



Prostorový popis infrastruktury železnic metodou railML a možnosti jeho použití v rámci metody BIM při projektování železničních staveb

53. GEODETICKÉ INFORMAČNÍ DNY, Brno,
28.02. – 01.03.2018

Robert ČÍHAL

Sdružení pro prostorová data o dopravních sítích,
Purkyňova 125, 61154 Brno, ČR

cihal@kpmconsult.cz

osnova

- * všeobecně o problematice a různých aspektech prostorového popisu železnic procesy modelování reality a specifický model - stavební projekt
- * aspekty projektové přípravy staveb z hledisek prostorového popisu a metodiky BIM na drahách s přihlédnutím k metodikám DB Netze AG a CRBIM (Čína)
- * všeobecná informace o metodice "RailTopoModel" dle směrnice UIC IRS 30100
- * aplikace jazyka railML jako nástroje realizace směrnice IRS 30100, rutinní stav v. 2.4, beta verze 3.1 a předpokládaný další vývoj

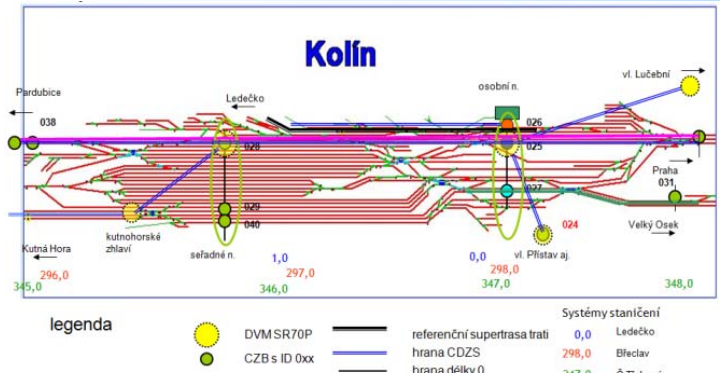
**Základní principy a podmínky interoperability mezi heterogenními IS:
EN ISO 19101 - Geographic information – Reference Model**

Modelování reality jako základní princip prostorově orientované informatiky



přírodně-
technická realita

pasportní data
a schéma



mapa
fyzický model



PASPORT ZELEZNICNIHO SVRSKU - VSTUP DAT O KOLEJI (NEUSEKOVA DATA)

Formular: 21 Veta/chyba/ch.vaz. na DLM: 1111 /

EVIDENCI UDAJE KOLEJE

[1] trat./ [2] def. usek:	1891/A1	číslo vj:	45407	vazba na DLM:	3
[3] třídicí znak:	1	[19] rad			
[4] číslo koleje/ index:	N / N	obj.:vl/spr kol.:vl/spr:	1/1		

TECHNICKE PARAMETRY KOLEJE

[5] začatek (km) v DU:	180,160	[17] zatížení trati:	16,25
[6] konec (km):	180,203	[18] počet vlaku:	24
[7] staveb.delka (m):	43,00	[19]/[20] prechod.loko A/B:	12 / 3
[11] dopravní určení koleje:	0		
[14] rozchod/ [15] typ trati:	N/1	pov.nejv.nap.hmot.4 n.v. (t):	22,5
[16] třída trati UIC:	04	pov.nejv.hmot.na 1 m (t):	8,0
[21] trakce:	3		

komentar: CV(KTU-482)



GIS

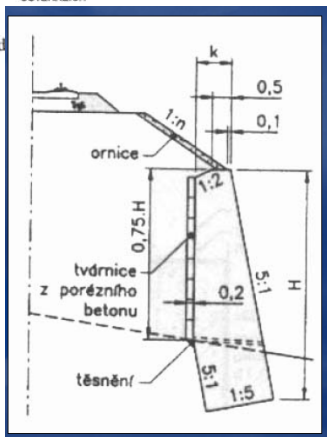
GVD - psaná a
grafická forma

dopravní popis sítě

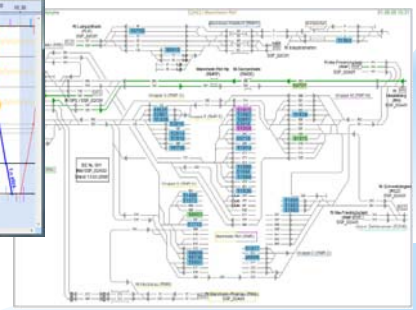
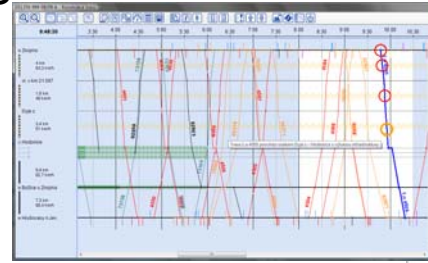


datový model (xml)

```
<infrastructure id='infra_Ostsachsen'>
  <metadata>
    <dc:source>&lt;FBS&gt;\Dcl.bav</dc:source>
  </metadata>
  <tracks>
    <track id='tr_80.6228' name='DAF W-DAF N' type='mainTrack'>
      <trackTopology>
        <trackBegin id='trn_DAF_W_80.6228' pos='0' absPos='942'>
          <macroscopicNode ocpRef='ocp_DAF_N' />
        </trackBegin>
        <trackEnd id='trn_DAF_N_80.6228' pos='942' absPos='0'>
          <macroscopicNode ocpRef='ocp_DAF_N' />
        </trackEnd>
      </trackTopology>
    </track>
  </tracks>
</infrastructure>
```

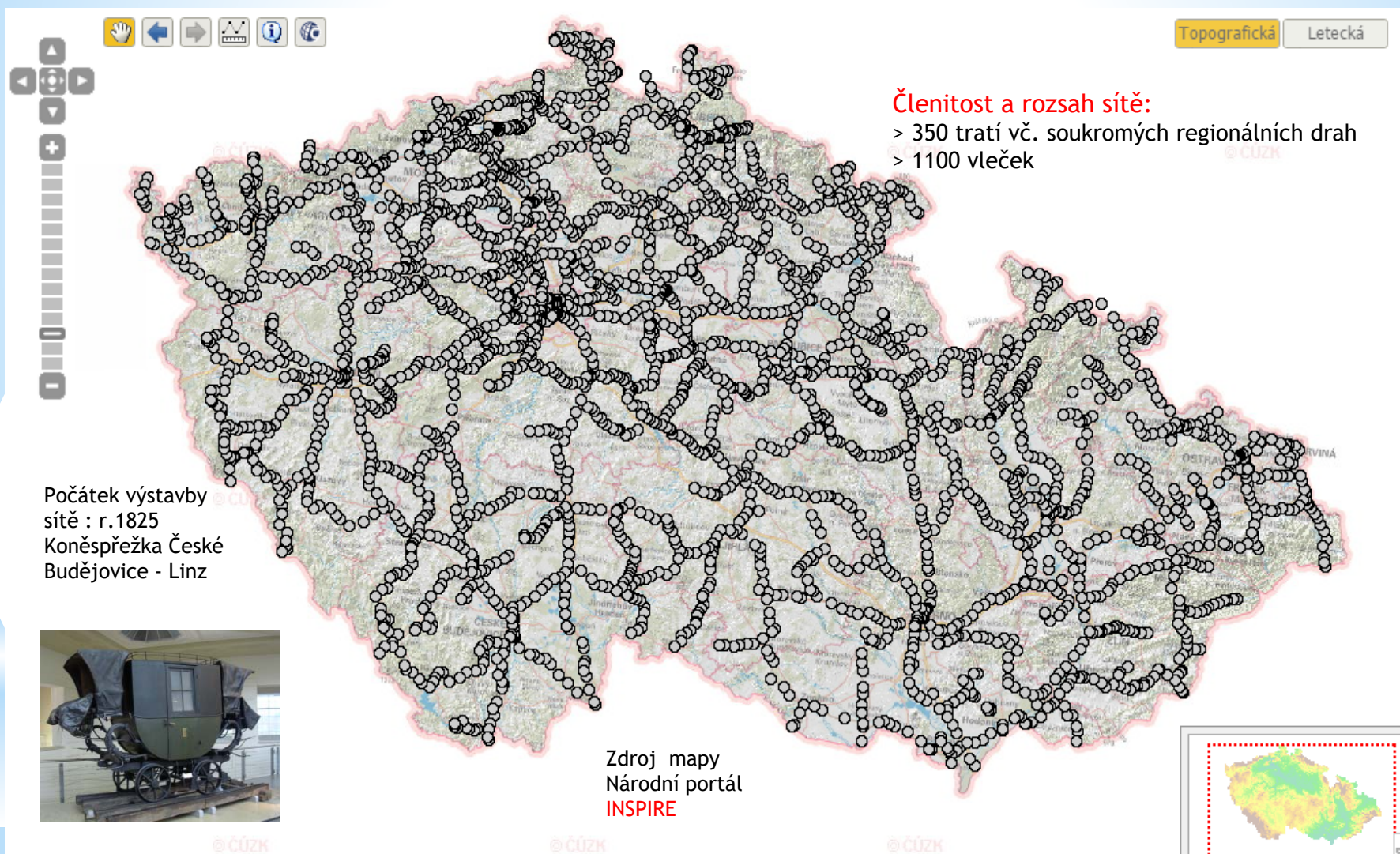


projekt



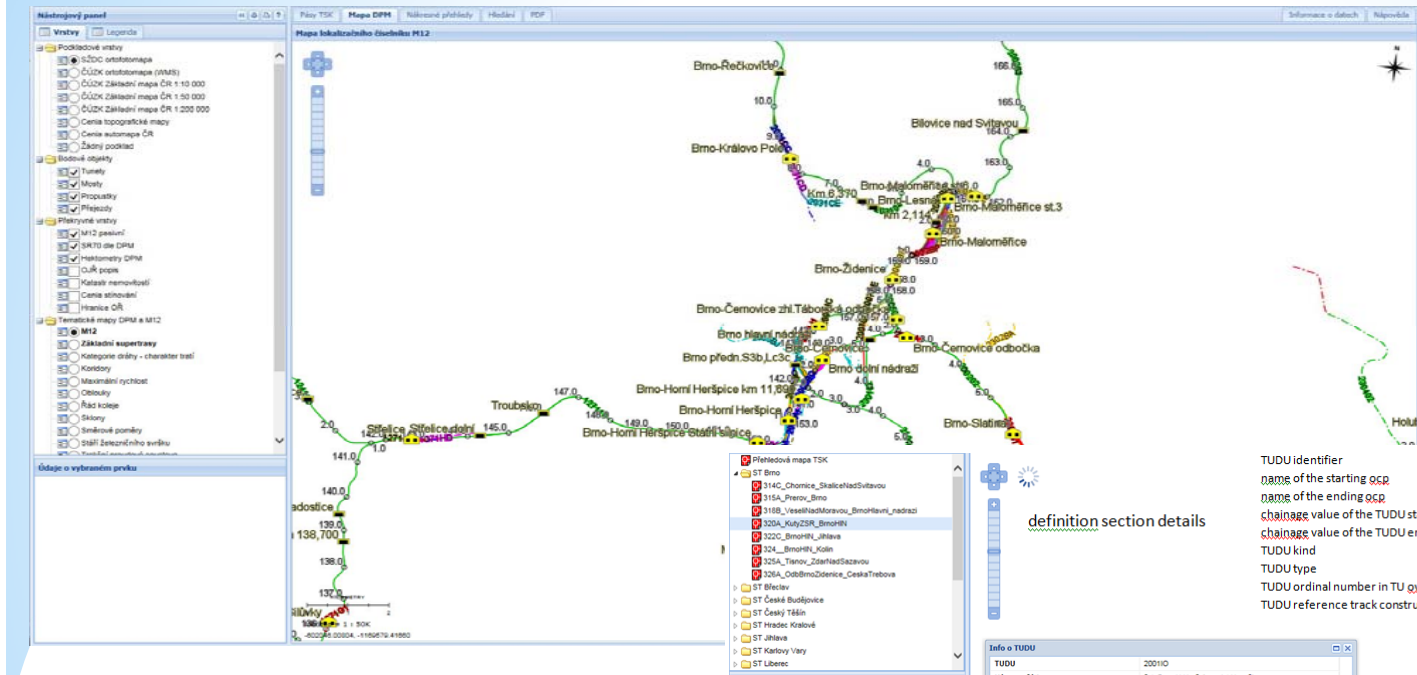
Železniční síť SŽDC a její vybrané charakteristiky

Zobrazení sítě pomocí **dopravně významných míst** dle vyhlášky UIC 920-2 Standard numerical coding of location, International Railway Statistics, UIC1994, služební rukověť SŽDC SR70



Mapové a schematické zobrazení sítě v IS SŽDC

Presentace železniční sítě s využitím databáze předpisu M12 a **Digitální přehledové mapy**



Presentace železniční sítě s využitím **Topologického schématu kolejíšť**

definition section details

- TUDU identifier
- name of the starting ocp
- name of the ending ocp
- chainage value of the TUDU starting point
- chainage value of the TUDU ending point
- TUDU kind
- TUDU type
- TUDU ordinal number in TU oversection
- TUDU reference track construction length

Údaje o vybraném prvku

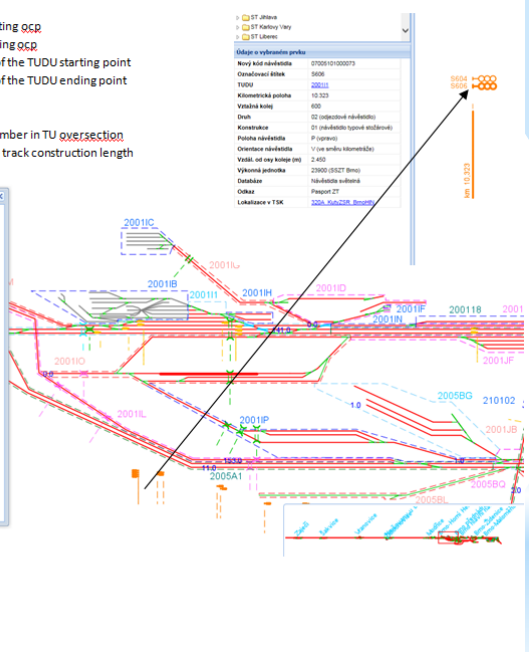
Kolej číslo	208
TUDU	2001IQ
Třídicí znak	4
Poloha začátku	0.371 km
Poloha konce	0.566 km
Stavební délka	315.00 m
Komentář	C:\KOC205A_KOC208B
Směr staničení v pásu	1 (oprava)
Správce	46600 (ST Brno)
Výkonná jednotka	46611 (TO Brno M.N.)
Grafický identifikátor	2001IQ4208_...
Id_stp (vazba na PŽSv...)	50809
Key_field (vazba na Pa...)	02052010273696528070846600
Lokalizace v TSK	320A_Služba2SR_BromoH1

track details

- complex and unique identifier of track
- start and end linear coordinates (construction external chainage)
- construction length
- relations to special superstructure interface with track attributes as type of rails, type of sleepers, type of fastening, welding (as shown here)
- line chainage direction in construction, not transport meaning
- track administrator on the higher level
- track administrator on the lower level
- relations to the other parts of presentation – schema, map

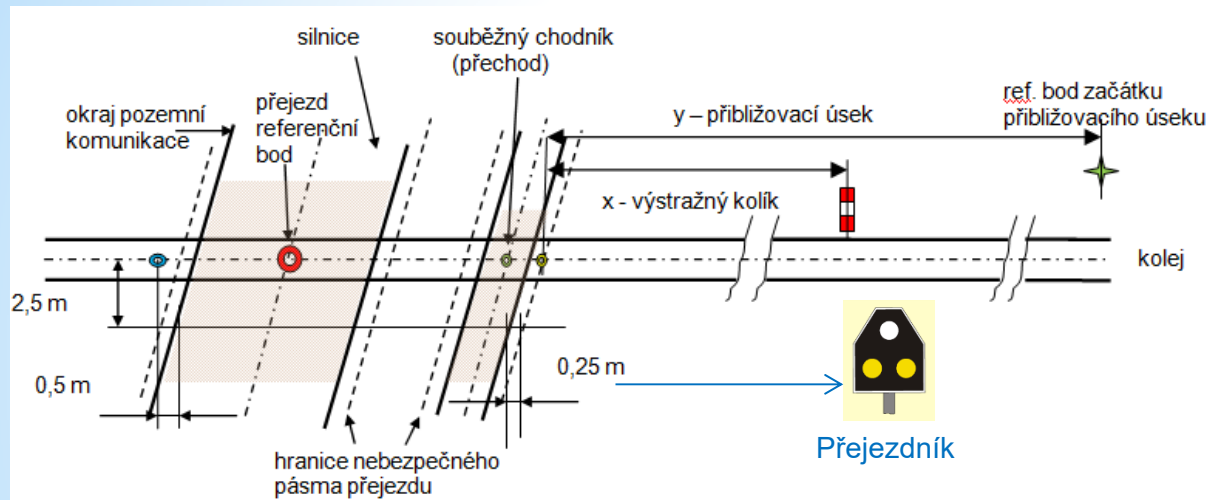
Info o TUDU

TUDU	2001IQ
Název začátku	Zst. Brno-H Heršpice odst.H myčka
Název konce	
Km poloha začátku	0
Km poloha konce	0.564
Stavební délka	564 m
Uzlový definiční nadseck	2001I9
Pořadí DÚ	14
Poloha DÚ	S (staniční)
Typ DÚ	P (paralelní)
Charakter DÚ	A (skřevní)
Kategorie trati	C (okružní)
Charakter trati	K (okružní/koncové trati)
Změna číselníku M12	21.3
Datum změny	23.11.2009
Operátor	KROUPA
Správce	46600 (ST Brno)
Výkonná jednotka	46611 (TO Brno M.N.)
Lokalizace v TSK	320A_Služba2SR_BromoH1
Odkaz	lokalizace v mapě M12
Odkaz	lokalizace v ÚSPD



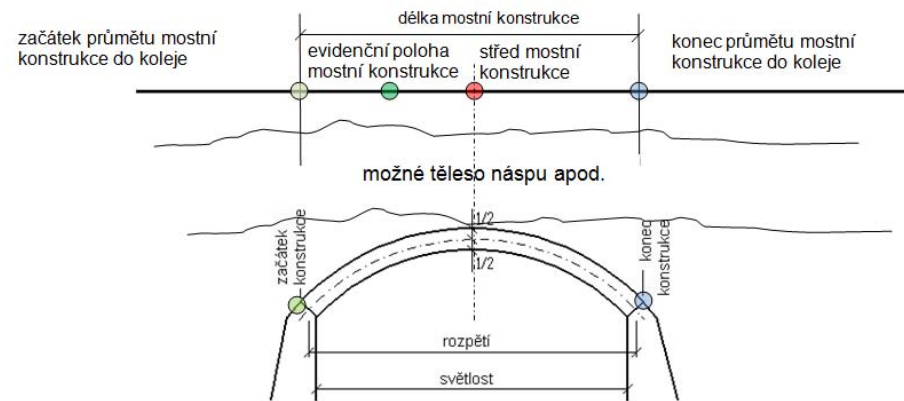
Cílem IS části infrastruktury SŽDC je podpora dosažení spolehlivosti a bezpečnosti dopravní cesty pro všechny druhy dopravního provozu

Některé zvláštnosti prostorového popisu geometrie sítě



možná zpřesnění popisu
přezdů o související
návestidla a dopravně
významné body

referenční body tunelů

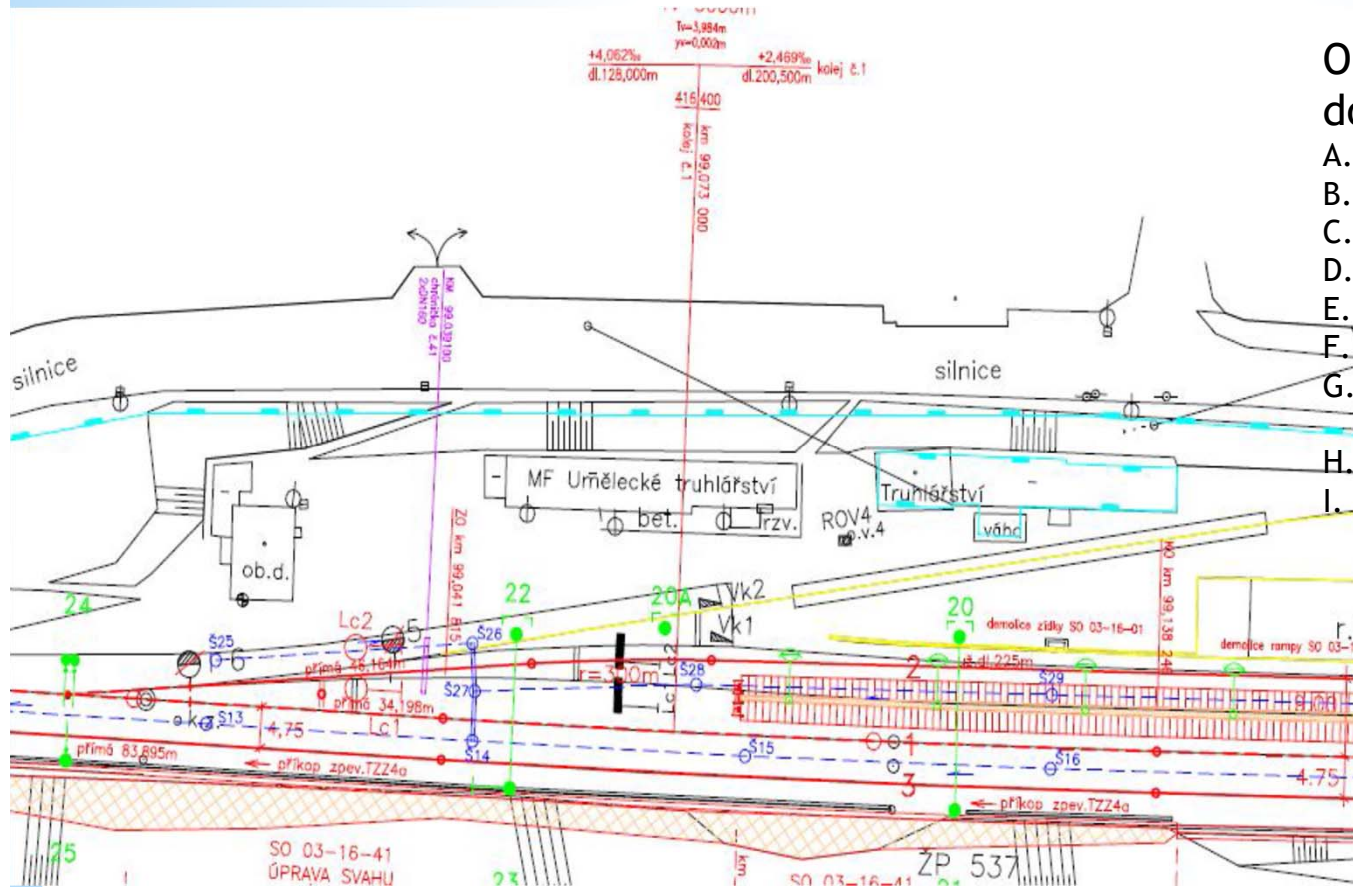


průměty konců mostů do koleje

Projektová dokumentace stavby dráhy - nejpřesnější stavebně technický model

Obsahová náplň přípravné dokumentace:

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná část
- C. Situace stavby
- D. Technologická část
- E. Stavební část
- F. Organizace výstavby
- G. Náklady a ekonomické hodnocení staveb
- H. Doklady
- I. Geodetická dokumentace

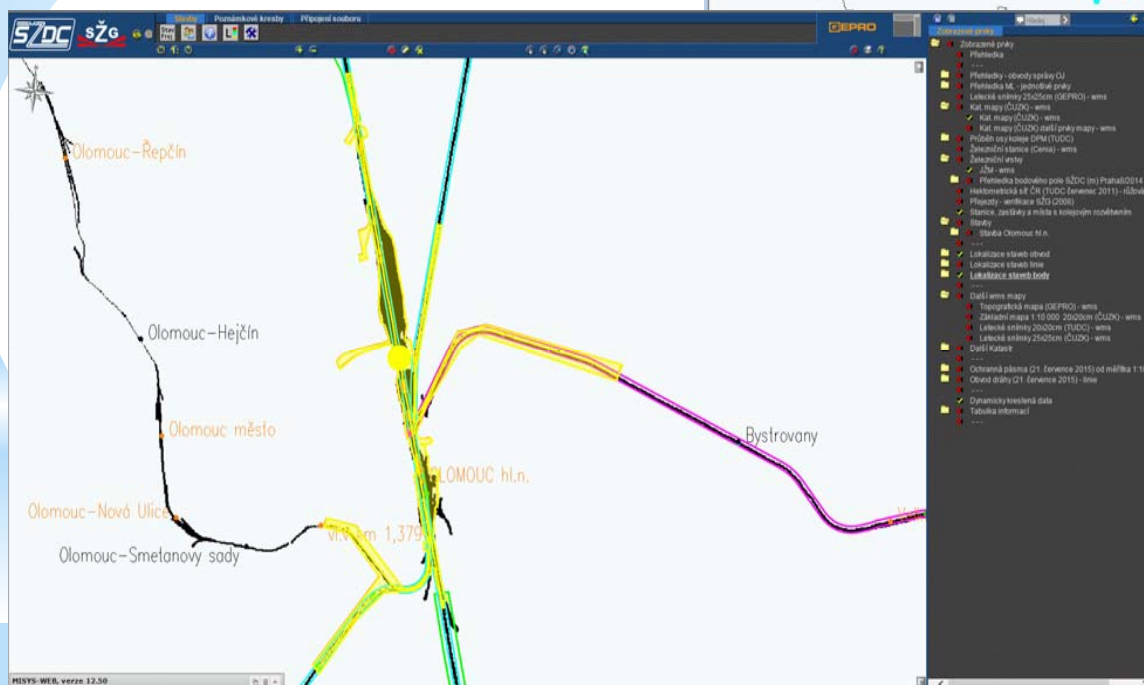
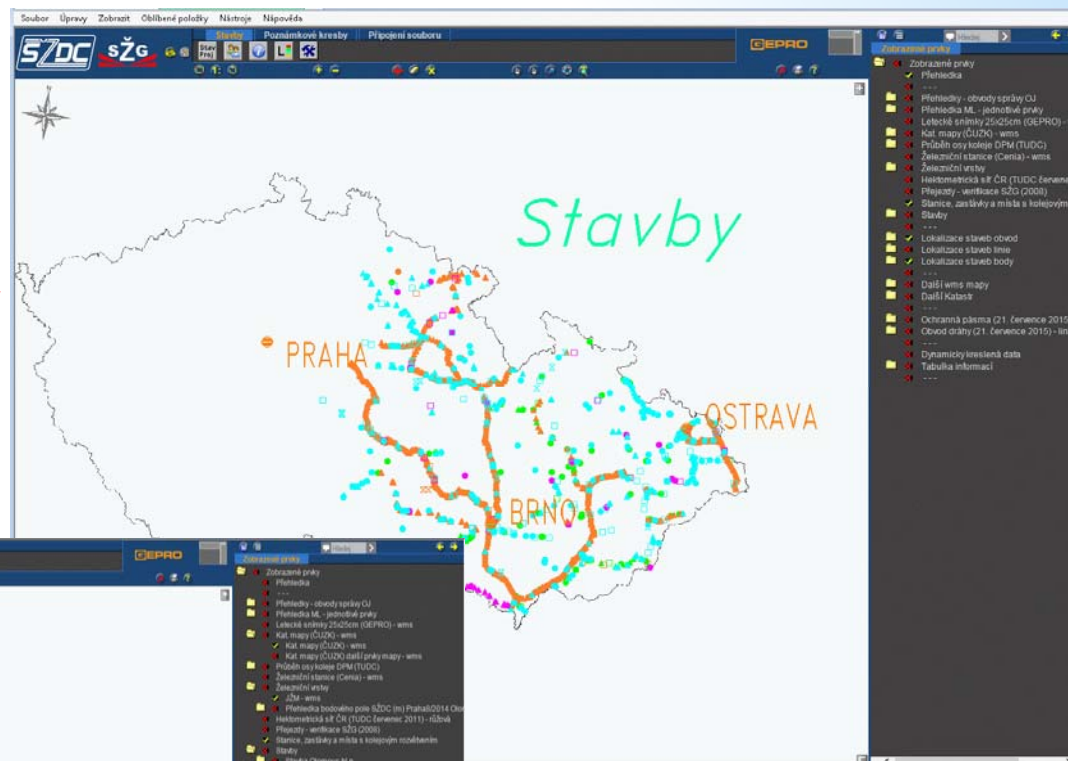


zdroj: Směrnice GŘ SŽDC č. 11/2006.cz

Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních

Použitelnost IS stavební správy SŽDC k přípravě kvalitních prostorových dat

Evidence staveb – SS Východ
projekt MISYS STAVBY
přehledová mapa a úvodní dialogy

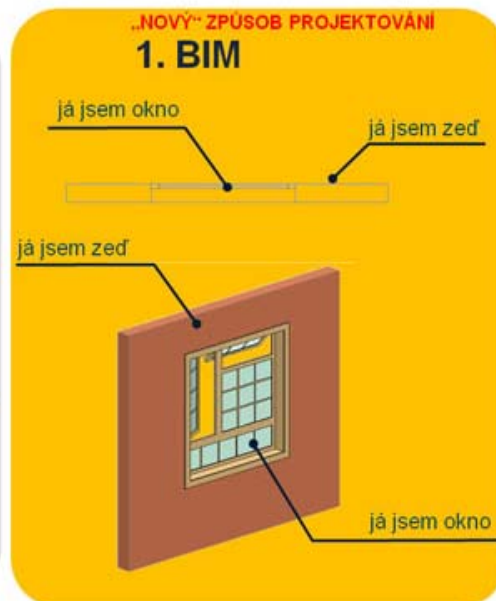
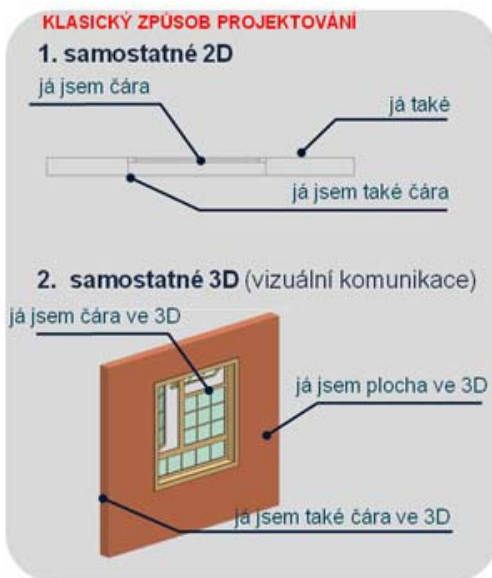


Mapová prezentace členění
stavby
(systém MISYS)

Současnost a možné směry uplatnění BIM v ČR

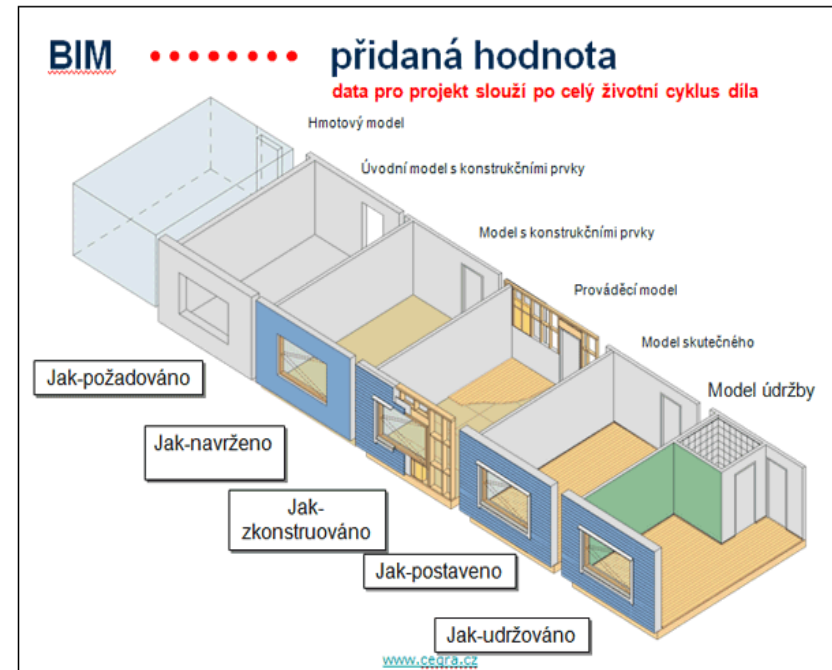
- * počátky teorie „BIM“ sahají až do 70-tých let minulého století,
- * největší uplatnění (mezinárodní přenositelnost vzorů a SW, rozsah trhu staveb i SW podpory atd.) je nacházeno v oboru **pozemního stavebnictví**
- * Na Facebooku již bylo vytvořeno centrální úložiště společenství „BIMx“ určené pro **sdílení interaktivních 3D modelů staveb**, v němž mohou umísťovat své komerční nebo vzdělávací modely vlastníci licence „BIMx“
- * Kompetenční odpovědnost za sektor stavebnictví má v ČR **Ministerstvo průmyslu a obchodu**
- * v roce **2011** byla vytvořena **odborná rada pro BIM** a v r. **2015** byla ustavena „**Meziresortní expertní skupina pro BIM**“,
- * vazby na **GISTR**, zvýšení **standardizace a kvality** projektů, objektivní základna pro objektivní **ocenění staveb** a tím i **výběrová řízení dodavatelů**,
- * zvýšení **produktivity projekční práce** a **provozní správy**, zejména rozsáhlých inženýrských a dopravních staveb (**pasportizace**)
- * Od r.2017 existuje při **SFDI** pracovní skupina pro zavedení BIM na liniových dopravních stavbách, postupuje metodou přípravy pilotních projektů
- * první pokusy již byly navrženy (SUDOP Praha, žst. Česká Lípa, tunel Ejpovice)
- * **rizika byrokratizace** a omezení tržních postupů v některých oborech

BIM - „Informační modelování budov“ - podstata



odborná rada pro BIM-czbim.org

Projekt pro zavedení BIM na vládní úrovni mezi projekty předkládanými v souvislosti s aktualizací akčního plánu GeolInfoStrategie



Usnesení č. 2 Rady vlády pro stavebnictví České republiky

ze dne 13. října 2015

https://issuu.com/czbim/docs/material_vyznam-metody-bim

Projekty BIM využívají a kombinují data :

- přesná **prostorová data**
- **konstrukční popis** všech stavebně-technických objektů
- funkční algoritmizace v úrovni - **5D prostoru**
- **plánování a oceňování postupů** výstavby

zdroj: <http://www.cegra.cz/208-bim-proc-bim.aspx>

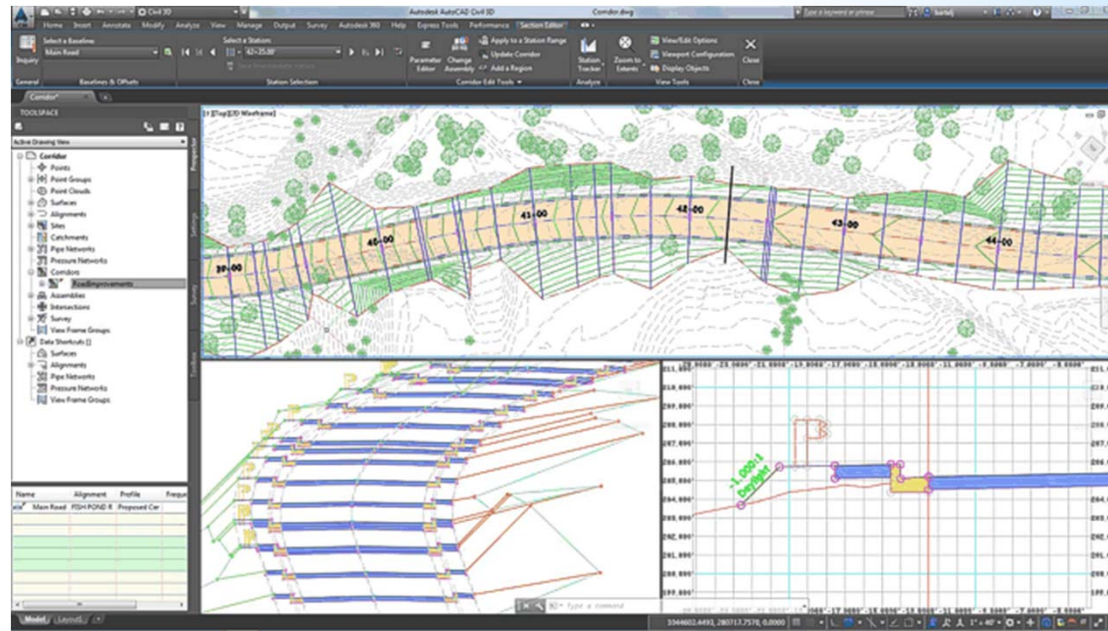
metodika BIM - Building Information Modelling (Management) - diskuse

- * pojem „building“ - budova, stavba, výstavba, stavebnictví aj.
- * pojem „information“ v technických systémech, entropie
 - vztah dat a informací - různé modely, různá data, různé informace
 - cílové chování, význam subjektu
- * **technologie CAD** a její nástroje při projektování - bod, čára, plocha, vybrané funkční vztahy **BIM jako její funkční zobecnění a rozšíření**
- * zobecněná metoda modelování procesů řízení pohyb objektu ve stavovém n-dimenzionálním prostoru,
- * výchozí princip modelu **zdola nahoru** - od funkčně-technických detailů k zobecněným a **generalizovaným** strukturám
- * modely dopravního provozu používají **směr modelování opačný, vedou ke specializaci** podmínek dosažení všeobecněji zadaných cílů
- * další metodiky matematického **modelování** reality (kromě prostorových modelů)
 - lineární a dynamické programování
 - metody CPM a PERT
- * sociálně-politické souvislosti modelů, chaos, kyberprostor, internet
- * technické a sociálně- ekonomické aspekty projektů (fyzikální zákonitosti interakcí mezi objekty, návaznosti na prostředí, EIA, ÚAP, financování, pracovní postupy atd.)
- * **BIM jako integrovaná metodika procesu vytváření a správy dat o předmětu svého působení během jeho celého životního cyklu, od návrhu přes výstavbu a provoz až do zrušení**
- * **Proto nemůže být v rámci jediného projektu na železnici samostatně a universálně použitelná a nutně vyžaduje oboustranné propojení s informační základnou pasportního typu určenou primárně pro prostorový popis zařízení a jejich údržby**

Prezentace vlastností možných SW nástrojů BIM

AutoCAD Civil 3D

Železniční stavby jsou mnohem komplexnější, náročnější a rozsáhlejší než stavby pozemní, i proto jsou požadavky na BIM podporu železničních staveb vyšší



zdroj:
<http://www.cadstudio.cz/civil3d>

Klíčovou normou je formát výměny dat BIM projektů

Format Industry Foundation Classes (IFC-4)

obsažený v **EN ISO 16739**

Jiné BIM standardy:

EN ISO 29481 Information delivery manual

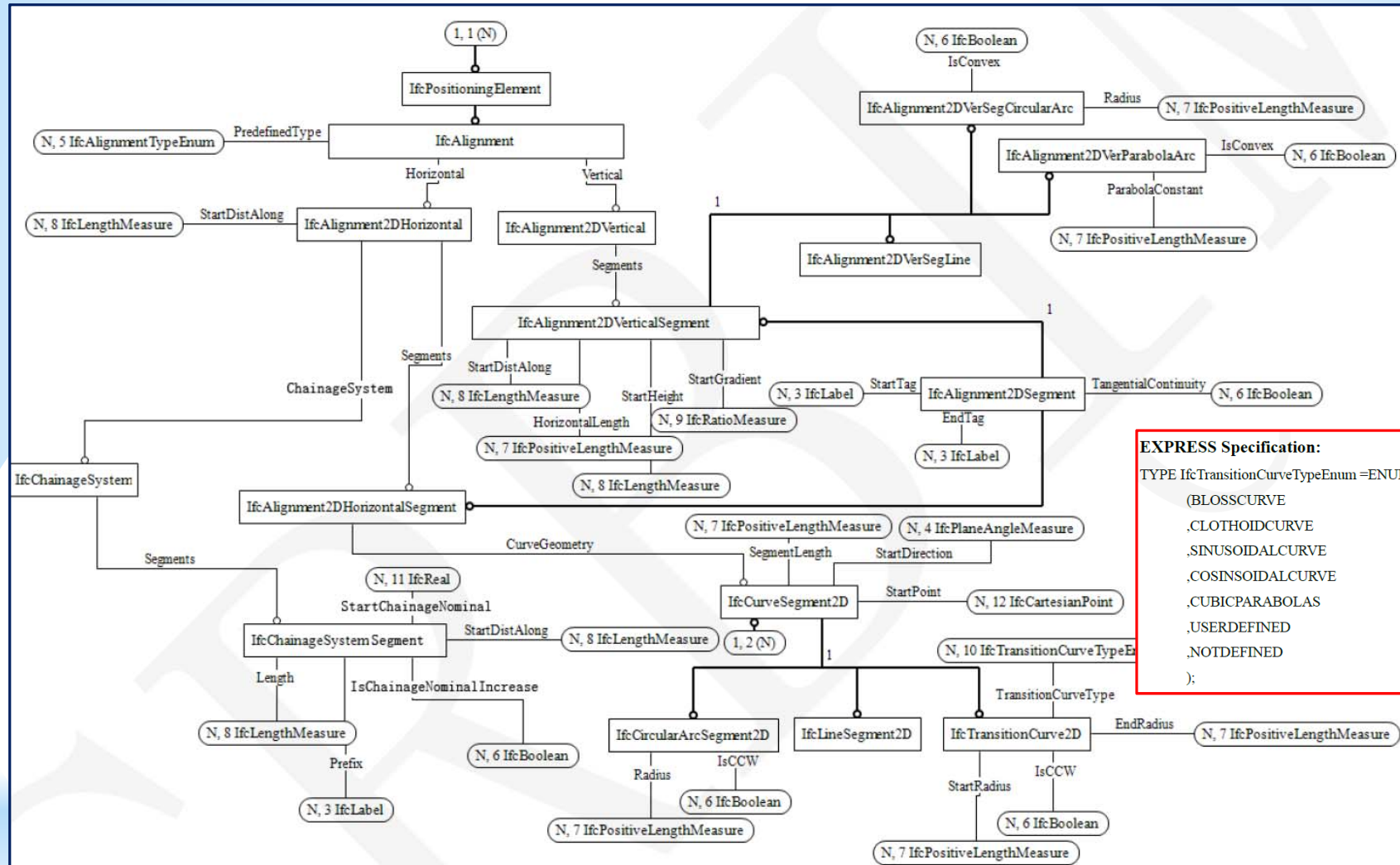
ISO/AWI 19166 BIM to GIS conceptual mapping (B2GM) - preparation stage

ISO 15686-4 Building Construction - Service Life Planning

Klíčovým subjektem je **Building SMART organization**

CRBIM - Express G-schema a specifikace (příklad pro geometrii koleje)

Čínský CRBIM je považován za nejkomplexnější BIM systém na světě



EXPRESS Specification:
 TYPE IfcTransitionCurveTypeEnum = ENUMERATION OF
 (BLOSSCURVE
 .CLOTHOIDCURVE
 .SINUSOIDALCURVE
 .COSINUSOIDALCURVE
 .CUBICPARABOLAS
 .USERDEFINED
 .NOTDEFINED
);

Problémem jsou rozdíly v terminologii a skutečnost, že Express není založen na bázi xml.

termín “IfcRailwayFlatAisle represents the facilities placed for people or vehicles to cross railway tracks”

Doslovný překlad pojmu ale nevystihuje „přejezd“, proto je v této úrovni nezbytné pracovat s technickou dokumentací. To se méně týká obecnějších zásad typu geometrie koleje nebo geologie podloží, více techniky.

Metodika BIM DB Netze AG

Jako příklad komplexního postupu realizace BIM



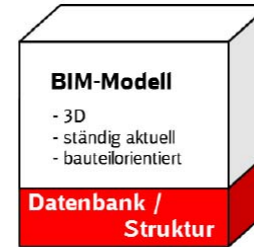
- Übergabe in den Betrieb**
- Erstellung eines As-built-Modells
 - Verknüpfung der Baustellendokumentation mit dem 3D-Bestandsmodell
 - Modellbasierte Wartungs- und Instandhaltungsplanung
 - BIM basierte Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahme
 - Übergabe der Daten an interne Systeme (insbes. dPA, SAP PM)

- Abrechnung/Abnahme**
- Baufortschrittskontrolle (Soll-Ist) anhand des 4D-Modells
 - Modellbasierte Bauabrechnung
 - Leistungsfeststellung

- Bauüberwachung**
- Einsatz modernster Baustellenlogistik
 - Einsatz von Feldsystemen vor Ort
 - BIM-basierter Bauaufsichtsprozess nach VV Bau

- Öffentlichkeitsarbeit/Genehmigungsverfahren**
- Visualisierung
 - BIM-basiertes Planfeststellungsverfahren

- Bestand/Grundlagenermittlung**
- 3D-Bestandsaufnahme
 - 3D-Bestandsmodellierung



- Management/Entscheidungen**
- Vorbereitung von Entscheidungsvorlagen
 - Herbeiführen von Änderungsentscheidungen

- Planung**
- 3D-Modellerstellung, geometrisches Modell
 - 3D-Kollisionsprüfung
 - Planungskoordination
 - 2D-Planableitung
 - Teilautomatisierte LV-Erstellung
 - Modellbasierte Ausschreibung und Vergabe
 - Statische Nachweisführung mittels FEM
 - Erstellung Grunderwerbsverzeichnis
 - 3D-Variantenvergleich
 - Kostenplanung /LCC
 - Bauablaufs simulation
 - Anwendung der Baustandards
 - Betriebsoptimierte Planung
 - Bahnsteigausstattung gemäß Katalog
 - Bauphysikalische Simulation (Energie, Schall, etc.)

- Nutzung im Projektmanagement**
- 4D-Modellerstellung, Darstellung des Bauablaufs
 - 5D-Modellerstellung, Darstellung des Kostenverlaufs
 - Stichtagsgenaue Earned-Value Betrachtung anhand von 5D-Modellen
 - Berichtswesen
 - Änderungsmanagement

BIM-Pflichtenheft Bauteilbibliothek

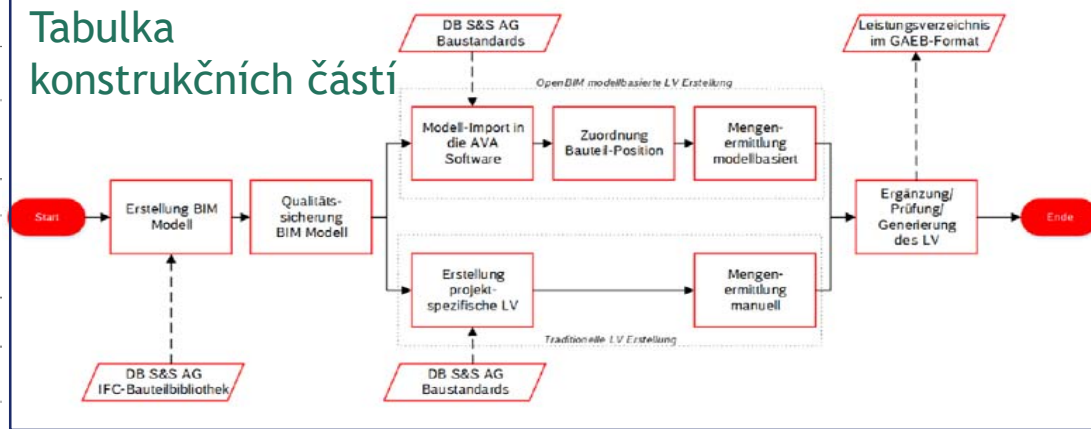


In Baustandards enthalten
Im Ausstattungskatalog enthalten
weder im Ausstattungskatalog noch in den Baustandards enthalten

Abbildung	Bauteilgruppe	vorhandene Bauteilfamilien (Allgemeines Modell)	Bezug (ebenenbasiert/ flächenbasiert)	Stand	Änderungshinweise
	Bahnhofsnamenschild	eine Bauteilfamilie	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Stationsschild W02.01	eine Bauteilfamilie mit 1000x750x60	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Gleisbeschilderung W03.02	drei Bauteilfamilien mit 500x500x60 zweiseitig; 375x375x60 zweiseitig	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Beschilderung "Rauchfreier Bld." W03.08	eine Bauteilfamilie mit DIN A3	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Warnschilder	zwei Bauteilfamilien mit Sperrmännchen, Absturzgefahr	Arbeitsebenenbasiert	22.12.2016	
	Zielbestätigung	eine Bauteilfamilie mit zweiseitig	ebenenbasiert	22.12.2016	
	Dynamischer Schriftanzeiger W04.05	fünf Bauteilfamilien mit Typ 1 einseitig, Typ 3 doppelseitig; Dach-, Mast- und Wandhalterung gezeichnet	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Lautsprecher Diffusstrahler W04.07.01	eine Bauteilfamilie mit 192x405x170	Flächenbasiert	22.12.2016	
	Lautsprecher Schallprojektor W04.07.02	eine Bauteilfamilie mit 210x445x150	Flächenbasiert	22.12.2016	

Začíná se u jednodušších konstrukcí charakteru pozemních staveb (nástupiště apod.)

Tabulka konstrukčních částí



UIC RailTopoModel (zdroj RailML - i všechny následující s touto tématikou)

- * Vyvinut v roce 2013 v projektu ERIM financovaným UIC řešeným konsorciem RailML
- * Základem společného formátu pro výměnu dat (railML)
- * Systémový přístup popisující však zatím (v. 3.1) pouze základní charakteristiky infrastruktury
- * Datový model podporující potřeby všech činností provozovatele:
 - Topologie: Logické zobrazení železniční sítě jako grafu (uzly, hrany) včetně geometrie koleje
 - Poloha objektů a míst událostí následujících typů:
 - ✓ Místní (např. návěstidlo, ...)
 - ✓ Lineární (např. max. traťová rychlost, nástupiště, ...)
 - ✓ Plošná (např. místně řízené oblasti, zóny ...)
 - Cesty: Možné pohyby po síti.
- * UIC RailTopoModel je navržen ve stejné struktuře v každé úrovni podrobnosti.
- * Datový model, který podporuje všechny potřeby železničního průmyslu

Úrovně modelování prostorových objektů metodou RailTopoModel

1. nano úroveň

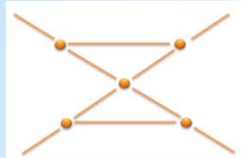
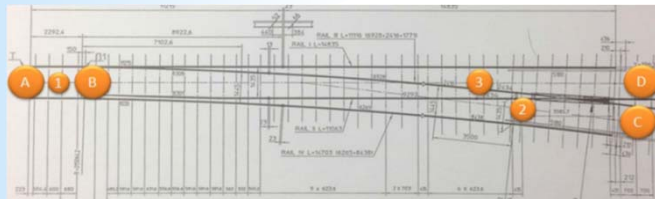
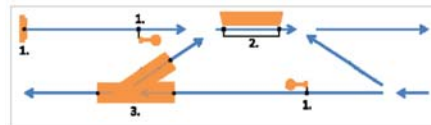
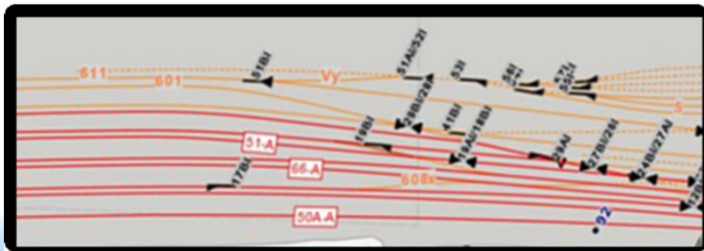


schéma křižovatkové výhybky
konstrukční detaily jednoduché výhybky

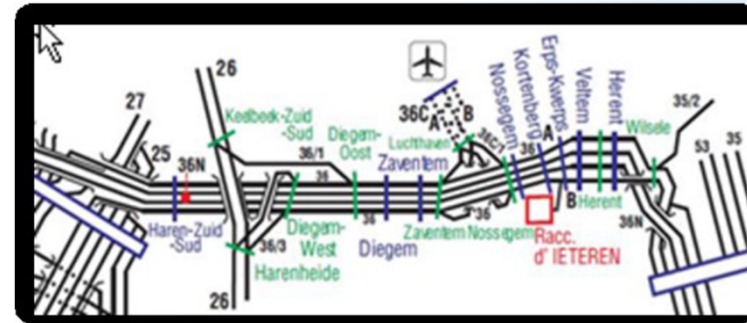


2. mikro úroveň

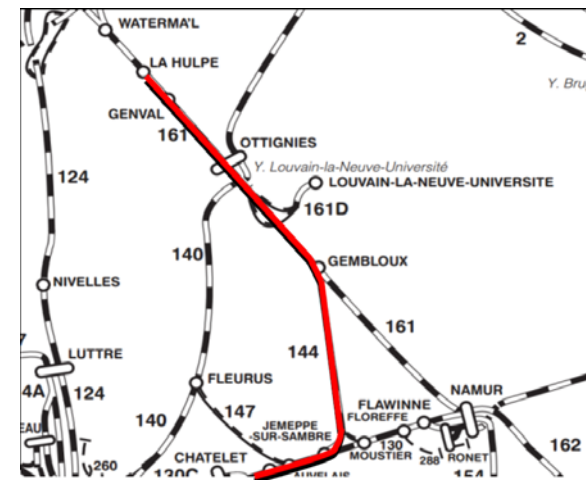
„dvounitkové“ kolejové schéma,
členění sítě na prvky ŽSv



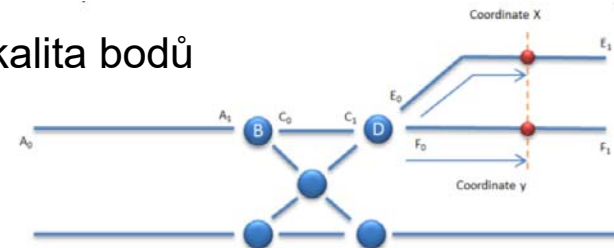
3. mezo úroveň



4. makro úroveň



multilokalita bodů



RailTopoModel a railML v.3.1

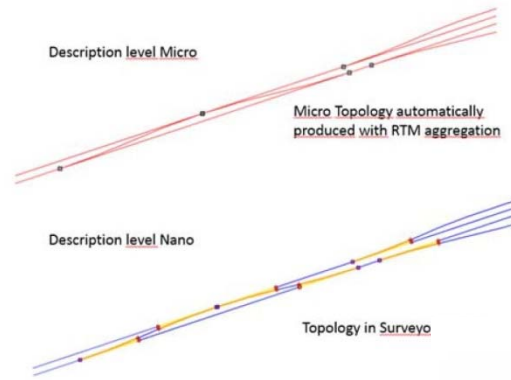


Fig. 7 - Nano description level

doplnění:
 „nano“ level
 odlišení dopravního
 a infrastrukturního
 popisu:
 mezistaniční úsek
 širá trať
 systém staničení

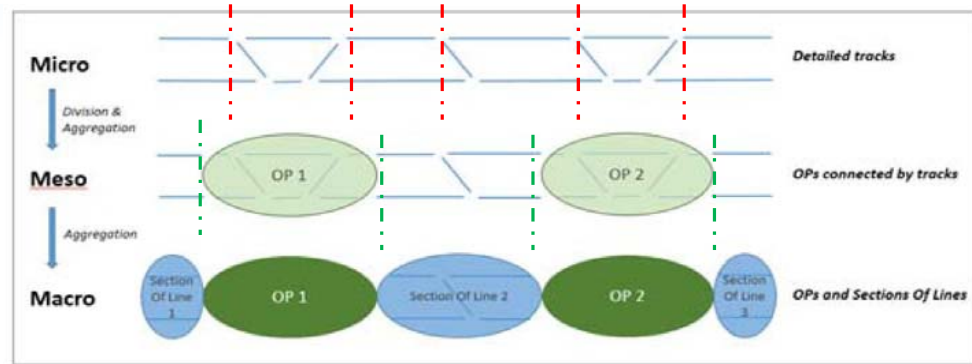


Fig. 8 - Aggregation example

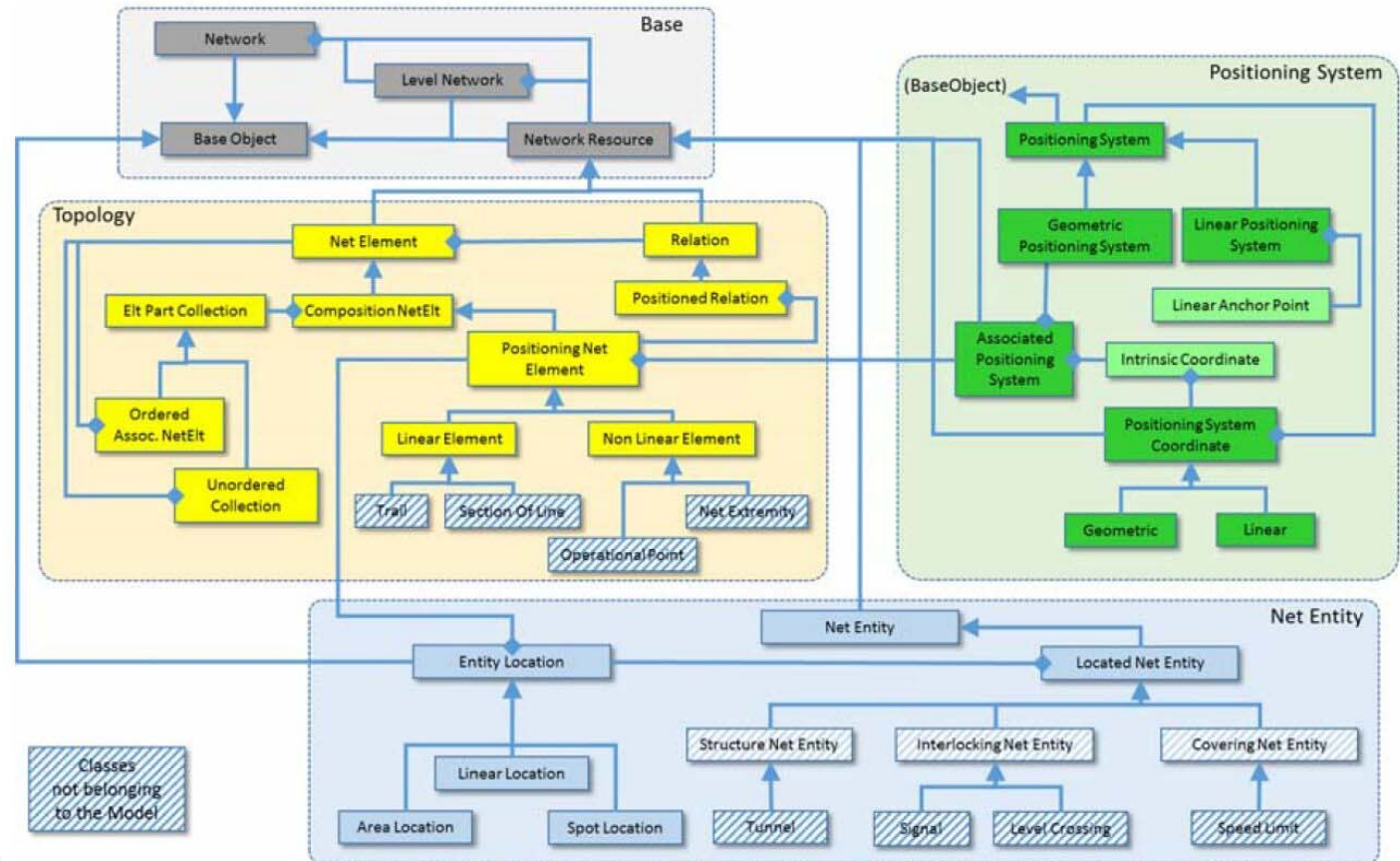


Fig. 9 - RTM Class diagram

RailML - XML popis infrastruktury v 2.3 - nástroj realizace RTM (aktuálně v. 3.1 beta)

```
<infrastructure id='infra_Ostsachsen'>
  <metadata>
    <dc:source>&lt;FBS&gt;\Dtl.bsv</dc:source>
  </metadata>
  <tracks>
    <track id='tr_80.6228' name='DAF W-DAF N' type='mainTrack'>
      <trackTopology>
        <trackBegin id='trn_DAF_W_80.6228' pos='0' absPos='942'>
          <macroscopicNode ocpRef='ocp_DAF_W'>
        </macroscopicNode>
        </trackBegin>
        <trackEnd id='trn_DAF_N_80.6228' pos='942' absPos='0'>
          <macroscopicNode ocpRef='ocp_DAF_N'>
        </macroscopicNode>
        </trackEnd>
        <crossSections/>
      </trackTopology>
      <trackElements>
        <speedChanges>
          <speedChange id='spc_80.6228u1_0' pos='0' absPos='942' dir='up' profileRef='spp_0' vMax='100'>
          <speedChange id='spc_80.6228d2_942' pos='942' absPos='23982' dir='down' profileRef='spp_1' vMax='100'>
          <speedChange id='spc_80.6228u3_0' description='R500' pos='0' absPos='942' dir='up' profileRef='spp_2' vMax='100'>
          <speedChange id='spc_80.6228u3_112' pos='112' absPos='830' dir='up' profileRef='spp_2' vMax='110'>
          <speedChange id='spc_80.6228d4_942' pos='942' absPos='23982' dir='down' profileRef='spp_2' vMax='100'>
        </speedChanges>
        <gradientChanges>
          <gradientChange id='grc_80.6228_0' pos='0' absPos='942' dir='up' slope='0.000'>
            <geoCoord coord='0 0' extraHeight='250.03' heightEpsgCode='5783'>
          </gradientChange>
          <gradientChange id='grc_80.6228_149' pos='149' absPos='793' dir='up' slope='1.500'>
            <geoCoord coord='0 0' extraHeight='250.03' heightEpsgCode='5783'>
          </gradientChange>
          <gradientChange id='grc_80.6228_197' pos='197' absPos='745' dir='up' slope='3.600'>
            <geoCoord coord='0 0' extraHeight='250.11' heightEpsgCode='5783'>
          </gradientChange>
          <gradientChange id='grc_80.6228_384' pos='384' absPos='558' dir='up' slope='14.800'>
          </gradientChange>
          <gradientChange id='grc_80.6228_584' pos='584' absPos='358' dir='up' slope='3.300'>
          </gradientChange>
          <gradientChange id='grc_80.6228_851' pos='851' absPos='91' dir='up' slope='1.100'>
          </gradientChange>
        </gradientChanges>
        <radiusChanges>
          <radiusChange id='rch_80.6228_149' pos='149' absPos='793' dir='up' radius='500'>
          <radiusChange id='rch_80.6228_774' pos='774' absPos='168' dir='up' radius='-302'>
          <radiusChange id='rch_80.6228_792' pos='792' absPos='150' dir='up' radius='2500'>
          <radiusChange id='rch_80.6228_904' pos='904' absPos='38' dir='up' radius='0'>
        </radiusChanges>
        <ownerChanges>
          <ownerChange id='och_80.6228_0' pos='0' absPos='942' dir='up' uic-no='80' infrastructureManagerRef='ou_0'>
        </ownerChange>
      </ownerChanges>
      <electrificationChanges>
        <electrificationChange id='elc_80.6228_0' pos='0' absPos='942' dir='up' type='none'>
      </electrificationChange>
    </electrificationChanges>
    <gaugeChanges>
```

pozice na trati

rychlost

podélný sklon

výška

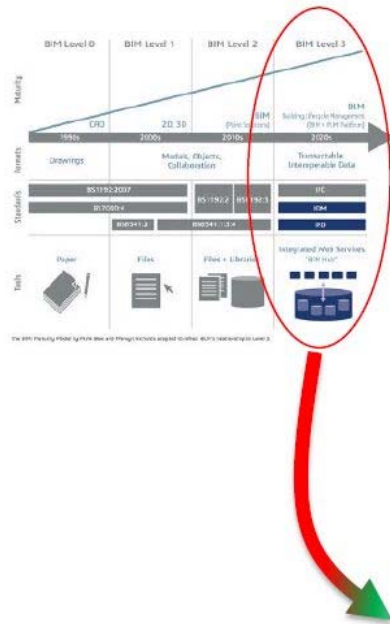
souřadnice

změna poloměru

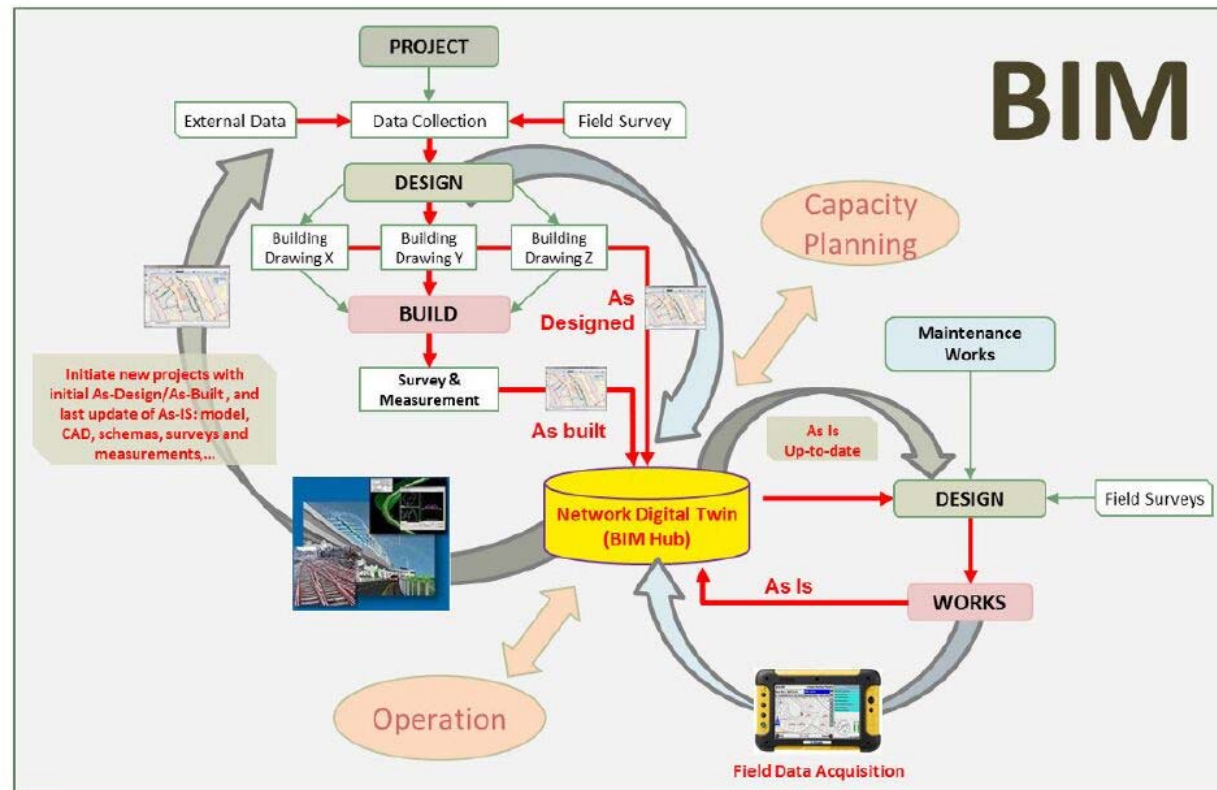
hranice
(provozovatele
infrastruktury)



Reminder : RTM & railML3 targets Enable Digital continuity for BIM/PLM



Enable continuity for Engineering and Maintenance processes
(Network Life Cycle)
Share with operation a unique, continuous network description
(Past, Current, Futures)

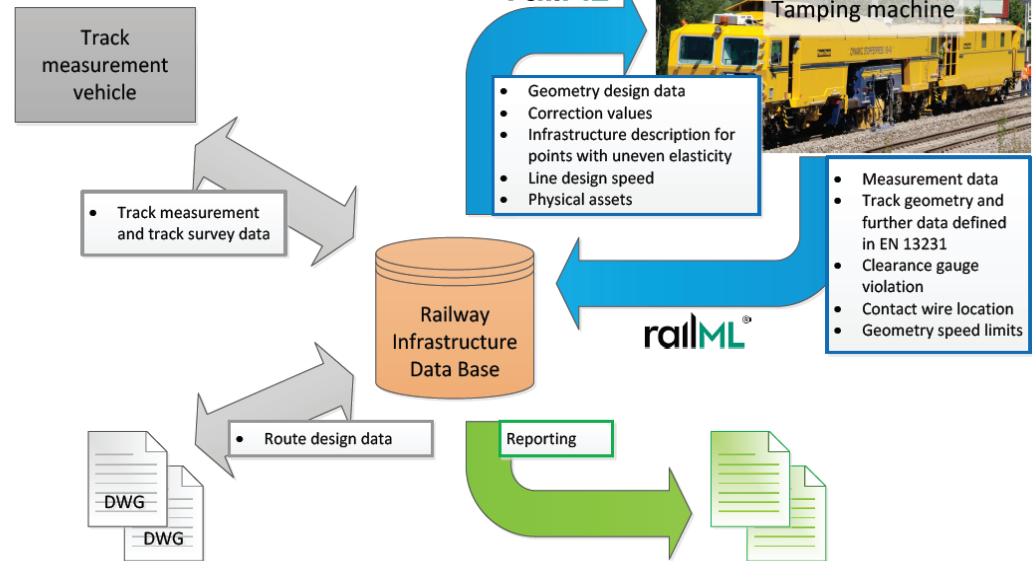
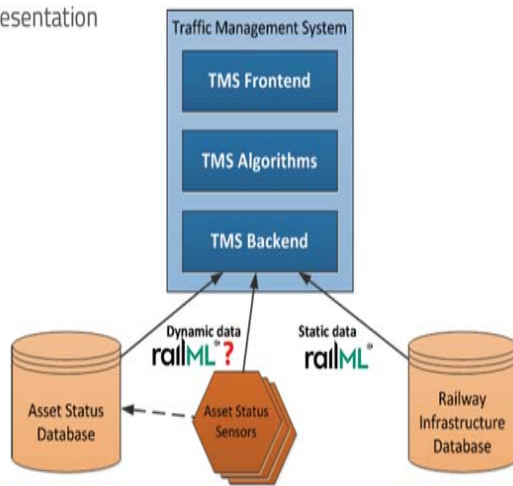


zdroj :
7. konference RailML
3.11.2016

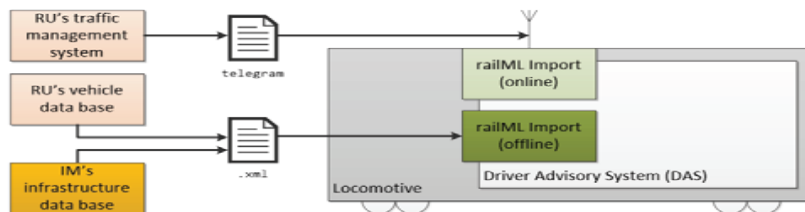
Metoda vývoje railML Use case požadované koncovými uživateli - příklady pro nejbližší 2 roky

• Track Geometry

• Asset Status Representation



• Driver Advisory System

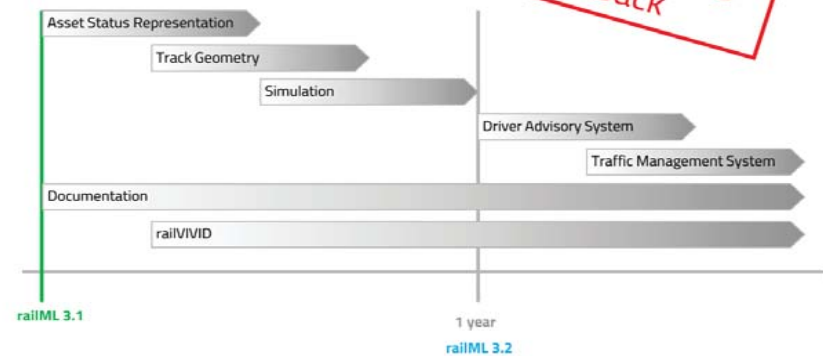


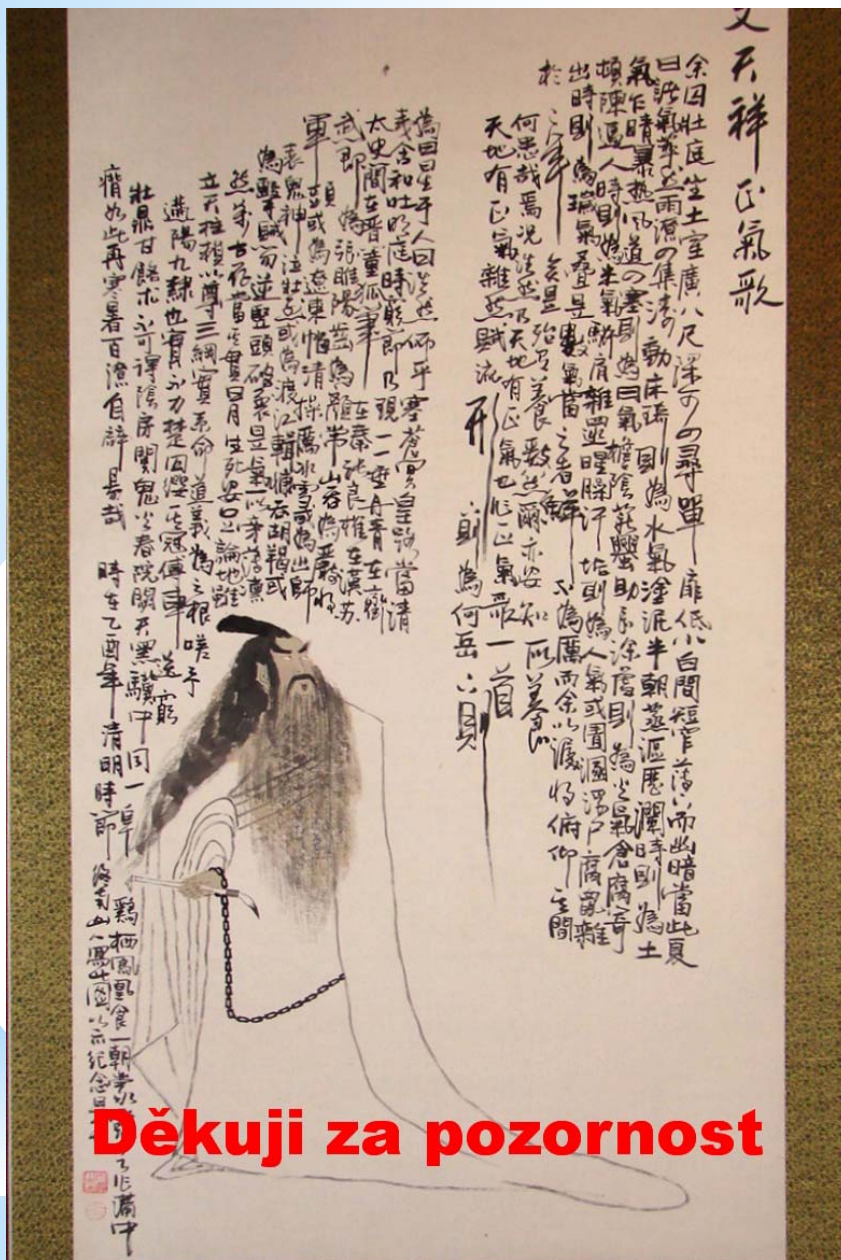
• Adresses **infrastructure and timetable** information

Zdroj: dokumentace semináře Berlin 9.10.1.2018

Roadmap

• Beyond railML 3.1





Děkuji za pozornost

Robert Číhal

T: +420 724013765,

E: cihal@kpmconsult.cz

Sdružení pro prostorová data o dopravních sítích, Brno Purkyňova 648/125, 612 00

epilog: Cato st. „A ostatně soudím, že“

... pro narovnění pohledů na železnici a korektní řešení nových přístupů k jejich využívání, je nezbytné legalizovat a vyhláškou upravit standardizovaný prostorový popis všech drah na území ČR ...