

Riigi Kinnisvara AS

Mudelprojekteerimise juhend

Version 23.11.2009

Tallinn 2009

Dokumendi väljastaja:

Riigi Kinnisvara AS (RKAS)

Dokumendi nimetus:

RKAS mudelprojekteerimise juhend

Dokumendi väljastamise kuupäev:

23. november 2009

Dokumendi sisu:

Mudelprojekteerimise protsessi kirjeldus, soovitusel ja nõuded mudelite koostamisele ja esitamisele.

Märksõnad:

mudelprojekteerimine, ehitusinfo mudel, ehitusinfo modelleerimine, BIM, Building Information Modelling, 3D visualiseerimine, mahuarvutused, vastuolukontroll, hoonesimulatsioon, sisekliima, energiavajadus

Dokumendi koostamisel osalesid:

Projektijuht: Üleri Mõttus, Riigi Kinnisvara AS

Viivo Siimpoeg, EA Reng AS

Reino Rass, EA Reng AS

Tõnu Pipar, EA Reng AS

Kaido Hanikat, Conviso OÜ

Tõnu Muring, Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituut

Sisukord

Sissejuhatus	4
1 Mudelprojekteerimise maht	5
2 Nõuded modelleerimise tehnoloogiale	5
2.1 Üldnõuded	5
2.2 Osamudelid	5
2.3 Modelleerimise lähteandmed	6
2.4 Modelleerimise staadiumid	6
2.5 Kasutatav tarkvara	6
2.6 Mõõtühik ja koordinaatsüsteem	7
2.7 Mudelite mõõtmete täpsus	7
2.8 Hoone osade modelleerimine	7
2.9 Jooniskihtide kasutamine modelleerimisel	8
2.10 Mudelite nimetamine	8
2.11 Mudelite kontrollimine ja avaldamine	8
2.12 Ehitusinfo mudeli kaaskiri	10
3 Modelleerimise lähteandmed	10
3.1 Vajadusuuring	10
3.2 Nõuetemudel	11
3.3 Maa-ala mudel	11
3.4 Inventariseerimismudel	12
4 Mahtude mudel	13
5 Eelmudel	14
5.1 Modelleerimise põhimõte	14
5.2 Eelmudeli arhitektuuriosa	15
5.3 Eelmudeli tehnosüsteemide ruumivajaduste mudel	16
5.4 Eelmudeli konstruktsiooniosa	17
5.4.1 Ehitiseosad Talo2000 kohaselt	17
6 Põhimudel	18
6.1 Modelleerimise põhimõte	18
6.2 Põhimudeli arhitektuuriosa	19
6.2.1 Ruumide modelleerimine	20
6.3 Põhimudeli tehnosüsteemide osamudelid	21

6.3.1	Kütte-, ventilatsiooni, jahutuse ja sanitaartechnika süsteemimudelid.....	21
6.3.2	Elektripaigaldiste ja automaatika süsteemimudelid.....	23
6.4	Põhimudeli konstruktsiooniosa mudel	23
7	Mudelite integreerimine ja kontrollimine	24
8	Sisekliima ja energiavajaduse simulatsioonid.....	24
9	Mahuarvutused ja maksumushinnangud.....	25
10	Infomudelite 3D visualiseerimine.....	25
11	Ehitamine ja ehitise vastuvõtt	26

Sissejuhatus

Käesolev dokument on Riigi Kinnisvara AS poolt koostatud mudelprojekteerimise (lüh modelleerimise) juhend hoonete projekteerimisel. Juhend on esmaversioon ja käsitleb ainult mudelprojekteerimist ning sedagi esialgu piiratud mahu. Juhendit arendatakse tulevikus edasi vastavalt tehnoloogiate ja nende optimaalse rakendatavuse arengutele.

Ehituse infomudelite (BIM – Building Information Modeling) tehnoloogia kasutamisega rakendatakse uusi võimalusi ehitusprojektide kvaliteedi tõstmiseks ning käesoleva juhendiga kasutatakse neid järgmiste põhieesmärkide saavutamiseks:

- projektlahenduste 3D visualiseerimine (ruumiline näitlikustamine);
- hoonete soojusliku toimimise, energiavajaduse jms. simulatsioonide teostamine;
- kiiremad ja täpsemad ehituslike mahtude arvutused;
- projektlahenduste vastuolude kontrolli tõhustamine.

Mudelprojekteerimise (BIM – projekteerimise) kasutamine pakub uusi paremaid võimalusi alternatiivsete projektlahenduste võrdlemiseks ja erinevate valdkondade projektlahenduste omavaheliseks koordineerimiseks. Infomudelite andmete põhjal kergemini teostatavad hoonesimulatsioonid võimaldavad paremini hinnata projekteeritava hoone tulevase energiavajaduse- ja halduskulusid ning ka kasutusmugavust. Mudelprojekteerimise osana automaatselt saadavatest mahuarvutustest tulenevad ka kergemini teostatavad ehitusmaksumuse hinnangud, mis võimaldab hoonestajal modelleerimise käigus operatiivselt jälgida ja parandada kavandatava rahapaigutuse ja kogu hoonestusprotsessi lõpuks tekkiva kvaliteedi suhet.

Käesolev juhend lähtub põhimõttest, et infomudelite kasutamine annaks informatsiooni st modelleerimise tulemusel igal tasandil vajalike otsuste tegemiseks eelkõige hoonestajale. Sellest tulenevalt on juhendiga määratud ka tingimused, millele mudel peab vastama ja juhend ei käsitle näiteks mudelprojekteerimise juhtimist (sh projekteerijatevahelisi mudelite tööversioone) ega spetsiifiliselt töövõtte puudutava informatsiooni modelleerimist.

Juhendis esitamata (nt arhiveerimine, mudelprojekteerimise korralduse nõuded ja juhised, sh muudatuste juhtimine) või lõplikult määramata jäetud osades esitatakse vastav informatsioon täiendavalt hankedokumentides.

1 Mudelprojekteerimise maht

Kuna mudelprojekteerimist ei ole käesoleval ajal veel võimalik ratsionaalselt kasutada kogu projekteerimistööde mahule ega ka projektlahenduste menetlemisel, siis samaaegselt mudelprojekteerimisega koostatakse projekteerimisprotsessis ka traditsioonilisi dokumente. Sellistele dokumentidele esitatavaid nõudeid käesolev juhend ei puuduta ning nende koostamisel tuleb järgida kõiki senikehtivaid (sh RKAS poolt koostatud) juhiseid ja nõudeid, mis hankedokumentatsioonides esitatakse.

Kuigi mudelprojekteerimise standardit (sh modelleerimisetapid ja –mahud) ei ole veel välja töötatud ja juhendis esitatud mudelprojekteerimise tegevused ei ole samad EVS 811 „Hoone ehitusprojekt“ kirjeldatud staadiumide ega tööde käiguga, on arvestatud sellega, et modelleerimise käigus oleks võimalik esitada projektdokumentatsiooni vastavalt EVS 811 sätestatule.

Võrrelduna EVS 811 projekteerimisstaadiumidega teostatakse mudelprojekteerimine käesoleva juhendi nõudena põhimõtteliselt kuni põhiprojekti staadiumi detailsuseni, kus mudelprojekteerimise mahtu kuulub ka integreeritud koondmodeli koostamine. Hankekohaselt võivad siiski olla määratud ka detailsema modelleerimise nõuded (näiteks ehitusmaterjalide jms mahuarvutusteks).

Modelleerimise maht ja osalejate ülesanded on määratud lisas 1 tabel „Etapiviisiline mudelprojekteerimise ulatus“.

2 Nõuded modelleerimise tehnoloogiale

2.1 Üldnõuded

Nõudeid kohaldatakse projekteerimisosadele, millele projekteerimislepingu alusel tehakse ehitusinfo mudelid. Nõuetest kinnipidamine on kohustuslik ja nendest kõrvalekaldumine on võimalik ainult projektijuhi ja tellija kirjalikul nõusolekul. Selline kokkulepe tuleb protokollida ning see jõustub protokollil allakirjutamisest kõikide osapoolte poolt.

Kui infomudelid on viited mudelist väljaspool olevatele objektidele või -infole, tuleb kogu vastav teave anda üle koos mudeliga. Viidete kasutamine ja muu modelleerimist puudutav informatsioon tuleb täies mahus esitada infomodeli kaaskirjas, mis on infomodeli lahutamatuks osaks.

Konstruksioonide modelleerimisel koostatakse nii arvutusmudelid (inseneriarvutuste tegemiseks) kui konstruktsioonimudelid (lahenduste esitamiseks). Käesolevas juhendis käsitletakse ainult konstruktsioonimodelit.

Infomudeleid peab saama kasutada ilma oluliste tõrgeteta ja kohandamiseta projektiosade kokkusobitamisel.

2.2 Osamudelid

Iga infomudel koostatakse projekteerimisalade osamudelitest (arhitektuuri-, konstruktsiooni-, tehnosüsteemide mudelid jne), mis koondatakse ühtsesse mudelisse. Lisaks ehitiseosadele modelleeritakse erinevatel staadiumidel ka erinevate ruumivajaduste (nt tehnosüsteemide torustikud, vajalikud konstruktsiooniavad, hooldusalad jne) mudelid, mis koondatakse samuti samasse ühtsesse mudelisse ning mis peab kindlustama ruumivajaduste infovahetuse projekteerijate vahel igal modelleerimisstaadiumil.

Iga eraldiseisev hoone esitatakse iseseisva mudelina, järgides kokkulepitud koordinaadistikku. Vajadusel võib hoone mahust või tarkvaralistest kaalutlustest lähtuvalt jagada ühe hoone ka korpuste ja/või korruste kaupa mitmesse mudelisse. Selline jaotamine tuleb kokku leppida mudelprojekteerimise algusnõupidamisel ning lisada jaotuse täpne kirjeldus koos põhjendustega infomudeli kaaskirja.

Mudeli objektide täpsed piirid modelleerimisetappidel (nt kandva plaadi ülapind/töövuuk või valmis pind) otsustatakse projekteerimisnõupidamisel.

Tehnosüsteemide osas antakse iga süsteemi mudel reeglina üle omaette osamudelina.

Osamudelid antakse üle nii originaalmudelitena kui ka IFC-mudelitena.

2.3 Modelleerimise lähteandmed

Modelleerimise lähteandmed esitatakse eraldi maa-ala-, inventariseerimis- ja nõuete infomudelitena. Hankekohaselt võidakse lähteandmed esitada ka muul kujul.

2.4 Modelleerimise staadiumid

Projekteerimise staadiumideks jagamine ja eriülesanded on juhendis esitatud mudelprojekteerimise seisukohast. Samas peavad erinevate modelleerimisstaadiumide infomudelid sisaldama infot ka sellises mahus ja kvaliteedis, mis võimaldab vormistada igale modelleerimisstaadiumile määratud projektdokumentatsiooni koostamise vastavalt EVS 811 nõuetele.

Projekteerijate poolt teostatavad modelleerimisstaadiumid on reeglina järgmised:

1. mahtude mudel;
2. eelmudel;
3. põhimudel.

Hankekohaselt võidakse kokku leppida ka täiendavaid modelleerimisstaadiumeid (nõuete mudel, ehitusmudel vms.).

2.5 Kasutatav tarkvara

Kasutada võib kõiki IFC2x3 sertifitseeritud modelleerimisprogramme.

Kõik osalejad peavad esitama kasutatavate tarkvarade (sh nende versioonid ja toetatav IFC-formaadi versioon) tutvustused ja kasutusosalad (sh osamudelite integreerimine ja kontroll) oma pakkumuses ning projekti kestuse jooksul jääma samade programmide ja nende versioonide juurde, kui ühiselt ei lepita kokku teisiti. Kui programmi või versiooni vahetus siiski on kokku lepitud, peab enne vahetuse teostamist kontrollima versioonide kokkusobivust. Sellise versiooni muudatuse ja kokkusobivuse eest teiste tarkvaradega ning võimalike lisakulude eest tellijale on vastutav versiooni muutja.

Muude, kui IFC-sertifikaadiga programmide kasutamine teistele osalejatele üleantavate mudelite koostamisel on lubatud vaid tellija kirjalikul nõusolekul. Erialasiseses töös ja dokumentide koostamisel piiranguid kasutatavatele tarkvaradele ei ole. Tellija nõusolek pakutud tarkvarade kasutamiseks ei tähenda mitte mingisuguse nõusolekust tuleneva vastutuse üleminekut tellijale.

2.6 Mõõtühik ja koordinaatsüsteem

Maa-ala mudeli mõõtühik on meeter. Kõikide hoonet käsitlevate mudelite mõõtühik on millimeeter.

Maa-ala mudel tehakse piirkonnas kasutatavas ametlikus kaartide koordinaatsüsteemis.

Koordinaatsüsteem lepitakse kokku hiljemalt enne mahtude mudeli koostamist ja seda töö käigus ei muudeta. Soovituslikult on koordinaatide alguspunkt telgede A ja 1 ristumispunkt hoone 0 kõrgusel.

Inventariseerimismudel koos lisamaterjalidega (nt lasermõõdistuse punktid) tuleb viia samasse koordinaatsüsteemi.

Iga hoone asukoht (x,y,z) ja pöördenurk krundil tuleb maa-ala mudelil koordinaatsüsteemi seisukohast dokumenteerida. Neid väärtusi võib muuta, kui projektlahendused muutuvad.

2.7 Mudelite mõõtmete täpsus

Modelleerimistäpsus lepitakse kokku projekteerimise algusnõupidamisel.

Mudelite täpsusel järgitakse asjakohasuse põhimõtet. Mahtude mudeli mõõtmete täpsusena on lubatud kasutada 100 mm projekteerimisrastrit, kuna hoone tegelikud mõõtmed ei ole teada. Valitud mõõtesüsteemi tuleb kasutada järjekindlalt. Tuleks ka arvestada, et mida täpsem on esmane mudel, seda lihtsam on selle alusel tööd jätkata.

Ka inventariseerimismudeli täpsuse puhul järgitakse asjakohasuse põhimõtet. Selle absoluutne täpsus teeb mudeli raskesti kasutatavaks (nt seinte väiksed kõverused, kalded ja paksuse muudatused) ja sellepärast võib mudelite koostamisel kasutada täpsusklassina ehitustöödel lubatavaid tolerantse. Vastav informatsioon tuleb esitada inventariseerimismudeli kaaskirjas.

Modelleerimisel võib enne põhimudeli staadiumit kasutada nimimõõtmeid. Põhimudelil tuleb modelleerida tegelikud paigaldusvarud ja kõik mudeli osad peavad olema modelleeritud tegelike mõõtmetega.

2.8 Hoone osade modelleerimine

Hoone konstruktsiooniosad (postid, talad, vahelaed jne), tehnosüsteemikomponendid jne modelleeritakse kasutatava tarkvara pakutavate ning modelleerimisstaadiumide detailsusele vastavate objektidena. Kui tarkvara seda ei võimalda (nt programm ei suuda modelleerida plaate, mille paksus, kalle või profiil vahelduvad), peab projekteerija looma üldobjekti, mis defineeritakse konkreetseks objektiks (antud näite puhul plaadiks). Sellisel juhul peab ehitiseosa atribuutteave sisaldama tüüpi nii, et see info oleks siirdatav. Sellised kõrvalekalded peavad olema kindlasti fikseeritud infomudeli kaaskirjas.

Ehitiseosad modelleeritakse õige geomeetriaga ja need ei tohi omavahel lõikuda. Selle nõude täitmiseks tagatakse ka mahu- ja kuluarvutustele vajalik teave.

Olenemata kokkulepitud modelleerimistäpsusest peavad objektid olema sidusad. Sidusus luuakse automaatselt tarkvara abil (nt seinad peavad üksteisega nurkades liituma).

Modelleeritavad ehitiseosad esitatakse Talo2000 liigituse kohaselt.

Konstruktsioonimudelil on soovitatav kõik ehitiseosad individuaalselt nummerdada, et need oleksid eristatavad kogu hanke jooksul kuni valmistuse ja paigalduseni. Üldjuhul on, et juba antud tunnusnumbreid tuleks säilitada ja vajadusel muuta ja modifitseerida ehitiseosi, mitte asendada neid uutega. Kui siiski modelleerimistarkvara etappide üleminekul (näiteks tootjale

edastamisel) muudetakse, siis ei pruugi samad tunnused kanduda uude mudelisse ja ehitiseosadele tuleb anda uued individuaalsed tunnused.

Kui kasutatav modelleerimistarkvara võimaldab, tuleks ehitiseosade tüüpidest moodustada konstruktsioonitüübid, mis tuleb nimetada sarnaselt arhitektuurimudelile.

Konstruktsioonide nimetamisel peab arvestama, et mõned tarkvarad suudavad nimetuse alusel hallata korruste ja sektorite hooneosi ja hooneosakogumeid. Selliselt moodustatud „kihtidest“ saab teha ka mahu- ja tooteloendeid. Põhiosades nimetatakse „kihid“ TALO 2000 liigituse alusel.

Nimetamisnäide TALO 2000-liigituse alusel.

1232 Kandeseinad	1232 Kandeseinad, I korrus
	2232 Kandeseinad, II korrus
	3232 Kandeseinad, III korrus jne.

Püsivarustus ja seadmed modelleeritakse objektidena, mille tunnustest selgub nende tüüp. Võimalik mittestatsionaarne varustus modelleeritakse oma kihile või muul viisil loogiliselt töövõttu kuuluvatest osadest eristatult.

2.9 Jooniskihtide kasutamine modelleerimisel

Kui projekteerija on kasutanud mudelis joonisekihte, peab infomudeli kaaskirjas dokumenteerima nende tähenduse või viitama kokkulepitud süsteemile, reeglina kasutatakse kihtide EVS-EN ISO13567 põhimõtteid. Kui joonisekihte ei ole kasutatud, süstematiseeritakse info ehitiseosade ehk objektide järgi.

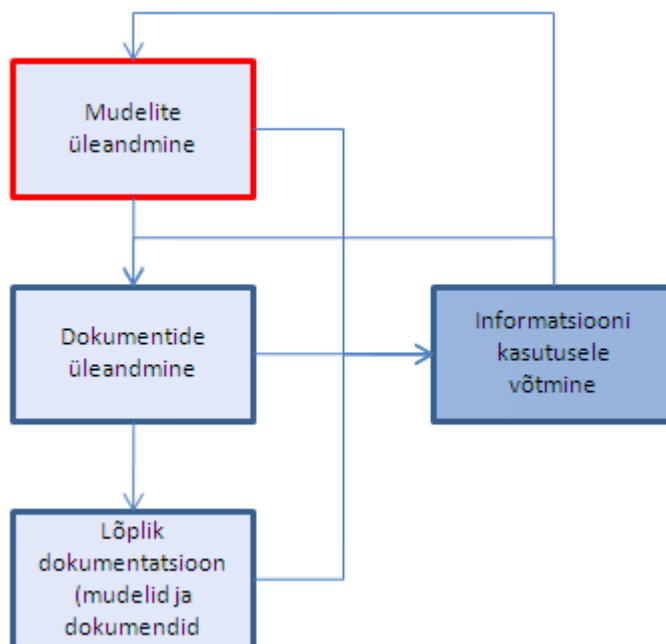
2.10 Mudelite nimetamine

Mudeli nimetusest peab ilmnema modelleeritav ehitusobjekt, modelleerimise etapp, projekteerimiseriala ja mudeli versioon järgmisel kujul: „projektinumber_eelmudel_arhitektuur_ver01“ (näiteks: XXXX_E_AR_V01). Juhul, kui hoone mudel jaotatakse korpusteks ja/või korrusteks peab mudeli nimetuses sisalduma ka hoone korpus ja/või korrus. Täpikähti ning muid tähtedest ja numbritest erinevaid sümboleid (va näites kasutatud alakriips „_“) ei kasutata.

Tehnosüsteemide mudelite puhul peab nimetusest selgelt ilmnema, mis süsteemi/ osasüsteemi mudeliga on tegemist.

2.11 Mudelite kontrollimine ja avaldamine

Mudelprojekteerimise käigus antakse projekteerimisteavet tellijale üle nii mudeli- kui ka dokumentide vormis. Info kasutamisel tekib tagasiside ja muutuvad nii mudelid kui ka dokumendid. Lõpptulemus on valmis dokumentatsioon (joonis 1).

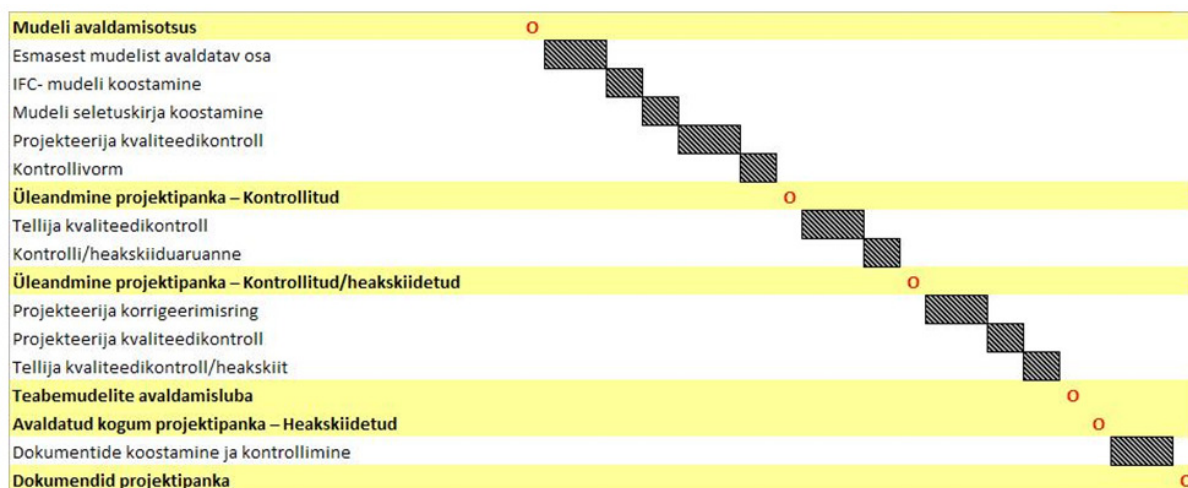


Joonis 1. Üleandmise põhimõte

Praegusel arendusetapil ei paku mudelprojekteerimine veel pidevalt kõikidele osalejatele mudelprojekteerimise infot reaajas ning mudeli avaldamine (avalikustamine üldiseks kasutamiseks) eeldab eraldi otsust. Mudeli avaldamisega kaasnevad järgmised sammu:

1. Mudeli avaldamise sätestab projekteerimise ajagraafik. Mudel avaldatakse teatud kindlal eesmärgil, seetõttu kirjeldatakse mudeli kaaskirjas ka konkreetse avaldatud mudeli kasutuseesmärgid.
2. Mudeli avaldamise otsusele järgneb mudeli, mudeli kaaskirja, võimaliku ehituskirjelduse ja muude materjalide koostamine/uuendamine vastavaks avaldatavale mudelile.
3. Enne info edastamist tuleb veenduda, et mudel ja ehituskirjeldus langevad kokku. Lisaks koostatakse ehitusinfo mudeli kaaskiri, kuhu märgitakse mudeli koostamisel esinenud tavalisest erinevad asjaolud.
4. Viiakse läbi ehitusinfo mudeli kvaliteedikontroll vastavalt hankedokumentatsioonis esitatavatele nõuetele.
5. Koostatakse avaldamispakett, mis sisaldab infomudelit (või -mudeleid), ehituskirjeldust ehk projekti seletuskirja, ehitusinfo mudeli kaaskirja, mudeli kontrolli aruannet ning muid vajalikke materjale. Mudeli osas tuleb otsustada, kas avaldatakse originaalmudel, IFC-mudel või mõlemad. Igale avaldamispaketile antakse unikaalsete tunnustega nimetus.
6. Avaldamispakett antakse üle (näiteks edastatakse projektipanka, kontrollitud mudelite kausta). Avaldamise süsteemis peab silmas pidama, et analüüse ja muid materjale peab saama hiljem lisada/siduda selgelt selle konkreetse avaldamispaketiga, mille alusel need on tehtud.

Mudelprojekteerimise protsessiks tuleb kokku leppida infomudelite kõikide esitatavate avaldamisetappide kalenderplaani ja varuda igaks avaldamiseks piisavalt aega mudelite eelneva kontrollimiseks ja analüüsiks (tabel 1).



Tabel 1. Mudeli avaldamise kalenderplaani näide

2.12 Ehitusinfo mudeli kaaskiri

Ehitusinfo mudeli kaaskiri (ehk mudeli seletuskiri) on mudeli olukorda kajastav dokument. Selle eesmärk on vahendada teistele projektis osalejatele teavet sellest, mis eesmärgil mudel on avaldatud ja milline on selle täpsusaste.

Avaldatava mudeliga lahutamatu kaasneva kaaskirja failinimi on vormis „mudelinimi_kaaskiri _ver“ (näiteks: XXXX_E_AR_V01_kaaskiri_V01). Täpitahti ning muid tähtedest ja numbritest erinevaid sümboleid ei kasutata.

Kaaskiri peab kajastama infomudeli puuduseid ja lõpetamata osi ning muid kõrvalekaldeid vastava etapi ja projekteerimisala nõuete seisukohast ning ka muid mudeli kasutamist ja usaldusväärsust mõjutavaid tegureid.

Kui kaaskirjas ei ole mainitud ühestki mudeli puudusest, võivad teised eeldada, et mudel on nõuetekohane. Kui see nii ei ole, vastutab mudeli avaldaja sellest tulenevate võimalike vigade ja lisatööde eest projekteerimislepingus ja lepingu üldtingimustes määratud ulatuses.

3 Modelleerimise lähteandmed

3.1 Vajadusuuring

Vajadusuuringuga kaardistatakse kinnistu omaniku ja tulevase kasutaja vajadused ja eesmärgid. Saadakse projekti lähteandmed: kalenderplaanalised ning mahulised eesmärgid, ruumiprogramm, netopinna ja kubatuuri hinnangud, krundiga seotud nõuded. Mida täpsemad on lähteandmed, seda parem ja täpsem tuleb esimese modelleerimisetapi projektlahendus. Lähteandmete hulka kuuluvad ka ametkondade erinõuded, juhised ja eeskirjad.

Uuringute alusel hinnatakse alternatiive ja otsustatakse funktsionaalsete eesmärkide saavutamise võimalusi (näiteks uusehitus või rekonstrueerimine).

Lähteolukorra modelleerimisel on kesksed nõuded seotud hoonestatava maa-ala ja seal olevate hoonete modelleerimisega.

Rekonstrueeritavatel objektidel on vajalik nii maa-ala mudel kui ka olemasolevate hoonete inventariseerimismudelid, uusehitise korral vaid maa-ala mudel. Modelleerimise maht ja osalejate ülesanded on määratud lisa 1 tabel „Etapiviisiline mudelprojekteerimise ulatus“.

Lähteandmetest tuleb koostada andmete komplekt, milles on maa-ala mudel, võimalik inventariseerimismudel, mudelite kaaskirjad, modelleerimisel kasutatud andmebaasid, kasutatud lähtematerjalide andmed:

- vanad joonised
- mõõdistamismeetod(id)
- mõõdistaja(d)
- mõõdistamisaeg

Mõõdistamisandmed (mõõtejooned, laserskaneerimise punktid vm) tuleb arhiveerida koos lõpliku inventariseerimismudeliga.

3.2 Nõuetemudel

Vajadusuuringu alusel koostatakse nõuded projekteerimistegevuse alustamiseks. Nõuetemudeli minimaalnõue on tabelivormis ruumiprogramm. Ruuminõuded tuleb võimalikult täies mahus loetleda ja vormistada elektrooniliselt nii, et neid on hiljem lihtne uuendada ja võrrelda projektlahendusega.

Ruumiprogrammis seatavad nõuded on näiteks:

- ruumi netopind, vajadusel mõõtmete ja kujuga seotud lisanõuded
- ruumi kasutus ja kasutajad, vajalikud kommunikatsioonid ja mõjud teiste ruumidega
- nõuded: sisekliima, heliisolatsioon, valgustus, koormus, kestvus, turvalisus, jne
- Vajalikud kütte-, ventilatsiooni- ja sanitaartehtnikasüsteemid, elektri- ja nõrkvoolusüsteemid, mööbel, varustus, seadmed, ruumi jaotavad osad, seesmised pinnakatted

Projekteerimisprotsessi edenedes võivad algsed nõuded muutuda. Nõuetesse tehtud muudatused tuleb kirjutada nõuetedokumentidesse nii, et projekteerijatel oleks pidevalt kasutada tehtud muudatusi arvestavad ja ajakohased nõuded.

Nõuetedokumentide eriversioonid arhiveerib peaprojekterija sarnaselt etappide ja erialade mudelitele.

3.3 Maa-ala mudel

Olenevalt ehituspaigast võib maa-ala modelleerimise taustandmed saada kas kohaliku omavalitsuse registrist või tellides kokkulepitud täpsusega uuringud. Maa-ala mudel peab olema kolmemõõtmeline pinnamudel (DTM – digital terrain model).

Maa-ala mudelil peavad olema esitatud ka säilitatavad objektid, nagu kaitstavad puud vms. Vajadusel modelleeritakse ka muid maa-ala objekte (kasutades Talo2000 liigitust). Sellisel juhul peab objektide andmetest selgelt ilmnema, mis kuulub säilitamisele ja mis mitte. Muus osas modelleeritakse maa-ala reljeef ja võimalikud liikumisteed kokkulepitud täpsusega. Maa-ala mudelis on oluline lisada piirimärkide ja muude juriidiliselt või tehniliselt oluliste punktide, nagu kaevud või kaablid, täpsed asukohad piirkonnas kasutatavas koordinaatsüsteemis. Vajadusel võib tellija nõuda geoloogiliste uuringute esitamist kolmemõõtmelisena, mida nimetatakse geotehniliseks mudeliks.

Pinnasekatted

Olemasoleva objekti ümber või hoonestataval maa-alal olevaid pinnasekatteid tavaliselt ei modelleerita. Kui näiteks liikumis-, parkimis-, puhke- ja mänguväljakute katete või piirete ja

pinnasevee ärajuhtimissüsteemide modelleerimist peetakse vajalikuks, võib seda nõuda. Sama kehtib ka taimestiku osas.

Territooriumi varustus

Olemasoleva objekti ümber või hoonestataval maa-alal olevat territooriumivarustust tavaliselt ei modelleerita. Kui territooriumil on hanke seisukohast olulist majapidamis-, puhke- või mänguvarustust, võib hankedokumentides siiski nõuda ka nende modelleerimist.

Territooriumi ehitised

Hoonestataval maa-alal või selle läheduses olevad ehitised modelleeritakse juhul, kui need mõjutavad hoone energeetilist toimivust (nt heidavad hoone fassaadile varju). Kui nende modelleerimine on kokku lepitud, võib neile vajadusel koostada inventariseerimismudelid, kuid tavaliselt piisab, kui mudelist nähtub nende asukoht, tüüp ja geomeetria.

3.4 Inventariseerimismudel

Olemasoleva hoone infomudelit nimetatakse inventariseerimismudeliks. Rekonstrueerimise korral võib olemasolevad hooned modelleerida kas mõõdistamistulemuste või vanade jooniste ja muude dokumentide alusel. Andmete päritolu tuleb üksikasjalikult inventariseerimismudeli kaaskirjas kirjeldada.

Inventariseerimismudel modelleeritakse reeglina kuni eelmudeli tasemeni, kuid iga hanke korral otsustatakse siiski veel eraldi, millised hoone osad modelleeritakse täpsemalt. Selleks võivad olla näiteks ajaloolise väärtuse tõttu säilitatavad hooneosad, konstruktsioonide projekteerimiseks modelleeritavad osad vms.

Olemasoleva objekti modelleerimise sisu ja ulatuse otsustamisel tuleb võimalikult täpselt arvestada mudeli edasist kasutust. Nii majanduslikust kui ka edasise projekteerimise seisukohast võib lisamõõdistuste asemel osutada otstarbekamaks lähteolukorra modelleerimine nõutavamast täpsemalt või suuremas ulatuses.

Olemasoleva hoone lähteolukorra modelleerimisel piirduakse tavaliselt nähtaval olevate hooneosadega. Inventariseerimismudeli koostamiseks tuleb koguda ja dokumenteerida vähemalt allpool loetletud andmed. Inventariseerimismudeli kaaskirjas peab dokumenteerima kasutatud jooniskihid, mõõdistamismeetodid ja muud mudeli kasutamist mõjutavad asjaolud.

Ruumid peab modelleerima ruumiobjektidena ja nendel peab olema kordumatu ruumitunnus, ruumi kehtiv nimetus ja inventariseerimismudelist arvutatud pindala.

Ehitiseosa tüüp. Kõikidele ehitise osadele peab olema määratud tüüp. Praktikas tähendab see seda, et ehitise osad peavad olema modelleeritud vastavat tüüpi objektidena. Lisaks peab seinaga kohta olema märgitud, kas tegemist on kandva- või mittekandva konstruktsiooniga. Kui täpsed andmed selle kohta puuduvad, võib selle määrata hinnanguliselt, kuid sel juhul tuleb mudelisse selgelt märkida, et tegemist on hinnanguga (nt sobiva liigituse kasutamise abil) ja see ka mudeli kaaskirjas dokumenteerida.

Kandekonstruktsioonid. Mudelis peavad olema postid, talad, plaadid, seinad modelleeritud kokkulepitud täpsusega.

Mittekandvad vaheseinad modelleeritakse vaid siis, kui see on objekti või lammutustööde ja mahuarvutuste seisukohast vajalik.

Aknad ja uksed modelleeritakse kokkulepitud täpsusega. Näiteks aknad modelleeritakse kas avadena, valgusavadena või koos raamide ja piitadega.

Ehitusmaterjalid. Inventariseerimismudelisse märgitakse kokkulepitud ulatuses hooneosade valmistamiseks kasutatud ehitusmaterjalid. Kui need ei ole täpselt teada, toimitakse analoogselt ehitiseosade tüübi määramisega ehk mudelist peab selgelt ilmnema kas tegu on fakti või hinnanguga. Erijuhtudel võib ehitusmaterjale määrata ka uuringutega.

Tehnosüsteemide inventariseerimismudelit nõutakse vaid erijuhtudel ja see oleneb sellest, mis rekonstrueerimise käigus lammutatakse ja mis säilitatakse. Sellisel juhul lepitakse modelleerimise ulatus ja täpsus eraldi kokku.

4 Mahtude mudel

Mahtude modelleerimist ja simulatsioone teostatakse reeglina mitmele erinevale eksiilahendustepanekule, täpsemad juhised esitatakse hankekohaselt.

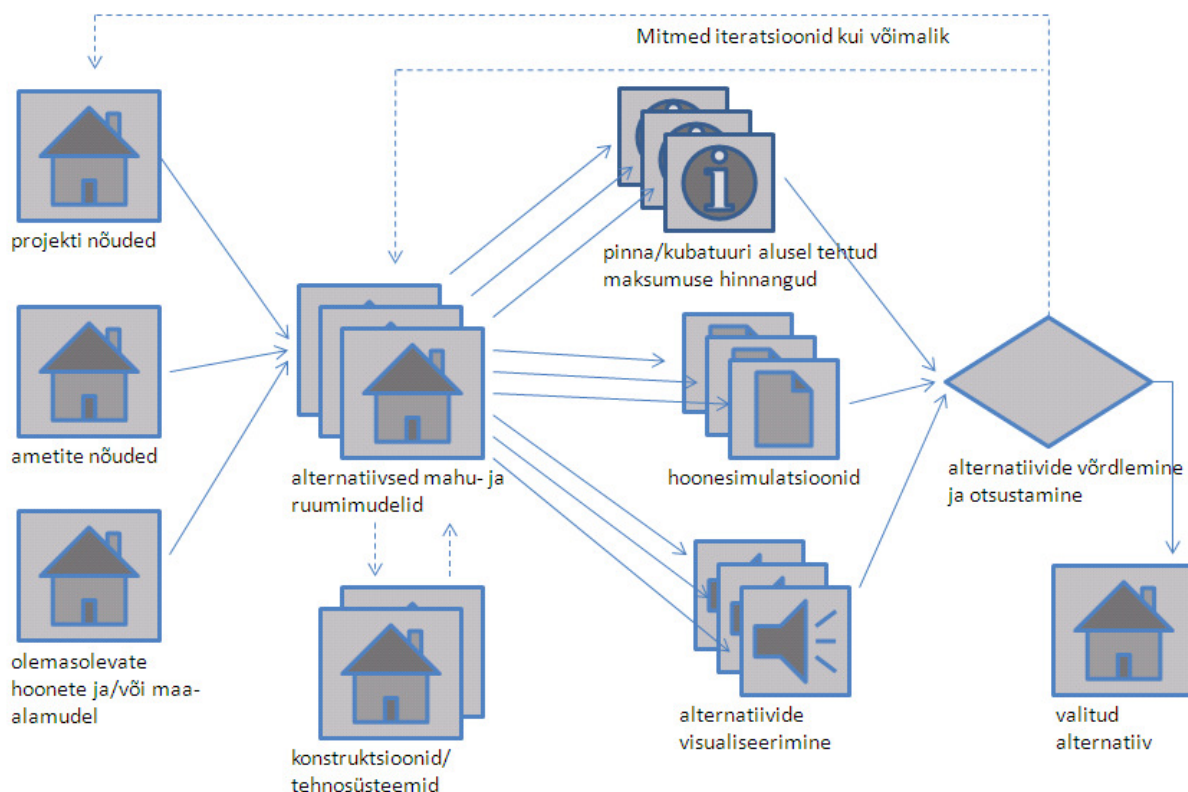
Mahtude modelleerimise etapis kujundab arhitekt objekti detailsusega, mis on vajalik hoone põhimõttelise ruumilise mahu ja välispiirete üle otsustamiseks. Koos esialgsete energiasäästu- ja sisekliima simulatsioonide teostamisega uuritakse alternatiivseid lahendusi ruumide rühmitamiseks ja hoone geomeetria kujundamiseks.

Mahtude infomudel peab olema tehtud nii, et sellest saab automaatselt ruumide (või ruumigruppide) tüübid ja -pindalad ning hoone üldkubatuuri. Koos tellijaga võrreldakse erinevaid lahendusi ja valitakse välja sobivaim.

Võimalik nõutav konstruktsioonide või tehnosüsteemide modelleerimine mahtude modelleerimise etapis lepitakse kokku igale projektile eraldi. Konstruktsioonide projekteerija teadmisi võib erijuhtudel vaja minna alternatiivsete ruumilahenduste ehitustehniliseks hindamiseks. Konstruktsioonide modelleerimine on sellisel juhul seotud alternatiivsete karkassi- ja vundeerimislahenduste kontrollimisega ja arhitekti lahenduste teostatavuse hindamisega.

Tehnosüsteemide projekteerijad koostavad vajadusel tehnosüsteemide ruumivajaduse mudelid ja neid vaadatakse koondmudelina.

Otsustusprotsessis kasutatakse alternatiivsetest mudelistest saadavat infot (joonis 2). Lahendused mõjutavad sageli ka esmaseid nõudeid. Nõuete muudatused tuleb fikseerida, et järgmises etapis oleksid kasutada ajakohastatud nõuded.



Joonis 2. Mahtude modelleerimise etapp

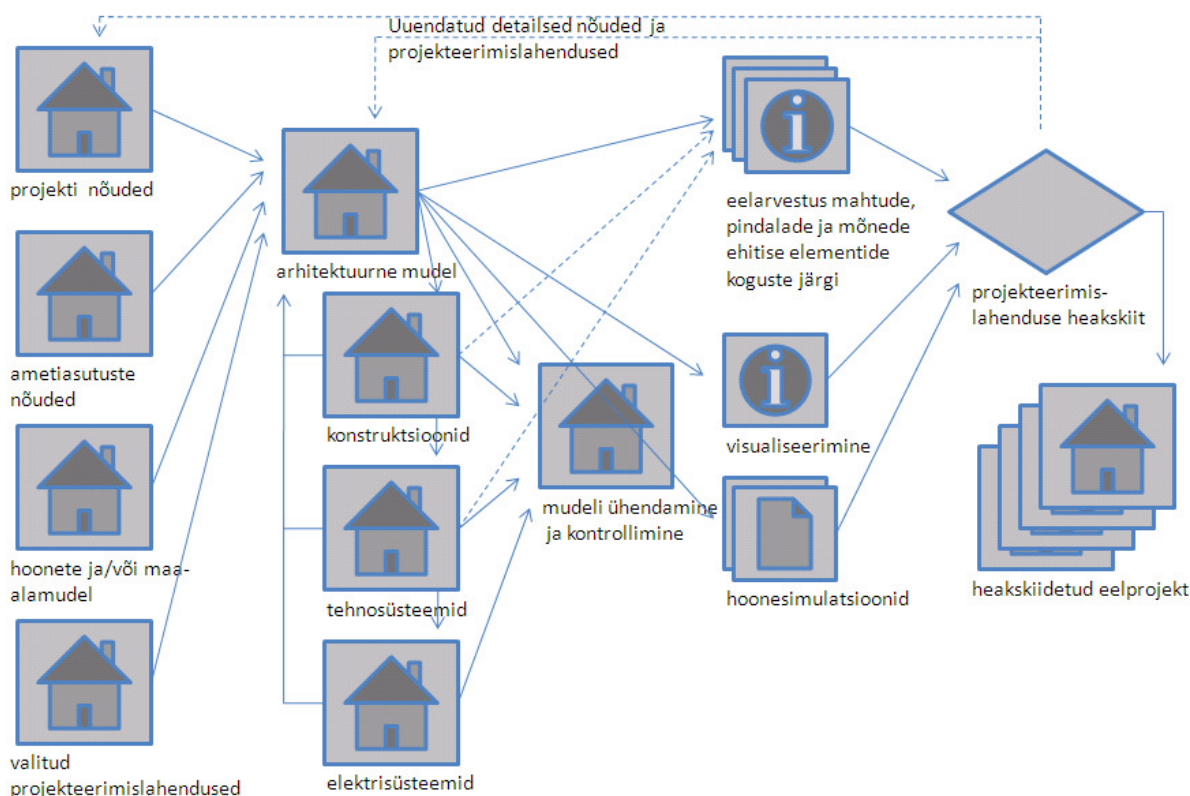
Modelleerimise seosed protsessi ja otsustamisega

Tellijä ülesanne sellel etapil on alternatiivide võrdlemine ja parima lahendi valimine järgmisesse modelleerimisetappi. Teostatav kolmemõõtmeline modelleerimine ja visualiseerimine kiirendavad lahenduste võrdlust ja konkretiseerivad plaane. Lisaks investeeringukuludele tuleb kontrollida hoone sisekliima ja energiavajaduse kujunemist. Kogu hoone elutsüklit katvad võrdlused varastes staadiumites on tähtsad, kuna radikaalseid muudatusi võib teha veel suhteliselt lihtsalt. Mida hilisemas protsessi etapis võimalikud probleemid ilmnevad, seda keerulisem on neid lahendada ilma märkimisväärsete mõjudeta kuludele ja kvaliteedile.

5 Eelmodel

5.1 Modelleerimise põhimõte

Eelmodeli etapis arendatakse edasi mahtude modelleerimise etapis valitud lahendust (joonis 3). Eelmodel peab katma kõrvuti käesoleva juhendi nõuetega EVS 811 kohase eelprojekti staadiumi, samuti MKM 27.12.2002 määrusega nr 70 „Nõuded ehitusloa taotlemisel esitatavale ehitusprojektile“ nõutava informatsiooni mahu. Integreeritud eelmudelist teostatakse ka ehitusloa taotlemiseks vajalike jooniste väljatrukid.



Joonis 3. Eelmodeli etapp

5.2 Eelmodeli arhitektuuriosa

Arhitekt arendab mahtude modelleerimise lõpptulemuse alusel välja eelmodeli arhitektuuriosa mudeli. Mudelis peab olema modelleeritud lisaks ruumidele *konstruktiivelementidena* vähemalt:

- kandekonstruktsioonid: postid, talad, plaadid ja seinad
- põhitüüpide alusel liigitatud seinad (välissein, kergvahesein jne)
- aknad ja uksed ilma tüübiinfota

Mudeli detailsus peab võimaldama genereerida ehitusloa taotlemiseks vajalikke dokumente. Ehitusloa taotlemise dokumendid peavad vastama ametite nõuetele ka siis, kui mudelis ei tarvitseks kõiki andmeid esitada.

Eelmodel on sarnane põhimudelile, kuid välja saab tuua järgmised põhilised info sisu ja detailide erinevused põhimudeliga:

- eelmodeli objektid tohivad olla modelleeritud nimimõõtmetega/moodulmõõtmetega, näiteks akna-ja ukseavad tohivad olla nimimõõtmetega ja tegelikke paigaldusvarusid ei ole vaja arvestada. Põhimudelis nõutakse tegelikke avade mõõtmeid, soovi korral võib neid kasutada ka juba eelmudelis. Kasutatud modelleerimisviis tuleb märkida infomudeli kaaskirja;
- pinnakattematerjalide kohta on eelmudelis vaid üldinfo;
- eelmudelis ei ole vaja esitada akende ja uste tüüpe ja sulustustunnuseid, eritletavad peavad olema ainult funktsionaalsed eritüübid ja nende nõuded (nt tuletõkke-uks);

- eelmuudelis ei ole vaja modelleerida hooldusplatvorme ja -liikumisteid ega hooldusluuke.

Ehitiseosade määratlemisel kasutatakse TALO 2000 liigitust.

5.3 Eelmuudeli tehnosüsteemide ruumivajaduste mudel

Kui kütte, ventilatsiooni, sanitaartechnika ja elektripaigaldiste modelleerimist alustatakse eelmuudeli staadiumis, on see eelmuudeli tehnosüsteemide osa ruumivajaduste mudel. Vastava eriala projekteerija peab selles etapis määrama süsteemide ruumivajadused ja mõjud teiste projekteerijate tööle ka juhul, kui modelleerimist ei eeldata. Mõiste „ruumivajadus“ tähendab nii tehnosüsteemile vajalikku ruumi ennast, sh ka teistes ehitiseosades (näit. avad seintes ja vahelagedes) ning ka hooldusruumi (sh puhastus- jms juurdepääsud).

Tehnosüsteemide ruumivajaduste mudelid kasutatakse projekteerimise osapoolte vahelise suhtlemise hõlbustamiseks tehnosüsteemidele vajaliku ruumivajaduse määramisel, kus osalevad kindlasti ka arhitekt ja konstruktsioonide projekteerija. Kõikide tehnosüsteemide ruumivajaduste osamuudelistest tehakse ruumivajaduse koondmudel ja seda kontrollitakse võimalike vastuolude avastamiseks ja ruumivajaduse selgitamiseks võimalikult varases staadiumis. Ruumivajaduse koondmuudeli koostamise ja üleandmise eest vastutab peaprojekterija, kelleks teistsuguse kokkuleppe puudumisel on arhitekt. Ruumivajaduse muudeli aluseks on eelmuudeli arhitektuurosa ja seda kasutatakse tehnosüsteemide ruumivajaduse põhilahenduste leidmiseks ja nende hilisemate modelleerimisetappide lähteandmetena.

Ruumivajaduse modelleerimisnõuet kohaldatakse kõikidele tehnosüsteemidele, mis vajavad nii palju ruumi, et see mõjutab ruumide projektlahendusi või hoone mahtu, olenemata sellest, kas süsteemide enda modelleerimist on nõutud. Iga tehnosüsteemi projekteerija reserveerib vajaliku ruumi oma ruumivajaduste osamuudelis. Ruumivajaduse määramisel peab arvestama paigaldusvaru, ristumisruumi, hooldusruumi jms ehk ruumivajadus peab sisaldama kogu ruumi, mida projekteerija selles etapis arvab lõplikku süsteemi vajavat.

Ruumivajadused esitatakse kas lihtsustatult kastidena või alternatiivselt torude vm komponentidena, mis esindavad süsteemi komponentidele vajalikku ruumi. Igast ruumivajaduse objektist peab ilmnema, millisesse tehnosüsteemi see kuulub ja ka selle objektiga seotud nõuded ning vajadused. Komponentide osas on selles etapis oluline nende paiknemine ja geometria, st vajalik ruum, mitte tehniliste omaduste õigsus. Sel põhjusel ei ole ruumivajaduse muudelis määrgitud komponentide muud omadused siduvad ja nende alusel ei tohi teha muid otsuseid, kui ainult ruumivajaduste määramine.

Rekonstrueerimise puhul põhineb ruumivajaduse mudel inventariseerimismudelil või eelmuudeli arhitektuuriosal. Sel juhul peab ruumivajaduse määramisel arvestama juba olemasolevate ja säilitatavate konstruktsioonidega.

Kütte-, ventilatsiooni, jahutuse ja sanitaartechnika süsteemid

Kütte-, ventilatsiooni ja sanitaartechnika süsteemide ruumivajaduse muudelis esitatakse põhikanalite ja -torustike ning püstsahtide paiknemise ja ruuminõuete ettepanekud. Modelleeritakse masina- ja muude tehnoruumide ruumivajadus.

Elektripaigaldised ja automaatikasüsteemid

Elektripaigaldiste ruumivajaduse muudelis esitatakse transformaatorite, UPS-seadmete, generaatorite, elektri keskuste, elektrikilpide, seadmekeskuste, jaotlate, kaablikanalite ja -riiulite, sidesüsteemide ning muude ruumi vajavate komponentide paiknemise ja ruuminõuete (sh hooldustöödeks vajalik ruumivaru) ettepanekud.

Elektripaigaldiste ruumivajaduste mudelisse võib modelleerida ka automaatikasüsteemidele vajalikud ruumivajadused, nagu valvekeskused ja hooldusalad. Modelleeritakse vajadusel elektri- ja automaatikaprojekteeija ühistööna ja tööjaotus tuleb projekti alguses eraldi kokku leppida.

5.4 Eelmudeli konstruktsiooniosa

Ehituskonstruktsioonide projekteerija peab selles etapis koostama eelmudeli konstruktsioonide osamudeli ehk määrama konstruktsioonisüsteemi dimensioonid, nõuded ja mõjud teiste projekteerijate tööle (ka juhul, kui modelleerimist ei eeldata). Eelmudelis peavad sisalduma ka kandekonstruktsioonide põhielemendid ja nende paiknemine. Konstruktsioonide modelleerimise täpsus eelmudelis (vt. ka EVS 811:2006 p 11.3) on ligikaudne ning põhineb esialgsel arvutustel, nõutav täpsus esitatakse hankekohaselt.

Konstruktsioonide osamudeli aluseks on eelmudeli arhitektuuriosa ning vajadusel ka 2D vormis projektlahendused. Arhitektuurimudelist saadakse ka kandekonstruktsioonide asukohad ning põrandatepealsed (pinnakatete) kõrusmärgid.

Konstruktsioonide modelleerimise lähteandmed on ka geoloogiliste uuringute aruanded ning võimalikud tehnosüsteemide ruumivajaduste mudelid, milles esitatakse tehnosüsteemide peamised kulgemisteed ja ruumivajadused.

Konstruktsioonide projekteerija osaleb ka ruumivajaduste määramisel, millega tagatakse tehnosüsteemide ja kandekonstruktsioonide põhimõtteline omavaheline kokkusobivus.

Konstruktsioonide osamudelit võib kasutada omaette visualiseerimiseks ja see on koos arhitektuurimudeliga lähteandmeteks täpsustatud ruumide alusel koostatavale mahu- ja kuluarvutusele ning põhimudeli konstruktsioonide ning tehnosüsteemide modelleerimisele. Konstruktsioonide projekteerija peab analüüsima arhitekti lahendusi ja edastama arhitektile eelmudeli arhitektuuriosa tarbeks konstruktsioonitüüpide ja nende paiknemise lahenduste täpsustused. Lisaks konstruktsiooniosa mudelile peab konstruktsioonide projekteerija koostama oma osamudeli kaaskirja.

Modelleeritavad konstruktsiooniosad tuleb jaotada TALO 2000 liigituse kohaselt. Ehitiseosade projekteerimisstaatus väljendatakse nimetusega: veel dimensioonimata ehitiseosad nimetatakse samuti TALO 2000 liigituse kohaselt, millele lisatakse vastavad seinamaterjali, sektori, korruse jne alljaotused.

5.4.1 Ehitiseosad Talo2000 kohaselt

Vundamendid (121)

Vundamendid modelleeritakse lähteandmetest tuleneva täpsusega juba eelmudelis. Projekti lähteandmed on GEO-mudel (kaevandamine ja lõhkamine, dreanaž ja tasandused, allesjääv aluspinnas) ning arhitektuurimudel, kasutuseesmärk (määrab koormused) ja valitud karkassisüsteem. Konstruktsioonide modelleerimine hõlmab vundamendikonstruktsioone, vaialuseid ning vundamendi erikonstruktsioone.

Aluspõrandad (122)

Aluspõrandate kandvad konstruktsioonid modelleeritakse. Hankekohaselt kokkulepituna võib modelleerida ka põrandalused kanalid, kui seda peetakse selles etapis vajalikuks. Sel juhul annab tehnosüsteemide projekteerija modelleerimiseks vajalikud lähteandmed. Hüdroisolatsiooni, niiskustõkkeid ja soojustust ei modelleerita, kuid vastav informatsioon esitatakse konstruktsioontüübi kirjelduses.

Karkass (123)

Valitud karkassisüsteem modelleeritakse. Eelmudelis peab sisalduma kogu kandvate konstruktsioonide põhiinfo: tüübid, materjalid, geomeetria, paigutus ja esmane dimensioonimine. Et mudelit saaks kasutada mahuarvutustes (ja võimalikul kalenderplaanimisel), peab projekteerija määrama paigaldatavad osad objektidena (mitte ainult varrastena). Rõhtkonstruktsioonide kõrgusmärgid määratakse arhitekti nõuete ja konstruktsioonide projekteerija ühistööna, kus arhitektuuriosa mudel määrab põranda ülapinna (põrandakatte) kõrgusmärgi ning konstruktsioonide projekteerija vajalikud konstruktsiooni(kihtide)paksused ja selle kaudu ka (vahelae)plaadi esialgse alumise kõrgusmärgi.

Fassaadid (124)

Kuna fassaadid muutuvad sageli, isegi ehitusloa etapis, lepitakse fassaadide kergkonstruktsioonide modelleerimise käik kokku hankepõhiselt. Kui fassaadide projektlahendus on eelmudeli modelleerimise ajal juba otsustatud ja konstruktsiooniks on betoonelemendid, siis välisseinad (sh nende sisemised koorikud) modelleeritakse. Kandvad fassaadikonstruktsioonid modelleeritakse nagu karkassikonstruktsioonid.

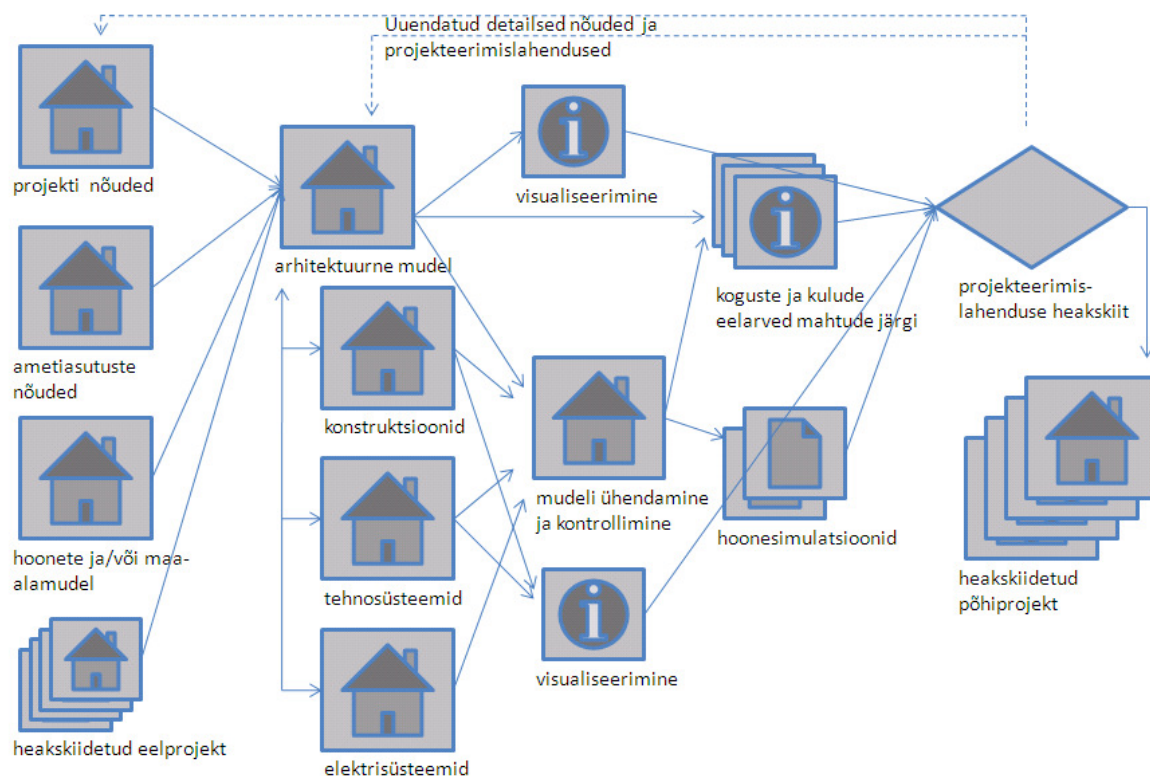
Välistasapinnad (125)

Eelmudel peab sisaldama rõduplaatide põhiandmeid: tüüpi, materjali, geomeetriat, paigutust ja esmast dimensioonimist.

6 Põhimudel

6.1 Modelleerimise põhimõte

Põhimudeli modelleerimise etapi tegevus sarnaneb eelmudeli modelleerimise staadiumile, kuid tekkiva info detailsus on oluliselt suurem. Projekt täpsustatakse ehitustöövõtu pakkumiskutse koostamiseks vajalikule tasemele ja kõiki projekti koostatavaid mudeleid täiendatakse detailse tüübiinfoga. Ülevaade põhimudeli modelleerimise etapi seostest on esitatud joonisel 4. Osaliselt esitatakse põhimudeli modelleerimise etapi informatsioon siiski traditsiooniliste dokumentidena nii, et lisaks antud juhendist otseselt tulenevatele erisustele oleks kaetud vähemalt kogu EVS 811 poolt kirjeldatud põhiprojekti maht. EVS 811 tööprojekti mahus kirjeldatud detailide modelleerimist üldisele modelleerimistulemusele lisaks käesoleva juhendiga ei nõuta, selle mahu joonised koostatakse traditsioonilise 2D CAD abil, vastavalt hankekohaselt kasutatavatele projekteerimise nõuetele ja -juhenditele.



Joonis 4. Põhimudeli modelleerimise etapp

Modelleerimise seosed projekteerimisprotsessi ja otsustamisega

Põhimudeli modelleerimise etapis on tellija ülesanne projekteerimise suunamine ja lahenduste lõplik heakskiitmine, kusjuures suhtlemist ja otsustamist toetavad 3D visualiseerimised ja analüüsid (sh simulatsioonid). Projekteerimisalade osamudelitest koostatakse ka IFC-standardile vastavad osamudelid ning koostatakse vastav IFC-koondmudel, mida kasutatakse näiteks projektlahenduste vastuolukontrollide tegemiseks.

Etapi lõpus võetakse vastu nii projekteerimisalade põhimudelid kui ka IFC-koondmudel, mudelite kaaskirjad ja samuti projektlahenduste spetsifikatsioonid ja töökirjeldused mahus, mis võimaldavad siirduda ehitustööde pakkumisetappi. Edasise modelleerimise vajadus sätestatakse hankekohaselt.

Põhimudelid tuleb teostada ka väljatrüki vastavalt EVS 811 põhiprojekti staadiumile esitatavatele nõuetele.

6.2 Põhimudeli arhitektuuriosa

Põhimudeli arhitektuuriosas peavad ehitiseosad olema esitatud sellisel kujul nagu neid soovitakse ehitada. Mudelit ei ole vaja varustada mõõtmetega.

Iga ruumiga tuleb siduda ruumi numbri ja nimetuse kaudu ruumi pindala, maht, materjaliinfo ja viimistlustase. Need võib esitada kas ruumiobjektina või tabeli vormis (nt *MS Excel*) eraldi ruumide kaupa.

Mudelis esitatakse ehitiseosad tegelike töökirjelduste kohase tüübiinfo, kuid mitte määratud tarnija toodetena, kui see ei ole eraldi kokku lepitud. Kui põhimudel avaldatakse modelleerimisprotsessi ajal, mil kõikide ehitiseosade tüübiinfo ei ole veel määratud, peab määratlemata ehitiseosad nimetama Talo2000 liigituse alusel.

Uste ja akende tooteinfo (nt sulused) lisatakse objekti tunnustena.

Hiljemalt põhimudelis peavad akende ja uste paigaldusavad sisaldama paigaldusvaru (avade dimensioonimine). Kui kasutatav tarkvara võimaldab, soovitakse teha akna- ja ukseobjektid nii, et sisestatakse nimimõõtmed, kuid mudelisse tekivad akna- ja ukseavad tegelike, paigaldusvarudega mõõtmetega. Valitud toimimisviis märgitakse mudeli kaaskirjas. Akende ja uste piitade mõõtmed esitatakse kogu mudeli ulatuses ühesugusel viisil, avade mõõtmetena. Kasutatud mõõtmetest teavitatakse ka akende ja uste valmistajat.

6.2.1 Ruumide modelleerimine

Ruum on kolmemõõtmeline objekt, mida ümbritsevad seinad, lagi ja põrand. Ruumid modelleeritakse kolmemõõtmeliste ruumiobjektidena nii, et nende geomeetria alusel saab automaatselt arvutada pindalad ja mahud, sidudes need tunnuste ja ruumiklassidega.

Arhitekt peab arvutama mudelist ruumiprogrammi järgsed pindade mahud tabeli vormis (nt MS Excel). Olenevalt kasutatavast tarkvarast ühendatakse või seotakse projekteeritud pinnad ruumiprogrammiga erinevate lahenduste võrdlemiseks ja kuluarvutusteks.

Ruumide nõutav teave

Number. Kõik ruumid peavad olema eristatavad individuaalse numbri alusel. Ruuminumber võib vajadusel olla alfanumbriline, näiteks on selles osakonnale või muule tunnusele osutav täht. Ruumiprogramm tuleb koostada nii, et igal ruumil on juba seal identifitseeriv number ja projekteerimisel järgitakse ruumiprogrammi numeratsiooni.

Võimalikus teostusmudelis nummerdatakse ruumid lisaks ka tellijaga kokkulepitud otstarbekohaste ruuminumbritega, originaalsed identifitseerimisnumbrid tuleb ka selles etapis säilitada. Kui kasutatav modelleerimistarkvara ei võimalda ühele ruumile mitut tunnust, on minimaalnõue tabel, milles originaal- ja lõplik number on ühendatud nii, et oleks võimalik ruumide ühene identifitseerimine.

Nimetus. Ruume nimetatakse mudelis ruumiprogrammi kohaste nimetustega. Üldreeglina peab kõikides projektides kasutama tabelis esitatud nimetusi, kuid vajadusel võib ruumiprogrammis luua ka projektile iseloomulikke liigitusi või lisada tabelisse täiendavaid nimetusi (näiteks WC/M, WC/Inva). RKAS võib ajakohastada ruumiklasside (tüüpide) loendit ja projektides tuleb alati kasutada kehtivat loendit.

Tüübinumber. Kõikidele ruumiklassidele (tüüpidele) on määratud number. Kui kasutatav tarkvara võimaldab selle kasutamist, on soovitatav kasutada neid numbreid ruumitüübi identifitseerimise hõlbustamiseks.

Täiendav nimetus. Lisaks ruumiklassile (tüübile) võib ruumidele panna ruumiprogrammis või mudelis täpsustavaid nimetusi. Nende kasutamine lepitakse eraldi kokku. Tuleks siiski arvestada, et enamik tarkvaradest suudab IFC-vormis edastada ainult kaks tunnust ehk numbri ja ruumiklassi.

Kasutaja. Teadaolevad ruumi kasutajad võib märkida ruumiprogrammi, kuid seda teavet ei ole vaja kanda üle mudelisse, kui see ei ole eraldi kokku lepitud, see on seotud eelnimetatud IFC-piirangutega.

Ruumi pind. Ruumide pindalad arvutatakse ruumi geomeetriast lähtuvalt.

Ruumigrupi pind. Arvutatakse Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi määruse nr 69 24.12.2002 (või seda väljavahetava dokumendi) kohaselt. Iga kord, kui ruumigrupp muutub, tuleb andmed uuendada.

Description	Example	Autodesk ADT	Autodesk Revit	Bentley Architecture	Graphisoft ArchiCAD	IFC2x3
Number	123	Number	Number	Number	No.	IfcSpace.Name
Name	Office	Name	Name	Name	Zone Name	IfcSpace.LongName

Tabel 2. Valikuline näide programmidest: väljad kuhu tuleb nime ja kategooria info sisestada selleks, et need eksporditaks IFC mudelisse

NB! Edastades infot IFC-vormis toimivad ruumi number ja nimetus tunnustena arhitektuurimudelit kasutavates programmides. Võimalikku muud infot IFC-mudelisse ei edastata, kuigi seda võib kasutada originaalmudelis. Tabelis 2 on esitatud mõnedes enamlevinud arhitekti tarkvarades kasutatud väljad, kuhu ruumide numbrid ja nimetused tuleb sisestada, et need läheks üle IFC-mudelisse.

Ruumi tunnuste (number ja nimetus) hoolikas ja järjekindel kasutamine on eriti oluline, kuna neid kasutatakse info modelleerimise protsessis ka mitmel muul eesmärgil, näiteks maksumuse arvutamiseks ruumide pindade alusel, plaanide võrdlemiseks ruumiprogrammiga, energiatarbimise analüüsimiseks ja kinnisvara korrashoiu tarkvarades.

6.3 Põhimudeli tehnosüsteemide osamudelid

6.3.1 Kütte-, ventilatsiooni, jahutuse ja sanitaartehnika süsteemimudelid

6.3.1.1 Modelleerimispehmoõtted

Iga pehmoõsteem modelleeritakse eraldi mudeliks. Vajadusel tehakse seda korruste kaupa. Süsteemid peab modelleerima nii, et oleks võimalik kasutada tarkvara arvutus- ja analüüsivõimalusi. Modelleeritakse kõik toimiva terviku seisukohast olulised komponendid. Võrgustike eri korrustel paiknevad osad tuleb ühendada nii, et moodustuks voolutehniliselt terviklik süsteem.

Masinaruumis ei esitata kõikide üksikseadmete, nagu ventilaatorite, soojusvahetite, radiaatorite vm seadmerühmi, vaid need esitatakse täpsemalt kõnealuse süsteemi toimimisskeemil. Mudeli seletuskirja märgitakse süsteemimudeli välised komponendid, mis on esitatud eraldi skeemidel.

Modelleerimistarkvarade arvutus- ja analüüsifunktsioone nagu voolu-, tasakaalustuse ja akustilisi arvutusi kasutatakse süsteemidele, kus see on võimalik. Arvutused lisavad originaalmudelile olulist teavet ja on ühtlasi kvaliteedikontrolli osa. Arvutusi ja analüüse võib vajadusel täiendada eri tarkvara abil.

Kui rekonstrueerimisel soovitakse simulatsiooniga kinnitada kogu süsteemi (uue ja vana osa) toimimist, modelleeritakse muudetavate süsteemide harud keskseadmeni. Võimalik olemasoleva süsteemi modelleerimine lepitakse kokku hankedokumentides.

Süsteemide jagamine osasüsteemideks

Pehmoõsteemid jagatakse osasüsteemideks nii, et tarkvara saaks sõltumatult kasutada igale osasüsteemile eraldi. Kõikidest osasüsteemi komponentidest peab ilmne, mis osasüsteemi need kuuluvad. See teave tuleb edastada ka IFC-mudelisse.

Paremaks visualiseerimiseks peab iga süsteem olema mudelis eri värvusega, kui tarkvara seda võimaldab. Kui on mingi üldlevinud viis (nt kuum vesi erkpunane, külm vesi erksinine), siis järgitakse seda. Kasutatud värvid märgitakse mudeli kaaskirja.

Modelleerimine tegelikkusele vastavalt

Komponendid modelleeritakse tegelikkusele vastavate objektidena (plasttoru plasttoruobjektina, vasktoru vasktoruobjektina jne). Tootekatalooge kasutatakse ulatuses, mida katab modelleerimise tarkvara. Kinnitusvahendeid ei modelleerita.

Süsteemid modelleeritakse nii, et kanalid ja torustikud väldivad üksteist. Väikeste dimensioonidega torud (DN10-20) võib modelleerida üksteisest läbi. Sellised objektid on näiteks radiaatorite toititorustikud.

Kanaliseerimisitorustike ja muude kaldeid vajavate osade kalded tuleb esitada mudelis tegelikena vähemalt kõikidele üle 10 m pikkustele torudele. Sel juhul on kalded nii suured, et need tuleb tingimata modelleerida. Sanitaartechnika projekteerija vastutab selle eest, et lühemate toruosade kaldeid arvestatakse vastuoludekontrollil ja ruumivaru projekteerimisel ka siis, kui neid ei modelleerita.

Isolatsioonide modelleerimine

Torustike isolatsioonid modelleeritakse, et mudel oleks toimiv ka vastuolukontrolli seisukohast. Isolatsioonid modelleeritakse asjakohase detailsusega. Näiteks küttevõrgust radiaatorisse tulevad torud võib jätta üleni isoleerimata, kuigi ripplae peal olev osa tegelikkuses isoleeritakse.

6.3.1.2 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid

Modelleeritakse keskseadmed, torustikud, kaevud, lõppseadmed ning isolatsioonid ja nende võimalikud pinnakatted. Katustrappide modelleerimine on sanitaartechnika projekteerija ülesanne. Kinnitusvahendeid ei modelleerita. Torustike kalded modelleeritakse tegelikele vastavatena.

Eri võrgud (nt sademetevesi, heitvesi) modelleeritakse eraldi osasüsteemidena.

6.3.1.3 Ventilatsioonisüsteemid

Iga ventilaator ja puhur koos võrgustikuga modelleeritakse eraldi osasüsteemiks.

6.3.1.4 Kütte- ja jahutussüsteemid

Kütte- ja jahutussüsteem modelleeritakse ühte mudelisse. Neid võib veel edasi jagada võrgustikeks.

Kui hoones on ette nähtud elektriküte, on küttesüsteemi nõuetele vastav modelleerimine elektriprojekteerija ülesanne.

6.3.1.5 Erisüsteemid

Erisüsteemide modelleerimine lepitakse projekteerimislepingus eraldi kokku.

Erisüsteemid on näiteks tuletõrjesüsteem, suitsueemaldussüsteem, kesktolmuimeja, gaasi-, suruõhu ja aurutorustikud, basseini seadmed.

Ruumivajaduse ja vastuoludekontrolli tarbeks on oluline modelleerida ka kõik märkimisväärselt ruumi vajavad erisüsteemid. Sellistel objektidel võib puududa tarkvara, seega modelleeritakse need sobitades muude süsteemide tarkvara.

Modelleerimisel võib vajadusel kasutada torustike ja kanalite osas muid sobivaid komponente ja keskseadmeid või esitada need „kast-objektidena“. Osad, mida ei ole võimalik modelleerida, võib jätta ära. Arvutustarkvara kasutamist ei nõuta. Täiendavad andmed dokumenteeritakse mudelist eraldi. Modelleerimise erilahendused ja mudelivälise teave märgitakse mudeli kaaskirja. Võimalikud isolatsioonid ja kalded modelleeritakse sarnaselt teistele süsteemidele.

6.3.2 Elektripaigaldiste ja automaatika süsteemimudelid

Elektri tugev- ja nõrkvoolupaigaldistest modelleeritakse transformaatorid, UPS-seade, elektrikeskused ja elektrikilbid, seadmetekeskused ja jaotlad, kaablikanalid ja -redelid (riiulid) ning püsivalgustid ja muud märkimisväärse ruumivajadusega objektid, samuti ka olulised funktsionaalsed ja hoone kasutajale nähtavale jäävad objektid nagu lülitid, pistikupesad, kaablikarbikud, andurid jms. Kaableid, torustikke, kinnitusvahendeid ja muid väikese ruumivajadusega objekte, kui need on otseselt seotud eelpool nimetatud modelleeritud objektidega, ei tarvitse modelleerida, kui selles pole eraldi kokku lepitud.

Automaatikasüsteemi olulisi komponente võib modelleerida elektripaigaldiste mudelisse. Sellised komponendid on näiteks häire- ja juhtimispludid, mille olemasolu ja asukoht on oluline teave kinnisvarahalduse seisukohast. Modelleeritakse vajadusel elektri- ja automaatikaprojekteeija ühistööna ja tööjaotus tuleb projekti alguses eraldi kokku leppida.

Modelleerimisel kasutatakse tootekatalooge modelleerimistarkvara võimaluste ulatuses.

Turvasüsteemid

Kui projektis otsustatakse modelleerida turva-ja valvesüsteemid, modelleeritakse need eraldi mudelisse ja ka IFC-andmebaasid hoitakse muudest süsteemidest eraldi. Kui hankedokumentides ei määrata teisiti, siis peab turvasüsteemide modelleerija osalema üldises modelleerimisprotsessis, koostama kõik vajalikud lähteülesanded teistele projekteeerijatele ning kontrollima nende lähteülesannete nõuetekohast realiseerimist. Turvasüsteemide info ja andmebaaside kaitse ja üleandmise otsustab tellija. Võib esineda erandeid, kus andmetele juurdepääs antakse ainult selleks eraldi volitatud isikutel ning mingit turva- ja valvesüsteemidega seotud teavet ei tohi edastada kaitsmata ühenduste kaudu.

6.4 Põhimudeli konstruktsiooniosa mudel

Ajakohastatakse eelmises etapis koostatud mudel(id).

Põhimudeli konstruktsioonide modelleerimise aluseks on arhitektilt saadav IFC-formaadis põhimudeli arhitektuuriosa lisaks võidakse kokku leppida muus 3D-informatsiooni edastamises. Eriosade projekteeerijate poolt esitatavad mudelid, seadme- ja koormusinfo ning avade ülesanne edastatakse vastavalt hankekohaselt kokkulepitule kas IFC-mudeli või 2D-vormis. Mudelite IFC-formaati kasutatakse eelkõige vahetu geomeetriainfo saamiseks, kõikide osapoolte kokkuleppel võidakse kasutada ka muid formaate.

Selles etapis peab veenduma, et põhimudeli arhitektuuri osas on ehitusosade jaoks vajalike avade geomeetria tegelik, kus on arvestatud paigaldus- jm varudega. Avade ja läbimineku ülesanded peavad tulenema neid vajavate projekteeerimisalade mudelitest.

Konstruktsioonide osamudel peab võimaldama teha nii ehituslikke mahuarvutusi kui ka edasist mudelprojekteerimist. Mudeli detailsus peab olema vähemalt selline, et konstruktsioonide projekteeerija saab koostada konstruktsioonide mudelist EVS 811 vastavas mahus põhiprojekti joonised, milles sisalduvad ka lahendused eriosade projekteeerijate poolt esitatud ülesannetele (avade joonised jms).

Konstruktsioonimudel ja arhitektuurimudel tulevad viia omavahel vastavusse ja need peavad sisaldama kogu püst- ja rõhtkonstruktsioonide ning vundamentide teavet (tüüp, materjal, geomeetria, asukoht, sõlmed ja dimensioonid) lepinguga määratud ulatuses. Konstruktsioonimudelit peab saama kasutada mahu- ja kuluarvutusteks, osamudelite kokkusobitamiseks, ning pakkumisarvutuste tegemiseks. Kui tarkvara ei võimalda alati efektiivselt modelleerida kõiki ehitiseosaid (hüdroisolatsiooni, niiskustõkkeid) tuleb

modelleerimata ehitiseosade teave sobivas vormis (nt 2D-joonised) edastada mahuarvutusteks, vastav informatsioon peab olema esitatud mudeli kaaskirjas.

Konstruksioonide projekteerija peab koostama ka osamudeli kaaskirja.

Konstruksioonimudel hõlmab kõiki kandvaid betoon-, kivi-, puit- ja teraskonstruksioone ning mittekanvaid betoontarindeid. Kasutatavad põhikandekonstruksioonid on seinad, plaadid, talad, postid ja fermid.

Kõik konstruksioonimudeli kandekonstruksioonide sõlmed peavad olema esitatud konstruktiivselt õige geomeetriaga. Jätku monoliitmisi ei modelleerita.

Modelleeritakse näidisbetoonelemendid, nädisseinad (tüüpkonstruksioonid) ja nende sõlmed. Esitatakse nende põhiarmatuur. Nädiselementid väljendavad elementide detaile ja annavad vajaliku info mahuarvutusteks. Ka nädiselementide liited tuleb modelleerida õige geomeetria ja konstruksiooniga. Sel viisil saadakse mudelist põhiliidete tüübiinfo ja kogused. Selline liitmikobjekt võib olla ühtses ehitusinfo mudelis viiteinfona.

7 Mudelite integreerimine ja kontrollimine

Osamudelite integreerimine koondmudelisse ja kõikides mudelites vigade puudumise kontrollimine on oluline nii modelleerimisetappide heakskiitmise kui ka edasise ehitusinfo modelleerimise seisukohast.

Infomudelite integreerimine ja kontroll toimub peaprojekteerija (või hankekohaselt määratud muude vastutavate isikute, näiteks osaliselt modelleerimise IT-juhi) juhtimisel ja vastutusel. Mudelite integreerimine tehakse reeglina IFC-formaadis, kuid erikokkuleppel võidakse kasutada ka originaalmudeleid. Juhul kui integreerimisel kasutatakse originaalmudeleid, tuleb mudelite kvaliteedikontrolli sellegipoolest teostada ka IFC-formaadis.

Mudelid kontrollitakse esmalt projekteerijate poolt ja seejärel tellija poolt. Tellijapoolne kontroll ei vähenda mingil moel projekteerijate vastutust modelleerimise kvaliteedi eest. Mudelite integreerimise ja kontrollimise juhised täpsustatakse hankekohaselt ja esitatakse hankedokumentatsiooni koosseisus.

8 Sisekliima ja energiavajaduse simulatsioonid

Projektlahenduste kvaliteedi üks tunnuseid on, et hoone kasutusmugavus (vastavus kavandatud funktsioonidele) on kõrge ja jooksev energiavajadus seejuures võimalikult väike. Arvutil põhinevad hoonesimulatsiooni meetodid on kaasaegseks vahendiks, et näha hoonet algusest peale toimimas tervikuna ja kontrollida oluliste kvaliteediparameetrite kujunemist.

Mudeli eesmärk on anda jooksvalt värsket lähteinfot hoonesimulatsioonide teostamiseks. Hoonesimulatsioonide eesmärk on hinnata projekti võimalikult varajases staadiumis tekkivat kasutusmugavust ja energiavajadust. Kasutusmugavusena hinnatakse näiteks lõunapoolsetes ruumides tekkivaid õhutemperatuure suvekuudel, töötasapindade valgustatust loomuliku valgusega, valgusräigust, piirete temperatuure, ventilatsiooni ja konvektsiooni koosmõjust tekkivaid õhuvoolusid jne. Hoone geomeetria, avade paigutuse ja suuruse ning tehnosüsteemide lahenduste otsuste langetamisel tuleks maksimaalselt analüüsida, kuivõrd hästi hakkab kavandatud hoone täitma oma funktsioone. Piirete ja tehnosüsteemide valikute põhjal antakse hinnang ka sellele, milline on tulevase hoone jooksev energiavajadus. Sisekliima ja energiavajaduse arvutamise meetodite, lähteandmete ja kasutatava tarkvara valikul lähtutakse Vabariigi Valitsuse määrusest nr 258 „Energiatõhususe miinimumnõuded“.

Ülevaade hoonesimulatsiooniks vajalikest lähteandmetest on toodud lisas 2 tabel „Projekteerija poolt üleantava energia- ja sisekliima simulatsiooni lähteandmed“.

Mudelprojekteerimise roll on anda hoonesimulatsiooniks operatiivselt ja vajaliku täpsusega infot. Mudel on kas originaalkujul või vähemalt IFC-vormingus sageli hoonesimulatsiooni tarkvarasse otse üle võetav, see kiirendab hoonesimulatsiooni töid ja tõstab nende tõhusust. Oluline on teada, et üldjuhul on kõige suurema mõjuga mahtude modelleerimise otsused. Näiteks hoone kompaktsuse ning fassaadiavade paiknemise ja suuruse otsused on suure mõjuga nii sisekliimale kui energiavajadusele. Mahtude modelleerimise etapi otsuseid tuleks hoonesimulatsioonide ja variandivõrdlustega seega piisava põhjalikkusega toetada. Millised hoonesimulatsioonid on kohustuslikud või soovituslikud, on toodud lisas 3 tabel „Simulatsiooniarvutused hoone sisekliima ja energiavajaduse kirjeldamiseks“.

Hoonesimulatsiooniks kasutatavad mudelid täpsustuvad koos teiste ehitusinfo mudelite täpsustumisega. Algstaadiumis on suur osa infost mudelites eelduslik. Projekti arenedes asenduvad need tegelike valikutega. Erinevate variantide võrdlemise roll on seejuures näidata ühe või teise eeldusliku otsuse mõju lõpptulemuse kujunemisele. Eelmodeli staadiumis on mudelil täpsus, mis võimaldab teha ja esitada arvutused energiatõhususe miinimumnõuete täitmise kontrolliks ja energiamärgise klassi väljastamiseks.

Hoonesimulatsiooni tulemused esitatakse vastavalt nende iseloomule arvnäitajate või graafilise materjalina. Need peavad võimaldama konkreetset uuritavas loigus piisavalt täpse vastuse andmist, kas soovitud kvaliteeditase on saavutatud. Simulatsioonide teostamisel tuleb näidata, millise tarkvara ja milliste lähteandmete (väliskliima, kasutusprofiil jne) kasutamisel konkreetset tulemusi saadi.

9 Mahuarvutused ja maksumushinnangud

Projekteerija poolt tehtavad mahuarvutused sätestatakse hankekohaste dokumentidega, lisaks mudelitepõhiselt koostatud mahtude loenditele on võimalik mahuarvutuste teostamine ka muul viisil.

Mahtude modelleerimise staadiumis on eelarvestuse aluseks ruumala ja pinna ühikmaksumused ning arhitekti koostatud alternatiivsete mudelite pindalad ja ruumiklassid (nt büroo, auditoorium, sanitaarruumid), mille alusel saab võrrelda erinevate lahenduste maksumust.

Eelmodeli alusel peab hoone pinna ühikmaksumuse alusel koostatud maksumushinnangut täpsustama projektiosade täpsustatud lahenduste alusel.

Arhitektuuri eelmodeli ruumiklasside (nt büroo, auditoorium, sanitaarruumid) ja pindalade tulemusel saadud mahte täiendatakse arhitekti ja võimalike muude projekteerijate mahtudest (nt siseviimistlustabel, ruumitemperatuur jne) saadavate andmetega.

Põhimudeli staadiumis koostatakse mahtude loendid ehitiseosade tasemel nii, et nende alusel oleks võimalik arvutada objekti maksumushinnanguid ning töövõtjatel oleks võimalik koostada hinnapakumisi.

10 Infomudelite 3D visualiseerimine

Mudeleid kasutatakse kõikides projekteerimishangetes ka 3D visualiseerimiseks, kindlustamaks projektis osalejate ühtseid arusaamu alternatiivsetest lahendustest. Nõutav visualiseerimise määr ja kvaliteet määratakse iga projekteerimishanke pakkumiskutses ja projekteerimislepingus.

Kuigi mudelid sisaldavad suure osa 3D visualiseerimiseks vajalikust lähteinfost, ei võimalda see alati täiendava tööta soovitud lõpptulemusi jõuda. Seetõttu otsustatakse jooksvalt projekti käigus, milline on visualiseerimiseks vajaliku lisainfo maht.

Modelleerimise käigus mudelite täpsus ja visualiseerimise võimalus kasvab. Põhimudeli staadiumis on visualiseerimine märksa detailsem, kui varasemates etappides.

11 Ehitamine ja ehitise vastuvõtt

Ehitusaegsete- ja teostusmudelite kasutamist ning üleandmist tellijale käsitletakse hankekohaselt.