

**MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012**  
**Osa 9: Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil**

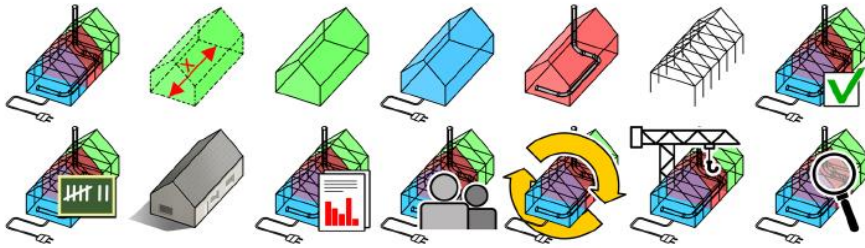
## EESTI STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Osa 9: Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

### **TÄHELEPANU!**

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



# COBIM

Mudelprojekteerimise  
üldjuhendid 2012

v 1.0



## 9. osa

Mudelite kasutamine  
tehnosüsteemide analüüsil

## Eessõna

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

Hanke osalised

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

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

**Juhtimine:** Rakennustietosäätiö RTS.

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

*Projekti © COBIM osalised*

## Tõlkijate poolt saateks

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

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

Juhendi tõlke 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	Tehnosüsteemide analüüsid .....	6
3.1	Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid .....	6
3.2	Õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs .....	6
3.3	Hoone elukaarekulude analüüs .....	7
3.4	Keskkonnamõjude analüüs .....	8
3.5	Tehnoloogia visualiseeringud .....	9
3.6	Valgustustaseme arvutamine ja visualiseerimine .....	10
3.7	Valgustuse simulatsioon.....	11
3.8	Tehnosüsteemide analüüsid .....	12
3.9	Analüüside tegemine ja tulemuste esitamine .....	13

# 1 Mudelprojekteerimisjuhendite põhieesmärgid

Ehitise omaduste ja konstruktsioonide modelleerimise eesmärk on toetada projekteerimise ja ehituse elukaare protsessi nii, et see oleks kõrge kvaliteediga, tõhus, ohutu ja säästvat arengut toetav. Infomudeleid kasutatakse ehitise kogu elukaare vältel alates eskiisist ning jätkuvalt ka ehitise eksploatatsioonil ja haldamisel pärast ehitusprojekti lõppu.

Mudelid võimaldavad näiteks:

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

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

Modelleerimise üldised eesmärgid on näiteks:

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

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

Juhendisari „Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012” koosneb järgmistest dokumentidest:

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

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

## **2 Sissejuhatus**

See osa käsitleb analüüse, mida teostab ehitise infomodelite abil energiatõhususe spetsialist. Analüüsil kasutatavaid tööriistu juhendis ei käsitleta.

Analüüsi objekt võib olla kogu ehitis, tüüp- või näidisruum, tehnosüsteem või selle osa.

### 3 Tehnosüsteemide analüüsid

Paljud teiste projekterijate kavandatud lahendused (näiteks arhitekti valitud vorm või konstruktsioonide projekterija valitud lahendused) väljenduvad ehitise haldusstaadiumis tehnosüsteemide kaudu konkreetse mõjutegurina (näiteks suurem energiakulu).

Kui ruumi- või konstruktsioonide lahendused on juba valmis ehitatud, ei saa võimalikke vigu või ebaökonomseid lahendusi siiski ainult tehnosüsteemide abil likvideerida. Vastupidi, sageli nõuab see ka tehnosüsteemide projekterijatelt erakorralisi lahendusi, mis kulusid veelgi suurendavad.

Seetõttu peab tehnosüsteemide projekterija projekterimisel osalema juba alates hanke algstaadiumist.

Tehnosüsteemide analüüsid võimaldavad saada informatsiooni projektlahenduse energiatõhususest ja tulevatest halduskuludest. Ehitise infomudelid tõhustavad tehnosüsteemide analüüsi. Analüüse saab teha isegi väga lihtsate ja esialgsete infomudelite abil. Projekterimisotsuste tegemisel on see oluline lisaväärtus.

Projekterimistööde algstaadiumis keskenduvad analüüsid alternatiivide võrdlemisele ja järgnevates staadiumites projektlahenduse eesmärgipärasuse hindamisele.

#### 3.1 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid

Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioone käsitlevad juhendid leiduvad käesoleva juhendisarja 10. osas „Energia-analüüsid”.

#### 3.2 Õhu ruumisisesse liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs

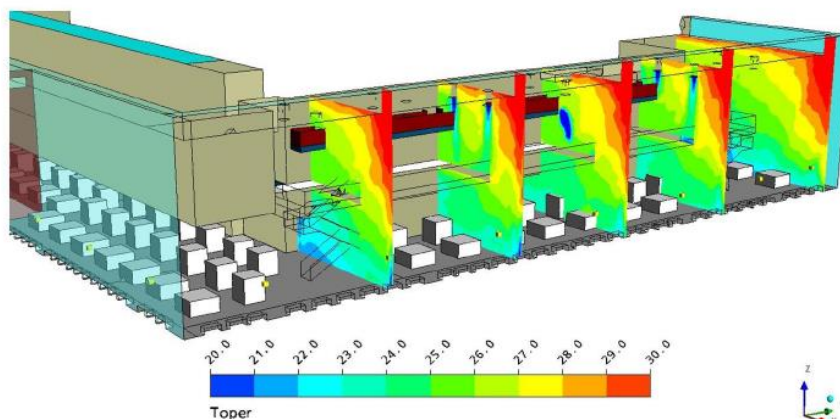
Ruumi sisekliima sõltub suurel määral sissepuhkeõhu jaotusest, sisemistest soojuskoormustest ja tarindite koosmõjust.

Õhu ruumisisesse liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (*CFD, computational fluid dynamics*) keskendub õhu liikumisele ja temperatuurijaotusele ruumis ning võimaldab saada nende kohta üksikasjalikku informatsiooni. Seda analüüsi kasutatakse eeskätt siis, kui tegemist on ebatavaliste ruumidega (näiteks kõrged ruumid ning suured avalikud ruumid).

Õhuliikumise simuleerimisel kasutatakse lähteandmetena arhitektuurset IFC-mudelit. Kui on olemas tehnosüsteemide mudel, võib kasutada seda.

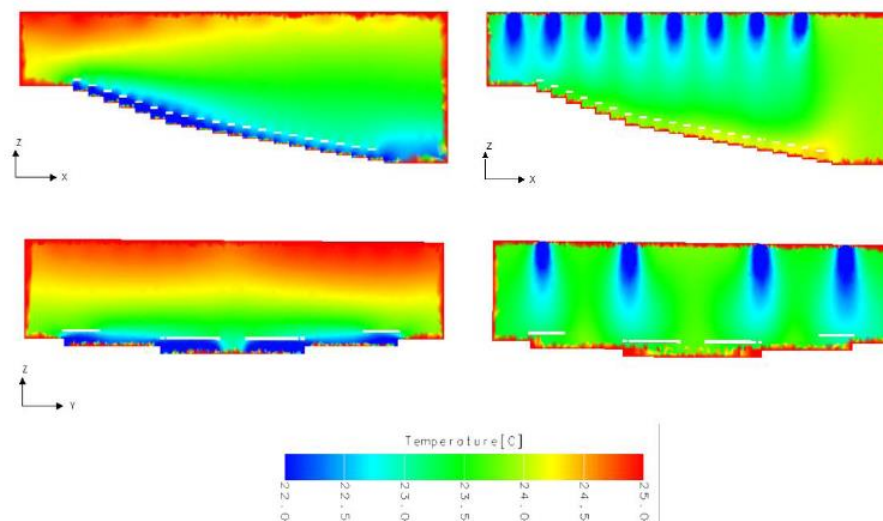
Õhuliikumise simulatsiooni eesmärk on prognoosida õhu liikumist ruumis ning saada andmeid, mis lihtsustaksid valikute tegemist.

Õhuliikumise simulatsioonid võimaldavad jooniste ja animatsioonide abil hinnata ruumi soojuslikku mugavust ning õhu kvaliteeti, liikumiskiirust, niiskust, süsihappegaasi sisaldust ning teisi ruumi sisekliimat mõjutavaid tegureid.

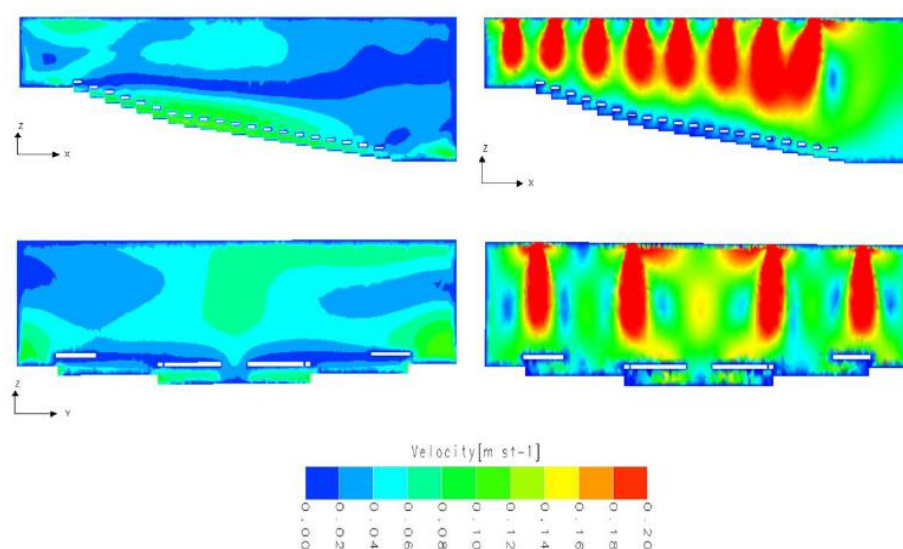


Joonis 3.2.1. Pinnatemperatuuri kihistumine klaasitud ruumis.





Joonis 3.2.2. Õhutemperatuurikihistumine auditooriumis, võrreldud on kaht eri ventilatsioonitüüpi (tõrjuv - / segunev õhuvahetus)



Joonis 3.2.3. Õhuliikumine auditooriumis, võrreldud on kaht eri ventilatsioonitüüpi (tõrjuv - / segunev õhuvahetus)

### **Peatüki 3.2 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”**

#### **D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt D 2.11. Õhu ruumisisesel liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (CFD), tase c (KVVK)*

#### **E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt E 3.7. Õhu ruumisisesel liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs (CFD), tase c (KVVK)*

#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.5. Tingimused/sisekliima, tase c*

## 3.3 Hoone elukaarekulude analüüs

Ehitise kasutamisega, paindlikkust ja energiatõhusust puudutavad olulisemad otsused tehakse tavaliselt hanke- ja eelprojekti staadiumis. Siis määratakse kindlaks hoone maht, kuju,

ruumijaotus, konstruktsioonilised põhilahendused ja sisekliima tasemed.

Hilisemates projekteerimisstaadiumites piiravad hankestaadiumis tehtud otsused näiteks tehnosüsteemide võimalikke projektlahendusi.

Sageli lähtuvad otsused oletustest, kogemuspõhistest hinnangutest ja statistilistest andmetest, mis kajastavad energiakulu ja ökonoomsust. Tavaliselt ei ole neil otsest seost projekteeritava objekti ega selle iseärasustega.

Võrreldes arhitekti koostatud kavandeid võimalikult varajases projekteerimisstaadiumis hoone halduskulude usaldusväärsete arvutuste abil, saab projekteerimis- ja ehitusprotsessi paremini juhtida ning saavutada ökonoomsemaid lahendusi.

Hoonemudel modelleeritakse kavandite alusel hanke projekti ettevalmistamise staadiumis. Esialgne oletatav soojus- ja elektrivajadus arvutatakse hoone ruumiprogrammi ja eeldatavate kasutusandmete põhjal. Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide abil võrreldakse näiteks hoone eri kujusid, akende suuruse ja tüübi mõju, sisekliimat jne.

Objekti eripärast lähtuvatel energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonidel on halduskulude hindamisel keskne roll.

Kulutõhusalt ja keskkonnasäästlikult projekteeritud ja ehitatud objekti energiakulud on optimaalsed ja sisekliima vastab kasutajate vajadusele.

Kui analüüsida halduskulusid põhjalikult juba projekteerimise algstaadiumis, saab otsuste tegemisel toetuda erinevate projektlahenduste korral saavutatava sisekliima ja halduskulude võrdlusandmetele.

Tavaliselt võetakse võrdluse aluseks järgmised asjaolud:

- akende suurus, omadused, päikesekaitse lahendused;
- konstruktsioonide alternatiivlahendused, soojustuse paksus;
- ventilatsiooni- ja jahutussüsteemi põhimõtteline lahendus (sissepuhkeõhu jaotusviis, jahutustalad, ventilaatorkonvektorid jne);
- ventilatsiooniõhu soojustagastuse põhimõttes ;
- ventilatsioonisüsteemi juhtimislahendused (vajaduspõhine ventilatsioon liikumis- või CO<sub>2</sub>-anduritega jne);
- valgustuslahendused (valgustid, lambitüübid, vajaduspõhine juhtimine jne);
- päevavalguse kasutamine valgustuses;
- paindlikkuse saavutamine erinevate ehituslike ja tehnosüsteemide lahenduste abil.

Sageli vaadeldakse eri lahenduste võrdlemiseks piiratud süsteemiosa või hinnatakse konstruktsioonilise lahenduse (näiteks välissein, aknad) mõju ehitise kogu elutsükli vältel.

### **Peatüki 3.3 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”**

#### **E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt E 3.9. Elukaarekulude kalkulatsioonid*

#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.8. Elukaarekulud (LCC)*

## 3.4 Keskkonnamõjude analüüs

Keskkonnamõjusid analüüsitakse ehitise arhitektuurse mudeli ja tehnosüsteemide mudeli põhjal. Keskkonnamõjude analüüs võimaldab prognoosida energia- ja toorainevajadust, saastetaset ja hooneosade kasutusiga. Analüüsi tulemused aitavad hinnata projektlahenduse sobivust. Analüüsi tehes saab kasutada tehnosüsteemide ja ehitise mudelite mahuandmeid.

Energiatarbimise osakaal hoone elukaare keskkonnamõjudest on sageli üle 80%, seega aitab energiavajaduse analüüs kontrollida suurimat osa keskkonnamõjudest. Tuleb siiski arvesse võtta, et pöördvõrdeliselt energiatarbimise vähenemisega suureneb tarindi ja tehnosüsteemidega seotud keskkonnamõjude osakaal.

### **Peatüki 3.4 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”**

#### **E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt E 3.10. Keskkonnamõjud*

#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.10. Keskkonnamõjud (LCA)*

## 3.5 Tehnoloogia visualiseeringud

Tehnosüsteemide mudelite integreerimine hooneosa arhitektuursesse või konstruktsioonide mudelisse võimaldab hinnata lõppeadmete (segistid, pistikupesad, lülitid, radiaatorid, ventilatsiooniseadmed, valgustid jne) sobivust hoone arhitektuuri seisukohalt kriitilise tähtsusega kohtades.

Kontrollimiseks võib kasutada jooniseid või animatsioone. Kasutada võib ka koondmudelite loomise tarkvara, mis võtab osaliselt arvesse ka materjale.

Eelkõige laborite ja haiglate puhul annavad tehnilised visualiseeringud ruumide kasutajatele hea ettekujutuse tehnoseadmete paiknemisest ja välimusest.

Tehniliste visualiseeringute eesmärk ei ole hinnata ruumi valgustust või värvilahendust, vaid pöörata tähelepanu tehnilistele üksikasjadele.

Arhitekti ja tehnosüsteemide projekteerija tööjaotus visualiseerimisel ning vajalike lähteandmete täpsus tuleb kokku leppida projekteerimislepingutes.



Joonis 3.5.1. Laboriruumi visualiseering (renoveerimisobjekt).



Joonis 3.5.2. Torustike paiknemine tualettruumis, visualiseering.

### **Peatüki 3.5 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”**

#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.1. Projekteerija koostatav visuaalne materjal*

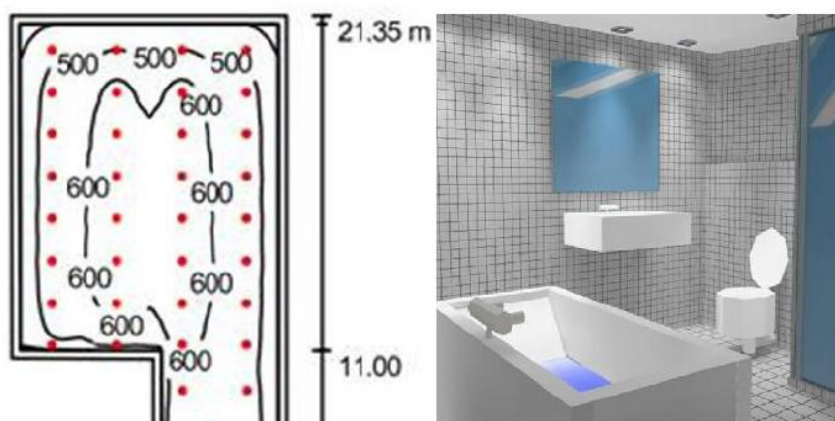
## 3.6 Valgustustaseme arvutamine ja visualiseerimine

Valgustustaseme analüüsimiseks arvutatakse välja ja esitatakse numbriliselt ruumis paiknevate valgustite valgustustugevus ning rägusindeks ruumis ja ruumi erinevatel pindadel. Kui tarkvara võimaldab, kasutatakse valgustustaseme arvutamiseks ehitise arhitektuurset mudelit ja elektrisüsteemide mudelit.

Et tavaliselt tahetakse hinnata eelkõige töötasapinna valgustatust, peab arhitektuurset mudelis olema modelleeritud ka ruumi sisseseade. Võib arvutada näidisruumi või kõigi vajalike ruumide valgustustaseme.

Valgustustaseme arvutamine on palju väiksem töö kui valgustusolude simulatsioon, kuid see ei anna tegelikkusest nii head visuaalset ettekujutust.

Visualiseering näitlikustab valitud valgustite mõju ruumide meeleolule ja valgustatusele. Lisaks võimaldab see ligilähedaselt hinnata päevavalgusemõju ja rägust.



Joonis 3.6.1. Ruumi valgustatus, arvatud valgustustasemed ja fotorealistlik visualiseering.

### Peatüki 3.6 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”

#### **D 0 Eskiisprojekt, põhitööd:**

*Punkt D 3.8. Valgustustaseme arvutamine*

#### **D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt D 2.13. Valgustatuse visualiseerimine*

#### **E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt D 3.6. Valgustatuse visualiseerimine*

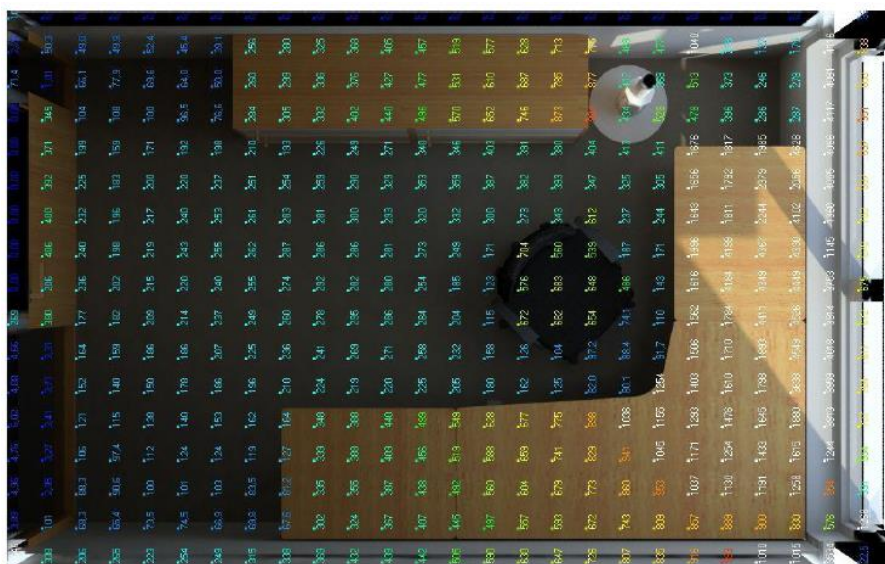
#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.6. Valgustus, tasemed a ja b*

## 3.7 Valgustuse simulatsioon

Valgustuse simulatsiooniks kasutatav tarkvara peab suutma analüüsida paljude valgusallikate ja pinnamaterjalide peegelduste mõju ning arvutama nende põhjal väljavalgustatuse.

Simulatsiooniks on vaja teada, millised on pindade materjalid ja nende peegeldusomadused ning ruumide sisseseade. Simulatsiooni tulemusena saadakse fotorealistlikud vaated ning ka pindade valgustustihedus, mis on visualiseeringutega võrreldes oluline erinevus. Mõned arvutiprogrammid võimaldavad uurida ka valgusräigusest ja peegeldustest tingitud ergonoomilisi probleeme.



Joonis 3.7.1. Kontoriruumi valgustatus päevavalgusega (numbrid tähistavad valgustustihedust luksides).

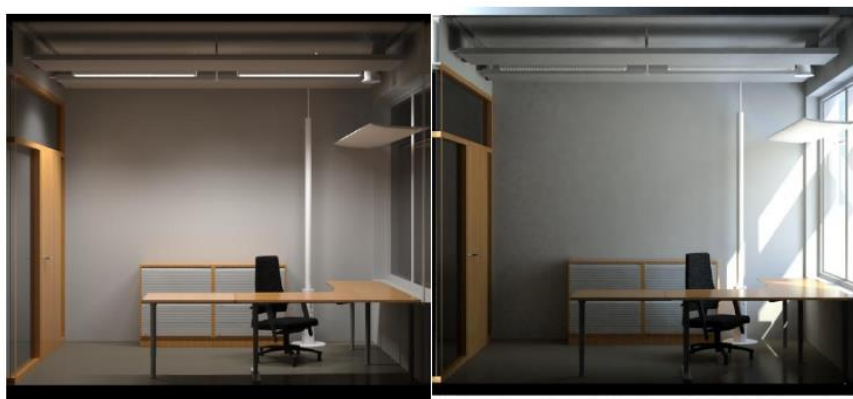
Valgustusolude simuleerimiseks kasutatakse arhitektuurset mudelit ja elektrisüsteemi projekteerija süsteemimudelit. Et saada ettekujutus näiteks töökoha üldmuljest või valgustatusest, peab arhitektuurset mudelis olema modelleeritud ka ruumi sisseseade. Et simulatsiooni tulemus oleks usaldusväärne, tuleb ruumi või hoone 3D-mudelit kasutatava simulatsioonitarkvara nõuetest lähtuvalt sageli muuta või ümber teha. Arhitektuurne mudel ja elektrisüsteemi mudel on simulatsiooni tegijale siiski vajalikud, sest nendest saab ta vajalikud andmed ruumi sisu kohta.

Valgustusolude simulatsioon tehakse tavaliselt kokkulepitut näidisruumide või hoone fassaadivalgustuse visualiseerimiseks.



Joonis 3.7.2. Hoone fassaadivalgustuse simulatsioon.

Simulatsiooni abil on võimalik uurida ka päevavalguse mõju erinevat tüüpi ruumides.



Joonis 3.7.3. Kunstliku valgustuse ja päevavalguse võrdlus.

Valgustusolude simulatsiooni põhjal saab vajaduse korral teha ka animatsioone.

Simulatsioonitase, vajalike lähteandmete täpsus ning arhitekti, valgustuse projekteerija ja simulatsiooni teostaja tööjaotus tuleb kokku leppida projekteerimislepingutes.

### **Peatüki 3.7 viited loendile „Tehnosüsteemide projekteerimistööd 2012”**

#### **D 0 Eskiisprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt D 2.14. Valgustatuse visualiseerimine, tase c*

#### **E Eelprojekt, eraldi tellitavad tööd:**

*Punkt D 3.6. Valgustatuse visualiseerimine, tase c*

#### **Hankeinfokaart:**

*Punkt 2.4.6. Valgustus, tase c*

## 3.8 Tehnosüsteemide analüüsid

Tehnosüsteemide mudelit saab kasutada paljude erinevate süsteemide analüüsiks, mida saab

tavaliselt teha otse tehnosüsteemi modelleerimisprogrammis. Selleks peab mudel sisaldama piisavat dünaamilist informatsiooni tehnosüsteemide toimimise kohta.

Tehnosüsteemide analüüs võimaldab enne ehitusstaadiumi algust kindlaks teha nende toimivuse ning nõuetemudelile vastavate projektväärtuste saavutamise.

Aero-ja hüdrodünaamiliselt õigesti koostatud ja arvutatud tehnosüsteemide mudel loob eeldused nende probleemideta tasakaalustamiseks. Õige tasakaalustamine võimaldab saavutada ruumide vastavuse tehnilistele nõuetele (õhuvahetus ja temperatuur jne.).

Nõutavad tehnosüsteemide analüüsid on esitatud juhendisarja 4. osas „Tehnosüsteemide projekteerimine”.

### 3.9 Analüüside tegemine ja tulemuste esitamine

Kõik lähteandmed peavad pärinema samast projektversioonist ja neile peab olema tehtud vastuolude kontroll. Enne simulatsiooni alustamist kontrollitakse vajalike lähteandmete olemasolu ning dokumenteeritakse kasutatud lähteandmed või vaikeväärtused, et need oleksid tulemuste kontrollimisel kättesaadavad. Kõik analüüsitulemused tuleb lisada kasutatud andmebaasi, sest eraldi või koos muude andmetega ei anna need kavandatust õiget informatsiooni.

Tulemused tuleb esitada visualiseeringuna, mis on arusaadav ka inimesele, kes ei ole tehnosüsteemide või ehitustööde spetsialist.

Info maht peab piirduma olulisega ja kui analüüsiprogramm visualiseerimist ei võimalda, tuleb tulemuste esitamisel kasutada tabeleid ja skeeme.

Tulemuste visualiseerimisel võib kasutada ka analüüsi aluseks olnud mudeleid. Ruumimudeli abil on võimalik visualiseerida sisekliima simulatsiooni tulemusi (märkides näiteks punasega ruumid, mis kavandatud eesmärgile ei vasta). Värvidega saab märkida ka analüüsi tulemusel kriitiliseks hinnatud hooneosi.

Esimestel analüüsidel tuleks välja tuua erinevad lahendusvariandid, et lihtsustada edasiste otsuste tegemist. Kui üks lahendusvariant on välja valitud, saab seda täiustada, et tagada lahenduse toimivus edasise projekteerimise lähtealusena.

Visualiseerimine aitab kõigil projekti osalistel analüüsi tulemusi kiiremini mõista.