

Žilinská univerzita v Žiline  
Stavebná fakulta  
CEDS

**Ing. Martin Pitoňák, PhD.**  
**Ing. Milan Grochal, PhD.**

**BIM model**

**Rozborová úloha**

# 2019

## Obsah

|                                                                                                               |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV .....</b>                                                             | <b><u>3</u></b>  |
| <b>1. ÚVOD .....</b>                                                                                          | <b><u>4</u></b>  |
| <b>2. CIEĽ ROZBOROVEJ ÚLOHY – BIM MODEL .....</b>                                                             | <b><u>5</u></b>  |
| 2.1. OBSAH ROZBOROVEJ ÚLOHY (RÚ) .....                                                                        | <u>5</u>         |
| <b>3. SPRACOVANIE DIGITÁLNYCH DÁT V SR A ZAHRANIČÍ .....</b>                                                  | <b><u>7</u></b>  |
| 3.1. NDS, A.S. ....                                                                                           | <u>7</u>         |
| 3.2. SSC .....                                                                                                | <u>9</u>         |
| 3.3. SAMOSPRÁVNE KRAJE A MESTÁ .....                                                                          | <u>11</u>        |
| 3.4 DIGITÁLNE DÁTA ZÍSKANÉ V RÁMCI SPRÁVY A ÚDRŽBY .....                                                      | <u>11</u>        |
| 3.5. SPRACOVANIE DIGITÁLNYCH DÁT V ZAHRANIČÍ .....                                                            | <u>12</u>        |
| 3.5.1 Veľká Británia - Požiadavky na BIM model podľa platného predpisu AEC (UK) BIM Technology Protocol ..... | <u>12</u>        |
| 3.5.2. Fínsko - Požiadavky na BIM model Building Smart Finland .....                                          | <u>16</u>        |
| <b>4. DIGITÁLNA DOKUMENTÁCIA STAVIEB CESTNÝCH KOMUNIKÁCIÍ .....</b>                                           | <b><u>27</u></b> |
| 4.1. VEKTOROVÉ GRAFICKÉ DÁTA .....                                                                            | <u>27</u>        |
| 4.2. OTVORENÁ VÝMENA DÁT V BIM .....                                                                          | <u>27</u>        |
| 4.2.1. IFC formát .....                                                                                       | <u>28</u>        |
| 4.2.2. BCF formát (BIM Collaboration Format) .....                                                            | <u>30</u>        |
| 4.2.3. LOD – stupeň podrobnosti .....                                                                         | <u>30</u>        |
| 4.2.4. CDE – Spoločné dátové prostredie .....                                                                 | <u>33</u>        |
| 4.2.5. BEP – vykonávací plán BIM-u .....                                                                      | <u>34</u>        |
| <b>5. BIM V CESTNOM HOSPODÁRSTVE .....</b>                                                                    | <b><u>36</u></b> |
| 5.1. HARDVÉROVÉ RIEŠENIE .....                                                                                | <u>36</u>        |
| 5.2. SOFTVÉROVÉ RIEŠENIE .....                                                                                | <u>36</u>        |
| 5.3. NÁVRH BIM MODELU .....                                                                                   | <u>37</u>        |
| 5.3.1. Implementácia BIM v rámci verejného obstarávania .....                                                 | <u>37</u>        |
| 5.3.2. Výhody pre uchádzača .....                                                                             | <u>39</u>        |
| 5.3.3. Výhody pre zadávateľa .....                                                                            | <u>39</u>        |
| 5.4. IMPLEMENTÁCIA BIM .....                                                                                  | <u>39</u>        |
| <b>6. NÁVRH ZÁKLADNÉHO BIM MODELU .....</b>                                                                   | <b><u>46</u></b> |
| 6.1. FORMA ODOVZDANÉHO PROJEKTU .....                                                                         | <u>46</u>        |
| 6.2 KONCEPT SYSTÉMU ZAVEDENIA BIM DO CESTNEJ INFRAŠTRUKTÚRY .....                                             | <u>47</u>        |
| 6.3 NÁVRH ZÁKLADNÝCH PRVKOV DO BIM MODELU .....                                                               | <u>56</u>        |
| 6.4 STUPEŇ PODROBNOSTI PRE JEDNOTLIVÉ ÚROVNE PROJEKTOVANEJ DOKUMENTÁCIE .....                                 | <u>59</u>        |
| <b>7. ZÁVER .....</b>                                                                                         | <b><u>62</u></b> |
| <b>8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>                                                                    | <b><u>64</u></b> |
| <b>9 SÚVISIACE PRÁVNE PREDPISY .....</b>                                                                      | <b><u>65</u></b> |
| <b>10 SÚVISIACE A CITOVANÉ NORMY .....</b>                                                                    | <b><u>66</u></b> |
| <b>PRÍLOHA Č. 1. - ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY PRE TVORBU BIM MODELU .....</b>                                        | <b><u>68</u></b> |

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

**BIM** - Building Information Modeling, informačný model stavby  
**2D** - dvojrozmerný, reprezentujúci dva rozmery, dĺžka a šírka  
**3D** - trojrozmerný, reprezentujúci tri rozmery, dĺžka, šírka, výška  
**4D model** - 3D model, kde je ďalším rozmerom informácia v súvislosti s časom  
**5D model** - 4D model, ďalším rozmerom je informácia v súvislosti s nákladmi  
**CAD/CAD systém** - Computer Aided Design (počítačom podporovaný návrh) - podporuje všetky typy činností spojených s vyhotovením projektovej dokumentácie  
**S-JTSK** - Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej katastrálnej siete používaný v civilnom sektore na území Slovenskej republiky, jeho parametre boli stanovené s ohľadom na presné pozemné geodetické práce najmä v oblasti evidencie nehnuteľností  
**DTM** - Digital Terrain Model, digitálny model terénu  
**IS MCS** - informačný systém Modelu cestnej siete  
**Dialógové okno** - Grafický prvok používateľského rozhrania, pomocou týchto okien môže používateľ komunikovať s programom a priniesť imaginárny dialóg  
**EÚ** - Európska Únia  
**EP** - Európsky parlament  
**NDS, a.s.** - Národná diaľničná spoločnosť, a.s.  
**SSC** - Slovenská správa ciest  
**IFC** - výmenný formát (Industry Foundation Classes) - štandardizovaný a plne dokumentovaný formát súboru vytvorený a definovaný organizáciou buildingSMART  
**BCF** - výmenný formát (BIM Collaboration Format)  
**CEN/ECS** - Európsky výbor pre normalizáciu (angl. European Committee for Standardization - ECS, franc. Comité Européen de Normalisation - CEN) je nezisková organizácia, ktorej poslaním je podpora európskej ekonomiky v globálnom obchode, prosperity obyvateľstva Európy a životného prostredia, tým že poskytuje efektívnu základňu pre zainteresované strany pri rozvoji, udržiavaní a šírení ucelených súborov noriem a špecifikácií  
**ÚNMS SR** - Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky  
**BIM Execution Plan** - technicko-manažérsky manuál spracovania BIM projektu. Dokument, ktorý uvádza akým spôsobom budú splnené požiadavky vyplývajúce z EIR (Požiadavky na informácie zamestnávateľa)  
**EIR** - exchange information requirements - požiadavky na výmenu informácií  
**CDE** (Common Data Environment) - spoločné dátové prostredie, ktoré každý používa na základe pokynov uvedených v PAS1192 a BS1192 na koordináciu informácií s členmi dodávateľského reťazca o projekte  
**LOD** - Stupeň podrobnosti (Level of Development) zložený z Úrovne detailu modelu (Level of detail) a prislúchajúcej Úrovne informácií (Level of information) – negrafický obsah  
**TZB** - technické zabezpečenie budov  
**XML** - (Extensible Markup Language) značkovací jazyk, umožňuje jednoduché vytváranie konkrétnych značkových jazykov na rôzne účely a široké spektrum rôznych typov údajov  
**CDB** - cestná databanka  
**SHV** - systém hospodárenia s vozovkami  
**SHM** - systém hospodárenia s mostami  
**TPR** - technické predpisy rezortu  
**GIS** - geografický informačný systém na získavanie, ukladanie, analyzovanie a manažovanie dát a príslušných vlastností, ktoré sú viazané k určitému priestoru

## 1. ÚVOD

Vo februári 2014 prijal Európsky parlament (EP) nové smernice ohľadne udeľovania koncesií (č. 2014/23/EÚ), o verejnom obstarávaní (č. 2014/24/EÚ) a o obstarávaní vykonávanom subjektmi pôsobiacimi v odvetviach vodného hospodárstva, energetiky, dopravy a poštových služieb (č. 2014/25/EÚ). Tieto smernice boli dňa 28. marca 2014 zverejnené v Úradnom vestníku Európskej únie (EÚ), pričom nadobudnú účinnosť dvadsiatym dňom po ich zverejnení. Jednotlivé členské štáty sú povinné príslušné smernice prijať a zapracovať do národnej legislatívy. [1]

Ako sa uvádza v správe EP, novoprijaté smernice reformujú legislatívu EÚ v oblasti verejného obstarávania a po prvýkrát stanovujú spoločné normy EÚ v oblasti uzatvárania koncesných zmlúv. Cieľom novelizácie je posilnenie spravodlivej súťaže a lepšie zhodnotenie peňazí daňových poplatníkov, pričom reformované kritéria na vyhodnocovanie ponúk tak budú klásť väčší dôraz na ochranu životného prostredia, sociálne aspekty ponúk a inovácie. Smernica okrem iného uvádza možnosť vyžadovať použitie osobitných elektronických nástrojov k predkladanej dokumentácii vo verejných zákazkách. Cieľom je modernizovať existujúce pravidlá EÚ pre verejné obstarávanie tým, že sa zjednodušia postupy a systém verejného obstarávania sa stane pružnejším. A tu sa dostávame do prieniku s podstatou BIM-u. EÚ pochopila, že sa môže stať strategickým nástrojom pre zvýšenie transparentnosti, pružnejšieho procesu obstarávania a v neposlednom rade nástrojom pre zvyšovanie kvality projektov pri zabezpečení efektívneho vynaloženia finančných prostriedkov. Na základe týchto ale aj iných skutočností odporúča a zároveň umožňuje členským krajinám požadovať technológiu BIM v zákazkách, ktoré sú financované z verejných zdrojov. [7]

Hlavnými prínosmi sú:

- možnosť kontroly projektu a nákladov vo všetkých fázach projektu,
- rýchlejšie zapracovanie požiadaviek a zmien,
- zásadné informácie pre rozhodovanie sú k dispozícii v už skorších fázach projektu,
- jednoduchšia komunikácia s ostatnými účastníkmi,
- možnosť zlepšovať kvalitu stavieb vďaka softvérovej validácii parametrov a vlastností použitých stavebných materiálov, konštrukcií a produktov a ich zosúladenie s legislatívou a platnými normami,
- možnosť automatickej kontroly súladu návrhu s požiadavkami záväzných predpisov (pri použití validátorov BIM modelu),
- efektívnejšie využitie verejných finančných prostriedkov,
- zníženie rizika prekročenia nákladov u verejných zákaziek na stavebné práce,
- zvýšenie transparentnosti pri čerpaní finančných prostriedkov na projekty,
- možnosť jednoduchšej simulácie energetickej náročnosti stavby a optimalizácia energetickej účinnosti,
- možnosť prepojenia rôznych registrov štátnej správy súvisiacich s výstavbou pre lepšie plánovanie infraštruktúry,
- jednoduchšia a dôveryhodnejšia komunikácia a prezentácia zámerov pri verejných rokovaniach. [7]

## 2. CIEĽ ROZBOROVEJ ÚLOHY – BIM MODEL

Cieľom tejto RÚ je vytvorenie základnej databázy prvkov cestnej infraštruktúry vhodných pre BIM model počas celej ich životnosti. V rámci spracovania úlohy sa vyšpecifikovali všetky konkrétne prvky cestného hospodárstva, ktoré má zmysel zahrnúť do BIM modelu, ako napr. cesty, mostné objekty, inžinierske siete (najmä presná poloha a názov), vybavenie a pod., ako aj úroveň detailov – aké všetky údaje musia byť jednotlivé prvky modelu, aby tieto dáta mohli byť využívané nielen počas projektovania, komunikácie s investormi a verejnosťou, samotnej realizácie stavby, ale predovšetkým počas správy cestnej infraštruktúry s príslušnými objektmi z pozície NDS, a.s., SSC, MDV SR, samosprávnych krajov a obcí.

Dôraz bol hlavne kladený na obdobie správy majetku, keďže je to z celého cyklu životnosti stavby najdlhšia a najvýznamnejšia etapa. Taktiež informácie priradované prvkom modelu sa môžu rôzniť počas jednotlivých etáp, podľa toho, čo je potrebné sledovať v projekčnej fáze, realizačnej a najmä počas obdobia správy majetku a prevádzky vybudovaných objektov. S tým priamo súvisí aj úroveň detailov modelu. Na základe uvedeného bolo potrebné určiť ako podrobne majú byť konkrétne prvky modelu rozpracované a popísané, pretože v niektorých prípadoch je práve naopak, úroveň detailov znižovaná pre prehľadnejší a zmysluplnejší výstup.

### 2.1. Obsah rozborovej úlohy (RÚ)

Obsah tejto RÚ bol z dôvodu náročnosti problematiky rozdelený na dve etapy:

#### 1. V prvej etape bolo potrebné:

- vykonať analýzu stavu zbieraných údajov v správcoch spoločnostiach cestného hospodárstva, ktorými sú: NDS a.s., SSC (cestná databanka, systém hospodárenia s mostmi, systém hospodárenia s vozovkami, prípadne iné), ministerstvo dopravy, samosprávne kraje a obce a to z hľadiska technického ako aj z pohľadu správy majetku,
- zistiť, čo všetko sa v cestnom hospodárstve u správcov sleduje, kontroluje, v akých formátoch sa dáta zbierajú, v akých sa spracovávajú a aký je digitálny výstup,
- overiť možnosti kompatibility dát so softvérovými riešeniami používanými na Slovensku a v zahraničí, najmä v susedných krajinách, kde sa vykonáva cezhraničná spolupráca pri budovaní cestnej infraštruktúry. Dôležitým faktom je aj správne zosúladenie BIM projektov s geograficko-informačnými systémami na Slovensku a určenie možností prepojenia na Cestnú databanku,
- navrhnúť základný potrebný BIM model v takej úrovni, aby po prevzatí hotového diela do správy stačilo údaje obmeniť, doplniť, prípadne BIM model zjednodušiť v zmysle vyššie uvedenej analýzy tak, aby sa BIM model nezahľcoval podrobnými informáciami potrebnými pre správu majetku.

#### 2. V druhej etape bolo potrebné:

- vytypovať vhodné prvky z dodávaných údajov od zhotoviteľov, projektantov a odborníkov z oblasti prevádzky infraštruktúry, ktoré budú v prvom kroku prvotnou súčasťou BIM modelu,

- vytvoriť základnú knižnicu prvkov, kde budú popísané všetky relevantné prvky cestného hospodárstva z pohľadu všetkých zainteresovaných strán a typ informácií, ktoré je potrebné priradiť týmto prvkom v BIM modeli, aby bol takýto výstup zmysluplný vo všetkých fázach životného cyklu pre všetky zainteresované strany,

- vytvoriť základný dokument, kde budú definované procesy, v ktorej fáze životnosti stavby, kto bude zadávať/pridávať informačnú databázu k jednotlivým prvkom BIM modelu, nakoľko množstvo a typ informácií, ktoré sú potrebné sa v rámci životného cyklu stavby/diela menia.

Zároveň je táto RÚ spracovaná v súlade so všetkými platnými predpismi, národnými STN a prevzatými európskymi normami (EN ISO 19650-1,2), ktoré sa týkajú danej problematiky, ktoré boli prijaté do sústavy STN a v zmysle platných TPR schválených MDV SR.

### 3. SPRACOVANIE DIGITÁLNYCH DÁT V SR A ZAHRANIČÍ

Väčšina ciest I. triedy na Slovensku je vo vlastníctve štátu a spravuje ich Slovenská správa ciest (SSC). Výnimkami sú prejazdne úseky hlavným mestom Slovenskej republiky (SR) Bratislavou, kde sú tieto úseky vo vlastníctve a správe mesta, krátke prejazdne úseky colnicami, ktoré spravujú príslušné colné úrady a niekoľko úsekov na trasách budúcich úsekov diaľnic a rýchlostných ciest vlastní a spravuje NDS, a. s. Konkrétne úseky na území mesta Bratislavy sú vo vlastníctve a správe mesta. Cesty II. a III. triedy sú vo vlastníctve a správe samosprávnych krajov (VÚC), na území Bratislavy sú vo vlastníctve a v správe mesta, na území mesta Košice sú cesty II. a III. triedy vo vlastníctve a v správe mesta Košice. Vznikom Národnej diaľničnej spoločnosti a.s. dňom 1.2.2005 prešli diaľnice, rýchlostné cesty a časť ciest I. triedy do jej vlastníctva a správy.

#### 3.1. NDS, a. s.

Projektová dokumentácia (PD) sa okrem štandardnej papierovej formy, odovzdáva aj v digitálnom formáte. Výkresová dokumentácia obsahuje, alebo by mala obsahovať všetky náležitosti obsiahnuté v platných TP 009 - Digitálna dokumentácia stavieb cestných komunikácií. Tieto technické podmienky, ako aj iné súvisiace TPR (napr. TP 019 Dokumentácia stavieb ciest) začínajú byť v súčasnosti už neaktuálne a často sa v digitálnej dokumentácii nedodržiavajú. Digitálna dokumentácia sa dôsledne nekontroluje a neuskladňuje za účelom ďalšieho využitia, prepojenia na ďalšie databázy, v podstate sa len archivuje spolu s papierovou dokumentáciou. V niektorých prípadoch, ak je dostupná, odovzdáva sa aj 3D dokumentácia, ale s rovnakým výsledným efektom ako pri 2D elektronickej dokumentácii.

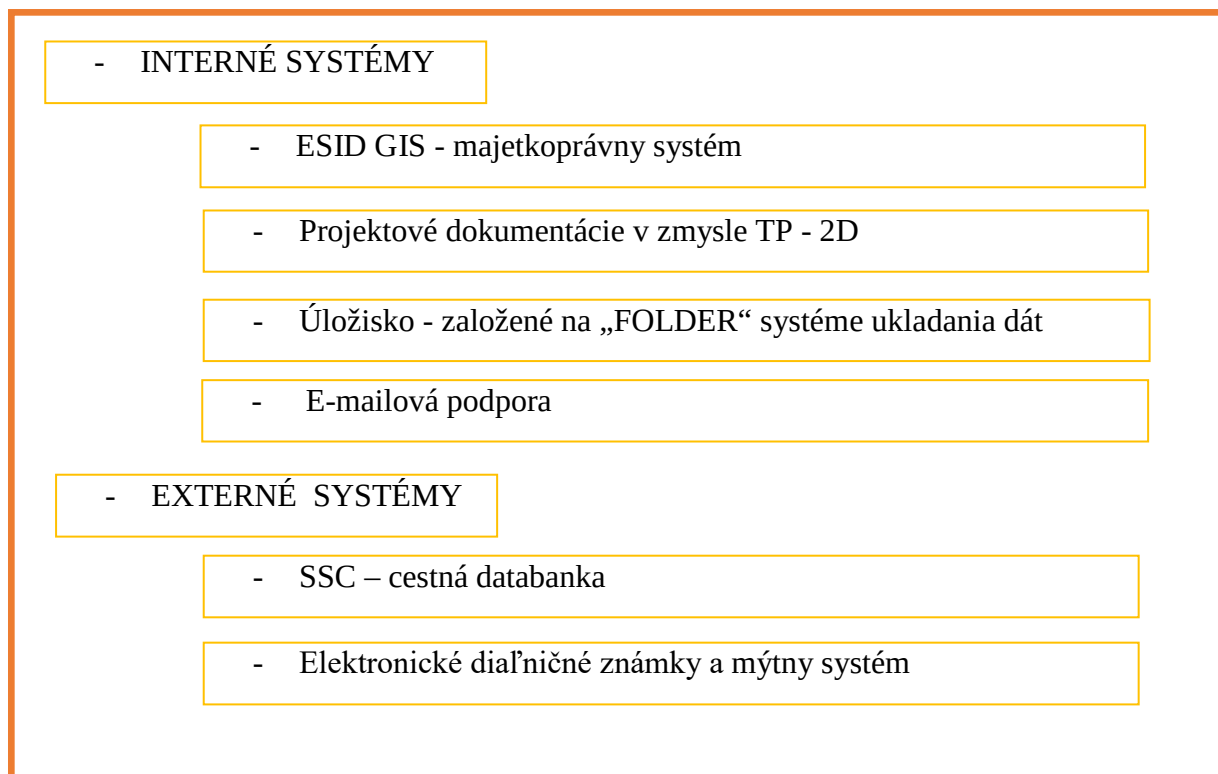
#### Analýza stavu digitálnych dát

Na majetkoprávne úkony sa využíva GIS systém ESID GIS, ktorý je používaný interne, systém beží na vlastných serverových úložiskách. Každopádne čo sa z pohľadu zdieľania tohto typu informácií v rámci BIM projektu týka, je to len jedna časť, pričom relevantné informácie by bolo možné prepojiť s inými systémami.

Diaľnice, rýchlostné cesty a časť ciest I. triedy, ktoré sú v správe NDS a.s., sú v centrálnej technickej evidencii ciest, takže sú na spoločnej platforme CDB pod správou SSC.

Z toho dôvodu je najvhodnejším predpokladom aj naďalej využívať funkčný systém CDB a prepojiť ho v budúcnosti so systémami, ktoré budú vhodne prepájať GIS informácie, CDB a BIM projekty s grafickými aj negrafickými prílohami a dátami.

Projektová dokumentácia sa odovzdáva v digitálnej forme, trend je taký že sa budú odovzdávať čoraz viac 3D modely až nakoniec komplexné BIM projekty. Všetko je potrebné skladovať a efektívne poprepájať, aby bolo zobrazovanie a vyhľadávanie konkrétnych prvkov efektívne. Čo sa týka už vybudovaných stavieb, tak je pravdepodobné že sa významné časti diaľnic/mosty/križenia zdigitalizujú, prípadne sa pre potreby správy majetku vytvorí BIM modely podobne ako sa to už realizuje v pozemnom stavitelstve.



*Obr. 3.1 Analýza stavu digitálnych dát NDS, a.s.*

Strediská správy a údržby pre svoju prevádzku potrebujú úplne všetky dostupné podklady, nielen projekt, ale aj stavebný denník a všetky dostupné informácie z času realizácie stavby, ako aj porealizačné zameranie a pod. To znamená, že je potrebná možnosť z hľadiska najdlhšej fázy projektu – správy majetku – dopĺňať a aktualizovať BIM projekt od 3D modelu až po všetky negrafické súbory. Efektívne digitálne spravovanie dát je podrobnejšie vysvetlené v kapitole 6.

V nasledujúcej SWOT BIM analýze sú zmienené niektoré hlavné silné a slabé stránky, ako aj príležitosti a hrozby zavedenia BIM v rámci zavádzania BIM-u pre NDS a. s.



## SWOT ANALÝZA BIM NDS, a.s.

### SILNÉ STRÁNKY

- Lepšia komunikácia s investormi a verejnosťou.
- Archivácia už raz vytvorených digitálnych dát.
- Možnosť využívania pre budúce projekty v rámci životného cyklu a rozširovania cestnej siete.
- Minimalizovanie nákladov pre budúcu digitalizáciu.
- Nižšia miera chybovosti.
- Plánovanie know-how a spolupráca so zainteresovanými stranami.
- Transparentnosť, zodpovednosť a zverejňovanie.

### SLABÉ STRÁNKY

- Obnova hardvérového vybavenia.
- Vznik **cloudového** úložiska.
- Zvýšená správa dát a ich prepojení.
- Nákup softvérového vybavenia.
- Zmena niektorých pracovných pozícií.
- Problematické zabezpečenie a kontrola kvality.
- **Vznik možných ďalších transakčných nákladov ktoré znižujú účinnosť.**

### PRÍLEŽITOSTI

- Vznik nových BIM pracovných pozícií, prípadne úprava povinností.
- **Vznik univerzálneho cloudového úložiska – možnosti ďalšieho využitia už existujúceho.**
- Potenciál pre inovácie.
- Potenciál nových partnerstiev s rozdelením rizika.
- Kontrola nákladov.

### HROZBY

- Nepochopenie BIM možností.
- Zvýšené riziko vynakladania finančných prostriedkov.
- Vyššia obstarávacía cena prípravných a projektových prác.
- Zvýšená časová náročnosť na projektové práce.

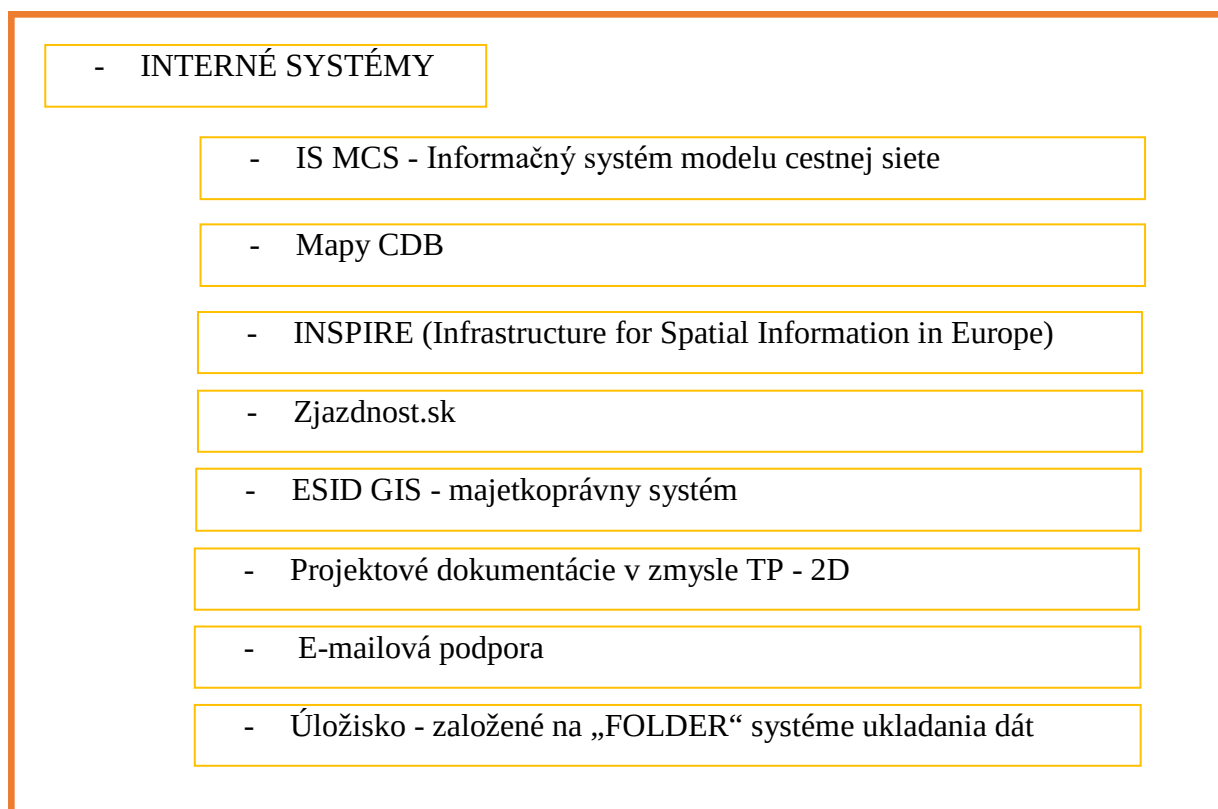
## 3.2. SSC

Projektová dokumentácia sa rovnako ako aj v prípade NDS a.s. odovzdáva v papierovej forme, digitálna forma je ako súčasť prílohy spolu s 2D dokumentáciou (DWG) a Word, XLS, PDF súborami a pod. Opäť absentuje systematické ukladanie na server, kde by bolo možné všetky digitálne podklady rýchlo vyhľadávať a navzájom logicky prepájať.

Zdrojom informácií je presné porealizačné zameranie stavby a následná digitalizácia pre potreby centrálnej technickej evidencie a správu najmä z hľadiska opotrebovania. Údaje sú následne uložené na GIS platforme CDB. Odovzdávaná digitálna dokumentácia v súčasnosti nie je previazaná na CDB. Zároveň v rámci aplikácií ISMCS, v aplikáciách pre činnosti v rámci systému hospodárenia s vozovkami vrátane činností hlavných prehliadok vozoviek – ESCES (Evidencia stavu cestnej siete), Vozovky a aplikácii pre činnosti v rámci systému hospodárenia s mostami vrátane vstupu technických údajov o mostoch (MOSTY), je možné nahráť priamo do systému okrem PD aj fotodokumentáciu, mostné zošity a iné súvisiace podklady.

### Analýza stavu digitálnych dát

SSC využíva niekoľko digitálnych systémov uvedených nižšie, z toho najvýznamnejším sa javí z pohľadu prepojenia s BIM systémom cestná databanka (CDB). Je to z toho dôvodu že sa momentálne globálne rieši prepojenie GIS a BIM systémov. Ako je popísané v kapitole 6, mohla by byť prepojená CDB s cloudovým úložiskom a cez aplikačné systémy by tak mohli byť prepojené cez rôzne úrovne prístupov všetky relevantné dáta ako budúce BIM modely, grafické a negrafické dáta.



*Obr. 3.2 Analýza stavu digitálnych dát SSC*

Strediská správy a údržby pre svoju prevádzku potrebujú úplne všetky dostupné podklady, nielen projekt, ale aj stavebný denník a všetky dostupné informácie z času realizácie stavby, ako aj porealizačné zameranie a pod. To znamená, že je potrebná možnosť z hľadiska najdlhšej fázy projektu – správy majetku – dopĺňať a aktualizovať BIM projekt od 3D modelu až po všetky negrafické súbory. Efektívne digitálne spravovanie dát je podrobnejšie vysvetlené v kapitole 6.

V nasledujúcej SWOT BIM analýze sú zmienené niektoré hlavné silné a slabé stránky, ako aj príležitosti a hrozby zavedenia BIM v rámci zavádzania BIM-u pre SSC.

## SWOT ANALÝZA BIM SSC

### SILNÉ STRÁNKY

- Lepšia komunikácia z investormi a verejnosťou.
- Archivácia už raz vytvorených digitálnych dát.
- Možnosť využívania pre budúce projekty v rámci životného cyklu a rozširovania cestnej siete.
- Minimalizovanie nákladov pre budúcu digitalizáciu.
- Nižšia miera chybovosti.
- Plánovanie know-how a spolupráca so zainteresovanými stranami.
- Transparentnosť, zodpovednosť a zverejňovanie.

### SLABÉ STRÁNKY

- Obnova hardvérového vybavenia.
- Vzniku cloudového úložiska.
- Zvýšená správa dát a ich prepojení.
- Nákup softvérového vybavenia.
- Zmena niektorých pracovných pozícií.
- Problematické zabezpečenie a kontrola kvality.
- Nová organizácia má ďalšie transakčné náklady, ktoré znižujú účinnosť.

### PRÍLEŽITOSTI

- Vznik nových BIM pracovných pozícií, reštrukturalizácia.
- Vznik univerzálneho cloud-ového úložiska – možnosti ďalšieho využitia.
- Potenciál pre inovácie.
- Potenciál nových partnerstiev s rozdelením rizika.
- Kontrola nákladov.
- Dátové prepojenie cloud-úložiska s CDB, INSPIRE.

### HROZBY

- Nepochopenie BIM možností.
- Možné zvýšenie riziko vynakladania finančných prostriedkov.
- Nižšie množstvo záujemcov v súťažiach pilotných projektov.
- Vyššia obstarávacía cena prípravných a projektových prác.
- Zvýšená časová náročnosť na projektové práce.

### 3.3. Samosprávne kraje a mestá

Samosprávne kraje predovšetkým pracujú s papierovou formou projektov a okrem papierovej projektovej dokumentácie archivujú aj digitálnu formu, ktorá obsahuje 2D dokumentáciu (DWG) a Word, XLS, PDF súbory na prenosných pamäťových nosičoch. Nie je nám známa akákoľvek iná forma práce na týchto úrovniach riadenia cestného hospodárstva.

### 3.4 Digitálne dáta získané v rámci správy a údržby

Pre potreby údržby či už pre NDS a.s., SSC, prípadne samosprávne kraje a mestá sa každoročne vykonávajú mnohé kontroly a analýzy so zberom dát. Jedná sa napr. o povrchové kontroly pomocou technológie laser scan (vyjazdené koľaje), prípadne dôkladnejšie hĺbkové merania (GPR - ground penetration radar). Vo všetkých prípadoch sa údaje vyhodnotia a preberá sa len výsledný protokol kontroly. Namerané dáta sa však nikde neukladajú. Pritom majú pre potreby správy a údržby z dlhodobého hľadiska značný prínos, nakoľko je možné na základe porovnávania GPR hĺbkových meraní v rozmedzí niekoľkých rokov porovnávať konkrétne úseky kde boli namerané anomálie a sledovať ich progres, na základe čoho je možné dopredu plánovať a včas realizovať rekonštrukcie takýchto úsekov. Je teda potrebné využiť dostupné technológie, servery na skladovanie všetkých relevantných dát ako aj ich prepojenie s ďalšími systémami.

### 3.5. Spracovanie digitálnych dát v zahraničí

V Českej republike sú spracované prvé dokumenty s požiadavkami a popisom BIM modelu. Na Slovensku sa plánujú (NDS a.s.) pilotné projekty, v ostatných krajinách v rámci EU sú už požiadavky na odovzdávanie BIM modelov spísané do predpisov, ktoré sú pre danú krajinu platné.

V nasledovných kapitolách sú uvedené požiadavky na BIM model vo Veľkej Británii a vo Fínsku.

#### **3.5.1 Veľká Británia - Požiadavky na BIM model podľa platného predpisu AEC (UK) BIM Technology Protocol**

##### **BEP - Plán vyhotovenia pre BIM**

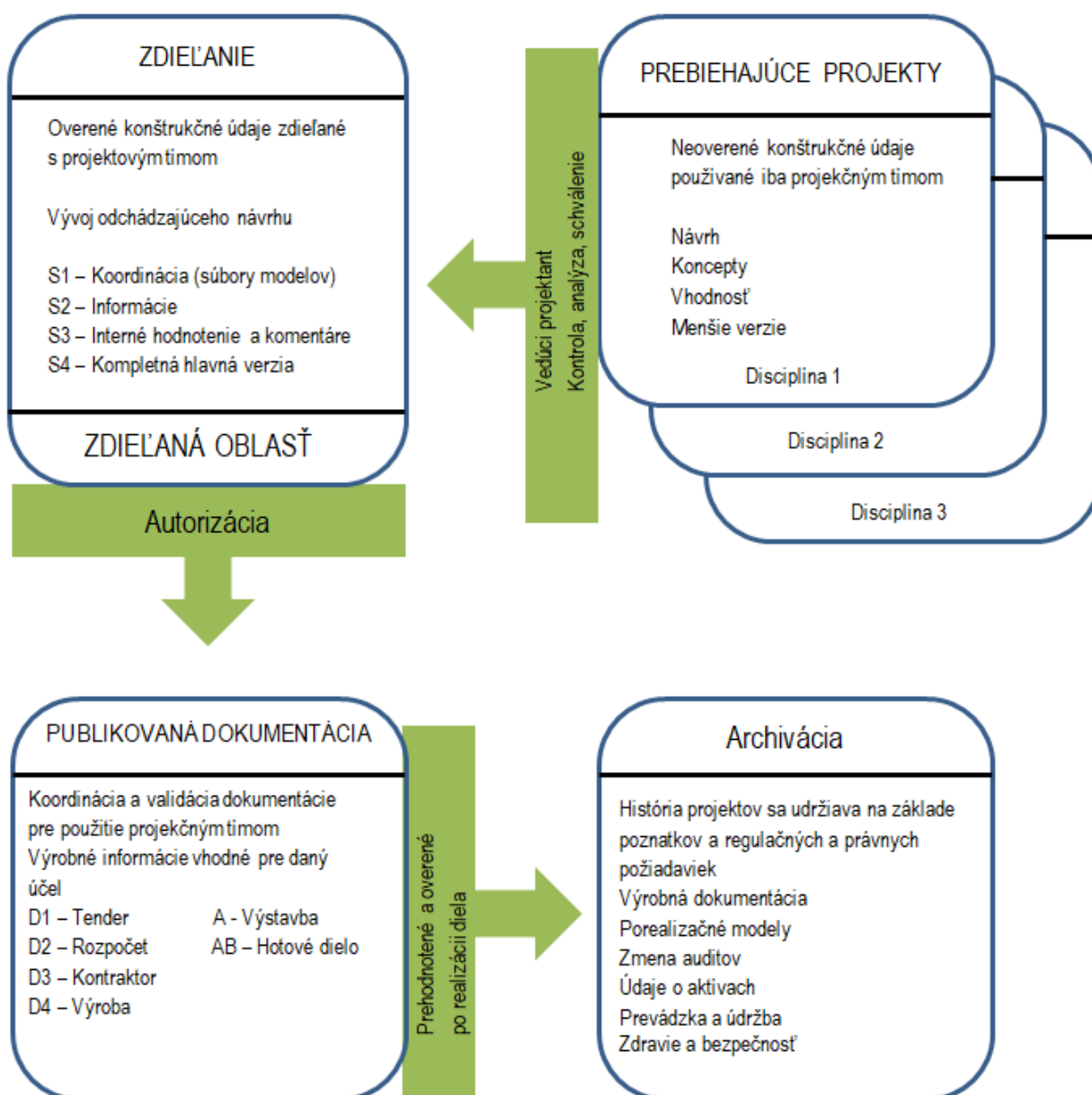
Riešiť má konkrétne požiadavky projektu alebo zadávateľa. Z hľadiska nástrojov na tvorbu BIM je potrebné zvážiť nasledovné body:

1. Ciele a spôsoby použitia – ciele BIM a dodanie pre konkrétnu použitú technológiu,
2. Softvér – použitá technológia a stratégia interoperability, riešenie nezrovnalostí,
3. Pracovné stretnutia – stretnutia BIM tímu,
4. Súradnice – nastavenie jednotného súradnicového systému,
5. Segregácia dát – riešenie modelových organizačných štruktúr, umožnenie multidisciplinárneho prístupu
6. Kontrola/validácia – definovaný proces kontrol a overovania informácií,
7. Výmena informácií – definuje komunikačné protokoly, frekvenciu a formu výmeny medzi formálnymi rozhodovacími miestami. [19]

##### **Spolupráca na BIM procese**

Hlavnou súčasťou spoločného prostredia spolupráce je schopnosť komunikovať, opakovane používať a efektívne zdieľať dáta bez straty alebo nesprávnej interpretácie.

CDE – spoločné dátové prostredie umožňuje zdieľať dáta medzi všetkými členmi projektového tímu. Existujú štyri oblasti relevantné pre CDE, znázornené na obr. 3.3.



Obr. 3.3 Oblasť relevantné pre CDE [19]

## Interoperabilita

Interoperabilita medzi softvérovými riešeniami je pre úspech BIM mimoriadne dôležitá. Príprava a prijaté metódy pre BIM v konečnom dôsledku určujú úspešnú aplikáciu aj v iných softvérových riešeniach a technológiách.

Všetky prichádzajúce CAD/BIM dáta sa musia zaznamenať v súlade s riadiacimi postupmi projektu.

- Kópie prichádzajúcich dát sa zachovávajú aj v originálnom formáte.
- Vhodnosť prichádzajúcich údajov sa potvrdí pred sprístupnením a zdieľaním.
- Modifikácie prichádzajúcich CAD/BIM dát sa môžu vykonať len so súhlasom osoby zodpovednej za koordináciu.

Pred výmenou BIM dát medzi rôznymi softvérovými riešeniami je dôležité:

- pochopiť proces výmeny, potrebné stretnutie s technickými zástupcami oboch riešení,
- požiadavky a obmedzenia cieľového softvéru, prípadne aj hardvéru, potrebné pripraviť dáta tak, aby boli vhodné na výmenu, zapísať do BEP,
- Protokol o výmene údajov medzi rôznymi softvérovými / hardvérovými systémami musí byť overený prostredníctvom testovania na menších dátach s cieľom zabezpečiť zachovanie integrity údajov. [19]

## **Štruktúra modelu**

Existuje celý rad metód ktoré umožňujú spoluprácu v BIM prostredí - vrátane pracovných postupov a riadenia tímov ako aj technologických riešení. Táto časť je zameraná na:

- Prístup pre viacerých užívateľov,
- Operačnú efektívnosť,
- Spoluprácu.

Vo všeobecnosti by sa mali dodržiavať tieto postupy:

- Na základe štruktúry modelu sa zohľadnia a odsúhlasia všetky interné a externé disciplíny zapojené do modelovania (zdokumentované v BEP).
- V jednom súbore sa nesmie vytvoriť viac ako jedna stavba.
- Modelový súbor má obsahovať iba údaje od jednej disciplíny,
- Pri ďalšej segregácii geometrie je nutné uistiť sa, že súbory s modelom zostávajú funkčné na dostupnom hardvéri.
- Aby sa predišlo duplicitě alebo chybám pri koordinácii, je potrebné jasné vymedzenie údajov vlastníctva počas celej životnosti projektu, ktoré sa zadefinuje a zdokumentuje.
- Ak viaceré modely tvoria jeden projekt, mal by byť považovaný za hlavný model, ktorého funkciou je spojiť rôzne zostavy dohromady pre potreby koordinácie a zisťovania konfliktov. [19]

## **Delenie modelu**

Rozdelenie modelu umožňuje viacerým užívateľom pracovať na ňom súčasne a môže výrazne zvýšiť efektívnosť a účinnosť projektov rôznych veľkostí ale najmä pre projekty na ktorom pracujú viacerí projektanti.

Rozdeliť model treba logicky, podľa pridávaných elementov, či už individuálne alebo podľa kategórií, umiestnenia, pridelovania úloh a pod.

Na zlepšenie výkonu hardvéru je potrebné otvárať len požadované modely, nie všetky, napríklad tomu, že sa nepoužívaným častiam vypne len ich zobrazenie.

Ak je to potrebné, treba meniť oprávnené prístupy a vlastníctvo modelu, aby nedošlo k náhodnému alebo úmyselnému zneužitiu dát. [19]

## **Referencovanie modelov**

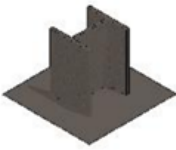
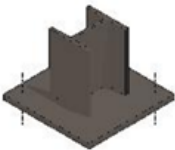
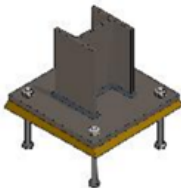
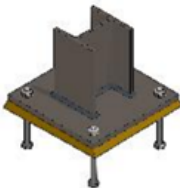
Referencovanie umožňuje zobrazovať viaceré odlišné časti projektu/modelu, ktoré sú príliš veľké na správu v jednom súbore, prípadne sú z inej disciplíny alebo externej spoločnosti. Často sa však vyžaduje aby boli modely jednotlivých častí a profesií rozdelené na viacero súborov, ktoré sú pospájané dohromady cez referencie, aby bol celkový model zvládnuiteľný pre hardvér aj softvér. Pozor sa musí dať na jednotný súradnicový systém. [19]

## Metodológia modelovania

Jedná sa o efektívne využitie a opätovné použitie informácií z modelu. V počiatočnej fáze sa použije Metodika vývoja modelu, ktorá umožňuje rýchly vývoj modelov, aj objemovo veľkých s nízkymi hardvérovými nárokmi. Takýto model je možné použiť na komunikáciu so zadávateľom, ktorý má obmedzené hardvérové vybavenie a môže slúžiť na špecifikáciu konkrétnych konštrukčných prvkov. Jedná sa o to, že LOD – úroveň podrobnosti sa mení počas životnosti celého projektu/BIM modelu a nie všetky strany potrebujú mať v modeli v danej chvíli všetky informácie.

Všetky vytvorené alebo inak získané komponenty sa klasifikujú, pomenúvajú a uchovávajú v štruktúre projektu alebo centrálnej zložke. Grafický vzhľad je úplne nezávislý od metaúdajov zahrnutých v objekte. Napríklad, je možné mať objekt LOD1 (symbolický), ktorý obsahuje všetky dostupné údaje ako výrobcu, náklady a špecifikácie.

Koncepcná úroveň (LOD 1) slúži na formovanie jednotlivých kategórií v modeli. Ako sa projekt vyvíja, pridávajú sa do modelu informácie o materiáloch, komponentoch, vzniká tak úroveň LOD 2 a LOD 3, obr. 3.4. [19]

| LOD1                                                                                | LOD2                                                                                | LOD3                                                                                | LOD4                                                                                 | LOD5                                                                                  | LOD6                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Symbolický                                                                          | Koncepcný                                                                           | Všeobecný                                                                           | Špecifický                                                                           | Výstavba                                                                              | Zrealizovaný                                                                          |
|  |  |  |  |  |  |

Obr. 3.4 Grafické zobrazenie rôznych úrovní podrobnosti počas životnosti projektu

LOD1 – Symbolická interpretácia je reprezentovaná iba ako 2D značka, nemá žiadnu geometrickú hodnotu.

LOD2 – Koncepcný model obsahuje 3D prvky so základnými 3D rozmermi a presným umiestnením v priestore ako aj základné informácie o materiáli.

LOD3 – Všeobecný model obsahuje presnejšie zobrazenie prvkov z úrovne LOD2 ale obsahuje väčšie množstvo informácií pre presnú identifikáciu typov a materiálov.

LOD4 – Špecifický model/úroveň obsahuje presnú 3D geometriu s informáciami, dostatočnú pre identifikáciu typov a jednotlivých materiálov použitých komponentov. Jedná sa o koncový model v projekčnej fáze, vhodný pre obstarávanie a analýzu nákladov.

LOD5 – model pre výstavbu, je presný a špecifický pre potreby výstavby, obsahuje špeciálnu geometriu pre subdodávky a všetky nevyhnutné položky zastúpené tak, aby umožňovali postup výstavby.

LOD6 – Zrealizovaná stavba, model sa upraví a doplní podľa skutkového stavu, zamerania.

V prípade pochybností sa môže používateľ rozhodnúť pre jednoduchšiu 3D geometriu, nakoľko efektívnosť BIM je definovaná do značnej miery výkonom jednotlivých komponentov obsiahnutých v BIM modeli. Je teda potrebné už na začiatku projektu zohľadniť maximálnu mieru podrobnosti zobrazenia, nakoľko príliš nízka úroveň nedáva zmysel a príliš vysoká môže spôsobiť že BIM model bude príliš veľký a z hľadiska použitia neefektívny. [19]

## **Tvorba výkresovej dokumentácie**

Tvorba výkresovej dokumentácie môže prebiehať dvomi spôsobmi, prvá odporúčaná metóda je tvorba z konečného BIM modelu, kedy je všetko prepojené a stále aktuálne, druhá metóda je formou exportu do 2D prostredia kde sa pomocou 2D nástrojov dokumentácia dopĺňa. Tento spôsob však neguje výhody BIM údajov pre koordinačné účely.

Bez ohľadu na zvolenú metódu sa BIM model vyvíja na maximálny možný rozsah.

Ak sa CAD/BIM údaje referencujú, je nutné aby projekčný tím zabezpečil prístup k najnovším overeným a skontrolovaným konštrukčným informáciám priamo z projektu. [19]

## **Priestorové umiestnenie a koordinácia**

Zdieľané BIM dáta by mali používať reálne súradnicové systémy, orientované na sever. Použité musia byť skutočné výšky. Pokiaľ sa jedná o nie líniové stavby, môžu byť BIM modely postavené vždy blízko stredového bodu (0,0,0) s tým, že všetky BIM modely a pripájané súbory musia mať rovnako transformovaný súradnicový systém aby sa zobrazovali presne kde majú. [19]

## **Jednotky a mierka**

BIM model je v reálnych rozmeroch, pri stavebných projektoch sa používajú milimetre s dvoma desatinnými miestami a v infraštruktúre metre s tromi desatinnými miestami. Objednávateľ môže vyžadovať vyššiu presnosť ak je to potrebné.

Ďalšie kapitoly predpisu sa zaoberajú tvorbou názvoslovía súboru ako aj tvorbou adresárových štruktúr. [19]

### **3.5.2. Fínsko - Požiadavky na BIM model Building Smart Finland**

Building Smart Finland Infrastructure business group je organizácia zodpovedná za rozvoj a podporu využívania informačného modelovania v oblasti infraštruktúry vo Fínsku. Ich cieľom je úplne digitalizovať návrh líniových stavieb a výrobné procesy do roku 2025. Vytvára sa tým predpoklad na výrazné zlepšenie produktivity a konkurencieschopnosti nielen v sektore infraštruktúry, ale aj zvyšku Fínskeho hospodárstva. [21]

Formulované boli požiadavky na BIM v infraštruktúre, najskôr v rámci výskumného programu, následne bol rozvoj usmernený medziodborovými podnikmi. Výsledné dokumenty sa používajú ako všeobecné technické referencie a usmernenia pre modelovanie počas obstarávania a výstavby. Pokrývajú nasledovné témy:

Projekt založený na modeli,

Všeobecné požiadavky,

Požiadavky na počiatočné informácie,

Inframodel a modelovanie počas projekčnej fázy,

Štruktúrované modely (tri kategórie),

Manažment kvality inframodelu,

Výpočet výkazu - výmer, výpočet nákladov,

Vizualizácie,

Využitie inframodelu pri projekcii, výstavbe, užívaní a údržbe,

Smernice spolu s formátom na výmenu dát – Inframodel a systémom klasifikácie infraBIM.

[21]



BuildingSMART Fínsko pre infraštruktúru zhromažďuje spätnú väzbu a aktualizuje uvedené oblasti. Široké spektrum firiem, štátnych inštitúcií, agentúry dopravy a miest taktiež prispeli svojimi komentármi a požiadavkami pre oblasti:

1. Projekt založený na dátovom modeli,
2. Všeobecné požiadavky na modelovanie,
3. Počiatočné údaje,
4. Modelovanie a modelovanie v rôznych fázach projektu,
5. Konštrukčné modely,
  - 5.1 Zemné, základové a horninové konštrukcie, povrch vozovky a povrchové konštrukcie,
  - 5.2 Inštrukcie pre prípravu plánovaného modelu zemných prác (model riadenia strojov),
  - 5.3 Inštrukcie pre prípravu realizovaného modelu zemných prác,
6. Konštrukčné modely,
  - 6.1 Systémy,
7. Konštrukčné modely,
  - 7.1 Konštrukčné technické komponenty,
8. Zabezpečenie kvality modelu,
9. Prieskum výkazu-výmer, riadenie nákladov,
10. Vizualizácia,
11. Správa aktív,
  - 11.1. Požiadavky na modelovanie údržby cestnej siete,
12. Využitie modelu v rôznych fázach návrhu, počas realizácie, užívania a údržby. [21]

## **Plán vyhotovenia**

V začiatkovej fáze projektu je za plán vyhotovenia zodpovedný ten subjekt, ktorý zodpovedá za projekt a ktorý ukazuje:

- všeobecné ciele vyhotovenia a účel použitia, ktorý projekt alebo proces je pre model potrebný,
- popis procesu:
  - účastníci projektu, úlohy (rozdelenie zodpovednosti) a povinnosti,
  - spolupráca a výmena údajov,
  - plán.
- rozsah modelovania a úroveň detailov,
- výpočet/správa nákladov, postupy,
- zabezpečenie kvality,
- princípy využitia modelu vo vzťahu k fáze projektu:
  - návrh, konštrukcia, implementácia,
  - užívanie, administrácia, údržba,
  - nákupné a zmluvné techniky.

Plán vyhotovenia je dodatkový dokument v projektovej zmluve. Ďalšie centrálné dokumenty v technickom obstarávaní, ako hlavné konštrukčné riešenia a návrhový program, s ním úzko súvisia. Väčšina údajov zobrazených v pláne vyhotovenia patrí prirodzene do projektovej dokumentácie, ale je vhodnejšie ich zachovať ako samostatné dokumenty, ak sú vzorové dokumenty a projektová dokumentácia rôzneho obsahu a zmluvného charakteru. [21]

## Ciele modelovania a účel použitia modelu

Ciele projektu nastavené na modelovanie sú zdokumentované v dokumente plánu vyhotovenia. Všeobecnými cieľmi sú napríklad prínosy pri realizácii projektu - zvýšenie produktivity a efektívnosti, zlepšenie kvality návrhu a konštrukcie, nákladovo efektívnejšia ovládateľnosť projektu, 3D model ponúka lepšie porozumenie a pochopenie projektu a jeho obsahu.

Účelom použitia modelu môžu byť napríklad:

- Komunikácia s vonkajšími záujmovými skupinami.
- Interná komunikácia a prenos údajov v projektovom alebo stavebnom projekte.
- Detekcia konfliktov medzi disciplínami.
- Detekcia konfliktov medzi existujúcimi konštrukciami a návrhmi.
- Zjednodušenie určenia konštrukčných vlastností: požiadavky na kvalitu spojenia pre konštrukčné diely podľa modelu.
- Zlepšiť kvalitu obstarávania: stavebný projekt definovaný modelom znižuje riziká pre uchádzačov a vedie k lepším tendrom.
- Plánovanie výroby a riadenie výroby: prepojenie modelu s harmonogramom s projektovým rozdelením a riadenie nákladov modelom obsahujúcim údaje o množstve (4D a 5D modelovanie).
- Riadenie informácií o životnom cykle: potrebné údaje o prevádzkových, riadiacich a údržbových systémoch v ľahko dostupnej forme, ako vstavaný model používaný v príručke údržby alebo jeho užívateľskom rozhraní.

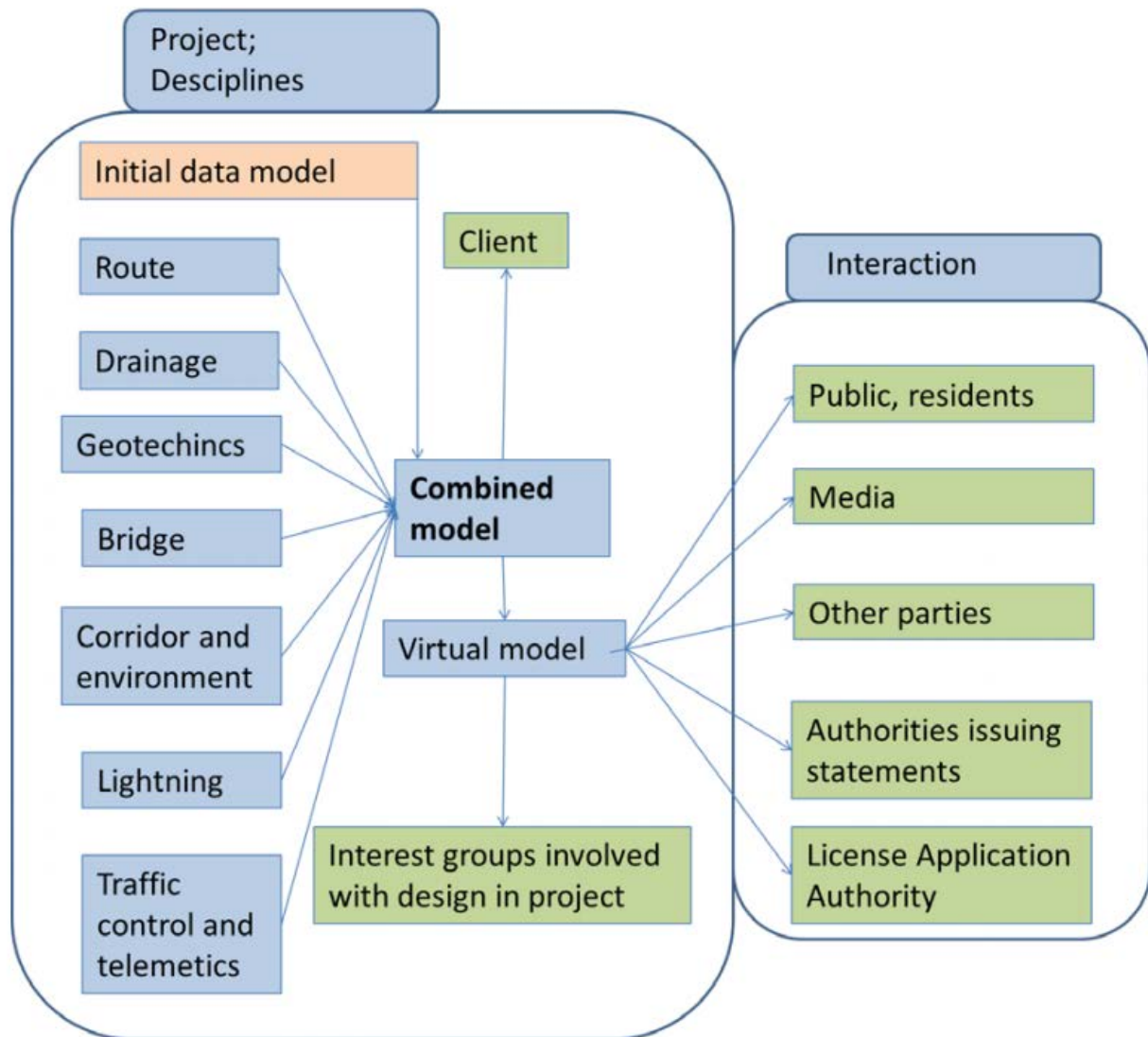
Vizualizácia pomáha pochopiť obsahové riešenia návrhu, ktoré vytvárajú jasné, zrozumiteľné a kvalitnejšie údaje o konštrukčnej situácii. Keď sú centrálné funkcie riešení vyložené dostatočne explicitne v modeli, vizualizácia podporuje aj návrh, riadenie, kontrolu a rozhodovanie.

Pri obstarávaní projektov je tvorba BIM modelov súčasťou zmluvných dokumentov. S pomocou modelov sa zvyšuje zrozumiteľnosť návrhov, poskytovatelia služieb znižujú riziko a klient získa ziskovejšie a kvalitnejšie ponuky. Pomocou modelu sa môže dosiahnuť efektívnosť aj pri rozdeľovaní projektu do rôznych balíkov verejného obstarávania.

Požiadavky na kvalitu konštrukcie, ktoré sú uvedené v modeli, zlepšujú možnosti klientov na stanovenie kvality konštrukcie. V súčasnosti nie je jasné, ako bude modelová technológia v budúcnosti podporovať tento cieľ. Ak je cieľom používať vyrobené údaje z návrhu a konštrukcie pre potreby riadenia a údržby, musí sa to zohľadniť vo fáze obstarávania výstavby. Strany zodpovedné za údržbu by mali mať možnosť vyhradenú na to, aby ovplyvnili obsah dokumentu modelového plánu. [21]

## Použitie princípov modelu v rôznych fázach projektov

Modelovanie sa používa inak v rôznych fázach návrhu. V raných fázach sú hlavnými faktormi napríklad zisťovanie technickej realizácie, spoľahlivé vymedzenie investícií a nákladov na údržbu, ako aj potvrdenie prijateľnosti dizajnu. Hlavným prvkom modelovania je kombinovaný model, ktorý podporuje implementáciu riešení. Kombinovaný model je virtuálnym portrétom všetkých modelov z rôznych disciplín. Virtuálny model môže fungovať ako podpora na potvrdenie prijateľnosti návrhu. Pracovný tok využitia virtuálneho modelu vo fáze návrhu je znázornený na obr. 3.5. [21]

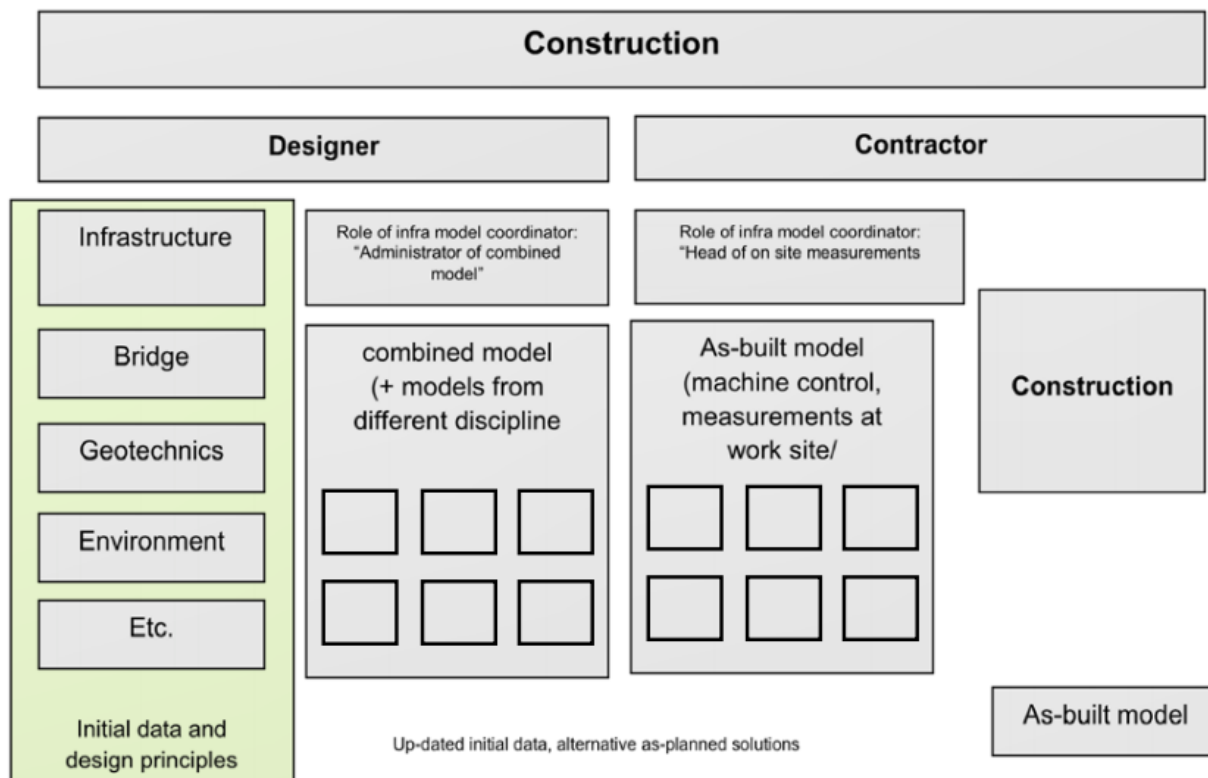


Preklad autora: Project – projekt, Disciplines – disciplíny, Initial data model – prvotné dáta modelu, Route – trasa, Drainage – odvodnenie, Geotechnics – geotechnika, Bridge – most, Corridor and environment – koridor a prostredie, Lightning – osvetlenie, Traffic control and telematics – riadenie dopravy a telematika, Client – klient, Combined model – kombinovaný model, Virtual model – virtuálny model, Interest groups involved with design in project - investičné skupiny zaoberajúce sa projektovaním, Interaction – interakcia, Public, residents – verejnosť, obyvatelia, Media – médiá, Other parties – ostatné strany, Authorities issuing statements - orgány vydávajúce vyhlásenia, License Application Authority – orgány pre vydávanie licencií

Obr. 3.5 Použitie modelovania ako riadiaceho nástroja a podpora interakcie

Použitie modelu vo fáze výstavby je zobrazené v nasledujúcom pracovnom toku. Návrh sa uskutočňuje v rôznom rozsahu, napríklad v závislosti od modelu obstarávania. Projektant sa však v zásade vždy zúčastňuje aj vo fáze výstavby. Stavebná fáza vyrába modely založené na modeloch z rôznych disciplín a vyrába ich ako kombinované modely. Z tohto subjektu sa vyrábajú údaje pre potreby konštrukcie vrátane kontroly strojov a meraní na mieste. Pri postupoch výstavby sa špecifikované úvodné údaje, ako aj zmeny dizajnových riešení na pracovisku dodávajú projektantovi, ktorý aktualizuje návrhy a kombinovaný model. BIM manažér projektu musí byť vymenovaný pred začiatkom fázy výstavby. Najprirodzenejšie je to hlavný projektant. Modelový koordinátor na mieste zodpovedá za vytvorenie modelu pre stavbu.

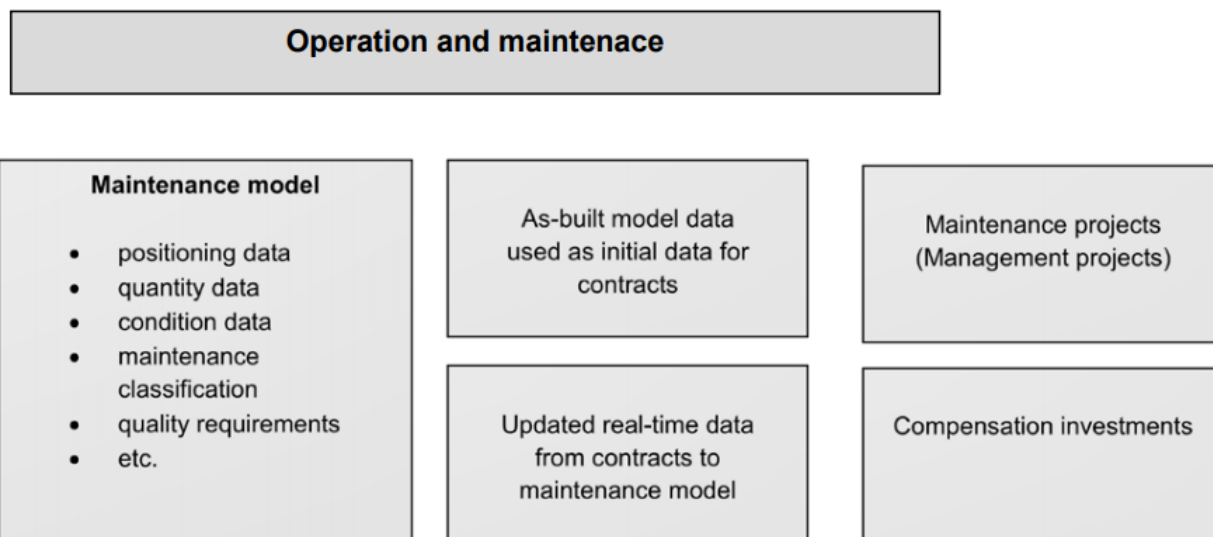
Použitie modelov vo fáze výstavby je zobrazené v nasledujúcom pracovnom toku podľa obr. 3.6. Úloha koordinátora modelu a obmedzenia zodpovednosti by sa mali definovať pred zahájením projektu. Predmetový význam závisí od modelu obstarávania projektov, v takzvaných integrovaných modeloch implementácie dôjde k zníženiu významu (obrázok sa neberie do úvahy na modeli obstarávania, dizajn založený na modeli sa mohol uskutočniť samostatne pred fázou výstavby alebo môže byť vykonaný ako súčasť obstarávania v rámci tradičnej zmluvy alebo typu dohody). [21]



*Preklad autora: Construction – realizácia, Designer – projektant, Contractor – dodávateľ, Infrastructure – infraštruktúra, Bridge – most, Geotechnics – geotechnika, Environment – prostredie, Initial data and design principles – prvotné dáta a projekčné princípy, Role of infamodel coordinator Administrator of combined model – úloha koordinátora infamodelu, administrátor kombinovaného modelu, combined model + models from different discipline – kombinovaný model + modely z rôznych disciplín, Role of infamodel coordinator Head of on site measurements - Úloha koordinátora infamodelu stavbyvedúci, As-build model machine control, measurements at work site - model realizácie, kontrola strojov, merania na stavbe, Updated initial data, alternative as planned solutions - aktualizované počiatočné údaje, alternatívne ako plánované riešenia, Construction – výstavba, As-built model - porealizačný model.*

*Obr. 3.6 Použitie modelov vo fáze realizácie*

Na obr. 3.7 je znázornené využitie infamodelu vo fáze prevádzky a údržby.



*Preklad autora: Operation and maintenace – prevádzka a údržba, Maintenance model – model údržby, Positioning data – polohové údaje, quantity data – údaje o kvantite, condition data – údaje o stave, maintenance classification – údržbová klasifikácia, quality requirements – kvalitatívne požiadavky, As-built model data used as initial data for contracts - Porealizačné údaje modelu ako východiskové údaje pre zmluvy, Updated real-time data from contracts to maintenance model - Aktualizované údaje v reálnom čase zo zmlúv do modelu pre údržbu, Maintenance projects/management projects - Projekty údržby/projekty riadenia, Compensation investments – kompenzácia investícií.*

Obr. 3.7 Využitie inframodelu vo fáze prevádzky a údržby

### Spoločné požiadavky infraBIM

Cieľom modelovania infra objektov je podporovať kvalitu návrhu a konštrukcie, efektívnosť, bezpečnosť a trvalo udržateľný rozvoj v projekte a procese životného cyklu. Modely sa používajú počas celého životného cyklu projektu od začiatku navrhovania a zberu počiatočných údajov, pokračovaním v realizácii až po správu a údržbu.

Modelovanie umožňuje napríklad:

- Podpora rozhodovania o investíciách porovnaním funkčnosti, rozsahu a nákladov riešení.
- Porovnanie energetických, environmentálnych a životných cyklov pre cielené monitorovanie návrhu a údržby.
- Zosúladenie rôznych technických oblastí.
- Vizualizácia a analýza realizovateľnosti návrhov.
- Zabezpečenie kvality, zlepšenie výmeny údajov a zdokonaľovanie procesu navrhovania.
- Využitie údajov o stavebných projektoch vo funkciách počas užívania a údržby, ako je napríklad kontrola strojov.

Tieto všeobecné infraštruktúrne požiadavky pokrývajú požiadavky na počiatočné údaje, rôzne fázy konštrukcie, konštrukcie, dokumentáciu, ako aj stav správy a údržby. Cieľom modelovacích pokynov je usmerňovať, koordinovať a rozvíjať celú infraštruktúru. Súčasné osvedčené postupy tvoria základ pre tieto pokyny a pokyny sa aktualizujú, pretože sa rozvíjajú postupy a nástroje.

Infraštruktúrna disciplína príležitostne používa termíny infromodelovania pre dátové modelovanie a infromodel pre konkrétny infra objektový dátový model. Geografické informácie (plán, životné prostredie atď.) sú vnútorne spojené s modelovaním a môžu byť ľahko prezentované v 3D modeloch. Definícia modelovania v infraštruktúre môže byť všeobecne rozšírená na kontrolu infra údajov.

Odporúčania predstavujú minimálne požiadavky na modelovanie a dátový obsah modelov. Okrem minimálnych požiadaviek je možné špecifikovať dodatočné požiadavky špecifické pre jednotlivé prípady. Požiadavky na modelovanie a obsah infromodelu musia byť vo všetkých zmluvách opísané záväzným a jednotným spôsobom. [21]

## **VŠEOBECNÉ TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA MODEL**

Elektronicky uložené údaje musia byť uložené v editovateľnom formáte. Dôležité je používať predovšetkým otvorené štandardy a formáty podporujúce modelovanie. Jednotné formáty umožňujú všestranné využitie údajov, racionalizujú návrhové práce a poskytujú podrobnejšie údaje o obsahu.

Interné modely používané v softvéri v oblasti infraštruktúry sa v základnom princípe navzájom odlišujú. Rozdiely sú špecifické pre každú technickú oblasť. Napr. modelovanie vodovodných sietí je veľmi podobné v rôznych softvéroch, zatiaľ čo logika modelovania zemných konštrukcií sa od seba navzájom značne odlišuje. Z tohto dôvodu je jednoduché pokračovať v navrhovaní vodovodnej siete po výmene dát medzi rôznymi softvérmi. Na druhej strane prenášaný model zemných konštrukcií pre dopravné trasy môže zodpovedať konečným výsledkom, ale neobsahuje všetky údaje potrebné na prípravu modelu.

Vo výzve na predloženie ponuky sa jasne uvádzajú požiadavky na konečný produkt.

Základné požiadavky na model sú:

- Softvér môže používať a vytvárať model v otvorenom modelovom formáte. Pre konštrukcie infraštruktúry je otvorený formát obsahom a definíciou v súlade s Infromodelom LandXML a pre pozemné stavby formát IFC.
- Model a jeho konečné produkty a výťažky sú založené na klasifikačnom systéme infraštruktúry.

Otvorené formáty nie sú vždy úplne komplexné a vo fázach prechodu sa môžu použiť aj iné bežné formáty alebo natívne formáty softvéru. Vzhľadom na to, že otvorené formáty dátových modelov ešte neobsahujú všetky prvky infraštruktúry, formát dwg sa môže použiť na ich prezentáciu. V takomto prípade musia konvencie pomenovania spĺňať nastavenú klasifikáciu pre oblasť infraštruktúry. Treba tiež poznamenať, že formát dwg obmedzuje inteligentnú výmenu charakteristických dát objektov.

Pri riadení údajov je potrebné brať do úvahy natívny formát údajov. Model sa musí dodať takým spôsobom, aby sa zachovali všetky podstatné konštrukčné údaje a mohli sa s modelom odovzdať dopredu. Znamená to, že všetky použité materiály a profilové knižnice musia byť dodané popri modeli vrátane popisného dokumentu modelu. Výmena údajov musí mať otvorený formát, ale údaje musia byť archivované aj v natívnom formáte, aby sa údaje dali uchovať aj na obmedzený čas. Keď sa zmenia verzie softvéru, časť alebo všetky dáta uložené v natívnych formátoch sa môžu stratiť alebo vylúčiť z nového softvéru. Obrázok 3.8 opisuje, ako sú formáty pevne spojené s trojuholníkom na správu údajov, ako aj technické požiadavky na model infraštruktúry. [21]



*Preklad autora: Inframodeling – modelovanie infraštruktúry, Quality control – kontrola kvality, Supervision and coordination – dohľad a koordinácia, Gathering of initial data - zhromažďovanie počiatočných údajov, Modeling requirements - požiadavky na modelovanie, Formats – formáty, Naming – názvoslovie, Planning, construction, asset management - plánovanie, výstavba, správa aktív, Coordination of disciplines - koordinácia disciplín, Interaction and collaboration – interakcia a kolaborácia*

*Obr. 3.8 Technické požiadavky na model infraštruktúry*

### **Inframodel – výmenný dátový formát**

Inframodel je otvorená metóda výmeny informácií, založená na výmennom formáte LandXML. Obsahuje časti pre terénne modely, povrchy podložia, geometrie ciest a železníc a ich konštrukčné vrstvy.

Zahŕňa taktiež kanalizáciu a zásobovanie vodou a niektoré zariadenia. K dispozícii je podrobný online popis ako pripraviť štruktúru pre jednotlivé časti a prvky projektu, jednotky, koordináčny systém a pod., obr. 3.10.



Inframodel zahŕňa nasledovné oblasti:

1. Záhlavie,
2. Základné údaje,
3. Plánovanie trasy,
4. Cesty a ulice,
5. Železnice,
6. Vodné cesty,
7. Oblasti,
8. Zásobovanie vodou a zabezpečenie,
9. Planimetrické prvky,
10. Porealizačné informácie,
11. Hĺbkové zakladanie,
12. Rozšírenia. [22]



### Finnish Inframodel application documentation for LandXML v1.2

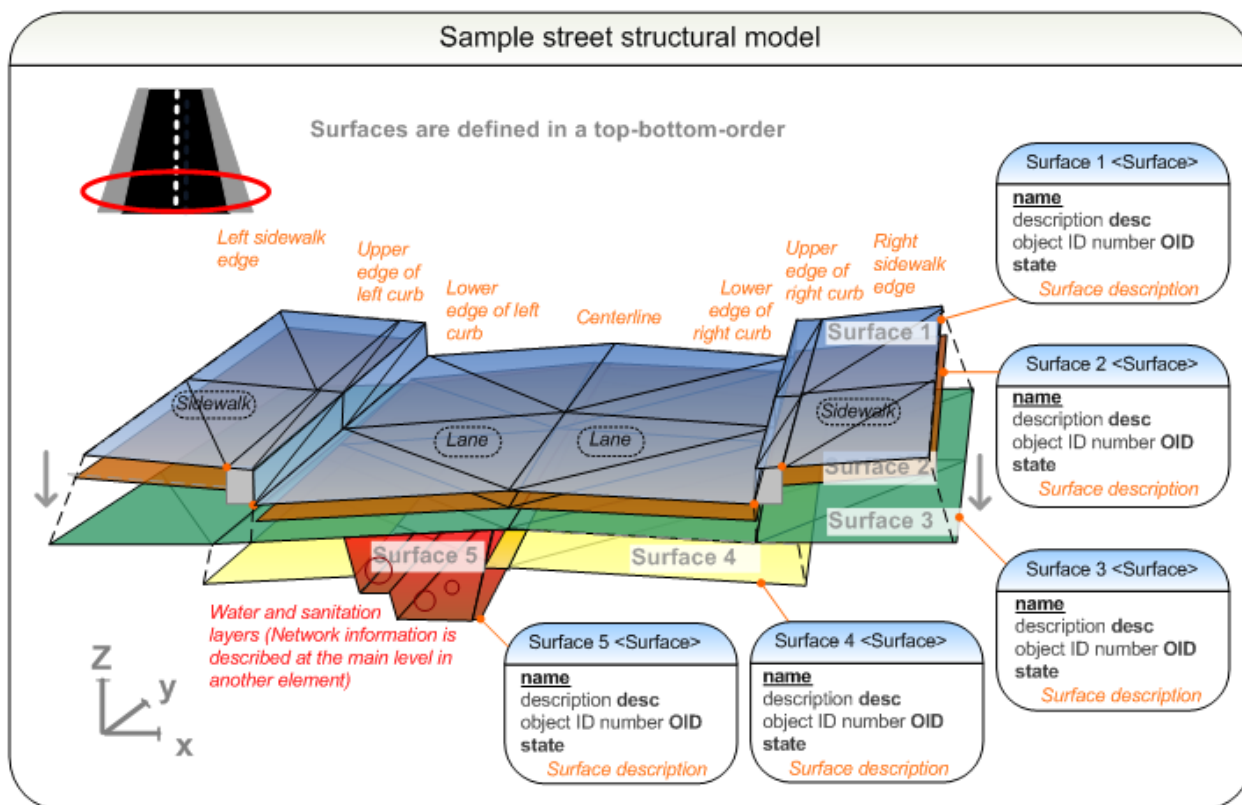
Version 4 : 2017

schema version 4.0.3

version 4.0.3 changes

|                           | mandatory in LandXML v1.2<br>(and Inframodel 3)                                     |                 | example values                                                  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------|
|                           |  | <b>name</b>     | unique name<br>e.g. [Pipe1]                                     |
|                           |  | <b>refEnd</b>   | end reference<br>e.g. [Well2]                                   |
|                           |  | <b>refStart</b> | start reference<br>e.g. [Well1]                                 |
| optional in Inframodel 3  |  | <b>@length</b>  | exact length of a pipe in file distance units                   |
|                           |  | <b>@oID</b>     | object ID number<br>unique identifier in file, e.g. [150]       |
| mandatory in Inframodel 3 |  | <b>slope</b>    | slope<br>unit %                                                 |
|                           |  | <b>state</b>    | state<br>[abandoned]<br>[destroyed]<br>[existing]<br>[proposed] |
|                           |                                                                                     |                 | enumerated values                                               |

Obr. 3.9 Úvodný list online príručky Inframodel



Preklad autora: Sample street structural model – príklad konštrukcie vozovky, Surfaces are defined in a top-bottom-order – povrchy sú definované v poradí zhora nadol, left/right sidewalk edge – ľavá/pravá hrana chodníka, Upper edge left/right curb – horná hrana ľavej/pravej hrany obrubníka, Lower edge of left/right curb – spodná hrana obrubníka, Centerline – os, Surface – povrch, name – názov, description – popis, object ID number – identifikačné číslo objektu, Surface description – popis povrchu, Water and sanitation layers (network information is described at the main level in another element) - Voda a sanitačné vrstvy (informácie o sieti sú popísané na hlavnej úrovni v inom prvku)

Obr. 3.10 Príklad štruktúry modelu a popis pre cestnú komunikáciu

## **4. DIGITÁLNA DOKUMENTÁCIA STAVIEB CESTNÝCH KOMUNIKÁCIÍ**

Od roku 2004 sú v platnosti technické podmienky (TP) 009 schválené MDPT SR, ktoré definujú spôsob preberania digitálnej dokumentácie stavieb cestných komunikácií od:

- projektantov cestných komunikácií,
- zhotoviteľov stavieb cestných komunikácií,
- iných externých dodávateľov pracujúcich pre SSC.

Požiadavky na dokumentáciu stavieb cestných komunikácií (v rôznych stupňoch) v papierovej forme sú definované v príslušných STN a v technickom predpise TP 019.

TP 019 predpisujú aj požadovaný rozsah dokumentácie.

Účelom TP 009 je zjednotiť vstup digitálnej dokumentácie stavieb cestných komunikácií od rôznych zhotoviteľov.

Požiadavka na odovzdávanie digitálnej dokumentácie stavieb cestných komunikácií vyplýva z nasledovných dôvodov:

1. SSC, NDS, a.s., VUC využívajú digitálnu dokumentáciu pri správe cestných komunikácií,
2. s digitálnou dokumentáciou sa ľahšie (efektívnejšie) pracuje,
3. digitálna dokumentácia sa ľahšie (efektívnejšie) skladuje,
4. v praxi sa požaduje ochrana dokumentácie pred poškodením,
5. väčšina projektantov, zhotoviteľov stavieb a správcov inžinierskych sietí pri tvorbe technickej dokumentácie už používa výpočtovú techniku a pracuje s digitálnou dokumentáciou, dokumentácia v papierovej forme tak vzniká jej vytlačením na tlačiarňu,
6. eliminácia nepresností, ktoré by vznikli pri výmene dokumentácie v papierovej forme a jej následným prevodom do digitálneho tvaru.

Digitálna dokumentácia musí byť obsahovo zhodná s odovzdávanou papierovou dokumentáciou. Digitálna dokumentácia sa musí odovzdať v takej forme a rozsahu, aby sa v prípade potreby (napr. pre prípad, ak by sa technická dokumentácia v papierovej forme strátila alebo poškodila – stala sa nečitateľnou) z nej dala vytlačiť nová. [14]

### **4.1. Vektorové grafické dáta**

Výkresové súbory sa dodajú vo formáte .DGN alebo .DWG. Použitý formát závisí od zaradenia výkresového súboru. V TP 009 je výkresová dokumentácia rozdelená nasledovne:

1. celková situácia, pozdĺžny profil a koordinačný výkres,
2. výkresy cestných komunikácií (zvyčajne označované ako „100-kové“ objekty) vytvárané podľa STN 01 3466,
3. výkresy mostov (zvyčajne označované ako „200-kové“ objekty) vytvárané podľa STN 01 3467,
4. výkresy tunelov (zvyčajne označované ako „400-kové“ objekty),
5. výkresy ostatných objektov. [14]

### **4.2. Otvorená výmena dát v BIM**

Efektivita spolupráce medzi účastníkmi výstavby môže byť jednoznačne zvýšená prostredníctvom zdieľania informácií z BIM modelu. Je však nevyhnutné, aby bolo zabezpečené

zdieľanie digitálnych súborov, a to nielen medzi aplikáciami určenými na projektovanie, ale naprieč všetkými fázami životného cyklu stavby. V minulosti bolo takmer nemožné otvárať a plnohodnotne editovať súbory v inom prostredí, ako v tom, kde boli vytvorené. Takýto prístup obmedzoval spoluprácu a tiež voľnosť vo výbere softvéru. Dnes je situácia iná.

Jednotlivé softvérové aplikácie ukladajú informácie primárne v ich natívnych formátoch, čo je nemalá výzva v digitálnom svete stavebného priemyslu. Aby bolo možné sprístupniť informácie všetkým účastníkom projektu počas celého životného cyklu, softvérové aplikácie musia umožniť a zabezpečiť spoľahlivú výmenu dát.

Interoperabilita vyjadruje vlastnosť produktu alebo systému komunikovať a pracovať s ďalšími produktmi či systémami bez akéhokoľvek obmedzenia. Tiež by sa dalo povedať, že interoperabilita je schopnosť systému alebo produktu pracovať s inými systémami alebo produktmi bez potreby vynaložiť zvláštnu námahu zo strany používateľa. Platí, že interoperabilné systémy sú schopné navzájom komunikovať a vymieňať si informácie tak, aby nedošlo k ich nekontrolovateľnej modifikácii a strate.

Požiadavka na výmenu dát a informácií vychádza z princípov, ktoré podporuje aj iniciatíva OPEN BIM - univerzálny prístup k navrhovaniu, dokumentovaniu stavieb na základe proprietárnych a neproprietárnych softvérov, ktoré sú certifikované v súlade s princípmi otvorených štandardov a procesov. OPEN BIM je iniciatíva organizácie buildingSMART, a je podporovaná a propagovaná po celom svete všetkými členmi, predajcami softvérov a koncovými užívateľmi v stavebnom sektore. Prostredníctvom certifikácie sú dodávatelia softvéru motivovaní k testovaniu a zlepšeniu ich softvéru tak, aby bola zabezpečená korektná a plnohodnotná výmena dát. [12]

Existujú rôzne metódy, softvérové systémy a informačné, resp. komunikačné technológie, ktoré riešia efektívnu výmenu dát medzi softvérovými aplikáciami.

V zásade sa môže jednať o konverzné plugíny a programy, individuálne formáty pre výmenu špecifických súborov vytvorené dodávateľmi softvéru, ako je napr. DXF (Data eXchange Format), alebo o štandardy a otvorené dátové modely akými sú XML (Extensible Markup Language) a IFC (Industry Foundation Classes - štandardizovaný a plne dokumentovaný formát súboru vytvorený a definovaný organizáciou buildingSMART). [12]

#### **4.2.1. IFC formát**

Samotný BIM je založený na otvorenej spolupráci a aj prostredníctvom IFC zabezpečuje výmenu informácií z dátového modelu medzi jednotlivými profesiami v rámci životného cyklu, teda aj medzi rôznymi programovými prostrediami. V tejto oblasti je dobré sa oprieť o dostupné normy ISO 16739, ktoré definujú samotné dáta - IFC, ďalej ISO 29481, ktoré definujú proces IDM (Information Delivery Manual) a ISO 12006-3, ktoré definujú rámec pre objektovo-orientované informácie. [12]

Podstata IFC spočíva najmä v spomínanej výmene dát medzi jednotlivými softvérmi, tzn. že užívatelia môžu pracovať v rôznych programoch, tie musia však umožňovať import/export údajov vo formáte IFC. Málokto vie, že tento proces je aj certifikovaný a zabezpečuje ho práve buildingSMART. Certifikačný proces je určený na podporu konzistentnej a spoľahlivej implementácie IFC naprieč spektrom dodávateľov jednotlivých softvérov. Od roku 2010 je v platnosti Certifikačný proces 2.0, ktorý nahradil a vylepšil predchádzajúcu verziu 1.0. Zaujímavosťou je, že Revit donedávna nespĺňal certifikačné kritériá na import/export a napr. verzia LT ho nespĺňa dodnes. Všetky najčastejšie využívané programy ako Allplan, ArchiCAD, Revit a Tekla tieto podmienky spĺňajú a umožňujú korektnú dátovú výmenu. [12]

V rámci presunu informácií sa objektovo-orientovaný model pretransformuje do súboru formou definovaných tried (class), ktoré obsahujú dostupné informácie o jednotlivých elementoch. Dáta vymenené medzi jednotlivými programami používajú nasledovné formáty:

### **.ifc**

IFC dátový súbor so štruktúrou podľa ISO 10303-21. Súbor \*.ifc sa overuje na základe IFC-EXPRESS špecifikácie. Je to štandardný výmenný IFC formát. [12]

### **.ifcXML**

IFC dátový súbor využívajúci štruktúru XML. Môže byť generovaný automaticky z programu alebo konverziou v súlade s ISO 10303-28 - XML reprezentácia schémy a dát EXPRESS. V zásade je súbor \*.ifcXML 3 až 4-krát väčší ako \*.ifc. [12]

### **.ifcZIP**

IFC dátový súbor využívajúci PKzip 2.04g kompresný algoritmus. Vyžaduje \*.ifc alebo \*.ifcXML dátový súbor v hlavnom adresári ZIP úložiska. Štandardne \*.ifcZIP zvládne kompresiu \*.ifc súboru o 60-80% a \*.ifcXML o 90-95%. [12]

Vývoj IFC súborov neustále napreduje a tieto štandardy sa prispôbujú požiadavkám odvetvia a zahŕňajú stále viac rozšírení. Postupne boli ešte pred rokom 2000 na trh uvedené IFC1.0, IFC1.5, IFC1.5.1 a IFC2.0, dnes sa už nepoužívajú. V októbri 2000 sa uviedla do prevádzky stabilná platforma IFC2x, o rok neskôr aktualizovaná verziou IFC2x-Add1. Následne v roku 2003 bola vydaná platforma IFC2x2, ktorá bola taktiež o rok aktualizovaná verziou IFC2x2-Add1. V súčasnosti je najviac používaná platforma IFC2x3-TC1 – “IFC2x Edition 3 Technical Corrigendum 1” – dopĺňa verziu IFC2x3 z Júla 2007. [12]

Novšou verziou, ktorá bola vydaná v roku 2013, je platforma IFC4 (pôvodne IFC2x4). IFC4 zahŕňa ďalšie rozšírenia týkajúce sa budovy, konštrukčnej časti, vylepšenia geometrie, zdrojov, značné vylepšenie kvality a plne integrované ifcXML. V júli 2015 bolo vydané IFC4 – Add 1 (Addendum 1) zahŕňajúce potrebné zlepšenia, ktoré boli objavené počas pilotných implementácií a vývojových činností pre MVD (model view definition). Nasledujúca verzia IFC5 je aktuálne pripravovaná. Dátum jej vydania ešte nebol potvrdený. [12]

## **IFC pre infraštruktúru**

Pre verziu IFC5 sa taktiež pripravuje zvládnutie plošne rozsiahlych líniových stavieb tak, aby zvládol veľké mierky, prvky s jedným prevládajúcim rozmerom, povrchy a objemy medzi nimi a štruktúrami prvkov. Zameraný je tento formát samozrejme na cestné a železničné stavby, mosty a tunely, geológiu a prvkami súvisiacimi primárne s líniovými stavbami. [30]

Prípady potenciálneho využitia v infraštruktúre sú:

- riadenie ciest a diaľnic,
- údržba mostov a tunelov,
- systém riadenia dopravy,
- simulácia dopravy,
- sledovanie majetkoprávných vzťahov,
- správa majetku a mýtného systému,

- reakcia na núdzový stav a opravy,
- zmiernenie povodňových stavov,
- simulácia potencionálnych nehôd a havarijných stavov,
- informácie o údržbe a opravách. [30]

#### **4.2.2. BCF formát (BIM Collaboration Format)**

Problémy a nezrovnalosti zistené počas projekčných prác projektu musia byť odovzdané autorovi modelu za účelom ich vyriešenia. Aby sa zabránilo chybám v tomto komunikačnom procese, vytvoril sa formát BCF (BIM Collaboration Format), ktorý je určený na prepojenie programov určených na kontrolu modelu ako napr. Solibri s modelovacím softvérom ako ArchiCAD, Tekla, atď. Na rozdiel od IFC, ktoré obsahuje samotný model, BCF obsahuje len informácie o modeli a je priamo spojený s modelom. [12]

BCF je otvorený XML formát, ktorý podporuje komunikáciu v BIM procese. Umožňuje pridávať textové komentáre, screenshoty, atď. prostredníctvom IFC modelu, čím zabezpečuje lepšiu komunikáciu medzi koordinovanými stranami. Oddeluje komunikáciu a pripomienky od modelu. Dnes používaný bcfXML v2, ktorý bol vydaný v októbri 2014 nahradil svojho predchodcu bcfXML v1. [12]

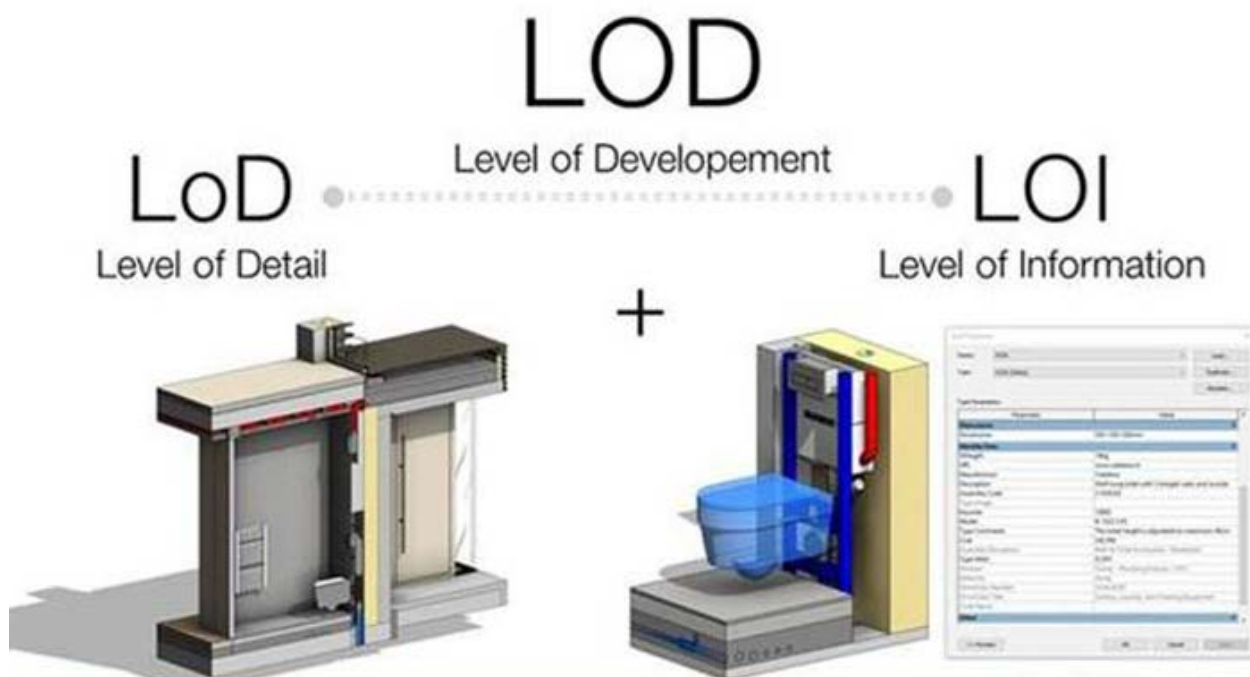
Koncoví užívatelia, ktorí si chceli pred rokom 2010 vymeniť problémy, návrhy a požiadavky na zmeny v BIM modeloch, vždy musel vymeniť celý BIM model, tzn. objemné dáta.

Bolo nutné porovnať rôzne zmeny v modeli s cieľom filtrovať požiadavky od pripomienkujúcej strany. Bolo teda nevyhnutné hľadať oveľa účinnejší spôsob umožňujúci efektívnu komunikáciu medzi rôznymi softvérovými nástrojmi a užívateľmi.

V roku 2010, Tekla a Solibri prišli s počiatočným návrhom schémy XML (bcfXML v1), ktorá bola schopná zakódovať správy obsahujúce pripomienky, návrhy riešení, požiadavky na zmeny, atď. Jednoznačným cieľom bolo zvýšiť mieru spolupráce v pracovných postupoch jednoduchou a efektívnou výmenou informácií. [12]

#### **4.2.3. LOD – stupeň podrobnosti**

Jedná sa o pojem zlučujúci úroveň detailu zobrazenia prvku modelu a úroveň informácií ohľadne daného prvku, obr. 4.1.



Obr. 4.1 Stupeň podrobnosti (Level of Development) zložený z Úrovne detailu modelu (Level of detail) a prislúchajúcej Úrovne informácii (Level of information) – negrafický obsah [11]

Rámec LOD definuje nasledujúce požiadavky na obsah modelového prvku:

LOD 100: Modelový prvok môže byť graficky zastúpený v modeli so symbolom alebo iným všeobecným znázornením,

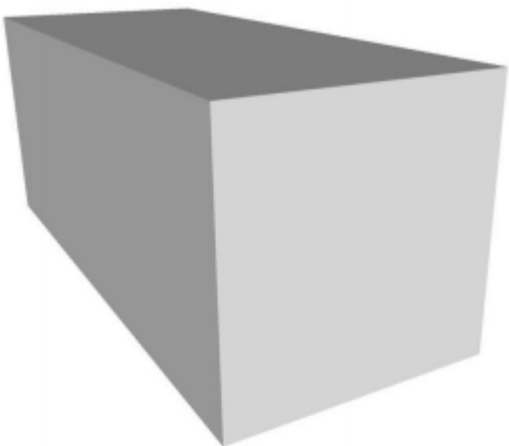
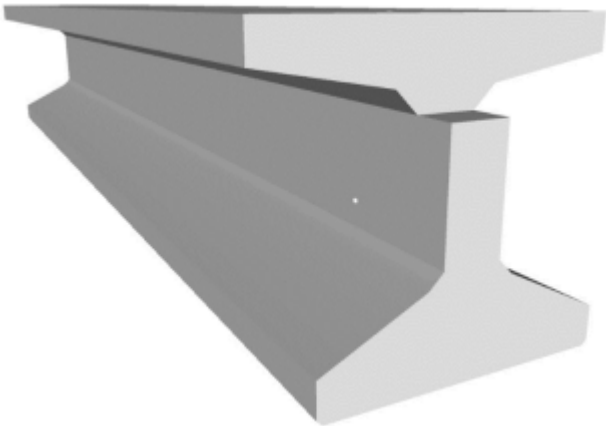
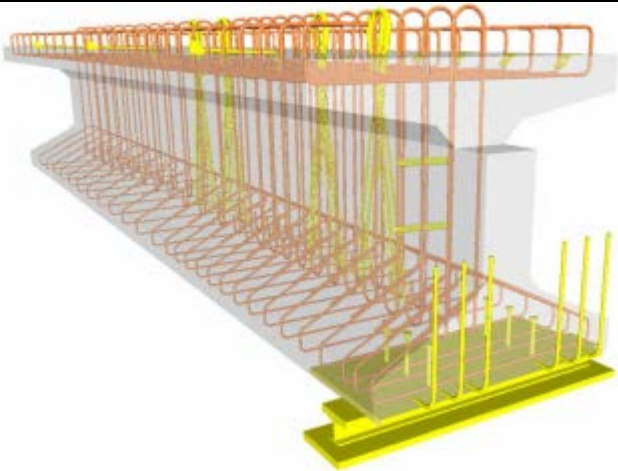
LOD 200: Modelový prvok je graficky reprezentovaný v modeli ako všeobecný systém, objekt alebo zostava s približným množstvom, veľkosťou, tvarom, polohou a orientáciou. K modelovému prvku môžu byť pripojené aj negrafické informácie,

LOD 300: Modelový prvok je graficky reprezentovaný v rámci modelu ako špecifický systém, objekt alebo zostava z hľadiska množstva, veľkosti, tvaru, polohy a orientácie. K modelovému prvku môžu byť pripojené aj negrafické informácie,

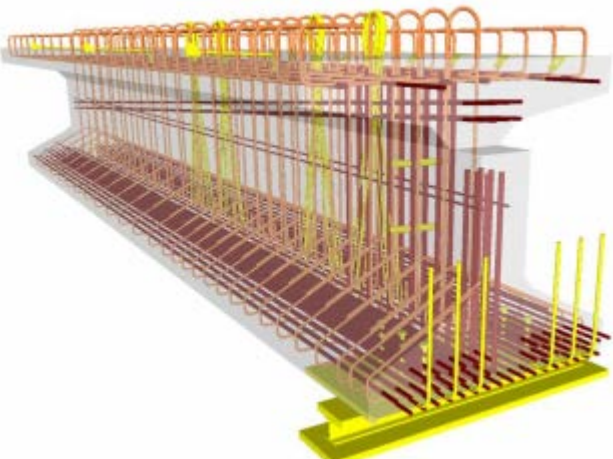
LOD 400: Modelový prvok je graficky reprezentovaný v rámci modelu ako špecifický systém, objekt alebo zostava z hľadiska veľkosti, tvaru, umiestnenia, množstva a orientácie s detailnými, výrobnými, montážnymi a inšalačnými informáciami. K modelovému prvku sú pripojené aj negrafické informácie,

LOD 500 Modelový prvok je už aj overený zo zrealizovanej stavby z hľadiska veľkosti, tvaru, polohy, množstva a orientácie. K modelovému prvku sú pripojené aj negrafické informácie, informácie z realizácie a nové informácie potrebné z hľadiska správy majetku. [11]

Podľa LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY For Building Information Models and Data zo septembra 2018 je LOD popísané na mostnom nosníku nasledovne. [15]

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 100 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 200 | <p>3D prvok modelu obsahuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- približná geometria</li> <li>- typ konštrukčného betónového systému</li> </ul>                                                                                                                                                         |    |
| 300 | <p>3D prvok modelu obsahuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- špecifická veľkosť a poloha hlavného konštrukčného prvku</li> <li>- definícia betónu podľa špecifikácie (pevnosť, pórovitosť, veľkosť agregátu a pod.)</li> <li>- všetky šikmé plochy ktoré sú súčasťou modelového prvku</li> </ul>    |   |
| 350 | <p>3D prvok modelu obsahuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- výstuž pre postranné profily a poloha oceľového lana</li> <li>- skosenie</li> <li>- expanzné spojky,</li> <li>- zdvíhacie zariadenia,</li> <li>- vložky a kotviace tyče,</li> <li>- otvory pre prechod káblov alebo potrubí</li> </ul> |  |



|     |                                                                              |                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 400 | 3D prvok modelu obsahuje:<br><br>- kompletná výstuž s prepínacími<br>prvkami |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Tab. 4.1 LOD popísané na mostnom nosníku

Úroveň 100 môže predstavovať 3D čiara, ktorá nesie základné geometrické informácie ako aj základné popisné informácie, zatiaľ čo úroveň 500 nesie už aj informácie z realizácie, prípadne z porealizačného zamerania.

Podľa **EN ISO 19650-1** je táto problematika v kapitole **11.2 Level of information need** (preklad autora: Potrebná úroveň informácií) vysvetlená tak, že sa jedná o rámec, ktorý definuje rozsah a podrobnosť informácií. Cieľom je zabrániť doručeniu príliš veľkého množstva informácií a zaisťuje, že informácie sú implementované do modelu v čase, keď sú potrebné na splnenie ich účelu. [32]

Úroveň potreby informácií je možné chápať v troch hlavných prístupoch:

1. Level of geometry – úroveň grafickej podrobnosti,
2. Level of information – úroveň informácií obsiahnutých v modeli,
3. Level of documentation – úroveň množstva dokumentácie, ktorá má byť k objektu priradená.

#### 4.2.4. CDE – Spoločné dátové prostredie

Spoločné dátové prostredie je jediným zdrojom informácií používaných na zber, správu a šírenie dokumentácie, grafického modelu a negrafických údajov pre celý tím projektu (všetky informácie o projekte, či už vytvorené v prostredí BIM alebo v konvenčnom formáte). Vytvorenie tohto jediného zdroja informácií uľahčuje spoluprácu medzi členmi projektového tímu a pomáha predchádzať duplicita a chybám.

Vlastníctvo informácií v CDE zostáva u pôvodcu týchto informácií. Jednotlivé modely produkované rôznymi členmi projektového tímu sú bez interakcie, majú jasné autorstvo a zostávajú oddelené. Znamená to, že záväzky pôvodcov sa nezmenia podľa začlenenia ich modelu do spoločného modelu.

Bežné dátové prostredie môže obsahovať množstvo rôznych informačných prostredí. Môže zahŕňať spoločné dátové prostredie na strane ponuky, ktoré používa dodávateľský tím projektu a informačné prostredie zamestnávateľa, ktoré poskytuje dokumentáciu a systém na správu údajov pre zamestnávateľov na príjem, overovanie a schvaľovanie informácií o projektoch poskytovaných dodávateľmi.

Zodpovednosť za poskytovanie a riadenie spoločného dátového prostredia na strane ponuky by mala byť jasne uvedená v požiadavkách zadávateľa na informácie. [16]

**EN ISO 19650-1** opisuje CDE ako jediný zdroj informácií pre akýkoľvek daný projekt alebo aktívum, ktoré sa používa na zhromažďovanie, správu a šírenie každého prvku informačného modelu pomocou riadeného procesu. Je to prostriedok na zabezpečenie kolaboratívneho prostredia na zdieľanie a koordináciu práce, keďže informácie sa môžu prenášať prostredníctvom výmeny informácií a spravovať prostredníctvom CDE. Prísne prevádzkové postupy zabezpečujú jednotný prístup všetkých zúčastnených organizácií.

Mal by sa prijať mechanizmus CDE, ktorý umožní zdieľanie informácií medzi všetkými zúčastnenými stranami počas celého životného cyklu majetku pri dodávke a prevádzke postaveného majetku. Produktivita sa zlepšuje zdieľaním digitálnych informácií, a tým zlepšuje spoluprácu medzi stranami. Znižuje potrebu tlačенých kópií výstupov, opakovane používa informácie a zabraňuje použitiu nespoľahlivých alebo zastaraných informácií, čím znižuje finančné straty. Všetky informácie, údaje a metaúdaje je možné overiť v reálnom čase. Je dôležité zvážiť bezpečnosť a kvalitu údajov a integrovať príslušné protokoly do CDE. [32]

#### **4.2.5. BEP – vykonávací plán BIM-u**

Ide o vypracovanie plánu na uľahčenie radenia informácií BIM projektu, ktorý je definovaný ako plán pripravený dodávateľmi aby vysvetlili, ako aspekty informačného modelu v projekte vykonať. Plán je vypracovaný pred a po uzavretí zmluvy a je pripravený ako priama odpoveď na požiadavky na informácie od zadávateľa a podrobne popíše výstupy projektu stanovené v zmluve a požiadavky na výmenu informácií. Prínosom je, že pomáha zúčastneným udržať krok s tým, čo robia v rámci projektu. Správne implementované BEP zabezpečí, že celkový obraz projektu bude jasný. Vďaka tomu má projekt väčšiu šancu na úspešné dokončenie včas a v rámci rozpočtu. Dobre postavený BEP vyžaduje, aby projektový tím spolupracoval a komunikoval od začiatku až po dokončenie projektu. [18]

Aký má byť BEP:

Jednoduchý – je to vlastne návod, ktorý jasne definuje pravidlá a má napomáhať nie komplikovať a má zohľadňovať požiadavky všetkých zúčastnených strán,

Dynamický – podlieha zmenám s postupom tvorby modelu.

Každý z projekčného tímu ho môže po dohode modifikovať prostredníctvom BIM manažéra. [29]

**EN ISO 19 650-2** uvádza, že BEP by sa mal považovať za súčasť architektúry kvality projektu popri pláne riadenia projektu, alebo by sa mal realizovať v pláne riadenia projektu. Mal by podrobne opisovať nielen to, ako sa informácie vytvárajú a poskytujú, ale aj „prečo“ (definícia použitia BIM) a „kto“ (pridelenie zodpovednosti za to). ISO 19650 - Časť 2, ktorá sa sústreďuje na fázu dodania diela, poskytuje určitú pomoc pri definovaní „ako“ a „kto“. „Prečo“ je zvyčajne súčasťou pokynov na implementáciu BEP pri definovaní navrhovaných použití BIM.

BEP popisuje všetky aspekty implementácie BIM na projekte - od použitia BIM a ich integrácie do procesov projektového riadenia, cez konkrétne výstupy, analýzy, správu rozhraní, komunikačné a koordinačné plány podporované BIM, množstvo a rozsah informácií, ktoré sa majú dodať, IT požiadavky, formáty súborov a interoperabilita.

Ako sa uvádza v ISO 19650 - časť 2, vo fáze výberového konania sa vydáva BEP pred zadáním zákazky, v ktorom sa uvádza, ktorý BIM používa a aký typ a úroveň implementácie BIM sa dodá v súlade s požiadavkami klienta. Dodatočné ocenenie BIM je dohodnuté všetkými príslušnými zúčastnenými stranami vrátane klienta a malo by odrážať skutočné postupy, výstupy a časový rámec, ktoré majú platiť počas projektu. Obsah BEP by sa mohol líšiť podľa

vnútroštátnych postupov. Dôrazne sa odporúča, aby sa na publikované národné usmernenia odkazovali napríklad podľa medzinárodných kapitol buildingSmart. [33]

Čo má obsahovať typický BEP:

- informácie o projekte a ciele projektu,
- zoznam členov projekčného tímu, ich úlohy a zodpovednosti a kontakty,
- zoznam použitých softvérových BIM nástrojov pre etapy projektu aj so záväzným definovaním ich verzií,
- spôsob výmeny dát v projekčnom tíme interne ako aj so subdodávateľmi,
- postup pre tvorbu BIM modelu a spôsob jeho údržby má zohľadňovať aj budúce možné využitie modelu,
- definíciu úrovne detailov pre profesie a jednotlivé stupne projektovej dokumentácie,
- definíciu tvorby názvoslovia jednotlivých prvkov aj z hľadiska profesií,
- spôsob vyhľadávania kolízií a spôsob ich odstraňovania. [29]

Môže ešte obsahovať:

- úroveň skúseností užívateľov s BIM nástrojmi a potreba typov školení pre jednotlivcov,
- dátumy stretnutí projektového tímu,
- formy výstupov definované pre časti modelu ako aj jednotlivé profesie,
- technické prostriedky a požiadavky na upgrade,
- ostatné čo napomôže k usmerneniu tímu a dosiahnutiu cieľa. [29]

Zhrnuté výhody zavedenia BEP:

Jasná komunikácia  
Jednoduchá spolupráca  
Úspora času  
Transparentné zdieľanie dát  
Kvalitnejší výkon

Dokument BEP jasne nastaví štruktúru projektového tímu, zodpovednosti za jednotlivé oblasti, ciele, filozofiu tvorby knižničných prvkov a úrovne ich detailov ako aj celého BIM modelu, formáty grafických výstupov a formáty výkazu a výmeru. Toto nasmerovanie projekčného tímu je veľmi dôležité pre úspešné zvládnutie celého projektu. [29]

## 5. BIM V CESTNOM HOSPODÁRSTVE

Vzhľadom na skutočnosť, že BIM model ani 3D model nie je v súčasnosti zo strany investora vyžadovaný (alebo iba v špecifických prípadoch), projekčné firmy takýto podklad neodovzdávajú, mnoho firiem 3D model ani nevytvára, prípadne vytvoria len jednoduchý model pre potreby určenia presných polôh a výšok entít (ako výška nivelety a terénu v osi, hranice pozemkov v priečných rezoch a pod.).

### 5.1. Hardvérové riešenie

Okrem webových prehliadačov bude samozrejme nutné mať aj analytické prehliadače, prípadne nejaký CAD systém pre oddelenie údržby, kde bude možné s BIM modelom ďalej pracovať, dopĺňať ho a aktualizovať. Taktiež pre ukladanie dát – BIM modelov s náležitými elektronickými prílohami bude nutné zriadiť cloudové úložisko – server, kde sa budú dáta skladovať a sprístupňovať on-line podľa úrovne prístupov. Sú dve možnosti ako zriadiť takéto úložisko, buď nákupom vybavenia a zabezpečenie prevádzkových priestorov, alebo kompletným prenájom cloudových služieb a úložiska. Cloudové úložisko umožní prepojenie relevantných informácií o jednotlivých objektoch pre jeho efektívnu správu. Základom je možnosť importovať celý BIM model, z ktorého informácie by mohli obsahovať ďalšie odkazy na ďalšiu digitálnu dokumentáciu ako elektronický stavebný denník, evidencia majetku, súvisiace náklady, úlohy a prevádzkové údaje, a tiež dokumenty ako zmluvy a faktúry. Vďaka prevádzke v cloude sú všetky informácie aktuálne a dostupné aj prostredníctvom mobilných zariadení. Používatelia z radov architektov, inžinierov, stavebných špecialistov a správcov majú k dispozícii všetky aktuálne dáta, či už v kancelárii, alebo v teréne na mobilných zariadeniach cez webové rozhranie.

### 5.2. Softvérové riešenie

Momentálne je na trhu veľké množstvo softvérových riešení pre jednotlivé stavebné odvetvia, firmy majú viac-menej voľnú ruku pri výbere a používaní konkrétneho softvéru. V málo prípadoch je priamo investorom nariadený konkrétny typ softvéru, častejšie je dôraz len na koncový digitálny výmenný formát ako napríklad zo strany NDS, kedy musí byť odovzdaný digitálny formát projektu vo formáte DGN podľa platného TP 009. Všetky veľké softvérové spoločnosti dbajú na to, aby softvéry v ich portfóliu boli navzájom plne kompatibilné ako aj s konkurenčnými softvérovými riešeniami.

Okrem univerzálneho IFC BIM výmenného formátu je možné si BIM modely prezerať vo voľne dostupných webových prehliadačoch od rôznych výrobcov. Veľkou výhodou je možnosť sprístupnenia BIM modelu len zainteresovaným stranám a jednotlivcom, pričom nik nemá prístup k zdrojovému súboru, iba k náhľadu naň cez webové rozhranie, podobne ako je to sprístupnené v cestnej databanke. Ďalšou výhodou je možnosť prezerať rozsiahly BIM model cez tablet alebo smartphon.

Cestná databanka ako aj informačný systém NDS je riešený cez GIS platformy, čo do budúcnosti určite vzhľadom na veľký rozsah diaľničnej a cestnej siete aj ostane. Nové projekty – cestné/diaľničné/mostné objekty a križovatky by sa odovzdávali ako BIM modely s informáciami v natívnom formáte v ktorom boli vytvorené ako aj v IFC výmennom formáte.



Obr. 5.1 Princíp zobrazovania BIM modelu v rôznych softvérových riešeniach

Tieto údaje by SSC, NDS, a.s., VUC a obce nahrávali na ich servery, prípadne cloudové úložiská, odkiaľ by bolo možné si pri prezeraní Mapy CDB v novom pohľade tieto BIM modely vybrať a prezrieť pomocou webového prehliadača. To znamená že by pribudol v prehliadači nový pohľad, kde by bolo možné prechádzať diaľničnú a cestnú sieť a vidieť, ku ktorým úsekom existuje BIM model. Takto by sa tvorili všetky nové projekty a po úsekoch pripájali k CDB, prípadne SHV a SHM.

Vzhľadom na trendy v digitalizácii by sa časom na základe dostupných projektov a porealizačného zamerania vytvárali nové 3D úseky - BIM modely z existujúcej diaľničnej a cestnej siete.

### 5.3. Návrh BIM modelu

#### 5.3.1. Implementácia BIM v rámci verejného obstarávania

Existujú rôzne stupne rozvoja implementácie, v niektorých krajinách je implementácia BIM vo verejnom sektore povinná a majú k dispozícii dokument - BIM pokyny, podľa ktorých sa záväzne postupuje, v niektorých krajinách len od nejakého objemu investícií (Fínsko - Common BIM Requirements, Anglicko - AEC (UK) BIM Protocol, Nórsko - Statsbygg Building Information Modelling Manual, Dánsko - 3D Working Method 2006, Holandsko - Rgd BIM Standard, Švédsko - BIM – Standardiseringsbehov).

Dokumenty sú zamerané najmä na architektúru, konštrukčný návrh a TZB.

V súčasnosti je prijatie BIM v stavebníctve obmedzené, najmä kvôli nedostatku dopytu. Verejné zákazky sa stále sústreďujú na prístupy založené na papierovom obstarávaní. Následne tento prístup vytvára chyby v dokumentácii, opomenutia, konflikty, nesprávne výpočty a nezrovnalosti medzi výkresmi, špecifikáciami a inou zmluvnou dokumentáciou. Tieto problémy zvyčajne spôsobujú oneskorenia a spory medzi klientom, projektantmi a dodávateľmi a zvyčajne sa konečná cena líši od ponuky. Dodávatelia zvyčajne ponúkajú cenové ponuky s nízkymi cenami, aby získali zákazku, a neskôr dohŕňajú svoje zisky z nárokov založených na nie vždy dokonalých informáciách poskytnutých klientom.

BIM zvyšuje úplnosť a dôslednosť informácií, takže prvotná cenová ponuka je približná konečnej sume.

Navyše BIM ponúka oveľa komplexnejšie a konzistentnejšie informácie, ktoré majú vypracovať zadávatelia, aby uchádzači nemohli dúfať, že ponúknu nízku cenu a dosiahnuť zisk neskôr z nedostatkov zadania verejnej zákazky.

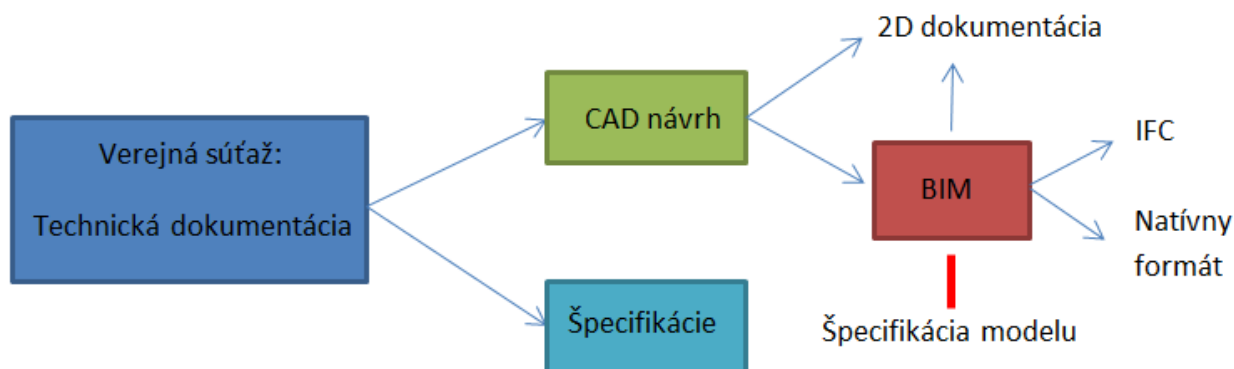
S dokonalou a kompletnou definíciou rozsahu sú uchádzači nútení konkurovať si na základe svojich schopností a nie ceny. Každá riadková položka môže byť prepojená priamo s komponentom v modeli a musia byť ocenené explicitne. Každá cena môže byť automaticky porovnávaná a konzultovaná podľa potreby.

Na dosiahnutie týchto výhod budú zmeny a doplnenia BIM prijímané Výborom pre vnútorný trh Európskeho parlamentu ako súčasť svojej správy v nariadení s názvom General Public Procurement Directive.

Predloženie nástrojov na elektronické modelovanie stavieb by mali podporovať zmluvy s cieľom modernizovať proces obstarávania a zabezpečiť vyššiu efektívnosť pri verejnom obstarávaní, na ktoré sa vzťahuje táto smernica, najmä pokiaľ ide o zohľadnenie nákladov životného cyklu a trvalej udržateľnosti.

Úloha verejných orgánov je skutočne zásadná, pretože vláda ako klient môže priniesť významné zlepšenia v nákladoch, hodnote a výkonnosti prostredníctvom systému používania otvorených zdieľaných informácií o majetku. BIM je stále v štádiu vývoja a dokonca aj keď už boli preukázané prínosy, je ešte potrebné veľa úsilia na jeho zriadenie. [17]

Keď sa stane BIM oficiálnym súťažným podkladom, musí existovať Dokument – BIM manuál, podľa ktorého sa budú generovať modely, čím sa zabezpečí jednotnosť podkladov, správne použitie vrstiev, objektov, názvoslovia a pod. Bim manuál je neoddeliteľnou súčasťou BEP plánu. K modelu by sa mala dodať aj písomná časť, ako aj 2D dokumentácia, ktorá nesmie byť v rozpore s 3D modelom, mala by byť podľa možností z neho generovaná a vždy aktuálna (môže byť doplnená o ďalšie detailnejšie grafické informácie). Čo sa formátu odovzdávaného projektu týka, nemal by byť viazaný na konkrétny softvérový balík. Za obecný výmenný formát je považovaný IFC formát, ale vzhľadom na skutočnosť že ešte stále dochádza k stratám údajov exportom do IFC formátu, je potrebné odovzdávať projekt aj v natívnom formáte. Na obrázku 5.2 sú uvedené hlavné body požiadaviek od zadávateľa, v súťažnej dokumentácii by mali obsahovať BIM model spolu s modelovými špecifikáciami a 2D dokumentáciou v súlade s modelom.



Obr. 5.2 Schéma hlavných aspektov klientových záväzkov

Zadávateľ si môže žiadať rôzne BIM špecifikácie, obsahovať by však mali nasledovné údaje:

- Formát súborov – IFC + natívny formát,
- Koordinačný systém a jednotky,
- Úroveň podrobnosti LOD,
- Modelovacie nástroje,
- Pomenovanie objektov,
- Názvy súborov,
- Štruktúra modelu,
- Ako pripraviť BIM špecifikácie,
- Osobité požiadavky.

### **5.3.2. Výhody pre uchádzača**

Vďaka BIM modelu majú uchádzači vyššiu kontrolu nad celkovým návrhom tak, aby mohli poskytovať presnejšie a spoľahlivejšie ponuky a znížiť tak možné riziko chybovosti pri príprave cenovej ponuky. Zjednodušuje tiež diskusiu o možných alternatívach projektu počas pracovných stretnutí, ako aj využitie kontroly modelu – možných kolízií čím sa predíde väčšine chýb pred konečným predložením podkladov.

Ak bude do súťažných podkladov zahrnutý existujúci BIM model (pre účely rekonštrukcie, križovatky, inžinierskych sietí a pod.), môžu záujemcovia pochopiť komplexnosť projektu lepšie a rýchlejšie. Vďaka objektom s informáciami obsiahnutými v BIM modeli je možné ich extrahovať a konzultovať, na základe čoho je možné pripraviť rýchlejšie a presnejšie výkaz – výmer a tým aj cenovú ponuku, ktorá by už nemala byť príliš rozdielna oproti finálnej. Ďalej môže slúžiť pre tvorbu časových harmonogramov a logistického plánovania a pod.

### **5.3.3. Výhody pre zadávateľa**

Vďaka BIM modelu je možné lepšie porozumieť ponukám a je možné z takéhoto podkladu získať všetky relevantné informácie, namiesto toho aby sa vyhľadávali v rôznych priložených dokumentoch. Vďaka možnosti predchádzaniu chybovosti dostane zadávateľ spoľahlivejšie ponuky. Hlavnou výhodou sú ušetrené peniaze, ktoré by mohli byť navýšené pre nesprávnu interpretáciu projektu ako aj znížením pravdepodobnosti vzniku kolízií počas realizácie projektu.

## **5.4. Implementácia BIM**

### **Strategický rámec pre programy informačného modelovania stavieb verejného sektora**

EU BIM Taskgroup vydala dokument s názvom Príručka pre zavádzanie informačného modelovania stavieb (BIM) európskym verejným sektorom, Strategické opatrenia pre zvýšenie výkonnosti stavebníctva: činiteľ profitu, inovácií a rastu.

Zadefinovali strategický rámec pre programy informačného modelovania stavieb verejného sektora, obr. 5.3. [24]



Obr. 5.3 Strategický rámec podľa príručky pre zavádzanie informačného modelovania stavieb BIM európskym verejným sektorom [24]

Odporúčania tohto rámca stanovujú, že programy riadené verejným sektorom sú naj-účinnnejšie a najspoľahlivejšie, ak sú tieto štyri strategické oblasti dostatočne definované a rovnomerne a súčasne rozvíjané. Nižšie uvedený popis strategického rámca na vysokej úrovni ponúka štruktúru pre podrobný opis odporúčaných opatrení.

| Strategická oblasť                                 | Popis opatrení                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zaujatie vedúcej úlohy zo strany verejného sektoru | Definovať presvedčivé motivačné faktory, jasnú víziu a ciele.<br>Popísať prínosy BIM pre verejný a súkromný sektor.<br>Zdokumentovať obecný prístup pre smerovanie odvetví smerom k definovaným víziám a cieľom.<br>Určiť obhajcu z radov verejného sektora, ktorý bude garantom iniciatívy.<br>Zriadiť tím, ktorý bude hybnou silou programu.                                                                                         |
| Komunikácia a komunity                             | Časté zapájanie zúčastnených strán z radov odvetví už v rannej fáze.<br>Zapojiť sa do regionálnych a zájmových sietí a poskytnutie podpory za účelom šírenia osvedčených postupov.<br>Využiť nástroje hromadnej komunikácie za účelom oslovenia širokého publika.                                                                                                                                                                      |
| Rámec spolupráce                                   | Posúdiť právne, regulačné a politické prekážky, ako aj prekážky v oblasti zadávania zakázok a zaoberať sa ich cieľmi uľahčiť spoluprácu a zdieľanie dát.<br>Zaviesť medzinárodné normy pre požiadavky na dáta.<br>Uvádzať odkaz na medzinárodné normy na podporu postupov spolupráce a zdieľania dát.<br>Vypracovať pokyny a nástroje na podporu zvýšenia skúseností v rámci odvetví a vypracovanie akademických študijných programov. |



|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rozvoj zručností a kapacít | <p>Pripravovať pilotné projekty a presadzovať odbornú prípravu na podporu dosiahnutia úspechov v rannej fáze.</p> <p>Väčšie využívanie verejných zákaziek ako hybnej sily pre rozvoj kapacít odvetví.</p> <p>Meranie pokroku, vypracovanie prípadových štúdií za účelom zvýšenia informovanosti a podpory odvetví.</p> |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tento rámec popisuje spoločné strategické páky na podporu programu informačného modelovania stavieb riadeného verejným sektorom. Tento prístup na vysokej úrovni je podporovaný spoločnou úrovňou výkonnosti pre špecifikácie informačného modelovania budov na úrovni projektu, organizácie alebo na vnútroštátnej úrovni. Rámec opisuje, ako môže byť informačné modelovanie stavieb strategicky podporované, a spoločná úroveň výkonnosti popisuje, čo sa rozumie informačným modelovaním stavieb, ak sa tento postup zavedie u projektov a verejného majetku. [24]

### Spoločná úroveň výkonnosti pri vykonávaní informačného modelovania stavieb

Charakteristiky "spoločnej úrovne výkonnosti EÚ" opisujú činnosti, ktoré by sa mali dôsledne vykonávať v rámci projektu, aby mohol byť projekt považovaný za projekt EÚ v rámci verejného modelovania stavieb. Tieto kritériá by mali byť považované za minimálne pre súdržné zadávanie verejného obstarávania a realizácie stavebných projektov v celej Európe. Cieľom je stanoviť náročný cieľ, ktorý je ale súčasne realistický pre všetky štáty Európy. Charakteristiky sú úzko zladené s existujúcimi a vznikajúcimi medzinárodnými a európskymi normami, ako aj s príkladmi osvedčených postupov pracovnej skupiny EÚ pre informačné modelovanie stavieb.

"Spoločná úroveň výkonnosti EÚ" bola zámerne navrhnutá tak, aby nevyžadovala žiadne zmeny právneho rámca alebo pravidiel v žiadnom členskom štáte. Odporúčané činnosti môžu vykonávať v rámci akejkoľvek stratégie obstarávania alebo akejkoľvek formy zmluvy.

Niektoré odporúčania boli navrhnuté konkrétne na podporu rastu malých a stredných podnikov a na zabezpečenie otvorených, spravodlivých a konkurenčných trhov pre poskytovateľov profesionálnych služieb, profesie a poskytovateľov technológií všetkých veľkostí. Odporúčania chránia pred príliš konkrétnymi požiadavkami, ktoré môžu viesť k dodatočným nákladom a plytvaniu v rámci postupu. Charakteristiky zahŕňajú štyri hlavné oblasti definícií, ako vysvetlené na obr. 5.4. [24]



Obr. 5.4 Spoločná úroveň výkonnosti pri vykonávaní BIM podľa príručky pre zavádzanie informačného modelovania stavieb BIM európskym verejným sektorom [24]

Popísané minimálne charakteristiky rozširujú rozsah pôsobnosti príručky zo strategickej úrovne na oblasť prevádzkového použitia a definície informačného modelovania stavieb na úrovni organizácie a projektov. Spoločná úroveň výkonnosti EÚ v rámci informačného modelovania stavieb poukazuje na existujúce a vznikajúce normy. Najúčinnnejšie budú vtedy, ak budú tieto štyri oblasti riadne definované a rovnomerne rozvinuté. Nasledujúci popis minimálnych charakteristík na vysokej úrovni tvorí základ pre odporúčané opatrenia. [24]

| Oblasť definície | Popis charakteristík                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Politika         | <p>Obchodné, právne a zmluvné záležitosti sa dohodnú a zdokumentujú vo vhodnom formáte a stanú sa súčasťou zmluvných dohôd medzi zúčastnenými stranami.</p> <p>Výberové konanie zahŕňa vhodné posúdenie schopnosti, kapacity a ochoty dodávateľa splniť požiadavky v rámci BIM.</p> <p>Informačné požiadavky spojené s projektom výstavby sú spresnené a vytvárané s ohľadom na fázy projektu, ktoré hodlá klient projektu alebo dodávateľský reťazec použiť. Do všetkých stanovených požiadaviek na informácie by sa mala premietat' základná zásada predchádzať nadmernému vytváraniu a spracovávaniu dát.</p> <p>Podrobnosti o tom, ako budú požiadavky na informácie splnené a zaistené, sa dohodnú a zdokumentujú vo vhodnom formáte.</p> |
| Formálna stránka | <p>V požiadavkách na informácie sa spresní, ktoré údaje majú byť poskytnuté, a to v neproprietárnom formáte, ktorý je neutrálny z hľadiska predajcu.</p> <p>Základnú zásadu upresňovania, modelovania a usporiadania údajov tvorí objektovo orientovaný prístup.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Postup           | <p>Informačné plánovanie a postupy realizácie vyžadujú pracovné postupy založené na skladovaní a spolupráci.</p> <p>Je nutné použiť zdieľané dátové prostredie (common data environment) ako prostriedok pre zaistenie bezpečného prostredia spolupráce pre zdieľanie činností.</p> <p>Nástroje a metódy pre vytváranie systému musia komplexne a ucelene zahŕňať všetky potreby a požiadavky všetkých zúčastnených strán, medzi ne patria všetky projekčné vízie – prevádzkové, funkčné, organické – pre všetky stavy vytvoreného majetku v priebehu celého životného cyklu a pre náležité štruktúrovanie všetkých informácií.</p>                                                                                                            |
| Ľudia            | <p>Zodpovednosť za dáta a riadenie informácií je pridelená v súlade so zložitou projektom.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### Verejné orgány musia zaujať vedúcu úlohu

Program informačného modelovania stavieb verejného sektora zvyčajne nie je samostatným opatrením izolovaným od iných činností organizácie. Zvyčajne sa prepája s inými cieľmi a stratégiami a podporuje ich. Na zabezpečenie pevných základov programu je nutné na začiatku jasne definovať:

- prečo je informačné modelovanie stavieb pre danú organizáciu alebo odvetvia relevantné,
- rozsah programu a ako súvisí s inými iniciatívami,
- ciele a stratégie na dosiahnutie uvedených cieľov,
- dlhodobý záväzok podporovať prechod k digitálnemu stavebníctvu.

Verejný sektor musí zaujať vedúcu úlohu tým, že najprv definuje presvedčivé motivačné faktory, jasnú víziu a konkrétne ciele. Ide často o prvé kroky, ktoré organizácie verejného sektora podniknú, aby vytvorili základ pre koordinované opatrenia v rámci programu informačného modelovania stavieb s cieľom:

- určiť, čo je dôvodom, prečo má verejná organizácia zaujať vedúcu úlohu pri podpore uplatňovania informačného modelovania stavieb v rámci svojho verejného majetku,
- popísať, čo sa stane, ak prijme dané opatrenie,
- identifikovať opatrenia a ciele, ktoré program zlepšia,
- vydať verejné vyhlásenie o zámere zaujať vedúcu úlohu a podporiť odvetvie,
- zvýšiť právomoci verejného vlastníka / obstarávateľa / správcu vystupujúceho v úlohe klientskej organizácie.

Kombinovaný efekt tohto opatrenia je dôležitý a potrebný pre:

- získavanie podpory v rámci organizácie verejného sektora s cieľom umožniť vyčlenenie finančných prostriedkov a nevyhnutných zdrojov,
- dosiahnutie zhody ohľadom všeobecného smerovania medzi zúčastnenými stranami naprieč verejným a súkromným sektorom,
- kladenie dôrazu na očakávané výstupy po prijatí opatrení. [24]

|                           | Vrelo doporučené opatrenia                                                                                       | Doporučené opatrenia                                                                                                                                                                                                  | Žiaduce opatrenia                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vízie, hybné sily a ciele | Zaistiť aby boli jasne určené a zdokumentované verejné hybné sily a ciele.<br>Vydať verejné vyhlásenie o zámere. | Počas procesu prijímania BIM by mali byť vykonané stratégie riadenia zmien, ktoré budú podporovať a monitorovať záväzok, a to za účelom zistenia problémov alebo nedostatkov a prípadne prijatie nápravných opatrení. | Určiť ukazovatele na organizačnej úrovni, ktoré sa budú zaoberať hybnými silami a popíšu pokrok pri dosahovaní cieľov.<br>Vykonať referenčné porovnanie východiskového bodu a merať pokrok v priebehu celého vykonávania. |

## IMPLEMENTÁCIA BIM

### 1. Oboznámenie sa s BIM

Určiť odborne spôsobilé osoby, na základe výberového konania komisie. Komisia bude zostavená z členov z radov súkromného a verejného sektora. Osoby analýzou zistia viac o tom, ako BIM ovplyvní spôsob, akým organizácia bude pracovať.

### 3. HW a SW

BIM je to proces spolupráce, ktorý je založený na inteligentných 3D modeloch. Na vytvorenie týchto modelov je potrebný softvér a dostatočne výkonný hardvér.

### 5. Pilotný projekt a školenie pilotného tímu

Komplet dokončený pilotný projekt, hoci aj malý, so záverečnou analýzou prínosov a problémov ktoré priniesol, vytvorenou zaškolenými pracovníkmi. Školenia by mali byť pre malé skupiny tesne pred spustením konkrétného pilotného projektu.

### 7. Integrácia s inými modelmi

Pri zdieľaní modelov s inými firmami, ktoré pracujú systémom BIM, sa prejavajú prvé výhody. Mnohé firmy zistili, že integrácia modelov do jediného spoločného modelu urýchľuje proces koordinácie a otvára dvere k novej úrovni spolupráce.

### 2. Oznámenie o zmene

Vedúci predstavitelia by mali prevziať vedúcu úlohu v tom, aby ľudia vedeli, že firma sa rozhodne presúva do systému BIM.

### 4. Plán riadenia zmien

Dokumentuje ako spoločnosť očakáva, že BIM zmení zavedené pracovné postupy, kto potrebuje školenie a kedy ho získa, a ako budú podporovať ľudí, keď majú otázky a problémy. Podpora je pravdepodobne najdôležitejšou položkou, organizačné zmeny sa stávajú rýchlejšími a úspešnejšími.

### 6. Dokument o preferovaných procesoch

Ako bude pilotný projekt napredovať, nech tím zdokumentuje všetky BIM procesy. Zväžiť treba preferované výstupy tak, ako tím potrebuje, aby spĺňal ich očakávania. Predstavy o normách sa budú vyvíjať pri používaní BIM-u. Z začať s normami by mohlo proces spomaliť a zbytočne skomplikovať proces prijímania BIM-u.

### 8. Rozšírenie a expanzia využívania BIM

Používanie BIM-u umožňuje nové možnosti koordinácie, analýzy a vizualizácie. Prináša nové spôsoby, ako zmeniť tieto nové možnosti na hodnotu a nové ponuky služieb.

## Plán vyhotovenia pre BIM

Riešiť má konkrétne požiadavky projektu alebo zadávateľa. Z hľadiska nástrojov na tvorbu BIM je potrebné zvážiť nasledovné body:

1. Pochopenie potreby plánu vykonávania BIM (BEP)
2. Základné informácie
  - 2.1. Základné informácie o projekte
  - 2.2. Zadanie míľnikov projektu
  - 2.3. Kontakty na zodpovedné osoby projektu
  - 2.4. Orientácia modelu a konfigurácia lokality
  - 2.5. Cieľové využitie BIM pre jednotlivé štádiá projektu
3. Štruktúra
  - 3.1. Štruktúra názvoslovia súborov
  - 3.2. Skratky a kódy súborov
  - 3.3. Záznam zmien modelov pri míľnikoch a revíziách
4. Pracovné prostredie
  - 4.1. Softvér
  - 4.2. Definovanie virtuálneho užívateľského priestoru
5. Požiadavky a postupy
  - 5.1. Spôsob tvorby modelu
  - 5.2. Požiadavky na jednotlivé profesie
  - 5.3. Postupy spolupráce a komunikácie
  - 5.4. Koordinačný proces BIM
  - 5.5. Cenotvorba a výkazy
  - 5.6. Hlavný realizátor a subdodávateľa
  - 5.7. Zakreslenie skutočného vyhotovenia
6. Autorské práva a zodpovednosť
  - 6.1. Definícia rozsahu BIM
  - 6.2. Zodpovednosť

## 6. NÁVRH ZÁKLADNÉHO BIM MODELU

Projekty sa v súčasnosti odovzdávajú formou papierovej dokumentácie spolu s digitálnymi podkladmi vo forme DWG/DGN/PDF/DOC/XLS a i. Tá samozrejme je a bude dôležitou súčasťou odovzdávania projektu. Na papierovú formu je kladený najväčší dôraz, čo sa podrobnosti a dodržiavania platných TP a noriem týka, digitálna forma sa kontroluje málokedy, a ešte zriedkavejšie sa niekde ukladá na centrálny server, kde je zabezpečený prístup pre všetky zainteresované strany. To sa musí samozrejme zmeniť, ak má byť v budúcnosti súčasťou odovzdávania projektu komplexný 3D model.

Hlavnou výhodou je aplikácia existujúcich častí technických predpisov rezortu, ktoré je potrebné dodržiavať pre investície. Tieto vstupy v konečnom dôsledku predstavujú vstupy a informácie pre kvalitné vykonávanie systému hospodárenia s vozovkou a systému hospodárenia s mostami a taktiež eliminujú „zdvojené práce“, dodatočného zisťovania vlastností materiálov - osoba zodpovedná za správu, verzus platné predpisy a existujúca projektová dokumentácia. [14]

Do komplexného systému BIM vstupuje množstvo rôznych prvkov, príklad sa zaoberá iba časťou, ovplyvňujúcou hlavný výstup diela, a to z hľadiska jeho kvality v súlade s TPR s nadväznosťou na systém hospodárenia s vozovkami.

Nasledovná časť je postavená v zmysle cieľov rezortných rozborových úloh, t.j. vedomosti praxe, inovatívnych prístupov a existujúcej legislatívy bez zvýšenia celkových nákladov, t.j. zníženia nákladov na prípravu kontrolno-skúšobných plánov a zníženia kontrolného procesu pre kontrolu kvality inžinierskych diel, ale zvýšením nákladov na prípravu projektov, kde implementácia vlastností materiálov bude priamo definovaná projektom v 3D modeli pre jednotlivé konštrukčné vrstvy.

### 6.1. Forma odovzdaného projektu

Pre maximálne využitie výmeny 3D dát a informácií o stavebných objektoch, ako aj pre prehľadnosť projektu bude veľkým prínosom odovzdávanie v digitálnej podobe s možnosťou nasledovnej mustry, ktorá vychádza z praxe pre 3D projektovanie. Táto mustra rešpektuje doterajší stav a dopĺňa ho o digitálne zdieľania všetkých potrebných informácií:

1. Digitálne 2D dáta tak, ako je to momentálne zaužívané, to znamená výkresy s prehľadnou a podrobnou situáciou, pozdĺžnymi, vzorovými a priečnymi rezmi, vytyčovací výkres a výkaz-výmer a to všetko v osobitných výkresoch. Všetky tieto podklady sa musia zhodovať s dátami v 3D modeli, napr. rezy by mali byť z neho priamo generované. Taktiež všetky negrafické digitálne podklady (PDF, XLS, DOC a pod.).

2. Digitálne 3D dáta, projekt odovzdaný vo formáte softvéru v ktorom bol vypracovaný, ako aj verzia obsahujúca 3D telesá s informáciami o jednotlivých konštrukčných vrstvách. Navrhované inžinierske, ako aj zamerané existujúce siete, ktoré sú minimálne definované ako 3D čiary s popisom a základnými informáciami, prípadne ako 3D telesá presne definované rozmerovo a priestorovo.

Všetky dostupné 3D objekty ako základy, pilóty, priepusty, mostné objekty, objekty pozemných stavieb a pod.

Projekt musí byť korektne umiestnený v súradnicovom systéme S-JTSK (III. Kvadrant so súradnicami -X a -Y), čím sa zabezpečí presná poloha dát v rámci väčšieho informačného celku. Všetky podklady musia byť v metrických jednotkách v metroch.

Ak by sa jednalo o rozsiahle 3D modely, je vhodné ich rozdeliť do viacerých výkresov so zachovaním S-JTSK súradnicového systému, aby ich bolo možné následne vyskladať do jedného celku cez referenčné pripojenie, prípadne do analytického softvéru.

Zápis ohľadne použitých softvérov a nastavení, verzie SW ako aj stručný popis základných parametrov modelov.

3. IFC výmenný formát s prílohami a externými referenciami, pred exportom musí byť projekt umiestnený v súradnicovom systéme S-JTSK so všetkými objektami a informáciami z bodu 2.

Už podklady z bodu 2 sú použiteľné pre prezeranie či už vo voľne dostupných prehliadačoch, prípadne koncepčných alebo analytických softvéroch. Formát IFC je vhodný pre spoločné dátové prostredia (CDE), ktoré bude nutné presne špecifikovať, ako presne má takéto prostredie, ktoré má byť jediným zdrojom informácií pre projekt slúžiaci na zhromažďovanie, správu a šírenie dokumentácie, grafického modelu a negrafických údajov pre celý tím projektu (všetky informácie o projekte, či už vytvorené v prostredí BIM alebo v bežnom formáte) vyzeráť.

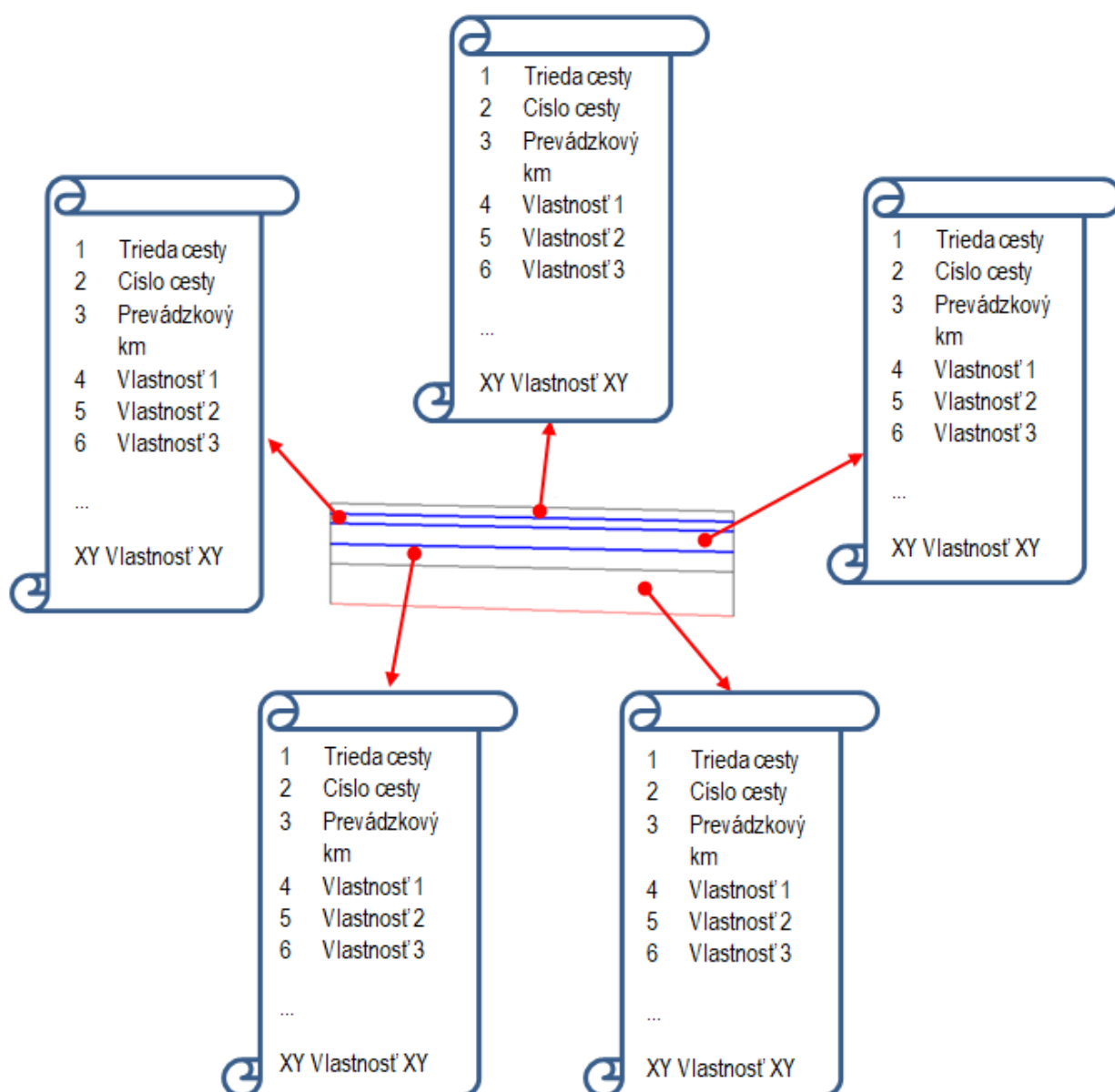
## **6.2 Koncept systému zavedenia BIM do cestnej infraštruktúry**

V prvom rade je potrebné riešiť otázku, ako a kde všetky digitálne podklady skladovať tak, aby bol k nim umožnený prístup pre zamestnancov a správcov SSC, NDS, samosprávne kraje a obce, ale aj pre iné strany, ktoré tieto podklady budú vyžadovať. Ide o tzv. spoločné dátové prostredie (CDE). Potrebné je teda zriadiť serverové úložisko pre ukladanie a spravovanie dát, prípadne si prenajať kompletne cloudové služby. Následne je potrebné zadefinovať, ako budú jednotlivé zložky štruktúrované a naviazané na negrafické súbory a dáta. To umožní rozhranie API (application programming interface), ktoré zabezpečí dátovú integráciu a komunikáciu. Pravdepodobne sa tieto pokročilé systémy budú musieť zabezpečiť cez tretie strany – programátorské firmy, ktoré celý systém prepojenia vymyslia, pripraví a sprevádzkujú.

Zohľadnené musí byť aj nariadenie EÚ o ochrane osobných údajov ako aj kybernetická bezpečnosť.

## **Konštrukcia vozoviek, krajnice, obrubníky, chodníky**

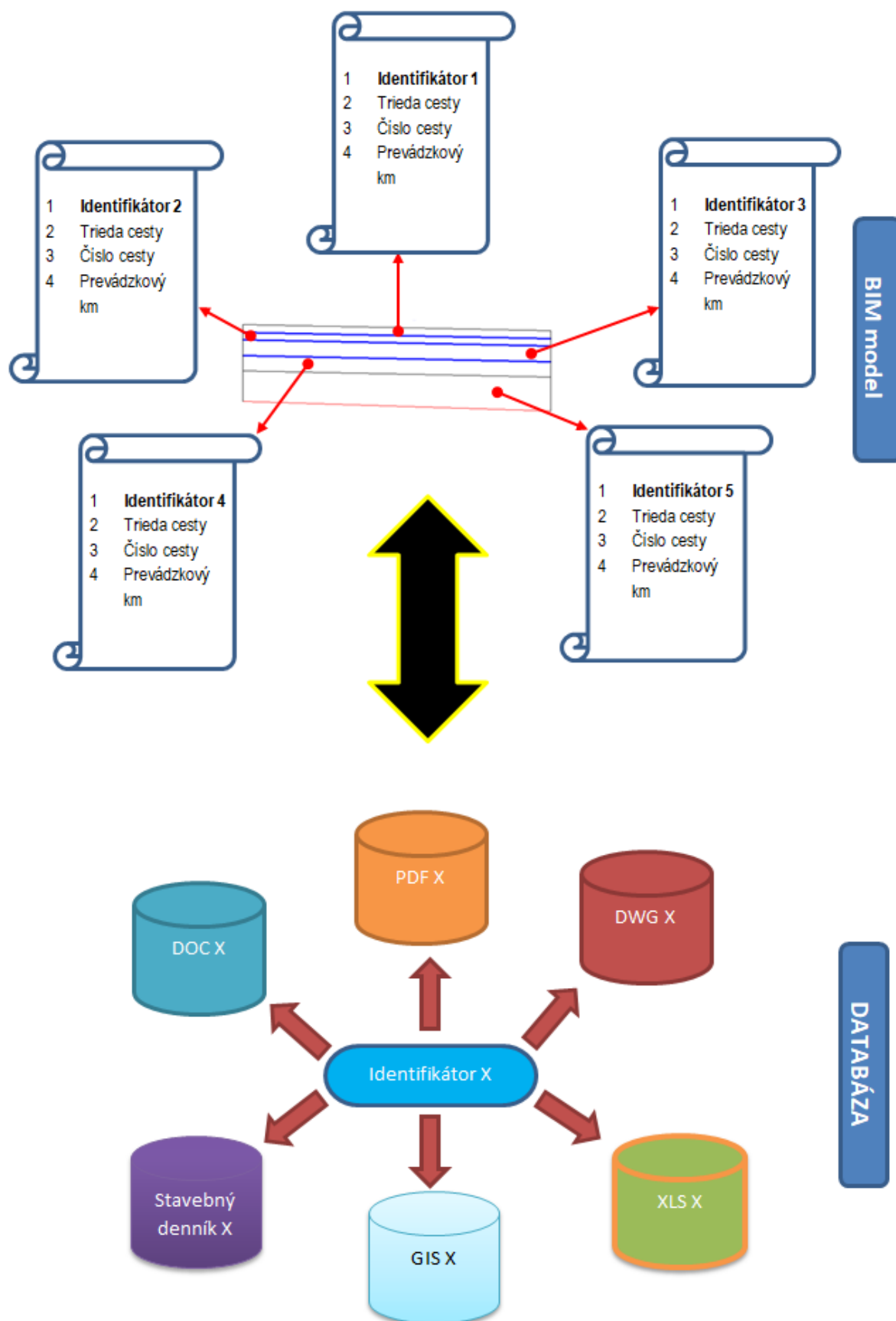
Prvotná myšlienka bola, že sa BIM model naplní všetkými relevantnými informáciami až tak, že nebude potrebné dohľadávať nič v priložených dokumentoch. Praktickejší variant je, že BIM model bude obsahovať základné informácie a identifikátory, podľa ktorých bude možné dohľadať všetky relevantné informácie z priložených negrafických dokumentov, ktoré môžu byť v rôznych formátoch.



Obr. 6.1 Schéma zobrazovania všetkých informácií pre jednotlivé konštrukčné prvky

Prvá možnosť, v ktorej by boli všetky informácie na jednom mieste priamo v 3D modeli prináša riziko, že bude odovzdaný projekt/súbor/súbory zbytočne ešte väčšie a bude náročné s ním pracovať. Taktiež ak by boli všetky informácie prístupné cez Dialógové okná pre jednotlivé prvky, stane sa hľadanie potrebných údajov neprehľadné a zdĺhavé. Taktiež z hľadiska tvorby takéhoto podkladu by bolo okrem náročnosti vyhotovenia 3D modelu aj časovo veľmi náročné všetky tieto údaje pridávať každému prvku v projekte.





Obr. 6.2 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé konštrukčné prvky a ich prepojenie na databázu

Druhá možnosť, obr. 6.2, je z praktického hľadiska schodnejšia, ako sa ukazuje aj zo skúseností zo zahraničia, kde už je systém BIM aplikovaný. Systém je založený na prepojení 3D modelu a digitálnej databázy. Prvky v 3D modeli nesú základné informácie a identifikátor - unikátny názov, pomocou ktorého je možné automaticky dohľadať všetky dostupné informácie na serveri/cloude (v spoločnom dátovom prostredí CDE) a to až dovnútra dokumentov (DOC, XLS, PDF a i.) v štruktúrach daného projektu. Je kľúčové, aby tieto záznamy tvorili spolu s ostatnými informáciami (dokumenty a procesy) jeden prehľadný celok v projekte, aby užívateľ nestrácal kontext a prehľad. Významná je aj schopnosť CDE v prípade potreby užívateľovi ponúkať možnosť spätne trasovať komunikáciu a rýchlo vyhľadať bod, ktorý je potrebný pre určité rozhodnutia alebo vyvodenie zodpovednosti.

Funkčnosť spoločného dátového prostredia by mala umožňovať prácu s formátmi IFC a vhodné je taktiež požadovať funkčnosť umožňujúcu prácu s natívnymi formátmi informačných modelov stavieb, aby bolo možné tieto modely aktualizovať v rámci ich správy. Predpoklad je, že v projekte nikdy nebude k dispozícii len jeden spoločný model, ale niekoľko samostatných čiastkových. CDE by malo vedieť ponúknuť používateľovi zlúčené prezeranie označených modelov, čo je dôležité pre variabilnosť práce a zobrazovanie len potrebných informácií tak, aby boli prehľadné a užívateľ nebol zbytočne nadmerne zaťažovaný informáciami, ktoré v danú chvíľu vôbec nepotrebuje.

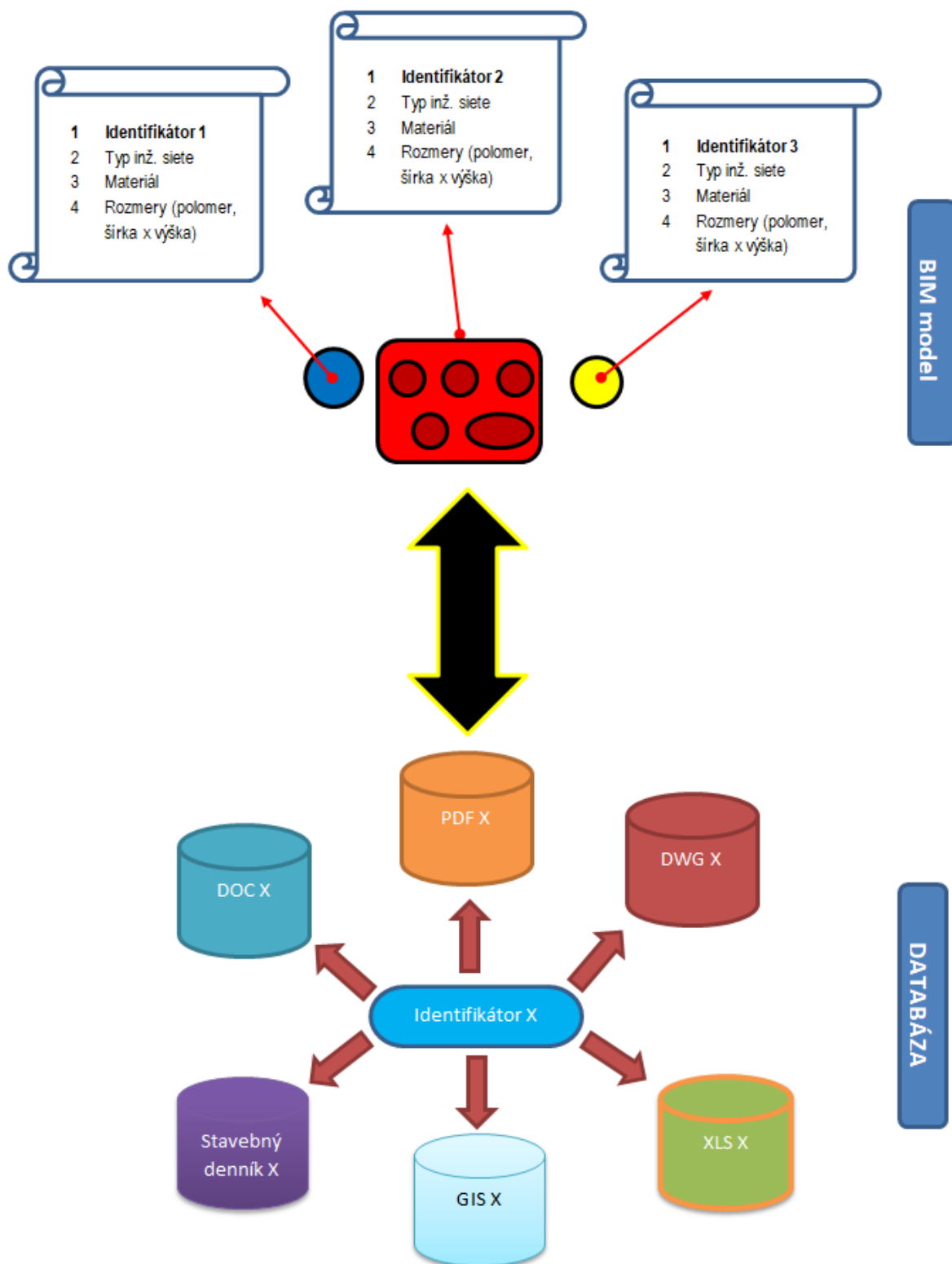
## **Inžinierske siete**

Dôležitou súčasťou dopravnej infraštruktúry sú všetky druhy vedení, je teda dôležité vytvoriť ich presnú reprezentáciu do BIM modelu.

V modeli môžu byť vytvorené buď ako 3D krivky (je možné vytvoriť z 2D podkladov jednotlivých profesií 3D čiary, ktoré preberú geometriu z nakreslenej 2D krivky a ručne sa im zadá výška podľa výškopisu uvedeného pri navrhovaných sieťach). To znamená že tvorba 3D dát z 2D podkladu je najmä časovo náročná.

Je potrebné nechať na zhotoviteľov dokumentácie a modelov, aby zvolili postup podľa ich uváženia. Zjavne to bude musieť byť intenzívnejšie využitie SW nástrojov, ktoré umožnia generovať 3D model počas návrhu. To bude viesť ku predraženiu prác na strane zhotoviteľa (náklady na nástroje, čas a ľudí) – čím sa dostávame k podmienkam, za ktorých sa tieto modely budú pripravovať. So zmenou požiadaviek („aj BIM model“) bude zrejme treba riešiť aj zmenu podmienok pre zhotoviteľa.

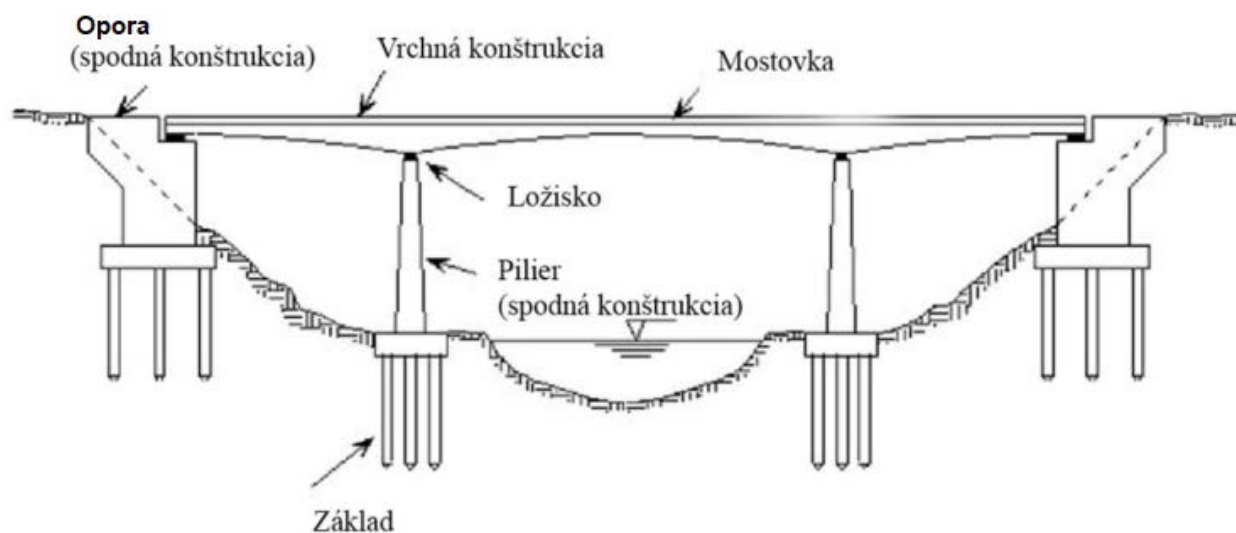
Zdigitalizovaný 2D podklad do 3D je v počiatočnej fáze viac než postačujúci. 3D čiary je možné ďalej použiť pre tvorbu 3D telies, ktorým je možné nadefinovať akýkoľvek tvar a materiál, čím sa dostávame k tomu, že týmto spôsobom je možné vytvoriť inžinierske siete, ako napríklad kanalizačné potrubia, káblové zväzky, optické káble, vodu, plyn, prvky inteligentných dopravných systémov, prípadne aj nadzemné vedenia.



Obr. 6.3 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé typy inžinierskych sietí a ich prepojenie na databázu

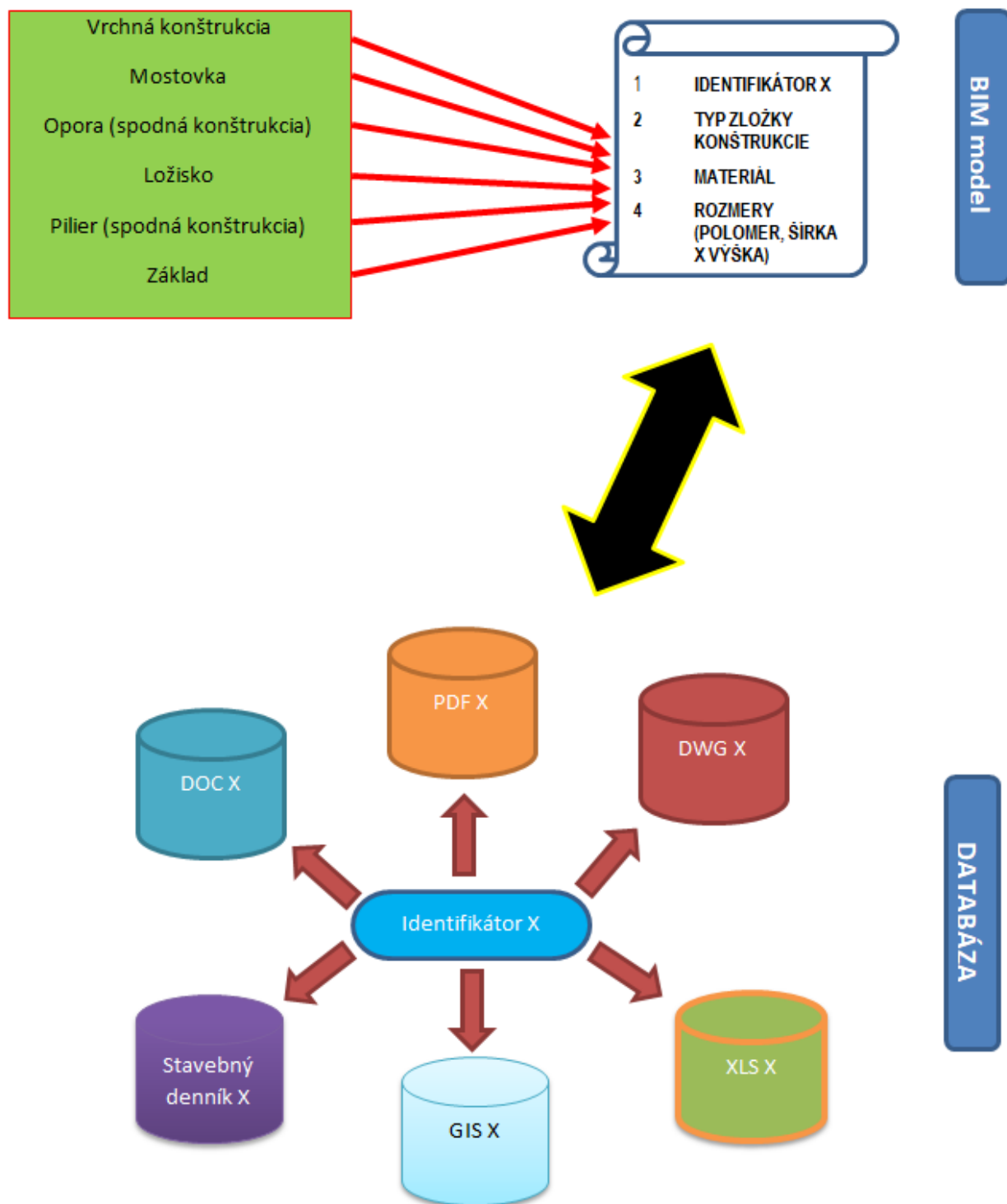
## Mostné objekty

Pre mostné objekty je možné zadať základné rozdelenie, ktoré by sa použilo pre základné rozdelenie mostnej konštrukcie so základnými informáciami. Rozdelenie na ďalšie časti bude závisieť od zložitosti a typu mostného objektu.



Obr. 6.4 Hlavné zložky konštrukcie mostov [23]

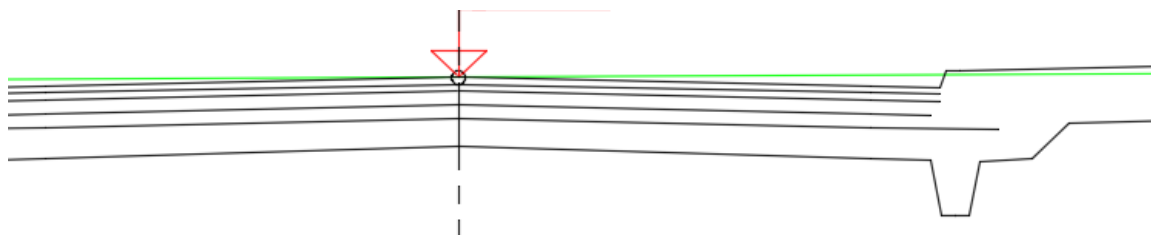
Okrem základných popisových vlastností a rozmerov bude najdôležitejší opäť jedinečný identifikátor pre celý projekt, aby bolo možné ku každému prvku dohľadať všetky relevantné informácie v akomkoľvek formáte, obr. 6.5.



Obr. 6.5 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé zložky konštrukcie mostov a ich prepojenie na databázu

## Alternatíva pre 3D solid-y

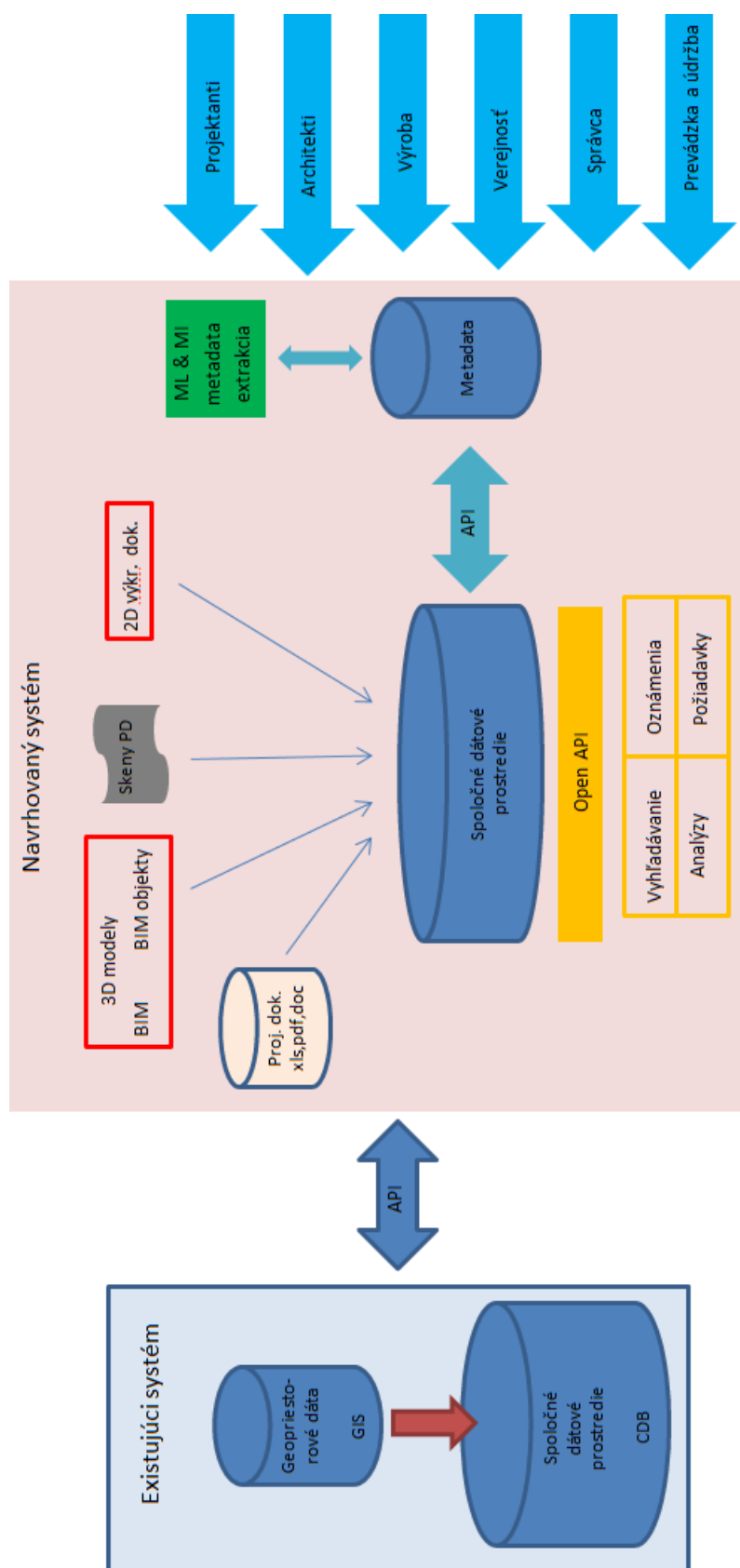
Podobným spôsobom ako je použitý vo Fínsku, by bolo možné pracovať nie s 3D telesami (prenos cez IFC výmenný formát), ale s povrchmi (LandXML výmenný formát), ktoré reprezentujú jednotlivé konštrukčné vrstvy vozovky, obr. 6.6. V tomto prípade, čo sa informácií týka, pripadala v úvahu len druhá možnosť, založená na prepojení jednotlivých povrchov a digitálnej databázy. Každý povrch nesie len základnú informáciu a identifikátor - unikátny názov, pomocou ktorého je možné automaticky dohľadať všetky dostupné informácie na serveri/cloud. Výhodou je, že cez formát LandXML je možné prenášať aj smerový a výškový návrh.



*Obr. 6.6 Konštrukčné vrstvy vozovky zobrazené ako povrch*

## Spoločné dátové prostredie (CDE)

Pre implementáciu BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry je potrebné vytvoriť rozsiahly prepojený systém, ktorý by umožňoval prácu s modelmi a informáciami relevantnými pre cestnú infraštruktúru a jej súčasti. Obrázok 6.7 reprezentuje navrhnutý systém **aplikácie BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry a previazanosť na existujúci systém cestnej databanky v SR.**



Obr. 6.7 Navrhnutý systém pre aplikáciu BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry ako hlavných aspektov klientových záväzkov

### 6.3 Návrh základných prvkov do BIM modelu

V nasledujúcich tabuľkách 6.1 až 6.4 sú uvedené základné prvky, ktoré by bolo vhodné v BIM modeli vytvárať pre pozemné komunikácie, mostné objekty, potrubia a káblové vedenia a tunely. Všetky prvky okrem osi a nivelety je možné v BIM modeli vytvoriť ako 3D objekty, ktoré je možné z natívnych softvérov exportovať do IFC formátu v podobe 3D telesa (solid) s informáciami.

| Pozemné komunikácie |                |            |                          |                          |                                  |                   |                 |                    |
|---------------------|----------------|------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| smerové vedenie     | zemné práce    | odvodnenie | vozovka                  | chodník                  | záchytné bezpečnostné zariadenia | dopravné značenie | priepust        | protihluková stena |
| os                  | skrývka ornice | trativod   | obrusná vrstva           | obrusná vrstva           | zvodidlo                         | zvislé            | rámový priepust | stĺpik             |
| niveleta            | násyp          | drenáž     | ložná vrstva             | ložná vrstva             | zábradlie                        | vodorovné         | rúrový priepust | protihlukový panel |
|                     | výkop          | žľab       | horná podkladová vrstva  | horná podkladová vrstva  |                                  |                   | čelo            |                    |
|                     | zahumusovanie  | tvárnice   | spodná podkladová vrstva | spodná podkladová vrstva |                                  |                   | podšyp          |                    |
|                     |                |            | ochranná vrstva          | ochranná vrstva          |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            | cemento-betónová vrstva  | cemento-betónová vrstva  |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            | krajnica                 | dlažba                   |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            |                          | obrubník                 |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            |                          | pridlažba                |                                  |                   |                 |                    |

Tabuľka 6.1 Základné prvky pre pozemné komunikácie pre BIM model



| Mostné objekty  |                   |                      |                      |                      |                   |                                  |                    |                        |
|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------|
| smerové vedenie | nosná konštrukcia | podpery              | špeciálne zakladanie | odvodnenie           | rímsa             | záchytné bezpečnostné zariadenia | protihluková stena | úprava v okolí podpier |
| os              | nosná konštrukcia | základ               | pilóta               | odvodňovací prúžok   | rímsa             | stĺpik                           | stĺpik             | prah                   |
| niveleta        | priečnik          | driek                | mikropilóta          | drenážne rebro       | káblová chránička | výplňový panel                   | protihlukový panel | obrúbník               |
|                 | mostný záver      | pilier               | paženie              | drenážny profil      | káblová šachta    | zvodnica                         |                    | dlažba                 |
|                 | odvodňovač        | mostné krídlo        | injektáž             | drenážne potrubie    |                   | betónové zvodilo                 |                    | schodisko              |
|                 |                   | prechodová doska     | striekaný betón      | revízna šachta       |                   |                                  |                    | žľab                   |
|                 |                   | krycie steny podpier | kotvy                | kanalizačné potrubie |                   |                                  |                    |                        |
|                 |                   | vstupy do mostu      | štrkopieskový vankúš | vsakovacia šachta    |                   |                                  |                    |                        |
|                 |                   | úložný prah          | podkladový betón     |                      |                   |                                  |                    |                        |
|                 |                   |                      | gabion               |                      |                   |                                  |                    |                        |

Tabuľka 6.2 Základné prvky pre mostné objekty pre BIM model

| Potrubné, káblové vedenie   |                    |                 |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| zemné práce                 | potrubné vedenie   | káblové vedenie |
| výkop ryhy                  | potrubie           | kábel           |
| podkladné a výplňové vrstvy | kanalizačná šachta | multikanál      |
| pätky                       | revízna šachta     | káblová šachta  |
|                             | podšyp             |                 |

Tabuľka 6.3 Základné prvky pre potrubné a káblové vedenie pre BIM model

| Tunely          |                           |                     |                      |                      |                   |
|-----------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| smerové vedenie | primárne ostenie          | definitívne ostenie | špeciálne zakladanie | odvodnenie           | požiarné potrubie |
| os              | oceľový priehradový oblúk | pätka               | pilóta               | drenážne potrubie    | požiarné potrubie |
| niveleta        | oceľový valcovaný profil  | dno                 | mikropilóta          | revízna šachta       | hydrant           |
|                 | striekaný betón           | horná klenba        | paženie              | kanalizačné potrubie |                   |
|                 |                           | výklenok            | injektáž             |                      |                   |
|                 |                           |                     | striekaný betón      |                      |                   |
|                 |                           |                     | kotvy                |                      |                   |
|                 |                           |                     | štrkopieskový vankúš |                      |                   |
|                 |                           |                     | podkladový betón     |                      |                   |
|                 |                           |                     | gabion               |                      |                   |

*Tabuľka 6.4 Základné prvky pre tunely pre BIM model*

Uvedené prvky je možné na základe požiadaviek investora zmeniť, doplniť, prípadne vynechať. Jednotlivým prvkom sa v BIM modeli priradia základné vlastnosti a jedinečný identifikátor podľa príkladov v kapitole 6.2.

Nakoľko nie je v tejto chvíli možné konštatovať aký formát pre odovzdávanie BIM modelov budú NDS, a.s., SSC, samosprávne kraje a obce vyžadovať, ako aj to v akom formáte sa bude BIM model presúvať medzi projekčnou a realizačnou fázou, nie je možné dopredu určovať ktorá strana v akej fáze bude dopĺňať informácie do BIM modelu.

Ako vývoj a indície z projekčných firiem naznačujú, výmenný formát bude IFC formát. Tento formát momentálne nie je možné ďalej v 100% stave rozvíjať a dopĺňať v akýchkoľvek softvérových riešeniach. Parametrický a funkčný model je totižto len v natívnom - pôvodnom softvéri v ktorom bol BIM model vytvorený.

Podľa modelu uvedenom v kapitole 6.2 by bolo možné zmeny vykonávať len v databázových podkladoch, nie priamo v BIM modeli.

## 6.4 Stupeň podrobnosti pre jednotlivé úrovne projektovanej dokumentácie

Pre jednotlivé stupne projektovej dokumentácie by bolo vhodné použiť nasledovné stupne podrobnosti (podľa 5.2.3, dokument aktualizovaný pre BIM forum 4.2019) [31]:

Bude nutné rozlišovať požiadavky na úroveň detailu pre grafickú interpretáciu Level Of Graphical Detail (LOGD) a na úroveň informácií Level Of Model Information (LOMI) obsiahnutých v modeli. Dokument, ktorý bude odporúčaný pre projekčné firmy vznikne až na základe otestovania a rozšírenia na pilotných projektoch.

### 1. Štúdia uskutočniteľnosti, Stavebný zámer

|      |                                                            |
|------|------------------------------------------------------------|
| LOD  | 100 - 200                                                  |
| LOGD | 2D CAD grafické dáta, nevygenerované z modelu, bez väzieb. |
| LOMI | Základné informácie, nevygenerované z modelu, bez väzieb.  |

### 2. DÚR – Dokumentácia pre územné rozhodnutie

|      |                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 200                                                                                                                                                                                      |
| LOGD | 3D modely so správnou orientáciou a umiestnením, umožňujúce všeobecnú medziodvetvovú koordináciu, povrchovú analýzu, predbežnú analýzu nákladov (1mb/1m <sup>2</sup> /1m <sup>3</sup> ). |
| LOMI | úroveň informácií vhodná pre počiatočné analýzy povrchov a nákladov, model poskytuje približné informácie o zónach, sekciách, typických materiáloch.                                     |

### 3. DSP – Dokumentácia pre stavebné povolenie

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 350                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| LOGD | Modely umožňujúce ilustrovať rozvinuté koncepcie dizajnu s výrazne zvýšeným počtom detailov. Model BIM obsahuje 3D komponenty jednotlivých prvkov všeobecného typu, podľa ich množstva, typu, funkcie alebo vlastností ukazujúce ich celkový vzťah k iným komponentom 3D modelu, ako aj koordinované s komponentami iných odvetví.                                                           |
| LOMI | Informácie v modeli by mali byť užitočné na predbežné účely analýzy systémov, overovanie predpokladov návrhu. Mali by špecifikovať názvy kategórií a typov komponentov, všeobecné informácie o materiáloch, umožniť generovanie predbežných výpisov, odhadovať energetické zaťaženie alebo environmentálne vplyvy. Názov komponentu by mal presne a systematicky odrážať jeho typ a funkciu. |

### 4. DRS – Dokumentácia pre realizáciu stavby

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| LOGD | Modely obsahujú presné a geometricky podrobné informácie o 3D komponentoch modelovaných ako samostatné prvky, ich rozmeroch, konečnej polohe a umiestnení.<br>Pre kombinácie prvkov (prvky kombinované/spojené s inými prvkami) modely obsahujú všeobecné grafické informácie o rozhraní týchto spojení, pokiaľ ide o rozmery, spôsob pripojenia, materiály vrátane montážnych spojov, vrstvy komponentov (základ, vodotesnosť atď.). |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOMI | Parametrické informácie o materiáloch vrátane objektov zložených z materiálových zložení, fyzikálnych a geometrických parametroch, výrobnéj technológii, klasifikačnom systéme. Názov komponentu by mal presne a systematicky odrážať jeho kategóriu, typ a funkciu. |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 5. DSRS – Dokumentácia skutočnej realizácie stavby

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 500                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LOGD | Rovnako ako v DRS plus geometrické informácie definujúce údaje o výrobe/montáži. Model BIM pozostáva z 3D komponentov obsahujúcich všetky dôležité prvky z hľadiska implementácie a technológie montáže, presné geometrické informácie o montáži (diery, priemery, zvary, tesnenia atď.). |
| LOMI | Rovnako ako v DRS plus informácie o montážnej technológii, kategórii a type prvku podľa špecifikácie výrobcu, údaje o výrobcovi, údaje o projektantovi/konzultantovi zodpovednom za konštrukciu, ďalšie informácie týkajúce sa výroby alebo inštalácie typu prvku/komponentu.             |

#### 6. Porealizačné zameranie, doplnenie projektu/modelu

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOGD | Rovnako ako DSRS plus úplné grafické informácie o všetkých dôležitých komponentoch modelu BIM, ich skutočnom umiestnení, orientácii, rozmeroch, odchýlkach od návrhu. Na žiadosť doplniť informácie o umiestnení štítkov RFID alebo štítkov s čiarovým kódom alebo QR kódov pripojených ku komponentom.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LOMI | Rovnako ako DSRS plus kompletné informácie o umiestnení nainštalovaných komponentov, ich technické údaje a fyzikálne parametre, použité technológie, materiály, spôsob implementácie. Sériové čísla zariadení, dátumy inštalácie, informácie o technických listoch, osvedčenia (ak sú použiteľné), akceptačné skúšky a skutočné dosiahnuté parametre. Obdobia a pravidlá záručných a servisných prehliadok, priložené informácie o technických listoch, používateľských príručkách, praktické závery zo skúšok a uvedenia do prevádzky. Životnosť/chod jednotlivých komponentov. Ak EIR uvedie takúto žiadosť, informácie o číslach/kódoch pridelených kódom RFID/QR pripojeným ku komponentom, ich umiestnení na komponente. |

#### 7. Prevádzková dokumentácia

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOGD | Podobne ako v 6 plus model BIM odráža všetky úpravy, konverzie, zmeny, umožňuje výmenu prvkov a systémov, spôsoby použitia atď.                                                                                                                                                                                                                                 |
| LOMI | Rovnako ako v 6 plus informácie o akýchkoľvek zmenách, úpravách objektu, jeho systémov a komponentov. Informácie o vymenených komponentoch sa aktualizujú v modeli (alebo systéme pripojenom k modelu), k uvedeným komponentom sa pridávajú technické karty (napr. prepojením), užívateľské príručky (prepojenie), záručné doby, servisné intervaly, životnosť. |

Ako je spomenuté v kapitole 6.2, nie je úplne funkčné vkladať všetky informácie priamo do modelu, aspoň kým nebude softvérové riešenie pre líniové stavby, mosty a tunely aspoň na takej úrovni, akej sú softvérové riešenia pre pozemné stavby, kde je možné vkladať celky grafických dát spolu s informáciami priamo od výrobcov. Úroveň informácií Level Of Model Information (LOMI) môžeme teda chápať ako podrobnosť informácií, ktoré nebudú priamo v modeli, ale budú prepojené na grafické a negrafické informácie mimo projektu. Tým odpadáva akýkoľvek limit množstva/veľkosti dát napr. pre prevádzkovú dokumentáciu.

## 7. ZÁVER

Táto rozborová úloha rieši základnú analýzu a pokračovanie nastavení pre jednotlivé prvky 3D modelov, ako aj ich ďalšie využitie s možným napojením na databázy. Na odporúčanie MDV SR, SSC a NDS, a.s. sa musí vytvoriť výkonná skupina odborníkov zo všetkých oblastí, ktorá bude dohliadať na ďalšie postupy.

V Českej republike vypracoval Štátny fond dopravnej infraštruktúry dokumenty pre Spoločné dátové prostredie (CDE), Dátový štandard (EIR) a Vykonávací plán BIM-u (BEP), zatiaľ sa jedná o „pracovnú verziu“, ktoré sú v štádiu pripomienkovania a úprav. Zahájili práce na spracovanie a realizáciu Plánu pre rozšírenie využitia digitálnych metód a zavedenie informačného modelovania stavieb pre dopravnú infraštruktúru, ktorý schematicky znázorňuje pyramída na obrázku 7.1. [27]



Obr. 7.1 Pyramída plánu pre rozšírenie využitia digitálnych metód a zavedenie informačného modelovania stavieb pre dopravnú infraštruktúru [27]

V rozborovej úlohe sú v kapitolách 6.2 až 6.4 naznačené základné myšlienky a postupy, ktoré by bolo možné na základe širšej diskusie a úprave začať aplikovať pre vytýpované pilotné projekty, na ktorých je potrebné vyladiť všetky požiadavky a možné problémy pri odovzdávaní, skladovaní a dopĺňaní BIM modelov, ako aj špecifikácia základných popisových parametrov a identifikátorov. Následne by mal vzniknúť dokument, na základe ktorého bude NDS, a. s., SSC vyžadovať presné parametre a štruktúru BIM modelu. Vzhľadom na trendy digitalizácie miest (City information modeling - CIM) by sa časom vytvárali BIM modely už aj existujúcich úsekov a stavieb.

Kľúčové je nastavenie pilotných BIM projektov, ktoré by mali byť súčinne navrhnuté ministerstvom dopravy, SSC a NDS, a. s. V prvej fáze by šlo o jednoduché projekty, na základe ktorých bude možné začať nejakú štandardizáciu a musí prebiehať systematické vzdelávanie, školenia a informovanie zainteresovaných strán. Na základe úspešne ukončenej prvej fázy môže dôjsť k základným BIM špecifikáciám, začne sa pracovať na rozšírených a zložitejších vytýpovaných pilotných projektoch, objasnia sa ďalšie postupy a výstupy na základe ktorých vzniknú pokyny, postupy a šablóny. Tento postup sa podľa potreby predĺži a prediskutuje so všetkými zainteresovanými stranami, ako aj s odbornou verejnosťou a prejde sa do poslednej fázy, kedy už bude možné BIM naplno zimplementovať do projekčnej činnosti.

Najväčším predpokladom je, že BIM model vytvorí projekčná firma, ktorá danú zákazku získa. Informácie, ktoré k 3D modelu pripojí projektant, sa ďalej doplnia počas realizácie stavby o ďalšie dôležité informácie ako napr. teplota pri pokládke asfaltových alebo cementobetónových vrstiev a to buď realizátorom diela alebo už správcom. Tieto dáta ako aj elektronický stavebný denník budú uložené v spoločnom dátovom prostredí (CDE) a bude k nim jednoduchý prístup. Aby bol BIM model komplexný, minimálne pomocou 3D čiar sa vyznačia inžinierske siete, ktoré boli pred alebo počas realizácie presne zamerané – existujúce, potvrdené správcom, ako aj novo navrhované. Podobne aj káblové zväzky, ktoré priamo súvisia s danou stavbou.

Podľa vyjadrení oddelení správy majetku z SSC a NDS, a.s., model sa prepojí so všetkými ostatnými relevantnými informáciami až počas správy, nakoľko pre potreby údržby je nutné mať všetky informácie o stavbe ako takej, ako aj informácie zo stavebného denníka/realizácie diela a presného porealizačného zamerania. Majetkoprávne informácie by sa naďalej spravovali na iných GIS platformách, ako je to aj v súčasnosti.

Prílohou č.1 tejto rozborovej úlohy je aj dokument, kde je stručný súhrn základných požiadaviek pre tvorbu BIM modelu, ktoré sa prispôbia na základe kooperácie zadávateľa, projektanta a zhotoviteľa počas pilotných projektov.

V neposlednom rade je potrebné strategické rozhodnutie na úrovni vlády SR, či je v záujme používať BIM iba na zákazky z verejných zdrojov, alebo bude zavedený v zmysle smernice EÚ celoplošne. Toto strategické rozhodnutie je potrebné podporiť veľkým súborom rôznych procesných úkonov a zároveň dosah zavedenia je potrebné stanoviť v dlhodobom horizonte.

## 8. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] [www.davoportal.sk](http://www.davoportal.sk)
- [2] [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)
- [3] [www.bentley.com](http://www.bentley.com)
- [4] [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk), [www.cdb.sk](http://www.cdb.sk)
- [5] EMIS, [www.emis-online.sk](http://www.emis-online.sk)
- [6] BIM - the Next Step in the Construction of Civil Structures, TRITA-BKN. Master Thesis 297 Structural Design and Bridges, 2010 ISSN 1103-4297 ISRN KTH/BKN/EX-297-SE, Andreas Winberg, Erik Dahlqvist
- [7] Koncepcie zavádzení metody BIM v České republice
- [8] <http://www.czbim.org/#>
- [9] <http://www.ssc.sk/>
- [10] [www.nds.sk](http://www.nds.sk)
- [11] <https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html>
- [12] Building smart, <http://www.buildingsmart-tech.org/>
- [13] Internetová stránka SmartGeoMetrics, <http://www.smartgeometrics.com>
- [14] TECHNICKÉ PODMIENKY (TP) 009
- [15] [https://bimforum.org/wp-content/uploads/2018/09/BIMForum-LOD-2018\\_Spec-Part-1\\_and\\_Guide\\_2018-09.pdf](https://bimforum.org/wp-content/uploads/2018/09/BIMForum-LOD-2018_Spec-Part-1_and_Guide_2018-09.pdf)
- [16] [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common\\_data\\_environment\\_CDE](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE)
- [17] The implementation of BIM within the public procurement, A model-based approach for the construction industry, Marzia Bolpagni
- [18] NBS - <https://www.thenbs.com/>
- [19] AEC (UK) BIM Technology Protocol, Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. Version 2.1.1 June 2015
- [20] Annual report and accounts, Highways agency, UK
- [21] <https://buildingsmart.fi/en/infrabim-en>
- [22] <https://buildingsmart.fi/infra/inframodel/index.html>
- [23] <http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/~pmoze/ESDEP/master/toc.htm>
- [24] Príručka pre zavádzanie informačného modelovania stavieb (BIM) európskym verejným sektorom, Strategické opatrenia pre zvýšenie výkonnosti stavebníctva: činiteľ profitu, inovácií a rastu.
- [25] <https://www.sfdi.cz/bim-informacni-modelovani-staveb/technicke-predpisy-a-metodiky-expertni-vykonny-tym/>
- [26] [https://www.sfdi.cz/soubory/bim/metodiky/cde\\_v19\\_grafika\\_pdf\\_n.pdf](https://www.sfdi.cz/soubory/bim/metodiky/cde_v19_grafika_pdf_n.pdf)
- [27] <https://www.sfdi.cz/bim-informacni-modelovani-staveb/>
- [28] Technické podmienky (TP) 019 Dokumentácia stavieb, MDPT SR: 2006
- [29] [www.bimfo.cz](http://www.bimfo.cz), BEP - dobrá pomoc pre zvládnutie tímového projektu v BIM, Ladislav Molnár
- [30] BuildingSmart, IFC for infrastructure
- [31] <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2019/04/LOD-Spec-2019-Part-I-and-Guide-2019-04-29.pdf>
- [32] BS EN ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Concepts and principles
- [33] BS EN ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Delivery phase of the assets



## 9 SÚVISIACE PRÁVNE PREDPISY

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška FMV č. 35/1984 Zb. ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z4] zákon č. 56/2018 Z. z. o posudzovaní zhody výrobku, sprístupňovaní určeného výrobku na trhu a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
- [Z5] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z7] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z8] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z9] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z. ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení vyhlášky č. 177/2016 Z. z.;
- [Z10] nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS (CPR 305/2011) v platnom znení;
- [Z11] nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1025/2012 z 25. októbra 2012 o európskej normalizácii.

## 10 SÚVISIACE A CITOVANÉ NORMY

Pri datovaných odkazoch platí iba citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch platí posledné vydanie dokumentu (vrátane zmien).

STN 73 6100 Názvoslovie pozemných komunikácií

STN 73 6101 Projektovanie ciest a diaľnic

STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií

STN 73 6201 Projektovanie mostných objektov

TECHNICKÉ PODMIENKY (TP) 009, Digitálna dokumentácia stavieb cestných komunikácií, Časť 1 Požiadavky na tvorbu a preberanie, MDPT SR, 2004

STN EN ISO 16739 (73 9001)

Dátový formát Industry Foundation Classes (IFC) pre zdieľanie dát v stavebníctve a facility managemente (ISO 16739: 2013)

Názov anglický: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (ISO 16739:2013)

Dátum vydania: 01.05.2017

STN EN ISO 29481-1 (73 9010)

Informačné modely stavieb (BIM). Príručka na odovzdávanie informácií. Časť 1: Metodika a formát (ISO 29481-1: 2016)

Názov anglický: Building information models. Information delivery manual. Part 1: Methodology and format

Dátum vydania: 01.02.2019

Nahradené normy: STN EN ISO 29481-1: 2018

STN EN ISO 29481-1 (73 9010)

Informačné modely stavieb (BIM). Príručka odovzdania informácií. Časť 1: Metodika a formát (ISO 29481-1: 2016)

Názov anglický: Building information models - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format (ISO 29481-1:2016)

Dátum vydania: 01.01.2018

STN EN ISO 29481-2 (73 9010)

Informačné modely stavieb (BIM). Príručka na odovzdávanie informácií. Časť 2: Rámec interakcie (ISO 29481-2: 2012)

Názov anglický: Building information models - Information delivery manual - Part 2: Interaction framework (ISO 29481-2:2012)

Dátum vydania: 01.02.2017

STN EN ISO 29481-2 (73 9010)

Informačné modely stavieb (BIM). Príručka na odovzdávanie informácií. Časť 2: Rámec interakcie (ISO 29481-2: 2012)

Názov anglický: Building information models. Information delivery manual. Part 2: Interaction framework

Dátum vydania: 01.02.2019

Nahradené normy: STN EN ISO 29481-2: 2017

STN EN ISO 19650-1 (73 9011)

Organizácia informácií o stavebných prácach. Informačný manažment pomocou informačného modelovania budov. Časť 1: Pojmy a princípy (ISO 19650-1: 2018)

Názov anglický: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles (ISO 19650-1:2018)

Dátum vydania: 01.05.2019

STN EN ISO 19650-2 (73 9011)

Organizácia informácií o stavebných prácach. Informačný manažment pomocou informačného modelovania budov. Časť 2: Dodanie z fázy výkazov (ISO 19650-2: 2018)

Názov anglický: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets (ISO 19650-2:2018)

Dátum vydania: 01.05.2019

STN EN ISO 12006-3 (73 9015)

Pozemné staviteľstvo. Usporiadanie informácií o stavebných prácach. Časť 3: Rámec pre objektovo orientované informácie (ISO 12006-3: 2007)

Názov anglický: Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information (ISO 12006-3:2007)

Dátum vydania: 01.02.2017

STN EN ISO 12006-3 (73 9015)

Staviteľstvo. Usporiadanie informácií o stavbách. Časť 3: Rámec pre objektovo orientované informácie (ISO 12006-3: 2007)

Názov anglický: Building construction. Organization of information about construction works. Part 3: Framework for object-oriented information

Dátum vydania: 01.11.2018

Nahradené normy: STN EN ISO 12006-3: 2017

# PRÍLOHA Č. 1. - ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY PRE TVORBU BIM MODELU

Nasledujúci dokument slúži ako stručný súhrn základných informácií pre pilotné projekty, na základe ktorých sa v úzkej spolupráci projekčných firiem, NDS, a. s. a SSC vytvorí presný postup a komplexný súhrn požiadaviek pre BIM modelovanie, aby bol vyhovujúci najmä pre zadávateľa, ale zároveň bol jasný pre správcov diela, realizátora projektu ako aj projekčný tím.

## 1.1 Návrh základných prvkov do BIM modelu

V tabuľkách 1.1 až 1.4 sú uvedené základné prvky, ktoré by bolo vhodné v BIM modeli vytvárať pre pozemné komunikácie, mostné objekty, potrubia a káblové vedenia a tunely. Všetky prvky okrem osi a nivelety je možné v BIM modeli vytvoriť ako 3D objekty, ktoré je možné z natívnych softvérov exportovať do IFC formátu v podobe 3D telesa (solid) s informáciami.

| Pozemné komunikácie |                |            |                          |                          |                                  |                   |                 |                    |
|---------------------|----------------|------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| smerové vedenie     | zemné práce    | odvodnenie | vozovka                  | chodník                  | záchytné bezpečnostné zariadenia | dopravné značenie | priepust        | protihluková stena |
| os                  | skrývka ornice | trativod   | obrusná vrstva           | obrusná vrstva           | zvodidlo                         | zvislé            | rámový priepust | stĺpik             |
| niveleta            | násyp          | drenáž     | ložná vrstva             | ložná vrstva             | zábradlie                        | vodorovné         | rúrový priepust | protihlukový panel |
|                     | výkop          | žľab       | horná podkladová vrstva  | horná podkladová vrstva  |                                  |                   | čelo            |                    |
|                     | zahumusovanie  | tvárnice   | spodná podkladová vrstva | spodná podkladová vrstva |                                  |                   | podsypanie      |                    |
|                     |                |            | ochranná vrstva          | ochranná vrstva          |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            | cemento-betónová vrstva  | cemento-betónová vrstva  |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            | krajnica                 | dlažba                   |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            |                          | obrubník                 |                                  |                   |                 |                    |
|                     |                |            |                          | pridlažba                |                                  |                   |                 |                    |

Tabuľka 1.1 Základné prvky pre pozemné komunikácie pre BIM model

| Mostné objekty  |                   |                      |                      |                      |                   |                                  |                    |                       |
|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| smerové vedenie | nosná konštrukcia | podpery              | špeciálne zakladanie | odvodnenie           | rímsa             | záchytné bezpečnostné zariadenia | protihluková stena | úprava v oklí podpier |
| os              | nosná konštrukcia | základ               | pilóta               | odvodňovací prúžok   | rímsa             | stĺpik                           | stĺpik             | prah                  |
| niveleta        | priečnik          | driek                | mikropilóta          | drenážné rebro       | káblová chránička | výplňový panel                   | protihlukový panel | obrubník              |
|                 | mostný záver      | pilier               | paženie              | drenážny profil      | káblová šachta    | zvodnica                         |                    | dlažba                |
|                 | odvodňovač        | mostné krídlo        | injektáž             | drenážne potrubie    |                   | betónové zvodilo                 |                    | schodisko             |
|                 |                   | prechodová doska     | striekaný betón      | revízna šachta       |                   |                                  |                    | žľab                  |
|                 |                   | krycie steny podpier | kotvy                | kanalizačné potrubie |                   |                                  |                    |                       |
|                 |                   | vstupy do mostu      | štrkopieskový vankúš | vsakovacia šachta    |                   |                                  |                    |                       |
|                 |                   | úložný prah          | podkladový betón     |                      |                   |                                  |                    |                       |
|                 |                   |                      | gabion               |                      |                   |                                  |                    |                       |

Tabuľka 1.2 Základné prvky pre mostné objekty pre BIM model

| Potrubné, káblové vedenie   |                    |                 |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| zemné práce                 | potrubné vedenie   | káblové vedenie |
| výkop ryhy                  | potrubie           | kábel           |
| podkladné a výplňové vrstvy | kanalizačná šachta | multikanál      |
| pätky                       | revízna šachta     | káblová šachta  |
|                             | podšyp             |                 |

Tabuľka 1.3 Základné prvky pre potrubné a káblové vedenie pre BIM model

| Tunely          |                           |                     |                      |                      |                   |
|-----------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| smerové vedenie | primárne ostenie          | definitívne ostenie | špeciálne zakladanie | odvodnenie           | požiarne potrubie |
| os              | oceľový priehradový oblúk | pätká               | pilóta               | drenážne potrubie    | požiarne potrubie |
| niveleta        | oceľový valcovaný profil  | dno                 | mikropilóta          | revízna šachta       | hydrant           |
|                 | striekaný betón           | horná klenba        | paženie              | kanalizačné potrubie |                   |
|                 |                           | výklenok            | injektáž             |                      |                   |
|                 |                           |                     | striekaný betón      |                      |                   |
|                 |                           |                     | kotvy                |                      |                   |
|                 |                           |                     | štrkopieskový vankúš |                      |                   |
|                 |                           |                     | podkladový betón     |                      |                   |
|                 |                           |                     | gabion               |                      |                   |

*Tabuľka 1.4 Základné prvky pre tunely pre BIM model*

Uvedené prvky je možné na základe požiadaviek investora zmeniť, doplniť, prípadne vynechať. Jednotlivým prvkom sa v BIM modeli priradia základné vlastnosti a jedinečný identifikátor podľa nasledujúcich príkladov v kapitole 1.2.

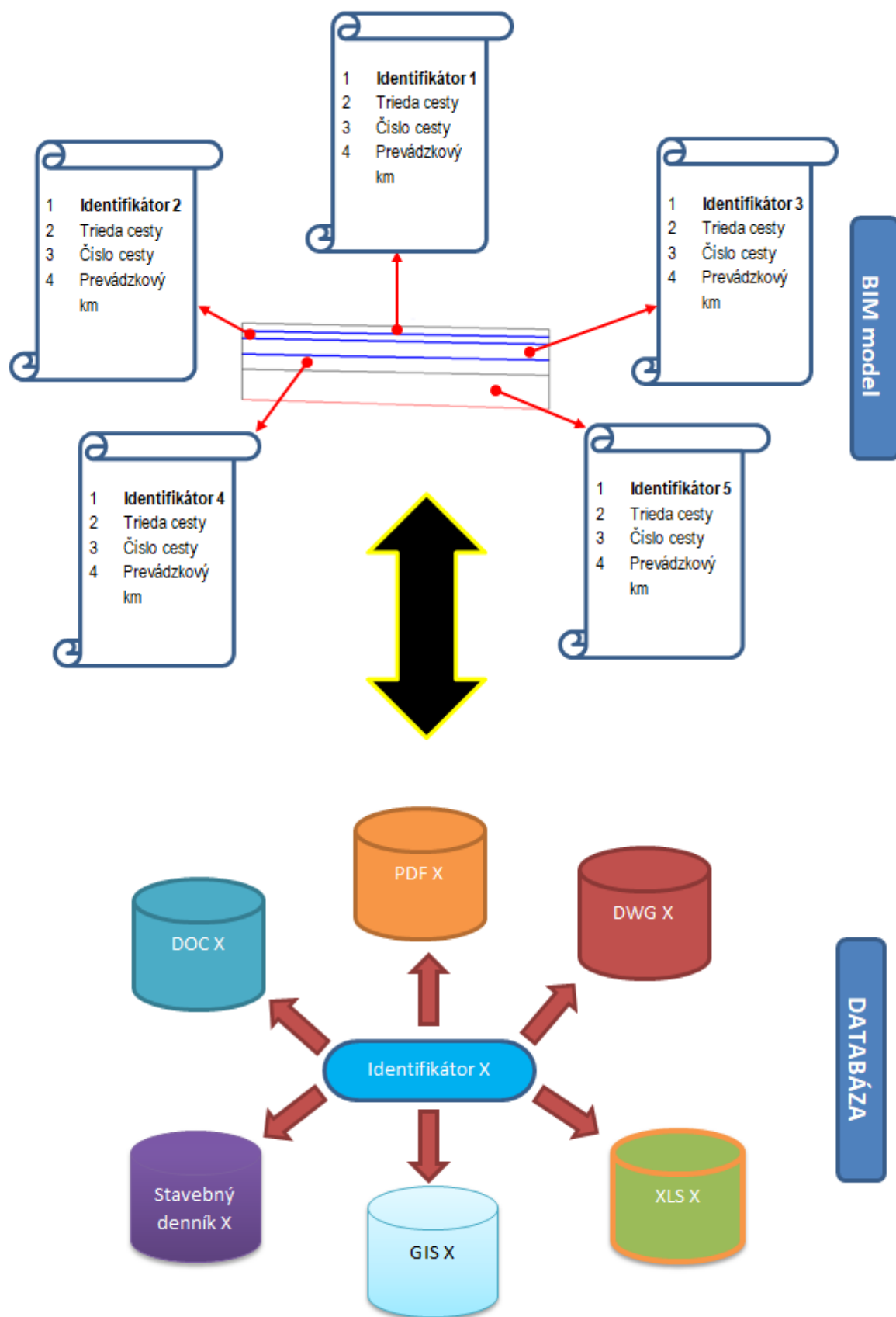
## 1.2 Systém označovania a prepojenia BIM prvkov s databázou

### Konštrukcia vozoviek, krajnice, obrubníky, chodníky

Systém je založený na prepojení 3D modelu a digitálnej databázy. Prvky v 3D modeli nesú základné informácie a identifikátor - unikátny názov, pomocou ktorého je možné automaticky dohľadať všetky dostupné informácie na serveri/cloude (v spoločnom dátovom prostredí CDE) a to až dovnútra dokumentov (DOC, XLS, PDF a i.) v štruktúrach daného projektu. Je kľúčové, aby tieto záznamy tvorili spolu s ostatnými informáciami (dokumenty a procesy) jeden prehľadný celok v projekte, aby užívateľ nestrácal kontext a prehľad. Významná je aj schopnosť CDE v prípade potreby užívateľovi ponúkať možnosť spätne trasovať komunikáciu a rýchlo vyhľadať bod, ktorý je potrebný pre určité rozhodnutia alebo vyvodenie zodpovednosti.

Funkčnosť spoločného dátového prostredia by mala umožňovať prácu s formátmi IFC a vhodné je taktiež požadovať funkčnosť umožňujúcu prácu s natívnymi formátmi informčných modelov stavieb, aby bolo možné tieto modely aktualizovať v rámci ich správy.

Predpoklad je, že v projekte nikdy nebude k dispozícii len jeden spoločný model, ale niekoľko samostatných čiastkových. CDE by malo vedieť ponúknuť používateľovi zlúčené prezeranie označených modelov, čo je dôležité pre variabilnosť práce a zobrazovanie len potrebných informácií tak, aby boli prehľadné a užívateľ nebol zbytočne nadmerne zaťažovaný informáciami, ktoré v danú chvíľu vôbec nepotrebuje.



Obr. 1.1 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé konštrukčné prvky a ich prepojenie na databázu



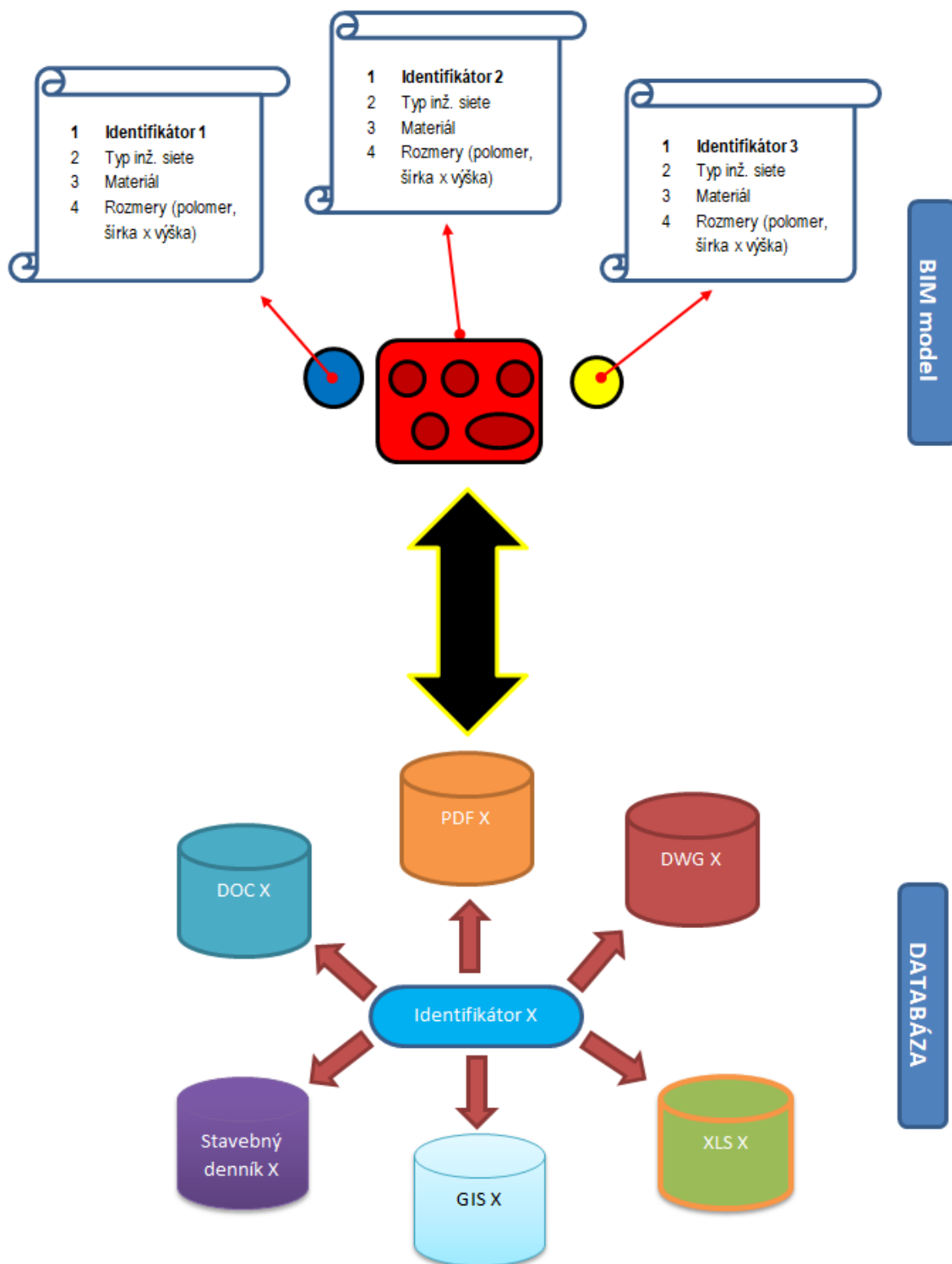
## Inžinierske siete

Dôležitou súčasťou dopravnej infraštruktúry sú všetky druhy vedení, je teda dôležité vytvoriť ich presnú reprezentáciu do BIM modelu.

V modeli môžu byť vytvorené buď ako 3D krivky (je možné vytvoriť z 2D podkladov jednotlivých profesií 3D čiary, ktoré preberú geometriu z nakreslenej 2D krivky a ručne sa im zadá výška podľa výškopisu uvedeného pri navrhovaných sieťach). To znamená že tvorba 3D dát z 2D podkladu je najmä časovo náročná.

Je potrebné nechať na zhotoviteľov dokumentácie a modelov, aby zvolí postup podľa ich uváženia. Zjavne to bude musieť byť intenzívnejšie využitie SW nástrojov, ktoré umožnia generovať 3D model počas návrhu. To bude viesť ku predraženiu prác na strane zhotoviteľa (náklady na nástroje, čas a ľudí) – čím sa dostávame k podmienkam, za ktorých sa tieto modely budú pripravovať. So zmenou požiadaviek („aj BIMmodel“) bude zrejme treba riešiť aj zmenu podmienok pre zhotoviteľa.

Zdigitalizovaný 2D podklad do 3D je v počiatočnej fáze viac než postačujúci. 3D čiary je možné ďalej použiť pre tvorbu 3D telies, ktorým je možné nadefinovať akýkoľvek tvar a materiál, čím sa dostávame k tomu, že týmto spôsobom je možné vytvoriť inžinierske siete, ako napríklad kanalizačné potrubia, káblové zväzky, optické káble, vodu, plyn, prvky inteligentných dopravných systémov, prípadne aj nadzemné vedenia.

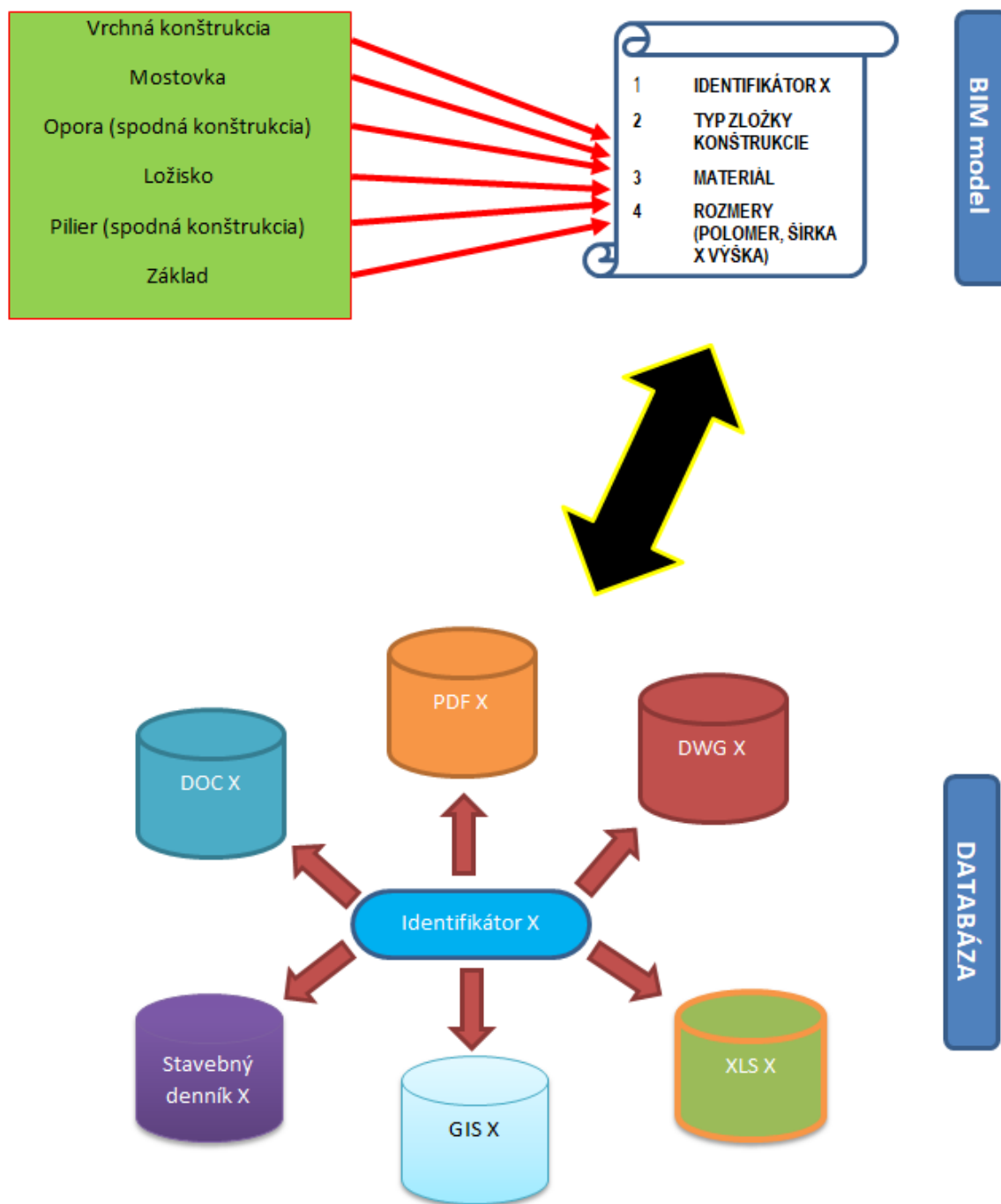


Obr. 1.2 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé typy inžinierskych sietí a ich prepojenie na databázu

## Mostné objekty

Pre mostné objekty je možné zadať základné rozdelenie, ktoré by sa použilo pre základné rozdelenie mostnej konštrukcie so základnými informáciami. Rozdelenie na ďalšie časti bude závisieť od zložitosti a typu mostného objektu.

Okrem základných popisových vlastností a rozmerov bude najdôležitejší opäť jedinečný identifikátor pre celý projekt, aby bolo možné ku každému prvku dohľadať všetky relevantné informácie v akomkoľvek formáte.



Obr. 1.3 Schéma zobrazovania základných informácií pre jednotlivé zložky konštrukcie mostov a ich prepojenie na databázu

### 1.3 Stupeň podrobnosti pre jednotlivé úrovne projektovanej dokumentácie

Pre jednotlivé stupne projektovanej dokumentácie by bolo vhodné použiť nasledovné stupne podrobnosti (LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY For Building Information Models and Data April 2019).

<https://bimforum.org/wp-content/uploads/2019/04/LOD-Spec-2019-Part-I-and-Guide-2019-04-29.pdf>

Bude nutné rozlišovať požiadavky na úroveň detailu pre grafickú interpretáciu Level Of Graphical Detail (LOGD) a na úroveň informácií Level Of Model Information (LOMI) obsiahnutých v modeli. Pe potreby NDS a.s. a SSC sa nastaví na základe pilotných projektov.

#### 1. Štúdia uskutočniteľnosti, Stavebný zámer

|      |                                                            |
|------|------------------------------------------------------------|
| LOD  | 100 - 200                                                  |
| LOGD | 2D CAD grafické dáta, nevygenerované z modelu, bez väzieb. |
| LOMI | Základné informácie, nevygenerované z modelu, bez väzieb.  |

#### 2. DÚR – Dokumentácia pre územné rozhodnutie

|      |                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 200                                                                                                                                                            |
| LOGD | 3D modely so správnou orientáciou a umiestnením, umožňujúce všeobecnú medziodvetvovú koordináciu, povrchovú analýzu, predbežnú analýzu nákladov (1mb/1m2/1m3). |
| LOMI | úroveň informácií vhodná pre počiatočné analýzy povrchov a nákladov, model poskytuje približné informácie o zónach, sekciách, typických materiáloch.           |

#### 3. DSP – Dokumentácia pre stavebné povolenie

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 350                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| LOGD | Modely umožňujúce ilustrovať rozvinuté koncepcie dizajnu s výrazne zvýšeným počtom detailov. Model BIM obsahuje 3D komponenty jednotlivých prvkov všeobecného typu, podľa ich množstva, typu, funkcie alebo vlastností ukazujúce ich celkový vzťah k iným komponentom 3D modelu, ako aj koordinované s komponentami iných odvetví.                                                           |
| LOMI | Informácie v modeli by mali byť užitočné na predbežné účely analýzy systémov, overovanie predpokladov návrhu. Mali by špecifikovať názvy kategórií a typov komponentov, všeobecné informácie o materiáloch, umožniť generovanie predbežných výpisov, odhadovať energetické zaťaženie alebo environmentálne vplyvy. Názov komponentu by mal presne a systematicky odrážať jeho typ a funkciu. |

#### 4. DRS – Dokumentácia pre realizáciu stavby

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| LOGD | Modely obsahujú presné a geometricky podrobné informácie o 3D komponentoch modelovaných ako samostatné prvky, ich rozmeroch, konečnej polohe a umiestnení.<br>Pre kombinácie prvkov (prvky kombinované/spojené s inými prvkami) modely obsahujú všeobecné grafické informácie o rozhraní týchto spojení, pokiaľ ide o rozmery, spôsob pripojenia, materiály vrátane montážnych spojov, vrstvy komponentov (základ, vodotesnosť atď.). |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOMI | Parametrické informácie o materiáloch vrátane objektov zložených z materiálových zložení, fyzikálnych a geometrických parametroch, výrobnéj technológii, klasifikačnom systéme. Názov komponentu by mal presne a systematicky odrážať jeho kategóriu, typ a funkciu. |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. DSRS – Dokumentácia skutočnej realizácie stavby

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOD  | 500                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LOGD | Rovnako ako v DRS plus geometrické informácie definujúce údaje o výrobe/montáži. Model BIM pozostáva z 3D komponentov obsahujúcich všetky dôležité prvky z hľadiska implementácie a technológie montáže, presné geometrické informácie o montáži (diery, priemery, zvary, tesnenia atď.). |
| LOMI | Rovnako ako v DRS plus informácie o montážnej technológii, kategórii a type prvku podľa špecifikácie výrobcu, údaje o výrobcovi, údaje o projektantovi/konzultantovi zodpovednom za konštrukciu, ďalšie informácie týkajúce sa výroby alebo inštalácie typu prvku/komponentu.             |

## 6. Porealizačné zameranie, doplnenie projektu/modelu

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOGD | Rovnako ako DSRS plus úplné grafické informácie o všetkých dôležitých komponentoch modelu BIM, ich skutočnom umiestnení, orientácii, rozmeroch, odchýlkach od návrhu. Na žiadosť doplniť informácie o umiestnení štítkov RFID alebo štítkov s čiarovým kódom alebo QR kódov pripojených ku komponentom.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| LOMI | Rovnako ako DSRS plus kompletné informácie o umiestnení nainštalovaných komponentov, ich technické údaje a fyzikálne parametre, použité technológie, materiály, spôsob implementácie. Sériové čísla zariadení, dátumy inštalácie, informácie o technických listoch, osvedčenia (ak sú použiteľné), akceptačné skúšky a skutočné dosiahnuté parametre. Obdobia a pravidlá záručných a servisných prehliadok, priložené informácie o technických listoch, používateľských príručkách, praktické závery zo skúšok a uvedenia do prevádzky. Životnosť/chod jednotlivých komponentov. Ak EIR uvedie takúto žiadosť, informácie o číslach/kódoch pridelených kódom RFID/QR pripojeným ku komponentom, ich umiestnení na komponente. |

## 7. Prevádzková dokumentácia

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOGD | Podobne ako v 6 plus model BIM odráža všetky úpravy, konverzie, zmeny, umožňuje výmenu prvkov a systémov, spôsoby použitia atď.                                                                                                                                                                                                                                 |
| LOMI | Rovnako ako v 6 plus informácie o akýchkoľvek zmenách, úpravách objektu, jeho systémov a komponentov. Informácie o vymenených komponentoch sa aktualizujú v modeli (alebo systéme pripojenom k modelu), k uvedeným komponentom sa pridávajú technické karty (napr. prepojením), užívateľské príručky (prepojenie), záručné doby, servisné intervaly, životnosť. |

Úroveň informácií Level Of Model Information (LOMI), vzhľadom na súčasnú úroveň softvérových riešení pre líniové stavby, nebudú vložené priamo jednotlivým prvkom v modeli, ale budú prepojené na grafické a negrafické informácie mimo projektu. Model bude obsahovať len základné informácie spolu s jedinečným identifikátorom, podľa ktorého bude možné všetky relevantné informácie jednoducho automaticky dohľadať.

## 1.4 Forma odovzdaného projektu

Nakoľko nie je v tejto chvíli možné konštatovať aký formát pre odovzdávanie BIM modelov budú NDS, a. s., SSC, samosprávne kraje a obce vyžadovať, ako aj to v akom formáte sa bude BIM model presúvať medzi projekčnou a realizačnou fázou, nie je možné dopredu určovať, ktorá strana v akej fáze bude dopĺňať informácie do BIM modelu.

Ako vývoj a indície z projekčných firiem naznačujú, výmenný formát bude IFC formát. Tento formát momentálne nie je možné ďalej v 100% stave rozvíjať a dopĺňať v akýchkoľvek softvérových riešeniach. Parametrický a funkčný model je totiž len v natívnom - pôvodnom softvéri, v ktorom bol BIM model vytvorený.

Pre maximálne využitie výmeny 3D dát a informácií o stavebných objektoch, ako aj pre prehľadnosť projektu bude veľkým prínosom odovzdávanie v digitálnej podobe s možnosťou nasledovnej mustru:

Projekt musí byť korektne umiestnený v súradnicovom systéme S-JTSK (III. Kvadrant so súradnicami  $-X$  a  $-Y$ ), čím sa zabezpečí presná poloha dát v rámci väčšieho informačného celku. Všetky podklady musia byť v metrických jednotkách v metroch.

Ak by sa jednalo o rozsiahle 3D modely, je vhodné ich rozdeliť do viacerých výkresov so zachovaním S-JTSK súradnicového systému, aby ich bolo možné následne vyskladať do jedného celku cez referenčné pripojenie, prípadne do analytického softvéru.

Zápis ohľadne použitých softvérov a nastavení, verzie SW ako aj stručný popis základných parametrov modelov.

1. Digitálne 2D dáta, výkresy s prehľadnou a podrobnou situáciou, pozdĺžnymi, vodorovými a priečnymi rezmi, vytyčovací a výkaz-výmer a to všetko v osobitných výkresoch. Všetky tieto podklady sa musia zhodovať s dátami v 3D modeli, napr. rezy by mali byť z neho priamo generované. Taktiež všetky negrafické digitálne podklady (PDF, XLS, DOC a pod.).

2. Digitálne 3D dáta, projekt odovzdaný vo formáte softvéru v ktorom bol vypracovaný, ako aj verzia obsahujúca 3D telesá s informáciami o jednotlivých konštrukčných vrstvách podľa kapitoly 1.2.

Navrhované inžinierske, ako aj zamerané existujúce siete, ktoré sú minimálne definované ako 3D čiary s popisom a základnými informáciami, prípadne ako 3D telesá presne definované rozmerovo a priestorovo.

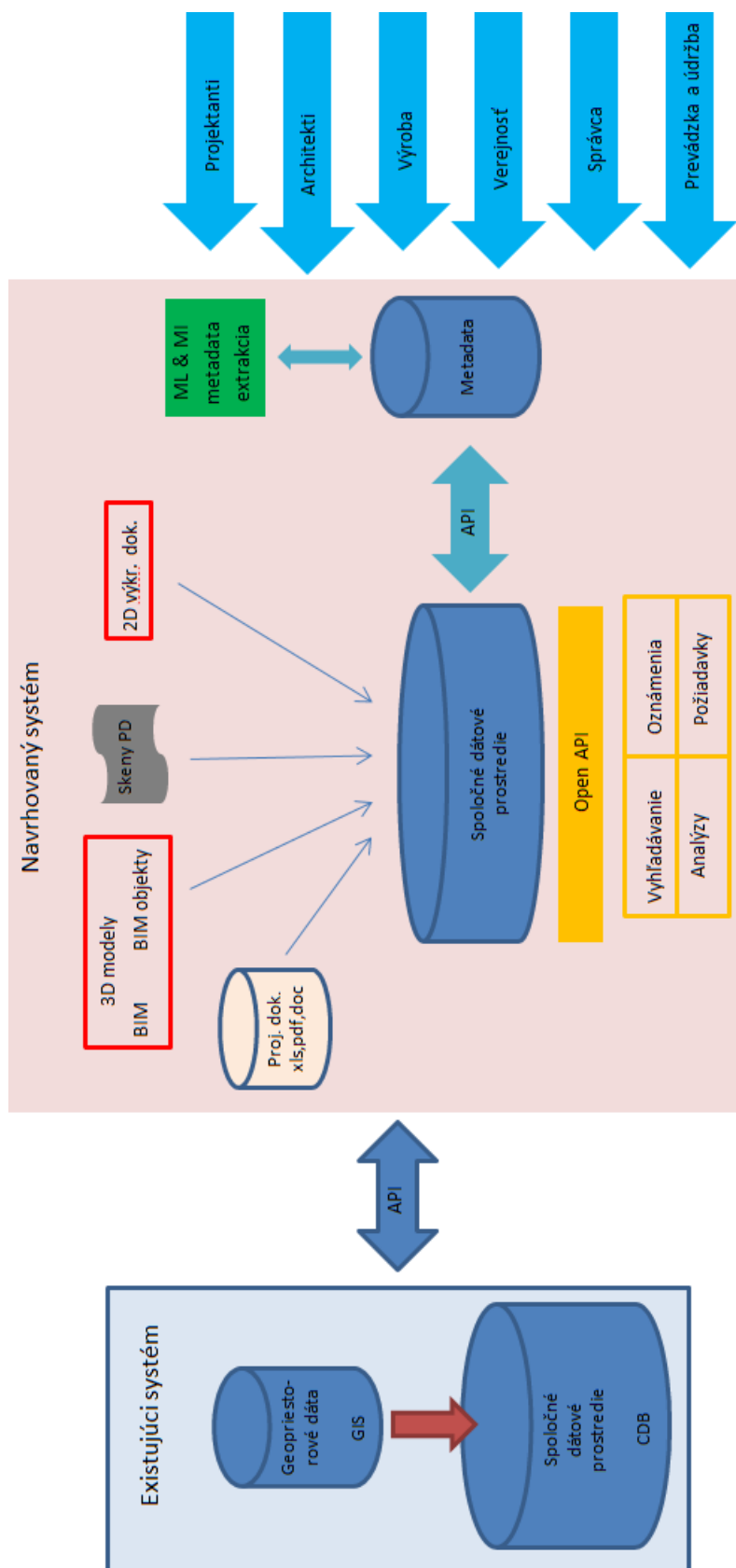
Všetky dostupné 3D objekty ako základy, pilóty, priepusty, mostné objekty, objekty pozemných stavieb a pod.

3. IFC výmenný formát s prílohami a externými referenciami, pred exportom musí byť projekt umiestnený v súradnicovom systéme S-JTSK so všetkými objektami a informáciami z bodu 2.

Už podklady z bodu 2 sú použiteľné pre prezeranie, či už vo voľne dostupných prehliadačoch, prípadne koncepčných alebo analytických softvéroch. Formát IFC je vhodný pre spoločné dátové prostredia (CDE), ktoré bude nutné presne špecifikovať, ako presne má takéto prostredie, ktoré má byť jediným zdrojom informácií pre projekt slúžiaci na zhromažďovanie, správu a šírenie dokumentácie, grafického modelu a negrafických údajov pre celý tím projektu (všetky informácie o projekte, či už vytvorené v prostredí BIM alebo v bežnom formáte) vyzeráť.

## **1.5 Spoločné dátové prostredie (CDE)**

Pre implementáciu BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry je potrebné vytvoriť rozsiahly prepojený systém, ktorý by umožňoval prácu s modelmi a informáciami relevantnými pre cestnú infraštruktúru a jej súčasti. Obrázok 1.4 reprezentuje navrhnutý systém aplikácie BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry a previazanosť na existujúci systém cestnej databanky v SR.



Obr. 1.4 Navrhnutý systém pre aplikáciu BIM do riadenia a správy cestnej infraštruktúry ako hlavných aspektov klientových záväzkov



## 1.6 Odporúčania pre výber pilotných projektov

V prvom rade by mal by zahŕňať čo najväčšie množstvo typov stavebných objektov pri zachovaní jeho minimálneho počtu opakujúcich sa konštrukčných prvkov. Pri optimalizácii spracovania dát (vytváraní odkazov medzi grafickými a negrafickými informáciami a ich nastavovaní) pracovať s čo najmenším počtom takýchto väzieb. Jednotlivé typy stavebných objektov ktoré by mal pilotný projekt obsahovať:

- cestné objekty,
- mostné objekty (maximálne jeden, prípadne bude postačujúci aj priepust),
- objekt odvodnenia stavby s čo najrozmanitejšou štruktúrou stavebných objektov,
- Informačný systém stavby spolu s osvetlením,
- inžinierske líniové stavby (s čo najväčším počtom zúčastnených správcov),
- protihluková stena alebo iné zábrany,
- pozemné stavby (transformačné stanice, čerpacia stanica, verejné toalety),
- rekultivačné práce.

Vzhľadom na nastavenie správnej koordinácie jednotlivých správcov pri nastavovaní procesov BIM je dôležité zapojiť do projektu čo najväčšie množstvo správcov. Minimálne množstvo stavebných objektov by malo zodpovedať objektom sledovaným cestnou databankou SSC. Počas implementácie sledovať možnosti zjednotenia dátového úložiska a prepojenie s BIM.

Pre prehľadnosť 3D modelu je ideálne vybrať nový projekt v rozmeroch do 1 až 2km, vylučuje sa rekonštrukcia pre náročnú interakciu objektov (odstránených) a novo vybudovaných.

Doba realizácie do 1 roka. S ohľadom na obdobie implementácie je dôležité bilancovanie jej výsledkov v krátkom časovom horizonte.

Podrobnosť, koncepcia a rozdelenie jednotlivých 3D modelov konštrukčných prvkov je potrebné prispôbiť s ohľadom na priradovanie atribútov a odkazovania dokumentácie.

Jednotlivým konštrukčným prvkom budú priradované nasledovné atribúty a dokumentácia:

- Dokumentácia realizácie stavby (DRS),
- Dokumentácia vyhotovenia projektu (DVP),
- Dokumentácia skutočnej realizácie stavby (DSRS),
- dokumentácia kvality,
- geometrický plán (v prípade správcu, v súlade s jeho požiadavkami na prípadný GIS),
- iné po dohode so správcom,
- Kontrolno-skúšobný plán (KSP),
- Výrobno-technická dokumentácia (VTD),
- Technologický postup (TP),
- Výkaz výmer (VV), dĺžky, hrúbky, plochy, objemy, početnosť v ks.
- Atribúty:
- záručná lehota dodávateľa,
- revízne lehoty,
- životnosť,
- cena diela,
- výrobcu,
- katalógový názov,
- kontakt na dodávateľa,

- dátum vyhotovenia,
- požiadavky na akosť,
- iné po dohode so správcom.

Určité dokumenty respektíve atribúty budú BIMu priradzované priebežne počas jeho realizácie (DSRS, DVP, a iné).

Na celkovú podobu pilotného projektu má dopad aj účasť, zainteresovanosť a vzťahy jednotlivých účastníkov. Preto je pre projekt dôležité zvoliť opäť čo najreprezentatívnejšiu formu zmluvných vzťahov.