

## PROSTOROVÝ POPIS INFRASTRUKTURY ŽELEZNIC A MOŽNOSTI POUŽITÍ METODY BIM PŘI PROJEKTOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH STAVEB

Robert ČÍHAL

Sdružení pro prostorová data o dopravních sítích, Purkyňova 125, 61154 Brno, ČR  
[cihal@kpmconsult.cz](mailto:cihal@kpmconsult.cz)

### Abstrakt

Metoda BIM je relativně nový přístup k pojetí projektování staveb založený na důsledném využití vyspělých SW nástrojů nejen v etapě jejich projektování, ale i v rámci procesu jejich výstavby a následném provozování výsledného díla. Prostorový popis železnic je rovněž relativně nový přístup k prezentaci drah jako součásti území a k pasportním evidencím, jdoucí však hodně nad rámec jejich staršího chápání jako prostého technického rozšíření standardní ekonomické evidence hmotného majetku. Podstatou obou metod je co nejvěrnější popis reality, a to jak v jejím aktuálním, tak budoucím stavu, ale sloužící ovšem poněkud odlišným účelům a fungující za poněkud odlišných podmínek. Příspěvek se snaží o srovnání obou těchto přístupů a nalezení jejich shodných a rozdílných rysů při jejich aplikaci na sítě tratí a kolejišť a evidenci jejich stavebně-technických a provozních charakteristik.

### Abstract

The BIM methodology is a relatively new approach to the concept of the buildings designing based on the consistent use of developed SW tools not only at the stage of their design, but also in the process of their construction and the subsequent operation of the resulting work. The spatial description of the railways is also a relatively new approach to the presentation of the railways as a part of the territory and to the object related documentation, however, a lot of logs moving beyond their earlier understanding of technical standard extension as plain economic evidence of tangible assets. The essence of both methods is the most faithful description of reality, both in its current state and future, but used somewhat different purposes and operating under somewhat different conditions. The paper is trying to post a comparison of both of these approaches and to find their identical and different features in their application on a network of the rails and railyards spatial description and registration of their civil-technical and operational characteristics.

### Klíčová slova:

železniční dopravní cesta; prostorový popis drah; pasportní evidence; informační systém; Informační modelování budov; projektování investiční výstavby; grafikon vlakové dopravy; geoinformace

### Keywords:

railroad; spatial description of the railways; object oriented documentation; information system; Building Information Modeling; design of investment construction; train diagram; geoinformation

## 1. ÚVOD

Dějiny civilizace a lidského poznávání světa jsou plné událostí, v nichž dochází k setkávání, případně až ke konfliktu a vzájemné likvidaci procesů, do té doby relativně klidně a nezávisle probíhajících vedle sebe. Poslední z uvedených možných interakcí pak nejčastěji vede ke vzniku nových procesů, které se následně dále, klidně či konfliktně, setkávají vzájemně i s okolní realitou, avšak na jiné úrovni, než původní procesy, z nichž vznikly.

V oblasti stavebnictví můžeme takovýto vývoj sledovat třeba při výstavbě obydlí nebo jiných účelových staveb, které mohou být budovány relativně „nezávisle“ na okolí a „na zelené louce“. Ovšem až do okamžiku, kdy koncept jejich konstrukce narazí na technologické možnosti doby, přírodní podmínky dané lokality a/nebo potřebu umístit objekt právě v určitém, dosud nezvyklém, místě. Pak nastává potřeba upravit dosavadní postupy s využitím poznatků do té doby „nepraktických“ teoreticky (metafyzicky) dosažených výsledků. Ty ve své prvotní podobě zpravidla „pouze“ předkládají ideje jak svět vykládat či zobrazovat. V da-

ném kontaktu s inženýrskými postupy však jde o to, jak realitu žádoucím způsobem změnit. Byť někdy, při nedostatku jejího poznání, i s mnoha nechtěnými, až nebezpečnými, důsledky.

Tento vývoj poznávání světa byl v minulosti často spojen i s existencí dopravních cest. Ty vznikaly nejprve spontánně v důsledku snahy o zlepšení životních podmínek lokálně situovaných komunit či k zajištění jejich prosté existence. Později však byla motivací jejich hledání a budování často i agrese, ale někdy i jen prostá zvědavost. Po jejich prvotním ovládnutí, spojeným již většinou i se záznamem a úpravami důležitých vlastností okolního území, si je většinou, jako své pracovní prostředí, kromě státu, přisvojili i obchodníci a jiné soukromé subjekty. Ti pak na nich společně zavedli určitý provozní řád, již značně oddělený od jejich původní přírodně-technické podstaty. Jejich cílem, a tedy účelem dopravních cest, bylo šíření zboží i osob (třeba i armád) a jejich vedlejším efektem se mj. stalo i rozšiřování idejí, ale také nejrůznějších parazitů. Podobně se oddělily i původní poznávací role obecného popisu území od procesů konstrukčních postupů využití zobrazeného území k různým účelům. Zejména pokud šlo o nejnižší lokální úroveň – tedy stavby jednotlivých budov, přístavišť apod.

Současné globalizované podmínky fungování celosvětové ekonomiky, spojené s vysokou úrovní informatické podpory většiny náročných poznávacích, správních i řídicích procesů, sice rudimentálně zachovávají i mnohé detaily z postupů předchozího vývoje, avšak rozvinutá dělba práce tyto původní jednoduché principy svými praktickými důsledky většinou zakrývá za jejich vnějšími projevy nebo složitou vnitřní technologií, realizovanou specialisty mnoha různých odvětví. Takto to však může fungovat pouze v jisté úrovni ustáleného stavu. V okamžiku, kdy se mění vlastní podstata reality a vznikají nové vzájemné rozpory technologických, informačních a jiných procesů, je vždy potřebné se vracet ke kořenům a nově nastavovat jednotlivé postupy na vyšší úroveň a s novou intenzitou vztahů k jejich pozměněnému okolí.

K takovému vývoji dochází v poslední době i při hledání cest k uplatnění geoinformatických principů při popisu všech typů dopravních cest. S největší intenzitou však u cesty železniční, na níž dochází k nejtěsnějšímu propojení mezi stavebně-technickou povahou vlastní konstrukce dané cesty / dráhy, vlastnostmi všech typů drážních vozidel a globálními potřebami řešení přepravních procesů. Současně ale i s řešeními souvisejících lokálních problémů, spojených s nalézáním optimálních metod zajišťování jejich všestranné efektivnosti a bezpečnosti. Současné železnice již přitom vytvářejí rozsáhlou a vnitřně mnoha vztahy propojenou mezinárodní síť, jejíž vlastnosti a požadavky se v řešení aktuálních lokálních potřeb uplatňují velmi specificky, zpravidla nepřímo, a mnohdy v řadě aspektů i vzájemně rozporně.

To se týká i dělby činností spojených se správou dat o této síti, realizovanou s několika různými cíli. Na primární technické úrovni jde o data o mnoha typech zařízení železniční dopravní cesty (ŽDC), umožňujících nesení a vedení dopravních prostředků, obecněji však i dodávku trakční energie a řízení jejich složitého provozu<sup>1</sup>. Ten pak musí být na vyšší a dlouhodobější úrovni, s ohledem na způsoby interakce vozidel a kolejí při pohybu na tratích a kolejistích, dlouhodobě plánován formou centralizovaných grafikonů vlakové dopravy (GVD) a následně, na další hierarchické úrovni abstrakce, ekonomicky i jinak vyhodnocován. Výsledky těchto hodnocení pak na ještě vyšší úrovni mohou sloužit i k optimalizacím topologie a konstrukčních vlastností dílčích částí sítě cestou jejich rekonstrukcí, modernizací, snášením nepotřebných konstrukcí a výstavbou nových. To vše se nejčastěji odehrává za běžného provozu. Tím vším se také naplňuje životní cyklus drah, probíhající v řadě mnoha desítek let a s dosahem až do krajinného a sociálního vývoje rozsáhlých území.

Současný prostorový popis drah proto musí být schopen jak do sebe integrovat předchozí stavebně technický vývoj, tak reagovat i na jeho inovace. Vedle sebe v něm proto stále koexistují úseky navrhované dávnými předky a realizované dnes již nepoužívanými, ale zpravidla velmi komplexně vnímanými postupy, s takovými úseky, jejichž konstrukce si původní tvůrci prvních tratí ani nedokázali představit. A přesto jsou tyto technologicky vzdálené činnosti metodicky a svým účelem v zásadě shodné, pouze realizované jinými prostředky. Aplikace velmi sofistikovaných SW nástrojů v současnosti umožňují návrhy tak přesných a často i funkčně účinných modelů reality, že se komplexností svých modelů mohou, ovšem na zcela jiné úrovni poznání, blížít nejlepšími individuálními zkušenostmi a tvůrčí praxí prvních stavitelů drah. Lze je proto bez-

---

<sup>1</sup> v detailní úrovni jde kromě řízení v reálném čase např. i o řešení příčin a důsledků mimořádných událostí

prostředně použit nejen pro prosté evidence dosaženého stavu majetku a jako pasivní pomůcky jeho správy, ale i jako aktivní báze znalostí a nástroje vhodné pro návrhy jejich stavebně technických úprav. Jeden z těchto postupů, zaváděný již jako evropský standard projektování, se označuje jako „*Building Information Modeling*“ nebo též „*Building Information Management*“, zkráceně „BIM“.

Svémi výsledky však modely globalizovaných procesů realizované v prostředí automatizovaných informačních systémů (IS) umožňují, paralelně s existující realitou, vytvářet kvalitativně zcela jiný prostor, označovaný jako „kyberprostor“. Ten má mnoho nových vlastností, ale i nároků na zajištění své existence. Může přitom mít i řadu dříve neznámých účinků na prostor reálný. O některých z nich, a jejich sociálně-politických souvislostech, se lze velmi poučeně dozvědět např. v práci [1]<sup>2</sup>. Podobné rysy však lze nalézt i na mnohem více technicky orientované úrovni. Včetně procesů přípravy a realizace stavebních investic.

Společným rysem obou těchto úrovní je přístup k práci s daty a jejich významy. Mnohé, především technicky orientované, teorie řízení totiž striktně oddělují pojmy „data“ ve smyslu množiny údajů různé podstaty, původu a formy, od pojmu „informace“<sup>3</sup>, který vyjadřuje funkční obsah dat a prezentuje je jako výsledek aktivní činnosti řídicího subjektu, který z disponibilních údajů účelově vybírá a dále zpracovává ty, která mu umožňují řešit jeho aktuální rozhodovací problémy. Bez prvotní formulace cílů tedy žádné informace, snižující neurčitost (entropii) systému dle záměrů řídicího subjektu, proto v tomto pojetí neexistují. Z takto chápaných dat (např. obsahu novin), pak lze v různých souvislostech a čase, získat zcela různé informace. Dokonce i takové, které v nich explicitně vůbec nejsou uvedeny<sup>4</sup> (srv. např. jednotlivý výsledek aktuálního sportovního utkání a pravděpodobnost výhry v sázce na příští zápas, získanou komplexní statistickou analýzou delší časové řady podobných zápasů a jejich souvislostí, uveřejněných v týchž novinách, ovšem třeba i v několika minulých ročnících).

A přesně do těchto podmínek zapadá i metodika „BIM“. V jejím kontextu jsou pomocí věcně specializovaných SW nástrojů a s pomocí různých prostorových a funkčních dat o současném i budoucím požadovaném stavu reality (stavebních objektů a technologií apod.) vytvářeny její vyspělé statické i dynamické modely. Tyto modely jsou následně pomocí specializovaných algoritmů aktivně zkoumány z hledisek různých cílů a podmínek jejich dosahování. To po zpracování výsledků umožňuje získávat skutečně nové informace o podstatě a důsledcích variant navrhovaných řešení. Tyto nástroje jsou ale současně schopny vygenerovat na stejné detailní technické bázi i konzistentní souhrnné výsledky jiné než technické podstaty – organizační, ekonomické apod. Ale nejen to. Detailní výstupní data mohou být za jistých předpokladů bezprostředně využita i pro provozní evidence, potřebné ve fázi rutinního provozu výsledku projektem připravených stavebně-technických úprav původního stavu reality. Otázkou však je, jaké jsou předpoklady vyu-

<sup>2</sup> např. na str. 355 se o vztahu lidského poznání v kyberprostoru uvádí: „V éře internetu je světové uspořádání často kladeno na úroveň tezí, že když lidé dostanou šanci svobodně nabývat informace a dělit se o ně, zakoření v nich přirozené lidské puzení ke svobodě. ... Filozofové a básníci však už odedávna rozdělují schopnosti mysli na tři složky: **informaci, poznání a moudrost**. Internet se soustředí na pole informací, jejichž šíření exponenciálně usnadňuje. **..Informační přesycenost však může paradoxně bránit tomu, aby člověk nabyl poznání a učinil moudrost ještě nedosažitelnější než dřív**“ (zvýrazněno autorem)

<sup>3</sup> viz např. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Informace> - „Fyzikální definice: Informace je schopnost organizovat, nebo v organizovaném stavu udržovat. Informace obecně je proces vnímání a poznávání vlastností a uspořádání objektů kolem nás“ (podle Beneš P., *Informace o informaci*. Praha 2010, 123 s. ISBN 978-80-7300-263-3),

Případně definice z teorie informace (podle: Vajda I., *Teorie informace*. Vydavatelství ČVUT, Praha 2004. ISBN 80-01-02986-7): „Informaci  $I(X;Y)$  ve zprávě  $Y$  o zprávě  $X$  zdroje  $(X,Y) \sim (X \times \psi, p(x,y))$  definujeme jako relativní entropii  $D(p(x,y) \parallel p(x)p(y))$  mezi skutečným rozdělením  $p(x,y)$  dvojice zpráv  $(X,Y)$  a součinným rozdělením  $q(x,y) = p(x)p(y)$ , kterým by se dvojice řídila, kdyby její komponenty  $X$  a  $Y$  byly vzájemně nezávislé, tj.

$$I(X;Y) = \sum_{x \in \mathcal{X}} \sum_{y \in \mathcal{Y}} p(x,y) \log \frac{p(x,y)}{p(x)p(y)}$$

(Logaritmus se zde obvykle uvažuje dvojkový. V tom případě je informace vyjádřena v bitech.)

<sup>4</sup> podobnou vlastnost, totiž schopnost vysvětlit i jiné skutečnosti, než pro jejichž řešení byla původně vytvořena, přisuzují mnozí autoři i dobře formulovaným vědeckým teoriím

žitelnosti těchto postupů, a do jaké míry jsou tyto obecně a teoreticky rozpracované postupy použitelné i v praxi projektování a provozování železničních drah. Případně kde jsou a v čem spočívají jejich omezení.

## 2. ZÁKLADNÍ RYSY METODIKY PROSTOROVÉHO POPISU DRAH

### 2.1. Všeobecné požadavky na popis drah a jejich prostorovou podstatu

Každý jednotlivec i organizovaná skupina lidí si pro zajištění své existence vytvářejí různé složité modely reálného světa, v němž se pohybují. Beran v práci [2] zavedl pro potřeby teoretického popisu chování fyzických i právnických osob v abstraktním výrobním popisu  $n$ -dimenzionální prostor, v němž v podobě souřadnicových os vystupují nejen známé 4 souřadnice reálného světa, ale i vzájemně nezávislé souřadnice vyjadřující další technické a sociálně-ekonomické veličiny, charakterizující možné trajektorie pohybu subjektu (prvku) v takovémto prostoru. Jeho funkční chování definují tzv. „elementární části činností“ prvku, které se realizují jediným postupem a nesdružují se s jinými. Úplný prostor realizace činností prvku  $I$  je množinou všech jeho elementárních částí  $I = (E_1, \dots, E_n)$ . Vektor  $E_q$  všech objemových veličin  $q_i(t)$ , popisujících zdrojové aktivity elementární části prvku, pak definuje stav  $S$  objemové části prvku v čase  $t$ . Pro tyto veličiny jsou následně definovány zobecněné analytické funkce, např. typu derivací průběhu trajektorie pohybu prvku ve stavovém prostoru, které lze interpretovat jako např. rychlost a zrychlení v běžném 3D prostoru. Ale i mnohem abstraktněji. Např. měrnou spotřebu energie na jednotku výkonu jako abstraktní rychlost nebo intenzitu procesů inovací jako abstraktní zrychlení některého procesu, resp. jeho stavové trajektorie.

Cílem tohoto sdělení není podrobný výklad uvedené velmi abstraktní, a zřejmě již zcela zapomenuté, teorie. Je citována proto, že analýzy jejího možného praktického uplatnění provedené v 80-tých letech minulého století<sup>5</sup> narazily na tři základní bariery:

1. nedostatek výpočetní kapacity schopné takovýto abstraktní model sestavit a využívat,
2. logickou nekonzistenci systémů dat různých specializací znemožňující sestavit potřebný  $n$ -dimenzionální, ortonormální a věcně konzistentní, souřadnicový systém stavového prostoru,
3. koncepčně zcela odlišné postupy administrativně správních a řídicích aparátů té doby, projevující se v principiálně odlišných technologiích práce s daty generovanými v rutinních IS podniků, oproti datům potřebným pro teoretický model a odtud plynoucí spornou využitelnost jím poskytovaných informací určených pro aktivní ovlivňování abstraktních trajektorií pohybu různých prvků stavového prostoru reálně probíhajících procesů.

Po téměř 40 letech od vzniku této teorie se sice situace v mnohém zásadně změnila, ale v některých principech zůstala stále stejná. Lze však přinejmenším konstatovat, že prakticky odpadla první příčina tehdejších neúspěchů pokusů o praktickou realizaci naznačené „universální teorie komplexního řízení“. Rozvoj nejen technologií výpočetní a komunikační techniky (ICT), ale i souvisejících metodik práce s daty, vč. např. zjišťování a zajišťování kvality prostorových dat, i pomocí normovaných metadat, je totiž více než řádový.

Odstraněním universálního dosahu centrálního plánování až do nejnižších úrovní výrobních procesů byly možná odstraněny i některé bariéry druhé skupiny. Zejména v oblasti lokálního použití ryze technicky orientovaných procesů a vytváření i využívání jejich ICT modelů. Pokusy o integrované komplexnější pohledy na procesy řízení však stále narážejí na nejrůznější hranice třetího okruhu, počínaje odlišnou terminologií různých odvětví a konče vymežováním stále přesnějších hranic pyramid (či spíše abstraktních kuželů) kompetence a odpovědností jednotlivých specialistů a manažerů<sup>6</sup>.

Úplný pesimismus by však zřejmě nebyl na místě. O tom svědčí mj. i řada návrhů různých „smart“ koncepcí kombinace ICT postupů aplikovaných nejen do prostředí komerční nabídky spotřebního zboží, ale i do využití geoinformací pro návrhy prakticky orientovaných prostorových aplikací<sup>7</sup>. V nich jsou, kromě např.

<sup>5</sup> viz např. Čihal R. *Analýza systému řízení prostředků dopravy a mechanizace stavební výroby s využitím výpočetní techniky, kandidátská disertační práce, ČVUT Praha, červenec 1986*

<sup>6</sup> včetně udržování opačné orientace vrcholů pyramid vedoucích k minimalizaci odpovědnosti řídicího subjektu při současné maximalizaci jeho pravomoci

<sup>7</sup> podrobněji v přednášce J. Dangermonda na konferenci ESRI 2016, z nich část je uvedena v rozhovoru v časopise *National Geographic* z října 2016

„smart“ domů nebo celých měst, zahrnutý i náměty pro vytvoření „smart“ dopravních cest vybavených např. zcela automatickým vedením vozidel. Tato tendence ovšem vyžaduje nové přístupy jak k návrhu daných cest, tak vozidel, jako součástí globálnějšího systému řízení, který se proto v mnoha rysech začíná blížit výše uvedenému teoretickému modelu [2]. K jeho vytvoření je ovšem potřebný i nový sortiment, kvalita a metody práce s prostorovými daty. Především zajištění jejich jednoznačné identifikace, přiměřeně přesné lokalizace a vybavení záznamů o evidovaných objektech mnoha různými atributy, nutnými pro potřebné výpočty.

Je proto možná užitečné si přitom uvědomit, jak se v tomto směru začínají prolínat technologie používané na pozemních a železničních dopravních cestách. Na dálnicích a v městských aglomeracích přibývají semaforey a další inteligentní značky telematických aplikací, omezující libovůli individuálního řidiče ve prospěch dosažení plynulého a bezpečného dopravního toku jako celku. Na železnice naopak vstupuje větší počet aktivních subjektů, čímž se nároky na systémy jejich řízení zobecňují z předchozích ryze podnikových, a proto relativně značně uzavřených a širší veřejnosti nesrozumitelných, systémů na úroveň téměř IS veřejné správy (VS). Což ovšem dále vyžaduje zvýšení úrovně standardizace různých informačních procesů. A jak ukazuje podrobnější pohled, toto zvýšení úrovně relevantních procesů začíná právě technologiemi projektování dopravních cest s využitím principů „BIM“.

## 2.2. Manažerský a dopravně provozní pohled a jejich nároky na popis drah

Manažerská úroveň práce s daty o ŽDC rutinně využívá jednak zjednodušená schémata nebo mapy menších měřítek existujících, případně nově navrhovaných dopravních cest všech typů (vč. nástrojů jejich různých klasifikací a statistik), jednak standardní evidence dlouhodobého majetku a výhledy jeho rozvoje. Žádná z těchto aplikací přitom nemá vysoké nároky na přesný prostorový ani funkční popis dopravních cest. Formulací svých požadavků na obsah a formu výstupů IS však požadavky právě této úrovně zásadně ovlivňují řadu vlastností IS i těch úrovní, které přesný popis potřebují. Počínaje identifikací různých evidovaných objektů a metod jejich klasifikací a konče obsahem a formáty výstupních informací.

Dlouhodobě tradovaný, a Zákonem o drahách [3], resp. vyhláškou [4], podporovaný, popis železniční sítě, je orientován téměř výhradně na provozování drážní dopravy. To má svou uživatelskou logiku. Nicméně je nutné uvážit, že v těchto dokumentech jen velmi letmo a v návaznosti na povinnosti zpracovatele jízdních řádů naznačený popis ŽDC, není jediný možný, a že už vůbec nejde o popis použitelný v prostorovém smyslu. Modely sítě potřebné pro sestavení GVD a jejich podklady popisují potřebná zařízení infrastruktury na bázi sítě uzlů a lineárních hran<sup>8</sup>. Polohová přesnost těchto uzlů (dopravně významných bodů – DVB jako reprezentantů rozsáhlejších dopravně významných míst – DVM) se přitom pohybuje v řádu metrů a přesnost lokalizace bodů přímo tvořících hrany není zaručena nijak. Atributy uzlů i hran podporující různé metody výpočtů jízdních dob, kapacit a dalších dopravních charakteristik, se k topologickému modelu připojují v zásadě manuálně, tedy značně nezávisle na obsahu relevantních technických evidencí.

Horší však je, že tyto modely nejsou časově ani identifikačně stabilní, protože podléhají rytmu sestavy GVD s prioritou osobní dopravy. Ta musí být synchronizovaná mezinárodně v intervalech trvání v řádu měsíců<sup>9</sup>. Rovněž kvalitativní a kvantitativní charakteristiky zařízení infrastruktury jsou v celoevropské podobě Registru infrastruktury zpracovávaném podle principů odvozených z nařízení a směrnic EU [6, 7] podřízeny potřebám Registru vozidel ve smyslu TSI TAF [8]. Teoreticky by tak sice měly odpovídat charakteristikám těchto objektů z pohledu jejich provozovatelů, avšak odlišné pohledy na způsoby použití zařízení v praxi mnohdy vedou ke značným rozdílům v obsahu i kvalitě odděleně evidovaných provozních dat obou typů.

Systém identifikace uzlů sítě v úrovni DVM, realizovaný podle vyhlášky UIC<sup>10</sup> [9] a v ČR předepsaný služební rukověť Správy železniční dopravní cesty s.o. (SŽDC) SR70 [10], je rovněž podřízen potřebám sestavy GVD. Hrany však svou jednoznačnou a uživatelsky fixovanou identifikaci vůbec nemají. Jejich seznam tak lze jen přibližně odvodit z obsahu Úředních povolení drah (celostátní, regionálních, případně vleček), kte-

<sup>8</sup> viz např. Gašparík J., Šulko P. *Technológia železničnej dopravy, Líniové dopravné procesy*, Žilinská univerzita, Žilina 2016, ISBN 978-80-554-1171-2

<sup>9</sup> v základním cyklu se GVD mění 2x ročně, existují však i dílčí úpravy realizované v kratším intervalu

<sup>10</sup> *Union Internationale des Chemins de fer – Mezinárodní železniční unie*

ré vydává Drážní úřad. Podobně vypadající identifikace „trati“ publikované v jízdních řádech osobní dopravy, jsou přitom ve skutečnosti jen seznamy dopravních linek a s infrastrukturou, po níž tyto linky vedou, nemají mnoho společného<sup>11</sup>. To pak může způsobovat nedorozumění s orgány i technologiemi IS VS a omezuje to i přesnost prostorové lokalizace projektů stavebně-technických inovací částí sítě<sup>12</sup>. Tato přesnost je přitom potřebná nejen pro provozování zařízení dráhy, ale zejména pro řízení dopravních procesů v reálném čase.

Z hlediska všech dalších úvah je nejpodstatnější, že podobně jako manažerský, tak mnohem více dopravně provozní, pohled na ŽDC, formuluje mnoho cílových podmínek a požadavků kladených na rozsah a kvalitu jednotlivých částí drah, způsoby jejich provozování, a tím i na jejich popis. Klíčovou roli přitom má (nejen pro interní potřeby SŽDC) předpis D1 [11] Tyto požadavky pak vstupují, často formou velmi generalizovaných údajů, i do procesů zadávání stavebně technických inovací. A tím se přímo dotýkají všech věcně relevantních technických evidencí. Mezi charakteristikami operativního řízení dopravního provozu zaznamenávanými v reálném čase a údaji, které byly do GVD vloženy před mnoha měsíci (a v té době proto v některých lokalitách popisovaly pouze projektovaný, nikoli již reálně existující stav), tak vzniká značné napětí. To se pak promítá mj. i do provozních modelů technicko-pasportních evidencí. Jejich podstaty, přesnosti a zejména aktuálnosti, která se významně liší od potřeb ekonomických a jiných manažersky orientovaných evidencí. Ale také mnoha nespécializovaných mapových prezentací reality.

Tyto problémy s popisem železniční sítě si jako první v plném rozsahu uvědomili již v 70. letech minulého století ve Švýcarsku. Na základě zkušeností SBB<sup>13</sup> jsou proto již několik let vyvíjeny mezinárodními konsorcií pod hlavičkou UIC dvě zásadně nové technologie, které by měly přinést obrat a standardizaci i do propojení dat popisu sítě pro potřeby jak systémů provozování dopravy, tak drah. Jde o projekty označované „CRD“<sup>14</sup> [12] a RailTopoModel (RTM) [13], jejichž vlastnosti byly podrobněji diskutovány v příspěvku GIS Ostrava 2016 [14]. Existence obou těchto systémů a úroveň jejich využívání se přitom dotýká jak sestav GVD na mezinárodní úrovni, tak zpracování Registru infrastruktury, základních technických evidencí vedených s přesností až na dílčí část konstrukcí (např. přestavník výhybky), ale i globalizované prezentace drah v datech zpracovávaných dle směrnice EU INSPIRE (lokalizované v ČR zákonem [15]) a příbuzných geoinformačních projektech (předpokládejme, že včetně postupů navrhovaných v rámci Akčního plánu GeoInfo-Strategie [16]). V tomto kontextu se pak obě tyto technologie týkají i metodiky „BIM“.

### 2.3. Technický a pasportní pohled na ŽDC

Stavby drah (a pro účel tohoto sdělení i stavby na dráze - viz odpovídající pojmy uvedené v zákonu [3]) patří mezi technicky nejkomplexnější, a současně prostorově i nejrozsáhlejší stavební díla vůbec. Z tohoto důvodu se na jejich projektování, výstavbu a provoz vztahuje, kromě vyhlášek [4, 5] rozšiřujících zákon [3], i řada mnoha ustanovení jiných národních zákonů (zejména jde o zákony stavební [17] a o zeměměřičtví [18]) a množství různých vnitropodnikových, národních i mezinárodních norem a předpisů různého druhu, zajišťujících nadnárodní standardizaci železnice a provozu na ní. Základy řady z nich přitom pocházejí již z konce 19. století a mají obecně, v podobě dokumentů UIC i mimoevropský dosah. Do legislativy EU byly převzaty v podobě „Technických standardů interoperability“ (TSI) a navazujících rozhodnutí Evropské komise, vytvořených jako modernizace a unifikace mnoha starších národních dokumentů a směrnic UIC.

Základní vlastností, ale také problémem, železnice jako celku, je komplexní charakter jejích funkcí, projevující se v provázanosti a dlouhodobé návaznosti charakteristik samostatně zdánlivě velmi technologicky odlišných objektů. Takže např. i u většiny pozemních objektů v okolí dráhy (samozřejmě nikoli správních budov někde v městské zástavbě) budou zřejmě v prostorovém popisu jejich umístění figurovat, kromě

<sup>11</sup> *Jde o obdobný vztah, jaký je mezi čísly linek městské hromadné dopravy a názvy ulic, kudy tyto linky právě vedou. Na rozdíl od železnice ale nikoho ani nenapadne formulovat umístění nějakého objektu ve městě s využitím údaje „na ulici X“, protože po ní právě v době daného grafikonu jezdí linka č. X (jindy ale třeba i Y nebo současně i mnoho jiných).*

<sup>12</sup> *nejčastěji ve formě „úsek trati X – Y od kilometru L<sub>1</sub> do L<sub>2</sub>“ (případně doplněné technickou podstatou stavby, např. „obnova ŽSv“, „instalace AVV“ apod.)*

<sup>13</sup> *Schweizerische Bundesbahnen - Švýcarské spolkové dráhy*

<sup>14</sup> *Central Repository Domain – Centrální úložiště dat*

universálně používaných katastrálních údajů, i údaje o trati, k níž funkčně budova náleží a staničení jejich referenčních bodů v jejich aktuální, a případně novou stavbou upravené, podobě.

Tato komplexnost vychází především z vlastností interakcí mezi ŽDC (především prvků železničního svršku – ŽSv) a drážními vozidly. Zřejmě i proto vystupují hlavní prvky ŽSv (koleje výhybky) jako reprezentanti celé sítě. Ve skutečnosti ale pod nimi a v jejich okolí leží mnoho zařízení a staveb železničního spodku (náspy, mosty, tunely, přejezdy, nástupiště, zdi atd.), zařízení zabezpečovací techniky (návěstidla, stavědla atd.) a elektrotechniky (trakční vedení, transformovny, měnírny, sítě osvětlení atd.). Mnohá z těchto zařízení přitom vytvářejí vlastní síťové struktury, které nesledují přesně, případně vůbec, prostorově určenou síť prezentovanou kolejemi. To se v největší míře týká zařízení sdělovací techniky a moderních prvků zabezpečení, založených na přenosových cestách vybudovaných nejvyspěleji na bázi technologie GSM-R. V těchto případech pak nad prostorovým popisem ŽDC převládá její popis funkční, prezentovaný např. konstrukčními schémata přenosových cest, telefonních a řídicích ústředí a stavědel, tabulkami frekvenčních charakteristik šíření různých typů signálů, např. po síti optických kabelů apod.

Všechna tato rozmanitá zařízení jsou předmětem zájmu specialistů příslušných odvětví a provozních evidencí, sloužících zejména k zajištění bezporuchové činnosti drah. Je přitom logické, že prvotní, a zřejmě i lokálně nejuplněnější a nejpresnější popis těchto různých funkcí, musel být uveden již ve stavebně-technickém projektu příslušné části sítě, resp. dané odbornosti. Projekt podle jeho provedení by proto měl být i nejpresnějším zdrojem dat vhodných pro udržování požadovaných technických funkcí dráhy jako celku. Právě v tomto okamžiku však tento jeho potenciál začíná narážet na mnoho výše zmíněných barrier, souvisejících s obecně sociálními, ale i historickými a dalšími aspekty vývoje a aktuálními funkcemi železnic.

To pak vyžaduje řešit nejen vztah projektované lokální úpravy a celé dráhy s jejím okolím<sup>15</sup>, ale také vztahy mezi kompetencemi a odpovědnostmi různých specialistů. Platností a omezení různých typů norem a předpisů, přesností modelů zobrazení potřebných funkcí, související terminologií atd. Vhodným, dostatečně komplexním příkladem těchto vazeb a vztahů je zařízení jednoduše označované jako „přejezd“<sup>16</sup>, přesněji „úrovňové křížení dráhy a pozemní komunikace“ (srv. obsah norem a předpisů [19 - 21] a dalších).

Toto zařízení může být velmi jednoduché, zejména na jednokolejných drahách křížených komunikací nízké úrovně – např. lesní cestou, bez jakýchkoli aktivních vazeb s okolím. Nebo také velmi složité, např. na vícekolejných úsecích koridorových tratí křížených víceproudými komunikacemi nejvyšších tříd (kromě dálnic). V tomto provedení již má přejezd zpravidla i vlastní odvodnění, přívod energie k zabezpečovacím prvkům, případně může, kromě běžné dopravní značky, a dnes již i identifikace, disponovat i aktivními telematickými prvky, určenými pro komunikaci s drážními vozidly (indikace stavu zařízení zabezpečení) a v navrhované nejvyspělejší podobě i se silničními vozidly<sup>17</sup> (stav zabezpečení a indikace blížícího se vlaku).

Pro určení prostorové polohy takto složité konstrukce, na níž může navíc docházet k souběhu několika drah různých provozovatelů, již proto nestačí prosté údaje staničení zadané ve vztahu k oběma typům dopravních cest. Referenčních bodů může být i několik a je potřebná jejich zeměpisná lokalizace, s přesností v řádu centimetrů, nezbytná k zajištění funkcí telematiky. Nároky a odpovědnosti správců (i osazení silničních značek je totiž věcí příslušného drážního, nikoli silničního, správního orgánu) a následně např. orgánů záchranného systému řešícího důsledky mimořádných událostí, tak mnohonásobně překračují prostý obsah stavebně-technického projektu. Nehledě na nezbytnost použití jednotné informační báze spojující všechny relevantní IS, počínaje samotným stavebně-technickým projektem a konče např. IS složek záchranného systému a dalších částí IS VS, potřebnými např. pro zpracování územně analytických pokladů obcí.

Potřeba zachycení polohové přesnosti DVB v takovémto přístupu pak plyne nejen z vlastních funkcí technického řešení, ale i z širších souvislostí. Např. z možných průběhů soudních posuzování odpovědností za vznik případné nehody, do níž vstoupily vyspělé automatizační prvky. To vše se pak značně vzdaluje základní manažersko-ekonomické evidenci, v níž jsou jednoduché přejezdy pouze lokální vlastností příslušné-

<sup>15</sup> včetně aspektů mimodrážních, např. ekologických, dopravně-politických atd.

<sup>16</sup> pro tento účel můžeme pominout související konstrukci „přechod“ určenou pouze pro pěší, podrobněji viz např. v metodice [22]

<sup>17</sup> běžně jsou však doplňována i informační zařízení určená pro nevidomé

ho úseku ŽSv, a i ty nejsložitější konstrukce se věcně i ekonomicky rozpouštějí do evidencí jednotlivých služebních odvětví jejich správou pověřených.

Ta ovšem mají i své vlastní IS, účelově navržené k podpoře funkcí správy daného typu objektů ŽDC. Poněkud jiné nároky proto mají správci ŽSv (vč. zajištění role reprezentanta celé sítě ve vztahu k drážním vozidlům i široké veřejnosti), jiné správci mostů, tunelů atd. V případě přejezdů (ale nejen jich) i všech dalších odvětví, která mají odpovědnost za funkce dílčích zařízení tvořících s evidovaným základním objektem jeden funkční celek. Problémem proto je, jak všechny tyto IS sjednotit tak, aby vždy jednoznačně a aktuálně identifikovaly stejné zařízení, používaly shodnou a přesnou lokalizaci jeho referenčních bodů i jeho umístění v síti a měly řadu dalších unifikovaných vlastností.

#### 2.4. Geodetický pohled na ŽDC

Klíčovou roli při zajišťování standardizovaného prostorového popisu ŽDC má IS geodetického typu<sup>18</sup>. Jeho základní funkce jsou v podmínkách SŽDC definovány předpisy M20 [23] a M21 [24]. V této podobě se geodetická data uplatňují i v rámci stavebních částí projektů a do jisté míry i provozní evidenci stavebních odvětví odborů provozování dráhy. K funkcím řízení dopravního provozu, natož manažerským a ekonomickým, však tyto základní prostorové popisy ŽDC nedosahují. Dlouhodobě k tomu ani zdánlivě nebyl důvod, protože procesy výstavby ŽDC dělilo od její provozní a ekonomické operativy často více než století.

Avšak již výstavba automatizovaně podpořených a integrovaných pasportních evidencí od počátku 90. tých let začala tuto situaci měnit. Vzhledem k tomu, že se mnohá původní stavebně-technická dokumentace části sítě nedochovala nebo nebyla z různých důvodů pro účely těchto IS použitelná, musela vzniknout nová metodika technického popisu sítě, zprostředkovávající co nejpřesnější technické a geodetické pohledy pohledům provozním. Tato metodika je spojena s existencí předpisu M12 [25], na jehož bázi pak byly jednotně postaveny základní prostorové popisy všech zařízení infrastruktury SŽDC, především ŽSv [26]. Přestože tento popis nebyl geodeticky plně garantovaný, splnil svým přesahem nejen do dopravních, ale i ekonomických aplikací, řadu významných funkcí informačního charakteru. Měl však (a dosud má) i svá mnohá omezení, týkající se zejména vazeb k dopravně-provozním potřebám.

Postupy vytyčování trasy a nivelety tratí jsou již dlouhodobě stabilizovány v učebnicích (např. [27]) a od starších dob se v zásadě liší jen používanou technikou. Podobně je tomu i s uplatňováním mnoha fyzikálně-technických principů, popisujících různými způsoby interakce ŽDC a drážních vozidel i jednotlivých částí ŽDC mezi sebou (např. pražcového podloží, vlastní konstrukce kolejového roštu a trakčního vedení, vlivy bludných proudů na korozi kovových konstrukcí apod.). Stále však přitom platí, že účelem vhodného návrhu geometrických parametrů koleje (GPK) je zřídit takovou kolej, která bude zajišťovat v maximální míře klidné a plynulé vedení vozidla, tak aby byly splněny principy bezpečnosti provozu a zároveň i přijatelného komfortu cestujících<sup>19</sup>.

Nové výpočetní nástroje dnes poskytují projektantům možnosti lépe laborovat s parametry typu „nedostatek převýšení“ ve vztahu ke změnám křivosti osy koleje, případně citlivěji pracovat se strmostí vstupu a poloměry oblouků. I nad rámce doporučení starší literatury<sup>20</sup>, v níž jsou podrobně analyzovány např. procesy kmitání vozové skříně. Vliv odchylek ve směru koleje přitom může podle [29] „nepříznivě ovlivnit bezpečnost proti vykolejení z důvodu zvětšení příčné síly  $Y$  ve vztahu k odezvě vozidla v poměru příčné a svislé kolové síly  $Y/Q$  a v součtu příčných sil  $\Sigma Y$ “. Klíčovým parametrem hodnocení kvality GPK pak je charakteristika „zborcení koleje“.

Tyto, a další jim podobné, výpočty se stále podílejí na určování nového požadovaného průběhu prostorové polohy osy koleje a jsou přímo podporovány funkcemi již současných specializovaných nástrojů CAD. V zájmu dosažení homogenosti souhrnného popisu sítě však je nezbytné v podobné úrovni určit parametry prostorové polohy osy koleje všech částí dráhy, nových i starých úseků. Společně s doměřením hranic

<sup>18</sup> v podmínkách SŽDC jsou jeho funkce zajišťovány útvary Správ železniční geodézie (SŽG)

<sup>19</sup> Projektování GPK se v ČR řídí normou ČSN 73 6360-1:2008 „Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování“, srv. též [29]

<sup>20</sup> viz např. Nedvěd R., *Železniční oblouk*; Průmyslové vydavatelství, Praha 1952



obvodu a ochranného pásma dráhy a následně i novou stabilizací systému zajištění prostorové polohy osy pomocí nových typů značek i stabilizačních prvků, schopných komunikace s měřicími vozy ŽSv a stroji velké stavební mechanizace. Zejména automatickými podbíječkami, schopnými s využitím těchto značek a družicových technologií dosahovat řádově lepších výsledků údržby nosných částí ŽDC ve smyslu původních projektů. Data pro řídicí počítače těchto strojů jsou pak novými výstupy projektů, v předchozích plně manuálních systémech správy drah, ale i projektování, nepotřebnými, a zpravidla i nedosažitelnými.

Tímto krokem se uzavírá informační vazba mezi aktuálním stavem sítě, návrhy nového stavu, podloženého přesnějšími postupy výpočtů s daty potřebnými pro provozní údržbu, jdoucími daleko nad úroveň starších verzí pasportních evidencí a novými postupy a technologiemi moderní geoinformatiky. Všechny takovéto postupy pak mají, společně s dalšími funkčními modely, své místo i v postupech „BIM“.

### 3. Informační charakteristiky stavebně-technických projektů a principy metodiky „BIM“

#### 3.1. Základní rysy stavebně-technických projektů drah

Dokumentace pro přípravu staveb drah a na drahách musí být vždy zpracovávána v souladu s aktuálně platným zněním všech věcně příslušných stavebních a dalších obecných právních předpisů, nařízení, vyhlášek, technických norem a dalších odborných předpisů. Vzhledem k životnímu cyklu většiny drážních objektů a k zásadnímu významu zajištění nejen ekonomie, ale zejména bezpečnosti, provozu drah, pohybů na dráze i ochrany životního prostředí, musí být stavby realizovány s využitím nejnovějších technických řešení, technologií provádění, postupů a volby materiálů, s cílem dosáhnout mj. i jejich co nejvyšší kvality a životnosti.

Pokud budeme v diskutované oblasti dále považovat za standard podmínky SŽDC (respektované mj. i v obsahu studijních plánů příslušných VŠ), pak je pro další úvahy zcela zásadní obsah směrnice GR SŽDC [28]. Podle jejího čl. 27 tvoří souhrnnou dokumentaci pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních tyto stupně:

1. Přípravná dokumentace (PD) - příloha č. 1
2. Projekt (P) - příloha č. 2
3. Projektové souhrnné řešení (PSŘ) - příloha č. 3
4. Dopracování projektového souhrnného řešení (DPSŘ) - příloha č. 4
5. Dokumentace dodavatele (DD) - příloha č. 5

V obsahu příl. 1 (PD) jsou uvedena témata velmi širokého okruhu problematiky, zejména:

- určení koncepce, rozsahu díla, umístění a časového vymezení realizace stavby včetně posouzení stavby z hlediska vlivu na životní prostředí (EIA),
- stanovení celkových investičních nákladů, a z toho plynoucí ekonomické hodnocení a pro zajištění finančních prostředků na přípravu a realizaci stavby, zajištění souladu s příslušným schváleným územním plánem,
- vymezení funkcí, rozsahu a účinků stavby ve všech odbornostech,

a mnoho dalších, zpřesňovaných v návazných dokumentech investiční přípravy a realizace stavby.

Jde tak o velmi komplexní dokument pokrývající velmi široký rozsah odborností nejen technické podstaty, ale i řešení mnoha administrativě-správních a manažerských aspektů stavebních procesů na jimi dotčených úsecích drah. Z hledisek sledovaných tímto sdělením se však jeví jako nejpodstatnější jejich informační vlastnosti. Ty jsou, přes počínající pokusy o uplatnění modernějších SW nástrojů, celkově z mnoha důvodů stále velmi tradiční.

Budeme-li za základ prostorového popisu dráhy prezentovaného stavebním projektem považovat konstrukce železničního svršku a spodku jako fyzického kontaktu s drážními vozidly, na něž (a do jejichž okolí) se následně umísťují zařízení sdělovací a zabezpečovací techniky a elektrotechniky, pak lze podstatu tohoto popisu prezentovanou ve výkresech označit jako „rastrovou“ (viz obr. 1).



kteřá se uzavírá mnoho měsíců před termínem jejich platnosti. Tedy v době, kdy příslušná dokumentace stavby nemusí být ještě vůbec k dispozici.

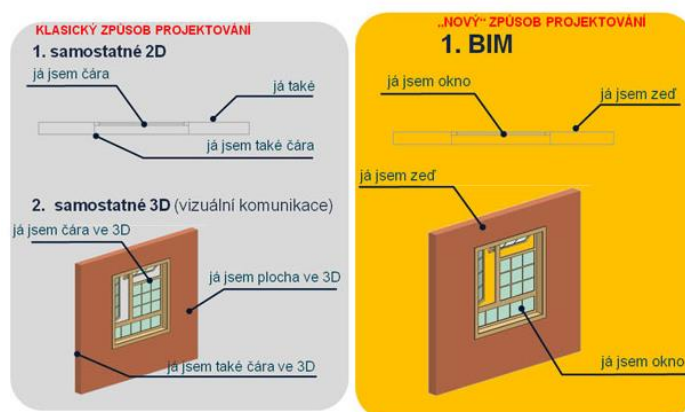
Z podstaty věci vyplývá, že obsah a rozsah celé stavební dokumentace konkrétní akce, počínaje přípravnou částí, bude většinou podstatně menší, než je rozsah úplné osnovy uvedené ve směrnici [28]. Např. v projektu stavební části napájecí stanice bude zřejmě věnována pozornost technologii rozvodu energie, ale nebudou v ní asi obsaženy detaily týkající se např. objektů železničního svršku nebo tunelů. Přesto musí komplexní stavební dokumentace ŽDC jako celku nějak ošetřit a vyvážit na jedné straně potřebné vědeckotechnické, normativní, správní a další sociálně ekonomické (např. majetkové) aspekty všech typů staveb, na druhé straně v těchto kontextech ale vytvořit i podklady pro návaznou provozně technickou dokumentaci (podklady pro sestavu GVD, pasporty, evidenci hmotného majetku apod.). Tato transformace dat pak spojuje relativně nezávislý a inovativní obsah projektu s existující a často dlouhodobě tradovanou (a tedy jednotlivým projektem zpravidla neřešitelnou) praxí. Takováto setrvačnost má přitom své aspekty nejen ekonomické (např. náklady na průběžné promítání změn systémů staničení realizací každé jednotlivé stavby do rozmístění všech dotčených staničnicků, zajišťovacích značek a související dokumentace), ale i provozní a bezpečnostní (např. zajištění správného vnímání změn systému staničení strojvedoucími).

Mezi takovýmito charakteristikami stavebně-technických projektů je pak nezbytné hledat ty, které má význam inovovat s využitím nově zaváděných informačních technologií, vč. metodiky „BIM“.

### 3.2. Stav realizace metodiky „BIM“ ve světě a v ČR

Podle [30] sahají počátky teorie „BIM“ až do 70-tých let minulého století, kdy se o principu informačního modelu stavby poprvé zmiňuje Charles M. Eastman z Institutu technologie v Georgii ve Spojených státech. Jde tedy o přibližně stejnou dobu, kdy byly vypracovávány základy teorie [2], a kdy začaly být u SBB propracovávány principy prostorového popisu drah. Podle uváděné definice je „BIM“ zkratkou anglických názvů „Building Information Modeling“ nebo „Building Information Management“ a jako metoda je chápána v podobě procesu vytváření a správy dat o předmětu svého působení během jeho celého životního cyklu. Do češtiny je první název překládán např. jako „Informační modelování budov“.

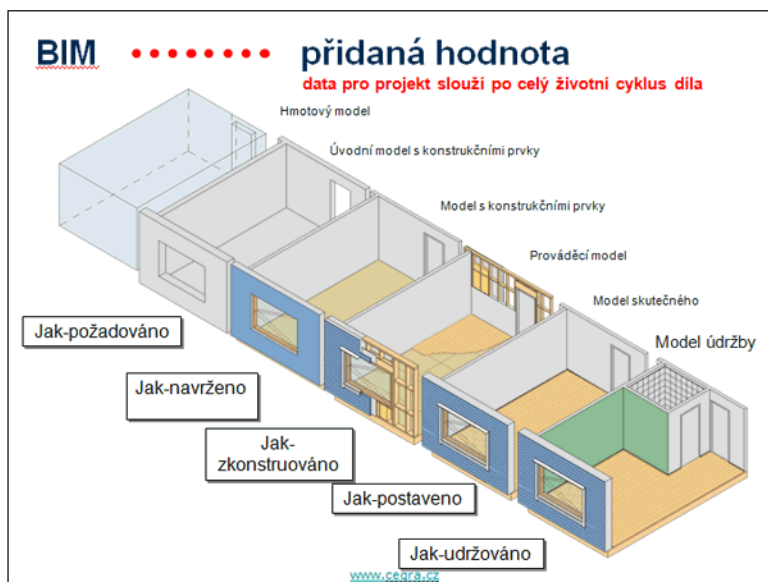
Zde však v přesném překladu pojmu „building“, jehož obsah se mění kontextově, narážíme i na další možnosti. I v aplikaci na pozemní stavitelství ho lze totiž přeložit nejen jako „budova“, ale i jako „stavba“. V širším pohledu ovšem může jít nejen o „stavbu“, ale i o „stavebnictví“ nebo „stavitelství“, což jsou v češtině velmi odlišné pojmy. Nebo může jít i o proces „stavění“, resp. „výstavby“. Každý z různých významů slova „building“ tím může skrývat poněkud jiný obsah metodiky a nástrojů označitelných jako „BIM“. Proto např. pouhé použití metodiky CPM nebo PERT<sup>21</sup> pro plánování postupu prací, asi nebude „čistý BIM“, jakkoli i on může tyto techniky obsahovat. Bez ohledu na tento kontext však jde vždy o digitální model, který reprezentuje fyzický a funkční objekt, integrovaně i s jeho charakteristikami. Slouží jako otevřená databáze informací o objektu, sloužící jak pro jeho realizaci, tak i provozování po celou dobu jeho existence. Velmi dobře vystihují podstatu metodiky „BIM“ obr. 2 a 3 převzaté z [31].



<sup>21</sup> CPM – Critical Path Method – metoda kritické cesty, PERT – Program Evaluation and Review Technique je jednou ze standardních metod síťové analýzy, která je zobecněním metody CPM pro procesy s dobou trvání ovlivněnou nahodilými vlivy

**Obr. 2** Základní informační rozdíly v pojetí klasického projektování a metodikou „BIM“

Je také vhodné vzít v úvahu, že pojem „building management“ má jeden z významů „stavební správa“, a že celá koncepce „BIM“ vychází z anglosaské tradice postavení hlavního geodeta stavby a jeho dokumentace v procesu výstavby všech, ale zejména složitých inženýrských, staveb, které jsou oproti naší, do značné míry zbyrokratizované a ekonomickým pravidlům velmi podřízené, praxi značně odlišné.



**obr. 3** Rozšíření možností metodiky „BIM“ oproti běžnému postupu práce s daty o stavbě

Z uvedeného také plyne, že při přechodu na „BIM“ je nezbytné vzít v úvahu, že se nejedná pouze o nainstalování nějakého nového softwarového řešení, ale jde o hlubší změny v celkovém systému práce jak v úrovni jednotlivců - projektantů, tak celých projekčních týmů a následně i posuzovatelů projektů a uživatelů výsledného stavebního díla. Nasazení SW podpory „BIM“ proto představuje kvalitativní změnu v myšlení i v pracovních postupech a návycích širokého okruhu subjektů. Ideálně lze „BIM“ chápat i jako metodiku globální spolupráce všech účastníků tvorby investiční dokumentace, probíhající v reálném čase a na jednom modelu stavby (v současných podmínkách ale zatím skutečně spíš „jen“ budovy). Tento mentální přechod je často přirovnáván k přechodu od rýsovacích prken k projektování prostřednictvím počítačů CAD. To se ovšem týkalo prakticky jen projekce. V „BIM“ však jde o mnohem širší a hlubší záběr.

V souladu s konstatováním o změnách podmínek uplatnění modelů teorie [2] se principy „BIM“ postupně prosazují hlavně proto, že dnešní softwarové nástroje jsou již schopny efektivně využívat data informačního modelu stavby (budovy). S tím souvisí také možnost vzájemné komunikace pomocí otevřeného souborového formátu IFC (The Industry Foundation Classes)<sup>22</sup>, který je vyvíjen mezinárodní organizací „buildingSMART“. Před nedávnem tato organizace zveřejnila seznam softwarových řešení, která jsou s IFC kompatibilní. Její seznam zahrnuje již více než 130 programů řešení „BIM“ pro všechny možné účely a profese. Díky otevřenému IFC je přitom zajištěna obousměrná komunikace mezi spolupracujícími uživateli různých SW řešení, což vede současně ke zvýšení standardizace i efektivnosti, zejména projekční práce.

Tento výčet je ovšem jen částí úplnějšího seznamu SW nástrojů renomovaných dodavatelů prostorově a stavebně orientovaných SW nástrojů pro platformy počínaje Android, až po komplikované desk-top aplikace. Již jednoduchými webovými rešeršemi (viz např. [30 - 32]) lze nalézt specializované nástroje pro kontrolu a výměnu dat mezi architekty a inženýry pozemních staveb, návrháři interiérů, statiky a konstruktéry, ale i mezi stavebními firmami, správci budov a investory. Na Facebooku bylo rovněž vytvořeno centrální úložiště

<sup>22</sup> IFC je otevřený, na vývojářích programů nezávislý souborový formát, který s sebou nese pouze data o prostorových vazbách (3D model), ale též dovoluje ke každému stavebnímu prvku přiřadit další potřebná data, jako například typ výrobku, výrobce či jeho cenu, případně další.

společenství „BIMx“ určené pro sdílení interaktivních 3D modelů staveb, v němž mohou umísťovat své komerční nebo vzdělávací modely vlastníci licence „BIMx“. Z hledisek sledovaných tímto sdělením jsou zejména významné produkty určené pro inženýry dopravních staveb a infrastruktury, spojené nejvíce s portfolií produktů firem Bentley<sup>23</sup>, Hexagon, AutoCAD a ESRI. Rozdíl mezi CAD a „BIM“ technologií pak spočívá v jejich integraci, přístupu k modelování reality i prezentace výsledků.

I nové nástroje však stále respektují skutečnost, že tradiční a dosud nečastější způsob realizace stavby je metoda „návrh – výběrové řízení – realizace“ (design-bid-build). V ní však mohou pojmy „otevřenost“ a „plynulý tok informací“ jednotlivé zúčastněné subjekty (investor–projektant–dodavatel) vnímat různě. „BIM“ zde proto logicky nemůže být využit kompletně. Stále častěji se však prosazuje metoda označovaná jako „IPD“ (Integrated Project Delivery), v níž je formulován společný zájem na kvalitě, ceně a časovém harmonogramu a všechny procesy jsou přitom řízeny ze stejného místa. Pro takový způsob řízení projektu je použití některého SW nástroje „BIM“ naprosto zásadní. Ale existuje i metoda stojící někde uprostřed: „studie–stavba“ (design-build), v níž investor uzavře kontrakt s generálním dodavatelem, a až ten uzavře smlouvu s projektantem. Také design-build projekty však často iniciují zavedení „BIM“, ať už na straně dodavatele nebo projektanta. Závěr je jasný: přínos a význam „BIM“ značně roste s novými metodami přípravy i realizace stavebních projektů.

Mezi první kdo začal v Evropě, metodu „BIM“ již před několika lety aktivně využívat a podporovat ji i legislativně, patří severské státy. Podle [32] je použití této technologie jako závazné uzákoněno již od r. 2007 ve Finsku, Norsku a Dánsku, od r. 2012 v Holandsku, od r. 2016 ve Velké Británii a k nasazení v r. 2017 se chystá Francie, Španělsko a Německo. Ve světovém měřítku je metodika „BIM“ nasazena hlavně v Singapuru, USA, Austrálii a Číně. Odtud jasně plyne nezbytnost se touto problematikou zabývat i v ČR.

Kompetenční odpovědnost za sektor stavebnictví má v ČR Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO). Do jeho působnosti proto spadá i většina konkrétních oblastí, se kterými problematika „BIM“ úzce souvisí — stavební výrobky a suroviny, úspory energií v budovách, vědecko-technický rozvoj, udržitelnost přírodních zdrojů atd. Proto MPO podle informací na jeho serveru<sup>24</sup> začalo vystupovat jako zastřešující koordinátor ve věci zavádění „BIM“ do praxe. K tomu byla pod jeho vedením vytvořena v roce 2015 i „Meziresortní expertní skupina pro BIM“, jejímiž členy jsou zástupci různých oblastí investiční výstavby (ministerstva, VŠ, stavební firmy, projektování a oceňování staveb, atd.). Podporu „BIMu“ vyjádřila také Rada vlády pro stavebnictví ČR (viz [33]), která doporučila vládě přijmout opatření směřující k postupnému zavádění této metody v ČR s cílem snížení provozních i investičních nákladů s důrazem na aplikaci při zadávání veřejných zakázek.

Rovněž byla ustavena odborná rada pro BIM (CzBIM), která se celkem 5 základními metodami (prezentace, publikace, setkávání, pilotní projekty, legislativa) snaží dostat metodiku „Informačního modelování budov“ do povědomí širší odborné veřejnosti. Přejemnějším v meziresortní úrovni se této činnosti účastní i specialisté rezortu dopravy, resp. SŽDC.

#### 4. Možnosti a cíle využití metodiky BIM při popisu drah

Z uvedeného je zřejmé, že většina v ČR dosud realizovaných kroků zavádění „BIM“ se vztahuje k oblasti pozemního stavitelství. To je z řady důvodů zcela logické, protože zde existuje relativně rozsáhlý trh, vysoká opakovanost konstrukcí a jejich poměrně malá vzájemná závislost a lokálnost. To umožňuje vysokou přenositelnost dílčích postupů i jejich uplatnění v rámci soutěží dodavatelů projektů i staveb. Bez významu není ani skutečnost, že celá tato problematika spadá pod jeden rezort a jednu legislativu<sup>25</sup>.

Valná část uvedených podmínek se ale netýká drah. Železniční (i jiné drážní) stavby jsou značně specializované, s vysokou závislostí na mezinárodně formulovaných vazbách, avšak současně i s vysokou závislostí uplatnění obecných metod na konkrétních podmínkách. Je zde také k dispozici menší okruh tržních kapacit a značně omezené jsou i možnosti variabilit technologií, např. daných i disponibilními staveb-

<sup>23</sup> *podrobněji viz např. Building Information Modeling*  
<https://www.bentley.com/en/solutions/industries/buildings-and-facilities>

<sup>24</sup> <http://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/bim--173150/>

<sup>25</sup> *jakkoli není stavební zákon v gesci MPO, ale Ministerstva pro místní rozvoj*

ními stroji, produkovanými jen několika výrobci. Procesy přípravy a přebírání staveb jsou zde náročné, což se zejména týká systémů zabezpečení jízdy vlaků, kde podléhají kontrole a testům bezpečnosti i použité SW komponenty. Pro ně pak platí speciální normy, což mj. komplikuje nejen jejich změnová řízení, ale i integraci s jinými částmi IS provozovatelů drah. O praktickém vyloučení využití webových technologií, potenciálně umožňujících zásahy hackerů do procesů řízení vlaků v reálném čase, ani nemluvě. Tyto podmínky se však možná poněkud změní nasazením systému GALILEO, jehož signál je oproti takovýmto zásahům, za rozdíl od systémů GPS a GLONASS, lépe zabezpečen.

Svůj význam má ovšem i skutečnost, že ani po poslední novele zákona [3] (srv. [34] a navazující dokumentaci z parlamentní činnosti) není prostorový popis železnice stále podporován legislativně<sup>26</sup>. Nic proto zatím nenutí orgány řízení investičních činností zavádět do procesů projektování a využívání dat o realizovaných stavbách nové technologie typu „BIM“. Tím spíš, že ani na evropské úrovni zatím nejsou v rutinním provozu ICT, které by zvládaly realizovat metodice „BIM“ přiměřeně přesný a komplexní popis. To se týká jak datových struktur směrnice INSPIRE, prioritně věnované problematice životního prostředí, prostorově řádově méně náročné, než popis drah, tak rutinně používaných metodik sestavy GVD<sup>27</sup> nebo Registru infrastruktury, které jsou rovněž od projekční praxe svou přesností značně vzdáleny.

Vývoj v EU však je v této oblasti (na rozdíl od některých jiných), odlišný a jednoznačně progresivní. U skutečně vyspělých drah (nejen SBB, ale i v Německu, Velké Británii aj.) jsou zaváděny (nebo již zavedeny) nové systémy lokalizace DVB na bázi metodiky CRD, jejíž 2. úroveň (tzv. podřízené lokality) je pro realizaci „BIM“ zcela základním předpokladem (viz též prezentaci k přednášce). Totéž se týká již publikované, ale zatím ne zcela dokončené 3. verze RTM s její důsledně prostorovou a relační koncepcí, propojující 4 úrovně podrobnosti (od „nano“ na úrovni prvků typu balíza, přes „mikro“ odpovídající např. výhybce, k „mezo“ – trať, až k „makro“ – dráha nebo část sítě). Teprve realizace těchto metod jako standardů prostorového popisu sítě vytvoří proto předpoklady pro uplatnění „BIM“ i v mnoha železničních aplikacích. Ovšem ekonomická efektivnost takovýchto řešení, svou podstatou se blížících myšlenkám teorie [2], si zřejmě vyžádá jejich mezinárodně unifikované nasazení (a zřejmě i velkými firmami poskytovaná řešení).

Komplexním příkladem takovéhoho použití „BIM“ může být důsledně ICT podpořený návrh linky střední a vyšší úrovně obnovy ŽSv<sup>28</sup>. Ta především vyžaduje podrobný prostorový popis výchozího a požadovaného stavu GPK (např. jako dat pro automatické podbíječky). Dále podobně podrobný popis používaných konstrukčních systémů ŽSv, ale i dalších prvků vložených do kolejového roštu a jeho okolí (balíz a dalších prvků ETCS a AVV<sup>29</sup>, snímačů horkoběžnosti a plochých kol, přejezdů, mostů, tunelů a mnoha dalších zařízení), které svou konstrukcí vytvářejí překážky funkce strojů, zejména čističek kolejového lože a většina z nich proto musí být před obnovou ŽSv demontována a po ní znovu zapojena. Všechna tato data by měla být standardně obsažena v prostorově orientovaných pasportech.

Do dat „BIM“ však musí být zaneseny i konfigurace kolejíšť až do úrovně stanic, kde lze sestavovat obnovovací linky a odstavovat stroje mimo výluky. Ale také příslušné parametry strojů a charakteristiky, resp. normativy práce pracovních čtí, které se na dané opravné akci podílejí. Vrcholem návrhu pak je PERT diagram postupu požadované technologie, jehož parametry jsou automaticky vyhodnocovány ze vstupních dat uvedených typů a průběžně aktualizovány podle reálného postupu prací. Výsledkem „BIM“ pak je nejen samotný projekt, jehož částí je mj. aktualizovaný denní harmonogram linky, ale i přímý přenos dat z projektu dle provedení (téměř v reálném čase) do provozně pasportních a návazných ekonomických evidencí. První elementy takto orientované metodiky, k jejíž praktické realizaci v úrovni „BIM“ je ale ještě hodně daleko, jsou již k dispozici v podobě metodiky [35].

<sup>26</sup> v současnosti není ani jasné, jak by mohly situaci změnit nároky nově ustaveného Úřad pro přístup k dopravní infrastruktuře, které by v kontextu s Důvodovou zprávou [34] mohly být vyšší, než je dnešní praxe

<sup>27</sup> celoevropsky např. projekt Pathfinder, u nás KANGO

<sup>28</sup> viz též : Číhal a kol. *Optimalizace technologických postupů svrškových prací pomocí výpočetní techniky Ústav rozvoj a techniky řízení Brno, červen 1989*

<sup>29</sup> vysoce automatizované a standardizované systémy zabezpečení jízdy vlaků a jejího automatického řízení

Již na řešení této metodiky se však plně ukázaly efekty, popisované na zcela jiné úrovni v práci [1]. Což ukazuje, že na jedné straně se doba „BIM“ blíží i k železnici, ale na druhé straně bude potřebné řadou přípravných kroků, počínaje další novelou zákona [3], ujít ještě hodný kus cesty. V každém případě ale podložené a dobře dokumentované moderními technologiemi geoinformatiky.

## LITERATURA

1. Kissinger H. Uspořádání světa, státní zájmy, konflikty a mocenská rovnováha  
Prostor, Praha 2016, ISBN 978-80-7260-335-0
2. Beran V. Teorie řízení a navrhování výrobních procesů, ČVUT Praha 1982
3. Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů
4. vyhláška Ministerstva dopravy č. 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění pozdějších předpisů,
5. vyhláška MD č. 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů
6. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/34/EU ze dne 21. listopadu 2012 o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru (cenelex 32012L0034)
7. Nařízení Komise (EU) č. 1299/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technických specifikacích pro interoperabilitu subsystému infrastruktura železničního systému v Evropské unii  
Úřední věstník Evropské unie 356/1 12. 12. 2014
8. Interoperability unit TAF TSI - Annex D.2 : Appendix C - Reference files, ERA-TD-103, 2.0 (DRAFT), 17.10.2013
9. UIC Code 920-2 Standard numerical coding of location
10. SR70 Číselník železničních stanic a ostatních tarifních a dopravně zajímavých míst
11. Předpis SŽDC D1 Dopravní a návěstní předpis
12. CRD-User Manual Document TAF TSI Common Component Group, Version 1.3, 30th August 2013
13. RailTopoModel – Railway Infrastructure topological model, International Railway Solution, UIC IRS 3010, Paris, 9 - 2016, ISBN 978-2-7461-2513-1
14. Číhal R. Nové mezinárodní standardy prostorového popisu železniční sítě a jejich využití v ČR  
TUO - VŠB Ostrava GIS Ostrava 2016, 16. – 18. 3. 2016, Ostrava, ISBN 978-80-248-3902-8
15. Zákon č. 380/ 2009 Sb., kterým se mění Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů, a Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých Zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů
16. 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>
17. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební Zákon), ve znění pozdějších předpisů
18. Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství, ve znění pozdějších předpisů
19. ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody
20. ČSN 34 2650 Železniční zabezpečovací zařízení – Přejezdová zabezpečovací zařízení
21. Předpis SŽDC S 4/3 „Železniční přejezdy a přechody“
22. Číhal R., Kopecký F. Nosková O. Procházka M., Domáci J.  
Certifikovaná metodika Informační podpora evidence drah a přejezdů mimo správu SŽDC projekt TB9500MD012 „Posouzení možnosti informační podpory evidence drah a přejezdů mimo správu SŽDC“, KPM CONSULTS a.s. Brno, říjen 2016
23. Předpis SŽDC M20 Předpis pro zeměměřičství
24. Předpis ČD (SŽDC) M21 o staničení železničních tratí
25. Předpis SŽDC (ČD) M12 o jednotném označování tratí a kolejíšť v IS ČD
26. SR103/7(S) Pasporní evidence železničního svršku - služební rukověť
27. Jirsák a kol. Projektovanie, stavba a rekonštrukcia železničných tratí, Alfa Bratislava 1975,  
MDT 625.1 (075.8)
28. Směrnice GR SŽDC č. 11/2006 Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních
29. Trejtnar R. Požadavky na projektovaný a provozní stav geometrických parametrů koleje ve vztahu k vzájemnému silovému působení vozidla a koleje, Teze dizertační práce, VUT v Brně, 2013  
in <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/34629>
30. [https://cs.wikipedia.org/wiki/Informa%C4%8Dn%C3%AD\\_model\\_budovy](https://cs.wikipedia.org/wiki/Informa%C4%8Dn%C3%AD_model_budovy)
31. <http://www.cegra.cz/208-bim-proc-bim.aspx>
32. <http://bimtech.cz/bim-pro-vyrobce/>
33. Usnesení č. 2 Rady vlády pro stavebnictví České republiky ze dne 13. října 2015 in <http://czbim.org>.

---

34. Důvodová zpráva k návrhu změny zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů

35. Číhal R., Vacek T., Zemek J.

Metodika správce železniční infrastruktury pro garantovaná prostorová data k traťové části evropského vlakového zabezpečovacího systému ETCS (ISPROFOND 5006210231)

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i., Zdiby, únor 2016