

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 6: Kvaliteedi tagamine

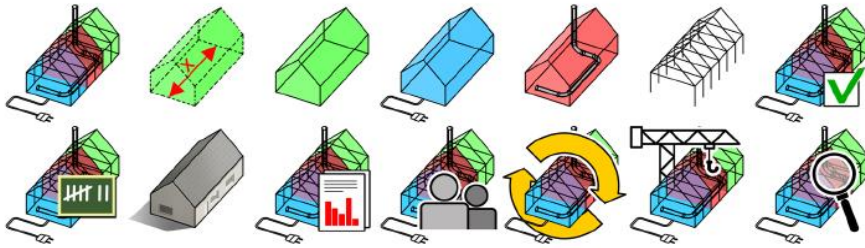
EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 6: Kvaliteedi tagamine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

Juhendmaterjali koostamist on korraldanud ja selle korrektsuse eest vastustab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Juhendmaterjal on kättesaadavaks tehtud Eesti Standardikeskuse poolt.

TÄHELEPANU!

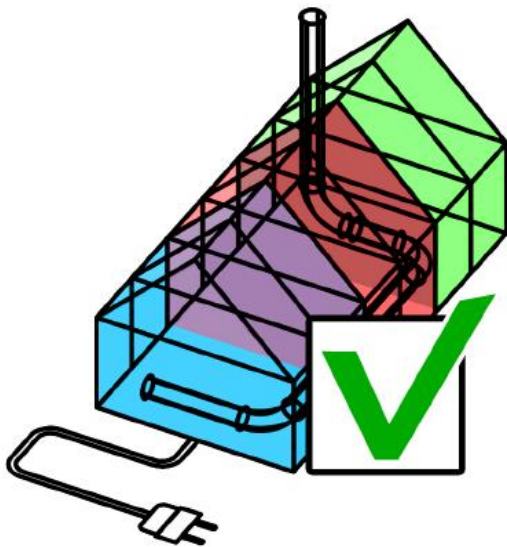
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.



COBIM

Mudelprojekteerimise
üldjuhendid 2012

v 1.0



6. osa

Kvaliteedi tagamine

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.

Hanke osalised

Rahastajad: Aitta Oy, arhitektibüroo Larkas & Laine Oy, buildingSMART Finland, Espoo Tekninen palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingi Asuntotuotantotoimisto, Helsingi Tilakeskus, Helsingi Ülikool, Helsingi Yliopistokiinteistöt 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, keskkonnaministeerium.

Koostajad: Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, inseneribüroo Olof Granlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, Pöyry CM Oy, Skanska Oyj/VTT, Solibri Oy, SRV Rakennus Oy, Tietoa 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 konkreetsest ettevõtte eripärast 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 Voll, 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 keeleteoimetaja on Eva Kiisler.

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

Sisukord

1	Mudelprojekteerimisjuhendite põhieesmärgid	4
2	Sissejuhatus	5
1.1	Kvaliteedikontroll tellija seisukohalt	6
1.2	Kvaliteedikontroll projekteerija seisukohalt	6
1.3	Kvaliteedikontroll projektirühma seisukohalt	7
1.3.1	Projektikoosolekud	7
1.3.2	Muudatuste juhtimine	8
1.3.3	Projekteerijate infovahetuse parandamine	8
1.4	Protsessi läbipaistvus	8
2	Kvaliteedikontroll	9
2.1	Projektide kvaliteedijuhtimine	9
2.2	Vaheetapid ja nende sisu	9
2.2.1	Projekteerija ülesanded vaheetappidel	9
2.2.2	Projektirühma ülesanded	10
2.2.3	Tellija ülesanded	11
2.3	Kvaliteedikontrolli meetodid	11
2.3.1	Kontroll	11
2.3.2	Analüüs	12
3	Kontrollitavad mudelid	13
3.1	Lähteolukorra mudel	14
3.2	Ruumelementide mudel	14
3.3	Arhitektuurne ja konstruktsioonide mudel	14
3.3.1	Arhitektuurne mudel	15
3.3.2	Konstruktsioonide mudel	15
3.4	Tehnosüsteemide mudel	16
3.4.1	Tehnosüsteemide mudel	16
3.4.2	Elektripaigaldiste süsteemimudel	16
3.5	Koondmudel	16
3.5.1	Eesmärk	16
3.5.2	Tehnosüsteemide vastuolukontroll	17
3.6	Projektdokumentide kontrollimine	17
3.7	Infomudelite kontrolli võimalused lähitulevikus	17
3.7.1	Liikumis- ja evakuatsiooniteed	17
4	Vastutus	18
4.1	Vastutav isik	18
4.1.1	Kvaliteedikontrolli protokoll	18
	Lisa 1. Kvaliteedikontrolli aruanded	19
	Lisa 2. Kontrolltarkvara	25

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 prioriteetidid ja eesmärgid. Eesmärkide ja selles juhendisarjas 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 elutsüklit 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 konkreetsetel 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. Projektijuht või projekti andmehalduse juht peab olema kursis kõigi mudelprojekteerimisjuhendite põhimõtetega.

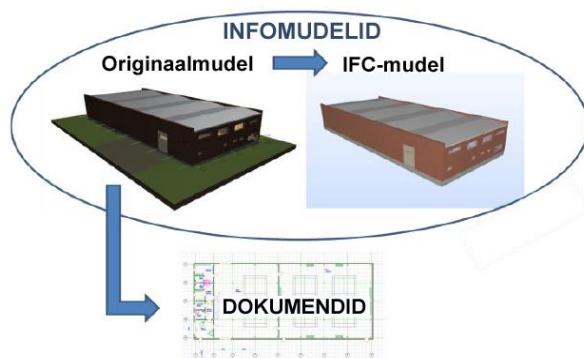
2 Sissejuhatus

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.

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



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

Infomodeli või -modelite kvaliteedikontroll parandab ka infomodelist toodetud projekteerimisdokumentide kvaliteeti.

Käesolevas dokumendis keskendutakse infomodelite 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. Infomodelite 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 kontrollietappidele, 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% arhitektuurses 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:

- *infomodeli 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.

1.1 Kvaliteedikontroll tellija seisukohalt

Tellija 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 vaevarikaks 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 ehitisest parema ülevaate. Aimuüksi infomudeli visuaalne vaatlus annab hankest parema üldpildi, täpsematest analüüsides rääkimata.

1.2 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 projektnfo 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.

1.3 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 kujul 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 ühendamine 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.

1.3.1 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:

- *Arhitekt kontrollib enne mudeli esitamist teistele osalistele ruumide vastavust ruumiprogrammile ja seda, kas ruumid on modelleeritud ümbritsevate seinte suhtes*

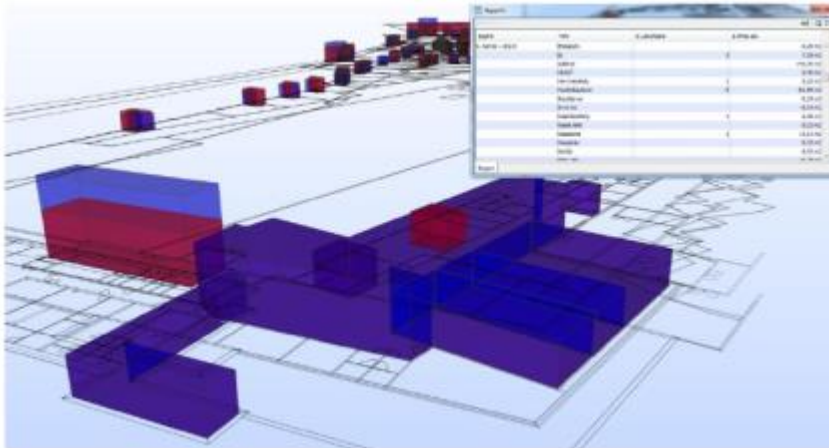
- õigesti;
- *Konstruksioonide projekteerija kontrollib, kas kandetarindid ja neis olevad avad on vastavuses arhitektuurse mudeliga;*
 - *Tehnosüsteemide projekteerijad kontrollivad oma projekteerimisala objektide sobivust kavandatud ruumidesse ja vastuolusid teiste ning nende projekteeritud süsteemide vahel;*
 - *Peaprojekteerija kontrollib eri projekteerimisalade ruumikasutust ning juhib vastuolude kontrolli ja selle tulemuste käsitlemist.*

1.3.2 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 tähelepanematuset tõttu sündinud muudatuste edastamist.



Joonis 3. Muudatuste visualiseerimine infomodelites.

1.3.3 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.

1.4 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.

2 Kvaliteedikontroll

2.1 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.

2.2 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	Projektikoosolekuteks	Vaheetapid
Projekteerija osamudeli kvaliteedikontroll	X	X	X
Projektirühma koondmudeli kvaliteedikontroll		X	X
Tellija kvaliteedikontroll			X

Tabel 1. Projekteerimise põhimõttelised kvaliteedikontrolli vaheetapid.

Oma infomodelite kvaliteedikontrolliprotsessi eest vastutab projekteerija ise ja selle dokumendi edasiste osade eesmärk on ainult soovitada mudelipõhisel projekteerimisel kasulikuks osunud 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.

2.2.1 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 kontrollkorrast.*
- *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 hetkeseisu kajastavad selgitused.*

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

2.2.2 Projektirühma ülesanded

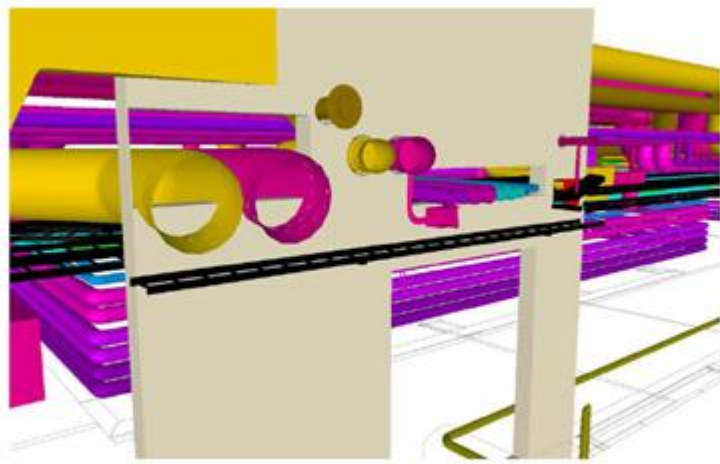
Projektirühma kvaliteedikontrolli keskmes on projekteerijate kontrollitud infomudelite integreerimine ja tähelepanu juhtimine vajalikele muudatustele. Rühma juht võib olla näiteks peaprojekteerija.

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 lisas 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 4. Tehnosüsteemide mudeli ja konstruktiivse mudeli vastuolukontroll.

2.2.3 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 infomodelite õigsuse kontrollimine sageli oluline ka tellija aspektist.

Selgitus

Tellija võib infomodelite 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 veaarupeid ja kasutada ehitusspetsialistide abi, et avastada hanke ja projekteerimisstaadiumi seisukohalt olulised probleemid ning nõuda nende kõrvaldamist.

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

Infomodelite 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.

2.3 Kvaliteedikontrolli meetodid

Infomodelite kvaliteedi kontrollimisel kasutatakse kaht põhimeetodit.

Üldjoontes võib tegevuse jagada kontrolliks ja analüüsiks.

2.3.1 Kontroll

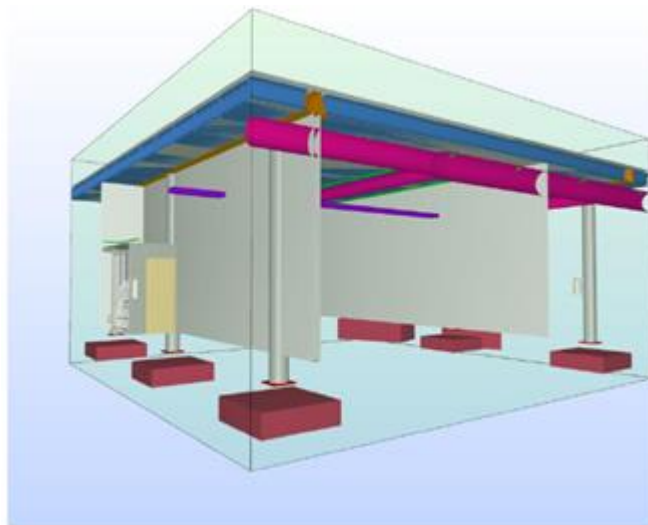
Kontrollimine on meetod, mis keskendub mudelis sisalduva info õigsusele. Et info õigsust kindlaks teha, peab olema võimalus võrrelda „infot” teatud referentsinfoaga.

Selgitus

Näiteks ruumi pindala õigsust ei saa tuvastada ruumiprogrammiga võrdlemata. Seda, kas ruumid on modelleeritud õigesti, saab üpris usaldusväärselt kindlaks teha võrreldes

ruumiobjekte ümbritsevate seintega.

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



Joonis 5. Puuduste kontroll näitab, et postid ei ulatu taldmikeni.

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 põhirõhk 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 6. Visuaalne kontroll.

2.3.2 Analüüs

Analüüs toodab infomudelidest vääristatud teavet, mida on lihtsam tõlgendada ja mille abil on

lihtsam hinnata info kvaliteeti ja õigsust.

Selgitus

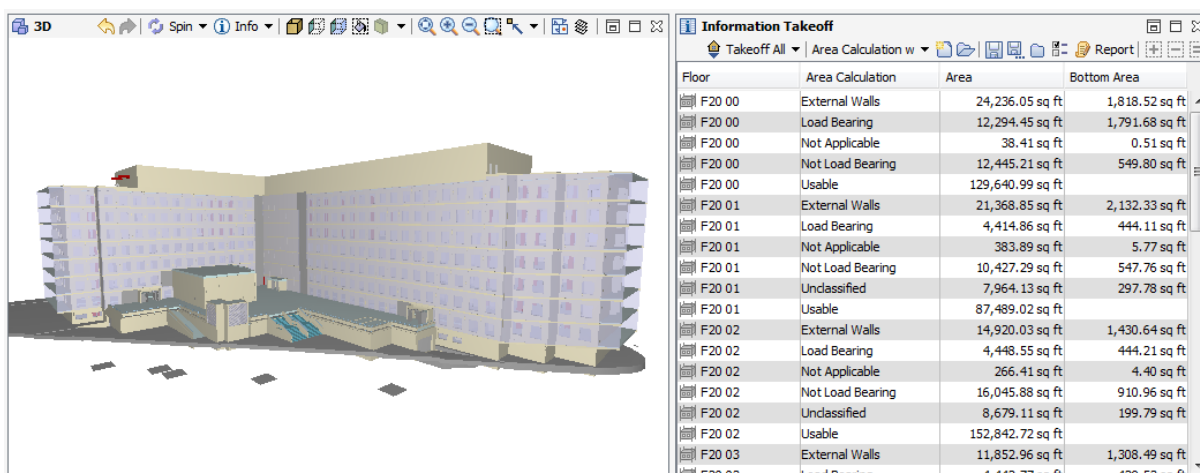
Hea näide arhitektuurse projekti analüüsist on projekteeritud ruumipindade arvutus, sest see võimaldab mõista, milline on projekti hetkeseis eesmärgiga võrreldes.

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 kuluanalüüse, 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	383.89 sq ft	5.77 sq ft
F20 01	Not Load Bearing	10,427.29 sq ft	547.76 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	4.40 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	4,443.77 sq ft	430.53 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
Total	153 277	6 662	44 701	204 641	15 141	2 796	4 819	15 581	242 978	1,59

Joonis 7. Ülemisel joonisel esitatud mudeli pindalateave on kantud alumisel joonisel olevasse mahuarvutustabelisse.

3 Kontrollitavad mudelid

Infomodelite kvaliteedikontroll hõlmab viit mahult ja otstarbalt erinevat tasandit. IFC-mudelitena kontrollitakse järgmisi mudeleid (juhul, kui vastavad infomudelid 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. Vastavates dokumentides on vajalikku täpsustaset ja infosisu käsitletud täpsemalt.

3.1 Lähteolukorra mudel**Selgitus**

Lähteolukorra mudelis kontrollitakse vähemalt järgmist:

- ruumide nimetuse ja pindala (suurusjärk) vastavus lähteülesandele;
- ruume kontrollitakse ka visuaalselt. Soovitatakse 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 lisa 1.

3.2 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 seinaj- tarindite tavapärasest pindalast oluliselt suurem kõrvalekalle, tehakse kindlaks kõrvalekalde põhjus;
- ruume kontrollitakse ka visuaalselt. Soovitatakse 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 lisa 1.

3.3 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.

3.3.1 Arhitektuurne mudel

Selgitus

Ruumid

Ruumid peavad piirnema teiste ehitise osadega, ümbritsevate seintega ja altpoolt plaadiga (vahelagi või aluspõrand). Nende komponentide abil saab usaldusväärselt 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-komponentidega). Lisaks tuleb võrrelda eri korruste pindalaid. Üksikruumide pindalade ning seinte ja postide põhjapindalade summa peab olema ligilähedane brutopindala-komponentidele.

Sarnaselt ruumimudeli kontrollile võrreldakse ruume ka ruumiprogrammiga. Ruumide tunnused ja nimetused peavad vastama ruumiprogrammile, sest muidu 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 tüüpipõhise 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 lisa 1.

3.3.2 Konstruktsioonide mudel

Konstruktsioonide mudeli puhul keskendub kvaliteedikontroll nn projektimudeli kontrollimisele.

Selgitus

Konstruktsioonide projekti analüüsimudelit 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 pöördenukad vastavad teineteisele.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata põhitarindite (plaat, post, tala ja sein) õigele määratlemisele. On oluline, et nende tarindite nimetused oleksid süsteemipärased. Seda tuleks kontrollida projekteerimisprogrammist toodetud IFC-mudeli abil.

Konstruktsioonide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisa 1.

3.4 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”.

3.4.1 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 õigetesse kohtadesse.

Sanitaartechniliste süsteemide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisas 1.

3.4.2 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 lisas 1.

3.5 Koondmudel

3.5.1 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 projekteerimistaadiumis. 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.

3.5.2 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 veearporti. 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 õigesse 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 seinas.*

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

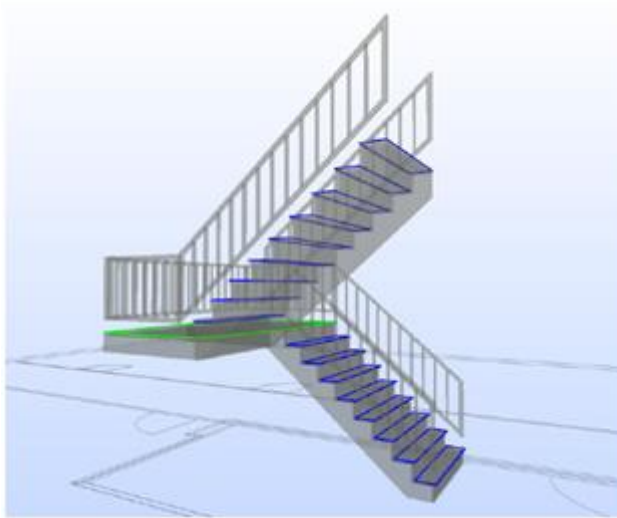
3.6 Projektdokumentide kontrollimine

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

3.7 Infomudelite kontrolli võimalused lähitulevikus

3.7.1 Liikumis- ja evakuatsiooniteed

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



Joonis 8. Liikumisteede kontroll, trepikäik ei ole nõuetekohane.

4 Vastutus

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

4.1 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.

4.1.1 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 kontroll-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:				
Lähteandmete mudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarisid
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 hooneosaid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosaid				
Mudelis ei ole komponentide märkimisväärset vastuolu				
Ruumid, seinad ja postid katavad korruste brutopindala				
Ruumide kõrgus vastab modelleerimisnõuetele				
Ruumid piirnevad ümbritsevate seinte jt objektidega				
Ruumid ei kattu				
Kasutatud on kokkulepitud ruumitunnuseid				
Allkiri:				

Koht:				
Aeg:				
Kontrollija:				
Objekt:				
Versioon:				
Versiooni kuupäev:				
Arhitektuurse mudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarisid
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 märkimisväärset 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:				
Tehnosüsteemide mudeli kontroll-leht	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 märkimisväärselid 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:				
Elektrimudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaariid
Infomudeli 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 sanitaartechniliste 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:				
Konstruksiooni mudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaariid
Infomudeli kaaskiri				
Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)				
Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele				
Mudel hõlmab (üldreeglina) üht ehitist				
Korruused 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 hooneosasisid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasisid				
Mudelis ei ole hooneosade märkimisväärseid vastuolusid				
Konstruksiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses				
Konstruksioonilise ja arhitektuurse mudeli avakohad ühtivad				
Tarindid on toetatud				
Tehnosüsteemide projekteerijate tehtud avad on kandetarinditele üle kantud				
Allkiri:				

Koht:				
Aeg:				
Kontrollija:				
Objekt:				
Versioonid:				
Versioonide kuupäevad:				
Koondmudeli kontroll-leht	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 tarandid ei ole vastuolus				
Plaatides on vertikaalšahtide kohal avad				
Konstruksiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses				
Konstruksioonilise 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 vaatamisprogramme. IFC-andmebaaside vaatamiseks pakutakse mitmeid programme. Veebilehelt IFCwiki leiab programme, mille võib alla laadida tasuta: 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.

Reegli põhiste kontrollprogrammide puhul kontrollib tarkvara mudeli vastavust modelleerimisnõuetele. Võimalikud probleemid tuakse 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.