

České vysoké učení technické
Fakulta stavební
Katedra technologie staveb

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE
Realizační dokumenty stavby v datovém modelu

Bc. Filip Kalina

2016

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Synek

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V dne

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Jaroslavu Synkovi za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále zázemí útvaru technologií a materiálů, kde mi byl poskytnut prostor pro přípravu podkladů a v neposlední řadě spolupracujícím kolegům z pracovní skupiny PS#03 - BIM a realizace.

České vysoké učení technické
Fakulta stavební
Katedra technologie staveb

České vysoké učení technické
Fakulta stavební
Katedra technologie staveb

Anotace

Autor se věnuje problematice využití BIM technologií a nástrojů při realizaci staveb. Důraz je kladen na využití v průběhu výstavby. Úvodní část práce se věnuje základním pojmům a rozebírá teoretickou rovinu implementace BIM nástrojů. Další část je věnována adaptaci elektronických nástrojů na konkrétní stavbě. Poslední část je zaměřena na popis tvorby a sestavení elektronických dokumentů a jejich následné správy z pohledu databázového řešení.

Klíčová slova:

BIM, technologie, struktura, databáze, kvalita

Annotation

The author focuses on the issue of the use of BIM technology and tools during construction. Emphasis is placed on the use during construction. The introductory part deals with basic concepts, discusses the theory and the implementation of BIM tools. Another section is devoted to the adaptation of electronic tools for specific construction. The last part is focused on describing the creation, assembly of electronic documents and their subsequent management from the perspective of database solutions.

Key words:

BIM, technology, structure, database, quality

Obsah

Použité zkratky.....	10
Úvod.....	11
Teoretická část.....	13
1. Co je to BIM	13
1.1. BIM, jako pracovní prostředí	14
1.2. CDE – Common data Environment	15
2. Datová struktura v BIM prostředí	16
2.1. Informační struktura.....	17
2.1.1. Zahraniční standardy.....	22
2.1.2. Vývoj standardu v České republice.....	23
2.2. Modelová struktura	24
2.2.1. Zahraniční standardy.....	26
2.2.2. Vývoj standardu v České republice.....	29
3. Využití BIM nástrojů.....	30
3.1. 2D.....	31
3.2. 3D.....	32
3.3. 4D.....	33
3.4. 5D.....	34
3.5. 6D.....	36
3.6. n-D	37
3.7. SmartCities – vize budoucnosti.....	37
Praktická část	39
4. Kontrolní a zkušební plán	39
4.1. Klasický kontrolní a zkušební plán.....	40
4.1.1. Provedení kontroly výztuže a prvků instalovaných do bednění.....	42
4.1.2. Zpracování a vyhodnocení kontroly.....	44
4.2. Elektronický kontrolní a zkušební plán.....	45
4.2.1. Forma zpracování.....	45
4.2.2. Proces vývoje	46
4.2.3. Provedení pilotní kontroly výztuže a prvků instalovaných do bednění	52
4.2.4. Zpracování a vyhodnocení pilotní kontroly	55
5. Porovnání	55
5.1. Klasický kontrolní zkušební plán.....	56
5.2. Elektronický kontrolní a zkušební plán.....	56

České vysoké učení technické

Fakulta stavební

Katedra technologie staveb

5.3. Možnosti vývoje.....	57
Závěr	59
Přílohy:.....	61
Seznam obrázků	70
Použitá literatura	72

Použité zkratky

BIM – Building Information Modeling

BIM – Building Information Management

LoD – Level of Detail

LoI – Level of Information

LoD – Level of Development

CDE – Common Data Environment

WBS – Work Breakdown Structure

VV – Výkaz výměr

BEP – Bim Execution Plan

FM – Facility Management

MTS – Metrostav a. s.

IFC – Industry Foundation Classes

ISO – International Organization for Standardization

API – Application Programming Interface

Úvod

Stavebnictví je a vždy bylo nedílnou součástí našich životů. Již od pravěku má člověk tendence mít „středu nad hlavou“, od primitivních přístřešků až po moderní stavby.

Nároky na provedení staveb se neustále zvyšují, s tím souvisí i požadavky spojené s prováděním stavebních prací. Z pohledu stavebních konstrukcí je v současné době možné postavit téměř cokoli, ale vyvstávají jiné problematické oblasti. Do popředí se dostávají zejména technická zařízení budov, jejichž optimální nastavení má enormní význam pro provoz a vnitřní prostředí stavby.

BIM prostředí, i ve své nejjednodušší podobě 3D modelu, umožňuje vyřešit problémy spojené s koordinací jednotlivých profesí. Implementace BIM v podobě 3D modelu je již dobře známa a zakotvena téměř ve všech stavebních profesích. Směrem dalšího vývoje by měla být orientace na propojení informací potřebných pro realizaci projektu přímo s modelem, z důvodu zvýšení efektivity zpracování dat.

Cílem diplomové práce je nastínit možné využití BIM nástrojů přímo v realizační fázi stavby. Aplikace BIM nástrojů v průběhu realizace stavby přímo na staveništi je poměrně komplexní a komplikovaná oblast, které prozatím nebyla věnována dostatečná pozornost. Cíle práce bude částečně dosaženo prostřednictvím převedení klasického výstupu z provedení kontroly (v papírově formě) do elektronického prostředí, které je skrze CDE schopno komunikovat a profitovat z dat zanesených do BIM modelu. Dalším výstupem pro splnění cíle práce bude porovnání efektivity a náročnosti obou způsobů zpracování kontrolního a zkušebního plánu.

Závěry uvedené v diplomové práci budou prezentovány z pohledu stavební společnosti s orientací na realizaci projektu z pozice generálního dodavatele.

Teoretická část práce je rozčleněna do tří hlavních kapitol, které rozebírají podrobněji BIM problematiku.

První kapitola bude zaměřena na obecný popis a definice potřebné pro pochopení základní koncepce práce v BIM prostředí a s tím spojené komunikace s ostatními subjekty zapojenými do projektu.

V další kapitole bude do hloubky rozebrán „základní stavební kámen“ celé BIM problematiky. Jedná se o popis datové struktury s důrazem na informační a modelové roztržení dat napojených na jednotlivé prvky a elementy, ze kterých je BIM model sestaven.

Následující kapitola bude věnována popisu jednotlivých dimenzí zpracování BIM modelu. Dále zde bude představeno využití BIM nástrojů na konkrétních projektech, se zaměřením na reálnou využitelnost těchto nástrojů v průběhu předvýrobní a výrobní přípravy projektu.

Praktická část se věnuje problematice praktického využití BIM modelu jako podkladu pro elektronizaci dokumentace stavby. Dokumentací stavby, není v tomto případě myšlena výkresová dokumentace, ale dokumentace kontroly kvality provedení jednotlivých konstrukcí.

Čtvrtá kapitole bude rozdělena na dvě hlavní podkapitoly, které jsou věnovány jednotlivým způsobům záznamu o provedení kontroly jednotlivých konstrukcí v průběhu realizace. První část bude zaměřena na vyhotovení klasického protokolu kontrolního a zkušebního plánu v papírové. Druhá část popisuje způsob vývoje a převedení kontrolního a zkušebního plánu do elektronické podoby a jeho následné napojení na již existující BIM model.

Poslední kapitola je věnována porovnání klasického a elektronicky zpracovaného kontrolního a zkušebního plánu. Dále je zde nastíněn možný budoucí vývoj v oblasti elektronizace dokumentů stavby v návaznosti na BIM prostředí s orientací na kontrolu kvality a přenos informací zanesených do modelu..

Teoretická část

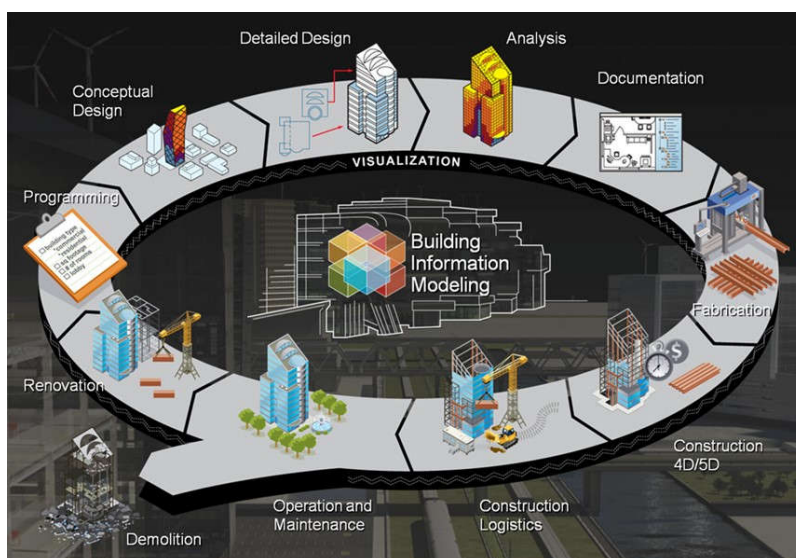
První část diplomové práce bude zaměřena především na popis a vysvětlení jednotlivých pojmů a problémů spjatých s realizací projektů připravovaných v BIM prostředí. Další část tohoto bloku bude věnována popisu jednotlivých nástrojů, jejichž využití nám práce v BIM prostředí umožňuje.

1. Co je to BIM

BIM prostředí se vyvinulo z původního 3D modelů, které byly vytvářeny zejména v prostředí PDMS pro realizaci technologických staveb například elektráren nebo výrobních závodů.

BIM je stále ještě chápán pouze jako 3D model. Aby bylo možné hovořit o práci v BIM prostředí, je nutné se na tuto problematiku dívat z pohledu databázového zpracování. Autorovo motto pro definici BIM prostředí je „3D model je pouze obrazovým ztvárněním rozsáhlé databáze obsahující informace o projektu“.

BIM prostředí by nemělo být chápáno pouze jako prostředek pro přípravu a realizaci staveb, ale zejména jako možnost jak spravovat stavbu skrze její celý životní cyklus, tedy od realizace až po případnou demolicí.



Obrázek č. 1: BIM prostředí jako součást životního cyklu stavby

Zdroj: www.climatetechwiki.org

Pojem BIM lze vysvětlit dvojím způsobem:

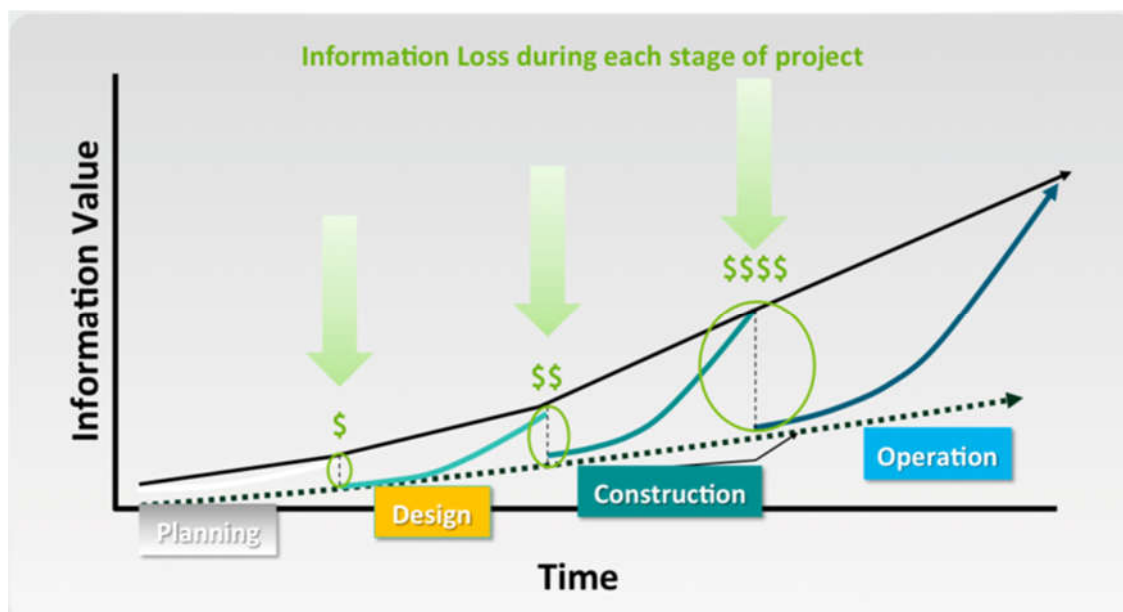
- Building information modeling,
- Building information management.

První definice BIM je orientována zejména na tvorbu 3D modelů bez dalších návazností a je využívána převážně v počátečních fázích implementace BIM technologií.

Dle druhé definice se BIM zaměřuje primárně na databázové využití informací napojených na jednotlivé prvky v modelu. Této problematice je věnována kapitola 2.

1.1. BIM, jako pracovní prostředí

Při realizaci projektů v klasickém prostředí dochází v jednotlivých fázích projektu k informačním a datovým ztrátám, které se negativně projevují nejen na kvalitě takto zpracovaných projektů, ale i na jejich finanční rentabilitě. Hlavním přínosem, které zpracování projektů v BIM prostředí přináší, je eliminace těchto jevů. Následující obrázek popisuje rozdíl mezi projektem realizovaným klasickým způsobem a v BIM prostředí.



Obrázek č. 2: porovnání ztráty dat realizace projektu standartním způsobem a v BIM prostředí

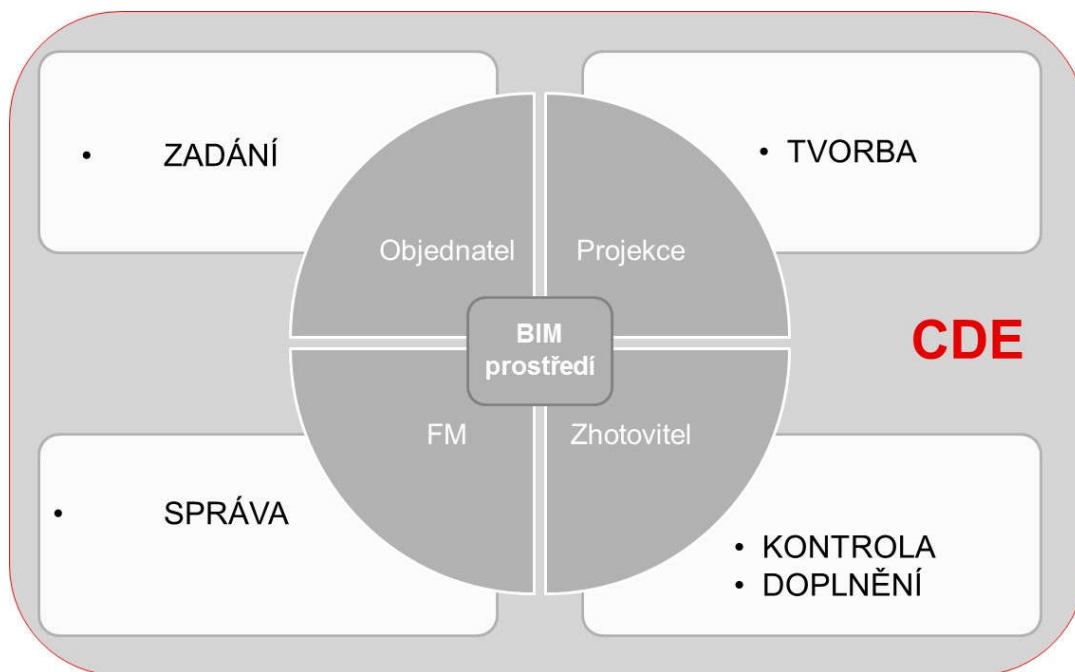
Zdroj: <http://the360view.typepad.com/blog/2014/04/enrich-3d-model-data-with-construction-level-detail-.html>

Z dosavadní praxe vyplývá, že až 80 % nákladů spojených s životním cyklem stavby připadá na fázi provozování objektu. BIM prostředí by nemělo být chápáno pouze z pohledu softwarového vybavení, ale důraz by měl být kladen především na komunikaci mezi jednotlivými subjekty zapojenými do realizace projektu. Proto lze říci, že práce v BIM prostředí propojuje všechny účastníky projekty skrze jedno datové prostředí, v němž je schopen komunikovat téměř každý softwarový nástroj.

1.2. CDE – Common data Environment

Práce v BIM prostředí není svázána s prací v jednom softwarovém nástroji. Jak z výše uvedeného vyplývá, při realizaci projektu v BIM prostředí vstupuje do realizačního procesu velké množství jednotlivých subjektů. Každý z těchto subjektů se specializuje ve svém oboru a používá nástroje přiměřené svým požadavkům.

Komunikace mezi jednotlivými účastníky výstavbového projektu realizovaného BIM technologiemi probíhá tedy skrze jednotné datové prostředí - Common data Environment. Následující obrázek představuje zjednodušené schéma komunikace skrze toto prostředí.



Obrázek č. 3: Schéma datového prostředí

Zdroj: Autor

Pro správnou a efektivní práci dle výše uvedeného schématu je nutné již v počátečních fázích definovat závazná pravidla a míru odpovědnosti jednotlivých účastníků. Problematikou popisu a sestavení závazných pravidel cílů projektu a odpovědností za jednotlivé segmenty poskytnutých dat se zabývá dokument BEP – BIM execution plan.

Strukturu a rozsah zpracování BEP dokumentu lze rozdělit do tří fází odpovídajících různým fázím projektu:

- Preconstruction – projekční příprava,
- Construction – předvýrobní a výrobní příprava,
- Postconstruction – správa a předání dat po skončení realizační fáze projektu.

Dalším tématem, kterým se BEP dokument zabývá je problematika autorských práv. Autorská práva nejsou v poměrech české legislativy v souvislosti s datovým prostředím prozatím podrobněji řešena, tedy diplomová práce se jimi nebude zabývat.

2. Datová struktura v BIM prostředí

Tato kapitola bude věnována základnímu kameni BIM prostředí, na jehož základech staví každý úspěšný projekt.

Jak již bylo výše zmíněno, BIM model ve své grafické podobě je pouze obrazem databáze informací popisujících jednotlivé prvky a elementy v něm obsažené. V ideálním případě by tato databáze měla obsahovat data odpovídající informacím obsaženým v technické zprávě a připojených výpočtech (stavební fyzika, statické požadavky, apod.).

Pokud je tato databáze neutříděná a postrádá předem stanovenou strukturu, je velmi komplikované se poté v takto chaoticky seskupených datech orientovat a efektivně je využívat. Tím dojde ke ztrátě možnosti aplikovat nástroje spojené s BIM prostředím a dojde naopak spíše k nárůstu náročnosti práce a požadavkům na pracovníky.

V základu je možné rozdělit datové struktury v rámci BIM prostředí do dvou kategorií:

- informační strukturu,
- modelová strukturu.

2.1. Informační struktura

První část kapitoly bude věnována obecnému rozdělení a popisu informační struktury jednotlivých elementů v modelu. Tento obecný popis je odvozen od tzv. LoD xxx, případně LoI xxx. Pod těmito zkratkami jsou zahrnuty tři pojmy:

- Level of Detail,
- Level of Information,
- Level of Development.¹

LoD – Level of Detail

Úroveň zpracování detailu, je pojem popisující detailnost, s jakou jednotlivé prvky a elementy v modelu zpracovány. Toto označení je dominantní zejména v prvních fázích implementace BIM technologií u projektů.

Důvodem je důraz především na prezentační a grafické ztvárnění modelů, nikoliv jejich následné využití pro přípravu, či realizaci daného projektu. Dalším hlediskem, podporujícím fakt, že tato specifikace byla upřednostňována v prvotních fázích implementace BIM nástrojů, je výpočetní náročnost při zobrazování takto vytvořených modelů. Posledním významným faktorem ovlivňujícím tuto situaci je absence standardu popisujícího strukturu informací propojených danými prvky v modelu.

S ohledem na výkon dnešní výpočetní techniky, lze tento faktor považovat již za irelevantní.

LoI – Level of Information

Tento pojem popisuje množství informací připojených k jednotlivým prvkům a elementům obsažených v modelu. Jedná se zejména o ne geometrické informace popisující materiálové, fyzikální, tepelné a montážní specifikace.

Jak již bylo zmíněno výše, tento pojem je využíván zejména v počátečních fázích implementace BIM technologií. Obdobně bylo překážkou zpracování detailně vymodelovaných prvků nedostatečný výkon výpočetní techniky. Dalším faktorem ovlivňujícím množství informací svázaných s jednotlivými prvky byla nedokonalost softwarových nástrojů určených pro práci v BIM prostředí.

¹ EASTMAN, Charles *BIM handbook*.

LoD – Level of Development

Pojem, sjednocující Level of Detail a Level of Information. V rámci BIM prostředí, se jedná o relativně „mladý“ pojem, jelikož ke sjednocení obou specifikací pod Level of Development došlo teprve v roce 2013.

Jedním z hlavních důvodů byla skutečnost, že dvojakost specifikace podrobnosti zpracování projektu byla značně komplikovaná a uživatelsky náročná. Dalšími důvody byl posun na poli softwarových nástrojů vhodných pro práci v BIM prostředí a vývoj univerzálního formátu pro komunikaci, IFC, mezi softwary různých výrobců.

Níže uvedené popisy jednotlivých úrovní zpracování jednotlivých prvků a elementů v modelu vycházejí již ze sjednoceného standardu Level of Development a nerozlišují mezi Level of Detail a Level of Information

LOD 100

Jedná se o nejjednodušší a v podstatě schématické znázornění jednotlivých prvků obsažených v modelu. Definice dle LoD Specification 2016:

- Element může být graficky znázorněn symbolem nebo jiným genericky reprezentativním prvkem. Informace propojené s tímto prvkem jsou pouze elementární (informace o rozměrech lze odvodit od ostatních prvků v modelu.²

Z výše uvedeného je jasně patrné, že tato úroveň zpracování je vhodná pouze pro nepříliš významné prvky. Jedinou oblastí, ve které je tato úroveň zpracování hojně využívána, jsou poznámky a revizní „obláčky“.

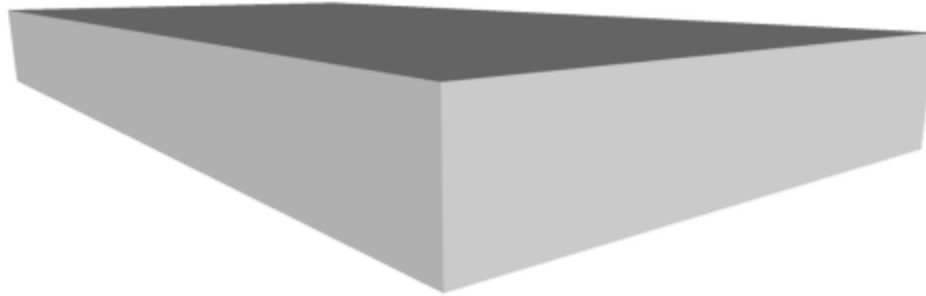
LOD 200

Vyšší, avšak stále ne příliš detailní zobrazení prvků zakomponovaných v modelu. Definice dle LoD Specification 2016:

² REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016* [online], s. 12.

- Element je graficky znázorněn v modelu jako obecný prvek nebo sestava objektů s přibližným množstvím, geometrií a orientací v prostoru. Informace negrafického formátu, mohou již být k tomuto prvku připojeny.³

Tato úroveň zpracování se dá již reálně použít v počátečních fázích výstavby (např. architektonické studie) nebo pro ztvárnění prvků, jejichž prostorové rozměry a orientace nejsou pro zabudování zásadní.



Obrázek č. 4: Prefabrikovaný 2T panel

Zdroj: *Level of Development Specification 2016* str. 55

LOD 300

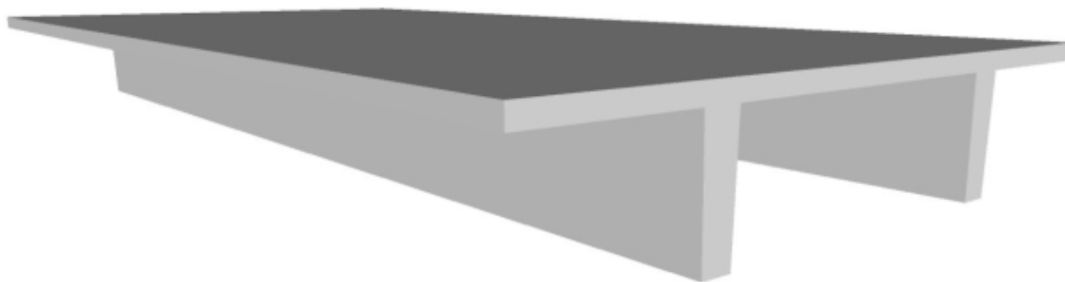
Jedná se o nejpoužívanější úroveň zpracování, v níž je připravována (a následně realizována) drtivá většina projektů v BIM prostředí. Jedná se o vyvážený poměr mezi připojenými informacemi a grafickým zpracováním jednotlivých prvků v modelu. Definice dle LoD Specification 2016:

- Element je graficky znázorněn v modelu již jako konkrétní prvek nebo sestava objektů se stanoveným množstvím, geometrickými proporcemi a orientací v prostoru. Informace negrafického formátu, jsou již k danému prvku připojeny.⁴

Po grafické stránce, je toto zpracování již dostačující pro valnou většinu konstrukčních prvků staveb (s výjimkou detailů). Problémem je však informační rámec takto zpracovaných prvků, které se sebou nenesou dostatečné množství informací pro realizaci (materiálové specifikace apod.).

³ REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016* [online], s. 12.

⁴ REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016* [online], s. 12.



Obrázek č. 5: Prefabrikovaný 2T panel

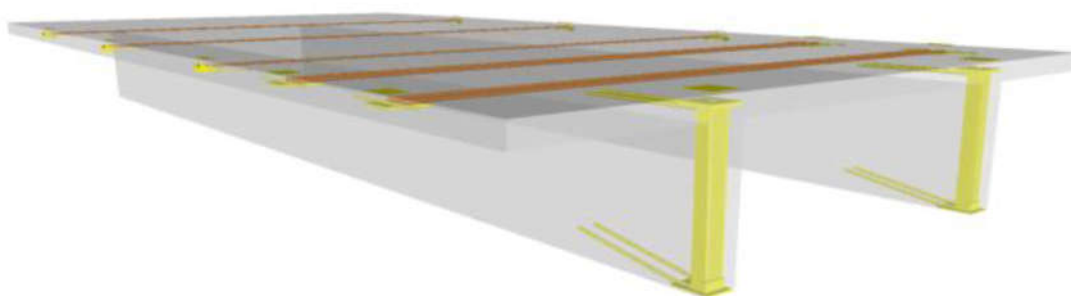
Zdroj: *Level of Development Specification 2016* str. 56

LOD 350

Úroveň 350 je již velmi komplexní a detailní zpracování jednotlivých prvků v modelu jak po stránce grafické, tak po stránce informační. Definice dle LoD Specification 2016:

- Element je graficky znázorněn v modelu již jako součást určitého systému, objektu nebo sestavy objektů. Množství, velikost, tvar, umístění orientace a rozhraní mezi ostatními stavebními nebo technologickými prvky jsou jasně určena a korespondují spolu jako celek. Informace negrafického formátu jsou již k danému prvku připojeny a to na úrovni materiálové a výrobkové specifikace.⁵

Tato úroveň zpracování se nejčastěji využívá při vytváření modelů systému technologického zařízení budov. Hlavním důvodem jsou požadavky na prostorové koordinace a výpočtové optimalizace v rámci provozu budovy a energetického vyvážení.



Obrázek č. 6: Prefabrikovaný 2T panel

⁵ REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016* [online], s. 12.

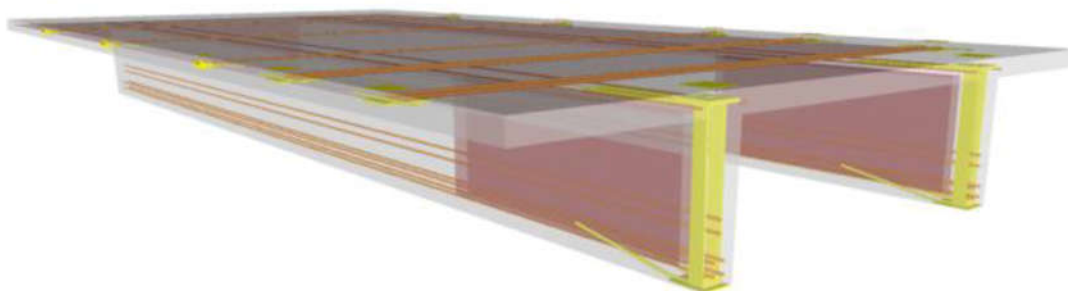
Zdroj: Level of Development Specification 2016 str. 56

LOD 400

Nejvyšší reálně využívaná úroveň zpracování detailu. Její podrobnost se zabývá již nejen informacemi o prvku samotném, ale i požadavky na jeho budoucí užívání a případný servis. Definice dle LoD Specification 2016:

- Element je graficky znázorněn v modelu již jako součást určitého systému, předmětu nebo sestavy předmětů. Množství, velikost, tvar, umístění orientace a rozhraní mezi ostatními stavebními nebo technologickými prvky jsou jasně určena a korespondují spolu jako celek. Dále jsou připojeny detaily výroby, montáže a informace o instalaci. Informace negrafického formátu jsou již k danému prvku připojeny a to na úrovni specifikace požadavků na užívání, servis a revize.⁶

Úroveň zpracování již odpovídá reálnému stavu konstrukcí a v nich zabudovaných prvcích (výrobci) včetně finálních povrchových úprav.



Obrázek č. 7: Prefabrikovaný 2T panel

Zdroj: Level of Development Specification 2016 str. 56

LOD 500

Tato úroveň zpracování je zde uvedena pouze pro pořádek, jelikož se obsahově týká zejména obsahu v rámci životního cyklu (rekonstrukce, hodnota) a nepopisuje již vyšší

⁶ REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016* [online], s. 12.

geometrickou nebo informační úroveň. Tato specifikace není přesněji definována či ilustrována.⁷

Z výše zmíněných popisů jednotlivých úrovní LoD jasně vyplývá, že se jedná zejména o obecné charakteristiky dané úrovně. Pro potřeby reálného využití BIM nástrojů je proto nutné specifikovat konkrétní informace spjaté s každým prvkem BIM modelu pro jednotlivé úrovně zpracování.

Nejedná se však pouze o přínos v rámci využití těchto dat, ale i kontroly projektu vytvořeného pomocí BIM nástrojů. Ve chvíli, kdy je přistoupeno ke kontrole projektu, je třeba mít možnost opřít se seznam atributů, u kterých byl kladen důraz na jejich uvedení u daných elementů.

2.1.1. Zahraniční standardy

V rámci vývoje podrobnějších standardů, se většina států, ve kterých je implementace BIM technologií již na vyšší úrovni rozhodla, vytvořit svůj vlastní.

Tento fakt jasně vyplývá se situace, že v každém prostředí je vnímání požadavků na obsah a formu dokumentace výstavbových projektů rozdílné. Proto je přejímání takto vyhotovených standardů prakticky nemožné a je vždy nutno vytvořit vlastní. Důležitým faktorem, který by však neměl být opomenut je, že základní forma, ze které se takto vytvořené standardy odvozují, by měla být co nejvíce univerzální. Z toho důvodu je možné identifikovat společné jmenovatele, které obsahují veškeré datové struktury.

Většina zahraničních normativních (standardizačních) předpisů obsahuje harmonizované ISO normy. ISO normy popisují informace napojené k dílčím elementům ve spojení se standardem IFC.⁸ Jednou z překážek pro bezproblémové zavedení tohoto standardu napříč všemi státy je rozdílnost navazujících legislativních podkladů. Dalším faktorem ovlivňujícím jeho zavedení je způsob převodu informací zanesených do primárních softwarů skrze tento formát.

Jako příklad je zde proto uveden standard vytvořený organizací BIM Forum, jež popisuje obecné specifikace informací propojených s jednotlivými prvky v modelu.

⁷ HOLZER, Dominik. *The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professionals in Architecture, Engineering and Construction*.

⁸ ČSN ISO 12006-2.

Jedná se již o několikátou modifikaci tohoto standardu, jelikož dochází k pravidelným (ročním) revizím z důvodů velmi rychlého vývoje v BIM prostředí a softwarových nástrojů určených pro práci v něm (taktéž roční obměna).

A, B - Precast Concrete				Part 2 - LOD Profile					Part 3 - Project-Specific Milestones (Examples)			
Additional	Part 1 - Attribute Description			100	200	300	350	400	Estimating	Estimating	LEED Cert.	LEED Cert.
Attribute	Data Type	Units	Option Examples	Commentary					Est. 1	Bid Pkg.	Check	Submital
Member Type	Integer		(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall			x	x	x				
Concrete Compression Strength		PSI		Example: 3000 PSI			x	x				
Reinforcing Steel Flexure		PSI		Example: 60,000 PSI			x	x				
Reinforcing Steel Shear		PSI		Example: 60,000 PSI			x	x				
Member Casting Number												
Exterior Exposure	Bool	True False										
Shop Submittal Parameters	Date Time			DateFC								
Date - Issued For Construction	Date Time			DatePermitted								
Date - Permitted	Date Time			DateReceivedForShopDet								
Date - received for Shop Detailing	Date Time			DateOutForApproval								
Date - Detailing Submitted for EOR review \ Out For Approval	Date Time			DateFirstForFab								
Date - Final Erection Drawings Approved for Fab	Date Time			DateFabStart								
Date - Fabrication Start	Date Time			DateFabEnd								
Date - Fabrication End	Date Time			DateFabShip								
Date - Fabrication Shipped	Date Time			DateFabReceived								
Date - Fabrication Received	Date Time			DateInspected								
Date - Erection	Date Time			DateInspected								
Date - Inspected	Date Time											
Finish	Character	A,B,C	per ACI 117	Specify by face of concrete			x					
Target LOD												
Current LOD												
If required by BIMXP:												
Post-tension profile												
Strands												

Obrázek č. 8: Datová struktura v zahraničí

Zdroj: Level of Development Specification 2016

Dalším důvodem, proč byl pro reprezentaci vybrán tento standart, je fakt, že jeho základní rozložení a chápání třídění informací se stalo základem pro vytvoření verze adaptované na požadavky českého prostředí.

2.1.2. Vývoj standardu v České republice

Jak bylo uvedeno již v předcházející podkapitole, pro efektivní využití nástrojů spojených s BIM prostředím je nutné vytvoření jednotné datové struktury, ze které se následně budou odvozovat dílčí stupně projektové dokumentace dle množství informací propojených s daným prvkem.

ZÁKLADNÍ INFORMACE							FÁZE PROJEKTU								
ID	SK	SKUPINA	PARAM.	Č.	PARAMETR	POZNÁMKA	JEDN.	TYP	ARCH	DUR	DSP	DPS	DSPS	FM	ZOOP.
STAVEBNÍ ČÁST									LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 400	
PODKLADNÍ BETON									Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Fáze 4	Fáze 5	Fáze 6	
101	51			1	Označení typu	Jedinečné označení objektu		PRINCIP							
101	51			2	Budova/Seckce			SHQ0							
101	51			3	Počet záběhů			NUM RVT							
101	51			4	Kód skladby			TEXT							
101	52			5	Tloušťka		mm	NUM RVT							
101	52			6	Obvod		m	NUM RVT							
101	52			7	Objem		m3	NUM RVT							
101	52			8	Plocha	Plocha pro výpočet bednění	m2	NUM RVT							
101	53			9	Material			LIST							
101	53			10	Třída betonu			LIST							
101	53			11	Další prvky	Např. vrstva geotextilie, podp... ...		TEXT							
102	51			1	Označení typu	Jedinečné označení objektu		PRINCIP							
102	51			12	Budova/Seckce			SHQ0							
102	51			3	Počet záběhů			NUM RVT							
102	51			13	Kód skladby			NUM RVT							
102	54			14	Síla		mm	NUM RVT							
102	54			15	Tloušťka		mm	NUM RVT							
102	54			16	Obvod		m	NUM RVT							
102	54			17	Objem		m3	NUM RVT							
102	54			18	Plocha	Plocha pro výpočet bednění	m2	NUM RVT							
102	53			19	Receptura betonu			LIST							
102	53			10	Třída betonu			LIST							
102	53			20	Stupeň vyztužení			LIST							
102	53			11	Další prvky	Např. vrstva geotextilie, podp... ...		TEXT							
102	53			21	Technické řešení hydroizolace spodní stavby			TEXT							
102	55			22	Výztuž	Ocel	např. 10505	LIST							
102	55			23	Hmotnost		t	TEXT							
102	55			24	Krytí vyztuže-vnitřní plocha		mm	LIST							
102	55			25	Krytí vyztuže-vnější plocha		mm	LIST							
102	55			26	Krytí vyztuže-ostatní plochy		mm	LIST							
103	51			1	Označení typu	Jedinečné označení objektu		PRINCIP							
103	51			12	Budova/Seckce			SHQ0							
103	51			27	Výčet prvky			TEXT							

Obrázek č. 9: Datová struktura v ČR

Zdroj: BIM data v. 0.1 - PS#03 BIM a Realizace

Výše uvedený obrázek znázorňuje část datové struktury připravované pro české prostředí. Hlavní výzvou vývoje bylo propojení legislativně stanovených požadavků na jednotlivé stupně dokumentace s dílčími úrovněmi LoD. Jednou z hlavních výhod, tímto způsobem uspořádaných dat, je nejen jednoznačnost zadání, specifikací a následná kontrola odevzdaných podkladů v rámci legislativních požadavků, ale díky databázovému zpracování možnost snadné kontroly obsahové stránky takto zpracovaného projektu.

Prezentované zpracování je již několikátou verzí, na které se v rámci pracovní skupiny podílejí společnými silami zástupci projekce, realizačních firem a oceňování. Aktuálně se připravuje fáze připomínkování odbornou veřejností a s oficiálním uvedením části popisující stavební konstrukce se počítá cca v druhé polovině roku 2017.

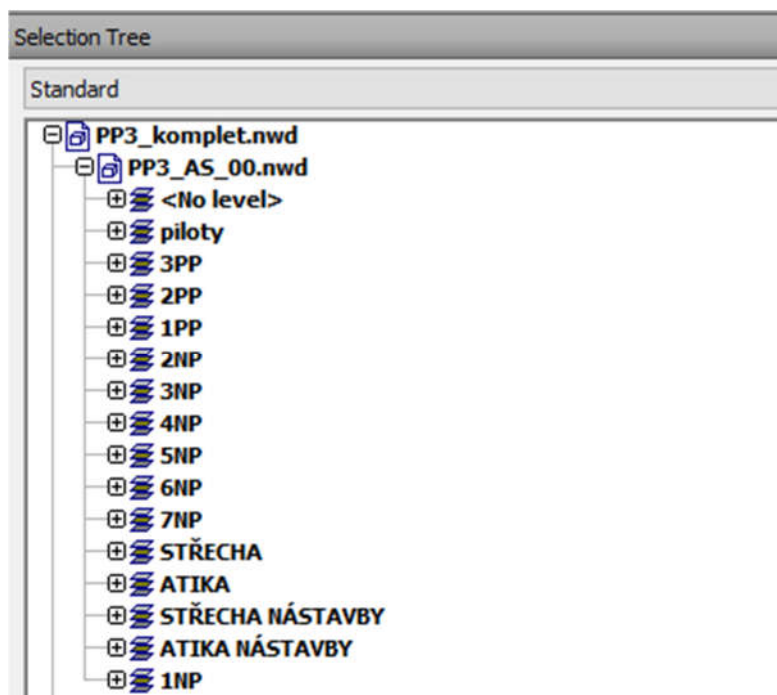
2.2. Modelová struktura

Pod pojmem modelová struktura se chápe rozčlenění projektu po nadřazených celcích, které zastřešují množství dílčích elementů a jednotlivých konstrukčních prvků. Jedná se o problém, který v sobě obsahuje dvě roviny řešení:

- softwarové,

- kódové.

Softwarové rozčlenění je závislé od každého jednotlivého nástroje, kterým byl daný model vyhotoven. Zobrazení odpovídající tomuto způsobu dělení je představováno v drtivě většině stromovou strukturou, která rozděluje projekt po jednotlivých patrech, profesích a konstrukcích. Toto dělení je pro lidské vnímání jednoduché a přirozené. Problémem je, že v databázově tříděném systému funguje vyhledávání na základě specifických identifikátorů – kódů, které toto třídění neumožňuje.



Obrázek č. 10: Stromová struktura projektu

Zdroj: Autor

Kódové rozčlenění naproti tomu nerozděluje model podle místa určení daného typu konstrukce nebo prvku, ale podle kódového označení konkrétního typu. To je důležité zejména při tvorbě automaticky generovaných VV, propojování modelu s vytvořeným harmonogramem, vyhledávání konkrétních prvků apod.

Problémem tohoto dělení je fakt, že se jedná o číselné a písmenné označení prvků. Bez identifikačního klíče, popisujícího jednotlivé specifikace je tudíž pro člověka, neznalého prostředí, prakticky nemožné se v takovém zápisu orientovat.

Type Mark	FS.122
Type Name	fasádní okno s otevíravým křídlem-FS.122.fbn

Obrázek č. 11: Kódové označení prvku

Zdroj: Autor

Oba výše zmíněné způsoby mají své klady a zápory. Obecně lze říci, že stromová struktura je dominantní především při zpracování projektů v počátečních fázích implementace BIM technologií, kdy je důraz kladen především na vizuální stránku.

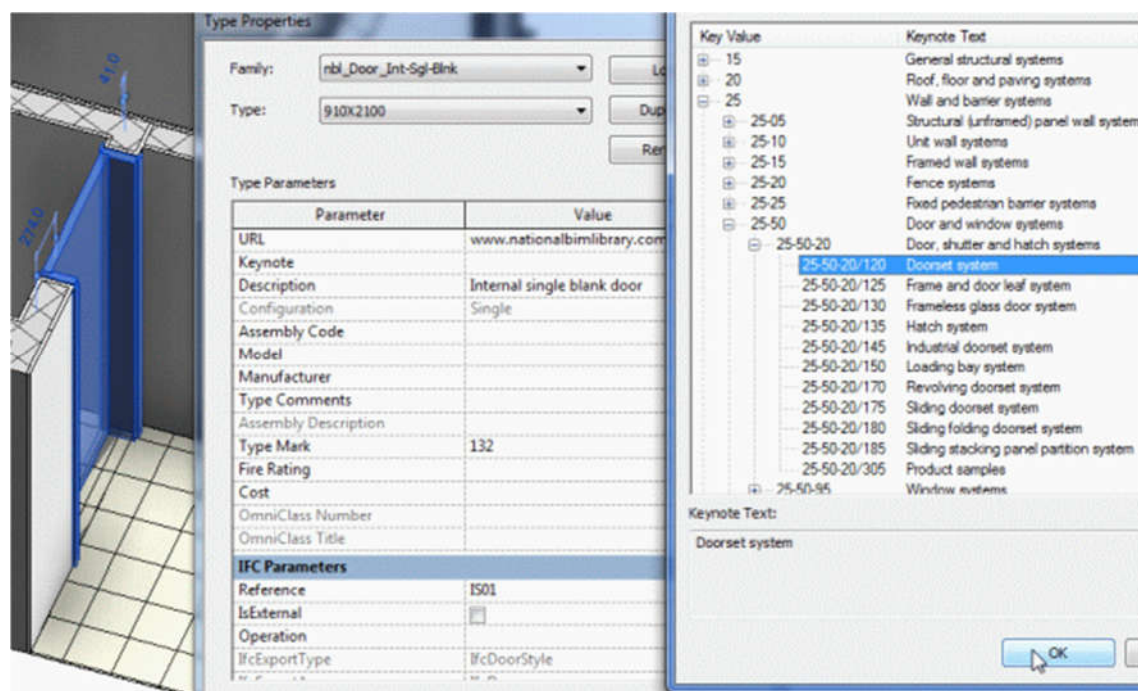
Kódové označení prvků získává na důležitosti ve chvíli, kdy dojde k posunu ve vnímání modelu, jako nástroje zobrazujícího databázi, díky které jsme schopni efektivně využívat informace napojené k jednotlivým prvkům.

2.2.1. Zahraniční standardy

Níže uvedené příklady uspořádání a kódových označení jednotlivých prvků jsou pouze výběrem nejpoužívanějších z nich. Mimo ně existuje celá řada jiných kódovacích systémů, dle kterých lze označovat a třídit prvky obsažené v modelu.

UniClass

Tento systém třídění prvků je založen na číselném kód, který reprezentuje ve svém postupném rozkladu úroveň prvku. Jednotlivé číslice náležejí dílčím stavební konstrukcím a výrobkům. Čím dále se v rámci číselné řady postupuje, tím podrobněji je dílčí prvek specifikován.



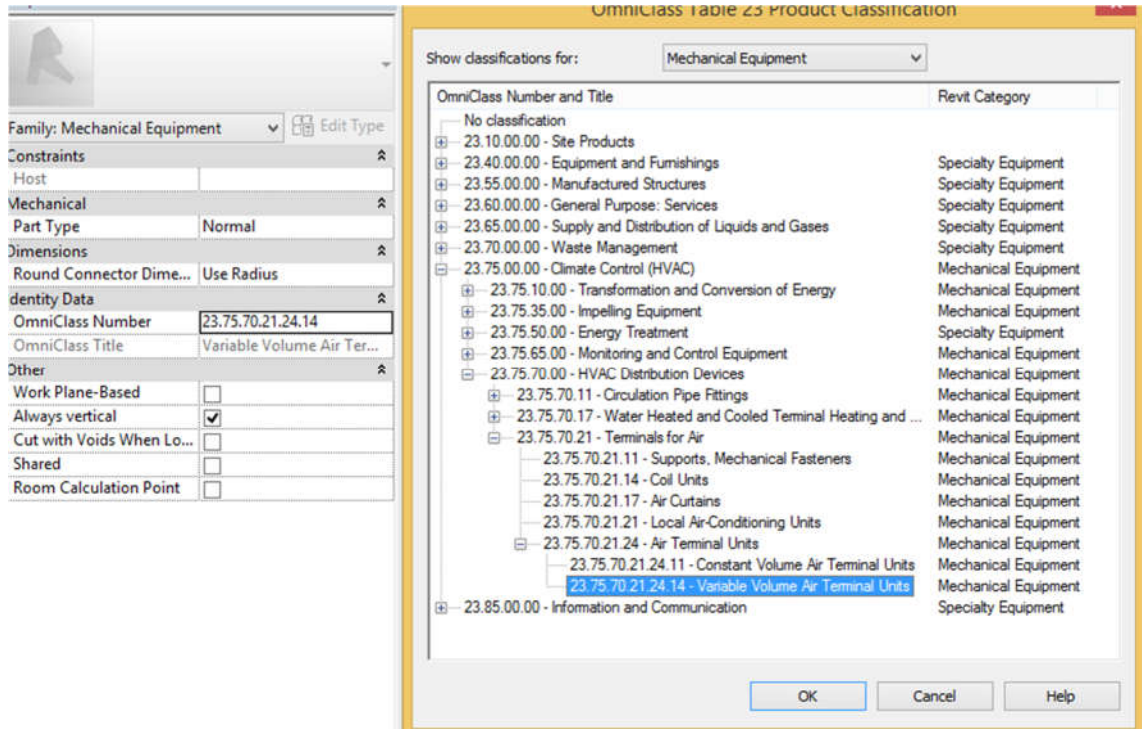
Obrázek č. 12: Třídění dle UniClass

Zdroj: <http://constructioncode.blogspot.cz/2012/11/nbs-keynote-files.html>

Systém třídění UniClass je charakteristický pro západní Evropu, zejména pro Velkou Británii.

OmniClass

Systém třídění, který svou strukturou silně připomíná výše zmíněný systém UniClass. Podstatným rozdílem je zejména číselné označení jednotlivých typů konstrukcí a způsob jejich následného dělení. Opět se jedná o třídění na základě číselného označení jednotlivých stupňů.



Obrázek č. 13: Třídění dle OmniClass

Zdroj: <http://revitrecess.blogspot.cz/2015/03/revit-omniclass-complete-bill-of.html>

Třídění OmniClass je nejvíce používáno ve Spojených Státech a Kanadě.

WBS

Řazení a rozpad struktury prvků dle systému WBS je kombinací číselného a písmenného označení jednotlivých celků a jim podřízených podskupin.

Jedná se o jeden z nejvyužívanějších systémů třídění konstrukcí a prvků na světě. Jeho velkou předností je možnost kombinace s oběma výše zmíněnými.

Items	WBS
Substructure	A
Foundations	A.10
Standard Foundations	A.10.10
Special Foundations	A.10.20
Slab on Grade	A.10.30
Basement Construction	A.20
Basement Excavation	A.20.10
Basement Walls	A.20.20
Shell	B
Superstructure	B.10
Floor Construction	B.10.10
Roof Construction	B.10.20
Exterior Enclosure	B.20
Exterior Walls	B.20.10
Exterior Windows	B.20.20
Exterior Doors	B.20.30

Obrázek č. 14: Kombinace třídění dle WBS a UniClass

Zdroj: Autor

Výhodou systému třídění uvedených v této podkapitole je zejména fakt, že jsou hojně využívány v zemích, v nichž jsou vytvářeny softwarové nástroje pro BIM prostředí. Tím je myšleno, že každý ze softwarových nástrojů obsahuje ve svém základním nastavení již připravené členění odpovídající jednotlivým systémům. To je jasně patrné z uvedených obrázků, kde jsou zachyceny informační pole při dílčí kódovací systém.

2.2.2. Vývoj standardu v České republice

Obecně lze říci, že třídící systémy uvedené v předcházející podkapitole, se na území České Republiky neseťkaly s velkým úspěchem. Jednou z hlavních překážek je právě délka kódového označení jednotlivých prvků a fakt, že neobsahují ani základní identifikátor, dle kterého by bylo možné rozeznat, o jaký typ konstrukce nebo výrobku se jedná.

V rámci zavádění BIM technologií do českého prostředí se nyní pracuje na sestavení třídění, který by odpovídal místním zvyklostem označování. Tento systém se aktuálně nachází v počátečních fázích vývoje a testuje se, obdobně jako datová struktura na dílčích projektech.

Autorem testovaného systému třídění dle kódového pojmenování jednotlivých elementů v modelu je společnost CADconsulting s.r.o.. Ukázka způsobu třídění dle jejich systému je na obrázku č. X v kapitole 2.2. Modelová struktura.

Posledním tématem, avšak ne nejméně důležitým, týkajícím se datové struktury v BIM prostředí je problematika BIM knihoven.

V celosvětovém měřítku existuje velké množství soukromých subjektů, které se zabývají tvorbou a následnou distribucí modelů jednotlivých výrobků. Problémem takto zavedených knihoven je ovšem fakt, že až na výjimky nezohledňují jakékoliv datové třídění informací připojených k daným elementům. Proto je velice obtížné s takto vyhotovenými 3D modely dále pracovat při databázovém zpracování informací (výběrová řízení, optimalizace, apod.).

Vhodným řešením je zavedení tzv. validátorů, které ještě před uvedením výrobků v knihovně zkontrolují, zda jsou informace uvedené na správném místě a v odpovídající úrovni. V tomto ohledu jsou nejdále knihovny prvků ve Velké Británii, Singapuru a Finsku.

Dalším problémem je nutnost vytvoření obecných prvků a elementů, které by bylo možné požit při přípravě projektů pro veřejného zadavatele. S tím je spojen obdobný problém jako u informační struktury, v každém státě jsou rozdílné požadavky na takto vypracované modely.

Tomuto tématu zde není věnován větší prostor, jelikož se jedná o velice komplikovanou záležitost, která si zaslouží vlastní prozkoumání. V České republice aktuálně probíhá debata nad možností vytvoření Národní BIM knihovny, která by měla výše zmíněné problémy řešit.

3. Využití BIM nástrojů

Práce v BIM prostředí umožňuje využití rozličných softwarových nástrojů a komunikačních cest k usnadnění práce s velkým množstvím dat. Tato kapitola bude tedy věnována především představení těchto možností s přesahem na reálný přínos při přípravě a realizaci projektů zpracovaných v BIM prostředí.

Mezi hlavní výhody práce prováděné za pomoci těchto nástrojů je rychlejší poznání technických specifikací jednotlivých projektů a vytipování případných rizikových míst.

Dalším přínosem je názornost, se kterou je možné demonstrovat případná variantní řešení a jejich dopady i odborně neznalým osobám.

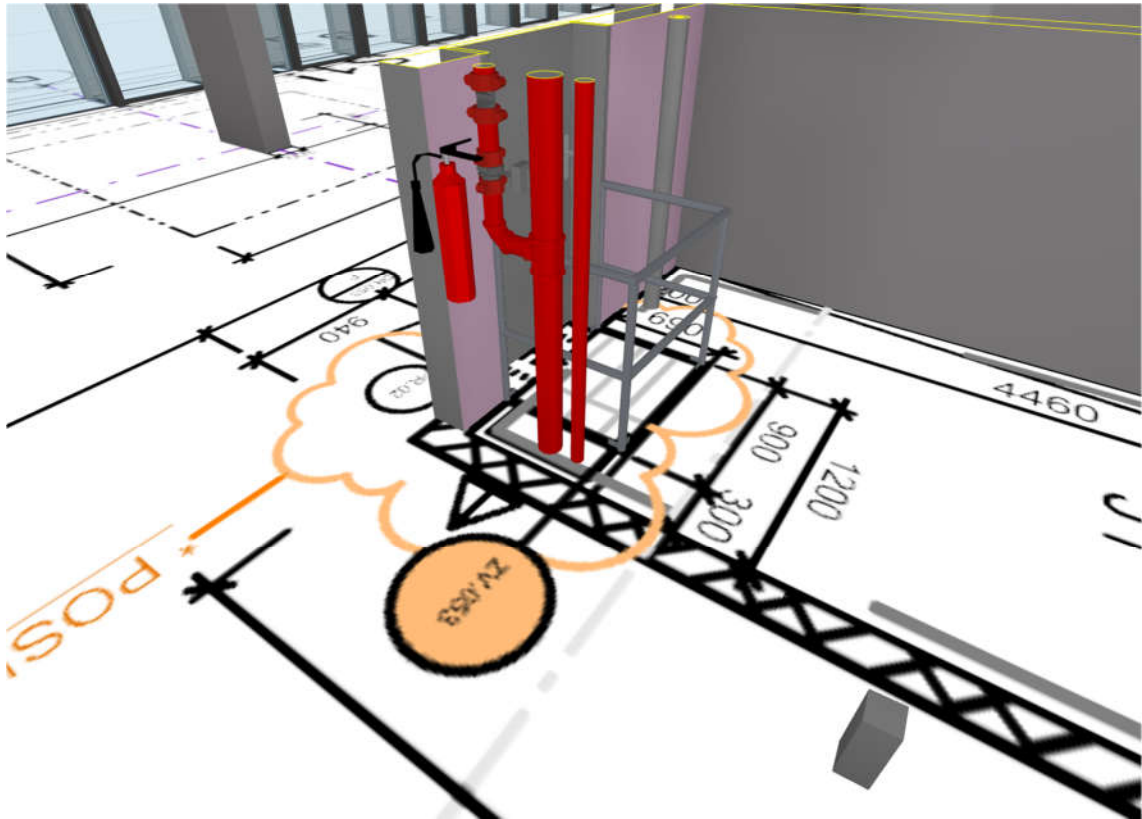
Níže představované výstupy jsou ukázkou využití těchto nástrojů na reálně realizovaných a připravovaných projektech. Tvůrcem zpracování výstupů, vyjma FM, pro potřeby této práce je autor a v plném rozsahu budou uvedeny v příloze.

3.1. 2D

Dvourozměrné zobrazení se v rámci BIM prostředí užívá zejména pro pojmenování standartních výkresů a dokumentace. Může se zdát, a velmi často je to i tímto způsobem interpretováno, že s příchodem troj rozměrně zpracovaných projektů, ustoupí klasická papírová dokumentace do pozadí.

Pravdou však stále zůstává, že při realizaci projektů, je klasická dokumentace stále nenahraditelným nástrojem pro předání informací a následnou realizaci techniky při výstavbě. Provádění prací dle modelů, které v klasickém zobrazení neobsahují kótové označení a případné komentáře, je nemožné.

Existují již však nástroje, které umožňují propojení formátu 2D s 3D modelem, aby se maximálně využilo přínosů poskytovaných oběma způsoby zpracování. Toto zobrazení potom poskytuje jasnou představu o realizované konstrukci a napomáhá tak k zlepšení orientace v projektu a zvýšení kvality odváděné práce.



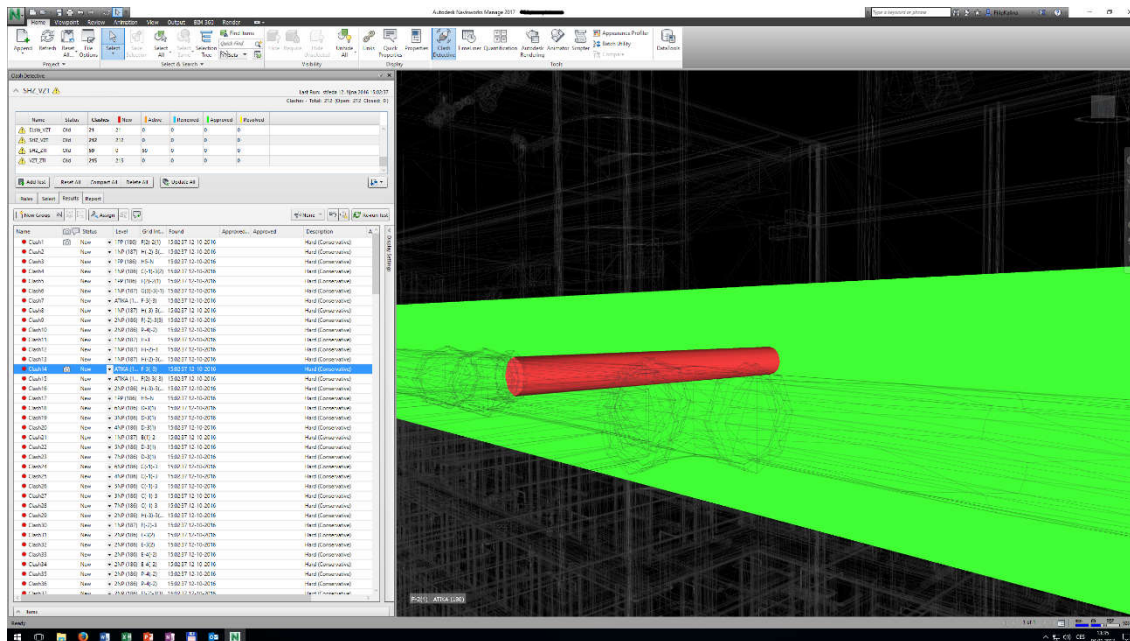
Obrázek č. 15: Propojení standartní dokumentace s modelem

Zdroj: Autor

3.2. 3D

Třetí rozměr, je obecně vnímán pouze jako zobrazení daného projektu v 3D modelu. Využití takto vyhotovených podkladů však nemusí být pouze prezentační.

I přes nedostatečný obsah informací, zakomponovaných do 3D modelu, které by umožnily jeho další využití jako databázového zdroje, lze s pomocí modelu kontrolovat dílčí technická řešení konstrukcí a koordinaci mezi jednotlivými profesemi. Tuto schopnost, známou jako detekce kolizí, obsahují téměř všechny softwarové nástroje bez ohledu na výrobce. Jedná se také o jeden ze základních přínosů BIM technologií pro kontrolu projektů.



Obrázek č. 16: Koordinace – kontrola kolizí

Zdroj: Autor

3.3. 4D

Čtvrtým rozměrem je myšleno propojení jednotlivých prvků a elementů v modelu s externě zpracovaným harmonogramem.

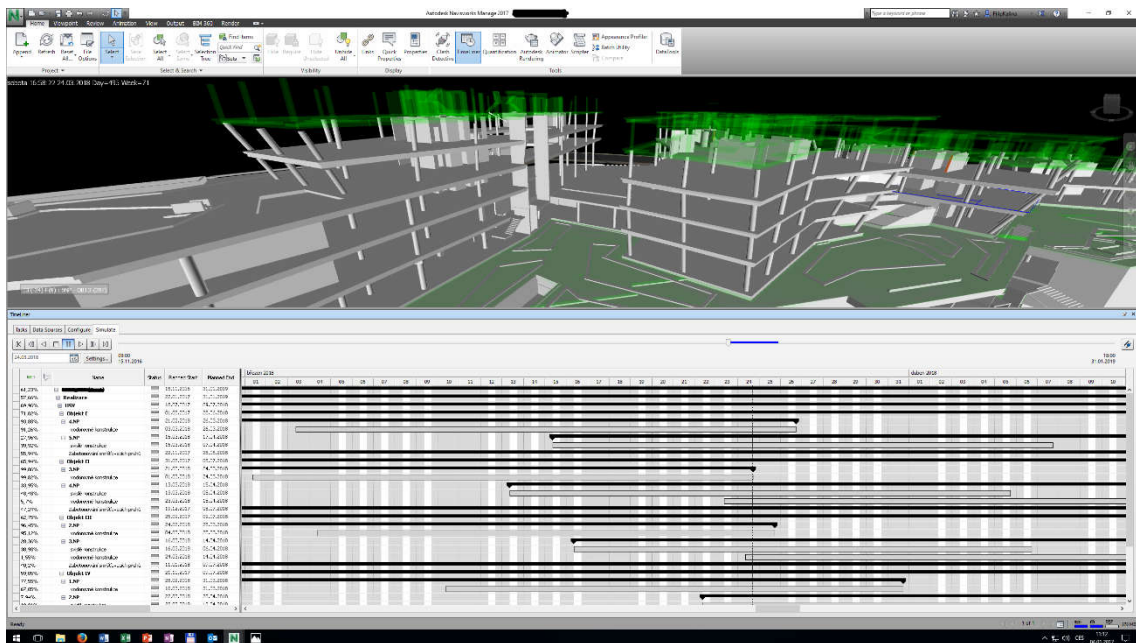
Toto znázornění časového postupu výstavby přináší možnost ověření správnosti harmonogramu nejen po jeho obsahové stránce, ale i po stránce proveditelnosti jednotlivých konstrukcí, či technologických celků. Podrobnost, s jakou budou jednotlivé fáze výstavby v takto vypracovaném modelu zobrazeny, závisí na dvou hlavních faktorech:

- rozčlenění modelu,
- podrobnost harmonogramu.

Rozčlenění a struktura modelu, je rozhodující z hlediska snadného propojení harmonogramu. Pokud je model zpracován dle jednoho ze standardů uvedených v kapitole 2. Datová struktura v BIM prostředí, lze sestavit propojovací pravidla, dle kterých se jednotlivé prvky navzájem identifikují velmi snadno. V případě, že model byl zpracováván nestrukturovaným způsobem a nebyl použit žádný z výše uvedených

způsobů zatřídění, je následné propojení velice časově náročné a ztrácí se tím efektivita, které by jinak bylo možno dosáhnout.

Míra agregace jednotlivých položek v harmonogramu ovlivňuje přímo způsob finálního zobrazení simulace výstavby. Není účelné, vypracovávat harmonogram do nejmenších podrobností, měl by však odrážet reálné technologické požadavky na výstavbu.



Obrázek č. 17: Propojení časového plánu s modelem

Zdroj: Autor

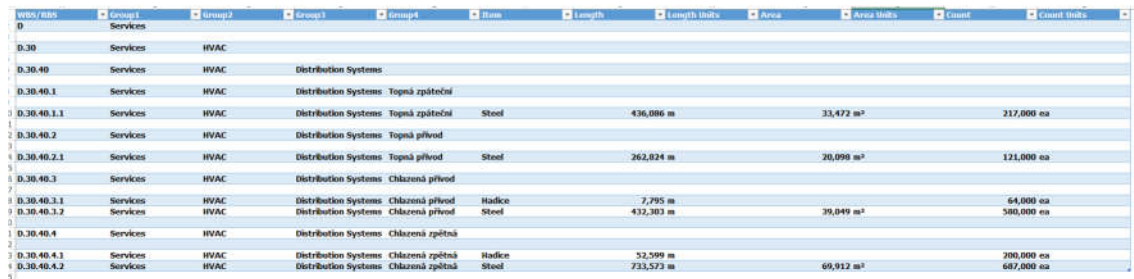
3.4. 5D

Definicí pátého rozměru je propojení a získání informací ekonomického charakteru projektu s již vyhotoveným 4D modelem. Toto propojení se rozděluje do dvou rovin:

- navázání nákladů,
- výkaz výměr.

Propojení finančních nákladů s časovým plánem výstavby umožňuje sledování vývoje cash flow projektu. Přesnost tohoto zobrazení odpovídá míře agregace položek v harmonogramu.

výstupů, stále se však nejedná o klasický výkaz výměr, který je ve většině případů používán.



Item	Group1	Group2	Group3	Group4	Item	Length	Length Units	Area	Area Units	Count	Count Units
0	Services										
0.30	Services	HVAC									
0.30.40	Services	HVAC	Distribution Systems								
0.30.40.1	Services	HVAC	Distribution Systems	Topná zpáteční							
0.30.40.1.1	Services	HVAC	Distribution Systems	Topná zpáteční	Steel	436,086 m		33,472 m ²		217,000 ea	
0.30.40.2	Services	HVAC	Distribution Systems	Topná přívod							
0.30.40.2.1	Services	HVAC	Distribution Systems	Topná přívod	Steel	262,824 m		20,098 m ²		121,000 ea	
0.30.40.3	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená přívod							
0.30.40.3.1	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená přívod	Hadice	7,795 m				64,000 ea	
0.30.40.3.2	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená přívod	Steel	432,303 m		39,049 m ²		300,000 ea	
0.30.40.4	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená zpětná							
0.30.40.4.1	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená zpětná	Hadice	52,599 m				200,000 ea	
0.30.40.4.2	Services	HVAC	Distribution Systems	Chlazená zpětná	Steel	733,573 m		69,912 m ²		687,000 ea	

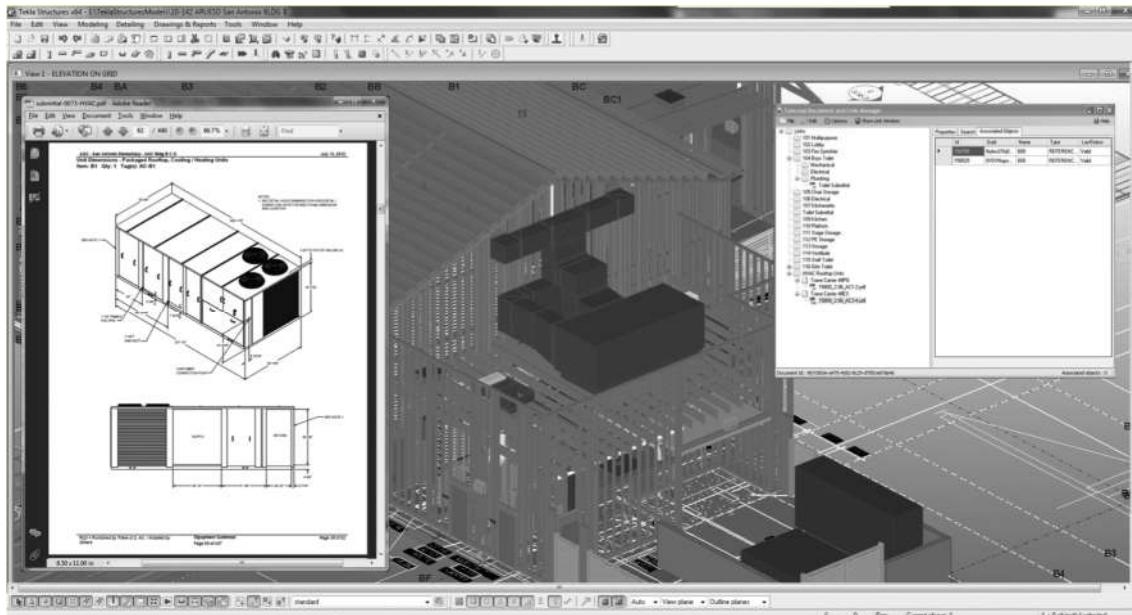
Obrázek č. 20: Výstup výkazu výměr ze softwaru

Zdroj: Autor

3.5. 6D

Posledním, konkrétně uváděným rozměrem, je dimenze popisující dlouhodobou správu a řízení majetku – Facility Management. Rozměry uvedené výše slouží jako cesta, pro naplnění modelu informacemi za účelem sestavení kompletní databáze popisující reálný stav projektu po dokončení. Informace obsažené v takto vyhotoveném modelu by měly obsahovat nejen data o konkrétně instalovaných výrobcích a případných změnách projektu, ale také o požadavcích na údržbu jednotlivých zařízení, revizní plány, informace o vytíženosti místnosti apod.

Přestože se jedná o nejzásadnější využití BIM, které přináší možnost signifikantního snížení nákladů, patří tento rozměr prozatím k nejméně využívanému.



Obrázek č. 21: Technický list s návodem zakomponovaný do modelu

Zdroj: EASTMAN, Charles M. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, str. 169

3.6. n-D

Pojmem n-D se v dnešní době označují veškeré další aplikace, ke kterým lze modely vytvořené v BIM prostředí využívat. Jedná se zejména o problematiku environmentálního hodnocení a případných dopadů na okolní prostředí:

- energetické simulace,
- problematika tepelných ostrovů,
- dopravní vytíženost,
- a další.

Dalším využitím je simulace systému staveb v rámci zkušební provozu. Podrobnost zpracování BIM modelů umožňuje tuto dobu výrazně zkrátit.

3.7. SmartCities – vize budoucnosti

Závěrem kapitoly o využití BIM nástrojů je vhodné nastínit pravděpodobné budoucí využití modelů vyhotovených v BIM prostředí veřejnou správou. Technologie SmartCities se již pilotně testuje v okolních státech na dílčích projektech.

Za zmínku stojí zejména plán Vídně na vytvoření modelu centrálního města pro lepší kooperaci záchranných složek. Dalším využitím je problematika městských kaňonů vznikajících mezi výškovými budovami.

V rámci České republiky se již k této iniciativě připojilo několik měst, která v rámci dotačního programu testují možnosti praktického využití tohoto prostředí.

Problém tak zvaných chytrých měst je velmi obsáhlý a jeho význam bude v budoucnu rapidně narůstat s postupem elektronizace záznamů na úrovni místních a státních správ.

Praktická část

Praktická část této diplomové práce bude zaměřena především na problematiku převedení BIM modelů a výstupů z nich přímo do realizace projektu, konkrétně se zaměřením na přejímky jednotlivých částí konstrukcí a kontrolu kvality.

Systém využívání nástrojů pro práci v BIM prostředí, si již pomalu nachází pevné místo v rámci projekčních prací a předvýrobní přípravě. Využití modelu jako podkladu pro realizaci nebyla prozatím věnována velká pozornost, přestože se jedná o nejkomplicovanější část z pohledu datové náplně BIM modelů.

Důvodem je komplikovanost jednotlivých procesů prováděných v průběhu realizace spojených s jedinečností každého jednotlivého projektu (zejména v pozemní výstavbě). Dalším faktorem, výrazně ovlivňujícím složitost reálného zapojení BIM nástrojů v průběhu realizace, je zdrženlivý přístup technických pracovníků k zavádění nových technologií.

Podklady, ze kterých tato práce vychází, byly zpracovány pro projekt Palmovka Open Park III, IV. Jedná se o pilotní projekt zpracovaný v BIM prostředí, u něhož se testují možné přínosy a rizika spojené s takto realizovanou stavbou.

Jako ukázkový příklad pro porovnání řešení klasickou nebo elektronickou metodou, byla zvolena kontrola výztuže základové desky. Důvodem této volby byl aktuální stav realizovaného projektu.

4. Kontrolní a zkušební plán

Tvorba kontrolních a zkušební plánů na jednotlivé konstrukce patří k jedné z nejdůležitějších činností nejen v průběhu předvýrobní přípravy, ale i při samotné realizaci projektů.

První část kapitoly je věnována klasickému kontrolnímu a zkušebnímu plánu ve fázi přípravy a následné realizace stavby.

Další část je zaměřena na převedení klasického papírového kontrolního a zkušebního plánu, který posloužil jako podklad, do elektronického formátu schopného komunikovat v rámci BIM prostředí.

4.1. Klasický kontrolní a zkušební plán

Kontrolní a zkušební plány se vyhotovují na základě vstupních požadavků jednotlivých prací a konstrukcí. Požadavky, ovlivňující rozsah a podrobnost kontrolního a zkušební plánu, závisí zejména na:

- legislativních požadavcích,
- smluvních ustanoveních,
- komplikovanosti konstrukce,
- technickém řešení,
- technologickém řešení,
- použití materiálů,
- a dalších.

V dnešní době, disponuje již téměř každá renomovaná společnost vlastním systémem kontroly a řízení kvality. S tím je spjata i tvorba obecných formulářů pro kontrolní a zkušební plány, které jsou následně upravovány dle požadavků jednotlivých staveb. Proto lze tvorbu těchto plánů v základu rozdělit na dvě fáze:

- přípravy,
- realizace.

Ve fázi přípravy se jedná zejména o vytipování a nalezení konstrukcí podléhajících vnitřním, případně smluvním, požadavkům na kontrolu kvality. K vybraným konstrukcím se následně přiřazují obecné formuláře popisující jednotlivé kontroly, které je nutné v průběhu provádění vykonat.

Metr@stav a.s.		Kniha kvality				
metr@stav		Kontrolní a zkušební plán	Číslo zakázky: Název zakázky:	KZP: 01		
Divize: 6			Železobetonové monolitické konstrukce		Strana 1 z 3	
Tento KZP je určen pro provedení železobetonové monolitické konstrukce.						
Pol.	Kontrolovaný proces/činnost	Kontrola, zkouška, konstrukce, prvek	Rozsah, místo, způsob a minimální četnost kontrol	Požadovaná kritéria, hodnoty, tolerance	Záznam, min. četnost	Odpovědný pracovník
1	Příprava před zahájením prací	a) Projektová dokumentace b) Technologický postup c) Kontrola vstupních materiálů d) Doložení kvality materiálů	Vizuální kontrola Každý doklad Každá dodávka	a) Odsouhlasena dle PP č. 18/VTR; platnost označena na výkresech b) Aktualizovaný TPo dle PP č. 8/VTR, čl. 7 - předán před zahájením prací c) Převezetí materiálů – kompletnost a kvalita dle PD – zápis přímo na dodacím listu. d) Certifikáty, atesty a Prohlášení o shodě dle Zákona č. 22/1997 Sb., Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. nebo nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 305/2011 (CPR)	Bez záznamu	Přípravář Stavbyvedoucí Mistr D6
2	Bednění a podpěrná lešení	a) Kontrola materiálu b) Čistota bednění c) Nástřik bednění odbedňovacím olejem d) Tuhost a těsnost e) Geometrie f) Prostupy, otvory	Všechna bednění a podpěrná lešení	a) Prohlášení o shodě dle zákona č. 22/1997 Sb. b) bez prachu, vody, zbytků vázácích drátů atd. c) dle návodu na použití, nástřik nesmí mít dopad na kvalitu povrchu d) zajištění stability konstrukce a těsnosti e) Dle ČSN EN 13670 půdorysná poloha bednění ± 25mm odklon od svislice, větší z 15 mm nebo h/400mm	Protokol	Mistr MTS D6

Obrázek č. 22: Kontrolní a zkušební plán – železobetonové monolitické konstrukce

Zdroj: Interní – Formuláře kvality MTS

Realizační fáze poté rozpracovává jednotlivé kontroly do dílčích kontrolních protokolů. Ty podrobně popisují jednotlivé kontrolované činnosti a konstrukce. Dané konstrukce se posuzují pouze ze dvou pohledů:

- shoda,
- neshoda.

Nedostatek je považován za natolik závažnou vadu, že není možné pokračovat v kontrole, dokud nedojde k jeho odstranění. Jejich sledování a řešení popisují jiné dokumenty.

METROSTAV Divize 6	Protokol o kontrole kvality Číslo : PALMOVKA OPEN PARK /BET/VOD/
Akce : PALMOVKA OPEN PARK	Vodorovné konstrukce
KONTROLOVANÁ VODOROVNÁ KONSTRUKCE:	
.....	
I. Příprava pro betonáž	Datum:
<u>Palmovka Open Park/BET/VOD/2 - Bednění 1.stranné:</u> Popis - kontrola materiálu, čistota bednění, nástřik povrchu bednění odbedňovacím olejem, tuhost a těsnost bednění, kontrola prostupů - poloha a světlost, geometrie vybedněné plochy, ukotvení Rozsah - všechna bednění a podpěrná lešení Tolerance - dle ČSN EN 13670, světlý rozměr otvorů ± 25 mm	
shoda*	neshoda*
..... Jméno a podpis mistra	
<u>Palmovka Open Park/BET/VOD/3 - Výztuž:</u> Popis - poloha uložených prutů a styků výztuže, správnost použitých profilů, osazení distanční podložek, kontrola krytí a povrchu, provázanost profilů Rozsah - vizuální kontrola a kontrola měřením veškeré výztuže Tolerance - dle ČSN EN 13670, max. odchylka polohy osy výztuže, vzdálenosti výztuže nebo posunu u desek ±30mm; délka vložek při délce 12m a více ± 100mm, při délce méně než 12m +20mm -15mm, tloušťka krytí výztuže dle PD, tolerance dle KZP.	
shoda*	neshoda*
..... Jméno a podpis mistra	

Obrázek č. 23: Protokol kontroly kvality – železobetonové konstrukce monolitické vodorovné

Zdroj: Interní – Formuláře kvality MTS

Dále je nutné na základě realizačního harmonogramu odpovídajícího dílčím technologickým postupům výstavby sestavit časová plán jednotlivých kontrol. Jednotlivé požadavky se poté rozdělí mezi příslušné pracovníky dle matice odpovědnosti daného projektu.

4.1.1. Provedení kontroly výztuže a prvků instalovaných do bednění

Před samotným provedením kontroly standardní způsobem, je nutné si předpřipravit formulář odpovídající kontrolovaným konstrukcím. Dále je nutné vybavit se odpovídajícím technickým vybavením:

- fotoaparátem (mobilním zařízením s fotoaparátem požadované kvality),
- měřícím zařízením.

Výše zmiňované vybavení neodpovídá kompletním požadavkům kontrolního a zkušebního plánu, ale pouze části věnované kontrole výztuže a přidružených instalovaných prvků do bednění.

Pro zaznamenání obrazové dokumentace bylo použito mobilní zařízení, konkrétně firemní tablet SAMSUNG Galaxy Tab S2.

Pro kontrolu geometrických požadavků na uložení jednotlivých prvků byl použit standardní svinovací metr délky 5m do společnosti FCP.



Obrázek č. 24: Specifikace použitého měřícího zařízení

Zdroj: Autor

Zaznamenání výsledků kontroly se provádí standardním ručním zápisem do předpřipraveného formuláře, kde následně odpovědná osoba ztvrdí výsledek kontroly vlastnoručním podpisem.

Níže je uveden výřez kontrolního protokolu. Jeho kompletní forma bude uvedena v příloze.

METROSTAV	Protokol o kontrole kvality
Divize 6	Číslo : PALMOVKA OPEN PARK /BET/VOD/
Akce : PALMOVKA OPEN PARK	Vodorovné konstrukce

KONTROLOVANÁ VODOROVNÁ KONSTRUKCE:
Základová deska tl. 450 mm
kontrola provedena v 1.P.P. v oblasti výstředního rohu
a Libeňských mostů

1. Příprava pro betonáž **Datum:**

Palmovka Open Park/BET/VOD/2 - Bednění 1.stranné:
Popis - kontrola materiálu, čistota bednění, nástřik povrchu bednění odbedňovacím olejem, tuhost a těsnost bednění, kontrola prostupů - poloha a světlos, geometrie vybedněné plochy, ukotvení
Rozsah - všechna bednění a podpěrná lešení
Tolerance - dle ČSN EN 13670, světlý rozměr otvorů ± 25 mm

shoda* neshoda* Kalina Filip *KLF*
Jméno a podpis mistra

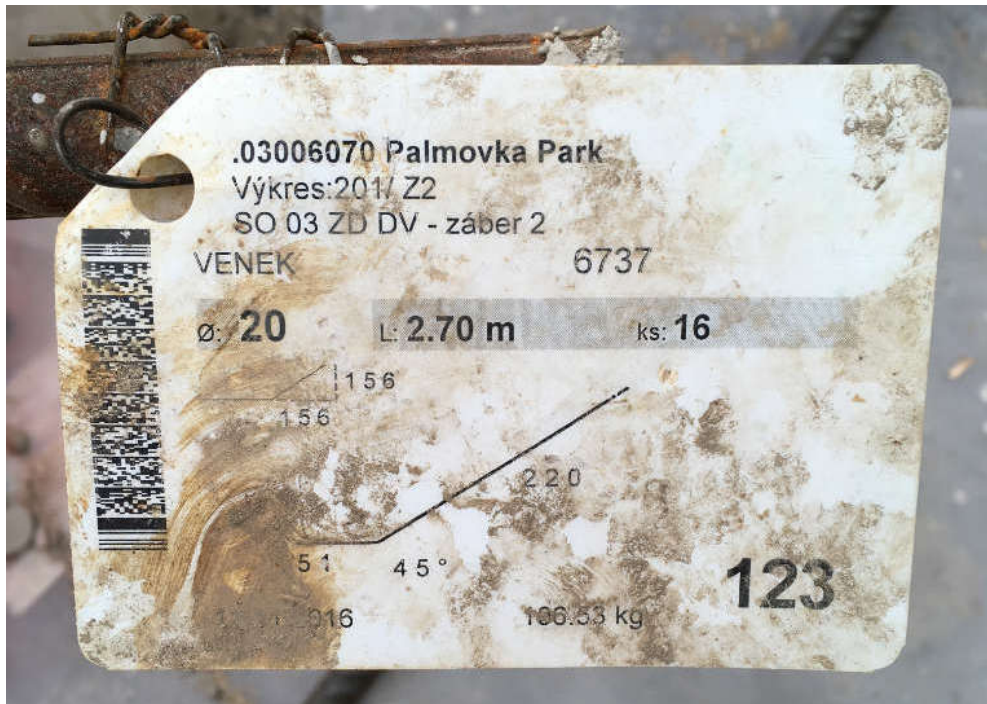
Palmovka Open Park/BET/VOD/3 - Výztuž:
Popis - poloha uložených prutů a stýků výztuže, správnost použitých profilů, osazení distanční podložek, kontrola krytí a povrchu, provázanost profilů
Rozsah - vizuální kontrola a kontrola měřením veškeré výztuže
Tolerance - dle ČSN EN 13670, max. odchylka polohy osy výztuže, vzdálenosti výztuže nebo posunu u desek ±30mm; délka vložek při délce 12m a více ± 100mm, při délce méně než 12m +20mm -15mm, tloušťka krytí výztuže dle PD, tolerance dle KZP.

shoda* neshoda* Kalina Filip *KLF*
Jméno a podpis mistra

Obrázek č. 25: Vyplněný protokol kontroly kvality – železobetonové konstrukce monolitické vodorovné

Zdroj: Interní – Formuláře kvality MTS, vyhotovení autor

Po zkontrolování požadovaných hodnot je následně nutné vyhotovit odpovídající fotodokumentaci kontrolovaných konstrukcí.



Obrázek č. 26: Fotografie štítku osazované výztuže

Zdroj: Autor

Nyní je možné přistoupit ke zpracování a vyhodnocení kontroly.

4.1.2. Zpracování a vyhodnocení kontroly

Před samotným postoupením kontroly k vyhodnocení a zaznamenání do knihy kvality, je nutné nejprve zpracovat data získaná přímo na místě kontroly.

Prvním krokem se zápis kontroly provedené klasickým způsobem posouvá do elektronického prostředí, formou skenovaného dokumentu. K tomuto dokumentu se následně přiřazuje odpovídající fotografie s jasně identifikovatelným popisem.

Posledním krokem je předání takto sestaveného dokumentu pro zpracování v rámci systému kontroly a řízení kvality. Následně dojde k jeho zařazení k dokumentům stavby a do knihy kvality daného projektu.

Vyhodnocování kontroly poté probíhá na základě údajů manuálně zanesených do předem určených tabulek.

4.2. Elektronický kontrolní a zkušební plán

Tato kapitola bude věnována zpracování a převedení klasického kontrolního a zkušebního plánu do elektronického prostředí.

Důraz bude kladen především na tvorbu, problematiku správného nastavení funkcí a intuitivního ovládání.

4.2.1. Forma zpracování

Předtím, než bylo přistoupeno k samotnému vytvoření elektronické verze kontrolního a zkušebního plánu, bylo zapotřebí rozhodnout dva základní problémy:

- samostatné řešení,
- řešení v rámci aplikace.

Samostatné řešení

Tímto způsobem převedení kontrolního a zkušebního plánu do elektronického prostředí je myšleno samostatně programovatelné prostředí, ve kterém budou nastaveny odpovídající funkce dle vstupních požadavků.

Tato forma tvorby aplikací a jejich následné využití není již v dnešní době příliš aplikovatelné, a to z důvodu širokého portfolia zařízení a systémů, které by měly být schopné dané řešení zobrazit.

Řešení v rámci aplikace

V dnešní době se jedná o nejvíce rozšířenou formu tvorby dílčích nástrojů, jelikož téměř každá softwarová firma má uvolněnou vývojářskou část, kde je možné v rámci API vytvářet personifikované funkce a řešení.

Hlavním rozdílem, oproti výše zmíněnému je fakt, že pracovní prostředí v dílčích aplikacích je částečně omezené a umožňuje práci pouze s určitou sadou funkcí a protokolů.

Z výše zmíněných možností vývoje elektronického nástroje pro kontrolu kvality, se autor rozhodl pro druhou variantu. Hlavními faktory ovlivňujícími toto rozhodnutí bylo:

- adaptace na rozdílná zařízení,
- certifikace pro spolupráci mezi softwary.

Prvním bodem je myšlen zejména přístup k instalaci mateřské aplikace na zařízení fungující pod rozdílnými operačními systémy (Android, iOS). Aby bylo možné instalovat danou aplikaci do zařízení, je nutné mít certifikaci pro přístup do jednotlivých instalačních portálů (Google Play, App Store, Windows Store). Tuto službu je ovšem samostatně poměrně obtížné získat (zejména pro App Store). Dalším významným příspěvkem hovořícím pro tento způsob řešení je potřeba spolupráce v on-line a off-line režimu.

Druhý bod představuje certifikace pro práci v rámci CDE. V situaci, kdy bude daná kontrola vyhotovena, je žádoucí, aby bylo možné její výstupy dále bezproblémově zpracovávat v rámci datového prostředí. Tím je myšlena zejména schopnost navázat takto zaznamenané kontroly přímo na datový BIM model, aniž by bylo nutné dále transformovat poskytovaná a exportovaná data.

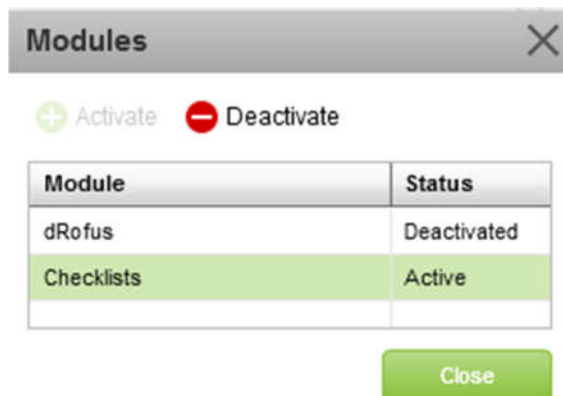
Dle výše zmíněných parametrů byla po uvážlivém rozhodování a testování jednotlivých aplikací schopných komunikovat a zpracovávat data z BIM prostředí vybrána dánská aplikace Dalux Field.

Rozhodujícími parametry byla spolupráce skrze nativní i transformované datové formáty společně s možností maximální volnosti vývoje a personifikace dle požadavků MTS.

4.2.2. Proces vývoje

Vzhledem k již existujícímu podkladu zpracovaného kontrolního a zkušebního plánu v klasickém formátu, bylo hlavní výzvou při vytváření aplikace nalezení vhodných protokolů a funkcí, které by umožnily co nejsnadnější práci s takto vytvořeným kontrolním a zkušebním plánem. Dalším důležitým bodem bylo vytvoření odpovídajícího workflow, které by zaručovalo automatické sdílení dokumentů a komunikaci.

Prvním krokem při vytváření elektronické podoby kontrolního a zkušebního plánu bylo zprovoznění počátečního modulu v aplikaci Dalux Field.



Obrázek č. 27: Aktivace modulu pro tvorbu kontrolního a zkušebního plánu

Zdroj: Autor

Podstatou tohoto modulu bylo, že neměl předdefinována žádná pole a umožňoval tím rozsáhlou modifikaci pracovního prostředí.

Základní schéma pracovního modulu bylo získáno od dánské společnosti Dalux. Následné modifikace a konkrétní personifikace funkcí již bylo provedeno v režii autora.

Dalším krokem po zpřístupnění prostředí k modifikacím bylo nastavení počátečního schématu, dle kterého budou jednotlivá datová pole a vazby mezi nimi procesovány.

Text	Type	Details
------	------	---------

Obrázek č. 28: Základní rozvržení datových polí

Zdroj: Autor

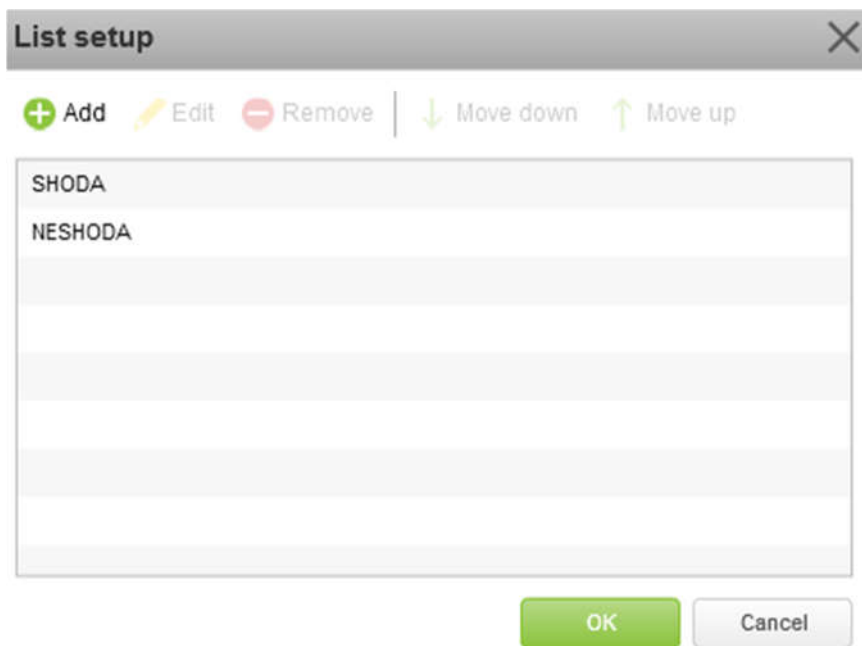
V takto specifikovaném rastru, lze již volně nastavovat a specifikovat jednotlivé funkce, dle kterých bude výsledná modifikace aplikace fungovat.

Následující krok specifikuje požadované funkce a jejich základní nastavení. Jednoznačným požadavkem, který vyplývá ze vzorového kontrolního a zkušebního plánu, je výběr hodnocení provedené kontroly. Tudíž je nutné nastavit primární rozbalovací funkci s podtituly:

- shoda,

- neshoda.

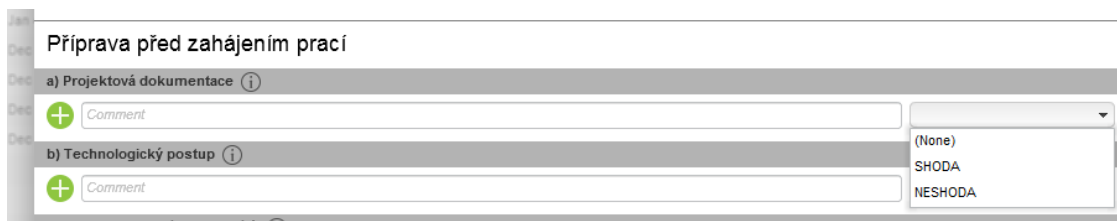
Protokol, kterým se v datovém prostředí specifikuje výše popsané rozhraní, se nazývá „List“. Umožňuje dále specifikovat datová pole, do nichž je možné vložit podtitul hodnocení shoda, neshoda.



Obrázek č. 29: Nastavení rozbalovaných hodnotících polí

Zdroj: Autor

Z obrázku je patrná další výhoda otevřeného modulu, přestože základní tvorba je lokalizována příkazy a komunikací v anglickém jazyce, specifikace jednotlivých finálních výstupů je již reprezentována v českém jazyce. Níže je uvedena ukázka finálního zobrazení rozbalovací nabídky.



Obrázek č. 30: Finální zobrazení rozbalovaných hodnotících polí

Zdroj: Autor

Po nastavení primárních je již možné přistoupit k samotnému informačnímu obsahu jednotlivých požadovaných kontrol.

Důležitým faktorem toho kroku je nutnost správného převodu informací z klasického kontrolního a zkušebního plánu do aplikačního prostředí. Při špatném nastavení komunikace mezi jednotlivými poli, by mohlo dojít k nežádoucí degeneraci finálního zobrazovaného výstupu. Zde je rozhodující rozdělení informací na dvě skupiny:

- popis a název kontroly,
- způsob a hodnoty kontrolovaných informací.

Převod popisu a názvu kontroly patřil k nejjednodušší fázi elektronizace kontrolního a zkušebního plánu, jelikož se jednalo o pouhé převedení textu do standardně zobrazovaného textového pole. Podrobnější struktura členění jednotlivých kontrol (Text field) se poté vytvářela za pomoci nástroje určujícího posloupnost dělení dle nadřazených klíčových nadpisů (Header).



Header		
Text	Type	Details
Data fields		
Text	Type	Details

Obrázek č. 31: Struktura třídění dle klíčových nadpisů

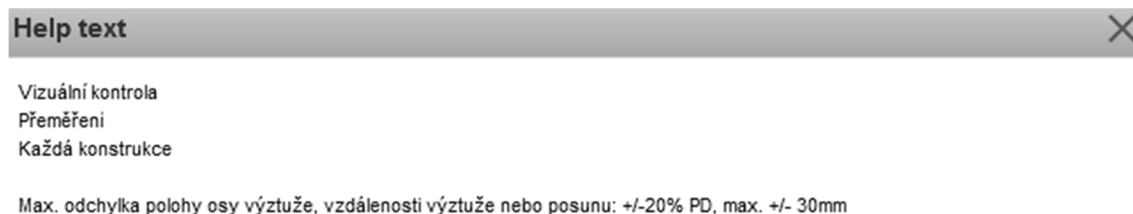
Zdroj: Autor

Nalezení postupu přiřazení jednotlivých poradních polí, ve kterých jsou specifikovány informace, popisující způsob a kontrolované hodnoty, patřilo naopak k nejnáročnější fázi vývoje. Problémem nebyl jen rozsah informací potřebných ke správnému provedení kontroly, ale i způsob a zobrazení takto zakomponovaných informací.

Prvotní představa napojení specifikací jakožto podfunkci nadpisu, se ukázala jako chybná, jelikož protokol zaručující správné zobrazení informací měl problém s rozeznáním důležitosti a z toho plynoucí nadřazenosti jednotlivých informací. Následkem tohoto řešení byl kompletní rozpad podrobnější struktury členění jednotlivých zkoušek.

Druhý testovaný postup, jenž se nakonec ukázal jako správný, byl způsob definování informací v datovém poli nikoliv v návaznosti na nadpis nebo pod nadpis, ale jako stručně

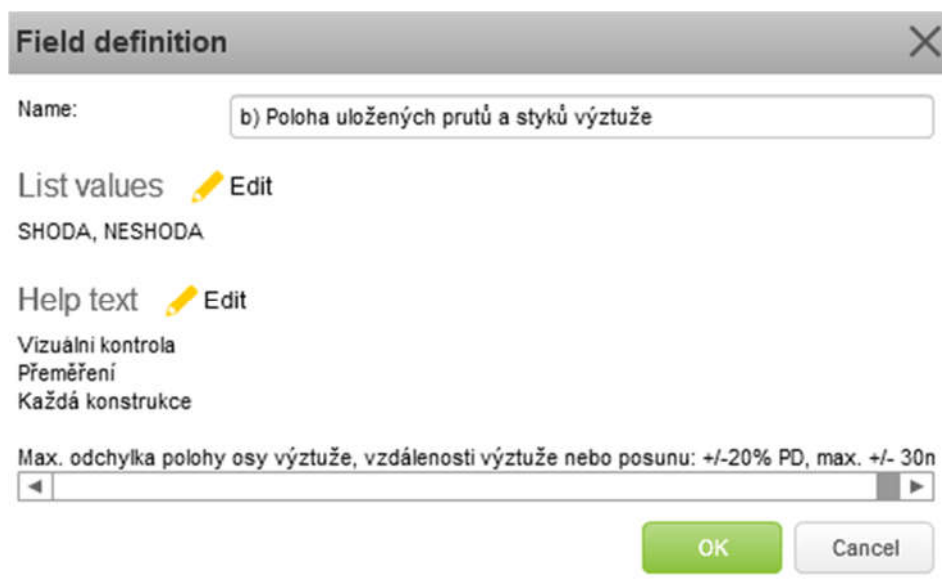
zapsané pole označené zástupnou funkcí (Help Text). Toto pole se primárně využívá pro zaznamenání poznámek a rychlých poznatků v rámci tvorby jednotlivých funkcí v aplikaci Dalux. Při správném přiřazení do datového pole s názvy jednotlivých zkoušek, je možné využít tohoto nástroje pro snadné zobrazení informací nutných pro správné provedení kontroly.



Obrázek č. 32: Způsob a kontrolované hodnoty

Zdroj: Autor

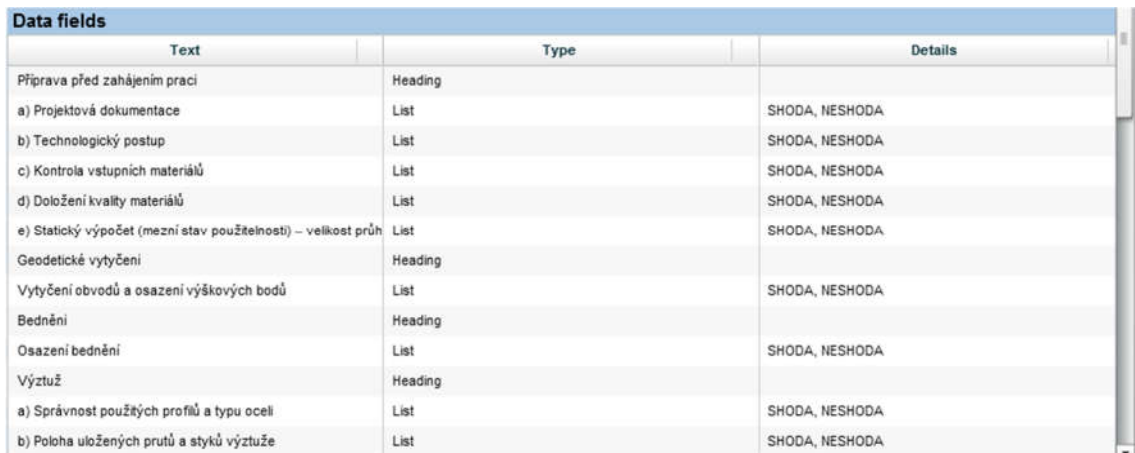
Výše zmíněné jednotlivé kroky vedou dohromady k sestavení kompletního nastavení jednoho datového pole, které bude obsahovat veškeré informace nutné ke správnému provedení kontroly.



Obrázek č. 33: Kompletní definice datového pole

Zdroj: Autor

Ve fázi, kdy jsou již definovány všechny jednotlivé kontroly a jim příslušná datová pole se svými postupy, je možné zobrazit kompletní seznam datových polí pro jejich následnou editaci.



Text	Type	Details
Připrava před zahájením prací	Heading	
a) Projektová dokumentace	List	SHODA, NESHODA
b) Technologický postup	List	SHODA, NESHODA
c) Kontrola vstupních materiálů	List	SHODA, NESHODA
d) Doložení kvality materiálů	List	SHODA, NESHODA
e) Statický výpočet (mezí stav použitelnosti) – velikost pruhů	List	SHODA, NESHODA
Geodetické vytyčení	Heading	
Vytyčení obvodů a osazení výškových bodů	List	SHODA, NESHODA
Bednění	Heading	
Osazení bednění	List	SHODA, NESHODA
Výztuž	Heading	
a) Správnost použitých profilů a typu oceli	List	SHODA, NESHODA
b) Poloha uložených prutů a styků výztuže	List	SHODA, NESHODA

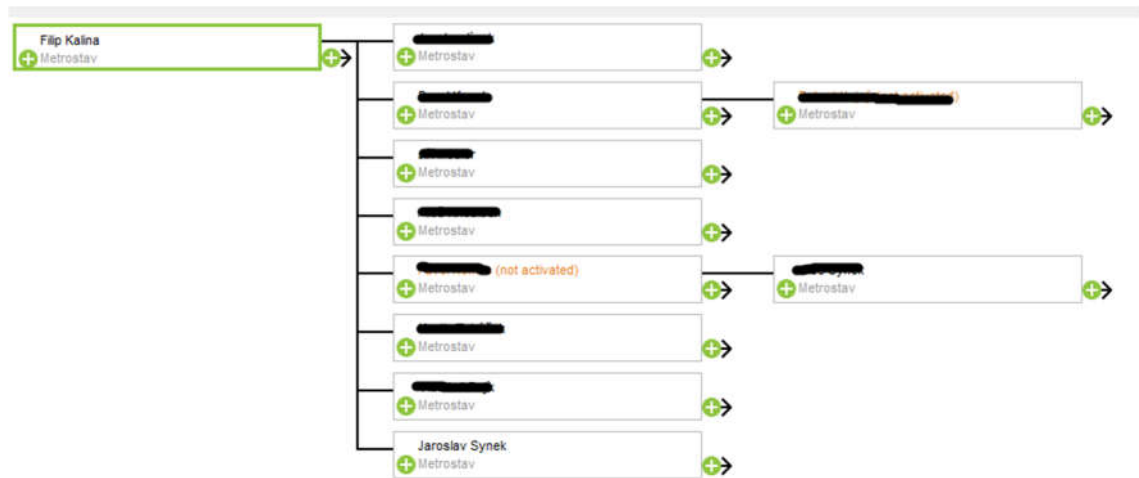
Obrázek č. 34: Seznam definovaných datových polí s popisem

Zdroj: Autor

Toto zobrazení je již jednoduše editovatelné. Výhodou finálního, snadně editovatelného popisu jednotlivých datových polí je fakt, že dílčí úpravy může již vykonávat pracovník po vstupním školení a se základní znalostí výpočetní techniky.

Finálním krokem, nutným ke správnému fungování výše popsaného převedení kontrolního a zkušebního plánu, je vytvoření projektového schématu. Schéma by mělo být zjednodušeným obrazem projektové matice odpovědnosti, popisující jednotlivé úkony a pozice v průběhu realizace projektu.

Dobře nastavená projektová struktura zaručí automatickou distribuci, archivaci a připomínky ke schválení jednotlivých dokumentů dle předem specifikovaných vazeb.



Obrázek č. 35: Projektová struktura se znázorněním vazeb

Zdroj: Autor

4.2.3. Provedení pilotní kontroly výztuže a prvků instalovaných do bednění

Příprava na provedení kontroly, za pomoci elektronického kontrolního a zkušebního plánu v prostředí aplikace Dalux Field, je obdobná, jako při provedení za užití klasického kontrolního a zkušebního plánu. Viz kapitola 4.1..

Rozdíl je pouze při přípravě podkladů v rámci BIM prostředí. Jelikož projekt, na kterém se provádí pilotní testování, je zpracován právě za pomoci této metodiky, lze s výhodou použít pokročilé funkce propojení jednotlivých vytvářených dokumentů přímo s modelem. Při identifikaci jednotlivých konstrukcí, jež je nutné kontrolovat, lze již předem definovat, které konstrukce mají projít kontrolním systémem.

Následně dle projektové struktury bude vytvořen požadavek na daného pracovníka, s místem a časem provedení konkrétní kontroly.



Obrázek č. 36: Určení místa plánované kontroly

Zdroj: Autor

Tím je ukončena fáze přípravy a lze přejít k přímému provedení kontroly.

Pro provedení kontroly byl pro účely měření, obdobně jako v předcházející kapitole, použit svinovací metr FCP. Viz kapitola 4.1.. Pro zaznamenání byly nyní však vybrány dvě zařízení.

V rámci pilotního testování zobrazení elektronického kontrolního a zkušebního plánu na rozdílných platformách byly zvoleny:

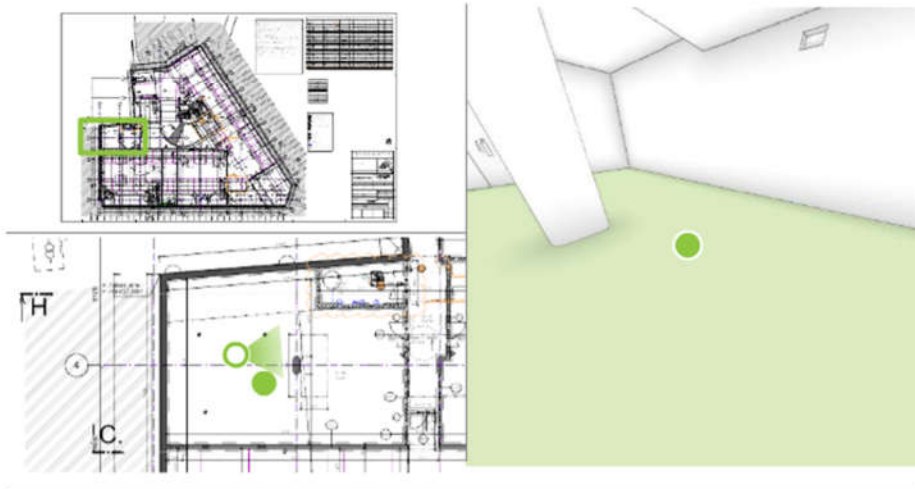
- SAMSUNG Galaxy Tab S2
- iPhone SE

Jednotlivá zobrazení kontrolního a zkušebního plánu na dílčích zařízeních jsou vyobrazena v příloze.

Provedení samotné kontroly za pomoci mobilních zařízení je poté již velmi snadné a intuitivní. Po identifikaci místa prováděné kontroly se automaticky vygeneruje hlavičkový záznam s popisem a umístěním.

B7 Monolitické betonové konstrukce bez zvl. požadavků – vodorovné kce

Project	Testování	Created by	Filip Kalina
Project no.	-	Created	středa 4. ledna 2017 9:31:27
Building	Testování	Created by	Filip Kalina
Level	-01PP	Modified	středa 4. ledna 2017 9:31:27
Drawing	D1.1-300 R01 - Půdorys 01PP	Status	Started
Room	SKLAD 53		
Building part type	Floors		
Building part	ZÁKL. DESKA 450 vsb		



Obrázek č. 37: Identifikace místa konkrétní kontroly

Zdroj: Autor

Následně lze již přistoupit k samotnému vyhotovení záznamu o kontrole. Intuitivní postup vyplnění, umožňuje jednoduché znázornění shody/neshody a případné doplnění poznámky k popisu.



Obrázek č. 38: Identifikace místa konkrétní kontroly

Zdroj: Autor

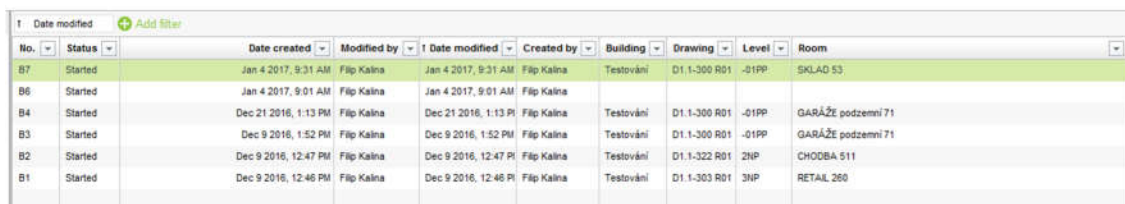
Jak je z výše uvedeného obrázku patrné, fotografie kontrolovaných konstrukcí se po vyfotografování automaticky přiřazují k dané kontrole.

Popsaný postup kontroly probíhá vzhledem k možnostem internetového připojení přímo na staveništi v off-line režimu. Nyní lze přistoupit ke zpracování a vyhodnocení provedené kontroly.

4.2.4. Zpracování a vyhodnocení pilotní kontroly

Vzhledem k formě provedení kontroly, která je postavena na předem definovaném formulářovém rozhraní, odpadá nutnost následného zpracovávání do jednotné struktury. Celkový výstupní formulář kontroly je uveden v příloze.

Pro zpracování a odeslání výstupu vyhotovené kontroly, je nutné připojit mobilní zařízení k internetu. To po odsouhlasení zahájí postupnou synchronizaci provedených kontrol jednotlivých konstrukcí s databází všech kontrol provedených v rámci tohoto projektu.



No.	Status	Date created	Modified by	Date modified	Created by	Building	Drawing	Level	Room
B7	Started	Jan 4 2017, 9:31 AM	Filp Kalina	Jan 4 2017, 9:31 AM	Filp Kalina	Testování	D1.1-300 R01	-01PP	SKLAD 53
B6	Started	Jan 4 2017, 9:01 AM	Filp Kalina	Jan 4 2017, 9:01 AM	Filp Kalina	Testování	D1.1-300 R01	-01PP	GARÁŽE podzemní71
B4	Started	Dec 21 2016, 1:13 PM	Filp Kalina	Dec 21 2016, 1:13 PM	Filp Kalina	Testování	D1.1-300 R01	-01PP	GARÁŽE podzemní71
B3	Started	Dec 9 2016, 1:52 PM	Filp Kalina	Dec 9 2016, 1:52 PM	Filp Kalina	Testování	D1.1-322 R01	2NP	CHOUBA 511
B2	Started	Dec 9 2016, 12:47 PM	Filp Kalina	Dec 9 2016, 12:47 PM	Filp Kalina	Testování	D1.1-303 R01	3NP	RETAIL 260
B1	Started	Dec 9 2016, 12:46 PM	Filp Kalina	Dec 9 2016, 12:46 PM	Filp Kalina	Testování	D1.1-303 R01	3NP	RETAIL 260

Obrázek č. 39: Zpracování kontrolního a zkušebního plánu

Zdroj: Autor

Vyhodnocení probíhá na základě dvoustupňového systému. Prvním stupněm je samotné provedení kompletní kontroly, které nám v položce popisující stav daného dokumentu zobrazí, zda byla již dokončena nebo stále probíhá.

Druhým stupněm vyhodnocení je odsouhlasení takto vyhotovené kontroly pověřeným pracovníkem, který je automaticky obeznámen s dokončením na základě projektové struktury a stanovených odpovědností.

5. Porovnání

Porovnání obou výše zmíněných řešení bude provedeno sumarizací do tabulek. Podkladem pro hodnocení obou řešení byly nejen autorovy zkušenosti z pilotní kontroly,

kteřá byla provedena na zařízení iPhone SE, ale i paralelně prováděné kontroly technickým pracovníkem prostřednictvím zařízení SAMSENG Galaxy Tab S2.

5.1. Klasický kontrolní zkušební plán

Tabulka č. 1: Porovnání kladů a záporů klasického řešení

Č. p.	Klady	Zápory
1.	Finanční náročnost	Časová náročnost provedení kontroly
2.	Snadnost provedené	Časová náročnost zpracování kontroly
3.	Tradičnost nástroje	Procesní zpracování
4.	-	Manipulace s daty
5.	-	Databázová kontrolovatelnost
6.	-	Duplicitní archivace

Zdroj: Vlastní zpracování

Za výhody papírového zpracování kontroly lze považovat jednoduchost zpracování, nižší počáteční náklady spojené s provedením kontroly a také ustálený způsob práce (formulář, na který jsou pracovníci zvyklí).

Mezi hlavní negativa tohoto zpracování patří velká časová náročnost nejen na provedení kontroly, ale také i na následné zpracování získaných dat. Dalším omezujícím faktorem je způsob evidence a zacházení s daty, které je možné databázově využívat pouze v omezené míře a duplicitnost archivovaných dokumentů. V neposlední řadě, zde existuje riziko manipulace s kontrolním formulářem v papírově podobě (například antidatování).

5.2. Elektronický kontrolní a zkušební plán

Tabulka č. 2: Porovnání kladů a záporů elektronického řešení

Č. p.	Klady	Zápory
1.	Rychlost provedení kontroly	Počáteční náklady na převedení stávajících KZP

2.	Rychlost zpracování kontroly	Finanční náročnost aplikací
3.	Jasná identifikace odpovědností	Nutnost tvorba dalších funkcí v rámci implementace
4.	Identifikace místa a času kontroly	Zpracování projektu do datového prostředí
5.	Automatizace procesního zpracování	-
7.	Databázová struktura	-
8.	Manipulace s daty	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Hlavní výhodou elektronicky zpracovaných kontrolních a zkušebních plánů je snížení časové náročnosti potřebné pro vyhotovení a zpracování získaných dat. Další výhodou je automatizace procesních úkonů, které jsou prováděny autonomně na základě předem stanovené projektové struktury. S tím souvisí i jasně daná odpovědnost a identifikace kontrolních pracovníků. Z dlouhodobého hlediska je přínosem i automatické databázové zpracování ukládaných dat a jejich archivace, která umožňuje snadné vyhledávání dle klíčových parametrů uvedených v kontrolním a zkušebním plánu.

I přes zjevné výhody této metodiky, existují i jisté negativní faktory vyplývající z tohoto zpracování. Mezi zásadní negativní faktory patří zejména nutnost převedení kompletní databáze kontrolních a zkušebních plánů do elektronické podoby. S tím je spojen vývoj dalších rozšiřujících funkcí v rámci datového prostředí aplikace Dalux Field. V neposlední řadě je nutné zmínit finanční náročnost spojenou se zaváděním softwarového řešení.

5.3. Možnosti vývoje

Závěrečná kapitola bude věnována nastínění možného dalšího vývoje. Testování elektronického zpracování kontrolního a zkušebního plánu je teprve v počáteční fázi, bylo zahájeno ke konci roku 2016.

Prozatím jsou v aplikaci zpracovány pouze kontroly pro vodorovné monolitické konstrukce. Jak je zmíněno výše, pro implementaci dalších kontrolních a zkušebních plánů je zapotřebí rozvinout stávající strukturu platformy o další funkce. V rámci

konkrétního vývoje se aktuálně pracuje na zprovoznění nástroje pro kontrolu naměřených hodnot, který by barevným způsobem vyjadřovala správnost zjištěných dat. Jedná se o tak zvaný „*semafor*“, kdy:

- Červená – překročení požadovaných hodnot,
- Zelená – splnění požadovaných hodnot,
- Oranžový – naměřené hodnoty jsou na hranici akceptovatelnosti.

Dokončené a pilotní testování tohoto nástroje se očekává v průběhu března 2017.

Závěr

Tato práce se zabývá problematikou převedení dokumentů, konkrétně kontrolního a zkušebního plánu monolitických vodorovných konstrukcí, z klasického papírového provedení do elektronické podoby, která je schopna komunikace skrze BIM datové prostředí. Výstupní data použité v diplomové práci byla získána při realizaci pilotního projektu připravovaného v BIM prostředí Palmovka Open Park III, IV.

První část práce je zaměřena především na obecný popis BIM prostředí, definování jednotlivých pojmů a objasnění skutečností souvisejících s touto oblastí.

Pozornost byla věnována především datové struktuře zpracování jednotlivých informací k dílčím prvkům a elementům v 3D prostředí. Forma datové struktury a její uspořádání má rozhodující vliv na kvalitu a využitelnost BIM modelů pro jejich následné zpracování v průběhu předvýrobní přípravy projektu. V případě nesprávného nastavení nebo nenastavení odpovídající datové struktury, je prakticky nemožné efektivně využívat nástrojů a možností, které práce v BIM prostředí umožňuje.

Z informací uvedených ve třetí kapitole lze usuzovat, že problematika datové struktury je naprosto určujícím faktorem, který ovlivňuje efektivitu práce v BIM prostředí. Nicméně, i v rámci 3D modelu je možné využít nástroje pro kontrolu koordinace mezi jednotlivými profesemi, který je i bez datového zázemí velkým přínosem pro realizaci stavby a odstranění chyb ještě ve fázi přípravy.

Praktická část byla rozdělena do dvou samostatných celků. První z nich byla věnována provedení kontroly základové desky klasickým způsobem, tedy papírovým formulářem kontrolního a zkušebního plánu. Následně bylo provedeno zpracování a vyhodnocení získaných dat ze stavby. Kontrola s výstupem formuláře v papírově podobě byla nutná z důvodu získání relevantních dat pro porovnání pracnosti a časové náročnosti s elektronicky zpracovaným formulářem kontrolního a zkušebního plánu.

Následuje část práce s detailním popisem způsobu převedení kontrolního a zkušebního plánu do elektronické podoby za použití datového prostředí aplikace Dalux Field. I přes snadnou orientaci v aplikaci Dalux Field, bylo správné převedení dat z papírového formuláře do datového prostředí poměrně komplikované. Hlavním

důvodem komplikací s převedením bylo nalezení vhodných funkčních nástrojů, které by nejlépe odpovídaly původnímu zpracování. V rámci udržení kontinuity struktury výstupu dat z kontroly, bylo nutné co nejpřesněji zachování původní podoby papírového formuláře. V souvislosti s elektronizací kontrolního a zkušebního plánu byly odhaleny i dílčí nedostatky, jejichž řešení v klasické papírové podobě bylo administrativně velmi náročné. Získané podněty budou dále zpracovány v rámci interní revize kontrolního a zkušebního plánu.

Závěrečným výstupem diplomové práce je vzájemné porovnání procesu kontroly základové desky na projektu Palmovka Open Park III, IV. Údaje uvedené v tabulkách s klady a zápory obou variant byly získány na základě vlastních zkušeností a konzultací s odbornými pracovníky v oblasti kontroly kvality betonových konstrukcí.

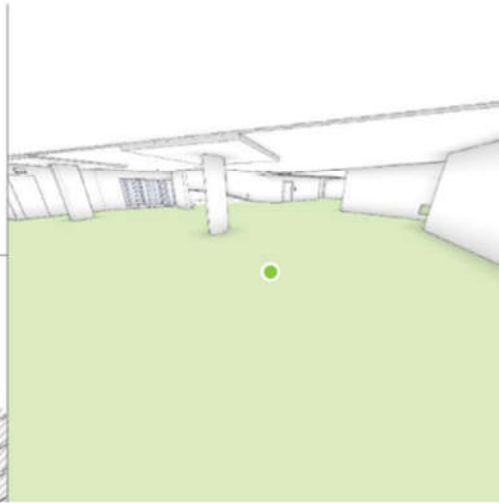
Dle uvedených specifikací jednotlivých kladů a záporů uvedených u obou variant (viz kapitola 5.1) lze usoudit, že za předpokladu kvalitního převedení kontrolního a zkušebního plánu do elektronické podoby, je možné dosáhnout zvýšení efektivity práce. Ke zvýšení efektivity práce dojde zejména v oblasti zpracování informací získaných při kontrole a jejich následné distribuci v rámci systému řízení kvality.

Přílohy:

B3

Monolitické betonové konstrukce bez zvl. požadavků – vodorovné kce

Project:	Testování	Created by:	Filip Kalina
Project no.:	-	Created:	December 9 2016, 1:52 PM
Building:	Testování	Last modified by:	Filip Kalina
Level:	-01PP	Last modified:	December 9 2016, 1:52 PM
Drawing:	D1.1-300 R01 - Púdorys 01PP	Status:	Started
Room:	GARÁŽE podzemní 71		
Building part type:	Floors		
Building part:	ZÁKL. DESKA 450 vsb		



Příprava před zahájením prací

a) Projektová dokumentace - Odsouhlasena dle PP č.18/VTR; platnost označena na výkresech <i>Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM</i>	SHODA
● QA2 Test	
b) Technologický postup - Aktualizovaný TPO Dle PPč.8/VTR, čl. 7 předán před zahájením prací. <i>Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM</i>	SHODA
c) Kontrola vstupních materiálů - Převzetí materiálů – kompletnost a kvalita dle PD – zápis přímo na dodacím listu. <i>Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM</i>	SHODA
d) Doložení kvality materiálů - Certifikáty, atesty a Prohlášení o shodě dle NV č. 163/2002 Sb. nebo Prohlášení o vlastnostech dle EU 305/2011. <i>Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM</i>	SHODA
e) Statický výpočet (mezí stav použitelnosti) – velikost průhybu a šířka trhlin - Navržený průhyb nesmí překročit 1/250 rozpětí a musí vyhovovat ostatním požadavkům <i>Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM</i>	SHODA

B3

Monolitické betonové konstrukce bez zvl. požadavků – vodorovné kce

Geodetické vytyčení

Vytyčení obvodů a osazení výškových bodů - Potřebný počet bodů pro přesnou montáž bednění. Soulad s geodetickým protokolem Vytyčení dle PD a ČSN 73 0420-2

SHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM

Bednění

Osazení bednění

SHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM

Výztuž

a) Správnost použitých profilů a typu oceli - Shoda s PD statiky.

SHODA

Neporadek a znecistění

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM



Dec 9 2016, 2:38 PM



Dec 9 2016, 2:38 PM

b) Poloha uložených prutů a styků výztuže

SHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM



Dec 9 2016, 2:40 PM

c) Osazení distanční podložek - krytí výztuže

SHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM

B3

Monolitické betonové konstrukce bez zvl. požadavků – vodorovné kce



Dec 9 2016, 2:40 PM

d) Přejímka výztuže zástupcem objednatele

NESHODA

Neucast

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM

Zabudované prvky, pracovní a dilatační spáry

a) Správný typ a počet prvků

NESHODA

Strhnout pasku

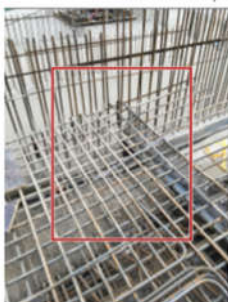
Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM



Dec 9 2016, 2:42 PM



Dec 9 2016, 2:44 PM



Dec 9 2016, 2:44 PM

B3

Monolitické betonové konstrukce bez zvl. požadavků – vodorovné kce

b) Správná poloha

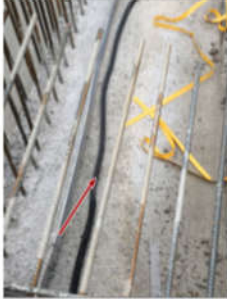
SHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM

c) Dodržení pokynů výrobce

NESHODA

Changed by Filip Kalina, Dec 9 2016, 1:52 PM



Dec 9 2016, 2:46 PM

Dodávka betonové směsi na stavbu

a) Kontrola dodacího listu, soulad

b) Konzistence betonové směsi

c) Teplota betonu

Betonování

a) Teplota vzduchu

● QA4 Test

b) Vizuální kontrola vykládaného betonu

c) Uložení betonové směsi

d) Úprava povrchu

Ošetřování betonu po betonáži

Ošetření betonu

KONTROLOVANÁ VODOROVNÁ KONSTRUKCE:

1. Příprava pro betonáž

Datum:

Palmovka Open Park/BET/VOD/2 - Bednění 1.stranné:

Popis – kontrola materiálu, čistota bednění, nástřik povrchu bednění odbedňovacím olejem, tuhost a těsnost bednění, kontrola
prostupů - poloha a světlost, geometrie vybedněné plochy, ukotvení

Rozsah - všechna bednění a podpěrná lešení

Tolerance - dle ČSN EN 13670, světlý rozměr otvorů ± 25 mm

shoda*

neshoda*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/3 - Výztuž:

Popis - poloha uložených prutů a styků výztuže, správnost použitých profilů, osazení distanční podložek, kontrola krytí a povrchu,
provázanost profilů

Rozsah – vizuální kontrola a kontrola měření veškeré výztuže

Tolerance - dle ČSN EN 13670, max. odchylka polohy osy výztuže, vzdálenosti výztuže nebo posunu u desek ± 30 mm; délka vložek při
délce 12m a více ± 100 mm, při délce méně než 12m +20mm –15mm, tloušťka krytí výztuže dle PD, tolerance dle KZP.

shoda*

neshoda*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/4 - Ostatní zabetonované prvky:

Popis - kontrola kompletnosti a přesnosti osazení dle PD, kontrola upevnění v bednění (Stabox, trubkování elektro, ZTI, atp.)

Rozsah - vizuální kontrola úplnosti, provedení detailů, napojení, pevnosti uchycení všech zabudovaných prvků

Tolerance - dle projektové dokumentace, TP, technických listů výrobků, dle KZP

shoda*

neshoda*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/4 - Pracovní a dilatační spáry:

Popis - odstranění cementového mléka z plochy vodorovné pracovní spáry. Osazení všech prvků do vodotěsné pracovní spáry
(spárové plechy, B systém, expanzní těsnění, lišty do pracovních spar stropů atd.).

Rozsah - vizuální kontrola úplnosti, provedení detailů, napojení, pevnosti uchycení

Tolerance - dle projektové dokumentace, TP

shoda*

neshoda*

Jméno a podpis mistra

METROSTAV

Divize 6

Akce : PALMOVKA OPEN PARK

Protokol o kontrole kvality

Číslo : PALMOVKA OPEN PARK
/BET/VOD/

Vodorovné konstrukce

KONTROLOVANÁ VODOROVNÁ KONSTRUKCE:

Základová deska tl. 450 mm

Kontrola provedení v 1.P.P. v oblasti výhledního rohu

a Libeňského mostu

I. Příprava pro betonáž

Datum:

Palmovka Open Park/BET/VOD/2 - Bednění 1.stranně:

Popis - kontrola materiálu, čisota bednění, rámeček povrchu bednění odbořovacími okraji, tloušťka a sílnost bednění, kontrola prostupů - poloha a světlos,

geometrie vybednění plochy, uložení

Rozsah - všechna bednění a podpěrná lešení

Tolerance - dle ČSN EN 13670, světlý rozstřel otvorů ± 25 mm

shoda*

neshoda*

Kalina Filip *KLF*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/3 - Výztuž:

Popis - poloha ukázaných prutů a stýček výztuže, správnost použitých profilů, osazení distanční podložek, kontrola krycí a povrchu, provázání profilů

Rozsah - vizuální kontrola a kontrola měření velikosti výztuže

Tolerance - dle ČSN EN 13670, max. odchylka pokrytí osov výztuže, vzdálenosti výztuže nebo posazení v deskách ±30mm; délka vláček při délce 12m a více ± 100mm, při délce menší než 12m ±25mm -15mm, tloušťka krycí výztuže dle PD, tolerance dle KZP.

shoda*

neshoda*

Kalina Filip *KLF*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/4 - Ostatní zabetonované prvky:

Popis - kontrola kompletnosti a přesnosti osazení dle PD, kontrola upevnění v bednění (Stabox, trubkování elektro, ZTI, atp.)

Rozsah - vizuální kontrola úplnosti, provedení detailů, napojení, převnosti uchyacení všech zabetonovaných prvků

Tolerance - dle projektové dokumentace, TP, technických listů výrobků, dle KZP

shoda*

neshoda*

Kalina Filip *KLF*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/4 - Pracovní a distanční spáry:

Popis - odstranění cementového mláka z plochy vodorovné pracovní spáry. Osazení všech prvků do vodotěsné pracovní spáry (spárové plochy, B systém, exponované stěny, litvy do pracovních spár stropů atd.).

Rozsah - vizuální kontrola úplnosti, provedení detailů, napojení, převnosti uchyacení

Tolerance - dle projektové dokumentace, TP

shoda*

neshoda*

Kalina Filip *KLF*

Jméno a podpis mistra

Palmovka Open Park/BET/VOD/5 - Účast zástupce objednatele při kontrole - povolení betonáže

Nedický

Datum:

strana 1

metrostav	Kontrolní a zkušební plán	Číslo zakázky:	KZP: 01
		Název zakázky:	
Divize: 6		Železobetonové monolitické konstrukce	
			Strana 1 z 3

Tento KZP je určen pro provedení železobetonové monolitické konstrukce.

Pol.	Kontrolovaný proces/činnost	Kontrola, zkouška, konstrukce, prvek	Rozsah, místo, způsob a minimální četnost kontrol	Požadovaná kritéria, hodnoty, tolerance	Záznam, min. četnost	Odpovědný pracovník
1	Příprava před zahájením prací	a) Projektová dokumentace b) Technologický postup c) Kontrola vstupních materiálů d) Doložení kvality materiálů	Vizuální kontrola Každý doklad Každá dodávka	a) Odsouhlasena dle PP č. 18/VTR; platnost označena na výkresech b) Aktualizovaný TP ₀ dle PPE 8/VTR, čl. 7 - předán před zahájením prací c) Převzetí materiálů – kompletnost a kvalita dle PD – zápis přímo na dodacím listu. d) Certifikáty, atesty a Prohlášení o shodě dle Zákona č. 22/1997 Sb., Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. nebo nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 305/2011 (CPR)	Bez záznamu	Připravatel Stavbyvedoucí Mistr D6
2	Bednění a podpěrná lešení	a) Kontrola materiálu b) Čistota bednění c) Nástřik bednění odbedňovacím olejem d) Tuhost a těsnost e) Geometrie f) Prostupy, otvory	Všechna bednění a podpěrná lešení	a) Prohlášení o shodě dle zákona č. 22/1997 Sb. b) bez prachu, vody, zbytků vazacích drátů atd. c) dle návodu na použití, nástřik nesmí mít dopad na kvalitu povrchu d) zajištění stability konstrukce a těsnosti e) Dle ČSN EN 13670 půdorysná poloha bednění ± 25mm odklon od svislice, větší z 15 mm nebo h/400mm f) poloha a světlý rozměr otvorů ± 25mm	Protokol	Mistr MTS D6
3	Výztuž	a) Správnost profilů b) Poloha výztuže c) Krytí výztuže d) Kontrola povrchu e) Provázanost profilů	Všechna výztuž	a), b), c) soulad s PD b), c) Dle ČSN EN 13670 b) maximálně ± 30mm c) skutečné minimální krytí $\geq \frac{S_{max}}{100} - \Delta$ (S_{max} = jmenovité krytí dle PD, h < 150mm $\Delta = +10$ mm, h = 400mm $\Delta = +15$ mm; záporná $\Delta = -10$ mm) d) výztuž není znečištěna e) řádně svázána a zajištěna proti posunutí	Protokol	Mistr MTS D6
4	Zabetonované prvky (trubkování, zámečnické prvky)	a) průchodky, chráničky, krabice, trubkování b) zárubně	V celém rozsahu konstrukce	a) polohopis a výškopis ± 40 mm, zajištění volného posunu protahovacích drátů v trubkování b) polohopis ± 40mm, výškopis ± 10mm	Protokol	Mistr MTS D6

Příloha č. 3, vydání č. 2, PP č. 32 / VTR

1 / 3

4a	Vodotěsné prvky do betonových konstrukcí	a) těsnící plechy BK b) injektážní hadičky c) křížové plechy ABS d) expanzní těsnění	V celém rozsahu konstrukce	a) rozsah osazení dle PD, přepletování jednotlivých prvků min. 5 cm, zabezpečení polohy přivázáním k výztuži základové desky, zabetonovat do výšky min. 3cm v rámci betonáže základové desky, před zabetonováním odstranit krycí fólii b) rozsah osazení dle PD, umístění do prac. spáry tak, aby překrytí betonem bylo min. 8cm, kotvení k betonové konstrukci cca po 25-30 cm, max. délka jednotlivých hadiček 10m, překrytí jednotlivých kusů hadiček min. 5-8cm c) rozsah osazení dle PD, přepletování jednotlivých prvků min. 5 cm, zabezpečení polohy přivázáním k výztuži, před zabetonováním odstranit krycí fólii d) rozsah osazení dle PD, spojování na <u>typu</u> , zabezpečení polohy kotvením ke konstrukci cca po 25cm, min. překrytí betonem 8cm	Záznam v SD o převzetí a povolení betonáže	Mistr MTS D6
5	Povolení betonáže	Připravenost k betonáži	Všechny betonové konstrukce	povolení betonáže odpovědným zástupcem objednatele	Protokol	Mistr MTS D6
6	Betonáž	a) Dodací list b) Vizuální kontrola směsi c) Teplota vzduchu d) Dodržování TP pro betonáž	Každá dodávka betonu, Všechny betonové konstrukce	a) shoda s PD, označení dle ČSN EN 206-1 b) stejnorodost, vizuálně stejné vlastnosti c) je-l t < 0°C, opatření proti poškození mrazem c) je-l t > 20°C, opatření proti rychlému vysychání d) Provádění jednotlivých činností (betonáž, vibrování, úprava povrchu) dle TP	Protokol	Mistr MTS D6
7	Ošetřování	a) Povrch betonu b) Teplota betonu	Všechny betonové konstrukce (Minimální doba ošetřování dle druhu betonu podle ČSN EN 13670)	a) zajištění pozvolného vypařování vody, zakrytí konstrukce, udržování povrchu betonu ve vlhkém stavu b) teplota betonu nesmí klesnout pod 0, dokud beton nedosáhne pevnosti v tlaku 5 MPa	Protokol	Mistr MTS D6
8	Odbednění	a) svislé konstrukce b) vodorovné <u>koč</u>	Všechny betonové konstrukce	Možno provést až po dosažení dostatečné pevnosti betonu (pro vodorovné konstrukce dobu určuje statik, doporučená hodnota pro svislé konstrukce 5 MPa), obvodové stěny (bilá vana) odbednění 36hod po betonáži. a) odstranění všech montážních vložek, začistění povrchu stěn b) začistění povrchu stropu	Protokol	Mistr MTS D6
9	Geometrická tolerance – svislé konstrukce	a) půdorysné umístění b) odklon od svislice c) místní rovinnost d) rozměry průřezu	Každá svislá konstrukce (stěny, sloupky)	Dle ČSN EN 13670 a) ± 25mm b) větší z 15 mm nebo h/400mm, h < 10m c) povrch ve styku s bedněním nebo hlazený 9 mm na 2 m lať povrch bez styku s bedněním 15 mm na 2 m lať d) l < 150mm $\Delta = \pm 10$ mm, l = 400mm $\Delta = \pm 15$ mm,	Protokol	Geodet stavby, Mistr MTS D6

				$l > 2500\text{mm}$, $\Delta = \pm 30\text{mm}$,		
10	Geometrická tolerance – vodorovné konstrukce	a) výškopisné zaměření b) místní rovinnost c) rozměry průřezu	Každá vodorovná konstrukce (stropy, průvlaky)	Dle ČSN EN 13670 a) $\pm 20\text{mm}$ b) povrch ve styku s bedněním nebo hlazený 9 mm na 2 m laťi povrch bez styku s bedněním 15 mm na 2 m laťi c) $l < 150\text{mm}$, $\Delta = \pm 10\text{mm}$, $l = 400\text{mm}$, $\Delta = \pm 15\text{mm}$, $l > 2500\text{mm}$, $\Delta = \pm 30\text{mm}$,	Protokol	Geodet stavby, Mistr MTS D6
11	Geometrická tolerance – prostupy	a) světlé rozměry otvorů b) polohové a výškové umístění otvorů	Každý prostup	Dle ČSN EN 13670 a) $\pm 25\text{mm}$ (v případě kruhového otvoru $\pm 10\text{mm}$) b) $\pm 25\text{mm}$	Protokol	Geodet stavby, Mistr MTS D6
12	Geometrická tolerance – výtahové šachty	a) celková tolerance šachty b) přeměření rozměrů v půdorysném řezu c) místní rovinnost	Každá výtahová šachta	Dle ČSN 73 0205 a) $\pm 30\text{mm}$ na výšku konstrukce b) dovnitř šachty 10 mm vně šachty 20mm c) 10mm na 2 metrové laťi v místech dle ČSN 73 0212-3	Protokol	Geodet stavby, Mistr MTS D6
13	Vzhled povrchu - tolerance pro pohledový beton	a) pórovitost b) místní rovinnost	Pro konstrukce bez další povrchové úpravy (pohledový beton)	a) celková plocha porů max. 5% b) 9 mm na 2 metrové laťi	Protokol	Mistr MTS D6
14	Výstupní kontrola (ucelené části zakázky)	a) Závěrečná kontrola provedení b) Vypořádání odchylek c) Předání hotového díla	Kompletní konstrukce Vizuální kontrola Přeměření	a) Fyzická kontrola kompletnosti předávaného díla, kompletnost dokladové části. b) Seznam provedených opatření a náprav c) Předávací protokoly	Protokol Předávací protokol	Stavbyvedoucí MTS D6 Objednatel

Seznam použitých norem: ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb - Část 2: Vytyčovací odchylky, ČNI 7/2002
 ČSN 73 0210-1 Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení, ČNI 12/1992
 ČSN EN 12350-2 Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutím, UNMZ 10/2009
 ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, ČNI 9/2001
 ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 11/2006
 ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí, UNMZ 6/2010
 ČSN 73 0212-3 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 3: Pozemní stavební objekty, ČNI 1/1997
 ČSN 73 3130 Stavební práce. Truhlářské práce stavební. Základní ustanovení, ČNI 02/1982

Vypracoval: Jméno: Podpis:	Ověřil: Jméno: Podpis:	Schválil: Jméno: Podpis:	Zástupce objednatele: Jméno: Podpis:
Funkce:	Funkce:	Funkce:	Funkce:

Seznam obrázků

1. Obrázek č. 1: BIM prostředí jako součást životního cyklu stavby
2. Obrázek č. 2: porovnání ztráty dat realizace projektu standartním způsobem a v BIM prostředí
3. Obrázek č. 3: Schéma datového prostředí
4. Obrázek č. 4: Prefabrikovaný 2T panel
5. Obrázek č. 5: Prefabrikovaný 2T panel
6. Obrázek č. 6: Prefabrikovaný 2T panel
7. Obrázek č. 7: Prefabrikovaný 2T panel
8. Obrázek č. 8: Datová struktura v zahraničí
9. Obrázek č. 9: Datová struktura v ČR
10. Obrázek č. 10: Stromová struktura projektu
11. Obrázek č. 11: Kódové označení prvku
12. Obrázek č. 12: Třídění dle UniClass
13. Obrázek č. 13: Třídění dle OmniClass
14. Obrázek č. 14: Kombinace třídění dle WBS a UniClass
15. Obrázek č. 15: Propojení standartní dokumentace s modelem
16. Obrázek č. 16: Koordinace – kontrola kolizí
17. Obrázek č. 17: Propojení časového plánu s modelem
18. Obrázek č. 18: Cenová kalkulace v modelu
19. Obrázek č. 19: Vstup pro výkaz výměr jednoho patra
20. Obrázek č. 20: Výstup výkazu výměr ze softwaru
21. Obrázek č. 21: Technický list s návodem zakomponovaný do modelu
22. Obrázek č. 22: Kontrolní a zkušební plán – železobetonové monolitické konstrukce
23. Obrázek č. 23: Protokol kontroly kvality – železobetonové konstrukce monolitické vodorovné
24. Obrázek č. 24: Specifikace použitého měřicího zařízení
25. Obrázek č. 25: Vyplněný protokol kontroly kvality – železobetonové konstrukce monolitické vodorovné

26. Obrázek č. 26: Fotografie štítku osazované výztuže
27. Obrázek č. 27: Aktivace modulu pro tvorbu kontrolního a zkušebního plánu
28. Obrázek č. 28: Základní rozvržení datových polí
29. Obrázek č. 29: Nastavení rozbalovaných hodnotících polí
30. Obrázek č. 30: Finální zobrazení rozbalovaných hodnotících polí
31. Obrázek č. 31: Struktura třídění dle klíčových nadpisů
32. Obrázek č. 32: Způsob a kontrolované hodnoty
33. Obrázek č. 33: Kompletní definice datového pole
34. Obrázek č. 34: Seznam definovaných datových polí s popisem
35. Obrázek č. 35: Projektová struktura se znázorněním vazeb
36. Obrázek č. 36: Určení místa plánované kontroly
37. Obrázek č. 37: Identifikace místa konkrétní kontroly
38. Obrázek č. 38: Identifikace místa konkrétní kontroly
39. Obrázek č. 39: Zpracování kontrolního a zkušebního plánu

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Porovnání kladů a záporů klasického řešení

Tabulka č. 2: Porovnání kladů a záporů elektronického řešení

Použitá literatura

Knižní publikace

1. EASTMAN, Charles. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2011. ISBN 978-047-0541-371.
2. HOLZER, Dominik. The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professionals in Architecture, Engineering and Construction. 1. London: Wiley, 2016. ISBN 978-1-118-98242-6.
3. HARDIN, Brad, Dave MCCOOL a Franz BAUMHACKL. BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. Second edition. Indianapolis, Indiana: Sybex, 2015. ISBN 978-1-118-94277-2.

Periodika

1. Special 2015 BIM - Building Information Modeling. 2015, 2(1). ISSN A61029.

Internetové publikace

1. REINHARDT, Jan a Jim BEDRICK. LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2016 [online]. 1. USA: BIM Forum, 2016 [cit. 2017-01-03]. Dostupné z: <http://bimforum.org/lod/>
2. NBS Keynote Files. Construction Code [online]. 2012, 1(1), 1 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://constructioncode.blogspot.cz/2012/11/nbs-keynote-files.html>
3. Revit OmniClass: A Complete Bill of Quantities. Revit Recess [online]. 2015, 1(1), 2 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://revitrecess.blogspot.cz/2015/03/revit-omniclass-complete-bill-of.html>

Legislativa

1. ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb - Část 2: Vytyčovací odchylky, ČNI7/2002
2. ČSN 73 0210-1 Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení, ČNI 12/1992
3. ČSN EN 12350-2 Zkoušení čerstvého betonu - Část 2: Zkouška sednutím, ČNI 10/2009
4. ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, UNMZ 9/2001
5. ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 11/2006
6. ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí, UNMZ 6/2010
7. ČSN 73 0212-3 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 3: Pozemní stavební objekty, ČNI 1/1997
8. ČSN ISO 12006-2: Budovy a inženýrské stavby - Organizace informací o stavbách - Část 2: Rámec pro klasifikaci informací.