

MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012
Osa 7: Mahuarvutused

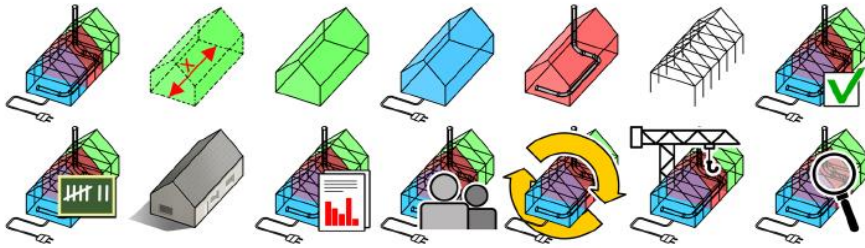
EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 7: Mahuarvutused" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

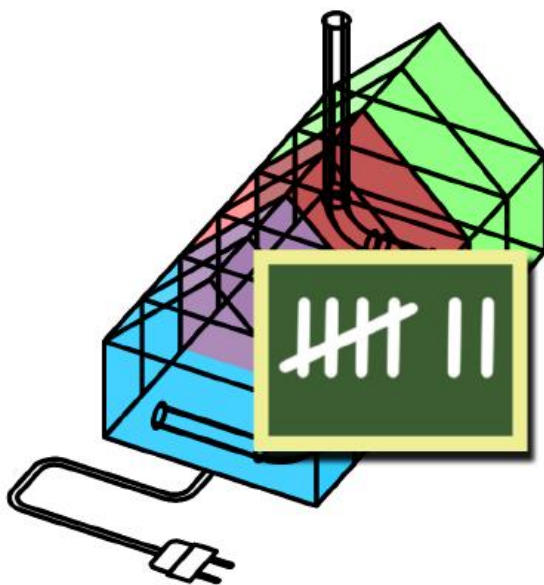
Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.



COBIM

Mudelprojekteerimise
üldjuhendid 2012

v 1.0



7. osa

Mahuarvutused

Eessõna

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” on valminud ulatusliku arendusprojekti COBIM tulemusena. Vajaduse nõuete järele tingis mudelprojekteerimise (BIM-i) kiire levik ehitusvaldkonnas. Ehitushanke kõigis staadiumites tuleb osalistel üha täpsemalt määratleda, kuidas ja mida modelleerida. Sarja „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” aluseks on olnud tellijaorganisatsioonide varasemad juhendid ja nende kasutamisel saadud kogemused ning juhendite koostajate endi kogemus mudelipõhisest tegevusest.

Hanke osalised

Rahastajad: Aitta Oy, arhitektibüroo Larkas & Laine Oy, buildingSMART Finland, Espoo Tekninen palvelukeskus, Future CAD Oy, Helsingi Asuntotuotantotoimisto, Helsingi Tilakeskus, Helsingi Ülikool, Helsingi Yliopistokiinteistöt Oy, HUS-Kiinteistöt Oy, HUS-Tilakeskus, ISS Palvelut Oy, Kuopio Tilakeskus, Lemminkäinen Talo Oy, Micro Aided Design Ltd. (M.A.D.), NCC Rakennus Oy, Sebicon Oy, Senaatti-kiinteistöt, Skanska Oy, SRV Rakennus Oy, SWECO PM OY, Tampere linn, Vantaa Tilakeskus, keskkonnaministeerium.

Koostajad: Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, inseneribüroo Olof Granlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, Pöyry CM Oy, Skanska Oyj/VTT, Solibri Oy, SRV Rakennus Oy, Tietoa Finland Oy.

Juhtimine: Rakennustietosäätiö RTS.

Juhendid kiitis heaks projektiosaliste liikmetest koosnev haldusrühm. Haldusrühm tegutses organisatsiooni Rakennustietosäätiö RTS komiteena TK 320 ning osales sellisena aktiivselt juhendite sisu väljatöötamisel ning kommentaaride küsimisel haldusrühma liikmetelt ja huvirühmadelt.

Projekti © COBIM osalised

Tõlkijate poolt saateks

Juhendmaterjal on 2012 aastal Soomes ilmunud juhendi COBIM 2012 tõlge, seetõttu on juhendis toodud faktid ja põhimõtted omased Soome ehitusvaldkonnale. Arvestades Eesti ja Soome geograafilist lähedust ja ehitusvaldkonna sarnasust on juhendis toodu suurel määral kohandatava ka Eesti oludes. Juhendmaterjal on heaks lähtekohas BIM tehnoloogia kasutusele võtmiseks, samas on vajalik konkreetsest ettevõtte eripärast lähtuvalt täpsustatud juhiste loomine. Täiendusena Soome juhendile on tõlketöö käigus täiendatud BIM terminoloogia selgitavat sõnastikku, mis on toodud juhendmaterjali lisana.

Juhendmaterjali tõlkimise töörühmas osalesid Ergo Pikas, Siima Saidla, Tarvo Mill, Jüri Pärtna, Janek Siidra, Tanel Friedenthal, Reino Rass, Viivo Siimpoeg, Ülari Mõttus, Kati Tamtik-Dmitritšenko, Anti Hamburg, Hendrik Voll, Martin Thalfeldt, Lauri Reinart, Marika Stokkeby, Jaanus Olop, Pille Hamburg, Reet Kalmet, Indrek Tärno, Urmas Alber, Tormi Tabor, Urmo Karu ja Aivars Alt.

Juhendi tõlke 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	Infomudelite mahuarvutusepõhised nõuded.....	6
3.1	Modelleerimise järjepidevus.....	6
3.2	Mudeli täpsuse tase	6
3.3	Modelleerimistööriistade kasutamine	6
3.4	Ehitise osade ja tehnosüsteemide tähistamine	7
3.5	Mahuarvutuse lähteandmed	7
3.6	Tarkvaraliste tööriistade ja andmevahetuse kasutamine	7
4	Mudelpõhised mahuarvutuse meetodid ja nende seostamine projekti haldus-, otsustus- ja modelleerimisstaadiumitega.....	8
4.1	Mahuarvutuse põhimõisted	8
4.2	Mudelite andmete mahuarvutustes kasutamise põhitasemed	9
4.3	Projekteerimisstaadiumi mahuarvutused	9
4.3.1	Mahuarvutuse põhimõisted	9
4.3.2	Ruumipõhised mahuarvutused.....	9
4.3.3	Ehitise osade esialgne mahuarvutus	10
4.3.4	Täiendatud mahuarvutused	10
4.4	Mahuarvutused ehitushankeks ja ehitustegevuseks	10
4.4.1	Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused	10
4.4.2	Asukohapõhised mahuarvutused.....	11
5	Mahuarvutuste tegemine.....	12
5.1	Objektiga tutvumine	12
5.2	Lähteandmete kogumine	12
5.3	Mahuarvutused, mahuarvutuste tegemine	13
5.3.1	Juhitav automaatne tähistus ja mahuarvutus.....	13
5.3.2	Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine	13
5.3.3	Mudeli täiendamine.....	13
5.4	Kvaliteedi tagamine ja mahtude edastamine.....	14
6	Mudelpõhise mahuarvutuse kitsaskohad.....	15
6.1	Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite mahuarvutus	15
6.2	Ruumide pinnad.....	15
6.3	Katused.....	15
6.4	Trepid.....	15
6.5	Klaasfassaad	15
6.6	Parameetrilised mudeli osad.....	166
6.7	Geomeetrilised erikujud	16
Lisa 1.	Erinevate projekteerimisvaldkondade mudelites esitatud tootestruktuurid....	17

1 Mudelprojekteerimisjuhendite põhieesmärgid

Ehitise omaduste ja konstruktsioonide modelleerimise eesmärk on toetada projekteerimise ja ehituse elukaare protsessi nii, et see oleks kõrge kvaliteediga, tõhus, ohutu ja säästvat arengut toetav. Infomudeleid kasutatakse ehitise kogu elukaare vältel alates eskiisist ning jätkuvalt ka ehitise 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 prioriteetid ja eesmärgid. Eesmärkide ja selles juhendisarjas esitatud üldnõuete põhjal formuleeritakse ja dokumenteeritakse konkreetse hanke puhul esitatavad nõuded.

Modelleerimise üldised eesmärgid on näiteks:

- hanke otsustusprotsesside toetamine;
- osaliste integreerimine hanke eesmärkide saavutamiseks;
- projektlahenduste visualiseerimine;
- projektide koostamise ja projektide integreerimise toetamine;
- ehitusprotsessi ja selle lõpptoota kvaliteedi parandamine ja tagamine;
- ehitusaegsete protsesside tõhustamine;
- ohutuse suurendamine ehitusprotsessi ajal ja ehitise haldamisel;
- hanke kulusid ja ehitise elutsüklit käsitlevate analüüside toetamine;
- ehitusinfo andmete andmehaldussüsteemidesse ülekandmise lihtsustamine.

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” hõlmab ehitus- ja renoveerimisobjekte ning ehitiste kasutamist ja haldamist. Mudelprojekteerimise juhendid hõlmavad miinimumnõudeid mudelitele ja infole. Miinimumnõudeid on ette nähtud järgida kõigi ehitusprojektide puhul, kus nende nõuete kasutamine on kasulik. Lisaks miinimumnõuetele võib konkreetsetel juhtudel esitada lisanõudeid. Mudelprojekteerimise nõuded ja mudelite sisu tuleb esitada kõigis projekteerimislepingutes siduvalt ja üheselt.

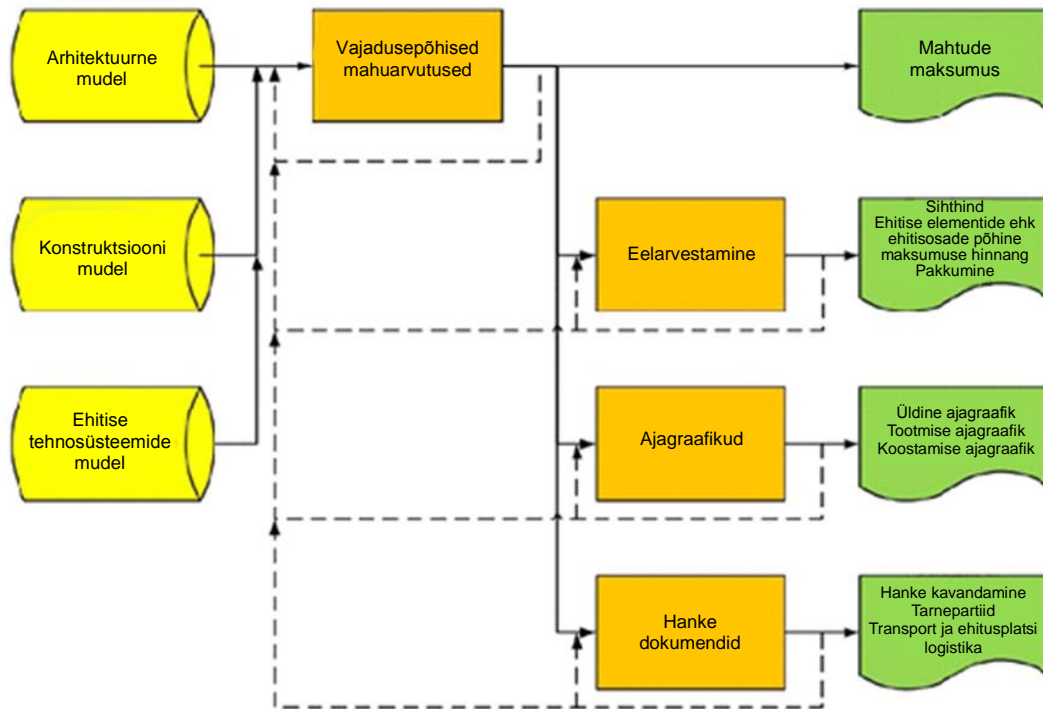
Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” koosneb järgmistest dokumentidest:

1. Mudelprojekteerimise üldjuhendid;
2. Lähteolukorra modelleerimine;
3. Arhitektuurne projekteerimine;
4. Tehnosüsteemide projekteerimine;
5. Konstruktsioonide projekteerimine;
6. Kvaliteedi tagamine;
7. Mahuarvutused;
8. Mudelite kasutamine visualiseerimisel;
9. Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil;
10. Energia-analüüsid;
11. Mudelipõhise projekti juhtimine;
12. Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel;
13. Infomudelite kasutamine ehitamisel;
14. Infomudelite kasutamine ehitusjärelvalves – juhend on loomisel.

Lisaks oma valdkonda käsitlevatele juhenditele peavad kõik mudelprojekteerimishanke osalised tutvuma vähemalt üldosa (1. osa) ja kvaliteedi tagamise (6. osa) põhimõtetega. Projektijuht või projekti andmehalduse juht peab olema kursis kõigi mudelprojekteerimisjuhendite põhimõtetega.

2 Sissejuhatus

Mudelite kasutamine võimaldab teha märksa tõhusamaid mahuarvutusi ja kasutada mahuandmeid erinevates otsustusolukordades. Mahtude käsitsi arvutamine joonistelt asendatakse arvutitoea mudelipõhise arvutusega. Mahtusid võib arvutada arhitektuursetelt, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide infomudelilt ning nende koondmudelilt. Hoonete omanikud või tellijad, projekterijad, ehitajad ja ehitusmaterjalide tootjad saavad kasutada mahuarvutusi täiesti uuel viisil ja uuest seisukohast.



Mudelipõhised tegevused muudavad märkimisväärselt eelarvestaja tööd – korraliste ülesannete maht väheneb, kuid ametioskuste nõudmised suurenevad. Eelarvestaja muutub üha rohkem mahtude spetsialistiks.

Kuid mudel ei lahenda täielikult kõiki mahuarvutustega seotud küsimusi ja kõiki projekti käigus vajalikke mahtusid ei saa võtta mudelitelt. Mahtude spetsialisti kutseoskusi on endiselt vaja selleks, et hinnata lähteandmete ja lähtematerjalide kvaliteeti ja vastavust ning mahtude tagamist, pakkuda alternatiivseid lahendusi ja analüüsida tulemusi. Käesolev dokument ei sisalda mudelitelt mahtude võtmise juhendeid. Selle juhendi eesmärk on selgitada lugejale, mida tähendavad mudelipõhised mahuarvutused. Juhend keskendub ainult mahtude arvutamisele mudeli põhjal ega käsitle näiteks mahtude kasutamist investeringus ja elukaare arvutust, keskkonnamõjude hindamist, ajagraafikuid ega ehitustööstuse eri ettevõtete tegevust. Selles dokumendis ei viidata mingitele mahuarvutuseks kasutatavatele tarkvaralistele tööriistadele.

3 Infomudelite mahuarvutusepõhised nõuded

3.1 Modelleerimise järjepidevus

Nõuded

Mahuarvutuste seisukohalt on mudeli kõige olulisem omadus järjepidevus. Kõik ehitise ja tehnosüsteemide osad peavad olema modelleeritud mudeli nõuete kohaselt ja kasutatav modelleerimismeetod peab olema dokumenteeritud mudeli kaaskirjas.

Selgitus

Olukord läheb keeruliseks juhul, kui projektlahendus ei ole modelleeritud nõuete kohaselt ja lisaks on sama mudeli eri osad modelleeritud erinevalt.

Kuid mudel võib sisaldada ehitise elemente, mis on modelleeritud teistsuguse täpsuse tasemega kui sama mudeli ülejäänud elemendid, näiteks on ehitise elementi esmalt katsetatud ainult hoone ühes osas. Teise näitena võib tuua mudeli, kus ainult tüüpelemendid on täpselt modelleeritud ning ülejäänud elemendid sisaldavad ainult tarindi geomeetrilisi andmeid. Projekteerija kannab need olukorrad mudeli kaaskirja ja eelarvestaja peab neid mahuarvutusel arvesse võtma.

3.2 Mudeli täpsuse tase

Nõuded

Mudeli täpsuse tase määratletakse modelleerimise tellimuse esitamisel. Täpsuse tasemed on kirjeldatud eri projekteerimisvaldkondade modelleerimisenõuetes.

Selgitus

Mudeli täpsuse tase määrab mudelipõhise mahuarvutuse täpsuse taseme. Kui arhitektuurne, konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudel on modelleeritud kogu ehitise ulatuses samal tasemel, siis on mahtude arvutuse olukord selge ja mahte saab hinnata üheselt mudeli täpsuse järgi.

Mudeli täpsuse taseme määrab projekteerimise staadium ja selle edenemine. Mudeli sisu täiendatakse iga projekteerimisstaadiumi lõpetamisel. Mahuarvutustes võib üldise juhtnõörina võtta staadiumite mudelipõhist mahtude arvutuse põhimõtet, mille infosisu on kõige täpsem, õigem ja kõikehõlmavam.

Mõnel juhul on mõistlik modelleerida ehitise üks osa suurema täpsusega kui ülejäänud osad või kanda kooskõlastatud muudatused esmalt ainult mudeli ühte ossa. See võimaldab teha mahuarvutusi mudeli täpsemast või täiendatud osast ja seejärel kasutada neid väärtusi kogu hoone mahtude arvutuseks. Näiteks viiekordse hoone vaheseinu võib modelleerida algselt ainult ühele korrusele ja vaheseinte kogumahu arvutamiseks korrutada tulemust viiega.

Ehitise erinevaid osi erineval tasemel modelleerides on väga oluline, et täpsem modelleerimine või täiendamine oleks tehtud ehitise osade piire järgides. See reegel peab olema mudeli kaaskirjas selgelt väljendatud, et mahtude spetsialist saaks mudelit õigesti kasutada.

3.3 Modelleerimistööriistade kasutamine

Nõuded

Mahuarvutuste seisukohalt on ülimalt oluline kasutada modelleerimistööriistu, mis võimaldavad luua mahuarvutuseks nõutavat arvutusteavet. See nõue on kõige paremini täidetud, kui ehitise osa on modelleeritud tööriistaga, mis on selle osa jaoks ette nähtud, näiteks seinad on modelleeritud seinte tööriistaga.

Selgitus

Kui ehitise osa modelleerimiseks kasutatud tööriist ei ole vastav mahuarvutuse nõuetele, siis ei

saa selle elemendi mahtusid automaatselt arvutada. Sellised olukorrad võivad tekkida juhul, kui projekteerija tarkvara ei sisalda modelleeritavale ehitise osale vastavat tööriista, näiteks kui arhitektuurse või konstruktsioonide projekteerimise tööriistu kasutatakse ehitusplatsi tarindite modelleerimisel. Tavalisi mahuarvutusel ilmnevaid olukordi käsitletakse 6. osas.

3.4 Ehitise osade ja tehnosüsteemide tähistamine

Nõuded

Mahuarvutuse seisukohalt peavad ruumid ning ehitise osad ja tehnosüsteemid olema eraldi tähistatud. Näiteks sein tarinditüüp või ventilatsioonikanali tüüp peab olema tähistatud, sest erinevate osade kogumahud arvutatakse üksikute mahtude liitmisega.

Selgitus

Kuigi tähistuse aluseks võib olla iga elementi kirjeldav teave, nagu näiteks sein kõrgus, annab ehitise osa kohta kõige selgemat teavet tarinditüüp. Näiteks eri kõrgusega puitseinad, mis on arhitekti seisukohalt sama tüüpi, võivad konstruktsiooni seisukohalt olla erinevat tüüpi konstruktsiooniga ning on sel juhul erinevat tüüpi ka mahuarvutuse seisukohalt.

3.5 Mahuarvutuse lähteandmed

Selgitus

Tavalisel mahuarvutusel kasutatakse tihti lihtsustatud arvutusmeetodit, näiteks kasutatakse tegeliku pindala asemel kogupindala. Ehitise osade mahuandmeid võib mudelilt tuletada modelleerimis põhimõtte kohaselt.

Mahuarvutustes kasutatakse tavaliselt järgmisi andmeid:

- (tükkide arv);
- mõõtmed;
 - pikkus;
 - laius;
 - ümbermõõt;
 - kõrgus;
- pindala;
 - netopind;
 - brutopind;
- maht;
 - netomaht,
 - brutomaht;

3.6 Tarkvaraliste tööriistade ja andmevahetuse kasutamine

Selgitus

Projektis ja tarkvararakenduses kasutatav mahuandmete andmevahetuse lahendus mõjutab eelarvestaja jaoks saada oleva info hulka ja sisu. Need mõjutavad ka info usaldusväärsust. Mahuarvestuses võib kasutada kas infomudeli originaalfailiformaati või IFC-failiformaati. Infomudeli infosisu on kõige täielikum infomudeli originaalfailiformaadi korral. Seetõttu soovitatakse mahuarvutustes kasutada projekteerija loodud algset mudelit, kui see on olemas.

Kui mahuarvutusteks kasutatakse IFC-failitüüpi, siis peab eelarvestaja tegema kindlaks, millised ehitise elemendid on IFC-faili toodud originaalfailist ja kuidas on kasutatud tarkvaratööriist võimeline käsitlema IFC-failis sisalduvaid ehitise osi. Mudeliga peab alati kaasnema mudeli kaaskiri, mis sisaldab mudeli sisu ulatust ja mudeli kasutuseesmärki.

4 Mudelipõhised mahuarvutuse meetodid ja nende seostamine projekti haldus-, otsustus- ja modelleerimisstaadiumitega

Tänu oma tõhususele võimaldab mudelipõhine mahuarvutus märksa sagedamini mahtusid arvutada kui traditsioonilisel meetodil tehtav mahuarvutus. Lisaks võimaldab see uurida rohkem variante. Samuti võimaldab see analüüsida, visualiseerida ja kindlal viisil salvestada projekteerimise ja ehituse staadiumite käigus tekkinud mahtude muutusi. Mahuarvutuste tegemise sagedus ja uuritavate variantide arv tuleb muidugi otsustada projekti vajadustest lähtuvalt.

Mahuarvutustes kasutatav infomudeli dokumentatsioon sisaldab mudeleid, mudeli kaaskirja ja paljudel juhtudel ka ehitise projektdokumentatsiooni. Infomudeli dokumentatsiooni võib täiendada muude mahuarvutuse jaoks oluliste dokumentide ja teabega, nagu jooniste ja seletuskirjadega.

Nõuded

Mahuarvutuseks esitatavate mudelite kvaliteet tuleb enne mahuarvutuseks esitamist üle vaadata ja kontrollida vastuolude puudumist nendes. Need ei tohi sisaldada kattuvaid ehitisosi. Mudeli kvaliteedi kontrolli aruanne tuleb lisada mudeli kaaskirjale.

4.1 Mahuarvutuse põhimõisted

Nõuded

Kululiigituse kasutamises lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.

Liigituse kasutamisel tähistatakse tarindi ja tehnosüsteemide osade tüübid avaliku või projekti- või ettevõttepõhise tüübitähisega. Näiteks Talo 2000 projektiliigituse kasutamisel on tähistus järgmine:

Liigituse nimetus	Elemendi tüübitähis	Nimetus
1232 Kandeseinad	VS401	Raudbetoonsein 180 mm
1241 Välisseinad	US409	Betoelementsein, plaatvooder 320 mm

Selgitus

*Ehitise osad ja tehnosüsteemid kirjeldavad ehitist kui füüsilist tervikut. Ehitise osa on lõpetatud terviku seisukohalt põhimõtteliselt iseseisev objekt. **Ehitise osad** koosnevad ehitustoodetest. **Tehnikaosa** on lõpetatud terviku seisukohalt põhimõtteliselt iseseisev tehnosüsteemi materiaalne osa või toode. **Tehnikaosad** koosnevad tehnosüsteemi toodetest. **Ehitustoode** on ehituseks kasutatav kaup, mis jääb ehitise alaliseks osaks või kasutatakse ehituse jooksul täielikult ära. Mahuarvutustes jagatakse ehitisosad ja tehnikaosad **toodeteks** (kaubanduslikud nimetused), mille mahte arvutatakse. Ehitise- ja tehnikaosad eristatakse ja arvutatakse ehitise osade liigituse alusel. Liigituse kasutus lepitakse kokku iga projekti puhul eraldi.*

Soome ehitustööstuses kasutatavad kõige olulisemad liigitused on järgmised:

Talo 2000 ehitise osade ja hangete liigitus,

Talo 2000 ehitustööde liigitus,

Talo 2000 ehitustoodete liigitus,

*KVVK-liigitus 2010 (kütte-, ventilatsiooni-, veevarustuse ja kanalisatsiooniliigitus),
elektrisüsteemide liigitus 2010.*

Mahuarvutuse põhimõistete hulka kuulavad veel loend ja tarind. Loendis on loetletud projektis sisalduvad ehitisosad, näiteks ruumid, ehitise konstruktsioonide osad ja ehitustooted või ülesanded ja hanked. Loend, milles on esitatud mahud, on mahtude loend. Üldiselt jääb tarind

kahe liigitustaseme vahele ja kirjeldab alama liigituse abil kõrgema liigituse ühe üksuse mahtu. Tegelikult on tarind ehitisosa, mis koosneb mitmest külgnest ehitustootest.

Mudelipõhisel mahuarvutusel saadakse loendi ja tarindi teave infomudeli objektidelt ja teave muutub projekti edenedes üha täpsemaks. Sageli tuleb loendi ja tarindi teavet mahuarvutuse käigus täiendada, lisades projekti ja kaaskirja teavet.

4.2 Mudelite andmete mahuarvutustes kasutamise põhitasemed

Selgitus

Mahuarvutuse seisukohalt võib mudeli infosisu jagada ehitise osade ja tehnosüsteemide, liigituse nimetuste ning toodete ja tarindustoodete mahtudeks. Ehitise osade ja tehnosüsteemide mahtude arvutamisel kasutatakse mudelipõhiselt saadud osad sisaldavad projekteerija määratletud teavet, mis on korrastatud osade tüüpide kaupa. Mahuarvutuse põhjal tehakse mahtude koondaruanne kas näiteks projekteerimistarkvara põhilise aruandlustööriistaga või siis andmete IFC-failist MS Excelisse ülekandmisega.

Liigitusepõhise mahuarvutuse korral arvutatakse ehitise osade ja tehnosüsteemide mahud liigituse nimetustest lähtuvalt. Sellisel juhul arvutatakse näiteks välisseinte tüübi „US409” mahud liigituse nimetuse 1241 „Välisseinad” all. Mitmest mudelis olevast ehitise osa tüübist saab moodustada ühe nimetuse või mudelis oleva ühe osa tüübi põhjal saab moodustada mitu nimetust.

Ehitise osade kogusel põhineva mahuarvutuse korral kirjeldab ehitise osa vastavat ehitise elementi. Ehitise osi kasutatakse ka ehitustegevuse kalenderplaanimisel. Ehitise osade alusel saab moodustada eri tüüpi hankedokumente.

Kui kuluarvestuses ja ajaplaneerimises kasutatakse valemid on „häälestatud parandama” mahuarvutuse lihtsustusi, siis tuleb ehitise osade mahuarvutuse reeglid välja töötada mudelipõhiste mahtude eelarvestaja enda vajadustest lähtudes.

4.3 Projekteerimisstaadiumi mahuarvutused

4.3.1 Mahuarvutuse põhimõisted

Nõuded

Mudeli põhjal arvutatakse ehitise põhinäitajad, nagu ehitise kogupindala, maht ja fassaadi pindala.

Selgitus

Põhinäitajaid kasutatakse tuletatud näitajate, näiteks ehitise kogumahu ja fassaadipindala suhte saamiseks. Tuletatud näitajaid kasutatakse näiteks projektlahenduse efektiivsuse uurimiseks. Põhinäitajate arvutuseks on vajalik üldjuhul arhitektuurne ruumide mudel.

Ehitise osade tähistusnumbrid saab samuti võtta näiteks konstruktsioonide või tehnosüsteemide mudelist. Samuti saab näiteks esialgselt hinnata raamkonstruktsiooni osade kogust või tarbe- ja heitvee ühenduste arvu. Sel juhul kasutatakse mahuarvutustes projekteerimisvaldkonna põhiseid mudeleid.

4.3.2 Ruumipõhised mahuarvutused

Nõuded

Mudelist leitakse kavandatud ruumide pindalad ja vajaduse korral ka kavandatud ruumidest väljapoole jäävad pindalad ja liidetakse ruumide tüübi nimekirja alusel kokku.

Selgitus

Ruumide nimekirja saab võrrelda sihtlinna hindamisel ja määramisel kasutatud ruumiprogrammiga ning samuti projekteerimisjuhiseiga, et saavutada tellija seatud eesmärgid. Ruumipõhise mahuarvutust saab samuti kasutada väljarenditavate ja/või müüdivate ruumide pindala hindamiseks.

Ruumipõhiseks mahuarvutuseks on vajalik arhitektuurne mudel.

4.3.3 Ehitise osade esialgne mahuarvutus

Nõuded

Mudelipõhine mahtude arvutus tehakse ehitise osade ja tehnosüsteemide osade mudeli põhjal. Need sisaldavad näiteks kandeseinte ja erinevate vahelagede mahtusid või ventilatsioonisüsteemide, näiteks sissepuhke- ja väljatõmbekeskuste seadmeid.

Selgitus

Arvutatud kogused saadakse tavalistest ehitise osade mahtude nimekirjadest.

Mahtude koondaruannet saab kasutada mahtude muutuste määramiseks ja projekti kulude hindamiseks ning samuti ehituse ajagraafiku ja tootmislahenduste esialgseks hindamiseks.

Ehitise osade esialgseks mahuarvutuseks on vajalikud vähemalt esialgsed arhitektuurse projekteerimise ja tehnosüsteemide projekteerimise mudelid ning tehnosüsteemide joonised. Eelarvestaja kasutab ehitise osade ja elementide tüüpide teavet, et teha täpsemaid järeldusi ehitise osade tüüpide ja koguste kohta. Mudeli objektid on ehitise osad, näiteks sein, mis on modelleeritud ühe tervikuna, mitte eraldi konstruktiivsete kihtidena. Ehitise osade mudelist saab leida märksa täpsemat tüüpi teavet ja selle tulemusena teeb eelarvestaja vähem oletusi.

4.3.4 Täiendatud mahuarvutused

Nõuded

Ehitise osade kogused arvutatakse mudelis sisalduvate ehitise osade ja tehnosüsteemide põhjal.

Selgitus

Selles staadiumis on ehitise osade arhitektuurse projekti mudel, konstruktsioonide projekti eel mudel või põhistaadiumi konstruktsioonide mudel ja võimalusel ka tehnosüsteemide mudel tavaliselt kasutusvalmis. Võrreldes ehitise osade esialgse mahuarvutusega, on siin ehitise osade ja tehnosüsteemide toodete struktuur ja teabe sisu märksa täpsemad. Arhitektuurses mudelis saab täpsustada ehitise osade konstruktsioonide kihid. Konstruktsioonide mudelis on täpsustatud tarindite tüübid.

Võrreldes esialgse mudeliga, on mudeli täpsusaste ehitise osade ja tehnosüsteemide ning toodete struktuuri seisukohalt suurenenud.

4.4 Mahuarvutused ehitushankeks ja ehitustegevuseks

4.4.1 Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused

Nõuded

Ehitustööde teostamise ja ressursside põhised mahuarvutused põhinevad täielikul toodete struktuuril.

Selgitus

Ehitise osade arhitektuurse projekteerimise mudel, tehnosüsteemide mudel, konstruktsioonide projekteerimise hankestaadiumi mudel ja ehitusstaadiumi mudel on kasutusvalmis. Ehitustööde määratlemiseks vajalike ehitise osade ja tehnosüsteemide kogused, sh toodete struktuurid, arvutatakse mudelist lähtuvalt ehitise osade ja hangete või ehitustööde liigitusest. Näiteks taldmiku sarrustuse koguse võib tuletada kas taldmiku moodustava objekti kulunormi (kg/m^3) või arvutada mudelis oleva sarrustuse järgi.

Mudelile esitatavad nõuded on samad nagu ehitise osade täpsetes mahuarvutuses. Ehitustööde teostamise ja ressursside põhiseid mahuarvutusi kasutatakse üldiselt siiski hanke- ja põhiprojekti staadiumis eri tüüpi pakkumiste arendamisel ning tellimuste, ehitustööde ja ajagraafiku kavandamisel.

Eri mudelites näidatud toodete struktuurid on toodud lisas 1.

4.4.2 Asukohapõhised mahuarvutused

Nõuded

Mahuarvutused tehakse mudelilt ühel ülalnimetatud meetodil, kogused määratakse asukoha alusel.

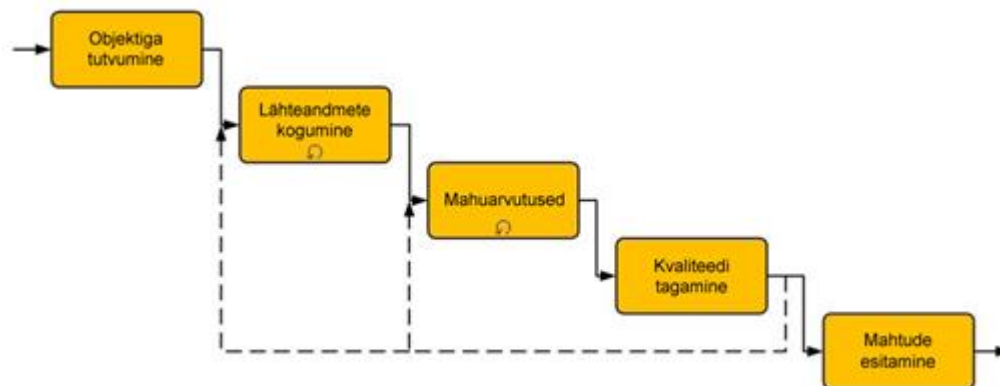
Selgitus

Sageli kasutatavate asukohtade hulka kuuluvad alamprojekt, ehitise osa, korrus, ruumigrupp või tsoon ja ruum. Asukohapõhist mahuarvutust kasutatakse tavaliselt hankekoguste ja ajagraafiku sisendandmete arvutamiseks.

Mudelile esitatavad vähimad nõuded on samad kui ehitise osade mahuarvutuses, lisaks peavad olema modelleeritud asukohad. Ehitise osade ülalnimetatud asukohtadele omistamine võib olenevalt kasutatavast tarkvarast nõuda eri tüüpi meetmeid, isegi kui kõikidel mudelis olevatel objektidel on mudelis geomeetriline asukoht.

5 Mahuarvutuste tegemine

Mudelipõhised mahuarvutused erinevad mitmeti tavalistest projektipõhistest mahuarvutustest. Allpool on toodud tegevuskord, mis loob tingimused edukaks mudelipõhiseks mahuarvutuseks.



5.1 Objektiga tutvumine

Objektiga tuleb tutvuda enne esmakordset mahtude arvutamist. Mudeli abil on lihtsam mõista objekti detailsust ja muid omadusi. Lisaks mudelile on soovitatav tutvuda muude asjakohaste materjalidega, näiteks ehitise projektdokumentatsiooniga ja arutada lahendused projekteerijatega läbi.

5.2 Lähteandmete kogumine

Nõuded

Enne iga mahuarvutust tuleb kokku koguda mahuarvutuse lähteandmed. Samuti tuleb veenduda, et eelarvestajal on igast asjakohasest dokumendist õige versioon.

Projektipõhiselt kokku lepitavad teemad on järgmised:

- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutused tehakse ühe või mitme projekteerimisvaldkonna mudelite põhjal. Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite kasutamise korral tuleb kindlaks määrata, millised mahud mingist mudelist arvutatakse. Näiteks kandetarindite mahuarvutus tehakse konstruktsioonide mudelist ning ukсед ja aknad tehakse arhitektuursest mudelist.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mõne projekteerimisvaldkonna mudel on jagatud mitmeks osamudeliks.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutus tehakse originaalmudelist või selle põhjal tehtud IFC-mudelist.
- Kui mahuarvutused tehakse projekteerija algsest mudelist, siis tuleb tagada, et esitatud materjal sisaldab kõiki mudelielemente ja välisviiteid ning eelarvestaja saab mudelit kasutatava tarkvararakendusega tõrgeteta avada.
- Tuleb kindlaks määrata mudelist arvatavate mahtude ulatus, st millised mahud arvutatakse mudelist ja millised tuleb arvutada muude meetoditega.
- Tuleb kindlaks määrata, kas kogu mudel modelleeritakse sama täpsuse tasemeni ja kas mahud arvutatakse kogu mudeli või ainult selle osa põhjal. Mudel võib näiteks sisaldada ehitise- ja tehnikaosi, ruume, varustust ja mööblit, mida mahuarvutused ei hõlma. Sellistel juhtudel tuleb kindlaks määrata, kas mudeli objektid kaasatakse mahuarvutustesse, ja tähistada need, mida ei kaasata, näiteks nimetuste kodeerimise, visualiseerimise ja/või kihtide kombineerimisega. Modelleerimispõhimõtted on esitatud mudeli autori loodud mudeli kaaskirjas.
- Ehitise spetsifikatsiooni puhul tuleb kindlaks määrata, kas selle teave sisaldub mudelis, näiteks kas mõlemas kasutatakse samu tarindite tüüpe. Kõik kooskõlastatud muudatused tuleb kanda ehitise spetsifikatsiooni, sest ei saa eeldada, et eelarvestaja kogub sellist teavet näiteks projekteerimiskoosolekute protokollidest.
- Tuleb kindlaks määrata peamised muudatused, mis on tehtud mudelitesse ja ehitise

spetsifikatsioonidesse võrreldes eelmise mahuarvutuste tegemiseks kasutatud versiooniga.

Selgitus

Mudeli ja seonduva materjali võimalikud puudused selgitatakse välja põhiliselt kvaliteedi tagamise protsessi käigus ja kantakse mudeli ülevaatusse aruandesse, millega kvaliteedi järele valvaja peab põhjalikult tutvuma. Lähtematerjalide sisemiste vastuolude avastamine ja nendest teavitamine on peaarhitekti või muu tellija määratud isiku vastutusel. Puudused on lubatavad, kui eelarvestaja on nendest teadlik enne mahuarvestuse alustamist. Eelarvestaja võib samuti esitada oma arvamuse selle kohta, kas mahuarvestus on saabunud lähtematerjalide põhjal mõttekas. Liiga paljude puuduste korral võib kaaluda mahuarvestuse edasilükkamist.

Mahuarvutuse lähtematerjali versiooni haldamine on projekteerijate ja peaarhitekti vastutusel. Eelarvestaja peab olema kindel, et edastatud materjal sisaldab kõikide failide õigeid versioone. Selle tagamiseks vastutab iga projekteerija oma failide versiooni eest ja peaarhitekt või muu tellija määratud isik vastutab mahuarvutusteks edastava failide kogumi kogumise, versioonide ja avaldamise eest. Eelarvestaja peab siiski tellijat alati teavitama, kui tekib kahtlus, et tal on mõnest failist vale versioon.

5.3 Mahuarvutused, mahuarvutuste tegemine

Nõuded

Mudelipõhised mahuarvutused tehakse sobiva tarkvararakenduse abil.

Selgitus

Kasutatava tarkvararakenduse võimekusel on oluline mõju mahuarvestuse usaldusväärsusele ja tõhususele, näiteks kui mahuarvutusteks antakse uus mudel või kui sama mudeli põhjal tuleb teha mitu erinevat mahuarvutust.

5.3.1 Juhitav automaatne tähistus ja mahuarvutus

Selgitus

Mudelite sisu ja ehitise osi saab tähistada ja rühmitada automaatselt nii, et mahuarvutusteks vajalikku informatsiooni saab lugeda mudeli objektidelt. See võimaldab kasutada mudelit parimal viisil. Mudeli abil saab mahtusid kõige tõhusamalt ja usaldusväärsemalt arvutada ning visualiseerida. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

5.3.2 Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine

Selgitus

Kui mudelis ei ole otseselt mahtude arvutamiseks vajalikku teavet, siis seda saab tuletada muudest mudelis olevatest ehitise osadest. Näiteks taldmike pikkust saab arvutada üsna täpselt kõige alumise korruse kandeseinte pikkuse järgi. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

5.3.3 Mudeli täiendamine

Selgitus

Kui mudelis ei ole otseselt mahtude arvutamiseks vajalikku teavet, siis saab eelarvestaja vajalikku teavet muude mudelis olevate ehitise osade põhjal modelleerida. Näiteks parapetti saab modelleerida seinatööriista abil. Seejärel saab räästatarinditega seonduvaid mahte arvutada üsna kiiresti ja suhteliselt lihtsalt. Mudeli abil saab mahte lihtsalt visualiseerida. Mudeli täiendamine võib muu hulgas põhjustada sellist probleemi, et kui mudelit täiustades on kasutatud vale tööriista ja projekteerija ei ole teinud projekteerimismudelis vastavaid muudatusi, siis lähevad mudeli uude versiooni tehtud muudatused eelarvestaja jaoks kaduma.

5.4 Kvaliteedi tagamine ja mahtude edastamine

Selgitus

Pärast mahuarvestust tehakse saadud mahtude ulatuse, täpsuse ja usaldusväärsuse analüüs. Mahuarvestuse hõlmatuse analüüsil uuritakse, kas kõik mahuarvutusse kaasatud mahud on arvatud. Mahuarvutuse hõlmatuse hindamiseks visualiseeritakse kõik mahuarvutusse kaasatud ehitise osad ja tehnosüsteemid. Visualiseerimise tulemust võrreldakse näiteks joonistega.

Liigitatud nimetuste mahuarvutuse täpsuse hindamiseks võrreldakse mahuarvutuses olevaid mahtusid näiteks võimalike referentsväärtustega. Vajaduse korral võrreldakse liigitatud nimetuste mahte ka muudes failiformaatides olevate mudelite või jooniste mahtudega. Arvutuste usaldusväärsust hinnatakse lähteandmete ja kasutatavate mahuarvutuse meetodite ning samuti mahuarvutuses tehtud oletuste ja muude mahuarvutuste materjalide põhjal.

Mahuarvutuste lõpptulemus on mahtude koondaruanne, mis antakse edasi kuluarvestuseks ja olenevalt tellija soovidest ka muuks kasutuseks. Mahtude koondaruannet saab salvestada mitmes eri failiformaadis. Mudelipõhine mahuarvestus võimaldab mahtude visualiseerimise uusi viise. Projekteerimistarkvara sees või projekteerimis- ja mahuarvutuse tarkvara vahel seotakse mahud dünaamiliselt mahuarvutuseks kasutatud mudeliga, mis võimaldab mahuarvutuseks kasutatud mudeli elemente vajaduse korral visualiseerida.

Oluline on märkida, et kõik mahuarvutuse tulemused oleksid seotud algandmete failikaustaga, mille alusel mahuarvutused on tehtud. On oluline, et kõik nendest tulenevad mahuarvutuse koondaruanded oleks selgelt selle failikaustaga seotud, sest eraldi võetuna või muu failikaustaga seostatuna ei anna need projekti kohta õiget teavet.

6 Mudelipõhise mahuarvutuse kitsaskohad

Selles peatükis käsitletakse mudelipõhise mahuarvutuse tavapäraseid kitsaskohti. Loetelu ei ole täielik, kuid selle abil saab ülevaate, mis liiki asjaoludele tuleb projekteerimismudelite põhjal mahuarvutuste tegemisel tähelepanu pöörata. Kõikidel juhtudel on mudeli jaoks miinimumnõue eristada mahuarvutuse seisukohalt usaldusväärsed ja ebausaldusväärsed kohad. Tuvastatud probleemset kohad on võimalik kõrvaldada, lõpptulemuste vigu põhjustavad vaid tuvastamata jäänud vigased kohad.

(Toimetaja märkus: peatükis toodud kitsaskohad põhinevad tarkvara võimalustel juhendi koostamise ajahetkel. Kuna tarkvara areneb pidevalt, võivad mõned kirjeldatud kitsaskohad juhendmaterjali ilmumise hetkel olla juba kõrvaldatud.)

6.1 Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite mahuarvutus

Erinevate projekteerimisvaldkondade (arhitektuurne, konstruktsioonide, tehnosüsteemide jne projekteerimise) mudelid on kattuvad, isegi kui need on õigesti tehtud. Samad kandetarindid võivad olla samal ajal nii arhitektuurses kui ka konstruktsioonide mudelis ja tehnosüsteemide lõppelemendid (kraanikausid, valgustid jne) on tihti modelleeritud ka arhitektuurses mudelis. Kui mahuarvutusteks kasutatakse mitme projekteerimisvaldkonna mudeleid, siis tuleb teadvustada kattuvusi ja otsustada, millist mudelit mahuarvutuseks kasutatakse. Üldreeglina sisaldavad konstruktsioonide ja tehnosüsteemide mudel ehitise osade ja tehnosüsteemide ning lõppelementide kohta märksa täpsemat teavet kui arhitektuurne mudel, sest viimases on nimetatud tooted esitatud projekteeritud avade või kohtadena.

6.2 Ruumide pinnad

Paljudel praegustel arhitektuurse projekteerimise tarkvararakendustel ei ole piisavalt tööriistu ruumide pindalade modelleerimiseks ja pindalaid ei modelleerita eraldi objektidena, vaid arvutatakse ruumi objektide pindaladest. Projekteerimise varajastes staadiumites tagab see piisava täpsuse, kuid projekti täpsuse suurenedes muutub see kitsaskohaks, eriti erinevate pinnakatetega ruumide korral. Projekteerimistarkvaras on ka suuri erinevusi selles, kuidas need tuvastavad ruumi piirnevaid elemente. Näiteks kui kaks ruumi on vahetult ühendatud (vahesein puudub), siis mõned tarkvara tööriistad loovad nende kahe ruumi vahele veel eraldi ruumipinna. Ruumide põrandapinna arvutamine võib olla samuti häiritud, kui tarkvararakendus näitab ruumide tegeliku pindala asemel ehitise projekti vastavat maa-ala pindala.

6.3 Katused

Projekteerimistarkvarad sisaldavad tööriistu, millega saab erikujulisi katuseid modelleerida ühe tervikuna. Projekteerija seisukohalt pakub see suurepärase võimaluse katusekujude haldamiseks ja täiustamiseks. Mahuarvutuse seisukohalt on see kitsaskoht, sest selliselt modelleeritud katusetarinditelt ei ole võimalik saada mingeid mahuarvutuseks vajalikke mõõteandmeid.

6.4 Trepid

Kui trepid arvutatakse tükide summana, on praegused mudelid piisavad. Tõrked võivad ilmneda trepi koosteosade, nagu käsipuude, mademete, astmete jne arvutamisel. Enne mahuarvutuse tegemist tuleb neid koosteosi täiendada.

6.5 Klaasfassaad

Projekteerimistarkvarad sisaldavad tööriistu, mis võimaldavad seinu (kerged, mittekanvad välisseinad) modelleerida ühe tervikuna. Kuid seina koosteosade arvutamine mahuarvutuse jaoks vajalikul viisil võib osutuda võimatuks, sest modelleerimistarkvara tööriist keskendub põhiliselt seina kujule, mitte infosisule. Mahuarvutuse seisukohalt on parem võimalus modelleerida rippsein seinu, akna ja ukse tööriistadega.

6.6 Parameetrilised mudeli osad

Enamik tarkvararakendusi võimaldavad luua kasutaja enda objekte, mille ulatust ega sisu tarkvara ei määratle ega piira. Need objektid on parameetrilised, st need sisaldavad numbriliselt määratletud omadusi, mille abil saab samast objektist vajaduse korral toota mitu erikuju. Näiteks lauda esitav objekt võib sisaldada nii laua pikkuse parameetrit kui ka laua jalgade arvu parameetrit. Sellisel juhul saab sama objekti kohandada näiteks 120 cm pikkuse nelja jalaga või 200 cm pikkuse kuue jalaga laua esitamiseks. Parameetrilisi objekte saab kasutada ka suuremate üksuste, nt vannitubade või terve ehitise esitamiseks.

Mahuarvutuse seisukohalt on parameetrilistel objektidel paraku mitmeid kitsaskohti. Isegi lihtsat tüüpi tuvastada on keeruline, sest nimetus ei näita objekti täpset sisu, näiteks laua mõõtmeid või muid parameetreid. Täpsemaid parameetreid saab leida iga objekti enda omaduste järgi.

Mahuarvutuse seisukohalt on kõige keerulisemad sellised olukorrad, kus parameetrilised objektid esindavad suuri üksusi. Näiteks kohakuti rõdusid esindavast parameetrilisest objektist võib olla võimatu saada rõdude ja eraldi konstruktsiooniosade mahuarvutusi. Sellisel juhul jääb ainult võimalus arvutada kogu selle objektiga esitatud üksus käsitsi või paigaldise struktuuri kaudu.

Mahuarvutuse seisukohalt tuleb iga parameetrilist objekti eraldi uurida. Kui parameetiline objekt on tuvastatud, siis saab eri tükide, näiteks rõdutorni postide ja paneelide arvu välja arvutada. Paljudel juhtudel ei ole tükide arv kui niisugune piisav ja selle asemel tuleb mahu andmetena kasutada näiteks postide pikkusi ja paneelide pindala. Parameetrilisi objekte saab luua nii, et nendega saab väljendada pikkusi, pindalaid, mahtuvusi, masse jne, kuid sellise teabe usaldusväärsus sõltub täielikult objekti loojast.

6.7 Geomeetrilised erikujud

Ehitiste ainulaadsed kujud või lahendused on mahuarvutuse ja kulude hindamise seisukohalt sageli väga olulised. Nende hulka kuuluvad näiteks kumerate ja kaldsete pindadega või eriliste avade, tühimike või eenditega ehitise osad. Kuna selliste juhtudel on projekteerimistarkvaraga tihti raske leida usaldusväärseid koguseid, siis tuleb nende olukordade mahuarvutusele pöörata erilist tähelepanu.

Lisa 1. Erinevate projekterimisvaldkondade mudelites esitatud tootestruktuurid

Tootestruktuuri ja -teabe allikas: x = esmane (x) = teisene

Mahtude/ehitisosade nimetused (Talo 2000 projektiigitus)	Arhitektuurne mudel	Konstruksioonide mudel	Tehnosüsteemide mudel	Märkus
1.1 Maa-ala osad				
1.1.1 Pinnaseosad	(x)	(x)	(x)	
1.1.2 Toetused ja tugevdused		x		
1.1.3 Katendid	x			
1.1.4 Välisvarustus	x			
1.1.5 Välisrajatised	x	(x)		
1.2 Hoone osad				
1.2.1 Vundamendid		x		
1.2.2 Aluspõrandad	(x)	x		
1.2.3 Karkass	(x)	x		
1.2.3.1 Varjendid	(x)	x		
1.2.3.2 Kandeseinad	(x)	x		
1.2.3.3 Postid	(x)	x		
1.2.3.4 Talad	(x)	x		
1.2.3.5 Vahelaed	(x)	x		
1.2.3.6 Katuslaed	(x)	x		
1.2.3.7 Trepid	(x)	x		
1.2.3.8 Muud karkassiosad		x		
1.2.4 Fassaadid	x			
1.2.4.1 Välisseinad	(x)	x		
1.2.4.2 Aknad	x			
1.2.4.3 Välisüksed	x			
1.2.4.4 Fassaadivarustus	x			
1.2.4.5 Muud fassaadiosad	x			
1.2.6 Katused	x			
1.2.6.1 Katusetarindid	(x)	x		
1.2.6.2 Räästatarindid	(x)	(x)		
1.2.6.3 Katusekatted	x			
1.2.6.4 Katuse ohutustarvikud	x			
1.2.6.5 Klaaskatuse tarindid	x			
1.2.6.6 Katuseaknad ja -luugid	x			
1.2.6.7 Muud katusetarindid	x			

1.3 Ruumiosad				
1.3.1 Ruumijaotuse osad	x			
1.3.1.1 Vaheseinad	x			
1.3.1.2 Klaasvaheseinad	x			
1.3.1.3 Erivaheseinad	x			
1.3.1.4 Ruumipiirded	x			
1.3.1.5 Vaheuksed	x			
1.3.1.6 Eriuksed	x			
1.3.1.7 Trepid	x			
1.3.1.8 Muud ruumijaotuse osad	x			
1.3.2 Ruumide pinnad	x			
1.3.2.1 Põrandate pinnatarindid	x			
1.3.2.2 Põrandakatted	(x)			
1.3.2.3 Lagede pinnatarindid	x			
1.3.2.4 Lagede pinnakatted	(x)			
1.3.2.5 Seinte pinnatarindid	x			
1.3.2.6 Seinte pinnakatted	(x)			
1.3.2.7 Muud ruumipinnad	(x)			
1.3.3 Ruumivarustus	(x)			
1.3.3.1 ja 2 Püsisisustus	x			
1.3.4 Muud ruumiosad	x			
1.3.4.1 Hooldussillad ja käiguteed	x			
1.3.4.2 Küttekolded ja suitsulõõrid	(x)	(x)	(x)	
1.3.4.3 Muud eriruumiosad	(x)			

Mahtude/ehitisosade nimetused (KVVK-liigitus 2010)	Arhitektuurne mudel	Konstruktioonide mudel	Tehnosüsteemide mudel	Märkus
21 Sisekliima põhisüsteemid				Süsteem modelleeritakse projekteerimislepingu s kehtestatud ulatuses ja täpsusnõuete tasemel
21.1 Küttesüsteemid			x	
21.11 Keskkütte välisosad			x	
21.12 Soojusülekandeosad			x	
21.13 Kütetorustikud			x	
21.14 Küttekehad			(x)	
21.2 Tarbevee- ja heitveesüsteemid			x	
21.21 Tarbevee- ja heitveesüsteemi kesksed osad			x	

21.22 Tarbevee- ja heitveesüsteemi edastusosad			x	
21.23 Tarbevee- ja heitveesüsteemi lõpposad	(x)		x	
21.24 Tarbevee- ja heitveesüsteemi välisosad		(x)	x	
21.3 Ventilatsioonisüsteemid			x	
21.31 Ventilatsiooni kesksed osad			x	
21.32 Ventilatsiooni ülekandeosad			x	
21.33 Ventilatsiooni lõppseadmed	(x)		x	
21.34 Ventilatsiooni välisosad			x	
21.4 Jahutussüsteemid			x	
21.41 Kesksed jahutusosad			x	
21.42 Jahutuse ülekandeosad			x	
21.43 Jahutuse lõppseadmed	(x)		x	
21.44 Jahutuse välisosad			x	
21.5 Tuletõrjesüsteemid			x	
21.51 Tuletõrje kesksed osad			x	
21.52 Tuletõrje ülekandeosad			x	
21.53 Tuletõrje lõppseadmed			(x)	
21.54 Tuletõrje välisosad	(x)		x	
21.6 Varjendi kliimasüsteemid			x	
21.61 Varjendi kliimasüsteemi kesksed osad			x	
21.62 Varjendi kliimasüsteemi ülekandeosad			x	
21.63 Varjendi kliimasüsteemi lõppseadmed	(x)	(x)	(x)	
21.64 Varjendi kliimasüsteemi välisosad	(x)	(x)	(x)	
22 Sisekliima erisüsteemid				Ulatus määratakse kindlaks projekteerimislepinguga ja modelleerimistäpsuse nõuetega
22.1 Suruõhusüsteemid			x	
22.2 Gaasisüsteemid			x	
22.3 Aurusüsteemid			x	
22.4 Vedelikusüsteemid			x	
22.5 Ujula veepuhastussüsteemid			x	

22.6 Õhktehnikasüsteemid			x	
22.7 Sisepõlemismootori kliimasüsteemid			x	
Elektrisüsteemid				
Trafod			x	
Seadmed			x	
Peajaotla			x	
Jaotuslatid			x	
Tasakaalustusakud			x	
Varuakud			x	
Magistraaljaotus			x	
Jaotusraamid			x	
Andmeedastussüsteemid			x	
Valvesidesüsteemid			x	
Kaabliteed ja redelid			x	
Latisooned			x	
Põrandakanalid ja karbid			x	
Püstikud			x	
Valgustid			x	
Väljapääsu valgustid			x	
Varu- ja turvalgustid			x	
Valjuhäälidid			x	
Sissepääsusüsteemid			x	
Hoone automaatikakeskused („RAU”)			x	