

OSA 16 – BIM

SISUKORD

16.1 KASUTATAV	
ALUSDOKUMENTATSIOON	2
16.2 SISSEJUHATUS	3
16.3 BIM EESMÄRGID JA KASUTUSALAD .	3
16.4 BIM RAKENDUSKAVA	4
16.5 MODELLEERIMISE TEHNIKA	4
16.5.1 ÜLDINE	4
16.5.2 ARHITEKTUUR.....	6
16.5.3 KONSTRUKTSIOON	6
16.5.4 KVV-VK.....	7
16.5.5 TUGEV- JA NÕRKVOOL.....	7
16.6 IFC EKSPORTIMINE	8
16.7 MUDELI DOKUMENTATSIOON	9
16.8 KVALITEEDINÕUDED	10
16.9 TEOSTUSMUDEL	11
16.10 HEA BIM PRAKTIKA	12
16.11 LISAD	13

Käesolev versioon:
aprill 2018

Esmane versioon:
aprill 2018

16.1 KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON

Juhul, kui antud juhendi nõuded ja alusdokumentatsiooni nõuded on vastuolus, tuleb järgida antud juhendi nõudeid.

Standardid

- EVS 932 Ehitusprojekt
- EVS 928 Ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) terminid

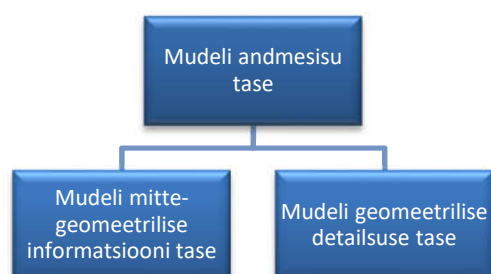
Juhendid

- COBIM mudelprojekteerimise üldjuhendid
<http://www.rkas.ee/bim/cobim2012>

16.2 SISSEJUHATUS

BIM mudelprojekteerimisele nõuete sätestamise eesmärk on kirjeldada raamistikku, mis võimaldaks tellijal tõhusamalt juurutada erinevaid BIM tehnoloogiaid ja parimaid praktikaid lühiajaliste ja pikaajaliste eesmärkide saavutamiseks. Nõuded on koostatud eesmärgiga ühtlustada mudelprojekteerimise protsessi ja selle väljundeid, tagamaks projektideülest baaskvaliteeti. Järgmised peatükid kirjeldavad Riigi Kinnisvara AS-i visiooni BIM-i rakendamisel ning detailseid nõudeid, millest lähtutakse projekti elluviimisel erinevates ehitise elukaare staadiumites. Lisaks viidatakse nõuetes protsessidele ning võimalikele erisustele võrreldes juhendiga „Mudelprojekteerimise üldjuhendid COBIM2012“, mis on vajalikud tellija BIM rakendamise eesmärkide täitmiseks. Lisas number 1 on kirjeldatud erinevates ehitise elukaare etappides mudeli andmesisu esitatud nõudeid: geomeetrilise detailsuse taset ja mitte-geomeetrilise informatsiooni taset (vt joonis 16.1).

Kõik projekteerimistöodes osalevad töövõtjad ning modelleerimise eest vastutavad isikud peavad olema tutvunud ja läbi töötanud minimaalselt COBIM 2012 osa 1 „Mudelprojekteerimise üldjuhendid“ ja osa 6 „Kvaliteedi tagamine“ ning lisaks erialaspetsiifilise osa (nt arhitekt osa 3 „Arhitektuurne projekteerimine“ või konstruktor osa 5 „Konstruktsioonide projekteerimine“). Projekti spetsiifika ja nõuete paindlikkus võimaldatakse tehnilise kirjelduse, lepingu muudatuste ja mudelprojekteerimise rakenduskavaga.



Joonis 16.1. Mudeli andmesisu skeem

16.3 BIM EESMÄRGID JA KASUTUSALAD

Riigi Kinnisvara AS-i eesmärgiks on pakkuda kliendile tema vajadusi rahuldavat funktsionaalset töökeskkonda. Mudelprojekteerimise eesmärk on läbi tarkade ja efektiivsete protsesside ja nende põhjal tehtud otsuste saavutada kliendi suurem rahulolu ning ehitise elukaare kulude optimeerimine. Mudelprojekteerimise kasutusala valdkonniti on esitatud alljärgnevalt:

Planeerimine:

- Lähteolukorra modelleerimine
- 3D visualiseerimine
- Mahuline kontseptsioon

Projekteerimine:

- Mudelprojekteerimine
- Projektide ülevaatus ja vastuvõtmine
- 3D koordineerimine
- Ehituskonstruktsioonide analüüs
- 3D visualiseerimine
- Hoone funktsionaalsuse kontroll
- Mudelipõhised energia-analüüsid
- Tehnosüsteemide analüüs
- Ehitismaksumuse hindamine

Ehitamine:

- Ehitustegevuse ja -platsi planeerimine
- Automatiseeritud tootmine
- 3D koordineerimine
- 4D/5D modelleerimine
- Akteerimine
- Teostusmudeli modelleerimine

Haldamine:

- Korrashoiu hangete toetamine
- Muudatuste haldamine
- Kulude planeerimine
- Varahaldus ja inventariseerimine
- Hoone tehnosüsteemide monitooring ja analüüs
- Hooldustööde, remontide planeerimine

16.4 BIM RAKENDUSKAVA

Enne projekteerimistöödega alustamist koostab peaprojekterija koos alltöövõtjatega / partneritega mudelprojekteerimise rakenduskava, kus kirjeldatakse:

- projektijuhtimise struktuur skeemina (projekti meeskonna kirjeldus, hierarhia, mehitatus, rollid ja vastutusala, seosed jne);
- projekti meeskonna info (ettevõtted ja vastutavad isikud koos kontaktandmetega);
- kasutatavad mudelprojekteerimise tarkvarad koos versioonide ja edastatavate failiformaatidega;
- projekti ja hoone osade mudeliteks jagamise põhimõtted (nt kas KVJ-VK koos või eraldi);
- mudelifailide nimetamise põhimõtted ja ühtse stiili määratlemine;
- modelleeritavate elementide nimetus- ja tähistuspõhimõtted (ruumide tähistus ja kategooriad);
- erisused mudelielementide jaotuses mudelite vahel (AR vs EK; AR vs SA; AR vs EL/VK);
- koostööreeglid projekti osapoolte vahel (koosolekute toimumine, projektipanga kasutamispõhimõtted, koondmudeli koostamine, mudelite uuendussagedused jne);
- infoturbe plaan (kasutatavate keskkondade töökindlus, kontrollitud ligipääs andmetele, varundamine, vastumeetmed viirustele ja pahavarale jne);
- kaaskirjade koostamine (sisu, vorm, mallid, uuendussagedused jne);
- muud korralduslikud küsimused

Protsesside juhtimiseks mõeldud BIM rakenduskava saadetakse tellijale kooskõlastamiseks 2 nädala jooksul peale projekteerimise avakoosolekut.

Projekteerimistööde kestel on töövõtja kohustus kinni pidada BIM rakenduskavas kirjeldatust või muudatuste korral BIM rakenduskava uuendada, versioneerida ning saata see tellijale kooskõlastamiseks. BIM rakenduskavas peab selguma, kuidas kavatakse tellija BIM eesmärgid ja ootused täita. Kui tellijaga lepatakse kokku nõuete põhjendatud lõdvendustes, siis need dokumenteeritakse BIM rakenduskavas. Projekteerimistööde kestel peab tellijaga suhtluse keskseks aluseks olema BIM mudel, see tähendab, et kõik töövõtja ja tellija vahelised koosolekud toimuvad koos mudeli vaatamisega ning mudelipõhise kommunikatsiooniga. Soovitav on kasutada RKAS rakenduskava malli, mis on leitav Lisa 2 ja www.rkas.ee/bim

16.5 MODELLEERIMISE TEHNIKA

16.5.1 ÜLDINE

Mudelite andmesisu tasemed on määratud ja kirjeldatud dokumendis Lisa number 1 „BIM andmesisu nõuded“. Modelleeritud peavad olema kõik elemendid, mis kuuluvad projekti koosseisu ja on nõutud vastavas projekti staadiumis. Mudelielemendid peavad vastama konkreetsetes projekteerimise etapis esitatud andmesisu taseme nõuetele, olema üheselt arusaadavad ning nendele peab olema omistatud nõutud parameetrid ja atribuudi info. Oluline on tagada mudelielemendi andmesisu ülekandumine IFC formaati.

Kõik mudelielemendid peavad olema nimetatud või tähistatud vähemalt tüübi tasemel eesti keeles. Nõutud mudelielementide infokirjeldused ehk atribuutidele omistatud väärtused peavad olema eestikeelsed. Võõrkeelne andmesisu mudelielementide kohta pole lubatud (näiteks materjal „Monoliitne raudbetoon“, aga mitte „Concrete, Cast-in-Place“).

Mudelite siseselt ega mudelite üleselt ei ole elementide vastuolud (lõikumised, kattuvused ja ristumised) üldiselt lubatud ning on aktsepteeritavad ainult peatükis 16.8 „Kvaliteedinõuded“ väljatoodud juhtudel ning tolerantside piires. Peaprojekterija kohustus on tagada erinevate valdkondade mudelite kooskõla, elementide korrektne kõrguslik paiknemine ja vastuolude puudumine.

Mudelitelementide geomeetria kõik kolm mõõdet (3D) on võrdse tähtsusega. Elementide ruumis paiknemise täpsus ja nõutud usaldusväärsus on võrdne kolmes suunas.

Mudelid peavad olema tööde üleandmise ajahetkel vajalikus ulatuses tõesed ning edasi arendatavad. Mudel peab vastama olemasolevale ja loodavale reaalsusele ning see peab sisaldama ehitatavaid lahendusi.

Mudelitelementid tuleb modelleerida korruste kaupa. Korrusteks jagamine võimaldab mudelprojekteerimist paremini hallata ning lihtsustab mudeli põhjal ehituse eelarvestamist ja kavandamist. Sõltumata valdkonnast kuuluvad ühe korruse koosseisu kõik mudeli elemendid alates vahelae kandva osa alumisest pinnast kuni järgmise korruse kandva osa alumise pinnani. Mitut korrust läbivad elemendid (nt monteeritavast raudbetoonist kahe korruse pikkused postid) seotakse kõige madalama korrusega (korrusega, kust alustatakse selle paigaldust). Elemendi korrusele kuuluvus (korruse väärtus) selgub IFC struktuuris *IfcElement (relation to) → IfcBuildingStorey*.

Mudelitelementid peavad olema nimetatud süsteemselt. Keelatud on nimetada sama tüüpi elemente erinevate tüübinimetusega või erinevat tüüpi elemente sama tüübinimetusega (nt VU-01 tüüpi välisukse avamõõdu laius ja kõrgus või välisseina VS-07 konstruktsiooni üldpaksuse parameetrid peavad olema identsed üksikute instantside piires). Konkreetse elementide tähistussüsteemi või põhimõtte pakub välja peaprojekteerija BIM rakenduskavas ning kooskõlastab tellijaga.

Mudelid peavad olema puhastatud ebavajalikest ja liigsetest elementidest (müra, „hüljatud“ projekt-lahendused, tühjad korrused või osasüsteemid). Mudelid peavad olema puhastatud projekti laetud üleliigsetest mudelitelementide tüüpidest ja nõ perekondadest. Edastatavad mudelid peavad olema puhastatud referentsmudelitest. Korduva GUID tunnusega elementide eksisteerimine pole lubatud.

Mudel peab moodustama ühtse terviku ning mudelitelementid peavad olema modelleeritud sidusaks ja pidevaks süsteemiks. Kõik elemendid, mis on vajalikud süsteemi toimimiseks projektlahenduse kohaselt, peavad olema modelleeritud.

Sõltumata projekteerimise etapist peab kõikidele mudelitelementidele (*IfcElement*) olema määratud nimetus ja tüüp (*IfcElement.Name* ja *IfcElement.Type*). Elemendi tüübitähis (nt välisukse puhul VU-01) peab olema leitav selleks ettenähtud „type“ parameetril alt IFC struktuuris (nt *IfcDoor.Type = VU-01*). Elemendi nimetus (nt CLT paneel) peab olema leitav selleks ettenähtud „name“ parameetri alt IFC struktuuris (nt *IfcWall.Name = CLT paneel*).

Kõik elemendid peavad olema modelleeritud valitud BIM tarkvaras selleks ettenähtud tööriistaga (funktsiooniga). Kui siiski kasutatakse erinevaid tööriistu või luuakse geneeriliste modelleerimise tööriistadega uusi elemente, on oluline jälgida IFC eksportimisel nende korrektset sidumist IFC klassidega ja tüüpidega (nt tala-tööriistaga modelleeritud vundamendi taldmik tuleb siduda *IfcFooting* klassiga IFC eksportimisel). Vaata ka 16.6 „IFC Eksportimine“.

Mudelitelementid peavad sisaldama lisaks Lisa number 1 „BIM andmesisu nõuded“ väljatoodud andmetele ka piisavas hulgas mitte-geomeetrist infot, et sisustada materjalide koguste kokkuvõttes ja spetsifikatsioonide tabelite infoväljad. Informatsioon, mis on esitatud mudelitelementide kohta tabelites (materjalide koguste kokkuvõttes, spetsifikatsioonid) peab pärinema mudelitelementide atribuutidest. Tabeleid ei tohi olla rikastatud mudeliga mitteseotud andmetega. Manuaalsed andmete ülekirjutamised pole lubatud. Kui siiski esineb eelmainitud olukordasid, siis need lisatakse koos põhjendustega mudeli kaaskirja.

Eelistatud peab olema globaalsete või jagatud parameetrite kasutamine, et tõsta modelleerimise väärtust ja efektiivsust. Näiteks elemendi parameeter „laius“ väärtus peab olema leitav vähemalt sama kategooria elementide siseselt samalt parameetri väljalt. Üleliigsete või alternatiivsete nime-

tustega, kuid sama-tähenduslike parameetrite kasutamine peab olema välditud (nt „Laius“, „laius1“, „Elemendi_laius“ jne).

Mudelitelementide muutmisel tuleb eelistatavalt olemasolevaid mudelitelemente redigeerida, mitte kustutada ja uuesti luua. Seeläbi säilib elementidele sama GUID-tunnus ning nendega seotud toimingud jäävad jälitatavaks.

16.5.2 ARHITEKTUUR

Arhitektuurimudel peab olema kooskõlas energia- ja tiheduse simulatsiooni mudeliga ja vastupidi. Energiasimulatsioonides kasutatav informatsioon peab pärinema arhitektuurimudelist ning nende vahel ei tohi olla ebakõlasid.

Vaikimisi sisaldab arhitektuurimudel endas ka konstruktsioonimudelit, st et kandvad seinad, postid ja talad peavad olema olema ka arhitektuurimudelis. Sedasi modelleerides tuleb jälgida, et konstruktsiooni mudel saab täidetud arhitektuurimudeliga. Kui projektipõhiselt lepitakse kokku, et arhitektuur kandvaid osasid ei sisalda, siis sellekohane märge dokumenteeritakse BIM rakenduskavasse ja arhitektuurimudeli kaaskirja.

Ruumelemendid (*IfcSpace*) peavad olema modelleeritud kõikides ehitise elukaare etappides. Ruumid peavad liibuma selle piiretega ja nende vahel ei tohi olla vastuolusid. Kõik hoone põrandapinnad peavad olema kaetud ruumelementidega.

Mööbel ja sisustus peab olema modelleeritud põhiprojekti lõpuks mahus, mis võimaldab korraldada hanget ja hinnapakumist selle tarnimiseks. Vaikimisi esitatakse mööbli ja sisustuse kohta eraldiseisev mudel, et mitte ülekoormata arhitektuurimudelit.

Maa-ala mudel peab olema kooskõlas asendiplaani, maastikuarhitektuuri ja vertikaalplaneeringuga (kõrgusmärkidega). Oluline on kajastada maa-ala mudelis kõiki elemente, mis säilitatakse või kuuluvad rajamisele. Tehis pinnakatete (parklad, kõnniteed, platsid ja väljakud) puhul on oluline nende pindala (m²) ülekandumine infomudellisse. Vaikimisi esitatakse maa-ala mudel eraldi seisvalt, et mitte ülekoormata arhitektuurimudelit

Sisearhitektuur

Hiljemalt põhiprojekti etapis tuleb modelleerida kõik ripplaed (sh ripplae tõusud ja vertikaalsed osad, sirmid). Ripplaed peavad olema modelleeritud reaalsusele vastava üldpaksusega, mis arvestab nii ripplae enda kui ka ripplae karkassi / konstruktsiooni paksusega ja selle eripäradega. Ripplaed peavad olema koordineeritud 50 mm täpsusega tehnosüsteemide lõppelementide suhtes.

Sisearhitektuuri mahtu kuuluvate viimistluspindade kohta esitatakse eraldiseisev mudel, mis kajastab ainult põranda-, seina- ja laepindasid. Seinapindade modelleerimisel tuleb arvestada ka ripplae taha jääva osaga.

Sisearhitektuuri pinnaviimistluskihid (parkett, plaat, värv jne) peavad vaikimisi kattuma arhitektuuri mudeli tarinditega. See tähendab, et sarnaselt arhitektuuri ja ehituskonstruktsioonide osalisele kattuvusele, peavad kattuma ka arhitektuur ja sisearhitektuur pinnaviimistlus kihtide osas. Kui projektipõhiselt lepitakse kokku, et arhitektuurimudeli tarindid viimaseid kihte üldisel tasemel ei sisalda ning viimistluskihid on tuvastatavad vaid sisearhitektuuri mudelist, siis sellekohane märge lisatakse BIM rakenduskavasse ja arhitektuurimudeli kaaskirja. Arhitektuurimudeli tarind lõpeb sel juhul vahetult enne viimast, pinnaviimistluskihti ning viimistlus eksisteerib mudelitelementina vaid sisearhitektuurimudelis.

Modelleerimist ei vaja liistud, pisi-inventar, kleebised, tähised, viidad ja akna-, ukse- ja katuseplekid.

16.5.3 KONSTRUKTSIOON

Konstruktsioonide põhimudelis peavad olema näidatud avad alates ava külje pikkusest (või diameeter) 100 mm ning lisaks kõik muud konstruktsiooniliselt olulised avad.

Konstruktsioonimudelist, mis kajastab hoone kandvat osa, peab selguma, kuidas on kavandatud jõudude ülekandumine hoone korrustelt vundamentidele. See tähendab, et elementide vahel ei ole lubatud tühimikud (plaadi all tala, tala all post, posti all sein, sein all vundament).

Kõik monteeritavad elemendid modelleeritakse nende reaalsete pikkustega. Monteeritavad jätkuv-elemendid jaotatakse vastavalt jätkudele eraldiseivateks elementideks. Monoliitsed elemendid jagatakse eraldiseivateks elementideks korruste lõikes (nt sama ristlõikega monoliitne betoonpost korrustel 4-5 on mudelis identifitseeritav kui 2 betoonposti, kuna nende valujärgud on erinevad). Mitut korrust läbivad elemendid seotakse kõige madalama korrusega (korrusega, kust alustatakse selle paigaldust).

Konstruksioonimudeli elemendid, mis koosnevad suurest hulgast väiksemõõtmelistest või sarnastest elementidest (nt terasfermid, sõrestikud, raamid jne) seotakse kokku koostudeks (*assembly*). Armatuurvarraste modelleerimise korral seotakse need võrkude või armeeritavate elementide kaupa gruppidesse.

Põhimudelis betoonelementide armatuuri pole vajalik modelleerida. Kogu armatuur modelleeritakse konstruksioonimudellisse tööprojekti staadiumis, lisaks puudub vajadus modelleerida ka joote- ja täite- ja monolitiseerimisbetooni.

16.5.4 KVJ-VK

Tehnosüsteemide mudelielemendid peavad olema mudelis seotud osasüsteemidesse. Süsteemid tuleb nimetada eesti keeles ning nende sisu peab olema informatiivne (nt „Väljatõmbesüsteem VTS 4“ või „Reoveekanaliseerimine“).

Igas projekteerimise etapis, kus tehnosüsteemid kuuluvad modelleerimisele, peab olema torudel, trassidel, magistraalidel atribuudiinfo nende pikkuste ja diameetri või laiuse kohta.

Vaikimisi peavad sanitaartechnika elemendid (lõppelemendid ja seadmed) olema modelleeritud VK-mudellisse. Kui projektipõhiselt lepatakse kokku erinevalt (sanitaartechnika AR/SA mudelis või mõlemas), siis sellekohane info märgitakse BIM rakenduskavasse ja mudelite kaaskirjadesse.

Ripplagedes paiknevate KVJ süsteemide lõppelementide (sissepuhke plafoonid, jahutuspalgid jne) paigutamisel peab olema arvestatud moodulriipp-lae karkassi ja töökohtade paiknemisega.

KVJ lõppelemendid peavad olema põhiprojekti lõpuks ripplagedes koordineeritud vähemalt 50 mm täpsusega ning olema selles ulatuses kooskõlas sisearhitektuuriga. Kõikidel juhtudel peab olema tagatud süsteemide ehitatavus.

Kinnitusvahendite, klambrite ja riputite modelleerimine pole vajalik, kuid süsteemielementide modelleerimisel tuleb ette näha piisav ruum nende paigaldamiseks ja hilisemaks hoolduseks. Vastavalt kokkuleppele ja tuvastatud vajadusele võib osutada vajalikuks kinnitusvahendite modelleerimise osalises mahus. Lisaks pole vaja modelleerida tehases valmistatud tehnosüsteemide elementide sisu ning pinna- ja uputatavate tehnosüsteemide andureid.

16.5.5 TUGEV- JA NÕRKVOOL

Tugev- ja nõrkvoolu (sh automaatika) mudelielemendid peavad olema mudelis seotud osasüsteemidesse (nt „S610 Evakuatsioonivalgustus“ või „T520, Läbipääsukontrollisüsteem“).

Elektri, nõrkvoolu ja automaatika tehnosüsteemide lõppelemendid kuuluvad erialamudellidesse. See tähendab, et vaikimisi tuleb tugev- ja nõrkvoolu projekteerijal kooskõlastada lõppelementide ja seadmete (valgustid, lülitid, pistikud) valik arhitektiga (sisearhitektiga). Arhitektuurimudel ei sisalda nähtavale jäävaid tehnosüsteemide osasid. Kui projektipõhiselt lepatakse kokku erinevalt (valgustid, pistikud, lülitid jne AR/SA mudelis või mõlemas), siis sellekohane info märgitakse BIM rakenduskavasse ja mudelite kaaskirjadesse.

Kaablite ning kaabliredelite kinnituste modelleerimine pole vajalik, kuid süsteemielementide modelleerimisel tuleb ette näha piisav ruum nende paigaldamiseks ja hilisemaks hoolduseks. Lisaks pole vaja modelleerida tugev- ja nõrkvoolukilpide sisu ning olme- ja kodutehnikat.

Kõik tehnosüsteemide peavad olema värvkodeeritud vastavalt allolevas tabelis väljatoodud värvidele. Kui põhjendatud asjaolude tõttu on mudelis esitatud tehnosüsteemide värvid erinevad, siis need tuuakse välja ja dokumenteeritakse mudeli kaaskirjas.

Tehnosüsteemide mudelite värvid:

Tehnosüsteem	Värv
Küte	
Radiaatorküte	lilla / helesinine
-pealevool	ACAD 200
-tagasivool	ACAD 140
Põrandküte	punane / sinine
-pealevool	ACAD 10
-tagasivool	ACAD 5
Kalorifeerküte	oranž / helesinine
-pealevool	ACAD 30
-tagasivool	ACAD 140
Kaugküte	ACAD 242
Ventilatsioon ja jahutus	
Sissepuhe	ACAD 230
Väljatõmme	ACAD 40
Suitsueemaldus	ACAD 210
Õhuvõtt	ACAD 160
Heitõhk	ACAD 42
Jahutus	lilla / roheline
-pealevool	ACAD 190
-tagasivool	ACAD 122
Veevarustus ja kanalisatsioon	
Külm vesi	ACAD 130
Soe vesi	ACAD 20
Tsirkulatsioon	ACAD 212
Kanalisatsioon	ACAD 54
Sadevesi	ACAD 144
Tuleohutus/Sprinkler	ACAD 0
Elektripaigaldis	
Tugevvool	ACAD 123
Nõrkvool	ACAD 181
Tulekindlad redelid	ACAD 31

Isolatsioon tuleb modelleerida süsteemiga sama värvi ja 50% läbipaistvana (*transparent*). Juhul kui see pole võimalik, tuleb isolatsiooni värviks määrata osasüsteemi värv, mida see katab.

Lisasüsteemide (suruõhk, kesktolmuimeja, gaas jne) olemasolul märgitakse nende värvid mudeli kaaskirjas.

16.6 IFC EKSPORTIMINE

Oluline on tagada, et kõik modelleeritud elemendid kanduksid koos vajaliku andmestikuga edasi IFC kujule. Tellija kontrollib BIM nõuete täitmist IFC formaadis mudelite pealt.

Kõik hoone elemendid peavad olema eksporditud korrektsesse, elemendi olemusele vastavasse IFC

klassi ja tüüpi. Tundmatute või geneeriliste objektide (*IfcBuildingElementProxy* või *IfcObject*) kasutamine peab olema minimeeritud ning on lubatud ainult juhtudel kui elemendi olemusele vastavat IFC klassi ei leidu. Sobiva IFC klassi mitleidmisel tuleb projekteerijal teha parim võimalik valik ning sellekohane märge lisada mudeli kaaskirja. Kui mudelis esineb „tundmatuid“ objekte, siis nende puhul peab pöörama erilist tähelepanu nimetuse ja tüübi tähise arusaadavusele.

Tehnosüsteemide nimetused peavad olema leitava selleks ettenähtud „system“ parameetri alt IFC struktuuris *IfcElement (relation to) → IfcSystem*.

Arhitektuuri- ja konstruktsioonimudelid eksporditakse välja ka teljed. Telgede eksportimiseks peab kasutama selleks ettenähtud *IfcGrid* klassi.

Eelistatud IFC versioon on IFC2X3 ning andmekogu definitsioon *Coordination View Version 2.0*. Korrektse nõuete täitmise korral võib kasutada ka uuemat IFC2X4 vormingut.

Tehnosüsteemide mudelid on IFC vormingus värvitud vastavalt osasüsteemidele. Arhitektuuri- ja konstruktsioonimudel on vaikimisi värvitud lähtudes elementidele omistatud materjalidest.

Andmesisu nõuete täitmisel tuleb maksimaalselt ära kasutada IFC standardi omaduste kogumeid (nt *Pset_RoofCommon*) ning tarkvaras juba olemasolevaid elementide parameetreid ja atribuute.

Mudelite eksportimisel IFC formaati tuleb kasutada elemendisetsiifilisi omaduste kogumeid (*export user defined property sets*) ning koondada sinna alla selles ehitise elukaare etapis (nt eelprojekti) konkreetsele elementitüübile nõutud informatsioon (vajalik usaldusväärne andmesisu). Vältida tuleb samasisuliste parameetrite taasloomist või infoväljade dubleerimist.

Loodud omaduste kogumi sakk (*tab*) tuleb nimetada soovituslikult BIM andmesisu nõudekomplekti nimetuse järgi (Ripplagi, Arhitektuur, Seadmed jne). Andmete järjekord kogumis peab soovituslikult järgima nõudekomplektis esitatud nõuete järjekorda („01_Nimetuse“, „02_Materjal“, „03_Tüüp“ jne).

Materjalide koguste kokkuvõtete ja spetsifikatsioonide koostamise korral on soovitatav need eksportida mudelist ka kui eraldiseisvad omaduste kogumid (*export schedules as property sets*).

Rohkem infot IFC ülesehituse ja IFC klasside ning tüüpide jaotuse kohta: <http://www.buil-dingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html>

16.7 MUDELI DOKUMENTAT-SIOON

RKAS käsitleb BIM mudelit 2D-joonistest hierarhiliselt olulisemana. See tähendab, et vastuolude ja segaduste korral omab mudeli info suuremat tähtsust ehk BIM prevaleerib jooniste üle.

Mudelitelemendid, mis eksisteerivad enne tellijaga lepingu sõlmimist ja mis lisatakse mudelitesse on lisatasuta igaveseks ajaks litsentseeritud tellijale. Mudelitelemente ja nende infot jääb tellija kasutama ehitustegevuses, hoone haldus- ja hooldustegevustes ning hoone laienduste või renoveerimiste korral. Töövõtjal puudub õigus esitada tellijale täiendav nõue seoses BIM materjalide arendamisega, mis on tarvilikud projekti eesmärkide ja lepingu täitmiseks.

Mudelprojekteerimise lõpptulemusena antakse tellijale üle kõik mudelid ja simulatsioonimudelid tarkvara originaalformaadis (*native format*), avatud IFC failiformaadis ning kõikide mudelite juurde kuuluvad kaaskirjad. Originaalformaadi definitsiooni kohaselt on sellel säilinud tarkvara funktsionaalsused ja see on edasiarendatav.

Põhiprojekti lõpuks tuleb üle anda hoone mudelitelementide mahtudeloend koondmudelil vähemalt ehituslike toodete osas (aknad, raudbetoon paneelid, fan-coolid, sanitaartechnika jne) vastavalt EVS 885 klassifikatsioonile põhirühma (XX) tasemel. Mudelitelemendid, mille kohta tuleb esitada mah-tude loend (BOQ) on ära markeeritud BIM and-mesisu nõuete tabelis vastava märkega.

Joonised ja mudel peavad olema koostatud sama tarkvaraga. Keelatud on joonistest mudelite tule-tamine eraldiseisvalt pärast jooniste valmimist. Jooniste esitamine ilma mudelit esitamata ei ole ühelgi juhul lubatud. Joonised ja mudel peavad

olema kooskõlas ning kajastama sama lahendust. Jooniste täiendamine 2D keskkonnas on lubatud, kuid see ei tohi muuta projektlahenduse sisu või viia vastuolusse mudeliga. Projektlahenduste muutuste korral viiakse need sisse esmajärgus mu-delisse ning seejärel edastatakse muudatusi kajas-tavad ja uuendatud joonised.

Joonistele lisatud annotatsioonid (viited, tähised, kõrgusmärgid, mõõtjooned), mida on kujutatud 2D joonistel peavad olema mudelipõhised (vasta-vuses mudeliga) ehk seotud parameetriselt mu-delielementidega.

Projekteerimise protsessi kestel edastatakse telli-jale mudeleid vaid avatud failiformaadis IFC (va I/R keskkonna kasutamise tarvis eelnevalt edasta-tavad originaalformaadid). Lisaks esitatakse kõi-kide mudelite juurde kuuluvad kaaskirjad. Ener-giasimulatsioonide puhul esitatakse lisaks ener-giatõhususe hinnangu dokumendile ka selle alu-seks olnud simulatsioonimudel tarkvara originaal-formaadis, mille alusel on tellijal võimalik kont-rollida energiasimulatsiooni lähteandmeid ja tule-musi. Soovitatav on IFC mudeleid optimeerida enne nende edastamist (kasutades näitkes Solibri IFC Optimizer tarkvara).

Nõuded mudeli kaaskirjale

Kõikide mudelite kaaskirjad peavad sisaldama vä-hemalt järgmist infot:

- Mudeli (faili) nimetus
- Projekti nimi, tähis ja staadium
- Mudeli koostaja ja tema kontaktandmed
- Mudeli ja kaaskirja avaldamise kuupäev
- Kasutatud tarkvara ja selle versioon
- BIM koordinaator ja tema kontaktandmed
- Koordineerimistarkvara ja selle versioon
- Mudeli nullpunkti asukoht, koordinaadid
- IFC klassifikatsiooni erisused
- Geomeetria ebatäpsused
- Infosisu ebatäpsused
- Mudelis esinevad vastuolud
- Valmidusaste ja usaldusväärsus
- Erisused elementide kuuluvuses või jaotu-ses mudelite vahel
- Erisused tehnosüsteemide värvides

Kaaskirjad esitatakse kõikide mudelite kohta ja paralleelselt mudelite avaldamisega nii projekteerimise kestel kui ka projekteerimise lõpus ülean-tava dokumentatsiooni hulgas. Kaaskirjad edasta-takse kas *.pdf, *.doc või *.docx failiformaadis. Soovitav on kasutada RKAS kaaskirja malli, mis on leitav Lisa 3 ja www.rkas.ee/bim

16.8 KVALITEEDINÕUDED

Peaprojekteerija kohustus on tagada kooskõla eri-nevate valdkonna mudelite vahel, korrektne ele-mentide kõrguslik paiknemine ning vastuolude puudumine mudelielementide vahel. Tellija kont-rollib mudelite vastavust lähteülesandes kirjelda-tud nõuetele. Peaprojekteerija kohustus on kont-rollida alltöövõtjate / partnerite mudeleid ja tehtud tööd, koondada valdkonna mudelid koondmudel-iks ning tagada kogu projekti ning koondmudeli nõuetele vastav kvaliteet. Peaprojekteerija vastu-tab kõikide osamudelite koordineerituse, kvali-teedi ning lahenduste eest. Kõik mudelid peavad vastama käesolevas dokumendis ja selle lisas esi-tatud nõuetele. Tellijapoolse kvaliteedikontrolli põhimõtete aluseks on käesolevas dokumendis ja „Mudelprojekteerimise üldjuhendid COBIM 2012“ sätestatud üldnõuded.

Põhimudeli elementide lubatud vastuolud (lõi-kumised, kattuvused ja ristumised):

- Tehnosüsteemide ja EK mudeli vahelised vastuolud kuni **50 mm** ulatuses;
Selgitus: Näiteks ventilatsiooni jaotustoru riivab betoontala, kuid vaba ruumiolema-solul see probleemi reaalsuses ei põhjusta.
- Tehnosüsteemide jaotustorustike omavaheli-sed vastuolud kuni **50 mm** ulatuses;
Selgitus: Vastuolu on lubatud juhul kui on veendunud torude, kaabliteede mahtuvuses vabasse ruumi. Näiteks radiaatorite, jahutus-seadmete ning veeseadmete ühendustorustike vahelised vastuolud.
- EK mudeli seinte, vahelagede ja laepaneelide vastuolud tehnosüsteemidega avade näitami-sel kuni **100 mm** ulatuses;
Selgitus: EK mudeli tarindites ei pea näitama avasid, mille külje mõõt on alla 100 mm. Vaata ka 16.5.3 Konstruktsioon.
- Arhitektuurimudeli seinte ja vahelagede ning tehnosüsteemide mudelite vahelised vas-tuolud avade näitamisel;
Selgitus: Avad peavad olema ära näidatud ehituskonstruktsioonide mudelis. Mittekand-vatesse tarinditesse pole vaja avasid näidata.
- Tehnosüsteemide isolatsiooni mitte kriitili-sed vastuolud;
Selgitus: Isolatsioon peab olema modelleeri-tud ning peab olema veendunud, et süsteem on toimiv ja ehitatav.
- Ruumivarustuse (mööbel, inventar, sisustus) vastuolud ülejäänud arhitekturse mudeliga;
Selgitus: Ruumivarustus peab olema model-leeritud õigesse ruumi, sisearhitektuur peab olema kooskõlas arhitektuuriga.
- Ripplagede ristumine valgustite ja eriosade lõppseadmetega;
Selgitus: Kõik elemendid peavad olema mo-delleeritud ning paiknema õiges asukohas ja õigel kõrgusmärgil. Avade lõikamine rippla-gedesse pole vajalik.

Erilist tähelepanu vajavad vastuolude kontrol-lid põhimudelile:

- Kanalisatsioon vs muud tehnosüsteemid;
Selgitus: Isevolutorude korrektne paikne-mine mudelis on kriitilise tähtsusega.
- Tehnosüsteemide peamagistralide ja šahtis paiknevate torude sisesed ning omavahelised vastuolud;
Selgitus: KJ vs KV; KVJ vs VK; KVJ-VK vs EL jne. Rohkete tehnosüsteemide olemasolul on nende korrektne paiknemine mudelis väga

oluline ja tõrgeteta ehitustegevuse tarvis kriitilise tähtsusega.

- Tehnosüsteemid vs ripplaeid;
Selgitus: Ripplae ja vahelae vaheline osa on tihti piiratud ning olukorras, kus korruse vahakõrgust vähendada ei saa, tuleb enne ehitust kriitilised vastuolud likvideerida ja ette näha lahendused.
- Tehnosüsteemid vs avatäited;
Selgitus: Kuna avatäidesse pole võimalik avasid ette näha tehnosüsteemide jaoks, siis ei saa vastuolusid aktsepteerida.
- Tehnosüsteemid vs kandvad konstruktsioonid;
Selgitus: Lubatud on vastuolud avade näitamisel kuni 100 mm ja elementide vahel kuni 50 mm. Kõik muud vastuolud on keelatud, kuna eeldavad tehnosüsteemide nihutamist või konstruktsiooni ümber tegemist, mis põhjustab tõrgetega ja viivitustega ehitustegevuses.
- Kandvad konstruktsioonid vs avatäited;
Selgitus: Konstruktsioonimudeli avamõõdud peavad olema kooskõlas avatäide mõõtudega. Valed avamõõdud või avade nihkes paiknemine (vrkl arhitektuuriga) põhjustab seisakute ja raiskamisega ehitustegevuses.

Tellijal võib edastada mudelite kohta tagasiside, kasutades ainult BCF* (*BIM collaboration format*) formaati.

**BCF on avatud standardformaad infovahetuseks BIM mudelite peal, mis võimaldab sujuvat ja efektiivsemat kommunikatsiooni erinevate BIM tarkvarade ja osapoolte vahel. Kommunikatsioon on eraldatud mudelist, seega piisab suhtluseks vaid BCF failiformaadi edastamisest. BCF võimaldab mudelipõhist suhtlust, milles tehtud märkused ja toimingud on jälgitavad ning kasutajad saavad salvestada konkreetse märkusega seotud mudeli vaatepunkti.*

16.9 TEOSTUSMUDEL

Kui ehitushankes on nõutud hoone teostusdokumentatsiooni esitamine teostusmudelina, siis kehtivad alljärgnevad punktid ja põhimõtted kui minimaalsed nõuded teostusmudelile.

Ehitaja (peatöövõtja) võib ehitustegevuse planeerimiseks ja selle ajal mudeleid kasutada oma äranägemise järgi ning tellija ei sekku ehitaja ettevõtte sisestesse BIM protsessidesse.

Ehitushanke kandvateks alusdokumentideks on projekti kõikide valdkondade BIM mudelid IFC formaadis. Mudelite originaalformaadid (*native format*) tehakse kättesaadavaks edukale ehitushanke pakkuja, kellega tellija sõlmib lepingu.

Eduka teostusmudeli üleandmise eelduseks on kõikide projektiosade tööprojektide koostamine kasutades BIM tehnoloogiat / metoodikat, tööprojekti järgne ehitamine ning tööprojekti ja ehitustegevuste aegsete muudatuste sissekandmine mudelitesse.

Teostusmudeli näol on tegemist olemuslikult valideeritud, valmis ehitatud tööprojekti mudeliga. See tähendab, et teostusmudeli maht ja ulatus ei laiene tööprojekti mudeliga võrreldes, vaid lisandväärtusena kajastab ehitusaegseid muudatusi, asendusi ja ehitustegevuse ajal tekkinud informatsiooni.

Kui esineb võimalus integreerida ruumikaartide infot ruumiobjektidele (*IfcSpace*), siis tuleb seda teha. Sedasi toimides puudub ehitajal lisakohustus ruumikaarte eraldiseisvatena koostada.

Teostusmudelitele kehtivad kõik eelmainitud nõuded kui ajas kumuleeruvad nõuded. Teostusmudelite spetsiifilised nõuded on väljatoodud allpool:

- Teostusmudeli loomine peab toimuma rööpselt ehitustööde teostamisega, igal ajahetkel olemasolev teostusmudel ei tohi olla ehitusprotsessist nihkes rohkem kui 4 nädalat alates konstruktsiooni valmimisest. Tellija ja omanikujärelevalve kontrollivad teostusmudeli arengut töövõtjaga kokkulepitud sagedusega. Alternatiivina võib teostusmudeli uuendamine ja

edastamine seotud olla ehitustööde akteerimisega.

- Teostusmodeli kvaliteedi saavutamiseks peab ehitaja ettenägema valideerimismehhanismi, kuidas tõendada teostusdokumentatsiooni (sh teostusmodeli) vastavust reaalsusele. Ruumipinna tolerant on 0,1 m². Laealuste kommunikatsioonide tolerant teostusmodelis on 300 mm, kuid trassid, torud, magistraalid, kaabliredelid jms peavad paiknema teostusmodelis samas järjestuses ja konfiguratsioonis kui reaalsuses.
- Ehitustööde käigus tehtud muudatused ja muud projektist kõrvalekalded peavad olema sisse viidud teostusmodelisse, et see vastaks ehitatud reaalsusele.
- Põhiprojektis esitatud parameetrilised elemendid tuleb asendada hiljemalt teostusmodelis konkreetsete toodetega (tootja, mudel või toote tunnus) ning antud mudelielement linkida konkreetse toote infolehe ja hooldus- ning kasutusjuhendiga. Teostusmodel peab sisaldama koosseisuliselt vähemalt samas mahus mudelielemente, mis on üle antud ehitajale (peatöövõtja) hankedokumentidega.
- Minimaalne mittegeomeetrilise info andmekoosseis ehituslikele toodetele (aknad, ukSED, vent/kütte seadmed, valgustid, radiaatorid, jahutuspalgid jne) on alljärgnev:
 - Tootja
 - Mudel või toote tunnus
 - Tooteinfo (link)
 - Kasutus- ja hooldusjuhend (link)

Mudelielemendid, millega peab linkimise teel seostama teostusdokumente on ära markeeritud Lisa 1 BIM andmesisu nõuete tabelis vastava märkega.

- Mudelikeskkonnas toote peale klikkides peab olema võimalik infona maha lugeda minimaalselt ülal väljatoodud andmed. Süsteemi kui terviku kohta käiv hooldusjuhend lisatakse mudelis kõrgemal tasemel süsteemile kui tervikule (*IfcSystem*). Infovälja nimetus võib erineda ülaltoodud näidetest.

- Mitte ükski mudelisisene viide (link) ei tohi sõltuda mudeli või lingitud dokumentide lõplikust asukohast. Internetilinkide (URL) lisamine on keelatud, kuna nende püsivus ajas on madal. Paremate lahenduste puudumisel on lahenduseks lokaalsed suhtelised lingid. Suhteline link algab mudeli peakaustast.

Õige näide:

- [\Tehnohooldus\244_ventilatsioonisüsteemide_TH\Agregaadid\Fläktwoods\eq-008.pdf](#)

Vale näide:

- [E:\Mudelid\Tehnohooldus\244_ventilatsioonisüsteemide_TH\Agregaadid\Fläktwoods\eq-008.pdf](#)

Iga viide peab olema tavapäraselt tehtud lõplikusse infoallikasse, mitte kausta. Viited viidetele pole lubatud. Oluline on tagada lingi püsivus ajas.

- Teostusmodeli koosseisus tuleb üle anda hoone mudelielementide mahtudeloend koondmodelis vähemalt ehituslike toodete osas (aknad, raudbetoon paneelid, fan-coilid, sanitaartechnika jne). Mudelielemendid, mille kohta tuleb esitada mahtude loend (BOQ) on ära markeeritud BIM andmesisu nõuete tabelis vastava märkega.
- Teostusmodelid (kõikide erinevate valdkondade modelid) antakse tellijale üle nii originaalformaadis (*native format*) kui ka IFC vormingus. Tellija teostab teostusmodelite kontrolli seejuures IFC modelite baasil.

16.10 HEA BIM PRAKTIKA

- ✓ Hea BIM projekti ja modelite eelduseks on põhjalikult läbimõeldud ja ettevalmistatud BIM rakenduskava (koostööreeglid).
- ✓ Kõik osapooled kasutavad nutikaid lahendusi kommunikeerumiseks, modelite vahetamiseks ning modelite arendamiseks (*template*, elemendikogud, scriptid, add-ins, lisatööriistad jne).
- ✓ Modelite kontrollimehhanism on ülesehitatud mitmetasandiliselt nii, et vigade esinemise tõenäosus lõpptulemuses on minimeeritud.

- ✓ Kasutatavad tarkvarad on piisava võimekusega, et tagada kvaliteetne lõpptulemus. Vajadusel tuleb tarkvara versioone ja IFC eksportimise mooduleid uuendada. Projekteerimise kestel tarkvara versioonide uuendamine pole soovitatav, sest võib kaasa tuua ühilduvuse probleeme.
- ✓ Peaprojekteerija korraldab kõikide projekteerimise osapoolte kohalolul test-sessiooni, et testida mudelite vahetamist ja ühise koostöökeskonna sobivust kõigile osapooltele ning leida võimalikult vara kõik tehnilised ja nõuete täitmisega seotud probleemid.
- ✓ Mudelite peamine kvaliteedinäitaja on nende infosisu ja -kvaliteedi stabiilsus ja pidevus.
- ✓ Mudelielementide puhul on selgelt eristatavad tüübi-taseme parameetrid ja eraldiseisva üksuse ehk instantsi parameetrid.
- ✓ IFC eksportimisel on tehtud teadlikud valikud seadetes ning projekteerija on veendunud IFC mudeli sobivuses esitatatud nõuetele.
- ✓ Mudelielementide grupeerimine on tehtud lähtudes mõistlikkusest ja käsitlusmugavusest.
- ✓ Dupleeritud ja geomeetriliste vastuoludega elementide loomine on välistatud ning kontrollitud.
- ✓ Elementide lisamisel mudelisse on jälgitud korrusel paiknevust. Tehnosüsteemid on seotud korrektselt ja süstemaatiliselt osasüsteemidesse.
- ✓ Mudeldamisel pole kasutatud liigse geomeetrilise detailsusega elemente, mis pärsiks mudelite kasutusmugavust ja -kogemust.
- ✓ Mudelielementide andmeväljad on vähemalt projektisiseselt maksimaalselt standardiseeritud.

16.11 LISAD

Lisa 1 – BIM andmesisu nõuded

Lisa 2 – BIM rakenduskava mall (soovituslik)

Lisa 3 – Mudeli kaaskirja mall (soovituslik)

Lisa 4 – Mudeli kaaskirja näidis (infoks)