

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 1: Mudelprojekteerimise üldjuhendid

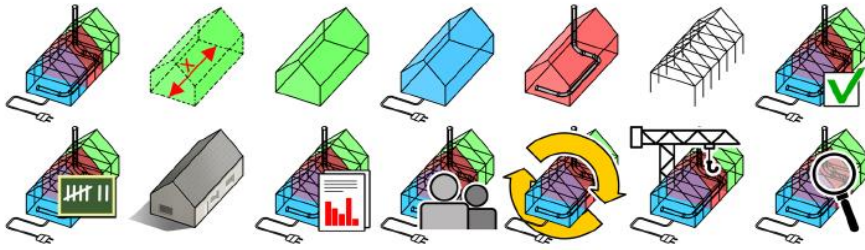
EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

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

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

TÄHELEPANU!

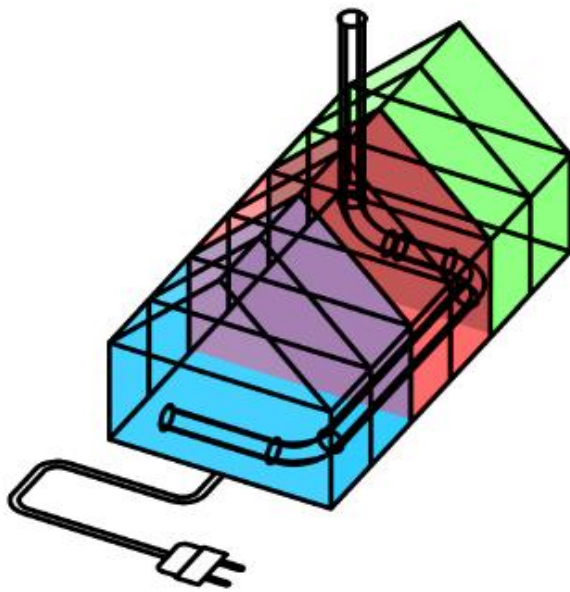
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.



COBIM

Mudelprojekteerimise
üldjuhendid 2012

v 1.0



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 Tekninen 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, Üleri Mõttus, Kati Tamtik-Dmitritšenko, Anti Hamburg, Hendrik Voll, Martin Thalfeldt, Lauri Reinart, Marika Stokkeby, Jaanus Olop, Pille Hamburg, Reet Kalmet, Indrek Tärno, Urmas Alber, Tormi Tabor, Urmo Karu ja Aivars Alt.

Juhendi tõlke keeleteoimetaja on Eva Kiisler.

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

Sisukord

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Mudelprojekteerimisjuhendite põhieesmärgid | 5 |
| 2 | Sissejuhatus | 6 |
| 3 | Tehnilised üldnõuded infomodelile | 7 |
| 3.1 | Tarkvara | 7 |
| 3.2 | Infomodeli avaldamine | 7 |
| 3.3 | Koordinaadid ja ühikud | 7 |
| 3.4 | Infomodeli täpsus | 8 |
| 3.5 | Modelleerimistööriistad | 9 |
| 3.6 | Ehitised, korrused ja jaotamine | 9 |
| 3.7 | Infomodeli nimetamine ja arhiveerimine | 10 |
| 3.8 | Infomodeli 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, põhitoomingud, ehitusplatsi nõuded | 13 |
| 4.1.2 | Ruumiprogramm, kogueelarve, valitud ehituskruunt | 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 | Konstruksioonide 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 | Konstruksioonide 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 | Konstruksioonide 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 eksploatatsioonil ja haldamisel pärast ehitusprojekti lõppu.

Mudelid võimaldavad näiteks:

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

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

Modelleerimise üldised eesmärgid on näiteks:

- hanke otsustusprotsesside toetamine;
- osaliste integreerimine hanke eesmärkide saavutamiseks;
- projektlahenduste visualiseerimine;
- projektide koostamise ja projektide integreerimise toetamine;
- ehitusprotsessi ja selle lõpptoote kvaliteedi parandamine ja tagamine;
- ehitusaegsete protsesside tõhustamine;
- ohutuse suurendamine ehitusprotsessi ajal ja ehitise haldamisel;
- hanke kulusid ja ehitise 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 „Mudelpõhise 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. lisan. Üksikasjalikum 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

3.1 Tarkvara

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 korruga kasutada kõiki omavahel kokkulepituid 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 Infomodeli 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 tavapärase projektidokumentidega samade tingimuste kohaselt.

Enne infomodeli 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

ärahoimiseks 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.

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

Selgitus

Kõik ehituskruundil 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 ehituskruundi keskkonda, taimi, liikluspiirkondi ja kruundil 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 Infomodeli 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 modelleerimispehimohteid järgitaks järjekindlalt. Ehitise osade tööjoonise tasemel modelleerimisel modelleeritakse kõik komponendid tegelike mõõtmetega.

Kõik mudelid alates maa-ala mudelist 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

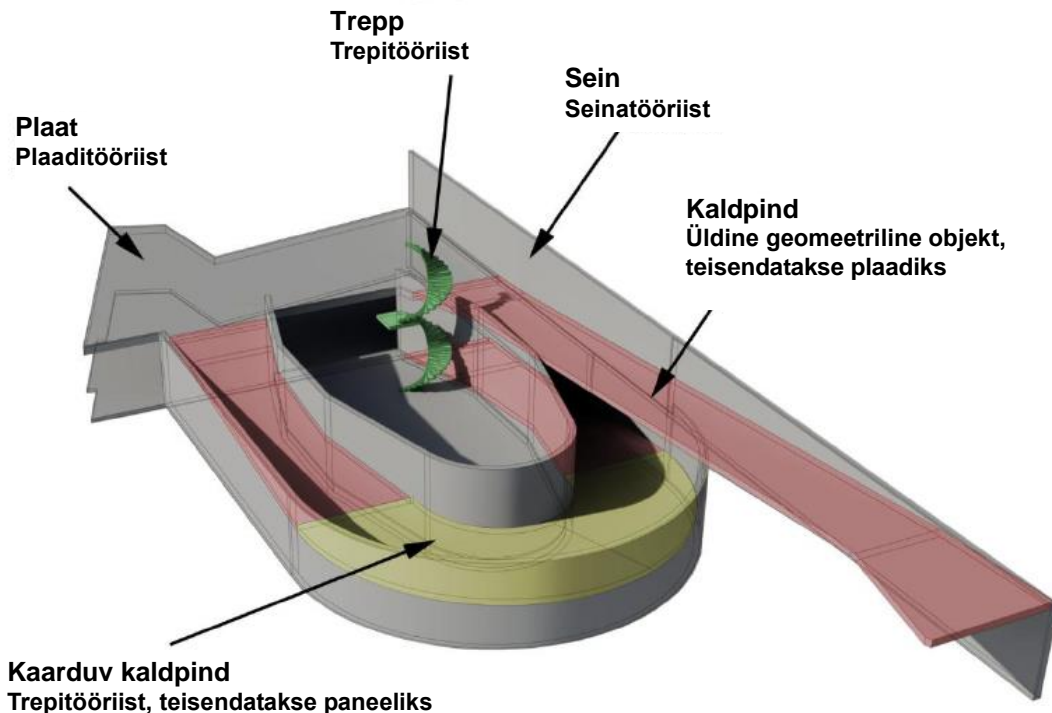
Mudelite täpsuses järgitakse otstarbekuse pehimohteid. Ruumiliste mudelite puhul võib mõõtmetäpsus olla sama, mis tavapärasel joonestamisel. Et ehitise tegelik kuju ja suurus võib veel olla ebaselge, võib asjakohaseks täpsustasemeks olla 100–200 mm. Valitud täpsusklassi tuleb kasutada järjekindlalt. 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 Modelleerimistöõriistad

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

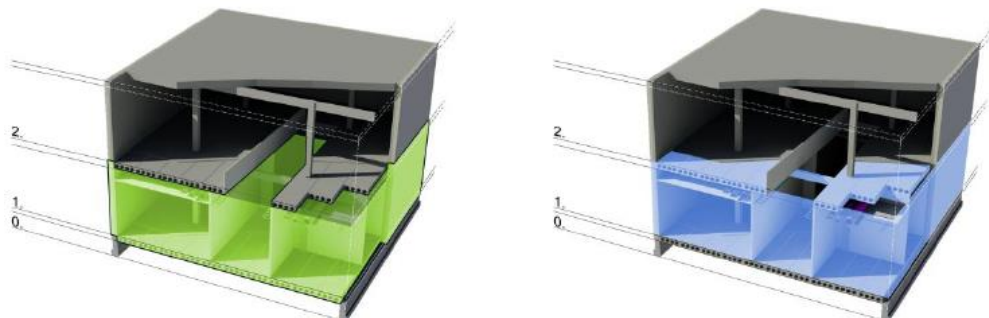
Põhireegel on, et kõik valdkonnad kasutavad modelleerimismeetodit, mille puhul mudel jaotatakse korruste järgi ja kõik mudeli elemendid kuuluvad õigele korrusele, ehkki modelleerimisprogrammid võiksid toetada ka teistsugust lähenemist. Selleks on palju põhjuseid: mudelipõhiseid analüüse tehakse sageli 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 mudelina 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:

- Konstruksioonide 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. Konstruksioonide 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. Katuse 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: arhitektuurse mudel vasakul ja konstruksioonide 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 valesst 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 peaprojekterija või projekti juhtkonna valitud isik. BIM-koordinaatori ülesanded kattuvad osaliselt nii peaprojekterija kui ka ehitusjuhi omadega ja paljudel juhtudel toetab koordinaator mõlemat poolt nende põhigevuses. 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.

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

- mudel avaldatakse konkreetseks otstarbeks ja tavaliselt on toiming seotud projekti ajagraafikuga;
- infomodeli avaldamise otsusele järgneb mudeli ettevalmistamine, infomodeli 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 infomodeli 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 infomodeli vead vastuvõetavad. Sellele vaatamata peab iga projekteerija tagama enda infomodelite 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. Ekspertuuride 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 pindalasisid 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 projektfailide 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 võetak 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 ehukaarekulutusi 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 (möödistusmudel), 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 mõõtmiseenuseid 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 Konstruksioonide 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 „Konstruksioonide projekteerimine”.

4.2.5 Tehnosüsteemide projekteerimine

Ehitist teenindavate süsteemide projekteerijad koostavad algsete süsteemimudelite jaoks pakkumuse, mis sisaldab põhisüsteemide trasse, ruumi vajavaid kanaleid ja kaabliratsruute. 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 lepatakse 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 projektilahendusi 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 tavapärase 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 infomodelite paiknemine samadel koordinaatidel ja kõrgusel. Praktikas loob arhitekt tulevase ehitise õigetes 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 infomodelite tegemine;
- kontrollida projekteerimisolukorra kohaselt infomodelite 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. Infomodelid võimaldavad kiiret, illustreerivat ja interaktiivset visualiseerimist ning analüüsi (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);
- ukse 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 üksikasjalikumalt 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 lepatakse.

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 arhitektuurisel 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 usaldusvärsus.

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 pindalaid 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 kasulikke teavet, näiteks ruumalaid ja pindalaid. 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 eesmärgi 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 tavapärase 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 kavatakse 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 Konstruksioonide mudel

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

4.4.4 Tehnosüsteemide mudelid

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

4.4.5 Elektriõade mudelid

Elektrisüsteemi projekteeija dokumendid peavad vastama arhitektuursele mudelile. Selles staadiumis keskendutakse modelleerimisel süsteemi mudeli loomisele. See peab vastama mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteeimine” 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 projekteeimislepingutes 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 projekteeimise 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 projekteeijate 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 projekteeimist. Koondmudeleid käsitletakse mudelprojekteerimise juhendite 4. osas „Tehnosüsteemide projekteeimine”, 5. osas „Konstruksioonide projekteeimine” 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 nõustamistöona. 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 „Energiaanalüüsid”. Need kuuluvad mudelipõhise protsessi kohustuslike tööde hulka, tööd võib teha ülesandeks tehnosüsteemide insenerile, aga ka tellida eraldi nõustamistöona.

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 eesmärgi 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 ehitusobjektidel, 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 tööloike 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 kajastamiseks 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 töövõtjalt nõutakse ka teostusmudeleid. Teostusmudelite esmane kasutusotstarve on seotud ehitise ekspluatatsiooni, halduse ja remondiga. Teostusmudelite kohta lepatakse kokku iga projekti puhul eraldi.