EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 1: Mudelprojekteerimise üldjuhendid

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

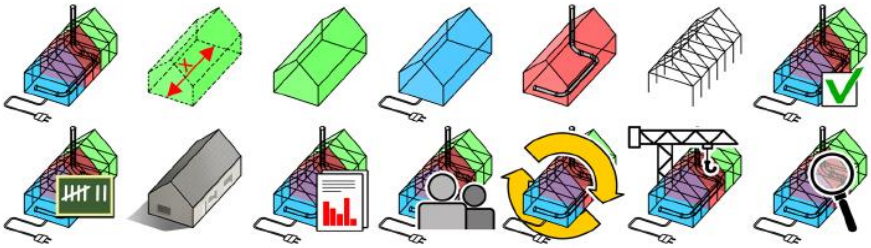
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 1: Mudelprojekteerimise üldjuhendid" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

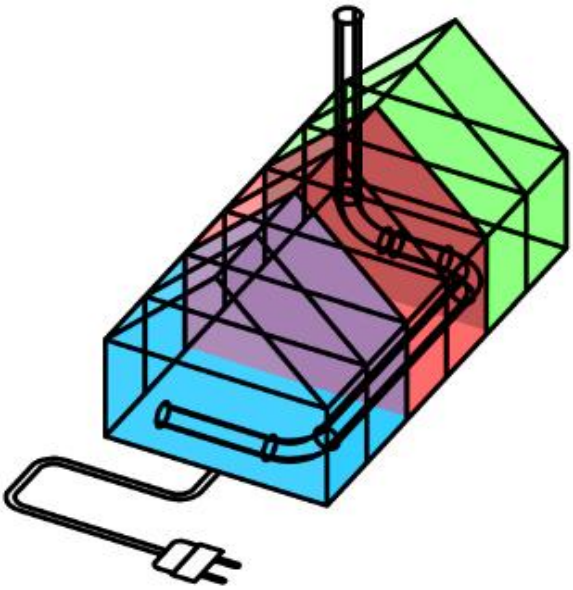
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



1. osa

Mudelprojekteerimise üldjuhendid

Eessõna

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012" koostati laiapõhjalise arendusprojekti COBIM tulemusel. Vajaduse juhendite 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 Tekniken palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingi Asuntotuotantotoimisto, Helsingi Tilakeskus, Helsingi Ülikool, Helsingin 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, Soome 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 keeletoimetaja 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 5
2 Sissejuhatus 6
3 Tehnilised üldnõuded infomudelile 7
3.1Tarkvara 7
3.2 Infomudeli avaldamine 7
3.3 Koordinaadid ja ühikud 7
3.4 Infomudeli täpsus 8
3.5 Modelleerimistööriistad 9
3.6 Ehitised, korrused ja jaotamine 9
3.7 Infomudeli nimetamine ja arhiveerimine 10
3.8 Infomudeli kaaskiri 10
3.9 BIM-koordinaatori roll 10
3.10 Mudelite avaldamine 11
3.11 Mudelite tööversioonid 11
3.12 Mudelite kvaliteedi tagamine 11
4 Mudelite genereerimine ja kasutamine projekti erinevates staadiumites 13
4.1 Vajadused ja eesmärgid 13
4.1.1 Pind ja maht, põhitoimingud, ehitusplatsi nõuded 13
4.1.2 Ruumiprogramm, kogueelarve, valitud ehituskrunt 13
4.1.3 Lähteülesanne 13
4.1.4 Ruumide tuvastamine 14
4.1.5 Seadused, määrused ja juhendid 14
4.1.6 BIM-koordinaatori ülesanded 14
4.2 Alternatiivide projekteerimine 15
4.2.1 Modelleerimise ja otsustusprotsessi vaheline liides 15
4.2.2 Maa-ala ja olemasolevate ehitiste infomudel 15
4.2.3 Alternatiivsed ruumirühma mudelid ja ruumimudelid 15
4.2.4 Konstruktsioonide projekteerimine 16
4.2.5 Tehnosüsteemide projekteerimine 16
4.2.6 Pindaladel ja ruumaladel põhinev eelarvestamine 16
4.2.7 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon 16
4.2.8 Arhitektuursed visualiseeringud 16
4.2.9 Võrdlemine ja otsused 17
4.2.10 BIM-koordinaator 17
4.3 Eelprojekti staadium 17
4.3.1 Arhitektuursed mudelid 17
4.3.2 Konstruktsioonide osa 18
4.3.3 Tehnosüsteemide osa 18
4.3.4 Elektriosa 18
4.3.5 Visualiseeringud 18
4.3.6 Mudelite ühildamine ja kontrollimine 18
4.3.7 Eelprojekti staadiumi hinnakalkulatsioon 18
4.3.8 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon 19
4.3.9 BIM-koordinaator 19
4.4 Põhiprojekti staadium 19
4.4.1 Modelleerimise mõju otsustamisprotsessis 19
4.4.2 Arhitektuuriosa 19
4.4.3 Konstruktsioonide mudel 20
4.4.4 Tehnosüsteemide mudelid 20

4.4.5 Elektriosade mudelid 20
4.4.6 Visualiseeringud 20
4.4.7 Mudelite ühildamine ja kontrollimine 20
4.4.8 Hinnakalkulatsioon ja töömahtude loetelud 20
4.4.9 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon 21
4.4.10 BIM-koordinaator 21
4.5 Ehitushange 21
4.5.1 Analüüs ja planeerimine 21
4.6 Ehitus, teostus 21
4.6.1 Infomudelite kasutamine ehitamisel 21
4.7 Vastuvõtmine 22
4.7.1 Infomudelite kasutamine halduses 22
4.7.2 Teostusmudelid 22

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Selles dokumendis kirjeldatakse mudelprojekteerimise (BIM-i) kasutamise põhinõudeid ja -kontseptsioone arhitektuursel projekteerimisel. Modelleerimine on projekteerimise osa, mida kasutatakse samal ajal muude meetoditega nagu tööjoonised, skeemid ja ehitise kirjeldused. Juhendid käsitlevad üksnes mudelprojekteerimisega seotud protsesse. Kõik muud dokumendid tuleb luua ja ühiskasutusse anda vastavate asjakohaste juhendite kohaselt.

Hanke dokumentides tuleks määratleda, kuidas projektis hakatakse ehitusinformatsiooni modelleerimist kasutama, samuti osaliste vastavad kohustused ja kontrollimeetodid. Lisateavet leidub 11. osas „Mudelipõhise projekti haldamine”. On soovitatav teha enne arhitektuuri-, inseneri- ja ehitusettevõtte valimist selgeks mudelite geomeetria- ja infosisu nõuded. Vastasel korral võib tehniline modelleerimine ja andmehaldus seada ohtu infomudeli kvaliteedi ja selle, kui efektiivselt saab mudelit kasutada. Infomudelitele esitatavad üldnõuded on toodud 1. lisas. Üksikasjalikumat teavet leidub juhendite muudes osades.

Selles dokumendis käsitletakse samu probleeme kui valdkonnaspetsiifilistes dokumentides, kuid üldisemal tasandil. Tõlgendamisel on valdkonnaspetsiifilised dokumendid alati kõrgema prioriteediga.

3 Tehnilised üldnõuded infomudelile

3.1Tarkvara

Riiklike projektide puhul võib modelleerimiseks kasutada erinevat tarkvara, millel on vähemalt standardi IFC 2 x 3 sertifikaat. Selle nõude võib projekti nõuetes teisiti kehtestada. **Projekteerijad peavad hankedokumentides esitama kogu infomodelleerimise tarkvara ja selle versioonid ning millist IFC versiooni need toetavad.**

Projekti osalised peavad kõikides tarkvaraversioonides või projekti käigus tarkvara vahetamises omavahel kokku leppima. Enne lõplikku otsust uutele versioonidele üle minna tuleb läbi viia katsetusetapp.IFC-sertifikaadita failiformaatide kasutamisele projekti ametlikel otsustusetappidel peab projekti juhtkond nõusoleku andma.Igapäevases töös võib korraga kasutada kõiki omavahel kokkulepitud andmevahetusmeetodeid ja -formaate.

Selgitus

Mõnedel juhtudel võib klient määrata projektis kasutatava tarkvara. Näiteks ehitusettevõtted töötavad ehitusinformatsiooni modelleerimise protsesse välja konkreetsetele projekteerimistarkvara lahendustele tuginedes ja võivad nõuda nende projekteerimistööriistade kasutamist. Lisaks võivad kliendil olla spetsiifilised nõudmised tarkvara suhtes, kui projekti modelleerimisnõuded on erandlikud või paralleelselt projektiga toimub näiteks protsessiarendus.

3.2 Infomudeli avaldamine

Hanke käigus avaldatakse kõik mudelid IFC-formaadis. Iga projekti korral lepitakse kokku ehitusinfo mudelite jagamise meetodites. Hanke lõppedes antakse kliendile lepingute kohaselt üle kõik projektid ja elektroonilised dokumendid koos IFC-formaadis ja originaalformaadis infomudelitega. Kliendil on õigus kasutada neid mudeleid tavapäraste projektidokumentidega samade tingimuste kohaselt.

Enne infomudeli avaldamist ja ametlikel avaldamisetappidel teiste valdkondade ühiskasutusse andmist tuleb mudelist eemaldada kõik osad ja mudelikomponendid, mis ei ole projekti seisukohast asjakohased. See hõlmab ka kõiki teiste valdkondade viidatud mudeleid. Iga mudel peab sisaldama üksnes avaldava valdkonna loodud või lisatud mudeliosi.

Selle nõude puhul on erandiks mõõdistusmudel. Renoveerimisprojektide puhul tuleks arhitektuurse mudeli referentsmudelina kasutada mõõdistusmudelit. Algne mõõdistusmudel tuleb aga arhiveerida eraldi, et seda saaks kasutada kontrollimiseks või ajaloolise dokumentatsiooni jaoks.

Selgitus

Mõnedel juhtudel võib klient määrata projektis kasutatava tarkvara. Näiteks ehitusettevõtted töötavad ehitusinformatsiooni modelleerimise protsesse välja konkreetsetele projekteerimistarkvara lahendustele tuginedes ja võivad nõuda nende projekteerimistööriistade kasutamist. Lisaks võivad kliendil olla spetsiifilised nõudmised tarkvara suhtes, kui projekti modelleerimisnõuded on erandlikud või paralleelselt projektiga toimub näiteks protsessiarendus.

3.3 Koordinaadid ja ühikud

Projekti jaoks on soovitatav määrata selline koordinaatsüsteem, et kogu modelleerimispiirkond jääb XY-telgede positiivsele poolele ja koordinaatide alguspunkt paikneb joonestamispiirkonna lähedal. Tavaliselt määrab koordinaadid arhitekt.

Selgitus

Linna või riigi koordinaatsüsteemi ei soovitata kasutada, sest modelleerimispiirkonnast kaugel asuv alguspunkt tekitab suurema osa projekteerimistarkvara puhul probleeme.

Negatiivsed koordinaadid enam tehnilisi probleeme ei põhjusta. Inimlike eksituste

ärahoidmiseks on soovitatav nende kasutamist siiski vältida. Negatiivsed koordinaadid võivad tekitada probleeme ka ehitusplatsil.

Teine võimalus defineerida XY-koordinaadistiku alguspunkti, on seada see teatud kaugusele ehitise telgedest. See variant on õigustatud juhul, kui ehitise asukoht võib projekteerimise käigus muutuda. Isegi sel juhul on oluline dokumenteerida alguspunkt ja X-telje suund kaardi koordinaatide suhtes.

Projekti koordinaatsüsteemi alguspunkti asukoht dokumenteeritakse vähemalt kahe teadaoleva punkti abil. Nii lähte- kui ka sihtsüsteemis esitatakse mõlema dokumenteeritud punkti X- ja Y-koordinaadid. Lisaks on võimalik tuvastada üksikpunkt ja pöördenurk. Siiski märgitakse, et pöördenurga kasutamine põhjustab alati ebatäpsusi, eriti suuremate vahemaade puhul ja need ebatäpsused võivad mõjutada ehitusstaadiumi.

Infomudeli Z-koordinaadi baaspunkt võrdub ehitise tegeliku kõrgusega. Infomudelis kasutatakse ühikuna millimeetreid. Pöördenurgad dokumenteeritakse alati vähemalt kahe kümnendkohaga.

Selgitus

Kõik ehituskrundil asuvad ehitised modelleeritakse samasse XY-koordinaatsüsteemi. Ehitiste kõrgused määratakse lähtekoordinaadistikus suhteliste kõrgustena, kuid on võimalik leppida kokku teisiti, kui see vastab paremini projekti vajadustele. Koordinaatsüsteemis lepitakse kokku ja see dokumenteeritakse projekti alguses ning projekti käigus ei saa seda piisava põhjuseta muuta. Igasugused muudatused peavad heaks kiitma nii kõik osalised kui ka projektijuht.

Maa-ala mudel luuakse samasse koordinaatsüsteemi ehitistega. Maa-ala mudel hõlmab ehituskrundi keskkonda, taimi, liikluspiirkondi ja krundil asuvaid tarindeid. Suuremastaabilist taristut hõlmavate projektide puhul võib see nõue aga olla teistsugune.

Kui koordinaatsüsteemis on kokku lepitud, tuleb mõõdistusmudel(id) ja alusmaterjal (nt laserskaneerimised) viia samasse koordinaatsüsteemi. On võimalik ja mõistlik kokku leppida, et projekteerimismudeli jaoks kasutatakse samuti mõõdistusmudeli puhul kasutatud koordinaatsüsteemi.

Pärast koordinaatsüsteemi määratlemist tuleb tingimata kontrollida valdkondadevahelist ühilduvust. Selleks võib kasutada lihtsat „koerakuudi" tüüpi mudelit, kuhu kõik projekteerimisvaldkonnad loovad paar hoone osa või mehaanilise süsteemi osa, nii et on selgelt näha, kas mudelite asukoht on sama. Lisaks on käimasoleva modelleerimisprotsessi puhul vaja tagada, et mudelite alusel genereeritud kahemõõtmeliste jooniste XY-asukoht ja pöördenurk vastavad infomudelile.

3.4 Infomudeli täpsus

Enne ehitise osaide üksikasjaliku modelleerimise staadiumi võib mudeli loomisel mudelikomponentide jaoks kasutada nimimõõtmeid. Näiteks arhitektuurse mudeli puhul võib uksed ja aknad modelleerida ilma vajalike paigaldusvahedeta – need võib lisada hanke hilisemates staadiumites. Sellele vaatamata on oluline, et kasutatud modelleerimispõhimõtteid järgitaks järjekindlalt. Ehitise osade tööjoonise tasemel modelleerimisel modelleeritakse kõik komponendid tegelike mõõtmetega.

Kõik mudelid alates maa-ala mudelitest kuni teostusmudeliteni luuakse suurima mõistliku täpsusega vastavalt projekti staadiumi nõuetele ja -eesmärkidele. Näiteks mõõdistusmudelite puhul võib absoluutne täpsus (nt seinte väike vildakus, kalded ja paksuse muutumine) muuta mudelid raskesti kasutatavaks ja seetõttu on mudelite puhul lubatud samad tolerantsid, mis on vastuvõetavad ehitusel. Modelleerimise ulatust ja -täpsust on kirjeldatud 3. osa 6. peatükis.

Selgitus

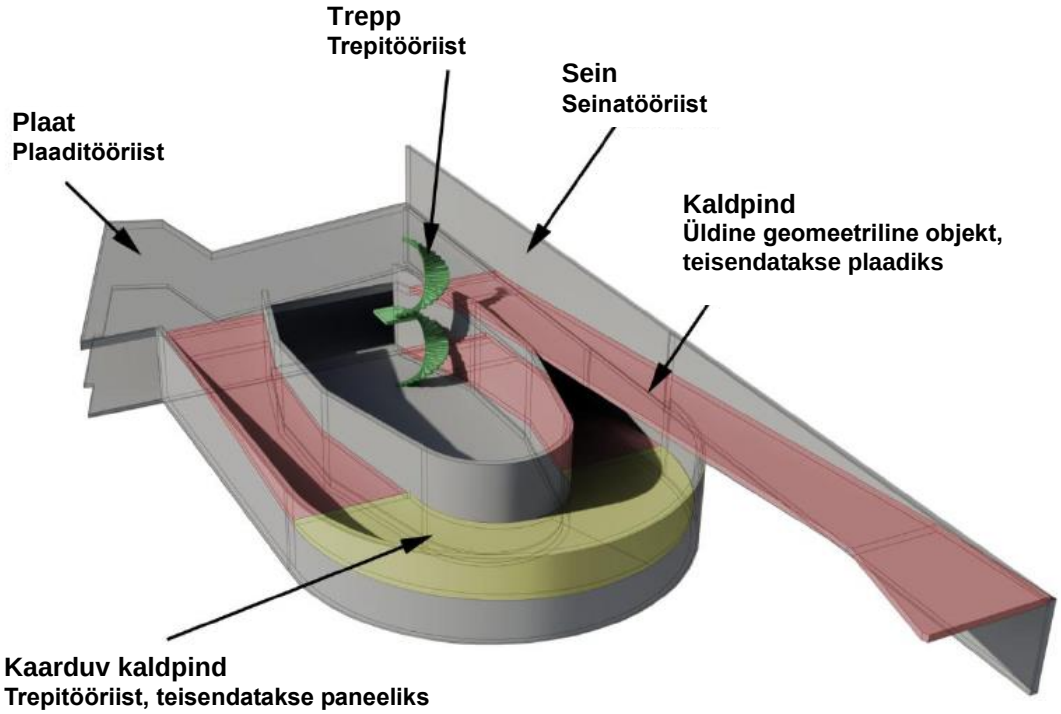
Mudelite täpsuses järgitakse otstarbekuse põhimõtteid. Ruumiliste mudelite puhul võib mõõtmetäpsus olla sama, mis tavapärasel joonestamisel. Et ehitise tegelik kuju ja suurus võib veel olla ebaselge, võib asjakohaseks täpsustasemeks olla 100–200 mm. Valitud täpsusklassi tuleb kasutada järjekindlalt. Tasub ka märkida, et mida täpsem on algne mudel, seda kergem on sellega projekti käigus tööd jätkata.

Ehitise osade mõõtmetäpsus võib olla seotud ka mudeli kasutusotstarbega. Näiteks kui

arhitektuurset mudelit kasutatakse küttevajaduse analüüsiks, peavad seinad olema nurkades omavahel ühendatud, sest isegi väike vahe võib simulatsiooni oluliselt häirida. Täpsusnõuded tuleb omavahel kokku leppida ja kõik valdkonnad peavad järgima kokkulepitud tava.

3.5 Modelleerimistööriistad

Kõik mudeli elemendid tuleb modelleerida selleks ettenähtud komponentide ja tööriistadega, st seinad modelleeritakse seinatööriistadega, plaadid plaaditööriistadega jne. Kui konkreetne tööriist ei ole saadaval või ei sobi muul põhjusel, siis tuleb selle komponendi modelleerimiseks kasutada sobivat abivõtet, mis on dokumenteeritud mudeli kaaskirjas. Täpsemad juhised esitatakse valdkonnapõhistes mudelprojekteerimise nõuetes.



Näide kaarekujulisest kaldpinnast, mis on modelleeritud BIM-tarkvara sobivate tööriistadega. Micromedicum / Senate Properties, Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy.

3.6 Ehitised, korrused ja jaotamine

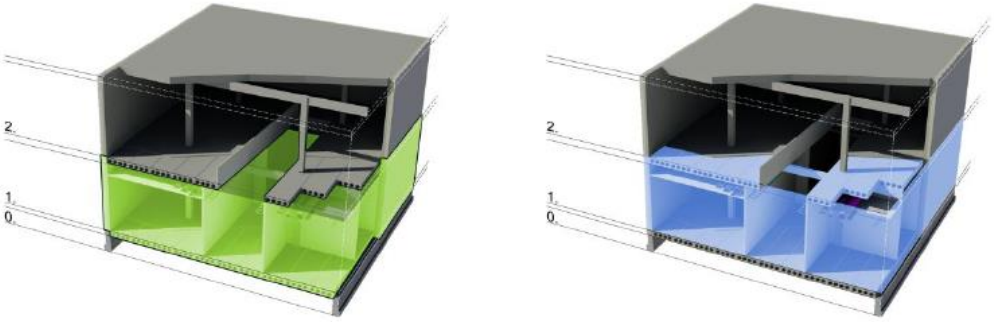
Põhireegel on, et kõik valdkonnad kasutavad modelleerimismeetodit, mille puhul mudel jaotatakse korruste järgi ja kõik mudeli elemendid kuuluvad õigele korrusele, ehkki modelleerimisprogrammid võiksid toetada ka teistsugust lähenemist. Selleks on palju põhjuseid: mudelipõhiseid analüüse tehakse sageli korruse kaupa, ehitusplatsidel tegeldakse peamiselt korrustega ning ka ehitiste ja kinnisvara haldus kasutab korrusteks jaotamist. See ei tähenda, et infomudel tuleks jagada korruste kaupa eraldi mudeliteks või failideks, üksnes mudeli komponendid jagatakse ja grupeeritakse vastavatele korrustele. Vajaduse korral on projektiti võimalik teha selle nõude suhtes erandeid.

Iga eraldi ehitis antakse üle sõltumatu mudelina. Vajaduse korral võib ehitise jaotada mitmeks osaks. Selle lepib projektimeeskond omavahel kokku. Iga ehitis antakse tavaliselt üle üksikmudelina, nii IFC-formaadis kui ka originaalformaadis. Ehitise teenindussüsteemid tarnitakse vajaduse korral eraldi mudelitena iga korruse ja süsteemi jaoks. Väga suurte ehitiste puhul tuleb arhitektuursed või isegi konstruktsioonide mudelid vajaduse korral jagada korruste kaupa eraldi mudeliteks.

Korruse mõiste on erinevates valdkondades veidi erinev. See võib tekitada mõningast segadust, eriti arhitektuuri- ja ehitusvaldkonna vahel, sest need tegelevad samade osadega. Modelleerimisel

tuleks järgida alljärgnevaid juhiseid:

- Konstruktsioonide mudeli puhul sisaldab iga korrus ülal asuvaid horisontaaltarindeid ja neid toetavaid vertikaaltarindeid. Keldri põrandaplaat koos vundamendiga on eraldi korrus ja mudeli ülemine korrus hõlmab ka katusetarindeid. Konstruktsioonide mudel sisaldab mahukaid pinnatarindeid, mis on olulised tarindi kandevõime seisukohast, näiteks tuleisolatsioonil.
- Arhitektuurse mudeli puhul sisaldab iga korrus põrandaplaati ja selle pinnatarindeid ning samuti ripplagesid ja lagedes paiknevaid mahukaid akustilisi tarindeid. Arhitektil ei ole vaja modelleerida vundamenti, kuid alustarind tuleks modelleerida vähemalt maapinnast kõrgemal. Katus ja katusetarindid modelleeritakse eraldi korrusena. Katusel asuvat varustust ja lisatarvikuid tavaliselt ei modelleerita, kui ei ole teisiti kokku lepitud.



Korruse modelleerimise erinevusi illustreerivad kaks ülaltoodud joonist: arhitektuurne mudel vasakul ja konstruktsioonide mudel paremal.

3.7 Infomudeli nimetamine ja arhiveerimine

Mudelite nimetamisel tuleb järgida kliendi antud juhiseid. Kõik hanke infomudeli avaldatud versioonid arhiveeritakse kokkuleppe kohaselt.

3.8 Infomudeli kaaskiri

Iga valdkond peab koostama mudeli kaaskirja. See dokument on mudeli sisu kirjeldus ja selgitab mudeli avaldamise otstarvet ning täpsusastet. Dokument sisaldab teavet kasutatud modelleerimistarkvara, algse mudeli alusel loodud erinevate versioonide ja käesolevate nõuete suhtes tehtud erandite kohta. Lisaks dokumenteeritakse kirjelduses kõik kasutatud nimetamiskokkulepped, sisu valmidus ja kasutuspiirangud.

Kaaskiri avaldatakse infomudeliga paralleelselt ja seda tuleb uuendada iga kord, kui mudelis tehakse kirjelduse sisu mõjutavaid muudatusi.

Selgitus

Kõik muudatused tuleb dokumenteerida mudeli kaaskirjas nii, et osalistel oleks võimalik need üles leida. Ametlikel avaldamisetappidel vastutab puudulikust või valest dokumentatsioonist tingitud tagajärgede eest dokumentatsiooni avaldaja. Kohustused on kirja pandud lepingutes ning üldtingimuste ja sätete all. Tööversioonide korral on kirjelduse kasutamine rohkem selgitav ja seetõttu on nõuded kaaskirjale leebemad.

Mudelikirjeldus tuleb nimetada selliselt, et seda oleks võimalik seostada vastava infomudeliga.

3.9 BIM-koordinaatori roll

Iga projekti juurde tuleb määrata BIM-koordinaator. Koordinaatoriks võib olla peaprojekteerija või projekti juhtkonna valitud isik. BIM-koordinaatori ülesanded kattuvad osaliselt nii peaprojekteerija kui ka ehitusjuhi omadega ja paljudel juhtudel toetab koordinaator mõlemat poolt nende põhitegevuses. Lisaks on koordinaatori ülesanded sageli seotud tehniliste probleemidega ja nõuavad seetõttu süvateadmisi BIM-tarkvara ja -protsesside kohta. Koordinaatori rolli

kirjeldatakse täpsemalt 11. osas „Mudelipõhise projekti haldamine”.

BIM-koordinaator kannab hoolt projekteerimismudelite ühildamise eest ning teavitab tõrgetest peaprojekteerijat ja ülejäänud meeskonda. Peaprojekteerija vastutab erinevate valdkondade projekteerimistöö koordineerimise eest projektis kokkulepitud töökohustuste kohaselt.

3.10 Mudelite avaldamine

Projekti ametlikel avaldamisetappidel, näiteks ehitusloa taotlemisel, on infomudel ja selle põhjal koostatud dokumendid olulisteks otsustamisvahenditeks. Mudelipõhise projekteerimise korral ei ole võimalik infomudelit ja projekti eraldada ning seetõttu peaks olema võimalik avaldada need samal ajal.

Selgitus

Esmajoones peaksid dokumendid põhinema infomudelil endal. Mudel avaldatakse dokumentidega samal ajal või enne neid. Projekteerimisstaadiumis avaldatakse dokumente märksa harvemini kui infomudeleid. See võimaldab kasutada infomudelit projekti väljatöötamise staadiumis aktiivselt, mitte passiivse üleantava elemendina.

Seda tuleks arvesse võtta projekti ajagraafikus. Kui ajagraafikus on üksnes dokumendi avaldamise kuupäev (nagu tavapärase protsessi puhul), on olemas oht, et mudeli kontrollimine ja analüüs ei anna optimaalset efekti ning infomodelleerimise paljud eelised ei realiseeru.

Infomudeli avaldamisel on oluline, et see toimuks kontrollitult ja hõlmaks järgmisi etappe:

- mudel avaldatakse konkreetseks otstarbeks ja tavaliselt on toiming seotud projekti ajagraafikuga;
- infomudeli avaldamise otsusele järgneb mudeli ettevalmistamine, infomudeli kaaskirja koostamine ja mõnikord ka ehitise spetsifikatsioon ning muud mudeliga seotud materjalid;
- enne mudeli avaldamist leiab aset kvaliteedi tagamiseks vajalik tegevus, nagu on kirjeldatud 6. osas. On oluline, et dokumendid ja mudelid oleksid kooskõlas;
- lõplik versioon avaldatakse näiteks projektiserverisse üleslaadimise teel.

Avaldamise ajagraafik kõigil etappidel tuleb kokku leppida projekti alguses ning iga avaldamisetapi puhul tuleb jätta piisavalt aega ja vahendeid kvaliteedi tagamise protsessi jaoks.

3.11 Mudelite tööversioonid

Mudeli ametlikud avaldamise ja kvaliteedi tagamise toimingud leiavad aset üksnes teatud projekteerimisetappides.

Mudelipõhise teabe jagamine projektimeeskonnas on nõutav kogu projekteerimisprotsessi vältel. Enamasti ei pea see teave läbima eelkirjeldatud ulatuslikku kvaliteedi tagamise protsessi eeldusel, et kõiki osalisi teavitatakse infomodelleerimise piirangutest. Mudelid peaksid olema paindlikuks ja kiireks projekteerimisteabe vahetamise ja kavandatavate projektlahenduste, ruumivarude, konkreetsete üksikasjade jms esitamise vahenditeks.

Selgitus

Mudelite tööversioone võib vajaduse korral ka saata teistele osalistele, kuid hästi korraldatud mudelipõhiste projektide puhul salvestatakse mudelid korrapäraselt ühisesse andmebaasi. Uuendustsükli määravad projekti staadium ja vajadused ning tavaliselt on see vahemikus üks kuni neli nädalat. Neid mudeleid ei ole vaja täielikult kontrollida ja seega sobivad need üksnes piiratud eesmärkideks. Mudeli avaldaja peab mudeli staatuse selgelt välja tooma. Mudelite oluline osa on paralleelselt modelleerimisega koostatav infomudeli kaaskiri. See sisaldab teavet mudeli valmiduse kohta ning kirjeldab selle sisu ja eesmärki.

3.12 Mudelite kvaliteedi tagamine

Mudelite kvaliteedi tagamise eest vastutab iga valdkond ja selle järelevalvega tegeleb BIM-koordinaator. Mudelite tööversioonid on alati vähem või rohkem lõpetamata ja seega on infomudeli vead vastuvõetavad. Sellele vaatamata peab iga projekteerija tagama enda infomudelite tehnilise kvaliteedi ja ka selle, et need ei sisaldaka muid vigu lisaks antud projekteerimisstaadiumile omaste ebatäpsuste.

Kliendi määratud ametlikel kvaliteedi tagamise etappidel kontrollitakse infomudeleid 6. osas „Kvaliteedi tagamine” kirjeldatud nõuete kohaselt. Nendes kontrollpunktides on kvaliteedinõuded mudelite tööversioonide omadest märksa rangemad ja iga valdkond vastutab oma infomudelite avaldamiseelse kontrollimise eest. Infomudelite ametliku kvaliteedi tagamise viib läbi BIM-koordinaator või muu kliendi määratud juriidiline isik.

4 Mudelite genereerimine ja kasutamine projekti erinevates staadiumites

Selles peatükis esitatakse mudelite kasutusviis ehituse erinevates staadiumites. Staadiumiteks jagamine ja erinevad ülesanded esitatakse üksnes modelleerimise seisukohast. Tegelikke nõudeid mudelite infosisule kirjeldatakse erinevate valdkondade juhendites (3. kuni 5. osa).

4.1 Vajadused ja eesmärgid

Selles staadiumis hinnatakse kinnisvara omaniku ja kasutajate vajadusi ning eesmärke. Ekspertuuringute põhjal hinnatakse erinevaid võimalusi ja tehakse kasutatavat mudelit puudutavaid otsuseid, et saavutada projekti eesmärgid – näiteks uusehitise püstitamine või olemasoleva renoveerimine.

Vajaduste ja eesmärkide hindamise staadium ei hõlma tingimata geomeetrilist mudelit. Projektid peaksid aluseks võtma lähteülesande, milles on elektroonilisel kujul salvestatud vähemalt põhimõttelised ruuminõuded. See võimaldaks kasutada projekteeritud pindalade kontrollimiseks automaatset süsteemi ja ka ruumiobjektide genereerimist projekteerimistarkvaras. Põhimõtteliste ruuminõuete viimine projekteerimisprogrammi hõlbustaks ühtlasi oluliselt nende haldamist projekteerimise käigus.

4.1.1 Pind ja maht, põhitoimingud, ehitusplatsi nõuded

Paljud olulised projektiga seotud otsused tehakse projekti varases staadiumis. Selles staadiumis koostatakse projekteerimise algandmed: projekti eelarve ja ajagraafikuga seotud eesmärgid, aga ka ulatuse üldeesmärk; kogupind, maht ja erinevate toimingute kogupinnad. Selles staadiumis kaalutakse ka ehitusplatsiga seotud nõudeid, mille alusel valitakse renoveeritav krunt või ehitis. Tingituna projekti algstaadiumist ei eksisteeri projektdokumentatsiooni, seetõttu luuakse otsustamise seisukohalt olulised andmed ruumi- ja funktsiooninõuete alusel. Infomodelleerimise valdkonnas nimetatakse seda lähteülesandeks.

4.1.2 Ruumiprogramm, kogueelarve, valitud ehituskrunt

Projektinõudeid käsitletakse vajaduste ja eesmärkide hinnangu alusel, et viia need projekteerimise käivitamiseks vajalikule kujule. Määratletud ruuminõuded tuleb salvestada elektroonilisel kujul võimalikult selgelt ja täpselt, et neid saaks mugavalt hallata ning kasutada projektlahenduse ja nõuete võrdlemisel.

Selgitus

Tavaliselt hõlmavad projektid mitut eesmärki, mille otsene seostamine mudelipõhise tööga ei ole antud ajahetkel võimalik ega ka praktiline. Dokumendiviidete kaasamine nõuete faili või andmebaasi võib nende haldamist hõlbustada. Siiski on selleks otstarbeks praegu vähe sobivaid vahendeid ja praktikas kohandatakse lahendused igale organisatsioonile ja ettevõttele sobivaks.

Olenemata dokumenteerimismeetodist on protsessi oluliseks osaks projekti nõuete uuendamine, et kajastada eesmärkide ja projekteerimise edenemist. Kõik otsuste tegemise seisukohalt olulised nõuete versioonid tuleb säilitada, et vajaduse korral oleks võimalik vaadata versioonide ajalugu.

4.1.3 Lähteülesanne

Lähteülesande miinimumnõue on tabeli kujul esitatud ruumikava, mida saab kasutada ruumikava ja projektlahenduste võrdlemiseks. Ruumikava peab sisaldama ruumide jaoks spetsiifilisi pindalasid ja erinõudeid. Ruumikava võib täiendada kasutaja ja/või kliendi nõuetega. Lähteülesanne peaks suutma esitada kogu ehitise või selle sektori suhtes kehtivad nõuded, näiteks kogu energiatarbimise, jahutuse jne. Nii ruumikava kui ka nõudeid tuleb hoida elektroonilisel kujul, et neid oleks võimalik projektiga võrrelda.

Üksikruumide kohta esitatud nõuete puhul võib olla ka viide ruumirühma või ruumitüübi omadustele. Ruumikava peab sisaldama järgmisi nõudeid:

- nõudeid iga ruumi puhaspindalale ning vajaduse korral nõudeid suurusele ja kujule;
- ruumi funktsiooni ja kasutajaid, olulisi ühendusi teiste ruumidega;
- nõudeid siseruumi kliimale, heliisolatsioonile, valgustusele, koormustele, vastupidavusele, ohutusele ja kvaliteedile;
- nõudeid kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemidele, elektrisüsteemidele, seadmetele, sisseseadele, varustusele, ruumi ühiskasutuskomponentidele, siseruumi pinnatarinditele.

On tavaline, et projekteerimise käigus algnõuded muutuvad. Muudatused tuleb registreerida, et projektifailide jaoks oleksid pidevalt kättesaadavad kõik ajakohased nõuded. Registreerimise eest kannab hoolt kliendi määratud isik.

Erinevad mudelprojekteerimise nõuded arhiveeritakse sarnaselt muude projektdokumentidega.

4.1.4 Ruumide tuvastamine

Lähteülesande miinimumnõue on tabeli kujul esitatud ruumikava, mida saab kasutada ruumikava ja projektlahenduste Ruum on planeerimise põhiüksus ja paljud ehitise elemendid on ühel või teisel viisil seotud ruumiga. Lisaks funktsioonile on ruumi kõige olulisem omadus „ruumi tunnus" ehk ruumi ID. Tingimusel, et ruumi tunnuse järjekindla kasutamise eest kantakse hoolt, saab geomeetria alusel arvutada põrandapindala ja kanda andmebaasi muud ruumiga seotud andmed. Kõige olulisem ruumiga seotud teave on järgmine:

- ruumi tunnus (ruumi ID) – seda võib nimetada ka ruumi numbriks, isegi juhul, kui numbri osana kasutada tähti ja erimärke. On nõutav, et iga ruumi tuvastaks ruumi tunnus;
- ruumi funktsioon – see tunnus kirjeldab ruumi otstarvet, näiteks Talo 2000 klassifikaatori järgi;
- ruumi nimi – ruumi kirjeldav nimetus.

Lisaks võivad ruumi tunnused hõlmata järgmist:

- ruumi tüüp – viide tehnilisele näidisele, mis kirjeldab näiteks ventilatsiooni ja elektrikontakte ühe inimese, ruutmeetri või tööjaama kohta;
- ruumi asukoht – ruumi number või muu sarnane tähis, mis näitab ruumi asukohta.

Selgitus

Mudelipõhistest protsessidest kasu saamiseks on oluline ruumiinfo järjekindel ja hoolikas kasutamine. Ruumiandmeid kasutatakse mitmel otstarbel, näiteks pindalapõhiseks kuluarvutuseks, projekti ja ruumikava võrdlemiseks, energia-analüüsiks ning ehitise haldamisega seotud rakendusteks.

Neid mõisteid kirjeldatakse lähemalt 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine".

4.1.5 Seadused, määrused ja juhendid

Projektlahenduste kontrollil on oluliseks abiks, kui asjakohased seadused, määrused ja muud võimuorganite kehtestatud juhendid oleks saadaval elektroonilisel kujul ja neid saaks siduda infomudeliga.

Hetkel on toimingud analoogsed tavapärase dokumendipõhise protsessiga.

4.1.6 BIM-koordinaatori ülesanded

Projekti varajastes staadiumites vastutab BIM-koordinaator projekti modelleerimiseesmärkide täpsustamise eest ja algandmete modelleerimistööks kättesaadavuse koordineerimise eest. Kui koordinaatorit ei ole valitud, võib neid ülesandeid täita ka projektijuht või peaprojekteerija.

- Modelleerimiseesmärkide läbivaatamine ja tagamine, et ajagraafikus võetaks arvesse modelleerimisega seotud töid ja protsesse. Lisaks määratletakse protsessi erinõuded.
- Kontrollimine, kas kõigil projekteerijatel on olemas vajalikud algandmed (näiteks võimalik mõõdistusmudel).

4.2 Alternatiivide projekteerimine

Selles staadiumis uuritakse alternatiivprojektide esialgsete ruumimudelite abil kõige sobivamat põhilahendust. Igast valdkonnast pärinevad projekteerimismudelid peaksid olema üksteise jaoks alati kättesaadavad. Selle tagamiseks tuleb kokku leppida mudelite piisavalt sagedases üleslaadimises projektiserverisse. Sobiva ajagraafiku võib siduda näiteks korrapäraste projekteerimiskoosolekutega

4.2.1 Modelleerimise ja otsustusprotsessi vaheline liides

Selles staadiumis hõlmavad kliendi ülesanded projekteerimise järelevalvet, alternatiivide võrdlemist ja järgmise staadiumi jaoks parima projektlahenduse valimist koostöös ehitise tulevase lõppkasutajaga.

Selgitus

Ruumiline modelleerimine ja visualiseerimine hõlbustavad alternatiivide võrdlemist ja toovad projektlahendused konkreetsele tasemele. Lisaks investeerimiskuludele tuleks hindamisel arvestada ka elukaarekulutusi ja keskkonnamõju. Integreeritud mudelite peamine eelis on väljapakutud projektlahenduste võrdlemine simulatsioonide abil. Võrdlemine varases staadiumis on oluline, sest projekti üldisi piire arutades on isegi radikaalseid muudatusi veel lihtne teha. Mida hiljem protsessi käigus võimalikud probleemid ilmnevad, seda raskem on neid lahendada ilma maksumust või kvaliteeti oluliselt mõjutamata.

Visualiseerimine arhitektuurse infomudeli baasil arhitekti ja kliendi vahelise suhtluse jaoks. Alberga äripark / NCC Property Development Oy, Arkkitehtitoimisto Brunow & Maunula Oy. Joonis: Tietoa Visualisointi.

4.2.2 Maa-ala ja olemasolevate ehitiste infomudel

Mudelprojekteerimise nõuded hõlmavad uusehitiste puhul ehitusplatsi ja renoveerimisprojektide puhul ka olemasoleva ehitise modelleerimist (mõõdistusmudel), sest olemasoleva olukorra modelleerimine on projekteerimisprotsessi ja edasise modelleerimise peamine eeltingimus.

Selgitus

Olenevalt ehitusplatsist võib maa-ala mudeli saada omavalitsuse põhiregistritest või tellida väliselt tarnijalt. Renoveerimisprojektide puhul saab olemasolevad ehitised modelleerida vanade dokumentide või elektrooniliste mõõtmiste alusel, olenevalt nõutavast täpsustasemest. Nii maa-ala kui ka olemasolevate ehitiste mudeli saab tellida eraldi ülesandena mõõtmisteenuseid pakkuvalt ettevõttelt või arhitektuuribüroolt.

Ehituse asukoha ja olemasoleva ehitise infomudeliga seotud nõuded esitatakse mudelprojekteerimise juhendite 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine”.

4.2.3 Alternatiivsed ruumirühma mudelid ja ruumimudelid

Projektialternatiivide staadiumis hinnatakse mitmeid võimalikke lahendusi. Arhitekt modelleerib ehitise koos ruumiobjektidega täpsusega, mis on piisav ruumikorralduse, ruumi mahtude ja väliskarkassiga seotud otsuste tegemiseks.

Arhitektuurne ruumimudel tuleb ette valmistada selliselt, et selle alusel oleks võimalik automaatselt saada nii ruumitüübid ja pindalad kui ka ehitise kogumaht. Ruumirühma mudelitele ja ruumimudelitele esitatavaid nõudeid kirjeldatakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine".

Integreeritud infomudeli kasutamine pakub uusi võimalusi mitmesugust tüüpi uuringuteks. Kui alternatiivide läbi töötamine toimub seotud tervikuga ühendatult, on oluline koordineerida erinevate valdkondade lahendusvariante. Näiteks võib erinevaid fassaadilahendusi uurida investeerimiskulude, mõju ehitise energiatarbele ja visuaalse välimuse kaudu, kasutades infomudelit mitmesuguste analüüside ja simulatsioonide tegemiseks.

4.2.4 Konstruktsioonide projekteerimine

Arhitekti lahenduse alusel loob ehitusinsener kogu ehitise jaoks esialgse mudeli ja tüüptarindite jaoks ehitise osade infomudeli.

Mudelitele esitatavaid nõudeid kirjeldatakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 5. osas „Konstruktsioonide projekteerimine".

4.2.5 Tehnosüsteemide projekteerimine

Ehitist teenindavate süsteemide projekteerijad koostavad algsete süsteemimudelite jaoks pakkumuse, mis sisaldab põhisüsteemide trasse, ruumi vajavaid kanaleid ja kaablimarsruute. Selles järgus hõlmavad muud kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemi mudelid teenindusalade mudeleid, ruumilisi ja tasapinnalisi ruumimudeleid ning ruumi reserveerimist tehnilistele ruumidele.

Mudelitele esitatavaid nõudeid kirjeldatakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine".

4.2.6 Pindaladel ja ruumaladel põhinev eelarvestamine

Alternatiivsete arhitektuuriliste mudelite alusel koostatakse ruumide pindalal ja ruumalal põhinev hinnakalkulatsioon ruumikategooriate kaupa (kontor, auditoorium, tualettruum jne), mis peab olema projektialternatiividega seotud investeerimiskulude võrdluse aluseks.

Ruumide pindalal ja ruumalal põhinev hinnakalkulatsioon kuulub mudelipõhise protsessi kohustuslike tööde hulka. Seda käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 7. osas „Mahuarvutused". Koguste ja hinna kalkulatsiooni võib teha klient, see võib kuuluda projektikonsultandi ülesannete hulka või selle võib lasta teha eraldi nõustamistööna. Nimetatud tegevuses lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

4.2.7 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon

Arhitekti koostatud alternatiivsete ehitusinformatsiooni mudelite põhjal saab pindalade, välispiirete ja ruumikategooriate baasil luua esialgsed energiasimulatsioonid ja elukaarekulude hinnangud, mida kasutatakse alternatiivide võrdlemise alusena.

Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon kuulub mudeliprotsessi kohustuslike tööde hulka. Need võivad kuuluda tehnosüsteemide projekteerija ülesannete hulka, aga need võib ka tellida eraldi nõustamistööna. Energiasimulatsiooni ja elukaarekulude kalkulatsiooni käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 9. ja 10. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil" ning „Energia-analüüsid".

4.2.8 Arhitektuursed visualiseeringud

Mudeleid on mugav kasutada visualiseerimiseks, sest need aitavad osalistel alternatiivseid projektlahendusi üheselt mõista. Visualiseeringute nõutav arv ja kvaliteet määratakse pakkumiskutses ja projekteerimislepingutes iga projekti puhul eraldi. Tuleb aga märkida, et ehkki infomudelid sisaldavad suuremat osa visualiseerimiseks vajalikust lähteinformatsioonist, ei võimalda need ilma täiendavate pingutusteta alati saavutada soovitud täpsusastet või

visualiseerimist. Seetõttu ei saa eelnevalt määratleda mudeli infosisu, mis on nõutav visualiseerimiseks, vaid see tuleb vähemalt osaliselt otsustada projekti käigus, et visualiseerimine suudaks pakkuda otsuste tegemiseks vajalikku teavet.

Alternatiivide projekteerimise staadiumis piisab tavapäraste projektide puhul ligikaudse mahtude mudeli kasutamisest. Visualiseerimist käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 8. osas „Mudelite kasutamine visualiseerimisel".

4.2.9 Võrdlemine ja otsused

Infomudelitest saadud teavet alternatiivide kohta kasutatakse otsuste tegemisel ettevõtte äranägemisel paralleelselt tavapärase korraga. Sageli mõjutavad projektlahendused algnõudeid. Nõuete muudatused tuleb dokumenteerida nõuete dokumentatsioonis, nii et projekti nõuded püsiks olenevalt tehtud otsustest ajakohastena ja järgmises staadiumis oleks kättesaadav kõige uuem teave.

4.2.10 BIM-koordinaator

Infomodelleerimise alguses peab BIM-koordinaator korraldama mudelite tehnilise ühilduvuskontrolli, et tagada erinevatest projekteerimisvaldkondadest pärinevate infomudelite paiknemine samadel koordinaatidel ja kõrgusel. Praktikas loob arhitekt tulevase ehitise õigetesse kohtadesse osa mudeli komponentidest (nt keldripõrand, plaat, sein, aken, mööbel) ja saadab IFC-mudeli teisele valdkonnale. Iga projekteerija loob oma projekteerimistarkvara vahendite abil samamoodi mõned komponendid, et IFC-mudelite ühendamisel saaks täielikult kontrollida, kas kõik kasutavad ühte ja sama koordinaatsüsteemi ja kõrgusi.

Selles staadiumis on BIM-koordinaatori muud ülesanded järgmised:

- selgitada välja, mis tüüpi mudeleid on erinevate eesmärkide puhul vaja ja kes vastutab nende loomise eest;
- uuendada infomodelleerimise graafikut projekteerimisgraafiku kohaselt ja infomodelleerimise eesmärke üldisest olukorrast lähtudes;
- tagada nõutud infomudelite tegemine;
- kontrollida projekteerimisolukorra kohaselt infomudelite ühilduvust ja nendevaheliste vastuolude puudumist.

4.3 Eelprojekti staadium

Eelprojekti staadiumis arendatakse edasi projektlahendust, mis valiti alternatiivide projekteerimise staadiumis ja on olemas arhitektuurse mudeli kujul. Eelmises staadiumis on kliendi nõudeid uuendatud, et need vastaksid tehtud otsustele. Eelprojekti staadiumis on kliendi ülesanneteks projekteerimise järelevalve ja projektlahenduse heakskiitmine järgneva detailsema projekteerimisstaadiumi jaoks. Infomudelid võimaldavad kiiret, illustreerivat ja interaktiivset visualiseerimist ning analüüse (näiteks energia-, valgussimulatsioonid, visualiseeringud, maksumusinfo jms.), mis toetavad suhtlemist ja otsuste tegemist.

Igast valdkonnast pärinevad projekteerimismudelid peaksid olema teistele alati kättesaadavad. Selle tagamiseks tuleb kokku leppida mudelite piisavalt sagedases üleslaadimises projektiserverisse. Sobiva tsükli (üks kuni neli nädalat) võib siduda näiteks projekteerimisrühma koosolekutega.

Erinevate valdkondade töö peaks toimuma samal ajal. Selles projekteerimisstaadiumis tuleb arvesse võtta ka asjaolu, et projekti võidakse oluliselt muuta.

4.3.1 Arhitektuursed mudelid

Arhitekt töötab valitud projektivariandi alusel välja esialgse ehitise osade mudeli. Eelprojekti staadiumi lõpul peab infomudel sisaldama lisaks ruumidele vähemalt järgmist:

- kandetarindeid: poste, plaate ja seinu;
- seinte liigitust põhitüübi alusel (välissein, kerge vahesein jne);
- uksi ja aknaid, ilma konkreetse tootjainfota.

Mudel peab olema piisavalt täpne, et genereerida ehitusloa taotlemiseks vajalik joonis. Nõutav sisu määratletakse mudelprojekteerimise juhendite 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine". *(Toimetaja märkus: 3. osas on toodud nõuded Soomes kehtivatest projektistaadiumitest lähtuvalt, Eesti oludes on kohandatav RKASi mudelprojekteerimise juhendi lisa 1 (2009).)*

4.3.2 Konstruktsioonide osa

Eelprojekti staadiumis peab konstruktor andma hinnangu konstruktsioonide mõõtmele ja nõuetele. Eelprojekti staadiumi konstruktsiooniosa peab vastama mudelprojekteerimise juhendite 5. osas „Konstruktsioonide projekteerimine" määratud nõuetele. Mudelit peab olema võimalik kasutada projektlahenduste integreerimiseks.

4.3.3 Tehnosüsteemide osa

Selles staadiumis peab kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemi projekteerija kinnitama süsteemide ruuminõuded ja mõju teiste projekteerijate tööle. Mudel peab sisaldama põhikanalite ja seadmeruumide ruuminõudeid sellisel määral, et oleks võimalik hinnata ruumi reserveerimise vajadust ja selle mõju teiste projekteerijate tööle. Ruumi reserveerimise mudelile esitatavad nõuded määratakse täpsemalt mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine". Mudelit peab olema võimalik kasutada projektlahenduste integreerimiseks.

4.3.4 Elektriosa

Elektrisüsteemi projekteerija peab määratlema elektri-, telefoni- ja andmesidesüsteemi nende osade ja komponentide ruuminõuded, mis mõjutavad ruumi jaotamist. Ruumi reserveerimise mudelile esitatavad nõuded määratakse täpsemalt mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine". Mudelit peab olema võimalik kasutada projektlahenduste integreerimiseks.

4.3.5 Visualiseeringud

Visualiseerimisvõimalused ja mudelite täpsus protsessi käigus kasvavad. Siiski on eelprojekti staadiumis visualiseerimisele kohaldatavad nõuded üldjoontes samad, mis esitati jaotises 4.2.8. Vajaduse korral võidakse otsuste tegemise seisukohalt oluliseks peetavate osade puhul nõuda ka üksikasjalikumat visualiseerimist. Lisateavet leiab mudelprojekteerimise juhendite 8. osas „Mudelite kasutamine visualiseerimisel".

4.3.6 Mudelite ühildamine ja kontrollimine

Kui mudeleid loovad ka teised projekteerijad peale arhitekti, tuleb erinevate projekteerijate mudelite ühishindamist alustada eelprojekti staadiumis. Mudelite ühildamise kohustuse võtab endale tavaliselt BIM-koordinaator või peaprojekteerija, kuid selle võib määrata ka kellelegi teisele: nii nagu konkreetse projekti puhul kokku lepitakse.

Selgitus

Selles staadiumis tuvastatakse koondmudeli visuaalsed vastuolud vähemalt tarindite ja süsteemide jaoks reserveeritud ruumi suhtes. See võimaldab kontrollida, kas süsteemid ja tarindid põhimõtteliselt ühilduvad ja kas arhitektuursel projekteerimisel on arvesse võetud tarindite ja süsteemide jaoks ruumi reserveerimise vajadust. Koondmudeleid võidakse kontrollida ka muust seisukohast, olenevalt projekti iseloomust ja keerukustasemest.

Kontrollimine mudelivigade puudumise tagamiseks on olulise tähtsusega projektlahenduste heakskiitmise ja edasise projektiga seotud tegevuse seisukohalt. Kontrollimise eesmärk on tagada mudelite sisu ja ülesehituse vastavus mudelprojekteerimise nõuetele. Samal ajal tagatakse ka projektlahenduste kvaliteet ja koguseandmete usaldusväärsus.

4.3.7 Eelprojekti staadiumi hinnakalkulatsioon

Eelprojekti staadiumi mudelite abil on võimalik esialgsetele ehitise osadele lisatud ruumide

pindade ja mahtude alusel koostada hinnakalkulatsioon. Arhitektuursest mudelist saadud ruumide pindala- ja mahuandmete alusel koostatakse ruumikategooriate (kontoriruum, fuajee, sanitaarruumid jne) põhjal hinnakalkulatsioon, mida täiendatakse arhitekti ja vajaduse korral ka teiste projekteerijate leitud mahtudega. Mudelipõhist ehitise mahuarvutuste tegemist käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 7. osas „Mahuarvutused".

4.3.8 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon

Ruumikategooriate (kontoriruum, fuajee, sanitaarruumid jne) ja pindalade põhjal on võimalik luua arhitektuurse mudeli alusel esialgsed energiasimulatsioonid, mida täiendavad ehitise väliskarkassi andmed. Need hõlmavad näiteks välisseinte karakteristikuid ja pindalasid ning akende tüübiandmeid sellises ulatuses, nagu need selles staadiumis teada on.

Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon kuulub mudelipõhise protsessi kohustuslike tööde hulka. Nende tööde tellimine otsustatakse iga projekti puhul eraldi. Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon võivad kuuluda tehnosüsteemide inseneri ülesannete hulka, aga need võib ka tellida eraldi nõustamistööna. Energiasimulatsiooni ja elukaarekulude kalkulatsiooni käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 9. ja 10. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil" ning „Energia-analüüsid".

4.3.9 BIM-koordinaator

Projekteerimise edenedes on võimalik hankida infomudelitest kasulikku teavet, näiteks ruumalasid ja pindalasid. Ruumilisele mudelile lisandub visuaalseid tunnuseid ja projekteerimisvigu on kergem ära tunda. Tänu sellele on peaprojekteerijal võimalik projektis vastuolusid vähendada. Mudeli abil saab võrrelda maapinna ja ehitise kõrgust ning uurida projektlahenduste toimivust. BIM-koordinaatori kohustused on üldjoontes samad kui alternatiivide projekteerimise staadiumis:

- uuendada modelleerimise graafikut projekteerimisgraafiku kohaselt ja modelleerimise eesmärke üldisest olukorrast lähtudes;
- tagada nõutud infomudelite tegemine;
- kontrollida infomudelite ühilduvust ja nendevaheliste vastuolude puudumist projekteerimisolukorra kohaselt.

4.4 Põhiprojekti staadium

Põhiprojekti staadiumis toimitakse samuti kui eelprojekti staadiumis, selle erinevusega et oluliselt suureneb genereeritava informatsiooni täpsus. Projektlahendused viimistletakse pakkumiskutseteks vajaliku täpsustasemeni ja kõiki projekti jaoks koostatud mudeleid täpsustatakse üksikasjalike tüübiandmetega. Vajadusel tuleks osa täpsema projekteerimisstaadiumi informatsioonist koostada tavapäraste projekteerimisdokumentide kujul. Mudelite infosisu ja täpsustase on määratletud valdkonnaspetsiifilistes juhistes modelleerimise juhendi 3. kuni 5. osas.

4.4.1 Modelleerimise mõju otsustamisprotsessis

Põhiprojekti staadiumis on kliendi ülesanneteks projekteerimise järelevalve ja projektlahenduse heakskiitmine. Tänu infomudelitele tekkivad visualiseerimis- ja analüüsivõimalused toetavad suhtlemist ja otsuste vastuvõtmist. Selle staadiumi lõppedes kiidetakse projektlahendused heaks sellises ulatuses, et neid saaks kasutada pakkumisstaadiumi läbiviimiseks.

4.4.2 Arhitektuuriosa

Staadiumi lõpetamisel peab arhitektuurne mudel olema niinimetatud ehitise osade infomudel, mis hõlmab osi sellisel kujul, nagu need kavatsetakse kasutusele võtta. Tegelik mudel ei pea olema mõõtmestatud, kuid see peab olema mõõtmeliselt täpne infomodelleerimise juhendi kohaselt (vt. punkt 3.4.). Nõutav sisu määratletakse täpsemalt mudelprojekteerimise juhendite 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine". Mudelit peab olema võimalik kasutada ehitise mahuarvutusteks ja projektlahenduste integreerimiseks.

4.4.3 Konstruktsioonide mudel

Konstruktsioonide projekteerija dokumendid peavad vastama arhitektuursele mudelile ja mudelprojekteerimise juhendite 5. osas „Konstruktsioonide projekteerimine” määratud nõuetele. Mudelit peab olema võimalik kasutada ehitise mahuarvutusteks ja projektlahenduste integreerimiseks.

4.4.4 Tehnosüsteemide mudelid

Kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemi projekteerija dokumendid peavad vastama arhitektuursele mudelile. Selles staadiumis keskendutakse modelleerimisel süsteemi mudeli loomisele. See peab vastama mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine” määratud nõuetele. Mudelit peab olema võimalik kasutada ehitise mahuarvutusteks ja projektlahenduste integreerimiseks.

4.4.5 Elektriosade mudelid

Elektrisüsteemi projekteerija dokumendid peavad vastama arhitektuursele mudelile. Selles staadiumis keskendutakse modelleerimisel süsteemi mudeli loomisele. See peab vastama mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine” määratud nõuetele. Mudelit peab olema võimalik kasutada ehitise mahuarvutusteks ja projektlahenduste integreerimiseks.

4.4.6 Visualiseeringud

Ehitusinformatsiooni mudelit tuleb kasutada projektlahenduste visualiseerimiseks. Visualiseerimiste nõutav arv ja kvaliteet määratakse pakkumiskutses ja projekteerimislepingutes iga projekti puhul eraldi. Tuleb aga märkida, et ehkki infomudelid sisaldavad suuremat osa visualiseerimiseks vajalikust lähteinformatsioonist, ei võimalda need ilma täiendavate pingutusteta alati saavutada soovitud lõpptulemust. Seetõttu ei saa eelnevalt määratleda visualiseerimiseks nõutavat mudeli infosisu, vaid see tuleb vähemalt osaliselt otsustada projekti käigus, et visualiseerimine suudaks pakkuda otsuste tegemiseks vajalikku teavet.

Detailsema projekteerimise staadiumis on visualiseerimisvõimalused oluliselt paremad kui eelnenud staadiumites, sest mudelis sisalduvast informatsioonist piisab sageli märkimisväärselt kõrgekvaliteediliseks visualiseerimiseks. Visualiseerimist käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 8. osas „Mudelite kasutamine visualiseerimisel”.

4.4.7 Mudelite ühildamine ja kontrollimine

Koondmudelid luuakse projekti käigus üksikute projekteerijate mudelite alusel. Koondmudelit saab kasutada projektide visualiseerimiseks ning nende ühilduvuse hindamiseks. Selles staadiumis toimuv hindamine hõlmab nt tehnosüsteemi vastuolude tuvastamist, süsteemide ja tarindite vastuolude tuvastamist, süsteemide jaoks reserveeritud ruumi piisavuse kontrollimist ning läbiviikude ja reserveerimise projekteerimist. Koondmudeleid käsitletakse mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine”, 5. osas „Konstruktsioonide projekteerimine” ja 6. osas „Kvaliteedi tagamine”.

Ametlikes otsustuspunktides kontrollitakse kõiki loodud mudeleid mudelprojekteerimise juhendite 6. osas „Kvaliteedi tagamine” esitatud nõuete kohaselt.

4.4.8 Hinnakalkulatsioon ja töömahtude loetelud

Kontrollitud infomudelite alusel koostatakse töömahtude loetelud ja neile tuginevad hinnakalkulatsioonid. Töömahtude loetelusid kasutatakse ka lepingu pakkumusstaadiumis.

Infomudelite põhjal genereeritud töömahtude loetelud ja hinnakalkulatsioonid võib lisada mudelipõhise protsessi kohustuslike tööde hulka. Need võib teha klient, see võib kuuluda projektikonsultandi ülesannete hulka või selle võib lasta teha eraldi nõustamistööna. Selles lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

Lisaks mudelipõhistele töömahtude loeteludele on vaja kogused ka tavapäraste meetodite abil üle vaadata, sest modelleerimine ei suuda vähemalt praegu veel pakkuda kogu nõutavat informatsiooni. Täpsemad üksikasjad esitatakse mudelprojekteerimise juhendite 7. osas „Mahuarvutused".

4.4.9 Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon

Detailsele projektiinformatsioonile tuginedes saab koostatud mudeleid kasutada lõplike energiasimulatsioonide ja elukaarekulude kalkulatsioonide tegemiseks, mida seejärel saab võrrelda tegelike kuludega ehitise kasutamise vältel.

Energiasimulatsiooni ja elukaarekulude kalkulatsiooni käsitletakse lähemalt mudelprojekteerimise juhendite 9. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil" ja 10. osas „Energia-analüüsid". Need kuuluvad mudelipõhise protsessi kohustuslike tööde hulka, tööd võib teha ülesandeks tehnosüsteemide insenerile, aga ka tellida eraldi nõustamistööna.

4.4.10 BIM-koordinaator

Mudelipõhise projekteerimise korral rõhuvad paljud kliendid just vigadeta ehitamisele. Peaprojekteerija kohustus on tagada projektidevaheliste vastuolude puudumine ja see, et projektide alusel oleks võimalik teha ehitustööd. BIM-koordinaator toetab peaprojekteerijat ja teisi valdkondi selle eesmärgi saavutamisel. Muus suhtes vastavad BIM-koordinaatori kohustused eelmistes projekteerimisstaadiumites kehtinud skeemile:

- uuendada modelleerimise graafikut projekteerimisgraafiku kohaselt ja modelleerimise eesmärke üldisest olukorrast lähtudes;
- tagada nõutud infomudelite tegemine;
- kontrollida projekteerimisolukorra kohaselt infomudelite ühilduvust ja nendevaheliste vastuolude puudumist.

4.5 Ehitushange

Ehitushanke faasis antakse infomudelid ja töömahtude loetelud, visualiseeringud ja muud infomudelite alusel loodud dokumendid üle töövõtjatele, et hõlbustada pakkumuste koostamist ja ehitustööde esialgset planeerimist.

4.5.1 Analüüs ja planeerimine

Ruumiliste infomudelite, visualiseeringute ja muu mudelitest saadud informatsiooni abil on töövõtjatel võimalik projektiplaanide ja ehituskohaga paremini tutvuda. Pakkumused peavad tuginema algses pakkumiskutses esitatud töömahtudele.

Selgitus

Töö kavandamiseks ja ajastamiseks on olemas 4D-tarkvararakendused, mille abil saab simuleerida erinevaid graafiku- ja teostusvariante. Mudelite kasutamise otsustab töövõtja oma äranägemisel.

Tuleb siiski arvesse võtta, et kui kasutada modelleerimist ehitusobjektil, võib see nõuda spetsiaalsete modelleerimismeetodite kasutamist ja seetõttu tuleb selles kokku leppida projekti võimalikult varases staadiumis. Kui ajagraafiku koostamisel ja töö kavandamisel kasutatakse infomudeleid, on oluline, et nii mudelis sisalduvad ehitise osad ja tooted kui ka nende rühmitamine vastaks tegelikule olukorrale ehitusplatsil. Kui mudeleid kavatsetakse kasutada näiteks ajagraafiku koostamisel, tuleb vastav meetod võimalikult vara projekteerijatele teada anda, et mudeli saaks luua seda silmas pidades.

4.6 Ehitus, teostus

4.6.1 Infomudelite kasutamine ehitamisel

Töövõtjatepoolne infomudelite kasutamine on suuremas osas seotud tootmisprotsesside

korraldamisega. Selles jaotises esitatakse mudelite peamiste kasutusviiside lühikirjeldus. Täpsema kirjelduse võib leida 13. osast „Infomudelite kasutamine ehitamisel”.

Mudelite oluline eelis paljudes oludes on infomudelite ruumilisus. Mudelid on hea moodus projektide ja tarindite tuvastamiseks ning ehitustegevuse kavandamiseks ja töö koordineerimiseks.

Eeldusel, et modelleerimine toimub nõuetekohaselt ja vigadeta, kiirendavad mudelipõhised ehitise mahuarvutused kalkulatsiooni koostamist ja annavad täpsema tulemuse. Mudelipõhised ehitise mahuarvutused ja aruandenäidised vähendavad oluliselt topelttööd, mis omakorda tõstab ehitustööde tootlikkust.

Infomudeleid ja mudelite põhjal genereeritud erinevat tüüpi aruandeid on võimalik kasutada alltöövõtulepingute hankedokumentatsioonina. Alltöövõtulepingud võivad lisaks hõlmata täiendavaid mudeleid tootmise tõhustamiseks. Mudelipõhise graafiku eesmärk on täiendada kliendile antavat ehitusgraafikut ja pakkuda näiteks võimalust süsteemide paigaldusjärjekorda visuaalselt kontrollida. Mudeli abil võidakse esitada kriitilise tähtsusega tarindid, näiteks vundamendid ja kandetarindid, ning lammutustööd.

Et ehitus- ja paigaldustöö edenemist illustreerida ja dokumenteerida, võib mudelisse salvestada toimuvad ehitustööd.

Töövõtjad ja projekteerijad saavad mudelite abil ette valmistada pooltoodete ja kohapeal valatud tarindite paigaldamist ning ehitise erinevate teenindussüsteemide, ajutiste tugede jms paigaldusjärjekorda. Kui modelleeritakse kõik ajutised toed ja tarindid, võib mudeli abil tuvastada nende turvalisust ning logistilisi küsimusi.

Ehitusplatsil saab infomudeleid kasutada tehnopaigaldistega seotud koosolekutel, kus koos töövõtjatega arutatakse töölõike ja paigaldusjärjekorda, et tagada erinevate töövõtjate graafikute ühilduvus.

4.7 Vastuvõtmine

Modelleerimise seisukohast on kõige olulisemad selles staadiumis loodud dokumendid teostusmudelid ja hooldusjuhend. Hooldusjuhendeid on võimalik integreerida teostusmudeliga.

4.7.1 Infomudelite kasutamine halduses

Mudelipõhised haldustoimingud on praegu arendusjärgus ja seega nõutavad üksnes erandjuhtudel. Olenemata töömeetoditest peavad kõik osalised siiski täitma kliendi tavalisi dokumenteerimisnõudeid ehitise haldusfaasi arvestades.

Täpsemad üksikasjad esitatakse mudelprojekteerimise juhendite 12. osas „Mudelite kasutamine ehitise haldamisel”.

4.7.2 Teostusmudelid

Kõiki projekti puhul nõutud infomudeleid tuleb ehitusstaadiumis täiendada kajastamaks tehtud muudatusi nii, et need vastaksid lõpptulemusele „nii, nagu on ehitatud” (as-built). Infosisu käsitlevad nõuded on sarnased tööprojekti staadiumile ja kehtivad kõigile osalistele, vt ehitusinformatsiooni mudelprojekteerimise juhendite 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine”, 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine” ja 5. osa „Konstruktsioonide projekteerimine”.

Ehitamise ja projekteerimise pakkumiskutsetes on aga võimalik teatada, et töövõtjatelt nõutakse ka teostusmudeleid. Teostusmudelite esmane kasutusotstarve on seotud ehitise ekspluatatsiooni, halduse ja remondiga. Teostusmudelite kohta lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 2: Lähteolukorra modelleerimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

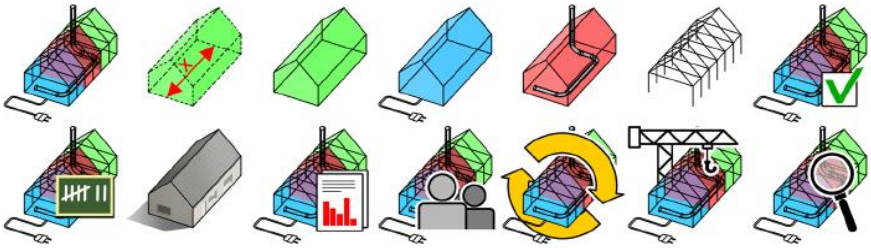
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 2: Lähteolukorra modelleerimine " on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

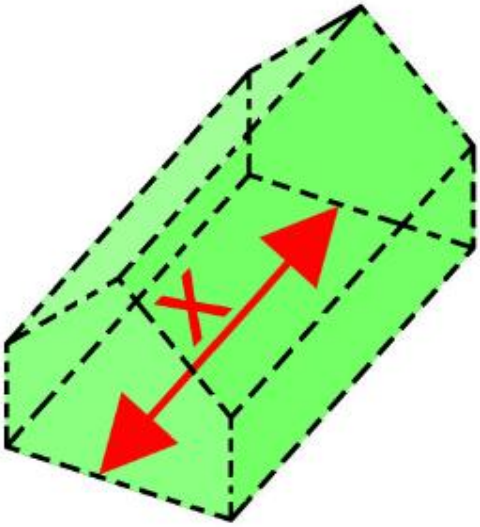
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



2. osa

Lähteolukorra modelleerimine

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 keeletoimetaja 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
3 Üldmõisted ... 6
3.1 Ehitusaluse maa-ala mudel ja selle osade modelleerimine ... 6
3.2 Mõõdistusmudeli koostamine ... 6
3.3 Kihtide kasutamine mõõdistusmudelis ... 6
3.4 Ehitise osade modelleerimine ... 6
3.5 Ehitise osade klassifitseerimine ... 7
3.6 Koordinaatsüsteem ja mõõtühikud ... 7
3.7 Korruste töötlemine ... 7
3.8 Infomudeli kaaskiri ... 7
4 Lähteandmetega seotud nõuded ... 9
4.1 Mõõdistusnõuded, sisu ... 9
4.1.1 Esimene tase: lasermõõdistamine ja olemasolevad joonised ... 9
4.1.2 Teine tase: tahhümeetriline mõõdistamine ... 9
4.1.3 Kolmas tase: mõõdistamine laserskaneerimise teel ... 10
4.2 Nõuded mõõdistamisele ja analüüsidele ... 11
4.2.1 Esimene tase: ruumitunnused ja ehitise osade üldklassifikatsioon. 11
4.2.2 Teine tase: ruumimahu mõõdistamine ja ehitise osade klassifikatsioon ... 11
4.2.3 Kolmas tase: ehitise ajalooline ja uurimisinformatsioon ... 11
5 Modelleerimisnõuded ... 12
5.1 Maa-ala mudel, maa-ala elemendid ... 12
5.2 Mõõdistusmudeli täpsustasemed ... 12
5.2.1 Esimene tase: ruumelementide mudel ... 13
5.2.2 Teine tase: ehitise osade mudel ... 14
5.2.3 Kolmas tase: ehitise osade mudel ... 15
5.3 Modelleerimisnõuded projekti erinevates staadiumites ... 16
5.3.1 Vajaduste ja eesmärkide hindamine ning eskiisprojekt ... 17
5.3.2 Projekteerimise ettevalmistamine ... 17
5.3.3 Eel-, põhi- ja tööprojekt ... 17
5.3.4 Ehitamise ettevalmistus ... 17
5.3.5 Ehitus ... 17
5.3.6 Vastuvõtmine ... 18
6 Koostatavad lõppdokumendid ... 19
6.1 Andmete ülekanne ... 19
6.1.1 Mõõdistusmudeli üleviimine projekteerija kasutatud tarkvarasse ... 19
6.2 Mõõdistusmaterjalid ... 19
6.3 Ehitusinfomudelid ... 20
6.3.1 Maa-ala mudel: maa-ala osad ... 20
6.3.2 Mõõdistusmudelid ... 20
6.4 Joonised ... 21
7 Lisatööd ... 22
8 Kvaliteedi tagamine ... 24
8.1 Mõõdistamine ... 24
8.2 Mõõdistusmudel ... 24
LISA 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm ... 25
LISA 2. Infomudeli kirjeldus ... 32
LISA 3. Infomudeli kontrolli aruanne ... 33

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Selles dokumendis käsitletakse lähteolukorra modelleerimist, vastavaid uuringuid, mõõdistamist ja muid analüüse ning nende alusel koostatud dokumente ja nõudeid nende sisule.

Lähteolukorra modelleerimise sisu ja täpsustase määratletakse selle dokumendi ning mõõdistus- ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vormi abil (lisa 1).

Ülesannete jaotuse vorm tuleb täita iga projekti korral.

Kui neid pole määratletud selles dokumendis, järgitakse mõõdistusmudeli loomisel modelleerimispõhimõtetena juhendite 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine” esitatud määratlusi.

3 Üldmõisted

Ehitusaluse maa-ala ja olemasoleva ehitise modelleerimine toimub kohapeal tehtud mõõdistamise ja uuringute alusel. Seda informatsiooni täiendatakse olemasolevate jooniste ja muude dokumentide põhjal.

Olenevalt nõutavast täpsustasemest võib vajalike lähteandmete väljaselgitamine nõuda ka konkreetsele valdkonnale spetsialiseerunud projekteerijate ja muude nõustajate eriteadmisi.

3.1 Ehitusaluse maa-ala mudel ja selle osade modelleerimine

Nõuded

Maa-ala mudel peab olema vähemalt kolmemõõtmeline pinnamudel. Muus osas modelleeritakse maa-ala elemendid kokkulepitud täpsusega.

Selgitus

Mudel võib hõlmata ka kinnistu piiripunktide ning muude õiguslikust või tehnilisest seisukohast oluliste punktide, näiteks äravoolutorude või kaablite asukoha infot.

Vajaduse korral võib teha ka ehituskrundi geoloogilised uuringud, mille tulemus on maa-ala geotehniline mudel.

Maa-ala mudelisse on soovitatav hõlmata asjakohases ulatuses ka lähedalasuvad ehitised ja tänava-alad.

3.2 Mõõdistusmudeli koostamine

Mõõdistusmudel koostatakse maa-alal tehtud mõõdistamise ja uuringute alusel. Seda informatsiooni täiendatakse vanade jooniste ja muude dokumentide põhjal.

Nõuded

Lähteandmete päritolu tuleb dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.

3.3 Kihtide kasutamine mõõdistusmudelis

Nõuded

Kui modelleerimistarkvaras puuduvad kihid, tuleb mõõdistusmudelis kasutatud kihtide süsteem dokumenteerida infomudeli kaaskirjas. Vastav informatsioon tuleb korraldada muul loogilisel viisil ehitise osade kohaselt ning dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.

Selgitus

Tavapärase CAD-joonestamise juhendite kihinõudeid ei saa vahetult rakendada infomudelite alusel loodud joonistele.

3.4 Ehitise osade modelleerimine

Nõuded

Ehitise osad modelleeritakse mõõdistusmudelisse kindlaksmääratud täpsustasemega. Ehitise osad modelleeritakse vastava osa modelleerimiseks ette nähtud tööriista abil: seinad modelleeritakse seinatööriistade, plaadid plaaditööriistade abil jne. Kui seda põhimõtet ei ole võimalik järgida nt geomeetrilise keerukuse tõttu, tuleb kasutatud modelleerimispõhimõte dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.

Ehitise osad tuleb modelleerida selliselt, et andmete ülekandmisel kantakse teiste osaliste tarkvarasse üle ka ehitise osa asukoht, kokkulepitud andmed ja geomeetriline teave.

Selgitus

Täpsemad määratlused 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine" kohaselt.

3.5 Ehitise osade klassifitseerimine

Nõuded

Ehitise osad klassifitseeritakse täpsustaseme ja mõõdistusmudeli täpsustaseme kohaselt. Kategooriate nimed peavad näitama, et tegu on olemasoleva tarindi osaga. Kasutatud klassifitseerimispõhimõte tuleb dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.

Selgitus

Täpsemad määratlused 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine" kohaselt.

3.6 Koordinaatsüsteem ja mõõtühikud

Nõuded

Projekti koordinaatsüsteem määratletakse selliselt, et koordinaatide süsteemi alguspunkt paikneb ehitise lähedal.

Selgitus

Planeerimiseks ei ole soovitatav kasutada riiklikku koordinaatsüsteemi, sest infomudeli paigutamine lähtekoordinaadist kaugele tekitab suurema osa projekteerimistarkvara puhul probleeme.

Soovitatav on määratleda koordinaatsüsteem selliselt, et kogu ehitusala jääb koordinaatsüsteemi positiivsesse ossa, sest negatiivsed koordinaadid võivad tekitada probleeme ehitusplatsi mõõdistamisel.

Nõuded

Projekti koordinaatsüsteemi asukoht riikliku koordinaatsüsteemi suhtes dokumenteeritakse vähemalt kahe teineteisele vastava punkti abil. Vastavate punktide X- ja Y-koordinaadid määratakse nii projekti koordinaatsüsteemides kui ka riigi koordinaatsüsteemis.

Infomudelite loomisel kasutatakse tegelikku kõrgust riiklikus kõrguste süsteemis.

Infomudelite puhul kasutatakse mõõtühikutena millimeetreid.

3.7 Korruste töötlemine

Nõuded

Ehitis modelleeritakse korruse kaupa 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine" kohaselt. Mõõdetud põrandapinna tasand defineeritakse inventariseerimismudeli korruse nulltasandiks.

Selgitus

Korruse nulltasand soovitatakse defineerida peatrepi mademe kõrgusele.

3.8 Infomudeli kaaskiri

Infomudeli kaaskirjas kirjeldatakse mõõdistusmudeli lähteandmeid, modelleerimispõhimõtteid ja muid küsimusi, mis mõjutavad mudeli usaldusväärsust.

Infomudeli kaaskiri on mudeli edaspidisel kasutamisel asendamatu abivahend.

Selgitus

Dokumenteerida tuleb järgmised asjaolud:

- *mõõdistusmeetodid, -täpsus ja kuupäev/kellaaeg;*
- *kõik erandid mõõdistusspetsifikatsioonist;*
- *lähteandmete päritolu;*
- *kasutatud tarkvara;*
- *koordinaatsüsteem, koordinaatide vastavuspunktid ning teave korruste nimede, hulga ja asukoha kohta;*
- *failide ja ehitise osade nimetamiskokkulepped;*
- *mudelis kasutatud kihid;*

- *kõik erandid määratud modelleerimistava suhtes;*
- *mõõdistusmudeli kontrollivorm (lisa 3);*
- *muu mõõdistamisel saadud materjal.*

4 Lähteandmetega seotud nõuded

Nõuded

Lähteandmete hankimise meetodis, nende täpsustasemes, töötlemises ja ülesannete jaotuses lepitakse tellijaga täpselt kokku iga projekti puhul eraldi. Võimaluse korral tehakse seda koostöös projektimeeskonnaga, et maa-ala mudel ja mõõdistusmudel täidaksid võimalikult hästi projekti eesmärke.

Selgitus

Projekti planeerimise seisukohalt on oluline, et lähteandmete modelleerimine vastaks tulevastele ekspluatatsiooninõuetele. Seetõttu on soovitatav kaasata mõõdistusmudeli nõuete kehtestamisse ka projektis osalevad projekteerijad. Sel viisil on võimalik ette näha võimalikke probleeme, näiteks projekteerimistarkvaraga seotud probleeme andmete üleviimisel.

Nõuded

Mõõdistusmudeli sisule esitatavate nõuete koostamisel tuleb arvesse võtta mõõdistamise ja uuringute jaoks vajalikke töötingimusi objektil.

Selgitus

Näiteks selleks, et mõõta ehitise varjatud elemente, on vajalik tarindite avamine. Kui aga objekt on mõõdistuse ajal kasutusel, võib see muuta mõõdistuse veelgi keerukamaks.

4.1 Mõõdistusnõuded, sisu

4.1.1 Esimene tase: lasermõõdistamine ja olemasolevad joonised

Mõõdistused tehakse laserkaugusmõõturi abil.

Selgitus

Mõõdistusmaterjali moodustavad ehitise osade vahekaugused, mille mõõtja registreerib käsitsi. Mõõdistustulemused ei ole samas koordinaatsüsteemis.

Laserkaugusmõõdistuse abil saadud mõõdistusmaterjali alusel ei ole võimalik luua geomeetriliselt usaldusväärseid mõõdistusmudeleid ega mõõdistusjooniseid.

See meetod sobib vanade jooniste alusel modelleerimisel üksikute vahemaade ja jooniste õigsuse kontrollimiseks.

4.1.2 Teine tase: tahhümeetriline mõõdistamine

Mõõdistamine toimub tahhümeetriga eelnevalt määratud punktidelt.

Selgitus

Mõõdistamismaterjal koosneb üksikutest, samas koordinaatsüsteemis olevatest üksikpunktidest, -joontest ja -sümbolitest.

See meetod sobib õueala mõõdistamiseks ning laserskaneerimismõõdistamise täiendamiseks.

Meetod sobib mõõdistusmudeli lähteandmete loomiseks geomeetriliselt lihtsate objektide puhul, kus mõõdetavate punktide arv on väike.

Meetod sobib kui mõõdistusmudeli ja mõõdistusjooniste lõpuleviimiseks ning täpsustamiseks on vaja teha lisamõõdistusi.

Meetod sobib, kui mõõdistusmudeli ja mõõdistusjooniste õigsuse visuaalne kontrollimine on raske.

Tahhümeetrilise mõõdistamise mõõtetäpsus

Nõuded

Mõõdistatud punktide hälve peab olema alla 5 mm.

4.1.3 Kolmas tase: mõõdistamine laserskaneerimise teel

Laserskaneerimise teel teostatakse igakülgne mõõdistamine kõigilt nähtavatelt pindadelt.

Selgitus

Mõõdistusmaterjal on graafiline ja selle õigsust saab visuaalselt kinnitada.

Vajaduse korral saab mõõdistusmudelit või jooniseid lisamõõdistusteta täiendada või täpsustada.

Laserskaneerimismõõdistamise täpsus

Nõuded

Üksiku punkti mõõdistuse täpsus: maksimaalselt ±10 mm.

Resolutsioon, s.t punktitihedus: mõõtepunktid vähem kui 5 mm vahedega.

Kasutatavas skaneerimistäpsuses lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

Selgitus

Erijuhtudel, näiteks ajalooliste ehitiste dokumenteerimisel, saab mõõdistusi teha veel suurema resolutsiooniga, mille korral mõõtepunktide vahekauguseks on nt 1 mm. Sel juhul on aga mõõdistusega kaasnev töökoormus märgatavalt suurem.

Joonis 1. Ajaloolise ehitusobjekti laserskaneerimispunktide pilve väljavõte koos fotografeeritud värviandmetega, Turun linnan herrainkellari, üks Turu muuseumikeskuse ruumidest. Joonis: Tietoa Finland Oy.

Selgitus

Kohtades, mida on keeruline mõõta, näiteks katustel, võib lisaks laserskaneerimisele kasutada muid mõõdistamismeetodeid nagu tahhümeetriline mõõdistamine või fotogramm-meetria.

Mõõdistusmaterjali alusel saab usaldusväärse mõõdistusmudeli luua 10 mm tolerantsiga. Neid materjale saab kasutada ka tööjooniste koostamiseks, kus on näha näiteks materjalipiirid.

4.2 Nõuded mõõdistamisele ja analüüsidele

4.2.1 Esimene tase: ruumitunnused ja ehitise osade üldklassifikatsioon

Nõuded

Mõõdistusmudel hõlmab ruumitunnuseid ja ehitise osade üldklassifikatsiooni.

Selgitus

Ehitise elemendid klassifitseeritakse üldise klassifitseerimispõhimõtte kohaselt (nt olemasoleva välisseina tüüp 1 = EEW01, olemasoleva kandevaheseina tüüp 1 = ELBPW01, olemasoleva vahepõranda tüüp 1 = EIF01 jne).

4.2.2 Teine tase: ruumimahu mõõdistamine ja ehitise osade klassifikatsioon

Nõuded

Lisaks esimese taseme teabele hõlmab mõõdistusmudel ruumimahu määratlemist.

Selgitus

Ehitise elemendid klassifitseeritakse olemasolevate plaanide või projekteerijate definitsioonide kohaselt.

4.2.3 Kolmas tase: ehitise ajalooline ja uurimisinformatsioon

Nõuded

Mõõdistusmudel hõlmab mõõdistusinformatsiooni hoone ajaloo uuringu kohta ning informatsiooni ülesandeid käsitlevate uuringute (nt seisukord ja saasteained) kohta.

Selgitus

Sisu käsitlevad üksikasjad määratakse kindlaks iga projekti jaoks eraldi.

Määratleda tuleb järgmised asjaolud:

- *mida mõõdistatakse;*
- *milline informatsioon lisatakse mudelisse;*
- *milline informatsioon edastatakse muude meetoditega, näiteks andmebaasi või tabeli kujul.*

5 Modelleerimisnõuded

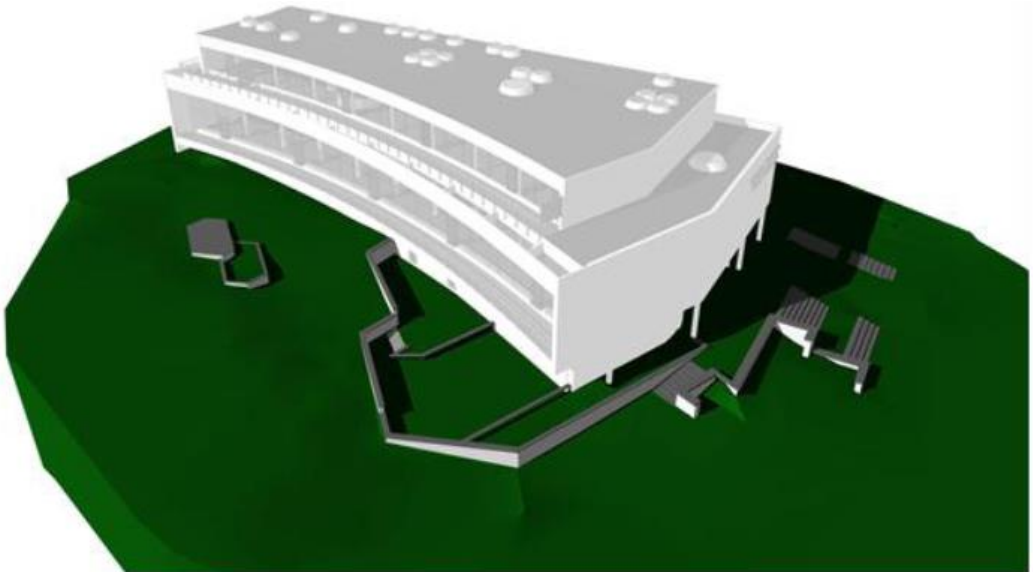
Lähteolukorra modelleerimise seisukohalt on kõige olulisemad nõuded seotud ehitise maa-ala modelleerimise ning võimalike olemasolevate ehitiste ruumide ja tarindite modelleerimisega. Ehitusaluse maa infomudelit nimetatakse „ maa-ala mudeliks” ja olemasoleva hoone infomudelit „mõõdistusmudeliks”. Renoveerimisel on nõutav nii ehituse maa-ala mudel kui ka mõõdistusmudel, uusehitiste puhul on vaja üksnes maa-ala mudelit.

5.1 Maa-ala mudel, maa-ala elemendid

Nõuded

Maa-ala modelleerimiseks kasutatakse konkreetse modelleerimistarkvara vastavat tööriista. Maa-ala elemendid modelleeritakse vajaduse korral ehitise osade modelleerimise vahenditega, näiteks kandeseinad modelleeritakse seintena ja trepid treppidena. Muus osas modelleeritakse maa-ala elemendid selliselt, et nende geomeetria, asukoht ja klassifikatsioon oleks võimalik üle viia IFC-formaati.

Maa-ala ja selle elemendid modelleeritakse neile vastavale kõrgusele, et neid oleks võimalik töödelda ühe objektina ja vajaduse korral mudelis tervikuna tähistada. Eesmärk on modelleerida ka maa-alast välja jäävad alad, näiteks lähedalasuvad hooned ja tänavaalad, et neid saaks töödelda eraldi objektidena.



Joonis 2. Maa-ala mudel kujutab endast pinnavormide ja maa-alal asuvate tarindite ruumilist pinnamudelit. Toolo raamatukogu, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

5.2 Mõõdistusmudeli täpsustasemed

Nõuded

Vanade hoonete tarindid on peaaegu alati mõnevõrra viltu, kaldu, kõverad või muust seisukohast ebatäpse geomeetriaga. Ei ole õige püüelda mõõdistusmudelis „absoluutse” täpsuse poole.

Mõõdistusmudeli täpsustase

Mõõdistusmudeli puhul on lubatud mõõdistushälbed järgmised:

- ehitise osade nurgapunktides 10 mm;
- pindade, nt seinte ja põrandate puhul 25 mm;
- vanade ebakorrapäraste tarindite (näiteks katusetarindite) puhul 50 mm.

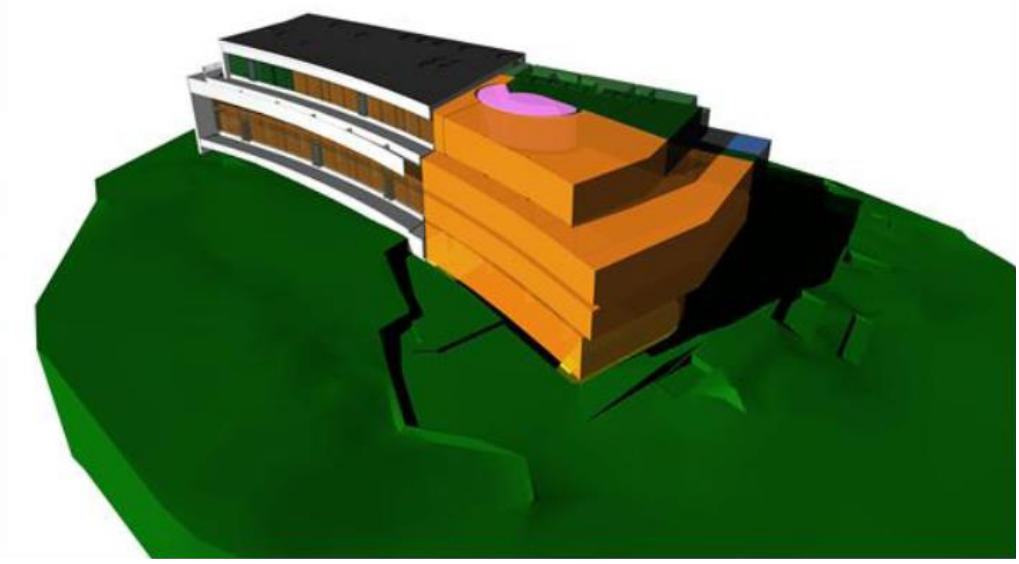
Kasutatavas modelleerimistäpsuses lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

Selgitus

Kui seda nõutakse, on ajaloolist huvi pakkuvate ehituspaikade puhul lubatud mõõdistushälve üksikasjade jaoks 5 mm.

Nõutav täpsustase võib olla ehitise erinevate osade puhul erinev.

5.2.1 Esimene tase: ruumelementide mudel



Joonis 3. Ruumimudel modelleerib ehitise väliskarkassi ilma üksikasjadeta ning ruume ruumiobjektidena koos ruumiinformatsiooniga. Toolo raamatukogu, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

Nõuded

Ruumelementide tasemel mõõdistusmudel ja eskiisprojekti detailsusega joonised luuakse mõõdistamise alusel.

Selgitus

Mudelit ja jooniseid kasutatakse uuringute ja projekti planeerimise lähteandmetena.

1. tase: ruumelementide mudel	
Ehitise osa	Nõuded
Ruumid	
Ruumide pindala	Modelleeritakse, ruumidele lisatakse ruumitunnused ja määratud mõõdistusinformatsioon.
11 Maa-ala osad: maa-ala mudel	
Pinna ruumiline mudel ja säilitatav taimestik	Määratakse iga kord eraldi.
12 Ehitise osad	
122 Aluspõrandad, 123 Karkass ja 125 Välistasandid	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
1241 Välisseinad	Modelleeritakse ilma üksikasjadeta.
1242 Aknad	Modelleeritakse ilma raamijaotusteta.
1243 Välisuksed	Modelleeritakse ilma üksikasjadeta.
1263 Katusekatted	Modelleeritakse.
13 Ruumi osad	
1336 Sanitaartehniline varustus	Määratakse iga projekti puhul eraldi.

5.2.2 Teine tase: ehitise osade mudel

Nõuded

Ehitise osade mudeli tasemega mõõdistusmudel ja põhijooniste tasemel joonised.

Selgitus

Teine tase on mõõdistusmudeli põhitase.

Teise taseme mõõdistusmudelit on vaja pärast projekti planeerimise staadiumi ja eelprojekti tasemel projektiplaanide tegemisel, kus lähteandmetena piisab ruumimudelist.

Kui algab ehitise projekteerimine, on võimalik täiendada esimese taseme ruumelementide tasemel mõõdistusmudel teise taseme ehitise osade mudeliks.

2. tase: ehitise osade mudel	
Ehitise osa	Nõuded
Ruumid	
Ruumide puhaspindala	Modelleeritakse, ruumidele lisatakse ruumitunnused ja määratud inventariseerimisinformatsioon.
11 Maa-ala osad: maa-ala mudel	
Pinna ruumiline mudel	Modelleeritakse.
Säilitatav taimestik	Modelleeritakse.
115 Välisrajatised	Modelleeritakse.
12 Ehitise osad	
1221 Aluspõrandaplaadid	Modelleeritakse nähtavate osade kaupa.
1222 Aluspõranda kanalid	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
123 Karkass	Modelleeritakse nähtavate osade kaupa ilma üksikasjadeta.
1241 Välisseinad	Modelleeritakse ilma üksikasjadeta.
1242 Aknad	Modelleeritakse koos aknaraamide ja lengidega.
1243 Välisuksed	Modelleeritakse koos ukseraamidega.
125 Välistasandid	Modelleeritakse.
1261 Katusetarindid	Modelleeritakse lihtsustatult.
1263 Katusekatted	Modelleeritakse.
1265 Klaaskatuse tarindid	Modelleeritakse.
1266 Katuseaknad ja -luugid	Modelleeritakse.
13 Ruumi osad	
131 Ruumijaotuse osad	Modelleeritakse ilma üksikasjadeta.
1323 Lagede pinnatarindid	Modelleeritakse ilma üksikasjadeta.
1331 Tavapüsisisustus	Modelleeritakse ruumi reserveerimisena.
1336 Sanitaartehniline varustus	Modelleeritakse väljastpoolt nähtavas ulatuses.
1342 Küttekolded ja suitsulõõrid	

Joonis 4. Teise taseme ehitise osade mudel on mõõdistusmudeli loomise baastase, kus ruumid modelleeritakse ruumielementidena koos oma ruumitunnuse ja kõigi ehitise osadega. Kolmanda taseme ehitise osade mudelile lisanduvad dekoratiivelemendid, sisustus ja pinnatekstuurid. Toolo raamatukogu, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy

5.2.3 Kolmas tase: ehitise osade mudel

Nõuded

Ehitise osade mudeli tasemega mõõdistusmudel ja tööjoonised.

Selgitus

Võrreldes teise taseme mõõdistusmudeliga, on see tase üksikasjalikum ja lisandub detailsemalt modelleeritavaid ehitise elemente.

Kolmanda taseme mõõdistusmudel on nõutav geomeetriliselt keerukate objektide puhul, nt juhul, kui on hoone säilimist käsitlevaid nõudeid.

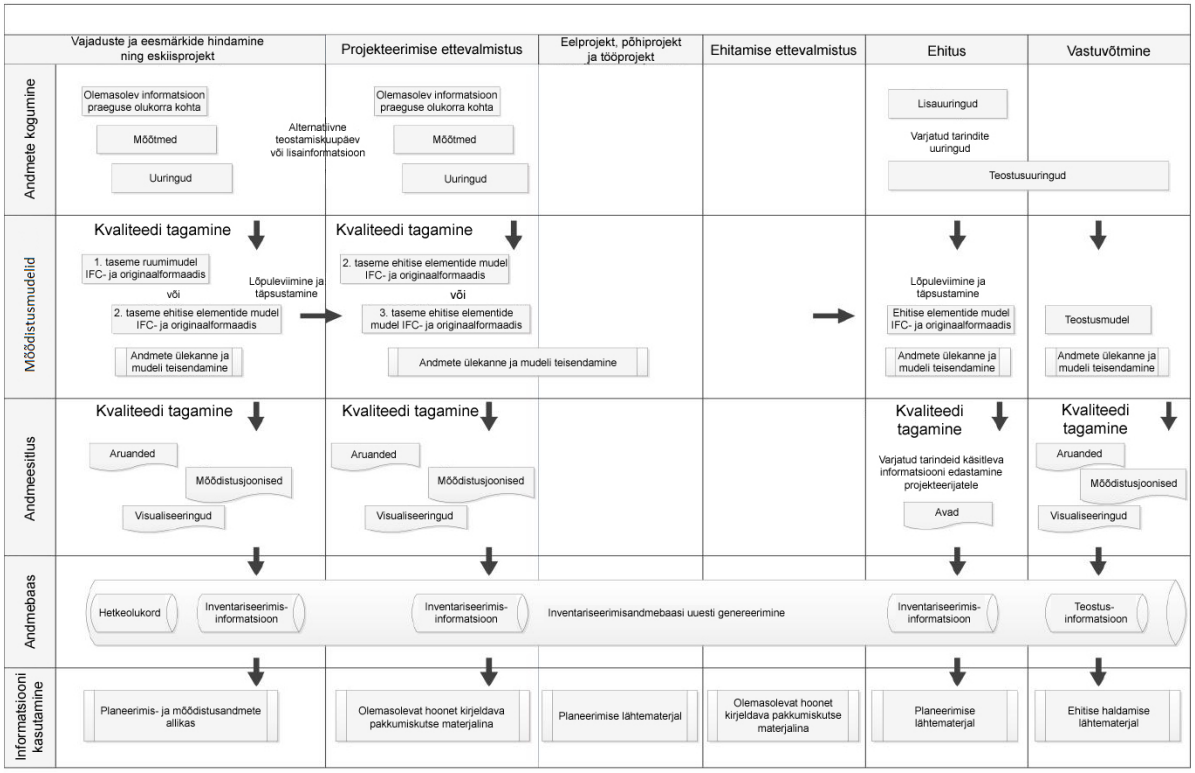
Kolmas tase: ehitise osade mudel	
Ehitise osa	Nõuded
Ruumid	
Ruumide puhaspindala	Modelleeritakse, ruumidele lisatakse ruumitunnused ja määratud mõõdistusinformatsioon.

11 Maa-ala osad: ehitusplatsi mudel	
Pinna ruumiline mudel	Modelleeritakse.
113 Katendid	Modelleeritakse eraldi pinnavee äravoolusüsteemidest.
114 Välisvarustus	Modelleeritakse, asukoht ja tunnus.
115 Välisrajatised	Modelleeritakse.
12 Hoone osad	
1221 Aluspõrandaplaadid	Modelleeritakse nähtavas ulatuses.
1222 Aluspõranda kanalid	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
123 Karkass	Modelleeritakse üksikasjalikult.
1241 Välisseinad	Modelleeritakse üksikasjalikult koos dekoratiivsete osadega.
1242 Aknad	Modelleeritakse koos aknaraamide ja lengidega.
1243 Välisuksed	Modelleeritakse koos ukseraamidega.
1244 Fassaadivarustus	Modelleeritakse.
125 Välistasandid	Modelleeritakse.

1261 Katusetarindid	Modelleeritakse, tolerantsis lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.
1262 Räästatarindid	Modelleeritakse.
1263 Katusekatted	Modelleeritakse.
1264 Katusevarustus	Modelleeritakse.
1265 Klaaskatuse tarindid	Modelleeritakse.
1266 Katuseaknad ja -luugid	Modelleeritakse.
	Modelleeritakse.
13 Ruumi osad	Tolerantsis tuleb kokku leppida iga projekti puhul eraldi.
131 Ruumijaotuse osad	Modelleeritakse üksikasjalikult.
132 Sisepinnad	Modelleeritakse üksikasjalikult.
133 Ruumivarustus	Modelleeritakse ruumi reserveerimisena.
1341 Hooldussillad ja käiguteed	Modelleeritakse.
1342 Küttekolded ja suitsulõõrid	Modelleeritakse väljastpoolt nähtavas ulatuses.
2 Tehnikaosad	Tolerantsis tuleb kokku leppida iga projekti puhul eraldi.
21 Toruosad	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
22 Ventilatsiooniosad	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
23 Elektriosad	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
25 Seadmeosad, tavaliselt	Määratakse iga projekti puhul eraldi.
2511 Liftid	Liftišahti mõõdistamine ja modelleerimine.

5.3 Modelleerimisnõuded projekti erinevates staadiumites

Selles peatükis kirjeldatakse nõudeid lähteolukorra modelleerimisele projekti erinevates staadiumites.



Mõõdistusmudeli loomise etappide näide ehitusprojekti puhul.

Selgitus

Mõõdistuseks ja mõõdistusmudelite koostamiseks tuleb jätta piisavalt aega, olenevalt objektist kaks kuni kuus kuud.

Enne mõõdistamise algust, eelistatavalt juba pakkumiskutse staadiumis, tuleks koostada mõõdistuskava, mida seejärel saab kasutada mõõdistustööde vastavuse hindamiseks. Mõõdistamiskavas esitatakse mõõdistamiste arv ja asukoht.

5.3.1 Vajaduste ja eesmärkide hindamine ning eskiisprojekt

Vajaduste analüüsi ja projekti planeerimise staadiumis mõõdistatakse ja inventariseeritakse olemasolev hoone ja maa-ala ning viiakse läbi kokkulepitud uuringud. Selle informatsiooni alusel koostatakse mõõdistusmudel, mõõdistusjoonised ja aruanded.

Vajaduste ja eesmärkide hindamise ning projekti planeerimise staadiumis luuakse mõõdistusmudel tavaliselt ruumimudeli tasemel. Kui projekti planeerimine toimub eelprojekti tasandil, siis tuleb ka mõõdistusmudel koostada ehitise osade tasandil.

5.3.2 Projekteerimise ettevalmistamine

Eskiisprojekti staadiumis koostatud mõõdistusmudelit ja sellele tuginevaid aruandeid kasutatakse pakkumiskutse materjalide lähteandmetena. Kui see on nõutav, uuendatakse ja täpsustatakse seda mudelit ehitise osade mudeli loomisel.

Kui mõõdistusmudelit ja mõõdistamisi ei tehta eskiisi staadiumis, tuleks neid alustada projekteerimistööde ettevalmistamise staadiumis.

5.3.3 Eel-, põhi- ja tööprojekt

Mõõdistusmudel viiakse üle arhitekti kasutatud tarkvarasse ja kontrollitakse selle kasutuskõlblikkust.

5.3.4 Ehitamise ettevalmistus

Lepingute sõlmimiseks korraldatud pakkumiskutsel kasutatakse mõõdistusmudelit ja selle alusel koostatud aruandeid olemasolevat hoonet kirjeldava materjalina.

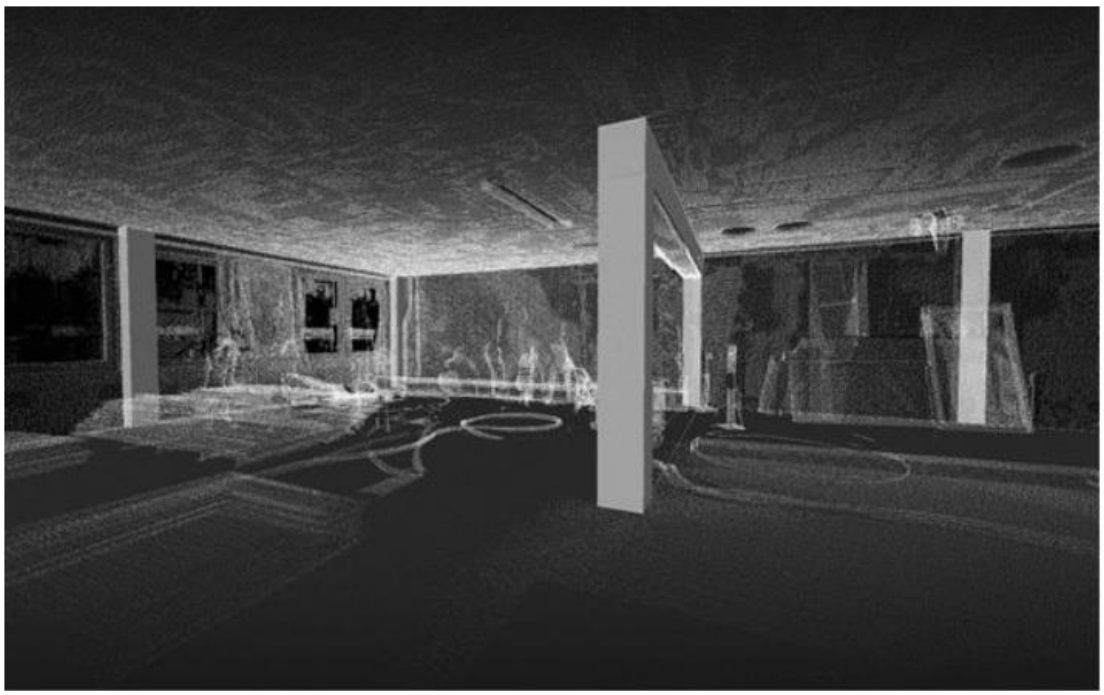
5.3.5 Ehitus

Vajaduse korral tehakse ehitusstaadiumis varjatud tarindite lisamõõdistamisi, näiteks täiendatakse mõõdistusmudelit ja muid dokumente avasid käsitleva informatsiooniga.

Eraldi tuleb kokku leppida meetodis, millega lisamõõdistamistel saadud informatsioon projekteerijatele edastatakse.

Selgitus

Ehitusstaadiumis võib teha ka uute varjatud tarindite ja tehnosüsteemide dokumenteerimiseks vajalikke mõõdistamisi. Näiteks enne ripplagede paigaldamist laserskaneeritakse varjatuks jäävad tehnosüsteemide paigaldised teostusmudeli osana.



Joonis 6. Ehitusstaadiumis tehtud lisamõõdistamiste punktipilvemudel. Joonis: Tietoa Finland Oy.

5.3.6 Vastuvõtmine

Vastuvõtmisstaadiumis ühendatakse teostusmudelid mõõdistusmudeliga, et neid oleks võimalik kasutada ehitise haldamise vajadusteks juhendite 12. osa „Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel” kohaselt.

6 Koostatavad lõppdokumendid

6.1 Andmete ülekanne

Mõõdistusmudeli üleandmisel arhitektile või juhul, kui pärast planeerimisstaadiumi vahetatakse projekteerijat, osutub sageli vajalikuks mõõdistusmudeli ülekandmine ja teisendamine ühest modelleerimistarkvarast teise.

6.1.1 Mõõdistusmudeli üleviimine projekteerija kasutatud tarkvarasse

Praegu ei suuda erinevad projekteerimistarkvarad kasutada üksteise infomudeleid. Tavaliselt kasutatakse infomudelite üleviimiseks IFC-failiformaati, mille korral õnnestub andmesisu ja geomeetria põhiosas üle viia. Seega on infomudeleid võimalik hästi kasutada erinevate projekteerimisvaldkondade vaheliste referentsfailidena.

Arhitekti projekteerimistarkvarasse üle viidud mõõdistusmudelit saab vahetult kasutada referentsinformatsioonina. Andmete üleviimisel IFC-formaadi kaudu läheb mudelitest sageli kaduma parametriseerimine, mis on vajalik ehitise osade muutmiseks ja näiteks esitluslaadide haldamiseks. Seetõttu on soovitatav tellida mõõdistusmudel kohe arhitekti kasutatud projekteerimistarkvara formaadis. Vajaduse korral saab mõõdistusmudeli teisendada mõne muu projekteerimistarkvara formaati. Tavaliselt on sel juhul vaja mõõdistusmudel osaliselt uuesti modelleerida. On soovitatav teha üleviimine ülesandeks infomudeli autorile, sest tema tunneb mudeli ülesehitust kõige paremini.

Selgitus

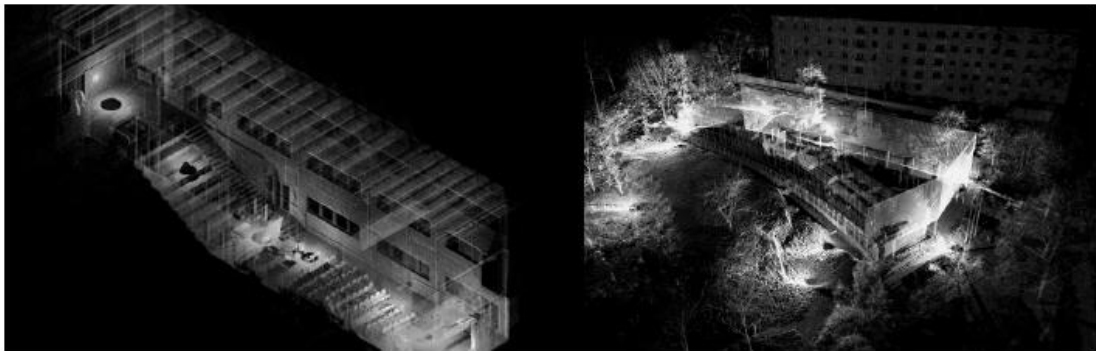
On oluline arvesse võtta, et praegu ei ole võimalik koostada mõõdistusmudelit, mida saaks kasutada mitmes erinevas projekteerimistarkvaras.

6.2 Mõõdistusmaterjalid

Nõuded

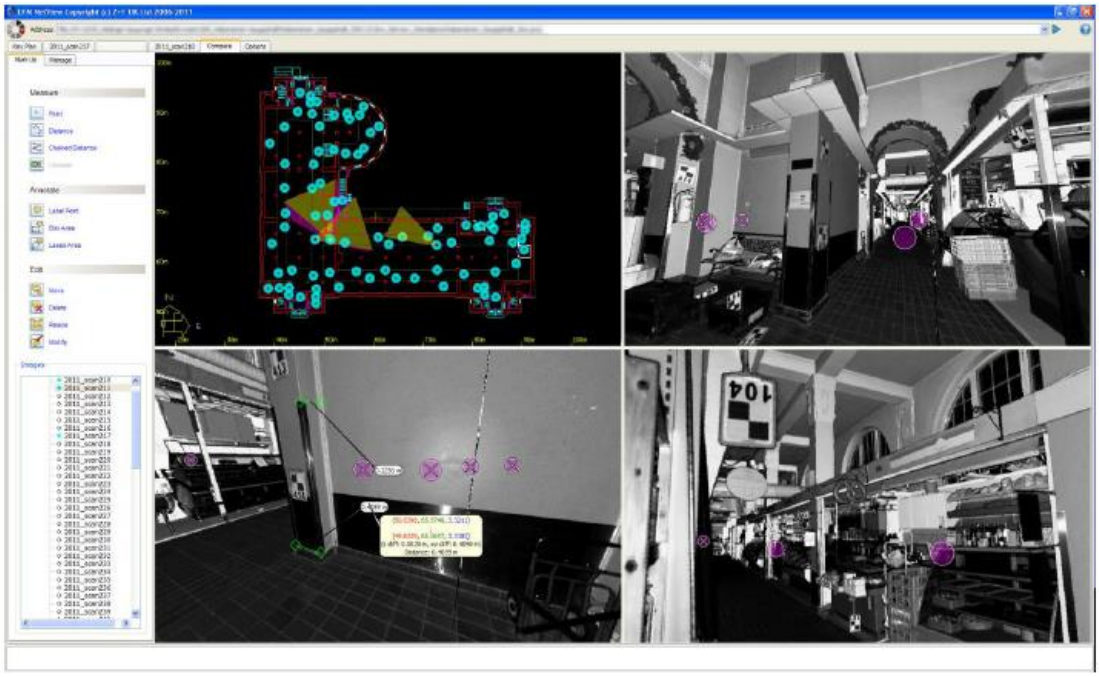
Kolmanda taseme mõõdistuse puhul:

- loodud mõõdistusmaterjalid peavad olema mõõdistusmudeliga samas koordinaatsüsteemis;
- laserskaneerimise punktipilvemudel tuleb esitada kokkulepitud formaatides;
- laserskaneerimise pöördepildid ja pöördepiltide indeks;
- mõõdetava pöördepildi kujul esitatud laserskaneerimise punktipilv (mull- või panoraamvaade).



Joonis 7. Vasakul sisemõõdistamise ja paremal välismõõdistamise laserskaneerimise punktipilve mudel. Joonis: Tietoa Finland Oy.

Joonis 8. Laserskaneerimise pöördepilt, Tamminiemi kohvik, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.



Joonis 9. Mõõdetava pöördepildi kujul esitatud laserskaneerimise punktipilv. Mõõdetavad pöördepildid võimaldavad lihtsat ja visuaalset navigeerimist. Mudelist on ka võimalik võtta mõõtmeid või koordinaatpunkte. Materjalid täiendavad mõõdistusjooniseid ja mõõdistusmudeleid. Hakaniemi kauplus, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

6.3 Ehitusinfomudelid

6.3.1 Maa-ala mudel: maa-ala osad

Nõuded

Maa-ala mudel kokkulepitud infomudeli formaadis nii originaal- kui ka IFC-formaadis failidena.

6.3.2 Mõõdistusmudelid

Nõuded

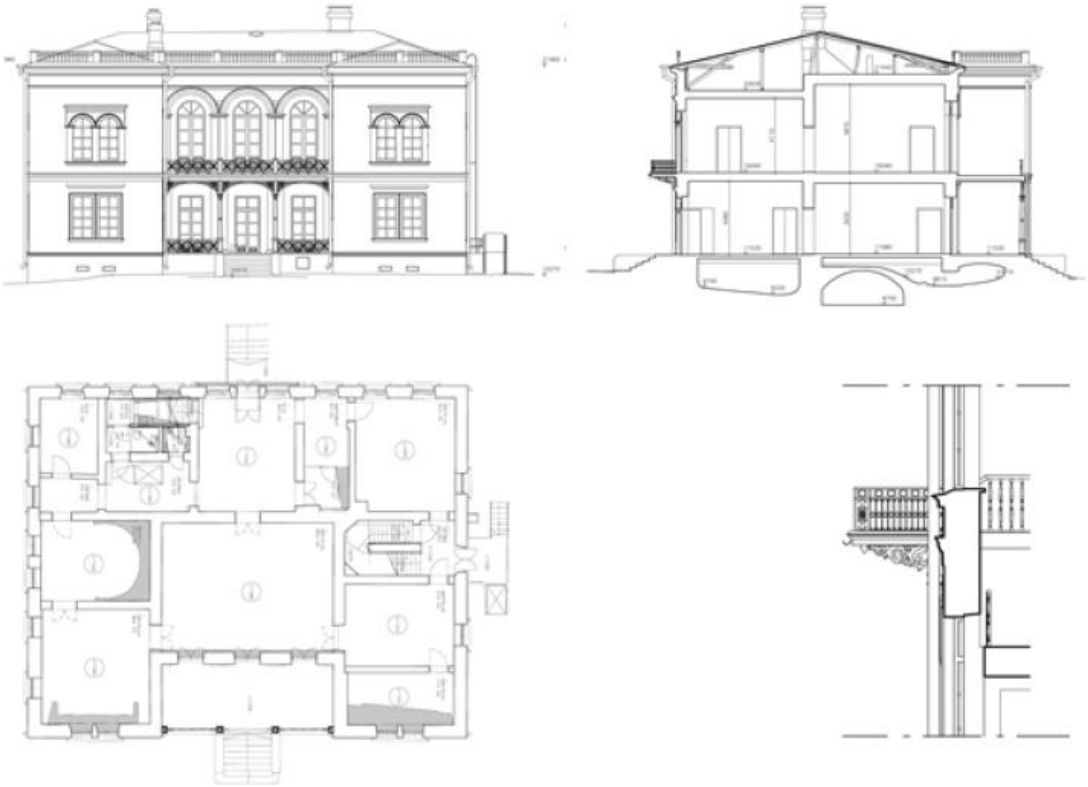
Mõõdistusmudelid kokkulepitud infomudeli formaadis nii originaal- kui ka IFC-formaadis

failidena.

6.4 Joonised

Kokkulepitud mõõdistusjoonised määratud formaadis.

- Maa-ala mõõdistusjoonised
- Plaani joonised
- Katusejoonised
- Lõikejoonised
- Fassaadijoonised
- Tööjoonised, lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi



Joonis 10. Mõõdistusmudeli alusel loodud mõõdistusjoonised. Hakasalmi villa, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

7 Lisatööd

Nõuded

Võimalikud muud lisatööd, mis kuuluvad mõõdistusmudeli koostaja ülesannete hulka. Lisatööd lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

- Osalemine mõõdistusmudeli määratlemisel:
  - Mõõdistusmudeli sisu ja täpsustaseme määramine läbirääkimistel koos vastava ülesande täitjaga.
- Panoraampildistamine:
  - Objekti 360° panoraampildistamine on näiteks abiks hoone ajaloo kirjelduse koostamisel.

Joonis 11. 360° panoraampilt. Tamminiementie kohvik, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

- Mõõdistusmudeli konverteerimine arhitekti tarkvarasse:
  - Kui vahetatakse projekteerijat, näiteks eskiisi ja eelprojekti staadiumi vahel, võib muutuda ka tarkvara, mida projekteerija kasutab. Sel juhul tuleb mõõdistusmudel teisendada uude failiformaati. Tavaliselt on kõige parem, kui seda teeb mõõdistusmudeli algne koostaja.
- Uuringud, selgitused ja mõõdistamine:
  - Ruumimahu inventariseerimine, hoone ajaloo kirjeldus ja muuda vajalikud uuringud.
- Infosisu aruanne:
  - Mõõdistusmudeli alusel koostatud aruanded, nt ruumide loend või ruumikaardid.
- Visualiseering:
  - Olemasoleva hoone visualiseeringud.

Joonis 12. Mõõdistusmudeli alusel loodud visualiseering, Lapinlahti haigla, Helsinki linn. Joonis: Tietoa Finland Oy.

- Muud dokumendid:
  - Muud määratud dokumendid, näiteks andmebaasid

8 Kvaliteedi tagamine

Kvaliteedi tagamine on lähteolukorra modelleerimise oluline osa ja seda tuleb teha mõõdistamisel, modelleerimisel ja muude dokumentide loomisel.

Infomudeli kaaskirja lisana täidetakse ja allkirjastatakse lähteandmete modelleerimise kontrollimisvorm.

8.1 Mõõdistamine

Nõuded

Enne modelleerimise algust tuleb üle vaadata mõõdistusmaterjalid.

Üle tuleb kontrollida järgmised asjaolud:

- mõõdistustulemused peavad olema samas koordinaatsüsteemis;
- kõik ruumid ja ehitise elemendid peavad olema määratluse kohaselt mõõdistatud ning mõõdistusulemused peavad vastama mõõdistatud hoonele;
- mõõdistusmaterjalides ei tohi esineda sisemisi vigu, nt koordinaatsüsteemi kantud üksikmõõtmetes;
- mõõdistustäpsus peab vastama nõuetele;
- mõõdistusmeetod, -täpsus ja -aeg peavad olema dokumenteeritud;
- infomudeli kirjelduses peavad olema dokumenteeritud võimalikud erandid ja nende põhjused, näiteks lukustatud ruum, mida polnud võimalik mõõdistada.

8.2 Mõõdistusmudel

Nõuded

Enne materjali tellijale üleandmist tuleb kontrollida mõõdistusmudelit, selle alusel loodud mõõdistusjooniseid ja muid dokumente. Mõõdistusmudelit peab kontrollima piisavalt asjatundlik inimene. Kontrollimiseks tuleb kasutada sobivat tarkvara.

Kontrollida tuleb järgmisi asjaolusid:

- mudeli mõõdistustäpsust – mudel peab vastama mõõdistusmaterjalidele;
- jooniste mõõdistustäpsust – joonised peavad vastama mõõdistusmaterjalidele;
- mudel ja joonised peavad olema kokkulepitud koordinaatsüsteemis ja kõrgusel;
- ruum ja ehitise osad peavad olema modelleeritud nõuetekohaselt;
- ruum ja ehitise osad peavad sisaldama nõuetekohast informatsiooni;
- mudel peab vastama tehnilistele nõuetele;
- mudelis ei tohi esineda vastuolusid ega kattuvusi.

LISA 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

INV

Lisa 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

					Infosisu näide
Informatsioon projekti kohta		**Objekt**	Tuleb mõõta		
Kuupäev	pp.kk.aaaa	Teeninduskanal	jah	x	
Projekt:	Projekti nimi	Korrused	4	x	
Projektijuht	Eesnimi Perekonnanimi	Pööning	jah	x	
		Maht:			m^2, kelder, teeninduskanal ja pööning kaasa arvatud

Tellija lähteandmed		failiformaat
Arhitekti olemasolevad plaanid pildifailina	x	Näiteks .plt, .tiff, .jpg või .pdf
Arhitekti olemasolevad plaanid CAD-i failidena	x	Näiteks .dwg, Archicad või Revit
Olemasolevad konstruktsiooniplaanid pildifailidena	x	Näiteks .plt, .tiff, .jpg või .pdf
Olemasolevad konstruktsiooniplaanid CAD-i failidena	x	Näiteks .dwg
Ruumide nummerdamise ja nimetamise juhised	x	
Muu		

Kasutatav mõõdistusmeetod		mõõdistustäpsus
3. tasand: mõõdistamine laserskaneerimise teel	x	Müra max ±10 mm, punktitihedus: mõõtepunktid alla 5 mm vahedega.
Maa-ala mõõdistamine	x	
Muud mõõdistused maa-alal	x	Põrandatrappide mõõdistamine
Mudeli täiendamine vanade plaanide põhjal		

Mõõdistuse lõppsaadus			failiformaat
Laserskaneerimise pöördepildid ja pöördepiltide indeks		x	.jpg
Laserskaneerimise pilvepunktimudel		x	Näiteks .imp või .pts
Mõõdetava pöördepildi kujul esitatud laserskaneerimise punktipilv		x	Näiteks LFM Netview või Leica True View
Projekti planeerimise staadiumi lõppsaadused			failiformaat/märkus
Ehitusplatsi infomudel		x	Näiteks IFC 2 x 3 ja Autocad Architecture 2012
Mõõdistusmudel	**1. tase: ruumimudel**	x	Näiteks IFC 2 x 3 ja Autocad Architecture 2012
Mõõdistusjoonised		x	.pdf (ja vajaduse korral CAD-failidena, nt .dwg)
	Maa-ala mõõdistusjoonised	x	.pdf ja .dwg.
	Plaanijoonised	6 tk	Korrusetasapinna kõrgusmärgid, ruumitunnused
	Lõikejoonised	2 tk	Korruste kõrgusmärgid
	Fassaadijoonised	4 tk	Maapinna, räästa ja katuseharja kõrgus
	Katusejoonised	1 tk	Räästa ja katuseharja kõrgus
Muu			

Pakkumise planeerimise staadiumi lõppsaadused			failiformaat/märkus
Ehitusplatsi infomudel		x	Näiteks IFC 2 x 3 ja Archicad 14
mõõdistusmudel	**2. tase: ehitise osade mudel**	x	Näiteks IFC 2 x 3 ja Archicad 14
Mõõdistusjoonised		x	.pdf ja .dwg
	Maa-ala mõõdistusjoonised	x	Näiteks Archicad
	Plaani joonised	6 tk	Plaatide ja lagede alus- ja pealispindade kõrgusmärgid, ruumitunnused
	Lõikejoonised	2 tk	Plaatide ja lagede alus- ja pealispindade kõrgusmärgid, ruumitunnused
	Fassaadijoonised	4 tk	Maapinna, räästa ja katuseharja kõrgus
	Katusejoonised	1 tk	Räästa ja katuseharja kõrgus
Muu			

INV

Lisa 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

Informatsioon projekti kohta			Objekt	Infosisu näide: Tuleb mõõta
Kuupäev	pp.kk.aaaa	Teeninduskanal	jah	x
Projekt	Projekti nimi	Korrused	4	x
Projektijuht	Eesnimi Perekonnanimi	Pööning	jah	x

	Nõuete anlüüüs ja projekti planeerimine	Pakkumine ja üldplaneerimine	Teostuse planeerimine	Ehitamise ettevalmistamine	Ehitus	Teostamine	Muu	x = jah; (x) = määratakse iga projekti puhul eraldi
1. tase: ruumimudel	x							
2. tase: ehitise osade mudel	(x)	x	(*)		(*)			(*) Võimalikud lisamõõdistused
3. tase: ehitise osade mudel		(x)	(*)		(*)			
Variandid								
Osalemine mõõdistusmudeli määratlemisel	(x)	(x)						
Panoraampildid	(x)	(x)						.jpg
Mudeli teisendamine arhitekti kasutatud tarkvaraformaati	(x)	(x)						
Ruumimahu	(x)							
Hoone ajaloo kirjeldus	(x)							
Saasteainete uuring	(x)							
Aruanded	(x)							Näiteks ruumiloend mõõdistusmudelist
Muu								
Visualiseerimistööd								
Visualiseeringud								
Aerofotod	(x)	(x)						
Välispildid	(x)	(x)						
Sisepildid	(x)	(x)						
3D-animatsioonid	(x)	(x)						
Muu visualiseerimine								Näiteks ruumiskeemid
Koordinaatsüsteem								
Geograafiline koordinaatsüsteem	*	*						* Koordinaadid teisendada riiklikku koordinaatsüsteemi
Koordinaatsüsteemi planeerimine	x	x	x	x	x	x		Kõrgus riiklikus kõrguste süsteemis

Lähteolukorra modelleerimine staadiumite kaupa		1. tase: ruumimudel	2. tase: ehitise osade mudel	3. tase: ehitise osade mudel				Tuleb modelleerida: x = jah; (x) = määratakse iga projekti puhul eraldi
Ruumid ja paigutus								**Märkus**
Mahuinformatsioon								
Pinnad (ruumiobjektid)								
Korruse pind [m²]								
Brutopind [m²]								
Korteripind [m²]								
Ruumi pind [m²]		x	x	x				
Kasulik pind [m²]								
Elamispind [m²]								
Mahud (ruumiobjektid)								
Hoone maht								
Ruumi maht		x	x	x				
Modelleeritavad ruumid (ruumiobjektid)								
Ruumikavasse kuuluvad pinnad		x	x	x				
Ruumikavasse mittekuuluvad pinnad		x	x	x				
Paigutus								
Hoone paigutus								
Hoone korrused		x	x	x				
Korterid ja korpused								
Sektsioonid								
Temperatuuri tsoonid								
Tuletõkketsoonid								

INV

Lisa 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

Infosisu näide

Informatsioon projekti kohta

Objekt Tuleb mõõta

Kuupäev	pp.kk.aaaa	Teeninduskanal	jah	x
Projekt	Projekti nimi	Korrused	4	x
Projektijuht	Eesnimi Perekonnanimi	Pööning	jah	x

Lähteolukorra modelleerimine staadiumite kaupa		1. tase: ruumimudel	2. tase: ehitise osade mudel	3. tase: ehitise osade mudel			Maa-ala mõõdistamine	Tuleb modelleerida: x = jah; (x) = määratakse iga projekti puhul eraldi
Talo 2000 objekt								**Märkus**
11 Maa-ala osad								
Pinna 3D mudel		x	x	x				
113 Katendid								
Liiklemisalad				x			x	
Parkimisalad				x			x	
Puhkealad				x			x	
Mängualad				x			x	
Pinnavee äravoolusüsteem								
Säilitatav taimestik		x	x	x			x	Modelleeritakse asukohta kirjeldava tähisena
114 Välisvarustus								Asukoht, tüüp ja geomeetria
Hoone varustus				x			(x)	
Puhkeala varustus				x			(x)	
Mänguala varustus				x			(x)	
115 Välisrajatised								Asukoht, tüüp ja geomeetria
Õuehoidlad			x	x			x	
Katusealused			x	x			x	
Terrassid			x	x			x	
Piirdeseinad			x	x			x	
Aiad ja tugimüürid			x	x			x	
Basseinid			x	x			x	
Sõidukite kaldteed			x	x			x	
Trepid			x	x			x	
Muu modelleerimisele kuuluv informatsioon								

INV

Lisa 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

Infosisu näide

Informatsioon projekti kohta

Objekt Tuleb mõõta

Kuupäev	pp.kk.aaaa	Teeninduskanal	jah	x
Projekt	Projekti nimi	Korrused	4	x
Projektijuht	Eesnimi Perekonnanimi	Pööning	jah	x

Lähteolukorra modelleerimine staadiumite kaupa	1. tase: ruumimudel	2. tase: ehitise osade mudel	3. tase: ehitise osade mudel				Tuleb modelleerida: x = jah; (x) = määratakse iga projekti puhul eraldi
Talo 2000 objekt							**Märkus**
12 Hoone osad							
121 Vundamendid							
121 Vundamendid							Olemasolevate vundamentide modelleerimine (kui see on vajalik) on ehitusprojekteerija ülesandeks.
122 Aluspõrandad							
1221 Aluspõrandaplaadid		(x)	x	x			Nähtavas ulatuses
1222 Aluspõranda kanalid		(x)	(x)	(x)			
123 Karkass							Modelleeritakse nähtavas ulatuses
1231 Varjendid		(x)	x	x			
1232 Kandeseinad		(x)	x	x			
1233 Postid		(x)	x	x			
1234 Talad		(x)	x	x			
1235 Vahelaed		(x)	x	x			
1236 Katuslaed		(x)	x	x			
1237 Karkassitrepid		(x)	x	x			
124 Fassaadid							
1241 Välisseinad		x	x	x			
1241 Reljeefid ja dekoratsioonid				x			
1242 Aknad ja paigaldusavad		(x)					
1242 Aknad koos raamide ja lengidega			x	x			
1243 Välisuksed, paigaldusavad		(x)					
1243 Välisuksed koos ukseraamidega			x	x			
1244 Fassaadivarustus				x			
125 Välistasandid							
1251 Rõdud		(x)	x	x			
1252 Varikatused ja lehtlad		(x)	x	x			
1253 Muud välistasandid		(x)	x	x			
126 Katused							
1261 Katusetarindid			x	x			
1262 Räästatarindid				x			
1263 Katusekatted		x	x	x			
1264 Katusevarustus				x			
1265 Klaaskatuse tarindid			x	x			
1266 Katuseaknad ja -luugid			x	x			
13 Ruumi osad							
131 Ruumijaotuse osad							

1311 Vaheseinad			x	x				
1312 Klaasvaheseinad			x	x				
1313 Erivaheseinad			x	x				
1314 Ruumipiirded			x	x				
1315 Vaheuksed			x	x				
1316 Eriuksed			x	x				
1317 Ruumitrepid			x	x				
132 Sisepinnad								
1321 Põrandate pinnatarindid				x				
1323 Lagede pinnatarindid			x	x				
1325 Seinte pinnatarindid				x				
133 Ruumivarustus								
1331 Tavapüsisisustus			x	x				
1332 Eripüsisisustus			(x)	x				
1333 Varustus				x				
1334 Tavaseadmed				x				
1336 Sanitaartehniline varustus		(x)	x	x				
1337 Sanitaarseadmed				x				
134 Muud ruumiosad (täited)								
1341 Hooldussillad ja käiguteed				x				
1342 Küttekolded ja suitsulõõrid			x	x				Väljastpoolt nähtavas ulatuses.

INV

Lisa 1. Mõõdistuse ja mõõdistusmudeli loomise ülesannete jaotuse vorm

Infosisu näide

Informatsioon projekti kohta

Objekt Tuleb mõõta

Kuupäev	pp.kk.aaaa	Teeninduskanal	jah	x
Projekt	Projekti nimi	Korrused	4	x
Projektijuht	Eesnimi Perekonnanimi	Pööning	jah	x

Lähteolukorra modelleerimine staadiumite kaupa	1. tase: ruumimudel	2. tase: ehitise osade mudel	3. tase: ehitise osade mudel					Tuleb modelleerida: x = jah; (x) = määratakse iga projekti puhul eraldi
2 Tehnikaosad								Tehnikaosade modelleerimine on nõutav üksnes erijuhtudel.
21 Toruosad								
Torustiku osad ruumi reserveerimisena				(x)				
Torustiku osad				(x)				
22 Ventilatsiooniosad								
Ventilatsiooniosad ruumi reserveerimisena				(x)				
Ventilatsiooniosad				(x)				
23 Elektriosad								
Valgustid				(x)				
Kaablikanalid				(x)				
25 Mehaanilised osad								
251 Teisaldusseadmestik								
2511 Liftid				x				Liftišahtide mõõdistamine ja modelleerimine.
2512 Eskalaatorid				(x)				
252 Ruumiseadmed								
2521 Köögiseadmed				(x)				
2522 Pesulaseadmed				(x)				
2523 Varjendiseadmed				(x)				
2522 Pesulaseadmed				(x)				

LISA 2. Infomudeli kirjeldus

Infomudeli kaaskiri

Objekti visualiseerimine	
Planeerimisobjekt	
Planeerimisstaadium	
Infomudeli kaaskirja kuupäev	
Muutmiskuupäev	
Ettevõte	
Mudelprojekteerimise kontaktisik	
Kontaktisiku e-posti aadress	
Kontaktisiku telefoninumber	
Objekti eest vastutav isik	
Objekti projektijuht	
Kasutatav tarkvara	
Lisateave, märkused jne	

Mõõdistuse kirjeldus

	Mõõdistusmeetod	
	Mõõdistustäpsus	
	Mõõdistuse aeg	kk/pp/2012
	Kõrvalekalded mõõdistusmäärangutest	1. 2.
	Mõõdistusandmete üleandmise viis	• •
	Lisamärkused	

Modelleerimise kirjeldus

	Mudeli mõõtühik	mm	
	Koordinaatsüsteem	mõõdistusmudel modelleeritakse projekti koordinaatsüsteemi. Koordinaatsüsteemi kirjeldus.	
	Kõrgussüsteem	mõõdistusmudel paikneb kõrgussüsteemi xx kohaselt tegelikul kõrgusel.	
	Alguspunkt	Alguspunkti asukoha kirjeldus.	
	Teisenduskoordinaadid	Projekti koordinaatsüsteemi teisenduse baaspunktid.	
	Korruste kõrgusasukohad	Esimene korrus Teine korrus	+10,00 +14,00
	Lähteandmete päritolu	Lähteandmete päritolu kirjeldus	
	Mudeli täpsus	2. osa „Infomudeli üldjuhendid” 1. lisa kohaselt.	
	Täpsustaseme erandid	1.	
	Failide nimetamise põhimõtted		
	Ehitise osade nimetamise põhimõtted		
	Kasutatud tasemesüsteem		
	Mudeli andmesisu	2. osa „Infomudeli üldjuhendid” 1. lisa kohaselt.	
	Erandid modelleerimistava suhtes	1.	
	Lisamärkused		

LISA 3. Infomudeli kontrolli aruanne

Asukoht:	
Aeg:	
Audiitor:	
Objekti mudel:	
Versioon:	
Mudeliversiooni kuupäev:	

Lähteolukorra infomudeli kontrollnimekiri	Läbitud	Probleemid	Ei ole asjakohane	Märkused
Infomudeli kaaskiri				
Mudelid on kokkulepitud failiformaadis (IFC- ja muud kokkulepitud failid)				
Mõõtmed vastavad mõõdetud hoonele				
Mudel vastab mõõdistusdokumentidele (juhuslik kontroll)				
Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele				
On kasutatud kokkulepitud kihte				
Mudel hõlmab korruseid				
Ehitise elemendid ja ruumid kuuluvad õigele korrusele				
Kokkulepitud/nõutavad ruumid ja ehitise elemendid on modelleeritud (2. osa, lisa 1)				
Ehitise osade modelleerimiseks on kasutatud õigeid tööriistu				
On kasutatud kokkulepitud konstruktsioonitüüpe				
Mudel ei sisalda üleliigseid ehitise elemente				
Ehitise elemendid ei paikne mudelis üksteise sees ega esine topelt				
Mudelis ei esine ehitise osade olulist lõikumist				
Ruumid, seinad ja postid täidavad kogupinna				
Ruumide kõrgused vastavad kokkulepitud modelleerimistavale				
Ruumid on seinte ja muude osadega joondatud				
Ruumid ei lõiku omavahel				
On kasutatud kokkulepitud ruumitunnuseid				
Allkiri:				

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 3: Arhitektuurne projekteerimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

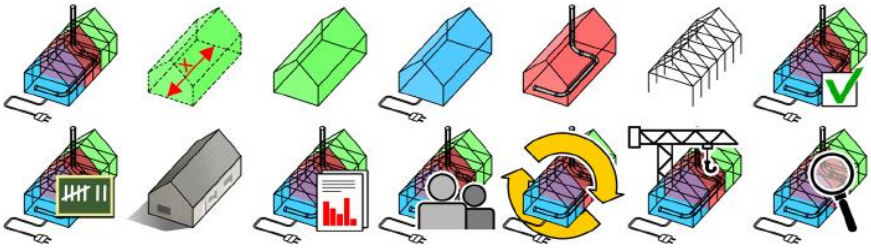
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 3: Arhitektuurne projekteerimine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

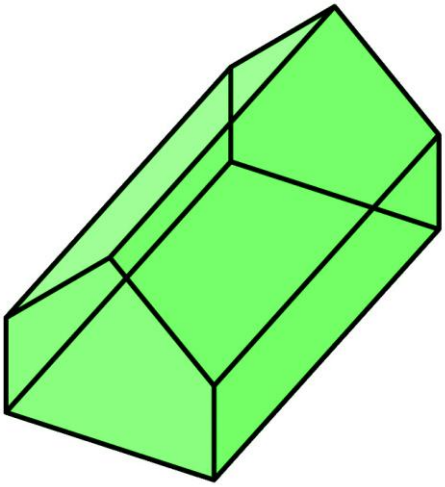
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



3. osa

Arhitektuurne projekteerimine

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 keeletoimetaja 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
3 Modelleerimispõhimõtted arhitektuursel projekteerimisel ... 6
3.1 Koordinaadid ja ühikud ... 6
3.2 Ehitised, korrused ja jaotamine ... 7
3.3 Infomudeli detailsusaste ... 7
3.4 Tarinditüübid ... 8
3.5 Mudeli avaldamine ja kvaliteedi tagamine ... 9
3.6 Töösolev mudel ... 9
3.7 Mudeli kaaskiri ... 9
3.8 Kihid ... 10
4 Mudelprojekteerimine renoveerimisprojektides ... 11
4.1 Töö inventariseerimismudeliga ... 11
4.2 Projekteerimistööde koordineerimine ... 11
5 Modelleerimisnõuded ... 13
5.1 Projekti nõuded ... 13
5.1.1 Lähteülesanne ... 13
5.2 Projekti kavandamine ja projekteerimise ettevalmistamine ... 14
5.2.1 Mõõdistusmudel ... 14
5.2.2 Maa-ala infomudel ... 15
5.2.3 Alternatiivide projekteerimine: mudeli sisu ... 15
5.3 Alternatiivide projekteerimine ... 15
5.3.1 Ruumiobjektide mudel ... 16
5.3.2 Ruumiobjektide modelleerimine ... 16
5.3.3 Ruumide ja ruumirühmade jaoks nõutav informatsioon ... 17
5.3.4 Ruumide versioonihaldus ... 18
5.3.5 Pindade ja mahtude määramine ... 18
5.3.6 Andmevahetus ... 19
5.4 Eelprojekt ... 19
5.4.1 Ehitise osade mudel ... 20
5.4.2 Ehitise osade mudel eelprojekti staadiumi ajal ... 20
5.5 Põhiprojekti staadium ... 20
5.5.1 Ehitise osade mudel põhiprojekti staadiumis ... 21
5.5.2 Ehitise osade modelleerimine ... 21
5.5.3 Ruum ehitise osade mudelis ... 23
5.6 Ehitus ... 24
5.6.1 Mudelid ehitamisel ... 24
5.7 Vastuvõtt ... 25
5.7.1 Teostusmudel ... 25
5.8 Kasutusele võtmine ja haldamine ... 25
5.8.1 Haldusmudel ... 25
6 Modelleerimisnõuded projekti erinevates staadiumites ... 26

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Arhitektuurne mudel on mudelipõhise projekti kõigil projekteerimisetappidel kohustuslik. Arhitektuurne mudel on kõigi teiste mudelite alus ning paljude analüüside ja simulatsioonide lahutamatu osa. Seetõttu on ülioluline, et arhitektuurne mudel oleks projekti kõigis staadiumites tehniliselt korrektne.

Selles dokumendis määratakse nõuded arhitektuursele infomudelile projekti erinevates staadiumites. Lisatud tabelis „Nõuded arhitektuurse mudeli sisule" vastab mudeli ülesehituse jaotus Soome standardi TALO 2000 nimestikule. Modelleerimiseks kui selliseks ei ole spetsiifiline liigitus vajalik. Lisaks on need nõuded tarkvarast sõltumatud. Osalejad, näiteks ehitusettevõtjad või kinnisvara omanikud, võivad määrata lisanõudeid.

Kõigile valdkondadele ühised mudelprojekteerimise nõuded on esitatud selle väljaandesarja esimeses osas pealkirjaga „Üldosa".

Iga valdkond vastutab oma mudelite kvaliteedi tagamise eest. Projekteerimise teatud punktides kontrollivad mudelit ka kolmandad isikud 6. osas „Kvaliteedi tagamine" esitatud kontseptsioonide kohaselt.

3 Modelleerimispõhimõtted arhitektuursel projekteerimisel

Arhitektuurse infomudeli geomeetrilised vormid ja informatsioonitase on projekti erinevate staadiumite puhul erinev. Ka mõjutab neid küsimusi väga oluliselt mudeli kasutusotstarve. Projekti eri staadiumites kasutatavad geomeetrilised vormid ja nõutav informatsioonitase määratakse 6. osas „Modelleerimisnõuded projekti erinevates staadiumites".

Modelleerimiseks tuleb iga hoone osa puhul kasutada vastavaid tööriistu; seinad modelleeritakse seinatööriista abil, plaadid plaaditööriista abil jne. Kui see ei ole mingil põhjusel võimalik, tuleb kasutatud modelleerimismeetodid piisaval määral dokumenteerida. Infomudeli osad tuleb modelleerida selliselt, et asukohta, nime või tüüpi ja geomeetrilisi vorme saaks kasutada ka teiste valdkondade tarkvaras.

3.1 Koordinaadid ja ühikud

Projekti jaoks on soovitatav määrata selline koordinaatsüsteem, et kogu modelleerimispiirkond jääks XY-teljestiku positiivsele poolele ja koordinaatide alguspunkt paikneks joonestamispiirkonna lähedal. Tavaliselt määrab koordinaadid arhitekt.

Selgitus

Linna või riigi koordinaatsüsteemi ei soovitata kasutada, sest modelleerimispiirkonnast kaugel asuv koordinaatide alguspunkt tekitab enamiku projekteerimistarkvara puhul probleeme.

Negatiivsed koordinaadid enam tehnilisi probleeme ei põhjusta. Inimlike eksituste ärahoidmiseks on soovitatav nende kasutamist siiski vältida. Eriti võivad negatiivsed koordinaadid tekitada ehitusplatsil tarbetuid raskusi.

Teine võimalus XY-koordinaadistiku alguspunkti defineerimiseks on seada see teatud kaugusele ehitise telgedest. See variant on õigustatud juhul, kui ehitise asukoht võib projekteerimise käigus muutuda. Isegi sel juhul on oluline dokumenteerida alguspunkt ja X-telje suund kaardi koordinaatide suhtes.

Projekti koordinaatsüsteemi alguspunkti asukoht dokumenteeritakse vähemalt kahe teadaoleva punkti abil. Nii lähte- kui ka sihtsüsteemis esitatakse mõlema dokumenteeritud punkti X- ja Y-koordinaadid. Lisaks on võimalik tuvastada üksikpunkt ja pöördenurk. Siiski tuleb märkida, et pöördenurga kasutamine põhjustab alati ebatäpsusi, eriti suuremate vahemaade puhul, ja need ebatäpsused võivad mõjutada ehitusstaadiumi.

Ehituse infomudeli kõrguslik koordinaat võrdub ehitise tegeliku kõrgusega. Infomudelis kasutatakse ühikuna millimeetreid. Pöördenurgad dokumenteeritakse alati vähemalt kahe kümnendkohaga.

Selgitus

Kõik ehituskrundil asuvad ehitised modelleeritakse samasse XY-koordinaatsüsteemi. Ehitiste kõrgused määratakse lähtekoordinaadistikus absoluutkõrgustena, kuid on võimalik leppida kokku teisiti, kui see vastab paremini projekti vajadustele. Koordinaatsüsteemis lepitakse kokku ja see dokumenteeritakse projekti alguses ning projekti käigus ei saa seda piisava põhjuseta muuta. Igasugused muudatused peavad heaks kiitma nii kõik osalised kui ka projektijuht.

Maa-ala mudel luuakse samasse koordinaatsüsteemi ehitistega. Maa-ala mudel hõlmab ehitusplatsi keskkonda, taimi, liikluspiirkondi ja ehitusplatsil asuvaid ehitisi. Suuremastaabilist taristut hõlmavate projektide puhul võib see nõue aga olla teistsugune.

Kui koordinaatsüsteemis on kokku lepitud, tuleb mõõdistusmudel(id) ja alusmaterjal (nt laserskaneerimised) viia samasse koordinaatsüsteemi. On võimalik ja mõistlik kokku leppida, et projekteerimismudeli jaoks kasutatakse samuti mõõdistusmudeli puhul kasutatud koordinaatsüsteemi.

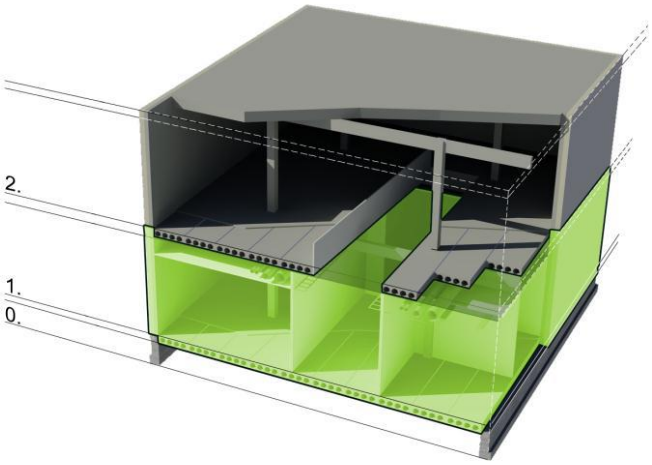
Pärast koordinaatsüsteemi määratlemist tuleb tingimata kontrollida valdkondadevahelist ühilduvust. Selleks kontrolliks võib kasutada lihtsat „koerakuudi" tüüpi mudelit, kuhu kõik

projekteerimisvaldkonnad loovad paar ehitise või mehaanilise süsteemi osa, nii et võib selgelt näha, kas mudelite asukoht on sama. Lisaks on käimasoleva modelleerimisprotsessi puhul vaja tagada, et mudelite alusel genereeritud kahemõõtmeliste jooniste XY-asukoht ja nurk vastavad infomudelile.

3.2 Ehitised, korrused ja jaotamine

Projektis antakse iga eraldi ehitis üle iseseisva mudelina. Vajaduse korral saab ehitise jaotada mitmeks osaks. Need osad lepib kokku projekti meeskond. Iga ehitis antakse üle IFC-formaadis failina ja ka tarkvara originaalformaadis. Suurte ehitiste puhul võib tehnilise keerukuse tõttu vajalikuks osutuda tükeldada mudel korrusetasanditeks, sektsioonideks või mõlemaks.

Arhitektuurne mudel tuleb üles ehitada korrusetasandite kaupa isegi juhul, kui modelleerimistarkvara toetab teistsugust lähenemist. Selle põhjuseks on asjaolu, et enamik simulatsioonitarkvarast toetab korruseid, ruumipinna analüüsid tehakse korruste alusel ja paljud muud projektiga seotud osalised (kaasa arvatud ehitusplatsil tegutsev meeskond) tegelevad peamiselt korrustega.



Korrusteks tükeldamine arhitektuurse mudeli puhul.

Selgitus

Arhitektuurses mudelis hõlmab iga korrus sellest allapoole jäävat plaati koos pinnamaterjaliga ning samuti ruumide ripplagesid ja ülemise plaadi mahukaid akustilisi katteid. Arhitektil ei ole vaja modelleerida vundamenti, kuid alus-, põranda- või sokliplaat tuleks modelleerida vähemalt maapinnast kõrgemal. Katus ja katusetarindid modelleeritakse eraldi korrusena. Katusel asuva varustuse ja seadmete modelleerimine ei ole kohustuslik, kui ei ole teisiti kokku lepitud.

Iga korrusetasandi kõrguseks on valmiskorruse kõrgus. See on sama kõrgus, mis näidatakse korruse kõrgusena planeerimis- või lõikejoonistel. Korruse kande- ja kergtarindid modelleeritakse allpool seda kõrgust.

Mitut korrusetasandit hõlmavad tarindid tükeldatakse sageli ühe korruse kõrgusteks lõikudeks, kuid seda põhimõtet tuleb hinnata mudeli otstarbest lähtuvalt. Kui see on konstruktsioonilahenduse tõttu või muudel põhjustel mõistlik, saab korrusepõhisest modelleerimise nõudest teha erandeid.

3.3 Infomudeli detailsusaste

Täpsusastme nõue oleneb projekti staadiumist ja infomudeli eeldatavast kasutusotstarbest. Põhiliselt võib täpsusastmed jagada kolme rühma, mille piires esineb mitmesuguste hoone osade vahelisi väikesi erinevusi.

1. tase Mudeli tavaliseks kasutusotstarbeks on projekteerijate koostöö ja suhtlus; projekteeritava ojekti geograafiline asukoht ja geomeetrilised vormid on nõuetekohased; hoone osadele antakse kirjeldavad nimed.

2. tase Mudeli tavaliseks kasutusotstarbeks projekteerimiseelses ja eskiisprojekti staadiumis on energiaanalüüsid ning pakkumise staadiumis mahuarvutused; mudeli asukoht ja geomeetrilised vormid on nõuetekohased; hoone osadele ja tüüpidele antakse korrektsed nimed ja need modelleeritakse sellisel viisil, et mudelist on võimalik välja lugeda mahud ja muu hinnaarvutluseks oluline teave.

3. tase Tavaliselt kasutatakse mudelit ehitusgraafiku koostamiseks ja hanke läbiviimiseks; mudeli asukoht ja geomeetrilised vormid on nõuetekohased; hanke läbiviimiseks vajalik informatsioon on mudeli objektidele lisatud sellisel viisil, et on võimalik koostada nende loend (näiteks akna tüüp, detaili mõõtmed, müranõuded jne).

Projekti eri staadiumites nõutavas infomudeli koosseis ja täpsusaste tuleb kokku leppida projekti alguses. Seepärast on käesolevale dokumendile lisatud arvutustabel „Nõuded arhitektuurse mudeli sisule”. Paljudel juhtudel ei ütle määratud tase kõike ja võib vajada mõningast selgitust. Näiteks on energiasimulatsiooni ja arvutuste tegemiseks vajalikud nõuded mudelitele veidi erinevad, ehkki mõlemad kuuluvad 2. tasemele.

Selgitus

Kui arhitektuurset mudelit soovitakse kasutada nii simulatsiooniks kui ka mahuarvutusteks, on võimalik, et mudelist tuleb koostada kaks erinevat versiooni. Sel põhjusel on energiasimulatsiooni mudelid määratud 2. tasemele, ehkki mudel ei pea olema väga üksikasjalik.

Selles dokumendis esitatud nõuded ja suunised viitavad toodud infomudeli täpsustasemetele.

3.4 Tarinditüübid

Tarinditüüpide määramine on ehitusinseneri ja arhitekti kohustus. Ehitusinsener vastutab kõigi kandetarindite ja hoonekarbi koosseisu kuuluvate tarinditüüpide määramise eest. Siseseinad ja muud kergtarindid määrab kas arhitekt või ehitusinsener. Meeskond peab selles kokkuleppele jõudma projekti alguses. Akna- ja uksetüübid määrab arhitekt. Kui õigeid tarinditüüpe ei ole saadaval, märgitakse tüübid selliselt, et on võimalik tuvastada põhimaterjal ja kasutusotstarve (väline, sisemine, kandev, mittekandev). Hiljem asendatakse need esialgsed tüübid õigete tüüpidega

Selgitus

Tarinditüüpide sisemiste komponentide modelleerimine ei ole nõutav, kuid sageli on see siiski vajalik, et objektid jääksid joonistel visuaalselt korrektsed. Keerukate tarindite puhul võib vajalikuks osutuda iga komponentkiht eraldi modelleerida, kuid üldiselt tuleks sellest hoiduda.

Konstruktsioonide mudelisse lisatakse vahelaetarindid ja võlvid üksikasjalikult. Arhitektuurses mudelis on kandetarindite puhul nõutavad üksnes nähtavad pinnad ja õiged välismõõtmed. Ujuvpõranda tarindid ja tasanduskihid modelleeritakse arhitektuursesse mudelisse kas horisontaaltarindi osana või vajaduse korral eraldi tarindina. Avade modelleerimisel kasutatakse nimimõõtmeid. Ava tegelikud mõõtmed määrab kindlaks ehitusinsener ja need näidatakse konstruktsioonide mudelis.

Selgitus

Tavaliselt kasutatakse arhitektuurses mudelis horisontaaltarindi modelleerimiseks ühte plaati, mis hõlmab kõiki tarindikihte (1. kuni 2. tase). Ehitusgraafiku koostamiseks või mõneks muuks konkreetseks otstarbeks võib vaja minna mudelit, kus kõik komponentkihid on modelleeritud eraldi (3. tase). Probleem tekib juhul, kui arhitektil on tehnilistel põhjustel vaja modelleerida tarindi kihid ükshaaval, kuid mahuarvutuste jaoks peab plaat (või mõni muu tarind) olema üks mudeliobjekt. Kui kasutatakse 3. taset, tuleb modelleerimisvõtetes ja objektide nimetamises kokku leppida konkreetse projekti vajadustest lähtudes. Sellele vaatamata on soovitatav kasutada 3. taseme mudelit üksnes erijuhtudel.

3.5 Mudeli avaldamine ja kvaliteedi tagamine

Infomudeli avaldamisel ei tohi mudel hõlmata teistest valdkondadest pärinevaid mudeleid isegi siis, kui neid on kasutatud viitematerjalina (xREF). Koordineerimiseks ja läbivaatamiseks ette nähtud mudelid eksporditakse IFC-formaadis. Arhitekt peab tagama nii selle, et IFC-formaati eksporditaks kogu vajalik informatsioon, kui ka selle, et puuduks üleliigne informatsioon, mis võib tekitada segadust või olla vale.

Enne mudeli avaldamist peab projekteerija viima läbi kvaliteedikontrolli 6. osas „Kvaliteedi tagamine" esitatud juhtnööride kohaselt ja ettevõtte oma kvaliteedikäsiraamatu alusel, kui see on olemas. Mudelid avaldatakse nende nõuete juhtnööride või muu kokkuleppelise tava kohaselt. Avaldamisgraafikus lepitakse kokku projekti alguses ja seda tuleb uuendada samaaegselt projekteerimisgraafikuga.

3.6 Töösolev mudel

Ametlikud infomudeli avaldamise ja kvaliteedi tagamise toimingud tehakse üksnes teatud projekteerimisstaadiumites.

Mudelipõhise teabe jagamine projektimeeskonnas on aga nõutav kogu projekteerimisstaadiumi vältel. Enamasti ei pea see teave läbima eelkirjeldatud ulatuslikku kvaliteedi tagamise protsessi eeldusel, et kõiki osalisi teavitatakse infomodelleerimise piirangutest. Töösolevad mudelid peaksid olema paindlikuks ja kiireks projekteerimisteabe vahetamise ja kavandatavate projektlahenduste, ruumivarude, konkreetsete üksikasjade jms esitamise meetodiks.

Mudeleid võib vajaduse korral ka saata teistele osalistele, kuid hästi korraldatud mudelipõhiste projektide puhul salvestatakse mudelid korrapäraselt ühisesse andmebaasi. Uuendustsükli määravad projekti staadium ja vajadused ning tavaliselt on see vahemikus üks kuni neli nädalat. Neid mudeleid ei ole vaja täielikult kontrollida ja seega sobivad need üksnes piiratud eesmärkideks. Mudeli avaldaja peab mudeli staatuse selgelt välja tooma. Mudelite oluline osa on mudeli kaaskiri. See sisaldab teavet mudeli valmiduse kohta ning kirjeldab selle sisu ja eesmärki.

3.7 Mudeli kaaskiri

Iga valdkond peab koostama mudeli kaaskirja. See dokument on mudeli sisu kirjeldus ja selgitab mudeli avaldamise otstarvet ning täpsusastet. Dokument sisaldab teavet kasutatud modelleerimistarkvara, algse mudeli alusel loodud eri versioonide ja käesolevate nõuete suhtes tehtud erandite kohta. Lisaks dokumenteeritakse kirjelduses kõik kasutatud elementide nimetused, sisu valmidusaste ja erinevad kasutuspiirangud.

Kaaskiri avaldatakse infomudeliga paralleelselt ja seda tuleb uuendada iga kord, kui mudelis tehakse kirjelduse sisu mõjutavaid muudatusi.

- Kaaskirja uuendatakse iga kord, kui mudel teiste osaliste jaoks avaldatakse, olenemata sellest, kas tegu on töösoleva mudeliga või eelarvestuseks ette nähtud infomudeliga.
- Kaaskirjas kirjeldatakse mudeli üldist ülesehitust ning süsteemide ja ehitise osade nimetamise põhimõtteid.
- Mudelite valmidus ja kõige olulisemad muudatused tuleb dokumenteerida, et erinevatel osalistel oleks võimalik need üles leida.
- Ametlikes mudelite avaldamise vaheetappides vastutab puudulikust või valest dokumentatsioonist tingitud tagajärgede eest iga osaline lepingutes ja üldtingimustes määratud ulatuses.
- Mudelite puhul võivad kaaskirjad sisaldada paindlikumaid tähistusi, mis selgitavad infomudeli sisu ja muudatusi.
- Kaaskiri tuleb nimetada ja läbi vaadata selliselt, et seda oleks võimalik seostada vastava infomudeliga.

3.8 Kihid

Kui ehituse infomudelis on kasutatud kihte selliselt, et need on teistele osalistele olulised, tuleb kihid mudeli kaaskirjas dokumenteerida. Dokumentatsioon peab kirjeldama kasutatud kihisüsteemi ja määrama mudeli tunnused, mille puhul on kihte kasutatud. Kihisüsteemi kasutamine on valikuline, sest enamasti saab tarkvaras mudeli komponentide nähtavust ja ülesehitust kohandada muude vahenditega.

4 Mudelprojekteerimine renoveerimisprojektides

Renoveerimisprojektide hulk kasvab kiiresti ja üha enam kasutatakse nende puhul mudelprojekteerimist. Renoveerimisprojekti proovikivid erinevad paljuski uusehitise omadest, ent mudelprojekteerimise seisukohast on neis ka palju sarnast.

Renoveerimisprojekti peamiseks erinevuseks uusehitisest on loomulikult olemasolev hoone ja selle piirangud. Nüüdisaegsed mõõdistamistehnoloogiad suudavad anda täpset informatsiooni hetkeolukorra kohta ning sedamööda, kuidas arenevad modelleerimistehnoloogiad ja oskusteave, saab mõõdistusmudelitest mudelipõhise projekteerimise hea lähtepunkt. Tuleks aga arvesse võtta, et komistuskiviks võib saada erinevate tarkvararakenduste vaheline andmevahetus. Andmevahetus võib osutuda problemaatiliseks isegi sama tootja tarkvara vahel. Kui andmevahetuseks kasutatakse IFC-formaati, võib ruumiliste geomeetriliste vormide üleviimine õnnestuda üsna hästi, kuid enamiku mudelite ja nende komponentide puhul lähevad kaotsi omadused, mida on vaja muutmiseks ja dokumentides esitamiseks. Et seda olukorda parandada, on soovitatav kasutada mõõdistusmudelit.

Mõõdistusmudeli loomist kirjeldatakse 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine".

Kui kvaliteetne mõõdistusmudel on olemas, võib arhitekti modelleerimistöö sama suure uusehitisega võrreldes oluliselt väheneda. Teisest küljest, kui mõõdistusmudel on puudulik või seda ei ole üldse, võib renoveerimisprojekti puhul vaja minna mitu korda rohkem modelleerimistööd kui uusehitise projekti puhul.

Renoveerimisprojekti mudelprojekteerimise juhtnöörid ja nõuded on põhiosas samad mis uusehitiste puhul. Järgnevates alajaotistes kirjeldatakse lühidalt osa erinevustest.

4.1 Töö inventariseerimismudeliga

Ideaaljuhul on inventariseerimismudel loodud sama tarkvara abil, mida kasutab arhitekt. See vähendab miinimumini andmevahetusest tingitud probleemid. Lõpptulemus paraneb veelgi, kui projekti arhitekt on ise mudeli koostanud või selle koostamist juhendanud. Sel juhul on tal võimalik mõjutada modelleerimismeetodeid, mudeliobjektide nimetamist, mudeli täpsust ja töö etappideks jaotamist.

Kui arhitekt kasutab muud tarkvara kui see, mille abil loodi inventariseerimismudel, peab ta olema valmis osa inventariseerimismudelist või halvimal juhul kogu mudeli uuesti modelleerima. Selleks on nii tehnilisi kui ka sisuga seotud põhjuseid. Mudeli geomeetriliste vormide üleviimine õnnestub IFC-formaadis andmete abil küllaltki hästi, kuid mida üksikasjalikum on mudel, seda tõenäolisemalt ei kandu üle kõik omadused ja muudatuste tegemise võimalused on raskendatud. See tekitab probleeme dokumentide koostamisel ja olemasoleva tarindi muutmisel (näiteks uue ukse paigutamisel olemasolevasse seina). Infomodelleerimise tarkvara areneb pidevalt ja ühilduvust mõjutavad suurel määral ka modelleerimisoskused. On võimalik, et aja jooksul muutub töö inventariseerimismudelitega kergemaks, kui on täiustatud tarkvara andmevahetust ning arhitekti infomodelleerimise oskused paranevad.

4.2 Projekteerimistööde koordineerimine

Nõuetekohase mõõdistusmudeli olemasolu algse planeerimise staadiumis hõlbustab ka mudelprojekteerimise koordineerimist. Mõõdistusmudeli toel saab arhitekt kiiresti anda muudele valdkondadele mudelipõhise projekti. Hoone renoveerimine tähendab sageli suuremat hulka uusi tehnosüsteemide ja elektripaigaldisi. See näitab, kui oluline on koostöö, kus mudelprojekteerimine annab kogu projektimeeskonna käsutusse tõhusa töövahendi.

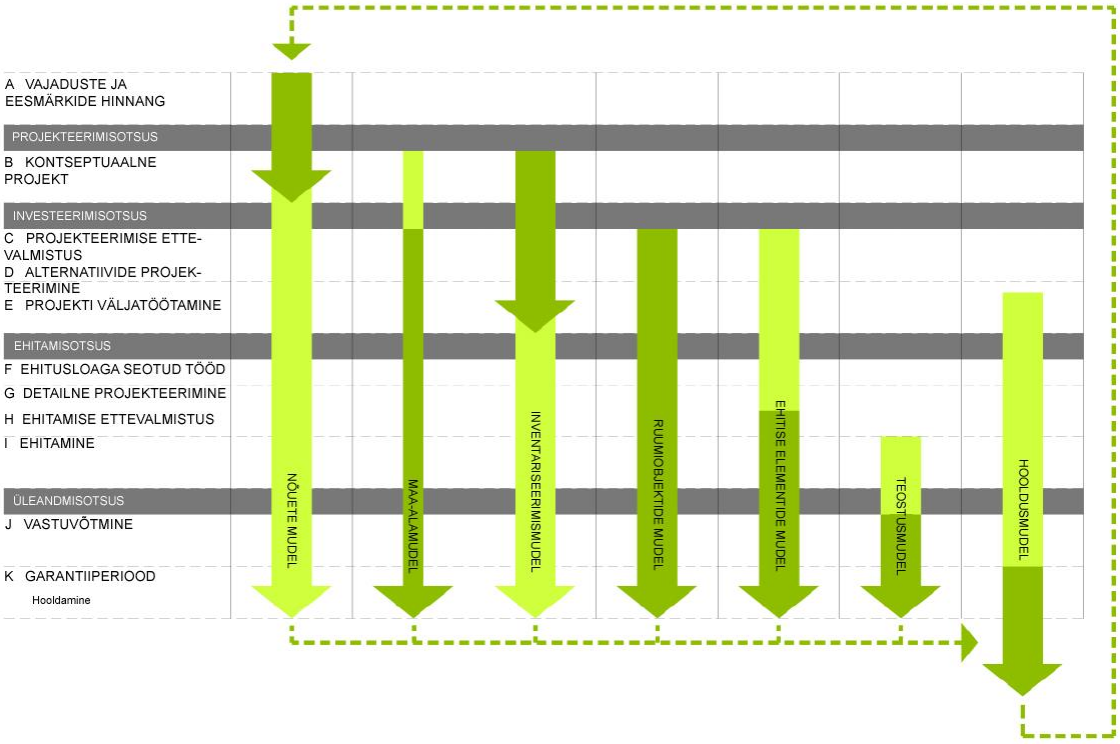
Väga harva juhtub, et renoveerimisprojekti puhul peab ehitusinsener looma kogu hoone infomudeli. Paljudel puhkudel piisab sellest, et modelleeritakse üksnes uued tarindid ja vanad tarindid selles ulatuses, milles neid muudetakse. Praktikas on arhitektuurne mudel ja tegelikult isegi mõõdistusmudel kasutusel ka konstruktsioonide mudelina. Kui aga muudatused on nii

ulatuslikud, et mõjutavad hoone karkassi staatikat, tuleb konstruktsioonde mudel luua terve hoone jaoks.

Selgitus

Loomulikult esitab mudelipõhine koostöö renoveerimisprojekti puhul oma väljakutsed, kuigi kättesaadavaks tehakse hea materjal ja mudelid. Hoone mõõtmine ja infomudeli loomine nende mõõtmete alusel peab aset leidma ajal, mil hoone on veel kasutuses. Ripplaed või muud tarindid varjavad sageli kanaleid, torusid ja talasid ning neid ei ole võimalik nõuetekohaselt dokumenteerida. Kui algavad lammutustööd, ilmub tihti nähtavale tundmatuid tarindeid ja tehnosüsteemide osi, ning projekteerimisstaadiumis on raske niisugusteks üllatusteks valmistuda.

5 Modelleerimisnõuded



Mudelprojekteerimine projekti erinevates staadiumites.

Selgitus

Noolte värvitoonid näitavad mudelite kasutuse aktiivsust sõltuvalt projekti staadiumist. Heleroheline värvus illustreerib mudeli olekut, kus mudel on passiivne ehk siis mudelit ei muudeta ja täiendata, vaid vaadatakse ja vajadusel kasutatakse alusmaterjalina (referentsina). Tumeroheline värvus illustreerib mudeli olekut, kus mudelit luuakse, muudetakse jms. Joonis näitlikustab BIM-tehnoloogia kasutamisel mudelite paralleelset kasutamist kogu protsessi vältel. (Toimetaja kommentaar: näiteks nõuete mudel luuakse vajaduste- ja eesmärgi hindamise ning kontseptuaalse projekti koostamise faasis. Järgnevates staadiumites on nõuete mudel passiivne, seda mudelit vaadatakse ja kasutatakse teiste mudelite alusmaterjalina.)

5.1 Projekti nõuded

Projekti esimene staadium hõlmab projekti vajalikkuse uuringut, ruumiobjektide ja nende nõuete esialgset kirjeldust, toimimisvariantide ja nende üldmaksumuse uurimist.

Oluline on infomudeli sisu projekteerimise käigus hooldada ja uuendada. Tavaliselt tegeleb sellega projektijuht või peaprojekteerija. See kohustus tuleks määratleda projekti lepingutes.

Kõik otsuste tegemise seisukohalt olulised infomudeli versioonid tuleb arhiveerida, et vajaduse korral oleks hiljem võimalik vaadata muudatuste ajalugu.

5.1.1 Lähteülesanne

Infomudeli miinimumnõudeks on ruumikava arvutustabeli või andmebaasitabeli kujul. Selle tabeli abil saab võrrelda kava ja projekteerimislahendusi. Ruumikava peab sisaldama ruumide pindalasid ja erinõudeid. Seda võib täiendada kasutaja ja/või omaniku nõuetega. Ruumikava ja nõudeid tuleb talletada elektroonilisel kujul, et neid oleks võimalik kasutada automaatseks või poolautomaatseks võrdlemiseks.

Nõuded üksikruumidele võib esitada ka viitena ruumirühmale või -tüübile, mis on määratud

ruumitüübi (kontor, klass, vestibüül) puhul esitatud nõuete tehnilises kirjelduses.

Ruumiprogrammis esitatavad nõuded on näiteks:

- iga ruumi netopindala nõue ning vajaduse korral suuruse ja kuju nõuded;
- ruumi põhifunktsioon ja kasutajad;
- olulised ühendusteed ja mõju teistele ruumidele;
- nõuded ruumi sisekliimale, heliisolatsioonile, valgustusele, koormusele, vastupidavusele, ohutusele ja kvaliteedile;
- nõuded kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemidele, elektrisüsteemidele, seadmetele, sisseseadele, varustusele, ruumijaotuse osadele, viimistlusele.

LÄHTEÜLESANNE
Lähteandmed on: • omaniku nõuded ja eelarve; • objektid.
Mudeli sisu ja nõudeid vt 6. osa
Mudelist tulenevad eelised on: • projekteerimise lähteandmed; • hinnaarvutuse lähteandmed.

5.2 Projekti kavandamine ja projekteerimise ettevalmistamine

Alternatiivide projekteerimine toimub projekti lähteandmete alusel. Selles etapis uuritakse erinevaid projekti täideviimise meetodeid ja alternatiivide teostatavust. Projekteerimise ettevalmistusstaadiumis korraldatakse projekteerimissuuniste koostamine, viiakse läbi projekteerimiskonkurss, peetakse vajalikud läbirääkimised, valitakse projekteerijad ja sõlmitakse projekteerimislepingud.

5.2.1 Mõõdistusmudel

Olemasoleva hoone mõõdistatud mudelit nimetatakse mõõdistusmudeliks. Algne mudel luuakse 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine” esitatud kirjelduse kohaselt. Uusehitise projekti puhul hõlmab see kavandatava ehituse maa-ala ja renoveerimisprojektide puhul ka olemasolevaid ehitisi.

Maa-ala algne mudel ja mõõdistusmudel arhiveeritakse 1. osas „Üldosa” esitatud kirjelduse kohaselt enne nende juurutamist projektis kasutatava projekteerimismudelina.

MÕÕDISTUSMUDEL	
Lähteandmed: • olemasolevad ehitised ja tarindid; • 2D-joonised; • ruumilised mudelid ja pildid; • skaneerimised ja muud mõõdistamistulemused; • maa-ala mõõdistamine.	
Mudeli sisu ja nõudeid vt 6. osa	
Märkused	• Kui mudel on juba olemas, tuleb uurida, kuidas toimub mudelis sisalduvate geomeetriliste vormide ja teabe üleviimine tarkvarasse, mida kasutab arhitekt.
Mudelist tulenevad eelised: • ehitise osade kogused ja ruumiaruanded; • pinna- ja mahuteave; • lähteteave olemasoleva hoone osade, ruumide ja tarindite kohta; • maa-ala kõrgused;	

- maa-ala mudelist pärineva teabe kasutamine maa-ala planeerimisjoonise loomisel;
- visualiseeringud;
- hoonete mõõdistusandmed.

5.2.2 Maa-ala infomudel

Maa-ala infomudeli all mõeldakse ehitusala ja sealse keskkonna, õueala, taimestiku, liiklemisalade ja piirkonnatarindite mudelit. Maa-alamudeli mõõtühik projekteerimisel on millimeeter ja mudel luuakse ehitisega samasse koordinaatsüsteemi. Eriti suuremastaabilist taristut hõlmavate projektide puhul võivad need nõuded aga olla teistsugused.

Kõik ehituskrundil asuvad ehitised modelleeritakse samasse mudelisse, kasutades vastavat XY-koordinaatsüsteemi. Koordinaatsüsteemi peab määrama arhitekt jaotises 3.1 toodud kirjelduse kohaselt.

Kui koordinaatsüsteemis on kokku lepitud, tuleb mõõdistusmudel(id) ja alusmaterjal (nt laserskaneerimised) viia samasse koordinaatsüsteemi. On võimalik ja mõistlik kokku leppida, et projekteerimismudeli jaoks kasutatakse samuti mõõdistusmudeli puhul kasutatud koordinaatsüsteemi.

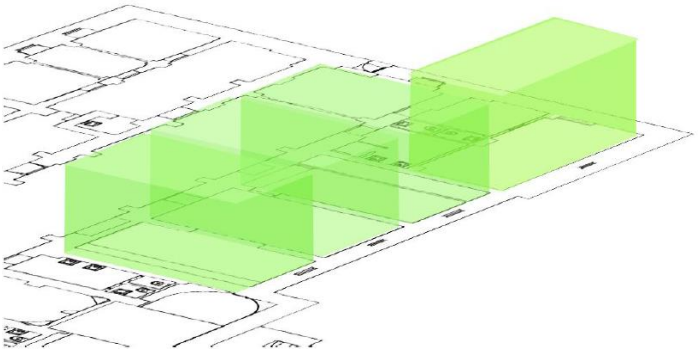
5.2.3 Alternatiivide projekteerimine: mudeli sisu

Projekti planeerimisel loob arhitekt erinevaid ruumelementide mudeleid maksumuse hindamiseks projektivariantide ja nende pindalapõhiste analüüside abil. Lisaks võib loodud mudelit kasutada energia- ja ruumi sisekliima simulatsiooniks, et toetada elukaarekulude (LCC) ja elukaare hindamise (LCA) analüüsi. Selleks otstarbeks peaks mudel sisaldama lihtsal viisil modelleeritud ruume ja neid ümbritsevaid seinu. Energiaanalüüsi jaoks peavad välisseintes olema aknad, ehkki mõnes simulatsiooniprogrammis võidakse need lisada aknapindala suhtarvu alusel. Akende kuju ega asukoht ei ole selles etapis jaoks vajalike andmete saamiseks väga oluline.

5.3 Alternatiivide projekteerimine

Etapis luuakse eelnenud staadiumites seatud eesmärkide täitmiseks alternatiivsed alternatiivsed lahendused. Pärast pakkumiste võrdlemist valitakse järgmise staadiumi jaoks aluseks võetav projektlahendus.

Alternatiivide projekteerimise etapis saab mitmesuguseid projektlahendusi hinnata ruumelementide mudelite abil, mis sisaldavad ruumirühmi või tsoone, mille modelleerimiseks kasutatakse ruumi- või tsoonitööriista. Lihtsatel juhtudel võib üks ruumiobjekt või tsoon esindada kõiki ühe korruse sarnaseid ruume. Eesmärk on uurida funktsioonide rühmitamise, ehitise mahtude ja nende kohapeal paigutamise variante. Lisaks ruumirühmade kasutamisele tuleb eskiisi staadiumis miinimumnõudena modelleerida ka hoone karp. Ehitiseosi (plaat, seinad jne) ei ole vaja modelleerida, kuid soovi korral võib need lisada. Kui seda ei ole projekti seisukohast vaja, võib selle sammu vahele jätta.



Ruumid modelleeritakse ruumiobjektidena.

5.3.1 Ruumiobjektide mudel

Ruumiobjektide mudel koosneb ruumidest ja neid ümbritsevatest seintest. Mudeli kasutamiseks mitmesugustel analüüsidel on miinimumnõudeks seinte jagamine välis- ja siseseinteks ning nende vastav tähistamine. Mõne tarkvara puhul ei ole võimalik asendada seinu muude ruumipiire loovate objektidega (mõnes tarkvaras nimetatakse neid tsoonideks).

Energiasimulatsiooni jaoks on tavaliselt vaja modelleerida lihtsustatud aknad. Akna kogusuurus on olulisem kui kuju või asukoht, mille võib esitada ligikaudselt. Horisontaaltarindite modelleerimisel kasutatakse lihtsat sobitatavat geomeetriat.

Selgitus

Ruumiobjektide mudeli erijuhuks on mudel, mis sisaldab üksnes ruume. Niisugust mudelit saab kasutada projekti varastes staadiumites eskiisi loomise abivahendina ja ruumiaruannete loomiseks (otse mudelist). Seda lihtsat mudelit täiendatakse sageli mitmesuguste tasapinnaliste komponentidega, mis projekti hilisemates staadiumites asendatakse seinte ja muude ehitise osadega. Veel üks erijuht on ruumirühma infomudel, mille puhul üks ruum esindab mitut ruumi.

Projekti väljatöötamisel saab ruumiobjektide mudelist ehitise infomudeli osa. Infomudeli keerukamaks muutumisega kaasneb aga sageli erineva analüüsitarkvara ühilduvuse problemaatiliseks või isegi võimatuks muutumine. Sel juhul võib osutuda vajalikuks luua ehitise infomudeli lihtsustatud versioon, millel on ruumiobjektide mudeliga sarnased atribuudid. Rahvusvaheliste mudelprojekteerimise avatud standardite väljatöötaja BuildingSMART ja tarkvaramüüjad töötavad praegu tuvastatud kasutusjuhtude kallal, püüdes täiustada modelleerimistehnoloogiat selliselt, et erinevaks otstarbeks vajalikke andmeid saaks edastada otse modelleerimistarkvarast ilma lisatöö vajaduseta.

Isegi kui füüsiline ruum on üksainus objekt, tuleb kasutusotstarbest lähtuvad pinnad jaotada nende funktsioonide järgi (näiteks töökoht ja koridor). Ruumid ei tohi kindlasti kattuda, selle reegli ainsaks erandiks on ruumiobjektid, mis esindavad tervikut, näiteks korrusetasandi pind või kogupind. Modelleerida tuleb kõik ruumid pindalaga üle 0,5 m².

Selgitus

Arhitektuurses ruumiobjektide mudelis rühmitatakse ruumid tavaliselt erinevateks rühmadeks, näiteks tuletõkkesektsioonideks, korteriteks ja osakondadeks. See tähendab, et üks ja sama ruum võib kuuluda mitmesse erinevasse ruumirühma. Arhitekt ei modelleeri konstruktsioonilisi jaotusi ega ehitise teenindustsoone.

Mehaaniliste süsteemide ruumivajadusi saab uurida eelprojekti staadiumis, kasutades selleks ruumiobjekte. Nende ruumide jaoks määravad mõõtmed ja liigi tehnosüsteemide ning elektriinsenerid ja need modelleeritakse arhitektuurses mudelis. Selles korras tuleb kokku leppida iga projekti puhul eraldi.

5.3.2 Ruumiobjektide modelleerimine

Ruumiobjektide (s.t ruumide) mahud modelleeritakse modelleerimise tarkvara ruumi- või tsoonitööriista abil. Ruum on kolmemõõtmeline objekt, mida piiravad seda ümbritsevad seinad, lagi ja põrand. Kui nende ümbritsevate elementide suurus või asukoht muutub, tuleb kõiki seotud ruumiobjekte vastavalt uuendada. Ruumi kõrgust mõõdetakse alates põrandaviimistluse ülapinnast kuni ülemise plaadi alumise pinnani. Juhul, kui ruumi geomeetriline vorm ei saa järgida põranda või ülemise plaadi kuju, modelleeritakse ruumiobjekt selliselt, et selle ruumala vastaks tegelikule ruumile. Lisaks tuleb kasutatud modelleerimismeetod dokumenteerida infomudeli kaaskirjas. Mudelipõhiste simulatsioonitööde jaoks on vajalik, et ruumid oleksid ümbritsevate komponentidega kokkusobivad. Tavaliselt saab selle saavutada niisuguste modelleerimistööriistade abil, mis loovad ruumobjekti automaatselt ümbritsevate komponentide põhjal.

Selgitus

Simulatsiooni otstarbel modelleeritakse mitme korruse kõrgused ruumid tavaliselt hoone igal

tasandil eraldi ruumidena. Niisugustel juhtudel tuleb ülemistel korrustel paiknevate ruumide nimeks anda näiteks „Koridori ülaosa" ja määrata neile alumise ruumiga sama number. Sektsioonide puhul peavad ruumid ulatuma üksteiseni, nii et nende vahele ei jääks tühemikke. Et simulatsioonitarkvara on erinev ja pidevalt areneb, on soovitatav ruumiobjektide modelleerimise meetodit iga projekti puhul kontrollida ja selles kokku leppida. Tuleb hoiduda ruumide tarbetust tükeldamisest, sest see muudab keerukaks ruumiobjektide mudelite muul otstarbel kasutamise.

5.3.3 Ruumide ja ruumirühmade jaoks nõutav informatsioon

Mudelipõhisest protsessist kasusaamiseks on oluline kasutada ruumiteavet järjekindlalt ja hoolikalt. Ruumiandmeid kasutatakse mitmel otstarbel, näiteks pindalapõhiseks kuluarvutuseks, projekti ja ruumiprogrammi võrdlemiseks, energia-analüüsiks ning ehitise haldamisega seotud rakendusteks.

Ruumiobjektiga seotud teabe korral on miinimumnõue ruumitunnuse ja kasutusotstarbe üleviimine IFC-formaati. Tingimusel, et ruumitunnust kasutatakse järjekindlalt, saab geomeetriliste vormide alusel arvutada põrandapindala ja hiljem kanda andmebaasi muud ruumiga seotud andmed.

Mõistet „ruumitunnus" võib kasutada ka ruumi numbri tähenduses, isegi juhul, kui numbri osana kasutatakse tähti ja erimärke. On nõutav, et iga ruumi tuvastaks ruumitunnus.

Selgitus

Projekti algstaadiumites võib mudelites olla mitmel ruumiobjektil ühine ruumitunnus (nt 2.14), kui nende kohta kehtivad ühesugused nõuded. Projekti hilisemates staadiumites peavad tunnused aga olema ainulaadsed (nt 2.14.05), sest need seostatakse ruumi paigaldatavate seadmete, varustuse ja sisseseadega. Arhitekt peab kasutama numeratsiooni, mis määratakse ruumiprogrammis ajal, mil ruum infomudelisse kantakse.

Alltoodud tabelis on esitatud näide selle kohta, kuidas on võimalik määrata ruumitunnus, nii et see hõlmaks kasutajat, nõuete ruumitunnust ja ainulaadset tunnust.

Kasutaja	Nõuete ruumitunnus	Ainulaadne tunnus	Ruumitunnus	Asukoht
11	10	23	11.10.23	A3109
12	20	4	12.20.04	B2018

Alltoodud tabelis on esitatud näide selle põhimõtte rakendamise kohta elamispinna projekteerimisel.

Hoone või trepikoda	Korterinumber	Ainulaadne ruumitunnus	Ruumitunnus	Alternatiivne kuva
A	30	MH1	A.30.MH1	A30MH1

<u>Ruumi asukoht:</u> ruumi asukohateave on vajalik projekteerimise ja ehitamise ajal ning seda kasutatakse ruumitunnusega paralleelselt. Kui kasutusel on üksnes asukohapõhine number, võib see olla eksitav, sest projekteerimise käigus võidakse ruum ühelt korruselt teisele üle viia. Ruumi numbri muutumisel tuleb vastavalt muuta ka ruumiga seotud mööbli, seadmete jms nummerdust. Mööbel ja seadmed tuleb esmajoones siduda ruumitunnusega.

Selgitus

Mitte hiljem kui teostusmudelis nummerdatakse ruumid asjakohasel meetodil, mille aluseks on tavaliselt asukoht (A3201). Kui kasutatav tarkvara ei toeta rohkem kui ühte tunnust ühe ruumi kohta, on miinimumnõudeks tabel, kus on võimalik ruumitunnuseid üksteisega siduda, et ruumi saaks üheselt tuvastada. Ruumitunnuse ja ruumi numbri võib ka ühel ja samal andmeväljal ühendada (02.14.05-A3201), kuid selle tulemusel muutub silt üsna pikaks.

<u>Ruumi funktsioon:</u> omadus, mis kirjeldab ruumi kasutusotstarvet. Seda teavet kasutatakse ruumipõhiseks kuluarvutuseks ja see võib olla kasulik hoone süsteemiinseneridele simulatsioonide tegemiseks. Ruumi funktsiooni atribuudi saab siduda ruumi tehnilise tüübiga,

mida saab kirjeldada näiteks ventilatsiooni ja elektrikontaktide arvuna ühe inimese, ruutmeetri või tööjaama kohta.

Ruumi nimi: ruumi kirjeldav nimi, näiteks „Personalijuht".

Kasutaja: ruumi teadaoleva kasutajaorganisatsiooni saab määrata ruumiprogrammis, kuid seda teavet ei pea salvestama mudelisse, kui ei ole teisiti kokku lepitud. Teabe kasutaja kohta võib lisada ülaltoodud tabelis esitatud ruumitunnusesse.

Puhaspind: tarkvara genereerib ruumi geomeetrilise vormi alusel automaatselt korruse puhaspinna ja -mahu. Tarkvara uuendab seda teavet iga kord, kui ruumi geomeetria muutub.

Ruumi brutopind: see tuleb arvutada või genereerida ehitusasutuste antud juhendite ja arvutusreeglite kohaselt, mis võivad riigiti erineda. Et on olemas vähe programme, mis suudavad selle teabe automaatselt genereerida, tuleb seda välja sageli käsitsi uuendada.

5.3.4 Ruumide versioonihaldus

Projekti muudatuste haldamiseks peavad tunnused jääma projekteerimise käigus kogu aeg samaks. Ruumiobjektide asendamisest mudelis tuleb hoiduda, sest sel juhul läheb kaduma sisemine IFC-tunnus (teise nimega GUID, Global Unique ID). Seda probleemi on võimalik vältida ruumitunnuste süstemaatilise kasutamisega, sest siis on ruumi tuvastamine võimalik isegi GUID puudumisel. Asukohapõhist ruumimahu või ruumi numbrit võib vajaduse korral muuta tingimusel, et see ei ole seotud ruumi kirjelduse, seadmete ega mööbli kohta käiva teabega.

5.3.5 Pindade ja mahtude määramine

Kolmemõõtmelised ruumid, ruumirühmad ja nende ruumalad modelleeritakse ruumi- või tsoonitööriistade abil selliselt, et nende geomeetrilist vormi saab kasutada pindalade ja ruumalade automaatseks arvutamiseks

Selgitus

Ruumi pindala ja ruumala leidmisel tuleb arvesse võtta kõiki hoone osi, mida ruumi pind peab normdokumentide reeglite kohaselt hõlmama.

Projekteerija kohustuseks on tagada, et projekti ametlikes dokumentides esitatud pindalad vastaksid ehituskoodeksi juhistele, isegi juhul, kui modelleerimistarkvara seda ei toeta.

Kui ruumiobjektide või ruumirühma mudel modelleeritakse ilma vaheseinteta, siis peab ruumi pindala vaikimisi arvestama ka seinte paksust või peavad ruumid olema paigutatud üksteisest hinnangulisele seina kaugusele. Valitud kontseptsioon tuleb dokumenteerida mudeli kaaskirjas.

Olenevalt tarkvarast modelleeritakse põhimudelisse või eraldi faili allnimetatud pinnad ja mahud.

Ruumiobjekti netopind

Igal üksikruumil on netopinna piir, mida ümbritsevad seinte sisepinnad, ja millest on välja arvatud postid, kandeseinad ja korstna pindala. Soovitatav on kasutada tööriista, mis genereerib ruumobjekti automaatselt seda piiravate objektide alusel.

Ruumiobjekti brutopind

Ruumiobjekti brutopind modelleeritakse hoone igale korrusele ja selle kõrguseks on korruse kõrgus alates põrandaviimistluse ülapinnast kuni järgmise korruse põrandaviimistluse ülapinnani. Selle välispiir on välisseinte välispinnaga sama. Seda kasutatakse nii analüüsiks, oluliste näitajate arvutamiseks kui ka puuduvate või kattuvate ruumide leidmiseks. Enamikul juhtudel tuleb see genereerida käsitsi.

Muud pinnad

Muud pinnad, mis tuleb mudelisse lisada, määrab klient või need määratakse hankelepingus. Muude pindade määramisel tuleb võtta arvesse, et osa pindadest, näiteks korterid ja osakonnad võivad olla täpselt ühesugused ning seetõttu on projektis nõutav ainut üks neist. Korrusepinnad, tuletõkkesektsioonid, korterid ja muud võimalikud asjakohased pinnad modelleeritakse tarkvara vastavate tööriistade abil. Kattuvad ruumid tuleb üksteisest eraldada kas kihtide abil või eraldi failideks jagamise teel.

Maht (ruumid, ruumirühmad ja brutopind)

Mahuteabe määrab ruumi geomeetriline vorm ja see tuleb samuti viia IFC-formaati. Ruumimahud peavad vastama ruumi kõrgusele, mõõdetuna viimistletud põranda ülapinnast kuni ülemise plaadi alapinnani või mõnel juhul lae alapinnani. Kasutatud modelleerimismeetod tuleb dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.

Hoone kogumahtu ja -pinda väljendab „Kogupindade ja -mahtude kogum". Seda teavet kasutatakse koos muude projektipõhiste analüüsidega näiteks mahu- ja hinnaarvutustel ning ehitusloa hankimise käigus.

5.3.6 Andmevahetus

Arhitekt peab esitama ruumiobjektid koos numbri, kasutusotstarbe, pinna ja mahuga nii tarkvara originaalformaadis kui ka IFC-formaadis.

Olenevalt kasutatud tarkvarast võib olla võimalik eksportida ruumiteavet arvutustabeli või andmebaasina. Erinevate projektivariantide ja -staadiumite võrdlemiseks tuleb need andmed seostada ruumiprogrammiga.

RUUMIOBJEKTIDE MUDEL
Lähteandmed: • esialgne ruumiprogramm (omanik); • hoone energiatõhususeesmärgid (omanik); • konstruktsioonielementide soojusjuhtivusteguri kindlaksmääramine (ehitusinsener).
Mudeli sisu ja nõudeid vt. 6. osa
Märkused: • Tuleb uurida kasutatavate tarkvararakenduste vahelist andmevahetust. • Kui mudelit ei ole kavas kasutada simulatsioonideks, ei ole aknad selles staadiumis kohustuslikud.
Mudelist tulenevad eelised on järgmised: • esialgsed ehitusmahud; • ruumiprogramm; • üldine pinna- ja mahuteave; • ruumide rühmitamine; • algne mudel simulatsioonide jaoks; • visualiseeringud; • maa-ala planeerimis- ja mahumudelid.

5.4 Eelprojekt

Eelprojekti staadiumis arendatakse alternatiive edasi. Vaikimisi on infomudeli täpsus 1. tasemel, kuid spetsiifiliste ehitisosade puhul võib selle projekti vajaduste täitmiseks tõsta 2. tasemele. Eelprojekteerimise staadiumi eesmärgiks on kindel projektlahendus, kuid mõnel juhul võib see ikkagi sisaldada mitmesuguseid alternatiivseid ruumipaigutusi.

Ehitise osade mudel koosneb standardosadest nagu seinad, plaadid, trepid, aknad ja uksed. Euroopa Kool Soomes Helsinkis. Senate Properties, ISS Suunnittelupalvelut Oy.

5.4.1 Ehitise osade mudel

Nimele vastavalt hõlmab ehitise osade mudel lisaks ruumidele ehitise elemente. Ehitise osade mudel on mõõtmeliselt täpne infomudel, mis vastab 1. osas „Üldnõuded" kirjeldatud nõuetele.

Kui ehitise osade mudel avaldatakse staadiumis, kus ei ole veel määratud kogu ehitise osade tüübiteave, kasutatakse määramata osade nimetamiseks Talo 2000 kodeeringut.

Ehitise iga korrus modelleeritakse tavaliselt eraldi mudeli osana nii, et mitme korruse kõrgused seinad ja ruumid tükeldatakse korruse kõrgusele vastavaks.

5.4.2 Ehitise osade mudel eelprojekti staadiumi ajal

Ehitusloa taotlemiseks vajalikud joonised luuakse ehitise osade mudeli alusel. Ehitusloa joonised ja muud dokumendid peavad vastama kehtestatud standardite täpsusastmele ja sisule isegi juhul, kui vastav informatsioon ei ole mudelis nõutav.

Eelprojekti staadiumis võib ehitise osade mudel olla vähem detailne järgmistest seisukohtadest:

- Mudeli komponentide modelleerimisel võib kasutada nimimõõtmeid, mitte tegelikke paigaldusmõõtmeid. Ehitise osade lõpliku mudeli puhul on siiski nõutavad tegelikud mõõtmed, näiteks akna- ja ukseavade omad. Mõnikord on juba selles staadiumis kasulik rakendada avade tegelikke mõõtmeid, kui need on teada. Kasutatud modelleerimismeetod tuleb dokumenteerida infomudeli kaaskirjas.
- Ruumipindade pinnamaterjali teave ei ole nõutav.
- Akende ja uste tegelik tüüp ning paigaldusteave ei ole nõutavad, kuid peab olema võimalik tuvastada funktsiooniteavet ja erinõudeid (nt tuletõkkeuks).
- Teenindus- ja juurdepääsusildade modelleerimine ei ole nõutav.
- Teenindusluukide modelleerimine ei ole nõutav.
- Ehitise osade esialgsed tüübid tuleb määrata ja neid mudelis kasutada. Välisseinad, kandvad siseseinad ja vaheseinad tuleb üksteisest eraldada. Hoone osade ja nende otstarbe tuvastamiseks on soovitatav kasutada mõnda klassifikatsiooni, näiteks Talo 2000 nimestikku.

Peale ülalkirjeldatud erandite on ehitise osade modelleerimise nõuded samad, mis põhiprojekti staadiumis.

5.5 Põhiprojekti staadium

Põhiprojekti staadiumis arendatakse projekti edasi eesmärgiga täita ehitusstaadiumi nõuded. Algse infomudeli täpsusaste on olenevalt projektist 1. või 2. tasemel, kuid ehitise teatud osade jaoks võidakse täpsust tõsta 3. tasemeni. Projektides, mille puhul töövõtja ei ole selles staadiumis veel valitud, võib 3. taseme saavutamine olla võimatu või vähemalt nõuda ehitusstaadiumis lisatööd.

Põhiprojekti staadiumis lisatakse üldiste tunnustega tehnosüsteemid ja tehnoloogilised seadmed.

5.5.1 Ehitise osade mudel põhiprojekti staadiumis

Ehitise osade lõplik infomudel viiakse tavaliselt lõpule pakkumise ja põhiprojekti staadiumis. Kõik mudelis sisalduvad ehitise osad kirjeldatakse samade tüüpide abil, mis on määratletud ehitusspetsifikatsioonis. Kui ei ole teisiti kokku lepitud, ei ole tooteinfo nõutav.

5.5.2 Ehitise osade modelleerimine

Seinad

Seinad modelleeritakse seinatööriista abil. Seinad modelleeritakse alates viimistletud põranda ülapinnast kuni ülemise plaadi aluspinnani, välja jäetakse välisseinad ja muud mitme korruse kõrgused seinad, mis tükeldatakse korruse kaupa. Need peaksid ulatuma esmajoones põranda viimistlusest kuni järgmise korruse viimistletud kõrguseni. Üldjuhul hõlmab seinatarind kõiki alamkomponente (2. tase). On võimalik kokku leppida, et seinad tükeldatakse osadeks, mis seejärel modelleeritakse eraldi (3. tase). Sageli on 3. taseme modelleerimismeetod seotud eriolukordadega, näiteks akustiliselt keerukate tarindite, ainulaadsete vajadustega ehitisetüüpidega või ebatavaliste konstruktsiooniliste lahendustega.

Arhitekt peab tüübiteabe abil selgelt eristama sise- ja välisseinu ning see tüübiteave tuleb salvestada ka IFC-formaati.

Seinad peavad olema ühendatud seinte ja ruumidega, mida need piiravad. Kui modelleeritud on õigesti -- ilma tühemiketa seina- ja ruumiosade vahel -- loob projekteerimistarkvara need seosed tavaliselt automaatselt. Mudeli kvaliteeti saab enne mudelite avaldamist kontrollida kvaliteedi tagamise tarkvara abil.

Selgitus

Üldiselt modelleeritakse mitme korruse kõrgused seinad iga hoone korruse jaoks eraldi, kuid projekti iseloom ja mudeli kasutusotstarve võivad siiski nõuda teistsugust lähenemist. Osa tarkvarast toetab IFC-formaati eksportimisel isegi mudeli automaatset korruse kaupa tükeldamist. Tükeldamine ei ole kõigil juhtudel asjakohane, sest korruse piiridest üles- või allapoole ulatuvad seinad võivad jaotuda ebaloogiliselt ja konkreetse korruse mahud võivad olla ebatäpsed.

Uksed ja aknad

Uksed ja aknad modelleeritakse tarkvara vastavate tööriistade abil. Lisaks paigaldustarvikute ja suluste teabele tuleb lisada ka ukse või akna tüüp. . Paigaldustarvikud ja sulused võib mudelis esitada komponendi ühe koodi abil. Tarvikute üksikasjaliku kirjelduse võib esitada näiteks eraldi tabelina tingimusel, et selle saab siduda mudelielemendis antud koodiga. Meetod ja kasutatud kodeering tuleb kirjeldada mudeli kaaskirjas.

Selgitus

Enamasti saab uksetööriista kasutada ka muud tüüpi avade modelleerimiseks. Sel juhul tuleb jälgida, et ava ei tõlgendataks kogemata tavalise uksena. Uks tuleb alati paigutada seina sisse ega tohi ulatuda seinast väljapoole. Uks tuleb seostada seinaga, milles see paikneb.

Põhiprojekti staadiumis modelleeritakse aknad ja uksed selliselt, et ukseava üldmõõtmed (nt avade mõõtmed hõlmavad ka paigaldusvahesid.

Selgitus

Kui tarkvara võimaldab, on soovitatav luua ukse- ja aknaosad selliselt, et sisestatakse nimimõõtmed, kuid mudelis esitatud tegelikud mõõtmed hõlmavad ka avasid. Raami mõõtmed võib lisada mudeliobjekti või lisateabena akna või ukse atribuutidesse. Kasutatud meetodid ja atribuudid tuleb dokumenteerida mudeli kaaskirjas.

Uksed ja aknad tuleb siduda mingi ruumiga. Enamasti tuleb ruumobjekti uue akna või ukse lisamisel värskendada. Ruumobjekti loomisel või värskendamisel genereerib tarkvara ühendused ruumi piiridega (seinte ja avadega) tavaliselt automaatselt.

Klaasseinad ja muud klaasfassaadid

Kui mudel sisaldab klaasseinu või -fassaade, mis koosnevad täielikult akendest või ustest, tuleb esimesena modelleerida laussein (niinimetatud peasein) ja seejärel lisada aknad ja uksed, mis moodustavad klaasseina. Erilist tähelepanu tuleb pöörata asjaolule, et peaseina ja sellega ühendatud seinte vahele ei jääks tühemikke.

Kui seinad tükeldatakse korruse kaupa ja aknad ulatuvad üle mitme korruse, tuleb tagada, et igal korrusel oleks olemas vastavad aknaavad ja aknad ning avad oleks seotud vastavate ruumidega.

Selgitus

Kui klaasseinad modelleeritakse tarkvara tööriistade abil, peavad need õigesti IFC-formaati üle kanduma. Et klaasseinad võivad IFC-andmevahetusel ja mudeli edasisel kasutamisel probleeme põhjustada, tuleb nende kasutamine mudeli kaaskirjas põhjalikult dokumenteerida.

Plaadid

Vundamendi-, põranda- ja katuseplaadid modelleeritakse tarkvara vastavate tööriistade abil. Kui tööriista modelleerimisomadused on ebapiisavad (näiteks ei suuda tööriist toime tulla vabavormiliste kolmemõõtmeliste plaatidega), võib plaadi asendada üldise mudeliobjektiga. Sel juhul tuleb plaadi otstarve ja liik esitada nime, kihi vms abil. Põrandakaldeid (näiteks niisuguseid, kus on vee otsevool vannitoa põranda äravooluava suunas) tavaliselt ei modelleerita.

Selgitus

Arhitektuuris levivad üha enam vabavormilised kujud ja erinevad katuselahendused, mis on mudelprojekteerimisel täiendavaks väljakutseks. Ehkki IFC-formaat toetab keerukate geomeetriliste vormide vahetust üldiselt väga hästi, võivad probleemid ilmneda siis, kui tarkvara üritab IFC-formaadi põhiseid andmeid kasutada. Keerukad vormid võivad nõuda alternatiivseid modelleerimiskontseptsioone, milles tuleb kokku leppida iga projekti puhul eraldi. Lisaks ei saa nende elementide mahuarvutusi teha üksnes pinna ja mahu alusel, vaid on vaja spetsialisti tõlgendust.

Plaadi ja seina ühenduskoht tuleb modelleerida selliselt, et need ei kattuks ja nende vahele ei jääks vahet. See tagab mahu- ja hinnaarvutluse kooskõlalisuse. Kui konkreetse projekti puhul ei ole teisiti kokku lepitud, tuleb põrandaplaadid ühitada välisseinte sisepinnaga.

Selgitus

Plaadiga seotud soojusisolatsioon modelleeritakse tavaliselt plaadi osana, kuid erijuhtudel võib selle modelleerida eraldi ehitise osadena, kasutades plaaditööriista. Kui projekti puhul ei ole teisiti kokku lepitud, esitatakse olulised mahukad heliisolatsiooni materjalid arhitektuurses mudelis.

Talad ja postid

Talad modelleeritakse tarkvara vastava talatööriista abil. Kui tööriista modelleerimisomadused on ebapiisavad (näiteks ei suuda tööriist toime tulla kaldu paigutatud või viltulõigatud taladega), võib tala asendada üldise mudeliobjektiga. Sel juhul tuleb tala otstarve ja liik esitada nime, kihi vms abil.

Postid modelleeritakse tarkvara vastava postitööriista abil. Kui tööriista modelleerimisomadused on ebapiisavad (näiteks ei suuda tööriist toime tulla postiga, mille ristlõike kuju muutub), võib posti asendada üldise geomeetrilise objektiga (Toimetaja märkus: nt. luuakse Revitis „model in place“ käsuga). Sel juhul tuleb posti otstarve ja liik esitada nime, kihi vms abil.

Selgitus

Tavaliselt ei tehta talade ja postide mahuarvutusi arhitektuurse mudeli alusel, seega ei ole absoluutselt õige modelleerimismeetodi järgimine kohustuslik. Sageli ei ole arhitektil isegi vajalikku teavet talade ja postide ehituslike mõõtmete kohta ega selle kohta, kuidas need on seotud muude tarinditega. Sellise olukorra võib lahendada näiteks nii, et arhitektuurses mudelis modelleeritakse üksnes tala nähtav osa. Kui on olemas konstruktsioonide mudel, tuleb projekteerimisvigade ärahoidmiseks kontrollida talade mõõtmeid.

Postide kõrgused modelleeritakse arhitektuurses mudelis sarnaselt ruumidega, s.t alates põrandaviimistlusest kuni ülemise plaadi alumise küljeni. Postide kattumine plaatidega võib

põhjustada kvaliteedikontrollil tarbetuid veateateid. Kui post paikneb mitme korruse kõrguses ruumis, tükeldatakse niisugune post korruste kaupa ja modelleeritakse sarnaselt välisseintega. Mõnel juhul võib olla mõttekam modelleerida mitme korruse kõrgused postid ühes tükis. Osaliselt seina sees paiknevad postid võivad seinaga kattuda ja posti alla jäävat seina ei ole vaja tükeldada. Pilastrid võib modelleerida kas posti- või seinatööriistaga.

Trepid

Trepid modelleeritakse trepitööriistaga, hoone iga korruse jaoks eraldi. Vajaduse korral võib mademed modelleerida plaatidena.

Selgitus

Suurema osa modelleerimistarkvara jaoks on trepid endiselt komistuskiviks, sest mudeli täpsus ja plaanvaate esitamine joonestamisreeglite kohaselt on nõudlik kombinatsioon. Mahuarvutuste tegemiseks tuleb trepi eri osade tõlgendamisel rakendada projekteerimiseks kasutatavat tarkvara. Arvutustel võib aga kasulik olla erinevate trepitüüpide koguarv, seetõttu on oluline, et treppidele määrataks tüübikood nagu seintele ja muudele ehitise osadelegi.

Muud ehitise osad

Topeltfassaadid (nt seina kattev võre või klaas) modelleeritakse tegelikust seinast eraldi tarinditena seinte ja klaasseinte jaoks kehtestatud modelleerimisnõuete kohaselt.

Sokli- ja vundamendiseinad modelleeritakse seinatööriista abil ning tüüp või nimi peab tagama nende eristumise tavaseintest. Vundamente ei ole arhitektuurses mudelis üldiselt vaja modelleerida.

Teenindus- ja juurdepääsusillad modelleeritakse plaaditööriista või muude modelleerimistööriistade abil koos nõutava tuvastamisteabega (nimi või klassifikatsioon).

Šahtid, mille pindala ületab 0,5 m², modelleeritakse seintega ümbritsetud ruumidena samuti nagu muud ruumid, ja neil võib olla hooldusluuk või uks.

Laed modelleeritakse lae- või plaaditööriista abil. Muudest plaatidest ja plaaditaolistest ehitise osadest eristamiseks peab neil olema tunnus (nimi või kood). Laetarind ja lae katteplaat modelleeritakse enamasti ühes tükis (2. tase), mille paksuseks on nende ühendatud kogupaksus. Ripplae sõrestikku (3. tase) ega laetugesid üldiselt ei modelleerita.

Seadmed ja varustus modelleeritakse tarkvara vastava tööriista abil. Nende tuvastamisteave peab sisaldama tüüpi (nime või koodi). Mööbel tuleb korraldada loogiliselt klassifikatsiooni või kihtide abil, nii et seda oleks võimalik pakkumisel kasutada või vajaduse korral IFC-formaati eksportimisel välja jätta.

Varikatused modelleeritakse seina-, plaadi ja ruumitööriista abil. Mööbel, sisseseade ja varustus modelleeritakse samuti kui mujal.

Kõik ehitise osad, mille tüüp erineb siin loetletutest, tuleb modelleerida eraldi komponentidena ning tuvastamiseks selgelt nime või klassifikaatori abil tähistada.

5.5.3 Ruum ehitise osade mudelis

Ruumiobjektide mudelis sisalduvad ruumid tuleb säilitada ka ehitise osade mudelis ja neid vajaduse korral muuta. Mingi ruumobjekti eemaldamisel ja asendamisel läheb kaduma selle ruumi ainulaadne tunnus (GUID). Seetõttu tuleks hoiduda ruumiobjektide tarbetust eemaldamisest ja uuesti modelleerimisest, kui see ei ole tingimata vajalik (näiteks muutub täielikult ruumide järjestus või paigutus). Mudelist saadud ruumiteavet kasutatakse ruumi kirjelduses.

Selgitus

Infomudeli objektidega tuleb ruumitunnuse ja ruumi nime abil siduda nii ruumidega seotud materjaliteave kui ka ruumiprogrammid ja aruanded. Alusteabe saab salvestada kas ruumobjekti enda atribuudiväljadele või eraldi välisesse tabelisse või andmebaasi. Kasutatud meetod, atribuudiväljad, tabeli või andmebaasi nimi ja kuju tuleb dokumenteerida mudeli kaaskirjas.

EHITISE OSADE MUDEL	
Lähteandmed (ja vastutav projektiosaline): • Lõplik ruumiprogramm (omanik) • Hoone energiatõhususe eesmärgid (omanik) • Konstruktsioonielementide soojusjuhtivusteguri kindlaksmääramine (ehitusinsener) • Tarinditüübid ja kodeering (ehitusinsener) • Energiasimulatsiooni tulemused (tehnosüsteemide insener) • Ruuminõuded hoone teeninduskomponentide jaoks (tehnosüsteemide ja elektriinsener)	
Mudeli sisu ja nõudeid vt. 6. osa	
Märkused: • Projekteerimise käigus täiendatakse mudelit vastavalt projekteerimise edenemisele. • Tuleb uurida kasutatavate tarkvararakenduste vahelist andmevahetust.	
Mudelist tulenevad eelised: • mahud akende, uste ja muude ehitisosade jaoks; • ruumiprogrammid; • kogupinnad ja -mahud; • ruumide rühmitamine; • mudel simulatsioonide jaoks; • visualiseeringud; • maa-ala planeerimis- ja mahumudelid; • pakkumise abimaterjal (ruumilised mudelid vaatamiseks); • vastuolude kontroll; • ehituse esialgne planeerimine.	Tasapinnalised joonised ja skeemid: • üldjoonised; • detailsed joonised; • plaanid; • lõiked; • vaated

5.6 Ehitus

Ehituse järelevalve tagab lepingu nõuetekohase täitmise ja eesmärkidele vastava lõpptulemuse ning vajalikud kasutus- ja hooldusvõimalused.

5.6.1 Mudelid ehitamisel

Ehitusplatsil kasutatakse mudelit tööjuhtimisel ja ajagraafiku järgimisel. Arhitektuurselt mudelilt ehitusstaadiumis nõutav täpsusaste tuleb kokku leppida ehitusplatsi vajaduste kohaselt.

Selgitus

Olenevalt projektist võib täpsusastme tõstmine teiselt tasemelt kolmandale tähendada arhitektuurse mudeli loomisel suurt lisatöökoormust. On oluline leppida mudeli nõutav täpsusaste varem kokku.

Ehitusplatsil kasutatavat ehitise elementide mudelit tuleb projektimuudatustega uuendada. Olenevalt töövõtjatest võib projekteerimisel kasulik olla, kui uuringuteks kasutatakse paberkoopiate asemel infomudeleid.

Projekteerimistarkvara või erinevate mudelivaaturite abil (Solibri, Navisworks, Tekla BIMsight jne) on võimalik uurida infomudelit ekraanil reaalajas ruumilises nn läbikõndimise (walkthrough). režiimis Need programmid võimaldavad ka valitud mudelivaadete paberile printimist.

Infomudeli kasutamist ehitusplatsil kirjeldatakse üksikasjalikult 13. osas „Infomudelite

kasutamine ehitamisel”.

5.7 Vastuvõtt

5.7.1 Teostusmudel

Kui hoone on valmis, uuendatakse ehitise mudelit, et see vastaks lõppteostusele. Eesmärk on see, et lõplik infomudel kajastaks lõpptulemust „nii, nagu on ehitatud” *(„as-built”)* ja seda saaks kasutada ehitise haldamise, hoone hooldamise ja ekspluatatsiooni käigus tehtavate muudatuste alusena. Nõuded informatsioonile on samad, mis ehitise osade mudeli puhul.

5.8 Kasutusele võtmine ja haldamine

Garantiiajal jälgitakse hoone toimivust, tehakse vajalikke ülevaatusi ja vajadusel kohandatakse ning kõrvaldatakse võimalikud puudujäägid.

5.8.1 Haldusmudel

Hooldusmudelist on abi ehitiste ja kinnisvara haldamisel hoone elukaare vältel. Projekteerimisstaadiumis tehtud sisekliima simulatsioonide tulemusi saab võrrelda tegelike tingimustega. On võimalik muuta ehitise osade mudelit ja luua hoolduse jaoks eraldi mudel, mis sisaldaks ainult olulisi objekte ja teavet, sest nõuded hooldusmudelile võivad erineda projekteerimis- ja ehitusmudeli omadest.

HALDUSSMUDEL
Lähteandmed • Teostusmudel ja projektdokumentatsioon • Valmisehitis
Mudeli sisu ja nõudeid vaadake 6. osast.
Märkused • Projekteerimisel ja ehitusel kasutatud infomudel võib hoolduse jaoks olla liiga keerukas. • Simulatsioonideks ja ehitise haldamise jaoks võib vaja olla lihtsustatud mudelit. • Ruumide lõplik numeratsioon tuleb lisada kõige hiljem teostusstaadiumis.
Mudelist tulenevad eelised on järgmised: • mahud varustuse, akende, uste ja muude ehitisosade jaoks; • ruumiprogrammid, väljarenditavad alad; • kogupinnad ja -mahud; • ruumide rühmitamine; • mudel simulatsioonide jaoks; • hooldus- ja kasutusjuhendid.

6 Modelleerimisnõuded projekti erinevates staadiumites

Alljärgnevas tabelis esitatakse nõuded arhitektuurse mudeli sisule projekti erinevates staadiumites. Kohustuslikke töid tähistab K-täht, millele järgneb infomudeli soovitatav täpsusaste, seda tähistab number 1, 2 või 3. Valikulised tööd, mis tuleb määrata iga projekti puhul eraldi, on tähistatud V-tähega, millele järgneb infomudeli soovitatav täpsusaste. Projektimeeskond või ehitise omanik võib määratleda muid mudelipõhiseid funktsioone.

Arhitektuurse mudeli täpsusastmeid kirjeldatakse üksikasjalikumalt jaotises 3.3 „Infomudeli detailsusaste".

VEH = vajaduste ja eesmärkide hindamine; SP = skemaatiline projekteerimine; AP = alternatiivide projekteerimine;
PV = projekti väljatöötamine; EL = ehitusluba; DP = detailne projekteerimine, PA = pakkumine;
EH = ehitamine; ÜA = üleandmine; HO = hooldus.
K = kohustuslik; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (K1, K2, K3 = soovitatavad tasemed).
V = valikuline; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (V1, V2, V3 = soovitatavad tasemed).

Talo 2000 klassifikatsioon	VEH	SP	AP	PV	EL	DP	PA	EH	ÜA	HO
111 Maa-ala osad										
111 Pinnaseosad										
1111 Raadamised						V1	V1	V1	V1	V1
1114 Täited										
1115 Mulded										
1119 Muud pinnaseosad										
113 Katendid										
1131 Liiklemisala katendid										
1132 Parkimisala katendid										
1133 Puhke- ja mänguala katendid										
1134 Haljastus										
1139 Muude alade katendid										
114 Välisvarustus										
1141 Hoone varustus						V2	V2	V2	V2	V2
1142 Puhkeala varustus						V2	V2	V2	V2	V2
1143 Mänguala varustus						V2	V2	V2	V2	V2
1144 Välisviidad										
1149 Muu välisvarustus										
115 Välisrajatised										
1151 Õuehoidlad			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1152 Varikatused ja lehtlad				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1153 Aiad ja tugimüürid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1154 Trepid, pandused ja terrassid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1155 Peatumisrajatised						V2	V2	V2		
1159 Muud välisrajatised										

VEH = vajaduste ja eesmärkide hindamine; SP = skemaatiline projekteerimine; AP = alternatiivide projekteerimine;
PV = projekti väljatöötamine; EL = ehitusluba; DP = detailne projekteerimine, PA = pakkumus;
EH = ehitamine; ÜA = üleandmine; HO = hooldus.
K = kohustuslik; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (K1, K2, K3 = soovitatavad tasemed).
V = valikuline; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (V1, V2, V3 = soovitatavad tasemed).

Talo 2000 klassifikatsioon	VEH	SP	AP	PV	EL	DP	PA	EH	ÜA	HO
121 Hoone osad										
1211 Vundamendid										
1211 Taldmikud (konstruktiivse mudeli alusel)										
1212 Alusmüürid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1212 Alustalad										
1212 Välispinnad										
1219 Muud vundamendid										
122 Aluspõrandad										
1221 Aluspõrandaplaadid		V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1222 Aluspõranda kanalid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1222 Aluspõranda kanalid; restid, katted, luugid jne						V1	V1	V1	V1	V1
123 Karkass										
1231 Varjualuse põrandad			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1231 Varjualuse seinad			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1231 Varjualuse katusetarind			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1231 Varjualuse suletud ruum, avariiväljapääsu koridorid ja avad				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1231 Varjualuse kaitseuksed ja -luugid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1231 Varjualuse redelid ja ventilatsioonivarustus				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1231 Varjualuse kriisi- ja muu varustus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1232 Kandeseinad		V1	K1	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2
1233 Postid			V1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1234 Talad			V1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1235 Vahelaed		V1	K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1236 Katuslaed		V1	K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1237 Karkassitrepid ja -mademed		V1	V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1237 Karkassitreppide piirded				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1239 Muud karkassitarindid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
124 Fassaadid										
1241 Välisseinad			K1	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2
1242 Aknad			K1	K1	K1	K2	K2	K3	K3	K3
1242 Aknasulused ja -lukud (teave)						K2	K2	K3	K3	K3
1242 Akende piirliistud										
1243 Välisuksed			V1	K1	K1	K2	K2	K3	K3	K3
1243 Välisuste sulused ja lukud (teave)						K2	K2	K3	K3	K3
1244 Fassaadivarustus						K1	K1	K1	K1	K1
1245 Muud fassaaditarindid koos klaasseinatarinditega			V1	V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
125 Välistasandid										
1251 Rõduplaadid ja -katused			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1251 Rõdupiirded				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1251 Rõduklaasid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1252 Välised varikatused ja lehtlad				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1253 Välistasandid ja -trepid			V1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1253 Välistasandite piirded				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1253 Välistasandite klaasid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
126 Katused										
1261 Katusetarindid			K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1261 Katuselagede tuletõkkesektsioonid				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1261 Katuse käiguteed				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1261 Katuseluugid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1262 Räästatarindid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Piirdeliistud ja muud räästaosad										
1263 Katusekatted										
1263 Katuselehtrid				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1264 Katusevarustus				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1265 Klaaskatuse tarindid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1265 Klaaskatuse sulused (teave)						K2	K2	K3	K3	K3
1265 Klaaskatuse seinataoline alustarind			K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1265 Klaaskatuse hooldussillad						K1	K1	K1	K1	K1
1266 Katuseaknad ja -luugid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1266 Katuseakende ja -luukide sulused (teave)						K2	K2	K3	K3	K3
1266 Katuseakende ja -luukide seinataoline alustarind			K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2

VEH = vajaduste ja eesmärkide hindamine; SP = skemaatiline projekteerimine; AP = alternatiivide projekteerimine;
PV = projekti väljatöötamine; EL = ehitusluba; DP = detailne projekteerimine, PA = pakkumus;
EH = ehitamine; ÜA = üleandmine; HO = hooldus.
K = kohustuslik; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (K1, K2, K3 = soovitatavad tasemed).
V = valikuline; täpsusaste lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi (V1, V2, V3 = soovitatavad tasemed).

Talo 2000 klassifikatsioon	VEH	SP	AP	PV	EL	DP	PA	EH	ÜA	HO
131 Ruumi osad										
1311 Vaheseinad		V1	K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1312 Klaasvaheseinad			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1315 Vaheuksed		V1	V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1315 Vaheuste sulused ja -lukud (teave)						K2	K2	K3	K3	K3
1317 Ruumitrepid ja -mademed			V1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1317 Ruumitreppide piirded				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
132 Sisepinnad										
1321 Põrandate pinnatarindid						V1	V1	V1	V1	V1
1322 Põrandakatted										
1323 Lagede pinnatarindid				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1324 Laepinnad				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1325 Seinte pinnatarindid						V1	V1	V1	V1	V1
1326 Seinapinnad										
133 Ruumivarustus										
1331 Tavapüsisisustus				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1332 Eripüsisisustus				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1333 Varustus				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1334 Tavaseadmed				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1335 Siseviidad								V2	V2	V2
1336 Sanitaartehniline varustus				K1	K1	V2	V2	V2	V2	V2
1337 Sanitaarseadmed				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
134 Muud ruumiosad (täited)										
1341 Hooldussillad ja käiguteed koos treppide ja astmetega				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1341 Hoone karkassist eraldi asuvad hooldussildade karkassitarindid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1341 Hooldussildade piirded				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1342 Küttekolded ja suitsulõõrid				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
135 Elementruumid										
1351 Element-vannitoad										
1352 Element-külmkambrid										
1353 Element-saunad										
1354 Element-tehnoruumid										
1355 Elementlõõrid										
1359 Muud elementruumid										
91 Pinnad ja mahud										
91 Ruumiprogrammi kohased pinnad										
911 Ehitisosade ruumiprogrammi kohane pind										
9111 Maa-ala ruumiprogrammi kohane pind										
9112 Hoone ruumiprogrammi kohane pind										
9113 Ruumide ruumiprogrammi kohane pind										
912 Tehniliste elementide ruumiprogrammi kohane pind										
92 Ehitusala pinnad										
921 Ehituskrundi pind	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
922 Elamispind										
923 Hoone pind										
924 Liiklemisalade pind										
929 Muud pinnad										
93 Hoone kogupinnad										
931 Puhaspind	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2
932 Korruste kogupind	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
933 Korterite ja osakondade pind	V2	K2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
934 Ruumirühma pind	V2	K2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
935 Ruumide puhaspind	V2	V2	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2	K2
9351 1600 mm madalamate ruumiosade pinnad				V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
9361 Kandetarindite pinnad										
9362 Mittekandvate tarindite pinnad										
94 Osakonnad										
9411 Tuletõkkesektsioonide pind										
95 Mahud										
95 Hoone maht		V2	V2	V2	V2					

Asukoht:				
Aeg:				
Audiitor:				
Objekti mudel:				
Versioon:				
Mudeliversiooni kuupäev:				
Ehitise osade arhitektuurse mudeli kontrollnimekiri	Läbitud	Probleemid	Ei ole asjakohane	Märkused
Infomudeli kaaskiri				
Mudelid on kokkulepitud failiformaadis (IFC- ja muud kokkulepitud failid)				
On kasutatud kokkulepitud kihte				
Koordinaatsüsteem vastab kokkuleppele				
Mudel hõlmab korruseid				
Ehitise osad ja ruumid kuuluvad õigele korrusele				
Kokkulepitud/nõutavad ruumid ja ehitise osad on modelleeritud				
Ehitise osade modelleerimiseks on kasutatud õigeid tööriistu				
On kasutatud kokkulepitud tarinditüüpe				
Mudel ei sisalda üleliigseid ehitisosi				
Ehitise osad ei paikne mudelis üksteise sees ega esine topelt				
Mudelis ei esine ehitisosade olulist lõikumist				
Mudel sisaldab ruumide brutopinda (ja muid nõutavaid pindalasid)				
Pindasid esitavate ruumide nimed ja tüübid vastavad kokkuleppele				
On kasutatud kokkulepitud ruumitunnuseid				
Ruumid vastavad ruumide ajagraafikule				
Ruumid, seinad ja postid täidavad kogupinna				
Tehnosüsteemide jaoks on ruum reserveeritud				
Ruumide kõrgused vastavad kokkulepitud modelleerimistavale				
Ruumid on seinte ja muude osadega joondatud				
Ruumid ei lõiku omavahel				
Allkiri:				

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 4: Tehnosüsteemide projekteerimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

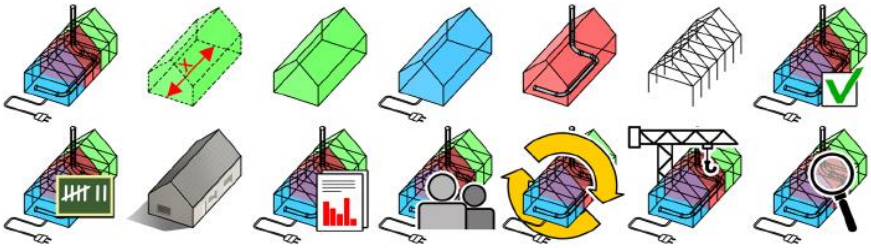
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 4: Tehnosüsteemide projekteerimine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

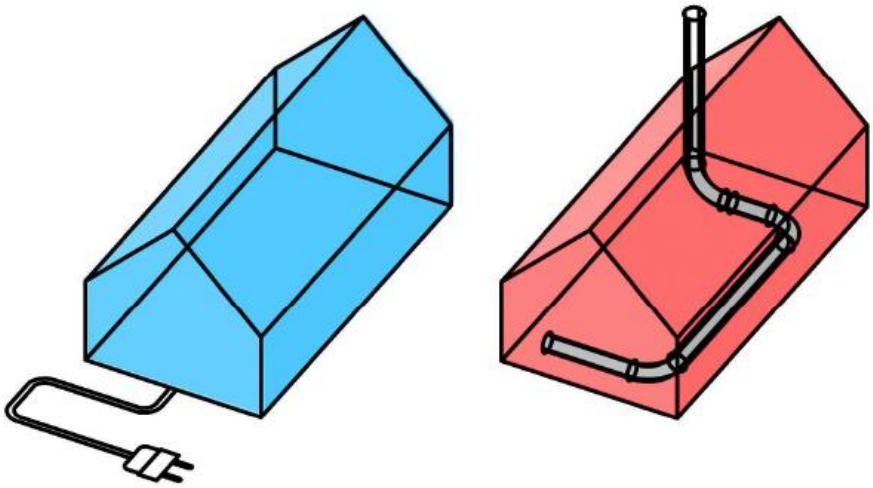
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



4. osa

Tehnosüsteemide projekteerimine

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 keeletoimetaja 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 ... 5
2 Sissejuhatus ... 6
2.1 Tehnosüsteemide projekteerimisstaadiumid ... 6
2.2 Infomudeli kaaskiri ... 7
2.3 Objektid ja andmevahetus ... 7
2.4 Mudelite nimetamine ... 7
2.4.1 IFC-mudelid ... 7
2.4.2 Osasüsteemid ... 8
2.4.3 Komponendid ja seadmed ... 9
3 Tehnosüsteemide nõuetemudel ... 10
4 Ruumivajaduse mudelid ... 13
4.1 Ruumivajadus, ruumid ... 13
4.2 Horisontaalsed tehnosüsteemid korrustel ... 13
4.3 Näidisruumid ja -alad ... 15
4.4 Teenindusalade mudelid ... 16
5 Tehnosüsteemide süsteemimudelid ... 18
5.1 Modelleerimispõhimõtted põhiprojektistaadiumis ... 18
5.1.1 Terviklikult toimivad süsteemid ... 18
5.1.2 Süsteemide jagamine osasüsteemideks ... 18
5.1.3 Realistlik modelleerimine ... 19
5.1.4 Isolatsioonide modelleerimine ... 19
5.2 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid ... 20
5.3 Ventilatsioonisüsteemid ... 20
5.4 Kütte- ja jahutussüsteemid ... 20
5.5 Tuletõrjesüsteemid ... 21
5.6 Erisüsteemid ... 21
5.7 Tasakaalustamisjoonised ... 21
6 Elektri- ja telekommunikatsiooni süsteemimudelid ... 23
6.1 Üldised modelleerimispõhimõtted põhiprojektistaadiumis ... 23
6.2 Elektrijaotusseadmed ... 23
6.3 Elektrikilbid ... 23
6.4 Kaabliteed ... 23
6.5 Valgustid ... 24
6.6 Installatsioonitarvikud ... 24
6.7 Turvasüsteemid ... 24
6.8 Ehitustöövõtu hanked ... 24
7 Automaatikapaigaldiste süsteemimudelid ... 25
8 Mudelite integreerimine ... 26
8.1 Infomudelite geomeetriline täpsus ja info sisu ... 26
8.1.1 Geomeetriline täpsus ... 26
8.1.2 Infosisu ... 28
8.2 Integreerimine koondmudeli abil ... 29
8.3 Avade projekteerimine ... 29
8.3.1 Avajooniste tegemine ... 30
8.4 Tehnosüsteemide mudelitest toodetavad mahtude loendid ... 31
8.5 Tehnosüsteemide pooltooted ... 32
9 Teostusmudel ... 33
9.1 Tehnosüsteemide info ajakohastamine töövõtja teabega ... 33
9.2 Tehnosüsteemide geomeetria uuendamine töövõtja andmetega ... 33

Lisa 1 Tehnosüsteemide mudeli modelleeritavad komponendid, infosisu ja geomeetriline täpsus erinevates projekteerimisstaadiumites 35
Lisa 2 Sanitaartehniliste võrkude modelleerimisel kasutatavad värvitoonid 43
Lisa 3 Infomudeli kaaskiri 45
Lisa 4 Infomudeli kontrollprotokoll 46

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Selles dokumendis käsitletakse tehnosüsteemide modelleerimist ja tehnosüsteemide mudelite sisu. Nõuded ei käsitle modelleerimisel kasutatavaid tööriistu ega meetodeid.

Infomudelite (BIM-i) kasutamisega püütakse tagada kontrollitud otsuste tegemine ning toetada infovahetust projekteerimisgrupi sees ning projekteerijate ja tellija vahel.

Tehnosüsteemide mudelite avaldamisel ei tohi mudelid sisaldada teiste projekteerijate mudeleid, kuigi referentsina võib neid olla kasutatud. Tehnosüsteemide infomudelid võivad sisaldada ainult tehnosüsteemide projektide objekte.

Projekteerija vastutab oma töö nõuetekohasuse ja lepingutingimuste järgimise eest. Juhendisarja „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012" 6. osas („Kvaliteedi tagamine") kirjeldatud viisil võib infomudeleid protsessi käigus kontrollida ka kolmas osaline.

Juhendisarja 4. osas („Tehnosüsteemide projekteerimine") on kirjeldatud erinevaks otstarbeks mõeldud mudelipõhiseid tegevusviise. See osa sisaldab ka viiteid tööde loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012" (*TATE-suunnittelun tehtäväluettelo 2012*) ja selle alajaotustele.

Tuleb arvesse võtta, et selles väljaandes kirjeldatud mudelprojekteerimisnõuete järgimist võib nõuda siis, kui tehnosüsteemide projekteerimistööde loendis või hinnapäringu dokumentides on see välja toodud.

2.1 Tehnosüsteemide projekteerimisstaadiumid

Tehnosüsteemide modelleerimine jaguneb kaheks staadiumiks.

1. Eskiis ja eelprojekt

Eskiisi koostamine ja eelprojekteerimine on teisi osalisi toetav projekteerimine, mille eesmärk on toota arhitektuurse ja konstruktsioonide mudeli tegemiseks piisavalt andmeid. Nende andmete saamiseks tehakse näiteks energia- ja sisekliima simulatsioone ning matemaatilisi arvutusi, mida on käsitletud käesoleva juhendisarja 9. ja 10. osas.

Tehnosüsteemide eskiisi koostamise ja eelprojekteerimise tulemus ei ole kogu ehitist hõlmav süsteemimudel, vaid selle staadiumis keskendutakse eeskätt süsteemivalikutele, teenindusaladele ja ruumivajadustele.

Eskiisi staadiumis toodetakse alternatiivseid lahendusi tehnosüsteemide projekteerimistööde loendi kohaselt. Kõigi eskiisi staadiumi jooksul tehtavate tööde puhul ei pea tingimata kasutama mudelprojekteerimist. Mudelprojekteerimise maht määratakse kindlaks projektis või hinnapäringu dokumentides.

2. Põhiprojekt

Põhiprojekti staadiumis tehakse kogu ehitist katvad süsteemimudelid.

Viide „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012" hankeinfokaardile:

- *Punkt 2.2. Projekteerimistarkvara nõue*

  Mudelprojekteerimise üldnõudeid järgitakse, kui on valitud tase 3: „Projekteerimine toimub CAD-tarkvara abil infomudelipõhiselt".

2.2 Infomudeli kaaskiri

Nõuded

Infomudeli juurde peab eel- ja põhiprojektistaadiumis ning ehitustööde ajal kuuluma dokumendipõhine kaaskiri, mis kajastab mudeli olukorda. Infomudeli kaaskirjas märgitakse, millised on modelleeritud objektid, nende täpsusaste ja infosisu.

Infomudeli kaaskirjas näidatakse ära ka mudeli tegemisel kasutatud tarkvara ja tarkvaraversioonid.

Selgitus

Infomudeli kaaskirjas märgitakse ära ka need komponendid, mida ei ole modelleeritud (näiteks ventilatsiooniseadmete kalorifeeride segamissõlmed, soojussõlme seadmed, lülitid, pistikupesad, harukarbid jne).

Infomudeli kaaskirja näidis (soovitatav sisu) on esitatud lisas 3.

2.3 Objektid ja andmevahetus

Nõuded

Kasutatav tarkvara peab olema IFC-formaadiga ühilduv. Infomudelite andmevahetus toimub IFC-andmebaaside kaudu.

Kui modelleerimisel kasutatud tarkvaras (originaalmudelis) on viiteid mudelist väljapoole jäävatele objektidele või teabele, tuleb mudeli avaldamisel esitada koos algmudeliga ka kogu vajalik viiteinfo. Viiteid puudutav teave tuleb lisada infomudeli kaaskirja.

Selgitus

IFC-andmevahetuse käigus ei edastata kõiki objekte. IFC-andmebaasi koostamise seisukohalt olulised komponendid esitatakse eelkõige modelleerimistarkvara tööriistakataloogides pakutavate objektidena või komponendi väliskujule vastavate lihtsate 3D-objektidena (ristkülik, silinder jne).

Sellised komponendid võivad olla näiteks ventilatsiooni- ja jahutusseadmed ning soojussõlmed. Need objektid tuleb teiste osalistega kokku leppida enne IFC-andmevahetuse alustamist.

3D-objekti nimetusest või atribuutandmetest peab selguma, millist seadet objekt kujutab. Kasutatavad nimetused ja atribuudid ning nende tähendus esitatakse infomudeli kaaskirjas.

2.4 Mudelite nimetamine

2.4.1 IFC-mudelid

Nõuded

Põhisüsteemid (p 5.2–5.5) salvestatakse IFC-failideks projektipõhise kokkuleppe kohaselt ja see märgitakse infomudeli kaaskirja.

IFC-andmebaaside kõrgusmärgina kasutatakse absoluutset kõrgust, järgides arhitektuurse mudeli korrusekõrguseid.

Selgitus

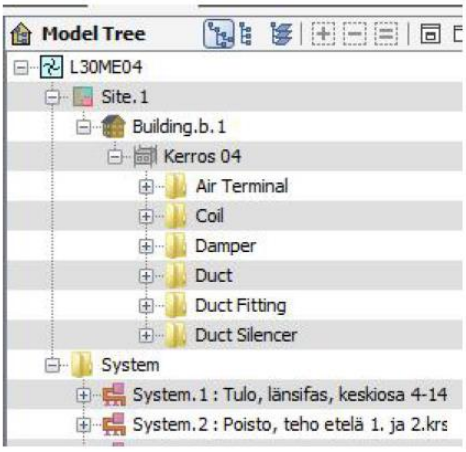
Andmebaaside nimetamisel lähtutakse tellija juhendist, kui selline juhend on olemas.

Võimalikud variandid IFC-andmebaaside loomiseks võivad olla järgmised:

1. *põhisüsteemid modelleeritakse eraldi mudelitena korruste kaupa;*
2. *põhisüsteemid ühendatakse üheks korrusepõhiseks mudeliks;*
3. *põhisüsteemidest tehakse kogu kinnistut katvad eraldi mudelid;*
4. *põhisüsteemid ühendatakse üheks kogu kinnisasja katvaks mudeliks.*

Praktikas on kõige otstarbekamaks osutunud esimene variant, sest see võimaldab hõlpsasti muudatusi teha.

Kõigi variantide puhul tuleb järgida nn IFC-hierarhiat, mis tähendab, et peab olema arusaadav, millise ehitise, korruse ja osasüsteemi objektiga on tegemist.



Joonis 2.1. Korrusepõhine ventilatsioonisüsteemi mudel. Komponendid paiknevad 4. korrusel ja on jagatud eraldi süsteemideks (osasüsteemideks).

Andmebaasi nimetus peab selgelt näitama, millise süsteemi ja millise korruse mudeliga on tegemist. Nimetustes ei tohi kasutada tühikuid, erisümboleid ega täpitähti.

Projekti käigus ei tohi IFC-andmebaaside nimetusi muuta ega lisada neisse kuupäevi.

Soovitatav on nimetada IFC-andmebaasid nii, et esimesed märgid näitaks, millise süsteemi osaga on tegemist. Lisaks on nimetuses soovitatav märkida, millise korruse süsteemimudeliga on tegemist.

Modelleerimisel on objekti kustutamise ja uue lisamise asemel soovitatav kasutada muudatuste tegemist. Muutmise korral objekti identifitseerimistunnus (GUID) tõenäoliselt säilib ja hiljem on võimalik tõendada, milliseid objekte on muudetud või millised uued objektid on mudelisse lisatud.

2.4.2 Osasüsteemid

Nõuded

Osasüsteemide nimetamisel kasutatakse elektrisüsteemide, ventilatsiooniseadmete, ventilaatorite ja tehnosüsteemide seadmetunnuseid.

Selgitus

Osasüsteemi nimetus peab selgelt näitama, millise osasüsteemiga on tegemist (näiteks „301TK01. Sissepuhe, kontorid korpus A" või „401JP01. Jahutus".

Sõltuvalt kasutatavast tarkvarast tuleb tähelepanu pöörata sellele, et nimetus saaks edastatud ka IFC-mudelisse.

Renoveerimisobjektide puhul tuleb jälgida, et uute süsteemiosade nimetused ei kattuks olemasolevate süsteemide nimetustega.

2.4.3 Komponendid ja seadmed

Nõuded

Seadmete nimetamisel lähtutakse tellija tavadest ja juhenditest.

Nende puudumise korral teeb projekteerija oma ettepaneku ning esitab selle tellijale kinnitamiseks.

Kui komponendile või seadmele antakse individuaalne tähis, tuleb see mudelis vastava komponendiga siduda.

Selgitus

Kordumatu komponendiga on tegemist näiteks siis, kui see komponent on seotud automaatjuhtimis- või andmevahetussüsteemiga. Niisugused kordumatud komponendid on automaatventiilid, õhuvooluregulaatorid, automaatsed tuletõkkeklapid ja tulekahjuandurid.

3 Tehnosüsteemide nõuetemudel

Nõuded

Tehnosüsteemide projekteerijalt eeldatakse nõuete täitmist projekteerimisstaadiumile kindlaks määratud mahus.

Tehnosüsteemide nõuete mudelit ajakohastatakse kogu projekteerimisprotsessi vältel. Projekteerimisstaadiumite lõpul hinnatakse projektide vastavust ruumidele kavandatud nõuetele.

Mudelprojekteerimise üldine miinimumnõue:

Tase 1, dokumendipõhine nõuete mudel.

Selgitus

Tehnosüsteemide projekteerimisega on seotud mitmed erinõuded, mis käsitlevad näiteks ruumide sisekliimat, elektrivarustust ja valgustustingimusi. Need võib esitada nõuete üldmudelis või lisada nende lõpliku määratlemise tehnosüsteemide projekteerija ülesannetele.

Sobiva tarkvara abil saab tehnosüsteemide projekteerija lisada need nõuded arhitekti koostatud mudelisse ja kasutada saadud mudelit, et hinnata esitatud nõuete täitmist. See teeb kavandatu tellijale, ruumide kasutajatele ja teistele projekteerijatele hanke erinevates staadiumites näitlikumaks ning nõuete täitmist on lihtsam kontrollida.

Projekteerimisstaadiumite lõpul võib algselt kavandatud nõudeid muuta, kui simulatsiooni vms protsessi (näiteks kuluanalüüsi) tulemusel selgub, et muudatused on vajalikud.

Tehnosüsteemide nõuete mudeli võib teha nii mudeli- kui dokumendipõhisena. Ka dokumendipõhist mudelit saab hiljem kasutada mudelipõhiste analüüside alusena, kuid sel juhul tuleb nõudeid käsitlevad andmed alati üle kanda manuaalselt. Kui tehnosüsteemide nõuete mudel tehakse mudelipõhisena, toimub nõudeid käsitlevate andmete edastamine infomudeli abil ja nõuete täitmist on võimalik pidevalt jälgida.

Tehnosüsteemide nõuete mudeli tegemiseks on kaks võimalust.

Tase 1. *Dokumendipõhine tehnosüsteemide nõuete mudel*

- *Valitud dokumenti (näiteks tabelarvutusprogrammi) märgitakse ruumitüübid ja neid puudutavad nõuded.*

Tase 2. *Mudelipõhine tehnosüsteemide nõuete mudel*

- *Tehnosüsteemide nõuded lisatakse ruumiobjektile kokkulepitud omadustega komplektina (IFC Property Sets) või muul viisil ruumiga seotud andmetena.*
- *Mudelipõhine nõuete mudel avaldatakse eraldi IFC-mudelina, mis hõlmab ruumiobjekte ja nendega seotud teenindusalasid (IFC zone).*

Ruumitüüpide tehnosüsteemidele esitatavate nõuete määratlemisel kasutatakse tavaliselt järgmisi näitajaid:

- *õhuvooluhulk pinnaühiku kohta;*
- *ruumitüübi soovitavad temperatuuri seadeväärtused suvel ja talvel;*
- *suhteline niiskus;*
- *ruumitüübi maksimaalne lubatud müratase;*
- *ruumitüübi õhukvaliteediklass;*
- *ruumitüübi ala-/ülerõhu tase.*

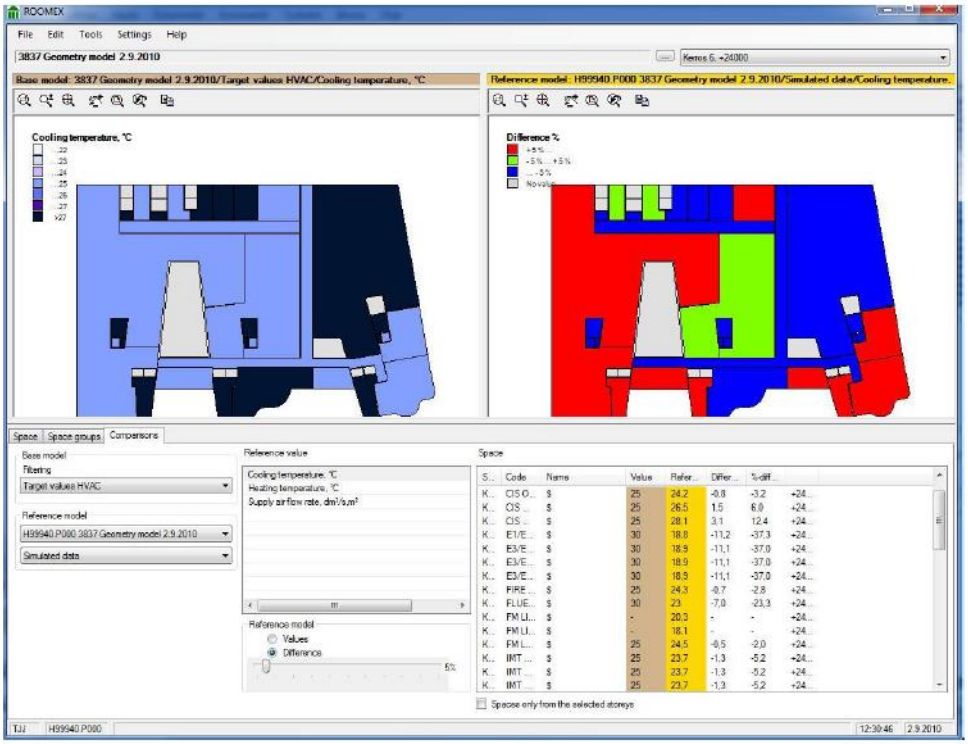
Ruumitüüpide elektrisüsteemidele esitatavate nõuete määratlemisel kasutatakse tavaliselt järgmisi näitajaid:

- *töötsooni/lähiümbruse valgustatus;*
- *valgustusviis (otsene, kaudne);*
- *valgustuse juhtimisviisid;*
- *elektrotehnilised kaitseklassid;*
- *avariitoitenõuded (UPS-võrk jms);*

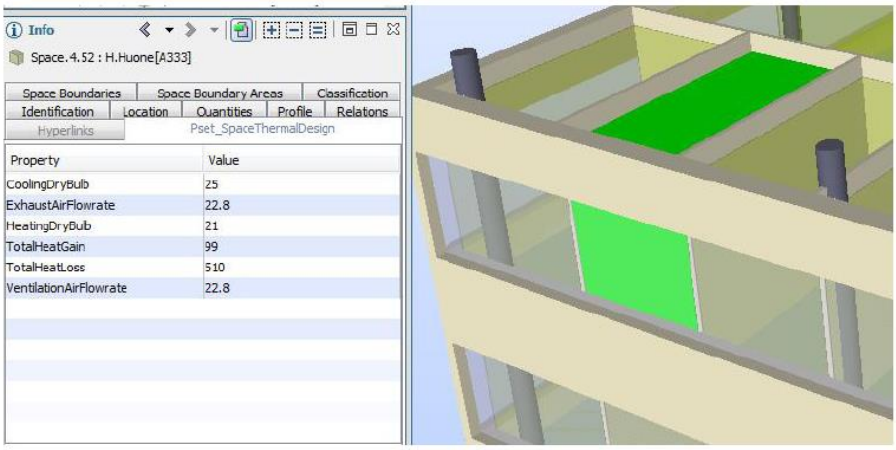
- *varustustase (elektri-, TV-, turva-, AV- jms seadmed).*

Kinnisasjale esitatavad nõuded võivad olla:

- *energiakulu (kWh/m²);*
- *roheliste hoonete sertifitseerimissüsteem (LEED/BREEAM).*



Joonis 3.1. Näide 1: mudelipõhine nõuete mudel. Vasakpoolses aknas on kavandatud suvised ruumitemperatuurid, paremapoolses aknas simulatsiooni tulemusel saadud temperatuurid. Tarkvara automaatne võrdlusrežiim märgib ruumi punaseks, kui simulatsiooniga saadud temperatuur ületab kavandatud temperatuuri üle 5%.



Joonis 3.2. Näide 2: mudelipõhine nõuete mudel. Kavandatud ruuminõuded ja simulatsioonide tulemused on kantud IFC-ruumiobjekti eraldi üksusena (omaduste kogum-andmetena).

Sisekliima tüüp	Sisetemperatuur, ºC		Suhteline niiskus, %		Õhukiirus, m/s		Min. õhuvahetus (l/s)/m^2	Müratase dB(A)	Filtriklass EU
	Suvi	Talv	Suvi	Talv	Suvi	Talv			
Puhkeruum, eri	24,0	21,0	55,0	25,0	0,20	0,14	5,0	35	8
Puhkeruum, hea	26,0	21,0	xx	xx	0,25	0,17	5,0	38	7
Puhkeruum, tava	Aa	21,0	xx	xx	0,30	0,20	5,0	38	7
Kontoriruum, eri	24,0	21,0	55,0	25,0	0,20	0,14	2,0	30	8
Kontoriruum, hea	26,0	21,0	xx	xx	0,25	0,17	1,5	33	7
Kontoriruum, tava	Aa	21,0	xx	xx	0,30	0,20	1,5	33	7
Kontori koridor, eri	24,0	21,0	55,0	25,0	0,20	0,14	1,0	33	8
Kontori koridor, hea	26,0	21,0	xx	xx	0,25	0,17	1,0	35	7
Kontori koridor, tava	Aa	21,0	xx	xx	0,30	0,20	0,5	38	7
Suitsuruum	Aa	21,0	xx	xx	0,30	0,30	T10/P20	38	7
Ladu	Xx	21,0	xx	xx	xx	xx	0,5	38	7
WC	Xx	21,0	xx	xx	xx	xx	20 l/s /koht	38	
Avalik WC	Xx	21,0	xx	xx	xx	xx	30 l/s /koht	38	

Joonis 3.3. Näide 3: dokumendipõhine tehnosüsteemide nõuete mudel. *(Toimetaja märkus: Eestis kehtivad väärtused on toodud standardis EVS 906:2010, Lisa A).*

Tuleb arvesse võtta, et nõuete mudeli mõistega võidakse siduda ka traditsioonilisele ruumikaardile vastavaid nõudeid (näiteks ruumide varustustase). Vajaduse korral võib need lisada ka nõuete mudelisse.

<u>3. peatüki viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”:</u>

B Hanke kavandamine, tellitavad eritööd:
Punkt B 3.1. Tehnosüsteemide projekteerimiseesmärgid

D 0 Eskiis, põhitööd:
Punkt D 2.7. Projekteerimiseesmärgid

E 0 Eelprojekt, põhitööd:
E 5.1. Eelprojekti vastavus eesmärkidele, eesmärkide täitmine

G 0 Põhiprojekt, põhitööd:
G 5.1. Vastavus eesmärkidele ja kvaliteedi tagamine

Hankeinfokaart

Punkt C 1.11. Hanke eesmärgid

4 Ruumivajaduse mudelid

Eskiisi koostamise ja eelprojekteerimise staadiumis kavandab tehnosüsteemide projekteerija seadmete ja paigaldiste teenindusala ja ruumivajadust arvesse võttes vajalikud ruumilised mahud ja tehnoruumid.

Mudelprojekteerimisel käsitletakse tehnosüsteemide ruumivajadust kahes osas.

1. Ruumivajadus, ruumid
2. Horisontaalsed tehnosüsteemid korrustel

4.1 Ruumivajadus, ruumid

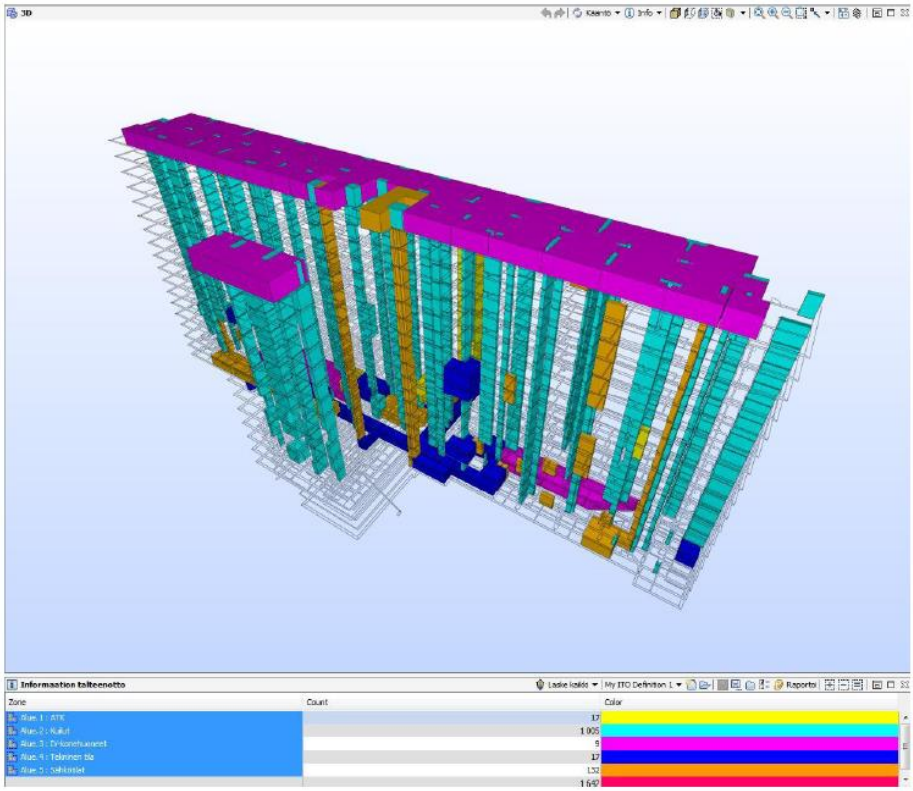
Nõuded

Eelprojekteerimisstaadiumis ja vajalikus ulatuses ka eskiisi staadiumis määratakse kindlaks tehnosüsteemide ruumivajadus koostöös arhitektiga, vajaduse korral ka traditsioonilisi projekteerimismeetodeid kasutades. Tehnosüsteemide projekteerija esitab ruumivajaduse ja ruumide paiknemise kohta oma seisukohad.

Selgitus

Ruumiobjekte kasutades modelleerib arhitekt vajalikud ruumid oma mudelis tavaliste tehnoruumidena.

Sellised ruumid on näiteks šahtid, lõõrid, tehno- ja kilbiruumid jt, mis on põrandast laeni ette nähtud ainult tehnosüsteemide jaoks.



Joonis 4.1. Ruumivajaduse mudel, kus tehnosüsteemide ruumid on kujutatud eri värvidega.

4.2 Horisontaalsed tehnosüsteemid korrustel

Nõuded

Eelprojektistaadiumis modelleerib horisontaalsed tehnosüsteemid nende projekteerija. Modelleerimise eesmärk on esitada põhivõrkude geomeetriline paiknemine, nõuded mudelis

sisalduvale infole ei ole kindlaks määratud.

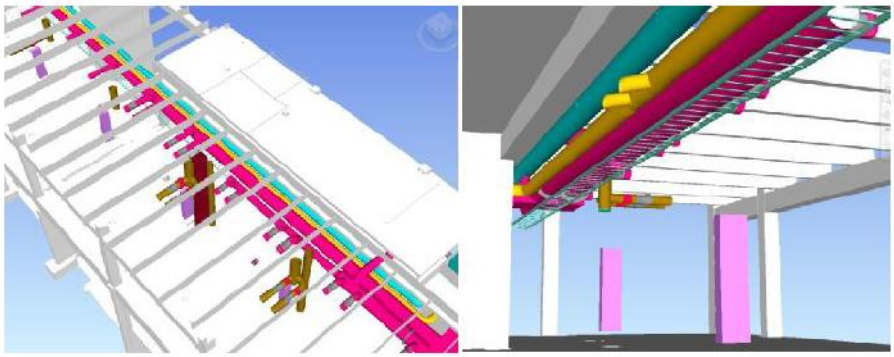
Horisontaalsete põhivõrkude täpsusnõue on esitatud lisas 1. Need tehnosüsteemid peavad ehitises paiknema nii, et vajalik ala oleks selgelt eristatav.

Tehnosüsteemide täpsem paiknemine selgub traditsiooniliste projekteerimismeetoditega loodavate 2D-lõigete abil (koridorid, šahtiavad, keerukad paigalduskohad jne).

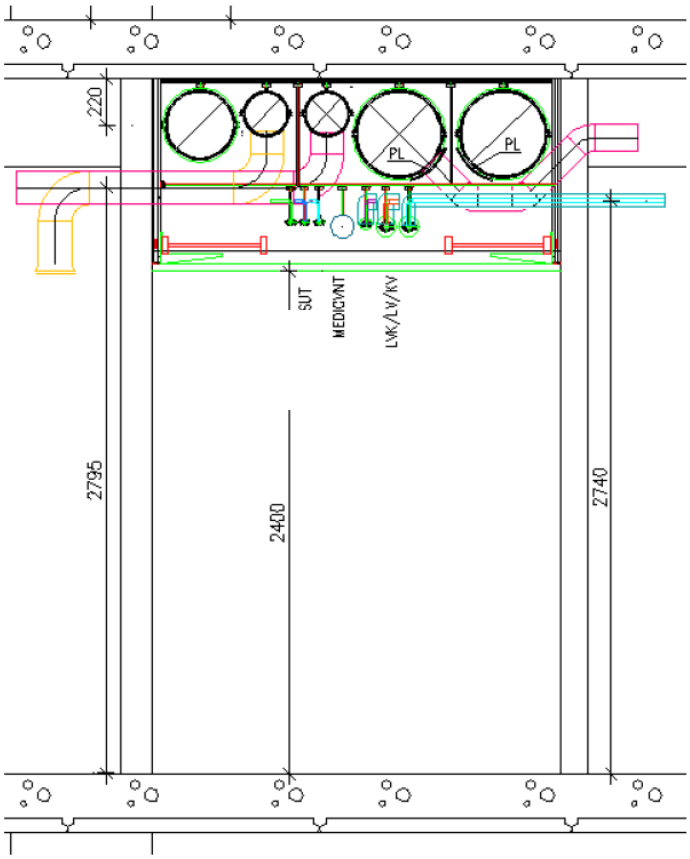
2D-lõigetel esitatakse näiteks torustike kinnitus ning pööratakse tähelepanu paigaldus- ja hooldusvõimalustele.

Selgitus

Horisontaalsete tehnosüsteemide põhiteede ruumivajadus modelleeritakse tavaliste tehnosüsteemide modelleerimisel kasutatavate tööriistade abil (torud, kanalid, kaabliredelid ja -rennid). Modelleerimise eesmärk on esitada magistraaltorustike paiknemine ja nende mõõtmed.



Joonis 4.2. Horisontaalsete korrusvõrkude mudel ja konstruktsioonide mudel eelprojektistaadiumis.



Joonis 4.3. 2D-lõige, mille põhjal tehakse 3D-mudel.

Peatükkide 4.1 ja 4.2 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

D 0 Eskiis, põhitööd:
Punkt D.3.9. Tehnosüsteemide esialgne ruumivajadus

E 0 Eelprojekt, põhitööd:
Punkt E 3.2. Tehnosüsteemide põhivõrkude ruumivajadused, tüüpruumide alternatiivlahendused ja süsteemide integreerimine
Punkt E 4.1. Eelprojektidokumendid
Punkt E 4.2. Erinevate valdkondade eelprojektide integreerimine ja kvaliteedi tagamine

4.3 Näidisruumid ja -alad

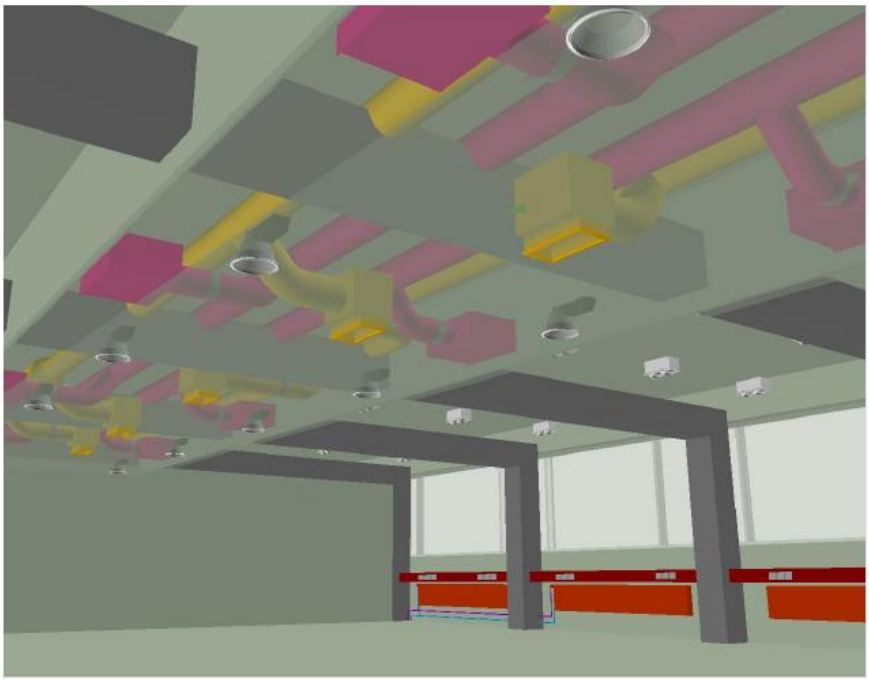
Nõuded

Eelprojekteerimisstaadiumis valitakse näidisruum või -ala, millest tehakse infomudel. Tehnosüsteemide modelleerimistäpsus on niisugune, et selle abil on võimalik kontrollida komponentide mahtumist kavandatud alasse.

Tehnosüsteemide täpseks modelleerimiseks on vajalik piisava täpsusega arhitektuurne või konstruktsioonide infomudel.

Selgitus

Mudeli põhjal on võimalik objekti visualiseerimisjuhendi järgi visualiseerida. Näidisruumid või alad valitakse objektipõhiselt kasutusotstarbe järgi. Korduvad ruumitüübid tuleks eelprojekteerimisstaadiumis täpselt modelleerida.



Joonis 4.4. Tehnosüsteemid näidisalal.

Ruumi- või alamudelis modelleeritakse kõik tehnosüsteemi osad, millel on oluline ruumivajadus või funktsionaalne roll. Näidisruumis on modelleeritud pistikupesad, lülitid, lõppseadmed, kaablikarbikud jms komponendid.

4.4 Teenindusalade mudelid

Nõuded

Üldplaneerimisstaadiumis modelleeritakse ventilatsiooniseadmete teenindusalad.

Mudelprojekteerimise üldine miinimumnõue:

Tase 1, teenindusalade skeemdokumendid.

Selgitus

Teenindusalade modelleerimisel võib kasutada arhitektuurse mudeli ruumiobjekte ja märgistada need värvitooni või rastermustriga.

Teenindusalade modelleerimistaseme võib valida järgmiste variantide hulgast.

***Tase 1**, teenindusalade skeemdokumendid.*

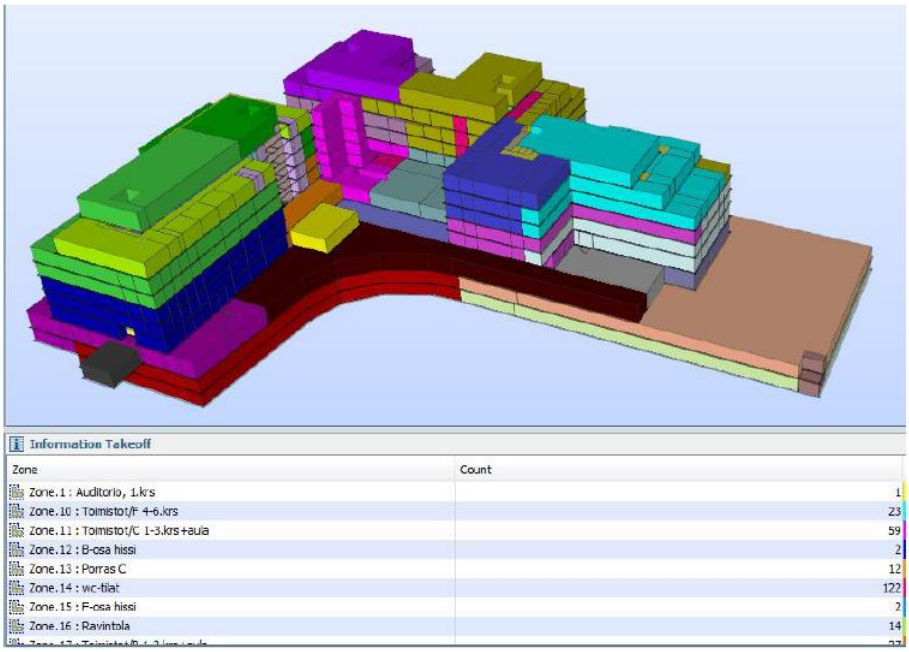
Teenindusalade mudelid koostatakse dokumentidena (näiteks CAD-tarkvara ja viirutamise abil).

***Tase 2**, teenindusalade infomudelid.*

Arhitektuurse mudeli ruumiobjektid rühmitatakse tehnosüsteemide teenindusaladeks ja salvestatakse uuesti tarkvara infomudelisse (IFC Zone). See võimaldab teenindusala andmete kasutamist teistes rakendustes (näiteks energia-analüüsides) või edastamist haldusinfosüsteemidesse.

Teenindusalade mudelid luuakse vähemalt ventilatsiooniseadmetele. Soovitatav on luua teenindusalade mudelid ka järgmistele süsteemidele:

- *soojuspumpade- ja külmajaamade teenindusalad;*
- *arvutivõrgu teenindusalad;*
- *elektrikilpide teenindusalad;*
- *energiamõõtjate teenindusalad.*



Joonis 4.5. Vaade, millel IFC-andmebaasi kantud ventilatsiooniseadmete teenindusalad on kujutatud erinevate värvidega. Iga värv tähistab konkreetse seadme teenindusala. Teenindusala (IFC Zone) loomisel on kasutatud ruumiobjekte (IFC Space).

Joonis 4.6. Sama objekt, ventilatsiooniseadmete teenindusalade korrusepõhine 2D-mudel.

<u>Peatüki 4.4 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”</u>

E0 Eelprojekt, põhitööd:
punkt E 4.1, eelprojektidokumendid

5 Tehnosüsteemide süsteemimudelid

5.1 Modelleerimispõhimõtted põhiprojektistaadiumis

Peatükkide 5.1–5.6 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

G 0 Põhiprojekt, põhitööd:
G 3.1. Tehnosüsteemide magistraalide ruumivajadused
G 3.2. Lõppseadmete, punktide ja väliseadmete asukoha täpsustamine
G 4.1. Hankeprojektid, lisa 2 (Tehnosüsteemid) põhjal
G 4.18. Põhiprojektid, lisa 2 (Tehnosüsteemid) põhjal

5.1.1 Terviklikult toimivad süsteemid

Nõuded

Kõik põhisüsteemid (punktid 5.2–5.5) modelleeritakse eraldi.

Süsteemid tuleb modelleerida nii, et oleks võimalik kasutada projekteerimistarkvara arvutus- ja analüüsivõimalusi. Modelleeritakse kõik toimiva terviku seisukohalt olulised komponendid.

Eri korrustel paiknevad tehnosüsteemide osad tuleb ühendada nii, et tekiks aero- ja hüdrodünaamiliselt terviklik süsteem.

Selgitus

Tehnoruumis ei ole vaja esitada kõikide seadmete osasid eraldi (näiteks ventilaatorid, soojusvahetid, kalorifeerid jne), vaid need võib täpsemalt esitada vastava süsteemi toimimisskeemil.

Projekteerimistarkvara arvutus- ja analüüsitoiminguid (näiteks vooluhulkade, tasakaalustamise ja müratasemе arvutused) tuleb kasutada nende süsteemide puhul, kus nende kasutamine on võimalik. Arvutused lisavad originaalmudelile olulist teavet ja on ühtlasi kvaliteedikontrolli osa. Vajaduse korral võib arvutusi ja analüüse täiendada eritarkvara abil.

Kui rekonstrueerimisel soovitakse simulatsiooniga kontrollida kogu süsteemi (nii uue kui ka vana osa) toimivust, modelleeritakse uuendatavate süsteemide osad keskseadmeni. Olemasoleva süsteemide võimalik (kasvõi osaline) modelleerimine tuleb kokku leppida projekteerimislepingutes.

Olemasolevate võrkude modelleerimisel on soovitatav kasutada näiteks staatuse määratlemist. Nii saavad kõik süsteemi komponendid lisamääratluse, mis kajastab selle kuulumist näiteks „vanasse võrku". Sõltuvalt tarkvarast on võimalik eristaatusega määratleda ka lammutatavad võrgud, sektorid või erihanked. Staatuse määratlemise korral on võimalik edastada vastav info IFC-andmebaasi kaudu ka teistele osalistele ja kõnealused võrgud näiteks mahtude osas eraldada.

Tuleb arvesse võtta, et kõik tarkvaraversioonid ei toeta staatusandmete salvestamist süsteemimudelitesse.

5.1.2 Süsteemide jagamine osasüsteemideks

Nõuded

Põhisüsteemid jagatakse osasüsteemideks (täpsemalt vt p 5.2–5.5) nii, et projekteerimistarkvara võimalusi saaks sõltumatult kasutada iga osasüsteemi puhul eraldi.

Selgitus

Kõigi osasüsteemide komponentide puhul peab ilmnema, millisesse osasüsteemi need kuuluvad. See teave tuleb edastada ka IFC-mudelisse.

Kui modelleerimistarkvara võimaldab, tuleb põhisüsteemide paremaks eristamiseks esitada need mudelis eri värvidega.

Mõisted

Põhisüsteem = küttesüsteem, jahutussüsteem, kanalisatsioonisüsteem, ventilatsioonisüsteem …

Osasüsteem = radiaatorküttesüsteemi torustik , ventilatsioonikalorifeeride torustik, jahutussüsteemi torustik, sademeveetorustik, sissepuhketorustik, väljatõmbetorustik …

5.1.3 Realistlik modelleerimine

Nõuded

Komponendid modelleeritakse tegelikkusele vastavate objektidena (plasttoru plasttoruobjektina, vasktoru vasktoruobjektina jne). Tootekatalooge kasutatakse modelleerimistarkvaraga kaetud ulatuses.

Kinnitusvahendeid ei ole vaja modelleerida.

Selgitus

Modelleerimisel püütakse võimaluse korral kasutada standardkomponente (90° toruliitmikud, 90° või 45° ventilatsioonitorustiku liitmikud jne).

5.1.4 Isolatsioonide modelleerimine

Nõuded

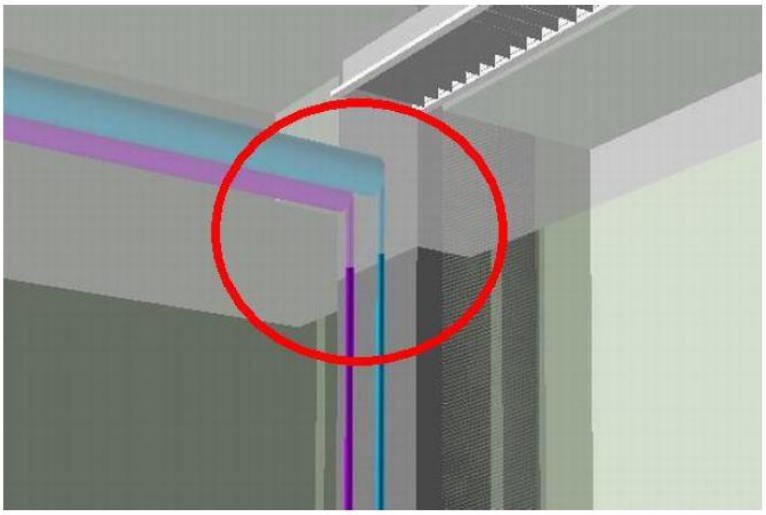
Torustike ja kanalite isolatsioonid modelleeritakse tarkvara abil nii, et neid võetakse arvesse ka vastuolukontrollil.

Isolatsioonid kodeeritakse nii, et koodi põhjal selguks isolatsiooni otstarve (heliisolatsioon, soojusisolatsioon, tuletõke jne), paksus ja materjal.

Kui isolatsioon on kaetud pleki või mõne muu hinda mõjutava materjaliga, lisatakse isolatsioonikoodile vastav kattematerjalikood. Alumiiniumlaminaati või plastkatet ei ole vaja isolatsioonikoodi tunnusteabes märkida.

Selgitus

Isolatsioonid modelleeritakse asjakohase detailsusega. Näiteks küttevõrgust radiaatorisse tulevad torud võib jätta üleni isoleerimata, kuigi ripplae peal olev osa tegelikkuses isoleeritakse.



Joonis 5.1. Torustik, mille horisontaalne osa ripplae peal on isoleeritud, kuid vertikaalne osa on isoleerimata.

5.2 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid

Nõuded

Keskseadmed, torustikud, põrandatrapid ja tarbeveeseadmed modelleeritakse punkti 5.1 ja lisa 1 kohaselt. Katusetrappide modelleerimine on eriosade projekteerija ülesanne.

Erinevad võrgud (näiteks sademevesi, reovesi) modelleeritakse eraldi osasüsteemidena.

Kanalisatsioonitorustike kalded tuleb modelleerida tegelikkusele vastavatena, välja arvatud

- kohalikud, korrustel paiknevad hargnemised (näiteks WC-ruumigrupid);
- õueala üldplaneeringu kanalisatsioonitorustikud.

Selgitus

Kallete modelleerimine puudutab näiteks pinnases paiknevaid vundamendisiseseid kanalisatsioonitorustikke ja teisi, korrustel paiknevaid kanalisatsiooni põhisüsteeme.

Vundamendiväliste kanalisatsioonitorustike kallete modelleerimine õuealal ei ole nõutav, kuid on soovitatav.

Õueala kaevude 3D-modelleerimine, vt lisa 1.

Projekteerija vastutab, et vastuolukontrolli ja ruumivajaduse kavandamise käigus pööratakse lühemate torustikuosade kalletele tähelepanu ka siis, kui neid kaldeid ei modelleerita.

Tavatorustikest erinevad torustikud (näiteks kõrgsurvetorustikud) modelleeritakse kasutatava tarkvara võimaluste piires nende eripära arvestades nii, et oleks võimalik teostada rõhuarvutusi.

5.3 Ventilatsioonisüsteemid

Nõuded

Ventilatsiooniseadmed, torustikud ja lõppelemendid modelleeritakse punkti 5.1 ja lisa 1 kohaselt.

Iga ventilatsiooniseade ja ventilaator koos torustikuga modelleeritakse eraldi osasüsteemiks.

Selgitus

Ventilatsiooniseadmete õhuvõtu- ja heitõhutorustiku võib modelleerida ühe või mitme osasüsteemina. Nende puhul ei ole seadmepõhiseid osasüsteeme vaja luua.

5.4 Kütte- ja jahutussüsteemid

Nõuded

Keskseadmed, torustikud ja lõppseadmed modelleeritakse punkti 5.1 ja lisa 1 kohaselt.

Kütte- ja jahutussüsteemid modelleeritakse eraldi osasüsteemidena.

Selgitus

Osasüsteemi eristavaks teguriks võib olla näiteks pump või soojusvaheti.

Kui hoonesse tuleb elektriküte, on küttesüsteemi modelleerimine elektrisüsteemi projekteerija ülesanne.

Põrandkütteringide täielikku modelleerimist projekteerijalt ei nõuta, kuid mudel peab sisaldama küllaldast teavet (põrandkütteringi võimsus, vooluhulk, seadearv, teenindusala, paigaldussamm).

Tuleb arvesse võtta, et põrandküttetorustiku modelleerimine ei ole keelatud, vaid on soovitatav eelkõige siis, kui tarkvara võimaldab modelleerida põrandkütteringide torustiku tegelikku paiknemist.

5.5 Tuletõrjesüsteemid

Nõuded

Sprinklerseadmestik (ühest või mitmest sprinklerpaigaldisest, torustikest, veeallikatest jt komponentidest koosnev terviksüsteem, mis moodustab objekti sprinklerkaitse) modelleeritakse punkti 5.1 ja lisa 1 kohaselt selle täpsustusega, et rõhu- ja vooluarvutuste teostamiseks võib sprinkleri projekteerija kasutada ka eritarkvara.

Sprinklerpaigaldised (sprinklerseadmestiku osa, mis koosneb ühest ventiilist ning sellega ühendatud torustikest jt seadmetest) modelleeritakse eraldi osasüsteemideks.

Modelleerida tuleb ka teised tuletõrjesüsteemid (näiteks gaaskustutussüsteemid, madal- ja kõrgsurvekustutussüsteemid).

Selgitus

Muude tulekustutussüsteemide (v.a sprinklersüsteem) survekao arvutamist infomudeli või spetsiaalse arvutustarkvara kaudu ei nõuta. Sellised süsteemid on näiteks gaaskustutussüsteemid ning madal- ja kõrgsurvekustutussüsteemid.

5.6 Erisüsteemid

Erisüsteemid on näiteks:

- gaasitorustikud (näiteks haiglates, laboratooriumides, tööstusettevõtetes jne);
- suruõhutorustikud;
- aurutorustikud;
- suitsueemaldussüsteemid;
- jäätme-eemaldussüsteemid;
- basseiniseadmed;
- kesktolmuimejasüsteemid.

Nõuded

Ruumivajaduse ja vastuolude kontrolliks tuleb modelleerida ka kõik märkimisväärse ruumivajadusega erisüsteemid. Niisuguseks otstarbeks mõeldud objektid võivad tarkvarast puududa ja seetõttu modelleeritakse erisüsteemid teiste süsteemide modelleerimisjuhendite abil.

Erisüsteemide modelleerimine lepitakse kokku projekteerimislepingutes. Kui tehnosüsteemide projekteerimistööde loendis on ette nähtud mõne erisüsteemi projekteerimine, tuleb vastava süsteemi võrgustikud modelleerida.

Selgitus

Torustike ja kanalite modelleerimisel võib vajaduse korral kasutada muid sobivaid komponente ning keskseadmed võib esitada isetehtud 3D-objektidena.

Osad, mida on „võimatu" modelleerida, tuleb modelleerida lihtsustatult või kasutades projekteerimistarkvara tööriistade hulgas leiduvat sarnast komponenti. Sellised muudatused märgitakse mudeli kaaskirja.

Arvutustööriistade kasutamist ei nõuta. Täiendavad andmed dokumenteeritakse mudelist eraldi. Erilahendused ja mudeliväline teave märgitase mudeli kaaskirja. Võimalikud isolatsioonid ja kalded modelleeritakse teistele süsteemide järgi.

5.7 Tasakaalustamisjoonised

Seadistusjooniste koostamine on eritöö, mis tellitakse tehnosüsteemide projekteerijalt eraldi.

Selgitus

Kui tehnosüsteemide infomudelisse on sisse viidud tooted, mida töövõtja on tegelikult valinud, ja asukohamuudatused (vt punkte 9.1 ja 9.2), võib teha tavapärasest täpsemad objekti osasüsteemide tasakaalustamise joonised.

Selles peatükis kirjeldatud tasakaalustamise jooniste infosisu sõltub kasutatavast tarkvarast. Kõik tarkvaraversioonid ei edasta seadistusandmeid IFC-mudelisse või ei ole võimalik saada

kõigi komponentide seadistusandmeid.

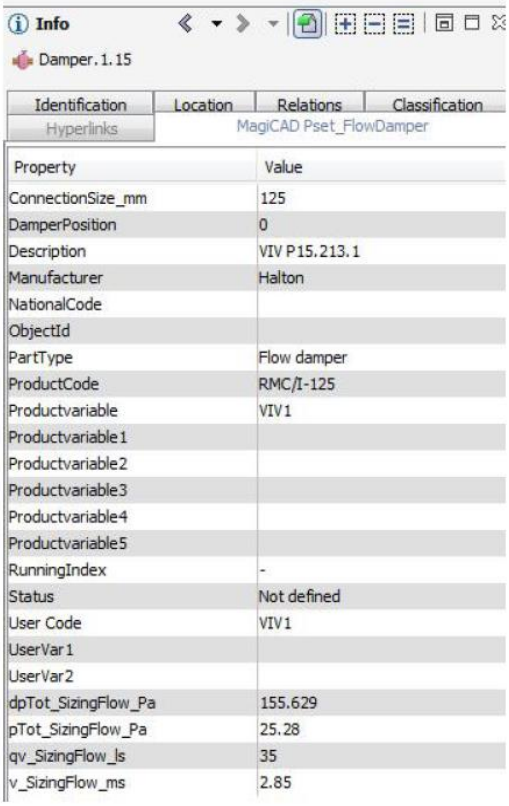
Seadistamise joonised koostatakse nii, et reguleeritavate komponentide juurde märgitakse mõõtjoonega vähemalt eelseadearv, rõhulang ja vooluhulk. Ventilatsiooniseadmete juures ja ventilatsioonitorustikul paiknevate rõhuandurite juurde märgitakse staatiline rõhk antud punktis.

Võrgustiku kõige suurema takistusega haru lõppseade/ventiil tähistatakse seadistusjoonistel näiteks mõõtjoonega.

Tasakaalustamisjoonisteks on tehnosüsteemide plaanid, et reguleerimistööde teostajal oleks kasutada kogu võrgustikku hõlmavad projektid, kuhu on võimalik märkida võrgustiku seadistust mõjutavad tegelikud mõõtandmed (rõhk, kõrvalekalle, õhuvooluhulk jne). Joonised võib koostada süsteemipõhistena, et seadistustööde teostaja saaks parema ülevaate.

Lisaks seadistusjoonistele võib koostada eraldi tabelid seadistusinfoga.

Koondmudeli kasutamine lisaks seadistusjoonistega on soovitatav. Sanitaartehnika projekteerimistarkvara arvutatud tasakaalustusandmed võib üle kanda komponentidele, et koondmudelist oleks võimalik kontrollida näiteks võrgu rõhutasemeid ja komponentide seadistusandmeid.



Property	Value
ConnectionSize_mm	125
DamperPosition	0
Description	VIV P15.213.1
Manufacturer	Halton
NationalCode	
ObjectId	
PartType	Flow damper
ProductCode	RMC/I-125
Productvariable	VIV1
Productvariable1	
Productvariable2	
Productvariable3	
Productvariable4	
Productvariable5	
RunningIndex	-
Status	Not defined
User Code	VIV1
UserVar1	
UserVar2	
dpTot_SizingFlow_Pa	155.629
pTot_SizingFlow_Pa	25.28
qv_SizingFlow_ls	35
v_SizingFlow_ms	2.85

Joonis 5.2. Modelleerimistarkvara arvutatud regulaatorklapi andmed, mis on salvestatud IFC-andmebaasi.

Kui objektist on tellitud seadistusjoonised ja teostusmudel (vt ptk 9), võib seadistaja mõõdetud väärtused ja eelseadistusandmed märkida reguleerventiili või -klapi atribuutteabeks.

<u>Peatüki 5.7 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"</u>

I Ehitamine, eraldi tellitavad tööd:

14.17. Sanitaartehnilise süsteemimudeli seadistusjoonised

6 Elektri- ja telekommunikatsiooni süsteemimudelid

6.1 Üldised modelleerimispõhimõtted põhiprojektistaadiumis

Peatükkide 6.1–6.8 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

G 0 Põhiprojekt, põhitööd:
G 3.1. Tehnosüsteemide põhivõrkude ruumivajadused
G 3.2. Lõppseadmete, punktide ja väliseadmete asukoha täpsustamine
G 4.1. Hankeprojektid, lisa 2 (elektri-, tele-, turva-, automaatikasüsteemid) põhjal
G 4.18. Põhiprojektid, lisa 2 (elektri-, tele-, turva-, automaatikasüsteemid) põhjal

Nõuded

Süsteemide suure ruumivajadusega osade 3D-mudelid modelleeritakse lisa 1 kohaselt.

Punktides 6.2–6.8 on modelleerimispõhimõtted esitatud süsteemiosade kaupa.

Selgitus

Automaatikasüsteemi olulisi komponente võib modelleerida ka elektrimudelisse. Niisugused komponendid on näiteks häire- ja juhtimiskeskused, mille olemasolu ja asukoht on kinnisvarahalduse seisukohalt oluline teave. Nende keskuste projekteerimine ja asukoha määramine on tööde liigituse järgi automaatika projekteerija ülesanne. Automaatika projekteerija esitab modelleeritud komponendid eraldi osamudelina või lepib elektrisüsteemi projekteerijaga kokku nende modelleerimise elektrimudeli osana.

Modelleerimisel kasutatakse tootekatalooge modelleerimistarkvara võimaluste ulatuses. Kui mudelis on viiteid mudelist väljaspool paiknevatele objektidele või andmetele, tuleb mudeli avaldamisel esitada ka kogu vajalik viiteinfo. Viiteid puudutav teave tuleb lisada infomudeli kaaskirja.

6.2 Elektrijaotusseadmed

Nõuded

Transformaatorid, lülitusjaamad, peakilbid, voolulatid ja nendega võrdväärsed seadmed modelleeritakse vähemalt nende tegelikele mõõtmetele või vajaduse korral projekteerija poolt määratletud arvestuslikele mõõtmetele vastavate lihtsate 3D-objektidena.

Selgitus

Kui on olemas toote valmistaja esitatud 3D-objektid, kasutatakse neid projekteerimistarkvara võimaluste piires.

6.3 Elektrikilbid

Nõuded

Jaotus- ja rühmakilbid, installatsioonikapid ja nendega võrdväärsed objektid modelleeritakse vähemalt nende tegelikele mõõtmetele või vajaduse korral projekteerija kindlaks määratud arvestuslikele mõõtmetele vastavate lihtsate 3D-objektidena.

6.4 Kaabliteed

Nõuded

Kaabliredelid, riputussiinid, kaablirennid ja põrandakanalid modelleeritakse nende tegelikele mõõtmetele vastavate objektidena.

Selgitus

Kinnitusvahendeid ei ole vaja modelleerida. Kui kinnitusvahendite modelleerimist erandjuhul siiski nõutakse, tuleb selles eraldi kokku leppida.

6.5 Valgustid

Nõuded

Valgustite modelleerimisel kasutatakse projekteerimistarkvara võimaluste piires eeskätt valgustite tootja esitatud kataloogi. Kui soovitud toodet ei leidu, kasutatakse sarnaste mõõtmetega valgustitüüpi või 3D-objekti.

Selgitus

Kui projekteerimistarkvara võimaldab kasutada valgustitootjate objektikatalooge, kasutatakse valitud valgustile vastavat 3D-objekti.

6.6 Installatsioonitarvikud

Nõuded

Lülitite, pistikupesade, andurite ja teiste vähese ruumivajadusega komponentide 3D-mudeleid ei ole vaja modelleerida mujal kui eraldi kokku lepitud näidisruumides ja lisa 1 kohaselt (näiteks ripplagedes).

Kaablite ja torustike 3D-mudeleid ei ole vaja modelleerida isegi näidisruumides.

Installatsioonitarvikutele vastuolukontrollil tähelepanu ei pöörata.

Selgitus

Vastava kokkuleppe korral võib sellest nõudest kõrvale kalduda (näiteks elementehitiste puhul). Sel juhul peab projekteerimislepingus olema selgelt kindlaks määratud, et installatsioonitarvikute 3D-mudelid tuleb modelleerida kogu ehitise ulatuses.

Eraldi tuleb kokku leppida ka kaablite ja torustike 3D-modelleerimine kogu ehitise ulatuses.

6.7 Turvasüsteemid

Nõuded

Kui projektis otsustatakse modelleerida turva- ja valvesüsteemid, modelleeritakse need eraldi mudelina. Ka turva- ja valvesüsteemide IFC-andmebaasid hoitakse muudest süsteemidest eraldi. Turvasüsteemidega seotud teabe ja andmebaaside kaitse ning avaldamise otsustab tellija.

Selgitus

Üldreeglina on juurdepääs neile andmetele ainult eraldi volitatud isikutel ning turva- ja valvesüsteemidega seotud teavet ei tohi edastada kaitsmata ühenduste kaudu.

Tellija peab esitama projekti turvanõuete dokumendi, milles on määratletud turvapiirangutega projektide infomudelite käitlusnõuded.

6.8 Ehitustöövõtu hanked

Nõuded

Suitsuluukide ja uste juhtimiskeskused jt elektritööde hulka mittekuuluvad seadmed modelleeritakse lihtsate 3D-objektidena projekteerijale teadaolevate või arvestuslike mõõtmete kohaselt.

Kui need objektid tuleb modelleerida tegelikult paigaldatavatele seadmetele vastavate mõõtmetega ja/või 3D-objektidena, tuleb selles eraldi kokku leppida.

7 Automaatikapaigaldiste süsteemimudelid

Automaatika projekteerija ülesanneteks mudelprojekteerimisel on ruumivajaduse, teenindusalade ja väliseadmete paiknemise kavandamine.

Automaatikamudeli modelleerimist ja infosisu on käsitletud lisas 1.

Nõuded

Automaatika projekteerija on kohustatud määrama kindlaks ruumivajaduse (näiteks valveruum) objekti ajagraafikus tehnosüsteemide ruumivajaduse kindlaks määramiseks ettenähtud ajal.

Automaatika ja elektrisüsteemi projekteerija tööjaotus lepitakse kokku projektipõhiselt.

Automaatika projekteerija on kohustatud modelleerima näiteks automaatikasüsteemi juhtimiskeskused, näidisruumide ja -alade andurid, seadmekarbikud jms.

Selgitus

Praktikas on juurdunud tava, et elektrisüsteemi projekteerija modelleerib kõnealused komponendid oma mudeli osana. Sel juhul on automaatika projekteerija kohustatud andma elektrisüsteemi projekteerijale täpsed andmed komponentide paiknemise, tunnuste ja välismõõtmete kohta, et elektrisüsteemi projekteerijal oleks võimalik komponendid õigesti paigutada.

Automaatika projekteerija vastutab komponentide õige paiknemise eest, vaatamata sellele, kas tegemist on elektrimudeli osaga või eraldi automaatikamudeliga.

8 Mudelite integreerimine

Vajaduse korral tehakse projekteerijate mudelitest koondmudel, mis võimaldab projekte visualiseerida ja kontrollida nende ühilduvust (näiteks ruumivajadus, tehnosüsteemide lõppseadmete sobivus ehitise arhitektuuriga, tehnosüsteemide vastuolud ning avade paiknemine).

8.1 Infomudelite geomeetriline täpsus ja info sisu

8.1.1 Geomeetriline täpsus

Nõuded

Geomeetrilist täpsust käsitlevad nõuded on esitatud komponendipõhiselt lisas 1.

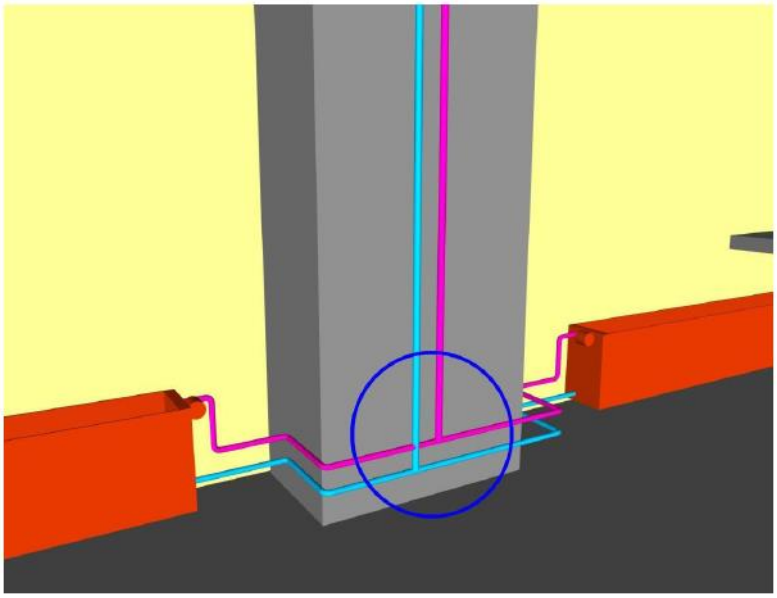
Süsteemimudeli geomeetriline täpsus peab võimaldama objekti tehnosüsteemide rajamist mudeli põhjal. Geomeetrilise modelleerimise eesmärk on vastuoludeta infomudeli loomine koondmudeli abil.

Koondmudelites tuleb objektide kõrgusmärk määrata absoluutse kõrguse järgi.

Selgitus

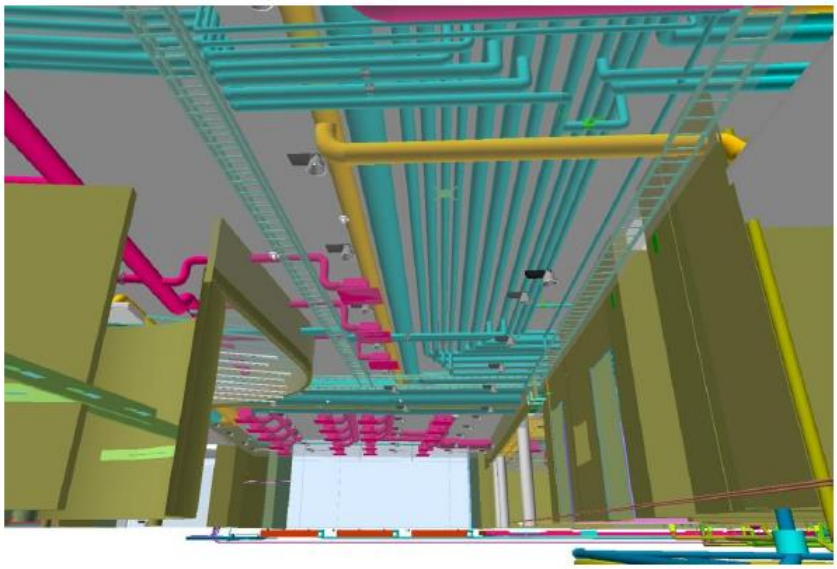
Projektipõhiselt võib sätestada käesolevatest üldnõuetest täpsemad modelleerimisnõuded. Projektipõhised nõuded tuleb tehnosüsteemide projekteerijatele esitada kirjalikult hankedokumentatsiooni lisana.

Süsteemid modelleeritakse 3D-mudelina nii, et kanalid ja torustikud ei lõiku. Väikeste mõõtmetega torud (DN10-25) võib modelleerida üksteisest läbi. Sellised objektid on näiteks radiaatorite, jahutusseadmete ning veeseadmete ühendustorustikud.



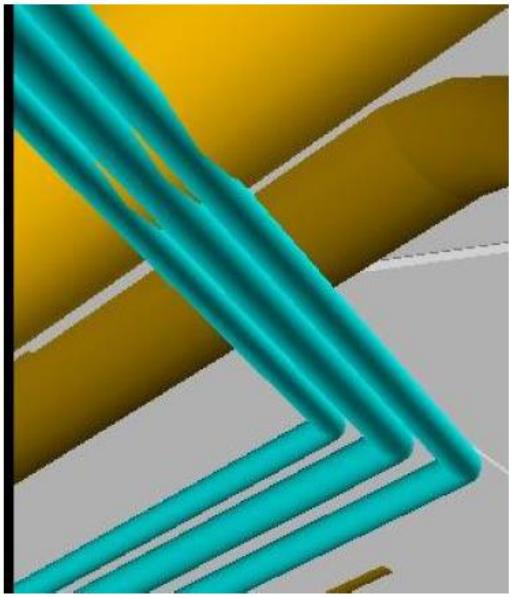
Joonis 8.1. Radiaatorite ühendustorustikud võib modelleerida üksteisest läbi.

Magistraaltorustike osas peab mudel olema täpsem. Väiksema läbimõõduga põhitorustikud (vt lisa 1) võib modelleerida üksteisest läbi, kuid see ei ole soovitatav. Torustike hargnemine tuleb modelleerida tegelikkuse kohaselt (ühendusharu üles või alla).



Joonis 8.2. Õigesti modelleeritud torustik.

Geomeetrilise mudeli täpsusnõuded lubavad objektide vähest kokkupuudet, kui see ei põhjusta võrkude rajamisel täiendavat aja- või rahakulu. Arvesse tuleb võtta ka seda, et võrgud modelleeritaks isoleerituna.

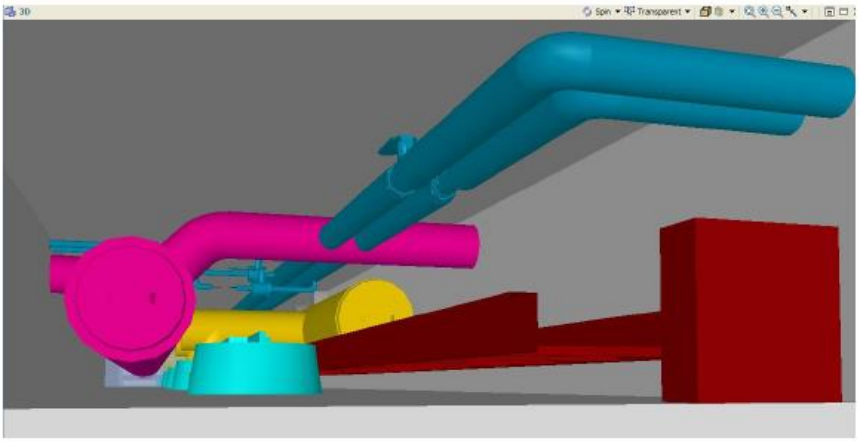


Joonis 8.3. Objektide vähene lõikumine on lubatud, kuid ei ole soovitatav. Kommunikatsioone on võimalik paigaldada kui neid nihutatakse veidi madalamale.

Geomeetrilisel modelleerimisel ei ole lubatud võrkude kattumine või kokkupuuted, mis on tingitud vastuolukontrolli nõude eiramisest.

Kõigi projekteerimisvaldkondade esindajad peavad kontrollima oma mudeleid ja esitama tulemused enne mudeli edastamist teisele osalistele vastuolukontrolliks.

Tuleb arvesse võtta, et selleks, et tehnosüsteemide projekteerija saaks modelleerida nõutava täpsusega mudeli, peab tal olema objekti tegelikkusele vastav konstruktsioonide mudel (plaatide paksus ja talade kõrgus) ning lõppseadmete ja valgustite paiknemise modelleerimiseks objekti ripplagede ja nende detailide paiknemisskeem (näiteks 2D-joonis).



Joonis 8.4. Puudulik mudel, toodud lõikumine ei ole lubatud. Selle mudeli põhjal võib tõdeda, et isegi juhul, kui paigutada ventilatsioonikanal madalamale, on kahtlane, kas kanal mahub torude alla.

Joonis 8.5. Puudulik mudel. Ventilatsioonikanal tuleb tõsta kõrgemale või paigaldada ripplagi madalamale.

8.1.2 Infosisu

Nõuded

Infosisunõue on esitatud komponendipõhiselt lisas 1.

Süsteemimudelite infosisu peab olema usaldusväärne. Seadmekoodidena tuleb kasutada samu tunnuseid, mida on kasutatud teistes projekteerimisdokumentides. Kui ventilatsiooniseadme koodiks märgitakse näiteks „S1”, peab infomudelis (tarkvara seadmekataloogis) olema sama tooteinfo kui teistes projekteerimisdokumentides.

Selgitus

Kui soovitud toodet tarkvara seadmekataloogis ei leidu, kasutatakse sellele kõige enam vastavat toodet. Sel juhul kirjutatakse soovitud toote andmed vabasse infolahtrisse (atribuutteave, põhiteave jm), et vajaduse korral oleks võimalik tuvastada toote mudel ja mark.

Mainitud põhimõtet tuleb rakendada ka näiteks valgustite, tarbeveeseadmete, torustiku- ja

kanalisatsiooni jt ühistunnust sisaldavate komponentide puhul.

Individuaaltunnusega komponentide (näiteks ajamiga ventiilid, , suitsuandurid jne) puhul tuleb individuaaltunnus kirjutada sellisele väljale, et tunnus oleks nähtav ka infomudelist väljastatavates loendites. Niisugused loendid võivad olla näiteks ajamiga ventiilide nimekirjad, töökohtade nimekirjad, mitmesugused vastuvõtuetapil kasutatavad nimekirjad jne.

Komponentide infosisu loomine ja täitmine sõltub kasutatavast tarkvarast. Kõik tarkvaraversioonid ei võimalda näiteks individuaaltunnuste kirjutamist kõigile soovitud komponentidele.

					Projekteerija andmed:		Õhuvoolu hulk	Rõhu-lang	Kiirus	Müra	
Korrus	**Ruum**	**Kasutus-otstarve**	**Süsteem**	**Tunnus**	**Seadmekood**	**Valmistaja:**	**l/s**	**Pa**	**m/s**	**dB(A)**	**Eelseadearv**
2. korrus	H2106	valveruum	310PK	P5	URH/A-160	Halton	20	10	0,99	7	17,19
2. korrus	H2106	valveruum	310PK	P5	URH/A-160	Halton	20	11	0,99	8	15,73
2. korrus	H2106	valveruum	310TK	T7	LPKa2-160-400-	Swegon AB	40	20	3,26	26	1,00

Joonis 8.6. Infomudelist võetud ventilatsioonisüsteemi lõppseadmete ruumipõhine nimekiri ja tasakaalustusandmed.

Korrus	Ruum	Tootekood	Küttevõimsus W	Vooluhulk l/s	Rõhulang (Pa)	Klapi asend Eelseadistus	kv-arv
5. korrus	5010	PC21S-450-800	700	0,006	13349	1	0,06
5. korrus	5012	PP11-500-1600	800	0,006	4037	2,5	0,12
5. korrus	5012	PP11-500-1600	700	0,006	4198	2	0,1

Joonis 8.7. Infomudelist võetud ruumipõhine radiaatorite tasakaalustusnimekiri.

8.2 Integreerimine koondmudeli abil

Nõuded

Tehnosüsteemide projekteerijad peavad kontrollima infomudelite abil kõigi tehnosüsteemide omavahelist sobivust. Seejärel kontrollitakse nende sobivust konstruktsioonide ja arhitektuursete mudelitega.

Selgitus

Ametlik kontroll viiakse läbi projekteerijate koostööna või viivad selle läbi kolmandad isikud. Tööjaotus tuleb projekti algul eraldi kokku leppida. Tehnosüsteemide projekteerijad on kohustatud esitama vastuolukontrolliks vajalikud IFC-andmebaasid kontrolli teostavatele osalistele vähemalt iga projekteerimisstaadiumi lõpul.

Tähelepanu tuleb pöörata ka vähese ruumivajadusega komponentide vastuolukontrollile (punkt 6.6).

Lisaks on iga projekteerija kohustatud modelleerimise käigus kontrollima oma valdkonna mudeli vastavust täpsusnõuetele.

Peatüki 8.2 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

G 0 Põhiprojekt, põhitööd:

G 4.5. Erinevate valdkondade projektide integreerimine
G 5.4. Integreerimine koondmudeli abil

8.3 Avade projekteerimine

Nõuded

Mudelipõhise avaprojekti ning infomudelist tehtavate avajooniste valmistamises ja vastutuses tuleb alati kokku leppida projektipõhiselt.

Selgitus

Tehnosüsteemide süsteemimudelite ja konstruktsioonide mudeli ning vajaduse korral ka hooneosa arhitektuurse mudeli integreerimisel on mudelipõhise vastuolukontrolli abil võimalik

lihtsustada avade kokkusobitamist ja projekteerimist.

Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et automaatne avaobjektide loomine ei taga alati soovitud lõpptulemust. Seetõttu on soovitatav luua tehnosüsteemide avad manuaalselt.

Avade mudelipõhisel projekteerimisel loob konstruktsioonide projekteerija tehnosüsteemide projekteerijale kokkulepitud formaadis mudeli avade projekteerimiseks. Mudel peab olema korrusepõhine ning hõlmama ülemist laeplaati ja sellega seotud kandvaid seinu.

Tehnosüsteemide projekteerija teeb avade IFC-mudeli, mis sisaldab ainult avaobjekte. See IFC-mudel esitatakse konstruktsioonide projekteerijale korrusepõhisena.

Iga avaobjekti puhul peab ilmnema, mille jaoks see on mõeldud. Mõõtmed ja tunnused lisatakse avaobjektile atribuutteabena. Avad modelleeritakse mudelisse õige suurusega ja õigesse kohta.

Kõrgusmärkidena kasutatakse absoluutset kõrgust.

Paremaks visualiseerimiseks ja konstruktsioonide projekteerija töö lihtsustamiseks tuleb avaobjektid modelleerida suurematena kui läbivad tarindid.

Avaobjektide andmeid kasutades teeb konstruktsioonide projekteerija tarinditesse avad, kui see on konstruktsiooniliselt võimalik. Kui ava tegemine on konstruktsiooniliselt võimatu, peab konstruktsioonide projekteerija teavitama sellest tehnosüsteemide projekteerijat, kes teeb konstruktsioonide projekteerija ettepanekute põhjal avaobjektide uue versiooni ja saadab selle konstruktsioonide projekteerijale.

Avaobjektide muutmisel on soovitatav neid mitte kõrvaldada ja uutega asendada, vaid muuta juba modelleeritud objekti (näiteks selle suurust või asukohta). Siis identifitseerib tarkvara selle muudetud avaobjektina, mitte uuena.

Ehitise osade puhul ei nõuta mudelipõhist projekteerimist elektrikaabli torustike, pesasüvendite jt paneelis paiknevate süvendite puhul (tehnosüsteemide projekteerimistarkvara ei toeta paneelisüvendite modelleerimist). Ehitise osi läbivad avad tuleb esitada avaobjektidena. Tehnosüsteemide projekteerija esitab süvendid jms konstruktsioonide projekteerijale traditsiooniliste projekteerimismeetodite abil.

Peatüki 8.3 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

G 0 Põhiprojekt, põhitööd:

G 4.4. Avad kandetarindites

G Põhiprojekt, eraldi tellitavad tööd:

G 4.17. Kandetarindite ava-andmete täpsustamine

8.3.1 Avajooniste tegemine

Nõuded

Avade mudelipõhisel projekteerimisel tuleb avajooniste koostamine, vastutajad ja töömeetodid konstruktsioonide ja tehnosüsteemide projekteerijate vahel kokku leppida projektipõhiselt. 2D-avajooniste koostaja tuleks tellija poolt välja selgitada juba projekteerimislepingute koostamise käigus.

Projektipõhiselt tuleb tagada ka konstruktsioonide ja tehnosüsteemide projekteerija kasutatava tarkvara ühilduvus.

Selgitus

Mudelipõhist avade projekteerimist võib 2D-avajooniste tegemisel kasutada mitmel eri viisil.

Kui objektil on vaja 2D-avajooniseid, võib kaaluda nende meetodite kasutamise otstarbekust. Kõigi meetodite puhul tuleb lähtuda punktist 8.3.

Variant 1

- *Konstruktsioonide projekteerija esitab tehnosüsteemide projekteerijale 2D- ja 3D-*

avajooniste põhjad.

- *Tehnosüsteemide projekteerija kasutab enda tehtud avaobjekte ja teeb nende põhjal mõõtjoontega 2D-avajoonise.*
- *Avad kavandatakse eelkõige moodulsüsteemis või teise variandina rekonstrueeritavate objektide olemasolevatesse tarinditesse.*
- *Avade 2D-andmebaasid toimetatakse konstruktsioonide projekteerijale.*
- *Konstruktsioonide projekteerija teeb väljatrükid ja toimetab need osalistele.*

Variant 2

- *Konstruktsioonide projekteerija esitab tehnosüsteemide projekteerijale 3D-avajooniste põhjad (korrusepõhised, vajalike kõrgusmärkidega).*
- *Tehnosüsteemide projekteerija teeb saadud mudelisse avaobjektid ja toimetab tehtud avaobjektid konstruktsioonide projekteerijale IFC-formaadis.*
- *Konstruktsioonide projekteerija teeb tehnosüsteemide projekteerijalt saadud avaobjektide põhjal mõõtjoonte ja mõõtmetega 2D-avajoonised ning toimetab need osalistele.*

Variant 3

- *Konstruktsioonide projekteerija esitab tehnosüsteemide projekteerijale 3D-avajooniste põhjad (korrusepõhised, absoluutkõrgustega).*
- *Tehnosüsteemide projekteerija teeb saadud mudelisse avaobjektid ja toimetab tehtud avaobjektid konstruktsioonide projekteerijale IFC-formaadis.*
- *Konstruktsioonide projekteerija teeb 2D-avajooniste põhjad, millel on näha tehnosüsteemide projekteerijalt saadud avaobjektid.*
- *Konstruktsioonide projekteerija kannab joonistele ava-andmete mõõtjoone (näiteks „IU, 300 x 200, KP = +25,3”). Need andmed on võetud tehnosüsteemide projekteerija esitatud avaobjektidest.*
- *Konstruktsioonide projekteerija teeb sellele 2D-joonisele mõõtjooned eri projekteerimisvaldkondade poolt soovitud värviga (= joone jämedus mustvalgel kujutisel).*
- *Konstruktsioonide projekteerija toimetab 2D-avajooniste põhjad tehnosüsteemide projekteerijale.*
- *Tehnosüsteemide projekteerija teeb mõõtjooned CAD-tööriistade abil konstruktsioonide projekteerija tehtud tasandile.*
- *Avad kavandatakse eelkõige moodulsüsteemis või teise variandina rekonstrueeritavate objektide olemasolevatesse tarinditesse.*
- *Mõõtjoontega 2D-avafailid toimetatakse konstruktsioonide projekteerijale.*
- *Konstruktsioonide projekteerija teeb väljatrükid ja toimetab need osalistele.*

8.4 Tehnosüsteemide mudelitest toodetavad mahtude loendid

Nõuded

Tehnosüsteemide süsteemimudeleid kasutatakse mahtude kindlaks määramiseks.

Mahtude loendi vorm lepitakse tellijaga kokku projektipõhiselt. Projekteerija teeb mahtude loendi vormi kohta oma ettepaneku (näiteks tabelarvutusformaat) ja esitab selle tellijale kinnitamiseks / teeb vajalikud muudatused ja täiendused.

Mudelipõhiselt ning muul viisil toodetud mahuteabe ulatuses ja sisus tuleb eraldi kokku leppida.

Selgitus

Projekti töövõtuplaani lisa määrab kindlaks eri töövõtjate hanked ja tööd. Infomudelis sisalduv teave toetab töövõtuplaani lisa.

Eraldi modelleeritavaid, komponendipõhiseid töömärkeid projekteerijalt ei nõua.

Kokkuleppe korral võib komponendi- ja valdkonnapõhiseid töömärkeid teha eraldi (näiteks

tehnoruumide, šahtide, koridoride, montaažigraafikute jms eristamiseks).

Mahuandmeid on vastava tarkvara abil võimalik lugeda ka otse IFC-andmebaasidest.

Mahtude loendile tuleb lisada punktile 2.2 vastav infomudeli kaaskiri.

Peatüki 8.4 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

G Põhiprojekt, eraldi tellitavad tööd:
G 4.11. Mahtude loendid

8.5 Tehnosüsteemide pooltooted

Tehnosüsteemide projekteerija tehtud infomudelit ei saa kasutada pooltoodete tegemiseks.

Kui mõni objektiosa (näiteks koridorid, šahtid, tehnoruumide torustikud, kandilise ristlõikega kanalid vms) tahetakse teha pooltootena, peavad modelleerimistäpsus, meetodid ja tarkvara olema soovitud ala eelmodelleerimiseks sobivad.

Pooltoodete projekteerimine ei kuulu tavaliselt tehnosüsteemide projekteerija ülesannete hulka, kuid kokkuleppe korral võib kasutada projekteerija infomudelit pooltoodete modelleerimiseks.

9 Teostusmudel

Nõuded

Hankedokumentides võidakse tehnosüsteemide projekteerijalt paluda süsteemimudeli ajakohastamist ehitustööde tegeliku käigu järgi. Sel juhul on tegemist teostusmudeliga.

Selgitus

Teostusmudel on süsteemimudeli ajakohastatud versioon. Teostusmudeli info sisule kehtivad samad nõuded kui süsteemimudeli info sisule.

Tooteandmetega komponentide puhul peab teostusmudel sisaldama teavet töövõtjate valitud toodetest tehnosüsteemide projekteerimistarkvara tootekataloogi sisu ulatuses.

„Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012", hankeinfokaart

Punkt 2.3. Haldusteabe nõuded, tase 3

9.1 Tehnosüsteemide info ajakohastamine töövõtja teabega

Nõuded

Kui projekteerimislepingus on tellitud tehnosüsteemide projekteerimisaegsete komponentide ajakohastamine töövõtja valitud komponentidega, peab projekteerija asendama mudelis olevad tooted töövõtja valitud toodetega.

Selgitus

Kui tarkvara andmebaasis õiget toodet ei leidu, valib projekteerija sellele võimalikult sarnase toote. Valitud toote tunnusteks kirjutab projekteerija tegeliku toote tüübi ja muud vajalikud andmed.

Enne komponentide vahetamist tuleb selgeks teha infomudeli kasutusotstarve. Kui komponentide vahetamisest tuleneval kasul ei ole selget praktilist otstarvet, on selle töö olulisus küsitava väärtusega.

Kui infomudelit hakatakse kasutama ehitise haldamisel, tuleb koostada ajakohastatavate komponentide hankepõhine nimekiri (näiteks sulgventiilid, valgustid).

Kui objektile tehakse ka spetsiaalsed tehnosüsteemide seadistusjoonised (punkt 5.8), peab värskendus hõlmama vähemalt kõiki seadistamist mõjutavaid komponente, näiteks järgmisi:

***ventilatsioon** – ventilatsioonisüsteemi lõppseadmed, reguleerklapid, mürasummutid ja tuletõkkeklapid;*

***torustikud** – tasakaalustusventiilid, eelseadistatavad ventiilid, tarbeveepunktid.*

Peatüki 9.1 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

I Ehitamine, eraldi tellitavad tööd:
I4.14. Süsteemimudeli ajakohastamine seadmete vastuvõtuetapil
I4.15. Süsteemimudeli ajakohastamine lõplike andmetega

9.2 Tehnosüsteemide geomeetria uuendamine töövõtja andmetega

Nõuded

Kui projekteerimislepingu järgi tuleb teha ka teostusjoonised, mille eesmärk on saada tegelikule ehitusolukorrale (as built) vastavad geomeetrilised mudelid (teostusmudelid), peavad kõik tehnosüsteemide töövõtjad esitama projekteerijale andmed võrgustiku paigutuses tehtud muudatuste kohta.

Nende andmete põhjal modelleerib tehnosüsteemide projekteerija geomeetrilise mudeli.

Selgitus

Töövõtjad on kohustatud kontrollima üksteise joonistelt või mudelitelt, et võrgustike muudatused oleks kantud kõigi töövõtjate teostusjoonistele.

Näiteks ventilatsioonitorustiku asukoha muutmine võib tähendada seda, et muudatusi tuleb teha ka toru- ja elektripaigaldiste töövõtjate joonistel. 3D-mudeli ajakohastamiseks tuleb esitada projekteerijale kõik töövõtjate joonistel tehtud muudatused.

Alternatiivina võib töövõtja teha muudetud kohast foto, mille põhjal on võimalik kindlaks teha muudatuse põhimõtted.

Peatüki 9.2 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

I Ehitamine, eraldi tellitavad tööd:

I 4.15. Koondmudeli ajakohastamine lõplike andmetega

J Üleandmine, eraldi tellitavad tööd:

J 4.3. Üleandmisjoonised

Lisa 1 Tehnosüsteemide mudeli modelleeritavad komponendid, infosisu ja geomeetriline täpsus erinevates projekteerimisstaadiumites

2D: esitatakse tasapinnalisena ja/või skeemina
BIM: modelleeritakse projekteerimisaegsete geomeetriliste andmetega
Tühi väli = modelleerimis- või infosisunõue puudub
Infosisule esitatavate nõuete ulatus sõltub kasutatavast tarkvarast

Kui mõne komponendi modelleerimine ei ole kohustuslik, ei ole nende modelleerimine siiski keelatud.
Vt tabeli lõpuosas olevat selgitust infosisu kohta
Kõigil komponentidel peab olema süsteemitunnus

Eeldused võrkude geomeetrilise täpsustaseme saavutamiseks: konstruktsioonide ja arhitektuurne 3D-mudel kättesaadav enne tehnosüsteemide modelleerimise algust.

Komponent/töö	**Eelprojekt** *(Yleissuunnittelu)*				**Põhiprojekt** *(Toteutussuunnittelu)*			
	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu põhivõrkude ja –süsteemide osas
Tehnosüsteemid								
Tehnosüsteemide nõuete mudel			Vt tekstiosa, ptk 3	Vt tekstiosa, ptk 3			Vt tekstiosa, ptk 3	Vt tekstiosa, ptk 3
2D-lõiked	X		Torustike, kanalite, kaabliredelite, valgustite jt komponentide tolerants 1 cm. Kinnitused tuleb esitada. Koos isolatsiooni paksusega.	Lõiked tehakse vähemalt põhikoridoridest. Tehnosüsteemide lõikeid koordineerib tehnosüsteemide projekteerija.	X		Torustike, kanalite, kaabliredelite, valgustite jt komponentide tolerants 1 cm. Kinnitused tuleb esitada. Koos isolatsiooni paksusega.	Lõiked tehakse vähemalt põhikoridoridest, aknalaudadest, šahtide väljapääsudest, tehnosüsteemide kihtidest (keldrid, torutunnelid jne). Tehnosüsteemide lõikeid koordineerib tehnosüsteemide projekteerija.
Avaobjektid					X	X	Õige asukoht, tolerants 0 cm.	Mõõtmed, töövõtja andmed, kõrguslik paiknemine
Nähtavad ripplaed					X	X	Arhitekti ripplaejoonisele vastavas kohas. Modelleeritakse kõik ripplae pinda paigaldatavad komponendid (andurid, valgustid, kõlarid, lõppseadmed jne).	Vt tabeli teisi punkte. Modelleerimise õnnestumiseks on vajalik arhitekti ripplaemudel ning ripplaedetailide paigaldusskeem ja seadmete paiknemise 2D-joonis.
Näidisruumid ja -alad		X	Vt tekstiosa, ptk 4.3; tolerants 5 cm.	Vt tekstiosa, ptk 4.3.		X	Tolerants 5 cm.	Vt tabeli teisi punkte. Modelleerimise õnnestumiseks on vajalik arhitektuuriline ja konstruktsioonide mudel.
Seadmete teenindusalade mudelid	X		Olenevalt ruumist. Kui ruumiobjekt tuleb jagada mitmeks teenindusalaks, teeb tehnosüsteemide projekteerija selle eraldi tööna.	Teenindusalade tunnus ruumirühma põhiselt (nt ventilaator 301TK01, kontoriruumid 1.–3. korrus)	X		Vastavalt ruumile. Kui ruumiobjekt tuleb jagada mitmeks teenindusalaks, teeb tehnosüsteemide projekteerija selle eraldi tööna.	Teenindusalade tunnus ruumipõhiselt (nt „ventilaator 301TK01, Kontoriruumid 1.-3. korrus)
Infomudeli kaaskiri				Vt tekstiosa, ptk 2.2				Vt tekstiosa, ptk 2.2
Hooldusluugid (ripplaes, seintes, plaatides jne)					X		Viiteline asukoht. Tegelik asukoht vastavalt arhitektuurijoonistele võttes arvesse ehitusaegseid muudatusi (luuk peab võimaldama juurdepääsu hooldatavale/kontrollitavale objektile).	
Pooltooted				Vt tekstiosa, ptk 8.5				Vt tekstiosa, ptk 8.5
Tarkvaras puuduvad, nn „isemodelleeritud 3D-objektid”					X	X	Välismõõtmed vastavalt projekteerija hinnangule.	Tunnus, süsteemiinfo

Komponent/töö	Eelprojekt				Põhiprojekt			
	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu põhivõrkude ja –süsteemide osas
Torustikud								
Põhitorustikud DN20 – DN32 Cu18 – Cu35	X	X	Plaatobjekti (näiteks lae) all, paiknemise visualiseerimiseks Ei kasutata ava- või montaažiprojektides ega materjalinimekirjades.		X	X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Põhitorustikud DN40 -> Cu42 ->	X	X	Plaatobjekti (näiteks lae) all, paiknemise visualiseerimiseks. Ei kasutata ava- või montaažiprojektides ega materjalinimekirjades.		X	X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk. 2D-joonistel mõõtjoonel kõrgusmärk (keskjoon)
Ühendustorustikud					X	X	Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile. Dimensiooniga DN10- 25 torud võib modelleerida üksteisest läbi.	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Toruisolatsioon						X	Puudub nõue eraldi isolatsiooniobjektile torus. Toru välismõõtmetes peab olema arvesse võetud ka isolatsiooni paksus.	Isolatsiooni tüüp ja paksus. Metallist / märkimisväärselt kulusid mõjutavad pinnakatted tuleb märkida mõõtjoonel ja info sisus.
Sulgventiilid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Mudel, Nimiläbimõõt, rõhulang
Eelreguleeritavad ventiilid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Materjal, Nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhulang, eelseadistus, tunnus
Elektriajamiga ventiilid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhulang, tunnus
Muud ventiilid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Nimiläbimõõt, rõhulang
Väljatõmbeventilaatorid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks IP1)
Filtrid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks SU1)
Elastsed liitmikud					X			Nimiläbimõõt
Avariiventiilid					X			Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks VV1)
Paisupaagid					X	X	Modelleeritakse paisupaagid, mille ruumala on üle 100 dm³	Ruumala, eelrõhk, lõpprõhk
Soojusvahetid					X	X		Võimsus või vooluhulk, rõhulang
Soojussõlm	X	X	Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile.	Liituvate võrkude võimsus või vooluhulk ja rõhulang
Külmajaam	X	X	Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X	Välismõõtmed vastavad valitud seadmele.	Liituvate võrkude võimsus või vooluhulk ja rõhulang

Katusele või fassaadile paigaldatavad seadmed ja komponendid	X	X	Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X	Välismõõtmed vastavad valitud seadmele või komponendile	Tunnus
Muud peaseadmed	X	X	Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X		Tunnus
Vedelikumahutid					X	X	Modelleeritakse mahutid, mille ruumala on üle 100 dm³	Ruumala
Jaotuskollektorid					X	X		Tunnus
Põrandküttetorustikud					X		Vt ptk 5.4	Materjal, Nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk. Vt ptk 5.4
Radiaatorid ja konvektorid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud seadmele.	Mudel, võimsus (vt ka "Eelreguleeritavad ventiilid“)
Õhuringlusseadmed (ventilaatorkonvektorid, kliimaseadmed jne)					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud seadmele.	Vajalik võimsus või vooluhulk, rõhulang, tunnus (näiteks 401PKN01)
Ventilatsioonikalorifeerid					X	X		Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus
Tarbeveeseadmed					X	X	Arhitektuurijoonistel märgitud kohas	Mudel, normaalvool, rõhulang, tunnus (näiteks PA1, WC1) Tarbeveeseadme tunnuse alusel esitatakse eraldi dokumendis muud hankeandmed (WC-poti tüüp, valamutüüp jne)
Valamud, WC-potid jms							Arhitektuurijoonistel märgitud kohas	Esitusviisi nõue puudub, vastavalt arhitektuuriprojektidele
Tuletõrjehüdrandid					X	X	Arhitektuurijoonistel märgitud kohas, välismõõtmed vastavad valitud tootele	Mudel, normaalvool, rõhulang, tunnus (näiteks PPP1)
Põhikanalisatsioon ilma kaldeta	X	X	Visualiseeritakse paiknemist. Ei kasutata ava- või montaažiprojektides ega materjalinimekirjades.		X	X		Materjal, Nimiläbimõõt
Kanalisatsioon ptk 5.2 kohaselt					X	X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile. Vt ptk 5.1.3	Materjal, Nimiläbimõõt
Tuletõkkemansetid					X	X		Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks PM1)
Torustike kontroll-/puhastusluugid					X	X		Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks PL1)
Põrandatrapid					X	X	Arhitektuurijoonistel märgitud kohas	Mudel, normaalvool, tunnus (näiteks LK1)
Katuselehtrid					X	X	Katusejoonistel märgitud kohas	Nimiläbimõõt, tunnus (näiteks SVKK1)
Õueala sade- ja heitveekaevud					X		Õueala projektis märgitud kohas	Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks SVK1)
Õueala settekaevud	X		Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X	Õueala projektis märgitud kohas	Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks HEK1)
Õueala kontrolltorud ja –kaevud					X		Õueala projektis märgitud kohas	Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks TP1)

Vundamendisisesed saju- ja heitveekaevud/-pumplad					X	X		Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks JVP1)
Vundamendisisesed settekaevud	X		Esitatakse arvestuslik ruumivajadus		X	X		Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks HEK1)
Vundamendisisesed kontrolltorud ja kaevud					X	X		Vähemalt 2D-märkjoonega tunnus (näiteks TP1)
Võrkude tühjenduspunktid							Märgitakse vähemalt skeemidel	
Andurid (Tl, Pl, TE, PE, PDE jne.)							Märgitakse vähemalt skeemidel	
Anduripesad							Märkimisviis puudub	
Torustiku kinnitusdetailid (kandurid)							Märgitakse 2D-lõigetel	
Sprinklerpihustid					X	X	Ripplaejoonistel märgitud kohtades	K-faktor, nimiläbimõõt, tunnus (näiteks SPR1)
Torustike ühendusmeetodid (keermed, äärikud jne)							Puudub nõue märkimisviisi kohta, märgitakse teistes dokumentides	
Soojussõlme torustikud					X	X	Modelleeritakse vähemalt põhitorustikud	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Külmajaama torustikud					X	X	Modelleeritakse vähemalt põhitorustikud	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Külmajaama pumbad					X	X	Modelleeritakse viiteline asukoht	Tunnus
Külmajaama segistirühmad ja komponendid					X		Märgitakse skeemil	
Ventilatsiooniruumi põhitorustikud						X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Ventilatsiooniruumi ühendustorustikud						X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Ventilatsiooniseadmete pumbasõlmed					X		Sisu märgitakse skeemil. Arvestuslik asukoht märgitakse modelleerituna (näiteks kast-objektina)	Seadmetunnused tasapinnalistel joonistel (näiteks 301P04, 301FV04)
Muud tehnoruumid					X	X	Modelleeritakse vähemalt põhitorustikud	Materjal, nimiläbimõõt, vooluhulk, rõhk.
Muud tehnoruumi segistirühmad ja komponendid					X		Sisu kuvatakse diagrammidena. Eeldatav koosseis kujutatakse vähemalt üldiste geomeetriliste elementidega modelleeritult.	
Šahtid ja lõõrid			Vt tekstiosa, ptk 4.1 „Ruumivajadus, ruumid”		X	X	Torustikud koos isolatsiooniga modelleeritakse šahti. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Nagu põhitorustikud.

Komponent/töö	Eelprojekt				Põhiprojekt			
	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu põhivõrkude ja –süsteemide osas
Ventilatsioon								
Põhikanalid	X	X	Plaatobjekti (näiteks lae) all, paiknemise visualiseerimiseks. Ei kasutata ava- või montaažiprojektides ega materjalinimekirjades.		X	X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, mõõtmed, vooluhulk, rõhk. 2D-joonistel mõõtjoonel kõrgusmärk (keskjoon)
Ühenduskanalid					X	X	2D-lõigetele vastavas kohas. Peab olema paigaldatav vastavalt kontrollitud koondmudelile.	Materjal, mõõtmed, vooluhulk, rõhk.
Isolatsioon					X	X	Puudub nõue eraldi isolatsiooniobjektile kanalis. Kanali välismõõtmetes peab olema arvesse võetud ka isolatsiooni paksus.	Isolatsiooni tüüp ja paksus. Metallist / märkimisväärselt kulusid mõjutavad pinnakatted tuleb märkida mõõtjoonel / info sisus.
Ventilaatorid	X	X	Arvestuslik asukoht ja välismõõtmed.		X	X	Projekteerija kavandab seadme toote valmistaja tarkvaraga ja kasutab eelkõige tarkvara toodetud objekti	Tunnus, näiteks 301TK01
Katuseventilaatorid	X	X	Arvestuslik asukoht ja välismõõtmed.		X	X	Fassaadi- ja katusejoonistele vastavas kohas, välismõõtmed vastavad valitud tootele	Tunnus (näiteks 301PK02), mõõtmed
Kanaliventilaatorid	X				X	X		Tunnus (näiteks 301PK02), mõõtmed
Heitõhu hajutid	X	X	Arvestuslik asukoht ja välismõõtmed.		X	X	Fassaadi- ja katusejoonistele vastavas kohas, välismõõtmed vastavad valitud tootele	Tunnus (näiteks UPH1), mõõtmed
Välisrestid	X	X	Arvestuslik asukoht ja välismõõtmed.		X	X	Fassaadijoonistele vastavas kohas, välismõõtmed vastavad valitud tootele	Tunnus (näiteks US1), mõõtmed
Lõppseadmed					X	X	Ripplaejoonistele vastavas kohas, välismõõtmed vastavad valitud tootele	Mudel, mõõtmed, tunnus (näiteks T1), õhuvooluhulk, rõhulang, müratase, eelseadeväärtus
Siirdeõhu restid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, tunnus (näiteks S1)
Reguleerimisklapid					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, tunnus (näiteks SP1), õhuvooluhulk, rõhulang, eelseade
Õhuvoo regulaator					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, õhuvooluhulk, rõhulang, individuaalne tunnus (näiteks 301IMS1000.1 – süsteem–IMS–asukoht– number)
Tuletõkkeklapp					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, rõhulang, tunnus (näiteks PP1)
Automaatne tuletõkkeklapp					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, rõhulang, individuaalne tunnus (näiteks 301PP1000.1 – süsteem–PP–asukoht–number)
Mürasummutid kanalitele					X	X	Välismõõtmed vastavad valitud tootele.	Mudel, mõõtmed, õhuvooluhulk, rõhulang, tunnus (näiteks ÄV1)
Puhastusluugid					X	X		Tunnus (näiteks PL1)

Ventilatsioonikalorifeerid	X				X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile, nõutava õhuikiiruse põhjal	Mõõtmed, tunnus (näiteks 301JLP1)
Õhukvaliteeti mõjutavad kanalikomponendid (filtrid, niisutid jne)	X				X	X	Välismõõtmed vastavad valitud komponendile, nõutava õhuvookiiruse põhjal	Mõõtmed, tunnus (näiteks SU1)
Elastsed liitmikud					X			Tunnus (näiteks JL1)
Kinnitusdetailid							Märgitakse 2D-lõigetel	Tehnosüsteemide lõikeid koordineerib sanitaartehnika projekteerija.
Andurid							Märgitakse vähemalt automaatikaskeemidel	
Kanalite ühendusmeetodid (ühendusliistudega jne)							Puudub nõue märkimisviisi kohta, märgitakse teistes dokumentides	
Šahtid ja lõõrid			Vt tekstiosa, ptk 4.1 „Ruumivajadus, ruumid”		X	X	Kanalid ja komponendid modelleeritakse šahti koos isolatsiooniga.	Komponentide ja kanalite infosisu vastavalt käesolevale tabelile.

Komponent/töö	Eelprojekt				Põhiprojekt			
	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu	2D	BIM	Geomeetriline täpsustase	Infosisu põhivõrkude ja –süsteemide osas
Elektrotehnika								
Transformaatorid	X	X			X	X		Tunnus (näiteks T1)
Seadmed	X	X			X	X		Tunnus (näiteks SJK1)
Peakilbid	X	X			X	X		Tunnus (näiteks PK1)
Voolulatid					X	X		Mõõtmed
Kompensaatorid	X	X			X	X		Tunnus (näiteks Q1)
Akud	X	X			X	X		Tunnus (näiteks AK)
Jaotuskilbid	X	X	Põhijaotuse osas		X	X		Tunnus (näiteks JK1)
Ristühenduspaneelid	X	X			X	X		Tunnus (näiteks RKT1)
Telesüsteemide keskseadmed	X	X			X	X		Tunnus (näiteks KJ)
Turvasüsteemide keskseadmed	X	X			X	X		Tunnus (näiteks PIK)
Kaabliredelid ja riputuslatid	X	X	Põhiteede osas		X	X		Mõõtmed, tüüp (redel/plaatriiul). 2D-joonistel mõõtjoonel (alumine piir) absoluutne kõrgus
Juhtmerennid	X	X	Põhiteede osas		X	X		Mõõtmed
Põrandakanalid ja -pesad	X	X	Põhiteede osas		X	X		Mõõtmed
Püstikud			Vt tekstiosa, ptk 4 „Ruumivajadus”		X	X		Mõõtmed
Kinnitus- ja riputusdetailid							Märgitakse 2D-lõigetel	Tehnosüsteemide lõikeid koordineerib sanitaartehnika projekteerija.
Valgustid	X		Näidisruumides BIM		X	X		Positsioon
Evakuatsioonivalgustid					X	X		Positsioon
Avarii- ja turvavalgustid					X	X		Positsioon
Lülitid			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp (näiteks 6-lüliti)
Pistikupesad			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp (näiteks 2-osaline, maandatud)
Liikumisandurid			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Tunnus (näiteks PIR)
Turvalülitid			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp (näiteks turvalüliti)

Harukarbid					X			
Kõlarid			Näidisruumides BIM		X	X		Seadmetüüp
Kaamerad			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp
Suitsuandurid			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp, asukoht
Tulehäirelülitid			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp, asukoht
Märguandeseadmed			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp
Muud telesüsteemide andurid ja tööseadmed			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp
Muud turvasüsteemide andurid ja tööseadmed			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp
Televõrkude pistikupesad			Näidisruumides BIM		X		Näidisruumides BIM	Seadmetüüp, tunnus/asukoht
Püstikud			Põhivõrgu osas, skeem				Märgitakse vähemalt skeemidel	
Televõrkude peakaablid			Põhiteed, skeem				Märgitakse vähemalt skeemidel	
Elektripunktide kaabeldus					X			
Telepunktide kaabeldus					X		Tähekujulised võrgud skeemil	
Turvasüsteemide kaabeldus					X		Tähekujulised võrgud skeemil	
Kasutaja aktiivseadmed							Ei projekteerita, võetakse arvesse liitumistel	
Elektritöövõtu hulka mittekuuluvad seadmed (näiteks ustejuhtimiskeskused)					X	X		Seadmetüüp
Automaatika								
Automaatikakeskused	X	X			X	X		Tunnus (näiteks VAK1)
Andurid ruumides nähtaval					X		Näidisruumides BIM	Tunnus (näiteks TE1)
Andurid tehnosüsteemides, mittenähtavad					X			Tunnus, esim. TE1
Regulaatoripesad jms					X		Näidisruumides BIM	Tunnus (näiteks TC1)
Tööseadmed					X			Tunnus (näiteks FG1)

Märke „2D" tähendus:

- skeemil esitatakse soovitud funktsionaalsed põhimõtted;
- tasapinnalistel joonistel näidatakse komponendi asukoht;
- lubatud on sümbolipõhine esitusviis.

Märke „BIM" tähendus:

- kasutatakse peamiselt tarkvara kataloogis leiduvaid 3D-komponente; IFC-formaati integreeritavatena;
- IFC-mudelite infosisu on vähemalt tabelile vastav.

Lisa 2 Sanitaartehniliste võrkude modelleerimisel kasutatavad värvitoonid

1D	2D	3D	SÜSTEEM	ACAD VÄRVIKOOD	JOON mm
KÜTE					
			PEALEVOOL, RADIAATORKÜTE	200	0,5
			TAGASIVOOL, RADIAATORKÜTE	140	0,5
			PEALEVOOL, VENTILATSIOONI SOOJAV.	220	0,5
			TAGASIVOOL, VENTILATSIOON SOOJAV.	140	0,5
			PEALEVOOL, KAUGKÜTE	242	1,0
			TAGASIVOOL, KAUGKÜTE	242	1,0
JAHUTUS					
			PEALEVOOL, VÕRK 1	190	0,5
			TAGASITULEV, VÕRK 1	122	0,5
			PEALEVOOL, VÕRK 2	142	0,5
			TAGASITULEV, VÕRK 2	122	0,5
			PEALEVOOL, VENTILATSIOONI KÜLMAV.	190	0,5
			TAGASITULEV, VENTILATSIOONI KÜLMAV.	122	0,5
GLÜKOOL					
			PEALEVOOL, SOOJUSTAGASTUS	192	0,5
			TAGASIVOOL, SOOJUSTAGASTUS	222	0,5
			PEALEVOOL, JAHUTI	202	0,5
			TAGASIVOOL, JAHUTI	222	0,5
VANAD VÕRGUD					
			PEALEVOOL, VANA	7	0,18
			TAGASIVOOL, VANA	7	0,18
VESI					
			KÜLM VESI	130	0,7
			SOE VESI	20	0,5
			RINGLUS	212	0,35
KANALISATSIOON					
			HEITVESI	54	1,0
			SADEMEVESI	144	1,0
			RASV	72	1,0
TULEKUSTUTUS					
			PEAVÕRK > 50	62	1,0
			HARUVÕRK < 50	232	0,5
			PIHUSTI, VENTIIL VMS	90	0,35
VENTILATSIOON					

	SISSEPUHE	230	0,5
	VÄLJATÕMME	40	0,5
	SAASTATUD ÕHK	44	0,5
	ÕHUVÕTT	160	0,5
	HEITÕHK	42	0,5
	VANAD VENTILATSIOONIKANALID	7	0,18
	SUITSU-/TULETÕKKEKLAPP	240	0,35
	REGULEERIMISKLAPP	252	0,35

EL.VÕRKUDE VÄRVITOONID

3DSÜSTEEM	ACAD VÄRVIKOOD
KAABLITEED, ELEKTER	123
KAABLITEED, TELE	181
KAABLITEED, TURVA	31
PÕRANDAKANALID, ELEKTER	65
PÕRANDAKANALID, TELE	225
JAOTUSLATID, ELEKTER	241

Lisa 3 Infomudeli kaaskiri

Infomudeli kaaskiri	Tehnosüsteemid
Objekti kirjeldus	
Projekteeritav objekt	
Projekteerimisstaadium	
Infomudeli kaaskirja koostamise kuupäev	
Muutmise kuupäev	
Firma	
Kontaktisik	
Kontaktisiku e-posti aadress	
Kontaktisiku telefon	
Objekti vastutav projekteerija	
Projektijuht	
Kasutatav tarkvara	
Märkused jms	

Modelleerimispõhimõtted		
Nimetus / kasutatavad joonisekihid	Vajaduse korral spetsiaalse projektipõhise dokumendi alusel	
Mudeli mõõtühik	mm	
Baaspunkt (x,y,z)	Arhitektuurse mudeli kohaselt	
Korruste põrandatasapinna absoluutne kõrgus	1. korrus 2. korrus 3. korrus	+10,00 +14,00 +18,00
IFC-andmebaaside loomisviis	Mudelprojekteerimise üldjuhendite peatüki 2.4.1, variant 1 kohaselt	
Mudeli täpsus	Mudelprojekteerimise üldjuhendite 4. osa lisa 1 kohaselt	
Kõrvalekalded täpsustasemest	1.	
Mudeli infosisu	Mudelprojekteerimise üldjuhendite 4. osa lisa 1 kohaselt	
Kõrvalekalded info sisus	1.	
Vastuolukontrolliks kõlbmatud alad		
Muud märkused		

Lisa 4 Infomudeli kontrollprotokoll

Sanitaartehnika

Infomudeli kontrollprotokoll

Koht:	
Aeg:	
Kontrollija:	
Objekt:	
Versioonid:	
Versioonide kuupäevad:	

Tehnosüsteemidemudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarid
Infomudeli kaaskiri				
Kasutatavad mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt failiformaadid)				
Korrused on kindlaks määratud				
Komponendid on kindlaks määratud 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 märkimisväärset vastuolu				
Ventilaatorid on modelleeritud				
Komponendid ei lõiku märkimisväärsel määral elektrimudeli komponentidega				
Komponentidel esineb ainult lubatud vastuolusid arhitektuursete hooneosadega				
Süsteemides on olemas arvestuslikud andmed (vähemalt vooluhulk ja rõhk)				
Komponentide tunnused vastavad lisale 1				

Allkiri: _____

Elektrotehnika

Infomudeli kontrollprotokoll

Koht:	
Aeg:	
Kontrollija:	
Objekt:	
Versioon: Versioonide kuupäevad:	

Elektrimudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarid
Infomudeli kaaskiri				
Mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC- jt failiformaadid)				
Korrused on kindlaks määratud Komponendid on kindlaks määratud 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 lõiku märkimisväärsel määral sanitaartehnikamudeli komponentidega				
Komponentidel ei ole märkimisväärseid vastuolusid tarinditega				
Komponentidel esineb ainult lubatud vastuolusid arhitektuursete hooneosadega Komponentide tunnused ja asukohaandmed vastavad lisale 1				
Komponendid ei lõiku märkimisväärsel määral elektrimudeli komponentidega Komponentidel esineb ainult lubatud vastuolusid arhitektuursete hooneosadega				
Süsteemides on olemas arvestuslikud andmed (vähemalt vooluhulk ja rõhk)				

Allkiri: _____

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 5: Konstruktsioonide projekteerimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

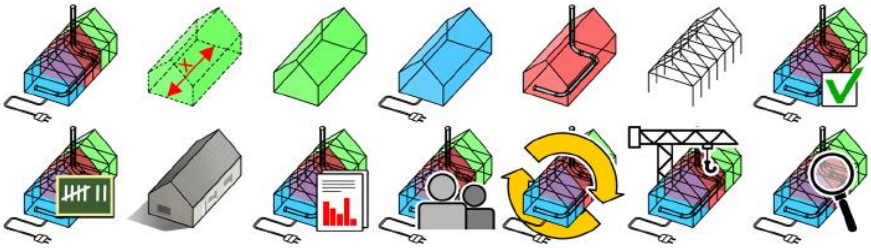
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 5: Konstruktsioonide projekteerimine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

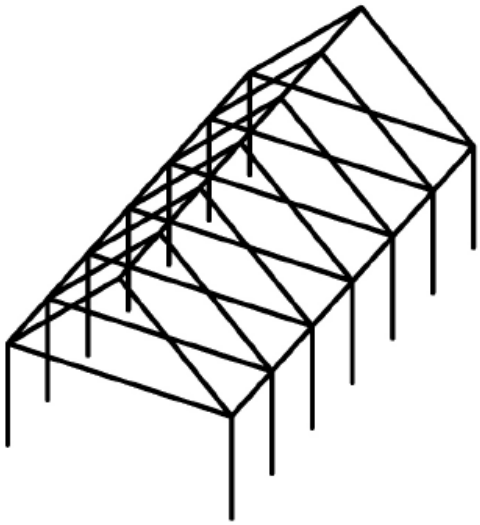
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



5. osa

Konstruktsioonide projekteerimine

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 keeletoimetaja 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
3 Üldised määratlused 6
3.1 Modelleeritavad tarindid 6
3.2 Piirdetarindite tüübid 6
3.3 Ehitise osade ja korruste määratlused 6
3.4 Osade tähistus 7
3.5 Tarindite valmiduse tase 7
3.6 Kvaliteedi tagamine 7
4 Renoveerimisprojektide modelleerimine 8
4.1 Lähteolukorra modelleerimine 8
4.2 Ümberehituste modelleerimine 8
5 Erinevate projekteerimisstaadiumite kirjeldused 9
5.1 Nõuete mudel 9
5.2 Eskiisi staadium 9
5.3 Eelprojekti staadium 9
5.4 Põhiprojekti staadium 11
5.4.1 Avade projekteerimine 14
5.4.2 Avajooniste koostamine 15
5.5 Tööprojekti staadium 16
6 Vastuvõtmine ja ehitise haldamine 18
LISA 1. Konstruktsioonide mudeli sisu 20
Lisa 2. Infomudeli kaaskiri 27
Lisa 3. Kontroll-leht 28

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Selles dokumendis käsitletakse konstruktsioonide projekteerimist ja konstruktsioonide projekteerija poolt koostatud infomudeli sisu.

Infomudelite (BIM-i) kasutamisega püütakse tagada kontrollitud lahenduste teostamist ning toetada infovahetust projekteerimisgrupi sees ning tellija ja töövõtja vahel.

Käesolev juhend käsitleb mudelit, mille esitab konstruktsioonide projekteerija, edaspidi viidatakse sellele kui konstruktsioonide mudelile. Konstruktsioonide mudel muutub projekteerimise käigus detailsemaks.

Juhendis kirjeldatud projekteerimisstaadiumid on kooskõlas projekteerimisülesannete loendiga TELU 08.

See juhend ei käsitle konstruktsioonide projekteerimise tööjaotust erinevate konstruktsioonide projekteerijatel, näiteks betoonist elementide projekteerimist.

Kõikidele projekteerimisvaldkondadele ühised üldnõuded on esitatud nende modelleerimisjuhendite 1. osas, pealkirjaga „Mudelprojekteerimise üldnõuded”.

3 Üldised määratlused

Mudelite täpsuse ja sisu nõuded on projekteerimisstaadiumites erinevad. Need nõuded on loetletud erinevate projekteerimisstaadiumite juures ja lisas 1 „Konstruktsioonide mudeli sisu”.

3.1 Modelleeritavad tarindid

Nõuded

konstruktsioonide mudeliga modelleeritakse kõik kandvad tarindid ja mittekandvad betoontarindid. Lisaks tuleb modelleerida ehitustooted, mille suurus ja asukoht mõjutavad teisi projekteerijaid.

Selgitus

Näiteks tuleb laes asuvad tuletõkkeplaadid modelleerida selliselt, et tehnosüsteemide projekteerijad saaksid aru kus on lae alumine pind.

Kiletüüpi ehitustooted, nagu niiskustõkkekile, ei kuulu üldjuhul konstruktsioonide mudelisse.

Nõuded

Tarindid tuleb modelleerida nii, et tarindi edastamisel järgnevale osapoolele on tuvastatavad tarindi andmed (nimetus/tüüp, mõõtmed , asukoht ja muu oluline info vastavas projektistaadiumis).

Konstruktsioonide projekteerija peab tagama, et IFC-mudelil on hoone osad näidatud õigesti – sein on näidatud kui sein ja tala on näidatud kui tala.

Selgitus

Üldiselt teevad modelleerimistarkvara tööriistad seda automaatselt kui tarind on modelleeritud vastava tarindi modelleerimiseks ette nähtud tööriistaga – sein on modelleeritud seina tööriistaga, tala tala tööriistaga jne.

3.2 Piirdetarindite tüübid

Nõuded

Konstruktsioonide projekteerija määratleb projekti tarindite tüübid projekteerimisülesannete loendi kohaselt. Tarindite tüübid kui niisugused ei kuulu konstruktsioonide mudelisse. Piirdetarindite tüübid on üldjuhul väljastatud 2D-joonistena. Arhitekt kasutab arhitektuursel modelleerimisel konstruktsioonide projekteerija määratletud tarindite tüüpe.

Selgitus

Tarindite tüübi joonised peavad olema kättesaadavad kogu projekteerimismeeskonnale, sest need on vajalikud näiteks energiakulu analüüsiks.

3.3 Ehitise osade ja korruste määratlused

Nõuded

Tarindid modelleeritakse kavandatud ehitusjärjekorra kohaselt ehitise korruste ja osade kaupa ja kooskõlas kinnitatud projekti koordinaatidega. Koordinaadid määratletakse *1. osas Üldosa*.

Korruse ja/või osa teave määratletakse konstruktsioonides mudelis nii, et see oleks edastatav IFC-failina. Korruse ja osa infot kasutatakse näiteks visualiseerimisel, kontrollimisel ja mahuarvutustel.

Selgitus

Suurte projektide korral võib olla vajalik jagada tarindid mitmeks mudeliks.

Tarindid modelleeritakse kui tegelikud ehitise osad. Näiteks kolme korruse kõrgune post modelleeritakse kui korruseid läbiv tervik.

Konstruktsioonide mudel jagatakse korrusteks nii, et iga korrus sisaldaks kandeseinu/sambaid ja ülemist vahelage. Mitut korrust läbistavad tarindid seotakse kõige madalama korrusega, millel need algavad. Eraldi kokkuleppe korral teeb konstruktsioonide projekteerija arhitektuurse jaotuse kohaselt (kandeseinad/sambad ja alumine vahelagi) iga korruse kohta IFC-mudeli.

3.4 Osade tähistus

Nõuded

Modelleerimistarkvara tööriistad nummerdavad iga objekti eraldi (Global Unique Identifier ehk GUID), et neid saaks vajaduse korral eristada kogu projekti jooksul kuni valmistamise ja paigaldamiseni. Tuleks vältida GUID-tähistuse kustutamist ja uute objektide loomist ning selle asemel säilitada ja täiustada olemasolevaid objekte.

Lisaks automaatsele GUID-nummerdusele tähistatakse ja nummerdatakse tarindeid loogiliselt projekteerija ja tellija kokkuleppe kohaselt, et tarindeid saaks näiteks mahuarvutuse ja logistika jaoks eristada.

Et hõlbustada mudeli kasutamist, tuleb märgistuse ja nummerduse nimekirja jagada kõikide projekteerimisgrupi liikmete vahel.

3.5 Tarindite valmiduse tase

Nõuded

Konstruktsioonide mudel võib sisaldada erineva valmidusastmega tarindeid. Mudeli ja mudeli andmete kasutamisel on ülimalt oluline teada tarindite valmidusastet. Valmidusaste esitatakse mudelis või salvestatakse mudeli kaaskirja. Valmidusastme esitusviis lepitakse iga projekti puhul eraldi kokku.

Selgitus

Näiteks tehnosüsteemide projekteerijad võivad kasutada valmidusastet tarindi aluse kõrguse usaldusväärsuse määramiseks.

3.6 Kvaliteedi tagamine

Nõuded

Avaldatud konstruktsioonide mudelid ei tohi sisaldada muude valdkondade projekteerijate mudelite objekte, isegi kui neid mudeleid on kasutatud referentsidena. Seega peab konstruktsioonide mudel sisaldama ainult konstruktsioonide projekteerija poolt modelleeritud objekte.

Enne mudeli avaldamist peab konstruktsioonide projekteerija tegema projektidele ettevõtte kvaliteedisüsteemi järgse kvaliteedikontrolli.

Mudeli kvaliteedikontroll tehakse käesolevas ja 6. osas „Kvaliteedi tagamine” toodud kirjelduse kohaselt. Konstruktsioonide mudeli täidetud ja allkirjastatud kontroll-leht lisatakse mudeli kaaskirjale.

Selgitus

Avaldatava IFC-mudeli info sisu saab määratleda selle kasutuseesmärgi kohaselt. Mudeli lihtsustamiseks võib näiteks sarruse mudelist välja jätta.

4 Renoveerimisprojektide modelleerimine

Renoveerimisprojektide korral tuleb modelleerimise ulatus kooskõlastada alati iga projekti puhul eraldi. Modelleerimise ulatust ja täpsust mõjutab võimalik mõõdistusmudel ja selle kasutamise sobivus konstruktsioonide projekteerijatele.

4.1 Lähteolukorra modelleerimine

Kui mõõdistusmudel puudub või mudeli konstruktsioonide täpsus ei ole piisav, siis võib konstruktsioonide projekteerija modelleerida olemasolevaid tarindeid.

Nõuded

Konstruktsioonide projekteerija teeb kandvate ja mittekandvate betoontarindite mõõdistusmudeli 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine” kirjeldatud modelleerimisnõuete võimalikkuse astme kohaselt. Kasutatud mõõtemeetod ja mudeli hinnanguline täpsus tuleb salvestada mudeli kaaskirjas.

Selgitus

Konstruktsioonide projekteerija võib modelleerida lähteolukorra ka vanade tarindijooniste põhjal.

4.2 Ümberehituste modelleerimine

Nõuded

Konstruktsioonide projekteerija modelleerib konstruktsioonide mudeli jaoks uued kandvad ja mittekandvad betoontarindid. Olemasolevad kandetarindid modelleeritakse ainult tarindite muudatuste vajaduse korral. Modelleerimine tehakse 5. osa „Konstruktsioonide projekteerimine” kohaselt. Tarindi muudatuste asukohta puudutav mõõdetud või hinnanguline info lisatakse mudeli kaaskirjale.

Selgitus

Projektipõhiselt võib kokku leppida muid modelleerimistavasid. Näiteks võib hoone teatava osa modelleerida märksa täpsemalt.

5 Erinevate projekteerimisstaadiumite kirjeldused

5.1 Nõuete mudel

Konstruktsioonide projekteerimise juhend esitab eesmärgid ja nõuded konstruktsioonide projekteerimisele.

Nõuete mudel võib olla esitatud tabeli, joonise, teksti või mudeli kujul või nende kombinatsioonina.

Selgitus

Konstruktsioonide projekteerimise nõuete mudel võib sisaldada näiteks:

- *kasutatavaid standardeid ja eeskirju;*
- *tellija antud lähteandmeid ja kohustusi;*
- *muid nõudeid ja lähteandmeid (ruumilist paindlikkust, vabasid kõrgusi jne).*

5.2 Eskiisi staadium

Eskiisi staadiumis (TELU 08 – RAK C3) hindab konstruktsioonide projekteerija arhitekti esitatud valikute teostatavust.

Selgitus

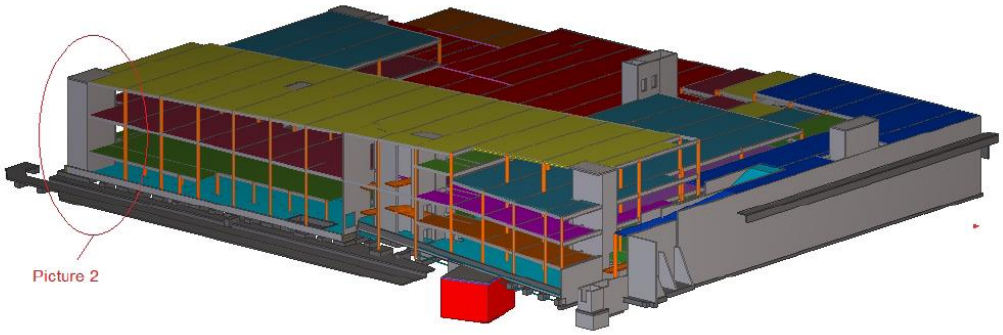
Eskiisi staadiumis ei ole konstruktsioonide projekteerijal tegelikke modelleerimisnõudeid. Projektipõhiselt võib eraldi kokku leppida, et konstruktsioonide projekteerija modelleerib näiteks maksumuse määramiseks erinevaid karkassivariante. Modelleerimise täpsus peab olema kooskõlas eelprojekti staadiumiga.

5.3 Eelprojekti staadium

Eelprojekti staadiumis (TELU 08 – konstruktsioonide C4) arendatakse valitud eskiis teostatavaks eelprojektiks. Mudeli sisu ja täpsus on määratletud lisas 1.

Selgitus

Selles staadiumis hinnatakse koos tehnosüsteemide projekteerijatega tehnosüsteemide ja kandetarindite ühilduvust.



Joonis 1. Mudel eelprojekti staadiumi ajal. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

Nõuded

Eelprojekti staadiumi nõuded on esitatud allpool olevas tabelis.

Eelprojekt **Konstruktsiooni osa projekteerimise lähteandmed (POOLELI)**	
Lähteandmed	• mõõdistuse ja/või kinnistu mudel vastavalt 2. osale "Lähteolukorra modelleerimine" • kokkulepitud formaadis trükitud IFC-mudelid ja 2D-joonised
GEO (*)	• maapind, kaljupinnas, kaevandid ja süvendid • mudelist kokkulepitud formaadis tehtud IFC- või 3D-joonised
ARH	• IFC-mudel vastavalt 3. osale "Arhitektuurne projekteerimine" • mudelist kokkulepitud formaadis tehtud 2D-joonised
Eriosad (MEP)	• IFC-mudel vastavalt 4. osale "Tehnosüsteemide projekteerimine"
Konstruktsioonide projekteerija andmete modelleerimise nõuded	
• modelleerimine 1. lisa „Konstruktsioonide mudeli sisu" või projektipõhiste nõuete kohaselt • kvaliteedi tagamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine" kohaselt • IFC-mudeli avaldamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine" kohaselt • mudeli kaaskirja täitmine • mudeli jooniste väljatrükiks ettevalmistamine tellija jooniste juhendi või üldjuhendi kohaselt	
Mudelist tulenevad eelised	**Väljatrükid**
• visuaalne ülevaade • esialgsed mahuarvutused ja maksumuse hinnangud • esialgne karkassi ajagraafik • vastuolude kontroll • lähteandmed konstruktsioonide projekteerija arvutusmudelile • järgmise projekteerimisstaadiumi alus	• vundamentide mõõtjoonised • kõige alumise põranda mõõtjoonised • kõikide korruste mõõtjoonised • üldlõiked/lõigete joonised

(*) = GEO modelleerimine ei ole nõutud juhendiga „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012"

Joonis 2. Trepišahti mudeli täpsuse näide eelprojekti staadiumis. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

5.4 Põhiprojekti staadium

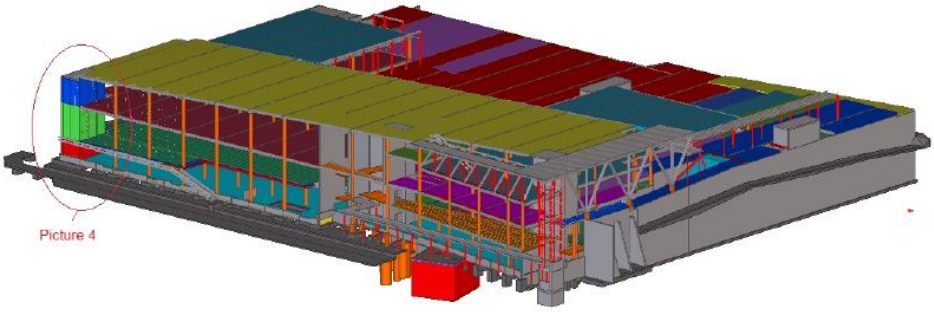
Põhiprojekti staadiumis (TELU 08 – konstruktsioonide C6) arendatakse mudel ehituspakkumuse päringuks nõutud tasemeni, koostatud mudelid lisatakse pakkumiskutsele.

Nõuded

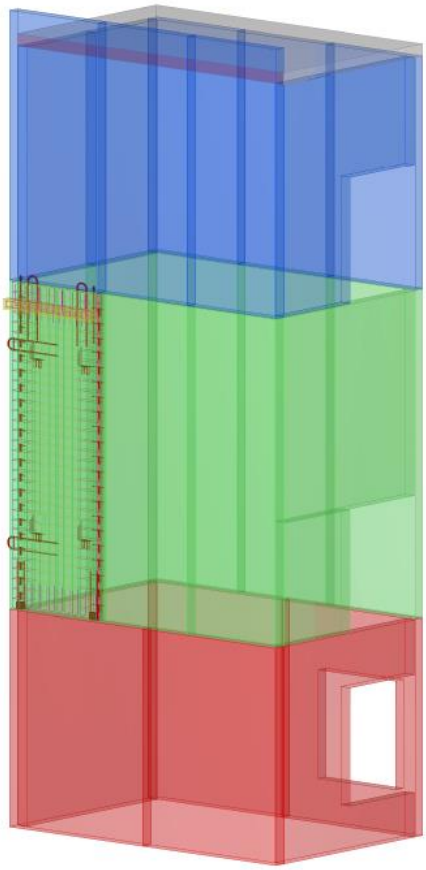
Kandvad tarindid ja mittekandvad betoontarindid modelleeritakse õigete suuruste, mahtude, koguste ja täpsete asukohtadega. Mudeli sisu on määratletud lisas 1.

Selgitus

Sellisena toimib mudel ka tehnosüsteemide projekteerija mudeli lähtealusena ja avade eelmääramisel.



Joonis 3. Mudel on täpsustatud põhiprojekti staadiumi kohaselt. Joonis: Finnmap Consulting Oy.



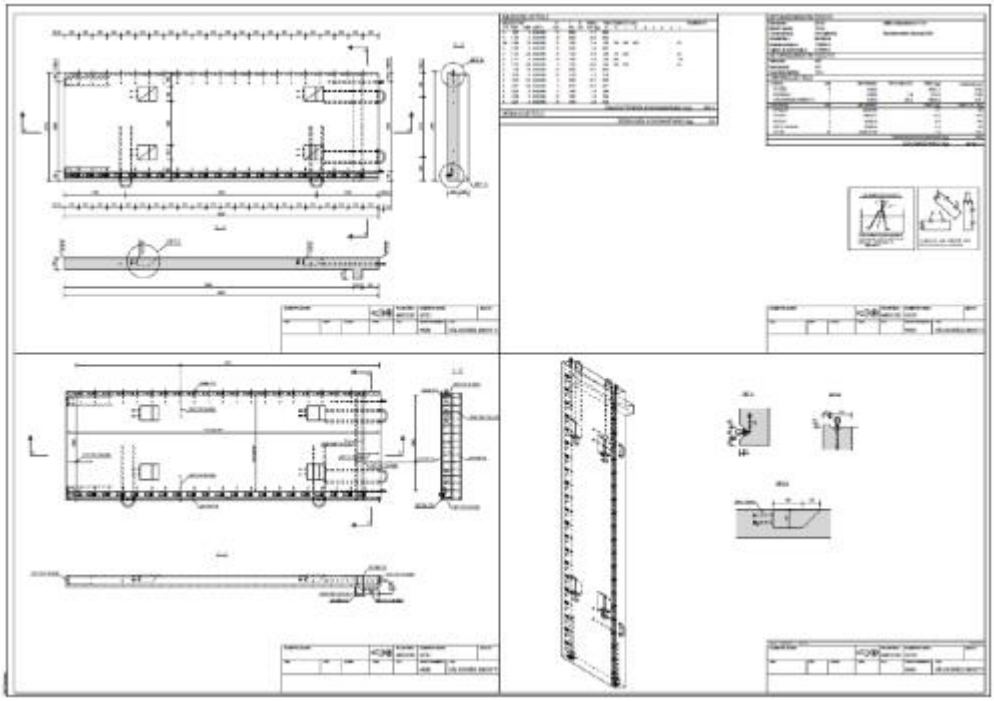
Joonis 4. Trepišahti ja mudeli elemendi täpsus põhiprojekti staadiumis. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

Nõuded

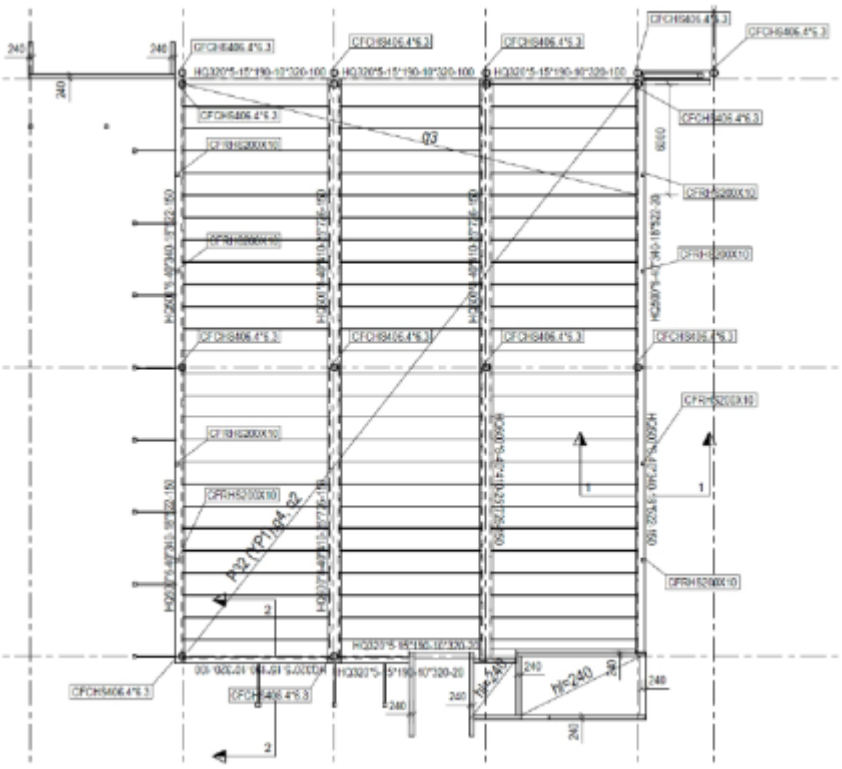
Põhiprojekti staadiumi nõuded on esitatud allpool olevas tabelis.

Projekteerimine hanke alusel	
Konstruktsioonide projekteerimise lähteandmed	
ARH	• IFC-mudel vastavalt 3. osale "Arhitektuurne projekteerimine" • mudelist kokkulepitud formaadis tehtud 2D-joonised
Eriosad(MEP)	• IFC-mudel vastavalt 4. osale "Tehnosüsteemide projekteerimine" • avade projekteerimine IFC-mudeli kooskõlastatud ulatuses, vt ptk 5.2.4
Konstruktsioonide projekteerija andmete modelleerimise nõuded	
• modelleerimine 1. lisa „konstruktsioonide mudeli sisu" või projektipõhiste nõuete kohaselt • kvaliteedi tagamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine" kohaselt • IFC-mudeli avaldamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine" kohaselt • mudel väljastatakse tehnosüsteemide projekteerijale avade algmodelleerimiseks ptk 5.2.4 kohaselt • mudeli kaaskirja täitmine • mudeli jooniste väljatrükiks ettevalmistamine tellija jooniste juhendi või üldjuhendi kohaselt	
Mudelist tulenevad eelised	**Väljatrükid**
• projekti visualiseerimine • mahuarvutused • vastuolude kontroll	• vaiade nimekiri • vaiade plaan • vundamentide mõõtjoonised

• tööohutuse ja ehitusala kavandamine • ehituse ajagraafiku kavandamine ja visualiseerimine • montaaži ja teiste tööde ajagraafiku kavandamine • järgmise projekteerimisstaadiumi alus	• taldmike ja muude vundamentide tüüpjoonised • kõige alumise põranda mõõtjoonised • kõikide korruste mõõtjoonised • kõrguste joonised • elementide skeemid • varjendi (VSS) mõõtjoonis • tüüpse elemendi tootejoonis • montaažijoonised • terastarindite koguse ja materjali nimekirjad



Joonis 5. Joonisel 4 on esitatud tüüpse elemendi tootejoonis. Joonis: Finnmap Consulting Oy.



Joonis 6. Põhiprojekti staadiumi aegsel mudelil põhinev korruseplaan. (Joonis: Finnmap Consulting Oy)

5.4.1 Avade projekteerimine

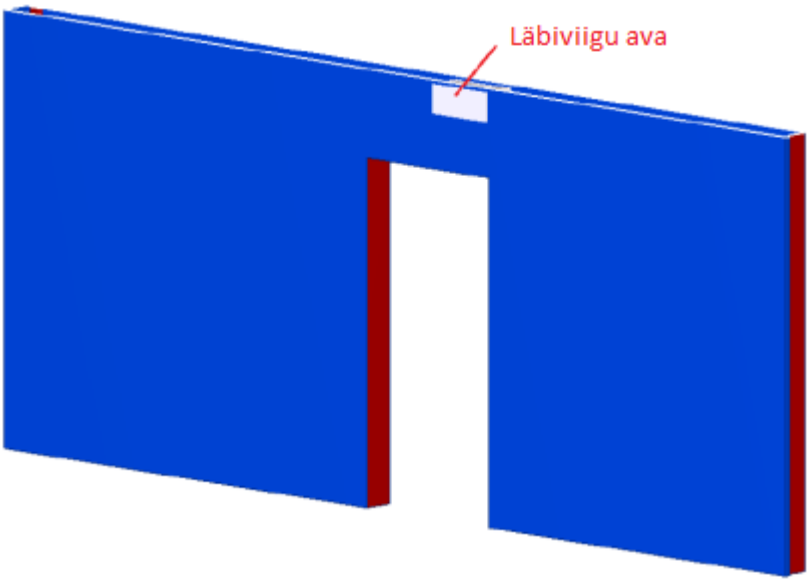
Avade projekteerimise mudeli kasutamine ja avade projekteerimise jooniste ettevalmistamise ja tegemise kohustus tuleb alati kokku leppida iga projekti puhul eraldi.

Selgitus

Tehnosüsteemide mudeli ja konstruktsioonide mudeli ning vajaduse korral arhitektuurse mudeli ühendamine võimaldab kasutada avade asukoha määramise ja projekteerimise hõlbustamiseks mudelipõhist vastuolude kontrolli.

Konstruktsioonide projekteerija teeb mudelipõhise avade projekti alusel kokkulepitud formaadis mudeli. Tehnosüsteemide projekteerija kasutab mudelit avade projekti loomiseks. Mudel peab olema korrusepõhine, sisaldades ülemisi paneele ja vastavaid kandeseinu.

Tehnosüsteemide projekteerija valmistab ette IFC-põhise avade mudeli, mis sisaldab ainult projekteeritud avaobjekte. See avade mudeli IFC esitatakse konstruktsioonide projekteerijale korrusepõhises formaadis.



Joonis 7. Avade projekt konstruktsioonide mudelis. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

Iga projekteeritud avaobjekt peab sisaldama infot, millise tehnosüsteemi avaga on tegemist . Projekteeritud ava suurus ja tunnused peavad sisalduma projekteeritud objekti tunnusandmetes. Projekteeritud avad modelleeritakse avade mudelis nii, et nende suurus ja asukoht oleks õigesti paigutatud.

Kõrgusena kasutatakse absoluutset kõrgust.

Et hõlbustada konstruktsioonide projekteerijal visuaalse hindamise ja avade projekteerimise ettevalmistust, tuleb projekteeritud objektid modelleerida paksemana kui läbistatavad tarindid.

Konstruktsioonide projekteerija kasutab avade projekteerimise andmeid tarindite avade ja muude projektlahenduste ettevalmistamiseks, kui see on konstruktsiooniliselt võimalik. Kui avade ettevalmistus on konstruktsiooniliselt võimatu, siis peab konstruktsioonide projekteerija tehnosüsteemide projekteerijat sellest teavitama. Tehnosüsteemide projekteerija valmistab seejärel konstruktsioonide projekteerija soovituste alusel avaobjektide uue versiooni ja saadab selle konstruktsioonide projekteerijale.

Tehnilisest seisukohast on soovitatav, et juba ettevalmistatud avade uuendamisel ei eemaldataks projekteeritud objekti ega asendataks seda uuega, vaid muudetaks juba modelleeritud objekti (näiteks muudetakse selle suurust või asukohta). Sel juhul tuvastavad tarkvara tööriistad projekteeritud ava uuendatud objektina, mitte uue objektina.

Elementide avade projekteerimise jooniste ettevalmistamisel ei ole nõutav elektrotehniliste torusüsteemide, karbiavade või muude elemente läbistavate kanalite mudelipõhine avade projekteerimine (kuna tehnosüsteemide rakendustarkvara ei toeta elementide avade käsitlemist). Projektlahendused, mis läbistavad elementi täielikult, tuleb käsitleda avaobjektina. Tehnosüsteemide projekteerija esitab avad ja muud lahendused konstruktsioonide projekteerijale tavalise projekteerimismeetodi abil.

5.4.2 Avajooniste koostamine

Nõuded

Avade projekteerimise mudelipõhise projekti kasutamisel tuleb avade projekteerimise joonised, vastutusalad ja töömeetodid konstruktsioonide projekteerimise ja tehnosüsteemide projekteerimise vahel projektipõhiselt kooskõlastada.

Projektipõhiselt tuleb kindlaks teha ka tarindite ja tehnosüsteemide projekteerijate kasutatavate rakendusprogrammide ühilduvus.

Selgitus

Mudelipõhist avade projekteerimist saab kasutada avade 2D-jooniste tegemisel mitut moodi.

Kui ehitusel on vajalikud avade 2D-joonised, tuleb kaaluda nende töömeetodite või võimaluste kasutamist. Kõikide töömeetodite lähtepunkti kirjelduse annab ptk 5.4.1.

Variant 1

- *Konstruktsioonide projekteerija esitab tehnosüsteemide projekteerijale avade 2D- ja 3D-alusjoonised.*
- *Tehnosüsteemide projekteerija kasutab avaobjekte ja teeb nende alusjooniste põhjal mõõtkettidega varustatud avade 2D-joonised*
- *Avad seotakse tavaliselt hoone telgedega, renoveerimisprojektides võib siduda ka olemasolevate konstruktsioonidega.*
- *Avade projekti 2D-failid edastatakse konstruktsioonide projekteerijale.*
- *Konstruktsioonide projekteerija trükib need välja ja saadab jagamiseks.*

Variant 2

- *Konstruktsioonide projekteerija saadab tehnosüsteemide projekteerijale avade 3D-jooniste maketid korrusepõhises formaadis, kasutades absoluutset kõrgust.*
- *Tehnosüsteemide projekteerija valmistab avade projekteerimise objektid mudelis kasutatud kõrguse jaoks ette ja saadab need IFC-formaadis konstruktsioonide projekteerijale.*
- *Konstruktsioonide projekteerija valmistab tehnosüsteemide projekteerija antud avade projekteerimise objektide alusel ette läbiviikude 2D-joonised koos teljestiku ja mõõtmetega. Konstruktsioonide projekteerija trükib joonised välja ja saadab jagamiseks.*

Variant 3

- *Konstruktsioonide projekteerija saadab tehnosüsteemide projekteerijale avade 3D-jooniste maketid korrusepõhises formaadis, kasutades absoluutset kõrgust.*
- *Tehnosüsteemide projekteerija valmistab avade projekteerimise objektid mudelis kasutatud kõrguse jaoks ette ja saadab need IFC-formaadis konstruktsioonide projekteerijale.*
- *Konstruktsioonide projekteerija valmistab ette avade 2D-joonise maketid, näidates ära tehnosüsteemide projekteerija antud läbiviikude projektid.*
- *Konstruktsioonide projekteerija paigutab avade projektide andmed joonise teljestikku (nt „IU, 300 x 200, KP = +25,3”). Andmed võetakse tehnosüsteemide projekteerija antud avade projekteerimise objektidelt.*
- *Konstruktsioonide projekteerija paigutab 2D-joonisele muude projekteerimisvaldkondade jaoks mõõtjoonte taseme, kasutades mõõtjoonte väljatrükil eelistatud värvust (= must-valgel väljatrükil joone paksust).*
- *Konstruktsioonide projekteerija esitab ülal nimetatud avade 2D-jooniste maketid tehnosüsteemide projekteerijale.*
- *Tehnosüsteemide projekteerija valmistab konstruktsioonide projekteerija näidatud tasemel ette mõõtjooned, kasutades CAD-tarkvara tavalisi telgede tööriistu.*
- *Avade projektide mõõtmed esitatakse põhiliselt moodulvõrgustikus; renoveerimisprojektides kasutatakse teise võimalusena mõõtmete esitamist olemasolevas tarindis.*
- *Telgedega avade projekti 2D-failid edastatakse konstruktsioonide projekteerijale.*

- *Konstruktsioonide projekteerija trükib need välja ja saadab jagamiseks.*

5.5 Tööprojekti staadium

Tööprojekti staadiumi (TELU – konstruktsioonide C7) konstruktsioonide mudeli sisu ja täpsus on määratletud konstruktsioonide projekteerija ülesannete ulatusega.

Mudeli sisu on määratletud lisas 1.

Nõuded

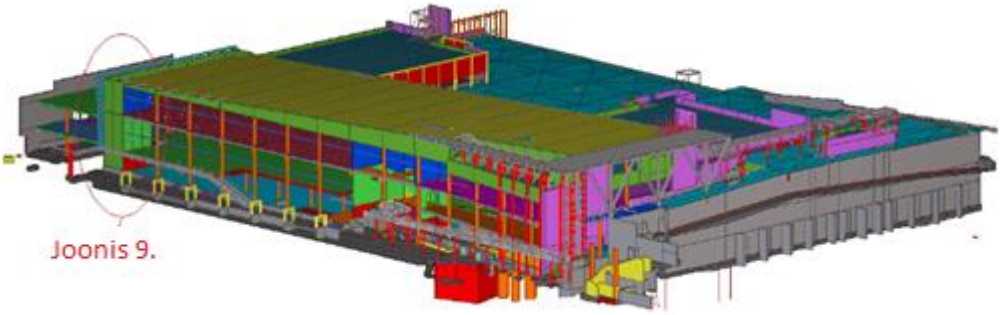
Kui konstruktsioonide projekteerija on ka betoonelementide ja/või terastoodete projekteerija ja kui projekteerimisleping ei kehtesta teisiti, tuleb kõik osad ja/või koostud modelleerida eelneva projekteerimisstaadiumi mudeli osade ja/või koostude täpsuse tasemel.

Kui betoonelemente ja/või terastooteid ei projekteeri konstruktsioonide projekteerija, siis peab konstruktsioonide projekteerija jätkama mudeli muude tarindite arendamist. Sel juhul tuleb erinevate konstruktsioonide projekteerijate koostöö ning mudelite jagamine ja ühendamine kooskõlastada iga projekti puhul eraldi.

Nõuded

Ehitusliku projekteerimise staadiumi üldnõuded on esitatud allpool olevas tabelis.

Ehituslik projekteerimine	
Konstruktsioonide projekteerimise lähteandmed	
ARCH	• IFC-mudel vastavalt 3. osale “Arhitektuurne projekteerimine” • mudelist kokkulepitud formaadis tehtud 2D-joonised • detailid
(Eriosad) MEP	• IFC-mudel vastavalt 4. osale “Tehnosüsteemide projekteerimine” • avade projekteerimine IFC-mudeli kooskõlastatud ulatuses, vt ptk 5.2.4
Konstruktsioonide projekteerija andmete modelleerimise nõuded	
• modelleerimine 1. lisa „konstruktsioonide mudeli sisu” või projektipõhiste nõuete kohaselt • kvaliteedi tagamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine” kohaselt • IFC-mudeli avaldamine 3. peatüki ja 6. osa „Kvaliteedi tagamine” kohaselt • mudeli kaaskirja täitmine mudeli jooniste väljatrükiks ettevalmistamine tellija jooniste juhendi või üldjuhendi kohaselt	
Mudelist tulenevad eelised	**Mudelist valmistatud väljatrükid**
• projekti visualiseerimine • mahuarvutused • osa liitmudelist • tööohutuse ja ehitusala kavandamine • ehituse ajagraafikus ja teostusolukorra esitlemine ja visualiseerimine • paigalduste ja tööde ajagraafiku kavandamine	• vaiastiku teostusjoonis • vundamendi mõõtjoonis • varjendi mõõtjoonis • paigalvalu rb-konstruktsioonide mõõtjoonised <u>Kuuluvad otsustamisele projektipõhiselt:</u> • vundamendi sarrustuse mõõtjoonis • varjendi sarrustuse mõõtjoonis • valatavate betoontarindite sarrustuse mõõtjoonised • valatavate betoontarindite sarrustuse nimekirjad



Joonis 8. Tööprojekti staadiumi aegne mudel. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

Joonis 9. Trepišahti mudeli täpsus tööprojekti staadiumis. Joonis: Finnmap Consulting Oy.

6 Vastuvõtmine ja ehitise haldamine

Ehitust juhitakse konstruktsioonide mudeli alusel, mille konstruktsioonide projekteerija on tööprojekti staadiumis ette valmistanud. Ehituse ajal tekkinud konstruktsioonimuudatused lisatakse mudelisse, et saaks teha uued teostusjoonised. Seetõttu on konstruktsioonide mudel projekti lõpetamisel tavaliselt ajakohane ja puudub vajadus teha eraldi teostusmudel.

Selgitus

Kui ehituse ajal on tehtud konstruktsioonimuudatusi ja neid muudatusi ei ole tööprojekti staadiumis konstruktsioonide mudelisse kantud, siis tuleb need muudatused salvestada teostusmudelisse.

Avade projekteerimise uuendamine teostusmudelis kooskõlastatakse iga projekti puhul eraldi.

Eraldi projekteeritud betoonelementide ja/või teraskoostude info sisu lisamine üldisesse teostusmudelisse kooskõlastatakse eraldi.

Teostusmudel võib toimida hoone virtuaalse mudelina ja olla hooldusjuhendi kõrval kasutusel kui ehitise haldusmudel. Mudeli uuendamine olenevalt muutustest ehitise haldamisel tuleb kooskõlastada eraldi.

LISA 1. Konstruktsioonide mudeli sisu

x = tuleb modelleerida

(x) = modelleerimine tuleb kooskõlastada eraldi

Eelprojekt

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
Vundamendid	Vaiad	(x)	
	Taldmikud	x	Välimõõtmed/gabariitmõõtmed ja asukoht modelleeritakse täpselt.
	Alusmüürid	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Vundamendipostid	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Vundamenditalad/sokli talad	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Soojusisolatsioon	(x)	
Aluspõrand	Aluspõrandapaneelid	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja kandeelementide asukoha seisukohalt täpselt.
	Aluspõranda kanalid	(x)	
	Muud aluspõrandad	(x)	
	Soojusisolatsioon	(x)	
Karkass	Varjend	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Kandeseinad	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Postid	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Talad	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Vahelaed	x	Modelleeritud põhimõõtmete ja kandeelementide asukoha seisukohalt täpselt.
	Katuslaed	x	Modelleeritud põhimõõtmete ja kandeelementide asukoha seisukohalt täpselt.
	Muud karkassid	(x)	
Fassaadid	Välisseinad	(x)	Mahukoondite saamiseks võib modelleerida, näiteks pideva seinaobjektina.
	Muud fassaaditarindid	(x)	
Välistarindid, väliskonstruktsioonid	Rõdud	x	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
	Varikatused	(x)	
	Muud välistasandid	(x)	
Katused	Katusetarindid	(x)	
	Räästatarindid	(x)	
	Klaaskatuse tarindid	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
Ruumijaotuse osad	Mittekandvad betoonvaheseinad	(x)	
Muud ruumijaotuse osad	Ruumi vajavad ehitise osad, näiteks tuletõkkeplaadid	(x)	
	Hooldussillad ja käiguteed	(x)	

Põhiprojekti staadium

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
Vundamendid	Vaiad	x	Vaiad modelleeritakse projektis ette nähtud asukohta ja vastava pikkusega.
	Taldmikud	x	• Taldmike tüüpide näidised, sh ühendused, sarrus ja taridetailid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Ülejäänud taldmikud modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleks välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Vundamendiseinad	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Vundamendipostid	x	• Vundamendipostide tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Ülejäänud vundamendipostid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Alustalad	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Soojusisolatsioon	(x)	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda materjali kogumahtu.
Aluspõrandad	Aluspõrandapaneelid	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Aluspõranda kanalid	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Aluspõrandad	Muud aluspõrandad	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Soojusisolatsioon	(x)	Modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda materjali kogumahtu.
Karkass	Varjend	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Kandeseinad	x	• Kandeseinte tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleks välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Postid	x	• Betoonpostide tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu. • Teraspostide tüüpide näidised, sh ühendused, modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. Liitpostid peavad sisaldama tugevdusi.

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
	Talad	x	• Betoontalade tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu. • Terastalade tüüpide näidised, sh ühendused, modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt.
Karkass	Vahelaed	x	• Betoonelementide tüüpide näidised, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Lagi	x	• Betoonelementide tüüpide näidised, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Muud karkassid	(x)	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Fassaadid	Välisseinad	x	• Betoonseinte elementide tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
		(x)	• Kerge karkassiga fassaaditarindite modelleerimine otsustatakse iga projekti puhul eraldi. Seina võib, näiteks mahuarvutuseks, modelleerida pidevana. • Seinaelementide pinnaviimistluse modelleerimine otsustatakse iga projekti puhul eraldi.
	Muud fassaaditarindid	(x)	
Välistasandid	Rõdud	x	• Betoonelementide tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Muud osad ja kohapeal valatavad betoontarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
Välistasandid	Varikatused	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
	Muud välistasandid	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Katused	Katusetarindid	x	Need modelleeritakse nii, et tehnosüsteemide projekteerija saaks mudelilt kasutatavat vaba ruumi näha.
	Räästatarindid	(x)	
	Klaaskatuse tarindid	x	Kandetarindid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Ruumijaotuse osad	Mittekandvad betoonvaheseinad	x	• Betoonelementide tüüpide näidised, sh ühendused, tugevdused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt. • Ülejäänud osad modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et vastuolud oleksid välditud ja mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Muud ruumijaotuse osad	Ruumi vajavad ehitise osad, näiteks tuletõkkeplaadid	x	Need modelleeritakse nii, et tehnosüsteemide projekteerija saaks mudelilt kasutatavat vaba ruumi näha.
	Hooldussillad ja käiguteed	(x)	

Tööprojekti staadium

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
Vundamendid	Vaiad	x	Vaiad modelleeritakse teostusandmete alusel.
	Taldmikud	x	Taldmikud, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Paigalvalu sarrus
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Vundamendiseinad	x	Vundamendiseinad, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Vundamendipostid	x	Vundamendipostid, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Alustalad	x	Alustalad, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Soojusisolatsioon	(x)	Soojusisolatsioon modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Aluspõrand	Aluspõrandapaneelid	x	Aluspõrandapaneelid, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Aluspõranda kanalid	x	Aluspõranda kanalid, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Muud aluspõrandad	x	Muud aluspõrandad, sh ühendused ja sisestatud objektid modelleeritakse põhimõõtmete seisukohalt täpselt.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Soojusisolatsioon	(x)	Soojusisolatsioon modelleeritakse põhimõõtmete ja asukoha seisukohalt täpselt, et mudelilt saaks lugeda tarindite kogumahtu.
Karkass	Varjend	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
	Kandeseinad	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Postid	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad ja koostud modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Talad	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad ja koostud modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Vahelaed	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.

Tarind	Ehitise osa	x/(x)	Täpsus
Karkass	Lagi	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Muud karkassid	(x)	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
Fassaadid	Välisseinad	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Muud fassaaditarindid	(x)	
Välistasandid	Rõdud	x	Kohapeal valatavate betoontarindite modelleerimine sisaldab ühendusi ja sisestatud objekte.
		(x)	Kohapeal valatavad tugevdused
		(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
	Varikatused	(x)	Projekteerimislepingu kohaselt
	Muud välistasandid	(x)	Projekteerimislepingu kohaselt
Katused	Katusetarindid	(x)	Projekteerimislepingu kohaselt
	Räästatarindid	(x)	
	Klaaskatuse tarindid	(x)	Projekteerimislepingu kohaselt
Ruumijaotuse osad	Mittekandvad betoonvaheseinad	(x)	osad modelleeritakse projekteerimislepingu kohaselt.
Muud ruumijaotuse osad	Ruumi vajavad ehitise osad, näiteks tuletõkkeplaadid	x	Need modelleeritakse nii, et tehnosüsteemide projekteerija saaks mudelilt kasutatavat vaba ruumi näha.
	Hooldussillad ja käiguteed	(x)	

Asukoht	
Aeg	
Audiitor	
Sihtmudel	
Versioon	
Mudeli versiooni kuupäev	

Konstruktsioonide mudeli kontroll-leht	Korras	Puudused	Ei ole oluline	Märkused
Infomudeli kaaskiri				
Kasutatavad mudelid on kokkulepitud formaadis (IFC jt heaks kiidetud failiformaadid)				
Mudelid on õiges koordinaatsüsteemis				
Ühes mudelis on (põhiliselt) üks hoone				
Mudelis on korrused				
Ehitise osad kuuluvad õige korruse juurde				
Ehitise osadel on kordumatu nummerdus				
Kokkulepitud/nõutavad ehitise osad on modelleeritud (5. osa – lisa)				
Ehitise osad on modelleeritud õigeid tööriistu kasutades				
Ehitise osad on tähistatud kokkuleppe kohaselt				
Mudelis ei ole liigseid ehitise osasid				
Mudelis ei ole üksteise siseseid või dubleerivaid ehitise osasid				
Mudelis ei ole ehitise osade vahel märkimisväärset vastuolu				
Arhitektuurse ja konstruktsioonide mudeli vastavus				
Arhitektuurse ja konstruktsioonide mudeli avade vastavus				
Tarindid on toestatud				
Tehnosüsteemide ruumilised reserveeringud on tehtud				
Allkiri:				

Lisa 2. Infomudeli kaaskiri

Infomudeli kaaskiri	RAK-BIM
Objekti kirjeldus	
Infomudeli kaaskirja koostamise kuupäev	
Muutmise kuupäev	
Firma	
Kontaktisik	
Kontaktisiku e-posti aadress	
Kontaktisiku telefon	
Objekti vastutav projekteerija	
Projektijuht	
Projekteeritav objekt	
Projekteerimisstaadium	
Kasutatav tarkvara	
Märkused jms	

Modelleerimispõhimõtted	
Nimetus / kasutatavad joonisekihid	Vajaduse korral spetsiaalse projektipõhise dokumendi alusel
Mudeli mõõtühik	mm
Origo (x, y, z)	Arhitektuurse mudeli kohaselt
Mudeli täpsus	COBIM 2011, 5. osa lisa 1 kohaselt
Kõrvalekalded täpsusastmest	1.
Mudeli infosisu	Mudelprojekteerimisnõuete 5. osa lisa 1 kohaselt
Kõrvalekalded info sisus:	1.
Valmidusaste	1.
Muud märkused	1.

Lisa 3. Kontroll-leht

Koht:	
Aeg:	
Kontrollija:	
Objekt:	
Versioon:	
Versiooni kuupäev:	

Konstruktsioonide mudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarid
Infomudeli 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 – lisa 1)				
Hooneosad on modelleeritud õigete tööriistadega				
Tarindid on nimetatud kokkulepitud viisil				
Mudelis ei ole liigseid hooneosasid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasid				
Mudelis ei ole hooneosade märkimisväärset lõikumist				
Konstruktsioonide ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses				
Konstruktsioonide ja arhitektuurse mudeli avakohad ühtivad				
Tarindid on toestatud				
Tehnosüsteemide projekteerijate tehtud avad on kandetarinditele üle kantud				

Allkiri:

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 6: Kvaliteedi tagamine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

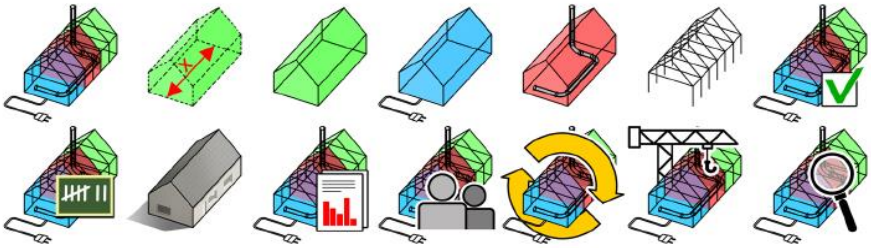
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 6: Kvaliteedi tagamine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

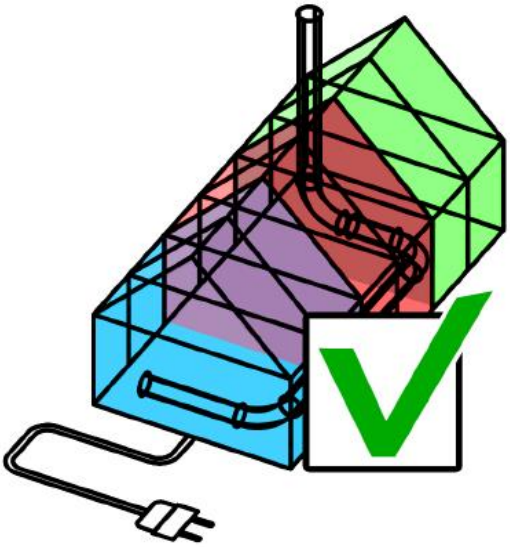
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



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 keeletoimetaja 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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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.

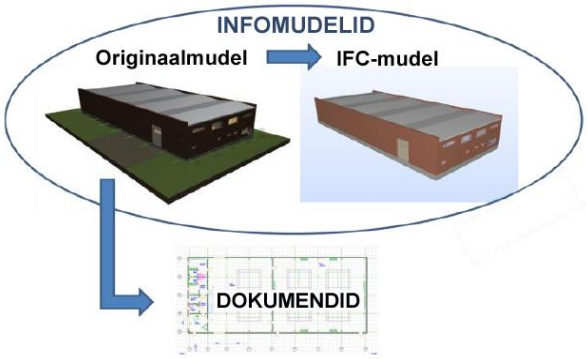
2 Sissejuhatus

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.

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 vähese vaevaga 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 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:

- *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.

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 vaevarikkaks 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 lahendamisega kaasneb täiendav projekteerimistöö sageli kriitilise aja jooksul, mis põhjustab kõigile osalistele märkimisväärseid 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. Ainuüksi infomudeli visuaalne vaatlus annab hankest parema üldpildi, täpsematest analüüsidest 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 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.

1.3 Kvaliteedikontroll projektirühma seisukohalt

Projektirühm ei kanna 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 pooleliolevate 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.

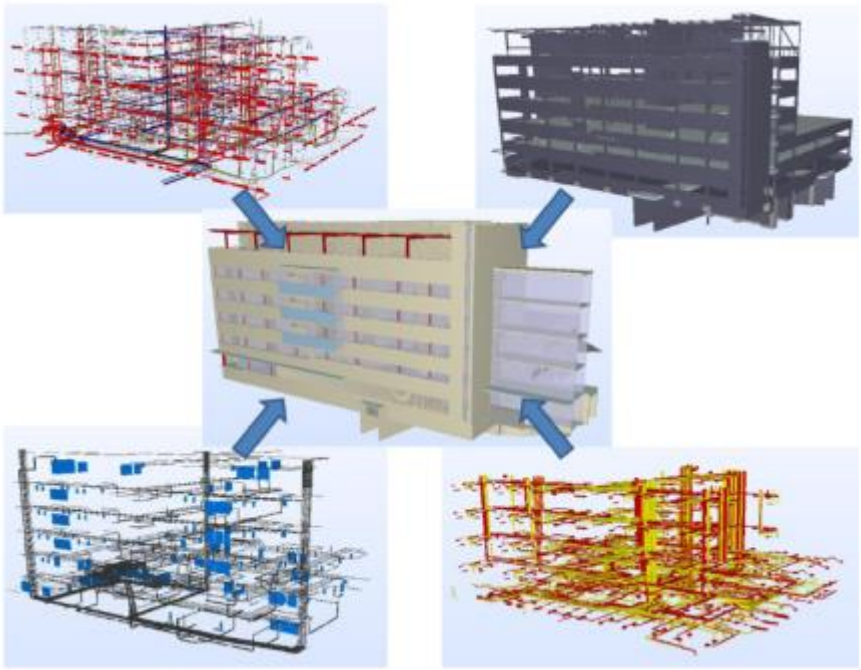
Projekti algul peab projektirühm kindlaks tegema ja kirja panema, millist tarkvara osalised modelleerimisel kasutavad. See teeb edaspidi võimalike probleemide tuvastamise lihtsamaks.

1.3.1 Projektikoosolekud

Selgitus

Soovitatav 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 lepitakse 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;

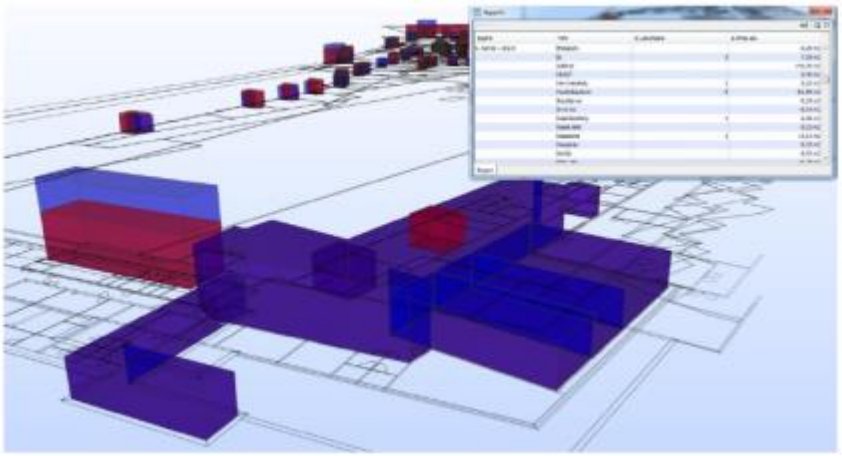
- *Konstruktsioonide projekteerija kontrollib, kas kandetarindid ja neis olevad avad on vastavuses arhitektuurse mudeliga;*
- *Tehnosüsteemide projekteerijad kontrollivad oma projekteerimisala objektide sobivust kavandatud ruumidesse ja vastuolusid teiste ning nende projekteeritud süsteemide vahel;*
- *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 infomudelite edastamist teistele projekteerijatele tuleb kontrollida ka mudelite kvaliteeti, sealhulgas tehtud muudatusi. See aitab vältida tähelepanematuse tõttu sündinud muudatuste edastamist.



Joonis 3. Muudatuste visualiseerimine infomudelites.

1.3.3 Projekteerijate infovahetuse parandamine

IFC-formaadis infomudelid 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 infomudelite kvaliteedikontrolliprotsessi eest vastutab projekteerija ise ja selle dokumendi edasiste osade eesmärk on ainult soovitada mudelipõhisel projekteerimisel kasulikuks osutunud meetmeid. Kui projekteerija kasutab oluliselt erinevat infomudelite 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 infomudelite 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

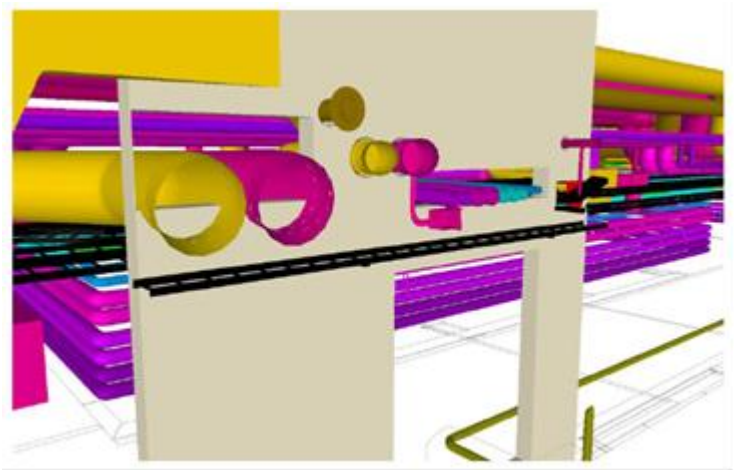
Projektirühma kvaliteedikontrolli keskmes on projekteerijate kontrollitud infomudelite integreerimine ja tähelepanu juhtimine vajalikele muudatustele. Rühma juht võib olla näiteks peaprojekteerija.

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 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 vearaporteid 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.

2.3 Kvaliteedikontrolli meetodid

Infomudelite kvaliteedi kontrollimisel kasutatakse kaht põhimeetodit.

Üldjoontes võib tegevuse jagada kontrolliks ja analüüsiks.

2.3.1 Kontroll

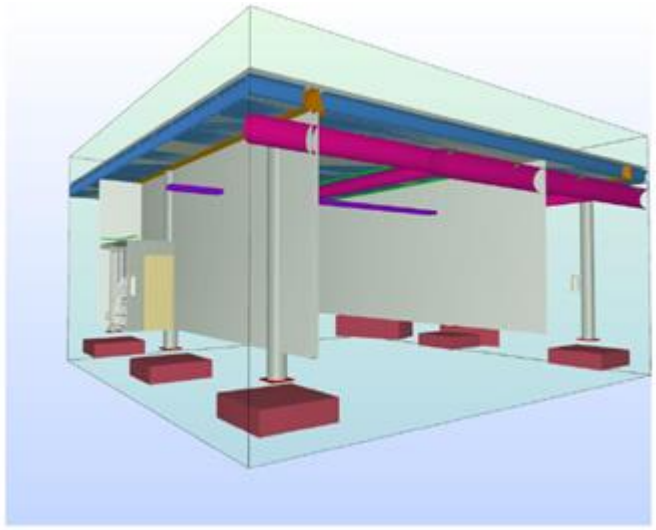
Kontrollimine on meetod, mis keskendub mudelis sisalduva info õigsusele. Et info õigsust kindlaks teha, peab olema võimalus võrrelda „infot” teatud referentsinfoga.

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.

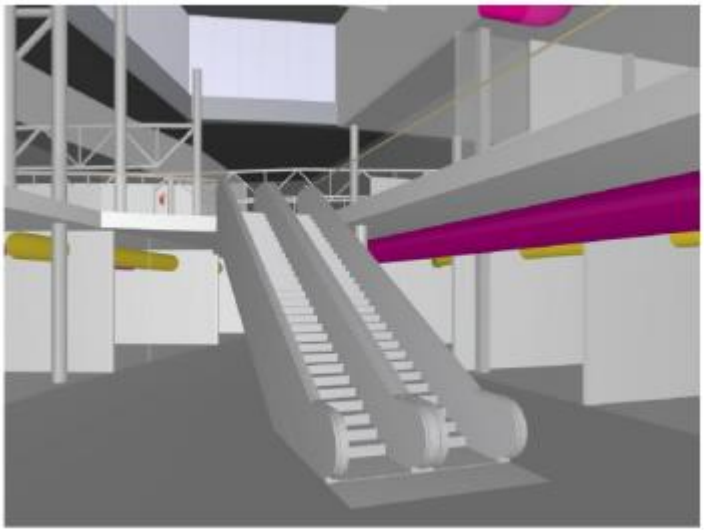
Kontrollimine toimub tarkvaraliselt, hinnates mudeleid või nende osasid nn reeglite abil (näiteks vastuolude kontroll, puuduste kontroll, projekti versioonide võrdlemine jne).



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 infomudelist vääristatud teavet, mida on lihtsam tõlgendada ja mille abil on

lihtsam hinnata info kvaliteeti ja õigsust.

Selgitus

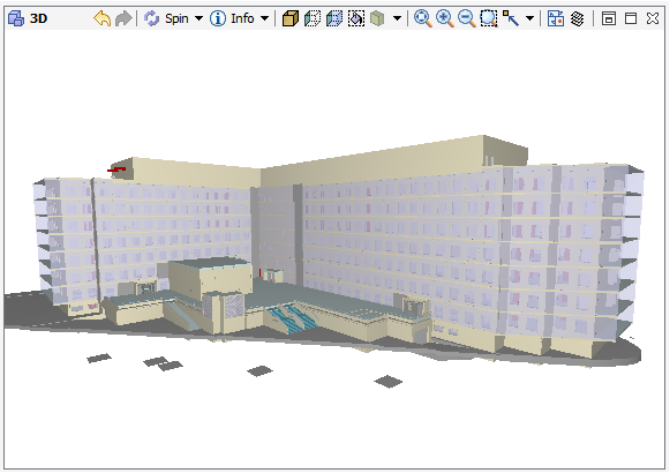
Hea näide arhitektuurse projekti analüüsist on projekteeritud ruumipindade arvutus, sest see võimaldab mõista, milline on projekti hetkeseis eesmärgiga võrreldes.

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 kontrolltoiminguid. 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.



Information Takeoff

Takeoff All | Area Calculation w | Report

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

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

Infomudelite kvaliteedikontroll hõlmab viit mahult ja otstarbelt 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. Soovitatav 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 lisas 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 seina- jt tarindite tavapärasest pindalast oluliselt suurem kõrvalekalle, tehakse kindlaks kõrvalekalde põhjus;*
- *ruume kontrollitakse ka visuaalselt. Soovitatav 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 paigaldusteede (tavaliselt koridoride ripplagede peal) visuaalsele kontrollile.

Ruumielementide mudeli kontroll-lehe näidis on esitatud lisas 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. Komponendid 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 korruste pindalasid. Üksikruumide pindalade ning seinte ja postide põhjapindalade summa peab olema ligilähedane brutopindala-komponendile.

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 tüübipõhise 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 lisas 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 protokolli kanda ja arhitektiga läbi arutada. Ühtlasi tuleb kontrollida, kas arhitektuurse ja konstruktsioonide mudeli koordinaatsüsteem ja võimalikud pöördenurgad 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 lisas 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.

Sanitaartehniliste 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 projekteerimisstaadiumis. Ehitusplatsil võimaldavad koondmudelid visualiseerida keerukaid kohti ja kavandatud projektlahendusi.

Nõuded

Kelle vastutusel/juhtimisel

Koondmudeli koostamine ja kontrollimine toimub peaprojekteerija või mõne muu lepingudokumentides kindlaks määratud isiku juhtimisel ja vastutusel projektirühma koostööna. Kui ühiskontrolli käigus ilmneb muudatusi, vastutab iga projekteerija 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 vearaporti. 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 seina sees.*

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

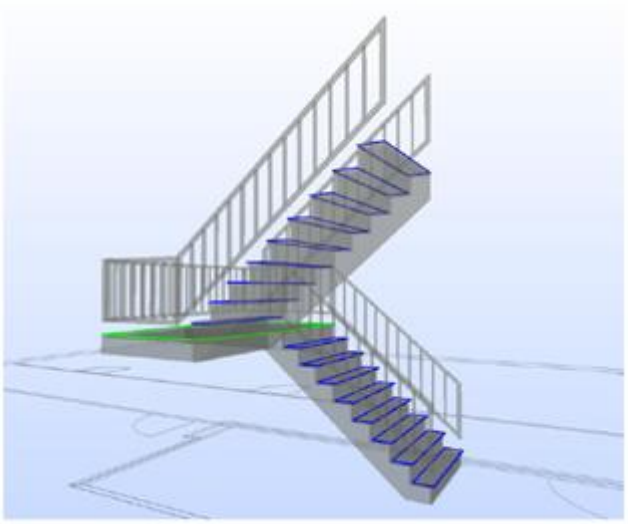
3.6 Projektdokumentide kontrollimine

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 infomudelite 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 infomudelite 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	Kommentaarid
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 hooneosasid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasid				
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	Kommentaarid
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 hooneosasid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasid				
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	Kommentaarid
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 märkimisväärset vastuolu				
Ventilaatorid on modelleeritud				
Komponendid ei ristu märkimisväärsel määral elektrimudeli komponentidega				
Komponentide märkimisväärseid 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	Kommentaarid
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 märkimisväärsel 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:	

Konstruktsiooni mudeli kontroll-leht	Korras	Esineb puudusi	Ei ole oluline	Kommentaarid
Infomudeli 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 hooneosasid				
Mudelis ei ole üksteist katvaid või dubleerivaid hooneosasid				
Mudelis ei ole hooneosade märkimisväärseid vastuolusid				
Konstruktsiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses				
Konstruktsioonilise ja arhitektuurse mudeli avakohad ühtivad				
Tarindid on toestatud				
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	Kommentaarid
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				
Konstruktsiooniline ja arhitektuurne mudel on omavahel vastavuses				
Konstruktsioonilise 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.

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.

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 7: Mahuarvutused

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

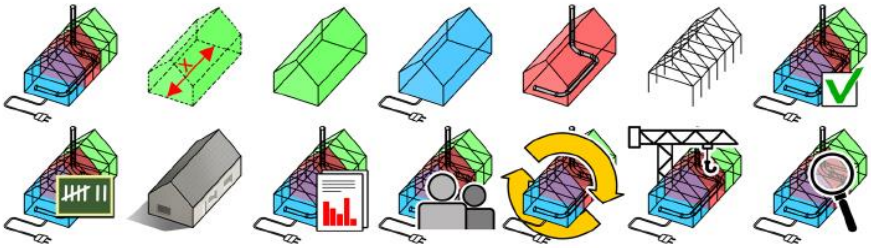
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 7: Mahuarvutused" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

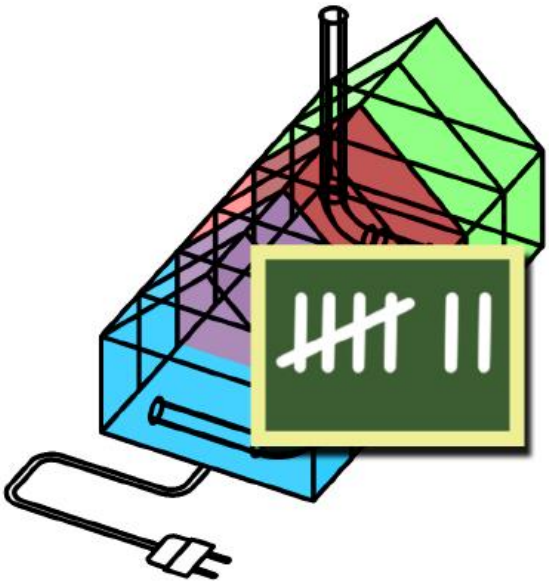
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



7. osa

Mahuarvutused

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 keeletoimetaja 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
3 Infomudelite mahuarvutusepõhised nõuded 6
3.1 Modelleerimise järjepidevus 6
3.2 Mudeli täpsuse tase 6
3.3 Modelleerimistööriistade kasutamine 6
3.4 Ehitise osade ja tehnosüsteemide tähistamine 7
3.5 Mahuarvutuse lähteandmed 7
3.6 Tarkvaraliste tööriistade ja andmevahetuse kasutamine 7
4 Mudelipõhised mahuarvutuse meetodid ja nende seostamine projekti haldus-, otsustus- ja modelleerimisstaadiumitega 8
4.1 Mahuarvutuse põhimõisted 8
4.2 Mudelite andmete mahuarvutustes kasutamise põhitasemed 9
4.3 Projekteerimisstaadiumi mahuarvutused 9
4.3.1 Mahuarvutuse põhimõisted 9
4.3.2 Ruumipõhised mahuarvutused 9
4.3.3 Ehitise osade esialgne mahuarvutus 10
4.3.4 Täiendatud mahuarvutused 10
4.4 Mahuarvutused ehitushankeks ja ehitustegevuseks 10
4.4.1 Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused 10
4.4.2 Asukohapõhised mahuarvutused 11
5 Mahuarvutuste tegemine 12
5.1 Objektiga tutvumine 12
5.2 Lähteandmete kogumine 12
5.3 Mahuarvutused, mahuarvutuste tegemine 13
5.3.1 Juhitav automaatne tähistus ja mahuarvutus 13
5.3.2 Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine 13
5.3.3 Mudeli täiendamine 13
5.4 Kvaliteedi tagamine ja mahtude edastamine 14
6 Mudelipõhise mahuarvutuse kitsaskohad 15
6.1 Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite mahuarvutus 15
6.2 Ruumide pinnad 15
6.3 Katused 15
6.4 Trepid 15
6.5 Klaasfassaad 15
6.6 Parameetrilised mudeli osad 166
6.7 Geomeetrilised erikujud 16
Lisa 1. Erinevate projekteerimisvaldkondade mudelites esitatud tootestruktuurid 17

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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.

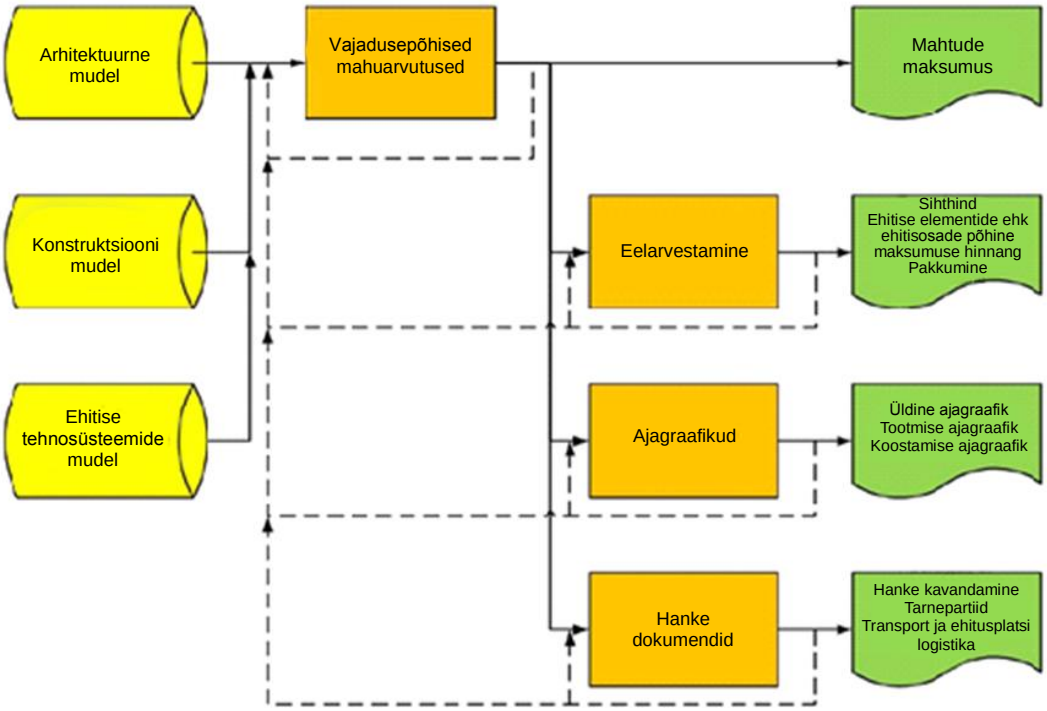
Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012" koosneb järgmistest dokumentidest:

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 ehitusjärelevalves – 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

Mudelite kasutamine võimaldab teha märksa tõhusamaid mahuarvutusi ja kasutada mahuandmeid erinevates otsustusolukordades. Mahtude käsitsi arvutamine joonistelt asendatakse arvutitoega mudelipõhise arvutusega. Mahtusid võib arvutada arhitektuursetelt, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide infomudelitelt ning nende koondmudelitelt. Hoonete omanikud või tellijad, projekteerijad, ehitajad ja ehitusmaterjalide tootjad saavad kasutada mahuarvutusi täiesti uuel viisil ja uuest seisukohast.



Mudelipõhised tegevused muudavad märkimisväärselt eelarvestaja tööd – korraliste ülesannete maht väheneb, kuid ametioskuste nõudmised suurenevad. Eelarvestaja muutub üha rohkem mahtude spetsialistiks.

Kuid mudel ei lahenda täielikult kõiki mahuarvutustega seotud küsimusi ja kõiki projekti käigus vajalikke mahtusid ei saa võtta mudelitelt. Mahtude spetsialisti kutseoskusi on endiselt vaja selleks, et hinnata lähteandmete ja lähtematerjalide kvaliteeti ja vastavust ning mahtude tagamist, pakkuda alternatiivseid lahendusi ja analüüsida tulemusi. Käesolev dokument ei sisalda mudelitelt mahtude võtmise juhendeid. Selle juhendi eesmärk on selgitada lugejale, mida tähendavad mudelipõhised mahuarvutused. Juhend keskendub ainult mahtude arvutamisele mudeli põhjal ega käsitle näiteks mahtude kasutamist investeeringus ja elukaare arvutust, keskkonnamõjude hindamist, ajagraafikuid ega ehitustööstuse eri ettevõtete tegevust. Selles dokumendis ei viidata mingitele mahuarvutuseks kasutatavatele tarkvaralistele tööriistadele.

3 Infomudelite mahuarvutusepõhised nõuded

3.1 Modelleerimise järjepidevus

Nõuded

Mahuarvutuste seisukohalt on mudeli kõige olulisem omadus järjepidevus. Kõik ehitise ja tehnosüsteemide osad peavad olema modelleeritud mudeli nõuete kohaselt ja kasutatav modelleerimismeetod peab olema dokumenteeritud mudeli kaaskirjas.

Selgitus

Olukord läheb keeruliseks juhul, kui projektlahendus ei ole modelleeritud nõuete kohaselt ja lisaks on sama mudeli eri osad modelleeritud erinevalt.

Kuid mudel võib sisaldada ehitise elemente, mis on modelleeritud teistsuguse täpsuse tasemega kui sama mudeli ülejäänud elemendid, näiteks on ehitise elementi esmalt katsetatud ainult hoone ühes osas. Teise näitena võib tuua mudeli, kus ainult tüüpelemendid on täpselt modelleeritud ning ülejäänud elemendid sisaldavad ainult tarindi geomeetrilisi andmeid. Projekteerija kannab need olukorrad mudeli kaaskirja ja eelarvestaja peab neid mahuarvutusel arvesse võtma.

3.2 Mudeli täpsuse tase

Nõuded

Mudeli täpsuse tase määratletakse modelleerimise tellimuse esitamisel. Täpsuse tasemed on kirjeldatud eri projekteerimisvaldkondade modelleerimisnõuetes.

Selgitus

Mudeli täpsuse tase määrab mudelipõhise mahuarvutuse täpsuse taseme. Kui arhitektuurne, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudel on modelleeritud kogu ehitise ulatuses samal tasemel, siis on mahtude arvutuse olukord selge ja mahte saab hinnata üheselt mudeli täpsuse järgi.

Mudeli täpsuse taseme määrab projekteerimise staadium ja selle edenemine. Mudeli sisu täiendatakse iga projekteerimisstaadiumi lõpetamisel. Mahuarvutustes võib üldise juhtnöörina võtta staadiumite mudelipõhist mahtude arvutuse põhimõtet, mille infosisu on kõige täpsem, õigem ja kõikehõlmavam.

Mõnel juhul on mõistlik modelleerida ehitise üks osa suurema täpsusega kui ülejäänud osad või kanda kooskõlastatud muudatused esmalt ainult mudeli ühte ossa. See võimaldab teha mahuarvutusi mudeli täpsemast või täiendatud osast ja seejärel kasutada neid väärtusi kogu hoone mahtude arvutuseks. Näiteks viiekordse hoone vaheseinu võib modelleerida algselt ainult ühele korrusele ja vaheseinte kogumahu arvutamiseks korrutada tulemust viiega.

Ehitise erinevaid osi erineval tasemel modelleerides on väga oluline, et täpsem modelleerimine või täiendamine oleks tehtud ehitise osade piire järgides. See reegel peab olema mudeli kaaskirjas selgelt väljendatud, et mahtude spetsialist saaks mudelit õigesti kasutada.

3.3 Modelleerimistööriistade kasutamine

Nõuded

Mahuarvutuste seisukohalt on ülimalt oluline kasutada modelleerimistööriistu, mis võimaldavad luua mahuarvutuseks nõutavat arvutusteavet. See nõue on kõige paremini täidetud, kui ehitise osa on modelleeritud tööriistaga, mis on selle osa jaoks ette nähtud, näiteks seinad on modelleeritud seinte tööriistaga.

Selgitus

Kui ehitise osa modelleerimiseks kasutatud tööriist ei ole vastav mahuarvutuse nõuetele, siis ei

saa selle elemendi mahtusid automaatselt arvutada. Sellised olukorrad võivad tekkida juhul, kui projekteerija tarkvara ei sisalda modelleeritavale ehitise osale vastavat tööriista, näiteks kui arhitektuurse või konstruktsioonide projekteerimise tööriistu kasutatakse ehitusplatsi tarindite modelleerimisel. Tavalisi mahuarvutusel ilmnevaid olukordi käsitletakse 6. osas.

3.4 Ehitise osade ja tehnosüsteemide tähistamine

Nõuded

Mahuarvutuse seisukohalt peavad ruumid ning ehitise osad ja tehnosüsteemid olema eraldi tähistatud. Näiteks seina tarinditüüp või ventilatsioonikanali tüüp peab olema tähistatud, sest erinevate osade kogumahud arvutatakse üksikute mahtude liitmisega.

Selgitus

Kuigi tähistuse aluseks võib olla iga elementi kirjeldav teave, nagu näiteks seina kõrgus, annab ehitise osa kohta kõige selgemat teavet tarinditüüp. Näiteks eri kõrgusega puitseinad, mis on arhitekti seisukohalt sama tüüpi, võivad konstruktsiooni seisukohalt olla erinevat tüüpi konstruktsiooniga ning on sel juhul erinevat tüüpi ka mahuarvutuse seisukohalt.

3.5 Mahuarvutuse lähteandmed

Selgitus

Tavalisel mahuarvutusel kasutatakse tihti lihtsustatud arvutusmeetodit, näiteks kasutatakse tegeliku pindala asemel kogupindala. Ehitise osade mahuandmeid võib mudelilt tuletada modelleerimispõhimõtte kohaselt.

Mahuarvutustes kasutatakse tavaliselt järgmisi andmeid:

- *(tükkide arv);*
- *mõõtmed;*
  - *pikkus;*
  - *laius;*
  - *ümbermõõt;*
  - *kõrgus;*
- *pindala;*
  - *netopind;*
  - *brutopind;*
- *maht;*
  - *netomaht,*
  - *brutomaht;*

3.6 Tarkvaraliste tööriistade ja andmevahetuse kasutamine

Selgitus

Projektis ja tarkvararakenduses kasutatav mahuandmete andmevahetuse lahendus mõjutab eelarvestaja jaoks saada oleva info hulka ja sisu. Need mõjutavad ka info usaldusväärsust. Mahuarvestuses võib kasutada kas infomudeli originaalfailiformaati või IFC-failiformaati. Infomudeli infosisu on kõige täielikum infomudeli originaalfailiformaadi korral. Seetõttu soovitatakse mahuarvutustes kasutada projekteerija loodud algset mudelit, kui see on olemas.

Kui mahuarvutusteks kasutatakse IFC-failitüüpi, siis peab eelarvestaja tegema kindlaks, millised ehitise elemendid on IFC-faili toodud originaalfailist ja kuidas on kasutatud tarkvaratööriist võimeline käsitlema IFC-failis sisalduvaid ehitise osi. Mudeliga peab alati kaasnema mudeli kaaskiri, mis sisaldab mudeli sisu ulatust ja mudeli kasutuseesmärki.

4 Mudelipõhised mahuarvutuse meetodid ja nende seostamine projekti haldus-, otsustus- ja modelleerimisstaadiumitega

Tänu oma tõhususele võimaldab mudelipõhine mahuarvutus märksa sagedamini mahtusid arvutada kui traditsioonilisel meetodil tehtav mahuarvutus. Lisaks võimaldab see uurida rohkem variante. Samuti võimaldab see analüüsida, visualiseerida ja kindlal viisil salvestada projekteerimise ja ehituse staadiumite käigus tekkinud mahtude muutusi. Mahuarvutuste tegemise sagedus ja uuritavate variantide arv tuleb muidugi otsustada projekti vajadustest lähtuvalt.

Mahuarvutustes kasutatav infomudeli dokumentatsioon sisaldab mudeleid, mudeli kaaskirja ja paljudel juhtudel ka ehitise projektdokumentatsiooni. Infomudeli dokumentatsiooni võib täiendada muude mahuarvutuse jaoks oluliste dokumentide ja teabega, nagu jooniste ja seletuskirjadega.

Nõuded

Mahuarvutuseks esitatavate mudelite kvaliteet tuleb enne mahuarvutuseks esitamist üle vaadata ja kontrollida vastuolude puudumist nendes. Need ei tohi sisaldada kattuvaid ehitisosi. Mudeli kvaliteedi kontrolli aruanne tuleb lisada mudeli kaaskirjale.

4.1 Mahuarvutuse põhimõisted

Nõuded

Kululiigituse kasutamises lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

Liigituse kasutamisel tähistatakse tarindi ja tehnosüsteemide osade tüübid avaliku või projekti- või ettevõttepõhise tüübitähisega. Näiteks Talo 2000 projektliigituse kasutamisel on tähistus järgmine:

Liigituse nimetus	Elemendi tüübitähis	Nimetus
1232 Kandeseinad	VS401	Raudbetoonsein 180 mm
1241 Välisseinad	US409	Betoonelementsein, plaatvooder 320 mm

Selgitus

Ehitise osad ja tehnosüsteemid kirjeldavad ehitist kui füüsilist tervikut. Ehitise osa on lõpetatud terviku seisukohalt põhimõtteliselt iseseisev objekt. ***Ehitise osad*** *koosnevad ehitustoodetest.* ***Tehnikaosa*** *on lõpetatud terviku seisukohalt põhimõtteliselt iseseisev tehnosüsteemi materiaalne osa või toode.* ***Tehnikaosad*** *koosnevad tehnosüsteemi toodetest.* ***Ehitustoode*** *on ehituseks kasutatav kaup, mis jääb ehitise alaliseks osaks või kasutatakse ehituse jooksul täielikult ära. Mahuarvutustes jagatakse ehitisosad ja tehnikaosad* ***toodeteks*** *(kaubanduslikud nimetused), mille mahte arvutatakse. Ehitise- ja tehnikaosad eristatakse ja arvutatakse ehitise osade liigituse alusel. Liigituse kasutus lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.*

Soome ehitustööstuses kasutatavad kõige olulisemad liigitused on järgmised:
Talo 2000 ehitise osade ja hangete liigitus,
Talo 2000 ehitustööde liigitus,
Talo 2000 ehitustoodete liigitus,
KVVK-liigitus 2010 (kütte-, ventilatsiooni-, veevarustuse ja kanalisatsiooniliigitus),
elektrisüsteemide liigitus 2010.

Mahuarvutuse põhimõistete hulka kuulavad veel loend ja tarind. Loendis on loetletud projektis sisalduvad ehitisosad, näiteks ruumid, ehitise konstruktsioonide osad ja ehitustooted või ülesanded ja hanked. Loend, milles on esitatud mahud, on mahtude loend. Üldiselt jääb tarind

kahe liigitustaseme vahele ja kirjeldab alama liigituse abil kõrgema liigituse ühe üksuse mahtu. Tegelikkuses on tarind ehitisosa, mis koosneb mitmest külgnevast ehitustootest.

Mudelipõhisel mahuarvutusel saadakse loendi ja tarindi teave infomudeli objektidelt ja teave muutub projekti edenedes üha täpsemaks. Sageli tuleb loendi ja tarindi teavet mahuarvutuse käigus täiendada, lisades projekti ja kaaskirja teavet.

4.2 Mudelite andmete mahuarvutustes kasutamise põhitasemed

Selgitus

Mahuarvutuse seisukohalt võib mudeli infosisu jagada ehitise osade ja tehnosüsteemide, liigituse nimetuste ning toodete ja tarindustoodete mahtudeks. Ehitise osade ja tehnosüsteemide mahtude arvutamisel kasutatavad mudelipõhiselt saadud osad sisaldavad projekteerija määratletud teavet, mis on korrastatud osade tüüpide kaupa. Mahuarvutuse põhjal tehakse mahtude koondaruanne kas näiteks projekteerimistarkvara põhilise aruandlustööriistaga või siis andmete IFC-failist MS Excelisse ülekandmisega.

Liigitusepõhise mahuarvutuse korral arvutatakse ehitise osade ja tehnosüsteemide mahud liigituse nimetustest lähtuvalt. Sellisel juhul arvutatakse näiteks välisseinte tüübi „US409" mahud liigituse nimetuse 1241 „Välisseinad" all. Mitmest mudelis olevast ehitise osa tüübist saab moodustada ühe nimetuse või mudelis oleva ühe osa tüübi põhjal saab moodustada mitu nimetust.

Ehitise osade kogusel põhineva mahuarvutuse korral kirjeldab ehitise osa vastavat ehitise elementi. Ehitise osi kasutatakse ka ehitustegevuse kalenderplaanimisel. Ehitise osade alusel saab moodustada eri tüüpi hankedokumente.

Kui kuluarvestuses ja ajaplaneerimises kasutatavad valemid on „häälestatud parandama" mahuarvutuse lihtsustusi, siis tuleb ehitise osade mahuarvutuse reeglid välja töötada mudelipõhiste mahtude eelarvestaja enda vajadustest lähtudes.

4.3 Projekteerimisstaadiumi mahuarvutused

4.3.1 Mahuarvutuse põhimõisted

Nõuded

Mudeli põhjal arvutatakse ehitise põhinäitajad, nagu ehitise kogupindala, maht ja fassaadi pindala.

Selgitus

Põhinäitajaid kasutatakse tuletatud näitajate, näiteks ehitise kogumahu ja fassaadipindala suhte saamiseks. Tuletatud näitajaid kasutatakse näiteks projektlahenduse efektiivsuse uurimiseks. Põhinäitajate arvutuseks on vajalik üldjuhul arhitektuurne ruumide mudel.

Ehitise osade tähistusnumbrid saab samuti võtta näiteks konstruktsioonide või tehnosüsteemide mudelist. Samuti saab näiteks esialgselt hinnata raamkonstruktsiooni osade kogust või tarbe- ja heitvee ühenduste arvu. Sel juhul kasutatakse mahuarvutustes projekteerimisvaldkonna põhiseid mudeleid.

4.3.2 Ruumipõhised mahuarvutused

Nõuded

Mudelist leitakse kavandatud ruumide pindalad ja vajaduse korral ka kavandatud ruumidest väljapoole jäävad pindalad ja liidetakse ruumide tüübi nimekirja alusel kokku.

Selgitus

Ruumide nimekirja saab võrrelda sihthinna hindamisel ja määramisel kasutatud ruumiprogrammiga ning samuti projekteerimisjuhisega, et saavutada tellija seatud eesmärke. Ruumipõhist mahuarvutust saab samuti kasutada väljarenditavate ja/või müüdavate ruumide pindala hindamiseks.

Ruumipõhiseks mahuarvutuseks on vajalik arhitektuurne mudel.

4.3.3 Ehitise osade esialgne mahuarvutus

Nõuded

Mudelipõhine mahtude arvutus tehakse ehitise osade ja tehnosüsteemide osade mudeli põhjal. Need sisaldavad näiteks kandeseinte ja erinevate vahelagede mahtusid või ventilatsioonisüsteemide, näiteks sissepuhke- ja väljatõmbekeskuste seadmeid.

Selgitus

Arvutatud kogused saadakse tavalistest ehitise osade mahtude nimekirjadest.

Mahtude koondaruannet saab kasutada mahtude muutuste määramiseks ja projekti kulude hindamiseks ning samuti ehituse ajagraafiku ja tootmislahenduste esialgseks hindamiseks.

Ehitise osade esialgseks mahuarvutuseks on vajalikud vähemalt esialgsed arhitektuurse projekteerimise ja tehnosüsteemide projekteerimise mudelid ning tehnosüsteemide joonised. Eelarvestaja kasutab ehitise osade ja elementide tüüpide teavet, et teha täpsemaid järeldusi ehitise osade tüüpide ja koguste kohta. Mudeli objektid on ehitise osad, näiteks sein, mis on modelleeritud ühe tervikuna, mitte eraldi konstruktiivsete kihtidena. Ehitise osade mudelist saab leida märksa täpsemat tüüpi teavet ja selle tulemusena teeb eelarvestaja vähem oletusi.

4.3.4 Täiendatud mahuarvutused

Nõuded

Ehitise osade kogused arvutatakse mudelis sisalduvate ehitise osade ja tehnosüsteemide põhjal.

Selgitus

Selles staadiumis on ehitise osade arhitektuurse projekti mudel, konstruktsioonide projekti eelmudel või põhistaadiumi konstruktsioonide mudel ja võimalusel ka tehnosüsteemide mudel tavaliselt kasutusvalmis. Võrreldes ehitise osade esialgse mahuarvutusega, on siin ehitise osade ja tehnosüsteemide toodete struktuur ja teabe sisu märksa täpsemad. Arhitektuurses mudelis saab täpsustada ehitise osade konstruktsioonide kihid. Konstruktsioonide mudelis on täpsustatud tarindite tüübid.

Võrreldes esialgse mudeliga, on mudeli täpsusaste ehitise osade ja tehnosüsteemide ning toodete struktuuri seisukohalt suurenenud.

4.4 Mahuarvutused ehitushankeks ja ehitustegevuseks

4.4.1 Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused

Nõuded

Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused põhinevad täielikul toodete struktuuril.

Selgitus

Ehitise osade arhitektuurse projekteerimise mudel, tehnosüsteemide mudel, konstruktsioonide projekteerimise hankestaadiumi mudel ja ehitusstaadiumi mudel on kasutusvalmis. Ehitustööde määratlemiseks vajalike ehitise osade ja tehnosüsteemide kogused, sh toodete struktuurid, arvutatakse mudelist lähtuvalt ehitise osade ja hangete või ehitustööde liigitusest. Näiteks taldmiku sarrustuse koguse võib tuletada kas taldmiku moodustava objekti kulunormi (kg/m³) või arvutada mudelis oleva sarrustuse järgi.

Mudelile esitatavad nõuded on samad nagu ehitise osade täpsetes mahuarvutuses. Ehitustööde teostamise ja ressursside põhiseid mahuarvutusi kasutatakse üldiselt siiski hanke- ja põhiprojekti staadiumis eri tüüpi pakkumiste arendamisel ning tellimuste, ehitustööde ja ajagraafiku kavandamisel.

Eri mudelites näidatud toodete struktuurid on toodud lisas 1.

4.4.2 Asukohapõhised mahuarvutused

Nõuded

Mahuarvutused tehakse mudelilt ühel ülalnimetatud meetodil, kogused määratakse asukoha alusel.

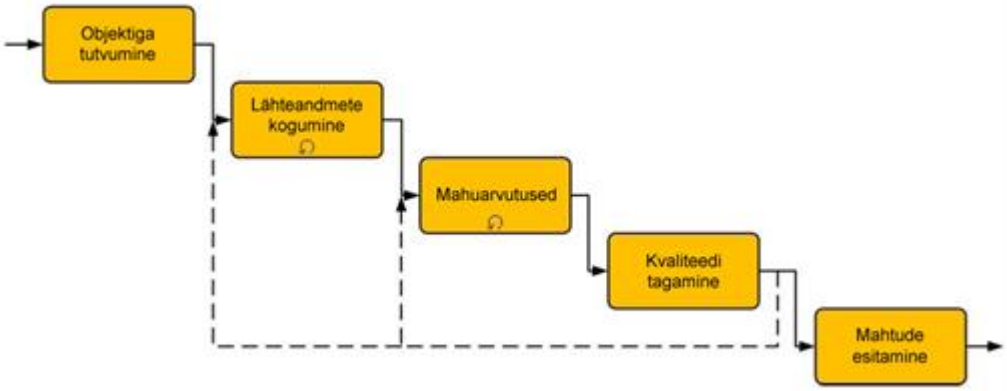
Selgitus

Sageli kasutatavate asukohtade hulka kuuluvad alamprojekt, ehitise osa, korrus, ruumigrupp või tsoon ja ruum. Asukohapõhist mahuarvutust kasutatakse tavaliselt hankekoguste ja ajagraafiku sisendandmete arvutamiseks.

Mudelile esitatavad vähimad nõuded on samad kui ehitise osade mahuarvutuses, lisaks peavad olema modelleeritud asukohad. Ehitise osade ülalnimetatud asukohtadele omistamine võib olenevalt kasutatavast tarkvarast nõuda eri tüüpi meetmeid, isegi kui kõikidel mudelis olevatel objektidel on mudelis geomeetriline asukoht.

5 Mahuarvutuste tegemine

Mudelipõhised mahuarvutused erinevad mitmeti tavalistest projektipõhistest mahuarvutustest. Allpool on toodud tegevuskord, mis loob tingimused edukaks mudelipõhiseks mahuarvutuseks.



5.1 Objektiga tutvumine

Objektiga tuleb tutvuda enne esmakordset mahtude arvutamist. Mudeli abil on lihtsam mõista objekti detailsust ja muid omadusi. Lisaks mudelile on soovitatav tutvuda muude asjakohaste materjalidega, näiteks ehitise projektdokumentatsiooniga ja arutada lahendused projekteerijatega läbi.

5.2 Lähteandmete kogumine

Nõuded

Enne iga mahuarvutust tuleb kokku koguda mahuarvutuse lähteandmed. Samuti tuleb veenduda, et eelarvestajal on igast asjakohasest dokumendist õige versioon.

Projektipõhiselt kokku lepitavad teemad on järgmised:

- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutused tehakse ühe või mitme projekteerimisvaldkonna mudelite põhjal. Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite kasutamise korral tuleb kindlaks määrata, millised mahud mingist mudelist arvutatakse. Näiteks kandetarindite mahuarvutus tehakse konstruktsioonide mudelist ning uksed ja aknad tehakse arhitektuursest mudelist.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mõne projekteerimisvaldkonna mudel on jagatud mitmeks osamudeliks.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutus tehakse originaalmudelist või selle põhjal tehtud IFC-mudelist.
- Kui mahuarvutused tehakse projekteerija algsest mudelist, siis tuleb tagada, et esitatud materjal sisaldab kõiki mudelielemente ja välisviiteid ning eelarvestaja saab mudelit kasutatava tarkvararakendusega tõrgeteta avada.
- Tuleb kindlaks määrata mudelist arvutatavate mahtude ulatus, st millised mahud arvutatakse mudelist ja millised tuleb arvutada muude meetoditega.
- Tuleb kindlaks määrata, kas kogu mudel modelleeritakse sama täpsuse tasemeni ja kas mahud arvutatakse kogu mudeli või ainult selle osa põhjal. Mudel võib näiteks sisaldada ehitise- ja tehnikaosi, ruume, varustust ja mööblit, mida mahuarvutused ei hõlma. Sellistel juhtudel tuleb kindlaks määrata, kas mudeli objektid kaasatakse mahuarvutustesse, ja tähistada need, mida ei kaasata, näiteks nimetuste kodeerimise, visualiseerimise ja/või kihtide kombineerimisega. Modelleerimispõhimõtted on esitatud mudeli autori loodud mudeli kaaskirjas.
- Ehitise spetsifikatsiooni puhul tuleb kindlaks määrata, kas selle teave sisaldub mudelis, näiteks kas mõlemas kasutatakse samu tarindite tüüpe. Kõik kooskõlastatud muudatused tuleb kanda ehitise spetsifikatsiooni, sest ei saa eeldada, et eelarvestaja kogub sellist teavet näiteks projekteerimiskoosolekute protokollidest.
- Tuleb kindlaks määrata peamised muudatused, mis on tehtud mudelitesse ja ehitise

spetsifikatsioonidesse võrreldes eelmise mahuarvutuste tegemiseks kasutatud versiooniga.

Selgitus

Mudeli ja seonduva materjali võimalikud puudused selgitatakse välja põhiliselt kvaliteedi tagamise protsessi käigus ja kantakse mudeli ülevaatuse aruandesse, millega kvaliteedi järele valvaja peab põhjalikult tutvuma. Lähtematerjalide sisemiste vastuolude avastamine ja nendest teavitamine on peaarhitekti või muu tellija määratud isiku vastutusel. Puudused on lubatavad, kui eelarvestaja on nendest teadlik enne mahuarvestuse alustamist. Eelarvestaja võib samuti esitada oma arvamuse selle kohta, kas mahuarvestus on saabunud lähtematerjalide põhjal mõttekas. Liiga paljude puuduste korral võib kaaluda mahuarvestuse edasilükkamist.

Mahuarvutuse lähtematerjali versiooni haldamine on projekteerijate ja peaarhitekti vastutusel. Eelarvestaja peab olema kindel, et edastatud materjal sisaldab kõikide failide õigeid versioone. Selle tagamiseks vastutab iga projekteerija oma failide versiooni eest ja peaarhitekt või muu tellija määratud isik vastutab mahuarvutusteks edastava failide kogumi kogumise, versioonide ja avaldamise eest. Eelarvestaja peab siiski tellijat alati teavitama, kui tekib kahtlus, et tal on mõnest failist vale versioon.

5.3 Mahuarvutused, mahuarvutuste tegemine

Nõuded

Mudelipõhised mahuarvutused tehakse sobiva tarkvararakenduse abil.

Selgitus

Kasutatava tarkvararakenduse võimekusel on oluline mõju mahuarvestuse usaldusväärsusele ja tõhususele, näiteks kui mahuarvutusteks antakse uus mudel või kui sama mudeli põhjal tuleb teha mitu erinevat mahuarvutust.

5.3.1 Juhitav automaatne tähistus ja mahuarvutus

Selgitus

Mudelite sisu ja ehitise osi saab tähistada ja rühmitada automaatselt nii, et mahuarvutusteks vajalikku informatsiooni saab lugeda mudeli objektidelt. See võimaldab kasutada mudelit parimal viisil. Mudeli abil saab mahtusid kõige tõhusamalt ja usaldusväärsemalt arvutada ning visualiseerida. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

5.3.2 Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine

Selgitus

Kui mudelis ei ole otseselt mahtude arvutamiseks vajalikku teavet, siis seda saab tuletada muudest mudelis olevatest ehitise osadest. Näiteks taldmike pikkust saab arvutada üsna täpselt kõige alumise korruse kandeseinte pikkuse järgi. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

5.3.3 Mudeli täiendamine

Selgitus

Kui mudelis ei ole otseselt mahtude arvutamiseks vajalikku teavet, siis saab eelarvestaja vajalikku teavet muude mudelis olevate ehitise osade põhjal modelleerida. Näiteks parapetti saab modelleerida seina tööriista abil. Seejärel saab räästatarinditega seonduvaid mahte arvutada üsna kiiresti ja suhteliselt lihtsalt. Mudeli abil saab mahte lihtsalt visualiseerida. Mudeli täiendamine võib muu hulgas põhjustada sellist probleemi, et kui mudelit täiustades on kasutatud vale tööriista ja projekteerija ei ole teinud projekteerimismudelisse vastavaid muudatusi, siis lähevad mudeli uude versiooni tehtud muudatused eelarvestaja jaoks kaduma.

5.4 Kvaliteedi tagamine ja mahtude edastamine

Selgitus

Pärast mahuarvestust tehakse saadud mahtude ulatuse, täpsuse ja usaldusväärsuse analüüs. Mahuarvestuse hõlmatuse analüüsil uuritakse, kas kõik mahuarvutusse kaasatud mahud on arvutatud. Mahuarvutuse hõlmatuse hindamiseks visualiseeritakse kõik mahuarvutusse kaasatud ehitise osad ja tehnosüsteemid. Visualiseerimise tulemust võrreldakse näiteks joonistega.

Liigitatud nimetuste mahuarvutuse täpsuse hindamiseks võrreldakse mahuarvutuses olevaid mahtusid näiteks võimalike referentsväärtustega. Vajaduse korral võrreldakse liigitatud nimetuste mahte ka muudes failiformaatides olevate mudelite või jooniste mahtudega. Arvutuste usaldusväärsust hinnatakse lähteandmete ja kasutatavate mahuarvutuse meetodite ning samuti mahuarvutuses tehtud oletuste ja muude mahuarvutuste materjalide põhjal.

Mahuarvutuste lõpptulemus on mahtude koondaruanne, mis antakse edasi kuluarvestuseks ja olenevalt tellija soovidest ka muuks kasutuseks. Mahtude koondaruannet saab salvestada mitmes eri failiformaadis. Mudelipõhine mahuarvestus võimaldab mahtude visualiseerimise uusi viise. Projekteerimistarkvara sees või projekteerimis- ja mahuarvutuse tarkvara vahel seotakse mahud dünaamiliselt mahuarvutuseks kasutatud mudeliga, mis võimaldab mahuarvutuseks kasutatud mudeli elemente vajaduse korral visualiseerida.

Oluline on märkida, et kõik mahuarvutuse tulemused oleksid seotud algandmete failikaustaga, mille alusel mahuarvutused on tehtud. On oluline, et kõik nendest tulenevad mahuarvutuse koondaruanded oleks selgelt selle failikaustaga seotud, sest eraldi võetuna või muu failikaustaga seostatuna ei anna need projekti kohta õiget teavet.

6 Mudelipõhise mahuarvutuse kitsaskohad

Selles peatükis käsitletakse mudelipõhise mahuarvutuse tavapäraseid kitsaskohti. Loetelu ei ole täielik, kuid selle abil saab ülevaate, mis liiki asjaoludele tuleb projekteerimismudelite põhjal mahuarvutuste tegemisel tähelepanu pöörata. Kõikidel juhtudel on mudeli jaoks miinimumnõue eristada mahuarvutuse seisukohalt usaldusväärsed ja ebausaldusväärsed kohad. Tuvastatud probleemsed kohad on võimalik kõrvaldada, lõpptulemuste vigu põhjustavad vaid tuvastamata jäänud vigased kohad.

(Toimetaja märkus: peatükis toodud kitsaskohad põhinevad tarkvara võimalustel juhendi koostamise ajahetkel. Kuna tarkvara areneb pidevalt, võivad mõned kirjeldatud kitsaskohad juhendmaterjali ilmumise hetkel olla juba kõrvaldatud.)

6.1 Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite mahuarvutus

Erinevate projekteerimisvaldkondade (arhitektuurne, konstruktsioonide, tehnosüsteemide jne projekteerimise) mudelid on kattuvad, isegi kui need on õigesti tehtud. Samad kandetarindid võivad olla samal ajal nii arhitektuurses kui ka konstruktsioonide mudelis ja tehnosüsteemide lõppelemendid (kraanikausid, valgustid jne) on tihti modelleeritud ka arhitektuurses mudelis. Kui mahuarvutusteks kasutatakse mitme projekteerimisvaldkonna mudeleid, siis tuleb teadvustada kattuvusi ja otsustada, millist mudelit mahuarvutuseks kasutatakse. Üldreeglina sisaldavad konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudel ehitise osade ja tehnosüsteemide ning lõppelementide kohta märksa täpsemat teavet kui arhitektuurne mudel, sest viimases on nimetatud tooted esitatud projekteeritud avade või kohtadena.

6.2 Ruumide pinnad

Paljudel praegustel arhitektuurse projekteerimise tarkvararakendustel ei ole piisavalt tööriistu ruumide pindalade modelleerimiseks ja pindalasid ei modelleerita eraldi objektidena, vaid arvutatakse ruumi objektide pindaladest. Projekteerimise varajastes staadiumites tagab see piisava täpsuse, kuid projekti täpsuse suurenedes muutub see kitsaskohaks, eriti erinevate pinnakatetega ruumide korral. Projekteerimistarkvaras on ka suuri erinevusi selles, kuidas need tuvastavad ruumi piirnevaid elemente. Näiteks kui kaks ruumi on vahetult ühendatud (vahesein puudub), siis mõned tarkvara tööriistad loovad nende kahe ruumi vahele veel eraldi ruumipinna. Ruumide põrandapinna arvutamine võib olla samuti häiritud, kui tarkvararakendus näitab ruumide tegeliku pindala asemel ehitise projekti vastavat maa-ala pindala.

6.3 Katused

Projekteerimistarkvarad sisaldavad tööriistu, millega saab erikujulisi katuseid modelleerida ühe tervikuna. Projekteerija seisukohalt pakub see suurepärase võimaluse katusekujude haldamiseks ja täiustamiseks. Mahuarvutuse seisukohalt on see kitsaskoht, sest selliselt modelleeritud katusetarinditelt ei ole võimalik saada mingeid mahuarvutuseks vajalikke mõõteandmeid.

6.4 Trepid

Kui trepid arvutatakse tükkide summana, on praegused mudelid piisavad. Tõrked võivad ilmneda trepi koosteosade, nagu käsipuude, mademete, astmete jne arvutamisel. Enne mahuarvutuse tegemist tuleb neid koosteosi täiendada.

6.5 Klaasfassaad

Projekteerimistarkvarad sisaldavad tööriistu, mis võimaldavad seinu (kerged, mittekandvad välisseinad) modelleerida ühe tervikuna. Kuid seina koosteosade arvutamine mahuarvutuse jaoks vajalikul viisil võib osutuda võimatuks, sest modelleerimistarkvara tööriist keskendub põhiliselt seina kujule, mitte infosisule. Mahuarvutuse seisukohalt on parem võimalus modelleerida rippsein seina, akna ja ukse tööriistadega.

6.6 Parameetrilised mudeli osad

Enamik tarkvararakendusi võimaldavad luua kasutaja enda objekte, mille ulatust ega sisu tarkvara ei määratle ega piira. Need objektid on parameetrilised, st need sisaldavad numbriliselt määratletud omadusi, mille abil saab samast objektist vajaduse korral toota mitu erikuju. Näiteks lauda esitav objekt võib sisaldada nii laua pikkuse parameetrit kui ka laua jalgade arvu parameetrit. Sellisel juhul saab sama objekti kohandada näiteks 120 cm pikkuse nelja jalaga või 200 cm pikkuse kuue jalaga laua esitamiseks. Parameetrilisi objekte saab kasutada ka suuremate üksuste, nt vannitubade või terve ehitise esitamiseks.

Mahuarvutuse seisukohalt on parameetrilistel objektidel paraku mitmeid kitsaskohti. Isegi lihtsat tüüpi tuvastada on keeruline, sest nimetus ei näita objekti täpset sisu, näiteks laua mõõtmeid või muid parameetreid. Täpsemaid parameetreid saab leida iga objekti enda omaduste järgi.

Mahuarvutuse seisukohalt on kõige keerulisemad sellised olukorrad, kus parameetrilised objektid esindavad suuri üksusi. Näiteks kohakuti rõdusid esindavast parameetrilisest objektist võib olla võimatu saada rõdude ja eraldi konstruktsiooniosade mahuarvutusi. Sellisel juhul jääb ainult võimalus arvutada kogu selle objektiga esitatud üksus käsitsi või paigaldise struktuuri kaudu.

Mahuarvutuse seisukohalt tuleb iga parameetrilist objekti eraldi uurida. Kui parameetriline objekt on tuvastatud, siis saab eri tükkide, näiteks rõdutorni postide ja paneelide arvu välja arvutada. Paljudel juhtudel ei ole tükkide arv kui niisugune piisav ja selle asemel tuleb mahu andmetena kasutada näiteks postide pikkusi ja paneelide pindala. Parameetrilisi objekte saab luua nii, et nendega saab väljendada pikkusi, pindalasid, mahtuvusi, masse jne, kuid sellise teabe usaldusväärsus sõltub täielikult objekti loojast.

6.7 Geomeetrilised erikujud

Ehitiste ainulaadsed kujud või lahendused on mahuarvutuse ja kulude hindamise seisukohalt sageli väga olulised. Nende hulka kuuluvad näiteks kumerate ja kaldsete pindadega või eriliste avade, tühimike või eenditega ehitise osad. Kuna selliste juhtudel on projekteerimistarkvaraga tihti raske leida usaldusväärseid koguseid, siis tuleb nende olukordade mahuarvutusele pöörata erilist tähelepanu.

Lisa 1. Erinevate projekteerimisvaldkondade mudelites esitatud tootestruktuurid

Tootestruktuuri ja -teabe allikas: x = esmane (x) = teisene

Mahtude/ehitisosade nimetused (Talo 2000 projektliigitus)	Arhitektuurne mudel	Konstruktsioonide mudel	Tehnosüsteemide mudel	Märkus
1.1 Maa-ala osad				
1.1.1 Pinnaseosad	(x)	(x)	(x)	
1.1.2 Toestused ja tugevdused		x		
1.1.3 Katendid	x			
1.1.4 Välisvarustus	x			
1.1.5 Välisrajatised	x	(x)		
1.2 Hoone osad				
1.2.1 Vundamendid		x		
1.2.2 Aluspõrandad	(x)	x		
1.2.3 Karkass	(x)	x		
1.2.3.1 Varjendid	(x)	x		
1.2.3.2 Kandeseinad	(x)	x		
1.2.3.3 Postid	(x)	x		
1.2.3.4 Talad	(x)	x		
1.2.3.5 Vahelaed	(x)	x		
1.2.3.6 Katuslaed	(x)	x		
1.2.3.7 Trepid	(x)	x		
1.2.3.8 Muud karkassiosad		x		
1.2.4 Fassaadid	x			
1.2.4.1 Välisseinad	(x)	x		
1.2.4.2 Aknad	x			
1.2.4.3 Välisuksed	x			
1.2.4.4 Fassaadivarustus	x			
1.2.4.5 Muud fassaadiosad	x			
1.2.6 Katused	x			
1.2.6.1 Katusetarindid	(x)	x		
1.2.6.2 Räästatarindid	(x)	(x)		
1.2.6.3 Katusekatted	x			
1.2.6.4 Katuse ohutustarvikud	x			
1.2.6.5 Klaaskatuse tarindid	x			
1.2.6.6 Katuseaknad ja -luugid	x			
1.2.6.7 Muud katusetarindid	x			

1.3 Ruumiosad				
1.3.1 Ruumijaotuse osad	x			
1.3.1.1 Vaheseinad	x			
1.3.1.2 Klaasvaheseinad	x			
1.3.1.3 Erivaheseinad	x			
1.3.1.4 Ruumipiirded	x			
1.3.1.5 Vaheuksed	x			
1.3.1.6 Eriuksed	x			
1.3.1.7 Trepid	x			
1.3.1.8 Muud ruumijaotuse osad	x			
1.3.2 Ruumide pinnad	x			
1.3.2.1 Põrandate pinnatarindid	x			
1.3.2.2 Põrandakatted	(x)			
1.3.2.3 Lagede pinnatarindid	x			
1.3.2.4 Lagede pinnakatted	(x)			
1.3.2.5 Seinte pinnatarindid	x			
1.3.2.6 Seinte pinnakatted	(x)			
1.3.2.7 Muud ruumipinnad	(x)			
1.3.3 Ruumivarustus	(x)			
1.3.3.1 ja 2 Püsisisustus	x			
1.3.4 Muud ruumiosad	x			
1.3.4.1 Hooldussillad ja käiguteed	x			
1.3.4.2 Küttekolded ja suitsulõõrid	(x)	(x)	(x)	
1.3.4.3 Muud eriruumiosad	(x)			

Mahtude/ehitisosade nimetused (KVVK-liigitus 2010)	**Arhitektuurne mudel**	**Konstrukt-sioonide mudel**	**Tehnosüsteemide mudel**	**Märkus**
21 Sisekliima põhisüsteemid				Süsteem modelleeritakse projekteerimislepingus kehtestatud ulatuses ja täpsusnõuete tasemel
21.1 Küttesüsteemid			x	
21.11 Keskkütte välisosad			x	
21.12 Soojusülekandeosad			x	
21.13 Küttetorustikud			x	
21.14 Küttekehad			(x)	
21.2 Tarbevee- ja heitveesüsteemid			x	
21.21 Tarbevee- ja heitveesüsteemi kesksed osad			x	

21.22 Tarbevee- ja heitveesüsteemi edastusosad			x	
21.23 Tarbevee- ja heitveesüsteemi lõpposad	(x)		x	
21.24 Tarbevee- ja heitveesüsteemi välisosad		(x)	x	
21.3 Ventilatsioonisüsteemid			x	
21.31 Ventilatsiooni kesksed osad			x	
21.32 Ventilatsiooni ülekandeosad			x	
21.33 Ventilatsiooni lõppseadmed	(x)		x	
21.34 Ventilatsiooni välisosad			x	
21.4 Jahutussüsteemid			x	
21.41 Kesksed jahutusosad			x	
21.42 Jahutuse ülekandeosad			x	
21.43 Jahutuse lõppseadmed	(x)		x	
21.44 Jahutuse välisosad			x	
21.5 Tuletõrjesüsteemid			x	
21.51 Tuletõrje kesksed osad			x	
21.52 Tuletõrje ülekandeosad			x	
21.53 Tuletõrje lõppseadmed			(x)	
21.54 Tuletõrje välisosad	(x)		x	
21.6 Varjendi kliimasüsteemid			x	
21.61 Varjendi kliimasüsteemi kesksed osad			x	
21.62 Varjendi kliimasüsteemi ülekandeosad			x	
21.63 Varjendi kliimasüsteemi lõppseadmed	(x)	(x)	(x)	
21.64 Varjendi kliimasüsteemi välisosad	(x)	(x)	(x)	
22 Sisekliima erisüsteemid				Ulatus määratakse kindlaks projekteerimislepingu ga ja modelleerimistäpsuse nõuetega
22.1 Suruõhusüsteemid			x	
22.2 Gaasisüsteemid			x	
22.3 Aurusüsteemid			x	
22.4 Vedelikusüsteemid			x	
22.5 Ujula veepuhastussüsteemid			x	

22.6 Õhktehnika süsteemid			x	
22.7 Sisepõlemismootori kliimasüsteemid			x	
Elektrisüsteemid				
Trafod			x	
Seadmed			x	
Peajaotla			x	
Jaotuslatid			x	
Tasakaalustusakud			x	
Varuakud			x	
Magistraaljaotus			x	
Jaotusraamid			x	
Andmeedastussüsteemid			x	
Valvesidesüsteemid			x	
Kaabliteed ja redelid			x	
Latisooned			x	
Põrandakanalid ja karbid			x	
Püstikud			x	
Valgustid			x	
Väljapääsu valgustid			x	
Varu- ja turvavalgustid			x	
Valjuhääldid			x	
Sissepääsusüsteemid			x	
Hoone automaatikakeskused („RAU”)			x	

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 8: Visualiseerimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 8: Visualiseerimine" 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.

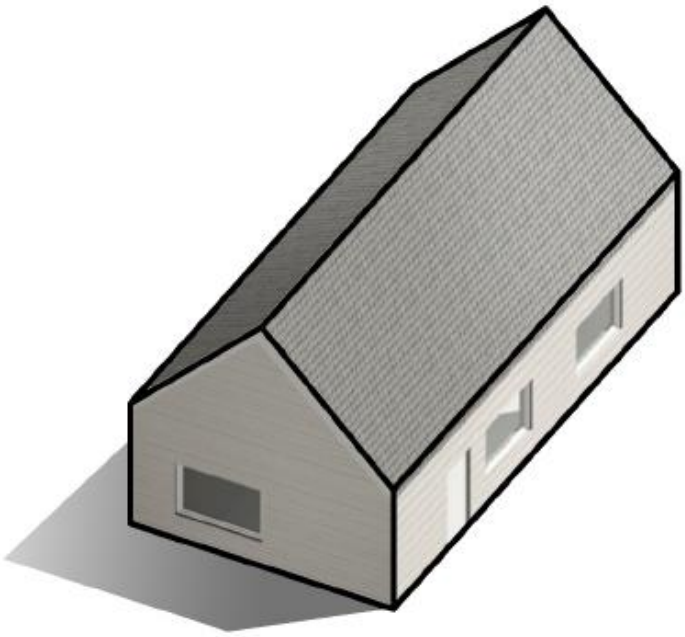
TÄHELEPANU!

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

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



8. osa

Visualiseerimine

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 keeletoimetaja 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 Üldist 5
2.1 Tehnilised- ja fotorealistlikud illustratsioonid 5
2.2 Visualiseerimise kasutusvõimalused 5
3 Projektipõhised visualiseerimiseesmärgid 7
3.1 Otsuste toetamine 7
3.2 Efektiivsuse hindamine 7
3.3 Projektlahenduste mõistmine 8
3.4 Projekteerimistööde juhtimise toetamine 8
3.5 Nõuetekohasuse tagamine 8
4 Tehniline illustreerimine ja visualiseerimine 9
4.1 Infomudelite kasutamine visualiseerimisel 9
4.2 Tehniline illustreerimine 10
4.3 Visualiseerimine 12
5 Visualiseerimine hanke eri staadiumites 13

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – juhend on loomisel.

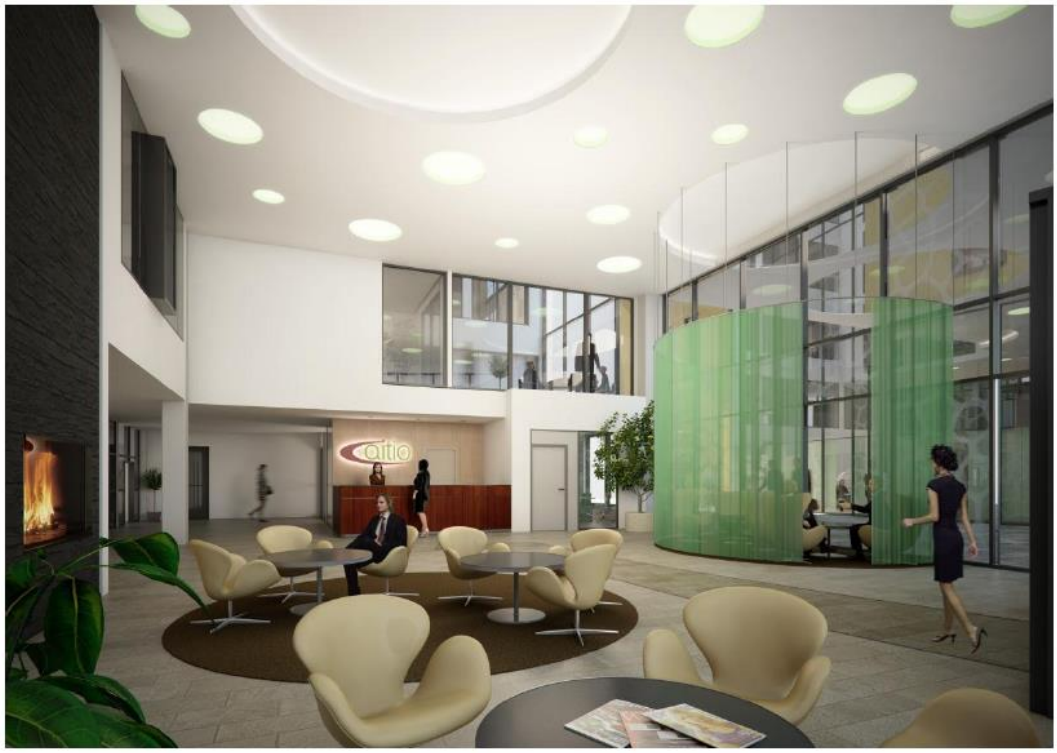
Lisaks oma valdkonda käsitlevatele juhenditele peavad kõik mudelprojekteerimishanke osalised tutvuma vähemalt üldosa (1. osa) ja kvaliteedi tagamise (6. osa) põhimõtetega. Projektijuht või projekti andmehalduse juht peab olema kursis kõigi mudelprojekteerimisjuhendite põhimõtetega.

2 Üldist

Modelleerimist ja visualiseerimist kasutatakse projektlahenduste analüüsimiseks ja võrdlemiseks. Lisaks investeeringukuludele ja toimivusele analüüsitakse ka halduskulusid ja keskkonnamõju, sest võimalus neid simulatsioonide abil võrrelda on koondatud mudelite üks peamisi eeliseid. Visualiseerimise ulatus määratakse kindlaks projekteerimishanke dokumentides ja projekteerimislepingutes.

2.1 Tehnilised- ja fotorealistlikud illustratsioonid

Visualiseeringud võib jagada kaheks põhitüübiks. Esimene on fotorealistlik/tõetruu illustratsioon, mis annab pildi projekteerija nägemusest ja projektlahendustest. Selliste illustratsioonide kvaliteedinõuded on sageli üpris kõrged ja parimal juhul on isegi raske neid fotodest eristada.



Turunduslikul eesmärgil tehtud fotolaadne illustratsioon. Aitio Business Park /NCC Property Development Oy, arhitektibüroo Hannu Jaakkola Oy, visualiseerija Tietoa Visualisointi.

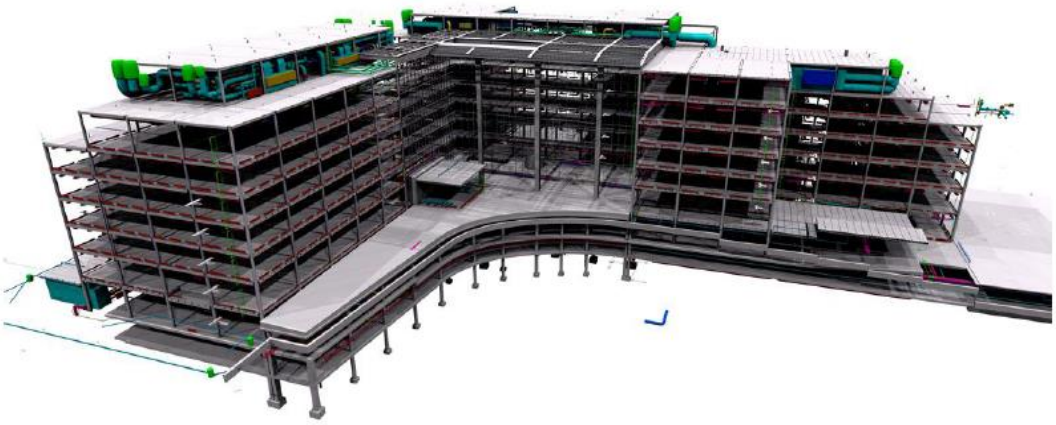
Teine visualiseerimismeetod on tehniline illustreerimine. See on projekteerimismeeskonna, tellija, projektijuhtide ja ehitajate kommunikatsioonivahend. Tehniliste illustratsioonide kvaliteedinõuded on veidi tagasihoidlikumad ja näiteks värvid tähistavad sageli hoopis eri süsteeme ega näita materjalide tegelikku värvust. Mõlema visualiseerimismeetodi puhul on võimalik kasutada liikuvat pilti või arvuti ekraanile kuvatud mudelis ringi liikuda. Praktikas kasutatakse tehniliste illustratsioonide tootmiseks sageli mitmesugust vaatamise ja kvaliteedikontrolli tarkvara, mille puhul on mudelis ringiliikumine peaaegu alati enesestmõistetav.

Juhul kui neid kahte meetodit on vaja teineteisest eristada, on selles juhendis kasutatud termineid **tehniline illustreerimine** ja **visualiseerimine**. Esimene neist on projektide tehniline esitusviis ja teine traditsiooniline visualiseerimine.

2.2 Visualiseerimise kasutusvõimalused

Mudelipõhine visualiseerimine toetab projekteerija ja projektijuhtide tööd ning parandab projekteerimismeeskonna, projekti osaliste ja ruumide kasutajate omavahelist infovahetust. Visualiseeringute kasutamise peamised eelised on projekti kvaliteedi paranemine,

projektlahenduste lihtsam võrdlemine ja osaliste vahelise koostöö parandamine ning kinnisvara arendus- ja müügiprotsessi toetamine.



Tehnosüsteemide projekteerija koostatud visualiseering, mille aluseks on hoone konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudelid. Tapiola peakontor, inseneribüroo Olof Granlund, konstruktsiivne mudel Finnmap Consulting Oy.

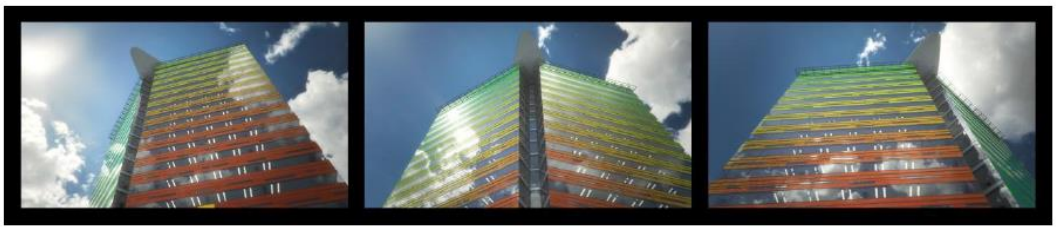
Projekti vältel kasutatakse mudelit tellija investeeringuprotsessi infovajadusest lähtuvalt. Mudeleid kasutatakse investeeringu- ja halduskulude ning funktsionaalsete omaduste võrdlemiseks ettepanekute ja eskiisi staadiumis.

Tänu parematele tehnilistele võimalustele ja projekteerijate modelleerimisoskuste paranemisele kasutatakse simulatsioone ja visualiseeringuid projekti eri staadiumites üha enam. Visualiseerimist on tavapäraselt peetud arhitekti töömaaks, kuid koos mudelipõhise projekteerimise arengu ja levikuga on teisedki projekteerijad hakanud oma projektidest tehnilisi illustratsioone ja visualiseeringuid tegema.

Selles juhendis käsitletakse lühidalt tehnosüsteemide analüüsi- ja simulatsioonitööriistade abil toodetud andmete visualiseerimist. Põhjalikumalt on neid käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 9. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil”. Näiteks valgustussimulatsioonide abil on võimalik saada vägagi tõetruud ja esinduslikku visuaalmaterjali.

3 Projektipõhised visualiseerimiseesmärgid

3.1 Otsuste toetamine



Vaateid turunduslikul eesmärgil tehtud animatsioonist. Avia Tower / Kindlustuskontsern Eläke-Fennia, Arkkitehdit Davidsson Tarkela Oy, visualiseerija Tietoa Visualisointi.

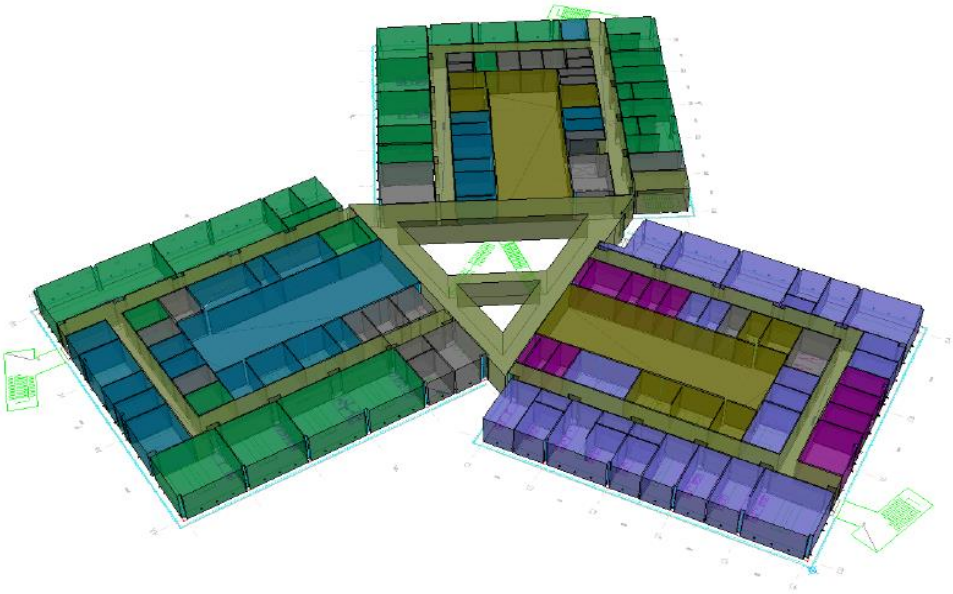
Ehitise infomudelite abil võimalikuks saanud kiire, illustratiivne ja interaktiivne visualiseerimine ning mudelite põhjal tehtavad analüüsid toetavad infovahetust ja lihtsustavad otsuste vastuvõtmist. Visualiseerimine annab selgema, arusaadavama ja kvaliteetsema ülevaate projekti hetkeseisust.

Kui tegemist on näiteks asumite või mitmest hoonest koosnevate komplekside (näiteks ülikoolilinnakud) projekteerimisega, saab mudelite ja nende põhjal tehtud visualiseeringute abil luua pildi arhitektuurse keskkonna kvaliteediteguritest. Lisaks projekteerimismeeskonnale ja kasutajatele võib visualiseering olla abiks ka projekti sidusrühmadele (näiteks ametiasutused). Suure visualiseerimisvajaduse korral võib projekteerimismeeskonda kaasata eraldi kommunikatsiooni- ja visualiseerimiskonsultandid.

3.2 Efektiivsuse hindamine

Mudelite abil saab genereerida pindala-, ruumala- ja efektiivsussuhtarvu analüüse. Saadud andmeid on võimalik võrrelda referentsobjektide vastavate andmete ja ruumiprogrammi eesmärkidega.

Vajalikud raportid toodetakse CAD-tarkvara tööriistade abil. Erinevate ruumiskeemide ja kolmemõõtmeliste ruumimudelite abil saavad nii projekteerijad kui ka hoone kasutajad jt tellijad hinnata efektiivsust ka visuaalselt.



Korruse kolmemõõtmeline ruumimudel, milles ruumi otstarve on tähistatud värvitooniga.Micromedicum /Senaatti-kiinteistöt, arhitektibüroo Heikkinen-Komonen Oy, visualiseerija Gravicon Oy.

3.3 Projektlahenduste mõistmine

Erinevaid projektlahendusi on võimalik visuaalselt vaadelda otse ruumimudeli või ehitise eel- või põhimudeli abil või nende baasil spetsiaalse visualiseerimistarkvaraga loodud simulatsioonide abil. Projektlahenduste toimivust saab uurida ka virtuaalkeskkonnas.

3.4 Projekteerimistööde juhtimise toetamine

Lahendusvariantide võrdlemine võimaldab hinnata erinevate projektlahenduste kvantitatiivseid (mahulisi) ja kvalitatiivseid aspekte. Visualiseerimine on abiks nii projekteerimistööde juhtimisel peaprojekteerijale kui ka projekti juhtimisel projektijuhile.

Arhitektuuriprojekti visualiseering, mis on mõeldud nii ametiasutustele esitamiseks kui ka kasutamiseks turunduslikel eesmärkidel. Merikartano / S-Asunnot Oy, arhitektibüroo Stefan Ahlman Arkitektbyra Oy, visualiseerija Tietoa Visualisointi.

3.5 Nõuetekohasuse tagamine

Mudelite abil on võimalik visualiseerida nõudeid (näiteks tüüp-, moodul- või referentslahenduste abil). Mudelite abil saab visualiseerida ka projektlahendusi ja neile esitatud nõudeid, näiteks järgmisi asjaolusid:

- ruumide kasutamine ja nende omavahelised seosed;
- liikumisvõimalused;
- valgustatus;
- nõuetekohasus;
- ohutus (tuleohutus, evakuatsiooniteed, valvekaamerate jälgimisalad);
- sisekliima;
- õhuvoolud (computational fluid dynamics).

Ehitushanke mudelipõhine kvaliteedijuhtimine on suunatud eelkõige järgmistele aspektidele:

- mahtude juhtimine ja kavandamine;
- energiavajaduse juhtimine ja kavandamine;
- ruumide funktsionaalsuse juhtimine ja kavandamine.

Lahenduse ja sobiva esitusviisi valik sõltub projekteerimismeeskonna ja klientide kogemustest ja harjumustest ning konkreetsest probleemist või projekteerimisolukorrast. Erinevad esitusviisid (paberdokument, digitaalne 2D/3D/4D-infomudel, virtuaalkeskkonnad, lisatud tegelikkus) toovad vajaliku informatsiooni esile eri viisil. Projektijuhid otsustavad, milline esitusviis on kõige otstarbekam.

Nõuete järgimise aspektist on oluline, et kõigi projekti visualiseerimisel kasutatavate dokumentide aluseks oleks ajakohastatud infomudel.

4 Tehniline illustreerimine ja visualiseerimine

Mudelipõhise projekteerimise käigus toodetakse alati automaatselt teatud tasemega kolmemõõtmelisi visuaalmaterjale. Visualiseeringu nõutavat infosisu ei saa siiski kindlaks määrata üldtasemel, vaid otsused tuleb teha projektipõhiselt. Projektlahenduse visualiseerimine mudeli abil ning mudeli andmete kasutamine pakub otsustamiseks vajalikku teavet. Lahenduse põhiomadused tuleb mudelis esitada piisavalt ülevaatlikult.

Projekti eri staadiumites nõutav visualiseerimismaht ja tase tuleb kindlaks määrata hankedokumentides ja vajaduse korral täpsustada projekteerimislepingute sõlmimisel. Kui kvaliteedinõuded on kõrged, võib kasutada fotolaadseid visualiseeringuid ja simulatsioone.

Vaateid kaubanduskeskuse animatsioonist, mis on tehtud turunduslikul eesmärgil. Hämeenlinnakeskus/NCC, Arkkitehtityöhuone APRT Oy, visualiseerija Tietoa Visualisointi.

4.1 Infomudelite kasutamine visualiseerimisel

Projekteerimistarkvara areneb pidevalt ja tänapäeval saab küllaltki hea kvaliteediga visuaalkujutisi toota juba otse projekteerimisprogrammidest. Praktikas sõltub visuaalkujutise tootmise lihtsus projekteerija töömeetodist. Näiteks materjalide ja valgustuse puhul on siiski programmipõhiseid erinevusi. Lõpptulemust viimistletakse tavaliselt mõne fototöötlusprogrammi abil.

Hoone visualiseering, mis on toodetud otse infomudelist ja millele on fototöötlusprogrammis lisatud ümbritsev keskkond (taimed jms). Kuopio Helmisimpukka / Skanska, arhitektibüroo Huvila Oy.

Kõigi projekteerimisvaldkondade infomudelid peavad vastama eelkõige projekti osaliste nõuetele. Kui visualiseerimisvajadused ja osaliste nõuded on vastuolus, järgitakse osaliste nõudeid.

Visualiseerimisel võetakse üldjuhul aluseks arhitektuurse või konstruktsioonide projekti originaalmudel ning kvaliteetse visualiseeringu saamiseks tuleb tavaliselt teha lisatööd. Avatud IFC-andmevahetusformaat on teatud määral piiratud, kuid pakub ka võimalusi. Visualiseerimisel saab eri projekteerimisvaldkondade mudelid selle abil täielikult või osaliselt koondada.

Lahendusvariantide hindamisel toetavad visualiseerimisprogrammid projekteerimisprotsessi dünaamilist iseloomu. Näiteks valgustus-, materjali- ja värvivalikud on võimalik fikseerida. See lihtsustab visualiseeringute tootmist, kui mudeli geomeetria projekteerimisprotsessi käigus muutub.

4.2 Tehniline illustreerimine

Infomudelite abil on võimalik vaadelda projekte kolmemõõtmeliselt. Vaadeldavaid komponente saab eraldi esile tõsta.

Tehniline illustratsioon. Koondmudeli lõikel on näha tehnosüsteemide paiknemine tarindite suhtes. Värvitoonid ja pinnamaterjalid on sümboolsed ja neid on kasutatud projekti tehniliseks hindamiseks. Helsingi Muusikamaja, LPR-Arkkitehdit Oy, inseneribüroo Mikko Vahanen Oy, inseneribüroo Olof Granlund Oy, inseneribüroo Lausamo Oy, visualiseerija Gravicon Oy.

Modelleerimisel tuleb kasutada hooneosade värvikoode. Lisaks projekteerimisvaldkonnale tuvastab vaatamise ja kvaliteedikontrolli tarkvara ka modelleeritavate osade tüübi, kuju ja asukoha. Modelleeritavate osade omadused peavad sisaldama informatsiooni, mis eristab sama projekteerija mudeliosad. Teave peab olema edastatav ka IFC-formaati. See info määrab kindlaks vaatamise ja kvaliteedikontrolli tarkvaras nähtavad värvitoonid.

Selgitus

Praktikas tähendab värvide kindlaks määramine seda, et hooneosad modelleeritakse spetsiaalselt nende jaoks mõeldud tööriistade abil. Näiteks sein modelleeritakse seinatööriistaga ja post postitööriistaga. Programmipõhiselt saab modelleeritavale osale lisada täpsustavat infot. IFC-formaati edastatava tunnuse abil võib kindlaks määrata näiteks kandvad ja mittekandvad seinad.

Arhitektuurse mudeli osad on vaatamise ja kvaliteedikontrolli tarkvaras tavaliselt identifitseeritavad kuju ja värvitooni järgi (hall või mõni muu hele toon). Tehnosüsteemide ja konstruktsioonide mudelites kasutatakse jõulisi ja silmatorkavaid värve. Kõik värvitoonid on sümboolsed ja tähistavad konkreetset mudeliosa.

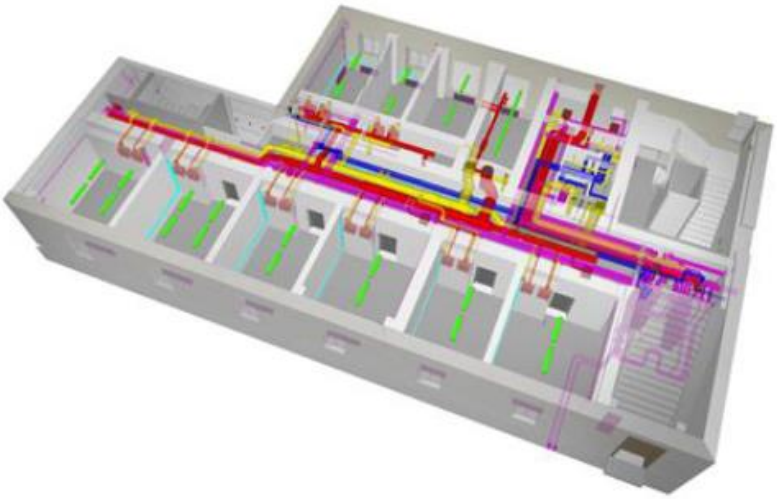
Tehnosüsteemide värvikoodid on esitatud tehnosüsteemide modelleerimisjuhendis (mudelprojekteerimisjuhendite 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”). Konstruktsioonide mudelis võib kasutatada hooneosade tähistamiseks alljärgnevas tabelis märgitud värvitoone.

Hooneosa	*Värv*	
Sein	*Türkiis*	
Plaat	*Tume türkiis*	
Post	*Punane*	
Ava	*Helelilla (läbipaistev)*	
Tala	*Hele purpur*	
Piire	*Helesinine*	
Lagi	*Helelilla*	
Trepp	*Hele türkiis*	
Objekt	*Hele sinakasroheline*	
Plekk	*Tumelilla*	
Vai	*Tume sinakasroheline*	
Vundament	*Sinakasroheline*	
Tarindiosa	*Purpur*	

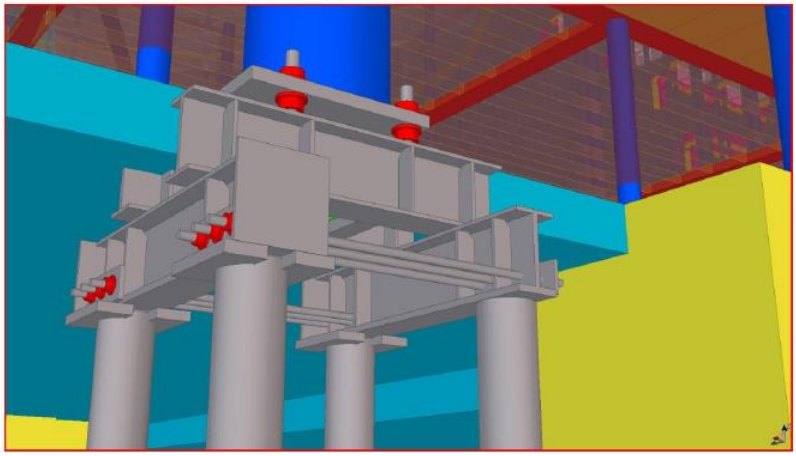
Hooneosade värvitoonid ühes konstruktsiooni projekti vaatamise ja kvaliteedikontrolli tarkvaras.

Projekteerija toodetavad illustratiivsed dokumendid ja -mudelid on näiteks:

- aksonomeetrilised joonised (3D-joonised); mahtude mudelid, materjale ja varje kajastavad fotorealistlikud illustratsioonid;
- tänavavaated, keskkonnavaated (ulatus, täpsusaste);
- mudeli lisamine ehitise asukoha digitaalfotodele;
- fassaadivaated;
- sise- ja välisvalgustuse vaated (hoone sissepääs, põhiruumid, liikumisteed ehitises);
- animatsioonid või live-3D-mudelid, mis kajastavad projektlahenduse iseloomulikke aspekte;
- näidisruumide 3D-mudelid;
- 4D-animatsioonid ajagraafiku täpsustamiseks;
- tootmisprotsessi juhtimist toetavad dokumendid (näiteks materjalitüüpide visualiseerimine värvikoodide abil);
- montaažitööde juhtimist visualiseerivad 3D-joonised ja -lõiked.



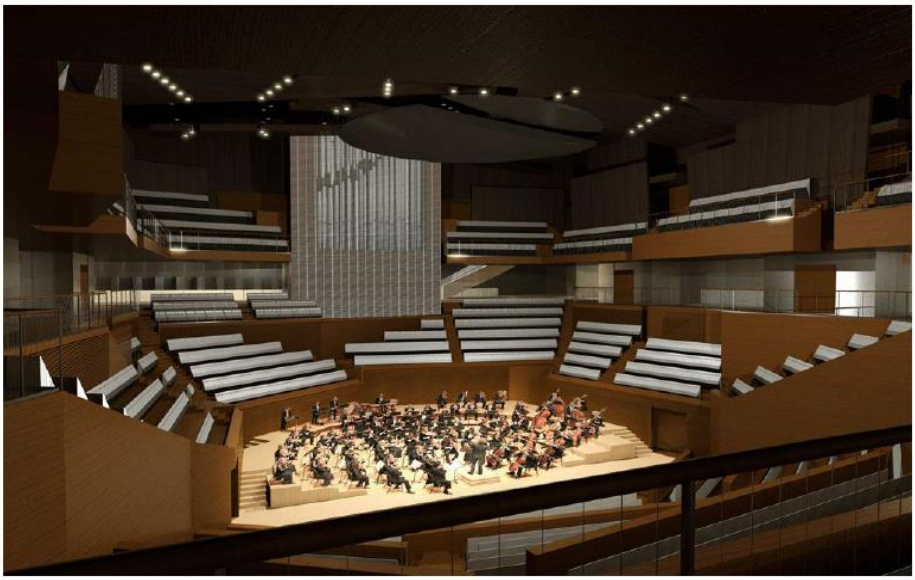
Koondmudelis eristuvad tehnosüsteemid üksteisest värvitooni poolest.



Detailde tehniline illustratsioon.

4.3 Visualiseerimine

Infomudel on eeskätt tehniline dokument. Infomudeli kasutamist visualiseerimisel tuleb kaaluda projektipõhiselt. Modelleerimistäpsus sõltub mudeli infosisust, mis ei vasta alati tegelikule visualiseerimisvajadusele. Kui infomudel tehakse simulatsioonide tarbeks, ei oma näiteks kipskaunistuste kuju mingit tähtsust. Samas tihti ei ole visualiseeringu seisukohalt olulised tegurid vajalikud teistele infomudeli osadele ning lisavad mudelile mittevajaliku keerukust. Esteetilise mulje saamiseks modelleeritavad detailid tulekski lisada ainult nendele mudeli osadele, kus need on vajalikud.



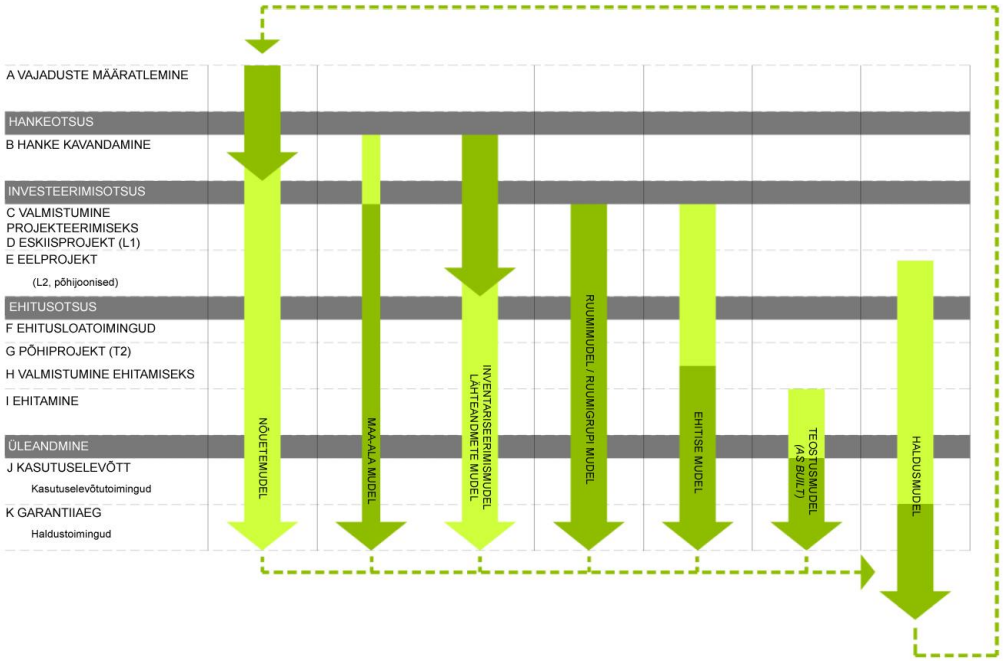
Esteetilise mulje eesmärgil loodud fotorealistlik illustratsioon. Materjale, valgustust ja üldmuljet on püütud edasi anda võimalikult realistlikult. Sellist visualiseeringut kasutatakse lõpptulemuse näitlikustamiseks ja tutvustamiseks. Helsingi Muusikamaja, LPR-Arkkitehdit Oy.

Esteetilised visualiseeringud on hanke algstaadiumis vajalikud arhitektuursete eesmärkide määratlemiseks ning hiljem, kui projektid on täpsustunud, kasutatakse neid turunduslikul otstarbel. Eesmärk on anda realistlik pilt kavandatud lõpptulemusest. Kui fotorealistlikud visualiseeringud pole hanke kõigis staadiumites vajalikud, ei ole vajalik ka infomudeli pidev ajakohastamine visuaalselt realistlikuna.

Projektipõhiselt võib kokku leppida, et esitlus- ja turundusmaterjalide jaoks tehakse eraldi visuaalmudel, mida vajaduse korral on lihtsam ajakohastada. Spetsiaalselt visualiseerimiseks tehtud mudel ei pea sisaldama muud informatsiooni peale selle, mis puudutab kuju ja pinnamaterjali. Infomudeli kasutamine visualiseerimisel on siiski soovitatav.

5 Visualiseerimine hanke eri staadiumites

Visualiseerimisvajadused sõltuvad alati konkreetsest hankest ja seetõttu pole koostatud niisuguseid nõudeid, nagu on olemas näiteks arhitektuurse infomudeli loomiseks. Vaatamata sellele on visualiseerimine hanke otsustus- ja kommunikatsiooniprotsessi oluline osa. Kolmemõõtmeline infomudel on projekteerija visuaalne abivahend ja mudelite kasutamine erinevate visualiseerimisvajaduste täitmiseks on põhjendatud.



Projekti erinevates staadiumites BIM kasutamine

Alljärgnevasse tabelisse on koondatud näiteid visualiseerimistoimingutest, lähtudes otsustusprotsessist ja hanke- staadiumitest. Loetelu pole sugugi täielik ja kõik toimingud ei ole kõigi hangete puhul vajalikud, kuid esitatud loetelu annab nii tellijale kui ka projekteerijatele siiski veidi aimu visualiseeringute kasutusvõimalustest hanke käigus ja pärast hanke lõppu. Osalised ei tohiks unustada, et mudelipõhine visualiseerimine pole enam arhitekti ainuõigus ja kohustus. Ka konstruktsioonide või tehnosüsteemide projekteerijalt võib eeldada lahenduste, detailide ja süsteemide visualiseerimist ning simulatsioonide tegemist kolmemõõtmeliste mudelite ja jooniste abil.

	Otsused			Staadium									
	Hankeotsus	Investeeringuotsus	Ehitusotsus	Vajaduste väljaselgitamine	Alternatiivide projekteerimine	Hanke kavandamine	Eelprojekt	Ehitusluba	Põhiprojekt	Valmistumine ehitamiseks	Ehitamine	Üleandmine	Haldamine
Tehniline illustreerimine													
Ruumiprogramm	x	x	x										
Ruumide erinõuded	x												
Kasutusskeemid	x	x	x			x							
Tööskeemid	x	x	x										
Pindalaskeemid	x	x	x		x								
Valguse ja varju analüüsid (maa-ala ja ehitis)	x	x											
Energiavajaduse simulatsioonid		x	x			x	x	x					x
Valgustuse simulatsioonid			x				x						
Projektide visuaalne kontrollimine	x	x	x		x	x	x	x					x
Projektide integreerimine			x			x	x	x	x	x			
Vastuolukontrollid						x	x	x	x	x			
Lõiked							x						
Detailjoonised							x						
Mudelist genereeritud jooniste kasutamine ehitustööde juhtimisel							x						
Ehitustööde ajagraafiku ja logistika juhtimine (animatsioon)							x						
Infokaardid								x	x				x
Hooldusjuhised													x
Visualiseerimine													
Konkureerivate lahenduste visualiseerimine või vastava ülesande andmine	x												
Alternatiivsed ruumilahendused	x	x	x										
Tellija tellitavad visualiseeringud	x	x	x										
Fotorealistlikud visualiseeringud (välis- ja sisevaated)	x	x	x										
Fassaadid			x										
Aksonomeetrilised vaated													
Sobitumine krundi ja keskkonnaga massijaotuse tasandil		x	x										
Valgustuse visualiseeringud			x										
Sisustus													
Visualiseeritud sisustusjoonised													

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 9: Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

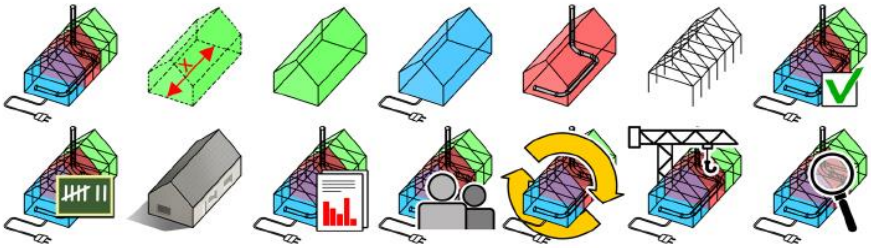
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 9: Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

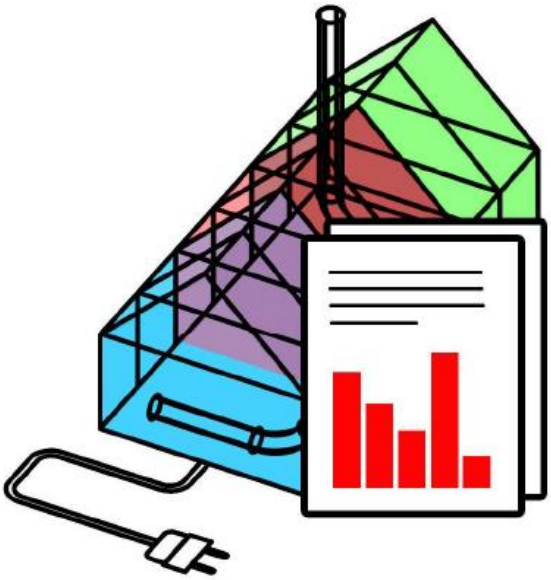
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



9. osa

Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil

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 keeletoimetaja 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
3 Tehnosüsteemide analüüsid 6
3.1 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid 6
3.2 Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs 6
3.3 Hoone elukaarekulude analüüs 7
3.4 Keskkonnamõjude analüüs 8
3.5 Tehnoloogia visualiseeringud 9
3.6 Valgustustaseme arvutamine ja visualiseerimine 10
3.7 Valgustuse simulatsioon 11
3.8 Tehnosüsteemide analüüsid 12
3.9 Analüüside tegemine ja tulemuste esitamine 13

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

See osa käsitleb analüüse, mida teostab ehitise infomudelite abil energiatõhususe spetsialist. Analüüsil kasutatavaid tööriistu juhendis ei käsitleta.

Analüüsi objekt võib olla kogu ehitis, tüüp- või näidisruum, tehnosüsteem või selle osa.

3 Tehnosüsteemide analüüsid

Paljud teiste projekteerijate kavandatud lahendused (näiteks arhitekti valitud vorm või konstruktsioonide projekteerija valitud lahendused) väljenduvad ehitise haldusstaadiumis tehnosüsteemide kaudu konkreetse mõjutegurina (näiteks suurem energiakulu).

Kui ruumi- või konstruktsioonide lahendused on juba valmis ehitatud, ei saa võimalikke vigu või ebaökonoomseid lahendusi siiski ainult tehnosüsteemide abil likvideerida. Vastupidi, sageli nõuab see ka tehnosüsteemide projekteerijatelt erakorralisi lahendusi, mis kulusid veelgi suurendavad.

Seetõttu peab tehnosüsteemide projekteerija projekteerimisel osalema juba alates hanke algstaadiumist.

Tehnosüsteemide analüüsid võimaldavad saada informatsiooni projektlahenduse energiatõhususest ja tulevastest halduskuludest. Ehitise infomudelid tõhustavad tehnosüsteemide analüüsi. Analüüse saab teha isegi väga lihtsate ja esialgsete infomudelite abil. Projekteerimisotsuste tegemisel on see oluline lisaväärtus.

Projekteerimistööde algstaadiumis keskenduvad analüüsid alternatiivide võrdlemisele ja järgnevates staadiumites projektlahenduse eesmärgipärasuse hindamisele.

3.1 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid

Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioone käsitlevad juhendid leiduvad käesoleva juhendisarja 10. osas „Energia-analüüsid”.

3.2 Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs

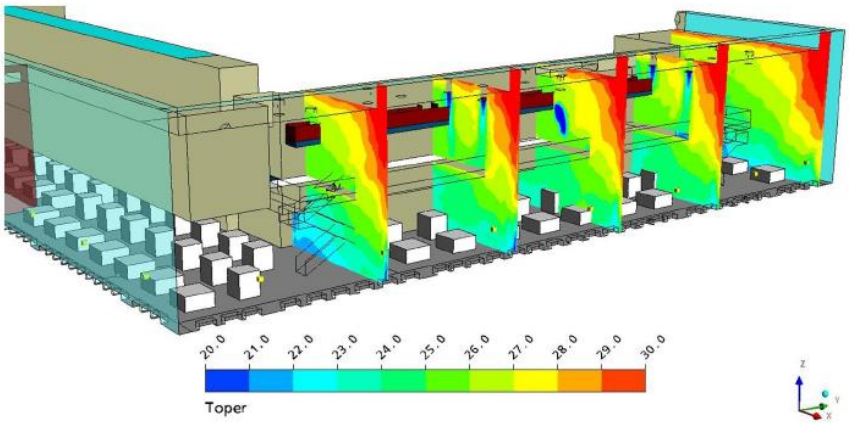
Ruumi sisekliima sõltub suurel määral sissepuhkeõhu jaotusest, sisemistest soojuskoormuste ja tarindite koosmõjust.

Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (*CFD, computational fluid dynamics*) keskendub õhu liikumisele ja temperatuurijaotusele ruumis ning võimaldab saada nende kohta üksikasjalikku informatsiooni. Seda analüüsi kasutatakse eeskätt siis, kui tegemist on ebatavaliste ruumidega (näiteks kõrged ruumid ning suured avalikud ruumid).

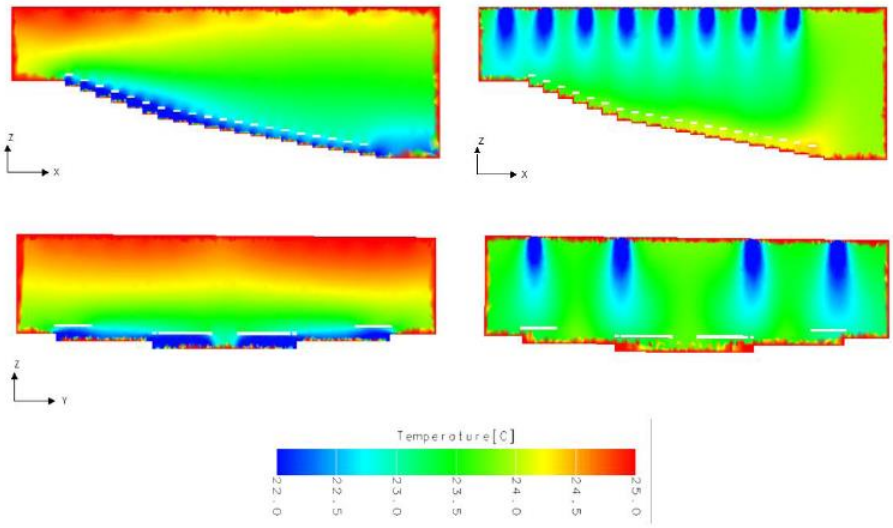
Õhuliikumise simuleerimisel kasutatakse lähteandmetena arhitektuurset IFC-mudelit. Kui on olemas tehnosüsteemide mudel, võib kasutada seda.

Õhuliikumise simulatsiooni eesmärk on prognoosida õhu liikumist ruumis ning saada andmeid, mis lihtsustaksid valikute tegemist.

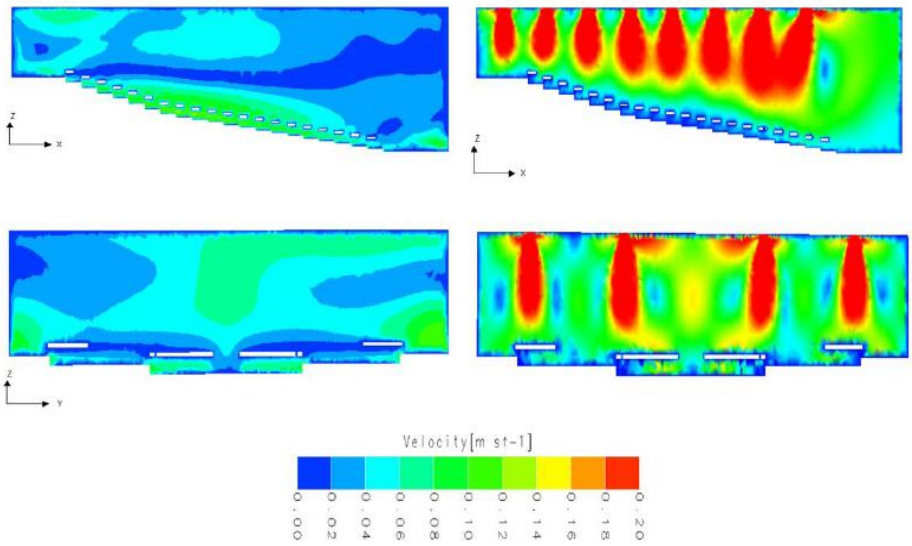
Õhuliikumise simulatsioonid võimaldavad jooniste ja animatsioonide abil hinnata ruumi soojuslikku mugavust ning õhu kvaliteeti, liikumiskiirust, niiskust, süsihappegaasi sisaldust ning teisi ruumi sisekliimat mõjutavaid tegureid.



Joonis 3.2.1. Pinnatemperatuuri kihistumine klaasitud ruumis.



Joonis 3.2.2. Õhutemperatuurikihistumine auditooriumis, võrreldud on kaht eri ventilatsioonitüüpi (tõrjuv - / segunev õhuvahetus)



Joonis 3.2.3. Õhuliikumine auditooriumis, võrreldud on kaht eri ventilatsioonitüüpi (tõrjuv- / segunev õhuvahetus)

<u>Peatüki 3.2 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”</u>

D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt D 2.11. Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (CFD), tase c (KVVK)

E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt E 3.7. Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (CFD), tase c (KVVK)

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.5. Tingimused/sisekliima, tase c

3.3 Hoone elukaarekulude analüüs

Ehitise kasutusiga, paindlikkust ja energiatõhusust puudutavad olulisemad otsused tehakse tavaliselt hanke- ja eelprojekti staadiumis. Siis määratakse kindlaks hoone maht, kuju,

ruumijaotus, konstruktsioonilised põhilahendused ja sisekliima tasemed.

Hilisemates projekteerimisstaadiumites piiravad hankestaadiumis tehtud otsused näiteks tehnosüsteemide võimalikke projektlahendusi.

Sageli lähtuvad otsused oletustest, kogemuspõhistest hinnangutest ja statistilistest andmetest, mis kajastavad energiakulu ja ökonoomsust. Tavaliselt ei ole neil otsest seost projekteeritava objekti ega selle iseärasustega.

Võrreldes arhitekti koostatud kavandeid võimalikult varajases projekteerimisstaadiumis hoone halduskulude usaldusväärsete arvutuste abil, saab projekteerimis- ja ehitusprotsessi paremini juhtida ning saavutada ökonoomsemaid lahendusi.

Hoonemudel modelleeritakse kavandite alusel hanke projekti ettevalmistamise staadiumis. Esialgne oletatav soojus- ja elektrivajadus arvutatakse hoone ruumiprogrammi ja eeldatatavate kasutusandmete põhjal. Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide abil võrreldakse näiteks hoone eri kujusid, akende suuruse ja tüübi mõju, sisekliimat jne.

Objekti eripärast lähtuvatel energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonidel on halduskulude hindamisel keskne roll.

Kulutõhusalt ja keskkonnasäästlikult projekteeritud ja ehitatud objekti energiakulud on optimaalsed ja sisekliima vastab kasutajate vajadusele.

Kui analüüsida halduskulusid põhjalikult juba projekteerimise algstaadiumis, saab otsuste tegemisel toetuda erinevate projektlahenduste korral saavutatava sisekliima ja halduskulude võrdlusandmetele.

Tavaliselt võetakse võrdluse aluseks järgmised asjaolud:

- akende suurus, omadused, päikesekaitse lahendused;
- konstruktsioonide alternatiivlahendused, soojustuse paksus;
- ventilatsiooni- ja jahutussüsteemi põhimõtteline lahendus (sissepuhkeõhu jaotusviis, jahutustalad, ventilaatorkonvektorid jne);
- ventilatsiooniõhu soojustagastuse põhimõtes ;
- ventilatsioonisüsteemi juhtimislahendused (vajaduspõhine ventilatsioon liikumis- või CO2-anduritega jne);
- valgustuslahendused (valgustid, lambitüübid, vajaduspõhine juhtimine jne);
- päevavalguse kasutamine valgustuses;
- paindlikkuse saavutamine erinevate ehituslike ja tehnosüsteemide lahenduste abil.

Sageli vaadeldakse eri lahenduste võrdlemiseks piiratud süsteemiosa või hinnatakse konstruktsioonilise lahenduse (näiteks välissein, aknad) mõju ehitise kogu elutsükli vältel.

Peatüki 3.3 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt E 3.9. Elukaarekulude kalkulatsioonid

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.8. Elukaarekulud (LCC)

3.4 Keskkonnamõjude analüüs

Keskkonnamõjusid analüüsitakse ehitise arhitektuurse mudeli ja tehnosüsteemide mudeli põhjal. Keskkonnamõjude analüüs võimaldab prognoosida energia- ja toorainevajadust, saastetaset ja hooneosade kasutusiga. Analüüsi tulemused aitavad hinnata projektlahenduse sobivust. Analüüsi tehes saab kasutada tehnosüsteemide ja ehitise mudelite mahuandmeid.

Energiatarbimise osakaal hoone elukaare keskkonnamõjudes on sageli üle 80%, seega aitab energiavajaduse analüüs kontrollida suurimat osa keskkonnamõjudest. Tuleb siiski arvesse võtta, et pöördvõrdeliselt energiatarbimise vähenemisega suureneb tarindi ja tehnosüsteemidega seotud keskkonnamõjude osakaal.

Peatüki 3.4 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt E 3.10. Keskkonnamõjud

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.10. Keskkonnamõjud (LCA)

3.5 Tehnoloogia visualiseeringud

Tehnosüsteemide mudelite integreerimine hooneosa arhitektuursesse või konstruktsioonide mudelisse võimaldab hinnata lõppseadmete (segistid, pistikupesad, lülitid, radiaatorid, ventilatsiooniseadmed, valgustid jne) sobivust hoone arhitektuuri seisukohalt kriitilise tähtsusega kohtades.

Kontrollimiseks võib kasutada jooniseid või animatsioone. Kasutada võib ka koondmudelite loomise tarkvara, mis võtab osaliselt arvesse ka materjale.

Eelkõige laborite ja haiglate puhul annavad tehnilised visualiseeringud ruumide kasutajatele hea ettekujutuse tehnoseadmete paiknemisest ja välimusest.

Tehniliste visualiseeringute eesmärk ei ole hinnata ruumi valgustust või värvilahendust, vaid pöörata tähelepanu tehnilistele üksikasjadele.

Arhitekti ja tehnosüsteemide projekteerija tööjaotus visualiseerimisel ning vajalike lähteandmete täpsus tuleb kokku leppida projekteerimislepingutes.

Joonis 3.5.1. Laboriruumi visualiseering (renoveerimisobjekt).

Joonis 3.5.2. Torustike paiknemine tualettruumis, visualiseering.

Peatüki 3.5 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.1. Projekteerija koostatav visuaalne materjal

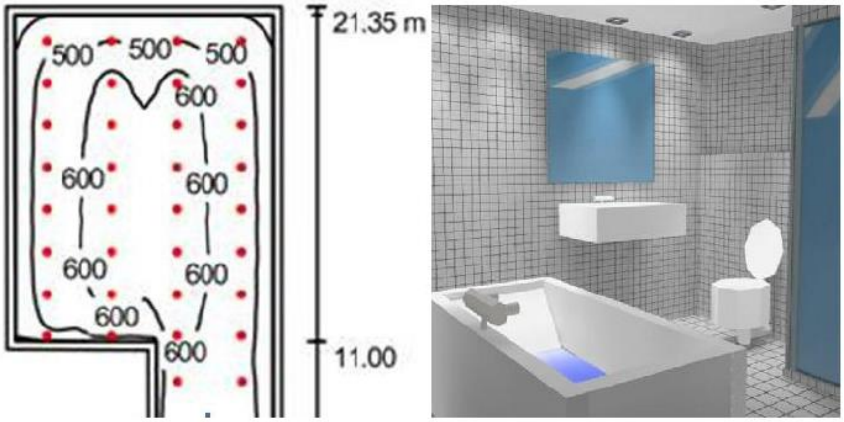
3.6 Valgustustaseme arvutamine ja visualiseerimine

Valgustustaseme analüüsimiseks arvutatakse välja ja esitatakse numbriliselt ruumis paiknevate valgustite valgustustugevus ning räigusindeks ruumis ja ruumi erinevatel pindadel. Kui tarkvara võimaldab, kasutatakse valgustustaseme arvutamiseks ehitise arhitektuurset mudelit ja elektrisüsteemide mudelit.

Et tavaliselt tahetakse hinnata eelkõige töötasapinna valgustatust, peab arhitektuurses mudelis olema modelleeritud ka ruumi sisseseade. Võib arvutada näidisruumi või kõigi vajalike ruumide valgustustaseme.

Valgustustaseme arvutamine on palju väiksem töö kui valgustusolude simulatsioon, kuid see ei anna tegelikkusest nii head visuaalset ettekujutust.

Visualiseering näitlikustab valitud valgustite mõju ruumide meeleolule ja valgustatusele. Lisaks võimaldab see ligilähedaselt hinnata päevavalgusemõju ja räigust.



Joonis 3.6.1. Ruumi valgustatus, arvutatud valgustustasemed ja fotorealistlik visualiseering.

<u>Peatüki 3.6 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”</u>

D 0 Eskiisprojekt, põhitööd:
Punkt D 3.8. Valgustustaseme arvutamine

D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt D 2.13. Valgustatuse visualiseerimine

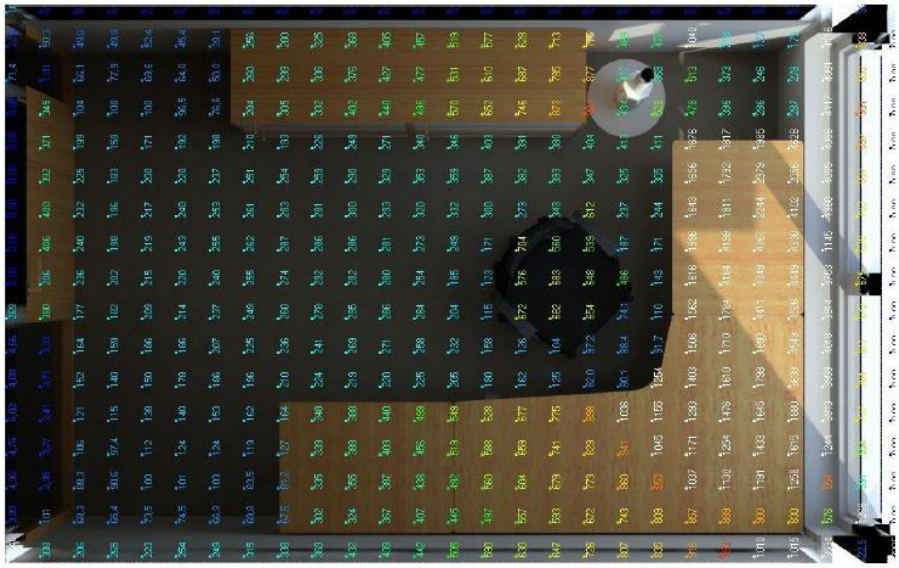
E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt D 3.6. Valgustatuse visualiseerimine

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.6. Valgustus, tasemed a ja b

3.7 Valgustuse simulatsioon

Valgustuse simulatsiooniks kasutatav tarkvara peab suutma analüüsida paljude valgusallikate ja pinnamaterjalide peegelduste mõju ning arvutama nende põhjal väljavalgustatuse.

Simulatsiooniks on vaja teada, millised on pindade materjalid ja nende peegeldusomadused ning ruumide sisseseade. Simulatsiooni tulemusena saadakse fotorealistlikud vaated ning ka pindade valgustustihedus, mis on visualiseeringutega võrreldes oluline erinevus. Mõned arvutiprogrammid võimaldavad uurida ka valgusräigusest ja peegeldustest tingitud ergonoomilisi probleeme.



Joonis 3.7.1. Kontoriruumi valgustatus päevavalgusega (numbrid tähistavad valgustustihedust luksides).

Valgustusolude simuleerimiseks kasutatakse arhitektuurset mudelit ja elektrisüsteemi projekteerija süsteemimudelit. Et saada ettekujutus näiteks töökoha üldmuljest või valgustatusest, peab arhitektuurses mudelis olema modelleeritud ka ruumi sisseseade. Et simulatsiooni tulemus oleks usaldusväärne, tuleb ruumi või hoone 3D-mudelit kasutatava simulatsioonitarkvara nõuetest lähtuvalt sageli muuta või ümber teha. Arhitektuurne mudel ja elektrisüsteemi mudel on simulatsiooni tegijale siiski vajalikud, sest nendest saab ta vajalikud andmed ruumi sisu kohta.

Valgustusolude simulatsioon tehakse tavaliselt kokkulepitud näidisruumide või hoone fassaadivalgustuse visualiseerimiseks.

Joonis 3.7.2. Hoone fassaadivalgustuse simulatsioon.

Simulatsiooni abil on võimalik uurida ka päevavalguse mõju erinevat tüüpi ruumides.

Joonis 3.7.3. Kunstliku valgustuse ja päevavalguse võrdlus.

Valgustusolude simulatsiooni põhjal saab vajaduse korral teha ka animatsioone.

Simulatsioonitase, vajalike lähteandmete täpsus ning arhitekti, valgustuse projekteerija ja simulatsiooni teostaja tööjaotus tuleb kokku leppida projekteerimislepingutes.

<u>Peatüki 3.7 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012"</u>

D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt D 2.14. Valgustatuse visualiseerimine, tase c

E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:
Punkt D 3.6. Valgustatuse visualiseerimine, tase c

Hankeinfokaart:
Punkt 2.4.6. Valgustus, tase c

3.8 Tehnosüsteemide analüüsid

Tehnosüsteemide mudelit saab kasutada paljude erinevate süsteemide analüüsiks, mida saab

tavaliselt teha otse tehnosüsteemi modelleerimisprogrammis. Selleks peab mudel sisaldama piisavat dünaamilist informatsiooni tehnosüsteemide toimimise kohta.

Tehnosüsteemide analüüs võimaldab enne ehitusstaadiumi algust kindlaks teha nende toimivuse ning nõuetemudelile vastavate projektväärtuste saavutamise.

Aero-ja hüdrodünaamiliselt õigesti koostatud ja arvutatud tehnosüsteemide mudel loob eeldused nende probleemideta tasakaalustamiseks. Õige tasakaalustamine võimaldab saavutada ruumide vastavuse tehnilistele nõuetele (õhuvahetus ja temperatuur jne.).

Nõutavad tehnosüsteemide analüüsid on esitatud juhendisarja 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine”.

3.9 Analüüside tegemine ja tulemuste esitamine

Kõik lähteandmed peavad pärinema samast projektversioonist ja neile peab olema tehtud vastuolude kontroll. Enne simulatsiooni alustamist kontrollitakse vajalike lähteandmete olemasolu ning dokumenteeritakse kasutatud lähteandmed või vaikeväärtused, et need oleksid tulemuste kontrollimisel kättesaadavad. Kõik analüüsitulemused tuleb lisada kasutatud andmebaasi, sest eraldi või koos muude andmetega ei anna need kavandatust õiget informatsiooni.

Tulemused tuleb esitada visualiseeringuna, mis on arusaadav ka inimesele, kes ei ole tehnosüsteemide või ehitustööde spetsialist.

Info maht peab piirduma olulisega ja kui analüüsiprogramm visualiseerimist ei võimalda, tuleb tulemuste esitamisel kasutada tabeleid ja skeeme.

Tulemuste visualiseerimisel võib kasutada ka analüüsi aluseks olnud mudeleid. Ruumimudeli abil on võimalik visualiseerida sisekliima simulatsiooni tulemusi (märkides näiteks punasega ruumid, mis kavandatud eesmärgile ei vasta). Värvidega saab märkida ka analüüsi tulemusel kriitiliseks hinnatud hooneosi.

Esimestel analüüsidel tuleks välja tuua erinevad lahendusvariandid, et lihtsustada edasiste otsuste tegemist. Kui üks lahendusvariant on välja valitud, saab seda täiustada, et tagada lahenduse toimivus edasise projekteerimise lähtealusena.

Visualiseerimine aitab kõigil projekti osalistel analüüsi tulemusi kiiremini mõista.

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 10: Energia analüüsid

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

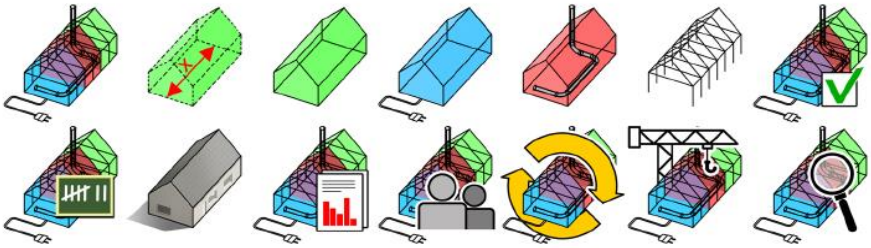
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 10: Energia analüüsid" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

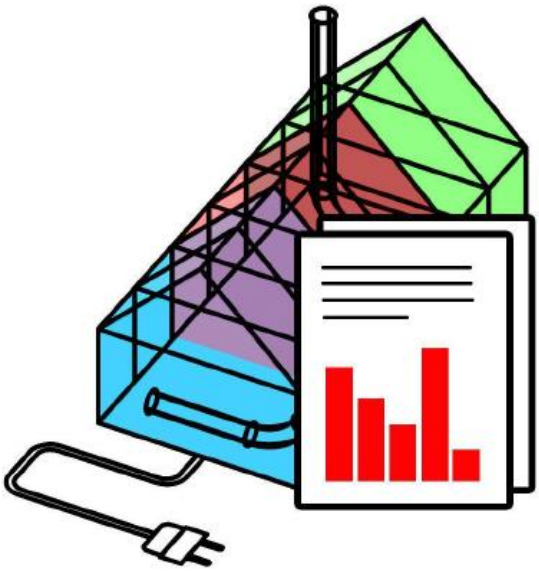
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



10. osa

Energia-analüüsid

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 keeletoimetaja 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
3 Energia-analüüsid hanke erinevates staadiumites 6
3.1 Hanke kavandamine 9
3.2 Eskiis 9
3.3 Eelprojekt 10
3.4 Ehitusloa taotlemine 10
3.5 Põhiprojekt 11
3.6 Ehitamine 11
3.7 Kasutuselevõtt ja garantiiaeg 12
3.8 Kasutamine ja haldamine 12
4 Infomudelid ja energia-analüüsi tarkvara 13
4.1 Energia-analüüsitarkvara 13
4.2 Energia-analüüsi andmevahetusvajadused 13
4.2.1 Arhitektuurne mudel 14
4.2.2 Arhitektuurse mudeli eesmärgid 15
4.2.3 Süsteemimudeli eesmärgid 15
4.2.4 Tehnosüsteemide teenindusalad 16
4.2.5 Ruumide tehnosüsteemide tootlikkus 16
4.2.6 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide tulemused 17
5 Allikad 18
Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise lähteandmed 19
Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise tulemused 20
Lisa 3 Tööjuhend. Arhitektuurse mudeli kasutamine energiaanalüüsiks sobiva geomeetriamudeli loomisel tarkvaraga MagiCAD Room 21

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Mudelprojekteerimise üldjuhendite 10. osa „Energia-analüüsid” käsitleb energiatõhususe ja sisekliima seisukohalt olulisi tegevusi projekteerimisel ja ehitamisel ning hoone kasutuselevõtul ja haldamisel. Eesmärk on kontrollida infomudelite abil hoone energiatõhusust ja vastavust seatud nõuetele võimalikult hästi juba projekteerimis- ja ehitustööde ajal. Oluline on ka ehitise energiatõhususe võimalikult varajane tõendamine garantiiajal.

See dokument määrab kindlaks, kuidas kasutada infomudeleid energiaanalüüside teostamiseks hoone projekteerimisel, ehitamisel ja haldamisel. Analüüsid on energiatõhusa projekteerimise oluline osa ning infomudelite kasutamine võimaldab analüüsida andmeid süsteemipärasemalt, läbipaistvamalt ja sageli ka efektiivsemalt kui tavapärased meetodid. Infomudelite peamine eelis on siiski õigete algandmete tagamine arvutuste tegemiseks.

Energiaanalüüsi objekt võib olla kogu hoone, tüüp- või näidisruum, tehnosüsteem või selle osa. Põhjaliku ülevaate energiaanalüüsidest leiab ka sarjas ProIT ilmunud raamatust „Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa” [1].

Energiaanalüüsideks nimetatakse selles dokumendis nii hoone energiavajaduse kui ka sisekliimaga seotud analüüse. Mõnda eriotstarbelist analüüsi, näiteks õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs ehk CFD (computational fluid dynamics) ja valgustingimuste simulatsioone, on käsitletud koos tehnosüsteemide analüüsidega juhendisarja 9. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil”.

Selle dokumendi nõudeid rakendatakse siis, kui hankedokumentides ja projekteerimislepingutes on ette nähtud energiaanalüüsi tegemine hoone infomudelite baasil. Energiaanalüüside teostaja (energiatõhususe spetsialist, tehnosüsteemide projekteerija) võib eri hangetel ja isegi sama hanke eri staadiumites olla erinev. Analüüside teostajaid ei ole selles dokumendis käsitletud.

3 Energia-analüüsid hanke erinevates staadiumites

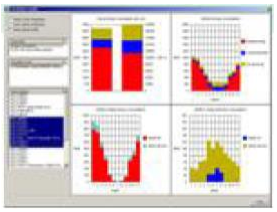
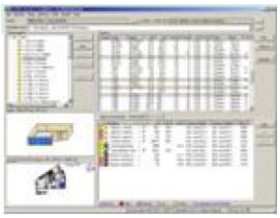
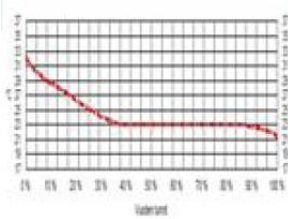
Ehitise sisekliima ja energiatarbimisega seotud eesmärkide saavutamist on võimalik mõjutada arhitektuursete, ehitustehniliste ja tehnoloogiliste lahendustega. Optimaalse üldlahenduse leidmiseks on projekteerijate koostöö oluline juba alates hanke algstaadiumist. Hoone energiatõhususe, elukaare kulude ja ruumide sisekliima analüüsimine on sellele märkimisväärseks toeks.

- Energiaanalüüsideks loetakse selles dokumendis nii energiasimulatsioone kui ka ruumide sisekliima analüüse. Sisekliima käsitlemiseks selles juhendis on mitu põhjust:
- Energiatõhususe aspektist on oluline kontrollida nii energiavajadusele kui ka sisekliimale seatud nõuete otstarbekust.
- Sisekliima ja energiatõhusus on omavahel seotud, sest suur osa energiast kulub vajaliku sisekliima hoidmiseks.
- Energiatõhususe miinimumnõuded rõhutavad muuhulgas sobiva sisekliima säilitamise vajadust.
- Juurdunud tava kohaselt tähistab rahvusvaheline termin „energy analysis" lisaks energiavajaduse analüüsile ka sisekliima simulatsioone ning nendest tulenevaid nõudeid näiteks tehnosüsteemide tootlikkuse määramiseks.

Energia-analüüse on võimalik kasutada hanke eri staadiumites – projekteerimise algusest ehitustööde ja hoone kasutuselevõtuni. Lisaks on käsitletud energia-analüüside kasutusvõimalusi hoone haldamisel. Joonistel 1a ja 1b on esitatud infomudelite kasutusvõimalused energia-analüüside tegemiseks hanke eri staadiumites ning vajalikud lähteandmed.

HANKE KAVANDAMINE	ESKIIS-PROJEKT	EELPROJEKT	EHITUSLOA TOIMINGUD

Sisekliima

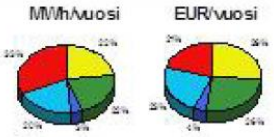
- Eesmärkide seadmist toetavad analüüsid

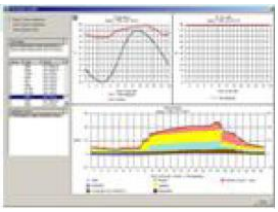
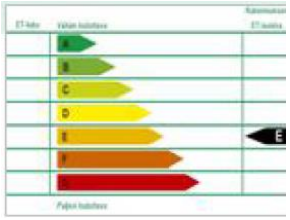
- Alternatiivide võrdlemine (näiteks päikesekaitse)
- Lahenduse valimine ja eesmärkide ajakohastamine

- Valitud lahenduse täpsustamine
- Sisekliima tagamine: õhuvahetus, jahutus- ja küttevõimsus

- Energiamärgis
- Suvise ruumitemperatuuri kontroll.

Energiakasutus



- Eesmärkide seadmist toetavad analüüsid
- Renoveerimistöödel mõõdistamismudeli abil

- Alternatiivide võrdlemine (näiteks fassaadid, tehnosüsteemid)
- Lahenduse valimine ja eesmärkide ajakohastamine

- Valitud lahenduse täpsustamine
- Hoone energiavajaduse arvutamine

- Energiamärgis
- Summaarne kaalutud energiakasutus (energiatõhususarv)
- Soojusbilansi-arvutus
- Arvutuslik küttevõimsus
- Energiamärgis

Lähteandmed

- Arhitektuurne nõuetemudel
- Mõõdistusmudel või ruumi-/ruumigrupimudel

- Tehnosüsteemide nõuetemudel
- Arhitektuurne ruumi- või ruumigrupimudel
- Akna-avade puudumise korral akende osakaal (%)

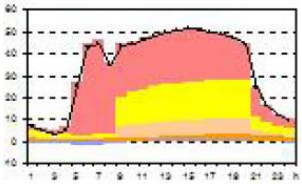
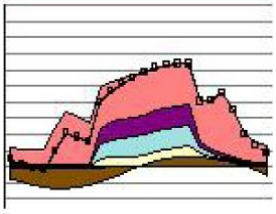
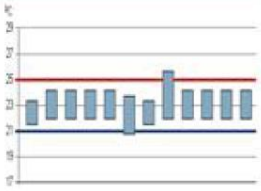
- Arhitektuurne ruumi- või ehitise mudel
- Tarindite, uste ja akende tüübid

- Arhitektuurne ruumi- või ehitise mudel
- Tarindite, uste ja akende tüübid
- Hooneosade mahud

Joonis 1a. Energiaanalüüsid hanke eri staadiumites, osa 1/2.

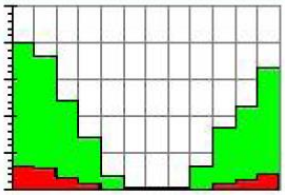
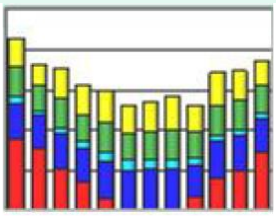
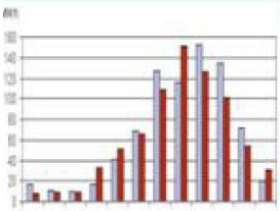
PÕHIPROJEKT	EHITAMINE	KASUTUSELEVÕTT JA GARANTIIAEG	KASUTAMINE JA HALDAMINE

Sisekliima

- Põhiprojekti mõjude analüüs
- Töövõtja valikute mõjuanalüüs
- Võrdlemine nõuetega
- Järelevalve ja võrdlemine nõuetega

Energiakasutus

- Põhiprojekti mõjude analüüs
- Energiakasutuse prognoosi ajakohastamine
- Töövõtja valikute mõjuanalüüs
- Energiakasutuse määra arvutamine (arvutuslik tarbimine ja esimene kasutusaasta)
- Võrdlemine nõuetega pärast esimest garantiiaastat
- Arvutusliku tarbimise määra ajakohastamine (vajaduse korral)
- Järelevalve ja võrdlemine nõuetega
- Energiatarbe täpsustamine

Lähteandmed

- Ehitise arhitektuurne mudel
- Tarindite, uste ja akende tüübid
- Tehnosüsteemide andmed
- Arhitektuurne teostusmudel
- Töövõtja valitud toodete andmed
- Arhitektuurne teostusmudel
- Süsteemide ajakohastatud tasakaalustamise andmed
- Sisekliimatingimuste ja energiatarbimise mõõtmine
- Haldusmudelid

Joonis 1b. Energiaanalüüsid hanke eri staadiumites, osa 2/2.

Järgmisena käsitletakse täpsemalt infomudelite kasutamist energia-analüüside teostamiseks hanke eri staadiumites. Mainitud toimingud teostatakse juhul, kui need on töö tellimisel kokku lepitud. Viidatud on ehitushanke juhtimise ja projekteerimistööde loetelu [3] vastavatele alajaotustele.

Konkreetsed nõuded infomudelite kasutamisele energia-analüüsidel on esitatud 4. peatükis „Infomudelid ja energia-analüüsi tarkvara".

3.1 Hanke kavandamine

Nõuded

Kui rekonstrueerimishangetel on koostatud mõõdistusmudel, kasutatakse säilitatava ehitise energiatõhususe analüüsimiseks ning paremate lahendusvõimaluste uurimiseks mõõdistusmudelit.

Energia-analüüsi lähteandmeteks võetakse mõõdistusmudelist vähemalt ehitise välispiirete geomeetria. Mõõdistusmudelit on käsitletud juhendisarja 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine".

Selgitus

Hanke ettevalmistamisel toetavad energia-analüüsid hoone energiatõhususele ja sisekliimale esitatavate nõuete kindlaksmääramist.

Hanke kavandamise staadiumis tuleks infomudeleid energiatõhususe analüüsimiseks kasutada eelkõige siis, kui tegemist on keeruliste objektidega. Kasutada võib ruumi- või ruumigrupi arhitektuurset mudelit. Kui seda pole, tuleks kasutada spetsiaalselt energia-analüüside tarbeks koostatud infomudelit.

Energia-analüüsidega hinnatakse ruumiprogrammist lähtuvaid lahendusvariante ja analüüside lähteandmed dokumenteeritakse. Analüüside abil saab näiteks testida kavandatud energiakasutuse saavutatavust. Energia-analüüside abil saab eesmärkide seadmisel paremini arvesse võtta objekti iseärasusi ja juba varakult kindlaks teha objekti energiatõhususe seisukohalt otsustavad tegurid.

3.2 Eskiis

Nõuded

Eskiisi staadiumis viiakse läbi esialgsed energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid, et hinnata fassaadi-, päikesekaitse- ja tehnosüsteemide erinevate lahendusvariantide mõju.

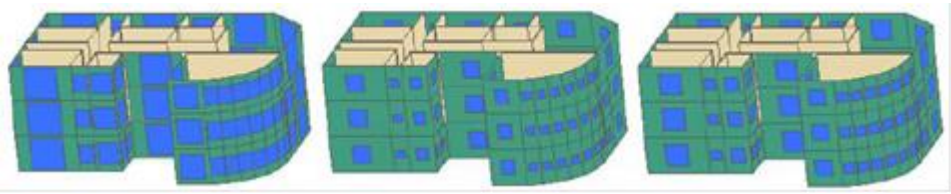
Arvutatakse valitud lahenduse mõju vähemalt eri tüüpi ruumide sisekliimale ja hoone energiavajadus ning vajaduse korral ajakohastatakse eesmärke.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ruumigrupimudelit. Lisaks on vaja ka tehnosüsteemide nõuetemudelit (vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine").

Selgitus

Kui eskiisi staadiumis ei ole konstruktsioonitüüpe veel kindlaks määratud, võetakse energiaanalüüsil vaikimisi aluseks ehitusmääruste nõuded või hanke eripärale vastavad tarindid.

Kui arhitektuurse mudelis puuduvad akna-avad (vt 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine"), on vaja aknapinna ruumipõhiseid andmeid (akende ja põrandapindala suhe või akende ja välisseinte pindala suhe). Nende põhjal suudavad mõned energia-analüüsi programmid vastavad akna-avad automaatselt oma arvutusmudelisse lisada. Seda tarkvara omadust võib kasutada ka siis, kui sama arhitektuurse mudeli põhjal on vaja analüüsida eri aknalahenduste mõju energiavajadusele (vt joonist nr 2).



Joonis 2. Arhitektuurses ruumimudelis puuduvate akna-avade lisamine energiaanalüüsi tarkvaras (RIUSKA) ruumipõhiste andmete alusel ja eri variantide loomine: vasakul suured aknapinnad, keskel aknad 15% välisseinast ja paremal energiakulu aspektist optimaalsed aknapinnad

Tulemusi analüüsides tuleb tähelepanu pöörata sellele, kui suures osas põhinevad need oletustel ja millisel määral kokkulepitud lahendustel. Seetõttu tuleb energia-analüüside lähteandmed selgelt dokumenteerida ja vastavate analüüsitulemustega siduda.

Energia-analüüside kriitilise hindamise aspektist on väga oluline ka lähteandmete ja simulatsioonitulemuste esitusviis. Soovitatav on kasutada ehitusmääruste (Rakentamismääräyskokoelma) osa D3 (2012), „Ehitiste energiatõhusus" („Rakennusten energiatehokkuus"), tabelite 12 ja 13 vormi ja sisu olenevalt sellest, millised andmed on kättesaadavad. Andmete ühtne esitusviis hanke kõigis staadiumites peale ehitusloastaadiumit lihtsustab energiasimulatsiooni tulemuste hindamist sõltumata sellest, millist tarkvara simulatsioonil on kasutatud. Mõnes simulatsiooniprogrammis on olemas valmis raportipõhjad, mis lähtuvad mainitud tabelitest. Käesoleva juhendi lisana on esitatud energia-analüüside lähteandmete ja tulemuste raportid simulatsiooniprogrammist RIUSKA (vt lisasid 1 ja 2).

3.3 Eelprojekt

Nõuded

Eelprojekti staadiumis määrab tehnosüsteemide projekteerija simulatsiooni abil ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajaduse. Simulatsioon tehakse kõikidele eri ruumitüüpidele.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ehitise mudelit.

Selgitus

Eelprojekti staadiumis on energia-analüüside eesmärk hinnata simulatsiooniga valitud lahenduse täpsustuste mõju nii sisekliimale kui ka energiavajadusele.

Ilmakaarest jms teguritest tingitud erinevuste arvessevõtmiseks tuleks arvutada eraldi kõigi ruumide tehnosüsteemide tootlikkused.

Lisaks arhitektuursele mudelile on lähteandmetena vaja täpsemaid andmeid kasutatud tarindi-, ukse- ja aknatüüpide omadustest.

3.4 Ehitusloa taotlemine

Nõuded

Ehitusloa jaoks on vajalik energiaanalüüs, millest mudelipõhine energiaanalüüs on vajalik vähemalt järgmistes osades:

- summaarne energiavajadus, energiatõhususarv;
- energiamärgis;
- suvise ruumitemperatuuri kontroll.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ehitise mudelit.

Selgitus

Mudelipõhist energiaanalüüsi saab kasutada ka järgmise energia-analüüsi jaoks vajaliku teabe tootmiseks:

- *soojuskadude arvutus;*
- *arvutuslik küttevõimsus.*

Energia-analüüsis on vaja hooneosade mahuandmeid, mille arhitekt määrab tavaliselt kindlaks infomudeli abil. Energia-analüüsi seletuskirja puhul on oluline, et need andmed oleksid energia-analüüsil kättesaadavad. On olemas ka niisuguseid energia-analüüsiprogramme, mis võimaldavad mahuandmete vastuvõtmist infomudeli kaudu (näiteks IFC import), kuid teostusmeetod tuleb sel juhul kokku leppida arhitektiga.

Ehitusloa staadiumis teostatavate energia-analüüside lähteandmete esitamiseks on otstarbekas kasutada ehitusmääruste (Rakentamismääräyskokoelma) osa D3 (2012), „Ehitiste energiatõhusus" („Rakennusten energiatehokkuus"), tabelite 12 ja 13 vormi ja sisu või energiasimulatsiooni-programmides leiduvaid raportipõhjasid (lisad 1 ja 2).

3.5 Põhiprojekt

Nõuded

Energiaanalüüsidele esitatavad nõuded sõltuvad ehitusstaadiumis tehtavate muudatuste olemusest. Energiaanalüüside ajakohastamine on nõutav sel juhul, kui projektides on tehtud muudatusi, millel võib olla märkimisväärne mõju eelmise staadiumi tulemustele.

Selgitus

Märkimisväärne muutus, mis eeldab energiaanalüüside ajakohastamist ka põhiprojekti staadiumis, võib olla näiteks teist tüüpi akende kasutamine või muudatused päikesekaitselahendustes.

Ka selles staadiumis tuleks energiaanalüüsidel kasutada infomudeleid. Lähtealus on arhitektuurne ehitise mudel. Kui tehnosüsteemide projekteerimiseks on valitud kõrgem tase 2 (vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine"), saab kasutada mudelipõhiseid teenindusalasid.

3.6 Ehitamine

Nõuded

Ehitusstaadiumi lõpul arvutatakse hoone projekteeritud energiavajadus. Seejuures tuleb arvesse võtta ehitustööde käigus toimunud muudatusi. Projekteeritud energiavajadust saab arvutada kahel eri tasandil, millest tase 1 on miinimumnõue.

- Tase 1: määratakse kindlaks energiavajadus baasaastal.
- Tase 2: määratakse kindlaks energiavajadus baasaastal ning ka energiavajadus esimesel kasutusaastal, mille abil saab juba garantiiajal kontrollida ehitise tegeliku energiavajaduse vastavust projekteeritud energiavajadusele.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset teostusmudelit.

Selgitus

Ehitusstaadiumi energia-analüüside eesmärk on hinnata töövõtja tehtud valikute mõju ning määrata kindlaks ehitise tulevane energiavajadus.

Energiavajadust baasaastal ei saa kasutada energiatõhususe kontrollimiseks garantiiajal, sest esimesel kasutusaastal on tehnosüsteemide kasutusaeg tavapärasest erinev. Näiteks ventilatsiooni kasutatakse esimesel aastal materjalide emissiooni tõttu tavaliselt ööpäevaringselt, et tagada õhu kvaliteet. Seetõttu lükkub energiatõhususe tuvastamine tavaliselt väljapoole garantiiaega. Tase 1 on siiski sobiv niisuguste objektide puhul, mille süsteemide kasutusajad esimesel aastal ja baasaastal ei erine või kõrvalekalded on vähesed.

Lähtudes tasemest 2 arvutatakse eraldi ka energiavajadus esimesel kasutusaastal, mis võimaldab kontrollida hoone energiatõhusust juba garantiiajal. Esimese aasta energiavajaduse arvutamisel võetakse aluseks tavapärasest erinev tehnosüsteemide kasutusaeg.

Baasaasta energiavajadust tuleks pärast garantiiaastat ajakohastada, sest siis on olemas täpsemad kasutusandmed.

3.7 Kasutuselevõtt ja garantiiaeg

Nõuded

Kasutuselevõtu/garantiiaja jooksul ajakohastatakse baasaasta energiavajadust. Siis on juba olemas hoone täpsemad kasutusandmed ning arvutustes võetakse neid arvesse.

Minimaalselt tuleks kontrollida baasaasta energiavajaduse arvutamisel ehitusstaadiumis aluseks võetud andmeid (kasutusaeg jms) ja vajaduse korral neid ajakohastada.

Lähtealusena kasutatakse arhitektuurset teostusmudelit.

Selgitus

Kasutuselevõtu ja garantiiaja jooksul püütakse tagada hoone projekteeritud sisekliima ja energiatõhusus. Kasutuselevõtuperioodil (tavaliselt esimene aasta) toimub tehnosüsteemide täppisseadistamine hoone tegelikust kasutamisest lähtuvalt. Kasutuselevõtuperioodi ja garantiiaja energia-analüüside eesmärk on luua alus kavandatud eesmärkide võrdlemiseks ehitise tegelike ekspluatatsiooni- ja haldusandmetega. Kasutuselevõtuperioodi lõpul on ehitise tegelik kasutamine paremini teada ja eesmärgi ajakohastamiseks on olemas täpsemad lähteandmed.

3.8 Kasutamine ja haldamine

Nõuded

Energiaanalüüsidele nõudeid ei ole.

Selgitus

Kasutus- ja haldusajal püütakse sisekliima ja energiakulu jälgimisega tagada ehitise nõuetekohane toimimine. Energia-analüüsid võimaldavad ajakohastada kavandatud eesmärke tegelikest muudatustest lähtuvalt. Energia-analüüse saab kasutada ka vigade põhjuste ja nende kõrvaldamisvõimaluste väljaselgitamisel.

4 Infomudelid ja energia-analüüsi tarkvara

Infomudelite kasutamine energia-analüüsi programmides on võimalik olnud juba pikka aega, kuid arhitektide kasutatud modelleerimistarkvaras on olnud tõsiseid puudusi energia-analüüside seisukohalt olulise, eelkõige kvaliteeti puudutava info määratlemisel.

Energia-analüüsidest lähtuvad nõuded infomudeli sisule on võimalik esitada juba üpris üheselt mõistetavalt, kuid alati ei garanteeri see andmevahetuse õnnestumist. Seetõttu võivad infomudeli (eelkõige arhitektuurse mudeli) kasutamisel endiselt vajalikuks osutuda teatud erilahendused.

Järgmisena on esitatud täpsemad tarkvara ja andmevahetusvajadust puudutavad nõuded infomudelite kasutamiseks peatükis 3 märgitud otstarbel.

4.1 Energia-analüüsitarkvara

Nõuded

Energia-analüüsiks kasutatav tarkvara peab suutma lugeda IFC-faile (versioon 2 x 3 või uuem). Täpsemad nõuded mudeli ja edastatava info sisule on esitatud peatükis 4.2 „Energia-analüüsi andmevahetusvajadused”.

Teine nõue energia-analüüsiks kasutatavatele programmidele on dünaamiline arvutus, mis tähendab järgmist:

- tarkvara võtab arvesse soojuse salvestumise tarinditesse;
- arvutus hõlmab kogu aastat maksimaalselt ühe tunni pikkuse sammuga ja kasutab ehitise paiknemisele vastavaid kliimaandmeid;
- tarkvara võtab arvesse sisemist vabasoojust ja nende ajalist jagunemist.

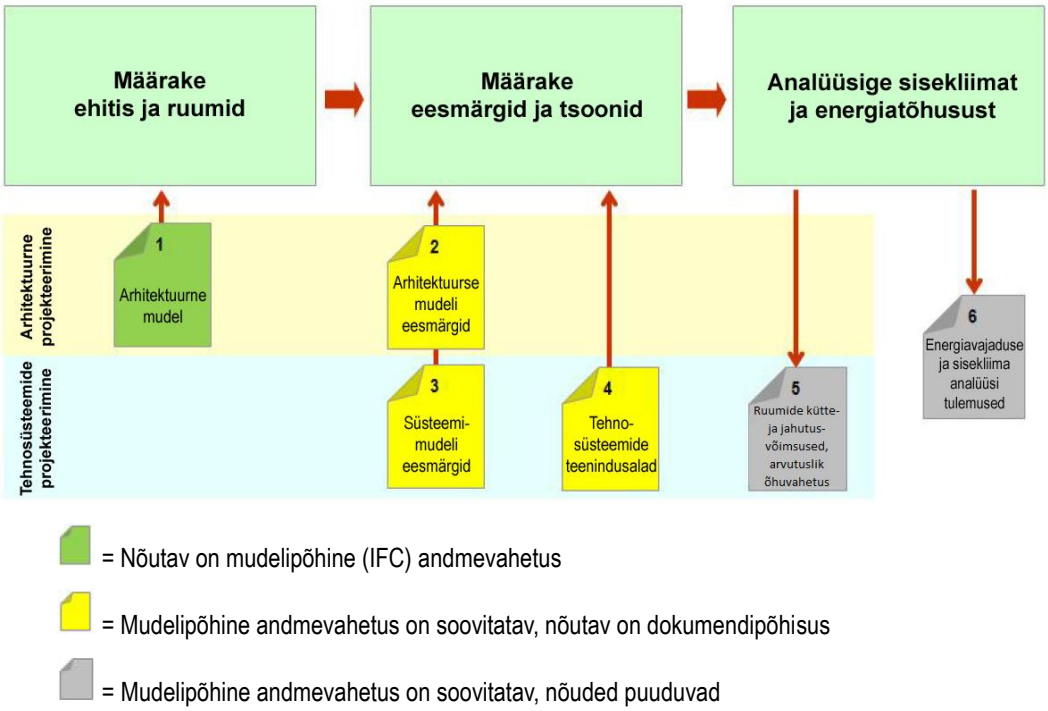
Selgitus

Lisaks mainitud dünaamilise arvutuse nõudele sisaldavad ehitustööde energiamäärused (Rakentamisen energiamääräykset 7/2012) energia-analüüsi tarkvara puhul ka nõuet, et kasutatav tarkvara peab olema kinnitatud rahvusvaheliste standardite või testide kohaselt.

Administratiivhoonete rajamise ja haldamise eest vastutavad Põhjamaade organisatsioonid Senaatti-kiinteistöt ja Statsbygg on koostanud energia-analüüsi programmide infomudelite kasutusvõimaluste hindamiseks ulatusliku testi Nordic energy [4], mille alusel oli käesoleva juhendi väljaandmise hetkeks kontrollitud analüüsiprogramme RIUSKA [5] ja IDA ICE [6]. On soovitatav, et lisaks vastavusele ehitustööde energiamääruste nõuetele oleks kasutatav tarkvara läbinud ka Nordic energy testi.

4.2 Energia-analüüsi andmevahetusvajadused

Joonis 3 kajastab energia-analüüsi protsessi ja sellega kaasnevaid andmevahetusvajadusi. Nõudeid on täpsemalt käsitletud alljärgnevates peatükkides.



Joonis 3. Energiaanalüüsi protsess ning sellega kaasnevad andmevahetusvajadused ja -nõuded.

4.2.1 Arhitektuurne mudel

Nõuded

Arhitektuurne mudel on hanke eri staadiumites (ruumigrupi-, ruumi-, hooneosa- ja teostusmudel) energia-analüüside kõige olulisem lähteandmete allikas. IFC-mudeli infosisu puhul on põhinõudeks järgmised IFC-standardis kindlaks määratud vaated (view):

- Coordination view (arhitekti, konstruktsiooni projekteerija ja tehnosüsteemide projekteerija koostöövaade) [7];
- Space boundary add-on view (määrab ruumi piiravad pinnad ja nende seosed tarindite, avade jt objektidega) [8].

Muud nõuded info sisule on kindlaks määratud juhendisarja 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine”.

Kui tarkvaraliste või põhjendatud modelleerimistehniliste asjaolude tõttu ei ole nimetatud nõuetele vastavat energia-analüüsiks sobivat arhitektuurset mudelit võimalik luua, võib energia-analüüsi teostaja kokkuleppel tellijaga koostada arhitektuurse mudeli abil spetsiaalse geomeetriamudeli, mis vastab nimetatud nõuetele. Miinimumnõue on, et arhitektuurse mudeli ruumide nimetusi ja tunnuseid ei tohi muuta.

Selgitus

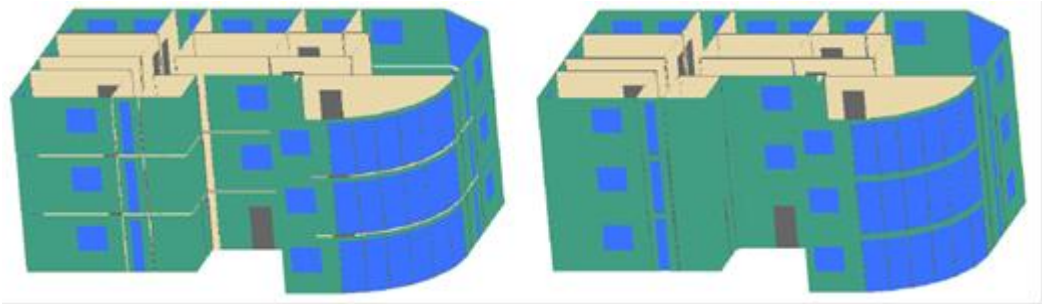
Arhitektuurse mudeli „ruumipiiride” (Space Boundary) abil on energia-analüüsi tarkvara võimeline tõlgendama olukorda, kus näiteks tervikuna mudelisse sisestatud lagi jaguneb külma ja sooja ruumi katvaks osaks. Alljärgnevalt on esitatud mõned kasutatavast tarkvarast võimalikult vähe sõltuvad soovitused energiaanalüüsiks sobiva IFC-mudeli loomiseks:

- *Arhitektuuriprogrammi toimingus IFC Export tuleb valida „Space Boundary”.*
- *Ruumid tuleb modelleerida nii, et arhitektuuritarkvara uurib ise ümbrust ja loob ruumiobjekti, tekitades ruumiobjekti ja ja tarindite vahele seosed.*
- *Ruumid on modelleeritud nii, et on võimalik moodustada Space Boundary (näiteks ArchiCAD: „Inner Edge definition method”, ACA: „Associative Freeform Space”).*
- *Ruumiobjekt peab olema kogu korruse kõrgune, mitte piirnema näiteks ripplaepinnaga.*

Mitut korrust läbivad ruumid tuleks modelleerida korrusepõhiselt, sest praegu tagab see andmete usaldusväärsema ülekandmise energiaanalüüsi tarkvarasse.

- *Energiaanalüüsi teostamiseks loodavasse IFC Export'i ei võeta kattuvaid ruume (näiteks brutopindala-objektid, mis hõlmavad eri ruume). Niisuguse mudeli suutlikkus õige Space Boundary tootmiseks IFC Export'i käigus on käesoleva juhendi koostamise hetkel tunnistatud probleemseks.*
- *Tarindite nimetuses peab olema kokku lepituid tüübitunnus ja tunnused peavad vastama konstruktsiooni projekti kataloogile.*

Arhitektuurse mudeli „ruumipiiride" (Space Boundary) aluseks on sisepinnad ning puudub vaheseinte ja vahelagede „välispiirde" osa. Et energia-arvutustes tuleb arvesse võtta kogu välispiirde pindala, ei tohi energia-analüüsil unustada kasutamast tarkvara omadust, mille abil kompenseeritakse ruumide/tsoonide vahele jäävad tühimikud mudelis (joonis 4).



Joonis 4. Vasakpoolsel joonisel on IFC-mudel, mis on kantud energia-analüüsi programmi ainult Space Boundary andmetega. Sel juhul jäävad ehitise välispinnale vaheseinte ja -lagede kohal tühimikud. Parempoolsel joonisel on kasutatud energiaanalüüsi programmi (RIUSKA) tühimike täitmise toimingut ja saadud terviklik välispiire.

Kui arhitektuurse mudeli baasil tuleb teha spetsiaalne energia-analüüsiks sobiv geomeetriamudel, on soovitatav säilitada ruumide infotehnoloogilised individuaaltunnused (GUID) [9] muutmata kujul. See võimaldab võrrelda mudeli versioone ja siirdada energia-analüüsi tulemused uuesti arhitektuursesse mudelisse. Sellele juhendile on lisatud (vt lisa 1) ülevaade nõuetekohase geomeetriamudeli tootmisest tavaliselt selleks otstarbeks kasutatava tarkvaraga MagiCAD Room [10].

4.2.2 Arhitektuurse mudeli eesmärgid

Nõuded

Arhitekti nõuded (nõuetemudel) tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine".

Selgitus

Kui arhitektuurne nõuetemudel on koostatud mudelipõhisena, võib olla võimalik selle kasutamine energia-analüüsi programmis.

4.2.3 Süsteemimudeli eesmärgid

Nõuded

Tehnosüsteemide projekteerija nõuded tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine".

Selgitus

Kui tehnosüsteemi nõuete mudel on koostatud mudelipõhisena (tase 2, 4. osa), võib olla võimalik selle kasutamine energiaanalüüsi programmis.

4.2.4 Tehnosüsteemide teenindusalad

Nõuded

Tehnosüsteemide teenindusalade andmed tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine". Puudutab energia-analüüse ainult selles staadiumis, kui tehnosüsteemide teenindusalad on kindlaks määratud.

Selgitus

Kui tehnosüsteemide teenindusalad on koostatud mudelipõhiselt, võib olla võimalik nende kasutamine energia-analüüsi programmis.

4.2.5 Ruumide tehnosüsteemide tootlikkus

Nõuded

Puuduvad nõuded, mis käsitlevad sisekliima simulatsiooniga kindlaks määratud ruumipõhiste ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajaduse edastamist infomudelisse.

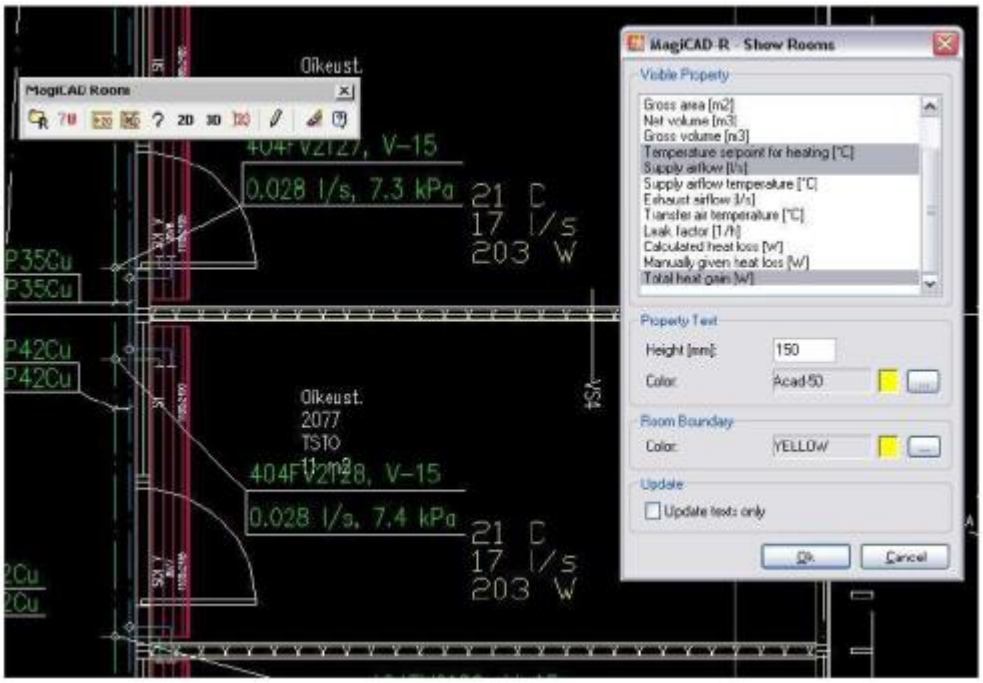
Selgitus

Lisaks sisekliima simulatsioonile saab energia-analüüsi tarkvara tehnosüsteemide projekteerimisel kasutada ka tehnosüsteemide tootlikkuse arvutamiseks. Eelprojekti staadiumis on see vähemalt tüüpruumide puhul ka nõutav (p 3.3).

Järgmised andmed saab sisekliima simulatsiooni tulemustest kanda tagasi infomudelisse ja luua järgmised süsteemimudeli tootmiseks vajalikud lähteandmed:

- *ruumipõhised ventilatsioonivajadused;*
- *ruumipõhised küttevõimsuse vajadused (soojuskaod);*
- *ruumipõhised jahutusvõimsuse vajadused.*

Mõned tehnosüsteemide modelleerimisprogrammid võimaldavad nende tootlikkusega seotud andmete importimist IFC-formaadis, et lõppseadmete valimisel saaks modelleerija neid kasutada lähteandmetena (joonis 5).



Joonis 5. Energiaanalüüsi tarkvara abil arvutatud ja infomudelisse salvestatud ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajadus lugemine tehnosüsteemide modelleerimisprogrammi (MagiCAD) IFC-formaadis. [1]

Kui tehnosüsteemide tootlikkus on arvutatud mudelipõhise tarkvara abil, on lihtne liigendada tulemusi ka dokumendipõhiseks esitamiseks. Tulemuste analüüsi seisukohalt on siiski oluline,

et lähteandmed ja see, millises osas need toetuvad oletustele või kokkulepitud lahendustele, on selgelt dokumenteeritud ja analüüsi tulemustega seotud.

4.2.6 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide tulemused

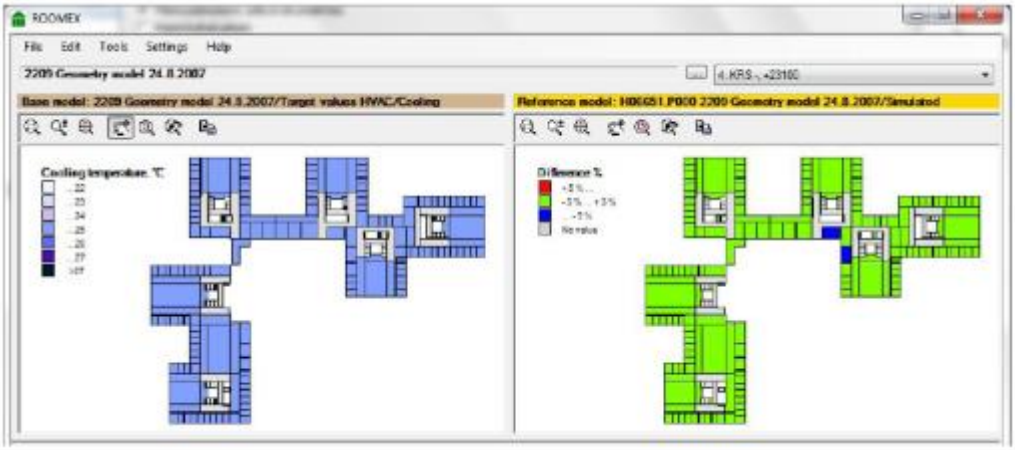
Nõuded

Puuduvad nõuded, mis käsitlevad energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide tulemuste ülekandmist infomudelisse.

Selgitus

Energiavajaduse- ja sisekliima simulatsioonide tulemused saab kanda infomudelisse ja kasutada neid näiteks hanke eesmärkide haldamisel. Võimalus simulatsiooni tulemuste kandmiseks IFC-andmebaasi piirdub praegu vaid mõnede sisekliima juhtimise (kasutusnäide joonisel 6) seisukohalt oluliste ruumipõhiste andmetega:

- *kütte temperatuuri seadesuurus;*
- *jahutuse temperatuuri seadesuurus.*



Joonis 6. Sisekliima simulatsiooni tulemuste kasutamine mudelipõhises rakenduses (RoomEx), mis võimaldab analüüsi tulemusi ja eesmärke visuaalselt võrrelda.

Kui energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid on teostatud mudelipõhise tarkvara abil, on lihtne liigendada tulemusi ka dokumendipõhiseks esitamiseks. Tulemuste analüüsi seisukohalt on siiski oluline, et lähteandmed ja see, millises osas need toetuvad oletustele või kokkulepitud lahendustele, on selgelt dokumenteeritud ja analüüsi tulemustega seotud.

5 Allikad

1. Laine, T. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. ProIT-sarja, Rakennusteollisuus RT ry, Helsinki, 2007. („Modelleerimine tehnosüsteemide projekteerimisel", ProIT-sari)
2. Ympäristöministeriö. Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu. Uudisrakentamisessa siirrytään 1.07.2012 alkaen kokonaisenergiatarkasteluun. (Keskkonnaministeerium. Uued energiamäärused. Alates 1.07.2012 võetakse uusehitusobjektidel aluseks summaarne energiavajadus.) http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=380376&lan=fi&clan=fi
3. TELU2012, Rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluettelot, uudet (vielä lausunnolla olevat) tehtäväluettelot. (Ehitushanke juhtimis- ja projekteerimistööde loetelud, uued (veel kinnitamata) tööde loetelud) http://www.rakli.fi/linkit/kehitysjaprojektit/telu2012/
4. Hietanen, J. IFC independent MVD description. 2011. http://www.blis-project.org/IAI-MVD/MVDs/NOW-001/Overview.pdf
5. Granlund Oy. RIUSKA comfort and energy simulation. http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/riuska/
6. Equa. IDA Indoor Climate and Energy 4.0. http://www.equa.se/eng.ice.html
7. BuildingSMART. Coordination view version 2.0. http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/coordination-view-v2.0
8. BuildingSMART. Space Boundary Summary. http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/space-boundary-addon-view
9. BuildingSMART. IFC GUID Summary. http://buildingsmart-tech.org/implementation/get-started/ifc-guid
10. Progman Oy. MagiCAD Room. http://www.magicad.com/en/content/magicad-room

Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise lähteandmed

GRANLUND Granlund Software RIUSKA	**HOONE ENERGIAVAJADUSE SIMULATSIOON ENERGIATÕHUSUSE ARVUTAMISE LÄHTEANDMED**

Hoone halduseesmärkide kavandamine	Dokumendi nr		
	Projekti nr	H07603.P000	
		Kuupäev	Koostaja/kontrollija
	Viimane muudatus		
	Koostatud	13.01.2012	kba

Hoone kasutusotstarve		
Ehitusaasta		
Köetav pind	4 000,0	m²

Õhulekkearv q50		m³/(h,m²)

Välispiirded	A m²	U W/(m², K)	U A W/K	%
Välisseinad	1 906,3	0,17	324,03	29,5
Katuslagi	2 093,2	0,09	192,42	32,4
Põrand pinnasel	2 078,0	0,16	332,41	32,2
Aknad	383,2	1,00	383,22	5,9
Välisuksed	0,0	0,00	0,00	0,0
Külmasillad				0,0

Aknad ilmakaarte kaupa	A m²	U W/(m², K)	g(päikesefaktor) –
Põhi	89,7	1,00	0,50
Kirre	0,0	0,00	0,00
Ida	68,9	1,00	0,50
Kagu	0,0	0,00	0,00
Lõuna	69,9	1,00	0,50
Edel	98,2	1,00	0,50
Lääs	56,5	1,00	0,50
Loe	0,0	0,00	0,00
Katuseaknad	0,0	0,00	0,00

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvoog sisse/välja (m³/s)/(m³/s)		Süsteemi SFP-arv kW/(m³/s)	LTO temperatuuri-suhe –	Külmumiskindlus °C
301 Lasteaed	2,6	2,6	2,1	75	–5
302 Kool	5,3	5,3	2,1	75	–5
303 Köök	0,3	0,3	2,1	40	0
304 Spordiruumid	2,4	2,4	2,1	60	0
320 Kooli WC	0,2	0,2	0,7	0	–5
321 Lasteaia WC	0,3	0,3	0,7	0	–8
322 Jäätmeruum	0,0	0,0	0,5	0	–5
323 Trepp	0,1	0,1	0,3	0	–5
324 Liftišaht	0,0	0,0	0,3	0	–5
Ventilatsioonisüsteem	11,3	11,3	2,0		

Küttesüsteem	Tootmise kasutegur –	Küttesüsteemi kasutegur –	Soojustegur¹ –	Abiseadmete energiavajadus² W
Ruumide ja ventilatsiooniõhu soojendamine				0
Sooja tarbevee tootmine				

¹ aasta keskmine kasutegur soojuspumbale
² soojuspumbasüsteemide puhul võib sisalduda soojuspumba aasta keskmises kasuteguris

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi jahutustegur, –

Sooja tarbevee kasutamine	m³/(m², a)	kokku, m³/a

Sisemised soojuskoormused	Inimesed W/m²	Tarbijaseadmed W/m²	Valgustus W/m²	Kasutusaste –

Kuupäev Allkiri Nimi

Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise tulemused

GRANLUND Granlund Software RIUSKA	**HOONE ENERGIAVAJADUSE SIMULATSIOON ENERGIATÕHUSUSE ARVUTUSE TULEMUSED**
Hoone halduseesmärkide kavandamine	Dokumendi nr Projekti nr H07603.P000 Kuupäev Koostaja/kontrollija Viimane muudatus Koostatud 13.01.2012 kba

Hoone kasutusotstarve		
Ehitusaasta		
Köetav netopind	4 000,0	m^2
Energiatõhususarv (ET)	137,0	kWh/(m², a) (kWh köetava netopinna kohta)

ET-spetsifikatsioon	Ostetav energia	Energialiigi tegur	Energialiigi tegurit arvestav energiakulu	
	kWh/a	–	kWh/a	m³/(m², a)
Elekter	206 772	1,70	351 512	88
Kaugküte	280 512	0,70	196 358	49
Kaugjahutus	0	0,40	0	0
Taastuvkütus	0	0,50	0	0
Fossiilkütus	0	1,00	0	0
			0	0
Kokku	487 284	4,3	547 870	137

Taastuvenergia	kWh/a	kWh/(m², a)
Päikese-energia/elekter	0	0
Päikese-energia/küte	0	0
Tuuleelekter	0	0
Soojuspumba soojusallikast saadav energia	0	0

Hoone tehnosüsteemide energiavajadus	Elekter kWh/(m², a)	Küte kWh/(m², a)	Kaugjahutus kWh/(m², a)
Küttesüsteem	–		
Ruumide kütmine[1]			
Sissepuhkeõhu soojendamine			
Sooja tarbevee tootmine			
Ventilatsioonisüsteemi energiavajadus		–	
Jahutussüsteem			
Tarbijaseadmed ja valgustus		–	
Kokku	0,0	0,0	0,0

[1] sissepuhkeõhu soojenemine ruumis ja asendusõhu soojendamine kuulub ruumide kütmise hulka

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(m², a)
Ruumide kütmine[2]	164 654	41,2
Ventilatsiooniõhu soojendamine[3]	58 642	14,7
Sooja tarbevee tootmine	48 800	12,2
Jahutamine	0	0,0

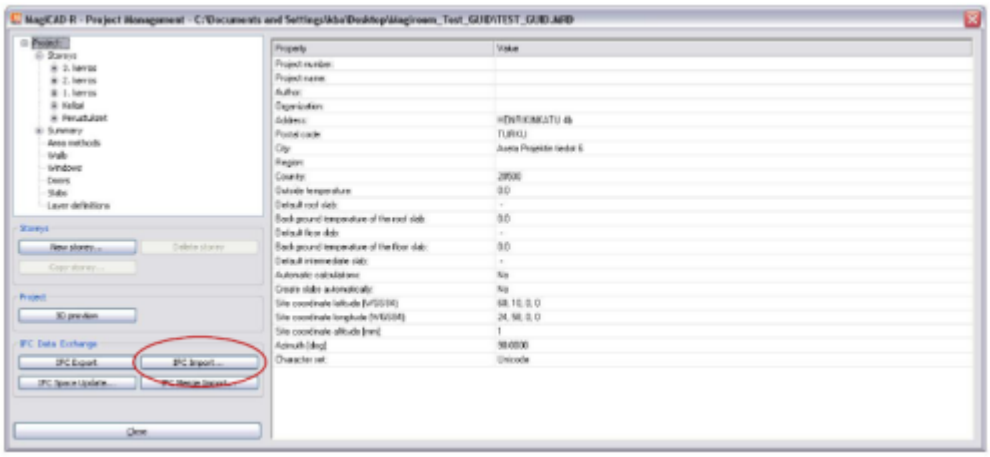
[2] sisaldab lekkeõhu, asendusõhu ja sissepuhkeõhu soojenemist ruumis
[3] arvestatud koos soojuse salvestamisega

Soojuskoormused	kWh/a	kWh/(m², a)
Päike	41 267	10,3
Inimesed	65 170	16,3
Tarbijaseadmed	37 238	9,3
Valgustus	83 850	21,0

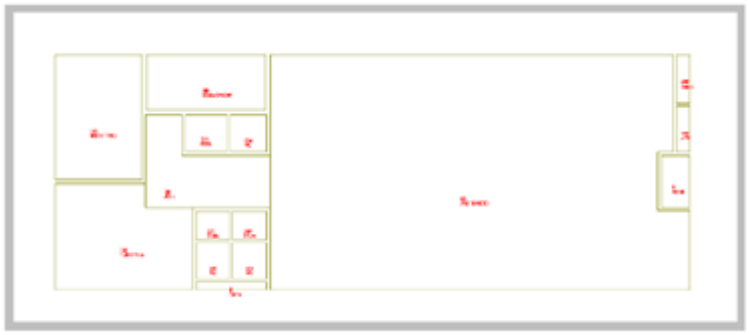
Tarkvara nimetus ja versioon	RIUSKA 4.8.0		
Kuupäev	Allkiri	Nimi	

Lisa 3 Tööjuhend. Arhitektuurse mudeli kasutamine energiaanalüüsiks sobiva geomeetriamudeli loomisel tarkvaraga MagiCAD Room

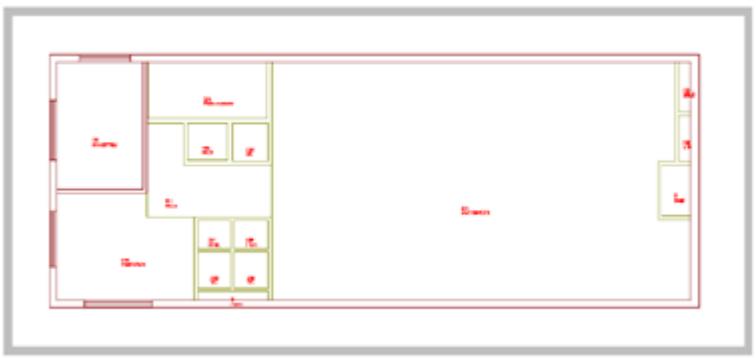
1. Arhitektuursest IFC-mudelist loetakse (IFC import) 2D-ruumipiirid ja ruumiinfo (ka GUID).



2. Ruumipiirid, ruumide tunnused ja nimekiri kanduvad lähteandmetena MagiCAD Room'i töölauale.



3. MagiCAD Room'i abil modelleeritakse 2D-ruumipiiride põhjal kõigi ruumide ümber seinad ning lisatakse aknad ja uksed.



4. Salvestatakse (IFC export) energiaanalüüsiks kõlbulik infomudel, mille ruumide nimetused, tunnused ja GUID vastavad arhitektuursele mudelile.

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 11: Mudelipõhise projekti juhtimine

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

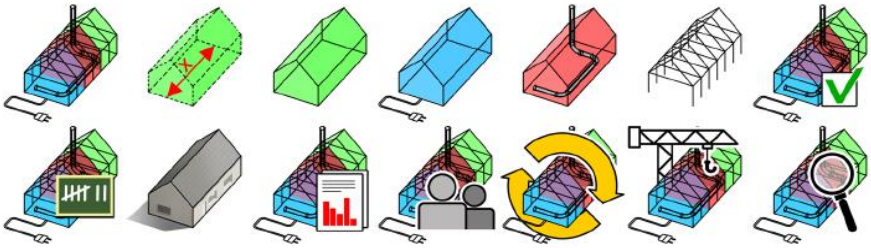
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 11: Mudelipõhise projekti juhtimine" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

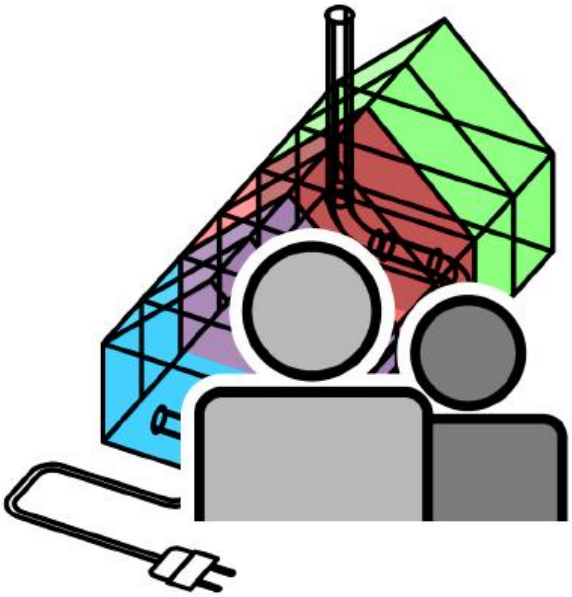
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



11. osa

Mudelipõhise projekti juhtimine

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 keeletoimetaja 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
3 Mudelipõhise hanke juhtimispõhimõtted 6
3.1 Mudelipõhise hanke juhtimisprotsess 6
3.2 Modelleerimise arvestamine hanke juhtimisel 6
3.3 Mudelipõhise projekti kavandamine 6
3.4 Mudelipõhise projekti teostamine 7
3.5 Mudelipõhise projekti järelevalve 7
3.6 Mudelipõhise projekti vastutavad isikud 7
3.6.1 BIM-koordinaator 7
3.6.2 Projekteerimisvaldkondade vastutavad isikud 7
4 Modelleerimisprojekti juhtimisülesanded staadiumite kaupa 9
4.1 Tasuvusuuring 9
4.2 Hanke ettevalmistamine 9
4.3 Projekteerimise ettevalmistus 10
4.4 Projekteerimistööde juhtimine 14
4.4.1 Eskiisitööde juhtimine 15
4.4.2 Eelprojektitööde juhtimine 16
4.4.3 Ehitusloatoimingute juhtimine 17
4.4.4 Põhiprojekti staadiumi tööde juhtimine 18
4.5 Ehitushanke ettevalmistamine 18
4.6 Ehitustööde juhtimine 20
4.7 Kasutuselevõtt 20
4.8 Garantiiaeg ja kasutamine 21
LISA 1. BIM-rakenduskava (NÄIDIS) 22
LISA 2. Modelleerimiskoordinaatori ülesanded (NÄIDIS) 23
LISA 3. Projekti ajagraafik 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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Mudelprojekteerimine tähendab käesolevas kontekstis hoonega seotud informatsiooni lisamist projekteerimisrakenduse abil. Hooneosadele võib lisada näiteks teavet soojus-, tulekindlus- ja akustilistest omadustest ning materjalidest. Modelleeritud info võimaldab planeerida, analüüsida ja kontrollida ehitus-, ekspluatatsiooni- ja halduskulusid ning hinnata näiteks ehitusprojekti teostatavust. Võrreldes tavalise projektiga, saab mudelipõhisest projektist rohkem juhtimiseks ja tähtsate otsuste tegemiseks vajalikku informatsiooni ning see on eriti oluline projektijuhtimise aspektist.

Modelleerimine eeldab projektijuhtide erilist pühendumust alates projekti algusest. Projektijuhtide seisukohalt avaldab modelleerimine projekteerimismeetodina olulist mõju kogu hankeprotsessile – näiteks hanke organiseerimisele, staadiumitele, ajagraafikule ja koordineerimisele. Olulist rolli hakkavad mängima kõigi hankeosaliste infotehnoloogilised oskused. Osalised vajavad ka täiuslikumat koostöö-, aktiivse infovahetuse ja suhtlussüsteemi.

Hanke algul tuleb hinnata, kas modelleerimine annab lisaväärtust ja aitab kaasa hanke üldeesmärgi saavutamisele. Modelleerimine on sobiv projekteerimismeetod erinevate ehitushangete puhul. Eriti hästi ilmnevad selle meetodi eelised siis, kui tegemist on keerulise ja mitmetahulise ehitusprojektiga.

Modelleerimine ei ole omaette väärtus, vaid vahend püstitatud eesmärkide süsteemipäraseks jälgimiseks ja parima lõpptulemuse saavutamiseks. Juba hanke ettevalmistamise staadiumis tulekski lisaks tavapärasele investeerimisotsusele kindlaks määrata ka modelleerimise eesmärgid, korraldus ja maht.

Projekteerijate ülesanded määratakse kindlaks hankedokumentides. Projekteerijate ülesannetele lisatakse ka modelleerimistööd. Projekteerimisvaldkondi käsitlevates juhendites (osad 2–5) on esitatud modelleerimise põhinõuded, täpsus- ja kvaliteeditase. Tellija peab modelleerimise põhinõuded ja sisu siiski alati üle kontrollima ning tegema vajalikud projektipõhised muudatused. Mudelite põhjal koostatavad kulueelarved, visualiseeringud, analüüsid ja simulatsioonid ning ehitusstaadiumis tehtavad tööd lepitakse alati kokku projektipõhiselt (juhendi osad 7–10, 12–14). Ka kvaliteedikontrollitoimingud (6. osa) kavandatakse eraldi.

Selles juhendis käsitletakse projekte, kus kasutatakse infomudeleid. Juhendi eesmärk on näidata, kuidas peavad projektijuhid ja BIM-koordinaator ehitushanke läbiviimisel arvesse võtma mudelprojekteerimise iseärasusi.

3 Mudelipõhise hanke juhtimispõhimõtted

3.1 Mudelipõhise hanke juhtimisprotsess

Juhtimisprotsess jagatakse sageli kolmeks osaks: kavandamine, teostamine ja järelevalve. Mudelipõhise hanke eduka juhtimise ja koordineerimise eeldus on modelleerimistööde ja -toimingute läbimõeldus. Kavandatud tööd ja toimingud tehakse osalisi siduvate lepingute abil.

Mudelipõhiste hangete korral suureneb lepingupõhise juhtimise tähtsus.

Lepingupõhiseks juhtimiseks nimetatakse projektijuhtide suunamist ehitushanke organiseerimisele ja juhtimisele tööd mõjutavate lepingute kaudu.

Kavandatud tööd tehakse ja organiseeritakse plaanikohaselt. Tööde teostamist jälgitakse ja kontrollitakse pidevalt ning ka projektipõhiselt kindlaks määratud vaheetappides. Kui osalistel ei ole modelleerimisprotsessi kogemust, võib mudelipõhine projekteerimine suurendada juhtimisriske.

Joonis 1. Mudelipõhise projekti juhtimine.

3.2 Modelleerimise arvestamine hanke juhtimisel

Projekti erinevates staadiumites tuleb kontrollida, kas kõigil tellijaga lepingulistes suhetes olevatel osalistel on teada, milliste modelleerimistööde eest nad vastutavad. Projekti alustades pööratakse tähelepanu sellele, et kõik osalised teavad modelleerimiseesmärke, infomudeli kasutusotstarvet ja mahtu, ajagraafikut, infovahetuse ja kvaliteedikontrolli protseduure ning aruandlus- ja dokumenteerimisnõudeid.

Ehitushankel on eelmise staadiumi tulemus järgmise staadiumi lähtealuseks. Tellija hankestrateegia määrab kindlaks, milliseid projekteerimis- ja analüüsiandmeid on mudelitest võimalik hanke erinevates staadiumites saada. Mudelipõhise projekti korral peaks eesmärk olema tellijapoolne juhtimine. Ebakohad (näiteks erinevate programmide andmevahetusprobleemid) tuleb püüda minimeerida õigeaegsete kokkulepete ja järgmises staadiumis infomudelitele esitatavate nõuete eelneva väljaselgitamisega.

3.3 Mudelipõhise projekti kavandamine

Hanke algstaadiumis määrab tellija kindlaks infomudelite kasutamise eesmärgid ehitushanke käigus ja hoone haldamisel. Infomudelite sisunõuete kavandamisega saavutatakse järgmist:

- Osalised teavad modelleerimise eesmärke ja mudelite kasutusotstarvet projekti- ja haldusstaadiumis ning lepivad omavahel kokku.
- Osalistel on teada modelleerimiseks vajalikud ressursid, rollid, ülesanded ja vastutajad.
- On teada projekti läbiviimiseks vajalike oskuste tase.
- Projektirühm suudab kavandada modelleerimisprotsessi nii, et see toetab eesmärkide saavutamist.
- Koordineerimistoimingud kavandatakse varakult.
- Projekti piirid, infovahetuse ja andmekäsitlusega seotud vajadused on enne teada.
- Projektiga hiljem liituvad osalised saavad protsessist selge ülevaate.

- On võimalik arvesse võtta teostusviisi/kokkuleppeid ja nende mõju tegevusele.
- Eesmärkide täitmist on võimalik jälgida kogu projekti vältel.

BIM-rakenduskavas esitatakse modelleerimise eesmärgid, koostöö- ja kvaliteedikontrollimeetmed ning projekti erinevates staadiumites nõutavad modelleerimistoimingud ja info sisu. BIM-i rakenduskava on lepingudokument, mida hanke käigus ajakohastatakse ja mis lisatakse nii projekteerimis- kui ka töövõtulepingutele. Dokumendi jaotusnimekirja kantakse kõik ehitushanke osalised. BIM-rakenduskava koostamisel võib aluseks võtta käesoleva juhendi 1. lisa.

3.4 Mudelipõhise projekti teostamine

Modelleerimise eesmärgid täpsustatakse hiljemalt projekteerimise ettevalmistusstaadiumis koostatavas projekteerimisplaanis ning sellele lisatud või selles sisalduvas BIM-rakenduskavas. Ettevalmistusstaadiumis määratakse kindlaks ka modelleerimise ajalised ja infotehnoloogilised eeldused. Projekteerimislepingutele lisatakse hankedokumendid, et mudelite kasutamise ja sisu nõuded oleksid osalistele kohustuslikud.

Hanke erinevates staadiumites teostatavaid toiminguid, juhtimist, järelevalvet ja otsustusprotsessi projektijuhtimise aspektist kirjeldatakse 4. osas.

3.5 Mudelipõhise projekti järelevalve

Kontrollitakse osaliste koostööd modelleerimist puudutavates küsimustes, jälgitakse ülesannete täitmist, teostatakse tellija kvaliteedikontrollitoimingud ja vajaduse korral ajakohastatakse BIM-rakenduskava. Ehitustööde ettevalmistamise staadiumis kontrollitakse, kas projekteerimisstaadiumis toodetud projektid on tegelikkuses kasutatavad. Töövõtulepingutes määratakse kindlaks nõuded mudelite kasutamisele ehitustööde ajal ja erilist tähelepanu pööratakse ehitusaegsete muudatuste sisseviimisele teostusmudelitesse.

3.6 Mudelipõhise projekti vastutavad isikud

3.6.1 BIM-koordinaator

Tellija ülesanne on nimetada hanke algstaadiumis piisavate teadmiste ja oskustega isik, kes hoolitseks esialgse BIM-rakenduskava koostamise ja erinevate projekteerimisvaldkondade modelleerimistööde koordineerimise eest.

Koordinaatoriks tuleb määrata kogenud isik, kellel on piisavad teadmised modelleerimisest ja projektijuhtimisest. Koordinaatori ülesanne on määrata koos projektijuhtidega kindlaks modelleerimise eesmärgid, mahud ja mudelite kasutusulatus. Ta peab selgitama kõigile osalistele modelleerimisülesandeid, vastutust ja kohustusi. Koordinaator juhendab, koordineerib ja suunab modelleerimistöid kogu hanke vältel koostöös peaprojekteerijaga. Koordinaator annab kokkulepitud korra kohaselt aru projektijuhtidele või projekteerimistööde juhtidele (näiteks projektikoosolekute käigus). Aruanne hõlmab vähemalt modelleerimistööde staatust, teostatud toiminguid, kvaliteedikontrolli tulemusi ja võimalikke probleeme. Koordinaatori ülesannete hulka võib kuuluda koondmudelite loomine ja infotehnoloogilise ühilduvuse kontrollimine, kuid selle ülesande võib määrata ka peaprojekteerijale või mõnele teisele osalisele. Modelleerimiskoordinaatori ülesannete näidisloetelu on esitatud käesoleva juhendi 2. lisas.

Vajaduse korral võib koordinaatorit hanke käigus vahetada, kuid vahetamine pole soovitatav.

3.6.2 Projekteerimisvaldkondade vastutavad isikud

Projekteerimise algul nimetatakse projekteerimisvaldkondade modelleerimistoimingute eest vastutavad isikud. Nendeks võivad olla vastava valdkonna vastutavad projekteerijad või modelleerimisspetsialistid. Infomudelite koostamise eest vastutava isiku ülesanded on näiteks järgmised:

- tegutseda infomudeleid puudutavates küsimustes kontaktisikuna;
- koordineerida oma projekteerimisvaldkonna modelleerimistöid;
- anda oma projekteerimisgrupile informatsiooni projektipõhiselt kokkulepitud reeglitest;

- osaleda BIM-rakenduskava ajakohastamisel;
- vahetada teiste projekteerimisvaldkondade esindajatega informatsiooni piirpindade, andmevahetuse, reeglite ja koostöö kohta;
- osaleda modelleerimisnõupidamistel (koos valdkonna vastutava projekteerijaga);
- hoolitseda oma projekteerimisvaldkonna kvaliteedikontrolli, infomudelite kaaskirjade koostamise ja andmekäitluse eest;
- jälgida ja kontrollida koondmudelite toimivust ning projekteerimismudelite integreeritavust.

4 Modelleerimisprojekti juhtimisülesanded staadiumite kaupa

Järgmistes peatükkides on modelleerimistoimingud jagatud juhtimisülesannete alusel staadiumiteks. Peatüki algul on esitatud üldnõue ning seejärel on selgitatud projektijuhtide ülesandeid vastavas modelleerimisstaadiumis. Peatüki lõpul on märgitud modelleerimistooted ja analüüside tulemused, mida kasutatakse otsuste ettevalmistamisel ja mille kohta eeldatakse aruannet. Staadiumite võimalikud tulemused on püütud esitada võimalikult põhjaliku loeteluna. BIM-rakenduskavas määratakse projektipõhiselt kindlaks igas staadiumi väljund ja selle eest vastutavad isikud.

Et tellija hankeprotsess ja -strateegia võivad alljärgnevalt kirjeldatud näitest erineda, võivad erineda ka erinevate staadiumite modelleerimistoimingud. Ülesannete projektipõhisel täpsustamisel tuleb seda arvesse võtta.

4.1 Tasuvusuuring

Nõuded

Tasuvusuuringuga määratletakse kinnistu omaniku ja tulevase kasutaja vajadused ja eesmärgid või olemasoleva ruumi muutmisvajadused. Projektijuhid kannavad hoolt esialgse lähteülesande koostamise ja lähteandmete hankimise eest ning määravad kindlaks hanke lähteolukorra visualiseeringud. Eesmärk on hankeotsuse ettevalmistamine.

Selgitus

Tellija lähteülesande koostamist alustatakse juba tasuvussuuringu staadiumis. Lähteandmete mudeli (uusehituse puhul maa-ala mudel ja rekonstrueeritaval objektil olemasoleva ehitise mõõdistusmudel) võib tellida mõõdistusteenuseid osutavalt ettevõttelt või lisada selle mõne projekteerija (näiteks arhitekti, konstruktori või geodeedi) ülesannete hulka. Lähteandmete modelleerimise hankedokumentides määratakse kindlaks modelleeritavate andmete hankemeetod, mõõdistusmeetod, tulemuste täpsusaste ja osaliste tööjaotus (vt juhendisarja 2. osa „Lähteolukorra modelleerimine"). Sõltuvalt nõutavast modelleerimistäpsusest võib vajalike lähteandmete väljaselgitamine eeldada ka konsulteerimist eriprojekteerijatega. Võimaliku mõõdistusmudeli põhjal saab rekonstrueeritavat objekti võrrelda kehtivate nõuetega või määrata kindlaks nõuded olemasoleva hoonega liidetavale juurdeehitisele. Lähteandmete mudelit saab kasutada ka visualiseerimiseks. Edaspidi kasutatakse geomeetrilist mudelit ühisülevaatustel ja kvaliteedikontrollil. Lähteandmete modelleerimisel tuleb tähelepanu pöörata hoone kasutusolukorrale ja võimalikele kattetarindi lammutustöödele.

Tasuvusuuring võib olla ka hanke ettevalmistusstaadiumi osa.

Väljund

- esialgne lähteülesanne (tabel või andmebaas)
- info edasise kasutamise plaan (sh andmevahetus)
- võimalike lammutustööde hinnapäringud
- lähteandmete modelleerimise hinnapäring, leping või otsus selle tellimiseks (hankemeetod, mudeli sisu, mõõdistusmeetod, täpsusaste, käsitlemine, visualiseeringud, tööjaotus)
- mõõdistused ja ekspertiisid
- mõõdistusmudel, nõutavad mõõdistusjoonised ja aruanded
- visualiseeringud
- maapinnamudel / ehituskoha ja maakasutuse visualiseering
- **Tulemus: hankeotsus**

4.2 Hanke ettevalmistamine

Nõuded

Hanke ettevalmistamise staadiumis koostab tellija hankeplaani, milles esitatakse omaniku ja ehitise haldaja eesmärgid. Seatakse hanke mahulised, ajalised, rahalised, keskkonna-alased ja

funktsionaalsed eesmärgid ning erieesmärgid. Määratakse kindlaks hankemeetod, organiseerimine (sh modelleerimis- ja juhtimispõhimõtted) ning tehakse riskianalüüs. Hankeplaani lisatakse ülevaade modelleerimisülesandest ja selle mahust. Modelleerimiseesmärgid ja mudelite kasutusviis esitatakse BIM-rakenduskavas. Eesmärk on investeeringuotsuse ettevalmistamine.

Selgitus

Hanke ettevalmistusstaadiumis alustatakse arhitektuurset projekteerimist. Hankedokumentides määrab tellija kindlaks selle staadiumi modelleerimisülesanded ja infomudeli sisu, lähtudes mudelprojekteerimise üldnõuetest (vt 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine"). Kui vajadusuuringu staadiumis ei ole lähteandmete mudelit tehtud, tellitakse see hanke ettevalmistusstaadiumis.

Hanke ettevalmistusstaadiumis ei pea infomudel olema veel geomeetriline. lähteülesanne, milles on esitatud vähemalt olulisemad ruuminõuded, on osa modelleerimisprotsessist. Õigesti koostatud mudeli põhjal saab ruuminõuete täitmist kontrollida kogu hankeprotsessi vältel. Lähteülesande miinimumnõudeks on tabelformaadis ruumiprogramm, milles on märgitud esialgsed nõuded ehitisele, ruumigruppidele ja ruumidele. Võimaluse korral võib lähteülesande teha mudelipõhiselt. lähteülesanne sisaldab näiteks tulevase hoone ruuminõudeid, võimalikke keskkonnasertifikaadi nõudeid, energiavajadust, CO2 saastetaset ja ehitise asukohast tulenevaid nõudeid.

Lähteülesande koostamine määratakse näiteks arhitekti ülesandeks. Spetsiaalne konstruktsioonide või tehnosüsteemide lähteülesanne koostatakse hiljemalt eskiisprojekti staadiumis või siis, kui erinevad projekteerijad on välja valitud. Lähteülesande eest vastutajad määrab tellija. Lähteülesanne ajakohastatakse eesmärkide ja nõuete muutumise kohaselt.

Sõltuvalt hanke keerukusest võib BIM-koordinaatori määrata juba hanke ettevalmistusstaadiumis või hiljemalt projekteerimise ettevalmistusstaadiumis. Et modelleerimine õnnestuks, on igal juhul oluline, et modelleerimispõhimõtted, eesmärgid ja mahud määraks tellija kindlaks juba hanke ettevalmistusstaadiumis (näiteks hankeplaanis või esialgses BIM-rakenduskavas.).

Mudelipõhisel projekteerimisel toimub tehnosüsteemide, konstruktsiooni- jt spetsialistide kaasamine varem, sest tavaliselt lisatakse investeeringuotsuse tegemiseks rohkem informatsiooni.

Väljund

- lähteülesannete koostamise ja ajakohastamise eest vastutajad
- arhitektuurse projekti hankedokumendid (sh infomudelite sisu- ja tasemenõuded ning projekteerimisleping)
- lähteülesandeid
- modelleerimisülesande ja mahu kirjeldus hankeplaanis
- BIM-koordinaatori nimetamine
- esialgne BIM-rakenduskava (vähemalt modelleerimiseesmärgid ja mudelite kasutusviisid)
- ehitise esialgne ruumi- või ruumiprogrammimudel projekti ja ruumilahenduste illustreerimiseks ja visualiseerimiseks, mahtude hindamiseks, liiklusvoogude analüüsimiseks, ruumilise otstarbekuse, mõõtmete, paindlikkuse ja toimivuse hindamiseks ning töökeskkonna parandamiseks
- esialgsed energia-analüüsid eesmärkide püstitamiseks ruumi(grupi)/lähteandmete mudeli põhjal
- riskianalüüsid
- **Tulemus: investeeringuotsus**

4.3 Projekteerimise ettevalmistus

Nõuded

Projekteerimise ettevalmistusstaadiumis täpsustatakse eesmärke, organiseeritakse projekteerimistööd, koostatakse projekteerimisplaan ja täpsustatakse BIM-rakenduskava, koostatakse projekteerimisgraafik, määratakse kindlaks kvaliteedikontrollitoimingud, viiakse läbi võimalikud projekteerimiskonkursid, peetakse vajalikke läbirääkimisi ja valitakse välja projekteerijad. Staadiumi tulemus on projekteerimislepingute sõlmimine.

Väljund

- ajakohastatud lähteülesanne
- modelleerimistööde organiseerimise ettevalmistus ja modelleerimisspetsialistide nimetamine
- modelleerimisülesanded ja maht
- BIM-rakenduskava ja -protsess
- projekteerimisplaan (sh koostöö- ja aruandlusprotseduurid)
- projekteerimisgraafik
- projekteerijate valikukriteeriumid
- valitud projekteerijad
- projekteerimistööde hankedokumendid ja lepingud
- dokumendihaldussüsteem (näiteks projektipank)
- ajakohastatud riskianalüüsid
- **Tulemus: projekteerimislepingud**

Selgitus

Projekteerimistööde organiseerimine

Projekteerimistööde organiseerimiseks nimetatakse projekteerimistööde juhtimise korraldust, jagamist asjakohasteks osadeks ja projekteerimisrühma töömeetodi valimist. Kõige levinum meetod on peaprojekteerimine ja sellele allutatud erinevate osade projekteerimine. Et mudelprojekteerimisel omandab ühtne töökorraldus, koostöö ja infovahetus suurema tähtsuse, on üheks võimalikuks töömeetodiks ka integreeritud kompleksprojekteerimine. Projekteerimistööde peatöövõtu korral kannab tellija ees kogu projekteerimisvastutust üks osaline ning erinevate valdkondade projekteerimise ja tarkvaraga seotud probleemid on väiksemad.

Projekteerimise ettevalmistusstaadiumis peavad projektijuhid analüüsima, kuidas saavutada hanke ettevalmistusstaadiumis püstitatud infomudelite kasutuseesmärgid. Eriti oluline on projekteerimistööde organiseerimine ja korraldamine. Projekteerimisteenuste hankimisel ja organiseerimisel tuleb silmas pidada mudelprojekteerimise eripära. Erilist rõhku tuleb panna osaliste oskustele, kogemusele, koostöövõimele ja suutlikkusele vajaliku info tootmiseks soovitud kujul. Lisaks referentsidele tuleb tähelepanu pöörata personali modelleerimisoskustele ja organisatsiooni ressurssidele näiteks töötajate asendamisel.

Tellija sõlmib tarnijatega vajalikud lepingud ning lepib kokku võimaliku koolituse korraldamise.

Projekteerimistööde hankedokumendid

Hoonestaja peab kirjutama hankedokumentidesse ja projekteerijate ülesannetesse hanke ettevalmistusstaadiumis seatud nõuded. Modelleerimise eesmärke ja nõudeid täpsustatakse BIM-rakenduskavas. Plaanis täpsustatakse modelleerimismeetodeid ja nõudeid, kirjeldatakse modelleerimisprotsessi, määratakse kindlaks andmevahetuse põhimõtted ja koostöövormid. BIM-rakenduskava on dokument, mida osalised projekti käigus ühiselt ajakohastavad. BIM-rakenduskava võib olla projekteerimisplaani osa.

Hanke ettevalmistusstaadiumis kavandatud modelleerimismahu täpsustamisel määratakse kindlaks kõige kriitilisemad andmed, mis on vajalikud otsuste tegemiseks, kulude haldamiseks ja projektlahenduste võrdlemiseks. Koostöövormid võivad olla modelleerimiskoosolekud, projekteerijate koosolekud ja projektikoosolekud.

Projektijuht peab modelleerimise eesmärgi, kõigi osaliste modelleerimisülesanded, infomudeli sisu ja täpsusastme kindlaks määrama järgmiselt:

1. *Projekteerijate tööülesannetes määratud tööd ja modelleerimistööd ei tohi lahkneda, vaid peavad olema omavahel seotud ja integreeritud. Tellitud projekteerimistööde korral võib arhitektuurse, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudeli sisu ja täpsusastme puhul aluseks võtta juhendisarja „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012" osad 3, 4 ja 5 (3. osa „Arhitektuurne projekteerimine", 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine", 5. osa „Konstruktsioonide projekteerimine"). Projektijuhid peavad siiski alati eraldi läbi arutama, kas nimetatud juhendite lisana esitatud näidete infosisu on piisav. Projektipõhised nõuded esitatakse hankedokumentides ning vajaduse korral täpsustatakse neid läbirääkimiste käigus ja projekteerimislepingutes. Modelleerimise*

puhul vormistatakse vajalikud täiendused ja täpsustused eraldi lepingudokumendina.

2. *Lähteandmete modelleerimisel arutatakse mudeli sisu ja täpsusastet alati projektipõhiselt, lähtudes mudelprojekteerimise üldjuhendite 2. osast „Lähteolukorra modelleerimine". Tellija peaks teostama lähteandmete mudeli kvaliteedikontrolli, et veenduda mudeli sobivuses teiste projekteerijate edasiseks tööks.*
3. *Kvaliteedikontrollitoimingud kantakse BIM-rakenduskavasse, kasutades abimaterjalina mudelprojekteerimise üldjuhendite 6. osa „Kvaliteedi tagamine".*
4. *Projektijuhid määravad hankedokumentides kindlaks mudelipõhiselt koostatavad eelarved ja mahuarvutused, kasutades abimaterjalina mudelprojekteerimise üldnõuete 7. osa „Mahuarvutused".*
5. *Energia-analüüside (mudelprojekteerimise üldjuhendite 10. osa) osas määravad projektijuhid kindlaks, kelle ülesannete hulka ja millises ulatuses analüüside koostamine kuulub.*
6. *Projektijuhid määravad kindlaks visualiseeringud (mudelprojekteerimise üldjuhendite 8. osa) ja tehnosüsteemide analüüsid (mudelprojekteerimise üldjuhendite 9. osa), mis tehakse tellija otsuste toetamiseks kokkulepitud vahe-etapis, ning määravad nende teostamise eest vastutajad.*
7. *Töövõtja modelleerimistoimingud mõjutavad sageli ka projekteerijate tööd ning näiteks autoriõiguste, tööülesannete ja vastutajate määramisel peavad projektijuhid seda arvesse võtma (mudelprojekteerimise üldjuhendite 13. osa „Infomudelite kasutamine ehitamisel").*
8. *Projektijuhid pööravad juba hankedokumentide koostamisel tähelepanu mudelite üleandmisele ja integreerimisele tellija kasutus- ja haldussüsteemidesse. Hoone kasutamise ja haldamisega seotud modelleerimisküsimused arutatakse läbi, kasutades abimaterjalina juhendisarja 12. osa „Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel".*

Projekteerimistööde hankedokumentides kindlaks määratavad modelleerimiseesmärgid, -ülesanded, vastutus ja kohustused on näiteks järgmised:

- *erinevate projekteerimisvaldkondade mudelite sisu ja täpsusaste;*
- *visualiseeringud ja projekteerijate tööjaotus;*
- *lähteandmete modelleerimine (ka varjatud osad, olemasolevate võrkude modelleerimine, õueala kanalisatsioonisüsteemid, tarindite modelleerimine jms);*
- *mahu- ja pindalaandmete tootmine;*
- *alternatiivsete lahenduste võrdlemine;*
- *mudeli ruumid ja alad (kogus ja kasutusotstarve);*
- *infomudelite kvaliteedikontroll (sisu, integreeritavus ja vastuolude kontrollid);*
- *kuluandmete tootmine infomudelitest (ruumipõhine, hooneosa põhised arvutused, mahtude loendid, hinnakalkulatsioonid);*
- *konstruktsioonianalüüsid;*
- *avade projekteerimispõhimõtted (näiteks töömeetodi valimine esitatud variantide hulgast, lisaks kandetarinditele ka tehnosüsteemide avaobjektide maht, 2D-avajooniste teostusmeetod ja tarnija);*
- *energia-analüüsid: energiavajaduse simulatsioonid;*
- *energia-analüüsid: sisekliima simulatsioonid;*
- *hoone halduskulude optimeerimine ja arvutused (LCC);*
- *keskkonnamõjude analüüsid (LCA);*
- *õhuvoogude liikumise ja temperatuurikihistumise analüüsid ja simulatsioonid (CFD);*
- *valgustustaseme arvutused ja visualiseeringud;*
- *valgustussimulatsioonid;*
- *tehnosüsteemide analüüsid;*
- *sisseseade visualiseeringud;*
- *akustikaanalüüsid;*
- *tulekahjusimulatsioonid;*
- *pääste- ja turvaolukordade simulatsioonid;*
- *hooldustoimingute kontrollimine;*
- *ehitusperioodi kontrollimine;*

- *ehitusplatsi tegevuste kavandamine ja esitamine;*
- *tehasetoodangu kavandamine;*
- *projekteerijate ja eriosade projekteerijate koostöö teostusstaadiumis (näiteks paneelide-/metalldetailide tootmine, integreerimine ja mudelite esitamine);*
- *teostusmudeli ulatus ja detailsus (sh töövõtja valitud tooted ja komponendid, avad ja avamoodustajad);*
- *ehituse ajaline juhtimine;*
- *haldusmudelid;*
- *hoonesüsteemid (digitaalsed hooldusandmed);*
- *planeeritavad haldusrakendused;*
- *järelevalvetoimingud.*

Ehitusstaadiumi tööde puhul tuleb kindlaks määrata, kuidas kasutatakse mudeleid ehitusplatsil ja tehases tootmises ning kuidas toimub teostusandmete ajakohastamine ja kes seda teeb (näiteks töövõtja hangitud seadmed ja süsteemid, kanalid ja elektripaigaldised).

Kvaliteedi tagamine

Infomudelite kvaliteedi tagamiseks loetakse tavaliselt projektide infotehnoloogilist kvaliteedikontrolli ja mudelite vastuolude kontrolli. Samuti kontrollitakse mudeli mahu ja infosisu vastavust kõnealuse projekteerimisstaadiumi modelleerimisnõuetele. Kvaliteedikontrolli lähteandmed on lisaks mudelile ka projekteerija esitatud infomudeli kaaskiri.

BIM-koordinaator määrab kindlaks kvaliteedikontrollitoimingud ja kontrollija. Kontrollijaks võib olla peaprojekteerija/arhitekt, BIM-koordinaator, tellija konsultant või mõni muu konsultant. Projektijuhtimise aspektist on kontrollija ülesanne erinevate valdkondade mudelite ja koondmudeli tellijapoolne kvaliteedikontroll BIM-rakenduskavas ja projekteerimisgraafikus määratud staadiumite ajal (vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 6. osa „Kvaliteedi tagamine”).

Kui kvaliteedikontroll lahutatakse peaprojekteerija ülesannetest, tuleb kindlaks määrata peaprojekteerija ja kvaliteedikontrolli teostaja tööjaotus, vastutus ja aruandluskord. Maakasutus- ja ehitusseadusest tulenevate ülesannete täitmise eest vastutab ka mudelipõhiste projektide korral peaprojekteerija. Tuleb arvesse võtta, et projekteerijad ja projekteerimisrühm peavad kontrollima oma projektide kvaliteeti ja nende integreeritavust. Projekteerija kannab alati vastutust oma projekti kvaliteedi eest.

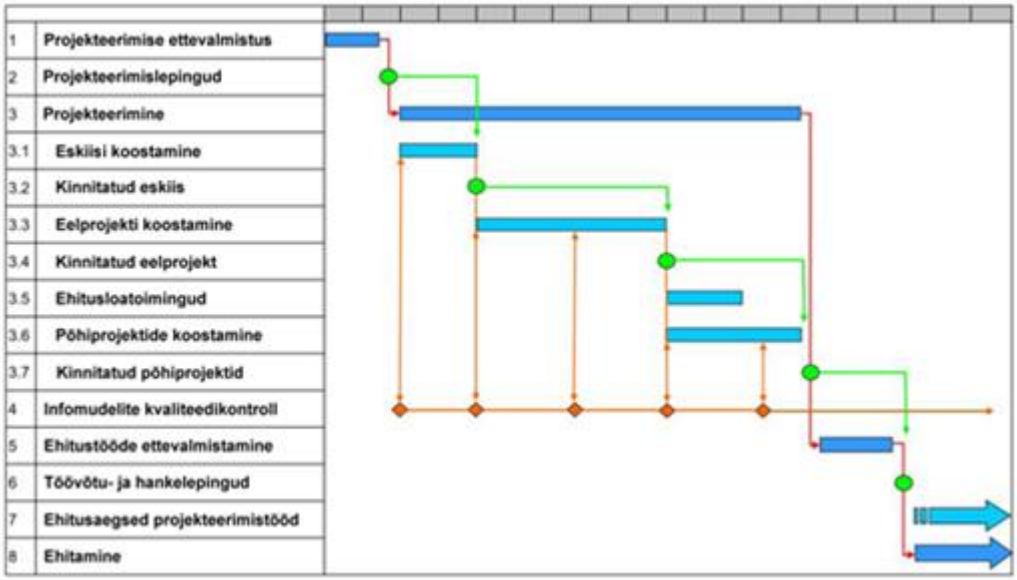
Projekti ja projekteerimistööde graafikusse tuleb märkida tellija poolsed vaheetapid, millal kontrollija mudelid põhjalikumalt üle vaatab. Infomudelite kvaliteedikontroll toimib kahesuunaliselt ning projekteerijad saavad kontrollijalt tagasisidet avastatud probleemidest. Projekteerijad pööravad pidevat tähelepanu mudelite integreeritavusele ning kontrollivad seda näiteks enne ühiskoosolekuid. Eraldi peaks BIM-koordinaator kindlaks määrama vaheetapid, mis tavaliselt eeldavad tellija otsuseid. Need on näiteks lähteülesannei kontrollimine, eskiisi kinnitamine, eelprojekti kinnitamine, põhiprojektide kinnitamine ja töömudelite kinnitamine (vt 3. lisa).

Projekteerimistööde ajagraafik

Mudelipõhine projekteerimine muudab harjumuspärast projekteerimisrütmi. Mudelprojekteerimise ajagraafiku puhul ei ole ehitusvaldkonnas veel kindlat korda. Praktika on näidanud töömahu suurenemist eelkõige eelprojekti staadiumis ja seetõttu kulub sellele projekteerimisstaadiumile ka rohkem aega. Samas sisaldavad selles staadiumis valmivad mudelid valdavat osa vajalikust infost ning tänu sellele lüheneb põhiprojekti staadium. Teostusstaadiumis tehtavad mudelimuudatused (näiteks kõrgustes) võivad avaldada olulist mõju teiste projekteerijate koostatud infomudelitele.

Mudelite integreerimiseks ja kvaliteedikontrolliks on vaja aega ja sellega tuleb projekteerimisgraafiku koostamisel arvestada. Peaprojekteerija ja teiste projekteerijate ühiselt koostatavas projekteerimisgraafikus tuleb tähelepanu pöörata eelkõige tellija vaheetappidele, mudelite infosisule ja õigeaegsele esitamisele. Tellija ülesanne on projekteerimisgraafiku kinnitamine projekti üldgraafikust lähtudes.

PROJEKTEERIMISTÖÖDE AJAGRAAFIK



Joonis 2. Mudelprojekteerimise ajagraafik. Graafikut liigendavad tellija otsused ning mudelite integreerimine ja kvaliteedikontrollid. Mudelite kvaliteedikontroll jätkub ka ehitusstaadiumis.

Infomudelite kasutusõigused

Lisaks projektidele antakse hanke lõpul tellijale üle ka kõik mudelid nii originaalmudelina kokkulepitud formaadis kui ka IFC-mudelina. Tellijal on õigus kasutada mudeleid kehtivate KSE (Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot) -tingimuste kohaselt. Kui mudeleid tahetakse kasutada ehitustööde ettevalmistamisel ja ehitustööde käigus, tuleb see projekteerimishanke dokumentides eraldi ära märkida. Näiteks konstruktsioonide mudel sisaldab sageli juba suurt osa töövõtja vastutusele jäävast terastarindite projekteerija tööst ning seetõttu tuleb mudeli loovutamine nn kolmandatele isikutele kindlasti enne kokku leppida. Lisaks määratakse eraldi kindlaks ka projekteerimistarkvara originaalfailide kasutamine ehitusstaadiumis.

Kui projekteerija leiab, et mudelites kasutatavate kataloogide ja objektide loovutamine projekti käigus teistele osalistele või pärast projekti lõppu tellijale toob kaasa autoriõigust, projekteerija konkurentsieelist vms kahjustavaid juriidilisi probleeme, peab projekteerija selle hankepakkumises ära märkima. Pakkumise lisana tuleb esitada ettepanek, kuidas lahendada need probleemid nii, et projekti käigus oleks võimalik loovutada mudelipõhiseks koostööks vajalikud infomudelid teistele osalistele ning pärast projekti lõppu anda tellijale üle ehitise kasutamiseks, haldamiseks ja remondiks sobivad mudelid. Selles tuleb kokku leppida enne projekteerimislepingu sõlmimist.

Tellija võib KSE-tingimustest tulenevaid kasutusõigusi konkreetse ehitusobjekti projektide, infomudelite ja koondmudelite puhul laiendada, kui erakorralised kasutus- ja muudatusõigused on hanke- ja lepingudokumentides eraldi ära märgitud. Eraldi tuleb kokku leppida ka kasutusõiguste loovutamine kinnisvara võimaliku müügi korral.

4.4 Projekteerimistööde juhtimine

Nõuded

Infomudelite modelleerimine käivitatakse kõigis projekteerimisvaldkondades. Juhtimine hõlmab projekteerimiseesmärkide kontrollimist, eesmärkide võrdlemist lähteülesanneitega ning järelevalvet eskiisi, eel- ja põhiprojekti staadiumis. Projekteerimisstaadiumite käigus valminud modelleerimise lahendused kogutakse tellija otsuste lihtsustamiseks kokku. Organiseeritakse projekteerijate ja teiste osaliste koostöö (näiteks kvaliteedikontrolli puhul) ning lepitakse kokku ülevaatus-, kinnitus- ja aruandluskord. Projekteerimistööde juhtimisega tagatakse eesmärgile vastavate ja omavahel sobivate projektlahenduste saavutamine.

Selgitus

Projekteerimisstaadiumis on infomudelite kasutamise eesmärk eeskätt lihtsustada tellija otsuseid. Kui märkimisväärseid vastuolusid õnnestub ennetada juba projekteerimise käigus, annab see ehitusstaadiumis olulise eelise. Infomudelite abil visualiseeritakse ja võrreldakse erinevaid projektlahendusi ja ruumivariante, mille põhjal on tellijal ja kasutajal visuaalseid, kvaliteedialaseid, funktsionaalseid, tehnilis-majanduslikke ja ökoloogilisi omadusi lihtsam hinnata. Ruumi-, ehitise, konstruktsioonide ja süsteemimudelite kasutamine lihtsustab hanke mahu ja muudatuste juhtimist ning ruumivajaduste järgimist. Projekteerimistööde juhtimine ja kvaliteedikontroll hõlmab ka mitmesuguseid simulatsioone (energiavajaduse, sisekliima, valgustatuse, õhuvoogude liikumise, tule-, pääste- ja akustilise olukorra simulatsioonid). Nende tulemused on projekteerimise lähteandmeteks ja toetavad otsuste vastuvõtmist.

Hoone elukaare ja energiamajanduse optimeerimine toimub erinevate ruumi-, konstruktsiooni- ja süsteemilahenduste simulatsioonide ning analüüside kaudu. Infomudelite kasutamine võimaldab ka kulusid paremini kontrolli all hoida, kui eelarve- ja mahuarvutuste aluseks võetakse mudelipõhised andmed.

Infomudelite järelevalveprotsessi abil püütakse saavutada kvaliteetsem ja veatum lõpptulemus. Projekteerimisstaadiumis tagatakse tellija vara hoidmise, kasutamise ja hooldamisega seotud mudeli nõutav täpsus.

Infomudelite kasutamise abil tuleb kindlalt veenduda, et analüüside tulemused vastavad lähteülesandele ja püstitatud eesmärkidele. Modelleerimiskoordinaator ja projekteerimisrühm peavad töö käigust aru andes lähtuma mudelipõhisest infost. Vajaduse korral tuleb lähteülesannet (lähteülesandeid) ajakohastada.

Projekti avakoosolekul või spetsiaalsel modelleerimiskoosolekul arutatakse läbi BIM-rakenduskava, üldpõhimõtted, töökorraldus, ajagraafik, koostöövormid, tellija kvaliteedikontroll, dokumendihalduse ja projektijuhtimisega seotud küsimused ning modelleerimise käik. Lepitakse kokku projekteerimisrühma täpsem modelleerimist puudutav aruandluskord. Samuti lepitakse kokku BIM-rakenduskava ajakohastamise ja kinnitamise kord.

Väljund

- täpsustatud projekteerimisgraafik (arvesse on võetud tellija vaheetappe)
- avakoosolek
- ajakohastatud BIM-rakenduskava
- koostöövormid: modelleerimiskoosolekud, projekteerimisrühma koosolekud, projektikoosolekud
- kvaliteedikontrollimeetmed: projekteerija, projekteerimisrühm, tellija
- modelleerimisdokumendid
- modelleerimisaruanded
- **Tulemus: ühiselt kokku lepitud modelleerimispõhimõtted**

4.4.1 Eskiisitööde juhtimine

Nõuded

Eskiisi staadiumis koostatakse kavandatud eesmärkide saavutamiseks alternatiivseid projektlahendusi. Staadiumi tulemus on kinnitatud eskiis.

Selgitus

Eskiisi koostamise staadiumis püütakse arhitektuursete ruumimudelite (või ruumigrupimudelite) abil leida sobivaim üldlahendus. Koos tellija ja kasutajaga võrreldakse mudelite abil erinevate lahenduste mahtu, kulusid ja kasutusomadusi. Simulatsioonide ja arvutuste abil püütakse tagada hoone energiatõhusus. Erinevaid projektlahendusi võrreldakse lähteülesandega.

Eskiisi koostamise staadiumis saab arhitektuurset ruumimudelit kasutada ruumiprogrammi kontrollimiseks, objekti visualiseerimiseks ning mitmesuguste funktsionaalsus- ja ökonoomsuseesmärkide täitmise kontrolliks. Lisaks võib koostada ruumipõhise hinnakalkulatsiooni ja võrrelda seda traditsioonilisel meetodil tehtud hinnakalkulatsiooniga.

Tehnosüsteemide spetsialistide kaasamine juba selles staadiumis võimaldab kavandada ruumivajaduse arhitektuursete nõuete kohaselt.

Tehnosüsteemide spetsialistide ja energiakonsultantide tehtud analüüsid aitavad projektijuhtidel ja projekteerijatel kontrollida ehitise energiatõhususele, energiakulule, sisekliimale ja keskkonnamõjule seatud eesmärkide ratsionaalsust. Tehnosüsteemide lähteülesande koostamisel pööratakse tähelepanu kasutus- ja halduskulude ökonoomsusele hoone kogu elukaare vältel.

Eskiisi staadiumis uurivad eriosade projekteerijad kokkulepitud mahus ka tarindite ja tehnosüsteemide lahendusvariante.

Tehtud otsuste põhjal ajakohastatakse lähteülesannet.

Väljund

- tehnosüsteemide lähteülesanne
- arhitekti esialgne ruumi- või ruumigrupimudel projekti ja ruumilahenduste mahtude hindamiseks, liiklusvoogude analüüsimiseks, ruumilise otstarbekuse, mõõtmete, paindlikkuse ja toimivuse hindamiseks ning töökeskkonna parandamiseks
- esialgne ruumi- või ruumigrupimudel tehnosüsteemide hindamiseks (näiteks energiatõhusus, energiatarbimine, veevajadus, CO2 saastetase, keskkonnamõju analüüs ja keskkonnaklass)
- aruanded (kvaliteedikontroll, vastuolukontroll, projektide integreeritavus)
- infomudeli kaaskiri
- erinevad projektlahendused (ruumigrupid, ruumid ja massijaotus)
- ruumikasutuse ökonoomsus
- ruumide nimekirjad
- ruumipõhised kulukalkulatsioonid
- projektlahenduste visualiseeringud
- turundusmaterjalid (näiteks ruumide rendile andmiseks)
- karkasstarindite esialgsed projektlahendused
- tehnosüsteemide esialgne ruumivajadus
- näidisruumi esialgne tehnosüsteemide mudel
- energia-analüüsid: esialgsed energiavajaduse analüüsid (alternatiivide võrdlemine)
- energia-analüüsid: esialgsed sisekliima simulatsioonid (alternatiivide võrdlemine)
- esialgsed valgustustaseme visualiseeringud ja arvutused
- valgustussimulatsioonid
- esialgsed halduskulude arvutused (LCC-arvutused)
- esialgsed õhuvoogude liikumise ja temperatuurikihistumise analüüsid ja -simulatsioonid (CFD)
- esialgsed keskkonnamõjude analüüsid (LCA)
- nõutavad eriotstarbelised simulatsioonid (näiteks akustika)
- võrdlused eesmärkidega
- ajakohastatud lähteülesanne
- **Tulemus: eskiisi kinnitamine / eelprojekti aluseks valitud projektlahendus**

4.4.2 Eelprojektitööde juhtimine

Nõuded

Eelprojekti staadiumis koostatakse eskiisi staadiumis valitud lahenduse põhjal kasutuskõlblik projekt. Vajaduse korral lepitakse kokku ka hankestrateegia.

Selgitus

Eelprojekti staadiumis kasutatakse projekteerimistööde juhtimiseks lisaks varasemate infomudelite andmetele ka esialgseid mudelipõhiseid arhitektuurseid, konstruktsioonide ja süsteemimudeleid. Lisaks erinevate projekteerimisvaldkondade osamudelitele loomisele pööratakse eelprojekti staadiumis erilist tähelepanu mudelite vastuolude leidmisele (näiteks konstruktsioonide mudel ja kaljupinnase mudel). Mudelite põhjal koostatavate analüüside tulemused avaldavad mõju projektlahendustele ja tellija otsustele.

Eelprojekti staadiumis valmivad mudelid sisaldavad juba valdavat osa põhiprojekti staadiumis

vajalikust informatsioonist.

Väljund

- projektlahenduste illustratsioonid ja visualiseeringud
- esialgne ehitise mudel ja konstruktsioonide mudel, ruumivajaduse mudel ja esialgne süsteemimudel
- esialgne tehnosüsteemide ruumivajaduste mudel
- infomudelite kaaskirjad
- aruanded (kvaliteedikontroll, vastuolukontroll, projektide integreeritavus);
- mahtude võrdlused (ruumiprogrammi ja projektide ning neto-/brutopinna võrdlused)
- täpsustatud ruumipõhine kulukalkulatsioon
- esialgsed hooneosapõhised kulukalkulatsioonid
- funktsionaalsed analüüsid
- projektlahenduste visualiseeringud (näidisruumid ja -alad, teenindusalade skeemid, masinaruumid)
- tarindi- ja vundeerimislahendused
- tarindite analüüsid
- kasutusea analüüsid
- esialgne 4D-ajagraafik
- animatsioonid
- virtuaalkeskkonna loomine
- turundusmaterjalid
- energia-analüüsid: energiavajaduse analüüsid (lahenduse kontrollimine)
- energia-analüüsid: sisekliima simulatsioonid (lahenduse kontrollimine)
- halduskulude analüüsid (LCC)
- energia- ja keskkonnamõjude analüüsid (LCA)
- valgustustaseme visualiseeringud ja arvutused
- valgustustaseme visualiseeringud
- õhuvoogude liikumise ja temperatuurikihistumise simulatsioonid (CFD)
- tehnosüsteemide analüüsid
- tulekahjusimulatsioonid
- muud nõutavad eriotstarbelised simulatsioonid
- võrdlused eesmärkidega
- ajakohastatud lähteülesanne
- **Tulemus: eelprojekti kinnitamine**

4.4.3 Ehitusloatoimingute juhtimine

Nõuded

Ehitusloa taotlemisel kontrollitakse projekteerijate pädevust ja eelprojekti nõuetekohasust ning komplekteeritakse põhijoonised, koostatakse vajalikud loadokumendid ja infomudelid ning esitatakse need ametiasutustele.

Selgitus

Juba projekteerimistööde algul peaksid projektijuhid alustama ametiasutustega läbirääkimisi mudeli võimaliku kasutamise üle ehitusloa staadiumis. Tulevikus saavad ametiasutused tõenäoliselt kasutada infomudeleid ehitusloa taotlemisel, ehitustoodete sertifitseerimisel (CE-märgise väljastamisel), kontrolldokumendina, abivahendina tarindite hindamisel, kaugseirel ja montaažiprojekti arutamisel objekti avakoosolekul. Ehitusloa staadiumis kontrollitakse mudelite abil projektide nõuetekohasust. Mudelite põhjal toodetud simulatsioonide abil saab tõendada näiteks mahtude, liikumisteede, tuleohutuse-, pääste- ja energiatõhususe nõuete täitmist. Ehitusloa staadiumi dokumenteeritud infomudelid esitatakse säilitamiseks ehitusjärelevalveasutusele. Hanke lõpul esitatakse ehitusjärelevalveasutusele ka teostusmudelid.

Väljund

- ehitusloa staadiumi dokumenteeritud infomudelid
- infomudelite kaaskirjad

- mudelipõhised koostöövormid ametiasutustega
- visualiseeringud (näiteks keskkonnakirjelduse näitlikustamiseks)
- mahuandmed
- vastavus nõuetele (näiteks liikumisteed, tuleohutus, päästenõuded)
- energia-analüüsid: energiaarvutuse tulemused
- **Tulemus: ehitusloadokumendid / otsus ehitusloa taotlemiseks**

4.4.4 Põhiprojekti staadiumi tööde juhtimine

Nõuded

Põhiprojekti staadiumis koostatakse eelprojekti põhjal ehitusprojektid ja seletuskirjad. Põhiprojekti koostamine hõlmab toodete ja süsteemide projekteerimist kokkulepitud mahus.

Selgitus

Põhiprojekti staadiumis täiustatakse mudeleid niisuguse täpsusastmeni, et ehitajad saaksid neid kasutada hinnapakkumiste koostamiseks. Üldreeglina peavad kõik hinnakalkulatsioonide koostamiseks ja ehitustööde tegemiseks koostatavad paberdokumendid olema mudelipõhised. Modelleerimistaseme täpsuse tõttu ei ole mõned arvutused siiski mudelipõhised (näiteks osa tarindidetailide arvutustest).

Mudelipõhist põhiprojekti täiendatakse ehitusstaadiumis projekteerijate ja/või ehitajatega kokkulepitud viisil. Projekteerija tööd ehitusstaadiumis tuleb kindlaks määrata projekteerimistööde hinnapäringus ja ehitaja ülesanded määratakse kindlaks ehitushanke ettevalmistusstaadiumis.

Väljund

- projektlahenduste illustratsioonid ja visualiseeringud
- ehitise mudelid, konstruktsioonide mudelid ja süsteemimudelid
- maa-ala mudelid
- infomudelite kaaskirjad
- mõõdistusjoonised
- aruanded (kvaliteedikontroll, vastuolude kontroll, projektide integreeritavus)
- avade projektid
- hooneosapõhine kulukalkulatsioon
- mudelipõhised mahtude loendid
- funktsionaalsed analüüsid
- animatsioonid
- virtuaalkeskkonnad
- 4D-ajagraafik
- süsteemimudelid
- täpsustatud kulukalkulatsioon
- energia-analüüsid (teostusstaadiumi täpsustused)
- halduskulude analüüsid (LCC)
- energia- ja keskkonnamõjude analüüsid (LCA)
- valgustustaseme visualiseeringud ja arvutused
- õhuvoogude liikumise ja temperatuurikihistumise simulatsioonid (CFD)
- tehnosüsteemide analüüsid
- tehnosüsteemide akustilised arvutused
- võrdlused eesmärkidega
- ajakohastatud lähteülesanded
- ajakohastatud riskianalüüsid
- **Tulemus: kinnitatud põhiprojektid / ehitise mudelid**

4.5 Ehitushanke ettevalmistamine

Nõuded

Ehitushanke ettevalmistamise staadiumis organiseeritakse ehitustööd, määratakse kindlaks modelleerimiseesmärke toetavad ehitaja ülesanded, vastutus ja kohustused ning kuulutatakse välja

hankekonkursid, peetakse läbirääkimisi ja sõlmitakse hankelepingud.

Selgitus

Ehitushanke ettevalmistamise staadiumis toimub töövõtjate otsimine ja ehitustööde organiseerimine. Hinnapakkumiste staadiumis võib anda töövõtjate kasutusse IFC-mudeleid või mudeli põhjal koostatud mahtude loendeid, kui projekteerijatega on sõlmitud vastav kokkulepe. Mudelite loovutamisega kaasneb vastutus näiteks mudelite ja mahtude õigsuse eest ning seetõttu on mudelid ja nende põhjal koostatud mahtude loendid esitatud töövõtjatele sageli siduvate kohustusteta. See on aeglustanud mudelite kasutamist ehitusstaadiumis. Kui töövõtjalt eeldatakse infomudelite kasutamist töö teostamisel, tuleb mudelid talle esitada tellijat ja projekteerijat siduvatena. Oluline on anda töövõtjale ka infomudelite kontrolli protokollid ja infomudelite kaaskirjad, milles on märgitud mudelite täpsusaste, maht ja valmimisjärk.

Töövõtjatele loovutatavad infomudelid loetakse töövõtulepingu tehnilisteks dokumentideks ja määratakse kindlaks nende pädevusjärjestus teiste dokumentide suhtes. Infomudelid ja nende kaaskirjad identifitseeritakse samuti nagu muud tehnilised dokumendid.

Töövõtu plaanis märgitakse ära, millised on töövõtja ülesanded ja konkreetsed kohustused mudelipõhisel ehitamisel (vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 13. osa „Infomudelite kasutamine ehitamisel"). Töövõtja kulusid mõjutavad nõuded tuleb esitada juba hinnapäringus. Töövõtudokumentides määratakse kindlaks töövõtja õigus infomudeli loovutamiseks kolmandale osalisele (näiteks allhankekonkursside käigus või alltöövõtjatele). Töövõtjale pannakse kohustus kehtestada alltöövõtjale infomudeli kasutamist ja loovutamist käsitlevad piirangud. Tuleb arvesse võtta, et osaliste ülesanded ja vastutus sõltuvad valitud töövõtuvormist.

Töövõtjate valimisel tuleb tähelepanu pöörata ka nende modelleerijate pädevusele ja kogemustele. Töövõtjale antakse enne töövõtulepingu sõlmimist võimalus infomudelitega tutvumiseks. Mudelid loovutatakse töövõtjale niisugusel kujul, mis võimaldab ehitustööde ajalist planeerimist tarkvara abil. Kui ajagraafikus eeldatakse, et projekteerijad teevad teatud modelleerimistöid, tuleb nendes töödes eraldi kokku leppida.

Projektipõhiselt lepitakse kokku järgmised tellija soovitavad tööd:

- *ehitustööde graafiku esitamine infomudelis;*
- *ehitusolukorra esitamine infomudelis;*
- *ehitusplatsi kasutusmudel (ehitusplatsi üldplaan);*
- *ehitusstaadiumi ohutusmeetmete kontrollimine infomudeli abil;*
- *ehitusaegsete muudatuste ja paigaldiste dokumenteerimine näiteks lasermõõdistuse, video või foto abil;*
- *tehnosüsteemide tasakaalustusnimekirjade, seadistusjooniste, ruumipõhiste kontroll-lehtede koostamine jne.*

Ehitustööde käigus tehakse projektides sageli muudatusi (näiteks tootmispõhjuste tõttu). Hiljemalt ehitustööde ettevalmistusstaadiumil tuleb kokku leppida, kuidas tagatakse ehitusaegsete muudatuste usaldusväärne dokumenteerimine ja tegelikkusele vastavate teostusmudelite tegemine ning kes selle eest vastutab. Hooldusraamatu ja teiste üleandmisdokumentide mahu ja koostajad määravad kindlaks projektijuhid ning see fikseeritakse hankelepingutes. Tegelike teostusandmete esitamist on käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 13. osas. Kasutades infomudeleid ehitise hooldamisel ja haldamisel ning hilisematel remondi- ja rekonstrueerimistöödel, on oluline, et mudel (sh tehnosüsteemid ja seadmed) vastaks täielikult valminud hoonele.

Väljund

- töövõtjate modelleerimisülesanded, maht ja kohustused
- konstruktsioonide ja arhitektuursed mudelid hinnapakkumiste koostamiseks
- tehnosüsteemi mudelid hinnapakkumiste koostamiseks
- mudelite põhjal koostatud mahtude loendid
- hinnapäringu materjale sisaldavad infomudelid ja nende kaaskirjad
- pädevate töövõtjate valikukriteeriumid
- töövõtukonkursid ja -lepingud
- dokumendihaldus-/projektijuhtimissüsteemi kasutamine

- **Tulemus: töövõtu- ja hankelepingud**

4.6 Ehitustööde juhtimine

Nõuded

Hoone ehitatakse dokumentide ja infomudelite ning ehitustööde käigus kokku lepitavate muudatusotsuste kohaselt. Modelleerimistegevus ja koostöö toimub koordineeritult. Ehitustööde juhtimisega tagatakse lepingukohane teostus, ehitusaegsete modelleerimisülesannete täitmine, kavandatud lõpptulemus ning vajalikud kasutus- ja haldustingimused. Üleandmisel veendutakse, et hoone on ehitatud projektikohaselt. BIM-koordinaator kannab hoolt selle eest, et kõik vastutavad osalised on esitanud lepingukohased teostusandmed.

Selgitus

Infomudelite abil saab ehitusprotsesse tõhustada. Töövõtja võimalused infomudelite kasutamiseks on järgmised:

- *terviku ja ruumikasutuse visualiseerimine;*
- *tööstaadiumite avakoosolekud;*
- *hanketoimingud;*
- *kohapõhised mahuarvutused;*
- *mõõtmete ja kõrguspositsiooni kontrollimine;*
- *ehitusala planeerimine (näiteks piirded, soojakud, teed, parklad, laoplatsid, elekter ja valgustus);*
- *logistiline planeerimine (näiteks tornkraanade tööulatus ja ehitustõstukite paigutuskohad);*
- *metalltarindite ja valmiselementide tootmine;*
- *seadmete välismõõtmete täpsustamine (näiteks vajalike transporditeede jaoks);*
- *ohutusmeetmete kavandamine ja riskide hindamine (näiteks meetmed kukkumise vältimiseks, varikatused, kinnitused ja ankrud);*
- *tellingute projekteerimine;*
- *töövõtjate nõupidamised ja tööstaadiumite avakoosolekud;*
- *osaliste 4D-ajagraafiku koostamine (projekteerimine, tootmine, paigaldamine);visualiseerimine.*

Tootjate kasutusse antavad infomudelid määratakse konkreetselt kindlaks ning nende kasutuseesmärki ja kvaliteeti kontrollitakse osaliste ühisülevaatuse käigus. Töövõtjale tutvustatakse mudelite kasutamisega seotud toiminguid ja tegevusi.

Tellija on kohustatud aitama kaasa infomudelite esitamisele kokkulepitud mahus ja õigel ajal.

Väljund

- ehitusaegse modelleerimise avakoosolek
- modelleerimisalased koostöövormid ehitusstaadiumis
- aruanded mudelite muudatustest ehitusstaadiumis (kvaliteedikontroll, vastuolude kontroll, projektide integreeritavus)
- kokkuvõtted (väljatrükid) töövõtjatelt tellitud toimingutest
- teostusandmed
- energia-analüüsid: energiavajadus normaalaastal (tase 1 või tase 2)
- ehitusaegne dokumentatsioon
- hooldusraamatusse kantavad andmed
- **Tulemus: vastuvõtuotsus**

4.7 Kasutuselevõtt

Nõuded

Kasutuselevõtul kontrollitakse süsteemide toimimist ja õpetatakse neid kasutama.

Selgitus

Üleandmisdokumentide puhul on töövõtjate ja projekteerijate tegevus mudelipõhisel hankel üldjoontes samasugune kui traditsioonilisel ehitushankel. Erinevus on selles, et pärast

ehitustööde lõppu annavad projekteerijad tellijale üle valmis hoonele vastavad infomudelid (nn teostusmudelid). Üleantavad mudelid on kindlaks määratud projekteerimis- ja ehituslepingutes. Hoone kasutuselevõtu käigus toimuval instrueerimisel saab kasutada infomudeleid, mis annavad tulevasele kasutajale ehitisest parema visuaalse ülevaate kui joonised.

Infomudelite kasutamist ehitise haldamisel on täpsemalt käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 12. osas. Võimalusi on mitmeid – alates igapäevasest kinnisvarahaldusest kuni tehnosüsteemide hoolduse ja korrashoiu, teenuste ja koristamiseni. Kinnisvara mudelipõhised haldusrakendused on juba saadaval ja neid täiustatakse pidevalt (näiteks ruumihaldus, energiakulu ja keskkonnamõju jälgimine, halduseelarve, hooldustoimingute juhtimine jne).

Projektijuhid peavad nimetama isiku, kes koordineerib hooldusraamatu koostamist. Koostöös BIM-koordinaatoriga peab ta tagama, et haldajale loovutatavad projekteerijate ja ehitajate infomudelid sisaldaks ka hooldusraamatu nõuetele vastavaid andmeid.

Väljund

- teostusmudelid
- energia-analüüsid: energiavajadus normaalaastal (tase 1 või tase 2, ehitusaegne kontroll)
- infomudelite kaaskirjad
- aruanded (kvaliteedikontroll, vastuolude kontroll, projektide integreeritavus)
- valmis hooldusraamat
- Tulemus: ekspluatatsiooniotsus

4.8 Garantiiaeg ja kasutamine

Nõuded

Kantakse hoolt infomudelite ülekandmise eest kasutus- ja haldussüsteemidesse.

Selgitus

Pärast ehitushanke lõppu jäävad lepingutes kindlaks määratud infomudelid tellija valdusesse ja neid võib kasutada täpsete lähteandmetena hoone tulevaste remondi- ja rekonstrueerimistööde kavandamisel. Eesmärk on projekti käigus toodetud infomudelite pidev ajakohastamine hoone kogu elukaare vältel. Energiavajadust ja sisekliimat võrreldakse kavandatud eesmärkidega. Infomudelite kasutamist ehitise haldamisel on täpsemalt käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 12. osas.

LISA 1. BIM-rakenduskava (NÄIDIS)

1.1 ÜLDIST

1. BIM-rakenduskava eesmärk
2. BIM-rakenduskava ajakohastamine

1.2 MODELLEERIMISE EESMÄRGID JA MUDELITE KASUTUSOTSTARVE

3. Modelleerimise eesmärgid ja mudelite kasutusotstarve projekti käigus ning ehitise kasutamisel ja haldamisel (näiteks energia-analüüsid, vastuolude tuvastamine) projekti erinevates staadiumites (hanke ettevalmistamine, projekteerimine, ehitamine, haldamine)

1.3 MODELLEERIMISTÖÖDE ORGANISEERIMINE

4. Vastutavad isikud ja nende ülesanded (näiteks BIM-koordinaator, projekteerimisvaldkondade vastutavad isikud, kvaliteedikontrolli eest vastutavad isikud)
5. Vastutavad isikud infomudelite kasutusotstarbe alusel (näiteks energia-analüüsid, vastuolude kontrollid)

1.4 KOOSTÖÖ JA INFOVAHETUS

6. Koostöövormid, koosolekud ja aruandlus

1.5 KVALITEEDIKONTROLL

7. Kvaliteedikontrollimeetmed

1.6 KOONDMUDELID

8. Mudelite integreerimine, avaldamise ja kinnitamise põhimõtted

1.7 LÄHTEÜLESANDED

9. Lähteülesannete koostamine ja ajakohastamine

1.8 MODELLEERIMISE ÜLDPÕHIMÕTTED

10. Järgitavad standardid ja juhendid
11. Modelleerimismeetod (sektorid, korrused jne)
12. Andmevahetusformaat
13. Mudelite nimetamine, joonisekihid, mõõtühikud, koordinaatsüsteem, tunnused jms
14. Andmekäitlus

1.9 TARKVARA

15. Osaliste kasutatavad programmid kasutusotstarbe järgi

1.10 NÄIDISPROTSESSID

16. Vastutavate isikute ülesannete kirjeldused eraldi lisadokumentidena

1.11 TEOSTUSMUDELITE KOOSTAMINE

17. Teostusmudelite koostamispõhimõtted ja vastutavad isikud

1.12 PROJEKTI LÕPETAMINE

18. Mudelite üleandmine
19. Haldusmudelid

LISA 2. Modelleerimiskoordinaatori ülesanded (NÄIDIS)

Märkige vajalikud modelleerimistööd

VAJADUSUURING

- ☐ Abistamine lähteandmete mudeli tellimisel
- ☐ Abistamine maa-ala mudeli tellimisel
- ☐ Hoolitsemine esialgse lähteülesande koostamise eest
- ☐ Muud ülesanded

HANKE KAVANDAMINE

- ☐ Hoolitsemine lähteülesannete koostamise eest
- ☐ Esialgse BIM-rakenduskava koostamine
- ☐ Projekti ajagraafiku kontrollimine
- ☐ Muud ülesanded

PROJEKTEERIMISTÖÖDE ETTEVALMISTAMINE

- ☐ Modelleerimise riskianalüüsi koostamine
- ☐ Modelleerimistööde järelevalve
- ☐ Aruandlus
- ☐ Hoolitsemine lähteülesannete ajakohastamise eest
- ☐ BIM-rakenduskavai täpsustamine
- ☐ Modelleerimiskorra kavandamine
- ☐ Mudelite kvaliteedikontrolli kavandamine
- ☐ Projekteerimisgraafiku kontrollimine
- ☐ Projekteerijate modelleerimisülesanded
- ☐ Projekteerijate valikukriteeriumide täpsustamine
- ☐ Projekteerimishanke hinnapäringute täpsustamine
- ☐ Tellija kvaliteedikontroll
- ☐ Modelleerimisdokumentide järelevalve
- ☐ Modelleerimiskoosolekud ja mudelite ülevaatused
- ☐ Koondmudelite koostamine ja kontrollimine
- ☐ Aruandlus
- ☐ Muud ülesanded:

EHITUSTÖÖDE ETTEVALMISTAMINE

- ☐ Modelleerimisdokumentide järelevalve
- ☐ Infomudelite ülevaatuste korraldamine
- ☐ Tellija kvaliteedikontroll
- ☐ Töövõtjate modelleerimisülesanded
- ☐ Töövõtjate valikukriteeriumide täpsustamine
- ☐ Hankedokumentide kontrollimine
- ☐ Töövõtulepingute kontrollimine
- ☐ Aruandlus
- ☐ Muud ülesanded

- ☐ Projekteerimislepingute kontrollimine
- ☐ Dokumendihaldussüsteemi kindlaksmääramine
- ☐ Muud ülesanded

ESKIISI, EEL- JA PÕHIPROJEKTI KOOSTAMINE

- ☐ Modelleerimise avakoosoleku korraldamine
- ☐ BIM-rakenduskava täpsustamine
- ☐ Hoolitsemine lähteülesannete ajakohastamise eest
- ☐ Modelleerimise riskianalüüsi ajakohastamine
- ☐ Modelleerimisgraafiku koostamine
- ☐ Modelleerimistööde järelevalve
- ☐ Projekteerimiskvaliteedi tagamise järelevalve

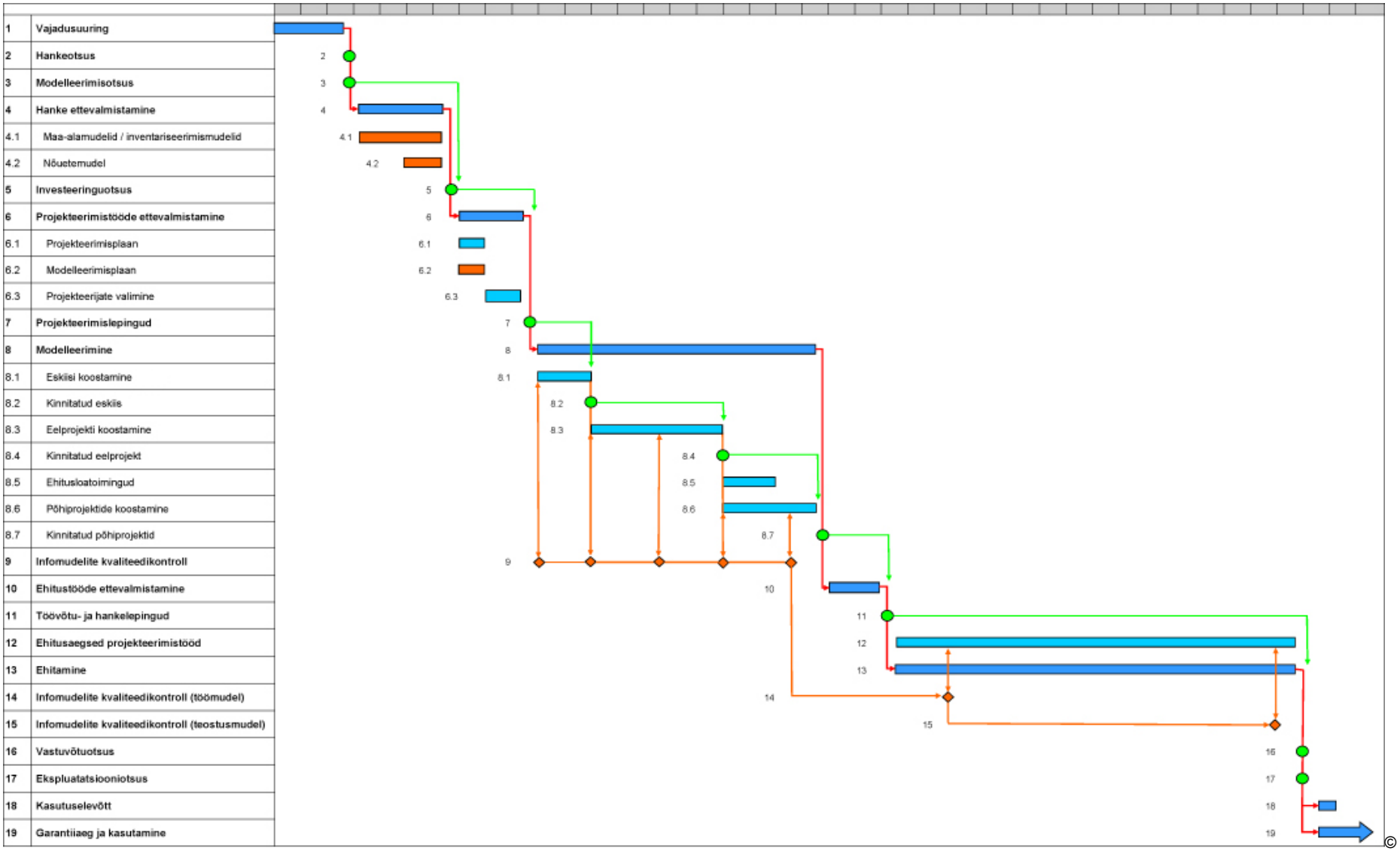
EHITAMINE

- ☐ Infomudeli esialgse ülevaatuse korraldamine
- ☐ BIM-rakenduskava ajakohastamine
- ☐ Modelleerimise riskianalüüsi ajakohastamine
- ☐ Koostöövormide kokkuleppimine
- ☐ Modelleerimiskoosolekute korraldamine
- ☐ Modelleerimistööde järelevalve
- ☐ Teostusandmete ajakohastamise järelevalve
- ☐ Teostusandmete ajakohastamise järelevalve
- ☐ Aruandlus
- ☐ Muud ülesanded

KASUTUSELEVÕTT, GARANTIIAEG, HALDAMINE

- ☐ Mudelipõhise hooldusraamatu koostamise tagamine
- ☐ Teostusmudelite esitamise tagamine
- ☐ Teostusmudelite edastamine tellijale
- ☐ Modelleerimisprojekti lõpparuanne
- ☐ Muud ülesanded

LISA 3. Projekti ajagraafik



© JK/Pöyry CM Oy

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 12: Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

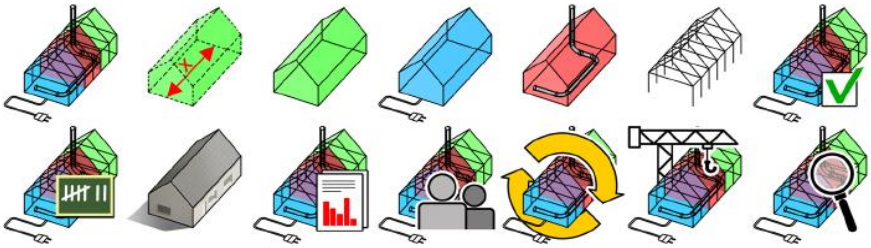
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 12: Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

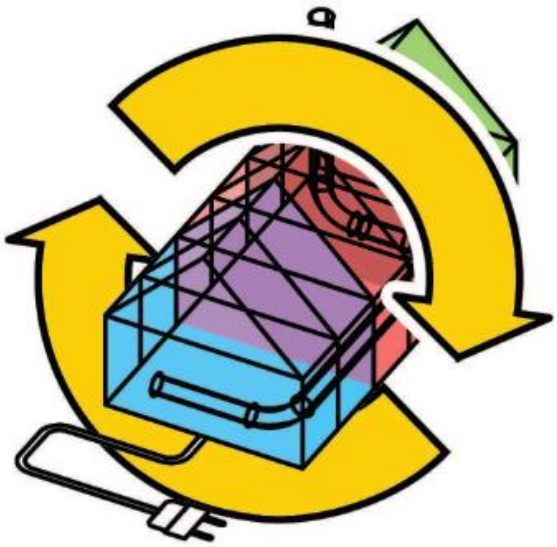
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



12. osa

Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel

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 keeletoimetaja 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
3 Infomudelite roll hoone ekspluatatsioonil ja haldamisel 6
3.1 Kinnisvarahalduse abivahend 6
3.2 Kasu osalistele 7
3.3 Infojuhtimise eesmärgid kinnisvara haldamisel 7
4 Infomudelite kasutamine 9
5 Projekteerimistarkvara 10
6 Avatud andmevahetusformaadis mudelid 11
6.1 Standardid 11
6.2 Lähteülesanded 11
6.3 IFC-mudelite tehniline visualiseerimine 11
7 Toetavad tarkvarad 14
7.1 Üldist 14
7.2 Töövõtja tooteinfo 14
8 Haldustarkvara 15
8.1 Üldist 15
8.2 Ehituse teostusmudelid 15
8.3 Haldustarkvara ühiskasutus 17
8.4 Inventariseerimismudel 18
8.5 Haldusmudelite arhiveerimine ja andmete varundamine 18
9 Haldusmudelite ajakohastamine 19
9.1 Üldist 19
9.2 Haldusmudelite hankepõhine ajakohastamine 19
9.3 Haldusmudelite korraline ajakohastamine 19
9.4 Kvaliteedi tagamine 20
9.5 Energiamärgise ajakohastamine 20
9.6 Haldustarkvara audit 20
LISA 1. Terminid 21
LISA 2. Viited 22

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Projekteerimisel ja ehitamisel infomudelite kasutamisel on olemas juba aastatepikkused kogemused, kuid hoone kasutus- ja haldusrakendustes on tegu veel suhteliselt uue asjaga. Ka protsessid ja mõisted ei ole veel kinnistunud. Seetõttu tutvustatakse selles juhendis pigem võimalusi ja lahendusi kui nõudeid.

Infomudelite kasutamine kinnisvarahalduses on tõusnud huviorbiiti ka rahvusvahelises mastaabis. Ehitusinfo modelleerimisel on avatud andmevahetusstandardina kinnistumas IFC ja vähehaaval on see levimas ka kinnisvarahaldusesse.

Lisaks IFC-formaadile on võimalik kasutada avatud andmevahetusstandardit – COBie (Construction Operations Building Information Exchange). Selle eesmärk on lihtsustada ja ühtlustada projekteerimis- ja ehitusinfo ülekandmist haldussüsteemidesse. Kuigi Soomes ei ole uut andmevahetusformaati seni veel kasutusele võetud, antakse käesolevas juhendis lühike ülevaade ka selle rakendusvõimalustest.

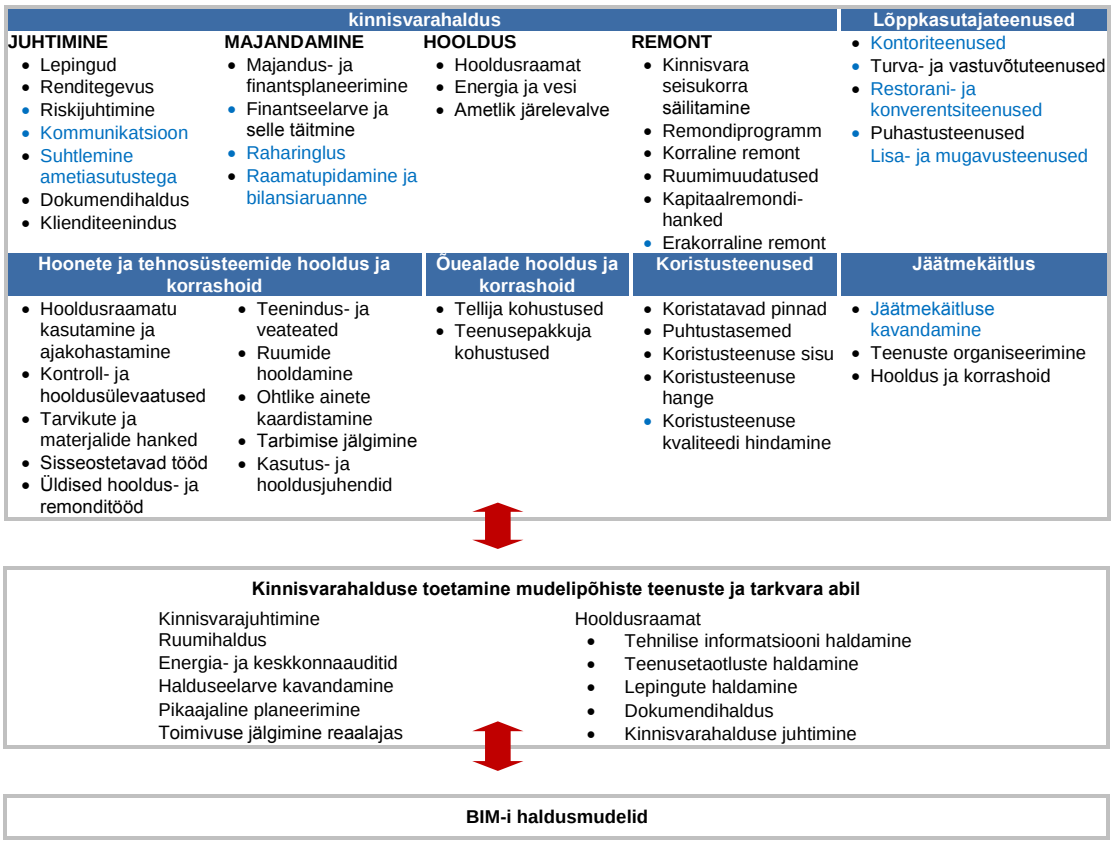
Terminit "haldus" kasutatakse käesolevas juhendis samas tähenduses kui väljaandes „Kiinteistönpitonimikkeistö 2009” palju laiema sisuga terminit "kinnisvarahaldusteenused", mis hõlmab ka näiteks kinnisvara operatiiv-tehnilist haldamist. Uues, juhendi kirjutamise ajal alles kooskõlastusjärgus olevas kinnisvarasõnastikus esineb mõiste „haldus” teenuste osana („kinnisvara hooldus- ja haldusteenused”).

3 Infomudelite roll hoone ekspluatatsioonil ja haldamisel

3.1 Kinnisvarahalduse abivahend

Joonisel 1 on märgitud infomudelite potentsiaalsed kasutusvaldkonnad kinnisvarahalduses. Üldjoontes vastab selline valdkondlik liigendus väljaannete „Kiinteistönpitonimikkeistö 2009” ja „KiinteistöRYL 2009. Kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset” omale.

Võimalusi infomudelite kasutamiseks on alates tehnilisest hooldusest kuni hoone tehnosüsteemide hoolduse ja korrashoiu, lõppkasutajateenuste ja koristamiseni.



Joonis 1. Kinnisvarahalduse valdkonnad ja tegevused, mida on võimalik mudelipõhise tarkvara abil toetada (mustas kirjas). Selline valdkondlik liigendus vastab üldjoontes väljaannete „Kiinteistönpitonimikkeistö 2009” ja „KiinteistöRYL 2009” omale.

Kinnisvara mudelipõhised haldusrakendused on juba saadaval ja neid täiustatakse pidevalt (näiteks ruumihaldus, energia- ja keskkonnaauditid, halduseelarve, hooldusraamatu ajakohastamine jne).

Hooldusraamatu rakendusi, milles kasutatakse piiratult või ulatuslikult infomudeleid, on saadaval näiteks tehnoruumide, teenusetaotluste, lepingute, dokumentide, kinnisvarahaldusega seotud toimingute ja hooldusajaloo haldamiseks.

Infomudeleid kasutatakse ka energiavajaduse simulatsiooniks ning ehitiste toimivuse jälgimiseks reaalajas.

3.2 Kasu osalistele

Mudelipõhistest rakendustest on kasu kinnisvarahalduse erinevatel tasanditel: tehnilisel hooldusel, teenuste loomisel, kinnisvara hooldamisel jne. Joonisel 2 on toodud mõned näited.

Joonise 2 võib aluseks võtta ka modelleerimiseesmärkide määratlemisel ja tarkvarahangete planeerimisel. Edaspidi käsitletakse ehitusinfo kasutamist üksikasjalikumalt.

Ehitushange						Kasutamine ja haldamine		
Ehitusinfo	Doku-men-did	Originaalmudelid		Avatud andmevahetus-mudelid (IFC)		Haldusandmed infomudelites	Visualiseerimine infomudelite abil	Haldustoimingute toetamine
	PDF/ Excel	Projektee-rimis-tarkvara	Haldus-tarkvara	Nõuded	Projekt			
Ruumid ja ruumigrupid (alad)								
Ruumide põhiinfo (ARH)	Min[1]	Min		Proj.	Min[2]	Töökohad ja inimesed	Värvikaardid:	Renditegevus
Sisekliima eesmärgid (tehnosüsteemid)	Min			Proj.		Rendi- ja teeninduslepingute alad	• ruumid	Teenusehanked ja lepingud
Ruumide varustus (tehnosüsteemid)	Min			Proj.		Sisekliima mõõdistused	• ruumigrupid	Rekonstrueerimis- ja remondihangete kavandamine
Eriruumide liigitus (tehnosüsteemid)	Min			Proj.		Koristusalad ja puhtustasemed	• atribuut-andmed	Remondiplaan ja -eelarve
Tehniliste seadmete alad (tehnosüsteemid)	Min			Min[3]		Remondivajadused		Teenusetaotluste haldamine
Tarbimist mõõtvate seadmete alad (tehnosüsteemid)	Min			Proj.		Läbipääsuõigused ja liikumisteed		Sisekliima seire
Arvestuslikud tarbimismäärad	Proj.			Proj.		Võtmed		Turvameetmete kavandamine
Keskkonnaklass	Proj.			Proj.		Ametlikud ülevaatused		Läbipääsuõiguste ja võtmete haldamine
								Tarbimise ja keskkonnamõjude jälgimine
Hooneosad, süsteemid ja seadmed								
Hooneosa arhitektuurne mudel		Min			Min	Korralise hoolduse plaan	2D/3D-graafika:	Teenusehanked ja lepingud
Konstruktiivne mudel		Min			Min	Hooldus- ja remonditööde ajalugu	• hooneosad	Rekonstrueerimis- ja remondihangete kavandamine
Tehnosüsteemide mudelid)		Min			Min	Teenusetaotlused	• süsteemid	Korralise hoolduse kavandamine ja eelarvestamine
Muud projektandmed (kõik)	Min		Proj.			Tarbimisandmed	• seadmed	Korraline hooldus, remont, töökäsud
Töövõtja tooteinfo	Min		Proj.					Teenusetaotluste haldamine
Mõõte- ja kontrollandmed	Min		Proj.					Sisekliima, energiatarbe ja keskkonnamõju jälgimine
Kasutus- ja hooldusjuhendid	Min							
Ehitushanke üleandmisdokumendid								
Projektdokumendid	Min					Dokumentide arhiveerimisandmed		Garantiiaegsed ülevaatused ja remont
Töövõtulepingud	Min							Rekonstrueerimis- ja remondihangete kavandamine
Ehitusaegsed dokumendid	Min							

NB!

[1] Miinimumnõudeks on ruumiprogramm.

[2] Projektipõhise kokkuleppe alusel: ruumimudel või hooneosa mudel.

[3] Miinimumnõue ainult siis, kui tehnosüsteemide projekteerimisel on valitud tase 2 (vt juhendit 4).

Min	Min = miinimumnõue kõigile projektidele, milles kasutatakse infomudeleid
Proj.	Proj. = projektipõhise kokkuleppe alusel

Joonis 2. Võimalused ehitusinfo kasutamiseks haldusstaadiumis.

Kinnisvaraomaniku seisukohalt olulist halduskulude ja mõjuvate tegurite juhtimist toetavad näiteks energiavajaduse, sisekliima ja keskkonnamõjude simulatsioonid infomudelite abil. Haldustarkvarad võimaldavad teenuseid võrrelda tegelike mahtude ja kulude alusel. Saadaval on ka kinnisvarajuhtimiseks (näiteks rentimiseks) sobivaid rakendusi.

Teenuste pakkujad võivad saada konkurentsieeliseid efektiivse andmetöötluse abil. See väljendub kiires reageerimises klientide probleemidele ja avaldustele, teenuste kvaliteedis ja lõpptulemusena klientide rahulolus.

Avatud andmevahetuse toetamine vastab kinnisvaraomaniku huvidele. Tänu sellele suureneb rakendusvõimaluste arv, väheneb sõltuvus tarnijast ja infomudelite võimalikke kasutusvaldkondi on rohkem kui suletud süsteemides. Ajakohastatud teave toetab ka haldustoimingute juhtimist ning rekonstrueerimishangete kavandamist.

3.3 Infojuhtimise eesmärgid kinnisvara haldamisel

Investeeringuid infotehnoloogiasse kaalutakse ka kinnisvarahalduses lähtudes nende majanduslikust efektiivsusest ning vastavusest strateegilistele eesmärkidele (omamine, haldamine, teenuste hankimine ning stabiilne kvaliteet pika aja jooksul). Lisaks mõjutavad hankeotsuseid kasutuselevõtuga kaasnevad kulud, tarkvara kasutamise lihtsus ja tugi, rakenduste kättesaadavus,

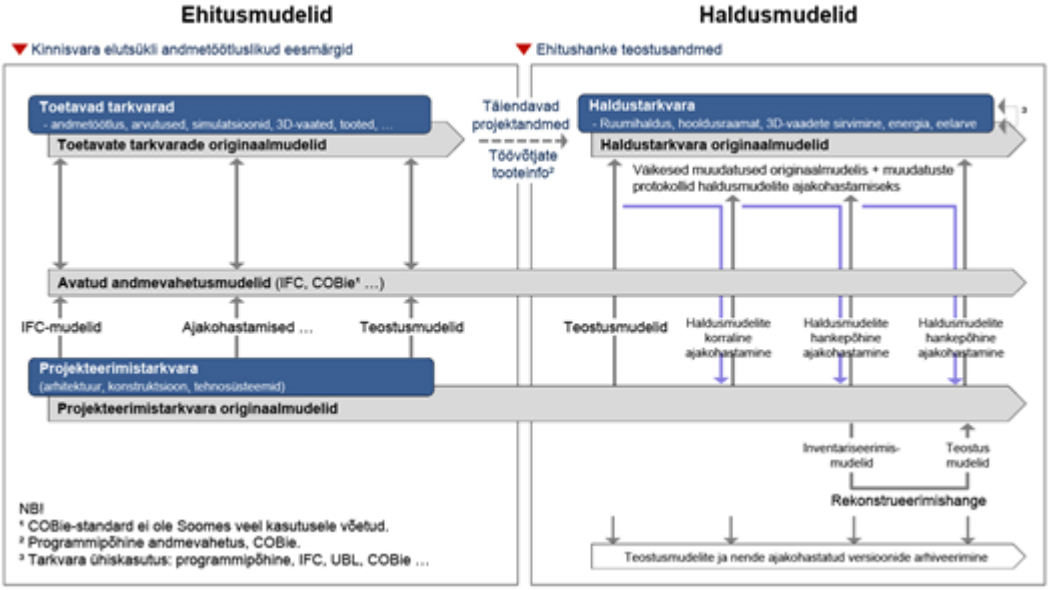
andmete värskendusvajadus jne.

Ehitushangete puhul peaks hoone **ekspluatatsiooni- ja haldusstaadiumi andmetöötluse eesmärgid** teada olema juba projekteerimise algul, et osaliste infomudeleid puudutavates nõuetes oleks võimalik õigesti arvesse võtta tellija vajadusi ka pärast ehitushanke lõppu.

Nõuded

- Hoone ekspluatatsiooni- ja haldusstaadiumi andmetöötluslike eesmärkide dokumenteerimine modelleerimisplaanis ehitushanke algul.

4 Infomudelite kasutamine



Joonis 3. Infomudelite kasutamine kinnisvara elukaare jooksul.

Joonis 3 kajastab infomudelite kasutamist kogu kinnisvara elukaart hõlmava protsessina, mis algab modelleerimiseesmärkide püstitamisest, jätkub projekteerimise, ehitamise ja teostusmudelite üleandmisega kinnisvara haldajale ning ehitise haldamisega seotud informatsiooni ja infomudelite ajakohastamisega.

Eesmärk on hooneinfo efektiivne kasutamine kõigis kinnisvara elukaare staadiumites. Suurimat kasu ja kokkuhoidu annab modelleerimine siis, kui hoone haldajatele antakse üle ajakohased ja vajalikku infot sisaldavad ehitusmudelid.

Tervikpildi loomiseks on järgnevalt lühidalt käsitletud ka ehitushanke mudeleid, kuid piirdutud on siiski vaid nende aspektidega, mis on olulised hoone haldamisel. Modelleerimist projekteerimis- ja ehitusstaadiumis on täpsemalt kirjeldatud eraldi juhendites.

5 Projekteerimistarkvara

Ehitise (ja õuealade) modelleerimiseks kasutatakse tavaliselt **projekteerimistarkvara**. Põhinõue on see, et **projekteerimistarkvara originaalmudeli** peab saama salvestada ka IFC-formaati.

Kommertstarkvarana pakutavast projekteerimistarkvarast on IFC-formaadiga ühilduvad näiteks:

- arhitektuurne projekt: AutoCAD Architecture, Revit, ArchiCAD;
- konstruktiivne projekt: Tekla Structures, Allplan Engineering;
- tehnosüsteemid: MagiCAD, CADSPlanner.

Ehitustööde käigus tehtud muudatused viiakse sisse ka originaalmudelitesse. Mudelid antakse kinnisvara valdajale üle teostusmudelitena, mida on edaspidi kirjeldatud veidi põhjalikumalt.

Hoone haldamisel ja rekonstrueerimishangete ettevalmistamisel kasutatakse vaatamistarkvara abil ka originaalmudeleid. Seepärast tuleb neidki pärast ehitushanke lõppu pidevalt ajakohastada, seejuures võiks säilida toimingute ajalugu.

Vajaliku infosisu tagamiseks kasutatakse originaalmudeli ajakohastamisel sama projekteerimistarkvara, mille abil mudel on loodud. Ulatuslike muudatuste korral (rekonstrueerimishanked jms) ajakohastab mudeli projekteerija, väiksemaid muudatusi (seadmete vahetamine jms) võib teha ka näiteks kinnisvara valdaja või kolmandat osalist esindav spetsialist. Eelduseks on piisav modelleerimisoskus ja kehtivate modelleerimisnõuete järgimine.

Originaalmudelite ajakohastamisel tuleb kontrollida projekteerimistarkvara ühilduvust ja järgida projekteerimisel aluseks olnud modelleerimisnõudeid, et tagada mudelite infosisu ja terviklikkuse säilimine.

Projekteerimisprogrammid on loodud eeskätt projekteerija töövahendiks ega vasta seetõttu hoone haldaja vajadustele. Originaalmudelite vaatamiseks on olemas spetsiaalsed vaatamisprogrammid, mis on projekteerimistarkvarast lihtsamad.

6 Avatud andmevahetusformaadis mudelid

6.1 Standardid

Avatud andmevahetuse standardid on näiteks ehitusinfo modelleerimisel nõutav IFC ning sellest uuem standard COBie, mis on kasutusele võetud USA-s ja mõnes teises riigis.

Avatud andmevahetusformaadis mudeleid kasutatakse projekteerimis-, ehitus- ja haldustarkvaras ning spetsiaalselt mudelite vaatamiseks mõeldud vaatamisprogrammides. IFC-formaadis arhitektuurse mudeli abil saab simuleerida ka ehitise energiavajadust.

IFC-mudelid sisaldavad ainult **ühiskasutusse antud osa** projekteerimistarkvara abil loodud originaalmudelite infosisust ega asenda originaalmudeleid.

Avatud andmevahetusformaadis mudeleid ajakohastatakse ehitushanke käigus pidevalt ja hanke lõpul antakse need lepingukohases mahus teostusmudelitena üle kinnisvara valdajale.

Põhjalikumalt on IFC-mudeleid käsitletud teistes modelleerimisjuhendites. Need juhendid kehtivad ka haldusmudelitele.

6.2 Lähteülesanded

Projektipõhise kokkuleppe korral salvestab arhitekt ruuminõuded **arhitektuurse lähteülesandena** (tabel või andmebaas). Miinimumnõudeks on tabelformaadis (Excel) ruumiprogramm.

Tehnoloogilised ruuminõuded (sisekliima, koormus, energiakulu, keskkonnaklass, ohutusklass jne) ja tehnosüsteemide alad võib sobivate tööriistade abil salvestada arhitektuursesse ruumimudelisse. Seda mudelit nimetatakse **tehnosüsteemide lähteülesandeks**.

Tehnosüsteemide projekteerimisel on miinimumnõudeks nõuete ja alade (värvikodeering) esitamine dokumendiformaadis. Kui tehnosüsteemide projekteerimisel valitakse tase 2 (vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”), lisandub miinimumnõudele ka süsteemide alade salvestamine lähteülesandesse.

Lähteülesandeid kasutatakse projekteerimisel ja simulatsioonide teostamisel. Mudelid eksporditakse haldustarkvarasse, mis võimaldab ruumipõhiseid andmeid sirvida ja visualiseerida (näiteks värvikodeeringu abil).

Tehnosüsteemide lähteülesannetes leiduva info kasutamiseks on palju võimalusi – näiteks sisekliima ja energiatarbimise jälgimine, ruumide kasutusotstarbe muutmise kavandamine ja renditegevus (klientide lubadused).

Nõuded

- Arhitekti ruumiprogramm
- Ruumipõhised tehnonõuded tabelformaadis:
  - tase 1: tehnosüsteemide alade värvikaardid dokumendiformaadis;
  - tase 2: alade salvestamine nõuetemudelisse.
- Projektipõhise kokkuleppe alusel: tehnonõuete salvestamine nõuetemudelisse.

6.3 IFC-mudelite tehniline visualiseerimine

IFC-mudeleid saab visualiseerida spetsiaalse **3D-vaatamistarkvara** abil või niisuguse haldustarkvaraga, mis võimaldab mudelite vaatamist. Vaatamistarkvara on mõeldud erinevate projekteerimisvaldkondade mudelite (arhitektuur, konstruktsioon, tehnosüsteemid jne) ja **koondmudelite** tehniliseks visualiseerimiseks.

Olemas on nii originaalmudelite kui ka IFC-mudelite vaatamisprogramme. Saadaval on ka vabavara. Teatud programmides on olemas sobivad tööriistad mudelite analüüsiks ja kvaliteedikontrolliks.

Koondmudel on erinevate projekteerimisvaldkondade IFC-mudelite põhjal koostatud mudel, mida saab kasutada infomudelite vaatamistarkvara abil. Koondmudel on vaatamistarkvara failiformaadis. Ülevaate lihtsustamiseks ja kiirendamiseks on võimalik vaateid salvestada.

Projekteerimis- ja ehitusstaadiumis kasutatakse koondmudeleid lisaks tehnilisele visualiseerimisele ka modelleerimiskvaliteedi kontrollimiseks (vastuolude kontroll).

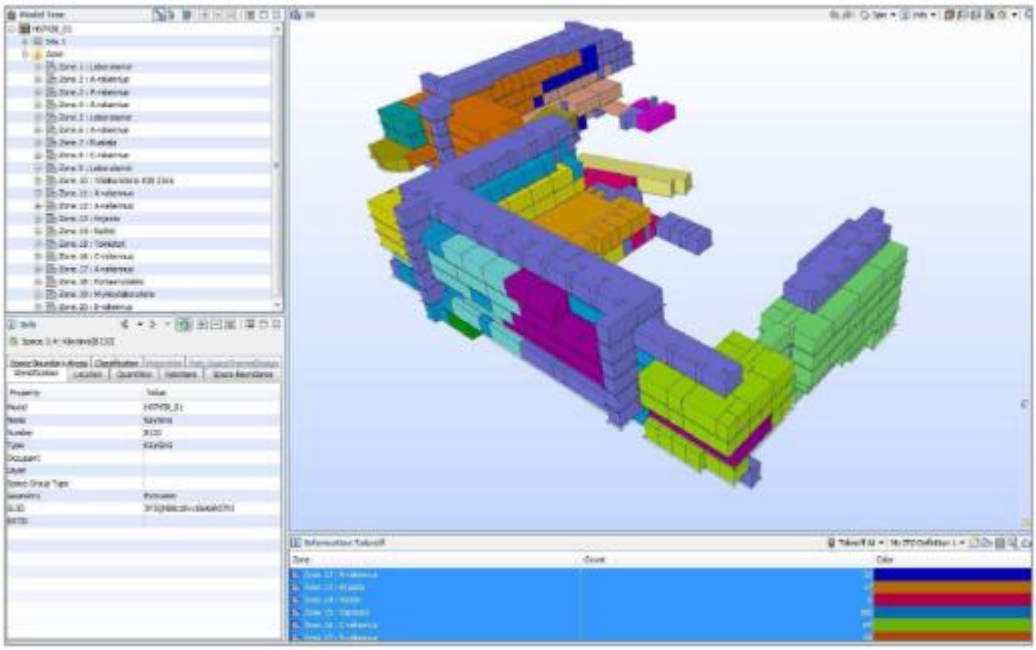
Haldusstaadiumis saab mudelite vaatamistoimingute abil tuvastada ruume, seadmeid jt haldusobjekte ning vaadata, trükkida või salvestada varjatud objektide hooldus- ja remonditööde teostamiseks vajalikke vaateid.

Teatud visualiseerimisprogrammid võimaldavad ka **integreeritud mudelite vaatamist ja andmete sirvimist**. Mudelite kasutusvõimalusi laiendab ja mitmekesistab visuaalne otsinguliides.

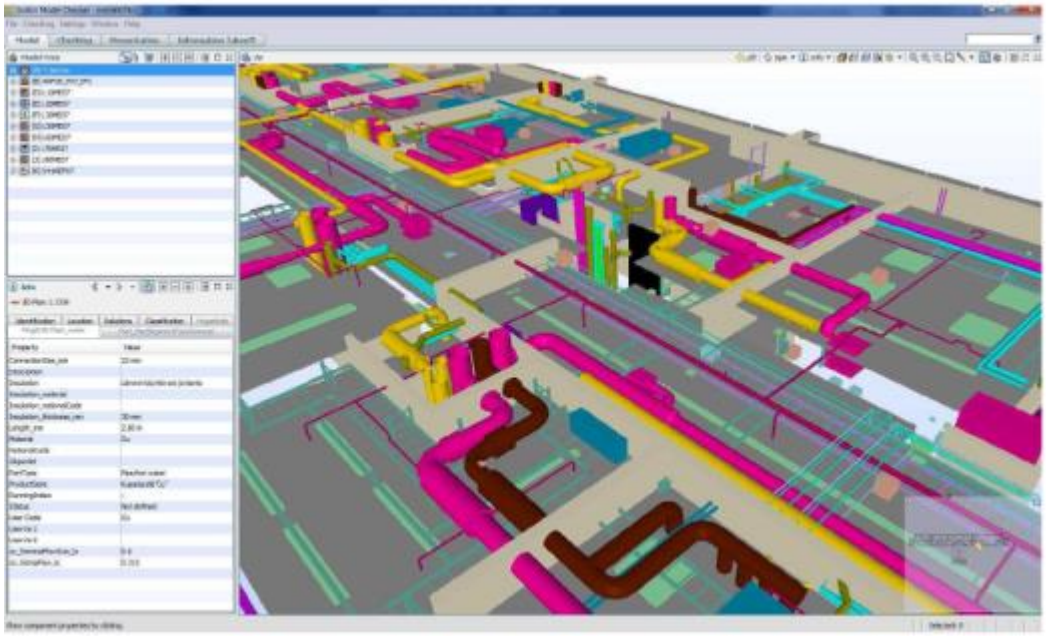
Haldusstaadiumi vajadusi toetavad programmid on näiteks Autodesk Navisworks, Tekla BIMsight ja Solibri ModelChecker.

Nõuded

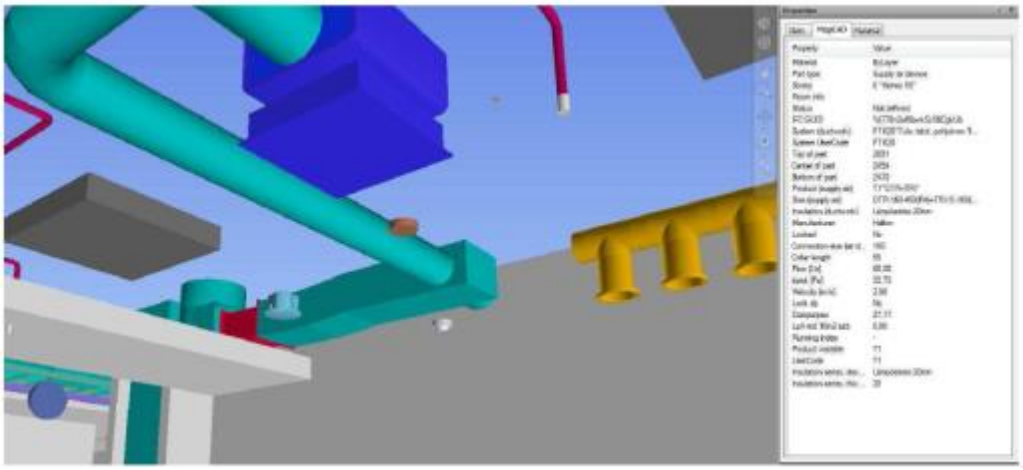
- Tehniliseks visualiseerimiseks kasutatavate IFC-mudelite salvestamine koondmudelitena kasutatava vaatamisprogrammi formaadis.
- Koondmudelite vaatamise lihtsustamine ja kiirendamine vajalike vaadete salvestamise abil.



Joonis 4. Tehnosüsteemidealade visualiseerimine vaatamistarkvara 3D-vaadete abil.



Joonis 5. Ruumide, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide visualiseerimine vaatamistarkvara 2D/3D-vaadete abil.



Joonis 6. Seadmeandmete sirvimine vaatamistarkvara 3D-vaadete abil.

7 Toetavad tarkvarad

7.1 Üldist

Projekteerimisfirmades kasutatakse paralleelselt projekteerimistarkvaraga veel mitmeid erinevaid tööriistu, näiteks ruumide ja ruuminõuete haldamiseks, tehniliste andmete talletamiseks, arvutuste ja simulatsioonide teostamiseks ning visualiseerimiseks. Ehitusfirmadel on spetsiaalseid rakendusi mahtude arvutamiseks, tegevuse planeerimiseks ja juhtimiseks jne. Selles juhendis on neid programme nimetatud **toetavaks tarkvaraks**.

Kasutatakse nii kommertstarkvara kui ka firmasiseseid tööriistu. **Toetavate tarkvarade originaalmudelid** on tavaliselt programmipõhised. Täiuslikumad tööriistad suudavad kasutada ka avatud andmevahetusmudeleid.

Projekteerimisel täiendavad toetavad tarkvara projekteerimisprogramme tehniliste andmete salvestamisel (seadmete nimekirjad jne). Näiteks Soomes enim kasutatavad tehnosüsteemide projekteerimisprogrammid ei võimalda paljude hoone haldamise aspektist oluliste seadmete (näiteks õhu ettevalmistusseadmed) andmete salvestamist nõutavas mahus.

Täiendavate projektandmete dokumenteerimiseks kasutavad projekteerijad tavaliselt oma tööriistu (tabelid või andmebaasid). Need kantakse haldustarkvarasse manuaalselt projektdokumentidest või andmevahetuslinkide abil. Soomes ei kasutata veel andmete eksportimiseks toetavate tarkvarade avatud formaati (vt lisa 1, COBie).

Nõuded

- Haldusandmed projektist dokumendiformaadis.
- Projektipõhise kokkuleppe alusel: vastavad andmed haldustarkvaraga ühilduvas formaadis.

7.2 Töövõtja tooteinfo

Ehitushanke lõpul peavad töövõtjad esitama hoone haldamiseks vajaliku informatsiooni oma tarnete kohta. Selles juhendis on seda nimetatud töövõtja tooteinfoks. Töövõtja tooteinfo hulka kuuluvad näiteks:

- andmed hooldamist vajavate hooneosade, seadmete ja materjalide kohta;
- toodete kontroll- ja mõõteandmed;
- kasutus- ja hooldusjuhendid.

Töövõtja tooteinfo antakse üle vähemalt dokumendiformaadis (PDF, Excel). Projektipõhiselt võib kokku leppida, et kvantitatiivse tooteinfo (näiteks valmistaja, tüüp, tehnilised andmed jne) esitatakse haldustarkvaraga ühilduvas formaadis. Soomes töövõtja tooteinfo eksportimiseks avatud andmevahetusstandardit veel ei kasutata (vt lisa 1, COBie).

Nõuded

- Töövõtjate tooteinfo esitamist käsitlevate kohustuste määramine (hooldusraamatu koostamise koordinaator ja BIM-koordinaator) ja lisamine modelleerimisplaani, erinõuded projektdokumentidesse.
- Ehitaja kohustuste dokumenteerimine BIM rakenduskavas, erinõuded ehitaja poolt kasutatavatele mudelitele.
- Töövõtja tooteinfo esitamine dokumendiformaadis (PDF, Excel).
- Projektipõhise kokkuleppe alusel: töövõtja kvantitatiivse tooteinfo esitamine haldustarkvaraga ühilduvas formaadis.

8 Haldustarkvara

8.1 Üldist

Haldustarkvaraks on käesolevas juhendis nimetatud näiteks ruumide kasutus- ja haldusrakendusi, hooldustarkvara ning tööriistu, mis on mõeldud energia- ja keskkonnaseireks, halduseelarve koostamiseks ning remondikulude kavandamiseks.

Haldustarkvara originaalmudelid on tavaliselt programmipõhised.

Haldusmudelid on käesolevas juhendis kasutatud üldnimetus, mis hõlmab kõiki haldusstaadiumis kasutatavaid infomudeleid:

- projekteerimistarkvara originaalmudelid;
- avatud andmevahetusformaadis mudelid (IFC, COBie, UBL jne);
- haldustarkvara originaalmudelid;
- vaatamistarkvara koondmudelid.

8.2 Ehituse teostusmudelid

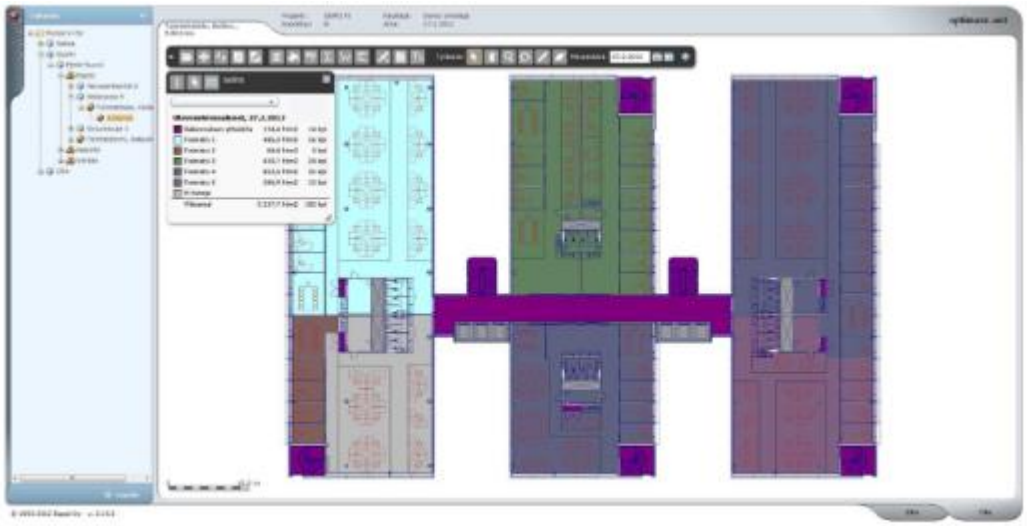
Hanke lõpul ajakohastatakse infomudeleid ehitusstaadiumis tehtud muudatuste kohaselt. Ajakohastatud mudeleid nimetatakse **teostusmudeliteks**. Teostusmudelite hulka kuuluvad vähemalt järgmised mudelid:

- projekteerimistarkvara originaalmudelid;
- avatud andmevahetusformaadis mudelid;
- eraldi kokku lepitud toetava tarkvara mudelid.

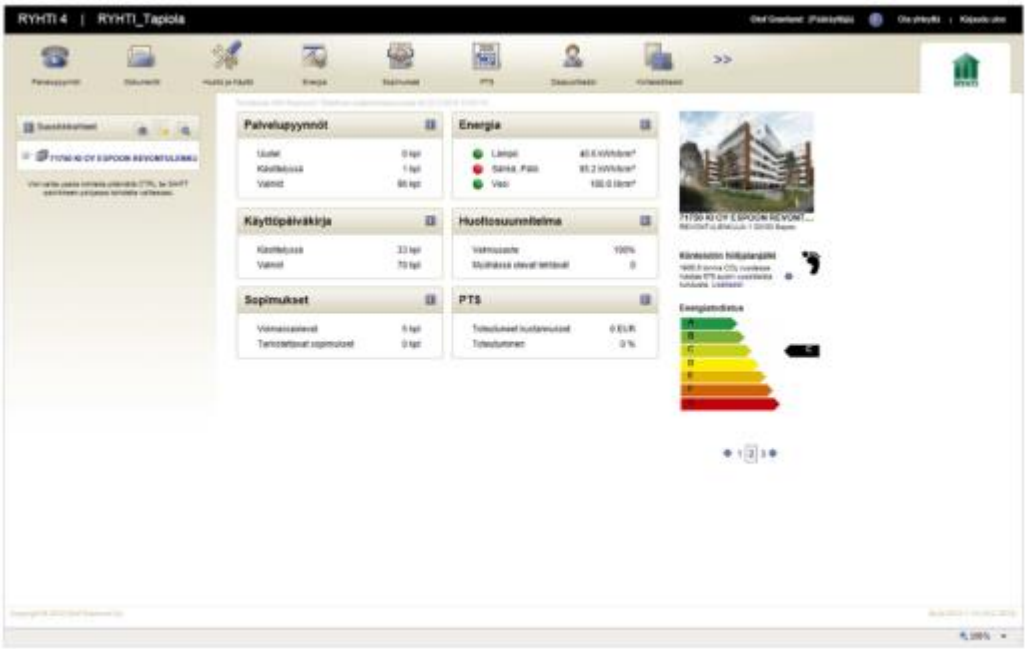
Teostusmudelid antakse üle kinnisvara valdajale. Teostusmudelite kvaliteedikontrolli on käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 6. osas „Kvaliteedi tagamine”.

Nõuded

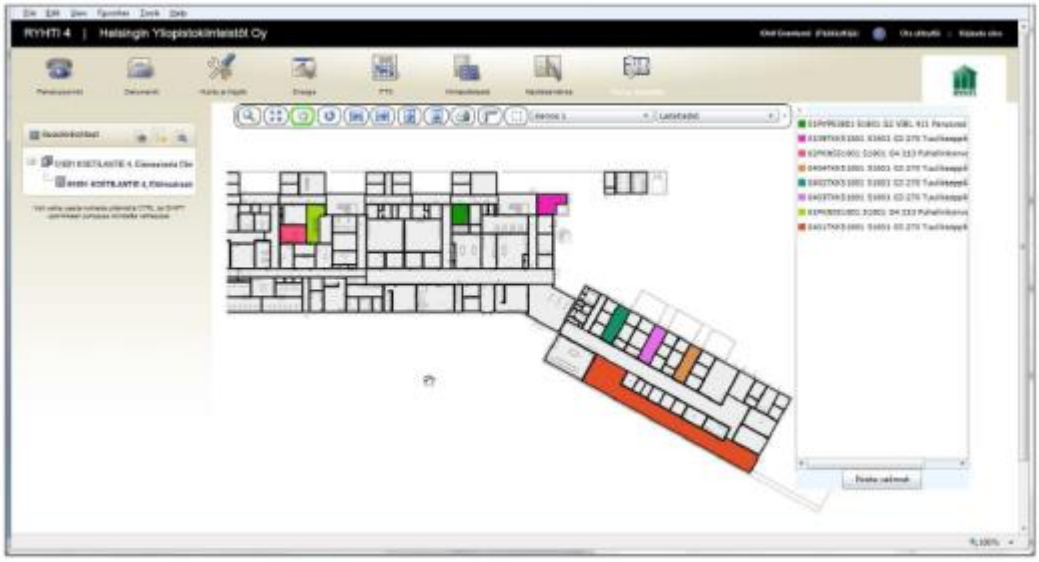
- Teostusmudelid eelpool kirjeldatud mahus
- Teostusmudelite kvaliteedikontroll



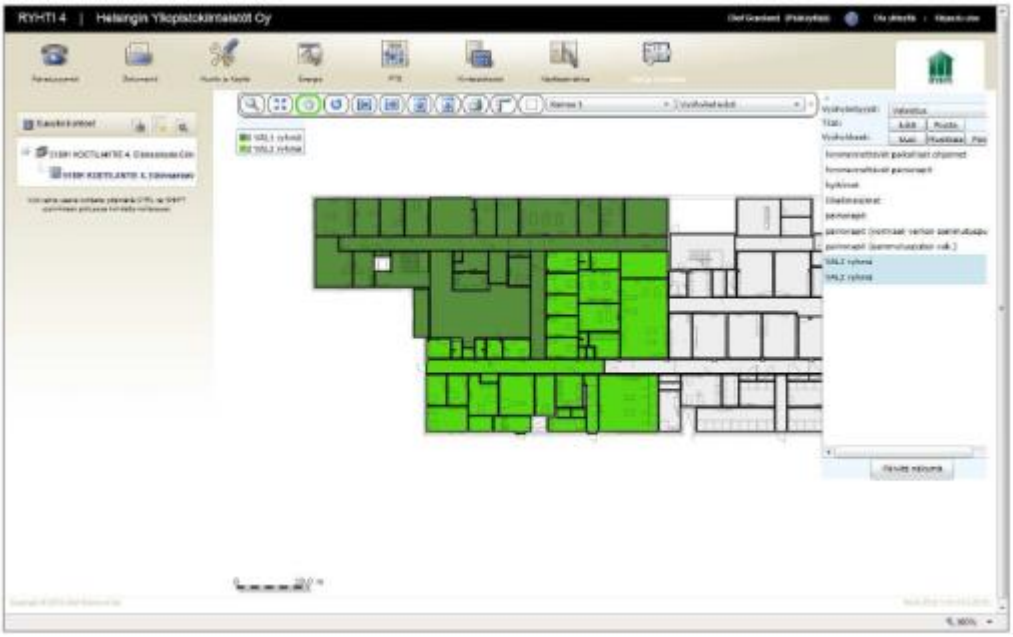
Joonis 7. Rendipindade, ruumide ja töökohtade visualiseerimine ja haldamine 2D-vaadete abil.



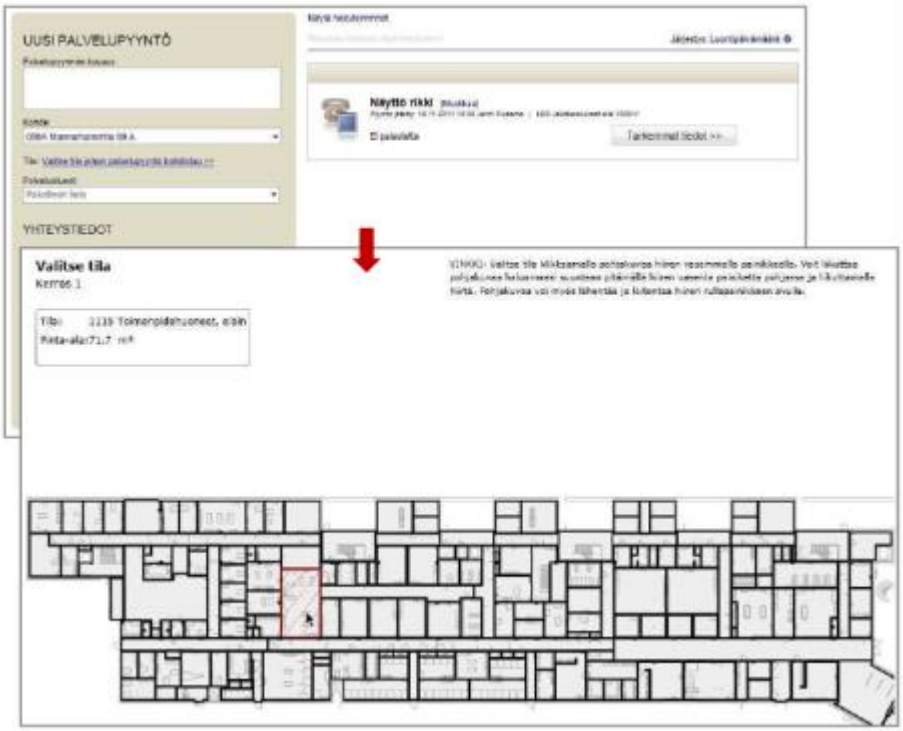
Joonis 8. Haldustarkvara, milles mudelinfot kasutatakse näiteks ruumide, alade ja seadmete visualiseerimisel ja administreerimisel, teenusetaotluste ja remondivajaduse lokaliseerimisel jne. Hoonemudeli abil saab simuleerida ka ehitise energiavajadust.



Joonis 9. Seadmete lokaliseerimine 2D-vaadete abil. Võimalik on avada ka 3D-vaadete vaatamisprogramm.



Joonis 10. Alade (valgustus, ventilatsioon, läbipääsukontroll jne.) visualiseerimine 2D-vaadete abil.



Joonis 11. Töötaotluste lokaliseerimine 2D-vaadete abil.

8.3 Haldustarkvara ühiskasutus

Andmevahetuseks on haldustarkvaras loodud programmipõhiseid linke. Need võimaldavad kasutada ühiseid andmeid ja toetada omavahel seotud toiminguid.

Teenusetaotluste ja remonditeadete edastamisel kasutatakse ka UBL-standardil (Universal Business Language) põhinevat avatud andmevahetust.

Soome kinnisvaraomanike ühendus RAKLI ry, mis püüab populariseerida avatud andmevahetuse

kasutuselevõttu, on 2009. aastal välja andnud UBL-andmevahetust käsitleva soovituse. Soovituse koostamisel osalesid mitmed kinnisvaraga tegelevad organisatsioonid ja tarkvaratarnijad.

8.4 Inventariseerimismudel

Olemasoleva hoone mudelit, mille aluseks on joonised, kohapeal teostatud uuringud ning ruumide ja hooneosade mõõdistustulemused, nimetatakse mõõdistusmudeliks. Täpsemalt on mõõdistusmudeleid käsitletud mudelprojekteerimise üldjuhendite 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine".

Mõõdistusmudeleid kasutatakse rekonstrueerimishangete lähteandmetena. Kui olemasoleva hoone haldamisel tahetakse kasutusele võtta mudelipõhiseid rakendusi, saab mõõdistusmudeleid haldustarkvaras kasutada ruumimudelina.

Enamasti seotakse olemasoleva hoone modelleerimine rekonstrueerimishankega, kuid modelleerimise võib siduda ka haldustarkvara soetamisega. Siis saab mõõdistussmudelit kasutada tulevastel rekonstrueerimishangetel.

Modelleerimistäpsus ja mudeli detailsus tuleb põhjalikult läbi mõelda. Kui eesmärk on eeskätt mudeli kasutamine haldustarkvaras, võib modelleerimiskulude vähendamiseks piirduda näiteks tehnosüsteemide puhul hooldamist vajavate objektide põhiandmete ja asukohaga.

8.5 Haldusmudelite arhiveerimine ja andmete varundamine

Ehitushanke teostusmudelid ning rekonstrueerimishangete **ajakohastatud teostusmudelid** arhiveeritakse sama moodi kui hankedokumendid.

Haldusmudelite infosisu **tuleb varundada** (näiteks automaatselt), et vajaduse korral oleks ka varasemad versioonid kättesaadavad.

Nõuded

- Teostusmudelite ja nende ajakohastatud versioonide arhiveerimine.
- Haldusmudelite andmete varundamine.

9 Haldusmudelite ajakohastamine

9.1 Üldist

Oluline on kindlaks määrata haldusmudelite uuendamise ja kvaliteedikontrolli kord, millega tagatakse **mudelite ja tarkvaraversioonide ajakohasus ja integreeritavus** ning seeläbi ka usaldusväärsus ja kasutamiskõlblikkus.

Tuleb koostada **haldusmudelite ajakohastamise juhend**, milles määratakse kindlaks vajalikud toimingud, nende teostamise aeg ja vastutavad isikud.

Ajakohasuse ja integreeritavuse nõue kehtib kõigile haldusmudelitele (haldustarkvara originaalmudelid, projekteerimistarkvara originaalmudelid, avatud andmevahetusformaadis mudelid ja koondmudelid).

Kokkuleppe korral võib nõuda ka **energiamärgise ajakohastamist** ja haldustarkvara auditi teostamist.

Haldusmudelite ajakohastamise protsess on kujutatud joonisel 3. Kõige loomulikum on siduda infomudelite ajakohastamine rekonstrueerimishankega, kuid kinnisvara haldamisel võib vajalikuks osutuda ka mudelite korraline ajakohastamine. Järgnevates punktides on **hankepõhist ajakohastamist ja korralist ajakohastamist** käsitletud eraldi.

Nõuded

- Haldusmudelite ajakohastamist käsitleva juhendi koostamine.

9.2 Haldusmudelite hankepõhine ajakohastamine

Hankepõhiseks ajakohastamiseks nimetatakse kõigi haldusmudelite ajakohastamist seoses ulatusliku rekonstrueerimishankega. Mudeli ajakohastamine toimub kahes järgus:

- enne hanget, mõõdistusmudelite loomiseks (vt mudelprojekteerimise üldnõuete 2. osa „Lähteolukorra modelleerimine”);
- pärast hanget, ajakohastatud teostusmudelite põhjal.

Nõuded

- Kõigi haldusmudelite (vt p 9.1) ajakohastamine seoses ulatusliku rekonstrueerimishankega.

9.3 Haldusmudelite korraline ajakohastamine

Haldus- või projekteerimistarkvara abil saab kõnealuse tarkvara originaalmudelis teha **väikeseid muudatusi** (näiteks nihutada vaheseinu). Kui tegemist on muu tarkvara aspektist teisejärguliste muudatustega, oleks kõigi mudelite kohene ajakohastamine tegelikkuses liiga keeruline. Sel juhul võib haldusmudeleid (vt p 9.1) ajakohastada kindlaksmääratud aja jooksul.

Korralise ajakohastamise vajadus sõltub konkreetsest ehitisest, kasutatava tarkvara võimalustest ja infovajadusest. Loomulik on siduda mudelite ajakohastamine näiteks teenuste hankekonkurssidega, et hinnapäringutes saaks kasutada ajakohaseid andmeid.

Et tagada mudelite ja tarkvaraversioonide integreeritavus, tuleks nende **ajakohastamise vajadust** hinnata **vähemalt igal kolmandal** aastal sõltumata sellest, kas vahepeal on toimunud märkimisväärseid mudelitega seotud muudatusi või mitte.

Miinimumnõue on väikeste **muudatuste tarkvarapõhine dokumenteerimine** haldusmudelite korraliseks ajakohastamiseks. Seda võib teha näiteks tarkvarapõhise **raportina**, milles on märgitud muudatused ja nende tegemise aeg (nn ajamärge).

Nõuded

- Muudatuste dokumenteerimine haldusmudelite ajakohastamiseks.
- Haldusmudelite ajakohastamise vajaduse hindamine vähemalt igal kolmandal aastal.

	Mõõdistusaruanne 22.02.2012	
HELSINGI ÜLIKOOL **RYHTI** Haldusjuhtimissüsteem	Lisatud või muudetud 01.01.2009–31.12.2011 Andmebaas Hooldusplaan Hooldusajalugu	Põhisüsteem KVVK Elekter Muud

	Objekti loomise kuupäev	Andmebaas			Hooldusplaan			Hooldusajalugu		
		KVVK	Elekter	Muud	KVVK	Elekter	Muud	KVVK	Elekter	Muud
Kampus, Viikki										
51801 KOETILANTIE 4, Veterinaarkliinik Clinicum										
KVVK KVVK-süsteemid										
G1 Küttesüsteemid	16.02.2004	18.09.2009			02.05.2011			26.05.2011		
G2 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	01.07.2004	12.11.2009			28.06.2011			28.06.2011		
G3 Ventilatsioonisüsteemid	25.02.2004	18.09.2009			14.10.2011			14.10.2011		
G4 Külmasüsteemid	09.08.2005	18.09.2009			27.09.2011			01.11.2011		
G51 Suruõhusüsteemid	16.02.2004	18.09.2009			31.10.2011			31.10.2011		
G81 Varuvõimsusseadmed	29.04.2004	18.09.2009								
J6 Automaatikasüsteemid	13.04.2005	18.09.2009								
G82 Kohtäratõmbeseadmed	27.06.2006				04.07.2011			04.07.2011		
AK Autoklaavid	04.07.2011	30.08.2011			28.10.2011			28.10.2011		
Elekter										
W22 Varutoitevõrk	31.05.2004		23.09.2009							
W21 Normaaltoitevõrk	14.12.2005		23.09.2009			02.05.2011			02.05.2011	
W23 UPS-võrk	24.05.2004		23.09.2009							
W1 Toitevõrk üle 1 kV	21.04.2005		23.09.2009							

Joonis 12. Haldusmudelite korraliseks ajakohastamiseks koostatud raport. Raportis on märgitud haldustarkvara originaalmudeli muudatused ja nende aeg.

9.4 Kvaliteedi tagamine

Haldusmudelite hankepõhise ja korralise ajakohastamisega peab kaasnema **kvaliteedikontroll**, mis hõlmab vähemalt alljärgnevalt loetletud toiminguid.

Nõuded

- Ajakohastatud mudelite terviklikkuse ja vastuolude kontrollimine (vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 6. osa „Kvaliteedi tagamine”).
- Haldusmudelite ja kasutatavate tarkvaraversioonide integreeritavuse kontrollimine.
- Kontrollimine, et kõigi haldusmudelite ajakohastamine toimuks ühtmoodi.
- Esialgne kokkulepe järgmise korralise ajakohastamise tähtaja kohta.

9.5 Energiamärgise ajakohastamine

Haldusmudelite ajakohastamise käigus tuleb kontrollida, kas mudelid on muutunud sedavõrd, et on tekkinud vajadus **projekteeritud energiavajaduse** ja **energiamärgise** ajakohastamiseks. Sel juhul võib kokku leppida ajakohastatud mudelil põhineva energiasimulatsiooni teostamise.

Nõuded

- Projekteeritud energiavajaduse ja energiamärgise ajakohastamise vajaduse kontrollimine haldusmudelite ajakohastamise käigus.

9.6 Haldustarkvara audit

Kokkuleppe korral võib kinnisvara haldusmudelite ajakohastamisega siduda ka kvaliteedikontrolli miinimumnõuetest ulatuslikuma **auditi**, mis hõlmab näiteks järgmist:

- haldustarkvara kasutamine;
- hooneinfo ajakohasus;
- väikeste muudatuste dokumenteerimine;
- korraline ja hankepõhine ajakohastamine;
- vajadus haldusmudelite administreerimise ja juhendite täiustamiseks.

LISA 1. Terminid

Originaalmudel – originaalmudel on hoone projekteerimis-, ehitus- või haldusmudel selles formaadis, milles mudeli loomiseks kasutatud tarkvara seda käitleb.

Avatud andmevahetusformaadis mudel -- avatud andmevahetusformaadis mudel on IFC-standardil vms avatud andmevahetusstandardil (COBie, UBL jne) põhinev infomudel.

COBie -- COBie *(Construction Operations Building Information Exchange)* on USA-s välja töötatud avatud andmevahetusstandard kinnisvara haldamisel vajaliku kvantitatiivse ehitusinfo talletamiseks. COBie eesmärk on lihtsus. COBie toetab ja täiendab infomudelite kasutamist IFC-formaadis ja on selle formaadiga ühilduv.

COBie kasutuselevõtt on alles algstaadiumis, kuid USA turul on paljud juhtivad projekteerimis- ja haldustarkvara tootjad juba lisanud oma tööriistadele ühilduvuse COBie-ga. COBie on kujunemas miinimumnõudeks ka USA riigiasutuste kinnisvarahalduse eest vastutava ametkonna GSA *(U.S. General Services Adminstration)* ehitusobjektidel.

Mõõdistusmudel – mõõdistusmudel on olemasoleva hoone mudel, mille aluseks on joonised, kohapeal täpsustatud hooneandmed ning võimalikud ruumide ja hooneosade mõõdistustulemused. Mõõdistusmudelit kasutatakse rekonstrueerimishankel lähteandmete mudelina ja haldustarkvaras ruumimudelina.

Modelleerimisplaan – ehitushanke modelleerimisplaan on kõiki osalisi siduv dokument, milles on kindlaks määratud modelleerimise eesmärgid, toimingud ja vastutavad isikud. Eesmärgid käsitlevad mudelite kasutamist ehitushanke käigus ning hoone ekspluatatsioonil ja haldamisel.

Teostusmudel – teostusmudel on infomudel, mida on ajakohastatud ehitustööde käigus tehtud muudatuste kohaselt. Teostusmudeli ajakohastamine toimub rekonstrueerimishangete ja haldusmudelite ajakohastamise käigus.

UBL – UBL *(Universal Business Language)* ehk universaalne ärikeel on XML-põhine e-arvete esitusviis, mille on välja töötanud rahvusvahelise avatud standardite edendamise organisatsioon OASIS.

Soome kinnisvaraomanike ühendus RAKLI ry on 2009. aastal soovitanud selle rakendamist ehitusvaldkonnas.

Töövõtja tooteinfo – töövõtja tooteinfoks nimetatakse töövõtja tarnitud hooneosade, seadmete ja materjalide andmeid. Töövõtja tooteinfo hõlmab ka mõõdistus- ja järelevalveandmeid ning kasutus- ja hooldusjuhendeid. Töövõtja tooteinfo täiendab projektinõudeid ja tehnilist teavet. Kvantitatiivse tooteinfo saab tarkvarapõhiselt üle kanda haldusmudelitesse.

Toetavad tarkvarad – projekteerimisfirmades kasutatakse paralleelselt projekteerimistarkvaraga veel mitmeid erinevaid tööriistu näiteks ruumide ja ruuminõuete haldamiseks, tehniliste andmete talletamiseks, arvutuste ja simulatsioonide teostamiseks ning visualiseerimiseks. Ehitusfirmadel on spetsiaalseid rakendusi mahtude arvutamiseks, tegevuse planeerimiseks ja juhtimiseks jne. Selles juhendis on neid programme nimetatud toetavaks tarkvaraks.

Koondmudel – koondmudel on erinevate projekteerimisvaldkondade (arhitektuur, konstruktsioon, tehnosüsteemid jne) IFC-mudelite põhjal koostatud mudel, mida saab kasutada infomudelite vaatamistarkvara abil. Koondmudel on vaatamistarkvara failiformaadis. Vaatamistarkvara võimaldab vajalike vaadete salvestamist koondmudelitesse.

Haldusmudelite hankepõhine ajakohastamine – hankepõhiseks ajakohastamiseks nimetatakse kõigi haldusmudelite ajakohastamist pärast ulatuslikku rekonstrueerimishanget, et viia need vastavusse teostusmudelitega.

Haldusmudelite korraline ajakohastamine – korraliseks ajakohastamiseks nimetatakse kõigi haldusmudelite perioodilist ajakohastamist projekteerimis- või haldustarkvara abil tehtud (väikeste) muudatuste alusel.

Haldustarkvara – haldustarkvaraks nimetatakse näiteks ruumide kasutus- ja haldusrakendusi, hooldustarkvara ning tööriistu, mis on mõeldud energia- ja keskkonnaseireks, halduseelarve koostamiseks ja remondikulude kavandamiseks.

Haldusmudelid – haldusmudeliteks nimetatakse kõiki kinnisvara haldamisel kasutatavaid infomudeleid. Nende hulka kuuluvad projekteerimistarkvara originaalmudelid, avatud andmevahetusmudelid ja haldustarkvara originaalmudelid.

LISA 2. Viited

3D-4D Building Information Modeling. GSA, US General Services Adminstration. http://www.gsa.gov/portal/category/21062

Construction Operations Building Information Exchange (COBie). WBDG, Whole Building Design Guide. http://www.wbdg.org/resources/cobie.php

Construction Operations Building Information Exchange (COBie). The BuildingSMART alliance. http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/projects/cobie

Energy information exchange (ENERGie). The BuildingSMART alliance. http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/newsevents/proceedings/energie09/

The Information Delivery Manuals (IDM). The buildingSMART International. http://iug.buildingsmart.com/idms

Specifiers' Properties Information Exchange (SPIE). The BuildingSMART alliance. http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/projects/activeprojects/32

Mikko Hyytinen et al. Tuotemallin hyödyntäminen huoltokirjassa. Raportti 26.06.2009. 6111202.PK01. Pöyry Building Services Oy

Kaarina Kaste. Tietomallintaminen Senaatti-Kiinteistöissä. Haastattelututkimus 2009. Raportti 27.08.2009. Senaatti-Kiinteistöt

Tiedonsiirtosuositus, v 1.00. 30.09.2009. Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry

Kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset, KiinteistöRYL 2009. Rakennustieto Oy

Statsbygg BIM Manual, v.1.2. 31.3.2011. Statsbygg Building Information Modeling Manual. http://www.statsbygg.no/System/Topp-menyvalg/English/

Forns-Samso F. et al. Use of Building Information Modeling (BIM) in Facilities Management. 3rd. International/9th Construction Specialty Conference. June 14-17, 2011. Ottawa, Canada. Video clip: "View of the Future for FM" - Building Information Models (BIM) for Facilities Management. http://www.youtube.com/watch?v=nHGhH9g4_gg

GSA BIM Guide for Facility Management. GSA Building Information Modeling Guide Series 08, December 2011. GSA, U.S. General Services Adminstration, Public Building Service, Office of Design and Construction. http://www.gsa.gov/portal/category/105075

Kiinteistöliiketoiminnan sanasto, RAKLI 12. Lausuntoluonnos 17.02.2012. Sanastokeskus TSK, Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 13: Infomudelite kasutamine ehitamisel

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

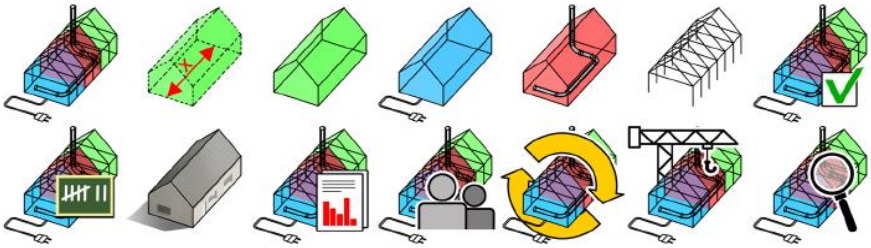
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 13: Infomudelite kasutamine ehitamisel" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

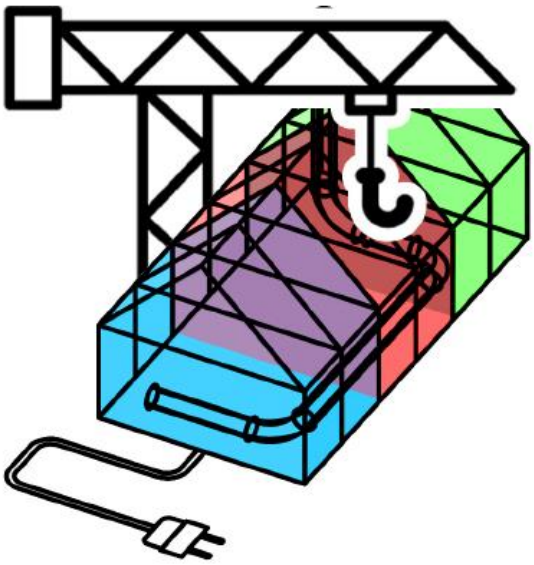
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0



13. osa

Infomudelite kasutamine ehitamisel

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 keeletoimetaja 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
3 Töövõtjate nõuded infomudelitele 6
3.1 Infomudelite määratlemine töövõtudokumentides 6
3.2 Töövõtjatele üleantavate infomudelite määratlemine 6
3.3 Töövõtja vastutusel toimuv projekteerimine 7
3.4 Infomudelite haldamine ehitusstaadiumis 7
4 Infomudeli kasutusvõimalused ehitusstaadiumis 9
4.1 Modelleerimisnõuded ehitusstaadiumis 9
4.2 Ehitusgraafiku esitamine infomudelis 9
4.3 Ehituskäigu kajastamine infomudelis 10
4.4 Ehitusplatsi modelleerimine (ehitusplatsi plaan) 11
4.5 Ehitusstaadiumi töökaitsemeetmete tagamine infomudeli abil 13
5 Ehitusandmete kandmine teostusmudelitesse 15
5.1 Pinnase- ja vundeerimistööde dokumenteerimine 3D-mudelina 15
5.2 Ehitusaegsed muudatused 15
5.3 Kaetavad tarindid 16
5.4 Projektimuutused ehituse käigus 16
5.5 Hoone haldajale üleantavad andmed 16

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves – 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

Ehitamisel on erinevate projekteerimisvaldkondade infomudelid vajalikud projektdokumente täiendavate lähteandmetena ning teostusmudelite koostamise alusena. Selles juhendis käsitletakse projekteerijate infomudeleid ehitusvajaduste aspektist, ehitajate ülesandeid modelleerimisel ja andmete edastamist teostusmudeli (as-built) loomiseks. Käsitletakse nii ehitustöövõtja kui ka tehnosüsteemide töövõtja modelleerimisülesandeid.

Töövõtjad kasutavad infomudeleid ehitustööde ettevalmistus- ja teostusstaadiumis näiteks järgmisteks toiminguteks:

- objekti ja projektidega tutvumine ning info kogumine hinnapakkumisel, hangete teostamisel, ehituse ettevalmistamisel ja ehitustöödel;
- mahtude arvutamine hinnapakkumise koostamisel ja ehitustööde ajal hangete läbiviimiseks ja tööde planeerimiseks;
- tegevuse koordineerimine ja infovahetus ehitustööde ajal;
- 4D-ajagraafiku ja töökorralduse kavandamine ning teostuse visualiseerimine;
- erinevate projekteerimisvaldkondade mudelite integreerimine näiteks tehnosüsteemide paigalduse juhtimiseks ja ehitatavuse kontrolliks;
- tarindite ja tarindielementide koordinaatide väljavõtt ning edastamine mõõteseadmetele;
- ehitusplatsi organiseerimine ning tööohutuse/turvalisuse kavandamine mudelite abil.

Mudelipõhine projekteerimine vähendab probleemsete olukordade tekkimist ehitusplatsil, sest erinevate valdkondade projektid on enne infomudelite abil koondatud. Mudelprojekteerimine tagab täpsema projektdokumentatsiooni ja loob eeldused korrektsete liitumis-, ristumis- jms kohtade kvaliteetsemaks projekteerimiseks.

Ehitamise seisukohalt on oluline mudelite õigsus: mudelid on tehtud tehniliselt korrektselt, projekteerija on need üle kontrollinud ja mudelid on teiste projekteerimisvaldkondade mudelitega integreeritud. Lihtne tehniline põhimõte on see, et modelleeritud tarindite dimensioonid, asukoht ja tunnused on õiged. Näiteks hooneosade tüübitunnused peavad olema õiged, hooneosad peavad olema modelleeritud õigete tööriistadega ning mudelis ei tohi ilmneda alternatiivlahendusi.

Infomudelid ei asenda jooniseid ega teisi projektdokumente. Tähtis on, et projektdokumentide sisu ühtiks infomudelitega ja joonised toodetaks infomudelitest. Kui joonised ei vasta joonestusstandardite nõuetele, võib neid vajaduse korral muuta või parandada jooniste loetavust, kuid muudatused ei tohi olla infomudeliga vastuolus. Töövõtjad kasutavad projekteerijate koostatud mudeleid erinevate tööülesannete täitmiseks. Ehitusmudel ehk platsimudel ei ole üks konkreetne infomudel, vaid üldnimetus sellistele mudelitele, millele on lisatud mõni ehituse juhtimisest lähtuv aspekt. Ehitusmudelid on näiteks 4D-ajagraafikud või ehitusplatsi üldplaani sisaldav ehitise ja maa-alamudel. Üks ehitusmudel võib sisaldada mitut erinevat ehitusplaani.

3 Töövõtjate nõuded infomudelitele

3.1 Infomudelite määratlemine töövõtudokumentides

Nõuded

Töövõtudokumentides määratakse kindlaks infomudelite üleandmine töövõtjale, mudelite kasutusõigused ja töövõtjat puudutavad modelleerimisnõuded.

Selgitus

Töövõtulepinguga seotud modelleerimisküsimusi käsitletakse põhjalikumalt mudelprojekteerimise üldjuhendite 11. osas „Mudelipõhise projekti juhtimine". Käesolevas osas kirjeldatakse töövõtja aspektist vajalikuks peetavaid protseduure.

Infomudelite üleandmist puudutavate sätete eesmärk töövõtudokumentides on mudelite tähtsuse, osaliste vastutuse ja mudelite kasutusõiguste kindlaksmääramine. Need nõuded võib esitada näiteks lepingu lisas või töövõtuläbirääkimiste protokollis.

Miinimumnõudena võib kirja panna, näiteks et töövõtjatel on võimalik kasutada projekteerijate ajakohastatud infomudeleid ja mudelite kaaskirju. Lisaks tuleks töövõtudokumentides täpsustada, et tegemist on hankega, mille projektid on koostatud mudelipõhiselt ja mudeleid ei saa käsitleda teistest projektdokumentidest eraldiseisvalt.

Täpsem alternatiiv on nimetada üleantavad mudelid töövõtulepingu tehnilisteks dokumentideks ja määrata kindlaks nende seos teiste dokumentidega. Infomudelid ja mudelite kaaskirjad identifitseeritakse samamoodi nagu muud tehnilised dokumendid.

Lisaks määratakse töövõtudokumentides kindlaks töövõtja õigus anda infomudel üle kolmandale osalisele (näiteks seoses allhankekonkurssidega või allhanget teostavale ettevõttele). Töövõtja on kohustatud esitama alltöövõtjale infomudeli kasutamist ja üleandmist käsitlevad piirangud.

Lisaks infomudelite üleandmisele määratakse töövõtudokumentides kindlaks töövõtja modelleerimisülesandeid puudutavad konkreetsed kohustused (vt ptk 4 ja 5), pidades silmas, et töövõtja kulusid mõjutavad nõuded tuleb esitada juba hinnapäringus. Kui töövõtjale seatakse modelleerimiskohustusi, peavad mudelid olema hinnapäringu tehnilisteks dokumentideks. Töövõtjal peab olema võimalus mudelitega tutvuda enne lepingu sõlmimist.

3.2 Töövõtjatele üleantavate infomudelite määratlemine

Nõuded

Töövõtjate kasutusse antavad infomudelid määratakse konkreetselt kindlaks ning nende kasutuseesmärk ja kvaliteet tuvastatakse osaliste ühisülevaatuse käigus. Töövõtjale tutvustatakse mudelite kasutamisega seotud protseduure ja tegevusi. Lisaks lepitakse kokku vajalikud ehitustööde käigus teostatavad ülevaatused. Töövõtja esitab oma nägemuse infomudelite kasutamisest.

Selgitus

Töövõtuläbirääkimiste käigus korraldatakse ülevaatus, mille puhul tellija, peaprojekteerija jt projekteerijad ning töövõtjad teevad kindlaks olemasolevad infomudelid ning nende valmistamisel kasutatud modelleerimistarkvara ja versioonid. Ühtlasi määratakse töövõtulepingus sisalduvad mudeliversioonid. Töövõtjatele antakse üle mudelite originaal- ja IFC-versioonid.

Ülevaatuse käigus tehakse kindlaks ka mudelite põhisisu, kasutusotstarve, valmidusaste ja versioon. Need on võimalik kindlaks teha infomudeli kaaskirja abil ja ühtlasi veenduda, et kaaskiri on ajakohastatud. Lisaks tehakse kindlaks muud modelleerimisnõuded ja -juhendid, mis tellija on projekteerijale esitanud ja mis on mõjutanud mudelite sisu, kasutatavaid tunnuseid vms.

Samuti tuleb ülavaatusel veenduda, et projekteerijad on kontrollinud mudelite kvaliteeti ja erinevate projekteerimisvaldkondade mudelid on integreeritud. Samas kontrollitakse

kokkulepitud paranduste teostamist või hetkeseisu. Töövõtjatel peab olema võimalus kasutada kvaliteedikontrollidokumente, sh mudelprojekteerimise üldjuhendite 6. osas „Kvaliteedi tagamine" mainitud kontroll-lehti.

Ülevaatuse käigus lepitakse kokku ka koondmudeli koostamine, vastutajad, kasutatavad töövahendid ning osamudelid.

Lisaks mudelite sisule määratakse kindlaks osaliste edasised ülesanded ja nendega kaasnevad toimingud. Need on näiteks modelleerimise käik ja mudelite täiustumine, mudelite avaldamisetapid, töömudelite ajakohastamise intervall, mudelite jagamine projektipanga kaudu, muudatuste ja versioonide haldamine, kvaliteedikontroll ning nendega seotud koordineerivad tegevused ja vastutajad.

Ülevaatuse käigus tehakse kindlaks töövõtjate modelleerimisülesanded ja -tarkvara ning nende infomudelite võimalik muu kasutamine ja jagamine.

Samuti peavad osalised kokku leppima, millist täiendavat informatsiooni (näiteks projekteerimisgraafik, hankepaketid või mudeliosade valmidusaste) mudelisse talletatakse, kes selle kindlaks määrab ja erinevatesse mudelitesse salvestab.

Muude projektdokumentide puhul määratakse kindlaks, millised on mudelist valmistatud joonised. Soovitatav on märkida joonise aluseks olnud mudel ka jooniste nimekirja.

Lähtudes mudelite valmimisastmest jt hanke erinõuetest peavad osalised kokku leppima ka vajalikud edaspidised ülevaatused.

Infomudelite ülevaatus tuleb dokumenteerida koosoleku protokolli vms dokumendina.

3.3 Töövõtja vastutusel toimuv projekteerimine

Nõuded

Kui töövõtja vastutusel projekteeritavad ehitise osad modelleeritakse, tuleb tegevus hanke teiste modelleerimistoimingutega integreerida. Ehitiseosade modelleerimisnõuded lepitakse kokku projektipõhiselt.

Selgitus

Töövõtja paneb ehitise osade projekteerijatele kohustuse oma tegevus tellija projekteerijatega töövõtudokumentide kohaselt kooskõlastada ja integreerida ning järgida üldiseid ja projektipõhiseid modelleerimisnõudeid. Töövõtja kutsub ehitise osade projekteerijad vajalikele infomudeli ülevaatustele ja paneb neile kohustuse järgida kokkulepitud kvaliteedikontrollimeetmeid.

Tellija/peaprojekteerija peab hoolitsema, et selliste ehitise osade modelleerimine toimuks koordineeritult muu projekteerimisega. Näiteks katuseakna puhul määrab arhitekt vaid ava asukoha ja esitab täpsustava selgituse (klaasijaotus või -tüüp). Ehitise osa tööprojekti integreerimine teiste projektidega võib tähendada ka näiteks sprinklerpihustite asukoha määramist või hooldustasapindade kokkusobitamist, mis eeldab osamudelite integreerimist ja vajalike muudatuste tegemist osamudelites.

3.4 Infomudelite haldamine ehitusstaadiumis

Nõuded

Infomudeleid tuleb ehitustööde käigus ajakohastada ja need peavad olema kooskõlas kõikidele töövõtjatele üle antud teiste projektdokumentidega.

Selgitus

Jooniste ja teiste projektdokumentide muutmise või täiendamise korral tuleb osalistele esitada ka ajakohastatud infomudel. Avakoosolekul lepitakse kokku mudelite ajakohastamise intervall ning jooniste avaldamise ajagraafik. Need ei pea omavahel kokku langema.

Mudeli ajakohastamisel tuleb tehtud muudatused märkida infomudeli kaaskirja ning kaaskiri avaldatakse koos ajakohastatud mudeli ja joonistega.

Vajaduse korral võib tehtud muudatuste koha ja sisu visualiseerimiseks võrrelda modelleerimistarkvara abil mudeli erinevaid versioone ja printida 3D-vaateid.

Nõuded

Töövõtja on kohustatud teavitama avastatud modelleerimisvigadest või puudustest vastava mudeli projekteerijat ja BIM-koordinaatorit. Projekteerija on kohustatud vea kõrvaldama ja esitama uue mudeliverisooni.

Selgitus

Projekteerimisvaldkondade modelleerimisnõuete kohaselt peavad kõik osalised oma mudeleid enne nende üleandmist kontrollima ja projektide integreeritavuse eest vastutab ka infomudelite puhul peaprojekteerija. Kui mudelites avastatakse siiski vastuolusid, peavad osalised hea ehitustava kohaselt vastuolud kiiresti kõrvaldama ja hoidma ära nende mõju edasisele tegevusele.

Kui projekteerija on saanud teate avastatud vastuolust, peab ta informeerima sellest ka teisi osalisi, et vältida nende asjatuid lisakulutusi.

Projekteerija peab kohe tegema vajalikud parandused või paranduste tegemise teiste osalistega kokku leppima. Kui osalised leiavad, et tegemist on sellise vastuoluga, mida ei ole vaja kohe kõrvaldada, võib avastatud vastuolu ja selle kõrvaldamise tähtaja märkida infomudeli kaaskirja.

4 Infomudeli kasutusvõimalused ehitusstaadiumis

4.1 Modelleerimisnõuded ehitusstaadiumis

Töövõtjatel on infomudelite kasutamine enamasti seotud ehituse organiseerimisega, mille puhul tellija ei ole tavaliselt täpseid nõudeid määranud. Töövõtulepingus on nõutud näiteks ehitustööde ajagraafiku koostamist, kuid selle sisu ja vorm ei ole täpselt määratletud.

Selles peatükis käsitletakse infomudeli üldiseid kasutusvõimalusi ehitusstaadiumis. Need on esitatud nõuetena, kuid täpsemalt tuleb alati kokku leppida projektipõhiselt.

Järgnevates peatükkides käsitletakse töövõtja olulisemaid modelleerimisülesandeid, mis avaldavad mõju teiste hanke osaliste tegevusele ja peatöövõtja kohustuste täitmisele. Tuleb arvesse võtta, et tegelikkuses kasutavad töövõtjad infomudeleid veel mitmeks muuks otstarbeks. Näiteks kasutatakse neid järgmistel puhkudel:

- Visualiseerimine ja juhtimine infomudelite abil
  - Infomudelite visuaalsus on endiselt peamine eelis nende kasutamiseks paljudes olukordades. Ehitust planeerides ja juhtides kasutatakse visualiseerimist eelkõige objektist ja tarinditest parema ülevaate saamiseks ning tööde organiseerimiseks ja ajastamiseks.
  - Vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 8. osa „Mudelite kasutamine visualiseerimisel”.
- Mahuarvutused
  - Kui mudel on tehtud õigesti ja vigadeta, võtab mahtude arvutamine mudeli põhjal vähem aega ja annab täpsema tulemuse. Mahtude mudelipõhine arvutamine ja valmis mahutabelid vähendavad oluliselt korduvaid tegevusi ning aitavad tõhustada ehitustöid.
  - Vt mudelprojekteerimise üldjuhendite 7. osa „Mahuarvutused”.
- Hanked
  - Infomudelite levikuga kaasneb mudelite ja mudelipõhiste mahuandmete kasutamine ka allhangete korraldamisel ning laieneb mudelite kasutusvaldkond. Allhanked võivad hõlmata ka mudelipõhist projekteerimist, mida on käsitletud käesoleva juhendi 3. ja 5. peatükis.

4.2 Ehitusgraafiku esitamine infomudelis

Nõuded

Infomudelisse märgitakse projekti ajagraafiku seisukohalt kriitiliste hooneosade ja süsteemide kavandatud ehitusaeg. Mudeliga liidetud ajagraafik (4D) esitatakse hanke osalistele kokkulepitud kujul. Nõuded lepitakse kokku projektipõhiselt.

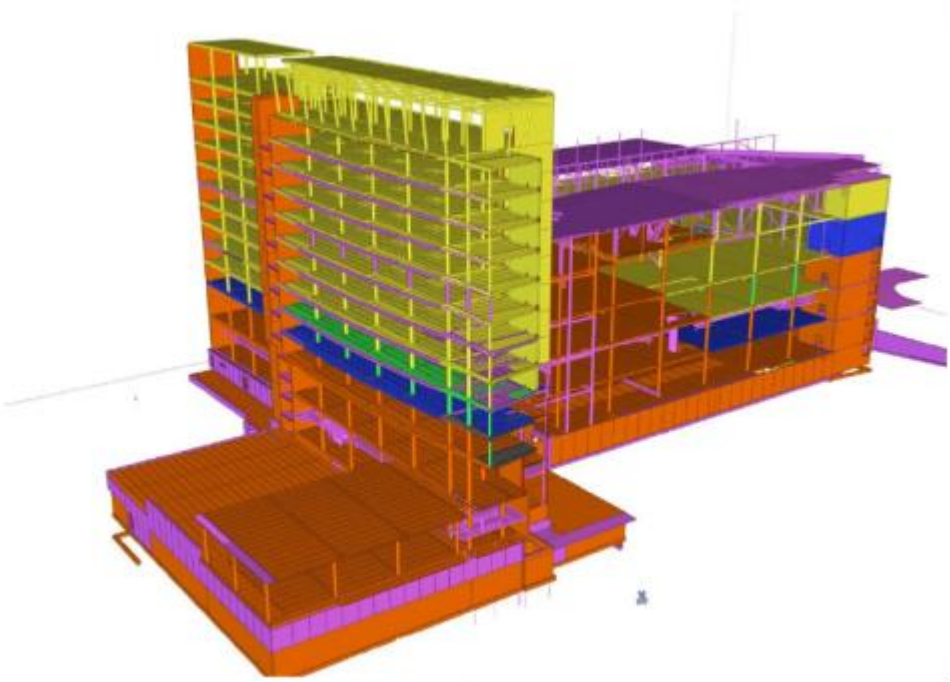
Selgitus

Mudeliga liidetud ajagraafik täiendab tellijale esitatavat ehitustööde graafikut ja lihtsustab näiteks täiendavate projekteerimistööde organiseerimist. Projekti ajagraafiku seisukohalt kriitilised hooneosad/tööetapid, millega seotud aegandmed kantakse mudelisse, võivad olla näiteks vundamendid, karkass ja lammutustööd. Infomudelis saab esitada ka projekteerimistööde ajagraafiku.

Mudeliga liidetud ajagraafiku saab esitada ainult modelleeritud tarindite puhul ja informatsiooni täpsusest sõltuvalt. Mudelid antakse töövõtjale üle niisugusel kujul, mis võimaldab ehitustööde planeerimist saadaoleva kommertstarkvara abil. Kui projekteerijalt eeldatakse mudeli jagamist ehitamise ja ajagraafiku nõuete kohaselt, tuleb selles töös eraldi kokku leppida.

Ehitustööde ajagraafiku avaldamise vorm ja jaotusviis tuleb kokku leppida hankepõhiselt. Jagamine võib toimuda näiteks 4D-mudelist toodetud staatilise vaatena, kus erinevatel aegadel (sõltuvalt ajagraafiku täpsusastmest näiteks erinevatel päevadel, nädalatel või

kuudel) tehtavad hooneosad on tähistatud erinevate värvidega. Järgneval joonisel on näide ehitustööde ajagraafiku esitamisest infomudelis (joonis 1). Niisuguse vaate saab teistele osalistele jagada ilma spetsiaalse mudelipõhise tarkvarata.



Joonis 1. Karkassitööde mudeliga liidetud ajagraafik. Värvikoodid: oranž = valmis/paigaldatud, sinine = käesolev nädal, roheline = järgmine nädal, kollane = tähtaeg üle kahe nädala, lilla = tähtaeg üle kahe nädala, teine töövõtja. Allikas: SRV, Flamingo, Vantaa.

Kui tegemist on allhankega ning allhankija modelleerib ja määrab tähtaja oma tööetapile ise, tuleb eraldi kokku leppida selle mudeli esitamine, jagamine ja võimalik integreerimine peatöövõtja ajagraafikusse.

Ehitustööde ajagraafik ja sellest kinnipidamine on tellija seisukohalt üks hanke tähtsamaid aspekte. Tähtaegade ja tööde hetkeseisu esitamine infomudeli abil (näiteks objekti koosolekutel) on näitlikum kui traditsioonilisel viisil koostatud ajagraafik.

4.3 Ehituskäigu kajastamine infomudelis

Nõuded

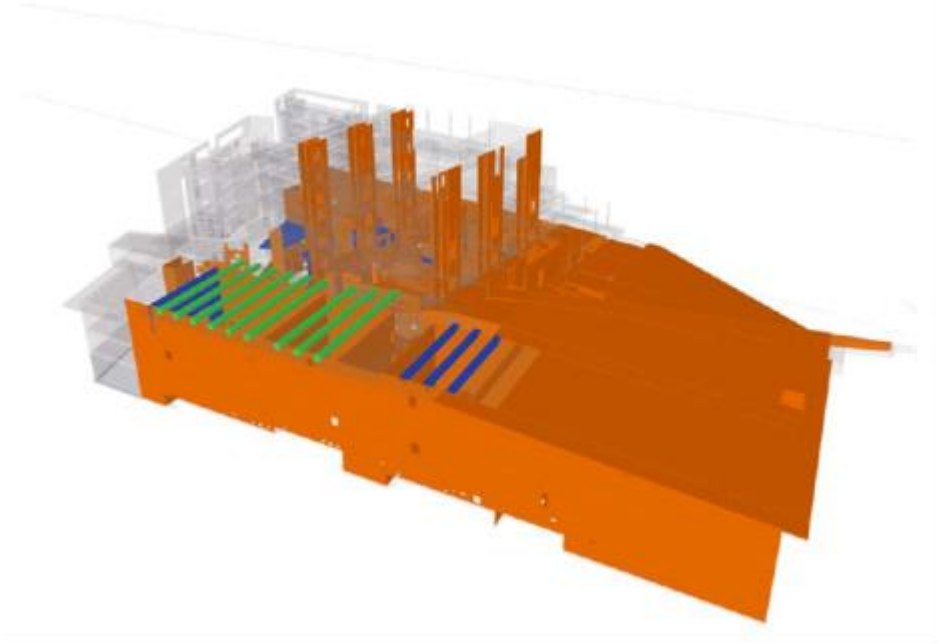
Tarindite ja süsteemide tegelik teostusaeg märgitakse infomudelisse kokkulepitud ajavahemiku järel. Ehituskäiku kajastav mudel tuleb esitada kogu projekteerimisrühmale kokkulepitud formaadis ja viisil. Nõuded lepitakse kokku projektipõhiselt.

Selgitus

Teostusinfo võib mudelisse salvestada näiteks iga päev või kokkulepitud nädalapäeval. Hetkeolukorra kajastamine on võimalik ainult modelleeritud tarindite puhul ja informatsiooni täpsusest sõltuvalt.

Hetkeolukorda kajastava mudeli jagamise puhul tuleb kokku leppida formaat, ajavahemik ja jaotusmeetod. Jagamine võib toimuda kokkulepitud ajavahemiku järel tegelikule ehitusolukorrale vastava staatilise 3D-vaatena (näiteks XML- või 3D-PDF-formaadis) hanke projektipanga või infokeskuse kaudu. Alljärgneval joonisel on näide ehitustööde hetkeseisu mudelipõhisest esitamisest (joonis 2).

Lisaks hetkeolukorrale saab vajaduse korral mudeli abil esile tuua ka järgmisel perioodil ehitatavad tarindid.



Joonis 2. Ehitustööde hetkeolukorda kajastav infomudel. Värvikoodid samad mis eelmisel joonisel. Allikas: SRV, Muusikamaja, Helsingi.

4.4 Ehitusplatsi modelleerimine (ehitusplatsi plaan)

Nõuded

Töövõtja koostab ehitusplatsi 3D-mudeli. See, millisteks tööetappideks 3D-mudel koostatakse, tuleb kokku leppida objektipõhiselt.

Maa-ala (krunt) ja hooned ning kõik traditsioonilisel 2D-üldplaani koostamisel nõutavad ajutised rajatised, liikumisteed ja ruumivajadus esitatakse täpsete 3D-objektidena/komponentidena või lihtsustatud 3D-elementidena. Sõltumata modelleerimistäpsusest tuleb mudel teha nii, et projekti osad oleksid visuaalselt eristatavad.

Ka külgnevad tänavad ning näiteks kraana töötsoonis paiknevad ehitised ja rajatised esitatakse ulatuses, mis lähtub ehitusobjekti võimalikust mõjust (näiteks mõju jalakäijate ja sõidukite liiklemisele).

Nõuded lepitakse kokku projektipõhiselt ja ühtlasi lepitakse kokku lähtealuseks võetava krundi-/maa-alamudeli koostamine.

Selgitus

Ehitusala kasutusmudeli loomisel võib aluseks võtta arhitektuurse või konstruktsioonide mudeli. Lähtealuseks võetakse vajalikke hooneosasid sisaldav mudel ja jätkatakse selle põhjal ehitusplatsi modelleerimist. Alternatiivina võib töövõtja kasutada projekteerija koostatud mudelit ehitusala modelleerimisel referentsina.

Et ehitusplatsi 3D-mudeli sisu oleks lihtsalt mõistetav ja kasutatav ka traditsioonilise 2D-joonisena (mudeli 2D-vaatena), tuleb objektidele lisada vajalikud selgitavad tekstid ja lisaandmed (näiteks jäätmete sorteerimine liikide kaupa). Seda tuleb teha sõltumata asjaolust, kas mudel on tehtud lihtsa maa-ala skeemina (näiteks 3D-vaadete või -elementidena) või visuaalselt paremini mõistetavate 3D-objektidena.

Kui projekti osad peavad olema identifitseeritavad ka tarkvara abil, tuleb selles eraldi kokku leppida.

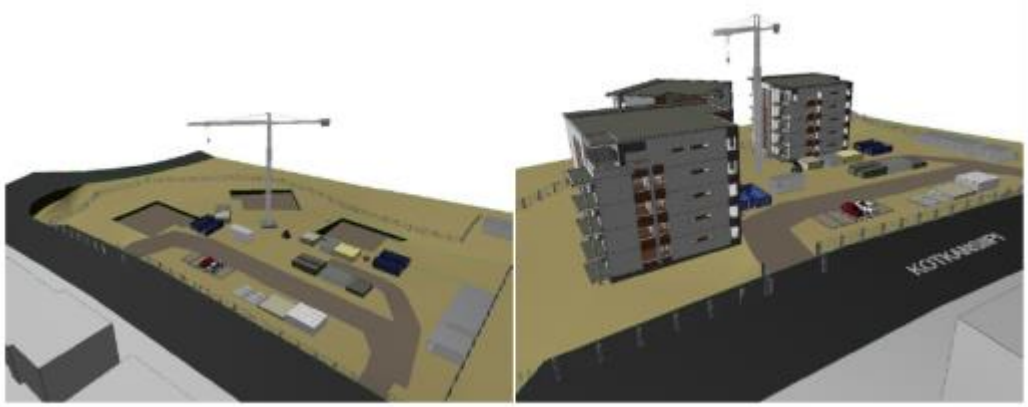
3D-mudelit tuleb ehitustööde käigus pidevalt ajakohastada, et see vastaks võimalikult täpselt tegelikule olukorrale.

Mudelis näidatakse ära erinevateks toiminguteks kasutatavad alad ning vajalikud teenindusalad:

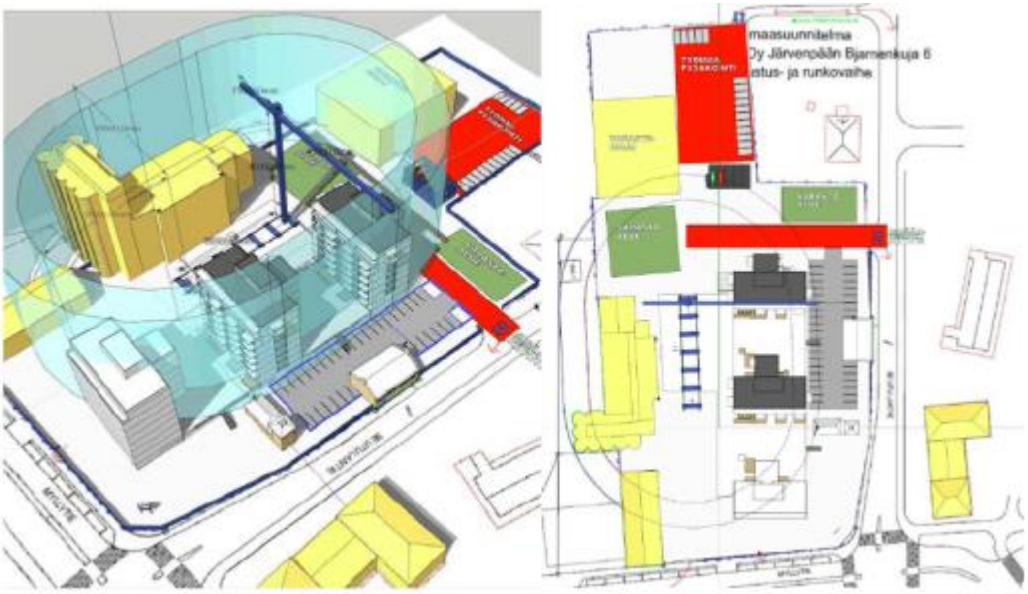
- ehitusplats ja seda piiravad tänavad ning muu lähiümbrus, mida ehitusplatsil toimuv tegevus võib mõjutada;
- ajutised ehitised ja varustus (näiteks masinad, soojakud, piirded ja väravad, liikumisteed, väljapääsu- ja evakuatsiooniteed);
- ajutised olukorrad (näiteks kaevandid ja materjalide ladustusalad).

Lisaks visualiseeritakse mudelipõhisel ehitusplatsi 3D-mudelil ohu- ja töötsoonid (näiteks kraana tööulatus või ohutsoon ja alarmsõidukite liikumiseks reserveeritud ala).

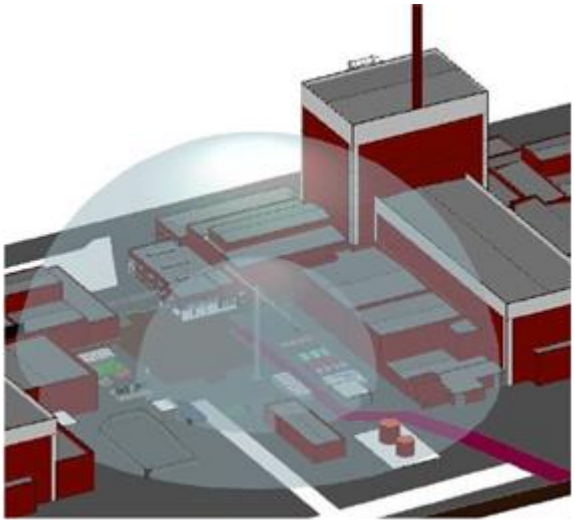
Mudeli abil antakse kõigile hanke osalistele informatsiooni objekti sise- ja välislogistikast ning töökorraldusest ja ohutusmeetmetest. Ajutised liikumisteed (näiteks jalakäijate suunamine ajutistele varikatusega kaetud kõnniteedele) on samuti ehitustööde ohutuse tagamiseks kavandatud objektid ja nende esitamine infomudelis lihtsustab lahenduste tutvustamist tellijale. Alljärgnevatel joonistel on näited ehitusala kasutusmudelitest.



Joonis 3. Ehitusplatsi 3D-mudel pinnase- ja karkassiitööde staadiumis. Allikas: VTT.



Joonis 4. Ehitusplatsi 3D-mudel; sama mudeli aksonomeetriline vaade ja 2D-vaade. Allikas: NCC, As Oy Järvenpään Bjarnenkuja 6.



Joonis 5. Ehitusplatsi 3D-mudeli kasutamine ohutsooni modelleerimiseks ja kraana võimaliku ohutsooni visualiseerimiseks. Allikas: VTT.

4.5 Ehitusstaadiumi töökaitsemeetmete tagamine infomudeli abil

Nõuded

Vastutavad töövõtjad ja projekteerijad kontrollivad elementide montaažiprojekti ja monteeritavaid elemente infomudeli abil ning määravad kindlaks montaažijärjekorra, tööaegse toestuse, jäigastuse ja raketisesüsteemid.

Peatöövõtja esitab kukkumist takistavate ohutusmeetmete tüüplahendused kinnitamiseks 3D-mudeli abil. Mudel tuleb esitada vähemalt tellijaga kokku lepitud täpsuses ja mahus.

Peatöövõtja ja konstruktsioonide projekteerija kontrollivad konstruktsioonide mudelis ühiselt tööohutusega seotud kinnituselemente jms (näiteks turvarakmete kinnituspunktid ja piirete kinnituskohad).

Töövõtja märgib ära ajutised ladustuskohad, kus ladustatava materjali mass ületab kokkulepitud piirkoormust ning saadab projekti konstruktsiooni projekteerijale.

Nõuded lepitakse kokku projektipõhiselt.

Selgitus

Näiteks turvapiirete puhul võib modelleerida kasutatavat tüüplahendust kogu hoones (näiteks ühel korrusel). Mudeli aluseks võetakse konstruktsioonide mudel. Kui konstruktsioonide mudel puudub või ohutusmeetmete mudel tehakse teise tarkvara abil kui konstruktsioonide mudel, kasutatakse lähteandmetena 2D-konstruktsiooniprojekte.

Geomeetriliselt täpsed piirdetüüpide mudelid võivad täiendada ka traditsioonilist piirete projekti (näiteks 2D-joonisel märgitakse kasutatavad piirdetüübid erinevate värvidega ja iga tüüplahenduse kohta esitatakse detailne 3D-mudel).

Montaažitoed modelleeritakse ning peatöövõtja ja konstruktsioonide projekteerija kontrollivad ühiselt nende paiknemist nii ohutuse tagamise seisukohalt kui ka logistilisest aspektist. Montaažitugede paiknemist kontrollides tuleb tähelepanu pöörata vajaliku toetuspunkti olemasolule. Samuti on mudeli abil võimalik kontrollida, kas montaažitoed ei häiri liikumist või materjalide ajutist ladustamist.

Mudelis kajastatavad kriitilised koormused on näiteks vahelagede projekteeritud piirkoormusele lähedased ajutised ladustuskoormused või ehitustöödel kasutatavad masinad.

Põhimõtteliselt on ehitustööde ohutust/turvalisust infomudeli abil võimalik parandada kolmel viisil:

1) kavandades ja modelleerides tööde teostamise erinevatel etappidel vajalikud ohutusmeetmed ja kasutatava varustuse enne töödega alustamist;

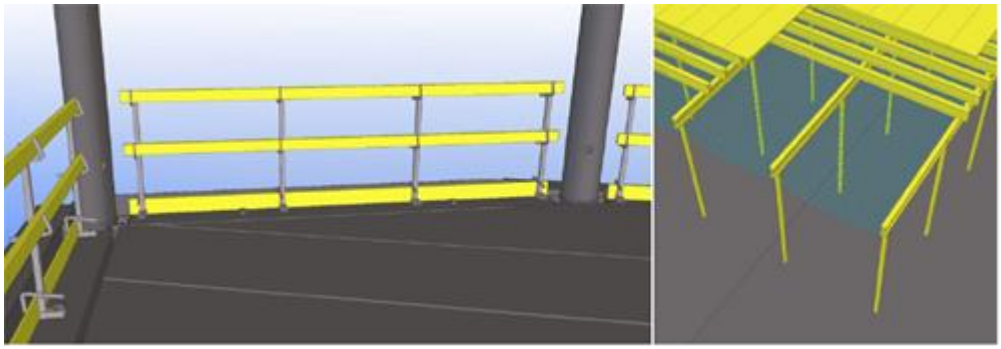
2) kontrollides, et konstruktsioone (siin on silmas peetud peamiselt hoone karkassi montaaži etappe) on võimalik turvaliselt ehitada ja et ohutuse tagamiseks vajalike tarvikute kinnitamiseks on konstruktsioonielementidesse kavandatud ja modelleeritud vajalikud kinnituskohad, ning
3) kavandatud ohutusmeetmed on piisavalt näitlikkustatud (joonistel, ohutusjuhendites dokumenteeritud, mudelis loetavad).

Kommunikatsiooni- ja juhtimismeetmete abil tagatakse andmete edastamine ohutusmeetmete rakendamise eest vastutavale isikule. 3D-formaat soodustab ka ohutusalast infovahetust ja näiteks piirdelahenduste esitamine mudeli abil võib info edastamist ja mõistmist märkimisväärselt lihtsustada.

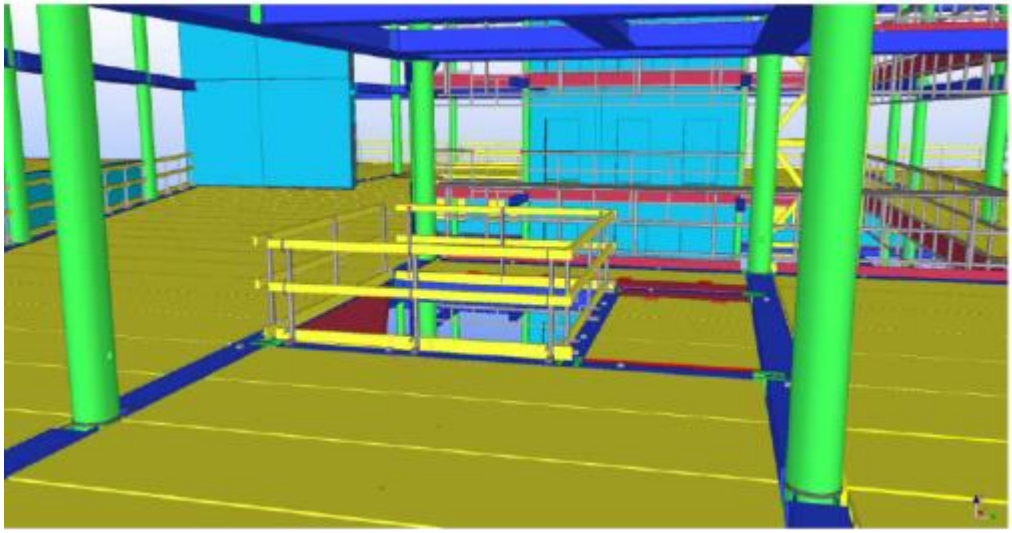
Ohutusmeetmete kavandamine on seotud eelkõige töö-/montaažijärjekorra kavandamisega ja peaks seetõttu saama püsivate hooneosade 4D-töögraafiku osaks. Ohutusmeetmete kavandamine on seotud ka konstruktsioonide projektiga, sest ohutusvahendite kinnitamine võib eeldada kinnitusdetailide paigaldamist juba tehases või töökojas. Ka ehitise stabiilsuse tagamine ja teatud detaili kasutamine näiteks turvarakmete kinnituspunktina võib eeldada konstruktsioonide tundmist.

Töökaitselised lahendused, mida on võimalik modelleerida, on näiteks kukkumist takistavad piirded, avakatted, turvarakmete kinnituspunktid ja turvavõrgud (joonised 6 ja 7).

Ohutusmeetmed on võimalik modelleerida niisuguse geomeetrilise täpsusega, et näiteks piirded on visuaalselt tuvastatavad teatud tüüpi postide ja nende juurde kuuluvate võrkelementide või laudadena. Modelleerimisel võib kasutada ka sümboleid (näiteks teatud piire teatud värvi katkematu joonena). Soovitatav on siiski täpne modelleerimine.



Joonis 6. Mudelipõhised ohutuslahendused: vasakul kaitsepiire, paremal turvavõrk. Allikas: VTT, Skanska.



Joonis 7. Konstruktsioonide mudeli baasil modelleeritud ühe korruse turvapiirded. Allikas: VTT, Skanska.

5 Ehitusandmete kandmine teostusmudelitesse

Üldine põhimõte on, et kui projekteerimise eest on vastutav tellija, esitab töövõtja tegelikud teostusandmed projekteerijatele, kes koostavad infomudelid. Järgnevates peatükkides on käsitletud mudelitega seotud teostusandmete käitlemist ja vastavaid nõudeid.

Töövõtjat puudutavad nõuded ehitusandmete toimetamisest teostusmudelitesse määratakse kindlaks juba hankedokumentides.

Alltöövõtu puhul vastutab tarnija oma osa teostusmudeli eest ja tellija (või tellija ülesandel näiteks peaprojekteerija) vastutab alltöövõtjate mudelite integreerimise eest projekteerijate teostusmudelitesse.

5.1 Pinnase- ja vundeerimistööde dokumenteerimine 3D-mudelina

Nõuded

Kaevandid mõõdistatakse laseri abil ja tehakse mudel, mis salvestatakse teostusinfona ja mida saab kasutada ehituse planeerimisel. Mõõdistamine ja modelleerimine teostatakse hankedokumentide/töövõtulepingu nõuete kohaselt.

Mõõdistused ja mudelid tehakse pinnase- ja vundeerimistööde vaheetappidel hankedokumentide/töövõtulepingu kohaselt.

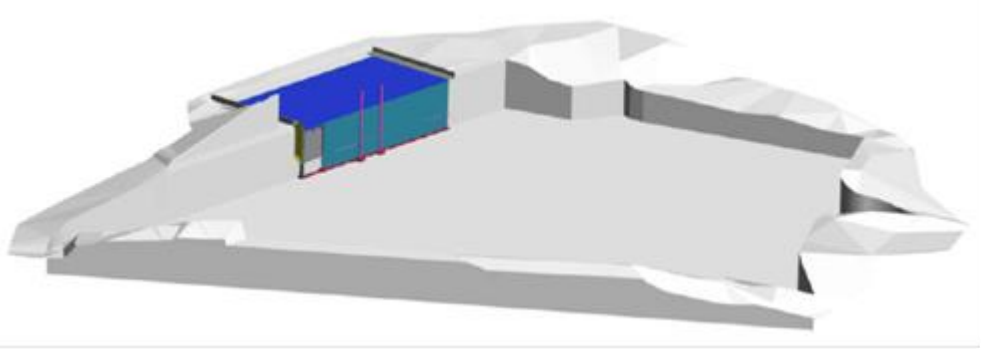
Selgitus

Lisaks kaevanditele võib mõõdistamine ja modelleerimine vajalikuks või kasulikuks osutuda ka ehitusstaadiumite dokumenteerimisel. Niisugust dokumenteerimist võivad vajada näiteks krundil paiknevad torustikud ja kaablid või kaetavad kriitilised osad (joonis 8).

Mõõdistamise tulemusel saadav punktipilv ei ole vajalik enne, kui näiteks vigade, vajumiste või ehitustööde käiguga seotud asjaolude tõttu on vaja tuvastada mingil ajahetkel valitsenud täpne olukord.

Kaevandi ehk ehitustööde lähteolukorra lasermõõdistamine ja selle põhjal tehtud mudel sisaldab tellijale väärtuslikku informatsiooni. Selle konkreetne tähtsus sõltub siiski hanke iseloomust.

Peatöövõtja saab kaevandi mudelit kasutada tööolukordade modelleerimiseks ning ehituse lähteolukorra dokumenteerimiseks. Dokumente saab kasutada näiteks arvutuste tegemiseks (pinnasetööde tegeliku mahu ja hankedokumentides märgitud andmete võrdlemiseks).



Joonis 8. Kaevandi mudel. Allikas: SRV, Kalasadam, Helsingi.

5.2 Ehitusaegsed muudatused

Nõuded

Töövõtja/peatöövõtja esitab projekteerijatele teostusmudelite ajakohastamiseks vajalikud andmed ehitustööde käigus heaks kiidetud projektimuudatuste kohta.

Selgitus

Töövõtja esitab andmed kõigi heaks kiidetud projektimuudatuste kohta. Muudatused kinnitatakse lepingus kokkulepitud viisil.

Vajaduse korral võib tehtud muudatuste koha ja sisu visualiseerimiseks võrrelda modelleerimistarkvara abil mudeli erinevaid versioone ja printida 3D-vaateid.

Modelleerimise alternatiivina võib ehitusaegsed muudatused dokumenteerida ka lasermõõdistuste või fotode abil. Töövõtjalt nõutavad muudatusdokumendid määratakse kindlaks projektipõhiselt.

5.3 Kaetavad tarindid

Nõuded

Teostusmudelite ajakohastamiseks esitab töövõtja projekteerijale töövõtudokumentides nõutud andmed (täppismõõtmiste tulemused) kaetavate tarindite paiknemise ja geomeetria kohta. Kui täppismõõtmiste tulemused jäävad lubatud tolerantside piiridesse, ei ole vaja neid esitada.

Selgitus

Kaetavatest tehnosüsteemidest tehakse fotod ja/või laserskaneering.

Tehnosüsteemide paigaldustäpsuse määramisel ei saa tolerantsidele toetuda, sest tehnosüsteemide komponentide paigaldustolerantse ei ole kindlaks määratud.

Praktikas on otstarbekas kaaluda nõutavaid tolerantse hankepõhiselt, lähtudes näiteks sellest, kus kõnealune tehnosüsteemi osa paikneb ja kui suur see on.

Erilist tähelepanu tuleb teostusmudelis pöörata kaetavate ventiilide, hooldusluukide, torustike ja kanalite hargnemiskohtade vms asukohainfo õigsusele. Torustike ja kanalite ning kaabliteede asukoha märkimisväärsed muudatused salvestatakse teostusmudelisse.

5.4 Projektimuutused ehituse käigus

Nõuded

Kui töövõtja valitud ehitise osa geomeetria ja infosisu erineb mudelis määratud andmetest, esitab töövõtja need andmed mudeli ajakohastamiseks. Andmed esitatakse projekteerijale kohe, kui kindlad tooted on välja valitud ja tellija on need heaks kiitnud.

Kui töövõtja valitud ehitise osa mõjutab olemasolevat projekti (eeldab näiteks süsteemi seadistusandmete muutmist), koostab objekti projekteerija muudatusprojekti ja töövõtja kooskõlastab töö tellijaga.

Selgitus

Muudatus kantakse mudelisse ja ajakohastatud mudel või teave muudatuse kohta edastatakse kõigile osalistele. Sellega tagatakse ajakohased infomudelid näiteks vastuolude kontrollimiseks ja värskete teostusandmete kohene kättesaadavus.

Kui töövõtja valitud ehitise osa täpne geomeetriline mudel puudub, modelleeritakse ja identifitseeritakse ehitise osa põhimõõtmete kohaselt.

Töövõtja esitab näiteks süsteemi tasakaalustusandmete korrigeerimist eeldavad muudatused projekteerijale võimalikult vara ja korraga, et ei tekiks vajadust arvutusi mitu korda ümber teha.

Alltöövõtja vastutab oma ehitise osa modelleerimise ja muudatuste/täpsustuste eest.

5.5 Hoone haldajale üleantavad andmed

Nõuded

Töövõtja esitab haldajale hooneosade, seadmete ja materjalide andmed töövõtulepingus kindlaks määratud formaadis. Miinimumnõue on andmete esitamine dokumendiformaadis (PDF, Excel). Projektipõhiselt võib kokku leppida, et kvantitatiivsed ehitise andmed (näiteks valmistaja, tüüp,

tehnilised andmed jne) esitatakse haldustarkvaraga ühilduvas formaadis.

Selgitus

Töövõtja tooteinfo esitamist käsitletakse mudelprojekteerimise üldjuhendite 12. osas „Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel”.

EESTI STANDARDIKESKUSE JUHENDMATERJAL

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 14: Infomudelite kasutamine ehitusjärelvalves

EESTI STANDARDIKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION

EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

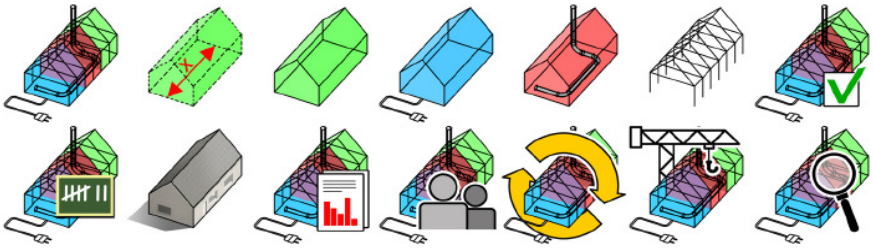
"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 14: Infomudelite kasutamine ehitusjärelvalves" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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.

Eesti Standardikeskus
Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee



COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

v 1.0

14. osa

Mudelprojekteerimise kasutamine ehitusjärelevalves

Eessõna

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012" koostati laiapõhjalise arendusprojekti COBIM tulemusel. Vajaduse juhendite 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 Tekniken palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingi Asuntotuotantotoimisto, Helsingi Tilakeskus, Helsingi Ülikool, Helsingin 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, Soome 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 keeletoimetaja 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 ... 5
2 Sissejuhatus ... 6
2.1 Mõisted ... 6
2.2 Seonduvad nõuded ... 6
3 Infomudelite kasutamine suhtlemisel ametiasutustega ... 7
3.1 Üldist ... 7
3.2 Infomudelite kasutusviisid ... 7
3.3 Nõuete tasemed ... 8
3.4 Infomudeli failiformaat ja mudeli edastamine ... 8
3.5 Failide nimetamine ... 9
4 Mudelite loomine ja kasutamine hanke eri etappidel ... 10
4.1 Infomudeli metaandmed ... 10
4.2 Elektroonilise arhiivi metaandmed ... 11
4.3 Mudelisse koondatavad lähteandmed ... 12
4.3.1 Üldist ... 12
4.3.2 Kinnistu andmed ... 12
4.3.3 Asendiplaan ja planeeringute kaart ... 12
4.3.4 Pinnase andmed ... 12
4.3.5 Keskkonna andmed ... 12
4.3.6 Võrgud ja liitumispunktid ... 13
4.3.7 Ehitised ja konstruktsioonid ... 13
4.4 Lähteandmete kuvamine ... 13
4.4.1 Lähteolukorra mudel ... 13
4.4.2 Hanke teostaja ... 13
4.4.3 Projekteerijad ... 14
4.5 Mudeli interaktiivne kasutamine ... 14
4.5.1 Üldist ... 14
4.5.2 Projekteerimise avakoosolek ... 14
4.5.3 Mudeli kasutamine ametiasutuste koosolekutel ... 14
4.5.4 Mudeli kasutamine arvamuste esitamise menetluses ... 15
4.6 Mudeli kasutamine loataotlusena ... 15
4.6.1 Ehitusloatoimingute juhtimine ... 15
4.6.2 Etapidokumendid ... 15
4.6.3 Mudeli kasutamine remondi- ja ümberehitustööde loataotlusena ... 16
4.6.4 Mudelis sisalduvate ruumide ja ruumirühmade nimetamine Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon ... 16
4.6.5 Ehitusloa infomudeli osad ... 16
4.6.6 Mudeli kontrollimine ... 17
4.7 Ehitusloa otsuse ja tingimuste lisamine mudelile ... 17
4.7.1 Üldist ... 17
4.7.2 Mudeli kasutamine erimenetluses ... 18
4.8 Mudeli täiendamine eriprojektide ja selgitustega ... 18
4.8.1 Üldist ... 18
4.8.2 Hooneosad ja CE-tähised ... 18
4.9 Mudeli kasutamine ehitustööde järelevalves ... 19
4.9.1 Kontrollprogramm ja ajagraafik ... 19
4.9.2 Mudeli kasutamine kontrolldokumendi ja tööobjekti päevikuna ... 19
4.9.3 Projektist kõrvale kaldumine ehitustööde ajal ... 19
4.10 Mudelite andmesisu ... 19

5 Teostusmudelid 20
5.1 Üldist 20
5.2 Teostusmudelite kasutamine 20
6 Infomudelid pärast hanke lõppu 21
6.1 Infomudelite arhiveerimine 21
6.2 Ehitise omaniku teostusmudelid 21
6.3 Kasutus- ja hooldusjuhendite koostamine infomudelite alusel 21
6.3.1 Üldist 21
6.3.2 Mudeli kasutamine kinnistu haldamisel 21
6.3.3 Mudeli kasutamine erimenetluse jälgimisel 21
6.4 Mudelite kasutamine ehitise lammutamisel 22
6.4.1 Mudeli kasutamine lammutusprojektina 22
6.4.2 Mudelist saadavad taaskasutus- ja jäätmeandmed 22

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 ekspluatatsioonil 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 ekspluatatsioonil ja haldustoimingutes.

Et modelleerimine õnnestuks, tuleb määratleda mudelite ja nende kasutamise hankepõhised prioriteedid 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 ehitusjärelevalves.

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

Selles dokumendis kirjeldatakse ehitushangete puhul järgitavat mudelprojekteerimist ja infomudelite kasutamist ehitusjärelevalveasutuse vaatenurgast. Praegu sõltub mudelite kasutamine asutuse töös konkreetse ehitusjärelevalveametniku valmidusest seda teha.

2.1 Mõisted

Infomudeli all mõistetakse enamasti kolmemõõtmelist projekteerimistarkvara abil loodud virtuaalset mudelit hoonest endast või selle

tehnosüsteemidest. Infomudeli puhul saab selle iga osa identifitseerida ja igale osale on vaste tegelikus ehitises. Infomudeli eri osade mõõtmeid ja andmeid võib ka loetleda.

Infomudeleid on kahte liiki: avatud standardile vastav infomudel ja projekteerimistarkvara oma salvestusformaadile vastav infomudel. Tihti kasutatakse neid paralleelselt, sest avatud standardile (IFC) vastav mudel on alati teatud piiratud osa tarkvara oma formaadi alusel loodud mudelist. Avatud standardile vastav infomudel on siiski vältimatu hanke osaliste vahel toimuvas suhtluses ja ka näiteks ehitusjärelevalves. Soomes mõeldakse mudelprojekteerimishanke all praktikas alati seda, et teavet edastatakse eri programmide vahel just avatud standardile vastaval kujul. Ka käesolevas dokumendis on infomudelil sama tähendus. Avatud andmeedastusformaati on käsitletud punktis 3.4 „Infomudeli failiformaat ja mudeli edastamine”.

Infomudelil põhinevas projekteerimisprotsessis on arhitektuurne, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudelprojekteerimine kohustuslik kõigil etappidel. Ehitusjärelevalves on arhitektuurne mudel esmane dokument, mida täiendatakse teiste projekteerimisvaldkondade mudelitega. Mudelite info peab olema tehniliselt õige kõigil etappidel, mille puhul mudeleid ehitusjärelevalves kasutatakse.

2.2 Seonduvad nõuded

Üldised, kõigile projekteerimisvaldkondadele ühised nõuded on esitatud 1. osas „Mudelprojekteerimise üldjuhendid”, kus mudeli etappide tabelis on kirjeldatud erinevate projekteerimisvaldkondade loodavaid mudeleid ja nende kasutusotstarvet. Arhitektuurse mudeli üldnõuded on esitatud 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine”, tehnosüsteemide mudeli nõuded 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine” ja konstruktsioonide projekteerimise mudeli nõuded 5. osas „Konstruktsioonide projekteerimine”. Kõiki neid nõudeid on käesolevas dokumendis vajalikul määral täiendatud.

Projekteerija vastutab oma töö nõuetele vastavuse kontrollimise eest. Projekte kontrollivad protsessi käigus ka kolmandad isikud 6. osas „Kvaliteedi tagamine” esitatud kontseptsioonide kohaselt. Ehitusjärelevalve puhul on väga oluline, et mudelid oleksid koostatud nõuetekohaselt ja õigesti ning et nende andmed, mida ehitusjärelevalves kasutatakse, oleksid kontrollitud.

3 Infomudelite kasutamine suhtlemisel ametiasutustega

3.1 Üldist

Käesolev juhend moodustab ühe osa sarjast „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012”. Nõuete osad 1–13 avaldati 2012. aastal. Mudelprojekteerimise juhendid ei ole ametkondlikud eeskirjad, kuid need on siiski mõeldud järgimiseks infomudelite kasutamisel ehitusjärelevalves. Et mudeleid oleks võimalik sel otstarbel kasutada, tuleb modelleerimismeetodeid ühtlustada. Samuti tuleb kindlaks määrata, millist infot on selles staadiumis võimalik ehitusjärelevalveasutusele usaldusväärselt esitada.

Mudelprojekteerimise juhendites on kasutatud teatud mõisteid, mida õigusaktides määratletud ei ole, kuid mille kasutamine on praktikas tavaks saanud. Selline mõiste on näiteks „projekteerimise avakoosolek”, mis tähendab ametiasutuse eelnõupidamist ehitushanke alustajaga. Hanke käigus võib infomudeleid ametkondadega suhtlemisel kasutada avakoosolekul kokkulepitud viisil.

Pikaaegne eesmärk on mudeli mitmekülgne kasutamine hoone kogu elukaare jooksul projekteerimise lähteandmete tõlgendamiseks, ehitusprojektide kontrollimiseks ja talletamiseks, ehitustööde järelevalve tegemiseks ning ehituskäigu kajastamiseks, samuti elukaare jälgimiseks kuni lammutamiseni ja võimaliku järgneva pinnasekorrastamiseni välja.

Ehitusjärelevalve vaatenurgast on infomudelid üks osa mitmemõõtmelisest andmehaldusest. Tänapäeva digitaalse loamenetluse puhul edastatakse infomudelid ja nendega seotud failid elektroonilisele töölauale, mille ametiasutus ehitushanke ajaks kasutamiseks määrab. See on nagu teatud failiserver, kuhu luuakse hanke kaust ning määratakse kasutajad ja nende rollid hankes. Mudeli edasise kasutamise seisukohast on oluline, et igale mudelile lisataks piisaval hulgal metaandmeid, mille alusel saab mudeli, selle autori ja sisu siduda elektroonilise töölaua kaudu muude hanke andmetega.

Infomudelipõhise ehitusjärelevalve protsessi jaoks on oluline, et infomudel vastaks projektile ja projekt infomudelile. Lisaks seondub mudeliga alati selle sisu ja kasutatud modelleerimispõhimõtteid kirjeldav kaaskiri, kus fikseeritakse ka võimalikud kõrvalekalded üldisest modelleerimistavast.

Mudelite liigid ja nende üldised kvaliteedinõuded on esitatud juhendite *2.–5. osas*. Selles dokumendis täpsustatakse mudelite sisu- ja vorminõudeid ehitusjärelevalve vajaduste vaatenurgast.

3.2 Infomudelite kasutusviisid

Ehitusjärelevalves saab infomudeleid kasutada mitmel eri moel. Mudelitest saab välja lugeda palju sellist teavet, mis tänapäeval märgitakse käsitsi erinevatele blankettidele. Osaliselt võivad sellised andmed olla nn metaandmed, mis vastavad traditsioonilise joonise kirjanurga andmetele. Loetav info võib pärineda ka mudeli eri komponentidest (ruumide pindalad, konstruktsioonitüübid jne). Andmete kogumise võib automatiseerida nii, et mudelit ennast ei olegi vaja avada. Tehniliselt võib andmete lugemine toimuda elektroonilisel töölaual mudeli salvestamise käigus. Selle eelduseks on siiski, et mudel ja selle metaandmed vastavad täpselt käesolevas dokumendis esitatud nõuetele.

Teine võimalus on kasutada mudelit erinevateks kontrollimisteks ja analüüsideks, nagu liikumise takistamatuse nõude täitmine, evakuatsiooniteede analüüs jne. See nõuab juba ka mõningast tutvumist mudeli endaga ning erinevate mudeli kontrollimiseks ja vaatamiseks mõeldud programmide kasutamist.

Kolmas kasutusotstarve on mudelite visuaalne vaatlus. See nõuab loomulikult teatud oskusi mudelite kuvamiseks mõeldud tarkvara kasutamisel, kuid teisest küljest on saadav lisaväärtus tavapäraste 2D-joonistega võrreldes ilmne. Kui loa objekti mudel lisatakse ühe osana linna mudelisse, on väga hästi näha ehitise ja seda ümbritseva keskkonna suhe. Vaatlemise võimaldamiseks peab mudel olema vähemalt samal visuaalsel tasemel kui mudel, millega see

ühendatakse. Peale selle tuleb infomudelit täiendada piisava hulga näitlike joonistega, kus selgitatakse kasutatud materjale ning nende visuaalseid omadusi, materjalide jagunemist, paigaldussuunda, mõõtmeid jne.

Visuaalne vaatlemine on juba praegu võimalik. Saada on mitmeid mudelite kuvamise programme, mõned neist ka tasuta, ning nende programmide kasutamine on suhteliselt lihtne. Tegevust saab seega alustada üsna hõlpsalt ja see on paljudele ehitusjärelevalve tegijatele ilmselt esimene samm infomudelite kasutamisel.

3.3 Nõuete tasemed

Mudelite kasutamine ehitusjärelevalve protsessis on jagatud kaheks nõuete tasemeks.

Tavatase

- *Tavataseme andmete all mõistetakse sellist teavet, mida saab usaldusväärselt lugeda otse mudelist ilma endapoolsete lisatõlgendusteta.*
- *Niisugused andmed on näiteks standardkujul metaandmed, mudeli kõrgusandmed, ruumide kasutusotstarve ja pindalad.*
- *Kui nõudeks on tavatase, peavad kõik selle taseme nõuded olema täidetud.*

Eritase

- *Eritaseme all mõistetakse sellist mudelist saadavat teavet, mille mõistmiseks on vaja endapoolseid tõlgendusi.*
- *Niisugused andmed on näiteks konstruktsioonitüübid ja nende sisu, evakuatsiooniteede ja liikumise takistamatuse nõuete täitmine ning ehitise esteetilised omadused.*
- *Eritaseme nõuetele ei pruugi olla kehtestatud standardseid modelleerimis- või märkimisviise. Need tuleb seega dokumenteerida hankepõhiselt ja lisada üheselt mõistetaval kujul koos infomudeliga esitatavasse kaaskirja.*
- *Eritase sisaldab alati ka tavataset, mis tähendab, et kõik tavataseme nõuded peavad olema täidetud.*
- *Erinevalt tavatasemest võib eritaseme nõuete puhul kasutada omal äranägemisel vaid osa neist. See tuleb hankepõhiselt kokku leppida või määrata ehitusjärelevalve erijuhiste põhjal.*

Eesmärk on, et infomudeleid saaks ehitusjärelevalves tavatasemel kasutada kõigi uusehitiste puhul ja kapitaalremondi hangete teatud muudatustööde puhul. Eritaseme andmete kasutamist hindab ehitusjärelevalveasutus hankepõhiselt. Käesolevas dokumendis on eraldi nimetatud, kui mingi nõue kuulub eritaseme nõuete hulka.

Tavataseme nõuded on tähistatud punase i-tähega. Kui nõude taseme kohta märget ei ole, on tegemist tavataseme nõudega.

Eritaseme nõuded on nimetatud eraldi ja tähistatud sinise i-tähega

Kui infomudel märgitakse ehitusloa menetlemisel nõutavaks dokumendiks, muutuvad kõik käesolevas dokumendis määratletud tavataseme nõuded kohustuslikeks.

3.4 Infomudeli failiformaat ja mudeli edastamine

Ehitusjärelevalve protsessis peetakse infomudeli all silmas IFC-formaadis salvestatud infomudelit. IFC-formaadist on praktikas saanud mudelipõhise info salvestamise standard kõigi Soome infomudelihangete puhul. Selle dokumendi avaldamise ajal on enim levinud failiformaadi versioon IFC2x3, mida hakkab vähehaaval asendama aastal 2013 avaldatud IFC4.

Täpsemalt on tegemist rahvusvahelise standardi ISO/PAS 16739 kohase IFC-formaadis infomudeliga, mis salvestatakse sel otstarbel projekteerimistarkvarast. Lubatud versioonid on praegu IFC2x3 (ISO/PAS 16739:2005) ja IFC4 (ISO/PAS 16739:2013). Ehitusjärelevalve ja arhiveerimise jaoks esitatakse alati ASCII-kujul olev STEP-standardile (ISO-10303-21) vastav EXPESS-fail. See on tänapäeval ka kõige tavalisem formaat hangete puhul, milles projekteerimis-

ja teostusmudeleid antakse eri osaliste käsutusse. Ehitusjärelevalve nõuded ei erine seega kuidagi tavapraktikast.

Mudeli koostaja vastutab selle eest, et infomudeli sisu vastaks tehniliselt ja sisuliselt ehitusjärelevalve nõuetele. Mudelid edastatakse ehitusjärelevalveasutusele elektroonilise loateenuse kaudu või selle puudumise korral ehitusjärelevalveasutuse määratud viisil.

3.5 Failide nimetamine

Kõigi IFC-failide nimed peavad olema kujul:

EHITUSTUNNUS_PROJEKTEERIMISVALDKOND_KUUPÄEV.ifc

- Ehitustunnus on riiklikult väljastatav ehitustunnus.
- Mudelprojekteerimisel kasutatavad projekteerimisvaldkondade lühendid on ARH (arhitekt), KON (konstruktsioonid), KVVA (küte, vesi, ventilatsioon, automaatika), EL (elekter), GEO (geotehnika), SPR (sprinkler).
- Kuupäev tuleb alati esitada kujul AAAAKKPP, näiteks 08.01.2014 kirjutatakse kujul 20140108.
- Kuupäev peab alati vastama muule materjalile, mis tähendab, et kui ehitusloa materjalid on registreeritud kuupäevaga 12.01.2014, peab ka infomudelil olema sama kuupäev sõltumata sellest, millal see esitatud on. Eelduseks on, et joonised ja infomudel vastavad üksteisele. Kui infomudel esitatakse joonistest hiljem ja see erineb neist, tuleb jooniste kohta esitada uuendatud versioonid, mis vastavad infomudelile.
- Failinimes ei või kasutada täpitähti ja erimärke \ / ? : * ” > < |
- Tähtede suurus tähtsust ei oma, mis tähendab, et projekteerimisvaldkonna ja faililaiendi .IFC võib kirjutada nii suurte kui ka väikeste tähtedega

Andmete esitamise eest vastutab mudeli koostaja.

See on tavataseme nõue.

Nõuetele vastava failinime näide:
12345_ARH_20140108.ifc.

Kuna IFC-formaadis mudelid võivad olla üsna mahukad, võib faile teatud juhul kokku pakkida. Lubatud formaat (.ZIP, .RAR, .IFCZIP jne) tuleb ehitusjärelevalveasutusest üle kontrollida.

4 Mudelite loomine ja kasutamine hanke eri etappidel

4.1 Infomudeli metaandmed

Metaandmete all mõistetakse selliseid kirjeldavaid ja määratlevaid andmeid, mille abil saab teha tegeliku kirje. Metaandmed vastavad küsimustele kes, mida ja millal ning neid saab lugeda ilma tegelikku kirjet avamata. Tihti kutsutakse metaandmeid andmete andmeteks. Tüüpilised metaandmed on näiteks CD-plaadi andmed (plaadi nimi, esitaja, helilooja, kuupäev) või tekstidokumendi andmed (viimati salvestatud, omanik, versioon, asukoht, avaldamise kuupäev jne).

Siinsel juhul esitatakse metaandmete hulgas teavet infomudeli sisu, ulatuse ja autorite kohta. Sellised andmed on näiteks tavapärased ehitusloa jooniste kirjanurga andmed, mida täiendatakse infomudeli täiendamisel (loa faasis ARH, hiljem lisatakse ehitusjärelevalve loendis KON, KVV, EL jms). Peale selle lisatakse metaandmetele projekteerijad ja nende kvalifikatsioon.

Andmete esitamise eest vastutab mudeli koostaja.

Metaandmed on tavataseme andmed ja seega on nende esitamine infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslik.

Metaandmed ei sisalda kogu ehitusjärelevalve jaoks vajalikku informatsiooni. Osa andmetest, nagu korruste arv, räästa kõrgus, korruste kogupind ja fassaadi pindala, saab lugeda otse mudeli geomeetriast või komponentidest.

Elektroonilise asjaajamise põhimõtete kohaselt

- on mudel ja elektroonilise töölaua andmed üksteisega seotud,
- on esimese etapi eesmärk tagada metaandmetele ja mudeli lähteandmetele juurdepääs kas otse mudelist või vastava lingi kaudu,
- on pikemas plaanis eesmärk menetleda luba täielikult mudeli alusel.

Metaandmete tehniline liitmine mudelile on rakendustes pisut erinev. Kui projekteerimistarkvara otse IFC-standardile vastavat metaandmete loomist ei toeta, saab andmed õigesse kohta kanda kolmanda isiku tarkvara abil.

Metaandmete määratlustes on kasutatud vaid IFC üldstandardisse kuuluvaid andmevälju. Kuna kõigi vajalike andmete jaoks eraldi andmevälja ei ole, sisestatakse teatud juhtudel ühele väljale rohkem andmeid. Sellisel juhul eraldatakse andmed üksteisest semikooloniga [;]. Et kõik andmed oleks võimalik kindlaks teha, moodustuvad andmed identifikaatori ja info paarist, mis on teineteisest eraldatud kooloniga [:]. Andmeväljade ja vahemärkide vahel ei või olla üleliigseid tühikuid ega muid märke. Identifikaatorite kirjasuuruse võib vabalt valida, kuid muu poolest peab kirjapilt vastama juuresolevas tabelis 1 toodule.

Eri andmetega rea näide on IfcSite'i allinfo LandTitleNumber, kuhu salvestatakse omavalitsuse, linnaosa, kvartali, krundi, küla, ruumi ja hulga tunnus. Kõiki välja andmeid pole tingimata esitada vaja ja andmete järjestus on vaba. Eri andmetest koosnev andmerida võib olla järgmine:

OMAVALITSUS:Espoo;LINNAOSA:41;KVARTAL:41003;KRUNT:2

Projekti metaandmed					
Mudeli andmed					
Krunt	**IfcSite**				
	K	LandTitleNumber	omavalitsus:xxx;linnaosa:xxx;kvartal:xxx;krunt:xxx;küla:xxx;talu:xxx;ala:xxx		
	K	SiteAddress	IfcPostalAddress		
Ehituskoht, tänav, maja nr	K	AddressLines			
Ehituskoht, linn	K	Town			
Ehituskoht, sihtnumber	K	PostalCode			
Ehituskoht, riik	V	Country		Riik; kui ei ole määratud, siis vaikeväärtusena Soome	
Ehitis	**IfcBuilding**				
Ehitise nimi	K	LongName			
	K	Pset_BuildingCommon			
ID-andmed	K	BuildingID	ehitustunnus:xxx;kinnistutunnus:xxx;kontrollkood:xxx;ehitusnumber:xxx;alatunnus:xxx		
Tulepüsivusklass	K	MainFireUse			
Brutopindala	K	GrossPlannedArea			
Korruste arv	K	NumberOfStoreys			
Ehitusaasta	K	YearOfConstruction			
	K	Pset_BuildingUse			
Põhikasutusotstarve	K	MarketCategory			
Hanke liik	K	PlanningControlStatus	Uusehitus, Kapitaalremont vms.		
Aadress, kui ei ole sama mis IfcSite	V	BuildingAddress	IfcPostalAddress		
	V			AddressLines	
	V			PostalBox	
	V			Town	
	V			Region	
	V			PostalCode	
	V			Country	
Mudeli koostaja andmed					
Organisatsioon	**IfcOrganization**				
Organisatsiooni nimi	K	Nimi	tekst		
Organisatsiooni kirjeldus	V	Description	tekst		
Projekteerimisvaldkond	K	Roles	enum	Mudeli projekteerimisvaldkond, IFC loend (lisa)	
	K	Addresses	IfcPostalAddress		
	K			AddressLines	
	K			PostalBox	
	K			Town	
	V			Region	
	K			PostalCode	
	K			Country	
Projekteerija	**IfcPerson**				
Perekonnanimi	K	FamilyName			
Eesnimi	K	GivenName			
Ametikoht	K	PrefixTitles			
Kvalifikatsioon	K	SuffixTitles	Projekteerija kvalifikatsioon (nt FISE tunnus või muu kvalifikatsiooni kirjeldus ehitusseadustiku/üldmääruste alusel)		
Projekteerimisvaldkond	K	Roles	IfcActorRole		
Roll		IfcActorRole			
Rolli kirjeldus	K		Role	enum	Autori roll, IFC loend (lisa)
	V		UserDefinedRole	tekst	Kui "Role" on USERDEFINED, kirjutatakse tegevusala sellele väljale

Tabel 1. Nõutavad metaandmete väljad IFC-kujul (K = kohustuslik, V = valikuline)

4.2 Elektroonilise arhiivi metaandmed

Elektrooniliseks arhiveerimiseks lisatakse IFC-faili pealkirjaväljale vajalikud metaandmed pealkirjarühma SECTION_CONTEXT. Selle andmed tulevad elektroonilisest arhiveerimistarkvarast eAMS.

- Lisatavad andmed on arhiiviameti määratluste kohaselt: ID-tunnus, keel, koostamisaeg, koostaja, versioon, kasutuspiirangud, säilitamisaeg, ülesanne, olek ja liik.
- Andmed esitatakse IFC-failis kujul: SECTION_ CONTEXT('DocumentArchiveFin [ID-tunnus:XXX;Keel:XXX;Koostamisaeg:XXX;Koostaja:XXX;Versioon:XXX;Kasutuspiirangud:X XX;Säilitamisaeg:XXX;Ülesanne:XXX;Olek:XXX;Liik:XXX]');

Andmete koostamise ja lisamise eest vastutab ehitusjärelevalveasutus.

Elektroonilise arhiveerimise metaandmed on tavataseme andmed ja seega on nende esitamine infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslik.

Andmete salvestamise eest vastutab arhiveerimiskohustuslasest organisatsioon kooskõlas oma tegevusjuhtimiskavaga.

4.3 Mudelisse koondatavad lähteandmed

4.3.1 Üldist

Lähteolukorra modelleerimist on tutvustatud juhendisarja „Mudelmodelleerimise üldjuhendid 2012" 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine" ja 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine". Neis keskendutakse peamiselt mudeli geomeetriale ja hooneosadega seonduvatele andmetele. Selles dokumendis tutvustatakse peale eelnimetatute ametiasutustele vajalikke andmeid, millega täiendatakse lähteolukorra mudelite hooneosade ja võimalikke süsteemide andmeid ning ühendatakse mudelit puudutavaid andmeid väliste andmebaasidega ja vastupidi.

4.3.2 Kinnistu andmed

Mudeliga lingitakse metaandmete abil ehituskoha identifitseerimiseks vajalikud andmed ning andmed ehituskoha juhtimise kohta, näiteks omandiõigus või muu haldamine, ja planeeringud.

Andmete esitamise eest vastutab arhitektuurne projekteerija..

Andmed on infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslikud.

4.3.3 Asendiplaan ja planeeringute kaart

Kui asendiplaani maa-ala kohta kolmemõõtmelist mudelit saada ei ole, modelleeritakse ehituskoht (krunt) ja selle mõjuala mudelisse ehitusmassiivide ja pinnavormidena. Lähteinfoks võib olla mingi kolmemõõtmeline punktmõõtmine. Tõlgendusi kontrollitakse projekteerimise avakoosolekul. Lähteinfo allikas ja täpsus lisatakse infomudeli kaaskirja.

Andmete esitamise eest vastutab arhitektuurne projekteerija

See on eritaseme nõue.

4.3.4 Pinnase andmed

Kui hange eeldab pinnaseuuringute tegemist, esitatakse uuringu tulemused geotehnilise mudelina.

Andmete koostamise eest vastutab konstruktsioonide või geoloogia insener.

See on eritaseme nõue.

4.3.5 Keskkonna andmed

Infomudelis tuleb esitada maastiku mudel ning märkida sellele taimestik ja kliimaolud. Kui linnal või vallal kolmemõõtmelist lähteinfot ümbruskonna hoonete kohta ei ole, eeldatakse lähiümbruse/kvartali kaasamist mudelisse niisugusel määral, et saaks hinnata krundil asuvat pinnast ja hoone sobivust keskkonda. Ka pinnavee juhtimine eeldab ümbruskonna piisavat kaasamist mudelisse. Metaandmetena võib vajaduse korral nõuda ka teavet naabrite või ümbritsevate kinnistute kohta, kui neid ei ole muul moel võimalik elektrooniliselt planeeritava maa-ala infomudeliga ühendada.

Ümbritseva keskkonna geomeetria esitatakse kolmemõõtmelisel kujul nii, et see kanduks tuvastataval moel IFC-formaadis teistesse programmidesse. Keskkonna mudel peab olema piisavalt tõepärane, et uue ehitise sobivust saaks hinnata eri vaatenurkadest. Sellele ei seata siiski samasuguseid nõudeid andmesisu ja kvaliteedi kohta nagu tegelikule projektile ning see ei pea seega vastama kõigile *2. osas „Lähteolukorra modelleerimine"* kindlaks määratud nõuetele.

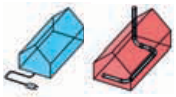
Andmete esitamise eest vastutab arhitektuurne projekteerija.

Andmed on infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslikud.

4.3.6 Võrgud ja liitumispunktid

Taristu võrgud ja nende liitumispunktid esitatakse vajalikus ulatuses järgneva kohta: tänavaprojektid, vee- ja kanalisatsioonivõrgud, kütte ja elektri jaotusvõrgud ning sidevõrgud. Vajaduse korral täpsustatakse liitumispunktide tegelikku asukohta. Ka taristu projekt tuleb esitada infomudeli kujul, kui selle lähteandmed on mudeli kujul saadaval.

Võrgustike ja liitumispunktide geomeetria esitatakse kolmemõõtmelisel kujul nii, et see kanduks tuvastataval moel IFC-formaadis teistesse programmidesse. Sellele ei seata siiski samasuguseid nõudeid andmesisu ja kvaliteedi kohta nagu tegelikule projektile ning see ei pea seega vastama kõigile *4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine"* kindlaks määratud nõuetele.



Andmete esitamise eest vastutavad tehnosüsteemide projekteerijad.

See on eritaseme nõue.

4.3.7 Ehitised ja konstruktsioonid

Inventariseerimismodelleerimist on kirjeldatud 2. osas *„Lähteolukorra modelleerimine"*. Loaga seotud maa-ala ümbritsevate kinnistute geomeetria esitatakse kolmemõõtmelisel kujul nii, et see kanduks tuvastataval moel IFC-formaadis teistesse programmidesse. Sellele ei seata siiski samasuguseid nõudeid andmesisu ja kvaliteedi kohta nagu tegelikule projektile ning see ei pea seega vastama kõigile *3.–5. osas* kindlaks määratud nõuetele.

Andmete esitamise eest vastutab arhitektuurne projekteerija.

Andmed on infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslikud.

4.4 Lähteandmete kuvamine

Lähteandmete modelleerimise seisukohast tähtsaimad nõuded seonduvad ehitatava krundi ning sellel asuvate ehitiste ruumide ja konstruktsioonide modelleerimisega. Ehitatava krundi infomudelit nimetatakse krundi mudeliks ja olemasoleva ehitise infomudelit lähteolukorra mudeliks.

Andmed esitatakse kooskõlas *2. osaga „Lähteandmete modelleerimine"*.

4.4.1 Lähteolukorra mudel

Lähteolukorra mudel sisaldab peale eelkirjeldatud sisu ja 2. osas „Lähteandmete modelleerimine" esitatu hanke ID-andmeid ja ametiasutuste jaoks vajalikke andmeid hankeorganisatsiooni kohta. Samuti esitatakse taristu täpne asukoht, kui see on mudelipõhiselt saada.

Andmete esitamise eest vastutab lähteolukorra mudeli koostaja.

See on eritaseme nõue.

4.4.2 Hanke teostaja

Elektroonilisel töölaual olevad tegeliku hanke teostaja andmed ja kontaktid lingitakse mudeliga.

Iga ehitise individuaalseks koodiks on väljale Pset_BuildingCommon PropertySet-i BuildingID salvestatud ehitustunnus ja versioon (ehitustunnus:xxx;versioon:xxx).

Linkimise eest vastutab ehitusjärelevalveasutus.

Projekteerija andmed on infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslikud.

4.4.3 Projekteerijad

Mudeliga lingitakse töölauale peaprojekteerija ja teiste projekteerijate andmed ning nende kvalifikatsiooni hindamiseks vajalikud andmed.

Iga ehitise individuaalseks koodiks on väljale Pset_BuildingCommon PropertySet-i BuildingID salvestatud ehitustunnus ja versioon (ehitustunnus:xxx;versioon:xxx).

Linkimise eest vastutab ehitusjärelevalveasutus.

Projekteerija andmed on infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis kohustuslikud.

4.5 Mudeli interaktiivne kasutamine

4.5.1 Üldist

Hanke osalistele avatakse juurdepääs mudelile ja nende õigusi mudeli suhtes reguleeritakse vajaduse korral. Piirangud võib leppida kokku projekteerimise avakoosolekul.

See on eritaseme nõue.

4.5.2 Projekteerimise avakoosolek

Lähteandmete tõlgendusi, nagu planeeringu ettekirjutuste tähendus, arvutused jms, kontrollitakse koos ametiasutusega projekteerimise avakoosolekul. Lisaks lepitakse kokku mudeli kasutamine projekteerimise eri etappidel.

Avakoosolekul käsitletakse muu hulgas:

- lähtepunktide tuvastamist ja tutvustamist,
- energiaklassi eesmärke (hoonete energiatõhususe direktiivi (EPBD) kohased võrdlused).

Koosolekul võidakse otsustada ka projekteerijate pädevuse üle.

See on eritaseme nõue.

4.5.3 Mudeli kasutamine ametiasutuste koosolekutel

Projekteerimise käiku kontrollitakse mudeli alusel projekteerimise avakoosolekul ja sellele järgnevatel ametiasutuste koosolekutel. Mudelile võidakse lisada ametiasutuste märkusi ja seisukohavõtte, näiteks:

- sobitumine ümbritsevasse tehiskeskkonda;
- tehniline toimkond, projekti tehniline tutvustus ja käsitlemine;
- energialahendus ja alternatiivide võrdlus;
- tuleohutus ja päästesüsteemid;
- keskkonnaloa vajadus ja käsitlemine (tegevus, ladustamine ja muude hoiuruumide füüsilised lahendused, erinevate tehnosüsteemide lahendused);
- renoveerimise tehnilise funktsionaalsuse hindamine, tingimused, energiatõhusus jms;
- projektide vastavus lubadele.

Andmed lingitakse elektroonilisel töölaual. Iga ehitise individuaalseks koodiks on väljale Pset_BuildingCommon PropertySet-i BuildingID salvestatud ehitustunnus ja versioon (ehitustunnus:xxx;versioon:xxx).

Linkimise eest vastutab ehitusjärelevalveasutus.

See on eritaseme nõue.

4.5.4 Mudeli kasutamine arvamuste esitamise menetluses

Mudelist on võimalik teha arvamuste esitajatele (nt naabritele või päästeametile) vajalikke vaateid. Vajalikud vaated määratakse kindlaks ametiasutuste koosolekutel. Arvamuste esitajad lisavad töölauale oma seisukohad mudeli suhtes. Arvamusi esitavad nt naabrid (kui projekt naabrite huve mõjutavaid kõrvalekaldeid ei sisalda, on tegemist vaid naabrite teavitamisega, mille kohta on vaja võtta allkiri). Arvamusi võivad esitada ka teised ametiasutused, taristu valdajad ja näiteks linna arhitektuurikomisjon.

Mudelite kuvamiseks on vaja eriprogramme, mistõttu on neid praegu võimalik vaadata piiratult. Tulevikus võidakse vajaminevad programmid esitada elektroonilise töölaua ühe osana nt pilveteenuse kaudu, mis võimaldab mudeleid vaadata suuremal hulgal osalistel.

See on eritaseme nõue.

4.6 Mudeli kasutamine loataotlusena

Mudeli andmesisu peab loa taotlemise etapis vastama ehitusala õigusaktides põhijoonistele ja nendega seotud selgitustele esitatud nõuetele.

- Soome ehitusseadustik, osa A2. Ehitise projektid ja projekteerijad.

Sisunõudeid võib täpsustada projekteerimise avakoosolekul kooskõlas maakasutus- ja ehitusseaduse (132/1999) paragrahviga 134 a.

See on tavataseme nõue.

4.6.1 Ehitusloatoimingute juhtimine

Ehitusloatoimingute käigus kontrollitakse projekteerijate pädevust, eelprojekti nõuetekohasust, komplekteeritakse põhijoonised, koostatakse vajalikud loadokumendid ja infomudelid ning esitatakse need ametiasutustele.

Juba projekteerimistööde algul peaksid projektijuhid alustama ametiasutustega läbirääkimisi mudeli võimaliku kasutamise üle ehitusloa taotlemise staadiumis.

Kui infomudel märgitakse ehitusloa menetlemisel nõutavaks dokumendiks, muutuvad kõik käesolevas dokumendis määratletud tavataseme nõuded kohustuslikeks.

Koosolekute käigus selgitatakse välja ja lepitakse kokku, kuidas saavad ametiasutused kasutada infomudeleid ehitusloa taotlemisel, ehitustoodete sertifitseerimisel (CE-märgise väljastamisel), kontrolldokumendina, abivahendina tarindite hindamisel, kaugseirel ja montaažiprojekti arutamisel objekti avakoosolekul. Lisaks lepitakse kokku, kas mudelite kasutamisel rakendatakse käesoleva dokumendi tava- või eritaseme nõudeid.

See on tavataseme nõue.

Ehitusloa staadiumis kontrollitakse mudelite abil ametkondlike nõuete täitmist. Mudelite põhjal loodud simulatsioonide abil saab tõendada näiteks mahu-, liikumisteede, tuleohutus-, pääste- ja energiatõhususe nõuete täitmist. Ehitusloa staadiumi dokumenteeritud infomudelid esitatakse säilitamiseks ehitusjärelevalveasutusele. Hanke lõpul esitatakse ehitusjärelevalveasutusele ka teostusmudelid.

See on eritaseme nõue.

4.6.2 Etapidokumendid

Praegu ei asenda infomudel veel ehitusloa taotlemisel muid dokumente. Kui eraldi ei lepita kokku teisiti, tuleb loa menetlemiseks esitada endiselt kõik tavapärased dokumendid ka juhul, kui infomudel moodustab ühe osa ehitusloa dokumentatsioonist. Lisaks esitatakse infomudelid ja nende abil koostatud analüüsid, näiteks:

- ehitusloa staadiumi dokumenteeritud infomudelid;

- infomudelite kaaskirjad;
- mudelipõhised koostöövormid ametiasutustega;
- visualiseeringud (näiteks keskkonnakirjelduse näitlikustamiseks);
- mahuandmed;
- vastavus nõuetele (näiteks liikumisteed, tuleohutus, päästenõuded);
- energia-analüüsid (energiaarvutuse tulemused).

Tulemuseks on ehitusloadokumendid ja otsus ehitusloa taotlemise kohta.

See on tavataseme nõue.

4.6.3 Mudeli kasutamine remondi- ja ümberehitustööde loataotlusena

Salvestatud ja ajakohastatud teostusmudelit täiendatakse remondi, ümberehituse ja võimaliku laiendamise korral andmetega samamoodi nagu uusehitamise puhul. Muudatusi hoitakse lahus nii, et lammutatavad osad ja uued osad eristuks varasematest säilitatavatest osadest. Üldjuhul esitatakse kogu taotlusega seotud ehitise mudel (eesmärk on hoida ehitise mudel ühe failina).

See on tavataseme nõue.

Kui objekti kohta valmis mudelit ei ole, tuleb enne projekteerimise algust või projekteerimise algfaasis teha lähteolukorra mudel. Modelleerimist on kirjeldatud *2. osas „Lähteolukorra modelleerimine”*.

4.6.4 Mudelis sisalduvate ruumide ja ruumirühmade nimetamine Energiasimulatsioon ja elukaarekulude kalkulatsioon

Igale ruumile tuleb anda nimi. Erilist tähelepanu tuleb pöörata keldris ja pööningul asuvate ruumide selgele nimetamisele. NB! Kelder määratletakse tegeliku maapinna suhtes, mis tuleb esitada mudelis.

See on tavataseme nõue.

Iga ruum peab kuuluma mingisse ruumirühma. Infomudeli kaaskirjas kirjeldatakse, kuidas erinevad ruumirühmad on moodustatud ja kuidas on arvutatud nende pindalad. Ruumirühmad võib moodustada näiteks ruumitunnuse abil. Tunnuse kasutamist ja kuju on kirjeldatud *3. osas „Arhitektuurne projekteerimine”*.

See on eritaseme nõue.

4.6.5 Ehitusloa infomudeli osad

Ehitusloa infomudeli osad jagatakse tavataseme ja eritaseme nõuete alusel. Mudeli juures tehtavad muutused peavad olema näha kõigis osades, mida muudatusega mõjutatakse.

Tavataseme nõuded, mis salvestatakse mudelis peamiselt metaandmetena, on järgmised.

- Rahvastikuregistrisse salvestatavad andmed muudetakse eraldi osaks (hoone ja korterite andmed). (Valitsuse määrus rahvastikuregistri kohta (128/2010), paragrahvid 22–28)
- Energiaarvestused (mis sisaldavad mh energiatõendit ja energialahenduste võrdlust) ehitusseadustiku ja energiatõendi seaduse alusel.
- Ehitusloa infomudelitest peab ilmnema ka nt see, kuidas on korraldatud ehituskoha sademevee jm pinnavee kanalisatsiooni juhtimine.

Eritaseme nõuded on järgmised.

- Keskkonda sobitumine: mudel paigutatakse kolmemõõtmelisse keskkonna mudelisse, mis võib põhineda omavalitsuse enda kvartali-/linnaosamudelil või erinevatest pildimaterjalidest moodustatud mudelil, mis on sobitumise hindamiseks piisavalt laiaulatuslik. Mudelist võidakse vajaduse korral teha ka projektsioone.

- Ohutus ja muu nõuetele vastavus: projekteerijad võivad kontrollida mudelit ehitusalaste õigusaktide suhtes (nt liikumisteed, tuletõkkesektsioonid, evakuatsiooniteed, inimeste arv). Erinevused, mille jaoks taotletakse kõrvalekalde luba, nimetatakse kontrollaruandes. Selles osas esitatakse vajaduse korral sektsioonide suurused ja piirid, evakuatsiooniteed, takistusteta liikumisteed ja teemaga seonduv varustus. Kui tulepüsivusklassist tuleneb nõudeid kattematerjalide kohta, peavad ka need olema esitatud ruumide omadustena (märgitakse ruumi omaduseks). Eraldavate konstruktsioonide omaduste andmed nii püst- kui ka põikikonstruktsioonides esitatakse sektsiooni (ruumirühma) omadustena.
- Suitsueemaldus, evakuatsiooni simulatsioon vajaduse korral (eelkõige eriobjektide, nt kirikute puhul).
- Vastavus planeeringule: ehitusmaht planeeringu kohaselt (nt ehitusalale sobivus ja kõrgussuhete täitmine või korruste kogupinna hulk, mis võidakse esitada ka kahemõõtmelise projektsiooni ja arvutustena) ja kasutusotstarbed vajaduse/planeeringu alusel eristatuna. Vaated võib teha ka kahemõõtmeliste joonistena, kui projekteerimise avakoosolekul on nii kokku lepitud.
- Naabrite osa. Naabrite huve mõjutavad lahendused. Eraldi tuleb näidata sademevee ärajuhtimine, piiri lähedusse ehitamine ja aedade rajamine. Esile tuleb tuua ka võimalikud kõrvalekalded planeeringust või muudest eeskirjadest.
- Lisaks tuleb esitada objekti erijoontele vastavad eraldi kokku lepitud asjaolud.

4.6.6 Mudeli kontrollimine

Enne taotluse esitamist tuleb mudelit kontrollida ehitusalaste õigusaktide suhtes. Kontrollida võib programmi abil või käsitsi, kuid lõpptulemuseks peab olema ehitusalastes õigusaktides ja käesolevas dokumendis kehtestatud nõuetele vastav mudel. Kui kavas on taotleda teatud nõuetest kõrvalekallete lubamist, võib väiksemad kõrvalekalded mudelis näha jätta. Muud leitud puudused tuleb parandada.

See on tavataseme nõue.

4.7 Ehitusloa otsuse ja tingimuste lisamine mudelile

4.7.1 Üldist

Ehitusloa tingimused loovad aluse ehitustöö kontrolldokumendile. Ehitusloa tingimused on näiteks:

- ehitusplatsi tegevuskava;
- ehitusplatsil toimuvast tegevusest tuleneva kahju vähendamine;
- avakoosoleku korraldamine;
- aluspinna ja vundamendi ülevaatus;
- muud ehitusplatsi tööaegsed ülevaatused ja kontrollimised (ülevaatused viib läbi ehitusjärelevalveasutus; kontrollimised hõlmavad loa tingimustes ja avakoosolekul kindlaks määratud toiminguid ning asutuste arvamusi määrustele ja projektile vastavuse kohta);
- kasutuselevõtule eelnev ülevaatus ja lõppülevaatus.

Ehitusjärelevalveasutus lisab tehtud otsuse objekti andmesisusse dokumendina, mis lingitakse elektroonilisel töölaual mudeliga.

See on tavataseme nõue.

Täpsest projekti visualiseerimise mudelist saab vajalikku materjali: fotosid, animatsioone ja reaalaja mudeleid, millest on abi otsuste tegemisel. Tapiola peakontor / SARC Arkkitehdit. Visualiseeringud 3D Render Oy

4.7.2 Mudeli kasutamine erimenetluses

Erimenetlus võib olla ehitusloa tingimus või ehitamise avakoosolekul kokku lepitud või ehitamise ajal määratud kohustus. Erimenetluse kontrollobjektid märgitakse kontrolldokumenti ja tulemused lisatakse mudelile töölauale lingituna.

See on tavataseme nõue.

4.8 Mudeli täiendamine eriprojektide ja selgitustega

4.8.1 Üldist

Peaprojekteerija juhib objekti andmete täiendamist võimalike loataotluse menetlemise ajal nõutud selgituste ja projektide alusel. Eriprojektid määratakse üldjuhul kindlaks ehitusloa otsuses.

Infomudeli juurde kuulub alati kaaskiri.

4.8.2 Hooneosad ja CE-tähised

Ehitusloa tingimuste kohaselt lisatakse hooneosade dokumendid asjaomase projekteerimisvaldkonna andmetele.

- Hooneosadel on ka staatuse andmed: nt projekteeritud, arvutatud, valmistatud, tarnitud, paigaldatud, kontrollitud.
- Praeguste ELi ettekirjutuste kohaselt võivad CE-tähised (declaration of performance) olla esitatud linkidena tootja veebilehel asuvatele sertifikaatidele.

See on eritaseme nõue.

4.9 Mudeli kasutamine ehitustööde järelevalves

4.9.1 Kontrollprogramm ja ajagraafik

Ehitustöö avakoosolekul lepitakse kokku või määratakse kindlaks tööobjekti järelevalve ja kontrollimise meetmed. Tööobjekti teostusmudeli abil koostatakse ehitusloa otsusele vastav kontrollkava ja ajagraafik (kontrolldokumendi alus), mis lisatakse tööobjekti jälgimiseks objekti andmetele.

Tööobjekti kohta peavad olemas olema nii ehitusloa infomudel kui ka teostusmudel töö teostamiseks. Tööobjekti mudeli ja ehitusloa infomudeli vastavust tuleb kontrollida ja selgitada ehitustööde avakoosolekul. Mudelid peavad vähemalt ehitusjärelevalvega seotud andmete ulatuses kattuma. Geomeetrias erinevusi olla ei tohiks, kuid kuna töö teostamise teostusmudel võib sisaldada ehitamisega seotud eriteavet, võib selles sisalduda rohkem andmeid kui ehitusloa infomudelis.

See on eritaseme nõue.

4.9.2 Mudeli kasutamine kontrolldokumendi ja tööobjekti päevikuna

Teostusmudeliga seonduv kontrolldokument uueneb ja täieneb tööde edenemise käigus ja teostusmudeli täiendamisel. Kontrollimiste ja ülevaatuste läbiviijad kannavad andmed kontrolldokumenti. Vastutav töödejuhataja hoolitseb uuendamise õigeaegsuse eest.

Infomudelipõhises ehitusjärelevalve protsessis peab ametiasutustel olema võimalik ajakohast tööde olukorda infomudeli abil kontrollida. Järelevalve seisukohast mõistetakse ajakohasuse all loatehnilist ajakohasust tööde teostamise etappide kaupa. Teostusmudelis tuleb teha vähemalt kõik luba mõjutavad tööaegsed muudatused ja lisada ehitusjärelevalveasutuse kanded nende kohta (heakskiit või muutmisloa nõue).

See on eritaseme nõue.

4.9.3 Projektist kõrvale kaldumine ehitustööde ajal

Ehitusinspektor või muu omavalitsuse määratud ametnik, kes täidab ehitusinspektori ülesandeid, võib ehitustööde ajal anda nõusoleku ehitusloa otsuses heaks kiidetud projektidest kõrvale kalduda, kui kõrvalekalle ei tähenda selle olemust ning loa nõudeid ja ettekirjutusi arvestades ehitusloa olulist muutmist ega mõjuta naabrite olukorda. Muudatuse sisu ja nõusoleku andnud ametniku nimi tuleb märkida kinnitatud projektidesse ja infomudelitesse. Muudetud projekt tuleb vastava palve korral esitada ka ehitusjärelevalveasutusele.

Kui ehitusloa otsuses heaks kiidetud projektidest kõrvale kaldumine tooks kaasa loa tingimuste olulise muutmise või mõjutaks naabrite olukorda, tuleb kõrvalekaldeks taotleda ehitusjärelevalveasutuse luba.

Ehitustööde käigus eriprojektides tehtud olulised muudatused tuleb esitada eriprojekteerija poolt allkirjastatuna ehitusjärelevalveasutusele enne kõnealuste tööetappide alustamist.

See on eritaseme nõue.

4.10 Mudelite andmesisu

Ehitusloa infomudeli ning tööde järelevalves kasutatavate eriprojektide ja selgituste täiendatud mudelite andmesisu nõuded on samad mis Soome ehitusseadustiku osa *A2 „Ehitise projekteerijad ja projektid” 5. peatükis „Loadokumendid ning muud projektid ja selgitused”*.

5 Teostusmudelid

5.1 Üldist

Pärast ehitustööde valmimist koostatakse teostusmudelid, mis sisaldavad tööaegseid loatehnilisi muudatusi ja ametiasutuse märkusi nende kinnitamise kohta, kui muudatuste jaoks ei ole olnud vaja eraldi luba taotleda. Teostusmudelid koostatakse enne lõppülevaatust.

Ametiasutuse märkused ja muudatuste load lisatakse elektroonilise töölaua kaudu.

See on tavataseme nõue.

Vajaduse korral võib ametiasutuse märkuste ja muudatuste lubade andmed salvestada ka infomudelitesse. Salvestusviis ja -vorm tuleb dokumenteerida elektroonilisel töölaual nii, et dokumentatsiooni saaks mudelile lisada.

See on eritaseme nõue.

5.2 Teostusmudelite kasutamine

Ametiasutus talletab teostusmudelid. Ehitise andmeid ajakohastatakse ehitis- ja eluasemeregistris teostusmudeli andmete alusel.

Teostusmudel kajastab ehitusjärelevalveasutuse jaoks registriandmeid valmimishetke olukorra kohta. Koos teiste kinnistute mudelitega moodustub lõpuks linna mudel, mida täiendatakse iga järgmise lõppülevaatusega.

Hanke ajal koostatud taristumudel täiendab omavalitsusüksuse taristumudelit.

See on eritaseme nõue.

6 Infomudelid pärast hanke lõppu

6.1 Infomudelite arhiveerimine

Ametiasutus salvestab ehitusjärelevalves kasutatavad IFC-formaadis infomudelid kooskõlas arhiiviasutuse juhistega. Mudelite metaandmeid täiendatakse kõigil etappidel omavalitsuse teabehalduskava kohaselt.

See on tavataseme nõue.

6.2 Ehitise omaniku teostusmudelid

Ehitise omanik on kohustatud korraldama teostusmudelite säilitamise algsel kujul ja IFC-formaadis. Mudeleid ajakohastatakse vähemalt muudatustega, mida tehakse ehitise juures ehitusloa infomudeli tasandil, ja neid käsitletakse ehitusloa taotluse lähteandmetena, kui päevakorda tõusevad luba eeldavad muudatused. Infomudelid võrdsustatakse muude digitaalsete materjalidega ja nende säilitamisel rakendatakse konsultatsioonitegevuse üldistes lepingutingimustes esitatud juhiseid.

See on tavataseme nõue.

6.3 Kasutus- ja hooldusjuhendite koostamine infomudelite alusel

6.3.1 Üldist

Ehitise kasutus- ja hooldusjuhend on kohustuslik seadusjärgne dokument, mille haldamise eest vastutab kinnistu omanik (maakasutus- ja ehitusseadus (132/1999), paragrahv 117 i).

6.3.2 Mudeli kasutamine kinnistu haldamisel

Infomudelite kasutamine kinnistute haldamisel levib nii Soomes kui ka kogu maailmas. Ehitusinfo modelleerimisel on avatud andmevahetusstandardina kinnistumas IFC ja see on kandumas ka kinnisvarahaldusesse.

Kinnisvara mudelipõhised haldusrakendused on juba saadaval ja neid täiustatakse pidevalt (näiteks ruumihaldus, energia- ja keskkonnaauditid, halduseelarve, hooldusraamatu ajakohastamine jne). Hooldusraamatu rakendusi, milles kasutatakse piiratult või ulatuslikult infomudeleid, on saadaval näiteks tehnoruumide, teenusetaotluste, lepingute, dokumentide, kinnisvarahaldusega seotud toimingute ja hooldusajaloo haldamiseks. Infomudeleid kasutatakse ka energiavajaduse simulatsiooniks ning ehitiste toimivuse jälgimiseks reaalajas.

See on eritaseme nõue.

Mudelite kasutamist ehitise kasutamise ja haldamise ajal on käsitletud *12. osas „Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel”*.

6.3.3 Mudeli kasutamine erimenetluse jälgimisel

Erimenetluse määramisel võidakse eeldada ka konstruktsioonilise ohutuse jälgimist hoone kasutamise ajal. Siinkohal võidakse kasutada erinevaid näitajaid (koormused, läbipaine jms), mida haldusmudeli abil jälgitakse. Erimenetluse määramise korral otsustatakse ka võimalik aruannete esitamine.

See on eritaseme nõue.

6.4 Mudelite kasutamine ehitise lammutamisel

6.4.1 Mudeli kasutamine lammutusprojektina

Hallatud infomudelid on lammutusprojektide lähteandmed. Modelleeritud lammutusprojekti võib esitada loataotlusena sarnaselt ehitusloa taotlemise menetlusega. Lammutusmudelis esitatakse lammutamise järjekord ja võimalikud kokkukogutavad konstruktsiooniosad.

See on eritaseme nõue.

6.4.2 Mudelist saadavad taaskasutus- ja jäätmeandmed

Mudelite alusel saab teada taaskasutatavate konstruktsiooniosade, jäätmeliikide ja koguste andmed. Jäätmeliigi määramiseks peavad kõik konstruktsiooniosade tüüpide kirjeldused olema mudeliga ühendatud ja neis sisalduvad andmed tuleb samuti arhiveerida koos mudeliga. Ka konstruktsiooniosade CE-tähised peavad nõuete järgi olema mudeliga ühendatud. Lisateave: jäätmeseadus (646/2011), paragrahv 13 „Selgitamis- ja teavitamiskohustus”.

See on eritaseme nõue.