

**MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012**  
**Osa 3: Arhitektuurne projekteerimine**

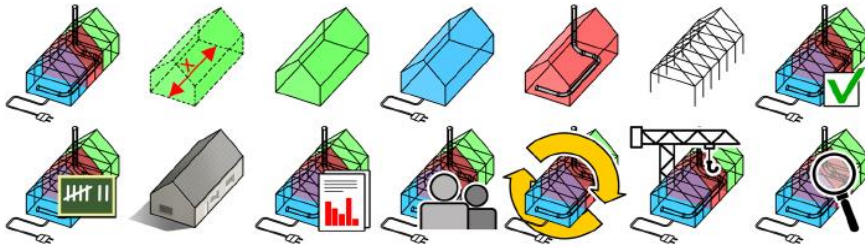
## EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"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 korreksuse eest vastustab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Juhendmaterjal on kättesaadavaks tehtud Eesti Standardikeskuse poolt.

### **TÄHELEPANU!**

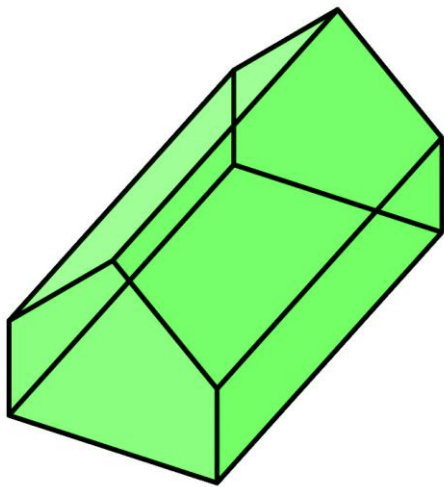
**Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.**



# COBIM

Mudelprojekteerimise  
üldjuhendid 2012

v 1.0



## 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 keeleteoimetaja on Eva Kiisler.

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

## Sisukord

1	Mudelprojekteerimisjuhendite põhieesmärgid .....	4
2	Sissejuhatus .....	5
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	Projekteerimistöde 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	Möödistusmudel .....	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 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

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 Modelleerimispehimoetted arhitektuursel projekteerimisel

Arhitektuurse infomudeli geomeetriselised vormid ja informatsioonitase on projekti erinevate staadiumite puhul erinev. Ka mõjutab neid küsimusi väga oluliselt mudeli kasutusotstarve. Projekti eri staadiumites kasutatavad geomeetriselised 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 geomeetriselisi 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 ehituskruundil 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, liikluspõirkondi 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

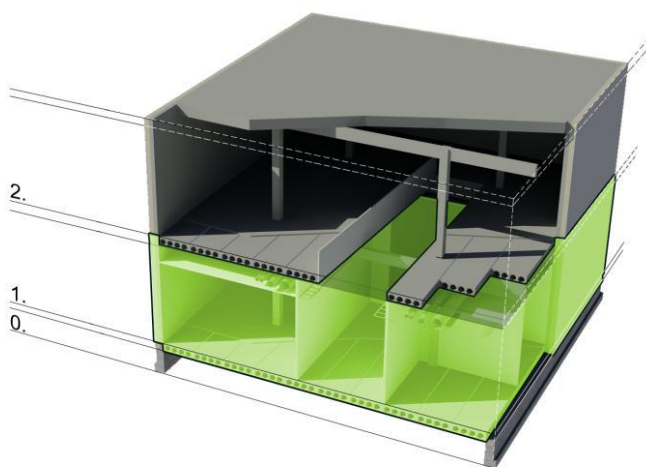


projekteerimisvaldkonnad loovad paar ehitise või mehaanilise süsteemi osa, nii et võib selgelt näha, kas mudelite asukoht on sama. Lisaks on käimasoleva modelleerimisprotsessi puhul vaja tagada, et mudelite alusel genereeritud kahemõõtmeliste jooniste XY-asukoht ja nurk vastavad infomudelile.

### 3.2 Ehitised, korrused ja jaotamine

Projektis antakse iga eraldi ehitise üle iseseisva mudelina. Vajaduse korral saab ehitise jaotada mitmeks osaks. Need osad lepib kokku projekti meeskond. Iga ehitise üle IFC-formaadis failina ja ka tarkvara originaalformaadis. Suurte ehitiste puhul võib tehnilise keerukuse tõttu vajalikuks osutada 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***

*Arhitektuursetes 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.*

*Mitme 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 modelleerimisest nõudeid 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 objekti 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.*

Konstruksioonide mudelisse lisatakse vahelaetarindid ja võlvid üksikasjalikult. Arhitektuurse mudelis on kandetarindite puhul nõutavad üksnes nähtavad pinnad ja õiged välismõõtmed. Ujuvpõranda tarindid ja tasanduskihid modelleeritakse arhitektuurse 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 arhitektuurse 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 juhtnõuade kohaselt ja ettevõtte oma kvaliteedikäsiraamatu alusel, kui see on olemas. Mudelid avaldatakse nende nõuete juhtnõuade või muu kokkuleppelise tava kohaselt. Avaldamisgraafikus lepatakse 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 valesst 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 osutada 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 juhtnõõrid ja nõuded on põhisas 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 seinas). 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.

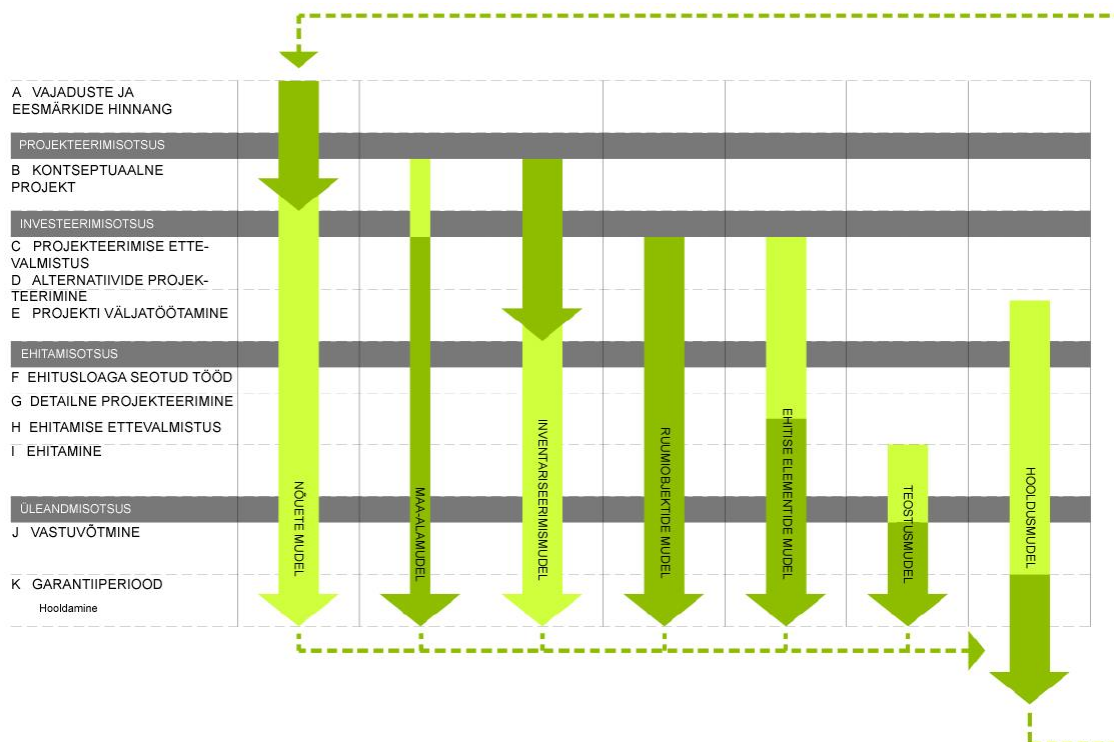
Väga harva juhtub, et renoveerimisprojekti puhul peab ehitusinsener looma kogu hoone infomudeli. Paljudel puhkudel piisab sellest, et modelleeritakse üksnes uued tarandid ja vanad tarandid selles ulatuses, milles neid muudetakse. Praktikas on arhitektuurne mudel ja tegelikult isegi mõõdistusmudel kasutusel 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 täiendada, 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, ruumiojektide ja nende nõuete esialgset kirjeldust, toimimisvariantide ja nende üldmaksumuse uurimist.

Oluline on infomudeli sisu projekteerimise käigus hooldada ja uuendada. Tavaliselt tegeleb sellega projektijuht või peaprojekterija. 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 pindalasi ja erinõudeid. Seda võib täiendada kasutaja ja/või omaniku nõuetega. Ruumikava ja nõudeid tuleb talletada elektroonilisel kujul, et neid oleks võimalik kasutada automaatselt või poolautomaatselt 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 ühendused ja mõju teistele ruumidele;
- nõuded ruumi sisekliimale, heliisolatsioonile, valgustusele, koormusele, vastupidavusele, ohutusele ja kvaliteedile;
- nõuded kütte-, ventilatsiooni- ja kliimasüsteemidele, elektrisüsteemidele, seadmetele, sisseadele, varustusele, ruumijaotuse osadele, viimistlusele.

LÄHTEÜLESANNE	
Lähteandmed on:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• omaniku nõuded ja eelarve;</li> <li>• objektid.</li> </ul>	
Mudeli sisu ja nõudeid vt 6. osa	
Mudelist tulenevad eelised on:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• projekteerimise lähteandmed;</li> <li>• hinnaarvutuse lähteandmed.</li> </ul>	

## 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:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• olemasolevad ehitised ja tarindid;</li> <li>• 2D-joonised;</li> <li>• ruumilised mudelid ja pildid;</li> <li>• skaneerimised ja muud mõõdistamistulemused;</li> <li>• maa-ala mõõdistamine.</li> </ul>	
Mudeli sisu ja nõudeid vt 6. osa	
Märkused	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kui mudel on juba olemas, tuleb uurida, kuidas toimub mudelis sisalduvate geomeetriliste vormide ja teabe üleviimine tarkvarasse, mida kasutab arhitekt.</li> </ul>
Mudelist tulenevad eelised:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ehitise osade kogused ja ruumiaruanded;</li> <li>• pinna- ja mahuteave;</li> <li>• lähteteave olemasoleva hoone osade, ruumide ja tarindite kohta;</li> <li>• maa-ala kõrgused;</li> </ul>	



- 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 ehituskruundil 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.

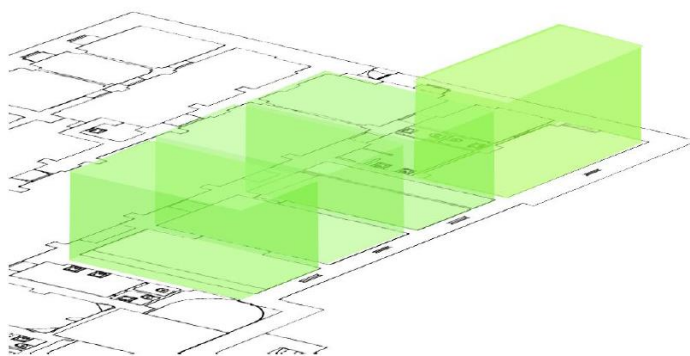
## 5.2.3 Alternatiivide projekteerimine: mudeli sisu

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 siseseiendeks ning nende vastav tähistamine. Mõne tarkvara puhul ei ole võimalik asendada seinu muude ruumiipiire 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 geomeetria.

#### **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 osutada 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 m<sup>2</sup>.

#### **Selgitus**

*Arhitektuursetes ruumiobjektide mudelis rühmitatakse ruumid tavaliselt erinevateks rühmadeks, näiteks tuleiõkkeseksioonideks, 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 arhitektuursetes 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 ülapiinnast 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 ruumiobjekti 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 tükkeldamisest, 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

**Ruumi asukoht:** 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 teostusmudelil 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.*

**Ruumi funktsioon:** 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 geometria muutub.

**Ruumi brutopind:** see tuleb arvutada või genereerida ehitusasetuste 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. Soovitav on kasutada tööriista, mis genereerib ruumiobjekti automaatselt seda piiravate objektide alusel.

#### **Ruumiobjekti brutopind**

Ruumiobjekti brutopind modelleeritakse hoone igale korrusele ja selle kõrguseks on korruse kõrgus alates põrandaviimistluse ülapiinnast kuni järgmise korruse põrandaviimistluse ülapiinnani. Selle välispiir on välisseinte välispiinnaga 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 ainult üks neist. Korrusepinnad, tuletõkkeseksioonid, 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 numbriga, 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
<p>Lähteandmed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esialgne ruumiprogramm (omanik);</li> <li>• hoone energiatõhususeesmärgid (omanik);</li> <li>• konstruktsioonelementide soojusjuhtivusteguri kindlaksmääramine (ehitusinsener).</li> </ul>
<p>Mudeli sisu ja nõudeid vt. 6. osa</p>
<p>Märkused:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuleb uurida kasutatavate tarkvararakenduste vahelist andmevahetust.</li> <li>• Kui mudelit ei ole kavas kasutada simulatsioonideks, ei ole aknad selles staadiumis kohustuslikud.</li> </ul>
<p>Mudelist tulenevad eelised on järgmised:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esialgsed ehitusmahud;</li> <li>• ruumiprogramm;</li> <li>• üldine pinna- ja mahuteave;</li> <li>• ruumide rühmitamine;</li> <li>• algne mudel simulatsioonide jaoks;</li> <li>• visualiseeringud;</li> <li>• maa-ala planeerimis- ja mahumudelid.</li> </ul>

### 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 Helsingis. 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 sisseseinad 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 ülapiinnast 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 ehitistüüpidega 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 sein- 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 ekspordimisel 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 seinasse 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 ukсед, 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-, põrand- 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 põrand- äraooluava 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 ilmnedas 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 vajalikk 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 tükeldata. Pilastrid võib modelleerida kas posti- või seinatööriistaga.*

### **Trepid**

Trepid modelleeritakse trepitooriistaga, 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 trepitiüüpide koguarv, seetõttu on oluline, et treppidele määrataks tüübikood nagu seintele ja muudele ehitise osadelegi.*

### **Muud ehitise osad**

Topelfassaadid (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 plaaditooriista või muude modelleerimistöriistade abil koos nõutava tuvastamisteabega (nimi või klassifikatsioon).

Šahtid, mille pindala ületab 0,5 m<sup>2</sup>, modelleeritakse seintega ümbritsetud ruumidena samuti nagu muud ruumid, ja neil võib olla hooldusluuk või uks.

Laed modelleeritakse lae- või plaaditooriista abil. Muudest plaatidest ja plaaditaolistest ehitise osadest eristamiseks peab neil olema tunnus (nimi või kood). Laetarind ja lae kateplaat 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 ruumitooriista 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 ruumiobjekti 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 ruumiobjekti 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):	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lõplik ruumiprogramm (omanik)</li> <li>• Hoone energiatõhususe eesmärgid (omanik)</li> <li>• Konstruksioonelementide soojusjuhtivusteguri kindlaksmääramine (ehitusinsener)</li> <li>• Tarinditüübid ja kodeering (ehitusinsener)</li> <li>• Energiasimulatsiooni tulemused (tehnosüsteemide insener)</li> <li>• Ruuminõuded hoone teeninduskomponentide jaoks (tehnosüsteemide ja elektriinsener)</li> </ul>	
Mudeli sisu ja nõudeid vt. 6. osa	
Märkused:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekteerimise käigus täiendatakse mudelit vastavalt projekteerimise edenemisele.</li> <li>• Tuleb uurida kasutatavate tarkvararakenduste vahelist andmevahetust.</li> </ul>	
Mudelist tulenevad eelised:	Tasapinnalised joonised ja skeemid:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahud akende, uste ja muude ehitisosade jaoks;</li> <li>• ruumiprogrammid;</li> <li>• kogupinnad ja -mahud;</li> <li>• ruumide rühmitamine;</li> <li>• mudel simulatsioonide jaoks;</li> <li>• visualiseeringud;</li> <li>• maa-ala planeerimis- ja mahumudelid;</li> <li>• pakkumise abimaterjal (ruumilised mudelid vaatamiseks);</li> <li>• vastuolude kontroll;</li> <li>• ehituse esialgne planeerimine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• üldjoonised;</li> <li>• detailsed joonised;</li> <li>• plaanid;</li> <li>• lõiked;</li> <li>• vaated</li> </ul>

## 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 paberkoopiade asemel infomudeleid.

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

Infomudeli kasutamist ehitusplatsil kirjeldatakse üksikasjalikult 13. osas „Infomudelid

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teostusmudel ja projektdokumentatsioon</li> <li>• Valmishitis</li> </ul>
Mudeli sisu ja nõudeid vaadake 6. osast.
Märkused
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekteerimisel ja ehitusel kasutatud infomudel võib hoolduse jaoks olla liiga keerukas.</li> <li>• Simulatsioonideks ja ehitise haldamise jaoks võib vaja olla lihtsustatud mudelit.</li> <li>• Ruumide lõplik numeratsioon tuleb lisada kõige hiljem teostusstaadiumis.</li> </ul>
Mudelist tulenevad eelised on järgmised:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahud varustuse, akende, uste ja muude ehitisosade jaoks;</li> <li>• ruumiprogrammid, väljarenditavad alad;</li> <li>• kogupinnad ja -mahud;</li> <li>• ruumide rühmitamine;</li> <li>• mudel simulatsioonide jaoks;</li> <li>• hooldus- ja kasutusjuhendid.</li> </ul>



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
<b>121 Hoone osad</b>										
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 katusearind			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 kaitseksed 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 Välisüksed			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 Katusearindid			K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1261 Katuselagede tuletõkkeseksioonid				K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
1261 Katuse käiguteed				V1	V1	K1	K1	K1	K1	K1
1261 Katuse luugid				K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1262 Räästatarindid				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Piirdeliistud ja muud räästaosad										
1263 Katusekatted										
1263 Katuselehtid				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
<b>131 Ruumi osad</b>										
1311 Vaheseinad		V1	K1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1312 Klaasvaheseinad			V1	K1	K1	K2	K2	K2	K2	K2
1315 Vaheüksed		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
<b>132 Sisepinnad</b>										
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										
<b>133 Ruumivarustus</b>										
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 Sanitaartehtiline varustus				K1	K1	V2	V2	V2	V2	V2
1337 Sanitaarseadmed				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
<b>134 Muud ruumiosad (täited)</b>										
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
<b>135 Elementruumid</b>										
1351 Element-vannitoad										
1352 Element-külmkambrid										
1353 Element-saunad										
1354 Element-tehnoruumid										
1355 Elementlõõrid										
1359 Muud elementruumid										
<b>91 Pinnad ja mahud</b>										
<b>91 Ruumiprogrammi kohased pinnad</b>										
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										
<b>92 Ehitusala pinnad</b>										
921 Ehituskruundi pind	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
922 Elamispind										
923 Hoone pind										
924 Liiklemisalade pind										
929 Muud pinnad										
<b>93 Hoone kogupinnad</b>										
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										
<b>94 Osakonnad</b>										
9411 Tuletõkkesektsioonide pind										
<b>95 Mahud</b>										
95 Hoone maht		V2	V2	V2	V2					

Asukoht:				
Aeg:				
Audiitor:				
Objekti mudel:				
Versioon:				
Mudeliversiooni kuupäev:				
<b>Ehitise osade arhitektuurse mudeli kontrollnimekiri</b>	<b>Läbitud</b>	<b>Probleemid</b>	<b>Ei ole asjakohane</b>	<b>Märkused</b>
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				
Mudel ei sisalda ehitisosi 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:				