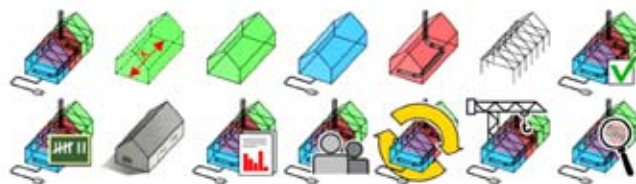


MUDELPROJEKTEERIMISE ÜLDJUHENDID 2012

10. osa Energia-analüüsid



COBIM Mudelprojekteerimise
üldjuhendid 2012

v 1.0

SISUKORD

EESSÕNA

- 1 MUDELPROJEKTEERIMISJUHENDITE PÕHIEESMÄRGID
 - 2 SISSEJUHATUS
 - 3 ENERGIA-ANALÜÜSID HANKE ERINEVATES STADIUMITES
 - 3.1 Hanke kavandamine
 - 3.2 Eskiis
 - 3.3 Eelprojekt
 - 3.4 Ehitusloa taotlemine
 - 3.5 Põhiprojekt
 - 3.6 Ehitamine
 - 3.7 Kasutuselevõtt ja garantiiäeg
 - 3.8 Kasutamine ja haldamine
 - 4 INFOMUDELID JA ENERGIA-ANALÜÜSI TARKVARA
 - 4.1 Energia-analüüsitarkvara
 - 4.2 Energia-analüüsi andmevahetusvajadused
- Lisad

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.

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. Infomodeleid kasutatakse ehitise kogu elukaare vältel alates eskiisist ning jätkuvalt ka ehitise eksploatatsioonil ja haldamisel pärast ehitusprojekti lõppu.

Modelid 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 õnnestu, 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 lõpptoota kvaliteedi parandamine ja tagamine;
- ehitusaegsete protsesside tõhustamine;
- ohutuse suurendamine ehitusprotsessi ajal ja ehitise haldamisel;
- hanke kulusid ja ehitise elutsükli 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-analüüs;
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

Mudelprojekteerimise üldjuhendite 10. osa „Energia-analüüsid” käsitleb energiatõhususe ja sisekliima seisukohalt olulisi tegevusi projekteerimisel ja ehitamisel ning hoone kasutuselevõtul ja haldamisel. Eesmärk on kontrollida infomudelite abil hoone energiatõhusust ja vastavust seatud nõuetele võimalikult hästi juba projekteerimis- ja ehitustööde ajal. Oluline on ka ehitise energiatõhususe võimalikult varajane tõendamine garantiiajal.

See dokument määrab kindlaks, kuidas kasutada infomodeleid energiaanalüüside teostamiseks hoone projekteerimisel, ehitamisel ja haldamisel. Analüüs on energiatõhusa projekteerimise oluline osa ning infomudelite kasutamine võimaldab analüüsida andmeid süsteemipäraselt, läbipaistvamalt ja sageli ka efektiivsemalt kui tavapärase meetodid. Infomudelite peamine eelis on siiski õigete algandmete tagamine arvutuste tegemiseks.

Energiaanalüüsi objekt võib olla kogu hoone, tüüp- või näidisruum, tehnosüsteem või selle osa. Põhjaliku ülevaate energiaanalüüsist leiab ka sarjas ProIT ilmunud raamatust „Tuotemallintaminen talotekniikkasunnittelussa” [1].

Energiaanalüüsiks nimetatakse selles dokumendis nii hoone energiavajaduse kui ka sisekliimaga seotud analüüsi. Mõnda eriotstarbelist analüüsi, näiteks õhu ruumisisese liikumise ja temperatuurikihistumise analüüs ehk CFD (computational fluid dynamics) ja valgustingimuste simulatsioone, on käsitletud koos tehnosüsteemide analüüsiga juhendisari 9. osas „Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil”.

Selle dokumendi nõudeid rakendatakse siis, kui hankedokumentides ja projekteerimislepingutes on ette nähtud energiaanalüüsi tegemine hoone infomudelite baasil. Energiaanalüüsist teostaja (energiatõhususe spetsialist, tehnosüsteemide projekteerija) võib eri hangetel ja isegi sama hanke eri staadiumites olla erinev. Analüüsist teostajaid ei ole selles dokumendis käsitletud.

3 ENERGIA-ANALÜÜSID HANKE ERINEVATES STAADIUMITES

Ehitise sisekliima ja energiatarbimisega seotud eesmärkide saavutamist on võimalik mõjutada arhitektuursete, ehitustehniliste ja tehnoloogiliste lahendustega. Optimaalse üldlahenduse leidmiseks on projekteerijate koostöö oluline juba alates hanke algstaadiumist. Hoone energiatõhususe, elukaare kulude ja ruumide sisekliima analüüsimine on sellele märkimisväärseks toeks.

- Energiaanalüüsiks loetakse selles dokumendis nii energia-simulatsioone kui ka ruumide sisekliima analüüsi. Sisekliima käsitlemiseks selles juhendis on mitu põhjust:
- Energiatõhususe aspektist on oluline kontrollida nii energiavajadusele kui ka sisekliimale seatud nõuete otstarbekust.
- Sisekliima ja energiatõhusus on omavahel seotud, sest suur osa energiast kulub vajaliku sisekliima hoidmiseks.
- Energiatõhususe miinimumnõuded rõhutavad muuhulgas sobiva sisekliima säilitamise vajadust.
- Juurdunud tava kohaselt tähistab rahvusvaheline termin „energy analysis” lisaks energiavajaduse analüüsile ka sisekliima simulatsioone ning nendest tulenevaid nõudeid näiteks tehnosüsteemide tootlikkuse määramiseks.

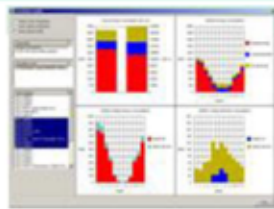
Energia-analüüsi on võimalik kasutada hanke eri staadiumites – projekteerimise algusest ehitustööde ja hoone kasutuselevõtni. Lisaks on käsitletud energia-analüüsist kasutusvõimalusi hoone haldamisel. Joonistel 1a ja 1b on esitatud infomudelite kasutusvõimalused energia-analüüsist tegemiseks hanke eri staadiumites ning vajalikud lähteandmed.



Sisekliima



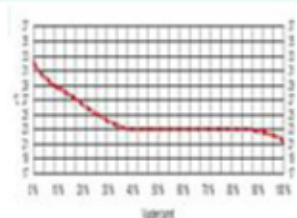
- Eesmärkide seadmist toetavad analüüsid



- Alternatiivide võrdlemine (näiteks päikesekaitse)
- Lahenduse valimine ja eesmärkide ajakohastamine



- Valitud lahenduse täpsustamine
- Sisekliima tagamine: õhuvahetus, jahutus- ja küttevõimsus

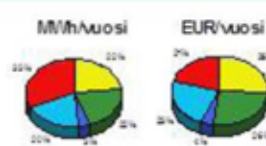


- Energiamärgis
- Suvise ruumitemperatuuri kontroll.

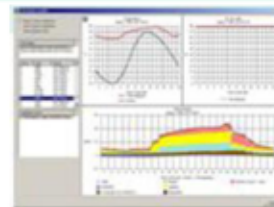
Energiakasutus



- Eesmärkide seadmist toetavad analüüsid
- Renoveerimistöodel mõõdistamismudeli abil



- Alternatiivide võrdlemine (näiteks fassaadid, tehnosüsteemid)
- Lahenduse valimine ja eesmärkide ajakohastamine



- Valitud lahenduse täpsustamine
- Hoone energiavajaduse arvutamine



- Energiamärgis
- Summaarne kaalutud energiakasutus (energiatõhususarv)
- Soojusbilansi arvutus
- Arvutuslik küttevõimsus
- Energiamärgis

Lähteandmed

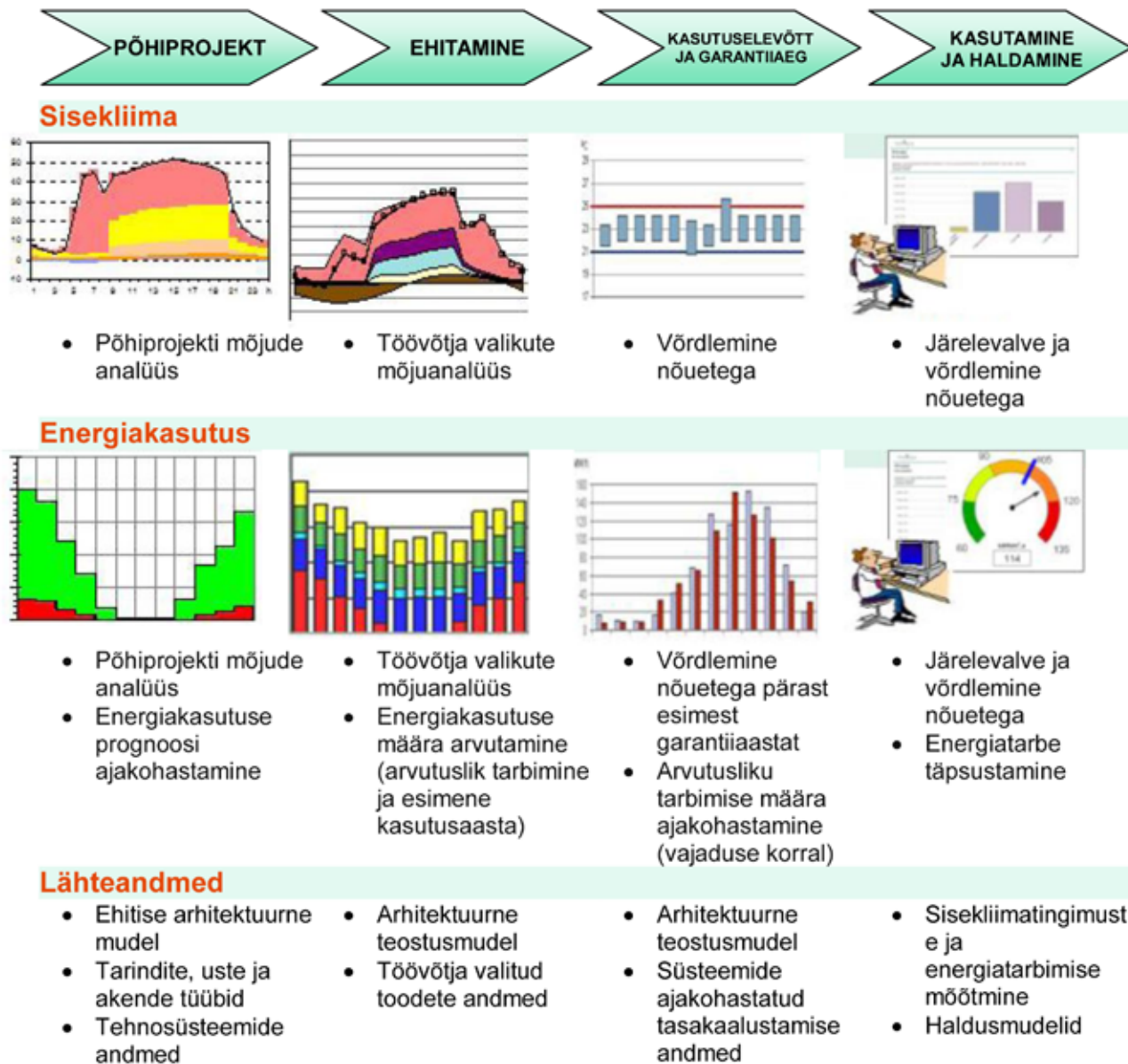
- Arhitektuurne nõuetemudel
- Mõõdistusmudel või ruumi-/ruumigrupimudel

- Tehnosüsteemide nõuetemudel
- Arhitektuurne ruumi- või ruumigrupimudel
- Akna-avade puudumise korral akende osakaal (%)

- Arhitektuurne ruumi- või ehitise mudel
- Tarindite, uste ja akende tüübid

- Arhitektuurne ruumi- või ehitise mudel
- Tarindite, uste ja akende tüübid
- Hooneosade mahud

Joonis 1a. Energiaanalüüsid hanke eri staadiumites, osa 1/2.



Joonis 1b. Energiaanalüüsid hanke eri staadiumites, osa 2/2.

Järgmisena käsitletakse täpsemalt infomodelite kasutamist energiaanalüüside teostamiseks hanke eri staadiumites. Mainitud toimingud teostatakse juhul, kui need on töö tellimisel kokku lepitud. Viidatud on ehitushanke juhtimise ja projekteerimistööde loetelu [3] vastavatele alajaotustele.

Konkreetsed nõuded infomodelite kasutamisele energiaanalüüsidel on esitatud 4. peatükis „Infomudelid ja energiaanalüüsi tarkvara”.

3.1 Hanke kavandamine

Nõuded

Kui rekonstrueerimishangetel on koostatud mõõdistusmudel, kasutatakse säilitatava ehitise energiatõhususe analüüsimiseks ning paremate lahendusvõimaluste uurimiseks mõõdistusmudelit.

Energiaanalüüsi lähteandmeteks võetakse mõõdistusmudelist vähemalt ehitise välispiirete geometria. Mõõdistusmudelit on käsitletud juhendisarja 2. osas „Lähteolukorra modelleerimine”.

Selgitus

Hanke ettevalmistamisel toetavad energiaanalüüsid hoone energiatõhususele ja sisekliimale esitatavate nõuete kindlaksmääramist.

Hanke kavandamise staadiumis tuleks infomodelleid energiatõhususe analüüsimiseks kasutada eelkõige siis, kui tegemist on keeruliste objektidega. Kasutada võib ruumi- või ruumigrupi arhitektuurset mudelit. Kui seda pole, tuleks kasutada spetsiaalselt energiaanalüüside tarbeks koostatud infomudelit.

Energiaanalüüsidega hinnatakse ruumiprogrammist lähtuvaid lahendusvariante ja analüüside lähteandmed dokumenteeritakse. Analüüside abil saab näiteks testida kavandatud energiasutuse saavutatavust. Energiaanalüüside abil saab eesmärkide seadmisel paremini arvesse võtta objekti iseärasusi ja juba varakult kindlaks teha objekti energiatõhususe seisukohalt otsustavad tegurid.

3.2 Eskiis

Nõuded

Eskiisi staadiumis viiakse läbi esialgsed energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid, et hinnata fassaadi-, päikesekaitse- ja tehnosüsteemide erinevate lahendusvariantide mõju.

Arvutatakse valitud lahenduse mõju vähemalt eri tüüpi ruumide sisekliimale ja hoone energiavajadus ning vajaduse korral ajakohastatakse eesmärgi.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ruumigrupimudelit. Lisaks on vaja ka tehnosüsteemide nõuetemudelit (vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”).

Selgitus

Kui eskiisi staadiumis ei ole konstruktsioonitüüpe veel kindlaks määratud, võetakse energiaanalüüsil vaikselt aluseks ehitusmääruste nõuded või hanke eripärale vastavad tarindid.

Kui arhitektuurse mudelis puuduvad akna-avad (vt 3. osa „Arhitektuurse projekteerimine”), on vaja aknapinna ruumipõhiseid andmeid (akende ja põrandapindala suhe või akende ja välisseinte pindala suhe). Nende põhjal suudavad mõned energia-analüüsi programmid vastavad akna-avad automaatselt oma arvutusmudelisse lisada. Seda tarkvara omadust võib kasutada ka siis, kui sama arhitektuurse mudeli põhjal on vaja analüüsida eri aknalahenduste mõju energiavajadusele (vt joonist nr 2).



Joonis 2. Arhitektuurse ruumimudeliga puuduvate akna-avade lisamine energiaanalüüsi tarkvaras (RIUSKA) ruumipõhiste andmete alusel ja eri variantide loomine: vasakul suured aknapinnad, keskel aknad 15% välisseinast ja paremal energiakulu aspektist optimaalsed aknapinnad

Tulemusi analüüsidest tuleb tähelepanu pöörata sellele, kui suures osas põhinevad need oletustel ja millisel määral kokkulepitud lahendustel. Seetõttu tuleb energia-analüüsides lähteandmed selgelt dokumenteerida ja vastavate analüüsitulemustega siduda.

Energia-analüüsides kriitilise hindamise aspektist on väga oluline ka lähteandmete ja simulatsioonitulemuste esitusviis. Soovitav on kasutada ehitusmääruste (Rakentamismääräyskokoelma) osa D3 (2012), „Ehitiste energiatõhusus” („Rakennusten energiatehokkuus”), tabelite 12 ja 13 vormi ja sisu olenevalt sellest, millised andmed on kättesaadavad. Andmete ühtne esitusviis hanke kõigis staadiumites peale ehitusloastaadiumit lihtsustab energiasimulatsiooni tulemuste hindamist sõltumata sellest, millist tarkvara simulatsioonil on kasutatud. Mõnes simulatsiooniprogrammis on olemas valmis raportipõhjad, mis lähtuvad mainitud tabelitest. Käesoleva juhendi lisana on esitatud energia-analüüsides lähteandmete ja tulemuste raportid simulatsiooniprogrammist RIUSKA (vt lisasid 1 ja 2).

3.3 Eelprojekt

Nõuded

Eelprojekti staadiumis määrab tehnosüsteemide projekteerija simulatsiooni abil ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajaduse. Simulatsioon tehakse kõikidele eri ruumitüüpidele.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ehitise mudelit.

Selgitus

Eelprojekti staadiumis on energia-analüüsides eesmärk hinnata simulatsiooniga valitud lahenduse täpsustuste mõju nii sisekliimale kui ka energiavajadusele.

Ilmakaarest jms teguritest tingitud erinevuste arvessevõtmiseks tuleks arvutada eraldi kõigi ruumide tehnosüsteemide tootlikkused.

Lisaks arhitektuursele mudelile on lähteandmetena vaja täpsemaid andmeid kasutatud tarindi-, ukse- ja aknatüüpide omadustest.

3.4 Ehitusloa taotlemine

Nõuded

Ehitusloa jaoks on vajalik energiaanalüüs, millest mudelipõhine energiaanalüüs on vajalik vähemalt järgmistest osadest:

- summaarne energiavajadus, energiatõhususarv;
- energiamärgis;
- suvise ruumitemperatuuri kontroll.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset ruumi- või ehitise mudelit.

Selgitus

Mudelipõhist energiaanalüüsi saab kasutada ka järgmise energia-analüüsi jaoks vajaliku teabe tootmiseks:

- soojuskadude arvutus;
- arvutuslik küttevõimsus.

Energia-analüüsis on vaja hooneosade mahuandmeid, mille arhitekt määrab tavaliselt kindlaks infomudeli abil. Energia-analüüsi seletuskirja puhul on oluline, et need andmed oleksid energia-analüüsil kättesaadavad. On olemas ka niisuguseid energia-analüüsiprogramme, mis võimaldavad mahuandmete vastuvõtmist infomudeli kaudu (näiteks IFC import), kuid teostusmeetod tuleb sel juhul kokku leppida arhitektiga.

Ehitusloa staadiumis teostatavate energia-analüüsides lähteandmete esitamiseks on otstarbekas kasutada ehitusmääruste (Rakentamismääräyskokoelma) osa D3 (2012), „Ehitiste energiatõhusus” („Rakennusten energiatehokkuus”), tabelite 12 ja 13 vormi ja sisu või energiasimulatsiooniprogrammides leiduvaid raportipõhjasid (lisad 1 ja 2).

3.5 Põhiprojekt

Nõuded

Energiaanalüüsides esitatavad nõuded sõltuvad ehitusstaadiumis tehtavate muudatuste olemusest. Energiaanalüüsides ajakohastamine on nõutav sel juhul, kui projektides on tehtud muudatusi, millel võib olla märkimisväärne mõju eelmise staadiumi tulemustele.

Selgitus

Märkimisväärne muutus, mis eeldab energiaanalüüsides ajakohastamist ka põhiprojekti staadiumis, võib olla näiteks teist tüüpi akende kasutamine või muudatused päikesekaitsevahendustes.

Ka selles staadiumis tuleks energiaanalüüsides kasutada infomudeleid. Lähtealus on arhitektuurne ehitise mudel. Kui tehnosüsteemide projekteerimiseks on valitud kõrgem tase 2 (vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”), saab kasutada mudelipõhiseid teenindusalasid.

3.6 Ehitamine

Nõuded

Ehitusstaadiumi lõpul arvutatakse hoone projekteeritud energiavajadus. Seejuures tuleb arvesse võtta ehitustööde käigus toimunud muudatusi. Projekteeritud energiavajadust saab arvutada kahel eri tasandil, millest tase 1 on miinimumnõue.

- Tase 1: määratakse kindlaks energiavajadus baasaastal.
- Tase 2: määratakse kindlaks energiavajadus baasaastal ning ka energiavajadus esimesel kasutusaastal, mille abil saab juba garantiajal kontrollida ehitise tegeliku energiavajaduse vastavust projekteeritud energiavajadusele.

Lähteandmetena kasutatakse arhitektuurset teostusmudelit.

Selgitus

Ehitusstaadiumi energia-analüüside eesmärk on hinnata töövõtja tehtud valikute mõju ning määrata kindlaks ehitise tulevane energiavajadus.

Energiavajadust baasaastal ei saa kasutada energiatõhususe kontrollimiseks garantiiajal, sest esimesel kasutusaastal on tehnosüsteemide kasutusaeg tavapärastest erinev. Näiteks ventilatsiooni kasutatakse esimesel aastal materjalide emissiooni tõttu tavaliselt ööpäevaringselt, et tagada õhu kvaliteet. Seetõttu lükkub energiatõhususe tuvastamine tavaliselt väljapoole garantiiaega. Tase 1 on siiski sobiv niisuguste objektide puhul, mille süsteemide kasutusajad esimesel aastal ja baasaastal ei erine või kõrvalekalded on vähesed.

Lähtudes tasemest 2 arvutatakse eraldi ka energiavajadus esimesel kasutusaastal, mis võimaldab kontrollida hoone energiatõhusust juba garantiiajal. Esimese aasta energiavajaduse arvutamisel võetakse aluseks tavapärastest erinev tehnosüsteemide kasutusaeg.

Baasaasta energiavajadust tuleks pärast garantiiaastat ajakohastada, sest siis on olemas täpsemad kasutusandmed.

3.7 Kasutuselevõtt ja garantiiaeg

Nõuded

Kasutuselevõtu/garantiiaja jooksul ajakohastatakse baasaasta energiavajadust. Siis on juba olemas hoone täpsemad kasutusandmed ning arvutustes võetakse neid arvesse.

Minimaalselt tuleks kontrollida baasaasta energiavajaduse arvutamisel ehitusstaadiumis aluseks võetud andmeid (kasutusaeg jms) ja vajaduse korral neid ajakohastada.

Lähtealusena kasutatakse arhitektuurset teostusmodelit.

Selgitus

Kasutuselevõtu ja garantiiaja jooksul püütakse tagada hoone projekteeritud sisekliima ja energiatõhusus. Kasutuselevõttuperioodil (tavaliselt esimene aasta) toimub tehnosüsteemide täppisseadistamine hoone tegelikust kasutamisest lähtuvalt. Kasutuselevõttuperioodi ja garantiiaja energia-analüüside eesmärk on luua alus kavandatud eesmärkide võrdlemiseks ehitise tegelike eksploatatsiooni- ja haldusandmetega. Kasutuselevõttuperioodi lõpul on ehitise tegelik kasutamine paremini teada ja eesmärgi ajakohastamiseks on olemas täpsemad lähteandmed.

3.8 Kasutamine ja haldamine

Nõuded

Energiaanalüüsidele nõudeid ei ole.

Selgitus

Kasutus- ja haldusajal püütakse sisekliima ja energiakulu jälgimisega tagada ehitise nõuetekohane toimimine. Energiaanalüüsid võimaldavad ajakohastada kavandatud eesmarke tegelikest muudatustest lähtuvalt. Energiaanalüüsi saab kasutada ka vigade põhjuste ja nende kõrvaldamisvõimaluste väljaselgitamisel.

4 INFOMODELID JA ENERGIA-ANALÜÜSI TARKVARA

Infomodelite kasutamine energia-analüüsi programmides on võimalik olnud juba pikka aega, kuid arhitektide kasutatud modelleerimistarkvaras on olnud tõsiseid puudusi energiaanalüüside seisukohalt olulise, eelkõige kvaliteeti puudutava info määratlemisel.

Energiaanalüüsist lähtuvad nõuded infomodeli sisule on võimalik esitada juba üpris üheselt mõistetavalt, kuid alati ei garanteeri see andmevahetuse õnnestumist. Seetõttu võivad infomodeli (eelkõige arhitektuurse mudeli) kasutamisel endiselt vajalikuks osutuda teatud erilahendused.

Järgmisena on esitatud täpsemad tarkvara ja andmevahetusvajadust puudutavad nõuded infomodelite kasutamiseks peatükis 3 märgitud otstarbel.

4.1 Energia-analüüsitarvara

Nõuded

Energia-analüüsiks kasutatav tarkvara peab suutma lugeda IFC-faile (versioon 2 x 3 või uuem). Täpsemad nõuded mudeli ja edastatava info sisule on esitatud peatükis 4.2 „Energia-analüüsi andmevahetusvajadused”.

Teine nõue energia-analüüsiks kasutatavatele programmidele on dünaamiline arvutus, mis tähendab järgmist:

- tarkvara võtab arvesse soojuse salvestumise tarinditesse;
- arvutus hõlmab kogu aastat maksimaalselt ühe tunni pikkuse sammuga ja kasutab ehitise paiknemisele vastavaid kliimaandmeid;
- tarkvara võtab arvesse sisemist vabasoojust ja nende ajalist jagunemist.

Selgitus

Lisaks mainitud dünaamilise arvutuse nõudele sisaldavad ehitustööde energiamäärused (Rakentamisen energiamääräykset 7/2012) energia-analüüsi tarkvara puhul ka nõuet, et kasutatav tarkvara peab olema kinnitatud rahvusvaheliste standardite või testide kohaselt.

Administratiivhoonete rajamise ja haldamise eest vastutavad Põhjamaade organisatsioonid Senaatti-kiinteistöt ja Statsbygg on koostanud energia-analüüsi programme infomodelite kasutusvõimaluste hindamiseks ulatusliku testi Nordic energy [4], mille alusel oli käesoleva juhendi väljaandmise hetkeks kontrollitud analüüsiprogramme RIUSKA [5] ja IDA ICE [6]. On soovitatav, et lisaks vastavusele ehitustööde energiamääruste nõuetele oleks kasutatav tarkvara läbinud ka Nordic energy testi.

4.2 Energia-analüüsi andmevahetusvajadused

Joonis 3 kajastab energia-analüüsi protsessi ja sellega kaasnevaid andmevahetusvajadusi. Nõudeid on täpsemalt käsitletud alljärgnevatel peatükkides.

4.2.1 Arhitektuurne model

Nõuded

Arhitektuurne model on hanke eri staadiumites (ruumigrupi-, ruumi-, hooneosa- ja teostusmodel) energia-analüüsides kõige olulisem lähteandmete allikas. IFC-mudeli infosisu puhul on põhinõudeks järgmised IFC-standardis kindlaks määratud vaated (view):

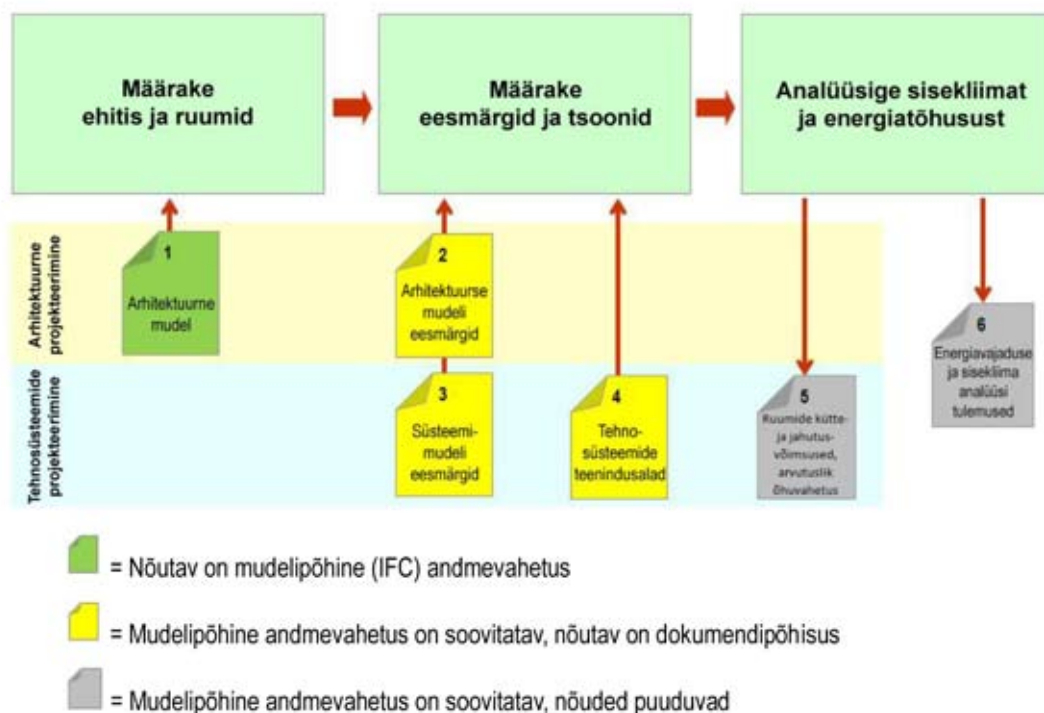
- Coordination view (arhitekti, konstruktsiooni projekteerija ja tehnosüsteemide projekteerija koostöövaade) [7];
- Space boundary add-on view (määrab ruumi piiravad pinnad ja nende seosed tarindite, avade jt objektidega) [8].

Muud nõuded info sisule on kindlaks määratud juhendis arja 3. osas „Arhitektuurne projekteerimine”.

Kui tarkvaraliste või põhjendatud modelleerimistehniliste asjaolude tõttu ei ole nimetatud nõuetele vastavat energiaanalüüsiks sobivat arhitektuurset modelit võimalik luua, võib energia-analüüsi teostaja kokkuleppel tellijaga koostada arhitektuurse mudeli abil spetsiaalse geomeetriamudeli, mis vastab nimetatud nõuetele. Miinimumnõue on, et arhitektuurse mudeli ruumide nimetusi ja tunnuseid ei tohi muuta.

Selgitus

Arhitektuurse mudeli „ruumipiiride” (Space Boundary) abil on energia-analüüsi tarkvara võimeline tõlgendama olukorda, kus näiteks tervikuna mudelisse sisestatud lagi jaguneb külma ja sooja ruumi katvaks osaks. Alljärgnevalt on esitatud mõned kasutatavast tarkvarast võimalikult vähe sõltuvad soovitud energiaanalüüsiks sobiva IFC-mudeli loomiseks:



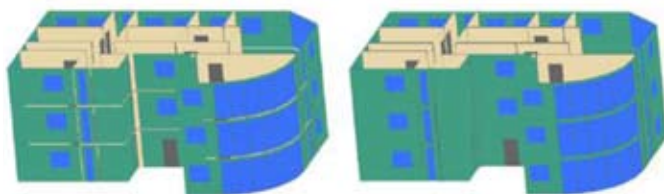
Joonis 3. Energiaanalüüsi protsess ning sellega kaasnevad andmevahetusvajadused ja -nõuded.

- Arhitektuuriprogrammi toimingus IFC Export tuleb valida „Space Boundary”.
- Ruumid tuleb modelleerida nii, et arhitektuuritarkvara uurib ise ümbrust ja loob ruumiobjekti, tekitades ruumiobjekti ja ja tarindite vahele seosed.
- Ruumid on modelleeritud nii, et on võimalik moodustada Space Boundary (näiteks ArchiCAD: „Inner Edge definition method”, ACA: „Associative Freeform Space”).
- Ruumiobjekt peab olema kogu korruse kõrgune, mitte piirnema näiteks ripplaepinnaga.

Mitut korrust läbivad ruumid tuleks modelleerida korrusepõhiselt, sest praegu tagab see andmete usaldusväärsema ülekandmise energiaanalüüsi tarkvarasse.

- Energiaanalüüsi teostamiseks loodavasse IFC Export'i ei võeta kattuvaid ruume (näiteks brutopindala-objektid, mis hõlmavad eri ruume). Niisuguse mudeli suutlikkus õige Space Boundary tootmiseks IFC Export'i käigus on käesoleva juhendi koostamise hetkel tunnistatud probleemseks.
- Tarindite nimetuses peab olema kokku lepituid tüübitunnus ja tunnused peavad vastama konstruktsiooni projekti kataloogile.

Arhitektuurse mudeli „ruumipiiride” (Space Boundary) aluseks on sisepinnad ning puudub vaheseinte ja vahelagede „välispiirde” osa. Et energia-arvutustes tuleb arvesse võtta kogu välispiirde pindala, ei tohi energia-analüüsil unustada kasutamast tarkvara omadust, mille abil kompenseeritakse ruumide/tsoonide vahele jäävad tühimikud mudelis (joonis 4).



Joonis 4. Vasakpoolsele joonisel on IFC-mudel, mis on kantud energia-analüüsi programmi ainult Space Boundary andmetega. Sel juhul jäävad ehitise välispiirde vaheseinte ja -lagede kohal tühimikud. Parempoolsele joonisel on kasutatud energiaanalüüsi programmi (RIUSKA) tühimike täitmise toimingut ja saadud terviklik välispiire.

Kui arhitektuurse mudeli baasil tuleb teha spetsiaalne energia-analüüsiks sobiv geomeetriamudel, on soovitatav säilitada ruumide infotehnoloogilised individuaaltunnused (GUID) [9] muutmata kujul. See võimaldab võrrelda mudeli versioone ja siirdada energia-analüüsi tulemusd uuesti arhitektuursesse mudelisse. Sellele juhendile on lisatud (vt lisa 1) ülevaade nõuetekohase geomeetriamudeli tootmisest tavaliselt selleks otstarbeks kasutatava tarkvaraga MagiCAD Room [10].

4.2.2 Arhitektuurse mudeli eesmärgid

Nõuded

Arhitekti nõuded (nõuetemudel) tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 3. osa „Arhitektuurne projekteerimine”.

Selgitus

Kui arhitektuurne nõuetemudel on koostatud mudelipõhisena, võib olla võimalik selle kasutamine energia-analüüsi programmis.

4.2.3 Süsteemimudeli eesmärgid

Nõuded

Tehnosüsteemide projekteerija nõuded tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”.

Selgitus

Kui tehnosüsteemi nõuete mudel on koostatud mudelipõhisena (tase 2, 4. osa), võib olla võimalik selle kasutamine energiaanalüüsi programmis.

4.2.4 Tehnosüsteemide teenindusalad

Nõuded

Tehnosüsteemide teenindusalade andmed tuleb edastada energia-analüüsi lähteandmetesse vähemalt dokumendipõhiselt. Vt 4. osa „Tehnosüsteemide projekteerimine”. Puudutab energia-analüüsi ainult selles staadiumis, kui tehnosüsteemide teenindusalad on kindlaks määratud.

Selgitus

Kui tehnosüsteemide teenindusala on koostatud mudelipõhiselt, võib olla võimalik nende kasutamine energia-analüüsi programmis.

4.2.5 Ruumide tehnosüsteemide tootlikkus

Nõuded

Puuduvad nõuded, mis käsitlevad sisekliima simulatsiooniga kindlaks määratud ruumipõhiste ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajaduse edastamist infomodelisse.

Selgitus

Lisaks sisekliima simulatsioonile saab energia-analüüsi tarkvara tehnosüsteemide projekteerimisel kasutada ka tehnosüsteemide tootlikkuse arvutamiseks. Eelprojekti staadiumis on see vähemalt tüüpide puhul ka nõutav (p 3.3).

Järgmised andmed saab sisekliima simulatsiooni tulemustest kanda tagasi infomodelisse ja luua järgmised süsteemimudeli tootmiseks vajalikud lähteandmed:

- ruumipõhised ventilatsioonivajadused;
- ruumipõhised küttevõimsuse vajadused (soojuskaod);
- ruumipõhised jahutusvõimsuse vajadused.

Mõned tehnosüsteemide modelleerimisprogrammid võimaldavad nende tootlikkusega seotud andmete importimist IFC-formaadis, et lõppseadmete valimisel saaks modelleerija neid kasutada lähteandmetena (joonis 5).

Kui tehnosüsteemide tootlikkus on arvatud mudelipõhise tarkvara abil, on lihtne liigendada tulemusi ka dokumendipõhiseks esitamiseks. Tulemuste analüüsi seisukohalt on siiski oluline, et lähteandmed ja see, millises osas need toetuvad oletustele või kokkulepitud lahendustele, on selgelt dokumenteeritud ja analüüsi tulemustega seotud.

4.2.6 Energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide tulemused

Nõuded

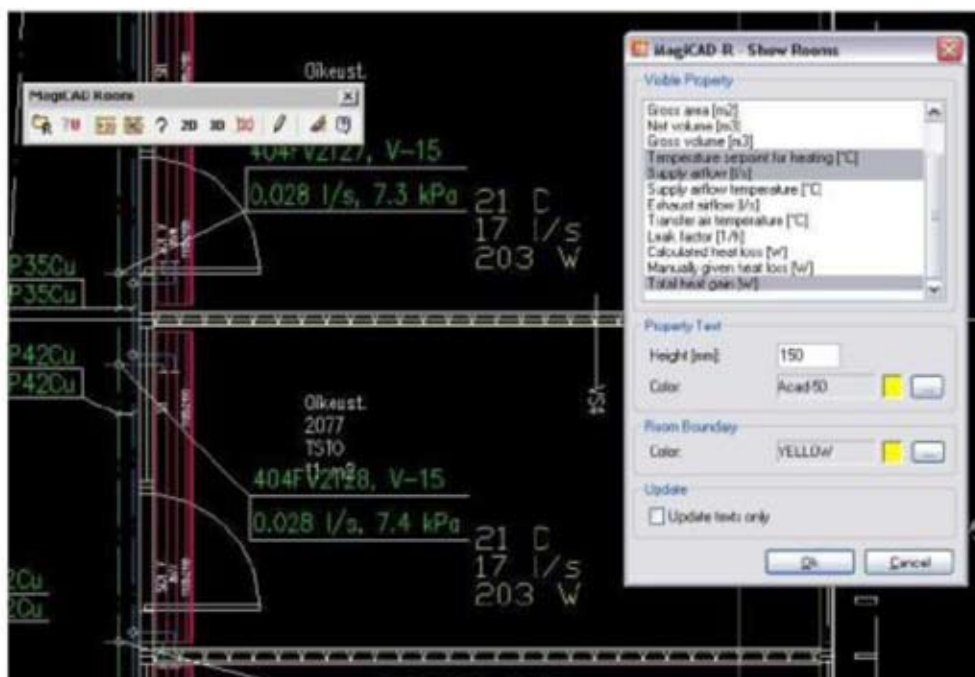
Puuduvad nõuded, mis käsitlevad energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonide tulemuste ülekandmist infomodelisse.

Selgitus

Energiavajaduse- ja sisekliima simulatsioonide tulemused saab kanda infomodelisse ja kasutada neid näiteks hanke eesmärkide haldamisel. Võimalus simulatsiooni tulemuste kandmiseks IFC-andmebaasi piirub praegu vaid mõnede sisekliima juhtimise (kasutusnäide joonisel 6) seisukohalt oluliste ruumipõhiste andmetega:

- kütte temperatuuri seadesuurus;
- jahutuse temperatuuri seadesuurus.

Kui energiavajaduse ja sisekliima simulatsioonid on teostatud mudelipõhise tarkvara abil, on lihtne liigendada tulemusi ka dokumendipõhiseks esitamiseks. Tulemuste analüüsi seisukohalt on siiski oluline, et lähteandmed ja see, millises osas need toetuvad oletustele või kokkulepitud lahendustele, on selgelt dokumenteeritud ja analüüsi tulemustega seotud.



Joonis 5. Energiaanalüüsi tarkvara abil arvatud ja infomodelisse salvestatud ventilatsiooni-, kütte- ja jahutusvajadus lugemine tehnosüsteemide modelleerimisprogrammi (MagiCAD) IFC-formaadis. [1]



Joonis 6. Sisekliima simulatsiooni tulemuste kasutamine mudelipõhises rakenduses (RoomEx), mis võimaldab analüüsi tulemusi ja eesmärgi visuaalselt võrrelda.

Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise lähteandmed

		HOONE ENERGIATAVAJADUSE SIMULATSIOON ENERGIATÕHUSUSE ARVUTAMISE LÄHTEANDMED			
Hoone halduseesmärkide kavandamine		Dokumendi nr		H07603.P000	
		Projekti nr		Kuupäev	
		Viimane muudatus		Koostaja/kontrollija	
		Koostatud		13.01.2012 kba	
Hoone kasutusotstarve					
Ehitusaasta					
Kõetav pind		4 000,0	m ²		
Õhulekkearv q50			m ³ /(h,m ²)		
Välispiirded		A m ²	U W/(m ² , K)	U A W/K	%
Välisseinad		1 906,3	0,17	324,03	29,5
Katuslagi		2 093,2	0,09	192,42	32,4
Põrand pinnasel		2 078,0	0,16	332,41	32,2
Aknad		383,2	1,00	383,22	5,9
Välisüksed		0,0	0,00	0,00	0,0
Külmasillad					0,0
Aknad ilmakaarte kaupa		A m ²	U W/(m ² , K)	g(päikesefaktor) –	
Põhi		89,7	1,00	0,50	
Kirre		0,0	0,00	0,00	
Ida		68,9	1,00	0,50	
Kagu		0,0	0,00	0,00	
Lõuna		69,9	1,00	0,50	
Edel		98,2	1,00	0,50	
Lääs		56,5	1,00	0,50	
Loe		0,0	0,00	0,00	
Katuseaknad		0,0	0,00	0,00	
Ventilatsioonisüsteem		Õhuvoog sisse/välja (m ³ /s)/(m ³ /s)		Süsteemi SFP-arv kW/(m ³ /s)	LTO temperatuuri-suhe
					Külmumiskindlus °C
301 Lasteaed		2,6	2,6	2,1	75
302 Kool		5,3	5,3	2,1	75
303 Kõök		0,3	0,3	2,1	40
304 Spordiruumid		2,4	2,4	2,1	60
320 Kooli WC		0,2	0,2	0,7	0
321 Lasteaia WC		0,3	0,3	0,7	0
322 Jäätmeruum		0,0	0,0	0,5	0
323 Trepp		0,1	0,1	0,3	0
324 Liftisaht		0,0	0,0	0,3	0
Ventilatsioonisüsteem		11,3	11,3	2,0	
Küttesüsteem		Tootmise kasutegur	Küttesüsteemi kasutegur	Soojustegur ¹	Abiseadmete energiavajadus ² W
		–	–	–	0
Ruumide ja ventilatsiooniõhu soojendamise					
Sooja tarbevee tootmine					
¹ aasta keskmine kasutegur soojuspumbale					
² soojuspumbasüsteemide puhul võib sisalduda soojuspumba aasta keskmises kasuteguris					
Jahutussüsteem		Jahutusperioodi jahutustegur, –			
Sooja tarbevee kasutamine		m ³ /(m ² , a)	kokku, m ³ /a		
Sisemised soojuskoormused		Inimesed W/m ²	Tarbijaseadmed W/m ²	Valgustus W/m ²	Kasutusaste –
Kuupäev	Allkiri	Nimi			

Lisa 1 Hoone energiavajaduse simulatsioon: energiatõhususe arvutamise tulemused

		HOONE ENERGI AVAJADUSE SIMULATSIOON ENERGIATÕHUSUSE ARVUTUSE TULEMUSED	
Hoone halduseesmärkide kavandamine	Dokumendi nr		
	Projekti nr	H07603.P000	
	Viiimane muudatus	Kuupäev	Koostaja/kontrollija
	Koostatud	13.01.2012	kba
Hoone kasutusotstarve			
Ehitusaasta			
Kõetav netopind	4 000,0	m ²	
Energiatõhususarv (ET)	137,0	kWh/(m ² , a) (kWh kõetava netopinna kohta)	
ET-spetsifikatsioon	Ostetav energia	Energialiigi tegur	Energialiigi tegurit arvestav energiakulu
	kWh/a	–	kWh/a m ³ /(m ² , a)
Elekter	206 772	1,70	351 512 88
Kaugküte	280 512	0,70	196 358 49
Kaugjahutus	0	0,40	0 0
Taastuvkütus	0	0,50	0 0
Fossiilkütus	0	1,00	0 0
Kokku	487 284	4,3	547 870 137
Taastuenergia	kWh/a	kWh/(m ² , a)	
Päikese-energia/elekter	0	0	
Päikese-energia/küte	0	0	
Tuuleelekter	0	0	
Soojuspumba soojusallikast saadav energia	0	0	
Hoone tehnosüsteemide energiavajadus	Elekter kWh/(m ² , a)	Küte kWh/(m ² , a)	Kaugjahutus kWh/(m ² , a)
Küttesüsteem	–		
Ruumide kütmine ¹			
Sissepuhkeõhu soojendamine			
Sooja tarbevee tootmine			
Ventilatsioonisüsteemi energiavajadus		–	
Jahutussüsteem			
Tarbijaseadmed ja valgustus		–	
Kokku	0,0	0,0	0,0
¹ sissepuhkeõhu soojenemine ruumis ja asendusõhu soojendamine kuulub ruumide kütmise hulka			
Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(m ² , a)	
Ruumide kütmine ²	164 654	41,2	
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	58 642	14,7	
Sooja tarbevee tootmine	48 800	12,2	
Jahutamine	0	0,0	
² sisaldab lekkeõhu, asendusõhu ja sissepuhkeõhu soojenemist ruumis			
³ arvestatud koos soojuse salvestamisega			
Soojuskooormused	kWh/a	kWh/(m ² , a)	
Päike	41 267	10,3	
Inimesed	65 170	16,3	
Tarbijaseadmed	37 238	9,3	
Valgustus	83 850	21,0	
Tarkvara nimetus ja versioon	RIUSKA 4.8.0		
Kuupäev	Allkiri	Nimi	

Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012

1. osa Üldnõuded
2. osa Lähteolukorra modelleerimine
3. osa Arhitektuurne projekteerimine
4. osa Tehnosüsteemide projekteerimine
5. osa Konstruktsioonide projekteerimine
6. osa Kvaliteedi tagamine
7. osa Mahuarvutused
8. osa Visualiseerimine
9. osa Mudelite kasutamine tehnosüsteemide analüüsil
10. osa Energia-analüüsid
11. osa Mudelipõhise projekti juhtimine
12. osa Infomudelite kasutamine ehitise haldamisel
13. osa Infomudelite kasutamine ehitamisel
14. osa Infomudelite kasutamine järelevalveks (koostamisel)

5 ALLIKAD

1. Laine, T. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. ProIT-sarja, Rakennusteollisuus RT ry, Helsinki, 2007. („Modelleerimine tehnosüsteemide projekteerimisel”, ProIT-sari)
2. Ympäristöministeriö. Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu. Uudisrakentamisessa siirrytään 1.07.2012 alkaen kokonaisenergiatarkasteluun. (Keskkonnaministerium. Uued energiamäärused. Alates 1.07.2012 võetakse uusehitusobjektidel aluseks summaarne energiavajadus.) <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=380376&lan=fi&clan=fi>
3. TELU2012, Rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluettelot, uudet (vielä lausunnolla olevat) tehtäväluettelot. (Ehitushanke juhtimis- ja projekteerimistööde loetelud, uued (veel kinnitamata) tööde loetelud) <http://www.rakli.fi/linkit/kehitysjaprojektit/telu2012/>
4. Hietanen, J. IFC independent MVD description. 2011. <http://www.blis-project.org/IAI-MVD/MVDs/NOW-001/Overview.pdf>
5. Granlund Oy. RIUSKA comfort and energy simulation. <http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/riuska/>
6. Equa. IDA Indoor Climate and Energy 4.0. <http://www.equa.se/eng.ice.html>
7. BuildingSMART. Coordination view version 2.0. <http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/coordination-view-v2.0>
8. BuildingSMART. Space Boundary Summary. <http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/space-boundary-addon-view>
9. BuildingSMART. IFC GUID Summary. <http://buildingsmart-tech.org/implementation/get-started/ifc-guid>
10. Progman Oy. MagicCAD Room. <http://www.magicad.com/en/content/magicad-room>

Hanke osalised

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

Koostajad: Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, inseneribüroo Olof Granlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, NCC Rakennus Oy, Pöyry CM Oy, Skanska Oy/VT, 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 ettevõttest 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 Siimpöög, Ülari Möttö, 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 keeleteimetaja on Eva Kiisler.

Mudelprojekteerimise üldjuhendid on tõlgitud ja kujundatud vastavalt RT-juhendkaartide kujundusele Soome Ehitusteabe Fondi RTS loal.

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