánovaným zastřešením všech nástupišť.

7.2 Saarbrücken (Německo)

Druhý nejstarším systémem, označovaným též jako Saarbahn (Sárská dráha), je ten z aglomerace města Saarbrücken (opět jihozápadní Německo), kde byl provoz zahájen v roce 1997. Jedná se o jednu linku S1 o délce 43,4 km, vedoucí po železniční trati z města Lebach na severní okraj města Saarbrücken, dále po tramvajové síti ve městě Saarbrücken a poté z jižního okraje města Saarbrücken po železniční trati až do francouzského města Sarreguemines (1 km za hranicí s Německem). Saarbahn má v celé délce normální rozchod kolejí.

Podobně jako v Karlsruhe, tak i v případě Saarbahn existovaly již od 90. let 20. století snahy o integraci tramvajové a železniční dopravy pomocí dvousystémových vozidel Impulsem pro zrychlení přípravy tohoto systému byly pozitivní zkušenosti právě z rozšiřujícího se systému v aglomeraci města Karlsruhe.

Počátek v roce 1997 byl spojen se zprovozněním jižní větve Saarbahn, tedy v úseku Saarbrücken - Sarreguemines, včetně úseku tramvajové sítě města

Saarbrücken, napojeného přes 90 metrů dlouhý beznapěťový přechodový úsek mezi trakcemi. Uvedený tramvajový úsek ve městě byl de facto obnoven (kopíroval původní tramvajovou linku 5), a to po více jak 30 letech od ukončení provozu tramvají ve městě, kdy přípravné práce trvaly asi 2,5 roku. Severní větev Saarbahn byla zprovozněná postupně od roku 1999, poslední úsek až do města Lebach byl zprovozněn v roce 2014.

Jinak podobně jako u systému v Karlsruhe se používají dvousystémová vozidla, napájená jak v rámci tramvajové, tak i železniční sítě. Zajímavostí je to, že železniční trať z města Saarbrücken směrem na jih do Francie má jako v Karlsruhe podobnou napěťovou soustavu pro střídavý proud o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz, ale železniční trať z města Saarbrücken na sever do města Lebach má napěťovou soustavu stejnou jako napěťová soustava tramvajové trati ve městě Saarbrücken, a to o napětí 750 V stejnosměrného proudu.

Od uvedení do provozu jižní větve Saarbahn v roce 1997 bylo do roku 2007 přepraveno přes 100 milionů cestujících, což dvojnásobně překonalo původní předpoklad v počtu přepravených osob (nyní se denně přepraví průměrně asi 40 tisíc osob). Provoz na jednotlivých úsecích je velmi intenzivní. Na úseku Siedlerheim – Lebach je perioda 7,5 minut ve špičce (v sedle dvojnásobek), na severní větvi (hranicí je Kleinblittersdorf) je to ve špičce 15 minut (v sedle 30 minut) a na jižní větvi je to ve špičce 30 minut (v sedle 30/60 minut).

Více jak 20 zastávek na tramvajové síti města Saarbrücken má délku nástupní hrany minimálně 75 metrů, aby zde mohly současně zastavit 2 jednotky. U zastávek se používá dynamický informační systém. Vzpomínané jednotky (Flexi link), který je cca 30, mají tyto parametry: délka 37 m, šířka 2,65 m, kapacita 96 sedících a 147 stojících cestujících, maximální rychlost 100 km/h, maximální stoupání 80 ‰ a minimální poloměr oblouku 25 m. Zejména ve špičkách jsou soupravy spojovány do dvou, aby bylo možné pokrýt přepravní požadavky cestujících, především studentů. Provoz je zajišťován společností Saarbahn GmbH.

V současné době probíhá diskuze o tom, zda a jak řešit případné rozšíření systému. Limitem jsou pochopitelně disponibilní finanční prostředky.

7.3 Kassel (Německo)

Od roku 2007 je dalším příkladem systém z aglomerace severoněmeckého města Kassel, známý jako RegioTram Kassel. Jako v případě Karlsruhe nebo Saarbrückenu, tak i zde bylo zavedení spojeno s přípravou a zkušebním provozem.

Podobně jako v Karlsruhe je systém provozován třemi společnostmi dohromady, a to RegioTram GmbH (RTG) plus konsorcium společností Kasseler Verkehrs-Gesellschaft (KVG) a Hessischer Landesbahn (HLB).

Používaná vozidla jsou jak dvousystémová elektrické trakce (téměř 20 vozidel), tak i hybridní (10 vozidel). Dvousystémová (tříčlánkové osminápravové soupravy) využívají stejnosměrnou napájecí soustavu tramvajové sítě o napětí 600 V a střídavou napájecí soustavu na železniční síti o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz. Jedná se o vozidla Regio CITADIS (výrobce ALSTOM), která mají tyto parametry: délka 37 metrů, šířka 2,65 metru, kapacita 90 sedících a 139/127 stojících

cestujících, maximální rychlost 100 km/h, nízkopodlažnost 75 %, výrazně lepší akcelerace a decelerace. Využití nových širších vozidel oproti těm předchozím znamenalo zásahy do dopravní infrastruktury v rámci tramvajové sítě.

Ve městě Kassel po tramvajové síti jsou VT provozovány v naprosté většině délky sítě na samostatné dopravní cestě, na zbývajícím úseku jsou potom preferovány před ostatním silničním provozem. Celková délka dopravní sítě je 122 km, z toho 6 km této sítě bylo vybudováno jako novostavby. Především se jedná o podzemní stanici Kassel hlavní nádraží (Kassel HBf.), využívanou právě linkami systému. Zde se jednalo o celkové rozšíření stanice, týkající se jak vlastních tramvajových kolejí, tak i nástupišť. V několika případech došlo k prodloužení tramvajových tratí, dále byla vybudována 2 přechodová místa mezi tramvajovou a železniční sítí (Kaufungen, Altenbauna).

V rámci provozu jsou k dispozici 3 linky (RT1, RT4, RT5), u kterých je základem půlhodinová perioda, ve špičkách půlená na čtvrt hodinovou periodu. Provoz v Kasselu je charakteristický i tzv. dvoustupňovým systémem obslužnosti, kdy pomocí tzv. šachovnicového způsobu obsluhování zastávek (zastavování/projíždění) je docílena vyšší rychlost přepravy cestujících. Obecně je systém VT v Kasselu známý vysokou spolehlivostí při dodržování jízdních řádů.

Do budoucna se opět plánuje rozšíření, které je také vázáno na dostatek finančních zdrojů.

7.4 Chemnitz (Německo)

Systém VT v aglomeraci východoněmeckého města Chemnitz (Saská Kamenice) je známý jako Chemnitzer Modell. Projekt systému vznikl v roce 1992, příprava byla zahájena v roce 2001 a první úsek byl zprovozněn v roce 2002. Jednalo se o propojení tramvajové sítě s železniční tratí do stanice Stollberg/Erzgeb., kde byla vybudována spojka poblíž zastávky Altchemnitz, u které dochází ke změně napájecí soustavy ze stejnosměrné o napětí 600 V (tramvajová síť) na stejnosměrnou o napětí 750 V (železniční trať). Vozidla provozuje společnost City-Bahn-Chemnitz. Na tomto prvním úseku se za devět let provozu zvýšil objem přepravy z 800 na cca 5 000 cestujících denně, což bylo považováno za velký úspěch.

V dalším období došlo k propojení tramvajové sítě a železniční sítě u hlavního nádraží, připravuje se celková úprava propojení těchto sítí v uvedené lokalitě. Také došlo k rozšíření sítě jižním směrem či východním směrem od města Chemnitz.

Na území města jsou vozidla převážně provozována po tramvajové síti v trase společné s linkou 6. Pro systém je typické velké množství parkovišť P+R, kvalitně řešená návaznost (regionální) veřejné linkové dopravy, perioda provozu po železničních tratích ve velikosti 30 minut, atd. Dále je progresivně řešena problematika různé výšky nástupní hrany nad temenem kolejnic u jednotlivých zastávek pro usnadnění nástupu a výstupu cestujících.

Je zřejmé, že díky rentabilnosti provozu se počítá s dalším rozšiřováním systému, a to především severním směrem. Počítá se s vyšším využitím dalších jednotek, včetně jednotek nezávislé trakce.

7.5 Nordhausen (Německo)

V tomto případě se jedná o specifický případ, na kterém je možné doložit, že VT není třeba provozovat pouze v aglomeracích velkých měst.

System představuje linka 10, spojující město Nordhausen (střední Německo) s 11,4 km vzdálenou obcí Ilfeld. Přejechod mezi tramvajovou sítí a neelektrifikovanou železniční sítí je zajištěn spojovacím úsekem u železniční stanice Nordhausen Nord. Zvláštností je to, že se zde jednak používají hybridní vozidla (na tramvajové síti využívají pro svůj provoz tramvajovou napájecí soustavu a po železniční síti využívají pomocný dieselagregát) a jednak pro obě sítě rozchod kolejí 1 000 mm.

Jde tedy o to, že se využila úzkorozchodná železniční trať Harzquerbahn a vytvořilo se propojení na úzkorozchodnou tramvajovou síť. Hybridní jednotky jsou tříčlánkové a jednosměrné/obousměrné, mají označení Combino Duo (výrobce SIEMENS), které mají následující parametry: délka 20 metrů, šířka 2,3 metru, kapacita 27 míst k sezení a 95 míst ke stání, maximální rychlost 70 km/h (sníženo ale na 50 km/h), úplná nízkopodlažnost, minimální poloměr oblouku 15 metrů.

Na lince 10 (celková délka 14,6 km) je v pracovních dnech perioda spoju 60 minut, o víkendech 120 minut. Celkem je v provozu přes 10 hybridních souprav, které jsou z velké části vyrobeny z hliníku, se svařovaným rámem. Nevýhodou je to, že použití dieselagregátu znamená poměrně velký zábor podlahové plochy. Naopak výhodou je to, že minimalizuje nároky na infrastrukturu a může být v budoucnu zajímavou cestou pro zavádění těchto systémů v menších městských aglomeracích.

7.6 Vídeň – Baden (Rakousko)

Tento nejznámější rakouský systém je provozován v severovýchodní části Rakouska. Využívá železniční trať do města Baden a potom na území Vídně přechází na tramvajovou síť (celková délka je 27,2 km, jízdní doba 62 minut). Je to jediná tramvajová trať, pokračující mimo město Vídeň. Provozovatelem je společnost Wiener Lokalbahnen GmbH.

Je to určeno cestujícím, kteří jsou odbaveni pomocí jízdních dokladů integrovaného dopravního systému VOR – průměrně se VT přepraví 35 tisíc cestujících denně. Celkem se obsluhuje asi 40 zastávek, perioda je po dobu provozu 15 minut, v úseku z Vídně do města Wiener Neudorf je poloviční.

Používaný rozchod je normální, a to jak na železniční, tak na tramvajové síti. Je to jediný příklad normálně rozchodné tramvajové trati v Rakousku. VT jsou v úseku Vídeň – Baden provozovány v denních hodinách, v nočních hodinách je trať využívána pro nákladní železniční dopravu (v těchto hodinách mohou cestující využít příměstskou veřejnou linkovou dopravu). Trať je dvojkolejná, pouze ve městě Baden je 2,3 km dlouhý jednokolejný úsek.

Začátek trati pro tento systém je u vídeňské Opery, konec v Badenu na Josefském náměstí (Josefplatz). Konkrétně v úseku od Opery k žst. Wien-Meidling jsou VT provozovány po tramvajové síti, od žst. Wien-Meidling do Badenu po železniční trati (trať 515 v jízdním řádu ÖBB), poslední asi 2 km dlouhý úsek ve městě

Baden je v podobě tramvajové trati. Využívají se dvě napájecí soustavy, tramvajová a železniční.

Spoje využívají pásmový provoz, ve špičce s periodou 7,5 min. Provoz je zajištěn většinou staršími tříčlánkovými vysokopodlažními soupravami a několika novými nízkopodlažními soupravami od společnosti Bombardier. Všechny soupravy jsou třísystémové (vždy stejnosměrná napájecí soustava: ve Vídni o napětí 600 V, na železniční trati o napětí 750 V a v Badenu o napětí 850 V), s maximální rychlostí až 80 km/h. Ve Vídni a v Badenu je minimální poloměr oblouku 19,28 metru, na železniční trati 100 metrů.

V budoucnu by měla pokračovat modernizace stanic a zastávek, informačního systému pro cestující. Počítá se, že velikost periody se zkrátí i pro úsek Wiener Neudorf – Baden.

7.7 Lyon (Francie)

Projekt VT pro východofrancouzskou aglomeraci města Lyon byl zahájen v roce 2007. Jednalo se o nasazení vozidel Citadis Dualis (dodávka všech objednaných souprav byla ukončena v roce 2012) a o obnovení infrastruktury na všech provozovaných tratích linek TER (regionální vlaky), zaústěných do železniční stanice Lyon-Saint-Paul a využívání výhradně pro osobní dopravu. V projektu se počítalo s 3 linkami na síti s celkovou délkou cca 55 km (23 stanic nebo zastávek) a se dvěma přechodovými úseky mezi tramvajovou a železniční sítí. Vše bylo spojeno i se zdvojkolejněním některých traťových úseků, přestavbou železničních stanic nebo výstavbou kapacitních záchytných parkovišť. Počítalo se, že se počet cestujících během 3 let zdvojnásobí na 13 tisíc denně.

Jednotky Citadis Dualis o délce 42 metrů jsou třísystémové. Vzhledem k tomu, že se na železniční síti v předmětné aglomeraci města Lyon využívá nejen střídavá napájecí soustava o napětí 25 kV a frekvenci 50 Hz, ale také stejnosměrná o napětí 1 500 V, jsou vozy vybaveny pro tyto dva systémy. Dále pro využití na tramvajové síti jsou vozidla schopná napájení stejnosměrným proudem o napětí 750 V.

Vlastní zahájení provozu bylo od roku 2012 (provozovatelem je společnost SNCF TER Auvergne-Rhône-Alpes), prozatím pouze na nejdelší lince Lyon – Sain-Bel s půlhodinovou periodou s tím, že část úseku byla díky vloženým spojům obsluhována v rámci čtvrt hodinové periody. Koncem téhož roku byla zprovozněna druhá linka Lyon – Brignais s půlhodinovou periodou. Třetí linka do Lozane dosud zprovozněna nebyla, takže celková délka sítě oproti projektu je jen cca 40 km a je obsluhováno 17 stanic nebo zastávek. Současně oproti projektu se počet cestujících nezdvojnásobil, ale došlo jen k nárůstu asi o pětinu.

Spuštění bylo hodnoceno jako předčasné a bez řádně dokončené přípravy. V roce 2015 se navíc rozhodlo, že se další rozšiřování pozastavuje.

7.8 Nantes (Francie)

V západofrancouzské aglomeraci města Nantes je provoz navržen pro dvě linky. Obě linky začínají na hlavním nádraží v Nantes, odkud první linka vede do Clissonu (provoz od roku 2011) a druhá linka do Châteaubriant (provoz od roku 2014).

Na první lince je provoz ve špičce v půlhodinové periodě, mimo špičku se perioda ztrojnásobuje. Délka linky je 26,3 km, jízdní doba 29 minut, traťová rychlost je 100 km/h, ale v posledním mezizastávkovém úseku je snížena na 60 km/h.

Na druhé lince je provoz ve špičce v hodinové periodě, mimo špičku se perioda zdvojnásobuje. Délka linky je 62,1 km, jízdní doba 75 minut, traťová rychlost je 70/100 km/h. Linka je vedena přes důležitý přestupní bod veřejné hromadné dopravy Haluchère – Batignolles.

Na obou linkách jsou nasazovány soupravy Citadis Dualis (přes 30 čtyřvozových souprav) od výrobce Alstom. Jedná se o dvousystémovou VT pro provoz na tramvajové síti se stejnosměrnou napěťovou soustavou s napětím 750 V a pro provoz na železniční síti se střídavou napěťovou soustavou s napětím 25 kV a frekvencí 50 Hz. Plně nízkopodlažní souprava s maximální rychlostí 100 km/h má délku 42 metrů, šířku 2,65 metrů. Její kapacita činí 93 sedících a 146 stojících cestujících.

Ve fázi studie jsou další dvě VT linky. Jedná se o linku z letiště do 40 km vzdáleného města Pornic, které se nachází jihozápadně od Nantes, respektive o linku do města Carquefou, severně od Nantes.

7.9 Mulhouse (Francie)

Ve východofrancouzském městě Mulhouse vznikl první VT systém ve Francii, a to v roce 2006. Při plánování a při výstavbě byl využit souběh se zřizováním nového tramvajového provozu ve městě, což značně usnadnilo celý proces realizace (tramvaje pro MHD v Mulhouse byly plánovány od roku 1997).

Zmiňovaná linka (18 zastávek) vede z hlavního nádraží v Mulhouse přes Lutterbach Gare (přechod mezi tramvajovou a železniční sítí; současně zde je ukončena později zmiňovaná tramvajová linka 3) do města Thann. S tramvajovou linkou 3 je tato linka vedena souběžně (obě linky mají půlhodinovou periodu, v neděli hodinovou periodu) a z hlediska provozu se zde využívají časové proklady, takže na společném úseku (11 zastávek) je výsledná perioda čtvrt hodinová, v neděli potom půlhodinová.

Jízdní doba VT linky je v jednom směru 46 minut, v opačném směru 42 minut. Na obou sítích se používá normální rozchod kolejí. Provozovatelem je dopravce Soléa.

Jako vozidla se využívají nízkopodlažní soupravy Siemens Avanto. Obousměrné pětičlankové soupravy jsou dlouhé 37 metrů a široké 2,65 metru s obsaditelností 231 osob, které jezdí na železniční síti rychlostí až 100 km/h, na tramvajovém úseku až 70 km/h.

V budoucnosti se plánuje prodloužení VT provozu z Thanu, dále po stejné trati až do městečka Kruth a další větve do Guebwilleru. Realizace rozvojových záměrů je ale nejistá a termíny nejsou stanoveny, neboť město Mulhouse pozastavilo další rozvoj městské tramvajové sítě. Rozvoj by tak musel být financován pouze ze strany

alsaského regionu a SNCF. S prodloužením linky by také musela být řešena otázka nákupu a provozování nových vozidel.

7.10 Szeged (Maďarsko)

V roce 2007 tak vznikl projekt, který si kladl za cíl zlepšit dopravní spojení měst Szeged a Hódmezővásárhely. Řešením pak měla být integrace tramvaje se železnicí, kdy bude využita jak stávající tramvajová síť v Szegedu, tak železniční trať č 135 a výstavba 3,5 km nové jednokolejné tramvajové trati na území města Hódmezővásárhely.

projekt počítal s využitím stávající tramvajové i železniční tratě. Železniční trať k městu Szeged od Hódmezővásárhely vede ze severovýchodního směru a na severu města, kdy se tangenciálně dotýká města skrze stanici Szeged-Rókus. Trať je dále vedena mimo centrum, objíždí jej, aby byla do centra přivedena z jihu k železniční stanici Szeged nedaleko jediného mostu přes řeku Tisza, která město protíná a dělí jej na dvě části. Přičemž těžiště města se nachází na západní straně, tedy tam, kde končí trať č. 135. Naopak tramvajová trať, po které je vedena linka č. 1, která rovněž zastavuje u železniční stanice Rókus má radiální charakter. Prochází přímo centrem, kde jí na přestupní zastávce Anna-kút, nedaleko autobusového nádraží, kolmo protíná linka 3, respektive 4.

Ke spojení měst vlakotramvají tak zbývalo využít jen stávající železniční trať a vybudování 3,5 km nové trati ve městě Hódmezővásárhely (první tramvajová trať v Maďarsku vybudovaná po 108 letech). Díky tomu jsou centra obou měst spojena jediným spojem, bez nutnosti přestupu. Železniční trať byla v části, kde je využívána také vlakotramvají, zdvoukolejněna (vyjma „úzkých hrdel“ jako je například most přes řeku Tisza u obce Algyő, nebo železniční přejezdy). Provoz vlakotramvají tak nebude zásadně vyčerpávat kapacitu dopravní cesty vzhledem ke konvekčním vlakovým spojmům obsluhující region. Ty jezdí přibližně jednou za hodinu. Konvenční železniční dopravu provozuje dopravce MÁV-START, který provozuje také nové vlakotramvaje. Zvýšena byla také maximální traťová rychlost, která dosahuje $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a v městském provozu pak $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Došlo také ke zlepšení na straně nabídky spojů. Celou trasu (Szeged vasútállomás – Hódmezővásárhely vasútállomás (tj. železniční stanice)) ujede vlakotramvaj za 42 minut. Cesta z centra do centra trvá 32 minut.

Vlakotramvaj přejíždí z tramvajové trati dopravního podniku Szegedi Közlekedési Társaság na železniční v Szegedu za nádražím Rókus. Na tramvajový úsek přejíždí opět ve městě Hódmezővásárhely, u železniční stanice Népkert vasútállomás, ke které přijíždí z její zadní strany. V této části došlo k výstavbě samotné tramvajové zastávky se dvěma kolejemi, pro křižování (dále je tramvajová trať jednokolejná) a kde je vybudováno i K+R parkoviště a kryté přístřešky pro jízdní kola. V těchto stykových místech rovněž přechází vozidla na pohon dieselovými motory.

Další možnost křižování tramvají je po přibližně 1,6 km, kdy tramvajová trať vede středem pozemní komunikace a vzhledem k městské zástavbě bylo zvoleno jednokolejné řešení se segregovaným provozem. Tento způsob řešení je zřejmě

kompromisem, aby tramvajový provoz nebyl ovlivňován případnými kongescemi, ale zároveň zcela neznemožnil provoz na hlavních silnicích skrze centrum města. Křížování tramvajů, respektive jednokolejný provoz tak bude zřejmě v budoucnu případným omezujícím faktorem kapacity této tramvajové trati, zejména tedy v případě města Hódmezővásárhely, kde je, jak již bylo zmíněno, jediný jednokolejný úsek.

Celkem 12 vlakotramvajů Citylink dodává výrobce Stadler. Třívozové vlakotramvaje nesou řadové označení 406. Jejich maximální konstrukční rychlost dosahuje hodnoty $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Cestujícím je k dispozici 92 míst k sezení, plocha pro stání až 216 cestujících, při $4 \text{ os} \cdot \text{m}^{-2}$, prostory pro 2 invalidní vozíky, nebo 4 dětské kočárky, dále pak WiFi a klimatizace.

Jak již bylo uvedeno, vozidla jsou hybridní, využívají tedy jak trolejové vedení na městských tramvajových tratích, napájené 600 V, tak spalovací motory na železniční trati. Nicméně i se samotným napájením trolejového vedení se vyskytly potíže, když bylo v roce 2021 zjištěno, že stávající síť v Szegedu by nezvládla zvýšený odběr energie v důsledku nárůstu tramvajové dopravy, a tedy i odběru elektrické energie. Proto byl rychle vypracován projekt na modernizaci napájecí stanice.



Foto č. 5: Szegedi Közlekedési Társaság

Z charakteru provozu jsou vozidla obousměrná. V Szegedu na konečných zastávkách (Szeged vasútállomás a Szeged-Rókus) sice existují smyčky, v Hódmezővásárhely je ale trať ukončena dvěma kusými kolejemi. Interoperabilita z hlediska nástupu na tramvajových zastávkách a na nástupištích v železničních stanicích je řešena výsuvnými schůdky pro výšku nástupu 300/550 mm nad temenem kolejnice.

Zásadní otázkou bylo rovněž zabezpečovací zařízení, jak na straně vozidla, tak i infrastruktury. Konvenční železniční trať je kryta ze strany tramvajové trati návěstidlem s návěstí stůj v základní poloze. Tedy jako v železničním provozu. Ve vozidle pak při přejezdu upozorní kontrolka strojvedoucího na povinnost stáhnout sběrač a nastartovat spalovací motory. Vzhledem k tomu, že trať není kódovaná postačuje pak již pouze kontrola bdělosti strojvedoucího, stejně jako na doposud provozovaných motorových vozech.

Celý projekt se podařilo úspěšně dokončit i přes veškeré výzvy, které přinášel. V Maďarsku šlo o vůbec první integraci železniční a tramvajové dopravy, proto musela být vyřešena nejen výše zmiňovaná otázka zabezpečovacího zařízení, ale také například úprava předpisů pro provoz na tramvajové síti, jejímž provozovatelem je tamní dopravní podnik.

Opomenout nelze ani politickou situaci. V obou zmiňovaných městech je totiž u vedení maďarská opozice, a proto by byly neúspěchy u takto nákladného projektu vládnoucí stranou zcela jistě připomínány.

První spoje vlakotramvají byly vypraveny 29.11.2021, do konce roku pak vyjížděl každou hodinu jeden spoj. Od 1.1.2022 byl pak interval zkrácen na 20 minut ve špičkách a 30 minut v sedlech. Od 15.3.2022 byl zkrácen na 10 minut. Do 15.4.2022 měli možnost cestující využívat tyto spoje zdarma.

Při plánování projektu byly náklady vyčísleny na 16 mld. forintů, nakonec ale dosáhly výše 80 mld. forintů. Částka zahrnuje všechny zmiňované úpravy, pořízení vozidel a výstavbu nového depa.

8. Výstupy z charakteristiky systémů VT

Bylo by možné charakterizovat další systémy z Německa (Kolín nad Rýnem – Bonn, Ludwigshafen, Heidelberg a Mannheim), z Rakouska (Linec, Innsbruck), ze Švýcarska (Curych, Bazilej, Bern, St. Gallen), z Francie (pařížská linka 4), z Nizozemí apod. V některých případech se ale o „klasickou“ VT přímo nejedná.

Každý z charakterizovaných systémů má svá specifika, je možné ale nalézt společné body, které jsou důležité vzít v potaz, pokud například by se v některé městské aglomeraci uvažovalo se návrhem systému VT. Může se jednat například o následující (není seřazeno podle důležitosti):

- poučit se z komplikací, které nastaly při vzniku a rozšiřování existujících systémů,
- provoz není třeba omezovat hranicemi administrativních jednotek nebo dokonce státními hranicemi,
- důležité je veřejné projednání a dohoda o budoucí časové kontinuitě financování provozu a dalších investic všemi zúčastněnými stranami,
- provedení průzkumu trhu a přepravního potenciálu ze strany cestujících,
- před návrhem systému se musí analyzovat možná vozidla a vybrat nejvhodnější typ (řešit třeba i problematiku různé výšky nástupní hrany kvůli přístupnosti vozidel),
- analyzovat rozsah potřebné rekonstrukce dopravní infrastruktury včetně zastávek a dopad na propustnost dopravní sítě podle navrhovaného rozsahu provozu,

- minimalizování potřeby výstavby další infrastruktury pro VT díky využití stávající (i když třeba rekonstruované) tramvajové sítě a železniční sítě,
- po rozhodnutí o vzniku nového systému je žádoucí umožnit testovací provoz na trase budoucí linky, nebo aspoň v části trasy (vyvarovat se předčasného a dostatečně nepřipraveného spuštění systému),
- posoudit preferenci vozidel VT při jejich provozu po tramvajové síti ve městě (včetně varianty podzemního vedení části trasy),
- provoz začít na jednom vybraném úseku či lince,
- řešit problematiku volby vhodného umístění přechodových úseků mezi různými napěťovými soustavami,
- postupné rozšiřování systému je výhodnější než provozování celého systému od začátku,
- potřeba synergie systému VT s ostatními subsystemy veřejné hromadné dopravy či individuální dopravy (P+R, B+R, K+R),
- v případě využití hybridních vozidel vzít v potaz specifika provozu včetně například vlivu na kapacitu vozidel a tím počet míst pro cestující,
- v nočních hodinách může být trasa pro provoz VT využita pro nákladní dopravu,
- vozidla mohou najít uplatnění i v menších městských aglomeracích.



Foto č. 6: Nákladní tramvaj v Drážďanech¹⁹

9. Závěr

Potenciál lehkých kolejových vozidel se v mnoha lokalitách proměnil v úspěšný model provozování veřejných služeb v přepravě cestujících. Levnější a dynamičtější lehké kolejové vozidlo ztraktivňuje regionální drážní dopravu nejen komfortem, ale i lepší dynamikou a kratší jízdní dobou starým diesellovým vlakům, a to bez vysokých investic do infrastruktury. Jak dokládá příspěvek, v zahraničí existuje široká řada

¹⁹ <https://www.dvb.de/~media/files/die-dvb/dvb-vortrag-cargotram.pdf>

příkladů funkční vlakotramvaje, každá je vždy vhodně uzpůsobena konkrétním podmínkám. Nezbývá než doufat, že potenciál LKV objeví i objednatelé v tuzemsku.

Literatura

- [1] ČEPICKÝ, Vít. Vlakotramvaje v České republice: dočkáme se tentokrát? Železničář. č. 3/2024. Str. 15-18.
- [2] Štěrba, R. Tramvaj na české železnici?, ŽELEZNIČÁŘ. č. 20/1999. str. 6.
- [3] DRDLA, Pavel. Nový systém vlakotramvaje pro město Szeged a jeho aglomeraci. In: Verejná osobná doprava 2022. Bratislava: Kongres studio, 2022. s. 96-101. ISBN 978-80-89565-54-2.
- [4] DRDLA, Pavel. Příklady využití vlakotramvají v praxi. Nová železniční technika: nové železniční trendy. 2019, 27(3): 23-30. ISSN 1210-3942.
- [5] DRDLA, Pavel. Vlakotramvaj jako alternativa pro dopravní obslužnost. Nová železniční technika: nové železniční trendy. 2019, 27(2): 20-23. ISSN 1210-3942.
- [6] HARÁK, M. Do centra Zwickau vlak a tramvaj na stejném tělese. Železničář. Dostupné z: <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/zahranici/do-centra-zwickau-vlak-a-tramvaj-na-stejnem-telese/-4144/>
- [7] Cagliari light rail extends. Railway Gazette International. 16 February 2015. Dostupné z: <https://www.railwaygazette.com/cagliari-light-rail-extends/40530.article>

Lektorovali:

Ing. Jan Sechter,

Hospodářská komora ČR

Ing. Pavel Winter,

IDSK

5. Bezpečnostní aspekty dobíjení elektromobilů u stanic a zastávek

Jiří Cigánek²⁰

Roman Šterba²¹

Anotace

Článek se zabývá posouzením bezpečnostních aspektů elektromobilů. Elektromobil při zahoření představuje riziko v rámci požárního zásahu. Bezpečnostní aspekty souvisí s dobíjením elektromobilů, kdy je potřeba dbát i na vyváženost elektrické sítě, aby nebyla nesymetricky zatížena. Cílem článku je seznámit čtenáře s možnými technickými problémy, které mohou při dobíjení elektromobilů teoreticky nastat.

Abstract

The article deals with the assessment of the safety aspects of electric cars. Safety aspects are related to the charging of electric cars, when it is necessary to pay attention to the balance of the electrical network, so that it is not loaded asymmetrically. The aim of the article is to draw the reader's attention to possible technical problems that can theoretically arise when recharging electric cars. If an electric car catches fire, it poses a risk and it is necessary to be ready with fire intervention.

Klíčová slova

Elektromobil, bezpečnostní aspekt, dobíjení, nesymetrie

Key words

e-Car, safety aspect, charging, asymmetry

1. Úvod

Doprava je pro naši ekonomiku a společnost zásadní. Mobilita je důležitá pro vnitřní trh i životní úroveň občanů, jimž umožňuje využívat svobodu cestování. Doprava přispívá k hospodářskému růstu, vytváření pracovních příležitostí a ohledně na nové problémy, kterým čelíme, musí být udržitelná [5]. Přetíženost, špatná kvalita ovzduší, a hlavně hlukové zatížení, dopadají nejvíce na města. Městská doprava se podílí zhruba jednou čtvrtinou na emisích CO₂ z dopravy.

²⁰ Ing. Jiří Cigánek, MBA, VŠB TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky

²¹ doc. Dr. Ing. Roman Šterba, MBA, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Katedra chytrých měst a regionů

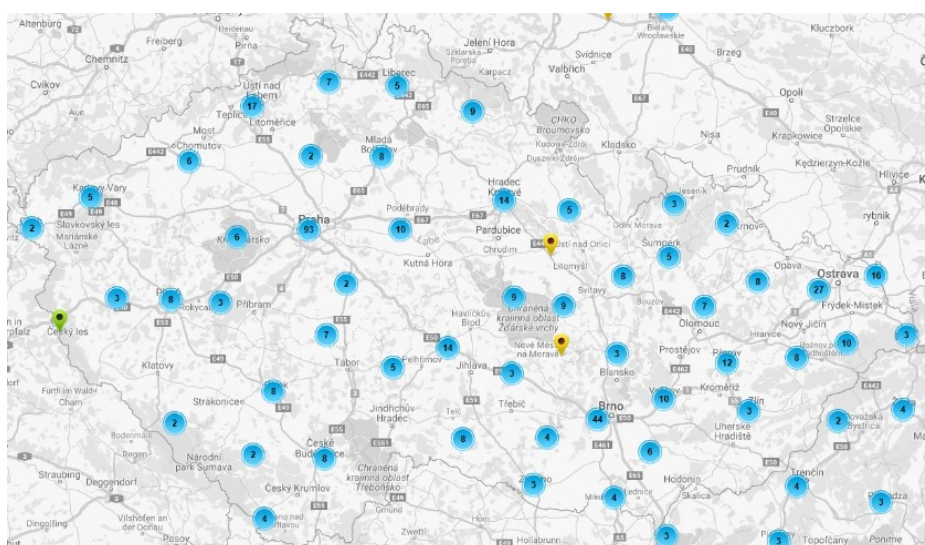
Z důvodu snížení emisní stopy nejen v oblasti dopravy přijala Evropská unie (EU) Zelenou dohodu pro Evropu [4]. Zelená dohoda pro Evropu je souborem politických iniciativ, který má EU nasměrovat na cestu k ekologické transformaci s konečným cílem dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality. Podporuje přeměnu EU na spravedlivou a prosperující společnost s moderní a konkurenci schopnou ekonomikou. V oblasti dopravy se tohoto cíle dá dosáhnout přechodem od fosilních paliv na alternativní paliva. K alternativním zdrojům pohonu patří elektrická energie nebo vodíková paliva. V našem článku se budeme zabývat pouze bezpečnostními aspekty elektromobilů. Otázkou elektromobility v silniční dopravě se začali věnovat experti již v 19. století. Za historicky první elektromobil je považován vůz sestavený holandským profesorem Sibrandusem Stratinghemem z roku 1835. Elektromobil je elektrický automobil poháněný elektrickým pohonem.

2. Veřejná parkoviště s dobíjecími stanicemi

Národní akční plán čisté mobility počítá s rozvojem dopravy využívající alternativní paliva a za podpory dotačních programů směřuje k rozvoji elektromobility [6]. Tak jak při navrhování a umístování čerpacích stanic platí zákony, vyhlášky a normy ČSN (např. ČSN 73 6060), tak i při umístování dobíjecích míst pro elektromobil platí zákony, vyhlášky a normy, které je potřeba dodržovat. Zejména z hlediska požární bezpečnosti je nutné dodržovat pravidla pro umístování dobíjecích stanic i pro parkování elektromobilu při dobíjení.

Ke konci roku 2022 bylo v ČR instalováno 1364 dobíjecích stanic a 2643 dobíjecích bodů [1]. Každý den přibývá do provozu další dobíjecí stanice. Strategický plán Národní akční plán čisté mobility je zajistit do konce roku 2030 19 000 – 35 000 veřejných dobíjecích bodů [6].

V počtu dobíjecích stanic v provozu ČR zatím zaostává za EU v množství finančních prostředků investovaných do budování této infrastruktury. Aktuální mapa dobíjecích stanic je na stránkách: [Mapa dobíjecích stanic | Elektromobilita.cz](https://www.elektromobilita.cz)



Obr. 1: mapa dobíjecích stanic v ČR

Dobíjecí stanice, či dobíjecí bod v prostoru veřejného parkoviště musí splňovat požadavky parkovišť ČSN EN 61851-1, ČSN EN 61851-21, ČSN EN 61851-23, ČSN 332000-4-41, ČSN 332000-5-54, ČSN EN 62196-2, ČSN EN 62196-3 a norem souvisejících.

Při umísťování dobíjecích stanic je nutno respektovat bezpečné vzdálenosti od zařízení a normativní vzdálenosti uvedené v normách řady 7308xx a předpisech souvisejících.

2.1. Rozdělení dobíjecích stanic

Pro veřejné dobíjení elektromobilů se více prosazuje specializovaná, k tomu účelu určená infrastruktura. Základní rozdělení dobíjecích stanic lze provést například podle těchto kritérií:

a. Výkon

- Pomalu dobíjecí stanice (běžná dobíjecí stanice) o výkonu do 22kW



Obr. 2: příklad pomalu dobíjecí stanice v ČR [2]

- Rychlodobíjecí stanice



Obr. 3: příklad rychlodobíjecí stanice v ČR [3]

b. Typ dobíjení

- Střídavé dobíjení (AC)
- Stejnosměrné dobíjení (DC)

c. Způsob připojení vozidla

- Stanice vybavené zásuvkou (vozidlo se připojuje kabelem, který je příslušenstvím vozidla).
- Stanice vybavené integrovaným kabelem

d. Funkční vybavenost

- Běžné dobíjecí stanice
- Stanice vybavené „inteligentními“ funkcemi

U rychlodobíjecích stanic, pokud není dostatečný rezervovaný příkon, je potřeba vybudovat nové připojení s platnými připojovacími podmínkami. Při instalování stanic na parkovištích, nebo v parkovacích domech musí být dodrženy technické podmínky požární bezpečnosti staveb. Musí být dodrženo jak pasivní, tak aktivní požární oddělení dle platných norem. Při návrhu DS pro elektromobily je nutno vycházet především z vyhlášky č.268/2009Sb., ve znění pozdějších předpisů a souboru norem ČSN EN 62196 a ČSN EN 61851. Veškeré značení parkovacích míst musí být v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, ČSN EN 12899-1 a ČSN EN 1436. Pro možné bezpečné provedení požárního zásahu se doporučuje parkovací stání pro dobíjení elektromobilu realizovat minimálně v šířce jako parkovací stání pro osoby tělesně postižené, tj. nejméně v šířce 3,5 m (resp. podle ČSN 73 6056, článku 6.6.2).

3. Bezpečnostní pravidla při dobíjení elektromobilů

Při dobíjení je nutné si uvědomit, že se jedná o elektrické zařízení, které může být napájeno z vysokonapěťového systému. Při připojování kabelu, který je chráněn izolací nám nehrozí nebezpečí ani za deště, jelikož se proces nabíjení spustí až po uzavření okruhu, když jsou oba konektory na obou koncích bezpečně propojeny. Elektrický proud začne do vozidla proudit až po kontrole jak na straně vozu, tak na straně dobíjecí infrastruktury, spojení musí být bezpečné.

Další bezpečnostní riziko může představovat dobíjení elektromobilu při bouřce. Nastává otázka, co se stane, když dobíjecí stojan, nebo nadřazená síť bude zasažena bleskem. Při místní bouřce platí obecné pravidlo, že bychom se měli vyvarovat kontaktu s elektrickým zařízením. Zásah blesku do elektromobilu, nebo v jeho blízkosti může poškodit vnitřní elektrické instalace a vybavení vozidla i dobíjecí stanici, i když je většinou chráněna ochranou proti přepětí.

Pokud dojde k odpojení nabíjecího kabelu od vozidla, tím pádem dojde k ukončení nabíjení a nehrozí zásah elektrickým proudem při dotyku karoserie elektromobilu. Vysokonapěťový systém baterie zahrnuje opatření proti zásahu elektrickým proudem.

4. Přípravenost na řešení požárů elektromobilů

4.1. Detekce zvýšené teploty na elektromobilech

Pro monitorování kritické teploty na elektromobilu či akumulátoru se doporučuje zvolit systém fixních termo kamer s přímým napojením do stávajícího kamerového systému se záznamem a napojením poplachového signálu z termo kamery přímo do systému EPS/PCO HZS. Pro monitorování venkovních nabíjecích stanic se doporučuje monitorování pouze kritického stavu, tj. překročení teploty cca 90°C. Tento systém je navržen na základě více jak 10letých zkušeností z projektování a realizací těchto systémů a zohledňuje i nově připravovanou ČSN zabývající se problematikou elektromobility.

4.2. Obecné rozdělení elektrifikovaných vozidel

Microhybrid: vozidla se Start / Stop a rekuperací, 12V baterie,

Mildhybrid: vozidla, která jsou v pohonu spalovacím motorem podporována elektromotorem

Lithium-iontové baterie 12V/48V,

Fullhybrid: (HEV) vozidla schopná čistě elektrické jízdy, NiMH baterie 288V/
Lithium-iontové baterie 266V,

Plug-In Hybrid: (PHEV) hybridy s možností dobíjení pomocí místního síťového zdroje nebo dobíjecí stanice, Lithium-iontové baterie 300V - 400V,

Elektromobil (BEV): pohon pouze elektromotorem, Lithium-iontové baterie 300V - 400V,

RXBEV (Range-Extender): přídavný spalovací motor pro pohon generátoru nabíjející VN baterii (prodloužení jízdního dosahu, neslouží k pohonu kol),

Fuel Cell Battery Electric Vehicle (FCBEV): vozidlo na palivový článek.

4.3. Metodika hašení a možnosti zásahu při požáru elektromobilu

Při rozmachu elektromobility v České republice se naskytá otázka, jak uhasit případný požár elektromobilu. U elektromobilu s trakčními bateriemi je jiný způsob hoření elektromobilu, než jakým způsobem hoří běžné vozidlo na konvenční paliva. Trakční baterie elektromobilů nebo hybridních vozů jsou pro hasiče při zásahu u těchto vozidel největším rizikem. Samotný akumulátor se totiž skládá z velkého množství článků, jež jsou uspořádány do segmentů a vše je sofistikovaně pospojováno tak, aby výsledná kapacita co nejlépe odpovídala potřebám daného vozidla. Vše je pak proti poškození chráněno odolným obalem, v některých případech, tvořeným např. titanovou skořepinou (Tesla). Obal sice ve velké míře chrání akumulátor před poškozením, ale právě v případě požáru nebo počínající termické reakce představuje zásadní překážku. Baterie je také specifická v tom, že když je mechanicky poškozená, nemusí začít okamžitě hořet. Pokud však k požáru dojde, může dojít k opětovnému rozhoření i několikrát po sobě. Uvnitř dochází k chemické reakci, která může vyústit v požár v řádu hodin nebo dokonce dnů. Proto je potřeba ji sledovat například termo kamerou, a pokud dochází k jejímu oteplování,

začít ji ochlazovat. Lithium-iontové baterie, které jsou součástí dnešních elektromobilů, totiž potřebují k přerušení chemických procesů velké množství vody. K hašení požáru trakční baterie lze použít certifikované vysokotlaké zařízení (CCS Cobra), včetně speciálního příslušenství na hašení trakčních baterií. Speciální certifikované hasivo je tak možno aplikovat vysokotlakou proudnicí přímo do baterie, kde dojde ke snížení teploty a zastavení reakce hoření. Toho se docílí postupným vytvořením otvorů v plášti baterie za pomoci vysokého tlaku vodního paprsku a příměsi abraziva. Po dohašení a ochlazení baterie se vozidlo bude nadále monitorovat, nejlépe v karanténním kontejneru, který umožňuje transport, monitoring a bezpečné zaplavení trakční baterie v případě další neočekávané reakce s ohledem na ekologii. Kontaminovaná voda musí být ekologicky zlikvidována odbornou firmou. Pokud je baterie mechanicky poškozená, nemusí okamžitě hořet. Pokud však k požáru dojde, může dojít k opětovnému rozhoření i několikrát po sobě. Uvnitř dochází k chemické reakci, která může vyústit v požár v řádu hodin, nebo dokonce dnů. Proto je potřeba baterii sledovat například termokamerou, a pokud dochází k jejímu oteplování, začít ji ochlazovat.

1. Jako účinná metoda se jeví **použití speciálního kontejneru na hašení elektromobilů**. Jde o kontejner, do kterého se umístí elektromobil a ten se z cisterny zalije vodou. Elektromobil se ponořený v kontejneru nechá několik dní, dokud trakční baterie nevychladnou [11].



Obrázek 3: Příklad kontejneru, který se dá použít při zásahu zahoření elektromobilu [11]

2. S rozvojem elektromobility hasiči v České republice převzaly **hasičský speciál**, který je speciálně vybaven pro hašení elektromobilů. Jeho základem je pick-up Toyota Hilux, který je konstrukčně upraven.



Obrázek 4: Hasičský speciál v ČR na hašení požárů elektromobilů

Hasičský speciál Toyota Hilux 6x6 je nízký, aby byl schopen pohybovat se i ve stísněných prostorech. Na výšku se vejde do 185 cm, což mu umožňuje vjet i do podzemních garáží. Kromě předepsaného vybavení pro vozidla rychlého zásahu je auto je vybaveno vysokotlakým hasícím a řezacím systémem CCS Cobra, které pracuje s tlakem až 300 barů při průtoku 28 litrů za minutu. Na konci 80metrové hadice je proudnice s možností regulace proudu od paprsku až po široký kužel umožňující rychlé a efektivní hašení trakčních akumulátorů. Vzhledem k vysoké účinnosti hasebního média a čerpadla je možné využití vozidla pro širokou škálu zásahů hasičských jednotek. Součástí výbavy je také akumulátorové vyprošťovací nářadí Holmatro, přetlaková ventilace, detekční technika a předepsaná výbava rychlého zásahového automobilu. K dispozici je také přenosný a stabilní termovizní monitorovací systém.

3. Jako třetí možnost byly vyvinuty speciální vozíky, které odvezou elektromobil do bezpečné vzdálenosti od budov, nebo od ostatních automobilů. Poté může být zahájen hasební úkon.



Obrázek 5: Speciální vozíky na manipulaci s elektromobilem

5. Závěr

S rozmachem elektromobilů vzniká potřeba vytvářet i příslušnou dobíjecí infrastrukturu, která je a bude pro uživatele a své okolí bezpečná. Technologie v oblasti mobilní části se neustále vyvíjí. Vyvíjí se trakční baterie, aby byl co největší dojezd. Instalují se i ultra rychlé dobíjecí stanice s výkonem až 350 kW. Článek posoudil bezpečnostní aspekty elektromobilů. Elektromobil při zahoření představuje riziko v rámci požárního zásahu. Bezpečnostní aspekty souvisí s dobíjením elektromobilů, kdy je potřeba dbát i na vyváženost elektrické sítě, aby nebyla nesymetricky zatížena. Cílem uvádí možné technické problémy, které mohou při dobíjení elektromobilů teoreticky nastat.

Tab. 1: Dojezdy elektromobilů podle měření časopisu What car? [12], [13] na vlastní zkušební dráze kombinující různé druhy provozu, za stejných podmínek pro všechna vozidla a bez vlivu okolního provozu.

Literatura:

- [1] <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/statistika-a-evidence-cerpacich-a-dobijecich-panic/seznam-verejnych-dobijecich-panic--stav-k-31--12--2022--271957/>
- [2] elektromobilita.cz
- [3] <https://ekologickaauta.cz/nova-rychlodobijeci-panice-pro-elektromobily-na-parkovisti-prodejny-lidl-v-hradci-kralove-v-ulici-brnenska/>
- [4] Zelená dohoda pro Evropu. SDĚLENÍ KOMISE. COM (2019) 640 final
- [5] Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ. COM (2020) 789 final.
- [6] Národní akční plán pro čisté mobility. Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2015).
- [7] Bílá kniha v dopravní politice EU. Rok 2010.
- [8] Koncepce městské aktivní mobility pro období 2021–2030. Ministerstvo dopravy. (2021).
- [9] Dopravní politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050. Ministerstvo dopravy (2021).
- [10] Interní materiály Správy železnic, státní organizace.
- [11] <https://www.garaz.cz/clanek/s-hasici-otevrene-o-elektromobilech-je-to-prusvih-21005165>
- [12] Britové zjistili skutečný dojezd současných elektromobilů, většinou je to mizérie. <https://www.autoforum.cz/zajimavosti/britove-zjistili-skutecny-dojezd-soucasnych-elektromobilu-vetsinou-je-to-mizerie/>
- [13] Reálný dojezd 12 elektromobilů: Kdo dojede nejdál a kdo nejméně? <https://autobible.euro.cz/realny-dojezd-12-elektromobilu-dojede-nejdal-nejvic-lze/>

Lektorovali:

Ing. Pavel Svoboda, Ph.D.,

Elektromont Brno, a.s.

Ing. Luděk Hajda,

ČEZ Distribuce, a.s.

6. Měření dlouhodobých dotykových napětí dle normy ČSN EN 50122-1 ed. 3 pro účely posouzení podle TSI ENE

Lukáš Mihál²²

Anotace

Cílem článku je uvedení požadavků evropských a vnitrostátních norem a předpisů na provedení měření dlouhodobých dotykových napětí, které musí být pro účely posouzení interoperability dle TSI ENE splněny a které musí notifikovaná osoba prověřit u všech akreditovaných nebo neakreditovaných subjektů provádějících tato měření.

Abstract

The article aims to provide requirements of European and international standards and regulations for a measurement of the long-term touch voltages which shall be fulfilled in the meaning of the interoperability assessment according to TSI ENE and which notified body shall verify for every accredited or non-accredited bodies providing such measurement.

Klíčová slova

Dotykové napětí, TSI ENE, měření

Key words

Contact voltage, TSI ENE, measurement

1. Úvod

Dotyková napětí jsou napětí, která se mohou vyskytnout na neživých částech jakéhokoliv zařízení, na konstrukci nebo mezi konstrukcemi, kterých se člověk současně dotýká – v takové chvíli přes člověka do země protéká proud (tělesný proud). Je proto nezbytné pro bezpečnost osob, aby tato dotyková napětí byla co nejmenší. Dotyková napětí nesmí překročit limity stanovené normou ČSN EN 50122-1 ed. 3, které se považují jako maximální a dle doby trvání se dělí na dlouhodobá dotyková napětí (standardní provozní stavy) a krátkodobá dotyková napětí (při

²² Ing. Lukáš Mihál, absolvent Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice, magisterského oboru elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě. Od roku 2017 pracuje ve Výzkumném Ústavu Železničním, a.s., v současné době jako zástupce vedoucího oddělení Energie.

poruchách). Tato dotyková napětí se mají ověřit měřeními dle normy ČSN EN 50122-1 ed. 3.

2. Evropské normy a předpisy

Základní normou pro měření a vyhodnocování dotykových napětí je evropská norma ČSN EN 50122-1 ed. 3. V tuto chvíli platí také v souběhu norma ČSN EN 50122-1 ed. 2 s platností do 25.07.2025. Nicméně vydáním prováděcího nařízení Komise (EU) č. 2023/1694 ze dne 10.08.2023 došlo ke změně TSI ENE, ve kterém jsou nyní harmonizovány nové verze norem. Z tohoto důvodu je nutné se pro posuzování interoperability dle TSI ENE řídit normou ČSN EN 50122-1 ed. 3.

Požadavky na subjekty provádějící měření jsou dány dokumentem „Technical document, ERA MNB – Assessment scheme, 000MRA1044 ver 2.0“ ([Technical Document Requirements for NoBos ver 2.0.pdf \(europa.eu\)](#)) – dále jako MRA1044) a normou ČSN EN ISO/IEC 17025.

3. Vnitrostátní normy a předpisy

Pro určení vnitrostátních požadavků na měření dotykových napětí platí normy ČSN 33 2000-5-54 ed. 3, ČSN 34 1500 ed. 2 a ČSN 34 1530 ed. 2 a předpisy technických kvalitativních podmínek staveb státních drah kapitol 29 (dále jako TKP 29) a 31 (dále jako TKP 31).

4. Požadavek NK (EU) č. 1301/2014 – TSI ENE

Novou změnou TSI ENE se přístup k dotykovým napětím nezměnil a je nutné je stále posuzovat, změněny byly pouze odkazy v TSI ENE na části normy. Pro každé zařízení musí být prokázáno, že jsou splněny limity dovolených dotykových napětí stanovené normou ČSN EN 50122-1 ed. 3 v kap. 9.2.2.2 pro střídavé napájecí soustavy a v kap. 9.3.2.2 pro stejnosměrné napájecí soustavy. Pokud jsou překročeny limity dotykových napětí pro jakoukoliv z napájecích soustav, tak opatření na snížení rizika musí být v souladu s kap. 9.2.2.4 a 9.3.2.4 normy ČSN EN 50122-1 ed. 3. Tyto požadavky jsou stanoveny bodem 4.2.18 TSI ENE – Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem.

Pro fázi realizace a po dokončení stavby musí zhotovitel provést ověření těchto dovolených dotykových napětí. Ověření je provedeno měřeními dotykových napětí v souladu s normou ČSN EN 50122-1 ed. 3 přílohou F.

5. Požadavky na měření dotykových napětí dané vnitrostátními normami

Zhotovitel se řídí mimo jiné vyhláškami, vnitrostátními normami a evropskými normami, jejichž část týkající se podmínek staveb, elektrické trakce a její bezpečnosti je vypsána v kap. 2 a 3. Měření dotykových napětí jako zkouška je vnitrostátními předpisy vyžadována pouze v některých případech oproti požadavku TSI ENE, dle kterého se dotykové napětí musí změřit vždy.

Následující tabulka uvádí požadavky na měření dotykových napětí stanovenými vnitrostátními normami. Požadavek na změření dotykových napětí jen za určitých podmínek stanovují pouze dva předpisy – ČSN 34 1500 ed. 2 a TKP 29 Silnoproudá technologická zařízení. Dle TKP 29 se měření dotykových napětí zajišťuje pouze u rozvodných stanic uvedených v normě ČSN 33 2000-5-54 ed. 3.

Norma: ČSN 34 1500 ed. 2		Norma: ČSN 33 2000-5-54 ed. 3	
Bod 5.4.3.1 individuální ukolejnění	Dotyková napětí je nutno kontrolovat, pokud chráněná konstrukce je izolována od základu nebo země	Bod NA.15.1	Kroková napětí se měří jen ve zdůvodněných případech a měří se buď odpor uzemnění (mimo případu v NA.15.3 – při uzemňovací soustavě větší než 10 000 m ²) nebo dotyková napětí v případech dle NA.15.2
Bod 5.4.3.1 a 5.5.8 skupinové ukolejnění a skupinová ochranná lana	Pokud je celková délka ukolejňovacího vodiče (platí i pro ochranná lana) od chráněné konstrukce k místu připojení ≥ 50 m, dotyková napětí se musí zjišťovat	Bod NA.15.2	V elektrických stanicích s napětím 110 kV a vyšším. V průmyslových závodech, na jejichž území je vybudována elektrická stanice s napětím 110 kV a vyšším. V ostatních elektrických zařízeních vvn, pokud jsou tam předepsány hodnoty dotykových napětí a nelze je prokázat jiným způsobem (např. výpočtem).

Tabulka 1: Požadavky na měření dotykových napětí dle vnitrostátních norem

6. Měření dotykových napětí v TNS

Z hlediska zkoušek požadovaných TKP 29 a týkajících se dovolených dotykových napětí je uvedeno pouze změření odporu uzemnění jako celku. Povinnost měření dotykových a krokových napětí je dána jen u rozvodných stanic dle bodu NA.15.2 normy ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 – tedy u všech rozveden, kde se vyskytuje napětí vvn (velmi vysoké napětí). Z tohoto vyplývá, že povinností zhotovitele změřit dotykové napětí je vždy u TNS soustavy 27 kV 50 Hz, které jsou napájeny ze sítě 110 kV. U soustavy DC 3 kV pouze u TNS, které jsou napájeny ze sítě 110 kV. Z praxe je zhotovitelem prováděno měření odporu zemnicí sítě nebo odporu uzemnění konstrukcí zpravidla vždy, měření dotykových napětí se vždy neprovádí.

7. Měření dotykových napětí na konstrukcích v blízkosti trakčního vedení

TKP 31 se nezabývá měřením dotykových napětí. Jedinou normou, která za uvedených podmínek nařizuje provedení měření dotykových napětí je norma ČSN 34 1500 ed. 2, která uvádí povinnosti měřit dotyková napětí pouze při překročení délky ukolejňovacího nebo ochranného vodiče 50 m a více a u konstrukcích izolovaných od země. To jsou jediné normové podmínky, kdy zhotovitel musí přímo změřit dotyková napětí na trati dané vnitrostátními předpisy.

8. Požadavky na subjekt provádějící měření

Pro akceptování výsledků měření pro posouzení interoperability od jiných subjektů musí notifikovaná osoba přezkoumat vhodnost provedení takového měření a prověřit způsobilost subjektu k provádění měření. Požadavky na subjekty provádějící měření stanovuje dokument MRA1044 v příloze F, kterým se musí řídit všechny notifikované osoby. Dokument definuje dvě možnosti.

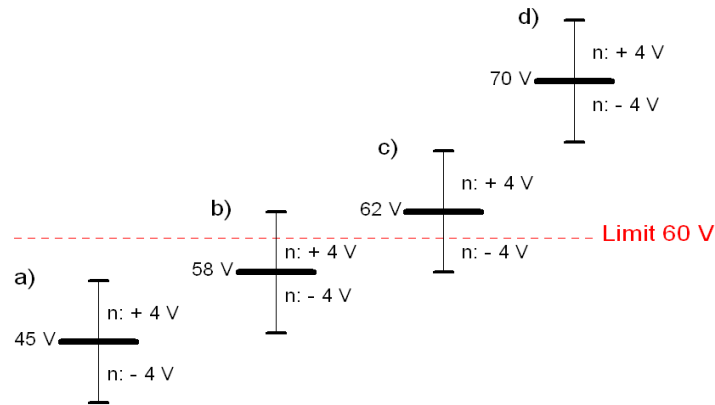
V případě, že je subjekt provádějící měření pro danou zkoušku akreditovaný dle ČSN EN ISO/IEC 17025, notifikovaná osoba přezkoumá pouze akreditační certifikát (měření musí být v rozsahu akreditace) a přezkoumá protokol, jestli obsahuje informace o akreditaci.

V případě, že subjekt provádějící měření není pro danou zkoušku akreditovaný dle ČSN EN ISO/IEC 17025, musí notifikovaná osoba provést přezkoumání všech požadavků dokumentu MRA1044 v souladu s přílohou F kap. F.2. Kontrola splnění uvedených kapitol, které se odkazují na požadavky normy EN ISO/IEC 17025:2017, musí být provedena před provedením měření. Pokud jakákoliv z uvedených kapitol normy ČSN EN ISO/IEC 17025 není splněná, není měření přijato a musí být zopakováno.

9. Nejistoty měření

Vyhodnocování nejistot měření v protokolech v souladu s kap. 7.6 normy ČSN EN ISO/IEC 17025 je jedním z požadavků dokumentu MRA1044 na subjekty provádějící

měření. Nejistota měření se podílí na vyhodnocení splnění nebo nesplnění limitů. Obrázek 1 níže ukazuje principiální vliv nejistot měření na celkový výsledek. Příklad je dán pro AC soustavu, kde pro dobu delší než 300 s je limitní dotykové dlouhodobé napětí 60 V dle normy ČSN EN 50122-1 ed. 3. Jako příklad je uvedena nejistota měření ± 4 V.

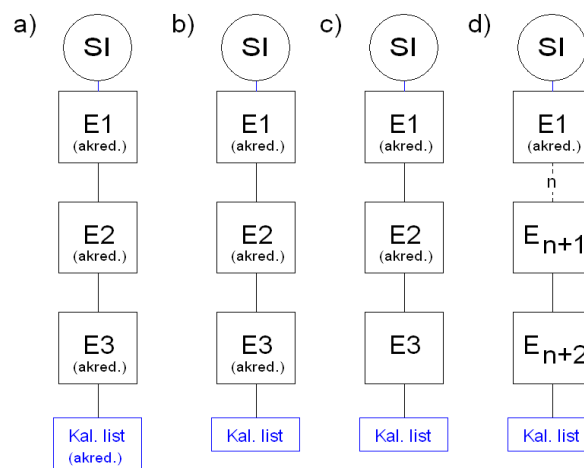


Obrázek 1: Princip vlivu nejistot měření na výsledek – a) změřená hodnota 45 V \pm 4 V, b) změřená hodnota 58 V \pm 4 V, c) změřená hodnota 62 V \pm 4 V, d) změřená hodnota 70 V \pm 4 V

Hodnotu měření příkladu a) lze přijmout, ostatní příklady b) až d) přijmout nelze. Pro příklad b) lze provést opakované měření stejným přístrojem nebo přístrojem s nižší nejistotou měření. Příklady c) a d) jsou nad dovolenou limitní hranicí a je nutné přijmout opatření pro snížení rizika způsobeného dotykovým napětím.

10. Metrologická návaznost

V souladu s dokumentem MRA1044 a s kap. 6.5 normy ČSN EN ISO/IEC 17025 musí být kontrolována metrologická návaznost pro zajištění nepřerušované řetězce kalibrací. Konkrétně se jedná o doložení návazných kalibračních listů k etalonům vyplývající z kalibračního listu měřícího přístroje.



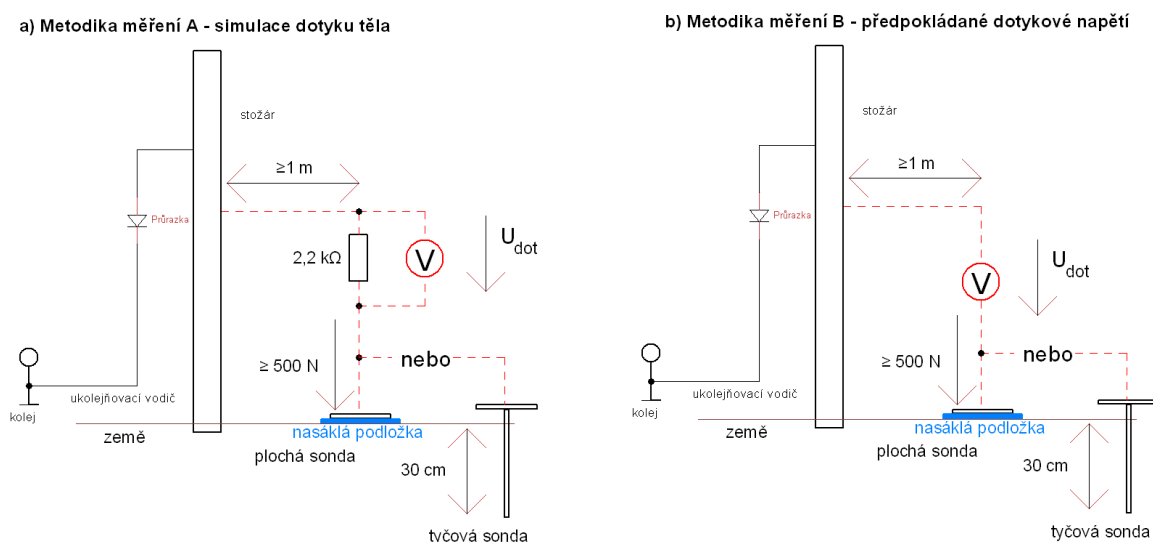
Obrázek 2 Princip posuzování kalibračních listů navazujících etalonů až k jednotkám SI

Obrázek 2 ukazuje čtyři příklady a) až d) – principem je ukázat kontrolu metrologické návaznosti pomocí dodaných kalibračních listů k měřicímu přístroji (Kal. list) a k vyšším etalonům (En). V příkladu a) je měřicí přístroj kalibrován akreditovanou laboratoří – notifikovaná osoba zkontroluje pouze kalibrační list měřícího přístroje a jeho akreditační značku. V příkladech b) až d) není měřicí přístroj kalibrován akreditovanou laboratoří nebo není využita akreditovaná kalibrace – notifikovaná osoba musí zkontrolovat kalibrační list měřícího přístroje a dále musí zkontrolovat kalibrační listy vyšší etalonů, dokud se nedostane k etalonu s kalibračním listem od akreditované laboratoře. Tzn., že v příkladu b) se zkontrolují pouze dva kalibrační listy, v příkladu c) se zkontrolují tři kalibrační listy a v příkladu d) n+4 kalibračních listů.

11. Požadavky na metodiku měření

Metodika měření dotykových napětí je dána přílohou F normy ČSN EN 50122-1 ed. 3, dotyková napětí je možné měřit dvěma způsoby. Měřením dotykového napětí na paralelním odporu 2200Ω simulující odpor těla a bot nebo měřením tzv. předpokládaného dotykového napětí, které se provádí připojením voltmetru na konstrukci a vhodnou zemní elektrodu bez paralelního odporu. Dovolené dotykové napětí bude vždy nižší než předpokládané dotykové napětí.

Měření se provádí ve vzdálenosti 1 m a více od konstrukce s vhodnou zemní elektrodou pro simulaci nohou. Může se zvolit buď plochá elektroda s celkovou plochou 400 cm^2 , která se musí zatížit minimální silou 500 N, nebo se může zvolit tyčová sonda o průměru 2 cm a délce 30 cm. Při měření dotykových napětí na betonu nebo na suché půdě musí být mezi elektrodou a povrchem vložena mokrá látka nebo vrstva vody. Metodika měření je zobrazena na schématu měření níže, viz Obrázek 3.



Obrázek 3 Schéma měření pro metodiku A a metodiku B dle ČSN EN 50122-1 ed. 3

12. Přímé měření dotykových napětí podél trati

V praxi probíhá měření dlouhodobých dotykových většinou bez předřadných odporů měření předpokládaného dotykového napětí vůči sondám v souladu s ČSN EN 50122-1 ed. 3 (metodika měření B viz kap. 8). Předpokládané dotykové napětí je fyzikálně větší než dotykové napětí měření paralelně k odporům. Pokud naměřená hodnota předpokládaného dotykového napětí vyjde pod limitem stanoveným normou ČSN EN 50122-1 ed. 3, nemusí se provádět měření s paralelními odpory. V opačném případě se provede měření vůči paralelním odporům simulující odpor těla a bot (metodika měření A kap. 8).

Provádí se také měření napětí mezi konstrukcí a kolejí, jehož účelem je spíše změření samotného potenciálu kolejnice vůči konstrukci než samotného dotykového napětí. Zvýšený potenciál koleje může zapříčinit vznik nebezpečného dotykového napětí na blízkých konstrukcích. V praxi se ukazuje, že naměřené efektivní hodnoty potenciálu kolejnice dosahují desítky voltů a při rozjezdu vlaku na krátký okamžik i např. přes 100 V. Při volbě tohoto měření by mělo vždy dojít k měření dotykového napětí na blízkých konstrukcích ohrožených zvýšeným potenciálem koleje – tímto se zjistí, jestli vyšší potenciál v koleji nezapříčinil zvýšení dotykového napětí na konstrukcích nad limit stanovený normou ČSN EN 50122-1 ed. 3.

13. Měření dotykových napětí v napájecích a spínacích stanicích

Z praxe a v souladu s vnitrostátními normami se v TNS a SpS neprovádí měření dlouhodobých dotykových napětí. V TNS a v SpS jsou prováděny pouze měření dotykových napětí při zkratech.

Při zjišťování krátkodobých dotykových napětí v TNS a SpS se také využívá metoda vybuzení zemní soustavy zdrojem, který injektuje do zemní soustavy proud známé hodnoty (mohou být jednotky A). Změří se dotyková napětí a následně se přepočítají na zkratové poměry.

14. Závěr

Pro účely posouzení interoperability v souladu s TSI ENE musí být provedeno měření dotykových napětí v souladu s normou ČSN EN 50122-1 ed. 3 vždy při každém posouzení, pokud je to relevantní. Nicméně samotné naplnění požadavků normy ČSN EN 50122-1 ed. 3 ohledně metodiky měření nestačí. Musí být také splněny veškeré požadavky dokumentu MRA1044 a normy ČSN EN ISO/IEC 17025 zabývající se způsobilostí subjektu provádějícího měření a jeho vybavením, které se musí prověřit před provedením měření, jinak hrozí opakování měření. Článek uvádí obecné požadavky, které posuzovatel notifikované osoby musí prověřit u každého subjektu před přijetím protokolu.

Literatura

- [1] EUROPEAN UNION AGENCY FOR RAILWAYS. *Technical document MNB – ERA Assessment Scheme 000MRA1044 ver 2.0* [online]. 2022, 13.12.2022 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.era.europa.eu/system/files/2022-12/Technical%20Document%20Requirements%20for%20NoBos%20ver%202.0.pdf?t=1710364965>
- [2] EUROPEAN UNION AGENCY FOR RAILWAYS. Application Guide GUI/ENE TSI/2023 (Guide for the application of the ENE TSI) [online]. 2023 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-12/ENE_TSI_Guide.pdf?t=1710356197
- [3] EUR-Lex. *NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1301/2014 (konsolidované znění z 2023)* [online]. 2023 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R1301-20230928>
- [4] ČSN EN 50122-1 ed. 2 + A1:2011: Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod – Část 1: Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem [online]. ICS 29.120.50; 29.280. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [5] ČSN EN 50122-1 ed. 3: Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod – Část 1: Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem [online]. ICS 29.280. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2023. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [6] ČSN EN ISO/IEC 17025: Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří [online]. ICS 03.120.20. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [7] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3: Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče [online]. ICS 29.020, 91.140.50. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [8] ČSN 34 1500 ed. 2: Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Předpisy pro elektrická trakční zařízení [online]. ICS 29.280. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [9] ČSN 34 1530 ed. 2: Drážní zařízení – Elektrická trakční vedení železničních drah celostátních, regionálních a vleček [online]. ICS 29.280; 45.020. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Dostupné z: [ČSN online pro firmy s více uživateli \(agentura-cas.cz\)](#)
- [10] TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH Kapitola 29: SILNOPROUDÁ TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ [online]. Změna č. 10 - třetí

aktualizované vydání. Praha: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, 2016 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z:

https://typdok.tudc.cz/files/tkp/TKP29_2016_11.pdf

[11] TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH Kapitola 31: TRAKČNÍ VEDENÍ [online]. Změna č. 5 - třetí aktualizované vydání. Praha: Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, 2006 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z:

https://typdok.tudc.cz/files/tkp/TKP31_2006_09.pdf

Použité zkratky:

AC – střídavý elektrický proud

DC – stejnosměrný elektrický proud

En – n-tý etalon

ERA – Evropská agentura pro železnice (European Union Agency for Railways)

EU – Evropská unie

SpS – spínací stanice

TBZ – technicko bezpečnostní zkouška

TKP – technické kvalitativní podmínky staveb

TNS – trakční napájecí stanice

TSI ENE – NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1301/2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému energie železničního systému v Unii

U_{dot} – dotykové napětí

V, kV – voltmetr, volt, kilovolt

m, cm – metr, centimetr

s – sekunda

Hz – hertz

Ω, kΩ – ohm, kiloohm

N – newton

vvn – velmi vysoké napětí

Praha, březen 2024

Lektorovali:

Ing. Jiří Cigánek, MBA,

Správa železnic, státní organizace

Ing. Martin Kulveit,

Tepelná čerpadla Morava, s.r.o.

7. Historie napájecího jednofázového systému 50 Hz v Československu a ve světě ve čtyřicátých až padesátých letech pohledem dobových odborných textů

(první díl)

Martin Boháč²³

Anotace

Dnes je jednofázový systém 50 Hz, připojený na veřejné energetické sítě všeobecně pokládán za zřejmě nejvhodnější (ačkoli i tento má svá omezení) k napájení pohonu železniční dopravy. Teoreticky byl tento fakt znám již nejpozději na přelomu dvacátých a třicátých let 20. století, a to v souvislosti s prudkým rozvojem veřejné elektroenergetiky v meziválečné době. Praktická realizace této zdánlivě jednoduché úlohy ale tak snadná nebyla a její úspěšné zvládnutí je datováno do zhruba poloviny padesátých let, do doby počátků existence prvních křemíkových usměrňovačů, vhodných pro použití v kolejových vozidlech.

Klíčová slova

elektrizace železnic, vývoj proudových systémů, jednofázový proud průmyslového kmitočtu, Kálmán Kandó, Höllentalbahn (Schwarzwald), lokomotivy V 40 MÁV, E 244 DR a OP 22 SŽD, František Jansa, Oerlikon, SNCF

Keywords

electrification of railways, development of current systems, single-phase current of industrial frequency, Kálmán Kandó, Höllentalbahn (Schwarzwald), V 40 MÁV, E 244 DR and OP 22 SŽD locomotives, František Jansa, Oerlikon, SNCF

²³ Martin Boháč. Absolvent Střední průmyslové školy dopravní v Praze, obor elektrická trakce. Po praxi v různých dopravních a logistických firmách (HOPI, DHL a další) pracuje od roku 2005 v Odboru podpory prodeje ČD Cargo. Ve volném čase se věnuje historii elektrické trakce na železnici v Československu

1. Úvod

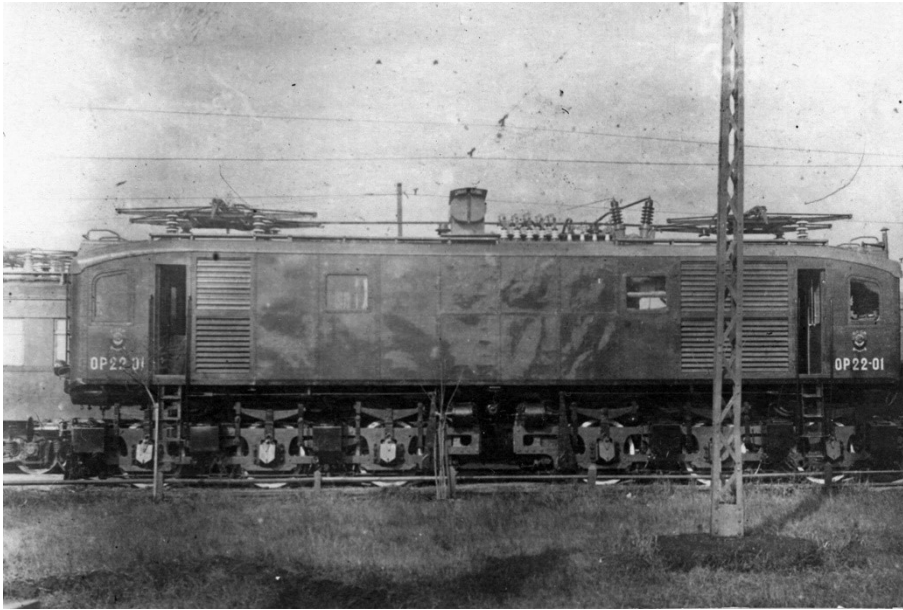
Již od počátku soustavné elektrizace průmyslu i domácností nejpozději v prvních letech po skončení první světové války se v Evropě objevila otázka, jak připojit i pohon železnice na rychle se rozvíjející všeobecné elektrizační sítě o frekvenci 50 Hz a odstranit tak největší slabinu rozvoje elektrizace železniční dopravy, tedy nutnost budovat vlastní drážní energetickou infrastrukturu, schopnou dodávat železnicím potřebný výkon k pohonu jejích vozidel. Tato úloha měla několik úskalí, která v první polovině 20. století bránila jejímu vyřešení, čímž v důsledku došlo k tomu, že v Evropě i ve 21. století provozujeme na železnici čtyři odlišné a nekompatibilní napájecí systémy, a to 1,5 a 3 kV stejnosměrné a 15 kV/16,7 Hz a 25 kV/50 Hz střídavé. Hlavní problémy, bránící širšímu využití systému 50 Hz pro napájení železnice byly v těch dobách dva: přeměna třífázového proudu, používaného v distribučních soustavách, na proud jednofázový, jedině vhodný pro napájení a pohon vozidel, a samotný pohon vozidel jednofázovým proudem o frekvenci 50 Hz.

V meziválečné Evropě došlo ke dvěma, resp. do jisté míry třem, různě úspěšným pokusům o zavedení systému 50 Hz. Prvním byl systém Kandó v Maďarsku²⁴, následovaný elektrizací Höllentalbahn²⁵ v jihozápadním Německu, a s těmito německými experimenty svázané pokusy v Sovětském svazu té doby²⁶; tyto systémy jsou dostatečně popsány v literatuře i na internetu. Méně známý je ale další vývoj, vedoucí až k rozšíření systému 25 kV/50 Hz na celém světě.

²⁴ K elektrizaci trati Budapešť – Hegyeshalom např. <http://home.tiscali.cz/cz399521/kando/50hzumav.htm>, vyhledáno 5.7.2023. Jednalo se o první praktické využití systému 50 Hz na světové železnici, jehož popis by ale výrazně přesáhl rámec tohoto článku

²⁵ K elektrizace Höllentalbahn viz např. <http://wehrtalbahn.de/Suedbadenbahn/50Hz/50HzText.htm>, vyhledáno 5.7.2023

²⁶ Experimenty s 50 Hz ve třicátých letech na sovětské železnici viz např. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%A022>, vyhledáno 5.7.2023. Použité technologie i načasování celkem jednoznačně prokazují propojení s Německem. Spolupráce (i před-) hitlerovského Německa a SSSR té doby byla skutečně rozsáhlá a týkala se v první řadě zbrojních technologií, ale i dalších více či méně civilních oborů. Tato harmonie mezi tehdejšími světovými nejzrůdnějšími totalitními režimy, nacistickým Německem a komunisticko-bolševickým SSSR, skončila až vypuknutím války mezi oběma státy 22. června 1941



Obrázek č. 1: Sovětská lokomotiva OP22-01 („P“ je azbukou „R“), neboli однофазный с ртутным выпрямителем a tedy jedno-fázová lokomotiva s rtuťovým usměrňovačem, „22“ by v tom-to případě mělo udávat nápravový tlak, tedy 22 tun (!). Více viz poznámka č. 4

Zdroj: Wikipedia

V následující stati, resp. jejích dvou dílech, se podíváme na vývoj tohoto systému zhruba v letech 1940 – 1960 pohledem dobových textů, a to především článků v odborných časopisech, příspěvků konferencí a také interních dokumentů z prostředí československého ministerstva dopravy.

2. Válka, Německo 1943 – 1945

Během války začala v Německu probíhat odborná diskuze jakým systémem elektrizovat německou železnici po válce,²⁷ a v letech 1943 – 1945 vyšlo na toto téma v Německu několik odborných článků, celkem jednoznačně prosazujících cestu 50 Hz. Zřejmě prvním z nich byl text **Entwicklung und Wege zur Großräumigen Elektrizitätswirtschaft** (česky zhruba Vývoj a cesty k síťovému systému výroby a zásobování elektrickou energií), jehož autorem byl jistý Richard Fischer a který vyšel v říjnovém čísle ročníku 1943 časopisu Der Vierjahresplan.²⁸ Pro jeho historickou důležitost si ho zde uvedme celý: „v Evropě stoupá význam elektrické energie, což dokládá vyčíslení evropské roční spotřeby elektrické energie při vypuknutí 2. světové války, které dosáhlo výše 233 miliard kWh.²⁹ Čtyřletý válečný hospodářský plán (Vierjahresplan), zohledňující potřeby zbrojního průmyslu, vyžaduje k pokrytí velké spotřeby elektrické energie využití nových zdrojů energie. Zvláště odvětví průmyslu, zabývající se zpracováním surovin k získávání kovů (hliník, hořčík a různé slitiny s podílem těchto kovů) a taktéž chemický průmysl (např. výroba umělého kaučuku)

²⁷ Velmi zajímavé je, že němečtí odborníci pracovali ve svých úvahách a textech s Německem v předválečných hranicích a vůbec nebrali v potaz žádnou blížící se německou světovládu. A ještě zajímavější je, že v dobových německých odborných časopisech té doby se vůbec nevyskytuje žádná politická propaganda a jsou zde uveřejňovány výhradně a jen odborné texty

²⁸ Richard Fischer, Entwicklung und Wege zur Großräumigen Elektrizitätswirtschaft, in: *Der Vierjahresplan*, ročník 7, číslo 10, říjen 1943, strany 342 – 345

²⁹ Což je 233 TWh. Pro srovnání roční spotřeba elektrické energie jen v ČR se v posledních letech pohybuje kolem 70 TWh

vyžadují obrovské množství elektrické energie. Průmysl však není jediným velkým odběratelem el. energie – je třeba brát na zřetel také dopravu, průmyslové podniky, zemědělství a samozřejmě i zajištění el. energie pro domácnosti. V současnosti je na elektrickou energii napojeno přibližně 20 miliónů domácností a počítá se s tím, že po skončení války bude následovat rychlý pokrok v napojování dalších domácností elektrickou energií. To povede také k nárůstu pracovních příležitostí u instalačních podniků. Novodobý vývoj v elektrotechnice povede k dalším možnostem využití elektrické energie v odvětví obchodu, dopravy a průmyslu. Výrobcům a distributorům elektrické energie připadá tedy klíčové postavení, které jim i po skončení války zůstane ve všech odvětvích života a pracovních činnostech.

Stále silněji se projevující klíčová pozice německého systému zásobování elektrickou energií vedla k uzákonění dohledu státu (zákon ze dne 13.12.1935) nad výrobcí a distributory elektrické energie s cílem zajistit co nejjistější a co nejlevnější zásobování německého průmyslu elektrickou energií.

K historii vývoje zásobování elektrickou energií v Německu: V principu se jedná o tři stupně vývoje. První období – od vzniku prvních výrobců a distributorů elektrické energie až do vypuknutí 1. světové války – bylo ke konci poznamenáno výstavbou velkých elektráren, nejprve na černé, později na hnědé uhlí a výstavbou četných dálkových linek pro přenos vyráběné elektrické energie (třífázového proudu). V druhém období dochází vlivem 1. světové války k silnému nárůstu spotřeby elektrické energie. Dále dochází ke koncentraci výroby elektřiny ve velkých tepelných a vodních elektrárnách, propojených mezi sebou a se spotřebiteli vysokonapěťovými linkami. Po skončení 1. světové války dochází ke vzniku četných zemských zásobovacích společností, neexistuje však žádná říšská ústřední správa, která by koordinovala provoz těchto společností a další výstavbu sdružené zásobovací sítě.

Teprve ve třetím období, charakterizovaném vznikem řízení a koordinace zmíněných provozů nadřazenými říšskými složkami (zákon z r. 1935) – ale bez zásahu do práv vlastníků jednotlivých podniků – přebírají říšské orgány ekonomický podíl na zásobování země elektrickou energií. Pod vlivem válečných událostí pak říšské orgány určují také rozdělení odběru el. energie z jednotlivých elektráren a z rozvodné sítě.

Zajištění stability zásobování el. energií ve válečných podmínkách: Ohledně důležitosti elektrické energie pro potřeby války vyšlo již 3. září 1939 nařízení ohledně zabezpečení zásobování elektrickou energií, které umožňovalo za určitých podmínek omezení nebo úplné přerušení dodávek elektrické energie různým spotřebitelům a naopak zajištění dodávek elektrické energie spotřebitelům, důležitým pro chod válečné mašinerie. 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' byla zodpovědná za zajištění dodávek el. energie v celém Německu.

Účelné využívání zdrojů energie: Německo má k dispozici různé zdroje energie, které je třeba dle svědomitého uvážení intenzivně využívat přímo v místě jejich výskytu – např. vodní toky, uhlí s nízkou výhřevností nebo takové, které se nehodí ke zpracování v chemickém průmyslu. 'Říšské centrále pro organizaci zatížení sítě' se podařilo propojením různých rozvodných sítí odstranit nedostatečnou koordinaci ohledně provozu skupin elektráren, vyrábějících elektřinu z různých zdrojů energie a

zefektivnit tak využívání různých zdrojů energie. Dalším přínosem je pak větší využívání (novějších) elektráren pracujících s menší spotřebou zdrojů energie a staršími elektrárnami lze pak pokrývat pouze zvýšenou spotřebu el. energie v odběrových špičkách.

Vyrovňování odběru elektrické energie: Systém sjednoceného řízení provozu elektráren a rozvodných sítí, zavedený teprve pod diktátem válečných poměrů zajistil, aby východní a severní oblasti Německa, neoplývající příliš zdroji energie, mohly být v dostatečné míře zásobovány ze západní a střední části Německa a z Horního Slezska (tepelné elektrárny) a také z jižních oblastí Německa³⁰ (vodní elektrárny). Právě využívání vodních elektráren šetří zásoby kvalitního uhlí, potřebného jako suroviny pro chemický průmysl. Další pozitivní efekt přináší výše jmenovaný systém sjednoceného řízení v případech, kdy některá z oblastí není z důvodů válečných událostí schopna si sama zajistit zásobování elektrickou energií.

Zajištění provozu elektráren a rozvodných sítí: Zajištění provozuschopnosti elektráren a rozvodných sítí patřilo vždy k nejdůležitějším úkolům výrobců a distributorů elektrické energie. Šlo také o zajištění dostatečných rezerv, což platí dvojnásob ve válce. Potíže při zajišťování těchto požadavků vznikají ale tím, že ve válečných poměrech panuje nedostatek patřičně vyškoleného personálu pro údržbu veškerých zařízení. To pak ve válečných poměrech vede k častějším výpadkům trvale silně zatížených strojů a k jejich častějším opravám a to samozřejmě zanechává určité stopy na stabilitě provozu. I zde však pomáhá 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' zajišťováním jak personálu pro údržbu, tak náhradních dílů nebo provozních hmot nebo při zajišťování přísunu uhlí pro tepelné elektrárny.

Zvlášť těžké úkoly představují nepřátelské nálety na elektrárny. Kromě ochrany objektů (maskování, zamlžení) bylo třeba zajistit širokou síťovou bázi pro subjekty, jejichž úkolem je rychlé obnovení dodávek elektrické energie po bojových akcích nebo katastrofách. Ve svém projevu dne 5. června 1943 poukázal říšský ministr Speer na skutečnost, že ani poškození dvou přehrad³¹ nezpůsobilo žádnou energetickou krizi a zbrojní podniky obdržely ještě týž den náhradu za výpadky v dodávkách elektrické energie.

Regulování spotřeby el. energie: Pokud byla přesto vydána opatření k úspoře elektrické energie, mělo to všeobecně jiné důvody. Zavádění a využívání nových elektrochemických a elektrotermických procesů, které jsou podstatnou součástí čtyřletého plánu, vede k velkému nárůstu spotřeby el. energie. Výstavba nových elektráren ale naráží ve válečných poměrech na těžkosti, takže je nutno přijímat jiná opatření. Nařízení ze 3. září 1939 umožňuje pak vydávat velkospotřebitelům elektrické energie příkazy ke snížení odběru, což ovšem zatím bylo potřeba uskutečňovat jen v malé míře. 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' se zde setkala s novými problémy, získala však v prvních letech války cenné zkušenosti v případech nutného omezování při zajišťování zásobování el. elektrickou energií v případě větších výkyvů v síti nebo v případech zajištění zvláštních propojení v síti v

³⁰ Těmito „jižními oblastmi Německa“ je pochopitelně myšleno území Rakouska

³¹ Nepochybně se jedná o reakci na známou Operaci Chastise, viz např.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Operace_Chastise, vyhledáno 21.2.2020

případě katastrof. V roce 1942 se dobrovolné omezení v zásobování elektrickou energií a plynem začalo týkat také domácností. Těžiště možných úspor se však bude týkat spíše velkospotřebitelů.

Němečtí výrobci a distributoři elektrické energie jako jednotná organizace: Přejít k 'totální válce' a stále větší rozšiřování zbrojní výroby bude vyžadovat těsné sevření všech výrobních subjektů a aktivaci veškerých vedlejších pramenů výroby el. energie. 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' má snahu rozšířit systém propojení mezi veřejnou všeužitečnou sítí a velkými průmyslovými podniky, zásobujícími se el. energií z vlastních zdrojů. Cílem je, aby chemické závody, doly a ocelářský průmysl dodávaly přebytečnou el. energii do veřejné sítě. **V této souvislosti je třeba se zmínit i o spolupráci s Říšskými drahami v oblasti výroby el. energie. I zde se v současnosti nevýhodně projevuje nežádoucí separace ve výrobě el. energie, v zájmu jednotného hospodaření s elektrickou energií by bylo výhodnější, kdyby napájecí sítě železnice přešly z kmitočtu $16\frac{2}{3}$ Hz na 50 Hz.**³²

Ke splnění svých úkolů má 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' k dispozici malý, ale vysoce efektivní řídicí aparát, doplněný dvanácti 'Oblastními centrály pro organizaci zatížení sítě'. Tato decentralizace v řízení provozu a těsné spojení s praktickým provozem elektráren a rozvodných sítí se osvědčily a zaručuje i do budoucna velkou flexibilitu, zvláště za předpokladu, kdy 'Říšská centrála pro organizaci zatížení sítě' do řídicího procesu zasahuje pouze v případech, ve kterých je zapotřebí vyrovnávat zatížení celostátní rozvodné sítě mezi jednotlivými oblastmi."

Druhým textem, a z hlediska námi sledovaného tématu asi nejvýznamnějším, je pojednání **Zur Systemfrage für elektrische Fernbahnen**, jehož autorem je berlínský Dr. Ing. Erich Krohne a který vyšel 5. ledna 1944 v prvním čísle 43. ročníku listu *Elektrizitätswirtschaft*.³³ Jedná se o naprosto zásadní text k tehdejší debatě o volbě napájecího systému na elektrizované železnici, psaný pohledem energetika (a nikoli železničáře, ať už si pod tímto pojmem představíme cokoli). Pro jeho mimořádnou důležitost ho zde opět uvedeme v překladu celý:

„K otázce systémů pro elektrifikované železniční magistrály“³⁴

V poslední době jsou v odborných časopisech často zveřejňována pojednání o nejvhodnější proudové soustavě pro elektrifikaci tratí s dálkovou dopravou. Tyto články, které mají být zřejmě chápány jako směrnice pro očekávaný poválečný rozvoj elektrifikace hlavních tratí, obsahují především názory železničních odborníků k otázce, kterou si klade také odvětví hospodářství zabývající se výrobou a distribucí elektrické energie. Zveřejňované názory přitom vyjadřují víceméně stanovisko železničních odborníků, nezohledňují však vztahy, které je třeba zachovat v zájmu nadřazeného hospodaření s elektrickou energií. Následující úvahy vyjadřují

³² Zvýrazněno MB

³³ Dr. Ing. Erich Krohne, *Zur Systemfrage für elektrische Fernbahnen*, in: *Elektrizitätswirtschaft*, ročník 43, číslo 1, leden 1944, strany 3 – 9

³⁴ Snad nejvýstižnější překlad německého výrazu „Fernbahnen“

stanovisko, které zaujímá odvětví výroby a distribuce elektrické energie k diskusi, týkající se objasnění kladených otázek.

3. Dnešní rozsah elektrického provozu na železnici

Přesto že se již více než 100 let ve vozbě vlaků osvědčuje parní trakce, vybuďovala si v posledních třiceti letech také elektrická trakce téměř u všech větších železničních správ značný podíl na dopravě vlaků. Větší výkon elektrických hnacích vozidel umožňuje značné zvýšení cestovních rychlostí v osobní a přepravních rychlostí v nákladní dopravě i na tratích s většími sklony, čímž lze dosáhnout úspor v sektoru lokomotivním a personálním a dosáhnout zkrácení cestovních a přepravních dob. Centralizovaná výroba elektrické energie umožňuje daleko racionálnější využití uhlí. Místo vysoce kvalitního uhlí pro lokomotivní provoz – většinou černého uhlí s výhřevnou hodnotou kolem 7000 WE³⁵ – lze při výrobě proudu pro provoz elektrické trakce použít v elektrárnách méně hodnotná paliva či dokonce odpadová paliva. V elektrárnách je přitom možné energii obsaženou v palivu využít daleko efektivněji nežli při spalování v lokomotivním kotli. V mnoha případech lze pak elektřinu vyrábět zcela bez použití tepelné energie uhlí, např. ve vodních elektrárnách. V neposlední řadě umožňuje elektrický provoz také snížení nákladů na údržbu a provoz samotných hnacích vozidel.

Tyto argumenty, zde uvedeny jako základní výhody elektrického provozu, hovoří jasně ve prospěch elektrické vozby vlaků jako nejvhodnějšího systému, obzvláště pak na provozně vysoce zatížených tratích. Výhody oproti parní trakci se budou v provozu a v ekonomických výsledcích o to více projevovat, čím větší provozní zatížení budou tratě vykazovat, protože se tím budou relativně snižovat náklady na výstavbu dalších elektráren a příslušných rozvodných a napájecích zařízení.

Určit jednoznačně hodnotu, sloužící jako základ pro rozhodnutí, zda je ta která trať vhodná pro převedení provozu do elektrické trakce – touto hodnotou je roční odběr energie v kWh na 1 km délky tratě – není s dostatečnou jistotou možné. V literatuře uváděné hodnoty od 220.000 do 250.000 kWh/km mohou sloužit jako určitý podklad, nelze je však považovat za s jistotou definované referenční hodnoty pro posouzení hranice ekonomiky mezi elektrickým a parním provozem; je totiž třeba posoudit otázky provozu a dopravy v každém konkrétním případě – traťové poměry, ceny elektřiny a další faktory, hrající v tom kterém regionu podstatnou roli. Z hlediska specifické spotřeby energie vykazují některé německé tratě, obzvláště ale tratě v Norsku a ve Švédsku, výrazně nižší hodnoty, přesto se ale elektrický provoz na těchto tratích projevil jako v zásadě hospodárný.

Přednosti elektrické vozby přijdou vhod při zvýšených nárocích na dopravu v poválečné době. Lze počítat s tím, že dojde k enormnímu nárůstu délky elektricky provozovaných železničních magistrál jak v Německu, tak v ostatních evropských zemích.³⁶ V Německu je v elektrickém provozu více než 3000 km železničních tratí –

³⁵ WE = tepelných jednotek, pravděpodobně W/kg; pozn. překladatele

³⁶ Toto je mimořádně zajímavé – skoro se zdá, že v roce 1944 autor článku nepodlehli žádným velkoněmeckým a světovládným představám a uvažoval návrat k předválečným poměrům

po většinou hlavních – které jsou elektrifikovány jednofázovou soustavou 15 kV 16 ²/₃ Hz. O zavedení elektrického provozu na dalších, většinou jihoněmeckých tratích je již rozhodnuto a na základě tzv. Okamžitě realizovatelného programu Říšských drah³⁷ má být s elektrifikačními pracemi započato, jakmile to dobové poměry dovolí. V návaznosti na 'Okamžitě realizovatelný program' mají být v rámci pětiletého plánu elektrifikovány ještě další tratě, takže by Říšské dráhy mohly v dohledné době uvést do provozu v elektrické trakci 9000 km hlavních tratí. V dlouhodobém výhledu ovšem dojde v Německu pravděpodobně k zásadnímu zvětšení počtu tratí, určených k elektrifikaci. Podobné rozšíření sítě elektricky provozovaných drah lze očekávat i v ostatních zemích Evropy. V současnosti je v Evropě v provozu – kromě jiných napájecích systémů – 11 000 km tratí elektrifikovaných jednofázovým systémem s kmitočtem 16 ²/₃ Hz, dalších 11 000 km se nachází ve fázi přechodu na elektrický provoz nebo ve fázi reálného plánování.³⁸

Uvážíme-li tedy značný počet tratí, na kterých se po válce očekává převedení provozu z parní na elektrickou trakci, vyvstává otázka, který systém elektrifikace by měl být pro tyto tratě zvolen jako nejúčelnější. Tuto významnou otázku je třeba posoudit z následujících hledisek:

1. Má být i u tratí, které budou elektrifikovány později, s ohledem na stávající rozsah a vybavení elektrifikovaných železničních magistrál použita v každém případě již v minulosti zvolená trakční proudová soustava, nebo je možný přechod na jiný systém, pokud by jeho použití přineslo větší výhody?
2. Která trakční proudová soustava zaručuje v podmínkách železničního provozu bezpodmínečně požadovanou nejvyšší míru spolehlivosti, a je možné tuto proudovou soustavu včlenit zcela bezproblémově do energetického hospodářství země?
3. Která trakční proudová soustava přináší vzhledem k nákladům na pevná zařízení a provoz největší výhody ohledně nákladů na stavební materiály?

4. Vliv stávajících elektrifikovaných dálkových tratí na budoucí elektrifikaci

Z předchozích tezí vyplývá, že již jen v Německu samotném dojde v blízké budoucnosti s jistotou ke ztrojnásobení délky elektricky provozovaných železničních magistrál. Dlouhodobě lze pak počítat s ještě větším rozsahem elektrifikace tratí, takže je nutno očekávat čtyř- nebo pětinasobek, ne-li ještě větší rozsah sítě elektrifikovaných tratí, než na kterých je dnes provozována dálková doprava v elektrické trakci. Při pohledu na tyto ukazatele ztrácí dnes provozované, soustavou 15 kV 16 ²/₃ Hz elektrifikované tratě, s celkovou délkou cca 3000 km na významu. Docházíme tedy k poznání, že – pokud by přechod na jinou trakční proudovou soustavu mohl přinést důležité a výrazné přednosti – dnes stále ještě existuje

³⁷ V originále *Sofortprogramm der Deutscher Reichsbahn*, bohužel detailnější informace o tomto programu postrádáme

³⁸ Škoda, že nevíme o jaké trati se jednalo/mělo jednat. Snad jen s výjimkou 165 km dlouhé tratě Žilina – Spišská Nová Ves

neomezená možnost volby trakční proudové soustavy pro tratě, které mají být v budoucnu elektrifikovány. Protože přechod na jinou trakční proudovou soustavu nenaráží na nepřekonatelné těžkosti, o čemž bude ještě pojednáno, nebude třeba brát příliš mnoho ohledů na dnes již existující síť elektrifikovaných tratí.

Úvahy ohledně trakční proudové soustavy, která má být definitivně použita, lze jen těžko činit z pohledu jedné jediné země. Čím více se Evropa po válce přikloní k jednotnému hospodářskému systému³⁹, tím větší význam bude mít mezistátní⁴⁰ železniční doprava. To ovšem nevyžaduje pouze nutnost jednotného rozchodu kolejí (dnes již sjednoceného), stejně důležitý význam zde má i jednotná trakční proudová soustava, neboť na mezistátních železničních magistrálách se do budoucna počítá převážně s elektrickým provozem.⁴¹ Že tato j e d n o t n o s t d n e s n e e x i s t u j e, lze odvodit z následujícího seznamu, který uvádí, že v roce 1942 bylo v Evropě provozováno v elektrické trakci 24.000 traťových kilometrů klasických železnic.

Z toho připadalo na tratě elektrifikované stejnosměrnou trakční soustavou, převážně ve Francii a v Itálii,⁴²

cca	11.000 km
tratě elektrifikované jednofázovou trakční soustavou s kmitočtem 16 ² / ₃ Hz, převážně v Německu, ve Skandinávii a ve Švýcarsku, cca	11.000 km
jednofázovou soustavou s kmitočtem 50 Hz, v Maďarsku a v Německu, cca...	250 km
tratě elektrifikované třífázovou trakční soustavou, převážně v Itálii ..	2000 km ⁴³
úhrnem	24 250 km

Tato různorodost existujících trakčních soustav se ještě dále zvětší, když zvážíme, že do výše uvedených kategorií trakčních soustav jsou pojaty železniční tratě s rozdílnými výškami trakčního napětí. Nelze tedy hovořit o převaze některé z trakčních proudových soustav, což se samozřejmě týká i jednofázového systému s kmitočtem 16 ²/₃ Hz, rozšířeného v Německu a ve Skandinávii. Cesty, vedoucí v budoucnu k elektrifikaci železničních tratí – jejichž délka dosáhne nejen v Německu, ale pravděpodobně v celé Evropě mnohonásobek dnešní délky – nejsou tedy existencí stávajících elektrifikovaných tratí jednoznačně a nevyhnutelně předurčeny. Nicméně lze říci, že se v současnosti naskýtá zřejmě poslední možnost k zásadním úvahám a rozhodnutím, protože každý další pokrok při elektrifikaci tratí bude později ztěžovat přechod a orientaci na jednotný systém.⁴⁴

³⁹ Toto je opět v roce 1944 z pera německého autora mimořádně zajímavá myšlenka

⁴⁰ Ne tedy žádná vnitrostátní velkoněmecká nebo něco takového, ale mezistátní...

⁴¹ Neboli to, co dnes známe pod pojmem *interoperabilita* a co se po ani osmdesáti letech nedaří naplňovat

⁴² Z nějakého důvodu zde není zmíněna Belgie, Nizozemí, Polsko (Generální gouvernement) a Československo (Protektorát Čechy a Morava, Praha). Zřejmě se – především ve dvou posledních případech – jednalo o délkově a provozně nevýznamné příklady

⁴³ Tedy skoro 10 % celkové délky elektrizovaných tratí v tehdejší Evropě. Dnes těžko představitelné

⁴⁴ Prorocká slova. Viz dnešní obrovské potíže při sjednocení napájecích systémů na jednotných 25 kV 50 Hz v České republice i na Slovensku

5. Trakční proudové systémy pro budoucí elektrifikaci železničních magistral

Ohledně otázky budoucích trakčních proudových systémů pro železniční magistraly lze již předem vyloučit použití stejnosměrné trakční soustavy a třífázové trakční soustavy. Stejnosměrné soustavy s trolejovým napětím 1500 V nebo 3000 V vyžadují, s ohledem na úbytek napětí v troleji, krátké vzdálenosti mezi trakčními napájecími stanicemi⁴⁵ a tím velký počet nedostatečně využitých trakčních napájecích stanic. Stejnosměrné lokomotivy s malým počtem jízdních stupňů, daným částečně přepínáním ze sériového na paralelní zapojení trakčních motorů a částečně zeslabováním statorového pole trakčních motorů⁴⁶, nejsou vhodné pro provoz na hlavních tratích, kde vzhledem k traťovým poměrům vyvstávají požadavky na změnu rychlosti ve velkém rozsahu, čemuž pak lépe vyhovuje charakteristika lokomotivy na střídavé napětí, vybavené mnoha jízdními stupni. Stejnosměrný trakční motor vyvíjí při vysokých otáčkách jen nevelkou tažnou sílu a neumožňuje tak přepravu těžkých vlaků na dlouhých, rovinatých traťových úsecích vysokými rychlostmi. Škodlivé účinky koroze na plynovém a vodovodním potrubí a na kabelech, ba dokonce i na základech venkovních elektrických vedení a na stavebních objektech představují potom vážné nebezpečí.⁴⁷

Třífázová trakční soustava se vzhledem k těžkostem spojených s dvoupólovým přívodem napětí a konstrukcí troleje nad výhybkami a křižovatkami rozšířila jen v omezené míře a pro rozsáhlou budoucí elektrifikaci železničních tratí nepřichází v úvahu.

Úspěchy lze očekávat pouze při elektrifikaci jednofázovým trakčním systémem, který splňuje všechny požadavky, kladené na provozně výkonný systém klasické železnice. Jeho přednosti před ostatními uvedenými systémy spočívají v jednoduchosti konstrukcí zařízení, velkých vzdálenostech mezi trakčními napájecími stanicemi a v možnosti regulace výkonu trakčních motorů dle veškerých požadavků provozu, a též v absenci bludných zemních proudů. Diskutabilní zůstává však otázka, jaký kmitočet při provozu jednofázové trakční soustavy použít – zda od průmyslového kmitočtu odlišný $16 \frac{2}{3}$ Hz, tak jak tomu je v současnosti v železničním provozu v Německu, ve Skandinávii nebo ve Švýcarsku, nebo použít průmyslový kmitočet 50 Hz. Další sporná otázka se týká způsobu dodávky potřebné energie, zda mají k zásobování trakční sítě sloužit speciální drážní elektrárny, pracující se zvláštními generátory s kmitočtem $16 \frac{2}{3}$ Hz nezávisle na sdruženém systému všeobecné energetické sítě, nebo zda má být trakční síť zásobována ze všeobecné energetické sítě.

K těmto otázkám zaujala Říšská dráha stanovisko v posudku, vypracovaném několika odborníky Německé říšské dráhy v roce 1941; jeho výsledky byly z části publikovány v odborné literatuře. Na základě porovnávacího posudku mezi jednofázovou trakční soustavou $16 \frac{2}{3}$ Hz, převážně napájenou z drážních elektráren, stejnosměrnou trakční soustavou, pojatou Říšskou dráhou do procesu porovnání, a

⁴⁵ resp. měnírny; pozn. překl.

⁴⁶ Zeslabování buzení, šuntování

⁴⁷ Neboli dodnes nevyřešený a zřejmě nevyřešitelný problém tzv. bludných proudů

jednofázovou trakční soustavou 50 Hz, napájenou ze všeobecné energetické sítě, dochází výše jmenovaný posudek k závěru, že jednofázový systém 16 ²/₃ Hz je provozně a ekonomicky nejvýhodnější a proto přichází jako jediný, coby jednotný systém pro budoucí elektrifikaci tratí v úvahu. Tím je dána odpověď na z á s a d n í otázku elektrifikace železničních tratí způsobem, se kterým němečtí výrobci a distributoři elektrické energie nemohou souhlasit. Ohledně probíhajících výzkumů, prováděných předními odborníky Říšské dráhy, je proto na místě zveřejnit také úvahy, které na pokyn generálního inspektora pro vodní toky a energii zpracovali odborníci z kruhů německých výrobců a distributorů elektrické energie, a ve kterých přicházejí k výsledku, lišícímu se od výsledku posudku Říšských drah.

V rámci výše zmíněných úvah byly mezi sebou kriticky porovnávány následující tři systémy napájení:

A l t e r n t i v a a) – Provoz na trati elektrifikované jednofázovým systémem 16 ²/₃ Hz, napájeným převážně trakční energií z drážních elektráren, zásobujících trakční síť napětím o kmitočtu 16 ²/₃ Hz a pouze dílčím napájením ze všeobecné energetické sítě

A l t e r n t i v a b) – Provoz na trati elektrifikované jednofázovým systémem 16 ²/₃ Hz při napájení trakčním proudem výhradně ze všeobecné energetické sítě

A l t e r n t i v a c) – Provoz na trati elektrifikované jednofázovým systémem 50 Hz při napájení trakčním proudem výhradně ze všeobecné energetické sítě

U a l t e r n t i v y a) odpovídá napájení trakční sítě způsobu obvyklému v současné době v Německu, ve skandinávských zemích a ve Švýcarsku. Odlišný kmitočet – 16 ²/₃ Hz – byl v těchto zemích na počátku elektrického provozu zvolen z důvodů, které tehdy n e d o v o l o v a l y zkonstruovat a vyrobit e l e k t r o m o t o r pracující s k m i t o č t e m 50 Hz, který by bylo možné dobře regulovat a který by dokázal odolat náročným podmínkám železničního provozu.

Rozhodující roli pro napájení elektrickou energií z elektráren ve vlastnictví železnice hrála s p o l e h l i v o s t dodávek energie. Stav, v jakém se všeobecná energetická síť nacházela před třiceti lety⁴⁸, kdy ještě neexistovala uzlová propojení vysokonapěťových sítí a tím méně dnešní provozní spolehlivost, považovaly železniční správy za nezbytné, stavět na vlastní náklady elektrárny a provozovat je ve vlastní režii, protože pouze tak šlo zajistit zásobování elektrickou energií, potřebné k udržení provozu za každých podmínek a také zajistit dostatek elektrické energie pro potřeby budoucího provozu.

Malý počet drážních elektráren, přicházejících v úvahu pro napájení trakční sítě, vyžadoval výstavbu zvláštních jednofázových dálkových linek o napětí 110 kV⁴⁹ 16 ²/₃ Hz podél železničních tratí – zčásti k trakčním transformováním, odkud byla napájena trolej napětím 15.000 V, a zčásti k propojení drážních elektráren mezi sebou za účelem zvýšení spolehlivosti při zásobování elektrickou energií, a též k vyrovnání výkyvů v odběru energie.

⁴⁸ Tedy v době před první světovou válkou, pozn. MB

⁴⁹ Známý jsou ale i jiné hodnoty pod 100 kV, pozn. MB

Odběr energie z všeobecných energetických sítí (přes trakční transformovny) hraje v případě zásobování elektrickou energií podle způsobu uvedeného pod a) pouze podřadnou roli. Zvolený poměr rozdělení odběru na 88 % z drážních elektráren a na 12 % ze zemských sítí odpovídá způsobu, jakým dnes Říšská dráha pokrývá svoji potřebu trakční energie.

Důsledné setrvání na výše popsaném způsobu zásobování elektrickou energií by vedlo ke stavu, kdy kromě systému zásobování elektrickou energií ze všeobecné energetické sítě by existoval zcela oddělený, paralelní systém zásobování železnice trakční energií z vlastních elektráren a s vlastními rozvodnými zařízeními, pouze nezávisle propojený se všeobecnou energetickou sítí. Taková existence dvou velkých energetických sítí s rozdílnou frekvencí by bezpochyby vedla k neopodstatněným a vcelku zamezitelným ekonomickým ztrátám jak v oblasti materiálu tak i personálu, potřebného pro výstavbu a provoz uvedených zařízení.

U a l t e r n t i v y b) je proto znázorněno předpokládané zásobování elektrickou energií pouze ze všeobecných energetických sítí.

Při velkém počtu napájecích stanic, napojených na veřejnou zemskou síť, odpadá výstavba zvláštního drážního rozvodného systému, ať již z důvodů napájení traťových úseků nebo zajištění funkční spolehlivosti systému či ohledně vyrovnání zatížení elektráren. Vzhledem k rozšiřování všeobecných energetických sítí vzniknou jejich křížení nebo styčná místa s hlavními železničními tratěmi, případně se vedení všeobecných energetických sítí přiblíží k těmto tratím natolik, že napojení měníren bude vyžadovat pouze minimální rozšíření těchto sítí.

Aby bylo možné regulovat výkon měníren nezávisle na kolísání frekvence v drážních nebo ve veřejných zemských sítích, byly rotační měniče dosud konstrukčně koncipovány jako *e l a s t i c k é m ě n i č e*. Tím je dána možnost bezproblémového napájení železniční magistrály z několika mezi sebou nesynchronních všeobecných energetických sítí. V případě dnes již ohledně kmitočtu velmi stabilních a mezi sebou povětšinou synchronně provozovaných sítí lze pomýšlet na to, používat kmitočtové *p e v n ě p r a c u j í c í s y n c h r o n n í m ě n i č e* bez přídatných regulačních strojů. Možnost odběru elektrické energie výlučně ze všeobecných energetických sítí přes *r o t a č n í m ě n i č e* je poněkud omezena jejich v současnosti vysokou pořizovací cenou – zvláště pak v případě elastických měničů, a dále jejich nepříznivým součinitelem účinnosti při přeměně energie. Vysoké výdaje na pevná zařízení lze částečně vyrovnat tím, že trakční vedení bude v celé délce trati provozováno v propojeném stavu, čímž bude umožněno vyrovnávat zatížení při odběru trakčního proudu. Pak nebude zapotřebí dimenzovat jednotlivé měniče pro vznikající krátkodobé špičky odběru trakčního proudu v určitém traťovém úseku, ale bude postačovat dimenzování výkonu všech instalovaných měničů v souladu s ustáleným odběrem v celé napájené trati. V tomto případě vznikají pak daleko menší špičky odběru nežli v případě samostatného napájení jednotlivých traťových úseků. Detailními výpočty bylo zjištěno, že pro delší železniční magistrály bude postačovat instalace měničů o výkonu 70 až 75 % oproti potřebnému výkonu transformoven podle varianty a).

Provozní výsledky, zvláště při dílčím odběru trakční energie, lze ohledně účinnosti zlepšit také tím, budou-li místo rotačních měničů používány měniče statické.

Takové měniče jsou sice již v několika různých provedeních v provozu, jejich technický vývoj však není v současnosti do takové míry dokončen, aby mohly celkově nahradit rotační měniče. I když statické měniče budou ještě potřebovat určitý čas vývoje, lze je pro budoucnost bezpochyby považovat za vhodné zařízení ke konverzi kmitočtu. Při porovnání jednotlivých systémů z ekonomického hlediska byly však brány v úvahu rotační měniče s přídatnými regulačními stroji, které slouží k libovolnému řízení přenášeného výkonu.

Dnes ještě existující problémy spojené s konverzí kmitočtu bude možné zcela odstranit, bude-li realizován maximálně zjednodušený energetický rozvodný systém, výše uvedený jako alternativa c). V tomto případě je trakční vedení napájeno bezprostředně elektřinou o kmitočtu 50 Hz ze všeobecné energetické sítě přes vícero podél trati rozmístěných jednofázových transformoven, pracujících s kmitočtem 50 Hz. V tomto případě odpadá, stejně jako v případě označeném jako varianta b), výstavba samostatného drážního rozvodného systému o napětí 110 kV. Místo toho bude pouze zapotřebí rozšířit v minimální míře všeobecné energetické sítě. Transformátory jednofázových trakčních transformoven mohou být střídavě zapojeny vždy na dvě fáze vysokonapěťové napájecí soustavy, což má pak za následek jednotlivé, vzájemně od sebe oddělené úseky trakčního vedení. Možné je ale také jednofázové napojení vždy stejné fáze třífázové sítě, v tomto případě pak nevzniká nutnost rozdělení trakčního vedení na samostatné úseky. Zpětné účinky odběru elektrické energie pro trakční účely z jedné fáze jsou bezvýznamné – a to vzhledem k daleko výkonnějším veřejným zemským sítím; to platí i v případě maximální expanze železničního provozu, a to i při výskytu náhlých odběrových špiček nebo zkratů v trakčním vedení. Tyto zpětné účinky lze akceptovat, protože nemají rušivé účinky na provoz veřejných zemských sítí. Experimenty s trakčním proudem o kmitočtu 50 Hz, které Říšská dráha prováděla na tratích Höllentalbahn (Freiburg im Breisgau – Donaueschingen)⁵⁰ a Drei-Seen-Bahn⁵¹ (Titisee – Seebrugg) prokázaly, že v transformovných realizované zapojení transformátorů do tzv. Scottova zapojení není nutné.

Vyšší impedance kolejí a trakčního vedení při kmitočtu 50 Hz vedou k většímu úbytku napětí. K vyrovnání tohoto úbytku bylo napětí v trakčním vedení zvýšeno na 20.000 V, takže bylo možno vystačit s transformovnými, rozmístěnými od sebe ve stejných vzdálenostech jako při provozu trakční proudové soustavy 16 ²/₃ Hz.

Zavedení systému o kmitočtu 50 Hz však stojí dnes ještě v cestě určité potíže. Jde především o výrobu trakčních motorů, které by mohly pracovat s kmitočtem 50 Hz; tyto problémy však nejsou takového rázu, aby kvůli tomu bylo třeba zavedení systému 50 Hz již předem považovat za beznadějnou záležitost. O t á z k o u s t a v b y m o t o r ů se ještě budeme v tomto pojednání zabývat později.

Zástupci odvětví výroby a rozvodu el. energie použili v rámci svých výzkumů pro všechny tři varianty jako příklad železniční magistrálu o délce 750 km, která překonává průměrné topografické poměry, jaké panují v Evropě. Jako velikost zatížení tratě odběrem energie bylo uvažováno rozmezí 200.000 až 1,800.000 kWh/km ročně.

⁵⁰ Elektrizována ale nebyla celá trať Freiburg im Breisgau – Donaueschingen, ale jen úsek Freiburg im Breisgau – Neustadt (Schwarzwald)

⁵¹ Dnes obvykle psáno *Dreiseenbahn*

Na základě předchozích tézí tohoto pojednání odpovídá první jmenovaná hodnota spodní hranici hospodárnosti provozu na elektrifikovaných hlavních tratích. Jmenovaná hodnota 1,800.000 kWh/km ročně pak postatně překračuje hodnotu dnešního středního odběru energie ve výši asi 300.000 kWh/km ročně a překračuje v případě železničních magistrál s provozem expresních vlaků i očekávaný odběr ve výši 1,300.000 kWh/km ročně.

6. Provozní vlastnosti trakčních soustav

V případě železničního provozu jako odvětví pro stát existenčně důležitého, je vyžadován nejvyšší stupeň funkční spolehlivosti. Toho je možné dosáhnout pouze tehdy, pokud značný počet na sobě nezávisle pracujících výrobců elektrické energie zásobuje trakční vedení pomocí rozsáhlého systému napájecích linek a mnoha napájecích stanic. Požadavek na maximální funkční spolehlivost nemůže být považován za splněný, pokud – jako v případě uvažované výroby a rozvodu elektrické energie podle varianty a) – elektrickou energii dodává pouze několik drážních elektráren. Taktéž stavba drahé vysokonapěťové napájecí linky podél železniční tratě nemůže vést k podstatnému zlepšení provozní spolehlivosti.

V zemích s vysokým stupněm elektrizace a s hustou, návaznou a na mnoha místech vzájemně propojenou sítí vysokonapěťových linek, do kterých dodávají elektrickou energii četné elektrárny, lze oproti tomu požadavky na spolehlivost napájení železničních tratí splnit velmi snadno. V případě výroby a rozvodu elektrické energie podle variant b) a c) je možné zvolit napájení železniční tratě na mnoha místech a zajistit tak funkční spolehlivost, kterou nemůže žádný jiný systém výroby a rozvodu elektrické energie zaručit.

Pro železniční provoz typické jsou časté, náhle se vyskytující strmé odběrové špičky nebo propady v odběru trakční energie, které se významně liší od střední výše odběru. Tyto špičky nebo propady kladou, zejména v systémech, kde je elektrická energie dodávána pouze speciálními drážními elektrárnami středního výkonu a přenášena zvláštními energetickými linkami, na tyto elektrárny vysoké nároky, které nelze v provozu vždy snadno zajistit. Generátory musí být v takových elektrárnách dimenzovány na možnost výskytu náhlých odběrových špiček a tomu musí být velmi dobře přizpůsobena i regulace turbín. V tepelných elektrárnách je nutné při konstrukci topných zařízení kotlů brát taktéž na zřetel nárazově se měnící zatížení. V případě odběru trakční energie z elektráren, zásobujících všeobecnou energetickou síť, není z velké části potřeba brát na tyto problémy ohled, což vede k podstatnému zmenšení provozních obtíží. Ve velkých všeobecných energetických sítích, do kterých dodává elektrickou energii velký počet výkonných elektráren, budou mít tyto náhle vznikající špičkové odběry daleko slabší účinky a budou se procentuálně daleko méně projevovat; všeobecně je tedy možné tyto těžkosti zvládat bez nadměrného dimenzování generátorů a bez provozních problémů v síti.

Ohledně spolehlivosti zajištění dodávek elektrické energie a spolehlivosti provozu vykazují proto varianty b) a c), zohledňující odběr elektřiny ze všeobecné energetické sítě, podstatné výhody oproti variantě a), která počítá pouze s dodávkami elektrické energie ze speciálních drážních elektráren. Na tomto místě je třeba obzvlášť poukázat na variantu c) s napájením troleje napětím o kmitočtu 50 Hz, která umožňuje zjednodušenou výstavbu rozvodných a napájecích zařízení.

Ve smyslu *j e d n o t n é h o s d r u ž e n é h o (e n e r g e t i c k é h o) h o s p o d á ř s t v í*⁵² je třeba mít snahu o celkově příznivé rozdělení zatížení elektráren, tedy využívat elektrárny tak, aby byl dosažen co možná nejlepší celkový ekonomický výsledek. V závislosti na hospodárnosti provozu – v případě vodních elektráren pak s ohledem na využitelné zásoby vody – je třeba jednotlivé typy elektráren (tepelné nebo vodní) používat přednostně jako výrobce energie buď pro základní nebo pro špičkový odběr. Takto řízené využívání elektráren je ale možné pouze v případě, že všechny elektrárny mohou být propojeny jednotnou sítí vysokonapěťových linek. Jednotný provoz je však vyloučen, pokud jednotlivé elektrárny pracují samostatně, to znamená, že jsou jako speciální drážní elektrárny určeny k výrobě elektřiny s kmitočtem, který se liší od výše všeobecného průmyslového kmitočtu a zásobují elektrickou energií síť, která je zcela oddělena od všeobecné energetické sítě nebo je na ní jen volně napojena. Ve speciálních drážních elektrárnách je navíc zapotřebí z důvodů nemožnosti vyrovnání výše odběru elektrické energie mezi drážními a průmyslovými spotřebiteli, instalovat pro potřeby trakční energie výkonnější zařízení k výrobě elektřiny. Speciální tepelné drážní elektrárny vykazují jednak vzhledem k jejich pouze omezenému instalovanému výkonu a dále z důvodů již zmíněného silně kolísajícího odběru elektrické energie, vždy větší spotřebu paliva než na vysoké procento využití velkoelektrárny všeobecných energetických sítí. Racionální využívání uhlí jako paliva je proto možné pouze v případě, že odběr proudu pro trakční účely bude prováděn podle variant b) a c) ze všeobecné energetické sítě.

Zvláště závažné a ekonomicky neakceptovatelné ztráty mohou nastat, pokud měřítkem pro výstavbu a provoz drážních vodních elektráren je – jak se již někdy stalo – pouze odběr elektrické energie pro trakční účely. Pokud je při výstavbě vodní elektrárny přihlíženo pouze k potřebám energie pro trakční účely, vyvstává nebezpečí, že dostupné vodní zásoby nebudou od počátku náležitě využity, dodatečné rozšíření vodní elektrárny na plnou kapacitu bude znemožněno, případně, že existující možnosti nashromáždění zásob vody nebudou využity. Při provozu samostatných drážních vodních elektráren nelze vždy splnit požadavek nadřazeného všeobecného energoekonomického stanoviska, který zní, využívat nashromážděné zásoby vody pouze k pokrytí odběrových špiček a nikoliv k zásobování nočním proudem.

Všechna tato hlediska zdůrazňují požadavek německých výrobců a dodavatelů elektrické energie, aby veškeré elektrárny sloužily sdruženému provozu a byly využívány v souladu s *n a d ř a z e n ý m i h l e d i s k y Ř í š s k é h o r o z d ě l o v n í k u*⁵³ tak, aby – jak již bylo zdůrazněno – mohlo být dosaženo nejvyššího možného ekonomického efektu. V budoucnu by proto mělo být upuštěno od výstavby samostatných drážních vodních elektráren, pracujících s kmitočtem $16 \frac{2}{3}$ Hz.

V této souvislosti je též třeba obrátit pohled na otázku *t r a k č n í h o m o t o r u p r o k m i t o č e t 50 Hz*. Přestože v případě motoru, pracujícího s kmitočtem 50 Hz dnes existují slibná a od roku 1936 ve zkušebním provozu osvědčená konstrukční řešení, nelze tyto motory – vzhledem ke třicetiletému vývoji nyní již vyzrálých motorů pro kmitočet $16 \frac{2}{3}$ Hz – považovat v každém směru za zcela srovnatelné. Zavedení trakčního systému s kmitočtem 50 Hz stojí proto vzdor všem pro tento systém hovořícím výhodám v cestě ještě různé překážky. Možnosti, skýtající se při stavbě

⁵² V originále *einheitlichen Verbundwirtschaft*

⁵³ V originále *übergeordneten Gesichtspunkte des Reichslastverteilers*

motorů pro kmitočet 50 Hz dávají však naději na úspěch, takže lze s jistotou očekávat zdokonalení dnes existujících prvotních provedení těchto motorů a tím i rozptýlení nejistot a rozpaků, kterými je systém 50 Hz opředen. V roce 1911, kdy Německá říšská dráha⁵⁴ poprvé použila jednofázový systém o kmitočtu $16 \frac{2}{3}$ Hz, nebyl vývoj trakčního motoru pro tento proudový systém ještě zdaleka ukončen a proto musí být tehdejší rozhodnutí právem označeno jako odvážné. Riziko, které by mohlo být spojeno s přechodem na kmitočet 50 Hz, lze bezpochyby hodnotit jako daleko menší. Lokomotivy různých konstrukcí, nasazené do zkušebního provozu na tratích Höllentalbahn a Drei-Seen-Bahn, kde byla vyžadována zcela nová konstrukční řešení, splnily do nich vložená očekávání a prokázaly plnou provozní způsobilost. To je třeba ocenit zvláště s přihlédnutím k trasování zkušebních tratí vykazujících četné oblouky a neobvyklé sklony až 55 promile, což na elektrický provoz kladlo zvláště vysoké nároky.

Během zkušebního provozu se u některých konstrukčních provedení sice projeví nedostatky, které si lze u prototypových provedení vysvětlit, které však bylo možné odstranit dodatečným zdokonalením konstrukce a kterých se bude možné v budoucnu hned z počátku na základě získaných poznatků vyvarovat. Trakčnímu motoru pro kmitočet $16 \frac{2}{3}$ Hz odpovídá konstrukčně i funkčně nejlépe komutátorový motor pro kmitočet 50 Hz, který je motoru pracujícím s kmitočtem $16 \frac{2}{3}$ Hz vcelku rovnocenný a který se v některých aspektech dokonce prokázal jako dokonalejší. I když motor, pracující s kmitočtem 50 Hz nedosahuje specifickou hmotnost motoru pracujícího s kmitočtem $16 \frac{2}{3}$ Hz a pravděpodobně ji ani v budoucnu nedosáhne a z tohoto důvodu bude zapotřebí většího množství materiálu na jeho výrobu, a bude tedy v porovnání s motorem pro $16 \frac{2}{3}$ Hz vycházet dražší, bude tyto vyšší náklady snadno možné více než kompenzovat potřebou menšího transformátoru pro lokomotivy na 50 Hz, a zvláště pak výhodnější strukturou nákladů na pevná zařízení v oblasti výroby a přenosu elektrické energie.

7. Porovnání ekonomických parametrů proudových soustav

Budou-li k napájení železniční trati budovány pouze speciální drážní elektrárny, pokrývající výhradně energetické potřeby železnice, bude se vždy jednat o elektrárny střední velikosti a středního výkonu. Příliš dalekosáhlá centralizace výroby elektrické energie nepřichází pak v úvahu z důvodů zajištění spolehlivosti a hospodárnosti přenosu elektrické energie. Náklady na výstavbu, potřeba stavebního materiálu, náklady na provoz a potřeba provozního personálu budou proto vždy značně vyšší nežli zaručují optimální výsledky dosažitelné v elektrárnách všeobecné energetické sítě. Rovněž již bylo poukázáno na vyšší spotřebu paliva v drážních tepelných elektrárnách.

Vyšší náklady, podmíněné výkonem zařízení, které je v elektrárně instalováno, charakterem odběru elektrické energie, se ale ještě dále zvýší, protože je potřeba udržovat zvláštní rezervy pro odběrové špičky a protože neexistuje možnost vyrovnání

⁵⁴ v roce 1911 ještě *Německá říšská dráha* pochopitelně jako podnik vůbec neexistovala, železnice spadaly v tu dobu pod správu jednotlivých německých zemí, např. Pruska, Saska, Bavorska atd.

odběru mezi trakční energií a odběrem ostatních spotřebitelů. Při odběru energie ze všeobecných energetických sítí je neustále k dispozici rezerva, umožněná sdruženým provozem všech elektráren do jedné sítě, není tedy zapotřebí udržovat zvláštní rezervu z důvodů odběru trakční energie pro provoz železnice, protože tento odběr je vzhledem k odběru energie ostatních spotřebitelů téměř bezvýznamný. Podle výzkumu, provedeném v jihoněmeckých sítích, lze při společném pokrytí odběru energie realizovat v nezanedbatelné míře vyrovnanost mezi drážním a všeobecným odběrem. Faktor paralelního odběru, který vyjadřuje poměr mezi odběrem trakční energie pro železnici v době největšího odběru ve všeobecné síti a nejvyšším ročním odběrem energie železnicí, obnáší přibližně 0,6 až 0,8. Dimenzování výkonu elektráren v případě všech třech zde prošetřovaných variant je uvedeno v tabulce 1.

Všechny tyto okolnosti vedou v případě variant b) a c) k podstatnému zlevnění v oblasti elektráren, což má za následek nižší cenu, kterou si elektrárny za dodávanou elektrickou energii účtují. Podle variant b) a c) obnáší cena dodávané elektrické energie pouze 80 % ceny požadované v případě a).

Tabulka 1 Dimenzování výkonu elektráren

Odběr trakční energie na trati . . . 10 ³ kWh/km	218	436	872	1308	1744
Elektrárny					
varianta a)	100	100	100	100	100
. . . %	63	67	74	70	72
varianta b)	63	67	74	70	72
. . . %					
varianta c)					
. . . %					
Trakční transformovny					
varianta a*)	100	100	100	100	100
. . . %	78	64	66	69	69,5
varianta b)	91	97,6	97,5	92,5	92
. . . %					
varianta c)					
. . . %					

*) včetně trakčních transformoven s přeměnou kmitočtu energie, odebírané ze všeobecné sítě

Varianty b) a c) vykazují také ohledně vysokonapěťových linek výhody oproti variantě a). Zatímco v případě varianty a) je zapotřebí paralelně k železniční trati vést linku drážního rozvodného systému, postačuje u variant b) a c) pouhé rozšíření všeobecných sítí. Rozsah rozšíření všeobecné sítě závisí pak na počtu napojených trakčních transformoven a na místních poměrech ohledně existence a průběhu linek všeobecné energetické sítě. V rámci porovnání jednotlivých systémů byla varianta a) v případě vysokého odběru trakční energie posouzena spíše trochu příznivěji. V případě všech uvedených odběrů byla vzata v úvahu pouze zdvojená napájecí linka, vedená podél železniční trati. Zdá se však být sporné, zda bude jediná zdvojená linka při velkých odběrech postačovat.

Pevná zařízení trakčních transformoven a jejich provoz vycházejí při napájení podle varianty b) dražší než v případě varianty a). Na úspory ohledně výkonu elektráren při kolísání odběru v případě možnosti vyrovnávek přes propojené úseky trolejového vedení bylo již poukázáno (viz též tabulku 1). Jedna z možností zlevnění se naskytá, pokud by v rámci dalšího vývoje byly místo plánovaných elastických rotačních měničů nejprve použity rotační měniče s pevnou charakteristikou nebo statické měniče. Vyšší ztráty, vznikající při použití rotačních měničů, lze v případě dodávek energie z tepelných elektráren všeobecné energetické sítě kompenzovat nižšími nákupními náklady na jednu kWh a menší spotřebou paliva. Podle varianty c) se v některých případech zatížení trakční sítě z důvodů vyrovnání většího poklesu napětí při 50 Hz počítá oproti variantě a) s poněkud větším počtem trakčních transformoven, ve většině případů ale s počtem stejným. Při zavedení kmitočtu 50 Hz vychází jednotlivé trakční transformovny ohledně pevných zařízení levněji, přičemž vzniká možnost úspory stavebních materiálů.

Konstrukce trakčního vedení zůstává ve všech zkoumaných případech v podstatě stejná. Pouze u varianty b) se předpokládá přídatné zesilovací vedení, instalované na upevňovacích elementech trakčního vedení. Toto přídatné zesilovací vedení by zaručovalo vyrovnání odběru trakční energie v případě přerušení spojení mezi propojenými úseky trakčního vedení.

Počet potřebných trakčních vozidel stoupá se vzestupem dopravního toku, nejsou tedy rozdíly mezi zde projednávanými variantami. Odlišnosti vznikají pouze ohledně použitého kmitočtu. U hnacích vozidel pro kmitočet 50 Hz je dnes ještě potřeba počítat s vyššími pořizovacími výdaji a vyššími výdaji na údržbu, a také s většími náklady na materiál. Při dalším zdokonalování hnacích vozidel pro kmitočet 50 Hz lze ale očekávat pokles nákladů na úroveň hnacích vozidel pro kmitočet $16\frac{2}{3}$ Hz.

Tabulka 2 Náklady na pevná zařízení, na jednu kWh elektrické energie odebíranou sběračem hnacího vozidla, a celkové roční náklady

Odběr trakční energie na trati . . . 10 ³ kWh/km	218	436	872	1308	1744
Náklady na pevná zařízení					
varianta a)	100	100	100	100	100
.%	103	80	88	87	87,5
varianta b)	80	66		68	66
..%			70,5		
varianta c)					
.%					
Náklady na pevná zařízení a na hnací vozidla					
varianta a)	100	100	100	100	100
.%	102	87	90,5	93	93,5
varianta b)	91,5	83,5	88	89,5	90
.%					
varianta c)					
.%					
Výdaje za 1 kWh odebíranou sběračem hnacího vozidla					
varianta a)	100	100	100	100	100
.%	98	96	99	100	102,5
varianta b)	76	78	78,5	78,5	78,5
.%					
varianta c)					
.%					
Roční náklady na pevná zařízení a na hnací vozidla					
varianta a)	100	100	100	100	100
.%	99	98	99,5	100	101
varianta b)	92	95,5	97	98	98
.%					
varianta c)					
..%					

Tabulky 2 a 3 obsahují porovnání všech tří zkoumaných variant napájení elektrickou energií při různě vysokém odběru trakční energie na trati. Veškeré hodnoty, vztahující se na variantu a) jsou uvedeny jako srovnávací hodnota 100. Z uvedených údajů je zřejmé, že varianta b) vyžaduje v případě nižších odběrů trakční energie poněkud vyšší náklady na pevná zařízení, přesto však všeobecně umožňuje úspory. U varianty c) vznikají v případě všech uvedených odběrů trakční energie nejnížší náklady na pevná zařízení. Tyto podstatné úspory na nákladech pro pevná zařízení jsou ovšem v s o u č a s n o s t i ještě znehodnocovány náklady na drahá hnací vozidla pro kmitočet 50 Hz. Avšak stále ještě zůstávají v ý z n a m n é m o ž n o

s t i ú s p o r, které se projevují zvláště tehdy, přejdeme-li od procentuálních porovnávacích hodnot k absolutním sumám.

Tabulka 3 Náklady na materiál

Odběr trakční energie na trati . . . 10 ³ kWh/km	218	436	872	1308	1744
Železo					
varianta a)	100	100	100	100	100
. . . . %	92	86,5	95,5	97,5	98
varianta b)	87	84	93,5	95	95
. . . . %					
varianta c)					
. . . . %					
Měď					
varianta a)	100	100	100	100	100
. . . . %	108,5	104,5	105	107	107,5
varianta b)	106,5	110,5	112	115	116
. . . . %					
varianta c)					
. . . . %					
Hliník					
varianta a)	100	100	100	100	100
. . . . %	89	88	95	102	102
varianta b)	61	66,5	78,5	88,5	90,5
. . . . %					
varianta c)					
. . . . %					

Ohledně výdajů za trakční energii, odebíranou sběračem hnacího vozidla, ve kterých jsou již zohledněny náklady na výrobu a přenos elektrické energie přes pevná zařízení rozvodné sítě, jsou si varianty a) a b) přibližně rovnocenné, varianta c) však opět nabízí významné přednosti. Úspory, které umožňuje varianta c) poslouží k pokrytí vyšších nákladů na údržbu a na provoz lokomotiv pracujících s kmitočtem 50 Hz, takže roční náklady na pevná zařízení a na lokomotivy jsou přibližně vyrovnané. Průběh srovnávacích číselných údajů není zcela kontinuální, což je v jednotlivých případech podmíněno tím, že při dimenzování provozních prostředků bylo třeba použít určitá zaokrouhlení, takže například ohledně rezerv v elektrárnách a v trakčních trafostanicích, ohledně úbytku napětí v trolejovém vedení atd. nelze ve všech případech počítat se stejnými výsledky.

Při porovnání všech tří variant na bázi potřeby kovů jako železo, měď a hliník (viz tabulku č. 3) vznikají v první řadě v případě železa, ale také hliníku možnosti úspor při realizaci variant b) a c). U mědi vznikají však vyšší náklady, zde je však třeba vzít v úvahu, že potřebné množství mědi hraje vzhledem k potřebě železa pouze podřadnou roli. V rámci potřeby materiálu mohou vzniknout určité přesuny, bude-li možno na základě pokroku v dalším plánovitém vývoji tzv. domácích surovin na tyto v plné míře přejít a použít je například u trakčního vedení a na lokomotivách. Avšak se zásadními změnami při posuzování zde zkoumaných variant nelze počítat.

Při porovnání tabulek 2 a 3 zjistíme, že soustavu $16 \frac{2}{3}$ Hz, kterou Říšská dráha dosud používá – tedy soustavu, která je v převážné míře zásobována drážními elektrárnami (varianta a), nelze z ekonomického hlediska v žádném případě považovat za nejpříznivější. Soustavy, které jsou napájeny výlučně ze všeobecných energetických sítí a používají trolejové napětí o kmitočet buď $16 \frac{2}{3}$ Hz (varianta b)) nebo 50 Hz (varianta c)) jsou variantě a) v každém případě rovnocenné, v některých případech mají oproti ní dokonce značné výhody. Přitom tyto soustavy skýtají v případě dalšího vývoje ještě různé možnosti zlepšení, které budou vést k úsporám, zatímco trakční proudová soustava $16 \frac{2}{3}$ Hz byla v některých bodech posuzována spíše příznivěji než by odpovídalo realitě. Soustavy popsané jako varianty b) a c) by tedy při budoucích elektrifikacích měly být upřednostňovány – a to o to více, když ještě zohledníme jejich provozní výhody. A že zavedení soustavy 50 Hz ohledně trakčních motorů nestojí v cestě žádné vážné překážky, bylo již doloženo výše popsanými argumenty.

8. Vyvozené závěry pro budoucí elektrifikace železničních tratí

Provozní a ekonomické výhody trakční soustavy, která odebírá elektrickou energii se zvláštním kmitočtem nebo s průmyslovým kmitočtem ze všeobecné energetické sítě, jsou dostatečně důležité a významné, takže dnes již neexistuje nutnost nebo důvod k setrvání na doposud uplatňovaném systému výroby elektrické energie ve speciálních drážních elektrárnách a jejím přenosem zvláštními drážními vysokonapěťovými linkami. V budoucnu je třeba zamezit existenci paralelních všeobecných energetických sítí a drážních rozvodných sítí trakční energie – k tomuto stavu by totiž nutně vedl vývoj, podporovaný složkami Říšské dráhy. Víceméně je třeba důrazně vznést požadavek, aby i v případě trakční energie byly její výroba a přenos převedeny bez ztrát pro železniční správy do elektráren a rozvodných sítí všeobecné energetického systému. Pouze tak lze zajistit úsporné a všem požadavkům odpovídající využití energetické suroviny uhlí.

Nehledě na nutnost jednotné výroby a přenosu elektrické energie zadávají zde popsané teze silný podnět k úvaze, nahradit v budoucnu existující trakční soustavu $16 \frac{2}{3}$ Hz soustavou 50 Hz. Samozřejmě že nelze nepřehlédnout, že se taková změna trakční soustavy neobejde bez různých těžkostí, tyto těžkosti ovšem nejsou tak závažného charakteru, aby nutně zadávaly důvod k setrvání na nynější trakční soustavě. Jít z cesty těžkostem, spojeným s každým zásadním pokrokem ve vývoji techniky by znamenalo, zřítí se již od počátku jakéhokoliv technického pokroku.

Problémy tkví především v nutnosti investovat ještě další vývojové úsilí do detailní konstrukční práce a do vcelku úspěchy slibujícího vylepšení hnacích vozidel pro kmitočet 50 Hz. Těžkosti způsobuje také současný stav, kdy v Evropě je již 11.000 km – z toho jen v Německu 3.000 km klasických železničních tratí – provozováno v trakční soustavě $16 \frac{2}{3}$ Hz. Uvědomíme-li si ale, že dnes provozovaná železniční síť trakční soustavy $16 \frac{2}{3}$ Hz představuje pouze zlomek v budoucnu očekávaného rozsahu elektrického provozu na železnici, nelze označit převedení v současnosti elektrifikovaných tratí na trakční soustavu 50 Hz a priori jako beznadějně a nehospodárné. Zisky, docílené při elektrifikaci nových železničních magistrál mohou být z části použity k financování přechodu tratí provozovaných trakční proudovou

soustavou $16 \frac{2}{3}$ Hz na soustavu 50 Hz. Kromě toho není nutné tento přechod realizovat během krátkého časového období

Při odpovídajícím způsobu plánování lze najít řešení, která umožní bez podstatného ztížení provozních podmínek současnou existenci obou trakčních systémů až do odpisu dnešních zařízení a staveb. Konstrukce elektromotoru pracujícího jak s kmitočtem 50 Hz, tak i s kmitočtem $16 \frac{2}{3}$ Hz, přispěje k odstranění problémů především u dálkových vlaků vedených elektrickými motorovými vozy.

Za účelem vytvoření jednotné trakční proudové soustavy, kterou by bylo možné optimálně včlenit do všeobecného energetického systému země, by mělo být při budoucí elektrifikaci železničních magistrál postupováno následovně:

a) Již hotové plány na uvažovanou elektrifikaci železničních tratí po skončení války je třeba přehodnotit. Do popředí musí být postaven cíl, při další elektrifikaci železničních magistrál vytvořit podmínky pro odběr trakční energie ze všeobecné sítě a navíc nahradit trakční proudovou soustavu $16 \frac{2}{3}$ Hz soustavou 50 Hz.

b) Experimentální elektrický provoz na tratích Höllentalbahn a Drei-Seen-Bahn by měl být rozšířen ve stylu dalšího velkého zkušebního provozu na některé z vysoce zatížených železničních magistrál, která splňuje z hlediska délky tratě všechny podmínky vysoce zatížené moderní železniční tratě, protože zkušební provoz na trati Höllentalbahn při tamních traťových podmínkách, malém zatížení tratě a velmi omezeném počtu lokomotiv pro provoz pod kmitočtem 50 Hz vykazoval jen omezeně platné výsledky, které nemohou být zevšeobecnovány.⁵⁵

c) Až do ukončení rozšířeného zkušebního provozu a konečného rozhodnutí o realizaci budoucí trakční proudové soustavy by měly být všechny zamýšlené projekty elektrifikace plánovány a řešeny v jednáních mezi správou Říšské dráhy a odvětvím hospodářství, zabývajícím se výrobou a rozvodem elektrické energie. Pro tyto plány by pak měly platit následující směrnice:

1. Způsob, který Říšská dráha dosud preferovala při elektrifikaci tratí – tedy se zcela samostatně pracujícími drážními elektrárnami, vyrábějícími elektřinu o kmitočtu $16 \frac{2}{3}$ Hz a se speciální rozvodnou vysokonapěťovou sítí, je třeba obecně zavrhnout a jeho další výstavbu připouštět pouze ve výjimečných případech, pokud nejsou k dispozici jiná řešení.

2. Řešení, které se od způsobu popsaným pod bodem 1 odlišuje tím, že drážní elektrárny a elektrárny zásobující všeobecnou energetickou síť užívají stejnou bázi výroby páry, vodních zásob, nebo užívají společné strojovny, může být považováno za dočasné řešení do doby, než bude možné provozovat železnice trakčním napěťovým systémem 50 Hz. To platí zejména pro regiony Německa, ve kterých

⁵⁵ Zvýrazněno MB

všeobecné energetické rozvodné sítě nevykazují dostatečnou hustotu a přenosovou výkonnost.

3. Řešení, při kterém jsou železniční tratě napájeny ze všeobecných sítí o kmitočtu 50 Hz přes velký počet měniren kmitočtu, kdy tedy odpadá výstavba speciálních drážních elektráren a tím odpadají i speciální vysokonapěťové rozvodné sítě, by se mělo praktikovat pouze po dobu, dokud na něm bude muset železnice trvat z důvodů provozu parku hnacích vozidel pro soustavu $16 \frac{2}{3}$ Hz. Avšak i toto řešení by mělo být aplikováno pouze v omezené míře, aby nedocházelo k dalšímu, dnešní míru přesahujícímu narušování snah o elektrifikaci železnic trakční proudovou soustavou 50 Hz.

4. Normální řešení, a to především z hlediska jednoduchosti a ekonomiky napájení nově elektrifikovaných magistrál určených pro rychlou osobní dopravu a k přepravě hromadného zboží, by měl představovat stav, při kterém budou elektrifikované železniční tratě provozovány trakční proudovou soustavou 50 Hz, napájenou ze všeobecné energetické sítě přes četné trakční transformovny, přičemž odpadne potřeba speciální vysokonapěťové drážní rozvodné sítě.

Nelze než doufat, že tyto myšlenky budou zohledněny při rozhodování o konečném způsobu elektrifikace evropské železniční sítě.“

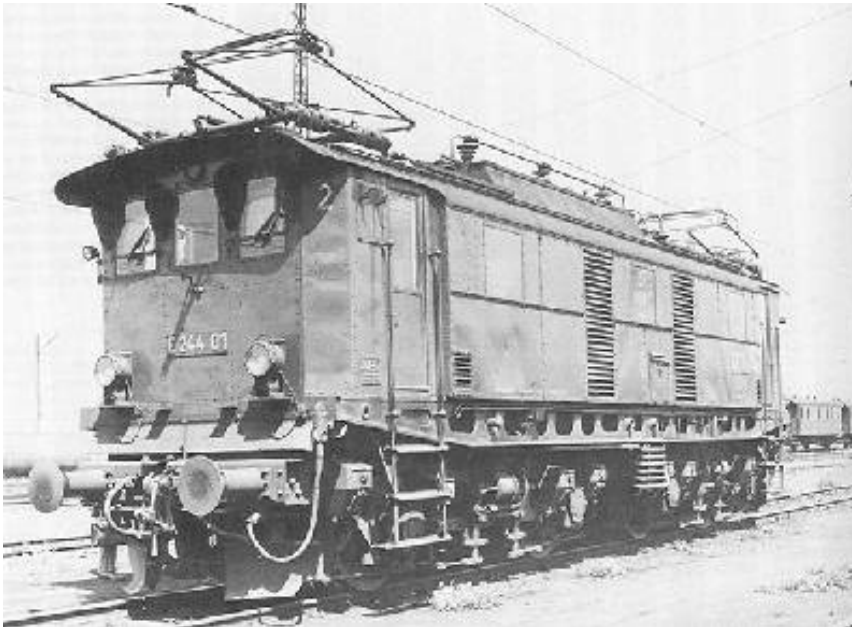
Do třetice vyšel na jaře 1944 v čísle 3/4 časopisu *Elektrische Bahnen*⁵⁶ článek **Ergebnisse des 50 Hertz-Betriebes auf der Höllentalbahn** autorů Dipl. Ing. Rudolfa Fritsche a Dr. Ing. Ernsta Kilba.⁵⁷ V tomto textu jsou velice podrobně analyzovány výsledky za osm let provozu systému 20 kV 50 Hz na Höllentalbahn a porovnávány se zkušenostmi na jiných německých tratích, elektrizovaných systémem 15 kV $16 \frac{2}{3}$ Hz. Systém 50 Hz ze srovnání nevychází příliš příznivě, čehož hlavním důvodem bylo ale to, že Höllentalbahn zřejmě nebyla pro zkušební provoz vybrána úplně šťastně (viz i výše citovaný článek Dr. Ing. Krohneho), neboť se charakterem provozu jednalo spíše o vedlejší trať – i když s náročnými sklonovými a směrovými poměry – a zde získané výsledky a zkušenosti nebylo možno zobecnit na většinu tehdejší německé sítě, a přenést na parametry provozu na hlavních a zatížených dálkových tratích. Kromě toho je ale i zajímavé zde publikované zhodnocení provozu čtyř zkušebních lokomotiv řady E 244 různých konstrukcí.⁵⁸ Doslova se na toto téma v článku píše, že „experimentální lokomotivy z

⁵⁶ Jedno z nejvýznamnějších evropských odborných periodik, vycházející s malými přestávkami již od roku 1903. Viz např. Wikipedie, [https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Bahnen_\(Zeitschrift\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Bahnen_(Zeitschrift)), vyhledáno 27.7.2018

⁵⁷ Dipl. Ing. Rudolf Fritsch a Dr. Ing. Ernst Kilb, *Ergebnisse des 50 Hertz-Betriebes auf der Höllentalbahn*, in: *Elektrische Bahnen*, ročník 20, číslo 3/4, březen-duden 1944, strany 31 – 50

⁵⁸ Stroj E 244.01 byl dodán firmou AEG, E 244.11 konsorciem BBC (elektrická část) a Krauss-Maffei (mechanická část), E 244.21 konsorciem Siemens-Schuckert-Werke (elektrická část) a Krauss-Maffei (mechanická část) a E 244.31 konsorciem Garbe-Lahmeyer (elektrická část) a Krupp (mechanická část). Popis jejich technických řešení viz např. zde (německy) <http://wehrtalbahn.de/Suedbadenbahn/50Hz/50HzText.htm>, vyhledáno 22.2.2020

převážné části splňovaly obvyklé nároky ohledně možnosti regulace výkonu, výkonnosti a možnosti přetížení, s výjimkou konstrukčního provedení stroje firmy Krupp⁵⁹, který není z důvodů malého počtu jízdních stupňů a nemožnosti nasazení jako postrkové lokomotivy univerzálně použitelný. Dále nelze přehlédnout významně vyšší potřebu pracovních hodin.⁶⁰ Přestože lokomotiva výrobce SSW (Siemens-Schuckert Werke)⁶¹ vykazuje z důvodů její konstrukční jednoduchosti přednosti oproti ostatním konstrukcím, nelze ani v případě této lokomotivy atestovat zcela uspokojující provozní spolehlivost a bezpodmínečnou provozní pohotovost. Zde je však třeba brát ohledy na těžké podmínky provozu na trati s velkými sklony. Lokomotivy vybavené usměrňovači⁶² jsou z důvodů velké citlivosti na udržení podtlaku a částečně také z důvodů velké složitosti jejich konstrukce nevhodné pro železniční provoz, který vyžaduje jednoduché, robustní a provozně spolehlivé konstrukce.⁶³



<http://wehralbahn.de>

Obrázek č. 2:

usměrňovačová lokomotiva E 244.01 Höllentalbahn firmy AEG. Tato lokomotiva byla konstruována principu rtuťového usměrňovače a čtyř stejnosměrných sériových motorů, podobně jako E 244.11 BBC

Zdroj:

A konečně někdy v roce 1944 vyšlo zvláštní neprodejně číslo časopisu Elektrische Bahnen s podtitulem **Gutachten über die Wahl des Stromsystems für die Elektrisierung von Fernbahnen** (česky zhruba Odborný posudek výběru

⁵⁹ E 244.31

⁶⁰ Zřejmě myšleno při údržbě tohoto stroje

⁶¹ E 244.21

⁶² E 244.01 a 11

⁶³ Tento kritický výrok na adresu usměrňovačových lokomotiv je v kontextu toho, že další poválečný vývoj šel právě cestou lokomotiv s usměrňovači (nejprve rtuťovými, a posléze křemíkovými), a ne cestou různých elektromechanických konstrukcí (Kandó, Krupp apod.), opravdu zajímavý. Každopádně ukazuje, že v této době byl právě neexistující lokomotivní usměrňovač největší slabinou možného rozvoje systému 50 Hz

napájecího systému pro elektrizaci hlavních tratí).⁶⁴ V tomto textu jsou velice podrobně porovnávány tři systémy, 3000 V stejnosměrný, 15 kV 16 ²/₃ Hz a 50 Hz. Stejnosměrný systém je zde uváděn spíše jen do počtu a je diskvalifikován hned v několika parametrech, kterými tehdy byly především vysoké náklady na stavbu trakční infrastruktury⁶⁵ a také nevyřešený a zřejmě nevyřešitelný problém bludných proudů a škod, které tento prakticky neodstranitelný jev způsobuje.

Oba střídavé systémy zde vycházejí prakticky shodně s o něco nižšími pořizovacími a provozními náklady na systém 16 ²/₃ Hz, přičemž v textu ale **nejsou zohledněny** náklady na budování a provoz vlastních drážních energetických sítí 16 ²/₃ Hz. Velmi zajímavé je, že v tomto textu jsou popisovány tři uvažované kategorie lokomotiv pro systém 50 Hz, a to lokomotiva pro rychlíky, označená jako E 218, lokomotiva pro osobní a lehčí nákladní vlaky E 244 a lokomotiva pro těžké nákladní vlaky E 294, a dále rychlíkový elektrický vůz ET 211 a elektrický vůz pro osobní vlaky ET 225.⁶⁶ Toto dělení vychází ze škály obdobných typů lokomotiv DR pro systém 16 ²/₃ Hz, tedy lokomotiv E 18, E 44 a E 94 a vozů ET 11 a ET 25. Ze tří uvedených typů lokomotiv pro systém 50 Hz v té době existovaly jen zkušební lokomotivy E 244, provozované na Höllentalbahn, a z elektrických vozů žádný. Lokomotivy E 218 a E 294 jsou zde popsány jako varianty lokomotiv E 18 a E 94, vyzbrojené sériovými komutátorovými motory schopnými pracovat i při frekvenci 50 Hz. Motor lokomotivy E 218 o hodinovém výkonu 750 kW a maximálním napětí 550 V měl mít 24 pólů a komutátor se měl otáčet maximální rychlostí 48 m/s. Motor lokomotivy E 294 o hodinovém výkonu 525 kW a maximálním napětí 500 V měl mít 16 pólů s maximální rychlostí otáčení komutátoru taktéž 48 m/s.

⁶⁴ Vydáno vydavatelstvím *Verlag für Sozialpolitik, Wirtschaft und Statistik, Paul Schmidt, Berlin* a tato publikace byla neprodejná

⁶⁵ Velké průřezy vodičů, vysoký počet měření, (komplikovaná) ochrana proti bludným proudům...

⁶⁶ Číslice „2“ na prvním místě řadového označení znamená elektrická vozidla pro soustavu 50 Hz

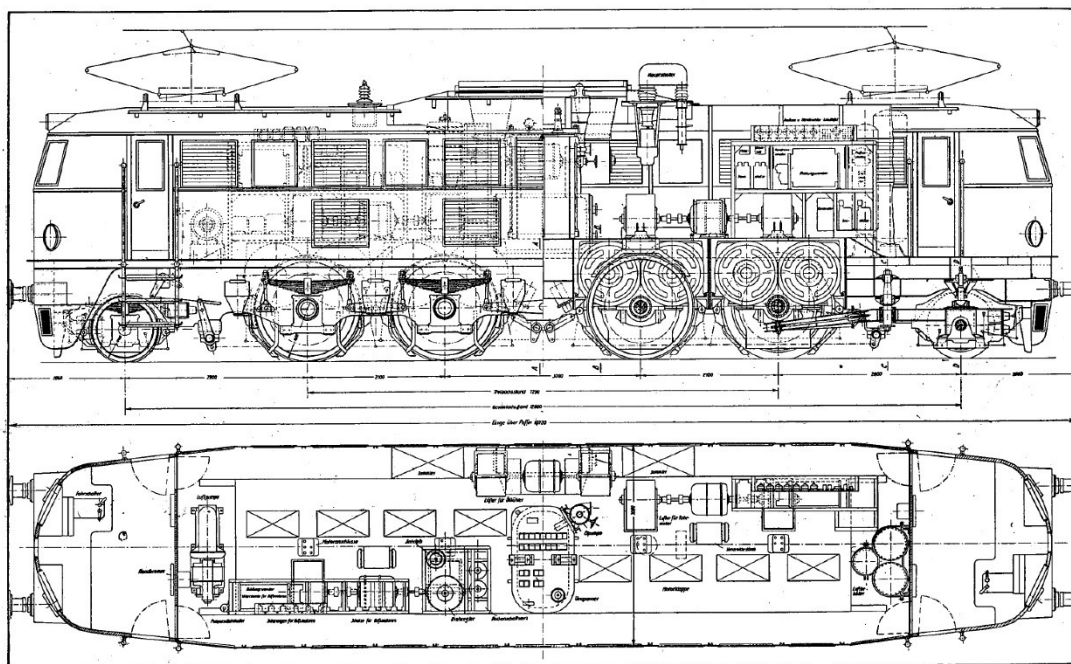


Bild 23. Schnellzuglokomotive für Einphasen-Wechselstrom 50 Hz mit Stromwendermotoren der Reihe E 218 (Entwurf).

26

Obrázek č. 3: schematický náčrt rychlíkové jednofázové lokomotivy E 218, uveřejněný v roce 1944 Zdroj: Elektrische Bahnen/Gutachten über die Wahl des Stromsystems für die Elektrisierung von Fernbahnen, 1944

Ze všech čtyřech článků, **uveřejněných před rokem 1945**, plyne tento jednoznačný závěr: po válce bude nutno elektrizovat železnici střídavým systémem, napájeným z veřejné energetické sítě 50 Hz. Optimálně – při dostatečném zdokonalení vozidel – frekvencí 50 Hz i v trakční síti, aby byly eliminovány ztráty vyvolané změnou frekvence z 50 Hz na $16 \frac{2}{3}$ Hz.⁶⁷

9. Situace na území někdejšího Československa ve stejné době

I v obou tehdejších částech někdejšího Československa, tedy tzv. Slovenské republiky a tzv. Protektorátu Čechy a Morava, byl vývoj na poli napájení železnice proudovým systémem 50 Hz sledován a vyhodnocován, jak potvrzují dochované prameny.

⁶⁷ Systém $16 \frac{2}{3}$ Hz, napájený z veřejné sítě 50 Hz, byl po válce použit v NDR při znovuelektrizaci sítě DR

Slovensko

Minimálně první dva výše uvedené texty byly již v době svého uveřejnění známy i na Slovensku.⁶⁸ Podle dochovaných informací měly na příslušné slovenské činitele velký dopad, a někteří z nich se ještě před koncem války začali zavedeném systému 50 Hz na trati Žilina – Spišská Nová Ves vážně zabývat.⁶⁹ Mezi ně patřil například ředitel Západoslovenských elektrárn Ing. Fridrich Beránek⁷⁰, nebo ředitel Ústředné kancelárie všeužitkových elektrárenských společností v Bratislavě (ÚKVES) Ing. Ladislav Krčméry. Doložen je například výrok Ing. Beránka z 2. března 1944, kdy vyslovil názor, že po skončení války budou říšskoněmecké železnice zavádět systém 50 Hz, který jim umožní rychlou a levnou elektrizaci železniční dopravy. A to z důvodu, že použitím systému 50 Hz získá železnice jako zdroj napájení všechny německé elektrárny bez nutnosti provozovat vlastní energetický systém 16 2/3 Hz.⁷¹ Systém 50 Hz považoval za moderní s dalekou perspektivou.⁷²

František Jansa 1942 a 1946

A v i českých zemích, resp. Protektorátu, byl vývoj v oblasti systému 50 Hz sledován, o čemž svědčí například text Ing. Františka Jansy⁷³, nazvaný **Elektrisače železnic z hlediska technického a hospodářského** a uveřejněn byl v roce 1942 v číslech 8 a 9 časopisu *Strojnický obzor*, resp. navíc ještě vydaný v jeho Zvláštním otisku téhož roku.⁷⁴ Text zcela jasně navazuje na známou studii *Milion tun uhlí*, uveřejněnou v roce 1938, na které se kromě Ing. Jansy podíleli ještě Dr. Jan Bílek a Ing. Jaroslav Hanyk, novinkou oproti tomuto textu je ale právě popis i systému 50 Hz, který v roce 1938 ještě nebyl uvažován. Ing. Jansa o něm **v roce 1942** píše, že „míněna je jednofázová soustava napájená buď přímo nebo přes vhodnou transformaci napětí a fáze ze všeobecné elektrizační sítě. Tato soustava je z hlediska napájení energií nejpřímější a tudíž levná, má však celou řadu technických problémů, o nichž budiž jen stručná zmínka.

1. rovnoměrné zatížení fází vyžaduje rozdělení elektrizované železniční sítě na úseky přibližně stejně zatížené. Je známo z praxe, že kolísání výkonu dráhového napaječe je tím menší, čím větší oblast, t.j. tkm/h, zásobuje. Při 100 000 tkm/h blíží se koeficient špičkového zatížení podle Forwalda hodnotě 2,5, která dalším

⁶⁸ Železničné múzeum – Múzejno-dokumentačné centrum ŽSR, nezpracovaný archivní fond elektrizace slovenských železnic 1941 – 1955

⁶⁹ Miroslav Sabol, *Elektrifikácia v hospodárskom a spoločenskom živote Slovenska*, strana 95, Historický ústav SAV, Bratislava 2010

⁷⁰ Tento muž působil ve své funkci i po skončení války, minimálně do roku 1948 a i v tomto období byl jedním z hlavních „motorů“ elektrizace slovenské železnice. Po válce již ale „samozřejmě“ zastával československou cestu stejnosměrného proudu 3000 V

⁷¹ Neboli je zde zopakován výše zmíněný hlavní závěr všech čtyř německých textů

⁷² Miroslav Sabol, *Elektrifikácia v hospodárskom a spoločenskom živote Slovenska*, strany 95 a 96, Historický ústav SAV, Bratislava 2010

⁷³ Ing. František Jansa, 7.6.1903 – 3.6.1998, více viz např.

<http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/100-let-od-narozeni-mimoradne-osobnosti--14411>, vyhledáno 31.8.2019

⁷⁴ František Jansa, *Elektrisače železnic z hlediska technického a hospodářského*, in *Strojnický obzor* 1942, čísla 8 a 9 resp. jeho Zvláštní otisk

zvyšováním výkonu již neklesá. Napaječe jednotlivých fází nutno proto rozdělit na oblasti s dopravním výkonem asi 100 000 tkm/h. Poměry se zjednoduší použitím 2 transformátorů ve Scottově zapojení, čímž lze převést zatížení ze dvou napaječů dráhových na 3 fáze primární.

2. Vyšší induktivní úbytek ve vrchním vedení v důsledku vyššího kmitočtu lze vyrovnati volbou vyššího dráhového napětí. Při napětí 23,5 kV 50 H⁷⁵ jsou ztráty ve vrchním vedení při stejných průřezech mědi stejné jako u 15 kV 16 ²/₃ H.
3. Rušení slaboproudých vedení je u vrchního vedení napájeného 50 H silnější než u 16 ²/₃ H. Lze jej omezit kabelisací slaboproudých vedení, což je nejnákladnější, nebo trojvodičovým napájením vrchního vedení se ssacími tlumivkami, čímž se zpětný proud z kolejnice převádí do zvláštního zpětného kabelu.
4. Konstrukce vozidel na 50 H. Přímé použití proudu 50 H pro napájení kolektorových motorů je nevýhodné, ač i takové bylo na zkoušku provedeno.⁷⁶ Jiné možnosti jsou v přeměně jednofázového proudu na třífázový buď v synchronním měniči (Ganz-Kandó), nebo v motoru s rotující klecí (Krupp-Garbe-Lahmeyer). Tímto způsobem lze kompenzovat přebuzením induktivní účinník, ale lokomotivy mají jako třífázové jen určité pevné rychlosti, dané spojováním počtu pólů. Další vývoj slibují rtuťové usměrňovače, kterými lze spojit výhody stejnosměrné soustavy použitím sériových motorů a jednofázové bezztrátovou regulací napětí.

Úspory v pevných zařízeních a nižších ztrátách při jednofázové soustavě 50 H ospravedlňují z hlediska hospodářského i vyšší ceny vozidel u této soustavy, se kterými nutno počítati. Motorové vozy pro 50 H dosud stavěny nebyly.“

Obdobný text uveřejnil stejný autor ještě krátce po válce, v roce 1945 ve sborníku *Elektrotechnika ve výstavbě Československa*, vydaným Elektrotechnickým svazem československým. Text nese název **K elektrisaci železnic v ČSR**⁷⁷ a pasáž věnovaná jednofázové soustavě 50 c/s je taktéž podobná textu z roku 1942: „Pro úplnost budiž zde uvedena jednofázová soustava napájená buď přímo neb přes vhodnou transformaci napětí a fáze ze všeobecné elektrizační sítě 50-periodové trojfázové, neboť v posledních letech předválečných se o ní hodně uvažovalo a byly prováděny rozsáhlé pokusy (Maďarsko, Německo, SSSR⁷⁸). Tato soustava je

⁷⁵ Zde, v roce 1942, se tedy již rýsuje náznak budoucí všeobecně a globálně používané hodnoty napětí 25 kV. A to ironií osudu z pera budoucího velkého propagátora stejnosměrného systému Františka Jansy. A „H“ je dobový zápis jednotky Hz

⁷⁶ Výše zmíněné lokomotivy E 294 a 218

⁷⁷ František Jansa, K elektrisaci železnic v ČSR, in *Elektrotechnika ve výstavbě Československa* 1945, strany 59 – 63

⁷⁸ Sovětské experimenty s německou technologií viz úvod tohoto textu

v napájení energií nejpřímější a tím i levná, má však celou řadu technických problémů, o nichž budiž jen stručná zmínka:

Rovnoměrné zatížení fází napájecí trojfázové sítě vyžaduje rozdělení elektrisované železniční sítě na úseky přibližně stejně zatížené. Je známo z praxe, že kolísání výkonu dráhového napaječe je tím menší, čím větší je oblast. Při 100 000 tkm/h se blíží součinitel kolísání podle Forwalda hodnotě 2,5, která dalším zvyšováním výkonu již neklesá. Napaječe jednotlivých fází nutno proto rozdělit na oblasti s dopravním výkonem asi 100 000 tkm/h. Poměry se zjednoduší použitím dvou transformátorů ve Scottově zapojení, jímž lze převést zatížení ze dvou skupin napájecích na 3 fáze primární.⁷⁹

Vyšší indukční úbytek ve vrchním vedení vlivem vyššího kmitočtu se vyrovnává volbou vyššího dráhového napětí. Při napětí 23,5 kV, 50 c/s je celkový úbytek napětí ve vrchním vedení při stejném průřezu stejný jako u 15 kV 16 ²/₃ c/s.

Rušení slaboproudých vedení je u vrchního vedení napájeného 50 c/s přirozeně silnější než u 16 ²/₃ c/s. Lze je omezit kabelisací slaboproudých vedení nebo trojvodičovým napájením vrchního vedení, jímž se zpětný proud převádí z kolejnice do zvláštního zpětného kabelu.

Konstrukce vozidel na 50 c/s je nejobtížnější. Přímé napájení kolektorových⁸⁰ motorů 50 c/s je nevýhodné, neboť u větších výkonů, s jakými se setkáváme u železniční vozby, činí komutace obtíže, ač i takové řešení bylo zkoušeno. Jiné možnosti jsou v přeměně jednofázového proudu na trojfázový (Splitphase, Kando, Krupp) neb na stejnosměrnými rtuťovými usměrňovači (BBC, AEG). Ač tyto přeměny proudu mohou být snad únosné u těžkých lokomotivních jednotek, nejsou jistě řešením pro motorové vozy.“

Nicméně jak vidno úplně totožná s verzí z roku 1942 není⁸¹ a celkově již tak příznivě pro tomto systém nevyznívá; rozdílný je hlavně závěr, kdy autor v roce 1945 klade větší důraz na řešení pro motorové vozy. Budoucí profesor František Jansa tak mezi lety 1942 a 1945 učinil zajímavý názorový posun a dnes se můžeme jen domnívat, co bylo jeho příčinou.

Dochované písemnosti dokládají, že během druhé světové války došlo v českých zemích k určitému – spíše teoretickému, ale přeci jen znatelnému – rozvoji stejnosměrného systému, na který chtěly poválečné ČSD navázat. Šlo o práce, navazující na známou studii Elektrisace našich drah (dnes známější pod názvem Milion tun uhlí) autorů Jana Bílka, Jaroslava Hanyka a Františka Jansy, uveřejněnou v letech 1938 a 1939, doporučující rozvoj elektrizace našich železnic. A to při zvýšení napětí 1,5 kV na 3 kV s cílem zvýšit výkonnost a účinnost napájecího systému. Na tuto teoretickou studii pak ještě na podzim 1938, po obsazení pohraničí, navázaly první úvahy a jednání o elektrizaci tehdy nově budované sklonově náročné trati

⁷⁹ Jak je ale uvedeno výše němečtí odborníci mezitím toto zapojení na základě zkušebního provozu na Höllentalbahn vyhodnotili jako zbytečně komplikované

⁸⁰ = komutátorových

⁸¹ Velmi zajímavý detail je i v odklonu od jednotky „H“ jakožto Herz v roce 1942 k jednotce „c/s“ (cyklů za sekundu) v roce 1945

Německý (Havlíčkův) Brod – Brno, dále byl v roce 1940 poměrně daleko rozpracován záměr elektrizace trati Smíchov – Zdice pro příměstskou dopravu, se kterým do určité míry souvisel záměr elektrické vozby nebo alespoň postrků na nově budované spojení Vršovice – Krč – Radotín a dále využití elektrické trakce pro dopravu nákladních vlaků centrem Prahy, a to jednak ve směru Smíchov – Vršovice sn. a dále ve směru Vysočany/Libeň hn. – výhybna Vítkov – Praha hn. – Smíchov. Toto je však stále značně neprobádané téma, vyžadující vlastní text a zde je proto jen takto načrtnuto. Poválečný vývoj v Československu logicky navázal nejen na domácí dění v době předválečné, ale i na domácí dění v době válečné. Poválečné pokračování předválečných myšlenek, ovlivněných technickým děním v průběhu války, je velmi zřetelné například i u motorových vozů M 131.1 a M 262.0.

Tolik tedy výchozí situace, jaká na německém a československém území vznikla během války a jaká existovala v okamžiku jejího skončení. Uvedené texty každopádně jednoznačně dokazují, že v roce 1945 byly vlastnosti – pozitiva i slabiny – soustavy 50 Hz mezi odbornou veřejností v obou částech znovuobnoveného Československa dobře známy.

10. Vývoj v Československu po roce 1945

Po druhé světové válce byl tedy u nás přijat systém 3000 V ss, a to zřejmě jako v jediné zemi na světě – není nám znám jiný stát, který by se po roce 1945 rozhodl elektrizovat svou železniční síť stejnosměrným systémem 3000 V, aniž by navazoval na práce prováděné před vypuknutím války (v Evropě Itálie, Belgie, Polsko a SSSR); přesněji řečeno není znám stát, který by toto rozhodnutí nejpozději ve druhé polovině padesátých let nepřehodnotil ve prospěch systému 25 kV 50 Hz.⁸² V polovině padesátých let již o jeho výhodách nebylo pochyb, což jasně dokazuje od té doby datované rozšiřování tohoto systému doslova po celém světě. Počínaje Francií, balkánskými státy, Sovětským Svazem, nakonec také Československem, Velkou Británií, Novým Zélandem a konče například Pákistánem a především skutečnou současnou světovou velmocí systému 25 kV 50 Hz, Indií⁸³.

Každopádně i v poválečném Československu byl systém 50 Hz sledován a již v roce 1949, ve dnech 27. března až 4. dubna, se uskutečnila studijní cesta zástupců odboru III Ministerstva dopravy a československého průmyslu do Maďarska s cílem prohlídky tratě Budapest – Hegyeshalom, elektrizované systémem 50 Hz. Tato cesta se konala na základě pozvání generálního ředitelství MÁV a generálního ředitelství

⁸² Z těchto států zatím víme jednak o Bulharsku, kde státní BDŽ údajně krátce po druhé světové válce začaly budovat systém 3000 V, ale velice brzy ho – ještě ve fázi výstavby – opustily, a to snad již počátkem padesátých let. Viz např. https://spz.logout.cz/infrastruktura/bdz_elektrizace.html, vyhledáno 2.7.2023. Druhou zemí je Indie, která v polovině padesátých let začala s elektrizací 108 km dlouhé tratě Howrah – Burdwan ve východní části země. Na rozdíl od Bulharska zde byl pravidelný provoz ve stejnosměrné trakci zahájen, ale ani tento experiment neměl dlouhého trvání a zanikl snad již počátkem šedesátých let přestavbou na systém 25 kV 50 Hz

⁸³ Včetně metra v Dillí, viz např. https://en.wikipedia.org/wiki/Delhi_Metro, vyhledáno 18.2.2024

maďarského těžkého průmyslu (jak stojí v dochovaných dokumentech)⁸⁴ a vedla k velmi zajímavému výsledku, pro československou delegaci zřejmě trochu nečekanému. Součástí této cesty byla totiž i diskuse o přednostech a nevýhodách trakčního systému jednofázového 50 ~, na jejímž základě požádali maďarští odborníci československé zástupce o „provozní data asi 3 tratí ČSD, které přicházejí v úvahu pro elektrisaci, aby mohli vykalkulovati náklady na jejich elektrisaci při použití jednofázového systému 50 ~“. Tomuto požadavku samozřejmě nemohlo být československou stranou na místě vyhověno, nicméně po návratu do Prahy bylo nutno se jím zabývat s tím, že „definitivní odpověď obdrží po jejím projednání v ministerstvu dopravy na podkladě písemné žádosti firmy⁸⁵“. Následoval dopis firmy Ganz ze dne 5. dubna 1949, adresovaný pražskému Ministerstvu dopravy, ve kterém byla písemně opakována nabídka kalkulací nákladů elektrizace některých konkrétních tratí systémem 50 Hz, a to pokud možno s různými sklonovými a provozními poměry. ČSD by tak měly možnost porovnat náklady na elektrizaci střídavým systémem s náklady na stejnosměrný systém 3000 V, o kterém teprve nedávno rozhodly. Konkrétně byly firmou Ganz požadovány tyto informace: vzdálenost stanic, spádové poměry, všeobecnou trať⁸⁶ napájecího elektrického vedení vysokého napětí, zátěž jednotlivých druhů vlaků, max. rychlost vlaků, počet vlakových dvojic za 24 hod., střední vzdálenost zastávek jednotlivých druhů vlaků, cenu proudu na primérních svorkách a případné zvláštní předpisy.

V Praze na Ministerstvu dopravy, kde již došlo k definitivnímu rozhodnutí jít cestou stejnosměrného systému 3000 V, se tento návrh a požadavek zjevně nesetkal s velkým pochopením, neboť Odbor III 19. května 1949 napsal, že „použití maďarského systému Ganz-Kandó nepřichází pro elektrisaci naší magistrály Praha – Česká Třebová s budoucím navázáním na elektrisovanou KBD⁸⁷ v úvahu již z toho důvodu, že změna ve volbě systému by měla za následek zdržení v realizaci programu 5LP, které se nesmí připustiti⁸⁸, nehledě ani k tomu, že stejnosměrný systém 3000 V je pro tak silně frekventovanou trať technicky účelnější⁸⁹ též podle zkušeností z jiných států s elektrisovanými drahami.“ Na závěr reakce pochopitelně následuje zdvořilostní „bratrská“ formulace, že by „bylo ovšem jistě zajímavé získati touto cestou kalkulační podklady pro srovnání obou systémů proudových z hlediska finančních nákladů pro tratě s menší provozní intenzitou.“ Na to reagovalo 25. května 1949 Presidium 4 Ministerstva dopravy, které konstatovalo, že „se jedná v podstatě o sdělení všech dat určujících výkonnost vybraných tratí do zahraničí. V případě konkrétního výběru tratí muselo by být jednáno s MNO⁹⁰ o souhlas, ale musely by být uvedeny pádnější důvody než ty, které uvádí odbor III. Přitom ještě soudíme že

⁸⁴ Národní archiv Praha-Chodovec, Fond Ministerstvo dopravy I, karton 635, spis č.j. 29101/49

⁸⁵ „Firmou“ je myšlena firma Ganz, viz například https://en.wikipedia.org/wiki/Ganz_Works, vyhledáno 3.3.2020

⁸⁶ Dobový zápis slova trasa, v českých textech té doby běžně užívaný

⁸⁷ Uvádění zkratky *KBD* je tehdy ještě běžné, neboť tato společnost byla definitivně *znárodněna zestátněním* právě v té době

⁸⁸ Toto „nepřípustné zdržení“ pak stejně ale nastalo...

⁸⁹ Skutečně pozoruhodné tvrzení, dnes bohužel naprosto vyvrácené. Naopak stejnosměrný systém již dávno narazil na svoje technické a fyzikální limity

⁹⁰ Ministerstvo národní obrany

by MNO zaujalo velmi zdrženlivé, ne-li zamítavé stanovisko⁹¹." K tomu pak Odbor III ještě neznámého dne dodal, že „z vyjádření odd.pres/4 vyplývá, že by MNO v tomto případě sotva dalo souhlas k sdělení všech dat, určujících výkonnost některé z hlavních tratí ČSD, poněvadž získání kalkulačních podkladů pro jednofázovou trakci 50 ~ by mohlo míti jen studijní účel. Zmínili jsme se již ve svém vyjádření z 19.V., že použití systému Ganz-Kandó nepřichází při elektrisaci naší magistrály v úvahu již z toho důvodu, že by to nesporně znamenalo zdržení v realizaci programu elektrisace. Po technické stránce nutno vzít v úvahu, že pro jednofázový systém 50 ~ není dosud vyřešen elektr. motorový vůz, což je velmi závažné, neboť předměstská doprava bude u nás řešena převážně elektrickými motorovými vozy.⁹² Jednoduchost napájecích stanic při 50 ~ systému proti komplikovanějším a dražším měnícím stejnosměrného systému 3000 V je vyvážena komplikovaným uspořádáním lokomotiv syst. Kandó. Podle našich informací konají francouzské dráhy pokusy se zlepšeným systémem 50 ~; zatím objednaly 3 lokomotivy⁹³, které jsou teprve ve stavbě.⁹⁴

Elektrifikační program 5LP je předmětem zájmu nejvyšších míst ve státě a jeho splnění je absolutní nutností nejen politickou a hospodářskou, nýbrž i z dopravních důvodů na KBD pro zvýšení její výkonnosti. Z toho důvodu je nutno soustředit se na zvolený systém 3000 V stejnosměrný a nelze se již zdržovati úvahami o možnosti použití systému 50 ~.

Podotýkáme, že po jednání s Čs. energetickými závody, gen. ředitelstvím v Praze a oblastním ředitelstvím v Bratislavě, jsme se po zjištění, že podle nynějšího vývoje poměrů bude u 100000 V napájecí sítě vzdálenost napájecích bodů 25 – 50 km, místo původně předpokládaných 50 – 100 km rozhodli pro přímé napájení ze sítě 100 kV. Tím odpadne vlastní napájecí síť vedení 35 kV, což znamená úsporu 50 až 70 milionů Kčs na investičních nákladech jen pro trať Spiš. Nová Ves – Žilina, nehledě ani k snížení ročních provozních výdajů o 2,5 až 3 mil. Kčs následkem snížení ztrát úbytkem napětí při 100 kV proti 35 kV v napájecím vedení. Tím jsme se již značně přiblížili hlavní výhodě trakčního systému 50 ~, který vzhledem k vyššímu

⁹¹ Jeden z mnoha důkazů z československého prostředí toho, kdy vojenská místa bránila modernizaci železnice. Plně v duchu všeobecně platné teze, že každá armáda světa se důkladně připravuje na minulou válku

⁹² Toto je v té době závažný argument. Ironií osudu ovšem zůstává, že sériové předměstské elektrické stejnosměrné jednotky řady EM 475.1 začaly být k ČSD dodávány až v roce 1964 a ve významnějších počtech začaly do provozu zasahovat až ve druhé polovině šedesátých let, tedy jen pár let před tím, než se na kolejích objevily elektrické jednotky SM 488.0 (prototypy již 1966, sériová výroba 1970 – 1971), viz např.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%A9_jednotky_451_a_452 a

https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%A1_jednotka_560, vyhledáno 4.3.2020

⁹³ Toto dokazuje, že informace o vývoji ve světě byly v tehdejší Československu dostupné. Míňeny jsou velmi pravděpodobně lokomotivy CC 6051, CC 6052 a BBB 6053 SNCF, viz např. https://de.wikipedia.org/wiki/Bahnstrecke_Aix-les-Bains%E2%80%93Annemasse, vyhledáno 4.3.2020

⁹⁴ Výraz „teprve ve stavbě“ je v této souvislosti opravdu velmi pikantní, neboť lokomotivy E 499.0 ČSD nebyly v té době ještě ani objednány...

napětí a v troleji vystačí s menšími průřezy, lehčím a proto i lacinějším pevným zařízením.“

Dopis, odeslaný firmě Ganz 15. června 1949 ve francouzštině⁹⁵ pak zněl takto:

„Vážení pánové,

K Vašemu ct. dopisu ze dne 5. dubna t.r. Vám sdělujeme, že jsme se po prohlídce elektrizované trati Budapest – Hegyeshalom zabývali velmi podrobně jednofázovým trakčním systémem 50 ~ a jeho porovnáním se systémem stejnosměrným 3000 V.

Vzhledem k naší speciální situaci nepřichází však případná revise proudového systému v úvahu. Některé z podkladů, o které žádáte, by vyžadovaly úplného přepracování, po příp. nového vypracování, pro kteréžto práce nemáme v nynější době v důsledku jiných nutných prací ani času, ani potřebných pracovních sil. Prosíme Vás proto, abyste nás laskavě omluvili, nemůžeme-li Vám žádané podklady zaslati.

Používáme této příležitosti, abychom Vám vyslovili svůj upřímný dík za laskavé přijetí, kterého se dostalo naší delegaci při prohlídce Vašich závodů a elektrické trakce trati Budapest – Hegyeshalom.

Za ústředního ředitele podepsán Ing. Jeništa“

Pro zajímavost lze uvést, že na maďarské trati Budapešť – Hegyeshalom elektrizované střídavým systémem 15 kV 50 Hz, dvojkolejně a dlouhé 190 km, uvedené do provozu v roce 1931, byly vybudovány pouze čtyři napájecí stanice Torbágy, Báhnida, Nagyszentjános a Horvátkimle.⁹⁶ Ty byly napojeny na síť 100 kV/50 Hz a bez problémů zvládaly napájet celou tuto velice zatíženou a důležitou trať sítě meziválečných i poválečných MÁV. Naproti tomu na kratší (165 km) trati Praha – Česká Třebová, taktéž dvojkolejně, bylo o čtvrtstoletí později provozováno dvanáct napájecích stanic (měníren), tedy přesně třikrát tolik. Byly to Praha-Křenovka (nejprve na napětí 1500 V, v roce 1962 upravena na napájení 3000 V), Praha-Vršovice „Třešňovka“, Praha-Běchovice, Rostoklaty, Pečky, Kolín, Trnávka, Opočinec, Moravany, Choceň, Ústí nad Orlicí a Česká Třebová-Rybník. Ty byly taktéž napojeny na síť 110 kV, a to z linky Praha-Jih – Toušeň – Opočinec – Česká Třebová (– Zábřeh na Moravě).

S tratí Budapest – Hegyeshalom, resp. s lokomotivami V 40 MÁV souvisí i jedna prakticky neznámá a neprobádaná část české železniční historie, a to výskyt těchto lokomotiv na protektorátním území krátce před koncem války. Podle zatím dostupných informací od maďarských badatelů⁹⁷ byly někdy v roce 1944 nebo počátkem roku 1945 z Maďarska odvezeny nejméně tři tyto lokomotivy čísel 06, 10 a 28. Důvod jejich odvozu není znám a spekuluje se buď o evakuaci před postupující Rudou armádou nebo z důvodu oprav v Německu. A existují náznaky a fragmenty

⁹⁵ Dopis firmy Ganz do Prahy byl ovšem psán německy

⁹⁶ Viz např.

<https://hu.m.wikipedia.org/wiki/Budapest%E2%80%93Hegyeshalom%E2%80%93Rajka-vas%C3%BAtvonal>, vyhledáno 6.7.2023

⁹⁷ Hlavní část uvedených informací zjistil pan Villanyi György

zpráv, že nejméně lokomotivy čísel 10 a 28 se na protektorátním území skutečně nacházely. Nejvíce informací máme o lokomotivě V 40.010, která byla z Maďarska odvezena 13. ledna 1945, a k 2. únoru 1945 evidována v konvoji odstavených lokomotiv na trati Hradec Králové – Hořice v Podrkonoší – Ostroměř, tato konkrétně v dopravně Bašnice (dnes již jen zastávka Dobrá Voda u Hořic). Co je ale zajímavé, tak v dochovaném dokumentu z archiválií ředitelství státních drah Hradec Králové je u této lokomotivy uvedena poznámka am 9.2. nach Hegyeshalom abgerollt, neboli byla ještě v únoru 1945 vrácena do Maďarska, což poněkud zpochybňuje teorii o evakuaci před Rudou armádou.⁹⁸ U MÁV pak byla provozována až do 26. března 1960, kdy byla zrušena. A o lokomotivě V 40.006 víme, že Maďarsko opustila dne 2. ledna 1945, ale její další válečné osudy neznáme. Podle dostupných informací se i lokomotivy 06 a 28 vrátily v roce 1945 do Maďarska a byly nadále provozovány na své domácí trati Budapest – Hegyeshalom.



Obrázek č. 4:

lokomotiva V 40.010 MÁV v Maďarsku, zřejmě již v poválečné době. Právě tato lokomotiva prokazatelně (z neznámých důvodů) navštívila krátce před koncem války protektorátní koleje

Zdroj: sbírka pan Villanyi György

Kromě tohoto vyšly v roce 1949 v odborném časopise Elektrotechnický obzor dva texty, zabývající se problematikou systému 50 Hz. Prvním byl v čísle 3 článek **Najnovšia elektrická lokomotiva pre jednofázový prúd o frekvencii 50 c/sec – Lokomotiva typ Co Co, 20 000 V, 50 c/sec pre SNCF.**

„Francúzske železnice – SNCF – „Société Nationale des Chemins de Fer Francais“ objednaly u MFO-Maschinenfabrik Oerlikon a u SLM-Schweiz. Lokomotiv-und Maschinenfabrik Winterthur – pre svoju vlastnú potrebu konštrukciu prototypu najnovšej jednofázovej el. lokomotivy Co-Co, ktorá má jednofázové motory na

⁹⁸ K tomuto se v SOA Chodovec dochovala zajímavá informace: *dne 13.1.1945 přijel do stanice Lázně Poděbrady lokomotivní vlak se stahovanými stroji. Je sestaven z těchto lokomotiv: MÁV 421.002, 328.019, 330.340, 375.917, 343.314, 403.502, 343.303, 327.042, 327.404, FS 729.024, 729.097; elektrické lokomotivy MÁV 40.010; tendru MAV – Ci; podle soupisu odstavených lokomotiv po vlečkách v obvodu ŘSD Hr. Králové z února 1945 je na vlečce cukrovaru Bašnice lokomotiva MÁV V 40.010*

frekvenciu 50 c/sec. Nemusím sa zvlášť rozpisovať o výhodách tejto lokomotívy, ktorá bude napájaná priamo priemyselným prúdom o frekvencii 50 c/sec, pričom napätie vo vedení bude 20 000 V. Proti jednosmernému prúdu o napätí 1500 V, alebo 3000 V, má tento systém tú značnú výhodu,

a) že napätie 20 000 V umožňuje napájať omnoho dlhšie trolejové úseky, čo je nemožné, ako som spomenul pri nižšom napätí;

b) že sa ušetrí hodne medi – menší prierez troleja; c) z toho samozrejme vyplýva, že odpadnú pri tomto systéme drahé usmerňovacie stanice, ako aj s nimi spojená obsluha; d) že

odpadne stavba zvláštnych elektrární tam, kde sa používa nižšia frekvencia (Svajčiarsko, Nemecko); e) omnoho jednoduchšie elektrické zariadenia v elektrických lokomotívach a teda aj lacnejšia prevádzka.

Pre SBB-Sch. Bundesbahnen tento nový systém neprichádza fakticky v úvahu, lebo majú skoro všetky dráhy zelektrizované a používajú tiež jednofázový prúd o napätí 15 000 V, ale o frekvencii 16 c/sec.

Vývoj jednofázových motorov.

Použitie jednofázového prúdu o frekvencii 50 c/sec nemohlo byť až doteraz pre hlavné elektrické dráhy využité, lebo nemali sme vhodných motorov, ktoré by boli vyhovovali požiadavkám elektrickej dopravy. Roku 1902 to bola MFO, keď Dr Behn-Eschenburg prvýkrát použil jednofázový systém a zostrojil prvý upotrebitelný jednofázový kolektorový motor, ale musel frekvenciu snížiť na $\frac{1}{3}$, teda $16\frac{2}{3}$ c/sec. Tiež dosiahol pri prijateľnej váhe motora aj dobrú komutáciu. Od tej doby, pravda, sa docielili ďalšie pokroky v stavbe el. jednofázových motorov pre el. dráhy a umožnili MFO (na popud a iniciatívu SNCF) vytvoriť po dvojročnej vedeckej a budovateľskej práci vyhovujúci jednofázový kolektorový motor na frekvenciu 50 c/sec. Pri tomto však je významné a dôležité, že váha tohoto motora je len o veľmi málo väčšia, ako váha primeraného najmodernejšieho motora na jednosmerný prúd o napätí 1500 V. Tento nový typ motorov bude poháňať lokomotívu Co-Co, ktoré budú vyhotovovať švajčiarske továrne pre SNCF. Časť mechanickú zhotoví SLM a elektrické zariadenie prevedie Maschinenfabrik Oerlikon.

Mechanická časť.

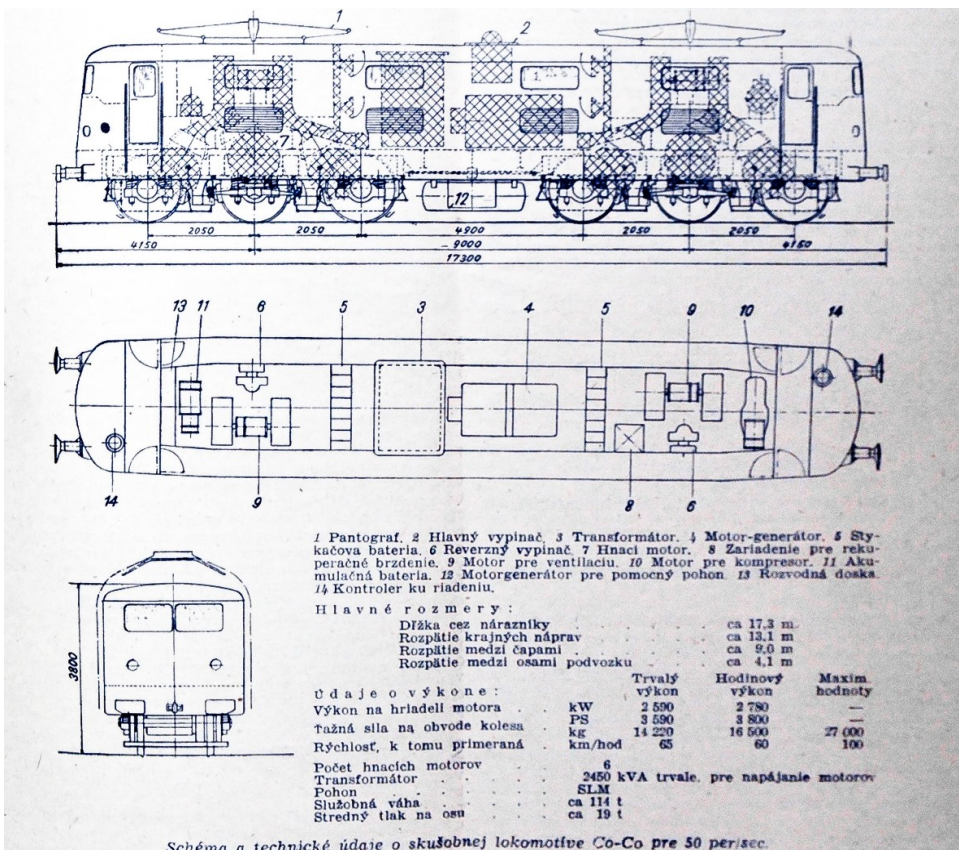
Pozostáva z dvoch trojosových podvozkov, na ktorých je namontovaná lokomotívna skriňa. Podvozky sú veľmi pozoruhodné a je to najmodernejšia konštrukcia, lebo sa tu po prvýkrát použilo 3-och hnacích náprav, ktoré sú celkom symetricky vedľa seba usporiadané. Aj odperovanie je upravené podľa najnovších spôsobov, čím sa docieli veľmi tichý beh, čo sa doposiaľ podarilo len s 2-osými podvozkami. K prenosu hnacej sily na kolesá slúži zvlášť konštruovaný t. zv. lietajúci prsteň (anneau-flottant), ktorý umožňuje popri všestrannej pohyblivosti aj veľkú pružnosť.

Elektrická část.

V podstate pozostáva z jedného riadiaceho transformátora (stupňového) a z nízkonapätového el. zariadenia s elektropneumatickými vypínačmi, Ťažnú silu obstaráva 6 jednofázových motorov, z ktorých každý má výkon asi 600 PS. Čo je zvlášť veľmi dôležité, budú mať tieto lokomotívy namontované ešte prídavné zariadenie, ktoré dovoľuje, že budú môcť jazdiť aj na jednosmerný prúd o napätí 1500 V, ale pri zmenšenom výkone. Toto má veľkú výhodu pre Francúzsko, lebo ono má hodne tratí, kde je už zavedený rovnoosmerný systém 1500 V, a tak by bolo nepraktické, aby na pr. v spoločných nádražiach, kde sa budú stretávať obidva systémy, lokomotívy na jednofázový prúd 50 c/sec musely prísť do vleku, čím teda táto starosť odpadá. Pri jazde na jednosmerný prúd o napätí 1500 V je tento cez motor generátor teda premenený a cez jednofázový trafo privedený späť do motorov. Pri prechode z jednofázového systému na jednosmerný, ako i opačne sa počítalo na všetko a urobili sa všetky opatrenia, aby sa znemožnilo chybné manipulovanie. Lokomotíva bude mať jednofázovú rekuperačnú brzdu, ktorá má vysokú brzdiacu účinnosť, takže bude možno brzdiť až do úplného zastavenia. Ešte sa chcem zmieniť o pomocných motoroch, ktoré budú bez kolektora.

Nové lokomotívy Co-Co sú určené pre nákladné vlaky až do 1350 t a pre osobné vlaky do váhy 600 t a rýchlosti až 100 km/hod. Prvé lokomotívy typu Co-Co, ktorých vývojova idea vznikla vo Švajčiarsku, sú objednané u MFO a SLM a majú byť hotové v roku 1950.

(Podľa údajov a s dovolením Maschinenfabrik Oerlikon.) V. Kosáč, Zürich."



Obrázek č. 5:

Schematický náčrt lokomotivy Co-Co Oerlikon pro SNCF, uveřejněný v roce 1949 v časopise Elektrotechnický obzor

Zdroj: Elektrotechnický obzor 3/1949

11. Závěr

Tímto dobovým článkem o lokomotivě Co-Co uzavřeme první díl popisu této bezesporu zajímavé historie. V dalším pokračování navážeme výše zmíněným druhým textem z časopisu Elektrotechnický obzor a budeme pokračovat sledováním vývoje v Československu a celém světě v padesátých letech 20. století. A úplným závěrem bych chtěl tímto poděkovat panu Janu Marvanovi za fundované a odborné překlady citovaných německých odborných článků; bez jeho pomoci by tento text nemohl nikdy vzniknout.

Lektorovali:

Ing. Jiří Pohl,

Siemens Mobility, s.r.o.

Ing. Milan Šrámek,

ŠKODA TRANSPORTATION a.s.

8. Shrnutí výstupů projektu „Nová mobilita – vysokorychlostní dopravní systémy a dopravní chování populace“

František Stellner⁹⁹,

Martin Kvizda,

Tomáš Nigrin,

Vilém Pařil

Anotace

Příspěvek shrnuje výsledky projektu „Nová mobilita – vysokorychlostní dopravní systémy a dopravní chování populace“, který se v letech 2018-2022 zaměřil na efektivitu, racionalitu a maximalizaci potenciálu vysokorychlostních tratí v České republice. Projektu se chopili odborníci a odbornice z Masarykovy univerzity a Univerzity Karlovy, kteří analyzovali související ekonomické, společenské, politické a geografické otázky a předložili inovativní a inspirativní závěry, jež mohou podpořit a dále směřovat hospodářskopolitická rozhodnutí. Předmětem výzkumu byla analýza a predikce dopravního chování populace v souvislosti s plánovaným zavedením vysokorychlostní železniční dopravy v České republice, a to za použití nových technologií průzkumu poptávky založených na využití signalizačních dat mobilních operátorů (big data), na behaviorálních ekonomických experimentech a kontextuálních paralelních spotřebitelských šereňích.

Abstract

The paper summarizes the results of the project „New Mobility – High-Speed Transport Systems and Transport Behaviour of the Population“, which focused on the efficiency, rationality and maximization of the potential of high-speed lines in the Czech Republic in 2018-2022. The project was undertaken by experts and practitioners from Masaryk University and Charles University and analysed the related economic, social, political and geographical issues and presented innovative

⁹⁹ prof. PhDr. František Stellner, Ph.D. – profesor Univerzity Karlovy
prof. Ing. Martin Kvizda, Ph.D. – ředitel Institutu pro dopravní ekonomii, geografii a politiku Ekonomicko-správní fakulty Masarykovy univerzity
doc. PhDr. Tomáš Nigrin, Ph.D. – ředitel Institutu mezinárodních studií Fakulty sociálních věd Univerzity Karlovy
doc. Ing. Vilém Pařil, Ph.D. – vedoucí Katedry regionální ekonomie Ekonomicko-správní fakulty Masarykovy univerzity

and inspiring conclusions that can support and further guide economic policy decisions. The subject of his research was the analysis and prediction of the transport behaviour of the population in the context of the planned introduction of high-speed rail transport in the Czech Republic, using new demand research technologies based on the use of mobile operators' signalling data (big data), behavioural economic experiments and contextual parallel consumer surveys.

Klíčová slova

projekt, vysokorychlostní dopravní systémy, dopravní chování populace

Keywords

project, high-speed transport systems, transport behaviour of the population

1. Základní informace

Česká republika doposud nemá s výstavbou a provozem vysokorychlostních tratí (VRT) zkušenosti, proto humanitní a společenské vědy stojí před úkolem nacházet odpovědi na zcela nové otázky. Mezi ně patřila mocnost současných dopravních proudů potenciálně převoditelných na VRT, návržení možného efektivního provozního konceptu včetně tržní regulace, využití zkušeností ze zahraničí a z nich odvození implikací pro Českou republiku. Na efektivitu, racionalitu a maximalizaci potenciálu VRT v České republice se v letech 2018-2022 zaměřil projekt „Nová mobilita – vysokorychlostní dopravní systémy a dopravní chování populace“. V kontextu s plánováním, výstavbou a provozem vysokorychlostních tratí v České republice se projekt zaměřil na související ekonomické, společenské, politické a geografické otázky s cílem nabídnout inovativní a inspirativní pohledy a diskuzi založenou na širokém mezinárodním akademickém výzkumu, jehož robustní výsledky mohou podpořit a dále směřovat hospodářskopolitická rozhodnutí. S ohledem na očekávané investiční náklady v souvislosti s výstavbou VRT bylo cílem projektu definovat postupy a modelové případy, jež by maximalizovaly socioekonomický přínos této mimořádné dopravní infrastruktury a služby tak, aby využívala svůj veškerý potenciál.

Díky spolufinancování Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání z prostředků z Evropských strukturálních a investičních fondů se řešení projektu chopily Ekonomicko-správní fakulta a Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, dále Fakulta sociálních věd a Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy společně s partnery z aplikační sféry, kterými byly České dráhy, a. s.; Železničná spoločnosť Slovensko, a. s.; Oltis Group, a. s.; Siemens, s.r.o.; Statutární město Brno. Jako spolupracující instituce se zapojily Ministerstvo dopravy České republiky; Správa železnic, s.o.; Česká centrála cestovního ruchu – CzechTourism; Úřad pro ochranu hospodářské soutěže; KORDIS JMK, a.s. a Ředitelství silnic a dálnic České republiky. Řešitelský kolektiv vedl profesor hospodářské politiky na Masarykově univerzitě, Martin Kvizda, který se dlouhodobě věnuje dopravní politice, dopadům vysokorychlostních tratí na pracovní trh i aplikaci politiky hospodářské soutěže v odvětví železniční dopravy a možnosti vymezení relevantního trhu.

Multioborový projekt „Nová mobilita – vysokorychlostní dopravní systémy a dopravní chování populace“ analyzoval ekonomické, geografické, sociální a politické aspekty vysokorychlostní železniční dopravy v rámci institucionalizované vědeckovýzkumné platformy sdružující univerzity s firmami za účinné podpory spolupracujících institucí a zahraničních odborníků ze špičkových evropských pracovišť. Předmětem výzkumu byla analýza a predikce dopravního chování populace v souvislosti s plánovaným zavedením vysokorychlostní železniční dopravy v České republice, a to za použití nových technologií průzkumu poptávky založených na využití signalizačních dat mobilních operátorů (big data), na behaviorálních ekonomických experimentech a kontextuálních paralelních spotřebitelských šetřeních. Cílem projektu bylo ověřit a kvantifikovat očekávané přínosy připravovaných tzv. Rychlých železničních spojení: zlepšit dopravní dostupnost metropolí i periferních regionů a podnítit ekonomický a sociální rozvoj. Výzkumné otázky projekt formuloval i na základě zahraničních zkušeností, které ukazují, že se vysokorychlostní železniční doprava může stát efektivní páteří osobní dopravy a ekonomického rozvoje státu za předpokladu, že je rozvíjena v souladu s reálnou poptávkou po takové přepravě, a že dopravní infrastruktura odpovídá optimálním provozním konceptům. Projekt se proto zaměřil na posouzení a predikci poptávky a socioekonomických důsledků nových přepravních možností, na poznání a pochopení mobilitního chování populace, na motivace obyvatel k použití určitého dopravního prostředku na určité trase, na identifikaci překážek v mobilitě i její potenciál. V rámci projektu bylo provedeno více než deset spotřebitelských šetření pomocí dotazníkových průzkumů, strukturovaných rozhovorů a diskusí ve fokusních skupinách, bylo uskutečněno mnoho behaviorálních laboratorních experimentů, takže vznikly unikátní datové sady mapující v detailu veškerý pohyb obyvatel ve stopě budoucích vysokorychlostních tratí.

2. Hlavní závěry

Základní otázkou výstavby VRT je všude ve světě jejich společenský přínos a ekonomická efektivnost; pro její zodpovězení hraje klíčovou roli odhad budoucí poptávky po přepravě a souvisejících změn mobilitního chování. V rámci projektu byla využita inovativní metoda založená na monitoringu pohybu cestujících pomocí zbytkových signalizačních dat mobilních operátorů (tzv. big data), díky nimž je možné určit nejen mocnost stávajících dopravních proudů, ale do jisté míry také jejich strukturu a charakteristiku. Každou cestu je možné sledovat od jejího počátku do konce s podrobností na hranice obcí, a sestavit tak kompletní origin-destination matici cest. Poměrně přesně je možné určit použitý dopravní mód s rozlišením železniční nebo silniční dopravy, dále je možné odhadnout místo trvalého pobytu cestujících a podle charakteru cesty a jejího načasování také odhadnout účel cesty (např. denní dojíždka, obchodní cestu, turistickou cestu apod.). V kombinaci se spotřebitelskými šetřeními lze dojít k velmi preciznímu zobrazení mobility i specifických skupin cestujících a poté predikovat jejich budoucí chování.

Extenzivní spotřebitelská šetření provedená metodou dotazníkových průzkumů, řízených rozhovorů a rozhovorů ve fokusních skupinách ukázala nejen význam času pro rozhodování a mobilitní chování cestujících, ale také nebezpečí zkrácení tohoto významu a subjektivně vnímané hodnoty času. Skutečná hodnota času je tak

mnohdy přeceňována. Dalšími významnými faktory ovlivňujícími mobilitní chování jsou vnitřní i vnější komfort, ale zejména spolehlivost přepravní služby i její bezpečnost. Podle očekávání průzkumy potvrdily, že zásadním faktorem volby dopravního módu je cena za přepravu; její vnímání a význam se však významně liší podle použitého módu dopravy a účelu cesty. Spotřebitelská šetření bylo proto nutné pečlivě optimalizovat a specifikovat s ohledem na charakter zkoumaných tras.

V souvislosti s analýzou poptávky po přepravě na budoucích českých VRT byly v rámci projektu analyzovány a srovnány provozní koncepty VRT ve světě na základě čtyř modelů: francouzského smíšeného, španělského, německého plně smíšeného a japonského. Optimální design vysokorychlostních tratí vzhledem k území přinese nejen zkrácení jízdních dob, ale také proměny a zlepšení dopravní obslužnosti území. Díky zohlednění těchto podmínek je možné dosáhnout stavu, kdy nově budovaná síť VRT maximalizuje svůj přínos pro území, otevře nové příležitosti z hlediska poptávky po přepravě, pomůže vyřešit problematiku stávajících úzkých míst na železnici a vytvoří podmínky, ve kterých bude železnice schopná v kontextu střední Evropy konkurovat letecké dopravě na krátké a střední vzdálenosti, což je klíčové pro podporu a rozvoj udržitelného systému dopravy.

Projekt tematizoval i předpoklad, že nabídka spojení VRT musí být dostatečně hustá, cenově přiměřená, tedy dostatečně atraktivní. Železniční sektor v České republice se vyznačuje vysokou mírou liberalizace trhu s řadou open access spojení. Nicméně právě pro efektivní využití kapacity a plného potenciálu VRT bylo nutné věnovat pozornost zejména kombinaci provozního konceptu, rozsahu služeb a také koordinaci aktivit více dopravců na jedné lince (například preferencí závazkových spojení, efektivní tržní regulací apod.). Z uskutečněných analýz vyplynulo, že regulace konkurenčního prostředí umožní funkční, pro cestující výhodnou a pro veřejné rozpočty udržitelnou koexistenci komerčních a dotovaných služeb v jedné síti.

Projekt se věnoval též otázce nutných investic pro dopravce při pořizování adekvátního vozového parku. To samo o sobě může být výrazně limitující a na jedné straně povede buď k omezení nabídky (a tedy i potenciálu) VRT, nebo k provozování standardních vozidel na tratích VRT, a tedy k nevyužití potenciálu rychlé a kapacitní dopravy. Pro střední Evropu jsou charakteristické menší státy, čemuž odpovídá také relativní hustota státních hranic. Mezinárodní spoje se musejí vyrovnat s tzv. border efektem, tj. poklesem přepravního proudu a poptávky v přeshraničním úseku, který proporcionálně neodpovídá charakteristice linky, pokud by byla provozována v národních hranicích. S tímto jevem je třeba počítat, je možné zohlednit potřeby pro dopravu turistů, kteří mohou výše zmíněný efekt snížit či eliminovat. Z hlediska investičních nákladů pak dává smysl například zamýšlený smíšený provoz osobních a nákladních vlaků v přeshraničním úseku.

Projekt vzal v úvahu i skutečnost, že Česká republika má výhodnou geopolitickou polohu pro propojení středoevropských zemí a jejich metropolí. Výstavba sítě VRT a její propojení se zahraničními sítěmi by umožnilo intenzivnější ekonomickou integraci a spolupráci zemí střední Evropy. Podle jednoho ze závěrů projektu by výstavba sítě VRT přinesla České republice v následujících desetiletích významné pozitivní socio-ekonomické efekty. Výsledky projektu zohlednily předpoklad, že první

úseky VRT se budou stavět u velkých měst (Praha a Brno), takže kromě efektu na dálkovou dopravu budou mít výrazný dopad také na každodenní dojíždku do těchto měst, což povede k intenzívním změnám na trhu práce. Po dobudování základní sítě VRT dojde v rámci České republiky ke změně dopravního chování, a to včetně denní dojíždky do zaměstnání z výrazně delších vzdáleností. Stejně tak získá dálková železniční doprava, nejen domácí, ale i mezinárodní, výrazně na atraktivitě vzhledem k úspoře času, spolehlivosti a environmentálním aspektům. Výsledky spotřebitelských šetření ukázaly vysokou míru ochoty využít budoucí VRT namísto automobilové dopravy.

Projekt dále řešil výzkumnou otázku, zda vysokorychlostní železnice prohloubí integraci zemí střední Evropy. Byla ověřena teze, že systémové vazby mezi metropolemi nadnárodního významu a rozvoj VRT představují důležitý faktor potřebného prohlubování integrace střeoevropského makroregionu. K tomuto účelu byla využita původní metodika hodnocení metropolí (odrážející postindustriální fázi společenského vývoje) založená na třech složkách: populační velikost, ekonomický profil a podnikatelská atraktivita. Celkem bylo identifikováno 27 metropolí, které byly následně rozděleny do tří hierarchických typů: dominantní, etablované a elementární. Typy metropolí do značné míry odpovídají jejich současnému postavení v síti VRT. V rámci diskuzí plánovaných záměrů výstavby VRT v České republice projekt prokázal, že preference evidence-based přístupů k hodnocení potenciálních přínosů výstavby VRT před administrativními přístupy představuje účinný nástroj pro eliminaci nedostatků zjištěných Evropským účetním dvorem u vybraných VRT v Evropské unii.

S tím souvisí také analýza dopadů VRT v dlouhodobém horizontu, v jejímž rámci se zkoumaly dopravní tepny spojující nejdůležitější sídla oblasti. Byly identifikovány změny v cestovní době a frekvence mezi metropolitními centry v rámci metropolitních regionů na základě dvojic měst, kde VRT přinesla zlepšení kvality cestování ve srovnání s předchozími konvenčními spojeními. Rovněž se zkoumaly kvalitativní změny služeb týkajících se cestovní doby a frekvence před zavedením VRT a po něm ve vybraných dvojicích evropských měst. Výběr těchto měst byl založen na časové vzdálenosti dojíždění (méně než jedna hodina jízdy VRT), minimální frekvenci spojů v běžný pracovní den (minimálně šest spojů VRT) a maximální populační velikosti zázemí absolutně (méně než půl milionu obyvatel) a ve vztahu k metropolitnímu centru (maximálně 50 %). Vytvořená databáze obsahuje celkem 35 dvojic metropole – zázemí, pro které bylo analyzováno celkem 737 konvenčních a 727 vysokorychlostních spojů. Z výsledků vyplývá, že služby vysokorychlostní dopravy podstatně zvýšily počet spojů, a to v průměru o 17 % ve srovnání s konvenčními železnicemi. Ještě zásadnější zkrácení cestovních časů přinesla VRT s průměrnou úsporou 43 %. Nicméně situace na jednotlivých tratích mohla být velmi odlišná v závislosti na výchozích podmínkách a příslušném modelu provozu.

Projekt musel vzít v potaz i skutečnost, že v posledních desetiletích se nabídka mezinárodní železniční dopravy v prostoru střední Evropy vyvíjela výrazně odlišně od západní části kontinentu, přičemž liberalizace a technologická inovace železniční dopravy mají potenciál tento rozdíl překonat. U mezinárodních železničních spojů v zemích Visegrádské čtyřky a mimo ně bylo pro časové období 1990–2019

identifikováno charakteristické zaměření na relativně velmi časté spoje na krátké nebo střední vzdálenosti, využívající nejlépe vybavené železniční koridory doprovázené výrazným omezením zbývajících služeb. Trendy a vzorce ve střední Evropě však nejsou nutně zrcadlovým obrazem toho, co se odehrálo v západní Evropě. Například bylo ve střední Evropě zaznamenáno výrazné zkrácení cestovní doby, nicméně ho bylo dosaženo díky lepší propustnosti státních hranic po rozšíření EU v roce 2004, přičemž došlo pouze k mírnému zlepšení infrastruktury. Střední Evropa se proto zdá být ukázkovým příkladem oblasti, v níž jsou kontextové, politické a geopolitické faktory klíčem k pochopení dynamiky změn v dopravních systémech. Na druhou stranu mohou důkazy z tohoto regionu vést k úvahám o možných rolích evropské dálkové železniční dopravy v budoucnosti – zjištěné výsledky ukazují, že vzdálenost 800 kilometrů je hraniční, poté se konkurenční pozice železnice výrazně snižuje. Dále z výzkumu vyplynulo, že konkurenční tlak ze strany inovativních nových subjektů (Regiojet, Leo Express, Arriva) zjevně nutí zavedené národní železniční dopravce k větší flexibilitě a aktivitě. A dále, že nápadná prostorová reorientace mezinárodních železničních spojů ze zemí Visegrádské čtyřky na Vídeň a Mnichov (na úkor Berlína) částečně souvisí s atraktivitou těchto měst jako multimodálních bran s vynikající polohou v rámci evropských dopravních sítí.

V rámci projektu se došlo také k závěru, že regulace konkurenčního prostředí umožní funkční koexistenci komerčních a dotovaných služeb v jedné síti. Projekt věnoval pozornost regulačním výzvám, které přináší konkurence v oblasti osobní železniční dopravy v České republice. Byly analyzovány hlavní dopady na trh v České republice na lince Praha-Ostrava, kde již existuje dostatek empirických důkazů. Analýza zahrnovala obchodní modely, jízdní řády, kapacitu a ekonomické výsledky a předložila pět regulačních výzev, které se objevily v důsledku otevřené konkurence. První výzvou je tlak na kapacitu infrastruktury, zejména v okolí velkých měst. Druhou výzvou je koexistence komerčních a dotovaných služeb v jedné síti. Třetí výzvou je vypořádání se s protisoutěžními praktikami, čtvrtou tarifní integrace a pátou dlouhodobá udržitelnost.

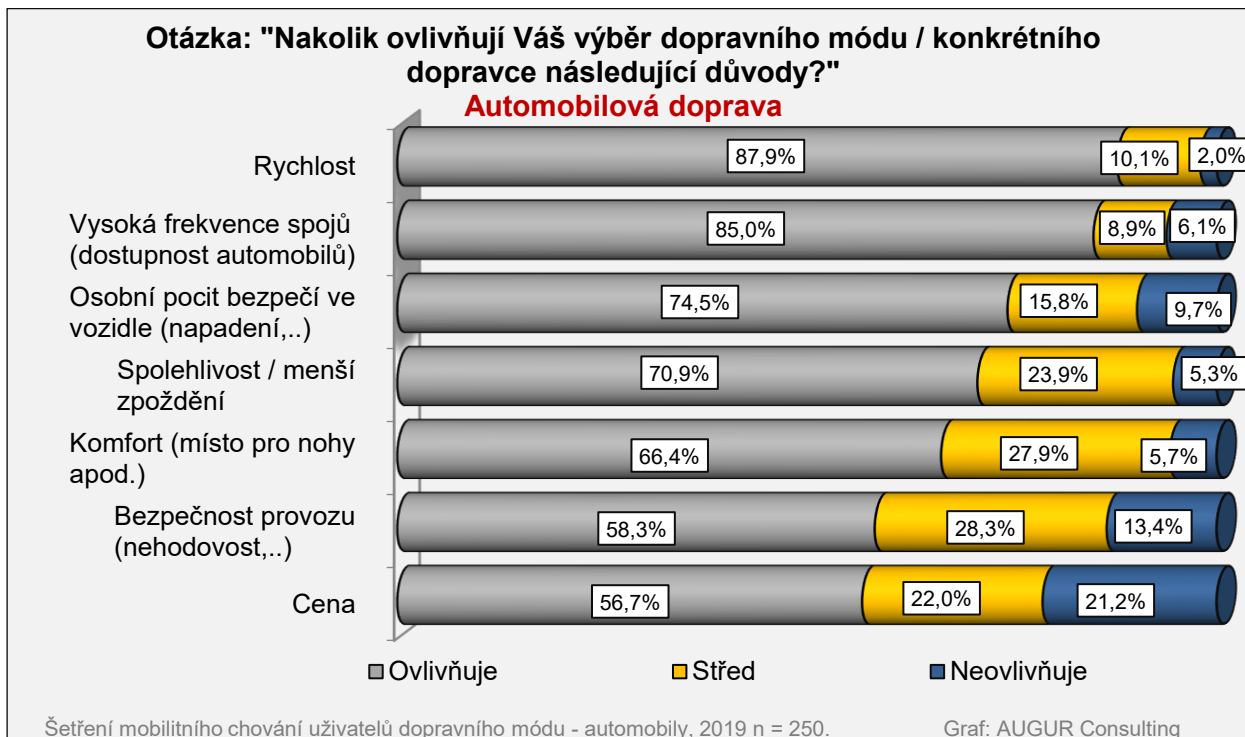
Co se týče celkového objemu dopravního proudu mezi českými metropolitními oblastmi (tj. mezi Prahou, Brnem a Ostravou ve stopě budoucí RS1), bylo možné ho velmi přesně analyzovat pomocí big data. Skutečný objem všech cest, které se každý den uskutečnily mezi třemi českými metropolitními oblastmi, byl změřen pomocí souboru signalizačních dat mobilního operátora. Modelově byly počítány cesty, které započaly na hranici měst Ostravy nebo Brna a skončily na hranici města Prahy. Tyto cesty byly počítány nejprve jako denní průměr za všechna období čtyři období roku 2019 a všech sedm dní v každém týdnu, dále jako denní průměr pouze za první a poslední období roku 2019 (mimo letní sezónu) a pouze za pět všedních dní v týdnu. Struktura dat poté umožnila identifikovat rovněž dopravní mód takových cest. Z prostorového hlediska byly takto identifikované a napočítané cesty označeny za veškeré, které by mohly být potenciálně převedeny na linku RS1 v úseku Brno – Praha. Spotřebitelská šetření v rámci projektu mezi cestujícími vlakem, autobusem a autem na trase mezi Brnem a Prahou potvrdila značnou ochotu současných cestujících využít budoucí vysokorychlostní vlak mezi Brnem a Prahou, ale bylo současně konstatováno, že významný intermodální přesun cestujících z aut do vlaků lze očekávat jen při splnění určitých parametrů dopravní služby a pro určité typy cest.

3. Zásadní faktory, které ovlivní, zda cestující zvolí k dopravě VRT

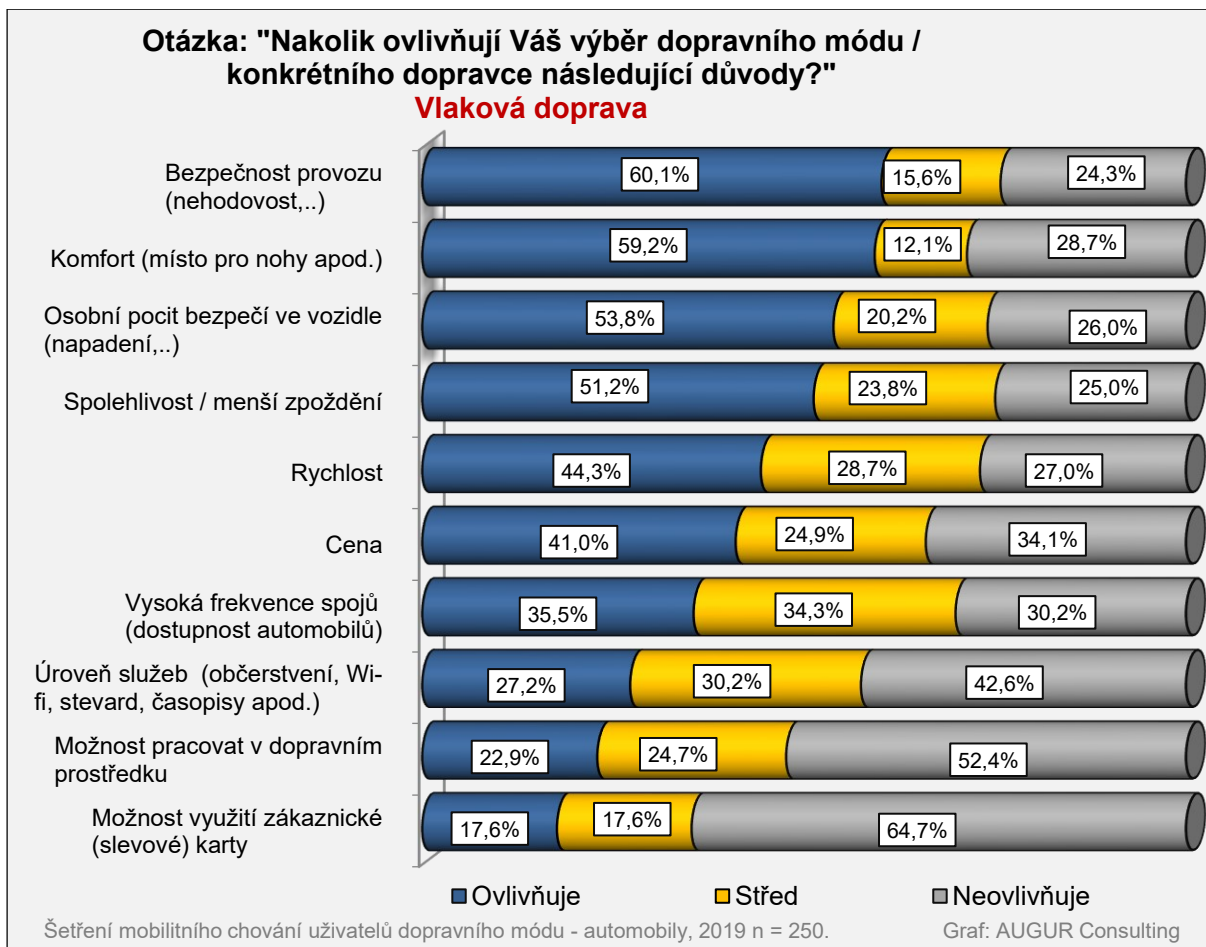
Jednou z klíčových částí projektu byla identifikace faktorů, které ovlivní, zda cestující zvolí k dopravě budoucí VRT. Výzkum byl založen na analýze spotřebitelských šetření na reprezentativním vzorku současných cestujících mezi Brnem a Prahou. Analýza potvrdila značnou ochotu cestujících využít budoucí vysokorychlostní vlak. Došla také k závěru, že významný intermodální přesun cestujících z aut do vlaků lze očekávat jen při splnění určitých parametrů dopravní služby a pro určité typy cest.

V rámci dotazníkového šetření byly primárně zjišťovány informace od respondentů o jejich aktuální cestě a současně jejich názory a postoje ohledně preferované možnosti spojení vysokorychlostním vlakem; tyto možnosti byly respondentům představeny v rámci tazatelských karet s podrobným vysvětlením a kompletním popisem navrhované dopravní služby včetně ceny – návrh byl vytvořen na základě linkového vedení plánovaného Správou železnic a reálného provozního modelu navrženého Českými drahami.

Bylo potvrzeno, že mezi významné faktory, které ovlivňují volbu dopravního módu, patří také bezpečnost provozu, subjektivní pocit bezpečí ve vozidle, frekvence dopravní služby a její dostupnost, rychlost přepravy a její cena. Důležitým faktorem volby dopravního módu je taktéž subjektivně vnímané bezpečí ve vozidle a nehodovost daného módu. Železniční doprava je z hlediska nehodovosti vnímána jako bezpečný mód, avšak z hlediska vnitřní bezpečnosti jsou pocity cestujících ambivalentní. Pro současné cestující automobilem je významným faktorem rychlost přepravy, zatímco pro cestující veřejnou dopravou spíše bezpečnost dopravy, možnost práce ve vozidle a cena jízdného vázaná na slevové akce dopravce (viz obr. 1 a 2).



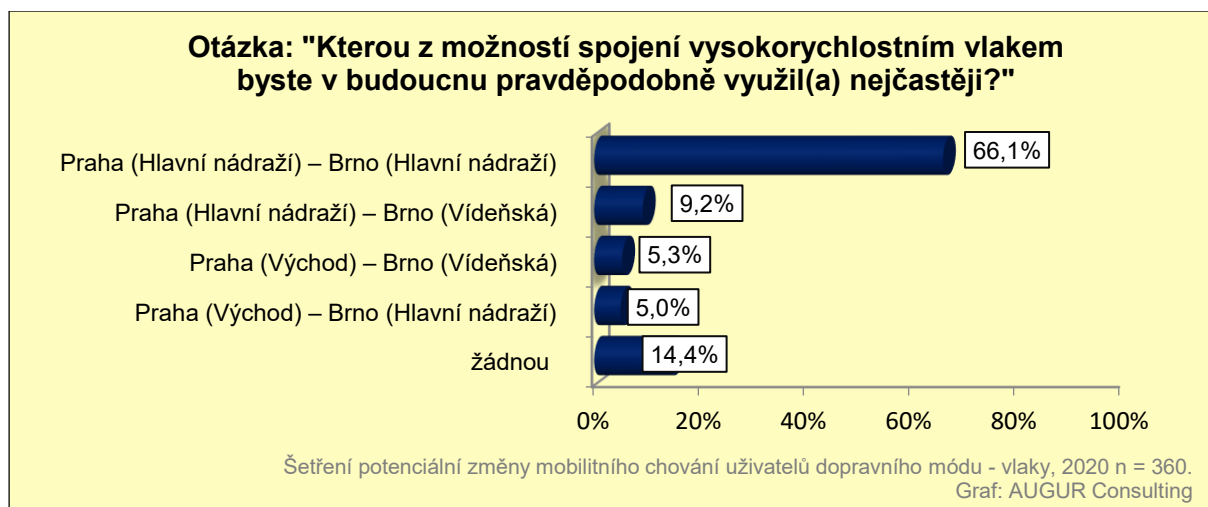
Obr. 1 Odpovědi respondentů cestujících automobilem proč využívají právě IAD



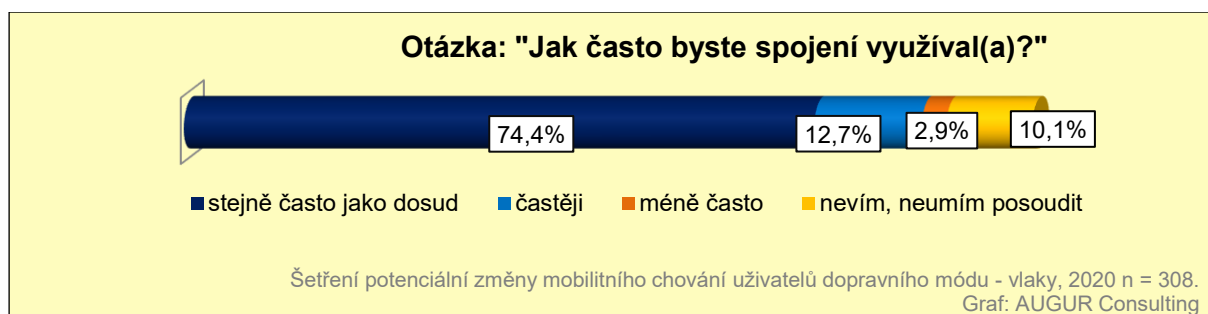
Obr. 2 Odpovědi respondentů cestujících automobilem, proč by uvažovali o cestě vlakem

Lze tak zformulovat několik doporučení. Za prvé, že pro stimulaci přechodu části automobilových cestujících na vysokorychlostní železnici je rozhodující rychlost přepravy (dojde ke změně cestovního času díky rychlosti vlaků na VRT) ve vazbě na potřeby cestujících, tzn. v celém úseku jejich cesty door-to-door. Je proto nutné plánovat a organizovat návaznou dopravu (tzv. první/poslední míle) pomocí systému veřejné dopravy (návazné regionální a městské spoje) i individuální dopravy (parkoviště u stanic, regionální terminály v zázemí metropolí, nabíjecí stanice elektromobilů apod.). Tomu odpovídala i vyjádřená potenciální ochota využít plánované příměstské terminály VRT viz. obr. 3). Za druhé, že VRT se stane další alternativou uživatelů dopravy (automobil, autobus, vlak) a významně rozšíří potenciál vnitrostátní přepravy mezi metropolitními oblastmi, jejich zázemím i přilehlými regiony (viz vyjádřená ochota využít pro budoucí cestu plánované vysokorychlostní spoje – obr. 4). Za třetí, že výše jízdného je jedním ze zásadních faktorů volby konkrétní dopravní služby, avšak významně se liší u různých skupin cestujících. Bude proto třeba zvolit takovou cenovou politiku, aby spoje VRT převzaly významnou část přepravy z ostatních módů (zejména z individuální automobilové dopravy) a nevytvářely ekonomickou bariéru v přístupu k mobilitě. Za čtvrté bylo postulováno, že bude třeba zajistit cestujícím (a zejména specifickým skupinám cestujících z hlediska genderu, věku apod.) během přepravy pocit bezpečí a vnitřního

komfortu. Toho lze dosáhnout vnitřním designem vozidel, palubním personálem, informovaností cestujících. Pro standardy VRT je toto automatickým předpokladem, což potvrzují i zkušenosti ze zahraničí – v tomto kontextu je však třeba podpořit informovanost cestující veřejnosti cílenou informační kampaní, propagací standardů a výhod cestování prostřednictvím VRT. A konečně za páté, že pro splnění všech uvedených cílů je významným faktorem úroveň intramodální konkurence na trhu mezi dopravci v rámci systému open access, nebo konkurence o trh v rámci závazku veřejné služby. Stát musí zajistit takové tržní prostředí, aby se jedna z forem konkurence (nebo obě formy na různých segmentech dopravního trhu) mohla účinně uplatnit.



Obr. 3 Jak by současní cestující automobilem využili budoucí VRT



Obr. 4 Jak často by současní cestující automobilem využili budoucí VRT

4. Význam VRT pro české regiony

Druhá klíčová otázka řešená v rámci projektu byla, jak se projeví lepší dostupnost VRT v naplánovaných trasách, dopad na chování populace. Cílem bylo zhodnocení významu výstavby vysokorychlostních tratí v České republice s ohledem na potenciální změny meziregionálních dopravních vazeb, a to s důrazem na vazby mezi jejich centry. Základní metodické vymezení se opíralo o vyhodnocení užitečnosti (úspor času) a relevance (změn poptávky po dopravě) výstavby vysokorychlostních tratí jako integrální součásti metodiky multikriteriálního hodnocení veřejných

projektů v oblasti dopravní infrastruktury. Analýzy se koncentrovaly na percepci vývoje relevantních dopravních proudů definovaných na základě dat o pohybu SIM karet a verifikovaných prostřednictvím průzkumů preferencí cestujících. Další provedené analýzy vycházely z hodnocení relevantních externích (přírodní a sociální podmínky) a interních (technické a provozní podmínky) faktorů.

Studie konkrétně reflektovala potenciální přínosy zavedení systému vysokorychlostní železniční přepravy v České republice z pohledu percepce počtu cestujících, jejich úspor času při převodu z konvenční železnice nebo i z individuální automobilové či autobusové dopravy, dále z pohledu změny ekonomické motivace pro vyjíždku za prací do jiných krajských center, ve kterých mohou potenciálně dosáhnout vyšších mezd za svoji nabízenou práci. Právě změna ekonomické motivace je v současném kontextu především u vysoce specializovaných pracovníků podpořena možnostmi, které po období pandemických opatření poskytuje řada zaměstnavatelů, jako je častější práce v home office či jednoduše úbytek nutnosti každodenního dojíždění. Právě tato opatření mohou významně posílit poptávku po dopravě na delší vzdálenosti, tedy i na meziregionální úrovni, především mezi jednotlivými krajskými městy. Studie vychází z dat nasbíraných v roce 2019, prezentuje tedy simulaci zavedení vysokorychlostní přepravy právě pro rok 2019. Nepředstavuje prognózu poptávky po dopravě, protože ta se standardně odhaduje u dopravních projektů na horizont tří dekád. Tato studie tedy předvádí odhad hypotetické situace k roku 2019. K tomu je třeba podotknout, že na hlavních železničních koridorech dle ročenek dopravy dochází k nárůstu počtu cestujících. Samozřejmě s určitou výjimkou v pandemickém období let 2020 až 2022, avšak i tato je postupně korigována.

V zakázce byla formulována doporučení k realizaci vysokorychlostních tratí jako součásti politiky TEN-T či Green Deal. Vycházelo se z premisy, že z hlediska hodnocení výstavby VRT se primární zájem klade na možnou prioritizaci výstavby, dále na vyhodnocení dopadů pro regionální centra a jejich zázemí s ohledem na identifikaci možných přínosů (rozvoj regionů obecně a pozitiv plynoucích z rozvoje regionů sousedících s terminály). Rovněž se analyzoval plán Rychlého spojení 3 Praha – Plzeň – Domažlice – Bavorsko na modernizovanou konvenční trasu s vyššími rychlostními parametry, přičemž se došlo k závěru, že socioekonomické předpoklady v rámci šetření podporují zvážit variantu řešení jako VRT.

5. Závěr

Projekt potvrdil fakt, že vysokorychlostní železnice jsou nepochybně významným fenoménem moderní dopravní infrastruktury, který reflektuje společenskou poptávku po rychlém, bezpečném a pohodlném dálkovém spojení. Jelikož se jedná o jednu z nejvýznamnějších dopravních staveb, byl již od počátku uplatňován princip 3E – účelnosti, efektivnosti a hospodárnosti. V rámci projektu bylo zpracováno několik studií, které poskytly datový základ pro rozhodnutí o sledovaných variantách. Byly vypracovány technicko-ekonomické studie, ve kterých se pracovalo s varianty tras, a na základě těchto výsledků se zpracovávala technicko-provozní studie, kde se hledalo technické řešení využívané na VRT. Na základě těchto studií se zpracovávaly studie proveditelnosti, v rámci trasy Praha – Brno – Břeclav byla studie

proveditelnosti rozšířena o širší ekonomické benefity, tak aby byly verifikovány závěry z ekonomického hodnocení.

Seznam použitých zdrojů

Dujava, D. and R. Kališ, 2021. How transport policy shapes commuting patterns: The case of the Bratislava sub-urban area. *Case Studies on Transport Policy* **9**(2), 567-577

Emmer, F. and A. Holešinská, 2020. Big data: a Source of Mobility Behaviour and a Strategic Tool for Destination Management. *Czech Journal of Tourism* **8**(2), 85-102

Fitzová, H., Kališ, R., Pařil, V. and M. Kasa, 2021. Competition in long distance transport: Impacts on prices, frequencies, and demand in the Czech Republic. *Research in Transportation Business & Management* **41**(-), 1-13

Holešinská, A., Holubová, E. and M. Čomor, 2022. Future tourism development based on the knowledge of preferential choice of HSR. *Journal of Tourism* **11**(1-2), 33-41

Karlínová, B. and O. Krčál, 2022. The Value of travel time for long-distance railway passenger transport in the Czech Republic. *Case Studies on Transport Policy* **10**(3), 1514-1519

Kowalski, M., Marada, M. and J. Chmelík, 2023: The impact of city public transportation use on the competitiveness between high-speed rail and the car: The example of the Prague – Brno connection. *Review of Economic Perspectives – Národohospodářský obzor* **23**(1), 35–46

Kraft, S., Květoň, T., Blažek, V., Pojsl, L. and J. Rypl, 2020. Travel diaries, GPS loggers and Smartphone applications in mapping the daily mobility patterns of students in an urban environment. *Moravian Geographical Reports* **28**(4), 259–268

Krčál, Ondřej, Stefanie Peer, Rostislav Staněk a Bára Karlínová, 2019. Real consequences matter: Why hypothetical biases in the valuation of time persist even in controlled lab experiments. *Economics of Transportation* 20 (1), 1-11

Krčál, Ondřej, Stefanie Peer a Rostislav Staněk, 2021. Can time-inconsistent preferences explain hypothetical biases? *Economics of Transportation*. 25, 100207, 1-16

Marada, M., Komárek, M. and J. Šimbera, 2023. Metropolitan polynodal cores as the basis of the new regional organization of Czechia. *Geografie* **128**(1), 49–74

Pařil, V., Jandová, M., Paleta, T., Šauer, M. and M. Farbiak. Big Data in Transport: Good Servant, Bad Lord (working paper)

Pařil, V., Tomeš, Z., Urbanovská, K. and M. Horňák, 2022. Passenger Air Traffic in Central Europe. *Journal of Transport Geography* **102**(-), 1-3

Pešek, O. and S. Kraft, 2019. Spatial mobility and current travel behaviour in the metropolitan hinterland. *Geografický časopis / Geographical Journal* **71**(3), 264-282

Petříček, J., Komárek, M., Marada, M. and J. Randák, 2022. Planned construction of VRT in Czechia and occasional long-distance work commuting: impact of passenger income. *Review of Economic Perspectives – Národohospodářský obzor* **22**(4), 279–291

- Petříček, J. and M. Marada, 2022. Perception of safety and passage of time as factors influencing mode choice: The case of the Prague–Munich high-speed route. *Moravian Geographical Reports* **30**(1), 54–64
- Pravda, M. Návrh metodiky na určení relevantnosti údajů získaných z big data. Masarykova univerzita, 2020
- Randák, J., Marada, M. and M. Vrtiška, 2021. Application of potential accessibility models in decision-making on VRT routing: the case of Rapid Connections in Czechia. *AUC Geographica* **56**(1), 108–119
- Seidenglanz, D., Taczanowski, J., Król, M., Horňák, M. and T. Nigrin, 2021. Quo vadis, international long-distance railway services? Evidence from Central Europe. *Journal of Transport Geography* **92**(-), 102998
- Stellner, F., Vokoun, M., Nigrin, T. and M. Kasa, 2022. Characteristics of the Austrian passenger transport policy development since the 1950s. *Review of Economic Perspectives - Národohospodářský obzor* **22**(4), 293–315
- Stellner, F., Vokoun, M., Szobi, P. and M. Kasa, 2023. Transport policy as a way to strengthen geostrategic position: a review of Vienna as a centre of air and high-speed rail transport in Central Europe., in: *Promet-Traffic&Transportation* **35**(3).
- Szobi, P., Nigrin, T. and J. Oravec, 2022. Political Will and Economic Necessity? The Construction of High-Speed Rail Networks in Portugal and East Germany. *Review of Economic Perspectives* **23**(1), 19-34
- Šauer, M., Kvizda, M., Tomeš, Z., Pařil, V. a M. Marada, 2019. Metodika sociologických a spotřebitelských šetření zaměřených na mobilitní chování populace. Brno: Masarykova univerzita
- Šauer, M. and M. Novotná, 2018. Tourist Flows between Central European Metropolises (in the Context of Metropolisation Processes). *Geographia Technica* **13**(2), 125-137
- Šauer, M., Vystoupil, J., Novotná, M. and K. Widawski, 2021. Central European tourist flows: Intra-regional patterns and their implications. *Moravian Geographical Reports* **29**(4), 278-291
- Špetík, O. & Páleníková, M., (2022). Factors Influencing the Number of Bidders in Rail Transport Tenders in the Czech Republic. *Journal of Transport Economics and Policy*, 56(3), p. 323-339
- Špetík, O., (2022). Impact of various methods for choosing a railway undertaking: Case evidence from the Czech Republic. *Case Studies on Transport Policy*, 10(1), pp. 616-624
- Tomeš, Z., 2022. Regulatory approaches to rail competitive entries. *Competition and Regulation in Network Industries* **23**(3), 214-228
- Tomeš, Z., Kvizda, M., Jandová, M. and V. Rederer, 2020. Regulatory challenges of open-access passenger competition in the Czech Republic. In: Finger, M., Montero, J. *Handbook on Railway Regulation. Concepts and Practice*. London: Edward Elgar Publishing, 105-119
- Tomeš, Z., Reichel, V. and Š. Veselý, 2022. The border effect in European air transport. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* **22**(2), 224-233

Tomeš, Z. and M. Jandová, 2018. Open access passenger rail services in Central Europe. *Research in Transportation Economics* **72**(-), 74-81

Tomeš, Z., Fitzová, H., Pařil, V., Rederer, V., Kordová, Z. and M. Kasa, 2022. Fare discounts and free fares in long-distance public transport in central Europe. *Case Studies on Transport Policy* **10**(1), 507-517

Viturka, M., Pařil, V. and J. Löw, 2021 Territorial assessment of environmental and economic aspects of planned Czech high-speed rail construction. *Folia Geographica* **63**(2), 135-154

Viturka, M., Pařil, V. and M. Farbiak, 2022. Evaluation of the usefulness and relevance criteria for high-speed railway route construction projects: case study of Czechia. *Geografie* **127**(4), 299–317

Vrána, M., Hlisnikovský, P., Surmařová, S., Pařil, V. and M. Kasa. International services on high-speed railways in Europe: Systematic offer or a patchwork? *Transport Policy* (under review)

Vrána, M., Hlisnikovský, P., Pařil, V., Surmařová, S. and J. Ilík. Impact of high-speed rail on changes in transport accessibility in metropolitan regions. *Journal of Transportation Geography* (under review)

Lektorovali:

Ing. Martin Jacura, Ph.D.,

Fakulta dopravní ČVUT v Praze

Ing. Bc. Martin Švehlík, MBA,

Správa železnic