

OSA 14 – BIM

SISUKORD

14.1	KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON .....	2
14.2	SISSEJUHATUS .....	3
14.3	BIM RAKENDUSKAVA.....	3
14.4	BIM NÕUDED .....	4
14.4.1	Üldine.....	4
14.4.2	Arhitektuur.....	6
14.4.3	Konstruksioon.....	7
14.4.4	KVJ-VK.....	8
14.4.5	Tugev- ja nõrkvool.....	8
14.5	ELEMENTIDE VÄRVID.....	9
14.6	IFC EKSPORTIMINE .....	10
14.7	LASERSKANEERIMINE JA PUNKTIPILV .....	11
14.8	MUDELI DOKUMENTATSIOON.....	11
14.9	VASTUOLUD .....	12
14.10	TEOSTUSMUDEL.....	13

## 14.1 KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON

Erinevuste korral antud dokumendi ja alusdokumentatsiooni vahel, tuleb lähtuda käesolevast dokumendist.

### Standardid

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

### Juhendid

- COBIM mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012  
<https://ehituskeskus.ee/kasulikku/bim/>

## 14.2 SISSEJUHATUS

BIM nõuete sätestamise eesmärk on kirjeldada raamistikku, mis võimaldaks tellijal tõhusamalt juurutada BIM tehnoloogiat ja parimaid tavasid oma lühi- ja pikaajaliste eesmärkide saavutamiseks. Nõuded on koostatud eesmärgiga ühtlustada mudelprojekteerimise protsessi ja selle väljundeid, tagamaks projektideülest baaskvaliteeti. Järgmised peatükid kirjeldavad nõudeid, millest tuleb lähtuda projekteerimise ja ehitamise käigus. Nõuete lahutamatu osa on „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“, kus on esitatud nõuded BIM mudeli andmesisule erinevates ehitise elukaare etappides.

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

Käesolevaid nõudeid tuleb käsitleda kui baasnõudeid ning sõltuvalt projekti mahust ja selle keerukusest tuleb kaaluda andmesisu lisamist, täpsemat geomeetrilist koordineerimist või muid täiendavaid meetmeid.

## 14.3 BIM RAKENDUSKAVA

Enne projekteerimistöodega alustamist koostab peaprojekteerija koos alltöövõtjate/partneritega mudelprojekteerimise rakenduskava, kus kirjeldatakse:

- projekti info (asukoht, lühikirjeldus, ajakava);
- projekti meeskonna info (ettevõtted, vastutavad isikud ja kontaktandmed);
- kasutatavad BIM tarkvarad koos versioonide ja edastatavate failiformaatidega;
- projektipõhised BIM nõuete täpsustused;
- projekti ja hoone osade mudeliteks jagamise põhimõtted (nt kas KVJ-VK koos või eraldi);
- mudelifailide nimetamise põhimõtted ja ühtse stiili määratlemine;
- erisused mudeli elementide jaotuses mudelite vahel (AR vs EK; AR vs SA; AR vs EL/VK), kooskõlastamiste põhimõtted;
- koordinaatsüsteemi paiknemine ning sidumine hoonega, reeperid, nullpunkt ja korrused;
- modelleeritavate elementide nimetus- ja tähistuspõhimõtted (ruumide tähistus ja kategooriad jne);
- valitud tarkvarade spetsiifilised juhendid nõuete täitmiseks (koos illustatsioonidega);
- kvaliteeditagamise plaan (automaat- ja manuaalkontrollid, nende ulatus ja detailsus, geomeetria ja infokontrollid, raportid jne);
- koostööreeglid ja kommunikatsioon projekti osapoolte vahel (koosolekute toimumine, koostöökeskkonna kasutamise põhimõtted, koondmudeli koostamine, mudelite uuendussagedused jne);
- mudelipõhise kommunikatsiooni ja BCF failide koostamise ning vahetamise kord (väljade täitmine ning teavituste haldamine);
- infoturbe plaan (kasutatavate keskkondade töökindlus, kontrollitud ligipääs andmetele, varundamine, vastumeetmed viirustele ja pahavarale jne);
- kaaskirjade koostamine (sisu, vorm, mallid, uuendussagedused jne);
- muud korralduslikud küsimused.

BIM rakenduskava saadetakse tellijale kooskõlastamiseks 2 nädala jooksul peale projekteerimise avakoosolekut. Projekteerimistööde kestel on töövõtja kohustatud BIM rakenduskavas kirjeldatust kinni pidama või muudatuste korral BIM rakenduskava uuendama, versioneerima ning saatma selle tellijale kooskõlastamiseks. BIM rakenduskavas peab selguma, kuidas kavatakse nõudeid täita. Kui tellijaga lepatakse kokku nõuete põhjendatud lõdvendustes, dokumenteeritakse need BIM rakenduskavas.

BIM rakenduskava kuulub projektdokumentatsiooni hulka ning see esitatakse igakordselt projekti üleandmisel tellijale.

## 14.4 BIM NÕUDED

### 14.4.1 Üldine

Mudelite andmesisu tasemed ning nõutud andmesisu on määratud „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis. Modelleeritud peavad olema kõik elemendid, mis kuuluvad projekti koosseisu ja on vastavas projekti staadiumis nõutud. Mudeli elemendid peavad vastama konkreetsetes projekteerimise etapis esitatud andmesisu taseme nõuetele, st nendele peab olema omistatud nõutud parameetiline ja atribuudi info.

Andmesisu peab olema esitatud korrektsetes omaduste kogumis (nt. AR\_Uks) ning peab olema korrektse andmetüübiga (nt. *IfcBoolean*). Parameetrite, atribuutide ning omaduste kogumite nimetused on määratud „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis.

Mudeli elementidele omistatud andmesisu ehk parameetrite väärtused peavad olema eestikeelsed. Võõrkeelne andmesisu mudeli elementide kohta pole lubatud. Juhtudel kui eestikeelse andmesisu lisamine pole mõjuvatel põhjustel võimalik, kooskõlastatakse see tellijaga, dokumenteeritakse BIM rakenduskavas ning vastavad tõlked tuuakse välja BIM kaaskirjas.

Mudelite siseselt ega üleselt ei ole elementide vahelised vastuolud (lõikumised, kattuvused ja ristumised) üldiselt lubatud. Lubatud vastuolude piirmäärad on välja toodud „Lisa 5, BIM lubatud vastuolud“ dokumendis. Peaprojekteerija kohustus on tagada erinevate valdkondade mudelite kooskõla, elementide korrektne kõrguslik paiknemine ja vastuolude puudumine.

Mudeli elementide geomeetria kõik kolm mõõdet (3D) on võrdse tähtsusega. Elementide ruumis paiknemise täpsus ja nõutud usaldusväärsus on kolmes sihis võrdsed. Elemendid peavad paiknema korrektsetes asukohtades sinna, kuhu on planeeritud nende ehitus või paigaldus.

Mudeli geomeetiline ja mitte-geomeetiline info on võrdse tähtsusega. Mitte-geomeetilise info osas tolerantsid puuduvad ehk kõik nõutud väljad peavad olema täidetud korrektsetel ning sisaldama tõest informatsiooni. Informatsioon, mis on esitatud mudelis, joonistel ja seletuskirjas peab olema omavahel kooskõlas.

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

Mudeli elemendid tuleb modelleerida korruste kaupa. 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).

Mudeli elemendid peavad olema süsteemselt nimetatud. Keelatud on nimetada sama tüüpi elemente erinevate tüübinimetusega või erinevat tüüpi elemente sama tüübinimetustega (nt VU-01 tüüpi välisukse avamõõdu laius ja kõrgus või välisseina VS-03 tüüpi konstruktsiooni paksuse parameetrid peavad olema identsed üksikute instantside piires). Konkreetse elementide tähistussüsteemi või põhimõtteid pakub välja peaprojekterija BIM rakenduskavas.

Mudelid peavad olema puhastatud ebavajalikest ja liigsetest elementidest (müra, „hüljatud“ projektlahendused, tühjad korrused või osasüsteemid) ning projekti laetud üleliigsetest mudeli elementide tüüpidest ja nõ perekondadest. Edastatavad mudelid peavad olema referentsmudelitest puhastatud. Korduva GUID tunnusega elementide või duplikaatide esinemine mudelis pole lubatud.

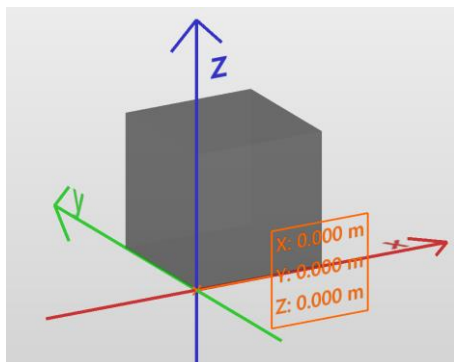
Kõik elemendid peavad olema modelleeritud valitud BIM tarkvaras selleks ette nähtud tööriistaga (funktsiooniga). Kui kasutatakse erinevaid tööriistu või luuakse geneeriliste modelleerimise tööriistadega uusi elemente, on oluline jälgida IFC eksportimisel nende korrektset sidumist IFC-klasside ja tüüpidega (nt tala-tööriistaga modelleeritud vundamendi taldmik tuleb siduda *IfcFooting* klassiga IFC eksportimisel). Vastavuste tabel on välja toodud „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ alamlehel „IFC klassid“.

Mudeli elemendid peavad sisaldama lisaks „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis väljatoodud andmetele ka piisavalt mittegeomeetrilist infot, et sisustada materjalide koguste kokkuvõtteid ja spetsifikatsioonide tabelite infoväljad. Informatsioon, mis on esitatud mudeli elementide kohta tabelites (materjalide koguste kokkuvõtteid, spetsifikatsioonid), peab pärinema mudeli elementidelt. Tabeleid ei tohi olla rikastatud mudeliga mitteseotud andmetega. Manuaalsed andmete ülekirjutamised pole lubatud. Kui siiski esineb eelmainitud olukordi, lisatakse need koos põhjendustega mudeli kaaskirja.

Mudeli elementide muutmisel tuleb eelistatavalt olemasolevaid elemente redigeerida, mitte kustutada ja uuesti luua. Seeläbi säilib elementidele sama GUID-tunnus ning nendega seotud toimingud jäävad jälitavaks.

Kõik osamudelid peavad sisaldama kokkulepitud asukohas ja geomeetriaga reeperit. Reeperi olemasolu korral, saab hinnata erinevate mudelite kooskõla ja samas koordinaatsüsteemis paiknemist. Arhitektuuri mudeli reeperil peab olema omaduste kogum „AR\_Reeper“ ning sellele vastav andmesisu. Reeper peab olema ära näidatud ka asendiplaani joonisel. Reeperi IFC klass on vaikimisi *IfcBuildingElementProxy*.

Reeperi vaikimisi asukoht on X, Y ja Z telgede ristumispunktis selline, et reeper jääb täies ulatuses koordinaatide pluss poolele (vt joonis 14.1). Koordinaadid ja kõrgusmärk arhitektuuri mudeli reeperi küljes peab olema antud nullpunkti kohta (*model origin*, suhtelise koordinaatvõrgu x, y ja z telgede ristumispunkt). BIM rakenduskavaga on võimalik reeperi paiknemist ning geomeetriat täpsustada



Joonis 14.1 Reeperi vaikimisi paiknemine

## Rekonstrueeritavate hoonete erinõuded

Rekonstrueeritavate hoonete puhul, mis hõlmavad hoone olemasolevate elementide lammutamist, tuleb koostada lammutusmudel. Lammutusmudelis peavad olema eristatavad säilitavad elemendid, lammutatavatest elementidest parameetriliselt. Meetod ja parameeter, läbi mille on elemendid eristatavad, lepitakse rekonstrueerimise projektides kokku BIM rakenduskavas. Lammutusmudel võetakse aluseks edasisel projekteerimisel, kus lammutatavad osad filtreeritakse välja, kuid säilitatakse referentsiks mudelisse. Lammutusmudelist peab selguma lammutatavate elementide maht. Elemendid, mida lammutusmudel kajastab, lepitakse kokku BIM rakenduskavas, kuid minimaalselt on nendeks katused, vahelaed, seinad, trepid, avatäited.

Rekonstrueeritavate hoonete ja rajatiste BIM projektides on oluline mudelis parameetriliselt eristada olemasolevaid ja säilitatavaid elemente (nt küttekehad, vahelaed jne) uutest või rekonstrueeritavatest elementidest (võimalus eristada näiteks säilitatavaid vaheseinu ja uusi, ehitatavaid vaheseinu). Meetod ja parameeter, läbi mille on elemendid eristatavad, lepitakse rekonstrueerimise projektides kokku BIM rakenduskavas. Sõltuvalt tarkvarast võib selleks kasutada näiteks olemasolevaid globaalseid parameetreid „*Renovation Status*“ või „*Phase*“.

Säilitatavate elementide kohta on nõutud usaldusväärne andmesisu vähendatud kujul. Olemasolevad, säilitatavad ning mittemuudetavad hoone elemendid (näiteks välisfassaad, välisaknad ja -uksed, katus, trepid, küttesüsteemi säilitatavad osad jne) peavad mudelis eksisteerima gabariitmõõtudel korrektsena ning olema identifitseeritavad vastava IFC elemendina, kuid nendele ei kohaldu „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“.

### 14.4.2 Arhitektuur

Arhitektuurimudel peab olema kooskõlas energiatõhususe simulatsioonimudeliga ja vastupidi. Energiasimulatsioonides kasutatav informatsioon peab pärinema arhitektuurimudelist ja nende vahel ei tohi olla ebakõlasid.

Vaikimisi sisaldab arhitektuurimudel endas ka konstruktsioonimudelit. Kandvad seinad, postid ja talad peavad olema olema ka arhitektuurimudelis ning need peavad olema kooskõlas ehituskonstruktsioonide mudeliga. Tuleb jälgida, et konstruktsioonimudel saaks täidetud arhitektuurimudeliga ning et konstruktsioonimudel sobituks arhitektuurimudeliga. Kui projektipõhiselt lepitakse kokku, et arhitektuur kandvaid osasid ei sisalda, dokumenteeritakse sellekohane märg BIM rakenduskavasse ja arhitektuurimudeli kaaskirja. Viimasel juhul pole vastuolud arhitektuurimudeli ja konstruktsioonimudeli vahel lubatud.

Ruumelemendid (*IfcSpace*) peavad olema modelleeritud kõikides ehitise elukaare etappides. Ruumid peavad liibuma selle piiretega ja nende vahel ei tohi olla vastuolusid. Kõik hoone pörandapinnad peavad olema ruumelementidega kaetud. Ruumelementidest peavad olema väljalõigatud nende sees olevad konstruktsioonid (nt postid, pilastrid, seinad jne). Ruumelementide ja arhitektuuri- ning konstruktsioonimudeli elementide vahelised vastuolud pole lubatud.

Ruumelemendid peavad kõrguslikult ulatuma kandva vahelaie alla. Sedasi modelleerides tagatakse korrektne energiasimulatsioon ja köetava õhkkeha maht.

Maa-ala mudel peab olema kooskõlas asendiplaani, maastikuarhitektuuri ja vertikaalplaneeringuga (kõrgusmärkidega). Oluline on kajastada maa-ala mudelis kõiki elemente, mis säilitatakse või kuuluvad rajamisele. Maa-ala mudel peab sisaldama kõiki pinnakatteid, haljastust, välisinventari ja

ümberkaudseid hooneid ning rajatise lihtsustatud geomeetriaga. Vaikimisi esitatakse maa-ala mudel eraldiseisvalt, et mitte arhitektuurimudelit üle koormata.

### Sisearhitektuur

Ripplaed modelleeritakse koos tõusude, vertikaalsete osade ja sirmidega. Ripplaed peavad olema modelleeritud reaalsusele vastava paksusega, mis arvestab nii ripplae enda kui ka ripplae karkassi/konstruktsiooni paksusega ja selle eripäradega. Moodulripplaed peavad olema modelleeritud põhiprojekti lõpuks sedasi, et moodulid ja karkass oleksid eristatavad. Ripplaed peavad olema koordineeritud tehnosüsteemide lõppelementide suhtes 50 mm täpsusega.

Vaikimisi modelleeritakse santehnika (sise-)arhitekti poolt, VK projekteerija modelleerib torustiku kuni santehnikani. Valgusteid (sise-)arhitekt vaikimisi ei modelleeri. Kõik valgustid modelleeritakse tugevvoolu (valgustuse) projekteerija poolt. Kui projektipõhiselt lepitakse kokku teisiti, märgitakse see BIM rakenduskavasse ja mudelite kaaskirjadesse.

Sisearhitektuuri mahtu kuuluvate viimistluspindade kohta esitatakse eraldiseisev mudel, mis kajastab ainult põrand-, sein- ja laepindasid. Seinapindade modelleerimisel tuleb arvestada ka ripplae taha jääva osaga. Avatäidete palede viimistluse modelleerimine pole vajalik.

Sisearhitektuuri pinnaviimistluskihid (parkett, plaat, värv jne) peavad vaikimisi kattuma arhitektuurimudeli 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 (koos aluskihiga, juhul kui vaja) ning viimistlus eksisteerib mudeli elemendina vaid sisearhitektuurimudelis.

Mööbli ja sisustuse kohta esitatakse vaikimisi eraldiseisev mudel, et mitte arhitektuurimudelit üle koormata. Mööbli ja sisustuse osas on oluline kajastada elementide korrektne paiknemine ning gabariitmõõtmed. Mudelisse kantud mööbel, sisustus ja inventar peab olema kooskõlas joonistel, spetsifikatsioonides ja seletuskirjas esitatuga.

Modelleerimist mittevajavad elemendid lepitakse kokku projektipõhiselt. Vaikimisi ei vaja modelleerimist arhitektuurimudelis liistud, pisiinventar, kleebised, tähised, viidad ja akna-, ukse- ja katuseplekid, palede viimistlused.

#### 14.4.3 Konstruktsioon

Ehituskonstruktsioonide põhimudelis peavad olema näidatud avad alates ava külje pikkusest (või diameeter) 100 mm, mis on paigaldamise eelsed või raketisega teostatavad. Lisaks näidatakse ära kõik muud, konstruktsiooniliselt olulised avad.

Konstruktsioonimudelist, mis kajastab hoone kandvat osa, peab selguma, kuidas on kavandatud jõudude ülekandumine hoone korrustelt vundamendile. See tähendab, et elementide vahel ei tohi olla tühimikke (plaadi all tala, tala all post, posti all sein, sein all vundament).

Kõik monteeritavad elemendid modelleeritakse nende reaalsete pikkustega. Monteeritavad jätkuv-elementid 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).

Konstruktioonimudeli elemendid, mis koosnevad suurest hulgast väiksemõõtmelistest või sarnastest elementidest (nt terasfermid, sõrestikud, raamid jne) seotakse kokku koostudeks (ingl *assembly*). Koostudele tuleb lisada tähise/positsiooni ja massi andmed.

Armatuurvarraste modelleerimisel tööprojekti seotakse need võrkude või armeeritavate elementide kaupa gruppidesse.

#### 14.4.4 KVJ-VK

Kõik tehnosüsteemide mudeli elemendid peavad olema seotud osasüsteemidesse. Osasüsteemi nimetus peab sisaldama „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendi alamlehel „Valikud“ välja toodud osasüsteemide nimetuse osa. Näiteks radiaatorkütte pealevoolu osasüsteem peab olema nimetatud sedasi, et see sisaldab fraasi „Radiaatorkütte pealevool“. Fraasile võib olla lisatud täiendav märge seda teenindava seadme, süsteemi kohta või teenindatava hoone osa kohta („Väljatõmme VT3“ või „Sissepuhe Parkla“)

Alternatiivsete nimetuste kasutamisel või uute lisamisel tuleb need kooskõlastada tellijaga ja dokumenteerida BIM rakenduskavas.

Vaikimisi peab sanitaartehnika olema modelleeritud AR/SA mudelisse ning VK seda modelleerima ei pea. VK modelleerib torustiku kuni santehnikani. Kui projektipõhiselt lepatakse kokku teisiti (santehnika modelleeritakse VK või mõlema osapoole poolt), märgitakse see BIM rakenduskavasse ja mudelite kaaskirjadesse.

Trapid, äravoolud, katuselehtid jms kuulub VK mudelisse (vt ka Lisa 4 BIM andmesisu nõuded).

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

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

Kinnitusvahendite, klambrite ja riputite modelleerimine pole vajalik, kuid modelleerimisel tuleb ette näha piisav ruum nende paigaldamiseks ja hilisemaks hoolduseks. Vastavalt kokkuleppele ja tuvastatud vajadusele võib osutada vajalikuks kinnitusvahendite osaline modelleerimine. Modelleerida pole vaja tehases valmistatud ja komplekteeritud tehnosüsteemide elementide sisu.

#### 14.4.5 Tugev- ja nõrkvool

Kõik tugev- ja nõrkvoolu (sh automaatika, ligipääsusüsteemid) mudeli elemendid peavad olema seotud osasüsteemidesse. Osasüsteemid nimetatakse vastavalt S2010 eestikeelsele jaotusele (nt „S241, Pistikupesad“). Kasutada võib ainult nelja tähemärgilisi tähiseid (mitte nt „T5 Turvasüsteem“).

Vaikimisi modelleeritakse kõik valgustid tugevvoolu (valgustuse) projekteerija poolt. Tugev- ja nõrkvoolu projekteerijal tuleb kooskõlastada lõppelementide ja seadmete (valgustid, lülid, pistikud) valik arhitektiga (sisearhitektiga). Kui projektipõhiselt lepatakse kokku teisiti, siis märgitakse sellekohane info BIM rakenduskavasse ja mudelite kaaskirjadesse.



Kaabliredeleid ja korvrenne on soovitatav mudelis kujutada täismahulistena. See võimaldab vähendada mudeli mahtu ning teostada täpsemaid kvaliteedikontrolle.

Kaablite ning kaabliredelite kinnituste modelleerimine pole vajalik, kuid ette tuleb näha piisav ruum nende paigaldamiseks ja hilisemaks hoolduseks.

## 14.5 ELEMENTIDE VÄRVID

Arhitektuuri ja konstruktsioonide mudeli elementidele määratakse nende eksportimisel nende elementide peamine iseloomulik värv (nt puitkonstruktsioon on IFC-mudelis helekollane ning betoon hall).

Kõik tehnosüsteemid peavad olema värvkodeeritud vastavalt Tabelis 14.1 välja toodud värvidele. Põhjustatud asjaolude korral on lubatud nõutust erinevate värvide kasutamine, kuid see peab olema kooskõlastatud tellijaga ja dokumenteeritud BIM rakenduskavas.

Tabel 14.1 Tehnosüsteemide mudelite värvid

<i>Tehnosüsteem</i>	<i>Värv</i>
<b>Küte</b>	
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 150
<b>Ventilatsioon ja jahutus</b>	
Sissepuhe	ACAD 230
Väljatõmme	ACAD 40
Suitsueemaldus	ACAD 210
Õhuvõtt	ACAD 160
Õhu väljavise	ACAD 42
Jahutus	lilla / roheline
-pealevool	ACAD 190
-tagasivool	ACAD 122
<b>Veevarustus ja kanalisatsioon</b>	
Külm vesi	ACAD 130
Soe vesi	ACAD 20
Tsirkulatsioon	ACAD 212
Kanalisatsioon	ACAD 54
Sademevee kanal.	ACAD 144
Tuletõrje v/Sprinkler	ACAD 0
<b>Elektripaigaldis</b>	
Tugevvool	ACAD 123
Nõrkvool	ACAD 181
Tulekindlad redelid	ACAD 31

Isolatsioon tuleb vaikumisi modelleerida süsteemiga sama värvi ja 50% läbipaistvana. Kui see pole võimalik, tuleb isolatsiooni värviks määrata tehnosüsteemi värv, mida see katab. Lisasüsteemide (suruõhk, kesk tolmuimeja, gaas jne) olemasolul lepitakse nende värvid kokku BIM rakenduskavas.

Ühe tehnosüsteemi osasüsteemi ulatuses peavad süsteemielemendid olema sama värvi (st ventilatsiooni väljatõmbe elemendid tohivad olla vaid ühte värvi – vaikumisi tumekollased).

## 14.6 IFC EKSPORTIMINE

Oluline on tagada, et kõik modelleeritud elemendid kanduksid koos vajaliku andmestikuga korrektselt edasi IFC kujule.

Eelistatud failiformaat on \*.ifc, kuid mahukamate mudelite puhul on lubatud ka kasutada \*.ifzZIP formaati. Eelistatud IFC versioon on IFC2X3 ning andmekogu definitsioon *Coordination View Version 2.0*. Nõuete korrektse täitmise korral võib kasutada ka uuemaid IFC versioone.

Kõik hoone elemendid peavad olema eksporditud korrektsesse, elemendi olemusele vastavasse IFC klassi ja tüüpi. Vastavuste tabel on välja toodud „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ alamlehel „IFC klassid“. Tundmatute või geneeriliste objektide (*IfcBuildingElementProxy* või *IfcObject*) kasutamine peab olema võimalikult väike ning on lubatud ainult juhtudel, kui elemendi olemusele vastavat IFC klassi ei leidu. Sobiva IFC klassi mitteleidmisel tuleb projekteerijal teha parim võimalik valik ning lisada sellekohane märge mudeli kaaskirja.

Arhitektuuri- ja konstruktsioonimudelist eksporditakse välja ka teljed. Telgede eksportimiseks tuleb kasutada selleks ettenähtud *IfcGrid* klassi.

Andmesisu nõuete täitmisel tuleb maksimaalselt ära kasutada IFC standardi omaduste kogumeid (*nt Pset\_WindowCommon*) ning tarkvaras juba olemasolevaid (*hard-coded*) elementide parameetreid ja atribuute.

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

Keelatud on mudelist kontrollimata info eksportimine. Originaaltarkvarast tuleb välja eksportida vaid see info (omaduste kogum), mis on konkreetset hetkel elemendile nõutud ning mis on kontrollitud.

Mudeli elemendid, mis koosnevad teistest elementidest, tuleb eksportida sedasi, et need oleksid IFC kujul loetavad mõlemal tasemel – tervikuna ja eraldi osadena. See tähendab, et IFC mudelist peab olema võimalik pärida liit- ja komposiitelemente tervikuna ning samas ka algelementidena. Komposiitelemendid ja liitkonstruktsioonid peavad jagunema edasi (*decomposes forward*) algkomponentideks ning algkomponendid omakorda jagunema tagasi (*decomposes backward*) komposiitelementideks ja liitkonstruktsioonideks. Sellised elemendid on tavaliselt:

- Ripplagi (*IfcCoveringType.CEILING*) → ripplae paneelid ja karkass
- Rippfassaad (*IfcCurtainWall*) → rippfassaadis uks, aken, tumm osa ja karkass
- Piire (*IfcRailing*) → piirde postid, paneelid, karkass ja käepide
- Trepp (*IfcStair*) → trepi marss ja made
- Katuslagi (*IfcSlabType.ROOF*) → eraldi kihid materjalide kaupa
- Vahelagi (*IfcSlab*) → eraldi kihid materjalide kaupa
- Sein (*IfcWall*) → eraldi kihid materjalide kaupa

Rohkem tehnilist infot IFC kohta leiab aadressilt: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

## 14.7 LASERSKANEERIMINE JA PUNKTIPILV

Rekonstrueerimistöõde puhul tuleb enne projekteerimisega alustamist olemasolev objekt mõõdistada laserskaneerimise teel. Laserskaneeritakse vajalik osa või terve ehitis, vastavalt projekteerimistöõde ulatusele. Kuna laserskaneerimisega on võimalik mõõdistada vaid nähtavaid pindu, on soovitatav mittevajalike punktide ehk müra vähendamiseks tühjendada ruumid mööblist ning ripplaed ja seinad avada võimaluste piirides (kandva osa nägemiseks).

Üldised nõuded punktipilvele (juhul kui BIM rakenduskavas pole kokkulepitud teisiti):

- Punktide tihedus pinnal vahemikus 5mm – 10mm
- Punktide hajuvus pinnal vastavalt BIM rakenduskavale
- Punktipilv tuleb üle anda:
  - L-EST '97 koordinaatsüsteemis ja EH2000 kõrgussüsteemis või alternatiivsel juhul
  - Arhitektuuri mudeli nullpunkti ja orientatsioonis. Viimasel juhul tuleb anda nullpunkti L-EST koordinaat ja nurk projekti põhjasuuna ja tegeliku põhjasuuna vahel (lepitakse kokku BIM rakenduskavas)
- Punktipilv tuleb üle anda järgmistes formaatides:
  - Mõõdistuse originaalformaadis
  - Projekteerimistarkvara jaoks sobilikus formaadis. Näiteks:
    - PTS või XYZ
    - RCS ja RCP
    - E57

BIM rakenduskavas lepitakse kokku hoonega seotud 360 kraadi fotode vajadus. Fotod peavad olema seotud asukohtadega hoones, kus on need pildistatud. Mõõdistusmudel peab vastama arhitekti ja konkreetse projekti vajadustele. Projekteerimisel tuleb jälgida, et mudeli nullpunkt ja orientatsioon ühtiks punktipilvega. Täiendav laserskaneerimise vajadus ja maht tööprojekti koostamiseks peale lammutamist lepitakse kokku ehituse peatöövõtjaga.

Täpsemad, projektipõhised kokkulepped tehakse enne laserskaneerimise töödega alustamist BIM rakenduskavas, võttes arvesse erinevate osapoolte ja konkreetse projekti erivajadusi.

## 14.8 MUDELI DOKUMENTATSIOON

Tellija käsitleb BIM mudelit hierarhiliselt olulisemana kui BIM mudeli alusel genereeritud 2D jooniseid. See tähendab, et vastuolude korral omab mudeli info suuremat tähtsust.

Tellijal on õigus kasutada lisatasuta mudeli elemente, mis on mudelitesse lisatud ja mis eksisteerivad enne tellijaga lepingu sõlmimist. Mudeli elemente 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, kõikide mudelite juurde kuuluvad kaaskirjad ning kehtiv BIM rakenduskava. Originaalformaadi definitsiooni kohaselt on sellel säilinud tarkvara funktsionaalsused, see on edasiarendatav, sisaldab parameetrilisi objekte ning hõlmab endas ka 2D väljundeid (joonised, spetsifikatsioonid, mahtude loendid jne).

Põhiprojekti lõpuks tuleb koondmudelile üle anda hoone mudeli elementide mahtude loend vähemalt „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis markeeritud elementide osas. Mahtude loendid tuleb komplekteerida nõutud omaduste kogumite kaupa (nt AR\_Uks; AR\_Aken; EK\_Armatuur; KVV\_Klapp jne). Mahtude loendis peavad olema välja toodud samad andmed elementide kohta, mis on nõutud vastavatele elementidele andmesisu nõuetega.

Joonised ja mudel peavad olema koostatud sama tarkvaraga. Keelatud on joonistest mudelite tuletamine 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 seda mudeliga vastuollu. Projektlahenduste muutuste korral viiakse need esmalt sisse mudelisse ning seejärel edastatakse muudatusi kajastavad ja uuendatud joonised.

Joonistele lisatud annotatsioonid (viited, tähised, kõrgusmärgid, mõõtjooned), mida on kujutatud 2D joonistel, peavad olema mudeliga vastavuses ehk mudeli elementidega parameetriselt seotud .

Energiasimulatsioonide puhul esitatakse lisaks energiatõhususe hinnangu dokumendile ka selle aluseks olnud simulatsioonimudel tarkvara originaalformaadis, mille alusel on tellijal võimalik kontrollida energiasimulatsiooni lähteandmeid ja tulemusi.

Soovitav on IFC mudelid enne nende edastamist optimeerida (kasutades näiteks Solibri IFC Optimizer tarkvara).

### **Nõuded mudeli kaaskirjale**

Kõikide mudelite kaaskirjad peavad sisaldama vähemalt 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 ja koordinaadid
- IFC klassifikatsiooni erisused
- Geomeetria erisused
- Infosisu erisused
- Mudelis esinevad vastuolud
- Valmidusaste ja usaldusväärsus
- Erisused elementide kuuluvuses või jaotuses mudelite vahel
- Erisused tehnosüsteemide värvides

Kaaskirjad esitatakse kõikide mudelite kohta ja paralleelselt mudelite avaldamisega nii projekteerimise kestel kui ka projekteerimise lõpus üleantava dokumentatsiooni hulgas. Kaaskirjad edastatakse kas \*.pdf, \*.doc või \*.docx failiformaadis.

## **14.9 VASTUOLUD**

Peaprojekterija kohustus on tagada kooskõla erinevate valdkondade mudelite vahel, elementide korrektne kõrguslik paiknemine ning geomeetriliste ja mitte-geomeetriliste vastuolude puudumine. Geomeetiline ja mittegeomeetiline info on võrdse olulisusega ning peavad olema kontrollitud.

Peaprojekterija kohustus on kontrollida alltöövõtjate/partnerite mudeleid ja tehtud tööd, koondada valdkonna mudelid koondmudeliks ja tagada kogu projekti ning koondmudeli nõuetele vastav kvaliteet.

Infonõuete kontroll toimub kõikides projekti etappides ning infonõuete osas hälbed lubatud ei ole. Geomeetriliste vastuolude kontroll toimub eelkõige põhiprojekt staadiumis. Lubatud maksimaalsed geomeetrilised vastuolud põhiprojektis on välja toodud „Lisa 5, BIM lubatud vastuolud“ dokumendis.

#### 14.10 TEOSTUSMUDEL

Ehitushanke kandvateks alusdokumentideks on projekti kõikide valdkondade IFC formaadis BIM mudelid. Mudelite originaalformaadid (*native format*) tehakse kättesaadavaks edukale ehitushanke pakkujale, kellega tellija sõlmib lepingu. Projekterimisaegsed originaalformaadid on abiks töö- ja teostusmudeli koostamisel.

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

Ehituse peatöövõtja poolt koostatavas BIM rakenduskavas peab olema välja toodud meetodid ja protsessid, kuidas kavatakse töö- ja teostusmudeleid koostada. Lisaks peab BIM rakenduskavas olema näidatud, milliseid meetodeid kasutatakse teostusmudeli valideerimiseks ja elementide paiknemise osas nõutud tolerantside saavutamiseks.

Teostusmudel peab vastama reaalselt valmis ehitatud objektile. Teostusmudel luuakse kontrollitud töömudeli alusel ja see sisaldab ehitusaegseid muudatusi, asendusi ja ehitustegevuse ajal tekkinud informatsiooni. Nõutud usaldusväärne andmesisu teostusmudeli elementide kohta on välja toodud „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis.

Teostusmudel peab sisaldama koosseisuliselt vähemalt samas mahus mudeli elemente, mis on üle antud ehitajale (peatöövõtja) hankedokumentidega.

Teostusmudeli loomine peab toimuma rööpselt ehitustööde teostamisega. Täpne teostusmudeli koostamise ajagraafik lepatakse kokku alati projektipõhiselt ning see dokumenteeritakse BIM rakenduskavas. Tellija ja omanikujärelevalve kontrollivad teostusmudeli arengut töövõtjaga kokkulepitud sagedusega.

Teostusmudeli kvaliteedi saavutamiseks peab ehitaja ette nägema valideerimismehhanismi, kuidas tõendada teostusdokumentatsiooni (sh teostusmudeli) vastavust reaalsusele.

Ruumipinna (*IfcSpace*) tolerants on 0,1 m<sup>2</sup>.

Tehnosüsteemid tuleb paigaldada projektijärgsesse asukohta ja õiges geomeetrilises järjekorras. Teostusmudeli ja reaalselt teostatud ehitustööde vahel on lubatud alljärgnevad tolerantsid elementide paiknemise osas:

- nähtavad tehnosüsteemid: 300 mm
- laetagused tehnosüsteemid: 300 mm
- seinasisesed tehnosüsteemid: 100 mm
- põrandasisesed tehnosüsteemid: 50 mm

Ükski mudelisisene viide (link) ei tohi sõltuda mudeli või lingitud dokumentide lõplikust asukohast. Internetilinkide (URL) lisamine on keelatud, kuna nende püsivus ajas on väike. Pilveteenuste vaheliste

linkide lisamine toimub tellijaga kokkuleppel. Paremate lahenduste puudumisel on lahenduseks lokaalsed suhtelised lingid. Suhteline link algab mudeli peakaustast.

Korrektne näide:

`\Teostusinfo\KVJ\Ventilatsioon\Mürasummutid\Tooteinfo`

Viited (lingid) peavad olema tehtud seadmete liigile vastavatesse kaustadesse. Viited viidetele pole lubatud. Oluline on tagada lingi püsivus ajas.

Teostusmudeliga tuleb koondmudelisse üle anda hoone mudeli elementide mahtude loend vähemalt „Lisa 4, BIM andmesisu nõuded“ dokumendis markeeritud elementide osas. Mahtude loendid tuleb komplekteerida nõutud omaduste kogumite kaupa (nt AR\_Uks; AR\_Aken; EK\_Armatuur; KVJ\_Klapp jne). Mahtude loendis peavad olema välja toodud samad andmed elementide kohta, mis on nõutud vastavatele elementidele andmesisu nõuetega.

Teostusmudelid (kõikide erinevate valdkondade mudelid) antakse tellijale üle nii originaalformaadis (*native format*) kui ka IFC vormingus. Dokumentatsiooni hulka kuulub ka BIM rakenduskava ja mudelite kaaskirjad. Tellija teostab teostusmudelite kontrolli IFC mudelite baasil.