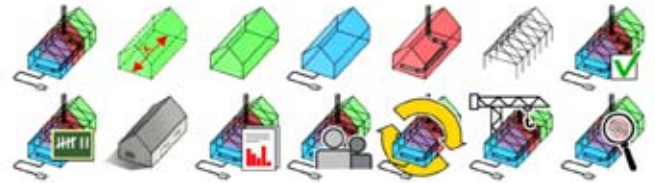


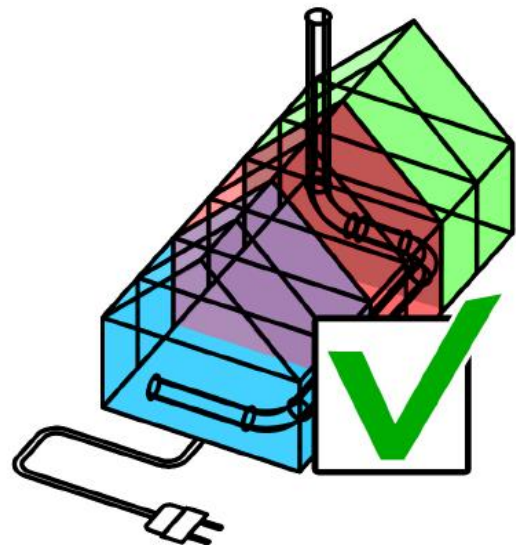
## MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012

### 6. osa Kvaliteedi tagamine



**COBIM** Mudelprojekteerimise  
üldjuhendid 2012

v 1.0



### SISUKORD

#### EESSÕNA

- 1 MUDELPROJEKTEERIMISJUHENDITE PÕHIEESMÄRGID
  - 2 SISSEJUHATUS
    - 2.1 Kvaliteedikontroll tellija seisukohalt
    - 2.2 Kvaliteedikontroll projekteeija seisukohalt
    - 2.3 Kvaliteedikontroll projektirühma seisukohalt
  - 2.4 Protsessi läbipaistvus
  - 3 KVALITEEDIKONTROLL
    - 3.1 Projektide kvaliteedijuhtimine
    - 3.2 Vaheetapid ja nende sisu
    - 3.3 Kvaliteedikontrolli meetodid
  - 4 KONTROLLITAVAD MUDELID
    - 4.1 Lähteolukorra mudel
    - 4.2 Ruumelementide mudel
    - 4.3 Arhitektuurne ja konstruktsioonide mudel
    - 4.4 Tehnosüsteemide mudel
    - 4.5 Koondmudel
    - 4.6 Projektdokumentide kontrollimine
    - 4.7 Infomudelite kontrolli võimalused lähitulevikus
  - 5 VASTUTUS
    - 5.1 Vastutav isik
- Lisad

#### EESSÕNA

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” on valminud ulatusliku arendusprojekti COBIM tulemusena. Vajaduse nõuete järele tingis mudelprojekteerimise (BIM-i) kiire levik ehitusvaldkonnas. Ehitushanke kõigis staadiumites tuleb osalistel üha täpsemalt määratleda, kuidas ja mida modelleerida. Sarja „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” aluseks on olnud tellijaorganisatsioonide varasemad juhendid ja nende kasutamisel saadud kogemused ning juhendite koostajate endi kogemus mudelipõhisest tegevusest.

## 1 MUDELPROJEKTEERIMISJUHENDITE PÕHIEESMÄRGID

Ehitise omaduste ja konstruktsioonide modelleerimise eesmärk on toetada projekteerimise ja ehituse elukaare protsessi nii, et see oleks kõrge kvaliteediga, tõhus, ohutu ja säästvat arengut toetav. Infomudeleid kasutatakse ehitise kogu elukaare vältel alates eskiisist ning jätkuvalt ka ehitise eksploatatsioonil ja haldamisel pärast ehitusprojekti lõppu.

Mudelid võimaldavad näiteks:

- tuge investeerimisotsuste tegemisel, võrreldes lahenduste toimivust, mahtu ja kulusid;
- energia-, keskkonna- ja elukaareanalüüside teostamist lahenduste võrdlemiseks, projekteerimiseks ja kavandatud eesmärkide saavutamiseks;
- projektlahenduste visualiseerimist ja nende teostatavuse analüüsimist;
- kvaliteedi tagamist, andmevahetuse parandamist ja projekteerimisprotsessi tõhustamist;
- ehitusprojekti andmete kasutamist ehitise eksploatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid ja eesmärgid. Eesmärkide ja selles juhendis arjas esitatud üldnõuete põhjal formuleeritakse ja dokumenteeritakse konkreetse hanke puhul esitatavad nõuded.

Modelleerimise üldised eesmärgid on näiteks:

- hanke otsustusprotsesside toetamine;
- osaliste integreerimine hanke eesmärkide saavutamiseks;
- projektlahenduste visualiseerimine;
- projektide koostamise ja projektide integreerimise toetamine;
- ehitusprotsessi ja selle lõpptoote kvaliteedi parandamine ja tagamine;
- ehitusaegsete protsesside tõhustamine;
- ohutuse suurendamine ehitusprotsessi ajal ja ehitise haldamisel;
- hanke kulusid ja ehitise elutsükli käsitlevate analüüside toetamine;
- ehitusinfo andmete andmehaldussüsteemidesse ülekandmise lihtsustamine.

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” hõlmab ehitus- ja renoveerimisobjekte ning ehitiste kasutamist ja haldamist. Mudelprojekteerimise juhendid hõlmavad miinimumnõudeid mudelitele ja infole. Miinimumnõudeid on ette nähtud järgida kõigi ehitusprojektide puhul, kus nende nõuete kasutamine on kasulik. Lisaks miinimumnõuetele võib konkreetsel juhtudel esitada lisanõudeid. Mudelprojekteerimise nõuded ja mudelite sisu tuleb esitada kõigis projekteerimislepingutes siduvalt ja üheselt.

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” koosneb järgmistest dokumentidest:

1. Mudelprojekteerimise üldjuhendid;
2. Lähteolukorra modelleerimine;
3. Arhitektuurne projekteerimine;
4. Tehnosüsteemide projekteerimine;
5. Konstruktsioonide projekteerimine;
6. Kvaliteedi tagamine;
7. Mahuarvutused;
8. Mudelite kasutamine visualiseerimisel;
9. Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil;
10. Energia-analüüsid;
11. Mudelipõhise projekti juhtimine;
12. Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel;
13. Infomudelite kasutamine ehitamisel;
14. Infomudelite kasutamine ehitusjärelvalves – juhend on loomisel.

Lisaks oma valdkonda käsitlevatele juhenditele peavad kõik mudelprojekteerimishanke osalised tutvuma vähemalt üldosa

(1. osa) ja kvaliteedi tagamise (6. osa) põhimõtetega. Projekti juht või projekti andmehalduse juht peab olema kursis kõigi mudelprojekteerimisjuhendite põhimõtetega.

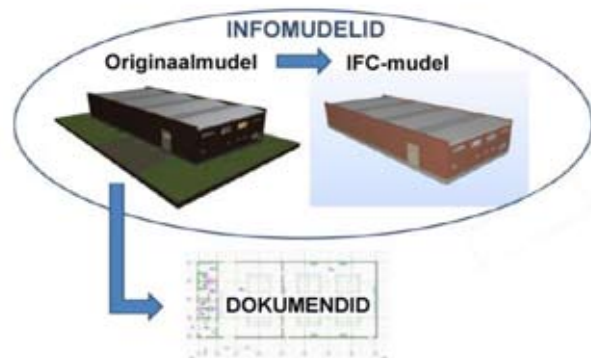
## 2 SISSEJUHATUS

Kvaliteedi tagamisena peetakse käesolevas kontekstis silmas projektide kvaliteedi parandamist niisugusel määral, mida võimaldavad mudelipõhised projektid. Tuleb arvesse võtta, et sõltuvalt projekteerimisvaldkonnast hõlmab kvaliteedi tagamine ka teisi toiminguid.

Kvaliteedikontrolli peamised eesmärgid on eeskätt kõigi projekteerijate koostatud projektide kvaliteedi parandamine ja säilitamine ning osaliste andmevahetuse parandamine ja selle abil kogu projekteerimisprotsessi tõhustamine.

Mudelipõhiste projektide kvaliteedi parandamine toimub projekteerijate ja tellija koostööna, mille eesmärk on tõsta projektide taset, parandada nende vastavust tellija vajadustele ning ehitustööde kalenderplaani ja eelarve paikapidavust, lihtsustada ehitusetappe, vähendada ümberprojekteerimist ja muudatustöid ehitusprotsessi käigus ning rajada toimiv ja eesmärkidele vastav kvaliteetne ehitis.

Infomudeliks nimetatakse nii projekteerija kasutatud tarkvara abil loodud nn originaalmudelit kui ka selle põhjal toodetud IFC-mudelit.



Joonis 1. Infomudeliks nimetatakse nii originaalmudelit kui ka IFC-mudelit.

Infomudeli või -mudelite kvaliteedikontroll parandab ka infomudelist toodetud projekteerimisdokumentide kvaliteeti.

Käesolevas dokumendis keskendutakse infomudelite kvaliteedikontrolli meetoditele ja näidatakse, millised on mudelipõhiste projektide tüüpilised probleemid, kuidas neid avastada ja võimalikult vähesel määral kõrvaldada. Erinevaid projekteerimisvaldkondi käsitlevad täpsemad juhendid leiduvad vastava valdkonna projekteerimisnõuetes.

### Nõuded

Valdkonnapõhistes nõuetes on võimalikult üheselt määratletud, millist teavet infomudel peab sisaldama ja kuidas peab info olema esitatud või määratletud. Infomudelite kvaliteedikontrolli eesmärk on veenduda, et infomudel oleks tehtud nõuetekohaselt ja sobib kavandatud otstarbeks.

### Selgitus

Kvaliteedikontrollina peetakse selles kontekstis silmas eelkõige IFC-mudeli kontrollimist, kuigi nõuetes viidatakse ka teistele kontrollitappidele, mille teostamine lihtsustab tööd ja säästab kokkuvõttes kõigi osaliste aega.

Traditsioonilise projekteerimisprotsessi käigus kontrollitakse süstemaatiliselt 5–10% projektandmetest, IFC-mudeli abil on võimalik süstemaatiliselt kontrollida ja analüüsida umbes 40–60% arhitektuurse projektis sisalduvast teabest. Lisaks tuleb arvesse võtta, et see meetod ei võimalda kontrollida projektide toimivust või otstarbekust (näiteks konstruktsiooniarvutusi või arhitektuurse projekti toimivust).

IFC-mudeleid ja nende sisu võib vaadelda kolmest aspektist:

- infomudeli tehniline sisu – kas mudel on loodud õigesti;
- infomudeli infosisu – kas mudel sisaldab vastava projekteerimisvaldkonna ja -staadiumi informatsiooni;
- projekti sisu ja kvaliteedi hindamine infomudeli abil – projekti kontrollides võrreldakse infomudelite komponente omavahel (näiteks vastuolude kontroll, ühetaolisus) või teadaolevate nõuetega (näiteks ruuminõuded vms nõuded, puuduste kontroll).

IFC-mudelite kvaliteedikontrollil ei käsitleta projekteerimistarkvara loodud IFC-failide moodustamist või sellekohase andmebaasi ülesehitust, vaid projekti infosisu ja kvaliteeti. Kui kasutatud IFC-standardit toetavates programmides ilmneb kavandatud IFC-failide tootmisel probleeme, tuleb kõigepealt kaaluda võimalikke alternatiive olukorra lahendamiseks. Kui sellest ei ole abi, tuleb olukorda käsitleda tarkvaraprobleemina (vt ka p 2.2). Probleemide korral tuleks abi saamiseks pöörduda tarkvara tarnija poole. Samas tuleks viivitamata teavitada ka projekti infomudelite kvaliteedi eest vastutavaid isikuid ja teabe kasutajaid ning panna kirja vajalikud meetmed.

## 2.1 Kvaliteedikontroll tellija seisukohalt

Tellijas seisukohalt on kõige olulisem jälgida hanke edenemist ja vastavust kavandatud eesmärkidele.

Kvaliteedikontroll kui niisugune ei ole uus asi ja seda tuleks kasutada ka traditsioonilisel dokumendipõhisel projekteerimisel. Praktikas on see osutunud küllaltki vaerarikkaks ja nõudnud suurt hoolikust eelkõige muudatuste korral. Sageli on see viinud olukorrani, kus probleemid tulevad ilmsiks ja lahendatakse alles siis, kui on tekkinud hädaolukord. Tavaliselt toimub see ehitusplatsil. Hädaolukorra lahendamiseks kaasneb täiendav projekteerimistöö sageli kriitilise aja jooksul, mis põhjustab kõigile osalistele märkimisväärsed lisakulusid ning tihti ka tähtaegade edasilükkumise.

### Selgitus

Mudelipõhise projekteerimisprotsessi üks olulisemaid eesmärke on avastada probleemid võimalikult vara ning kõrvaldada vastuolud ja puudused enne, kui need probleemiks kujunevad. Mudelipõhine kvaliteedikontrolliprotsess, infomudeli kontroll ja analüüsid annavad juba varakult ehitises parema ülevaate. Ainuüksi infomudeli visuaalne vaatlus annab hankest parema üldpildi, täpsematest analüüsides rääkimata.

## 2.2 Kvaliteedikontroll projekteerija seisukohalt

Projekteerija seisukohalt on kõige olulisem käsitleda modelleerimist normaalse projekteerimisprotsessi osana. Projekteerija vastutab projektide kvaliteedi ja seega ka mudelite infosisu eest.

### Selgitus

Traditsioonilisel dokumendipõhisel projekteerimisel tõlgendatakse projekteerimisinfot dokumentide põhjal. Dokumentidesse tehtavaid märkusi tarkvara tavaliselt ei edasta. Seevastu infomudelisse sisestatud teavet kasutatakse samasugusel kujul ka teistes programmrakendustes. Tuleb arvesse võtta ka seda, et infomudel on projektinfo edastamise vahend, kuid projektdokumentide asendamine ei ole vähemalt lähiajal eesmärk.

Kindlasti tuleb vältida nn dubleerivat meeskonnatööd, mille puhul kasutatakse dokumentide tootmiseks traditsioonilisi projekteerimismeetodeid ja teine töögrupp tegeleb infomudeli modelleerimisega, sest „tellija nõuab seda”. Tegelikult kahekordistab see projekteerimiskulusid ja infomudelite abil ei suudeta projektide kvaliteeti siiski parandada.

Projekteerijad peavad kasutama võimalusel kasutama kõige värskemaid BuildingSMART sertifikaati omavaid IFC standardit importivaid/eksportivaid modelleerimistarkvarasid. Kui IFC-andmevahetusel või tarkvaras endas tekib vigu, ei ole projekteerijal alati võimalik olukorda mõjutada. Projekteerija on siiski kohustatud otsima võimalikke alternatiivseid lahendusi. Lisaks on projekteerija kohustatud teatama kõigist avastatud vigadest, et projektipõhiselt oleks võimalik otsustada, kuidas olukord lahendada.

## 2.3 Kvaliteedikontroll projektirühma seisukohalt

Projektirühm ei kannu kollektiivset vastutust projektide kvaliteedi eest, kuid efektiivse töö korral paraneb kõigi projektide kvaliteet ja eri projektidest moodustuv tervik on toimivam.

### Selgitus

Kui infomudeli sisule algusest peale tähelepanu pööratakse, on mudelite abil lihtsam projekti käigus informatsiooni vahetada. Et osa projektist (infost) on algul tegelikult alles kuju omandamas, tuleb teistele osalistele teavet jagada teatud mõttes poolleiolevate infomudelite abil. Ka poolik teave on teistele projekteerijatele abiks ja võimaldab esile tuua võimalikke probleeme.

Enne projekteerimise algust tuleb tagada, et kõik projekteerijad töötavad samas koordinaatsüsteemis. Mudelite ühendamise võimaldab veenduda, kas koordinaatsüsteemud (sh kõrgusmärk) on määratud õigesti.

Projekti algul peab projektirühm kindlaks tegema ja kirja panema, millist tarkvara osalised modelleerimisel kasutavad. See teeb edaspidi võimalike probleemide tuvastamise lihtsamaks.

### 2.3.1 Projektikoosolekud

#### Selgitus

Soovitav on korraldada projekteerijate koosolekuid, kus infomudelite abil tehakse kindlaks projektide hetkeseis ja võimalikud tähelepanu vajavad aspektid. Projekteerijate koosolekud on soovitatav pidada enne projektinõupidamisi.

Kasutatavad meetodid lepatakse kokku projektipõhiselt. Projekteerijate koosolekute eel esitatakse projektide hetkeseisule vastavad IFC-formaadis infomudelid koondmudeli koostamise eest vastutavale osalisele. Mudelid integreeritakse ja projekteerijate koosolekuks esitatakse esialgsed tähelepanekud. Kõik osalised lisavad esitatud infomudelile lühikese kaaskirja, mis kajastab mudeli hetkeseisu ja valmimisjärku.



Joonis 2. Koondmudeli koostamine.

Enne projekteerijate koosolekut on projekteerijatel soovitatav kontrollida vähemalt järgmisi aspekte:

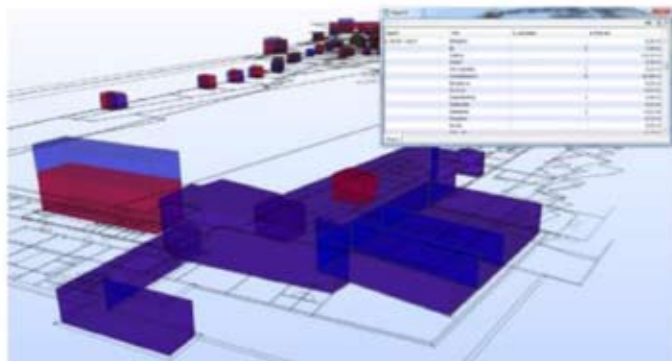
- rihitekt kontrollib enne mudeli esitamist teistele osalistele ruumide vastavust ruumiprogrammile ja seda, kas ruumid on modelleeritud ümbritsevate seinte suhtes õigesti;
- Konstruksioonide projekteerija kontrollib, kas kandetarindid ja neis olevad avad on vastavuses arhitektuurse mudeliga;
- Tehnosüsteemide projekteerijad kontrollivad oma projekteerimisala objektide sobivust kavandatud ruumidesse ja vastuolusid teiste ning nende projekteeritud süsteemide vahel;
- Peaprojekteerija kontrollib eri projekteerimisalade ruumikasutust ning juhib vastuolude kontrolli ja selle tulemuste käsitlemist.

### 2.3.2 Muudatuste juhtimine

#### Selgitus

Üldine põhimõte on see, et projekteerija teavitab teisi projekteerijaid tehtud muudatustest. Kui projekteerimine on jõudnud sellisesse järku, et projektid hakkavad omandama lõplikku kuju, on kõigil projekteerijatel soovitatav kontrollida teistelt projekteerijatelt saadud infomudeleid, et teha täpsemalt kindlaks teostatud muudatused.

See võimaldab keskenduda olulisemate muudatuste jälgimisele ja nende mõjule oma projektidele. Enne oma infomodelite edastamist teistele projekteerijatele tuleb kontrollida ka mudelite kvaliteeti, sealhulgas tehtud muudatusi. See aitab vältida tähelepanematusse tõttu sündinud muudatuste edastamist.



Joonis 3. Muudatuste visualiseerimine infomodelites.

### 2.3.3 Projekteerijate infovahetuse parandamine

IFC-formaadis infomodelid võimaldavad osalistel edastada oluliselt rohkem ja kvaliteetsemat informatsiooni kui tavalised dokumendid. Info kasutamine tõhustab projekteerimisprotsessi ja vähendab väärtõlgendusvõimalusi. Samas suurenevad ka nõudmised info õigsuse osas.

### 2.4 Protsessi läbipaistvus

Projektandmete kontrollimine ja analüüsimine IFC-mudeli abil võimaldab saada konkreetsema ülevaate projekti arengust ning vastavusest tellija ja kasutaja vajadusele. Ühtlasi kaasatakse rohkem inimesi projekti käiku jälgima ja võimalikke puudusi avastama. Projekteerimisprotsessi läbipaistvus tagab klientide suurema rahulolu ja parema lõpptulemuse.

## 3 KVALITEEDIKONTROLL

### 3.1 Projektide kvaliteedijuhtimine

Kvaliteetsete projektide tegemine on lihtsam, kui kvaliteedile pidevalt tähelepanu pööratakse.

#### Nõuded

Kõik projekteerijad peavad regulaarselt kontrollima oma projektide kvaliteeti, järgides oma kvaliteedisüsteemi.

#### Selgitus

Praktikas on tõdetud, et kvaliteedi oluline parandamine projekteerimisstaadiumi lõpul teostatavate vastuolude kontrollide abil ei pruugi õnnestuda. See võib hõlpsasti põhjustada suhtumise, et projektide integreerimine toimub „hiljem” ja selle eest vastutab pigem „keegi teine”. Lõpptulemusena on projektides üllatavalt palju parandamist vajavat ja pingelise ajagraafiku tõttu on kõiki vigu peaaegu võimatu kõrvaldada. Nii võib juhtuda eelkõige siis, kui ühe osalise projektis tehtud muudatused eeldavad muudatusi ka teistes projektides. Tähelepanu tuleb pöörata ka asjaolule, et projekteerimise ja selle kvaliteedi kohta on mitmeid valdkonnapõhiseid juhendeid, eeskirju ja seadusi, mida selles dokumendis ei käsitleta.

### 3.2 Vaheetapid ja nende sisu

Kvaliteediprotsess vaheetappidel on mitmeastmeline ning koosneb projekteerija teostatavast kvaliteedikontrollist, projektirühma sisesest kvaliteedikontrollist ning kvaliteedikontrollist, mida teostab tellija ja/või tellija esindaja. Kõigil neil on kindel eesmärk.

#### Selgitus

Kontrollprotsess koosneb kolmest põhiülesandest, mis jagunevad projekteerija, projektirühma ja tellija vahel.

|  | Regulaarselt | Projekti-koosolekuteks | Vaheetapid |
|--|--------------|------------------------|------------|
| Projekteerija osamudeli kvaliteedikontroll   | X            | X                      | X          |
| Projektirühma koondmudeli kvaliteedikontroll |              | X                      | X          |
| Tellija kvaliteedikontroll                   |              |                        | X          |

Joonis 4. Projekteerimise põhimõttelised kvaliteedikontrolli vaheetapid.

Oma infomodelite kvaliteedikontrolliprotsessi eest vastutab projekteerija ise ja selle dokumendi edasiste osade eesmärk on ainult soovitada mudelipõhisel projekteerimisel kasulikuks osutunud meetmeid. Kui projekteerija kasutab oluliselt erinevat infomodelite kvaliteedikontrolliprotsessi, tuleb tutvustada seda tellijale ja projektirühmale ning saada tellijalt heakskiit selle kasutamiseks.

Vaheetapid lepitakse kokku projektipõhiselt. Ulatuslikum kontroll kokkulepitud vaheetappidel viiakse läbi näiteks eelprojekti staadiumi lõpul, enne põhiprojektijooniste koostamist ja enne tööjooniste tootmist. Vaheetapp on ka projektide (tulemuste) üleandmine (näiteks lähteolukorra mudeli valmimine). Vaheetapid tuleks kindlaks määrata projektide ajagraafiku osana ja kavandada selleks piisavalt aega, pöörates tähelepanu ka võimalike paranduste tegemisele.

#### 3.2.1 Projekteerija ülesanded vaheetappidel

Projekteerijal on kõige olulisem roll, sest tema ülesanne on tagada projektide ja infomodelite nõuetekohane kvaliteet. Selle eest vastutab ainult projekteerija.

#### Nõuded

Nõuete sisu määratakse kindlaks projektipõhiselt (näiteks järgneva juhendi kohaselt).

#### Selgitus

Põhimõttelised ülesanded on järgmised:

- Projekteerija esmane ülesanne on originaalmudeli kontrollimine tarkvaras leiduvate vahenditega. Vajalikud parandused tehakse originaalmudelis. Nii õnnestub sageli lahendada suur osa põhiprobleemidest ja pääseda tõenäoliselt vähemalt ühest IFC-mudeli kontrollikorrast.
- Järgmisel etapil tehakse originaalmudelist IFC-mudel ja kontrollitakse seda. IFC-mudel tuleb teha kokkulepitud IFC-versiooni abil. Tuleb kontrollida nõutavate komponentide olemasolu mudelis.
- Projekteerija või projektirühm peab kontrollima nii originaalmudelit kui ka IFC-mudelit (enesekontroll). On soovitatav, et IFC-mudelit kontrolliks teine projekteerija või projekteerimisfirma kvaliteedispetsialist (teise isiku teostatav kontroll). Kontrolli organiseerimine on siiski projekteerimisfirma siseasi. Kui kontrolli käigus avastatakse probleeme, tuleb parandused teha originaalmudelis.
- IFC-mudeli kontrollimise kohta koostatakse protokoll (vt lisana esitatud näidist), mis salvestatakse koos kontrollitud mudeliga kokkulepitud kohta (näiteks projektipanka);
- Lisaks koostatakse infomudeli kaaskiri, millesse märgitakse kontrollimisel avastatud asjaolud või näiteks projekti hetkeiseisu kajastavad selgitused.

*Selguse huvides olgu öeldud, et lisaks mainitule tuleb tähelepanu pöörata ka konkreetse projekteerimisala tööloenditele, eeskirjadele ja seadustele.*

### 3.2.2 Projektirühma ülesanded

Projektirühma kvaliteedikontrolli keskmes on projekteerijate kontrollitud infomudelite integreerimine ja tähelepanu juhtimine vajalikele muudatustele. Rühma juht võib olla näiteks peaprojekteerija.

#### Selgitus

*Tuleb arvesse võtta, et rühma ülesanne ei ole parandada projekteerija tehtud projekti, vaid leida võimalike probleemide lahendused ning esitada need projekteerijale või projekteerijatele muudatuste tegemiseks.*

*Tüüpilised tööd on näiteks järgmised:*

- *Projekteerijate IFC-mudelite integreerimine üheks või mitmeks koondmudeliks (näiteks lisa 2 nimetatud tarkvara abil).*
- *Veendumine, et projekteerijate infomudelid on „samas versioonis ja järgus” ning võrreldavad. Kasutatud andmebaasid ja nende kuupäev tuleb üles kirjutada.*
- *Projekteerijate infomudelite kaaskirjade kontrollimine.*
- *Tagamine, et mudelid paiknevad ühes koordinaatsüsteemis.*
- *Arhitektuursete ja konstruktiivsete mudelite võrdlemine ning veendumine, et näiteks kandetarindite ja avade asukohad ühtivad.*
- *Tehnosüsteemide mudelite ja arhitektuurse mudeli vastuolukontrollide teostamine. Põhitähelepanu tuleb pöörata ruumikasutusele.*
- *Tehnosüsteemide mudelite ja konstruktiivse mudeli vastuolukontrollide teostamine. Põhitähelepanu tuleb pöörata tarindite ja tehnosüsteemide komponentide vastuoludele ja vajalikele läbiviikudele.*
- *Projekteerijad peavad tegema originaalmudelites vajalikud parandused ja seejärel tuleb korrata eelkirjeldatud kvaliteedikontrollietappe.*
- *Viimane tegevus on alati infomudelite põhjal koostatud dokumentide kontrollimine, kui need dokumendid tuleb edastada projektipanka. Kui dokumentides tuleb teha parandusi teabesse, mis pärineb originaalmudelist või mõjutab originaalmudelit, tehakse vastavad parandused ka originaalmudelis.*



Joonis 5. Tehnosüsteemide mudeli ja konstruktiivse mudeli vastuolukontroll.

### 3.2.3 Tellija ülesanded

Tellija peab saama kvaliteetsed projektid. Kui välja arvata ilmsed projekteerimisvead, mille projekteerija lepingutingimuste järgi peab hüvitama, jäävad võimalikud projekti halvast kvaliteedist tingitud kulud tavaliselt ikkagi tellija kanda. Lisaks võivad märkamata jäänud probleemid põhjustada nihkeid ajagraafikus või halvimal juhul suurendada kasutuskulusid mitmeteks aastateks.

Seetõttu on infomudelite õigsuse kontrollimine sageli oluline ka tellija aspektist.

#### Selgitus

*Tellija võib infomudelite kvaliteeti kontrollida ise või palgata konsultandi, kellel on vajalikud teadmised ja vahendid.*

*Tellija kvaliteedikontrolli käigus ei kõrvaldata avastatud probleeme, vaid informeeritakse neist projektirühma või selgete juhtumite korral konkreetset projekteerijat.*

*Kvaliteedikontroll on kõige efektiivsem, kui kasutada sobivat tarkvara (vt lisa 2). Eriti oluline on kontrollida tarkvara abil toodetud veeraporteid ja kasutada ehitusspetsialistide abi, et avastada hanke ja projekteerimisstaadiumi seisukohalt olulised probleemid ning nõuda nende kõrvaldamist.*

*Infomudelid avaldatakse kokkulepitud mahus alles pärast kvaliteedikontrolli ning tellija või tema esindaja heakskiitu.*

**Infomudelite kvaliteedi eest vastutab alati projekteerija. Isegi kui tellija või kvaliteedikontrolli eest vastutav isik on mudelid heaks kiitnud, ei vabasta see projekteerijat vastutusest ega vähenda tema vastutust. Vastutab see, kes vea tegi, mitte see, kes viga ei märganud.**

### 3.3 Kvaliteedikontrolli meetodid

Infomudelite kvaliteedi kontrollimisel kasutatakse kaht põhi-meetodit.

Üldjoontes võib tegevuse jagada kontrolliks ja analüüsiks.

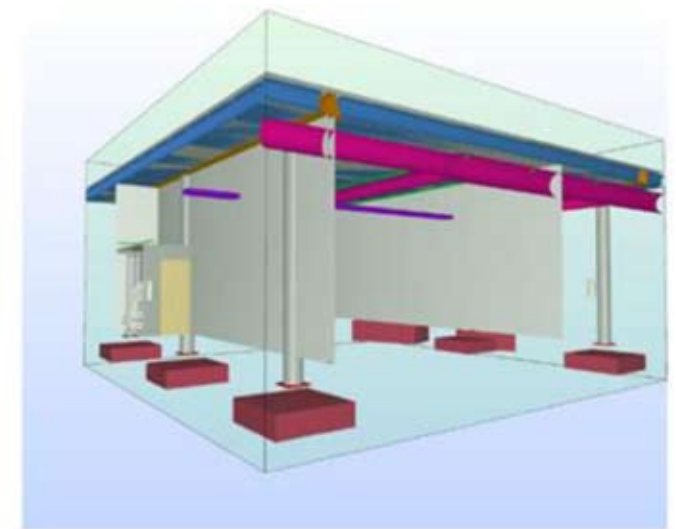
#### 3.3.1 Kontroll

**Kontrollimine** on meetod, mis keskendub mudelis sisalduva info õigsusele. Et info õigsust kindlaks teha, peab olema võimalus võrrelda „infot” teatud referentsinfoaga.

#### Selgitus

*Näiteks ruumi pindala õigsust ei saa tuvastada ruumiprogrammiga võrdlemata. Seda, kas ruumid on modelleeritud õigesti, saab üpris usaldusväärsetl kindlaks teha võrreldes ruumiobjekte ümbritsevate seintega.*

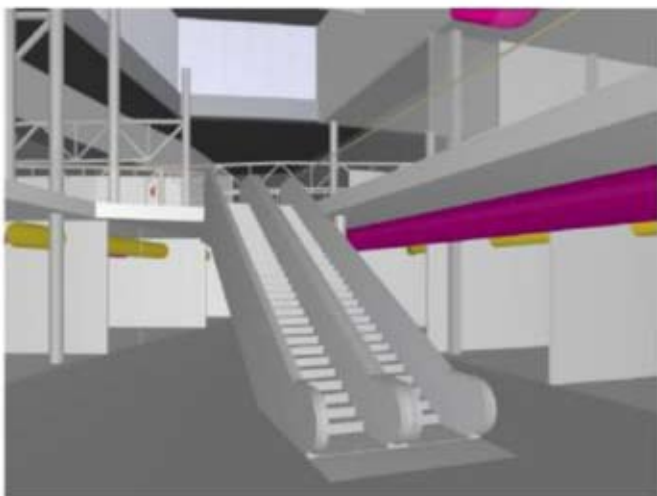
*Kontrollimine toimub tarkvaraliselt, hinnates mudeleid või nende osasid nn reeglite abil (näiteks vastuolude kontroll, puuduste kontroll, projekti versioonide võrdlemine jne).*



Joonis 6. Puuduste kontroll näitab, et postid ei ulatu taldmikeneni.

Üks kontrollmeetod on **visuaalne kontroll**. Visuaalse kontrolli puhul võrdleb vaataja infomudeli nähtavaid (tavaliselt geomeetrilisi) osasid oma arusaamaga „õigest”. Kõige otstarbekam on kasutada 8. osas kirjeldatud tehnilist visualiseerimist, mille puhul on põhiohk komponentide identifitseerimisel, mitte nende tegelikul väljanägemisel. See kontrollmeetod on hõlpsasti omandatav ja sageli ka efektiivne, kuid aldis inimlikele vigadele ja eeldab ulatusliku kontrolli teostamiseks hoolikust. Lisaks on selle meetodi abil raske käsitleda numbrilisi andmeid või suuremahulist informatsiooni.

Kontrolli tulemus ei ole alati absoluutne, sest ehitamisel tuleb sageli ette erakorralisi olukordi. Sel juhul tuleb tuvastada võimaliku probleemi olemus ja kooskõlastada edasine tegevus teiste osalistega.



Joonis 7. Visuaalne kontroll.

### 3.3.2 Analüüs

**Analüüs** toodab infomudelil väärstatud teavet, mida on lihtsam tõlgendada ja mille abil on lihtsam hinnata info kvaliteeti ja õigsust.

#### Selgitus

Hea näide arhitektuurse projekti analüüsist on projekteeritud ruumipindade arvutus, sest see võimaldab mõista, milline on projekti hetkeseis eesmärgiga võrreldes.

Tuleb kindlaks teha olulised kõrvalekalded ja nende põhjused ning hinnata, kas tegemist on probleemiga, mille lahendamiseks on vaja midagi ette võtta. Selles dokumendis ei käsitleta energia-ega kuluanalüüsi, sest need on kirjeldatud teistes dokumentides ning teostatakse pärast kontrolli ja analüüsi.

Tavaliselt on mõistlik teha analüüs pärast kontrollitoiminguid. Siis on analüüsi tulemused usaldusväärsemad.

**Analüüsil püütakse sageli visualiseerida tervikut** ja käsitleda ehitise andmeid teatud aspektist.

Analüüs ei anna tavaliselt vastust „õigesti või valesti”, vaid toob esile probleemid, mille täpsemad põhjused tuleb eraldi välja selgitada.

| Floor  | Area Calculation | Area             | Bottom Area    |
|--------|------------------|------------------|----------------|
| F20 00 | External Walls   | 24,236.05 sq ft  | 1,818.52 sq ft |
| F20 00 | Load Bearing     | 12,294.45 sq ft  | 1,791.68 sq ft |
| F20 00 | Not Applicable   | 38.41 sq ft      | 0.51 sq ft     |
| F20 00 | Not Load Bearing | 12,445.21 sq ft  | 549.80 sq ft   |
| F20 00 | Usable           | 129,640.99 sq ft |                |
| F20 01 | External Walls   | 21,368.85 sq ft  | 2,132.33 sq ft |
| F20 01 | Load Bearing     | 4,414.86 sq ft   | 444.11 sq ft   |
| F20 01 | Not Applicable   | 383.09 sq ft     | 5.77 sq ft     |
| F20 01 | Not Load Bearing | 10,427.29 sq ft  | 847.76 sq ft   |
| F20 01 | Unclassified     | 7,964.13 sq ft   | 297.78 sq ft   |
| F20 01 | Usable           | 87,489.02 sq ft  |                |
| F20 02 | External Walls   | 14,920.03 sq ft  | 1,430.64 sq ft |
| F20 02 | Load Bearing     | 4,448.55 sq ft   | 444.21 sq ft   |
| F20 02 | Not Applicable   | 266.41 sq ft     | 4.90 sq ft     |
| F20 02 | Not Load Bearing | 16,045.88 sq ft  | 910.96 sq ft   |
| F20 02 | Unclassified     | 8,679.11 sq ft   | 199.79 sq ft   |
| F20 02 | Usable           | 152,842.72 sq ft |                |
| F20 03 | External Walls   | 11,852.96 sq ft  | 1,308.49 sq ft |
| F20 03 | Load Bearing     | 4,417.33 sq ft   | 430.43 sq ft   |

## Area Calculation

### Chief Architect

| Floor        | Usable         | Not Load Bearing | Circulation   | Total Usable   | Technical     | Stairs       | Load Bearing | External Walls | Floor Area     | Efficiency  |
|--------------|----------------|------------------|---------------|----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| F20 01       | 18 450         | 548              | 6 915         | 25 913         | 385           | 391          | 444          | 2 030          | 29 163         | 1,58        |
| F20 02       | 14 813         | 885              | 5 157         | 20 855         | 790           | 386          | 444          | 1 409          | 23 885         | 1,61        |
| F20 03       | 16 302         | 902              | 5 790         | 22 993         | 1 104         | 386          | 430          | 1 308          | 26 221         | 1,61        |
| F20 04       | 17 173         | 895              | 5 790         | 23 858         | 1 104         | 386          | 419          | 1 325          | 27 092         | 1,58        |
| F20 05       | 17 100         | 939              | 5 790         | 23 829         | 493           | 386          | 400          | 1 322          | 26 430         | 1,55        |
| F20 06       | 17 100         | 680              | 5 790         | 23 570         | 493           | 386          | 398          | 1 323          | 26 170         | 1,53        |
| F20 07       | 17 100         | 939              | 5 790         | 23 829         | 493           | 386          | 406          | 1 547          | 26 661         | 1,56        |
| F20 08       | 3 479          | 324              | 1 300         | 5 103          | 10 282        | 89           | 86           | 3 497          | 19 057         | 5,48        |
| <b>Total</b> | <b>153 277</b> | <b>6 662</b>     | <b>44 701</b> | <b>204 641</b> | <b>15 141</b> | <b>2 796</b> | <b>4 819</b> | <b>15 581</b>  | <b>242 978</b> | <b>1,59</b> |

Joonis 8. Ülemisel joonisel esitatud mudeli pindalateave on kantud alumisel joonisel olevasse mahuarvutustabelisse.

## 4 KONTROLLITAVAD MUDELID

Infomodelite kvaliteedikontroll hõlmab viit mahult ja otstarbalt erinevat tasandit. IFC-mudelitena kontrollitakse järgmisi mudeleid (juhul, kui vastavad infomodelid tehakse):

- lähteolukorramudel;
- ruumelementidemudel;
- arhitektuurne ja konstruktsioonide mudel;
- tehnosüsteemide (MEP) mudel;
- koondmudel.

### Selgitus

Kvaliteedikontrollil kasutatav põhiformaat on IFC, sest seda saab kontrollida ja analüüsida sõltumata projekteerimistarkvarast ning just IFC-mudelit kasutatakse mitmel eri otstarbel. Kvaliteedikontrolli objekt on projekteerimisala modelleerimisnõuded ja nende nõuete järgimine. Vastavales dokumentides on vajalikku täpsustaset ja infosisu käsitletud täpsemalt.

### 4.1 Lähteolukorra mudel

#### Selgitus

Lähteolukorra mudelis kontrollitakse vähemalt järgmist:

- ruumide nimetuse ja pindala (suurusjärk) vastavus lähteülesandele;
- ruume kontrollitakse ka visuaalselt. Soovitav on kasutada ruumitüüpide visualiseerimisel eri värvitoone. See lihtsustab ruumide grupeerimist ja näiteks korruseid ühendavate treppide või püstikute paigutamist;
- ruumid ei tohi kattuda teiste ruumidega horisontaalselt ega vertikaalselt.

Lähteolukorra mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.

### 4.2 Ruumelementide mudel

#### Selgitus

Ruumelementide mudelis kontrollitakse vähemalt järgmist:

- ruumide nimetuse ja pindala (suurusjärk) vastavust dokumentidele;
- ruumelementide mudeli korrusepõhist brutopinda võrreldakse vastaval korrusel asuvate ruumide üldpindalaga ja kui ilmneb seina- jt tarindite tavapärasest pindalast oluliselt suurem kõrvalekalle, tehakse kindlaks kõrvalekalde põhjus;
- ruume kontrollitakse ka visuaalselt. Soovitav on kasutada ruumitüüpide visualiseerimisel eri värvitoone. See lihtsustab ruumide grupeerimist ja näiteks korruseid ühendavate treppide või püstikute paigutamist;
- ruumid ei tohi ristuda teiste ruumidega horisontaalselt ega vertikaalselt.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata tehnosüsteemide ruumivajadusele, näiteks püstikute ja horisontaalsete paigalduste (tavaliselt koridoride ripplagede peal) visuaalsele kontrollile.

Ruumelementide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.

### 4.3 Arhitektuurne ja konstruktsioonide mudel

#### Selgitus

Mudelis määratletud hooneosad peavad olema selgelt identifitseeritavad. See omab esmajärgulist tähtsust vaatamata asjaolule, milline on infomudeli kasutusotstarve.

Dokumendipõhisel (2D) projekteerimisel kasutatakse hooneosade eristamiseks joonisekihtide süsteemi. IFC-mudelis on komponentide identifitseerimise aluseks objekti loomiseks kasutatud tööriist (komponenditüüp) ja tarinditüüp.

Kui on vaja kasutada niisuguseid tarindeid või objekte, mida ei saa modelleerida loogiliselt õige tööriistaga, tuleb nende puhul alati eraldi kokku leppida ning erandid projekti osalistele teatavaks teha.

Tüüpandmete ühetaolisust saab kontrollida, kui tähistada näiteks erinevat tüüpi seinad eri värvitoonidega ja kontrollida

seejärel visuaalselt, kus seinte värvitoon (st tüüp) muutub. Mudelid on;

- arhitektuurne mudel;
- konstruktsioonide mudel.

#### 4.3.1 Arhitektuurne mudel

#### Selgitus

##### Ruumid

Ruumid peavad piirnema teiste ehitise osadega, ümbritsevate seintega ja altpoolt plaadiga (vahelagi või aluspõrand). Nende komponentide abil saab usaldusväärset kindlaks teha, kas ruumi pindala ja ruumala on vastavuses ümbritsevate tarinditega. Komponentid ei tohi kattuda ja nende vahel ei tohi olla tühimikke.

Originaalmudelis teostatakse kontrolli kasutatava tarkvara võimalustest lähtudes (näiteks 3D-vaade, mis annab parema ülevaate ruumide kõrgusest ja kõrgusmärkidest). Kontrollimist lihtsustab eri kategooriatesse kuuluvate ruumide märkimine erinevate värvitoonidega.

Probleemide avastamisel on abiks ruumianalüüs (võrdlus korruse brutopindala-komponendiga). Lisaks tuleb võrrelda eri korruse pindalaid. Üksikruumide pindalade ning seinte ja postide põhjapindalade summa peab olema ligilähedane brutopindala-komponendile.

Sarnaselt ruumimudeli kontrollile võrreldakse ruume ka ruumi-programmiga. Ruumide tunnused ja nimetused peavad vastama ruumiprogrammile, sest midu on keeruline võrrelda projekti kavandatud ruuminõuetega.

Hooneosade nimetused peavad olema süsteemipärased. Seda tuleb kontrollida projekteerimisprogrammist toodetud IFC-mudeli abil.

##### Komponentide kattumine

Hooneosade kattumised põhjustavad mahu- ja eelarvestamise ebaõigeid tulemusi ning tekitavad tõenäoliselt probleeme energia-arvutuste tegemisel. Kõige enam probleeme põhjustavad tavaliselt seinad ja plaadid ning nende omavaheline kattumine.

Kui projekteerimistarkvara võimaldab kontrollida vastuolusid või kõrvaldada kattumised, tuleb neid võimalusi kindlasti kasutada.

Tarkvaralisel kontrollimisel ilmneb sageli palju väiksemaid hooneosade kattumisi. Enamasti on need tingitud projekteerimistarkvara puudustest seinte, plaatide jne liitekohtade määratlemisel. Näiteks arhitektuurse mudeli osas see tegelikult mahu- ja energiaarvutuste tegemisel probleeme ei tekita.

Tarkvara analüüsivõimalusi kasutades saab kindlaks teha kõikide komponentide kattuvuse ja koostada tüübib põhise raporti, mis näitab kattuvuste ulatust (suurusjärku). Selle abil saab mahtude arvestaja teha esialgsetes mahuarvutustes vajalikud parandused.

Seinte puhul on väikesed kattumised (näiteks arhitektuurse mudeli seinte nurkades) lubatud, kui nende mõju seinte üldmahule ei ole suur.

Arhitektuurse mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.

#### 4.3.2 Konstruktsioonide mudel

Konstruktsioonide mudeli puhul keskendub kvaliteedikontroll nn projektimudeli kontrollimisele.

#### Selgitus

Konstruktsioonide projekti analüüsitud mudelit saab kontrollida ainult vastava projekteerimistarkvara abil.

Konstruktsioonide mudeli kontroll toimub tarkvaraliselt ja visuaalselt ning võrreldes kandetarindeid ja nende avasid arhitektuurilise mudeli vastavate tarindite ja avadega. Kõik olulised kõrvalekalded tuleb protokollis kanda ja arhitektiga läbi arutada. Ühtlasi tuleb kontrollida, kas arhitektuurse ja konstruktsioonide mudeli koordinaatsüsteem ja võimalikud pöördemurged vastavad teineteisele.

*Erilist tähelepanu tuleb pöörata põhitarkvarade (plaat, post, tala ja sein) õigele määratlemisele. On oluline, et nende tarkvarade nimetused oleksid süsteemipärased. Seda tuleks kontrollida projekteerimisprogrammist toodetud IFC-mudeli abil. Konstruksioonide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.*

#### 4.4 Tehnosüsteemide mudel

Tehnosüsteemide mudelite kvaliteedi kontrollimisel kasutatakse lähteandmetena arhitektuurset ja konstruktsioonilist mudelit

Tehnosüsteemide mudelite integreerimine arhitektuurse ja/või konstruktsioonilise mudeliga võimaldab saada täpsema ülevaate komponentide paiknemisest ja põhiteede lõikumisest.

##### Selgitus

*Tehnosüsteemide sisemisi vastuolusid tuleb võimaluse korral alati kontrollida juba projekteerimistarkvaraga. Lisaks tuleks tehnosüsteemide mudeleid kontrollida koordineerimiseks mõeldud tarkvaraga.*

*Tehnosüsteemide mudelite osasüsteemid modelleeritakse korrusepõhiselt eraldi süsteemidena. Tehnosüsteemide mudelite nimetused peavad olema nõuetekohased.*

*Tehnosüsteemide mudelitele esitatavaid nõudeid on täpsemalt käsitletud mudelprojekteerimisjuhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine”.*

##### 4.4.1 Tehnosüsteemide mudel

##### Selgitus

*Kanalisatsioon jt kaldega projekteeritavad süsteemid tuleb infomudelis modelleerida mudelprojekteerimisjuhendite 4. osa kohaselt. Kalde modelleerimine on oluline eri projekteerimisalade mudelite võrdlemisel ning süsteemide ja hooneosade vastuolude hindamisel. Avade projekteerimisel võimaldavad kaldeandmed projekteerida avad õigesti kohtadesse.*

*Sanitaartechniliste süsteemide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.*

##### 4.4.2 Elektripaigaldiste süsteemimudel

##### Selgitus

*Elektripaigaldiste süsteemimudeli puhul on oluline kontrollida süsteemide korrusepõhisust ning kaabliredelite jt paigaldusteede lõikumist tehnosüsteemide ja hooneosadega.*

*Elektripaigaldiste süsteemimudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisan 1.*

#### 4.5 Koondmudel

##### 4.5.1 Eesmärk

Infomudelite koondamine võimaldab hinnata eri projekteerimisalade mudeleid sama tarkvara abil ning uurida nende kokkusobivust. Sellest on palju abi projekti juhtimisel ning tutvustamisel tellijale.

Paljud probleemid, mis tavaliselt ilmneksid alles ehitusplatsil, on avastatavad juba projekteerimisstaadiumis. Ehitusplatsil võimaldavad koondmudelid visualiseerida keerukaid kohti ja kavandatud projektlahendusi.

##### Nõuded

##### Kelle vastutusel/juhtimisel

Koondmudeli koostamine ja kontrollimine toimub peaprojekterija või mõne muu lepingudokumentides kindlaks määratud isiku juhtimisel ja vastutusel projektirühma koostööna. Kui ühiskontrolli käigus ilmneb muudatusi, vastutab iga projekterija oma infomudelite ajakohastamise eest.

##### Integreerimine

Mudelite integreerimine teostatakse tavaliselt IFC-formaadis. Erinevate projekteerimisalade mudelitest tehakse IFC-mudelid, mida kontrollitakse punktis 2 kirjeldatud kvaliteedikontrolliprotsessi kohaselt.

NB! Vajalikud parandused tuleb alati teha originaalmudelis.

#### 4.5.2 Tehnosüsteemide vastuolukontroll

##### Nõuded

Tehnosüsteemide (näiteks torustike, kanalite ja kaabliteede) vastuolukontroll tuleb võimaluse korral teha projekteerimisprogrammides. Täpsemad nõuded on esitatud 4. osas.

##### Selgitus

*Kvaliteedi kontrollija peab koostama asjatundliku ja läbimõeldud veearuporti. Mõned iseloomulikud aspektid on järgmised:*

- *Tarkvaraline vastuolukontroll annab sageli palju vaheseinte ja torude vastuoluteateid, millest osa ei eelda meetmete rakendamist. Näiteks ventilatsioonikanali lõikumine kipsplaat-vaheseinaga ei ole peaaegu kunagi probleem, sest vajaduse korral saab avad ehitusplatsil hõlpsasti õigesti kohta teha.*
- *Lõikumine arhitektuurse mudeli kandva seinaga on põhimõtteliselt probleem, kuid et arhitektuurne mudel tavaliselt läbiviigukohti ei kajasta, on osa nendest teadetest samuti asjatud.*
- *Seina ja samasuunalise toru vastuolu on nii arhitektuurises kui ka konstruktsioonilises mudelis tavaliselt probleem, välja arvatud juhul, kui toru peabki paiknema seina sees.*

*Eeltoodud põhjuste tõttu on otstarbekam teostada tarkvaraline vastuolukontroll nii konstruktsioonilise kui ka arhitektuurse mudeliga.*

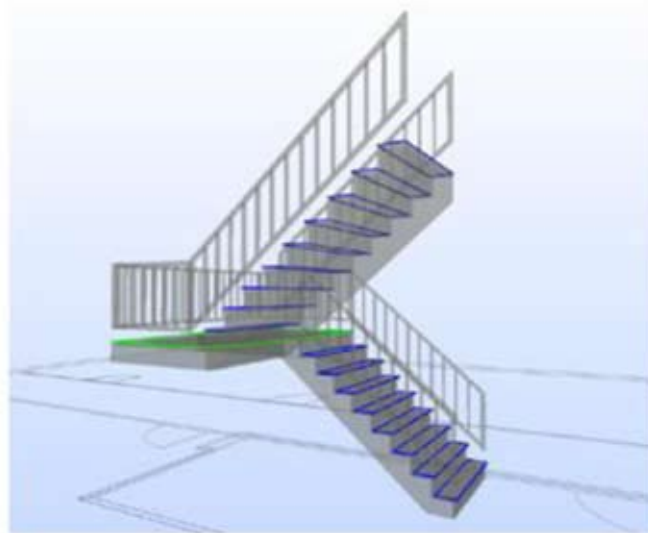
#### 4.6 Projektdokumentide kontrollimine

Projektdokumente kontrollitakse traditsioonilistel meetoditel. Käesolev dokument piirdub vaid tõdemusega, et infomudeli kvaliteedikontrolli kaudu paraneb ka projektdokumentide kvaliteet ja teostatavus.

#### 4.7 Infomudelite kontrolli võimalused lähitulevikus

##### 4.7.1 Liikumis- ja evakuatsiooniteed

Kasutades tarkvarasse sisestatud reegleid, saab kontrollida mudelite vastavust nõuetele, standarditele ja seadustele..



Joonis 9. Liikumisteede kontroll, trepikäik ei ole nõuetekohane.



## 5 VASTUTUS

Projekteerijad vastutavad oma infomodelite kvaliteedi ja puuduste kõrvaldamise eest. Pärast paranduste tegemist kontrollitakse infomodeleid lepingutest lähtudes ja veendutakse, et avastatud vead või puudused on kõrvaldatud.

### 5.1 Vastutav isik

#### Selgitus

Projektirühmas peab olema määratud kvaliteedikontrolli eest vastutav isik ja tema asetäitja. Vastutav isik võib olla näiteks peaprojekteerija, tellija konsultant või mõni muu tellija volitatud spetsialist.

Iga projekteerimisfirma peab nimetama oma infomodelite kvaliteedikontrolli eest vastutava isiku.

### 5.1.1 Kvaliteedikontrolli protokoll

#### Nõuded

Projekteerija kvaliteedikontrolli käigus täidetakse kontroll-leht (vt lisa 1). Miinimumnõudeks on blanketil märgitud asjaolude kontrollimine ja olukorra hindamine. Esmajärjekorras tuleb kontrollida projekteerimisala erinõuete täitmist. Kirja tuleb panna ka võimalikud muud tähelepanekud.

Projektirühma kvaliteedikontrolli aruanne esitatakse projekteerimiskoosolekule projektirühma valitud vormis.

Kontroll teostatakse projektipõhiselt kokku lepitud ametlikul vaheetapil ja selle kohta koostatakse aruanne, milles kajastuvad olulisemad parandamist või täpsustamist vajavad asjaolud. Miinimumnõudeks on kontrolli-lehel märgitud asjaolude kontrollimine. Aruanne tuleb koostada nii, et projekteerijal ja projektirühmal oleks probleemse koha leidmine võimalikult lihtne ja olukorra lahendamine võimalikult kerge.

## Lisa 1. Kvaliteedikontrolli aruanded

| Koht:  |        |                |                |               |
|--|--------|----------------|----------------|---------------|
| Aeg:   |        |                |                |               |
| Kontrollija:   |        |                |                |               |
| Objekt:  |        |                |                |               |
| Versioon:  |        |                |                |               |
| Versiooni kuupäev:   |        |                |                |               |
|  | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaariid |
| <b>Lähteandmete mudeli kontroll-leht</b>                                   |        |                |                |               |
| Infomudeli kaaskiri  |        |                |                |               |
| Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)                  |        |                |                |               |
| Mõõttulemused vastavad ehitisele   |        |                |                |               |
| Mudel vastab mõõtdokumentidele (pisteline kontroll)                        |        |                |                |               |
| Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele                                      |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud joonisekihte                                     |        |                |                |               |
| Korrused on kindlaks määratud  |        |                |                |               |
| Hooneosad ja ruumid on määratletud korruste kaupa                          |        |                |                |               |
| Kokkulepitud/nõutavad ruumid ja hooneosad on modelleeritud (osa 2, lisa X) |        |                |                |               |
| Hooneosad on modelleeritud õigete tööriistadega                            |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud hooneosatüüpe                                    |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole liigseid hooneosasisid                                      |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasisid             |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole komponentide märkimisväärset vastuolu                       |        |                |                |               |
| Ruumid, seinad ja postid katavad korruste brutopindala                     |        |                |                |               |
| Ruumide kõrgus vastab modelleerimishooneosadele                            |        |                |                |               |
| Ruumid piirnevad ümbritsevate seinte jt objektidega                        |        |                |                |               |
| Ruumid ei kattu  |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud ruumitunnuseid                                   |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
| Allkiri:   |        |                |                |               |

|   |        |                |                |               |
|---|--------|----------------|----------------|---------------|
| Koht:   |        |                |                |               |
| Aeg:  |        |                |                |               |
| Kontrollija:  |        |                |                |               |
| Objekt:   |        |                |                |               |
| Versioon:   |        |                |                |               |
| Versiooni kuupäev:  |        |                |                |               |
|   |        |                |                |               |
|   |        |                |                |               |
| <b>Arhitektuurse mudeli kontroll-leht</b>                                 | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaariid |
| Infomudeli kaaskiri   |        |                |                |               |
| Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)                 |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud joonisekihte                                    |        |                |                |               |
| Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele                                     |        |                |                |               |
| Korrused on kindlaks määratud   |        |                |                |               |
| Hooneosad ja ruumid on määratletud korruste kaupa                         |        |                |                |               |
| Kokkulepitud/nõutavad ruumid ja hooneosad on modelleeritud                |        |                |                |               |
| Hooneosad on modelleeritud õigete tööriistadega                           |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud hooneosatüüpe                                   |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole liigseid hooneosasisid                                     |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasisid            |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole hooneosade märkimisväärsel vastuolu                        |        |                |                |               |
| Brutopindala jt mahtu kajastavad komponendid on modelleeritud             |        |                |                |               |
| Mahtu kajastavate komponentide nimetused ja tüübid vastavad kokkulepitule |        |                |                |               |
| Kasutatud on kokkulepitud ruumitunnuseid                                  |        |                |                |               |
| Ruumid vastavad ruumiprogrammile  |        |                |                |               |
| Ruumid, seinad ja postid katavad korruste brutopindala                    |        |                |                |               |
| Tehnoseadmete ruumivajadus on modelleeritud                               |        |                |                |               |
| Ruumide kõrgus vastab modelleerimisnõuetele                               |        |                |                |               |
| Ruumid piirnevad ümbritsevate seinte jt komponentidega                    |        |                |                |               |
| Ruumid ei kattu   |        |                |                |               |
|   |        |                |                |               |
|   |        |                |                |               |
|   |        |                |                |               |
| Allkiri:  |        |                |                |               |

|  |        |                |                |               |
|--|--------|----------------|----------------|---------------|
| Koht:  |        |                |                |               |
| Aeg:   |        |                |                |               |
| Kontrollija:   |        |                |                |               |
| Objekt:  |        |                |                |               |
| Versioonid:  |        |                |                |               |
| Versioonide kuupäevad:   |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
| <b>Tehnosüsteemide mudeli kontroll-leht</b>                                  | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaariid |
| Infomudeli kaaskiri  |        |                |                |               |
| Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)                    |        |                |                |               |
| Korrused on kindlaks määratud  |        |                |                |               |
| Komponendid on määratletud korruste kaupa                                    |        |                |                |               |
| Kokkulepitud/nõuetekohased komponendid on modelleeritud                      |        |                |                |               |
| Komponendid on modelleeritud õigete tööriistadega                            |        |                |                |               |
| Komponentidele on määratud süsteemid   |        |                |                |               |
| Süsteemide nimetused vastavad kokkulepitule                                  |        |                |                |               |
| Süsteemide värvitoonid vastavad kokkulepitule                                |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole liigseid komponente   |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid komponente                  |        |                |                |               |
| Mudelis ei ole komponentide märkimisväärsel vastuolu                         |        |                |                |               |
| Ventilaatorid on modelleeritud   |        |                |                |               |
| Komponendid ei ristu märkimisväärsel määral elektrimudeli komponentidega     |        |                |                |               |
| Komponentide märkimisväärsel vastuolusid tarinditega ei esine                |        |                |                |               |
| Komponentidel esineb ainult lubatud vastuolusid arhitektuursete hooneosadega |        |                |                |               |
| Süsteemides on esitatud arvestuslikud andmed (vähemalt mahuvoog ja rõhk)     |        |                |                |               |
| Komponentide näitajad vastavad 4. osa lisale 1.                              |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
| Allkiri:   |        |                |                |               |

|   |        |                |                |                |
|---|--------|----------------|----------------|----------------|
| Koht:   |        |                |                |                |
| Aeg:  |        |                |                |                |
| Kontrollija:  |        |                |                |                |
| Objekt:   |        |                |                |                |
| Versioon:   |        |                |                |                |
| Versiooni kuupäev:  |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
| <b>Elektrimudeli kontroll-leht</b>  | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaarisid |
|   |        |                |                |                |
| Infomodeli kaaskiri   |        |                |                |                |
| Mudel(id) on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)                                     |        |                |                |                |
| Korrused on kindlaks määratud   |        |                |                |                |
| Komponendid on määratletud korruste kaupa   |        |                |                |                |
| Kokkulepitud/nõuetekohased komponendid on modelleeritud   |        |                |                |                |
| Komponendid on modelleeritud õigete tööriistadega   |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole liigseid komponente  |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid komponente                                     |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole komponentide märkimisväärset vastuolu  |        |                |                |                |
| Komponendid ei ristu märkimisväärset määral sanitaartehniliste süsteemide mudeli komponentidega |        |                |                |                |
| Komponentide märkimisväärseid vastuolusid tarinditega ei esine                                  |        |                |                |                |
| Komponentidel esineb ainult lubatud vastuolusid arhitektuursete hooneosadega                    |        |                |                |                |
| Komponentide positsiooni- ja tunnusandmed vastavad 4. osa lisale 1.                             |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
|   |        |                |                |                |
| Allkiri:  |        |                |                |                |

|  |        |                |                |                |
|--|--------|----------------|----------------|----------------|
| Koht:  |        |                |                |                |
| Aeg:   |        |                |                |                |
| Kontrollija:   |        |                |                |                |
| Objekt:  |        |                |                |                |
| Versioon:  |        |                |                |                |
| Versiooni kuupäev:   |        |                |                |                |
|  |        |                |                |                |
|  |        |                |                |                |
| <b>Konstruksiooni mudeli kontroll-leht</b>                                 | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaarisid |
|  |        |                |                |                |
| Infomodeli kaaskiri  |        |                |                |                |
| Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)                  |        |                |                |                |
| Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele                                      |        |                |                |                |
| Mudel hõlmab (üldreeglina) üht ehitist                                     |        |                |                |                |
| Korrused on kindlaks määratud  |        |                |                |                |
| Hooneosad on määratletud korruste kaupa                                    |        |                |                |                |
| Hooneosad on nummerdatud   |        |                |                |                |
| Kokkulepitud/nõutavad hooneosad on modelleeritud (5. osa)                  |        |                |                |                |
| Hooneosad on modelleeritud õigete tööriistadega                            |        |                |                |                |
| Tarindid on nimetatud kokkulepitud viisil                                  |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole liigseid hooneosaid   |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosaid                |        |                |                |                |
| Mudelis ei ole hooneosade märkimisväärseid vastuolusid                     |        |                |                |                |
| Konstruksiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses           |        |                |                |                |
| Konstruksioonilise ja arhitektuurse mudeli avakohad ühtivad                |        |                |                |                |
| Tarindid on toestatud  |        |                |                |                |
| Tehnosüsteemide projekteerijate tehtud avad on kandetarinditele üle kantud |        |                |                |                |
|  |        |                |                |                |
|  |        |                |                |                |
|  |        |                |                |                |
| Allkiri:   |        |                |                |                |

|  |        |                |                |               |
|--|--------|----------------|----------------|---------------|
| Koht:  |        |                |                |               |
| Aeg:   |        |                |                |               |
| Kontrollija:   |        |                |                |               |
| Objekt:  |        |                |                |               |
| Versioonid:  |        |                |                |               |
| Versioonide kuupäevad:   |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
| <b>Koondmudeli kontroll-leht</b>                                       | Korras | Esineb puudusi | Ei ole oluline | Kommentaariid |
|  |        |                |                |               |
| Kokkulepitud mudelid on kättesaadavad                                  |        |                |                |               |
| Mudelite versioonid on omavahel vastavuses                             |        |                |                |               |
| Mudelid on õiges koordinaatsüsteemis                                   |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid mahuvad šahtidesse ilma vastuoludeta                    |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid mahuvad kavandatud horisontaalteedele ilma vastuoludeta |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid ei ristu üksteisega                                     |        |                |                |               |
| Ripplagede ja tehnosüsteemide vastuolusid ei esine                     |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid ja postid ei ole vastuolus                              |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid ja talad ei ole vastuolus                               |        |                |                |               |
| Tehnosüsteemid ja muud tarindid ei ole vastuolus                       |        |                |                |               |
| Plaatides on vertikaalšahtide kohal avad                               |        |                |                |               |
| Konstruktiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses       |        |                |                |               |
| Konstruktioonilise ja arhitektuurse mudeli avakohad ühtivad            |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
|  |        |                |                |               |
| Allkiri:   |        |                |                |               |

## LISA 2. KONTROLLTARKVARA

Kvaliteedikontrolliks kasutatakse mitmesuguseid vahendeid: projekteerimisprogrammid, vaatamisprogrammid ja koondamistarkvarad. Lisaks leidub ka infomudelite uurimist või käsitlemist võimaldavaid abiprogramme.

### L2.1 Kontrollimine projekteerimistarkvara abil

Projekteerimistarkvara on tarkvara, mille abil projektid koostatakse. Sageli on süsteemides funktsioone, mis võimaldavad uurida komponentide kattuvust, teostada vastuolukontrolli ning tuvastada ruumide või hooneosade mahtu. Esmajärjekorras tulekski alati kasutada projekteerimistarkvara võimalusi, sest nende abil on avastatud probleeme kõige lihtsam kõrvaldada ja seda saab projekteerija teha kohe. Samal põhjusel on otstarbekas kasutada ka projekteerimistarkvara 3D-võimalusi.

Seejuures tuleb kontrollida, kas originaalmudelis on loogiline joonisekihtide liigendus (või muu loogiline meetod), mis näitab, millised joonisekihid ja/või komponendid mudelisse kuuluvad ja millised mitte. Originaalmudeli esitamisel kõrvaldatakse mudelist projekti seisukohalt mittevajalikud joonisekihid, liigendus ja komponendid.

Originaaltarkvara abil koostatavate mahuloendite jt kokkuvõtete abil saab uurida näiteks seda, kas kõigi hooneosade tüüp on määratud.

### L2.2 Infomudelite vaatamisprogrammid

Vaatamisprogrammid lihtsustavad infomudeli visuaalset kontrollimist. Nad aitavad näha, kas IFC-mudelis on olemas kõik vajalikud hooneosad ja kas olulisemad hooneosad on õiges kohas. Leidub nii originaal- kui ka IFC-andmebaaside vaa-

tamisprogramme. IFC-andmebaaside vaatamiseks pakutakse mitmeid programme. Veebilehelt IFCwiki leiab programme, mille võib alla laadida tasuta: [http://www.ifcwiki.org/ifcwiki/index.php/Free\\_Software](http://www.ifcwiki.org/ifcwiki/index.php/Free_Software)

### L2.3 Infomudelite integreerimis- ja vaatamisprogrammid

Täiuslikumad vaatamisprogrammid suudavad integreerida mitmeid eri projekteerimisalade IFC-mudeleid. Tänu sellele on võimalik infomudeleid visuaalselt võrrelda. Programmides leidub ka hooneosade vastuolude uurimiseks mõeldud funktsioone. Saadaval on nii tasuta alla laetavaid programme kui ka tasulist tarkvara.

### L2.4 Kontrolli- ja analüüsiprogrammid

Infomudelite kontrolliks ja analüüsiks mõeldud eriprogramme kasutatakse muuhulgas kvaliteedikontrolliks. Lisaks eelpool mainitud võimalustele saab nende abil tuvastada projektides leiduvaid puudusi ja probleeme.

Reeglipõhiste kontrollprogrammide puhul kontrollib tarkvara mudeli vastavust modelleerimisnõuetele. Võimalikud probleemid tuuakse esile ja visualiseeritakse ning mudeli kontrollija või projekteerija teeb otsuse, milliseid abinõusid on vaja rakendada. Programmid suudavad teha ka arvutusi, mille abil saab mudeli ja projekti kvaliteeti täpsemalt analüüsida. Tänapäeval on olemas isegi niisugust tarkvara, mille abil on võimalik kontrollida vastavust ehitusnormidele. Need programmid võimaldavad ka infomudelite integreerimist ja vastuolude kontrolli.

## Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

1. osa Üldnõuded
2. osa Lähteolukorra modelleerimine
3. osa Arhitektuurne projekteerimine
4. osa Tehnosüsteemide projekteerimine
5. osa Konstruktsioonide projekteerimine
6. osa Kvaliteedi tagamine
7. osa Mahuarvutused
8. osa Visualiseerimine
9. osa Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil
10. osa Energia-analüüsid
11. osa Mudelipõhise projekti juhtimine
12. osa Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel
13. osa Infomudelite kasutamine ehitamisel
14. osa Infomudelite kasutamine järelevalveks (koostamisel)

## Hanke osalised

**Rahastajad:** Aitta Oy, arhitektibüroo Larkas & Laine Oy, buildingSMART Finland, Espoo Tekninen palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingi Asuntotutotantotoimisto, Helsingi Tilakeskus, Helsingi Ülikool, Helsingin Yliopistokiiinteistöt Oy, HUS-Kiinteistöt Oy, HUS-Tilakeskus, ISS Palvelut Oy, Kuopio Tilakeskus, Lemminkäinen Talo Oy, Micro Aided Design Ltd. (M.A.D.), NCC Rakennus Oy, Sebicon Oy, Senaatti-kiinteistöt, Skanska Oy, SRV Rakennus Oy, SWECO PM Oy, Tampere linn, Vantaa Tilakeskus, Soome keskkonnaministeerium.

**Koostajad:** Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, inseneribüroo Olof Grönlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, Pöyry CM Oy, Skanska Oyj/VTT, Solibri Oy, SRV Rakennus Oy, Tieto Finland Oy.

**Juhtimine:** Rakennustietosäätiö RTS..

Juhendid kiitis heaks projektiosaliste liikmetest koosnev haldusrühm. Haldusrühm tegutses organisatsiooni Rakennustietosäätiö RTS komiteena TK 320 ning osales sellisena aktiivselt juhendite sisu väljatöötamisel ning kommentaaride küsimisel haldusrühma liikmetelt ja huvirühmadelt.

*Projekti © COBIM osalised*

## Tõlkijate poolt saateks

Juhendmaterjal on 2012 aastal Soomes ilmunud juhendi COBIM 2012 tõlge, seetõttu on juhendis toodud faktid ja põhimõtted omased Soome ehitusvaldkonnale. Arvestades Eesti ja Soome geograafilist lähedust ja ehitusvaldkonna sarnasust on juhendis toodu suurel määral kohandatava ka Eesti oludes. Juhendmaterjal on heaks lähtekohas BIM tehnoloogia kasutusele võtmiseks, samas on vajalik konkreetses ettevõtte eripärasest lähtuvalt täpsustatud juhiste loomine. Täiendusena Soome juhendile on tõlketöö käigus täiendatud BIM terminoloogia selgitavat sõnastikku, mis on toodud juhendmaterjali lisana.

Juhendmaterjali tõlkimise töörühmas osalesid Ergo Pikas, Siima Saidla, Tarvo Mill, Jüri Pärtna, Janek Siidra, Tanel Friedenthal, Reino Rass, Viivo Siimpoeg, Ülari Mõttus, Kati Tamtik-Dmitritšenko, Anti Hamburg, Hendrik Völl, Martin Thalfeldt, Lauri Reinart, Marika Stokkeby, Jaanus Olop, Pille Hamburg, Reet Kalmet, Indrek Tärno, Urmas Alber, Tormi Tabor, Urmo Karu ja Aivars Alt.

Juhendi tõlke keeleteimetaja on Eva Kiisler.

Mudelprojekteerimise üldjuhendid on tõlgitud ja kujundatud vastavalt RT-juhendkaartide kujundusele Soome Ehitusteabe Fondi RTS loal.

COBIM 2012 tõlkimist on toetanud Majandus- ja Kommunikatsiooni Ministeerium, Tallinna Tehnikakõrgkool, Tallinna Tehnikaülikool, Riigi Kinnisvara AS ja ET-INFOkeskuse AS.