

Robert Číhal<sup>1</sup>

## **Ke dvěma možným použitím metody RailTopoModel a formátu railML při zobrazování objektů a procesů probíhajících na železniční síti**

**Klíčová slova:** *metodiky RailTopoModel a railML, modelování objektů a vlastností železniční sítě, standardizace IS drah, Informační systém SŽ<sup>2</sup>, Prohlášení o dráze, prostorová poloha koleje*

### **Abstrakt**

Obsah příspěvku zobecňuje některé výsledky projektu TAČR TL02000312 - ÉTA „Lokalizace a implementace metodiky RailTopoModel a značkovacího jazyka railML v. 3 do podmínek prostorového popisu železničních drah v ČR s přihlédnutím k aplikaci metodiky BIM“. Zaměřuje se na základní rysy obou obecných informačních nástrojů a podmínek jejich použití v praxi, překonávající jejich dosud tradiční provozně-dopravní úlohy. Jedná se o dva nové případy použití (use case), na jejichž řešení se v rámci konsorcia RailML podílí mj. i specialisté SŽ. První z nich je zaměřen na standardizovanou informační podporu obsahu dokumentu „Prohlášení o dráze“ - „NEST“ jako dokumentu, v němž provozovatel dané dopravní cesty představuje jejím potencionálním uživatelům – dopravcům – její hlavní provozně-technické a ekonomické rysy a podmínky použití. V této roli NEST mj. vytváří i základní rámec pro stabilizovanou identifikaci částí sítě, primárně využitou pro účely zpoplatnění jejího využití. Druhý je označen „TRGE“ (Track geometry) a zabývá se prostorovým popisem kolejí a jejich podstatného technologického okolí v rozsahu potřeb projektu stabilizace jejich geometrické polohy s využitím strojů svrškové mechanizace. Tento use case je již plně orientován na řešení úloh tvořících (v dané specializaci) jádro metodiky BIM.

### **Abstract**

The content of the contribution generalizes some results of the TAČR-ÉTA TL02000312 project "Localization and implementation of the RailTopoModel methodology and railML v. 3 marking language into the conditions of spatial description of railways in the Czech Republic taking into account the application of the BIM methodology". It focuses on the basic features of both general information tools and conditions of their use in practice, overcoming their still-traditional operational and transport tasks. There are two new use cases, which solution is realized in frames of the RailML consortium and SŽ specialists are also taking part in that. The first focuses on standardized information support for the content of the document "Network Statement" ("NEST") as a document in which the infrastructure manager represents main opera-

<sup>1</sup> Ing. Mgr. Robert Číhal CSc., 1946, ČVUT Praha, fakulta stavební, ekonomika stavebnictví, systémový specialista pro dopravní inženýrství a telematiku, KPM CONSULT a.s. Brno, Purkyňova 648/125, PSČ 612 00

<sup>2</sup> Od 1. ledna 2020 se změnilo označení státní organizace „SŽDC“ na „Správa železnic“, pro účely tohoto příspěvku zkrácené na „SŽ“. V odkazech na starší literaturu je ponecháno původní označení.

tional and technical and economic features and conditions of given railroad use to its potential users - transport operators. In this role, NEST, among others, also creates a basic framework for the stable the network's parts identification, primarily used for the purposes of charging and levying of their use. The second is marked "TRGE" (Track geometry) and deals with spatial description of the tracks and their essential technological surroundings within the scope of the project's needs of stabilizing their geometric position using permanent way's mechanization machines. This use case is already fully oriented towards solving the tasks constituting the core of the BIM methodology (in a given specialization).

## Úvod

Model je účelovým zobrazením části reálného světa definovaným, současně s cíli a nástroji procesu modelování, jeho tvůrcem. Hlavním kritériem jeho úspěšnosti je proto pouze míra naplnění jeho autorem očekávaného efektu, projevujícího se v rozšíření poznání reality, dosažení nějakého materiálního výsledku nebo i jiného, zcela abstraktního a subjektivního účinku. Teprve pomocnými kritérii pak mohou být další vlastnosti procesu modelování, vyjádřené např. jeho pracností, dobou potřebnou k jeho vytvoření, možnostmi přenosu výsledků do jiného prostředí atd. Pouze v tomto smyslu tak lze srovnávat i modely různých autorů a zpracované i jinými metodami, ovšem vztahujícími se ke stejné realitě a vedoucími ke shodně deklarovaným cílům.

Metod modelování reality je nepřeborné množství. Jednou z nich je i její datový popis. Tedy soupis vybraných kvalitativních a kvantitativních charakteristik a procedur, které umožňují s využitím dalších modelovacích nástrojů (vzorců, diagramů, programů apod.) tyto údaje strukturovaně uspořádat, prezentovat a s jejich pomocí případně odvozovat i další, přímým měřením nezjišťované nebo dokonce aktuálně nezjistitelné (např. budoucí) charakteristiky modelujícím subjektem sledované části reality. Do této skupiny modelů patří jak jízdní řády všech typů dopravních prostředků, tak i postupy dlouhodobé údržby dopravních cest.

V teorii a praxi jsou známy dva hlavní směry takovýchto postupů. Metoda „shora dolů“ vychází z předem určeného záměru modelujícího subjektu, vymezujícího deklarativně globalizované parametry modelovaných procesů zvolené (vyšší) úrovně a struktury popisující požadované výsledky chování prvků nižších úrovní tyto cílové parametry naplňující. Tento typ modelů je zpravidla spojen s administrativně-správními, a těmi technickými procesy, u nichž převládá potřeba dosažení právě požadovaných výsledků jejich prvotního zadání nad vytvářením technicky věrných detailnějších obrazů reality.

Opačně fungující metoda „zdola nahoru“ vychází naopak z přiměřeně podrobného popisu vybraných (zpravidla fyzikálně-technických, ale i ekonomických a jiných) vlastností prvků zvolené úrovně části reality a vyjádření funkčních relací mezi nimi (i ve více než 3 standardních rozměrech – srv. [1]), umožňující pomocí nich dále odvozovat kvalitativní a kvantitativní parametry popisující chování celků vyšších agregovaných úrovní. Na rozdíl od předchozí metody proto mohou být pomocí takto navrhovaných modelů nalézány i zákonitosti, vysvětlující procesy, které nebyly při prvotní formulaci jejich principů vůbec známy.

Názorným příkladem modelu prvního typu je matematicky ryze abstraktní Ptolemaiův geocentrický popis sluneční soustavy, který lze s jistou nadsázkou považovat za jakýsi „jízdni řád oběžnic“, s jeho kružnicemi diferentů a epicyklů. Ty sice umožnily vypočítávat po velmi dlouhou dobu dostatečně přesné navigační údaje pro námořní plavbu i cestování po souši, ale vůbec nepopisovaly skutečné pohyby vesmírných těles. Opačný Koperníkův přístup, vycházející z věcně správné heliocentrické podstaty reality, však zprvu dával horší praktické výsledky než Ptolemaiův, protože používal pro modelování pohybu tehdy známých planet nevhodné kružnice. To se změnilo, až když Kepler nahradil kružnice obecnějšími kuželosečkami. Po dalším doplnění původně ryze geometrického modelu Newtonovým fyzikálně správným vysvětlením funkčních (gravitačních) vazeb mezi tělesy, pak tyto modely začaly umožňovat i predikce poloh a vlastností dosud zcela neznámých objektů (z počátku např. planet Uran a Neptun). Za pozornost ovšem stojí, že ještě pozdější Einsteinovo relativistické a Planckovo a Heisenbergovo kvantové zpřesnění, na jejichž základech stojí v současnosti predikce chování mnoha pouhými smysly zcela nepoznatelných objektů mikro i makro-světa, upravují principy modelování reality původně koperníkovské, nikoli ptolemaiovské.

Nemá-li daný model sloužit naplňování pouze interních subjektivních pocitů (např. umělecké dílo), musí být schopen komunikovat s okolním světem a jinými modely reality. Tato komunikace obecně probíhá pomocí datových rozhraní, definovaných v daných okruzích praktických potřeb prezentovatelnými a všeobecně přijatelnými způsoby. Základem úspěšné komunikace mezi různými modely pak je vyjádření a naplňování kritérií shod času a formátů (vč. metrik) předávaných dat a identifikací věcně srovnatelných entit.

Aktuální požadavky na různé typy modelů a datových rozhraní, použitelných v oboru železnic jsou v současnosti v ČR spojeny s řešením jak úloh tvorby mezinárodně synchronizovaných a širokým spektrem informačních kanálů prezentovaných jízdničních řádů, tak mnoha typů inovací zařízení železniční infrastruktury. A ovšem i řady ekonomických souvislostí obou uvedených provozních prostředí. Společným objektem všech těchto základních směrů aplikací nějaké metody modelování je přitom prostorové zobrazení železniční sítě, na níž tyto procesy probíhají. Takto obecně formulované cíle ovšem vedou k velmi různorodým modelům. Ty prostorově přesnější se aktuálně začínají uplatňovat mj. i při řešení digitalizovaného mapového zobrazení území státu s využitím nedávno definované a průběžně zpřesňované Národní sady prostorových objektů (NASAPO viz např. [2]), případně Digitální technické mapy (DTM viz např. [3]) a při projektování staveb metodou BIM (viz např. [4, 5]). V prostředí samotného rezortu dopravy se pak zřejmě nejvíce uplatní v rámci pokračování projektu [6].

## **1. Principy metody RailTopoModel**

Výše naznačený, ale zdaleka ne úplný, rozsah typů provozních a dalších úloh vznikajících v rámci informačních systémů (IS) drážních organizací a speciálně provozovatelů železniční infrastruktury, je důsledkem prostorové a funkční šíře samotné podstaty železnice. Žádný jiný dopravní, ale ani výrobní a podobný systém, nemá takový prostorový rozsah jdoucí přes hranice kontinentů, rozmanitost použitých technologií a současně takovou vnitřní provázanost jednotlivých komponent dopravní cesty a vozidel, jako právě železnice. Nehledě na dlouhodobost její existence a rozsah

jejího působení jak na společnost, tak přírodu, do níž je síť zakomponována. Takovouto šíří procesů však nelze informačně zvládat jediným způsobem či aplikací. I proto se v průběhu její cca 200 leté historie vyčlenilo několik hlavních metodik modelování rozhodujících provozních procesů. Toto rozdělení je ale dnes již v některých aspektech téměř absolutní, a proto v tomto pojetí začíná být brzdou řešení komplexnějších úloh.

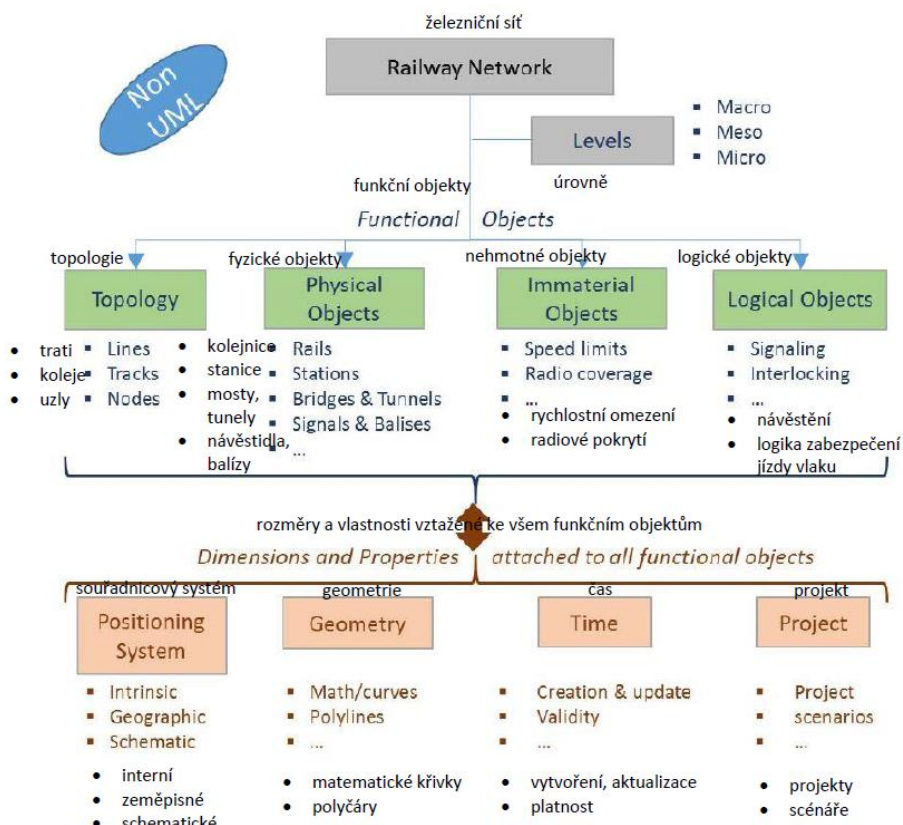
Veřejnosti nejznámější modely organizace vlakového provozu jsou spojeny s využitím jízdnicích řádů (GVD). Ty jsou platné vždy pouze v určeném, relativně krátkém, období a činnosti s nimi spojené probíhají zpravidla v reálném čase. K prostorovému modelování sítě i pro značně složité úlohy jim přitom většinou stačí datový obraz liniových hran dopravních linek spojujících bodové uzly - jejich počátky a konce. Vnitřní procedury s tímto modelem spojené, včetně mnoha úloh zabezpečení jízdy vlaků i posunových dílů při jejich pohybu ve stanicích i mezi nimi, jsou ovšem, mj. i z důvodů zajištění bezpečnosti provozu, širší veřejnosti zpravidla nepřístupné. Jejich prostorová přesnost pak je odvoditelná v extrému až z délky vlakové soupravy pohybující se po celé evropské síti a činí řádově 10 m. V tomto rozsahu lze pak formulovat i účinná zjednodušení modelů působících ve standardizovaných, resp. zjednodušených podmínkách. S takovými modely pak pracují i funkčně příslušné ekonomické aplikace.

Poněkud jinak je tomu s procesy výstavby a údržby objektů železniční dopravní cesty (ŽDC). Na předchozí skupinu úloh těsně navazují modely interakcí drážních konstrukcí s drážními vozidly, mající při dosahovaných rychlostech a s dynamikou sil působících zejména v nelineových úsecích, již značný význam. Jejich příkladem mohou být až teoreticky velmi náročné modely pohybu dvojkolí daných vlastností po dráze s danými (obecně zadatelnými) charakteristikami vrstev železničního spodku, svršku, trakce a dalších konstrukcí, které mají podobu až složitých soustav diferenciálních rovnic. Po dlouhou dobu se zdálo, že pro provozní praxi bude stačit výsledky takovýchto akademických modelů převést do vhodně zjednodušených empirických vzorců a tabulek norem používaných jak při vývoji součástí vozidel, tak i při návrzích stavebních konstrukcí a provozních charakteristik jízdnicích řádů. Zvyšování hmotností vlaků i rychlostí při současném odlehčování a heterogenosti konstrukcí a sledování dlouhodobých režimů jejich údržby ovšem vede k potřebám komplexnějších a současně i lokálně přesnějších modelů. Ale i sjednocování standardů a provozních evidencí. Na tuto oblast je v současnosti zaměřen mj. i obsah tzv. 4. železničního balíčku EU a v detailu soustava pravidel technických specifikací infrastruktury (TSI INF) a Registr infrastruktury (RINF primárně viz [7], aktuálně [8]).

Životní cykly projektovaných a následně udržovaných konstrukcí se měří na desítky až stovky let, jejich prostorové charakteristiky vedou v extrémní přesnosti projektů až k desetinám mikrometrů, přičemž v praxi jsou měřitelné až na desetiny milimetru. Toto informační prostředí je ale současně i velmi otevřené k širší odborné veřejnosti, zejména veřejné správě a obecnému stavebnímu okolí. Což se týká třeba i zobrazování drážních konstrukcí v mapách různých měřítek, převodů statistik dopravní práce a výkonů na úroveň stavebních prvků železničního svršku i spodku v dané lokalitě jako parametrů modelů obecných procesů opotřebení a obnovy a mnoha dalších úloh (např. v podobě „řádu“ koleje).

Rostoucí požadavky na zkracování doby výstavby, snižování jejich nákladů i optimalizaci režimů údržby tratí, vyvolávají při současných možnostech výpočetní techniky (IT) s teoretickou kapacitou zvládnání i velmi komplikovaných výpočtů a tendencí k realizaci umělé inteligence, úvahy o jejím využití i pro tyto účely. Řešení praktických úloh však zpravidla vyžaduje respektovat podstatné místní zvláštnosti jak přírodně-technického, tak společensky-historického a technologického charakteru, a zejména jednoznačně a dlouhodobě identifikovat modelované entity. Modely jsou proto specifické a obtížně standardizovatelné. Zejména za situace, kdy je potřebné mít k dispozici konkrétní data o reálných provozních podmínkách v dané lokalitě.

Jak je ukázáno již v příspěvku [9] rekapitulujícím starší vývoj v této oblasti, byly právě uvedeným směrem orientovány již před několika lety záměry autorů metodiky RTM a předpisu UIC IRS 30100 [10]. Podle jeho předmluvy je: „Cílem projektu RailTopoModel ... definovat univerzální popis objektů železničního podnikání, nezávisle na jejich použití (uživatelsky nedogmaticky), strukturovaného ve vrstvách (topologie, určování polohy, infrastruktura, návěstění<sup>3</sup>,..., životní cyklus) a otevřeného pro budoucí rozvoj“. Není asi zcela náhodné, že první podněty k realizaci RTM vzešly z okruhu právě tvůrců metodiky RINF. Základní struktura objektů popisovaných touto metodikou je uvedena na obr. 1.



Obr. 1 Přehled funkcí RailTopoModelu v. 1.0 (s použitím [10] obr. 1)

<sup>3</sup> V originálu je zde použit pojem „signalling“ překládaný v tradičním smyslu jako „návěstění“, pro jiná dopravní odvětví i jako „signalizace“. S ohledem na vývoj zabezpečovacích technologií (ETCS apod.) postupně omezujících význam viditelných návěstí ve prospěch signálů vydávaných elektronickými zařízeními (balízami) lze uvažovat i o jeho dlouhodobějším posunu významu ve prospěch „vydávání signálů“.

Metodika předpisu [10], prezentovaná formou unifikovaného modelovacího jazyka UML, je ovšem již ve své verzi 1.0 velmi abstraktní. Podle ustanovení uvedených v úvodu dokumentu i obsahu schématu na obr. 1 model:

- 1) poskytuje topologickou reprezentaci kolejové sítě
- 2) podporuje zobrazení dopravně významných míst na jakékoliv úrovni detailu
- 3) umožňuje data seskupovat i rozdělovat, avšak při zachování vazeb mezi úrovní podrobností (nebo „měřítko“) a zajištěním, že je zachována konzistence dat přes všechna měřítko
- 4) umožňuje povolené trasy identifikovat na základě topologie sítě a dalších dostupných informací jako jsou události (např. změny vlastnictví stavebních částí tratí) a vlastnosti prvků (např. zdrojů napájení, návěštních zařízení atd.)
- 5) podporuje více referenčních polohových systémů a zajištění konzistence při transformaci z jednoho referenčního systému do jiného.
- 6) definuje a umísťuje „bodové“, „liniové“ a „plošné“ entity
- 7) je navržen tak, aby se progresivně obohacoval o nově se vyvíjející koncepty podporující železniční podnikání.

Pokud se jedná o topologii sítě, je model založen na teorii grafů, přičemž, všechny uzly a hrany jsou odvozené od jediné třídy, zvané „NetElement“ (SítovýPrvek). To mj. umožňuje, že ačkoli model popisuje všeobecně použitelnou síť a každá detailní úroveň sdílí stejná pojetí modelu, přesto lze podle požadavků odpovídajících **případů použití** („**use case**“ v terminologii metody UML) odvodit předem neurčený počet dalších úrovní. Právě tento charakter dokumentu dále posiluje její aktualizace v. 1.1., zavádějící mj. i principy navrhování IS metodou SOLID<sup>4</sup>.

Podrobnější analýzou charakteristických úloh bylo nalezeno cca 7 úrovní umožňující komplexní zobrazení sítě v obecném smyslu RTM. Naznačenou neurčitost lze přitom odstranit pouze přesnější specifikací cílů modelování. Bylo totiž ukázáno, že různá provozní odvětví vnímají individualitu shodných entit a konfigurací kolejí odlišně.

Např. stavební prvek „výhybka“ považují klasické dopravní agendy typu staničního řádu jen za jeden jednoznačně identifikovaný celek, maximálně s rozlišením jeho ramen. Ovšem bez ohledu na to, že v případě záměny konkrétního prvku jiným, provedeným bez změny geometrie kolejí, zůstane tato jeho dopravní identifikace zachována. Stavební pohled ale v souvislosti s recyklací materiálu identifikuje každý kus samostatně, a to po celou dobu jeho života a bez ohledu na jeho aktuální umístění v síti. Přitom nejen celé výhybky, ale i jejich jednotlivých jazyků, srdcovek a dalších komponent. Tento pohled ale současně eviduje jen počet a typ přestavníků dané výhybky. Na rozdíl od odvětví zabezpečovací techniky, které individuálně sleduje i identifikuje každý z nich. Právě tím se úrovně přesnosti popisu jinak shodných zařízení, odvozené z potřeb jejich správců, významně liší.

Tak lze pokračovat dál s jednotlivými stožáry trakčního vedení nebo až na nich instalovanými odpojovacími či pojistkami, prvky systému zabezpečení (např. počítadla hor-

---

<sup>4</sup> jde o zkratku z označení principů „Single responsibility“, „Open/closed“, „Liskov substitution“, „Interface segregation“, „Dependency inversion“, jejichž důsledná realizace by měla umožnit řešení i různých okrajových situací a nepravidelností – viz např. <https://en.wikipedia.org/wiki/SOLID>

koběžnosti a náprav atd.), body železničního bodového pole, zajišťovacími značkami geometrie atd. Souhrnněji:

- 1) na **nejnižší** (specificky po odvětvích členěné úrovni) tak leží **nejdetailnější samostatné a individuálně identifikované technické prvky** konstrukcí železniční infrastruktury<sup>5</sup>, v této úrovni nehraje žádnou roli topologie sítě a jen specifickou roli má její lokální geometrie
- 2) druhou úroveň tvoří jejich první agregace do ucelených **konstrukčních prvků stavebně-technických objektů** - koleje ve stavebním smyslu, výhybky a výhybkové konstrukce, přejezdy (pro jednotlivou kolej), části mostů (spodní stavba, mostní konstrukce<sup>6</sup> v jednotlivém poli a koleji), tunelové trouby, hrany nástupišť, jednotlivá návěstidla atd., zde významně rostou aspekty 3D geometrie a v zobecnění BIM dle [9] až na 6D popis objektů
- 3) třetí úroveň jsou komplexní **agregované konstrukce** typu kolej v dopravním smyslu prezentovaná stavebně jako „**kolejová trasa**“ tvořená orientovanou posloupností stavebních prvků „kolej ve stavebním smyslu“ (zpravidla shodně jako část hmotného majetku) „větve výhybkové konstrukce“, „dilatační zařízení“<sup>7</sup>, dále mosty a tunely jako celky, budovy atd.; v této úrovni nabývá na významu celková **topologie sítě** v přesném stavebně-geodetickém pojetí
- 4) za čtvrtou úroveň modelů lze považovat **trati** jako stavebně-technické konstrukce (**nikoli linky** ve smyslu opakovaných spojů dle GVD, ale spíše v chápání **určené části dráhy** podle vydaných **úředních povolení** provozování dráhy<sup>8</sup> - UP ) zahrnující i několik paralelně vedoucích kolejí a řadu zařízení železničního svršku (ŽSv) a spodku zabezpečení a trakčních vedení atd., na nich ležící **zastávky** a samostatně identifikované **dopravní s kolejovým rozvětvením** obsahující mj. i řadu specializovaných staničních zařízení (rampy, mostní váhy, kolejové brzdy, systémy osvětlení, informační systémy, stavědla a jejich vybavení atd.); stavební pojetí topologie se zde překrývá s linearizovaným schématem sítě, význam lokální geometrie postupně mizí
- 5) v páté úrovni jsou **dopravně významné úseky celostátní sítě**<sup>9</sup> a jako ucelené a dopravně použitelné větve sítě mezi určenými (ve smyslu hran grafu) dopravně významnými body (železničními stanicemi, místy vlakovtorby apod. v roli uzlů) – v této skupině již významně převládá dopravní, časově však značně variabilní pohled na síť - stabilizovaným seznamem je např. výčet tratí dle UP, od této

<sup>5</sup> Podrobná diskuse účelů modelů, např. stavebně-montážních postupů přitom může vést k hranici odlišení hromadně instalovaných komponent – např. prvků upevnění koleje a pražců nebo odlišení prvků typu „předmontované kolejové pole“ a obdobně v jiných než stavebních odvětvích – v případě technologií logických funkcí zabezpečení jdoucích až do nehmotných entit typů signálů a návěstí realizovaných např. balízami apod. RTM je ale prioritně orientována na prostorové modelování sítě, nikoli logiku funkcí a stavebních postupů.

<sup>6</sup> pro dopravní pohled na ŽDC je příznačné, že mostní konstrukce, natož pak propustky, až na situace, kdy tyto objekty způsobují omezení přechodnosti nebo prostorové průchodnosti, v podstatě nebere v úvahu

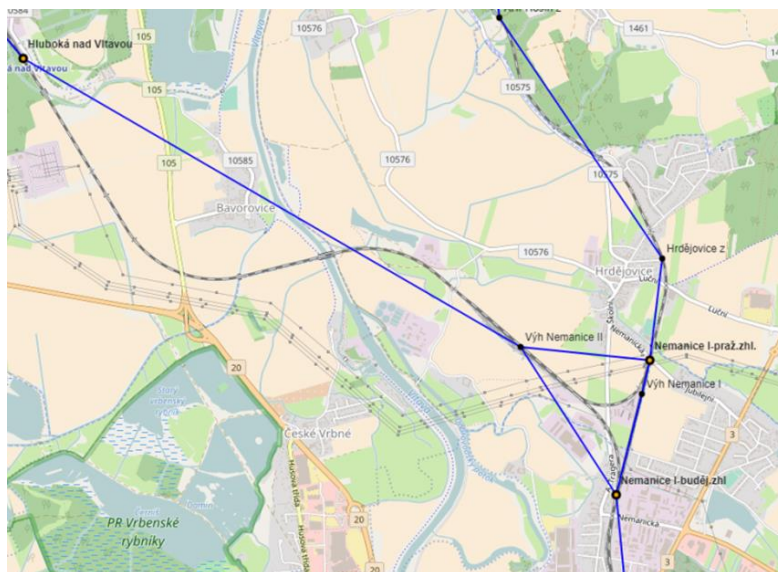
<sup>7</sup> takto sestavená entita může být jednoznačně identifikována v celé síti a vybavena atributy umožňujícími, aby se stala reprezentantem nejen příslušné koleje v dopravním smyslu, ale i celé trati

<sup>8</sup> tyto přechody významů zatím nejsou zcela legislativně ani terminologicky rozlišovány

<sup>9</sup> Nikoli ovšem ve smyslu celostátní dráhy dle zákona o drahách, protože sem lze řadit i dráhy regionální nebo vlečky. Avšak s tím, že v jednodušších případech mohou splývat s úrovní „trati“.

úrovně výš pak splývají linearizované obrazy sítě s mapami malých měřítek, mizí detaily uzlů a lokálních kolejišť

- 6) šestou úroveň tvoří **ucelené části** (jednotlivé větve) **dopravních tahů** (koridorů, transičních přeprav kontejnerů apod.) v národní úrovni
- 7) nejvyšší úrovní jsou **celé mezinárodní koridory a podobné mezinárodně dohodnuté systémy** členění celoevropské sítě, určené dlouhodobě stabilizovaně názvem a legislativou, ale věcně často pouhým výčtem s několika větvemi bez upřesnění trasování,



Obr. 2 Srovnání topografického a liniového modelu popisu sítě v okolí výhyben Nemanice (zdroj: produkt KAPO na adrese <https://provoz.szdc.cz/kalkulacka/> veřejně přístupný dopravcům jako pomůcka kalkulace ceny použití ŽDC ve smyslu Prohlášení o dráze SŽ)

Podrobná diskuse všech aspektů tohoto uspořádání modelů, spojená s diskusí možných metod identifikací a podrobností prostorového popisu jednotlivých částí IS jako základních informačních nástrojů komplexních modelů reality značně přesahuje možný rozsah tohoto sdělení. Je ale podstatou realizace různých typů modelů v praxi a možností jejich vzájemných transformací (srv. např. obrazy sítě dle obr. 2., podobně úvratě, splítky a jiné anomálie topologie sítě).

Metodika RTM sice zcela přesně nspecifikuje co vše má být identifikováno, ale předpokládá použití dvou základních metod. A to identifikaci objektů pomocí **universálního identifikátoru „UUID“** a pomocí **formalizovaných uživatelských identifikátorů (legacyID)** doplněných o názvy entit, které se mohou přenášet mezi jinak uzavřenými systémy. Za ryze implementační detail je pak třeba považovat konkrétní realizace počítačových identifikátorů (např. v podobě sekvencí nebo stochastických identifikátorů), které by měly být v jednotlivých výskytech entit s uživatelskými formalizovanými identifikátory v relaci 1 : 1. Tyto interní IT identifikátory **nejsou mezi uzavřenými systémy** (např. SAP R/3<sup>®</sup> a REVIT<sup>®</sup>) bezprostředně **přenositelné**, a proto také **nemohou být použity ve standardizovaných rozhraních** mezi obecnými systémy.



I tento aspekt je mj. zahrnut mezi odlišnostmi RTM v. 1.0 a v 1.1, která např. v třídě *BaseObject* nově zachovává pouze identifikátor *id* generického typu *tID*. Tento typ identifikátoru přitom slouží uživateli k volbě mezi dceřinými typy dat *tID*. Doporučenou možností je právě použití UUID. Uživatelé, kteří chtějí zachovat kompatibilitu se stávajícími datovými úložišti, však mohou použít i identifikátor *legacyID* (podrobněji viz Nygren T. v [11]).

V těchto aspektech již ale obecné zásady metody RTM vyžadují konkrétnější IT metodickou i technologickou realizaci. Obě byly nalezeny v rozšíření jazyka XML do podoby množiny specializovaných drážních aplikací souhrnně označených jako „**railML**“<sup>10</sup>.

## 2. Principy metody railML

Jazyk XML tvoří v současnosti základnu pro velmi široké spektrum aplikací tvořených rozsáhlou komunitou vývojářů, pracujících zejména ve webovém prostředí a při mezisystémové a standardizované komunikaci. Efektivní aplikace pracující s formátem XML jsou v současnosti vytvářeny většinou v programovacích jazycích C++, NET, Java a dalších. Existuje však i možnost zpracovávat data ve formátu XML i v jednodušších prostředí MS Excel<sup>®</sup> nebo MS Access<sup>®</sup>. V průběhu doby bylo vytvořeno také velké množství různých rozšíření základní verze XML určených pro specializované oblasti. Jednou z nich je i metodika railML, určená pro popis objektů a nejrůznějších událostí (počínaje sestavou GVD) spojených s železniční dopravou.

Samozřejmým předpokladem součinnosti railML s potřebnými daty rutinních agend ovšem je, že všechna takto synchronizovaná data budou k dispozici ve formátu XML. Své standardy má metodika railML deklarované ve 2 základních úrovních, a to formou jazyka UML generovaného v podobě HTML s využitím nástroje Enterprise Architect<sup>®</sup> a v podobě **souborů XSD**. Ty lze členit do dvou skupin – v první jsou všeobecné prvky určené pro universální použití všemi aplikacemi, ve druhé jsou rozšíření pro specializované úlohy, odvozené v rámci činnosti členů konsorcia RailML postupy označovanými jako řešení „use case“. Tato koncepce by měla zaručit, že mezinárodně vyvíjené postupy budou mít i své realizátory a nepůjde „jen“ o akademické projekty „do šuplíku“. Na druhé straně to ovšem znamená, že v daný okamžik existující postupy **vyhovují jen pro některé úlohy** (odpovídající dosud vyřešeným use case), nemusí však stačit pro další možné prakticky používané úlohy, obecnější metodikou RTM umožněné. Řešením nových use case se tak obecná metoda railML obohacuje a rozšiřuje do nových verzí. Ale i naopak.

Např. ještě v r. 2017 konsorcium RailML předpokládalo plné využití rozhraní railML i v aplikacích vedoucích ve směru k **technologickým BIM**. Tato situace se však na začátku r. 2018 změnila. Tehdy vedení konsorcia RailML, jistě z dobrých důvodů, přenechalo prostor pro komunikace stavebních projektů s jejich podstatným okolím plně, celosvětově v tomto použití podporovanému, **rozhraní IFC** [12], jehož metodika použití pro potřeby projektování a obecněji popisu železnic je rozpracovaná

---

<sup>10</sup> na rozdíl od konsorcia, které tyto úlohy řeší a označuje se „RailML“, aktuálně ji tvoří celkem 78 subjektů různé velikosti, zahrnující manažery infrastruktury (50), výrobce, dodavatele ap. (16) a výzkumné organizace (podrobněji viz Kolmogoren V.P, v [11])., indikace registrovaného názvu „railML“<sup>®</sup> je dále pro přehled vypouštěna

v současnosti projektem **IFC Rail** (podrobněji viz níže a [25 - 27]. Což ovšem vede k potřebě budování dalších specializovaných rozhraní mezi účelově strukturovanými daty projektů orientovanými na realizaci relativně krátkodobých a lokálně omezených stavebně-montážních činností s dlouhodobě fungujícími prostorovými (pasportními i dopravními) evidencemi drah jako celků. Právě v těchto souvislostech se pak mj. uplatňují i potřeby dlouhodobé stability identifikací částí sítě v naznačených úrovních a volby vhodných identifikačních metod, zejména takových objektů s dlouhým životním cyklem, jakými jsou stavební konstrukce (železniční svršek, spodek, mosty, tunely, trakční vedení atd.).

Výše uvedené soubory XSD jsou uloženy, v případě railML ve veřejně přístupném datovém prostoru, jako vzory v daném okruhu aplikací použitelných dat, v podobě v tzv. „namespace“. V současnosti má metodika railML připraveno celkem 7 souborů XSD, které mohou být formou namespace připojovány k obecnému základu `xmlns:xs=http://www.w3.org/2001/XMLSchema` ma (z toho první 3 skupiny jsou všeobecné):

- 1) **railml3** vytváří zastřešující člen obsahující seznam XSD souborů tvořících aktuální verzi railML
- 2) **gml4railml3** – přebírá z obecných deklarací souborů konsorcia OGC popisy prostorových objektů (bodů, čar, ploch atd.) a formuluje **obecně použitelné prostorové datové struktury**
- 3) **common3** – obsahuje samostatně definované struktury (komplexní i jednoduché typy) používané společně ve všech drážně orientovaných aplikacích, počínaje **universálním identifikátorem UUID**, až po **generický identifikátor**
- 4) **infrastructure3** tvoří vlastní jádro popisu sítě; deklaruje všechny objekty, relace a další nástroje obecně formulované v RTM např.:
  - a) **výhybky a křižovatky** (přesněji v české terminologii výhybkové konstrukce)
  - b) systémy udávání **polohy a souřadnicových systémů**,
  - c) **body pro vstup ne-railML formátu** – např: `<xs:element name="PhysicalFacilities" type="rail3:PhysicalFacilities"/>` (viz též poznámku 14 tohoto textu)
- 5) **interlocking3** obsahuje funkční popis zařízení zabezpečovacích zařízení, která v tomto souboru XSD velmi těsně navazují na prostorově více orientovaný soubor „infrastructure3“
- 6) **timetable3** obsahuje (výhledově<sup>11</sup>) podporu zpracování jízdních řádů
- 7) **rollingstock3** obsahuje (výhledově) podporu zpracování dat o drážních vozidlech)

Příklad úvodu souboru XSD je uveden níže:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <railML xmlns="https://www.railml.org/schemas/3.1"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2/"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
```

---

<sup>11</sup> poslední dvě skupiny dat zatím nejsou ve verzi 3 dokončeny, jsou však základem využití ve verzích nižších

```

xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance"xsi:schemaLocation="https://www.railml.org/schemas/3.1
https://www.railml.org/schemas/railml-3.1/railml3.xsd" version="3.1">
</railML>

```

Ve své praxi usiluje konsorcium RailML o začlenění metodiky railML mezi normativy ISO. Kromě definiční dokumentace přitom používá dalších 5 nástrojů pro popis metodiky jako celku. Teoretické principy transformace obsahu RTM do aktuální verze railML 3.1 jsou vysvětleny v tzv. tutoriálech (pro sledované účely jsou významné dva [13, 14]). Potřebné poznatky lze však čerpat i z internetové několikajazyčné (aktuálně celkem v 8, v jistém rozsahu i v češtině) dokumentace označované jako „Wiki“ a prezentované na portálu railML.org. (viz např. [15]) nebo v národních verzích wikipedie. Obsah Railwiki se ale zatím vztahuje spíše ke starší verzi 2.3 a pro verzi 3 se teprve upravuje. Další nástroje mají charakter pomocný (např. diskusní fóra). Jistým problémem těchto dokumentů zatím je, že při snaze o úspornost i didaktiku postupují od velmi jednoduchých příkladů (viz obr. 3) tvorby dat „na zelené louce“.



Obr. 3 Ukázka jednoduchého vzorového kolejiště z tutoriálu [13] – základní situace a vyjádření topologie sítě v úrovních „mikro“ a „mezo“<sup>12</sup>.

Což ovšem není případ SŽ, která dlouhodobě rutinně provozuje svůj vlastní specifický IS a datové prostředí railML od počátku své angažovanosti v konsorciu považuje více

<sup>12</sup> zeleně zvýrazněná posloupnost prvků a01, a03, x01, b03, b01 prezentuje jednu z možných kolejových tras v terminologii IS SŽ, tato čára je obecně prostorová, modře zvýrazněná linie je hranou mezi uzly a11 a b11, je vždy lineární, toto rozlišování úrovně „kolejí“ bylo mj. předmětem i konference [11] (Rahmig)

za nástroj **tvorby standardizovaných rozhraní** mezi již existujícími IT nástroji, než prostředek k budování systému nového. Tato situace se ale mění a příklady tutoriálů začínají být postupně navrhovány jako komplexnější. Podnikové či národní použití railML jako rozhraní ovšem vyžaduje doplnění mnoha nových entit, které se v mezinárodním a ryze drážním prostředí nebo v předchozích aplikacích nevyskytly (resp. ani vyskytnout nemohly) a jejich atributů souvisejících se začleněním railML do specifických prostředí. Jde zejména o podrobnější popisy zařízení infrastruktury (např. výhybek podle vlastních národních číselníků konstrukčních typů<sup>13</sup>), ale i další číselníkové soubory, počínaje daty vedenými (v podmínkách IS SŽ) podle předpisů SŽ SR70 [16], M12 [17], v národních podmínkách pak např. o evidenci organizačních jednotek všech dotčených subjektů, tedy nejen drážních, pomocí systému RÚIAN [18] atd.

Takového rozvoje a různorodosti uplatnění metody RTM si však byli její autoři dobře vědomi, a proto již od počátku vytvářeli jisté možnosti, které by, při zachování principů jazyka XML, měly umožnit tyto historicky nebo lokálně podmíněné specifiky řešit. K tomu lze využít několik cest rozšiřujících výše uvedené seznamy standardních namespace o vlastní prostředí, které by mohlo být dále používáno již standardními prostředky<sup>14</sup>. A to včetně možností alespoň formální validace dat výsledných souborů XML před jejich předáním ze zdrojového prostředí do zvoleného cílového. K těmto účelům je metodika railML doplněna o specializovaný SW nástroj **RAILVIVID** (viz portál railml.org), který je schopen srovnávat generované soubory s označenými standardními i externě doplněnými standardizovanými zdroji.

Podobných detailů, které jsou stále předmětem diskusí o použitelnosti definovaných vlastností modelu k řešení různých praktických úloh, ovšem obsahuje současná verze railML víc<sup>15</sup>. Cestou k jejich řešení je i podrobnější analýza a návrhy úprav XSD souborů pro nové use case, přičemž ve směru k popisu globálnějších vlastností částí sítě daného provozovatele infrastruktury (PI) vede use case **NEST** (z anglického „network statement“), k vyšším detailům a podpoře práce správců zařízení vede více „BIMověji“ zaměřený use case **TRGE** („track geometry“).

Z mnoha praktických důvodů je přitom podstatné, že prostorový popis kolejíšť i poslední zavedené **verze railML 3.1** stále vychází z původní motivace řešitelů prvotního use case řešícího zejména potřeby **dopravně-provozního pohledu na síť a její vlastnosti**. Nejde tedy o specializovaný pohled **správců provozovaných zařízení**, natož **projektantů** stavebně-technických řešení. To má řadu důsledků pro přesnost prostorového i technického popisu kolejíšť, volbu sledovaných vlastností stavebně-technických prvků a formulaci jim odpovídajících datových položek a dalších vlastností IS. To se projevuje např. v tom, že lze sice přesně po úsecích trasy mezi určenými rychlostníky popsat rychlostní na volně identifikované kolejové trase profil trati potřebný pro účely sestavy GVD, ale již nikoli skutečné a prostorově proměnné charakteristiky pražcových polí, tvarů kolejnic apod., které se v této verzi zatím

<sup>13</sup> standard railML např. obsahuje jen poměrové konstrukce, nikoli stupňové a omezený výběr výhybkových konstrukcí (křížovatkových výhybek apod.), navíc v této oblasti jsou patrné významné terminologické problémy

<sup>14</sup> jde zejména o postup vyjádřený deklarací `<xs:any namespace="##other" processContents="lax" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">` podrobněji popsany v <https://wiki2.railml.org/index.php?title=Dev:usingAny>

<sup>15</sup> velmi náročný, byť v návrhu korektní, je zejména prostorový popis sítě zahrnující 3 různé systémy (geodetický, liniový a kartézský pro vyjádření schémat na obrazovce) a jeho mechanismus připojení k funkčním objektům

přiřazují jako **konstantní** vlastnosti vždy k ucelenému prvku „**kolej ve stavebním smyslu**“. A to pro správu tratí a její úlohy, ani pro use case TRGE, ani zdaleka nestačí.

### **3. Požadavky na informační podporu Prohlášení o dráze (NEST)**

Prohlášení o dráze (PoD) je správní dokument, který obecně vychází ze základů Směrnice EU 2008/57/ES o interoperabilitě železničního systému ve Společenství a navazujících, které jsou dále zpřesňovány formou technických specifikací pro nákladní a osobní dopravu (TSI TAF, TAP). Obsahuje ovšem i řadu ustanovení právního, cenového a obecně správního charakteru, upravujících vztahy mezi jednotlivými PI a dopravními operátory jejich dráhy používajícími. Počínaje prostorovou a dopravní specifikací sítě, přes podmínky oceňování použití ŽDC až po vysvětlení pojmů, vzorů formulářů různých žádostí, správních postupů a dalších komentářů. Jeho mezinárodně závaznou osnovu [19] zpracovala agentura Railway Network Europe (RNE). V tomto pojetí tak lze PoD považovat i za významné metodické rozhraní mezi IS zaměřenými na infrastrukturu a dopravu. Z hlediska metod modelování jde ovšem o typického představitele realizace postupů „**shora dolů**“.

Uvedený široký obsah PoD však zjevně není, a pravděpodobně ani nikdy nebude, předmětem zpracování dat pracujících s rozhraním railML. Prvořadé proto je, co vše by mohlo, či mělo, být vhodným (resp. prakticky potřebným) výběrem dat prezentovaným v rámci use case NEST. Tuto specifikaci obsahuje návrh [20], který předpokládá standardní použití verze 3.1. V mezinárodní úrovni se ale příliš nezabývá mnoha dalšími detaily zobrazení sítě, vč. praktické realizace přechodů mezi úrovněmi modelu „mikro“, „mezo“, případně „makro“.

Návrh [20] předpokládá zpracování dat o geometrii, konstrukci a provozu dané sítě (tedy nikoli různých správních údajů a komentářů), a to v úrovních závazné a volitelné. Mezi povinné údaje jsou zařazeny zejména položky popisující:

- elektrizaci dráhy (napětí, frekvence)
- organizační jednotky vlastníků částí sítě (s předpokladem použití drážního číselníku)
- topologii, geometrii a funkční strukturu dráhy, zahrnujícími zejména:
  - členění sítě do částí (identifikovaných tratí)
  - definice systémů staničení těchto tratí
  - definici zeměpisného systému souřadnic (implicitně s předpokladem použití WGS-84, ale s možností volby i jiných s využitím katalogu EPSG) pro popis poloh dopravně významných bodů
  - vertikální profil (gradient) tratí
  - popis horizontálního profilu je obecně volitelný, povinné však jsou použitelné typy křivek oblouků (kružnice, typy přechodnic)
  - polohy hranic mezi jednotlivými PI
  - průjezdný průřez a rozchod kolejí
  - charakteristiky zátěže a některé další.

Toto zadání ovšem nic neříká o tom, v jaké úrovni mají být uvedené údaje pořízeny, ani jak mají být identifikovány. Z logiky celé metody ovšem plyne, že jde o úroveň

mikro, přičemž souhrny za objekty modelované v úrovních mezo a makro vznikají agregacemi a generalizacemi těchto dat. Za pozornost ovšem stojí, že dokument [20] neobsahuje ani výslovný požadavek na určení délek jakýchkoli objektů (např. formou nějaké tabulky) a vůbec nepracuje s ekonomickými údaji (cenou za použití ŽDC), které ale jsou součástí osnovy RNE. Tyto detaily bude zřejmě nezbytné v průběhu řešení dále ujasnit.

V podmínkách ČR je povinnost vydat a zveřejnit PoD uložena všem provozovatelům drah, na nichž je realizována veřejná doprava, ustanovením § 34c Zákona o dráhách 266/94 Sb. (ZoD) v aktuálním znění. Nezbytným předpokladem naplnění této povinnosti je přitom existence platného ÚP podle §11 ZoD vydávaného provozovatelům příslušných drah Drážním úřadem. V ZoD, ani v žádném národním prováděcím předpisu, však nejsou, kromě mnoha podmínek a povinností vztahujících se k samotným provozovatelům drah a dalším jednajícím subjektům, uvedeny žádné formální náležitosti ani ÚP, ani samotných PoD, které by bylo možné využít při návrhu automatizační podpory jejich zpracování. Ale ani naopak, které by toto řešení výslovně omezovaly. Proto se forma i obsah PoD jednotlivých PI v detailech liší. Zejména se přitom liší v míře automatizační podpory zpracování jejich vybraných částí.

S ohledem na zaměření tohoto sdělení jsou dále diskutovány některé vlastnosti formálně i obsahově nejsložitějších dokumentů PoD u nás, kterými jsou dokumentace vydávané SŽ jako největšího PI s nejrozsáhlejší a technicky i topologicky nejsložitější sítí. Její veřejně provozovaná část je ze správních hledisek definována ÚP pro provozování železničních drah: **celostátní** a sadou cca 140 ÚP pro provozování jednotlivých drah **regionálních**<sup>16</sup>. Z topologického, ale ani obecně inforatického, hlediska však nejsou tyto dva typy dokumentů srovnatelné. A to proto, že celostátní dráha tvoří uzavřenou síť, zatímco jednotlivé regionální dráhy jako celky tvoří nanejvýš stromové, v jednoduchých případech i prosté liniové, struktury. To pak má zásadní význam již pro jejich metodický popis i následnou algoritmizaci. I proto je celostátní dráha dále dělena na podobné dílčí stromové struktury označené jako „**trati celostátní dráhy**“.

ÚP, ve shodě s (z tohoto hlediska nedostačujícím) obsahem ZoD, jednotlivé dráhy, resp. tratě, ani jejich části, **nijak neidentifikují**. Pracují pouze s jednacím čísly příslušných správních dokumentů, případně s názvy významných lokalit a nijak blíže neurčenými údaji staničení, vymežujícími začátky a konce jednotlivých entit. Proto je prakticky nemožné pouze z ÚP automatizovaně v prostorovém smyslu definovat, resp. verifikovat, údaje o stavebních délkách a dalších hodnotách obsažených v požadovaných datech. To lze provést pouze s využitím podrobnějších částí IS SŽ. S nimi pak by muselo pracovat i rozhraní vytvořené na bázi railML.

PoD SŽ pro tyto účely využívá dva principy, resp. části svého IS – infrastrukturní a dopravní. Především ale doplňuje formalizaci ÚP o jednoznačný identifikátor navržený projektem [21], který je pak využit k dalším účelům jak provozního, tak i ekonomického a technického charakteru. V infrastrukturní části IS SŽ jsou takto identifikované části sítě modelovány s využitím zásad předpisu M12 pomocí tzv. traťových definičních nadúseků (TDNÚ). V jejich rámci (resp. definičních úsecích, z nichž se jednotlivé TDNÚ skládají) pak jsou v dílčích pasportních evidencích odvětví

<sup>16</sup> pro úplnost by bylo potřebné uvážit i vlečky, jejich možný popis metodou railML ale není v současnosti aktuální

provozoschopnosti dráhy evidovány všechny objekty a vlastnosti sítě v okruhu zájmů správců infrastruktury, které mohou naplnit výše uvedené požadavky na obsah PoD z těchto hledisek s nejvyšší dosažitelnou přesností.

Ve skutečnosti ale současná verze PoD ani dopravně orientovaných dat nepoužívá tato primární data, ale data od nich manuálně odvozená a obsažená v databázi projektu **KANGO**-kmen. Základním informačně-prezentačním objektem dopravních úloh také není kolej (ta ovšem v různých modifikacích členění<sup>17</sup> a identifikací figuruje na nejnižší úrovni „mikro“), ale „hrana“ jako lineární aproximace skutečného průběhu trati mezi dvěma určenými dopravně významnými body (viz obr. 2). S pomocí hran modelujících průběh sítě na úrovních „mezo“ a vyšších a evidovaných s přesností  $10^{-1}$  km, jsou také počítány údaje o zpoplatnění použité části sítě. K hranám a uzlům by se proto měly v přesném modelu připojovat i všechny charakteristiky úseků sítě požadované v PoD, ale založené na přesnějším popisu specializovaných infrastrukturně definovaných entit „kolejová trasa“. Dlouhodobě je proto navrhována a postupně realizována řada opatření, aby mezi oběma skupinami dat o síti byla co nejpresnější vazba a shoda. Jedním z nástrojů, který by se pro potřeby tvorby vhodných rozhraní mohl použít, patří právě railML. A proto jsou také studovány možnosti jeho využití i v tomto směru.

Důvodů **nezávislé evidence** dat KANGO-kmen a pasportních dat odvětví infrastruktury je ovšem řada. Mezi nejzávažnější patří zejména **časový rozdíl** mezi potřebami sestavy GVD a aktuálností dat infrastruktury. Ty totiž mohou být zaručeny v nejvyšší a IT podpořené kvalitě až podle obsahu stavebně-technických projektů zhotovitelského typu podle jejich skutečného provedení, případně po provedených revizích. Ty jsou ale k dispozici **až po** ukončení stavby nebo jiné akce měnící vlastnosti reálných prvků tratí i dat o nich vedených, zatímco data GVD se připravují v období začínajícím **až 200 dní před** jeho vyhlášením. To i v manuálním, zatím operativnějším, systému vede k řadě stresových situací souvisejících zejména se změnami termínů realizace stavebních projektů. IT podpořené řešení této disproporce je proto hledáno mj. v **modelování budoucího stavu** tratí a kolejišť. Tedy zejména ve využití technologií projektů typu BIM, které takovéto modely přirozeně obsahují. V současnosti ale žádné projekty tohoto typu nejsou upraveny (a zřejmě ani nikdy nebudou) až pro přímé vazby k úlohám dopravního provozu a sestavy GVD. Zde proto znovu vystupuje významná role rozhraní vhodného typu (vč. railML), které by, za předpokladu splnění řady požadavků (zejména standardní a jednotné metodiky identifikace týchž entit), mohly tento problém s přijatelnou přesností a v potřebných časových intervalech, řešit.

Je ovšem zřejmé, že data o síti nezbytná pro sestavu GVD mají oproti datům infrastruktury kromě časových i jiné odlišné vlastnosti. To se zejména týká jejich úzkého vztahu k pohybu vlaků, zejména pak směrů jejich pohybu, od nichž se dále odvozují významné charakteristiky jejich prostorové orientace typu „předchází–následuje“, „vlevo–vpravo“, „stoupá–klesá“. Tyto charakteristiky se totiž v infrastrukturních evidencích zásadně vztahují ke směru růstu stavebního staničení v dané lokalitě. A to nejen nezávisí na pohybech vlaků, ale v trasách jednotlivých vlaků

<sup>17</sup> to se týká jak neexistence identifikace částí kolejí v záhlaví stanic, tak odlišení „stavební“ a „užitné“ délky koleje, tak dalších detailů, typických např. pro metodiky a evidence prvků zabezpečovací techniky apod.

se může i významně měnit. S tímto problémem pak souvisí i určování délek objektů na trati a jejich vlastností.

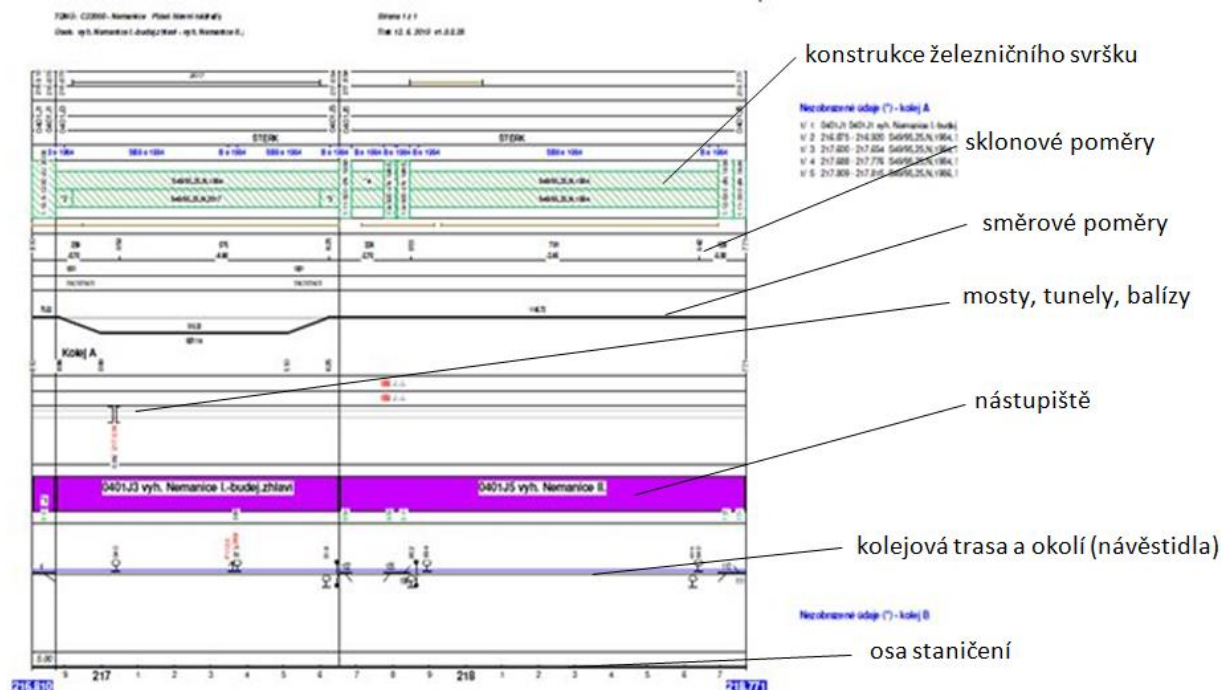
V současnosti platí, že vyjádření některých z uvedených (ale ne všech) potřeb podrobnějšího popisu sítě je dle metodiky railML dobře splnitelné jen při aplikaci úplné strukturalizace sítě do úrovně „mikro“. Žádná z její současných verzí také entitu jednoznačně označenou jako „hrana“ a schopnou vyjádřit všechny charakteristiky používané v NEST přímo, nezná. Věcně se jí nejvíce blíží agregace označená modře na obr. 3, v úrovni „mezo“, ta však k vyjádření požadovaných detailních vlastností vyžaduje právě existenci úrovně „mikro“. S ní ale, v pojetí RTM, současná verze databáze KANGO-kmen, i z historických důvodů, nepracuje. V úlohách IS SŽ se této úrovni nejvíce blíží popis sítě pro účely správy tratí (Dílčí informační systém železničního svršku DIS ŽSv), zahrnující kromě pasportní evidence i úlohu „Nákresný přehled ŽSv – obr. 4). Jeho přesnost je sice stavebně vyšší, než jsou data KANGO-kmen, ovšem má i výše uvedená časová omezení aktuálnosti dat. Právě proto je potřebné hledat rozhraní jak se stavebními projekty typu BIM, tak zejména mezi infrastrukturní a dopravní částí IS SŽ, resp. všech relevantních PI. Což je ovšem běh na velmi dlouho trať.

#### **4. Požadavky na informační podporu správy geometrie koleje (TRGE)**

Polohově přesné ustavení a údržba prostorové polohy koleje (PPK) patří při současných rychlostech a hmotnostech vlaků ke zcela základním požadavkům na kvalitu tratí. Modely těchto procesů vycházejí z jejich fyzikálně-technické podstaty a možností jejich použití v různých typech projektů výstavby a údržby ŽSv. Jde proto o typického představitele metodiky modelování „zdola nahoru“.

Řešení této úlohy v prostředí railML bylo navrženo již v r. 2015, konkretizováno však bylo až dokumentem [22]. V současnosti již probíhají pravidelné videokonference, jejichž cílem je zatím analyzovat současný stav IS všech zúčastněných partnerů a následně specifikovat základní požadavky na IT podporu a možnosti současné verze railML těmto požadavkům dostát.





Obr. 4. Nákrešný přehled koleje A ve výhybně Nemanice dle obr. 2 (zdroj: zpráva [23], komentář k významu prezentovaných dat je orientační)

Zatímco use case NEST je stále prioritně orientován na potřeby provozování dráhy (ovšem s přihlédnutím k co nejpřesnějšímu prostorovému a technickému popisu sítě), je use case TRGE již prvoplánově orientován na technickou správu kolejí. Svým dosahem pokrývá téměř úplný životní cyklus kolejí od prvotního projektu až po pravidelnou údržbu. Cestou archivace dosažených výsledků pak může zajistit vstupy do nových projektů. Tím vším se tato problematika dostává do těsného kontaktu s možným uplatněním metody BIM na železničním svršku (vč. use case TRGTE), ale má blízko i k prostorovému popisu území řešeného paralelně projektem [3].

Zcela zásadní rozdíl plynoucí z podstaty modelovaných procesů a úrovně modelů NEST a TRGE je převažující jednodimenzionální charakter TRGE. Vůbec v něm totiž nejde o **model sítě** v zeměpisném ani provozním smyslu, ale **prostorové křivky** redukovatelné v konečném důsledku na krátké (v řádu metrů) liniové úseky délkově kalibrovatelné v úrovni mikro jedinou souřadnicí určenou místním, přiměřeně přesným a matematicky korektním, systémem staničení. Skutečně existující a funkčně významné prostorové charakteristiky křivky (směrové a sklonové poměry) přitom mají hodnoty až o 2 řády menší než jsou údaje staničení a lze je modelovat jako parametry takto definované linie upřesňující průběh linie v horizontálním a vertikálním směru.

Z podstaty prováděných operací ovšem plynou i další potřeby a zpřesnění detailů. Nejpodrobnější popisovanou entitou zde není kolej jako celek, ale jednotlivý kolejnicový pás. Pro dvojici pásů pak jsou, kromě obecných geometrických údajů, stanoveny i přesné údaje jejich (obecně proměnné) vzájemné vzdálenosti (vč. rozšíření rozchodu v obloucích) a převýšení. Zásadní význam mají i údaje o objektech podstatného okolí vlastní kolejové konstrukce (přejezdy, úseky pevné jízdní dráhy, použití mostnic atd.), na nichž se mění vlastnosti pražcového podloží i konstrukce svršku (výhybky a výhybkové konstrukce) vedoucí k přerušování činnosti traťových pod-

bíječek. Úseky s výhybkami a výhybkovými konstrukcemi pak musí být ošetřeny speciálně, a to přesně v souladu s jejich dispozičními plány.

Z hlediska projektů i kontroly kvality koleje jako takové přitom mají zásadní význam i zajišťovací značky PPK, které railML v. 3.1 neobsahuje, na rozdíl od některých z výše uvedených entit a parametrů, vůbec. Zcela jí chybí i mechanismus dynamické segmentace popisu průběhu kolejové trasy jako hlavního nositele všech evidovaných vlastností v úrovni mikro, s nímž pracuje DIS ŽSv. Chybí i řada dat projekčního typu (např. o dodavateli prací apod.) s širokými vazbami do informačního okolí PI. Zato s daty o GVD zde existuje jen velmi omezený průnik – totiž termíny výluk potřebných pro práci na svršku a „čára v grafikonu“ pro stavební vlak – podbíječku při jejím přejezdu na stavbu. Časový harmonogram prací na stavbě ve výluce a organizace využití strojů v čase je již plně v režii zhotovitele a jeho stavební dokumentace, která s vlastním provozem dráhy nemá průnik vůbec žádný.

V SŽ jsou příslušné postupy práce s PPK upraveny předpisem [24]. Ten definuje mj. výměnné formáty a z nich odvozená data potřebná pro řízení automatických podbíječek a vytvářená programem Kokeš-Rail. V této podobě jsou pak přímo použitelné jako vstupy řídicích počítačů určených typů těchto strojů.

Řešení návrhu použití railML v TRGE tak má přinejmenším dvě úrovně:

- a) v první úrovni jako části databáze železniční infrastruktury (plně modelovatelné pomocí railML), a kterou lze označit jako „archiv geometrie koleje“ mohou být obsaženy:
  - prostorově i funkčně vyhovující model koleje vytvořený metodou RTM, rozšířený případně o projektový nákres (přesnost interního staničení  $10^{-3}$  m)
  - základní informace o bodech změn úseků s rozdílnou pružností pražcového podloží
  - informace o odchylkách a provozních charakteristikách
  - informace o kontraktu na provedení prací
- b) ve druhé úrovni se jedná o podporu funkcí řídicího počítače svrškových strojů (traťových i výhybkových podbíječek) s přesností až  $10^{-7}$  m<sup>18</sup>.

Za uvážení rozsahu provozního modelu stojí i návrh větve mířící k činnostem měřicích vozů, které provádí kontrolní měření a rektifikaci před i po provedení prací. I ty mají svou automatizační podporu a formáty dat, které by bylo možné vyjádřit i pomocí railML. Ve všech těchto případech je zřejmý význam kolejové trasy a dat blízkých současnému obsahu NP ŽSv.

## 5. Závěry

Metodiky RTM a následně i railML jsou ve srovnání s dobou výstavby automatizované podpořené IS vytvářené (postupně s různou úrovní techniky i metodiky) již od dob ČSD<sup>19</sup>, velmi mladé. Jejich tutoriály jsou přitom koncipovány tak, jakoby se mělo manuálně naplňovat vše od stavu „na zelené louce“. Z prezentací na konferencích RailML však plyne, že takovýto (ať už byla skutečná historie jakákoli) byl i postup

<sup>18</sup> tato větev už ale nutně nemusí mít výstupní formát railML, ale třeba IFC

<sup>19</sup> tehdy ovšem šlo hlavně o ekonomická data, později o přípravu GVD a až v současnosti o modely typu GIS

uplatnění railML v některých, zřejmě hlavně v této oblasti vedoucích norských, drahách. Ty pak ale na takto vytvořených základech již v současnosti rozvíjejí další aplikace.

Pro posouzení různých efektů z řešení a realizace standardizovaných mezinárodních projektů zaváděných v národním a podnikovém prostředí je proto potřebné hledat zkušenosti v jiných věcně příbuzných informačních okruzích. Nabízí se INSPIRE a jeho pokračování ELF (European Location Framework), případně vlastní aktivity ČÚZK v oblasti správy katastrálních dat. Z nich zatím plyne, že **mezinárodně standardizované aplikace nemohou** obsahovat národní specifická data **v požadovaném detailu a přesnosti**, a i proto je o ně obecně ze strany odborné i širší veřejnosti menší zájem. Ze zájmu o uplatnění vlastních specifik v co nejširším rozsahu pak plyne i značný význam účasti SŽ na aktivitách konsorcia RailML.

I tento aspekt proto posiluje potřebu využití railML **nikoli v podobě primárního modelu sítě** (takové již existují), ale jako:

- a) obecného **metodického standardu** popisu sítě z mnoha hledisek
- b) universálního **standardizovaného rozhraní** mezi autonomně fungujícími specializovanými částmi IS, přenášejícího potřebná data o společně sdílených objektech, zejména společně identifikovaných, nikoli však s úplnými detaily jejich popisu a provozního modelu

Oba uvedené aspekty jsou ovšem zastoupeny i v rozhodnutí EK [8] o RINF. To je ale primárně a aktuálně orientováno na popis interakcí mezi drážními vozidly, dopravní cestou a jejich provozně-bezpečnostními aspekty, přičemž aspekty infromatické jsou v něm až druhotné<sup>20</sup>. V žádném případě také není zaměřeno na postupy správy popisovaných zařízení, ale „jen“ jejich funkci v reálném čase jízdy vlaku. I důsledná lokalizace obsahu této směrnice do podmínek ČR ovšem vyžaduje alespoň minimální legislativní podporu výkonných realizačních postupů zahrnujících mj. i aspekty prostorového modelování železniční sítě.

Jak bylo ukázáno, tyto modely mohou vést jak směrem shora – hledáním konkrétní náplně subjektivně stanoveným principům, tak i zdola, generalizací a zjednodušováním objektivně existujících fyzikálně technické reality. Ukazuje se však, že oba směry se mohou (v případě vhodné koncepce rozhraní) setkat v úrovni popisu **kolejové trasy**, která na jednu stranu nese informace o globálních charakteristikách koleje, na druhou stranu poskytuje zcela korektní informační základnu pro popis dopravně definovaných hran.

Podobnou cestou jdou i modely stavebních projektů řešených metodou BIM. Z nich se lze metodicky poučit zejména z čínského CRBIM, prakticky aplikovaného v přípravě staveb **vysokorychlostních tratí**. Přes řadu (i podrobněji nepublikovaných) rozdílů čínské a obecně evropské reality, je v jejich prostorovém modelu tratí, počínajícím již u geologických podmínek lokalit, zejména v částech podložených objektivními zákonitostmi funkcí dráhy, mnoho velmi inspirativních detailů. Tím spíše, že jde o první známou aplikaci formátu IFC na železniční stavby.

---

<sup>20</sup> Do té míry, že s jakoukoli úrovní metodik RTM nebo railML nesnese obsah přílohy definující struktury dat RINF vůbec žádné srovnání. A to přesto, že manuál k předchozímu dokumentu [7] metodu RTM citoval.

Proto není divu, že se tvůrci CRBIM zapojili, vedle 6 evropských partnerů, i do práce konsorcia **buildingSmart** na projektu **INF Rail**, zaměřeného na vybudování základů pro použití metod BIM v železničním stavitelství. Jeho poslední pracovní zprávy [25 – 27] pocházející ze září až října 2019 obsahují nejen řadu teoretických východisek, ale i konkrétní návrhy potřebných datových struktur, zatím ovšem prezentovaným „pouze“ v UML a s podrobněji propracovanou částí orientovanou na problematiku železničního svršku. Tedy právě blízko projektu TRGE. Z dosud realizovaných jednání o TRGE již také přicházejí signály o snaze railML a INF Rail v tomto směru skloubit. To asi půjde tím spíše, že projekt IFC Rail bere v úvahu existenci obecné metodiky RTM a podle předběžných informací jsou specialisté RailML s členy projekčního týmu IFC Rail v přímém osobním kontaktu. Za zmínku v této stručné prezentaci (podrobné srovnání RTM, railML a INF Rail by si však vyžádalo, i na současné, dosud omezené, úrovni poznatků, specializovaný příspěvek do diskuse), stojí zatím alespoň jeden metodický závěr obsažený v kap. 4.3 zprávy [25]. Jde o **varování před zaměňováním prostorových identifikací tratí s jejich obchodními označeními**, užívanými zejména **v jízdních řádech**. Snaha o přesné oddělení obou metodik je sice v infrastrukturní části IS SŽ prosazována již cca 20 let, do státní legislativy však zatím, přes řadu pokusů, nepronikla. V důsledku toho pak vznikají metodické potíže jak v GISech veřejné správy, tak i v řešení projektu [3], které musí být následně pracně, dlouhodobě, a tedy i draze, odstraňovány.

To vše proto dále povzbuzuje nutnost hledání vlastních postupů nezbytných k adaptaci dlouhodobě provozovaných IT modulů práce s dopravními i infrastrukturními daty, respektujícími jak nejnovější podněty ze zahraničí, tak naše historické a přírodní podmínky i dlouhodobě platnou legislativu. Tu ovšem čekají nové úkoly vycházející nejen z potřeb rozvoje prostorového popisu státu (NASAPO) a úloh typu BIM, ale aktuálně i v důsledku **otvírání provozu** na železniční síti většímu počtu subjektů, včetně mezinárodních v rozsahu, v jakém tyto procesy již od r. 2016 upravuje **obsah 4. balíčku železniční legislativy EU**. Jeho primárním cílem je sice dosažení vyšší standardizace provozu na celé evropské síti, ale již první, zcela jednoduchá analýza obsahu příslušných směrnic EK ukazuje, že se oba uvedené procesy vzájemně dobře **doplňují**, ale v některých aspektech dokonce přímo **podmiňují**.

*Obsah příspěvku zobecňuje některé výsledky projektu TAČR TL02000312 aplikovaného společenskovedního a humanitního výzkumu, experimentálního vývoje a inovací ÉTA „Lokalizace a implementace metodiky RailTopoModel a značkovacího jazyka railML v. 3 do podmínek prostorového popisu železničních drah v ČR s přihlédnutím k aplikaci metodiky BIM“. Vychází z analýzy [23] a dalších a věcně rozvíjí a aktualizuje starší příspěvek do sborníku VTS ČD [9].*

## Literatura

1. ČÍHAL R., *Koncept projektu železnice metodou BIM realizovaný v multidimenzionálním stavovém prostoru*, konference GIS Ostrava 2019, TUO - VŠB Ostrava, březen 2019, ISBN 978-80-248-4286-8

2. AKČNÍ PLÁN *Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v ČR do roku 2020* (AP GISTR), schválená verze, říjen 2015, dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/geoinfostrategie.aspx>
3. Projekt TAČR TITSMV705 „Jednotný výměnný formát DTM“
4. USNESENÍ VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY č. 958, o významu metody BIM (*Building Information Modelling*) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení, ze dne 2. listopadu 2016.
5. HEJRAL J., KAFKA O., KRÁTKÝ M., KUTIL L., SIROTEK M., ŽÁK J. *Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury* Datový standard - Pro PDPS SFDI Praha červen 2019
6. KOLEKTIV AUTORŮ, *Konsolidace infrastruktur prostorových dat v resortu dopravy Výstup V3B*, Návrh řešení SDI v resortu dopravy založený na variantě vybrané zadavatelem na základě konzultací a analýz vypracovaných dodavatelem VARS BRNO a.s., Central European Data Agency, a.s., prosinec 2018
7. PROVÁDĚCÍ ROZHODNUTÍ KOMISE 2011/633/EU ze dne 15. září 2011 o společných specifikacích registru železniční infrastruktury (oznámeno pod číslem K(2011) 6383)
8. PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2019/777 ze dne 16. května 2019 o společných specifikacích registru železniční infrastruktury a o zrušení prováděcího rozhodnutí 2014/880/EU L 139 I/312 Úřední věstník Evropské unie 27.5.2019
9. ČÍHAL R., *Uplatnění metodik RailTopoModel a BIM při prostorovém popisu železniční sítě*  
Vědeckotechnický sborník ČD č. 44/2017
10. RailTopoModel, IRS 30100 *Railway Network Description* UIC, RTM Workgroup, Paris, 27.04.2015
11. příspěvky 36. konference RailML, Brusel 6.11. 2019, <https://www.railml.org/en/>
12. EN ISO 16739 (73 0100) *Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu*, duben 2017  
dostupné z: <https://eshop.normservis.cz/norma/csneniso-16739-1.4.2017.html>
13. RAHMIG Ch. *railML® v3 Tutorial Simple Example Step-by-Step*, v.1.0, prosinec 2017
14. LINGEN von J. *railML® 3.1 Tutorial Simple Example Step-by-Step Part 2: Interlocking*, v.1.0, listopad 2018
15. railML.org Wiki: *Use case Network Statement*. In: <https://wiki.railml.org/index.php?title=UC:IS:NetworkStatement>; last access: 03.04.2018
16. Služební rukověť SR70 *Číselník železničních stanic a ostatních tarifních a dopravně zajímavých míst*
17. SŽDC M12 *Předpis o jednotném způsobu popisu umístění objektů železniční infrastruktury v informačním systému SŽDC* (návrh novely)
18. RUIAN - dostupné z: <http://www.cuzk.cz/ruian/RUIAN.aspx>
19. RAILNETEUROPE: *Network statement common structure*. In: [http://www.rne.eu/rneinhalt/uploads/2017/05/RNE\\_NS\\_Common\\_Structure.pdf](http://www.rne.eu/rneinhalt/uploads/2017/05/RNE_NS_Common_Structure.pdf);
20. RAHMIG Ch., *railML® Use Case Definition, Network Statement (NEST)*. v.0.3, duben 2018
21. kolektiv autorů, *Kategorizace tratí: Systém evidence a číslování*, Deloitte Central Europe Aviation and Transport Services, Praha 2015

22. DILLON J.  
UC:IS: *Track Geometry (TRGE)*, pracovní dokument ÖBB, září 2019,  
dostupné z [https://wiki.railml.org/index.php?title=UC:IS:Track\\_Geometry](https://wiki.railml.org/index.php?title=UC:IS:Track_Geometry)
23. ČÍHAL R., RML-3 *Metodika použití formátu railML v IS SŽDC Informačně-  
technické aspekty*  
KPM CONSULT a.s. Brno, září 2019
24. UTÍKAL Z., TALÁCKO M.  
SŽDC M20/MP004 *Metodický pokyn pro měření prostorové polohy koleje*,  
Příloha 1 Výměnný formát trasy, GŘ SŽDC Praha, leden 2016
25. kol. IFC RAIL PROJECT, *WP2 – Requirement Analysis Report*, buildingSMART  
1.9.2019 dostupné z: [https://www.buildingsmart.org/wp-  
content/uploads/2019/10/RWR-IFC\\_Rail-Requirement\\_Analysis\\_Report\\_-\\_\\_.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2019/10/RWR-IFC_Rail-Requirement_Analysis_Report_-__.pdf)
26. kol. IFC RAIL PROJECT. *WP3 Conceptual Model Report. Overview and content of  
the business-related part of the Railway UML model.* dostupné z:  
[http://docplayer.net/163522523-Ifc-rail-project-wp3-conceptual-model-report-  
overview-and-content-of-the-business-related-part-of-the-railway-uml-model-  
status-1.html](http://docplayer.net/163522523-Ifc-rail-project-wp3-conceptual-model-report-overview-and-content-of-the-business-related-part-of-the-railway-uml-model-status-1.html)
27. kol. IFC RAIL PROJECT *Context & Approach*  
dostupné z: [https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2019/10/RWR-  
IFC\\_Rail-Context-Approach\\_1.1.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2019/10/RWR-IFC_Rail-Context-Approach_1.1.pdf), version 1.1 28.10.2019

Lektorovali:

Ing. Miloš Futera, Ph.D., Správa železnic  
Ing. Radomír Havlíček, Správa železnic