



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

KOOLITUSMATERJAL

tehnikutele



Sissejuhatus

Miks Net-UBIEP?

Net-UBIEP projekti eesmärgiks on ehitiste energiatõhususe parendamine läbi BIMi kasutamise soodustamise ja laiendamise. BIMi kasutamine võimaldab simuleerida ja hinnata ehitise erinevate alternatiivide – materjalide ja komponentide – energiatarbimist elukaare erinevates etappides.

BIM, mis tähendab ehitusinformatsiooni modelleerimist, on ehitise elukaart läbiv protsess – alates kavandamisest ja projekteerimisest ehitise ehitamise, haldamise, hooldamise, lammutamiseni. Igas projekti staadiumis on oluline arvestada kõigi energiat puudutavate aspektidega, et vähendada ehitise keskkonnamõju elukaare vältel.

Riiklikud haldusasutused peavad olema valmis ehitusprotsessi digitaliseerimiseks, sh energiatõhususe suurendamiseks, sest see annab majandusliku eelise ja parandab kodanike heaolu. seisukohalt BIMi rakendamiseks vajalikud pädevused varieeruvad sõltuvalt ehitise elukaare faasist (1), sihtrühmast (2) ja BIMi profiilist (3).

Net-UBIEP projektis paigutatakse see teave kolmemõõtmelisse maatriksisse, kus kirjeldatakse erinevate valdkondadega ja BIMi rollidega seotud pädevusi erinevates projekti staadiumites. Näiteks, milliseid BIM pädevusi peab omama (3) arhitekt (2) liginullenergiahoone projekteerimise (nt. eelprojekti) staadiumis (1).

Tehaste ja rajatiste paigaldamisel ja hooldamisel peab olema valmis tööks reaalse ehitise digitaalse mudeliga, sest turul nõutakse aina tõhusamaid hooldusteenuseid ja digitaalse teabe kasutamine võimaldab pakkuda madalama hinnaga paremaid teenuseid.

Tehnikud parandavad oma teenust kliendi kulude vähendamise ja sisetuleku suurendamise läbi. Uute tehnoloogiate valmistajad on valmis integreerima oma tooted „BIMi objektidena“ projekteerijate poolt loodud BIMi mudelisse.

Peamine eesmärk on õpetada, kuidas kasutada BIMi tehastest ja rajatistest ülevaate saamiseks ja nende hooldamiseks mudeli värskendamise abil kogu teabega, mis on vajalik mistahes edasiseks kasutamiseks terve ehitise elukaare jooksul.

Tehnikute roll

Ettevalmistusfaasis peavad teenindavad ettevõtted eelkõige tundma BIMis kasutatavaid spetsiifilisi fraase (BEP, PIM, MIDP jms) ja omama üldist ülevaadet energiatõhususe suurendamiseks rakendatavatest eeskirjadest ja tehnilistest standarditest. Nad peavad läbima eksami, et näidata, et:

- nad teavad, mis on BIM ja miks on kasulik olla kursis selle alase terminoloogiaga;
- saada aru BIMi eelistest võrreldes tavapäraste meetoditega;
- olla kursis projekti informatsiooni elukaarega, eelkõige sellega, kuidas informatsiooni täpsustatakse, genereeritakse, vahetatakse ja hoitakse;
- olla kursis koostalitlusvõime tagamiseks avatud lahenduste kasutamisest tekkiva lisandväärtusega;
- teada, kuidas teha koostööd ühtses infokeskkonnas;
- olla kursis ehitussektori digitaliseerimise alaste riiklike õigusaktidega;
- teada, missuguseid näitajaid peetakse nende regioonis/kohalikus keskkonnas oluliseks seoses:
 - säästva energia tegevuskava (SEAP) või säästva energia ja kliima tegevuskavaga (SECAP);
 - soojuselektrijaamade katastriga;
 - energiatõhususe sertifitseerimise katastriga;

- o loodussõbralike energiakandjatega varustatud toodetega, mis on kohustuslikud loodussõbralikele riigihangetele esitatavate nõuete alusel.

Valdav osa tehnikutest on „digitaalseks revolutsiooniks“ potentsiaalselt valmis, sest nende jaoks kaasneb sellega vaid vajadus kasutada oma mobiilseid seadmeid või tahvelarvuteid, ent nad ei ole piisavalt kursis BIMiga seotud nimetustega ja nad ei ole teadlikud ehitamise ajal ehitise haldamisel kasutatava nõuetekohase informatsiooni haldamise tähtsusest. Üldjuhul ei ole neil vaja pakkuda spetsiaalset tarkvara, ent nad vajavad tasuta BIMi tarkvara mudeli visualiseerimiseks ja erinevatele projekteerijate ja lõppkasutajate poolt sätestatud nõuetele juurdepääsu saamiseks. Nad peavad teavitama ka kõigist paigaldus- ja/või hooldustööde käigus ehitise juures tehtud muudatustest.

Järgmistes peatükkides kirjeldatakse kogu igas faasis vajaliku teabevahetust ülesannete ja pädevuste välja toomise kaudu.

Eestis esindavad paigaldajaid tavaliselt väike- ja mikroettevõtted, millel ei ole kõrgetasemelise tarkvara ostmiseks rahalisi vahendeid. Nad osalevad tavaliselt ehitamisfaasis töövõtja tarnijana ja töötavad hooldustööde teostamisel iseseisva ettevõtteks. Projekteerimisfaasis osalevad nad harva, ka juhul, kui nende hooldustööde teostamist puudutavat seisukohta tuleks arvesse võtta. Seetõttu on väga oluline, et nad tutvuksid BIMi maailmaga ja saaksid aru töövõtja ja/või omaniku või hoonehalduriga õige informatsiooni jagamise tähtsusest.

Energiaalastest aspektidest lähtudes peavad tehnikud olema kursis parimate lahendustega liginullenergiahoone jaoks, nii uute hoonete rajamise kui olemasoleva renoveerimise korral. Nad peavad tundma liginullenergiahooneid puudutavaid riiklikke ametiasutuste sätestatud ja õigusaktidest tulenevaid nõudeid. Eelkõige peavad nad olema väga hästi tuttavad nende poolt paigaldatava tehnoloogiaga seotud tehniliste standarditega. Euroopa Liidu algatus BUS on aga näidanud, et nad peavad hästi aru saama ka igasugusest muust liginullenergiahoonetega seotud tehnoloogiast. Viimaks peavad nad tundma ülejäänud materjalide/seadmete taaskasutusse võtmise ja/või ringlusest eemaldamise eeskirju.

Eelstaadium

Ülesanded:

1. Olla kursis BIMi kasutamise eelistega.
2. Tutvuda BIMi nomenklatuuriga.
3. Tutvuda BIMi mudeli visualiseerimisega.

Projekti ettevalmistus ja kavandamine

Paigaldajad osalevad ainult juhul, kui projekteerijad seda soovivad. Väikeste ehitiste korral võib nad otse kaasata.

Ülesanded:

1. Edastada riigiasutuse, projekteerijate, töövõtjate, omanike, hoonehaldurite jt nõudmisel õiget paigaldatud tehnoloogiaga seotud informatsiooni.
2. Osata BIMi mudelit kasutada ja suuta anda vajaduse korral või kui see on oluline paigaldatud tehnoloogiate kohta teavet.
3. Kui tehase projekteerija seda nõuab, osaleda hooldustööde teostamise kava koostamises.

Projekti kontseptsioon

Nagu ka eelmise faasi korral, osalevad tehnikud ainult siis, kui see on vajalik. Väikeste ehitiste korral võib nad otse kaasata.

Ülesanded:

1. Tagada energiatõhususe alaste eesmärkide täitmine ja liginullenergiahoonele valitud seadmete tellija nõuetele vastavus.
2. Tutvuda ehitise teenindamise projektis, et tagada hooldustööde teostatavus ja nendega seotud riskide puudumine.
3. Kontrollida, et teised paigaldatud taastuvenergiapõhised süsteemid ja ehitise automaatika ei takista üksteise tööd.

Põhiprojekt ja tehniline projekt**Ülesanded:**

1. Veenduda, et tehnoloogia on õigesti paigaldatud ja et BIMi mudelis on olemas kõik vajalikud andmed.
2. Aidata kaasa üleandmisstrateegia ülevaatamisele, et tagada õigete hooldus- ja käitamisjuhendite üleandmine.
3. Aidata kaasa paigaldatud tehnoloogiaga seotud informatsiooni edastamise käsiraamatu koostamisele.
4. Esitada kogu paigaldatud tehnoloogia kasutamiseks ja hooldamiseks vajalik teave.
5. Aidata tagada vastavus kõigile tellija nõuetele, mis on seotud nende tegevusega.

Ehitamine**Ülesanded:**

1. Tagada vajaliku teabe nõuetekohane edastamine ehitajale ja lõppkasutajale.
2. Tagada BIMi teostusjoonise täiendamine õige paigaldatud tehnoloogiaga puudutava informatsiooniga ja üleandmise strateegias täpsustatud energiatõhususe alaste nõuete täitmine.
3. Tagada kõigi ettenähtud energiatõhususe säilitamise alaste nõuete täitmine.

Üleandmine ja protsessi lõpetamine**Ülesanded:**

1. Aidata kaasa üleandmise strateegia nõuetekohasele elluviimisele.
2. Aidata kaasa ehitisele osutatavate teenuste kohandamisele parima energiatõhususe taseme tagamiseks.
3. Koostada paigaldatud tehnoloogia mõõtmise ja kontrollimise kava.

Kasutusel olev ehitis ja taaskasutussevõtt**Ülesanded:**

1. Osaleda paigaldatud tehnoloogia osas kaasa ehitise hindamisel.
2. Osaleda vajaduse korral lõpliku mudeli katastrile ja omanikule üleandmisel.
3. Osaleda paigaldatud tehnoloogia osas ehitise hooldusjuhendi koostamises.
4. Rakendada mõõtmise ja kontrollimise kava.

Sisukord

0. Sissejuhatav moodul – olulisemad BIMi alased teadmised ja oskused.....	5
0.1 Sissejuhatus: mis on BIM?.....	5
0.2 BIMi terminid	6
0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus	14
0.4 Avatud BIMi tööriistad ja standardformaad	18
0.5 ÜIK (ühtne infokeskkond).....	21
1. Moodul 1 – BIMi levik	23
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine	23
2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõte.....	23
2.2 BIMi mudeli mittegraafiliste andmete määratlus	27
2.3 EPC (energiatulemuslikkuse lepingu) hoolduskava.....	29
3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine	31
3.1 Materjalide ja toodete valimine BIM-iga	31
3.2 Energiasäästlikkuse alane koolitus.....	34
3.3 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö.....	35
4. Moodul 4 – BIMi tehnoloogia kasutamine.....	39
4.1 Säästlik ehitussektor	39
4.3 Laser scanning technology	41
5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs	46
5.1 Simulatsioonimeetodid ja energiakulu ja valgustuse analüüs	46
5.2 BIMi üleandmine ja hooldamine.....	47
Referentsid.....	50

0. Sissejuhatav moodul – olulisemad BIMi alased teadmised ja oskused

0.1 Sissejuhatus: mis on BIM?

Ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) mõiste, mis kirjeldab tehnoloogiate kogumit ja protsesse, on endiselt kiiresti muutumas juba enne selle laialdaselt sektoris kasutusele võtmist. Terminina näib BIM olevat nüüd teatud määral stabiliseerunud, ent BIMi kui tehnoloogiate/protsesside kogumi piirid on kiiresti laienemas. See piiride laienemine (ja mõnikord muundumine) on mitmes mõttes häiriv, sest BIMil puudub endiselt lõplikult kokkulepitud definitsioon, standarditud protsess ja regulatiivne raamistik. Hoolimata nendest probleemidest on BIMil (kui integreeritud protsessil) potentsiaal toimida muutuste katalüsaatorina, mis peaks vähendama sektori killustatust, suurendama selle tõhusust ja alandama ebapiisava koostalitlusvõimest tingitud suurt raiskamist.

Sektori huvigruppide (nt arhitektid, insenerid, kliendid, ehitusettevõtted, objektide haldajad, riigiasutused) jaoks on BIM endiselt üsna uus termin. BIMi esile kerkimisele annavad jõudu arvutite töötlemisvõimsuse, paremate rakenduste, parema koostalitluse ja regulatiivsete raamistike aina suurem kättesaadavus.

BIM ehk kuidas seda terminit tõlgendada:

- ehitis: konstruktsioon, ruum, elukeskkond...
- informatsioon: korrastatud andmekogum: tähendusrikas ja kasutamiskõlblik
- modelleerimine: vormimine, kujundamine, esitlemine, ulatuse määramine...

Selleks, et üldtõõdud tähenduste reast kõige paremini aru saada, pöörame nende sõnade järjekorra ümber:

Info

kui korrastatud andmekogumi, mis on tähendusrikas, kasutamiskõlblik,

modelleerimine,

vormimine, kujundamine, esitlemine, selle ulatuse määramine,

et virtuaalselt konstrueerida
et laiendada analüüsi
et uurida võimalusi
et uurida erinevaid lahendusi
et avastada võimalikke vastuolusid
et arvutada välja ehituskulud
et analüüsida ehitamise võimalikkust
et kavandada lammutamist
et hallata ja hooldada

ehitist

rajatist, suletud pinda, konstrueeritud keskkonda
(Succar, 2008)

Ehitusinformatsiooni modelleerimise kontseptuaalne raamistik pärineb 1980ndate keskpaigast, ent termin ise sündis hiljuti uuesti. Akronüümina eelistatakse BIMi aina enam paljudele suuresti sarnaseid kontseptsioone väljendavatele konkureerivatele terminitele.

0.2 BIMi terminid

2E indeks: objektiivne indeks, mis hõlmab aega, kulusid ja virtuaalses prototüüpide loomises seisneval simulatsiooniprotsessil põhinevat piisavat hinnangut, mille abil saab määrata ökoloogilise tõhususe.

3D: modelleeritavate objektide kolmemõõtmeline ehk ruumiline (staatiline või dünaamiline) kujutamine.

4.0 Ehitus: ehitussektori ümberkujundamine ja arendamine uute tehnoloogiate toel, mis muudavad inimeste kaudu, inimeste poolt kasutatavate vahendite ja materjalide koostalituse alusel, protsesside virtualiseerimise, otsustamisprotsesside detsentraliseerimise, reaajas teabe vahetamise ja klienditeenindusele keskendumise läbi väljakujunenud ärimudeleid.

4D: 3D-le on lisatud ajaline mõõde, st aja mõõtme ühendamine ehitise osade ja ruumiobjektidega. Aja mõõdet võib esitada näiteks ehitise osa paigaldusena, eesmärgiks 4D-simulatsiooniga ehitamise käigu visualiseerimine.

5D: kolmemõõtmeline ehitise mudel, millele on lisatud ajalised ja maksumusandmed. 5D mudel võimaldab projekti osapooltel visualiseerida/analüüsida ehitustööde edenemist ja sellega seonduvaid kulusid ajagraafikust lähtuvalt.

6D: kolmemõõtmeline ehitise mudel, millega on seotud ehitise andurites tulenev informatsioon energiakulu ja säästlikkuse analüüsimiseks.

AEC (arhitektuur, projekteerimine ja ehitus): akronüüm, mis viitab ehitussektorile/-valdkonnale

AECO (arhitektuur, projekteerimine, ehitus ja käitamine): akronüümi AEC laiendus, mis hõlmab ka ehitiste ja infrastruktuuri eksploatatsiooni ja hooldamisega seotud sektoreid ja valdkondasid.

AIA (Ameerika Arhitektide Instituut): Ameerika Ühendriikide arhitektide liit.

AIM (varaobjekti infomudel): infomudel (sealhulgas dokumendid, graafiline mudel ja mittegraafilised andmed), mis toetab varaobjekti elukaare lõikes selle hooldamist, haldamist ja eksploatatsiooni.

Ainulaadne globaalne identifitseerimiskood: ainulaadne tarkvararakenduses konkreetse objekti identifitseerimiseks kasutatav number. BIMi mudelis on kõigi objektide kood GUID.

Andmete alane keerdküsimus: probleemne valdkond erinevates, erinevate asjaoludega kultuurides standardite jõustamisel.

Asjade internet: mõiste, millega viidatakse igapäevaste objektide interneti teel digitaalselt omavahel ühendamisele.

Avatud BIM: BIMi andmete vahetamine avatud formaate kasutades.

BCF (BIMi koostööformaad): avatud failiformaat, mis võimaldab lisada BIMi mudeli IFC-faili kommentaare, kuvatõmmiseid ja muud teavet, et soodustada erinevate BIMi meetodi abil loodud projektis osalevate poolte vahelist suhtlust ja koordineerida nende tegevust.

BIM (ehitusinformatsiooni modelleerimine): töömeetod ehitusprojektide kõikehõlmavale haldamisele nende elukaare raames, mis põhineb andmebaasidega seotud virtuaalsetele mudelitele.

BIM, avatud: üldine ettepanek ehitiste projekteerimisel koostöö tegemiseks, ehitiste käiku andmiseks ja hooldamiseks, mis põhineb standarditel ja avatud töövoogudel.

BIM, eraldiseisvana: BIMi tööriistade kasutamine projekti osapoolte poolt ilma koostalituse ja vastastikuse teabevahetusega.

BIM, koordinaator: isik, kes koordineerib kõigi BIMi projekti osapoolte ülesandeid, kohustusi ja vastutust ning tähtaegu. Peab ka läbirääkimisi erinevaid valdkondi esindavate meeskonnajuhtidega, koordineerib ja jälgib projekti mudeleid.

BIM, põhieesmärgid: BIMi parameetripõhised eesmärgid, mis on BIMis projekteeritavad mitmel erineval moel.

BIM, suur: ehitise elukaare raames BIMi raja ettevõtete vaheline jagamine.

BIM, sõbralik: protsessid ja tööriistad, mis ei ole täielikult välja töötatud BIMi metodoloogia raames, ent võimaldavad osalemist teatud protsessides või koostalitust BIMi tööriistadega.

BIM, väike: organisatsioonide poolt rakendatavad BIMi protsessid ja metodoloogia.

BIMi eesmärgid: eesmärgid, mis püstitatakse selleks, et määratleda BIMi rakendamise potentsiaalne väärtus projektile või projektimeeskonnale. BIMi eesmärgid aitavad määratleda, kuidas ja miks tuleb BIMi projektis või organisatsioonis rakendada.

BIMi (valdkonna)juht: isik, kes vastutab BIMi metodoloogia abil genereeritud teabe nõuetekohase voo tagamise eest ja protsesside tõhususe ja kliendi sätestatud tehniliste näitajate saavutamise eest. Projekti andmebaasi loomise juht.

BIMi küpsuse tase: näitaja, tavaliselt statistiline või interaktiivne tabel, mida kasutatakse organisatsiooni või meeskonnaprojekti teadmiste taseme ja BIMi kasutamise hindamiseks.

BIMi modelleerija: isik, kelle ülesanded on BIMi elementide modelleerimine nii, et need esindaksid projekti või ehitist tõetruult, nii graafiliselt kui ehituslikult, vastavalt projekteerimise tingimustele, ja projektiga seotud dokumentide genereerimine.

BIMi modelleerimine: ehitise või rajatise virtuaalse kolmemõõtmelise mudeli ehitamine või genereerimine, mille käigus lisatakse mudelile lisaks geomeetria ka muud teavet, et hõlbustada selle kasutamist projekti ja ehitise või rajatise elukaare erinevates faasides.

BIMi mudel: ehitise või rajatise virtuaalne kolmemõõtmeline mudel, mis hõlmab projekti ja ehitise või rajatise elukaare faasides selle mugava kasutamise tagamiseks lisaks geomeetria ka muud teavet.

BIMi nõuded: üldine mõiste, mis viitab kõigile klientide, reguleerivate asutuste ja muude seesuguste poolte nõuetele ja eeldustele, millele BIMi mudelid peavad vastama.

BIMi rakendused: BIMi aktiivse elukaare osa ajal rakendamise meetod, et saavutada konkreetsed eesmärgid.

BIMi rakenduskava: strateegiline kava BIMi ettevõttes või organisatsioonis rakendamiseks.

BIMi roll või profiil: isiku roll organisatsioonis (või organisatsiooni rolli projektimeeskonnas), mis on seotud BIMi mudelite genereerimise, muutmise või haldamisega.

BoQ (töömahtude loetelu): kõigi projekti kaasatud tööüksuste mõõtmete kogum.

BREEAMi sertifitseerimine: maailma ehitussektori uurimisele pühendunud organisatsiooni Building Research Establishment (BRE) hallatav ehitiste säästlikkuse hindamise ja sertifitseerimise meetod.

BRK (BIMi rakenduskava) või BPRK (BIMi projekti rakenduskava): dokument, milles on välja toodud kõigis projekti faasides BIMi metodoloogia kasutamise üldine kuju, milleks täpsustatakse muuhulgas kasutamise eesmärgid, BIMi protsessid ja ülesanded, teabevahetuse viisid, vajalikud infrastruktuurid, rollid, kohustused ja mudeli rakendused.

BSSCH (Building Smarti Hispaaniale haru): Building Smart Alliance'i Hispaania haru.

Building Smart Alliance: rahvusvaheline mittetulunduslik organisatsioon, mille eesmärk on BIMi ja ärimudeleid puudutavate avatud standardite koostalituse läbi suurendada tervishoidu ehitussektoris ning mis on pühendunud koostööle kulude vähendamisel ja tähtaegade järgimisel uue taseme saavutamiseks.

CAMM (arvutipõhine haldustööde juhtimine): arvutisüsteem, mis juhib ehitise haldustegevusi.

COBie (ehitusoperatsioone puudutava ehitusinformatsiooni vahetamine): rahvusvaheline ehitusandmete vahetamise standard, mis keskendub BIMi perspektiivile. Kõige sagedamini kasutatakse selleks ehitusprotsessi käigus progressiivselt väljatöötatavate arvutuste lehte.

DB (projekteerimine-ehitamine): ehitusprojekti hankimise viis, mille korral klient sõlmib projekti projekteerimiseks ja ehitamiseks ühe lepingu.

DBB (projekteerimine-pakkumine-ehitamine): ehitusprojekti hankimise haldamise režiim, mille korral klient korraldab projekti projekteerimiseks ja ehitamiseks eraldi hankemenetlused.

Digitaalne kaksik: ehitise konstruktsiooni visuaalne kujutis.

Ehitise elukaar: ehitise vaatlemine selle terve kasutusaja lõikes, mis hõlmab projekteerimist, ehitamist, käitamist, lammutamist ja jäätmete kõrvaldamist.

Ehitustöö planeerimine: tegevused ja dokumendid, mille abil kavandatakse töö erinevate osade õigeaegne teostamine. BIMi mudelis saab määrata kõigile selle elementidele ja objektidele parameetrid nii, et plaani järgimise korral on võimalik igal ajal genereerida tööde staatuse simulatsioon.

EIR (tellija infonõuded): dokument, millega määratletakse kliendi modelleerimise alased nõudmised kõigis ehitusprojekti etappides. BIMi rakenduskava koostamise alus.

Elukaar: mõiste, mis viitab konkreetse artikli, projekti, ehitise või töö välimusele, arendamisele ja lõpule viimisele.

Esialgne formaat: teatud arvutirakendustega loodud tööfailide originaalformaat, mis ei ole tavaliselt otse erinevate rakendustega informatsiooni vahetamiseks kasutatav.

FM (ehitise haldamine): käitamisfaasis väljatöötatud teenuste ja mitmeid valdkondi hõlmavate tegevuste kogum, mille eesmärk on pakkuda välja inimeste, ruumide, protsesside, tehnoloogiate ja ise paigaldatud paigaldiste, näiteks hooldus- või haldusruumide integreerimise teel välja viis varaobjekti kõige tõhusama kasutuse tagamiseks.

Födereeritud mudel: BIMi mudel, mis ühendab, mitte ei genereeri erinevatele valdkondadele eraldi mudeleid. Födereeritud mudel ei loo erinevalt integreeritud mudelist eraldiseisvatest mudelitest saadud andmete andmebaasi.

GbXML: formaat, mida kasutatakse BIMi mudeli omaduse ladusalt energiakulu arvutamise rakendustesse ülekandmiseks.

GIS (geograafilise informatsiooni süsteem): infosüsteem, mis võimaldab geograafiliste viidetega informatsiooni integreerida, säilitada, töödelda, analüüsida, jagada ja kuvada.

Green Building Council: mittetulundusühing, mis ühendab terve ehitussektori esindajaid, et julgustada sektori liikumist säästlikkuse suunas sektorile meetodite ja ajakohaste ja rahvusvahelisel tasandil rakendatavate tööriistade pakkumise teel, mis võimaldavad ehitiste säästlikkust objektiivselt hinnata ja sertifitseerida.

Huvitatud isik: isik või isikute või äriüksuste rühm, kes või mis sekkub protsessi mistahes osasse või kellel või millel on selle vastu huvi.

HVAC (kütte-, ventilatsiooni- ja kliimaseadmed): lühend, mis viitab kõigile ehitises kasutatavatele kliima reguleerimise süsteemidele.

IAI (International Alliance for Interoperability): Building Smarti eelkäija.

ICT: info- ja kommunikatsioonitehnoloogiad.

IDM (teabe edastamise käsiraamat): standard, milles kirjeldatakse varaobjekti elukaare ajal teatud tüüpi informatsiooni vajamise korral kasutatavaid protsesse ja täpsustatakse, kes on kohustatud seesuguse informatsiooni edastama.

IFC (sektori alusklassid): standardne Building Smartiga loodud failikapp, mis tõhustab tarkvararakenduste ja BIMi töövoogu vahelist infovahetust ja koostalitust.

IFD (informatsiooni raamsõnastik): alus, mis võimaldab ehituse andmebaasi ja BIMi mudelite vahelist kommunikatsiooni. Building Smarti poolt väljatöötamisel.

Integreeritud mudel: BIMi mudel, milles on omavahel seotud erinevate valdkondade mudelid, mis läbi luuakse ainulaadse konkreetse mudeli andmeid sisaldava andmebaasiga fõdereeritud mudel.

IPD (projekti integreeritud elluviimine): lepinguline suhe, mis keskendub riski ja jagamise jagunemisele projekti tähtsamate osalejate vahel. See põhineb ühistel riskidel ja võitudel, kõigi projekti sekkuvate poolt varasel kaasamisel ja nende vahelisel avatud kommunikatsioonil. See hõlmab sobiva tehnoloogia, näiteks BIMi metodoloogia kasutamist.

IT: infotehnoloogia.

IWMS (integreeritud töökooha haldamise süsteem): ettevõtte juhtimisplatvormi kaudu kasutatav integreeritud töökooha haldamise süsteem, mis võimaldab organisatsiooni ruumides asuvaid varasid planeerida, projekteerida, hallata, laiendada ja eemaldada. See võimaldab optimeerida allikate kasutamise tööalas, sh hallata varaobjekte, rajatisi ja paigaldisi.

Koostalitlusvõime: mitmete süsteemide (ja organisatsioonide) võime teha koos, andmeid ja informatsiooni kaotamata sujuvat koostööd. Koostalitlusvõime võib esineda süsteemide, protsesside, failiformaatide jms vahel.

KPI (tulemuslikkuse põhinäitaja): tulemuslikkuse näitajad, mis aitavad organisatsioonil mõista, kas töid teostatakse vastavalt selle eesmärkidele.

Kvaliteet: tootele kehtivatele nõuetele vastavuse mõõde vastavalt mõõdetavatele ja kontrollitavatele standarditele.

Käitamisfaas: Ehitise elutsükli viimane faas. See hõlmab kõiki ehitustööle ja ehitise loomisele järgnevat tegevusi.

Käivitamine: vt mõistet „väljavõtt“.

Laiendatud reaalsus: visioon reaalse maailma füüsilisest keskkonnast, mis saadakse läbi käegakatsutavad füüsilised elemendid virtuaalsete elementidega ühendava tehnoloogilise seadme, mis läbi luuakse reaalses segatud reaalsus.

Laserskaneerimine: laserkiirte kontrollitud juhtimine, millele järgneb kiirte kauguse mõõtmine igast tagasipeegeldunud punktist, et kiirelt ja täpselt mõõdistada eri objekte, konstruktsioone, ehitisi ja maapindasid.

Last Planner LPS (süsteem Last Planner) on planeerimise, seire ja kontrollimissüsteem, milles järgitakse timmitud ehituse põhimõtteid. See põhineb ehitustööde teostamise edukuse suurendamisele planeerimisega seotud ebakindluse vähendamise, esialgsetes plaanides või projekti põhiplaanis vahe- ja iganädalaste eesmärkide püstitamise, tegevuste tavapärast arendamist takistavate piirangute analüüsimise teel.

Liigitamissüsteemid: ehitussektoris kasutatavad klassid ja kategooriad, mille seas on muuhulgas elemendid, ruumid, valdkonnad ja materjalid (Uniclass, Unifomat, Omniclass ja mõned enamlevinud rahvusvahelised liigitamisstandardid).

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design): Ameerika Ühendriikide Keskkonnasõbralike Ehitiste Nõukogu – ka teistes riikides esindusi omava agentuuri – välja töötatud säästlike ehitiste sertifitseerimise süsteem.

LOD (üksikasjalikkuse tase): ehitusprotsessi kasutatava informatsiooni kogus ja rikkalikkus. Kasutatakse projekti arendamise varases järgus.

LOD (arengutase): määratleb BIMi mudelis sisalduva informatsiooni arengu- või küpsustaseme ja puudutab ehitise koosseisu osa, ehituslikku süsteemi või paigaldist. AIA on väljatöötanud numbrilise klassifikatsiooni (LOD100, 200, 300, 400, 500).

LOD 100: objekt, mida võib väljendada sümboli või geneerilise tähise abil. Seda ei ole vaja kujutada geomeetriliselt, ent see võib siiski sõltuda graafiliselt või geomeetriliselt määratletud teistest objektidest. Teatud elemendid võivad sellele arengutasemele jääda ka projekti kõrgematel tasanditel.

LOD 200: element on graafiliselt määratletud, projekti paiknevust silmas pidades on välja toodud kogused, mõõtmed, kuju ja/või asukoht. Võib hõlmata mittegraafilist informatsiooni.

LOD 300: element on graafiliselt määratletud, projekti paiknevust silmas pidades on täpselt välja toodud kogused, mõõtmed, kuju ja/või asukoht. Võib hõlmata mittegraafilist informatsiooni.

LOD 350: samaväärne LOD 300-ga, ent viitab erinevate elementide vaheliste häirete tuvastamisele.

LOD 400: sihtobjekt on geomeetriliselt määratletud ja määratletud on selle asend konkreetsetes ehitussüsteemis, kasutus ja montaaž koguse, mõõtmete, vormi, asukoha ja täieliku üksikasjaliku suunatuse alusel, projekti jaoks vajalik tootega seotud informatsioon, töö ja paigalduse tellimine. See võib hõlmata ka mittegraafilist informatsiooni.

LOD 500: sihtobjekt on geomeetriliselt määratletud ja määratletud on selle asend konkreetsetes ehitussüsteemis, kasutus ja montaaž koguse, mõõtmete, vormi, asukoha ja täieliku üksikasjaliku suunatuse alusel, projekti jaoks vajalik tootega seotud informatsioon, töö ja paigalduse tellimine. Võib hõlmata mittegraafilist informatsiooni. Kattub LOD 400 definitsiooniga, ent puudutab reaalselt töösse rakendatud elementi.

LOI (informatsiooni tase): BIMi objekti modelleerimata informatsiooni hulk. LOI on väljendatav tabelina, spetsifikatsioonides või parameetrite kujul esitatud teabena.

LOMD (mudeli eraldustäpsuse tase): tase Briti konventsioonile vastaval mudeli eraldustäpsuse skaalal. LOMD = LOD + LOI.

Loometarkvara: tarkvararakendused, mis võimaldavad luua andmekogumi ja selle erinevate osadega rikastatud 3D-mudelite loomist ja mida kasutatakse originaalse BIMi mudeli loomiseks. Neid nimetatakse tavaliselt modelleerimisplatvormiks.

MET (mudeli elementide tabel): tabel, mida kasutatakse BIMi mudelite haldamise ja genereerimise eest vastutava sektiooni ja arendustöö taseme väljaselgitamiseks. MET hõlmab tavaliselt rida mudeli komponente vertikaalsel teljel ja projekti vahe-eesmärke (või projekti elukaare faase) horisontaalsel teljel.

MEP (mehhaanika, elektripaigaldised ja torustik): ehitises kasutatavatele paigaldistele viitav lühend.

Mudel/prototüüp: kõik spetsiifilised objektid, mis võivad olla BIMi mudeli osad.

Mudelikategooria: kategooria, mis on seotud ehitise mudelis esinevate reaalsete objektidega, mis on selle geomeetria osad, näiteks seinad, katematerjalid, pinnased, ukSED ja aknad.

MVD (mudelivaate definitsioon): standard, mis kirjeldab ehitise elukaare raames erinevate programmide ja vahendajate vahelise andmevahetuse metodoloogiat, materjali või IFC-faile. Building Smarti poolt väljatöötamisel.

Mõõtmete väljavõte: mudeli mõõtmete kogu.

Näidisparameeter: muutuja, millel on konkreetsele objektile teistest muutujatest sõltumatu toime.

Objekti tüüp: samasse perekonda kuuluvate ja ühiste parameetritega objektide alamrühm BIMi mudelis.

Objektikategooria: objektide sorteerimine ja rühmitamine BIMi mudelis vastavalt nende ehituslikule tüpoloogiale ja eesmärgile.

Omandi kogumaksumus: hinnanguline kõigi ehituse elukaare ajal tehtavad ehitise/rajatisega seotud kulutuste summa.

Parameeter: muutuja, mis võimaldab ohjata objekti omadusi ja mõõtmel.

Parameetripõhine mudel: 3D-mudelitega seotud termin, mille puhul objekte/elemente saab muuta selgeid parameetreid, eeskirju ja piiranguid kasutades.

Parandamine: lisatöö, mis on vajalik toodet puudutava erimeelsuse lahendamiseks.

PAS 1192 (üldkasutatavad spetsifikatsioonid): CIC-i (ehitussektori nõukogu) avaldatud spetsifikatsioonid, mille peamine eesmärk on täita Ühendkuningriigis BIMi alaseid eesmärke toetava raamistiku ülesannet. Nende abil sätestatakse BIMi standarditele vastamiseks täitmisele kuuluvad nõuded ja alus BIMi projekti raames koostöö tegemise võimaldamiseks, sh kasutatavad reeglid aruannete koostamiseks ja andmevahetusprotsesside toimimiseks.

Passivhaus: energiasäästlikud ehitusstandardid siseruumide suure mugavuse ja ehitise säästlikkuse tagamiseks. Standardite kasutamist propageerib rahvusvahelisel tasandil tuntud Saksamaal asuv Passivhaus Institute.

Pehmed oskused: üldnimetus isikuomadustele, sotsiaalsetele oskustele, suhtlemisoskusele, üksmeele leidmise oskusele, isiklikele harjumustele ja sõprussuhetele, mis annavad värvi inimese suhetele teistega.

Perekond: samasse kategooriasse kuuluvate objektide kogum, millele on sätestatud parameetripõhised genereerimise eeskirjad, et saada analoogseid geomeetrilisi mudeleid.

PIM (tooteinfo haldamine): andmehaldus, mida kasutatakse toodetega seotud informatsiooni tsentraliseerimiseks, korrapärastamiseks, liigitamiseks, sünkroniseerimiseks ja rikastamiseks vastavalt ettevõtte eeskirjadele, turustrateegiatele ja müügile. Toodetega seotud informatsioon tsentraliseeritakse mitmele müügikanalile täpselt ja järjekindlalt uusima informatsiooni edastamiseks.

Piiramine: BIMi mudeli kontekstis objektile kehtiv piirang või tõke, mis on tavaliselt seotud selle vöötmetega või selle asendiga teise objekti suhtes.

PMI (Project Management Institute): ülemaailmne organisatsioon, mille peamine eesmärk on välja töötada projektijuhtimise alaseid standardeid, korraldada koolitusprogramme ja hallata ülemaailmselt spetsialistide sertifitseerimise protsessi.

Projekt: ajutine planeerimistegevus, mis toimub toote, teenuse või ainulaadse tulemuse loomiseks. Ehitustööstuses on tulemuseks ehitised, infrastruktuurirajatis vms.

Projektijuhtimine: teadmiste, oskuste, töövahendite ja meetodite rakendamine projekti nõuetele vastavuse tagamiseks vajalike toimingute teostamiseks.

Protseduur: dokumenteeritud teatud järjekorras ja kujul teostatavate ülesannete kogum, mida korratakse tõenäoliselt mitu korda eesmärgiga saada sarnased tulemused.

Punktipilved: ehitise või objekti kohta laserskaneerimise teel andmete kogumise tulemus, mis koosneb punktide kogumist skaneeritu pinda peegeldavas ruumis.

Pöördprojekteerimine: meetod füüsilise ehitise kohta informatsiooni saamiseks, et sõnastada uuele projektile kohaldatavad nõuded.

QA, kvaliteedi tagamine: meetmed ja toimingud, mida kasutatakse protsessis tulemuste usaldusväärsuse kontrollimiseks ja nende parandamiseks.

QC, kvaliteedikontroll: operatiivsed meetodid ja tegevused, mida kasutatakse kvaliteedinõuetele vastamiseks.

Rakendusala: projektiga seotud soovitud tulemuse, toote või teenuse määratlus. BIMi korral sõltub rakendusala määratlusest mudeli arengutase.

RFI (infopäring): protsess, mille abil üks projektis osalejatest (näiteks töövõtja) saadab teisele osalejale teate, et kontrollida dokumenteeritud tõlgendust või selgitada mudelisse lisatud.

ROI (investeeringutasuvus): finantssuhtarv, mille abil võrreldakse kasumit või saadud kasumit seoses tehtud investeeringutega. BIMi raames kasutatakse seda BIMi meetodite organisatsioonis kasutusse võtmise majandusliku kasu analüüsimiseks.

Ruum: avatud või suletud pind või ruumala, mida piirab mistahes element.

SaaS (tarkvara teenus üle interneti): mudeli ja tarkvara litsentseerimine, mille puhul tarkvaravahend ei ole installitud iga kasutaja arvutisse, vaid seda majutatakse tsentraalselt (pilves) ja pakutakse kasutajatele tellimusepõhiselt.

Samaaegne projekteerimine: süstemaatilised jõupingutused toote integreeritud ja koondatult projekteerimiseks ja sellele vastava tootmise ja teenindamise protsessi tagamiseks. Välja töötatud eesmärgiga panna arendamise eest vastutavad isikud algusest peale arvestama kõigi projekti elukaare elementidega, alates kontseptuaalsest projektist kuni selle kättesaadavaks muutmiseni, võttes arvesse kvaliteeti, kulusid ja kasutaja nõudmisi.

Scrum: võrdlusraamistik, mis määratleb rea töömeetodeid ja rolle, mida saab kasutada alguspunktina projekti käigus elluviidavate arendusprotsesside määratlemiseks. Sellele on iseloomulik toote kavandamise ja täieliku teostamise asemel lisava arendamise strateegia kasutamine, kusjuures tulemuse kvaliteet sõltub omaalgatuslikult koostatud meeskondadesse kuuluvate inimeste teadmistest. Erinevad arengufaasid kattuvad järjestikuse tsükliga või kaskaadina üksteisele järgnevate faaside kasutamise asemel.

Simulatsioon: objekti või reaalsuses esineva süsteemi virtuaalse mudeli projekteerimine ja selles katsete läbiviimise protsess, et mõista või prognoosida süsteemi või objekti käitumist või hinnata uusi strateegiaid selle funktsioneerimiseks – teatud või kindlaksmääratud piiride raames.

Sotsiaalne BIM: termin, mida kasutatakse organisatsiooni meetodite, projektimeeskondade või terve mitmeid valdkondi hõlmavate BIMi mudelite genereerimise või BIMi mudelite projekti osapoolte vahel koostööpõhiselt jagamise turu kirjeldamiseks.

Spetsifikatsioon: dokument, milles kirjeldatakse kõikehõlmaval, täpsel ja kontrollitaval viisil süsteemi, komponendi, toote, tulemuse või teenuse nõudeid, ehitust, toimimist ja muid üksikasju. Sageli rakendatakse protseduure spetsifikatsioonides kirjeldatule vastavuse kontrollimiseks.

Standard: vastastikusel nõusolekul koostatud dokument, mille on heaks kiitnud ja mida on tunnustanud üldkasutatavaid ja korduvalt kasutatavaid reegleid ja eeskirju väljastav üksus, või konkreetses kontekstis optimaalse taseme saavutamiseks teostatavate tegevuste ja nende tulemuste omadused.

Suurandmed: mõiste, mis viitab suurte andmebaasikoguste hoidmisele ja seesuguste andmete seast korduvate mustrite leidmiseks kasutatavatele protseduuridele.

Taksonoomia: mitmetasandiline klassifikatsioon (hierarhia, puu vms), mida kasutatakse mõistete selge struktuuri kohaselt korraldamiseks ja nimetamiseks, nt BIMi mudelisse kaasatud objektid.

Tark linn: linnakeskkonnas paiknev tehnoloogiline visioon/lahendus, mille abil ühendatakse mitmeid info- ja kommunikatsioonisüsteeme, et hallata linnas asuvaid ehitatud objekte. Targa linna visioon/lahendus sõltub liikumisandurite ja seiresüsteemide teel kogutud andmetest ja on suunatud linna elanike elukvaliteedi parandamisele erinevat tüüpi teenuste ja varade integreerimise läbi.

Teostusmudel: mudel, millesse kogutakse kõik ehitusprotsessi käigus projektides tehtavad muudatused nii, et on võimalik saada täpselt reaalsusele vastav BIMi mudel.

Timmitud ehitus: ehitustööde juhtimise meetod, projektijuhtimisstrateegia ja tootmisteooria, mille keskmes on materjalide, aja ja jõupingutuste raiskamise minimeerimine ja väärtuse maksimeerimine pideva tõhustamise läbi projekteerimisfaaside ja projekti ehitamise lõikes.

Töövoog: töövoog operatiivsete aspektide uuring: kuidas ülesanded struktureeritakse, kuidas need ellu viiakse, missugune on korrelatiivne kord, kuidas need sünkroniseeritakse, missugune on info liikumise tugiülesannete voog ja kuidas jälgitakse ülesannete täitmist. Töövoog rakendamine seab järjekorda protsessi elluviimiseks kasutatavad toimingud, tegevused ja ülesanded, sh võimaldab jälgida kõigi protsessi osade staatust ja pakub uued tööriistad selle haldamiseks. Oluline BIMi mudelite loomiseks vajalik kontseptsioon, millel on tähtis roll ka erinevate BIMi keskkonnas kasutatavate tööriistade koostalituse suurendamiseks.

Tüübi parameeter: muutuja, mis kohaldub kõigile mudelis kasutatud sama tüüpi objektidele.

uBIM: Hispaanias Building Smarti poolt propageeritav algatus, mille eesmärk on laiendada mõningaid suuniseid, et hõlbustada BIMi kasutuselevõttu Hispaanias.

Valdkond: kõik põhivaldkonnad, milles saab moodustada BIMi mudeli objekte vastavalt nende peamisele funktsioonile. Kõige üldistatumad valdkonnad on: arhitektuur, struktuur ja MEP.

Vastuolude tuvastamine: protseduur, mis hõlmab mudeli objektides tekkivate või erinevate valdkondade ühes mudelis kokkuviiimisel tekkivate takistuste leidmist.

VBE (virtuaalne ehituskeskkond): seisneb integreeritud vormide loomises, mis kujutavad füüsilist maailma digitaalsel kujul, et luua piisavalt reaalse maailmaga sarnanev virtuaalne maailm ehk ehitistest ja looduskeskkonnast koosnev tarkade alus, mis hõlbustab infrastruktuuride efektiivset projekteerimist ja hooldustööde programmeerimist, ja et luua tõendipõhise analüüsi abil uus alus majanduskasvuks ja sotsiaalseks heaoluks. Ehitiste ja rajatiste BIMi mudelid lisatakse sellele virtuaalsele kogumile või integreeritakse sellega aja jooksul.

VDC (virtuaalne projekteerimine ja ehitus): mitmeid valdkondi hõlmavad integreeritud juhtimismudelid ehitusprojektide realiseerimiseks, mis hõlmavad BIMi mudelit, tööprotsesse ja projekteerimistöö korraldust, ehitus- ja käitamismeeskonda, et täita projekti eesmärgid.

Võrdlev analüüs: protsess, mille eesmärk on hankida kasulikku teavet, mis aitab organisatsioonil selle protsesse tõhustada. Selle eesmärk on tagada võimalikult tõhus parimatelt õppimine, mis aitab organisatsioonil liikuda sealt, kus ollakse, sinna, kuhu soovitakse jõuda.

Võrdluskategooria: kategooria, mis on seotud objektidega, mis ei ole ehitise tegelikud osad, ent mida kasutatakse selle defineerimiseks, näiteks kõrgused, tasandid, teljed ja pindalad.

Väljavõtt: andmete kogumise mudel.

Väljund: mistahes toode, tulemus või ainulaadne ja kontrollitav teatud teenuse osutamise oskus, mis on vaja luua protsessi, faasi või projekti lõpule viimiseks.

Väärtuste voo kaardistamine: visuaalne tööriist, mille abil saab välja selgitada kõik toote kavandamise ja tootmise protsessi kuuluvad tegevused, et leida võimalusi tõhustamiseks, mis mõjutavad tervet ahelat, mitte üksikuid protsesse.

WBS (töö jaotamise struktuur): hierarhiline struktuur, mida kasutatakse tavaliselt puuna, mis jagatakse töödeks, mis on vajalikud projekti eesmärkide saavutamiseks ja selle täie ulatuse korraldamiseks ja määratlemiseks vajalikeks väljunditeks. Ehitussektoris kirjeldab see sellest ülesandest tulenevaid uue projekti projekteerimiseks või ehitamiseks vajalikke tegevusi ja ülesandeid.

Ökoloogiline tõhusus: inimeste vajadustele vastavate ja elukvaliteeti tagavate kaupade müük konkurentsivõimelise hinnaga, mille puhul vähendatakse järjekindlalt kaupade keskkonnamõjusid ja tarbimise mõju allikatele terve toote elukaare lõikes ja viiakse tarbimine kooskõlla loodusvarade taastumisvõimega.

ÜIK (ühtne andmekeskond): digitaalne andmete keskhooldla, kus majutatakse kõiki projektiga seotud andmeid.

0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus

Nihe 2D-joonistelt 3D-mudelile suunas on arhitektuuri ja projekteerimise vallas ning ehitussektoris tänu lihtsustatud töövoogude käegakatsutavatele tulemustele ja käimas ja kogub kiirust.

Mudelipõhine lähenemine suurendab organisatsioonide tegevuse tõhusust ja on koordineeritud projektide elluviimise vallas äärmiselt kasulik. Ehitusinformatsiooni modelleerimine (BIM) võimaldab ehitus- ja infrastruktuuriprojektide elluviimisel säästa aega ja tulla toime väiksema eelarvega.



BIMi 11 tähtsamat eelist on:

1. **Reaalse situatsiooni jäädvustamine:** paremad kaardistamisvahendid ja fotod Maast on ehitusobjektide asukohtade kohta kergesti kättesaadava rikkaliku info hulka märkimisväärselt suurendanud. Tänapäevased projektid saavad alguse piirkonna fotografeerimisest ja digitaalsest kõrgendamisest, millele lisandub juba olemasoleva infrastruktuuri laserskaneerimine, mis võimaldavad täpselt jäädvustada reaalse situatsiooni ja

lihtsustavad projekti ettevalmistuste tegemist. BIMi kasutades saavad projekteerijad ära kasutada kõik mudelisse kogutud ja selles jagatavad sisendid – paberkuul ei ole see võimalik.

2. **Vähem raiskamist, rohkem teavet:** jagatud mudeli puhul on väiksem vajadus jooniste ehitussektori erinevate valdkondade nõuetele vastamiseks ümber tegemiseks ja dubleerimiseks. Mudel hõlmab rohkem teavet kui jooniste kogum ja võimaldab igal valdkonnal oma spetsiifilised teadmised annoteerida ja projektiga ühendada. BIMi joonestamisvahendid on 2D-joonestamisvahenditest kiiremad ja kõik objektid on ühendatud andmebaasiga. Andmebaas aitab näiteks akende vajaduse väljaselgitamiseks määrata nende arvu ja mõõtmed, mida uuendatakse automaatselt mudeli arenedes. Komponentide kiire arvutipõhine loendamine üksi lubab säästa märkimisväärselt tööaega ja raha.
3. **Kontrolli säilitamine:** digitaalse mudeli põhine töövoog hõlmab näiteks automaatset salvestamist ja ühendusi projekti ajalooga nii, et kasutajad võivad kindlad olla, et projekti arendamisele kulutatud aeg ei ole läinud raisku. Ühendus mudeli varasemate versioonidega aitab vältida katastroofest andmete kaotsiminekut ja failidefekte, mis panevad projekteerija vere keema ja vähendavad produktiivsust.
4. **Tõhusam koostöö:** mudeliga töötades on materjali jagamine ja koostöö lihtsamad kui jooniste kogumiga töötades, kuna paljusid funktsioone saab kasutada vaid digitaalse töövoogu kaudu. Paljusid seesugustest projektijuhtimise funktsioonidest pakutakse nüüd pilvepõhiselt. Olemas on tööriistad, mille abil erinevate valdkondade esindajad saavad jagada oma keerukaid projektimudeleid ja koordineerida nende integreerimist kolleegide tööga. Ülevaatus ja märkmete lisamise etapid tagavad kõigi sisendi ehitusprojekti väljatöötamise ning nende valmisoleku selle realiseerimiseks, kui kontseptsioon on lõplikult välja töötatud ja liigub edasi ehitamisetappi.
5. **Simuleerimine ja visualiseerimine:** BIMi eeliste seas on ka aina suurenev simulatsioonivahendite arv, mis võimaldavad projekteerijatel visualiseerida näiteks päikesevalgust erinevatel aastaaegadel või arvutada välja ehitise energiatõhusus. Tarkvara võime rakendada füüsikale ja heale tavale põhinevaid seaduspärasusi täiendab projekteerijate ja teiste projektimeeskonna liikmete jõupingutusi. Tarkvara suudab maksimaalse tulemuslikkuse tagamiseks läbi viia palju rohkem analüüsi ja modelleerida, kondenseerides teabe ja seaduspärasused teenuseks, mis on rakendatav ühe nupuvajutusega.
6. **Probleemide lahendamine:** BIMi tööriistad võimaldavad automaatselt tuvastada erinevate elementide – näiteks talasse suunatud elektrijuhtide või torude – vahelisi konflikte. Kõigi seesuguste nüansside kohe alguses modelleerimise abil avastatakse vastuolud juba varakult ja väheneb kulukate objektide avastatud vastuolude esinemissagedus. Mudel tagab ka objektiivselt valmistatud elementide täiusliku sobivuse ning seesugused elemendid on objektile valmistamise asemel lihtsalt kergesti oma kohale monteeritavad.
7. **Töötappide järjestamine:** kõigi ehitustööde etappide mudel ja täpne alammodellide kogum seavad järjekorda iga järgmise etapi sammud ja vajalikud materjalid ja tööjõu, et ehitamisprotsess oleks efektiivsem. Animatsioonidega täiendatud mudel hõlbustab etappide ja protsesside omavahelist koordineerimist, pakkudes välja prognoositava tee ootuspärase tulemuse saavutamiseks.
8. **Sukeldumine üksikasjadesse:** mudel on suurepärane lõpp-punkt suure hulga teabe edastamiseks, ent projektimeeskonnaga tuleb jagada ka tavapäraseid planeerimis-, tööosade ja ehitustööde kulgemise ning muid aruandeid. Need lisalehed võimaldavad automatiseerimise ja kohandamise tööriistade abil säästa väärtuslikku projekteerimisajaga.
9. **Täiuslik esitus:** kuna kogu projekteerimistöö viiakse läbi olemasoleva situatsiooni jäädvustamise ja muutmise alusel, on mudel parim kommunikatsioonivahend projekti ulatuse, etappide ja tulemuste edastamiseks. Kuna projekt on täielikult 3D-formaadis, saab kiiremini luua ka muljetavaldavaid vaateid ja simulatsioone, mida saab kasutada äripindade müümiseks või ametiasutustelt vajalike nõusolekute saamiseks.

- Kõigi protsesside ja väljundite standardiseerimise tuhinas on siiski unarusse jäänud koostööprotsessi lihtsustamine ja projekti keerukuse minimeerimine. Mudeli kasutusvaldkondades kasutatakse projekti eesmärkide projekti tulemusteks tõlkimiseks struktureeritud keelt, mis muudab selgemaks teenuste hankimise ja tulemuste tõhustamise.



Kõikehõlmava mudeli kasutusvaldkondade loetelu koostamise – ja avalikult jagamise – peamine eesmärk on projekti keerukuse vähendamine, milleks:

- tuvastatakse projekti väljundid: kui projekti eesmärgid on välja selgitatud, pakuvad mudeli kasutusvaldkonnad struktureeritud keele pakkumistaotluste (RFP), kvalifitseerimiselsete küsimuste (PQQ), tellija infonõuete (EIR) ja muude seesuguste dokumentide koostamiseks;
- määratletakse, missugune teave on vaja välja selgitada: mudeli kasutusvaldkonnad võimaldavad jaotada erinevaid pädevusi, mille üksikisikud, organisatsioonid ja meeskonnad peavad omandama;
- hinnatakse võimekust/küpsust: mudeli kasutusvaldkonnad on kasutatavad tulemuslikkuse alaste sihtidena, mille abil saab mõõta projekti huvigruppide võimekust või neid eelkvalifitseerida;

- määratakse kohustused: mudeli kasutusvaldkonnad võimaldavad viia projektimeeskonna ja töömeeskonna võimed kokku konkreetse mudeli kasutusvaldkonnaga ja määrata kohustused;
- ületada projektiga seotud sektorite vahelised semantilised lüngad: mudeli kasutusvaldkondade seas on mitmete infosüsteemide väljundeid – BIM, GIS & Geographical Information System), PLM (Product Lifecycle Management) ja ERP (Enterprise Resources Planning) – ning need aitavad ühendada erinevate üksteisest sõltuvate sektorite (nt georuumiline, ehitus ja tootmine) vahelised semantilised lüngad.

BuildingSMART-i kohaselt „täpsustab IFC vaate määratlus ehk mudeli vaate määratlus IFC skeemi alarühma, mis on vajalik ühe või mitme AEC-sektori teabevahetusnõude täitmiseks“. NBIMS-i kohaselt on „teabedastuse käsiraamatu (IDM) (buildingSMART-i protsessid) ja mudeli vaate määratluse (MVD) eesmärk täpsustada, missugust teavet iga teabevahetussenaariumi korral edastatakse, ja kuidas siduda see IFC-mudeliga“. Praegu on ametlike MVD-de kaudu määratletud vaid vähesed mudeli vaated ning BIMi tarkvara töövahendid on kasutusele võtnud veelgi vähem MVD-sid. Sõltumata sellest, kui palju MVD-sid on kasutusel praegu, määratletakse tulevikus või rakendatakse tarkvaraarendajate poolt, on esmalt ja eraldiseisvalt tarvis kõikehõlmavat mudeli kasutusvaldkondade loetelu. Seda seetõttu, et:

- mudeli vaate määratlused on ühest küljest selgelt mõeldud tavapärasele kasutusele tugineva arvutitevahelise teabevahetuse standardiseerimiseks;
- teisalt on mudeli kasutusvaldkonnad mõeldud inimeste vahelise ja inimese ja arvuti vahelise (HCI) interaktsiooni lihtsustamiseks. Mudeli kasutusvaldkondade peamine eesmärk ja eelised – nagu 1. jaotises kirjeldatud – ei seisne tarkvaravahendite tõhustamises, vaid projekti huvigruppide vahelise kommunikatsiooni hõlbustamiseks ja kliendi/tööandja, projekti tulemuste alaste nõuete ja meeskonna pädevuse ühendamises.

Määratleda saab kümneid või isegi tuhandeid mudeli kasutusvaldkondi (MU-d), mis väljendavad modelleeritud või modelleeritavat teavet. Oluline on siiski välja selgitada nende minimaalne toimiv arv (mitte rohkem ega vähem), mis võimaldab saavutada kaks näiliselt vastandlikku eesmärki: teabe täpne edastamine ja paindlik kasutus.

Kui mudeli kasutusvaldkondi on liiga vähe, on nende määratlused teabe täpse edastamise tagamiseks liiga laiad, ebatäpsed ja vähemal määral järgmise astme kasutusvaldkondade vahel jagatavad. Kui mudeli kasutusvaldkondi on liiga palju, on nende määratlused liiga kitsad, tegevused/kohustused kattuvad ja see põhjustab segadust. Vajame mudeli kasutusvaldkondade jaotust, mis „täpselt paras“ on tõhusa kommunikatsiooni ja rakendamise tagamiseks.

Kasutamise paindlikkuse tagamiseks ja selleks, et mudeli kasutusvaldkondi saaks rakendada mitmesugustes erinevates kontekstides, ei tohi mudeli kasutusvaldkonnad sisaldada mitmesuguseid kasutajate ja turgude lõikes erinevaid kvalifikatsioone. Selle tagamiseks määratletakse mudeli kasutusvaldkonnad kasutajast, sektorist, turust, faasist, prioriteetsusest ja hõlmatud tegevustest sõltumatult:

- ✓ mudelite kasutusvaldkonnad määratletakse projekti elutsükli faasidest sõltumatult ja on seega huvitatud isiku BIMi kasutamise võimalustest sõltuvalt rakendatavat igas ja kõigis projekti faasidest;
- ✓ mudeli kasutusvaldkonnad määratletakse sõltumatult nende rakendamise viisidest: see võimaldab neid järjekindlalt kasutada nii projekti hankes, oskuste arendamisel, organisatsioonilisel rakendamisel, projekti hindamisel ja isiklikus õppimises;
- ✓ mudeli kasutusvaldkonnad määratletakse vaikumisi määratletava prioriteetsuseta: see võimaldab iga konkreetse projekti huvigruppidel määrata MU-de prioriteetsused;
- ✓ mudeli kasutusvaldkonnad ei ole vaikumisi määratud konkreetsete valdkondade rollidele: see võimaldab jagada vastutust jagada erinevate mudeli kasutusvaldkondade eest vastavalt projektis osalejate kogemustele ja mõõdetud võimalustele.

Järgmine mudeli kasutusvaldkondade loetelu on välja töötatud kahe nimetatud eesmärgi – täpsuse ja paindlikkuse – ühendamise ja nendevahelise tasakaalupunkti väljaselgitamise teel.

Mudeli kasutusvaldkonnad



0.4 Avatud BIMi tööriistad ja standardformaad

Üks ehitusinformatsiooni modelleerimise peamisi eeldusi on projekti eraldiseisvatel tasanditel osalevate erinevate isikute vaheline lihtne ja turvaline andmevahetus (koostalituse põhimõte). „Avatud BIMi strateegia“ toetab läbipaistvat, avatud töövoogu, mis võimaldab projektimeeskonna liikmetel töös osaleda sõltumata sellest, missuguseid tööriistu nad kasutavad, ja loob ühtse keele laialdaselt viidatud protsesside jaoks, mille abil sektor ja valitsusasutused saavad projekte hankida läbipaistvatel äriarvestustel, võrreldava teenuste hindamise alusel ja tagatud andmekvaliteediga.

Avatud BIM pakub projekti kohta püsima jäävaid andmeid, mida saab kasutada terve vara elukaare jooksul – seega ei ole tarvis samu andmeid mitu korda sisestada ja vältitakse sellest tingitud vigu. Väikesed ja suured (platvormipõhised) tarkvaramüüjad saavad süsteemis osaleda ja võistelda sõltumatute, „omalaadsete seas parimate“ teenuste osutamisel. Avatud BIM elavdab toote pakkumise poolt kasutaja nõudmiste täpsemate otsingute läbi ja viib toote andmed otse BIMi.

Spetsiifilistes sektorites – nt projekteerimis- ja ehitussektoris – andmete haldamiseks ja töötlemiseks välja töötatud spetsiaalsed tarkvaralahendused ei olnud teineteisega integreeritavad. BIM aga nõuab ristlõikeliselt projekti ja protsessi teabe maksimaalset ligipääsetavust kõigile osapooltele.

Lahendus, mis võimaldab tagada kõigile kasutajatele juurdepääsu andmetele, kannab nime IFC. IFC (väljendi „Industry Foundation Classes“ ehk „sektori alusklassid“) on buildingSMART-i välja töötatud rahvusvaheline standard, mida kasutatakse populaarseimates projekteerimistarkvara lahendustes. Ühelt poolt võimaldab IFC projekteerijal alati kasutada talle tuttavaid tööriistu, teisalt võimaldab see projekti andmete kasutamist ja taaskasutamist nende teiste, töö konkreetsete aspektidega (struktuuriline, juhtimine, ehitus jms) tegelevate huvigruppide tarkvaraplattformidega sidumise teel.

Standardiseerimise aluseks oli vajadus lahendada tööstusliku ja tehnilise iseloomuga probleemid ja selle eelised on:

- ✓ ärialased eelised: tagab võimalikult tõhusa äritegevuse, suurendab tootlikkust ja aitab ettevõtetel pääseda uutele turgudele;
- ✓ tarnijate ja klientide väiksemad kulud: optimeerib tegevuse, lihtsustab projekti ja vähendab projektile kuluvat aega ning jäätmete hulka;
- ✓ suurem kliendirahulolu: aitab parandada kvaliteeti, suurendada kliendirahulolu, veenda kliente toodete/teenuste piisavas kvaliteedis ja ohutuses ning keskkonnasõbralikkuses;
- ✓ klientide ja kogukonna huvide kaitse: heade tavade jagamise tulemus on paremate toodete ja teenuste väljatöötamine;
- ✓ juurdepääs uutele turgudele: aitab vältida kaubandustõkkeid ja avab globaalseid turge;
- ✓ suurem turuosa: aitab suurendada tootlikkust ja konkurentsieelist (aitab luua uusi äri võimalusi ja säilitada olemasolevaid);
- ✓ suurem turu läbipaistvus: viib ühtse mõistmise ja lahendusteni;
- ✓ keskkonnavalused eelised: aitab vähendada negatiivset keskkonnamõju.

Standardiseerimise korraldus jaguneb kolmele tähtsamale tasandile: riiklik, regionaalne ja rahvusvaheline. Euroopa Liidu tasandil on ehitiste energiatõhususe direktiiviga sätestatud terviklik standardiseerimise raamistik:

On laialdaselt teada, et ehitussektoril on säästva arengu saavutamisel äärmiselt tähtis roll. Seetõttu on rahvusvahelisel tasandil ja Euroopas välja töötatud süsteemid säästlike ehitiste kirjeldamiseks, mõõtmiseks, hindamiseks ja sertifitseerimiseks. Standardi CEN/TC350, „Ehitiste säästlikkus“, eesmärk on sätestada Euroopa Liidus ehitiste säästlikkusele kehtivad eeskirjad:

EN 15643-1: 2010 – üldine raamistik:

- üldised põhimõtted, -nõuded ja suunised ehitiste säästlikkuse hindamiseks;
- hindamisel mõõdetakse hinnatavate ehitiste panust säästliku ehituse ja säästva arengu tagamisse;
- kohaldub kõigile ehitiste tüüpidele (uutele ja olemasolevatele ehitistele).

EN 15643-2:2011 – raamistik keskkonnatõhususe hindamiseks:

- pakub spetsiifilised põhimõtted ja nõuded ehitiste keskkonnatõhususe hindamiseks;
- hindamine on elukaarepõhine;
- keskkonnanäitajaid väljendatakse kvantifitseeritud näitajate kaudu (näiteks maa- ja veeressursside happelisus, mageveevarude kasutamine, mitteohtlike jäätmete käitlemine);
- kohaldub igat tüüpi ehitistele (uutele ja olemasolevatele ehitistele).

EN 15643-3:2012 – raamistik sotsiaalse tõhususe hindamiseks:

- pakub spetsiifilised põhimõtted ja nõuded ehitiste sotsiaalse tõhususe hindamiseks;
- keskendub ehitise aspektide ja mõjude hindamisele, mida väljendatakse kvantifitseeritavate näitajate kaudu;
- näitajad integreeritakse järgmistesse kategooriatesse: juurdepääsetavus, kohandatavus, tervishoid ja mugavus, mõjud naabruskonnale, hooldamine, ohutus/turvalisus, materjalide ja teenuste hange ja huvigruppide kaasamine;
- kohaldub igat tüüpi ehitistele (uutele ja olemasolevatele ehitistele).

EN 15643-4:2012 – raamistik majandusliku tõhususe hindamiseks:

- pakub spetsiifilised põhimõtted ja nõuded ehitiste majandusliku tõhususe hindamiseks;
- puudutab kulusid ehitise elukaare lõikes ja muid majanduslikke aspekte, mida väljendatakse kvantitatiivsete näitajate kaudu;
- hõlmab ehitise asukoha piirkonna ehitusaluse keskkonnaga seotud majanduslikke aspekte;

- kohaldub igat tüüpi ehitistele (uutele ja olemasolevatele ehitistele).

EN 15978:2011 – ehitiste keskkonnatõhususe hindamine – arvutamismeetod:

- ehitiste keskkonnatõhususe hindamine, pakub vahendid hindamise tulemuste registreerimiseks ja edastamiseks;
- hindamine hõlmab kõiki ehitise elukaare etappe ja põhineb toote keskkonnadeklaratsioonist (EPD) saadud andmetele ja muudele hindamise läbiviimiseks vajalikele ja asjakohastele andmetele;
- hõlmab kõiki ehitusega seotud ehitustooteid, protsesse ja teenuseid, mida ehitise elukaare raames kasutatakse;
- kohaldub igat tüüpi ehitistele (uutele ja olemasolevatele ehitistele).

EN 16309: 2014 – sotsiaalse tõhususe hindamine – arvutamise metodoloogia:

- sätestab spetsiifilised meetodid ja nõuded ehitiste sotsiaalse tõhususe hindamiseks;
- kõnealuses esimeses versioonis keskendub säästlikkuse sotsiaalne mõõde ehitise kasutamise etapi aspektide ja mõjude hindamisele, mille väljendamiseks kasutatakse järgmisi kategooriaid: juurdepääsetavus, kohandatavus, tervishoid ja mugavus, mõjud naabruskonnale, hooldamine ja ohutus/turvalisus;
- kehtib igat tüüpi uutele ehitistele (uued ja olemasolevad ehitised).

EN 15804: 2012 – toote keskkonnadeklaratsioon:

- sätestab toote keskkonnadeklaratsiooni (EPD) väljatöötamiseks tootekategooriate eeskirjad (PCR);
- kehtib kõigile ehitustoodetele ja ehitusteenustele;
- EPD-d väljendatakse informatsioonimoodulites, mis võimaldavad andmepakette toote elukaare ajal kergesti organiseerida ja väljendada;
- EPD-d jagunevad hõlmatud elukaare etappide alusel kolme tüüpi: „hällist väravani“, „hällist väravani variantidega“ ja „hällist hauani“.

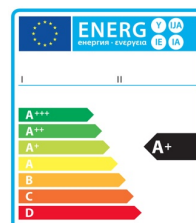
EN 15942: 2013 – toote keskkonnadeklaratsioonid – ettevõtete vahelise kommunikatsiooni formaat:

- kirjeldab standardis EN 15804: 2012 määratletud teabe edastamise formaati, et tagada teabe järjepideva edastamise kaudu ühtne arusaam;
- suunatud ettevõtete vahelisele kommunikatsioonile (B2B);
- kohaldub kõigile ehitiste ja ehitustööga seotud ehitustoodetele ja -teenustele.

CEN/TR 15941: 2011 – toote keskkonnadeklaratsioonid – üldandmete valimise ja kasutamise metodoloogia:

- see tehniline aruanne toetab toote keskkonnadeklaratsioonide (EPD) väljatöötamist;
- annab EPD koostamisel osalevatele spetsialistidele ja kontrollidele suuniseid erinevat tüüpi üldandmete valimiseks ja kasutamiseks;
- eesmärk on suurendada järjepidevust ja võrreldavust.

Keskkonnamärgised annavad klientidele ja tarbijatele täpset ja kasulikku teavet toodete ja teenuste keskkonnasäästlikkuse kohta. Keskkonnamärgis võib seisneda väga lihtsas lauses, graafilises kujundis või mõlema kombinatsioonis. Olemas on kohustuslikud märgised nagu ELi energiamärgis või ehitise energiasertifikaat. Olemas on ka vabatahtlikud märgised nagu ELi ökomärgis ja toote keskkonnadeklaratsioonid. Kohustuslikke keskkonnamärgiseid reguleeritakse seaduste ja määrustega. Nende eesmärk on tavaliselt esitada klientidele olulist keskkonnavalast teavet ja reklaamida mõnede keskkonnavalaste aspektide osas parimaid tooteid ja teenuseid.



Kohustuslik keskkonnamärge on näiteks ELi energiamärkis energiaga seotud toodetele. See märkis hõlmab teavet mistahes kasutamise käigus energiakulu mõjutava toote energiatarbe ja muude toimivuse alaste omaduste kohta. ELi energiamärgiseid väljastatakse muuhulgas lampidele, valgustitele, kliimaseadmetele, televiisoritele, pesukuvatitele, pesumasinatele, nõudepesumasinatele, külmutusseadmetele, tolmuimejatele, soojapuhuritele ja veeboileritele.

Ehitiste energiatõhususe sertifitseerimine on kohustuslik kõigis ELi riikides. Ehitise energiaklassi võib kasutada selle reklaamimisel ostjatele või üürnikele ehitise energiatõhususe alase teabe edastamiseks.

Vabatahtlikud keskkonnamärgised jagunevad kolme tähtsama tüübi alla:

- vabatahtlikult edastatud keskkonnavaline teabe: seda esitavad tootjad, kes soovivad tarbijatele teatada, et nende toode on teistest konkreetse keskkonnavalase aspekti osas parem. Klientidele usaldusväärsena mõjumiseks peavad seesugused väited vastama rahvusvahelises standardis ISO 14021 sätestatud nõuetele.
- keskkonnamärgiste väljastamise programmid: tootele või teenusele väljastatakse rea programmi haldaja poolt sätestatud kriteeriumite täitmise alusel märk või logo. Klientidele usaldusväärsena mõjumiseks peavad seesugused programmid vastama rahvusvahelises standardis ISO 14024 sätestatud nõuetele.
- keskkonnasõbraliku toote deklaratsioonid: klientidele esitatakse rida toote või teenuse elukaart puudutavaid andmeid, mis kirjeldavad selle keskkonnavalaseid aspekte. Klientidele usaldusväärsena mõjumiseks peavad seesugused deklaratsioonid vastama rahvusvahelises standardis ISO 14025 sätestatud nõuetele.



Lae alla EL märgise näidis
tolmuimejale



Lae alla EL märgise näidis
õhukonditsioneerile



Lae alla energiasertifikaadi näidis Eesti hoonetele



ISO standardite kohaselt ei tohi kasutada ebamääraseid ega mittespetsiifilisi deklaratsioone, sest need on eksitust tekitavad.

ELi ökomärkis on üks vabatahtlikest keskkonnamärgistest. ELi ökomärgisega tähistatakse tooted ja teenused, mille keskkonnamõju on terve elukaare madalam raames, tooraine kogumisest tootmise, kasutamise ja ringlusest eemaldamiseni. ELi ökomärkis eraldatakse toodetele ja teenustele, mis vastavad vastavale tootekategooriale sätestatud keskkonnavalastele nõuetele.

0.5 ÜIK (ühtne infokeskkond)

ÜIK – ühtne infokeskkond – on üldjuhul pilvepõhine rakendus, mida saab kasutada kõigis seadmetes (arvuti, tahvelarvuti ja nutitelefoni) ja millest saab ühemõttelisel ja struktureeritud viisil hallata projekti juhtimiseks vajalikku teavet. ÜIK võimaldab levitada teavet ja luua väärtusi tervele vastastikuse koostööprotsessi võimaldamises osalevate kasutajate ahelale.

Peamised ÜIK alla kuuluvad valdkonnad on: dokumendihaldus, ülesannete haldus ja varade haldus, mis kõik võivad nõuetekohaselt BIMi protsessi integreerimise korral muuta mistahes protsessi efektiivsemaks ja võimaldada selle tõhusamat haldamist.

Parimate tulemuste saavutamiseks tuleb strateegilisi valikuid töö õigel viisil haldamiseks ette näha ja jagada võimalikult varakult. Lisaks tuleb kõiki valikuid ja teavet nende alusel kavandatud tegevuste kohta jagada reaalselt, et kõik kaasatud isikud saaksid omavahel ulatuslikult koostööd teha. Ka selles osas tagab ÜIK kasutamine teabevahetuses suurema tõhususe ja edukama koostöö kõigi otsustamisprotsessis osalevate kasutajate vahel.

ÜIK kasutuselevõtt võimaldab ületada ka geograafilised barjäärid ning luua näiteks laiendatud tööühemusi, ka erinevates riikides või kontinentidel. ÜIK pakutav kaugkoostöö võimalus ühise tehnoloogiaplatvormi kaudu lubab luua juhtimiskulude vähendamise läbi uusi äriühemusi.



Eduka ühtse infokeskkonna rajamise kuus tähtsamat punkti on:

1. **Õige meeskonna valimine:** projektimeeskonda tuleb valida liikmed, kellel on vajalike tegevuste läbiviimiseks vajalikud oskused ja kes on motiveeritud projekti eesmärkide saavutamiseks koostööd tegema. Motiveeritud ja õige ettevalmistusega meeskond on edu võti.
2. **Ülesannete ja kohustuste sõnastamine:** projektis osalevad ja ühtset infokeskkonda kasutavad meeskonnaliikmed peavad tegutsema vastavalt neile määratud ülesannetele ja täitma vastavalt oma pädevusele erinevaid ülesandeid ja vastutama erinevatel tasanditel. Kõigile tuleb määrata ühtse infokeskkonna kasutamiseks õige profiil. Ühtse infokeskkonna õige seadistamine võimaldab meeskonna liikmetel oma vajadused optimeerida. Ühtse andmekeskonna nõuetekohase ülesseadmisega ei tohi kiirustada.
3. **Töövoogude määratlemine:** tuleb selgelt otsustada, kes mida teha võib, nt kes pääseb ligi teatud tüüpi teabele või dokumentidele, missugused eeskirjad tuleb kinnitada teatud dokumentide kasutamiseks ja tegevuste elluviimiseks.
4. **Ühtne keel ja andmete kättesaadavus:** määratleda tuleb ühtne keel, nt missuguseid failiformaate kasutada, võttes arvesse, et peaaegu kõik rahvusvahelised ja riiklikud standardid nõuavad geneeriliste ja avatud formaatide kasutamist. Teave, mis peab olema kättesaadav alati ja kõikjal, tuleb teha kättesaadavaks ka mobiilsetelt seadmetelt – valida tuleb lahendus, mis tagab nimetatud fundamentaalse õiguse.
5. **Andmete turvalisus on kõige tähtsam:** selleks, et andmed oleksid ööpäevaringselt kättesaadavad, peab ühtne infokeskkond olema pilvepõhine, mis tähendab, et tagada tuleb peaaegu 100% andmekaitse (100% ei ole kunagi võimalik). Andmete piisava turvalisuse tagamiseks peavad andmed ja kommunikatsioon olema krüptitud. Määratleda tuleb vähemalt kolme juurdepääsutasandiga mitmekesine juurdepääsusüsteem.
6. **BIMi kvaliteeditegur:** koos BIMiga ühtse infokeskkonna laadse tööriista kasutamine võimaldab säästa olulise summa raha, tagab usaldusväärse ülesehitusaja ja ehitiste tõhusama haldamise terve elukaare lõikes. Ühtses infokeskkonnas tuleb tagada ka juurdepääs teabele ja ühendatud BIMi mudelite kuvamine.

1. Moodul 1 – BIMi levik

Moodul 1 ei ole selle sihtgrupi puhul kohustuslik

2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine

2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõte

Ühtne infokeskkond (ÜIK) on tsentraalne hoidla, kus majutatakse ehitusprojektiga seotud informatsiooni. ÜIK sisu ei piirdu „BIMi keskkonnas“ loodud varadega ja hõlmab seega dokumente, graafilist mudelit ja mittegraafilisi varasid. Ühe informatsiooniallika kasutamine peaks parandama projekti liikmete vahelist koostööd, vähendama vigade arvu ja hoidma ära duplikaatide tekke. (Inglismaa olukord: ÜIK loomine on küpsuse tasandil 1 keskel kohal. See on koostöövahend, mida kirjeldatakse standardis BS-1192 hoidlana, mis võimaldab informatsiooni jagada kõigi projektiteeskonna liikmete vahel.)

Kõige tähtsam eesmärk on tõhustada projekti elluviimise aluseks oleva informatsiooni loomist, jagamist ja väljastamist. Ehitusprojektides ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) rakendamise südames on idee, et koostöö aitab saavutada paremaid tulemusi.

Ehitamisel kasutatakse paljude erinevate valdkondade esindajate oskusi ja ÜIK koondab kõigilt laiemas projektiteeskonnas töötavatelt inimestelt saadud teabe.

Ainult ühe informatsiooniallika kasutamise korral on selge, missugusele informatsiooni versioonile tuleb viidata. ÜIK peab täitma täiesti usaldusväärse „tõe“ allika rolli ja annab kõigile osalejatele mitmeid eeliseid:

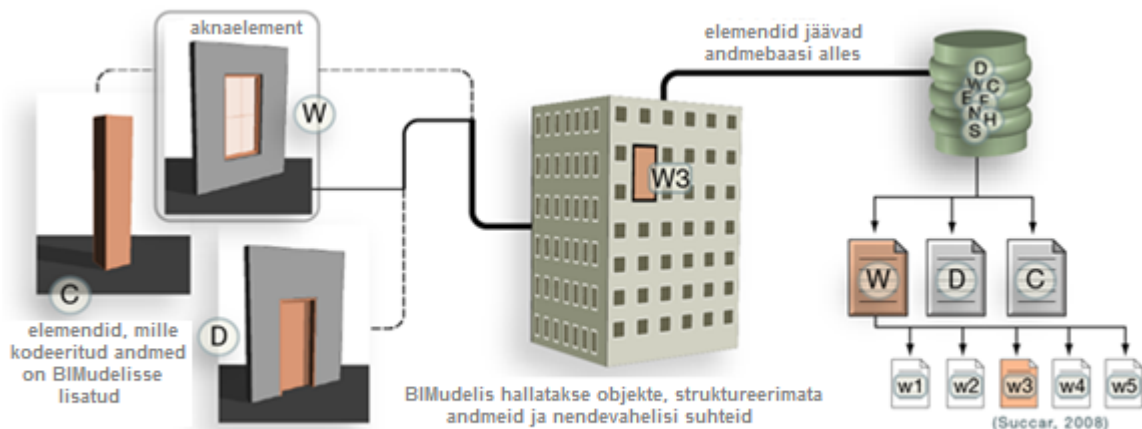
- Jagatud informatsiooni tulemuseks teaksid olema koordineeritud andmed, mis vähendab nii projektile kuluvat aega kui selle maksumust.
- Kõik projektiteeskonna liikmed saavad erinevate peamiste varade kombinatsioonide kasutamise läbi ÜIK abil luua oma töös vajalikke dokumente/vaateid ning olla kindlad, et kasutavad alati uusimaid varasid (mida kasutavad ka teised).
- Tsentraliseeritud mudeli kasutamise ideega kaasneb automaatselt ruumiline koordineeritus.
- Eeldades, et osalejad kasutavad informatsiooni jagamisel sätestatud protsesse, peaks juba esimene tootmisinformatsioon olema korrektne.

Kõigi mudelite ja modelleerijate puhul ei ole tegemist BIMiga. Ehkki ehitusinformatsiooni modelleerija mõiste ei ole sõnaselgelt defineeritud ja puuduvad vastavasisulised katuslepingud, kasutavad nii teadlased kui tarkvaraarendajad väikseimat ühist nimetajat.

See vaikimisi sätestatud ühine nimetaja on BIMi mudelite (ehitusinformatsiooni mudelite) tehnoloogiliste ja protseduuriliste omaduste kogum, kusjuures need omadused:

- peavad olema kolmemõõtmelised;
- peavad koosnema objektidest (kolmemõõtmeline modelleerimine – objektikeskne tehnoloogia);
- peavad olema varustatud kodeeritud ja integreeritud valdkonnapõhise teabega (pelgalt andmebaasist ei piisa);

- objektide vahel peavad olema lõimitud suhted ja hierarhiad (reeglid ja/või piirangud: seina ja ukse vahelise suhte laadsed, mille puhul uks loob seina avause);
- kirjeldavad teatud tüüpi ehitist.

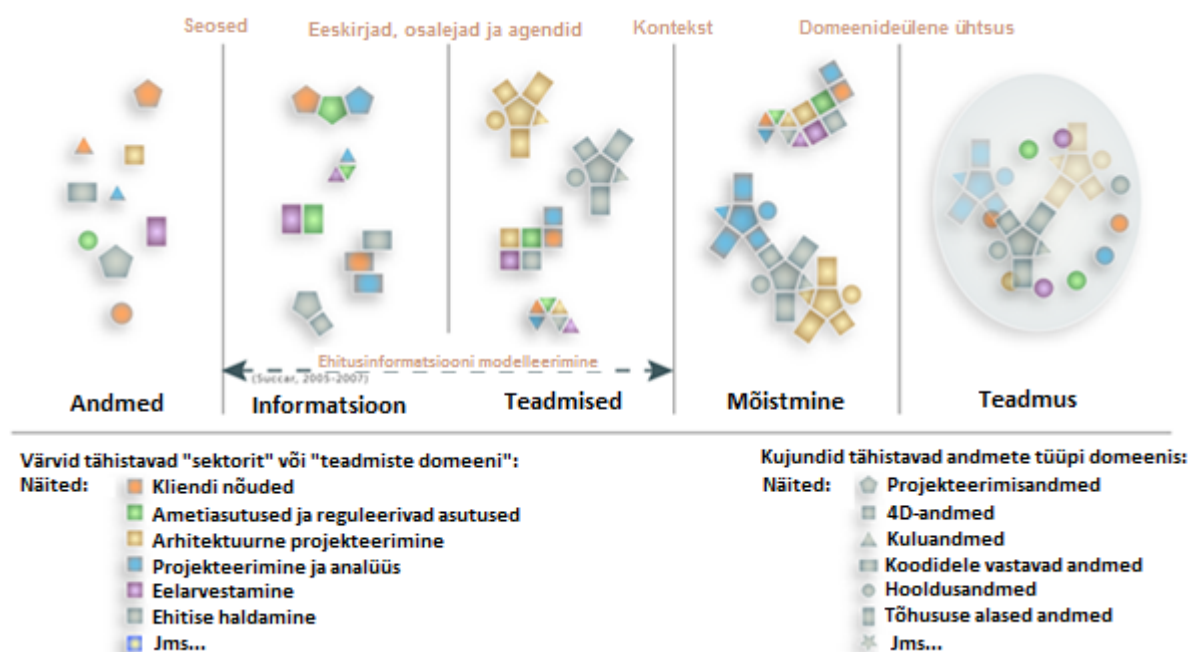


BIMi modelleerijad ei kujuta ega kodeeri ka konkreetse sektori raames (arhitektuur, projekteerimine või ehitus) kõiki sektoris kasutatavaid teadmisi. Kõnealuse küsimuse teisel viisil selgitamiseks peame esmalt lahti seletama, mida „info“ ehitusinformatsiooni modelleerimises tegelikult tähendab. Aru saada tuleb viiest tähenduse tasemest:

- Andmed on esmased tähelepanekud ja kogutav materjal. Andmed on nähtavad ja kogutavad;
- Informatsioon tähendab teiste andmete või kontekstiga seotud andmeid. Informatsioon on nähtav ja väljendatav (esalt koguge, siis väljendage);
- Teadmised seavad informatsioonile eesmärgi. Teadmised väljendavad regulaarsust. Teadmised on nähtavad, väljendatavad ja rakendatavad;
- Mõistmine on nähtuse ülekandmine ja selgitamine kontekstis. Mõistmine on nähtav, väljendatav, teostatav ja õpetatav;
- Tarkus on heterogeensetes domeenides esinevate nähtuste põhine tegutsemine. Tarkus on nähtav, väljendatav, teostatav ja õpetatav erinevates valdkondades ja kontekstides.

Ehitusinformatsiooni modelleerimine puudutab ainult andmeid ja informatsiooni, ehkki mõned müüjad sooviksid BIMi modelleerijaid reklaamida teadmistepõhiste lahendustena. Vastavalt ülaltoodud definitsioonidele ja eeldades, et eesmärgid on sünonüümsed kodeeritud eeskirjadega, võivad BIMi mudelid olla teadmistepõhised mudelid või süsteemse mõtlemise põhised mudelid.

BIMi modelleerijate abil saab jagada vähest või suurt osa meeleheitel sektorites kasutatavatest andmetest. Optimaalne BIMi modelleerija võimaldab kuvada, arvutada ja jagada kõiki erinevate valdkondade vahel vajalikke andmeid ilma, et sellega kaasneks kadusid või konflikte töövoos. See võimalus või selle puudumine on kasutatava tehnoloogia, rakendatava protsessi ja kaasatud poolte (teadmiste kasutajate) funktsioon.



Eeldades, et kõik domeenid (sektor: arhitekt, projekteerija ja ehitaja) kasutavad erinevat BIMi modelleerijat, võidakse modelleerijate vahel andmeid jagada järgmistel viisidel:

1. **Andmevahetus:** kõik BIMi modelleerijad jäävad püsima muutumatul kujul, ent ekspordivad mõned „jagatavatest“ andmetest formaadis, mida teised BIMi modelleerijad saavad importida ja arvutustes kasutada (nt XML, CSV või DGN). See on väidetavalt aegunud andmevahetusmeetod, millega kaasneb kõige suurem andmete juhuslik kaotamine. Andmete kaotamine tähendab siin mittejagatavate andmete osakaalu kõigis BIMi mudelites kasutatavate andmete seas. Kõiki andmeid aga ei tohi või ei ole alati tarvis BIMi modelleerijate vahel jagada. Osaline andmevahetus võib olla (juhusliku andmete kaotaminekuga võrreldes) efektiivne meetod andmete jagamiseks.
2. **Andmete koostalitus:** koostalitus võib esineda paljudes erinevates vormides, siinkohal kirjeldatakse vaid ühte näidet. Failipõhise andmete koostalituse (mitte serveripõhise koostalituse) korral on üks selle andmevahetusmeetodi puhul esinev stsenaarium järgmine: BIMi modelleerija₁ genereerib IMudeli (koostalitusemudeli), mis imporditakse BIMi modelleerijasse₂, kus seda töödeldakse ja seejärel eksporditakse IMudeliks v.2 (versioon 2), mis imporditakse BIMi modelleerijasse₃, kus seda töödeldakse ja seejärel eksporditakse IMudeliks v.3, mis imporditakse... Modelleerijate, mudelite ja mudeli versioonide vahel kaotaminevate/juurde tekkivate andmete hulk sõltub modelleerija importimise ja eksportimise võimalustest ja koostalitussüsteemi omadustest (näiteks IFC). Seesuguse failipõhise koostalituse üks suur puudus on töövoog lineaarsus – jagatavat ei ole võimalik üheaegselt muuta erinevate valdkondade poolt.
3. **Andmeföderatsioon.** Hea andmeföderatsiooni näide on failide ühendamine: ühes BIMi mudelis sisalduvad andmed ühendatakse teises BIMi mudelis sisalduvate andmetega. Faile ei impordita ega ekspordita, ent BIMi modelleerijad (tarkvararakendused) suudavad neid lugeda ning kasutada ühendatud failides sisalduvaid andmeid arvutustes. Kaotaminev andmehulk sõltub loetavate või arvutustes kasutatavate andmete hulgast. Ka viitemudelid (RMudelid) on näide BIMi andmeföderatsioonist. RMudelid on eraldiseisvad või födereeritud mudelid, milles hoitakse linke süsteemiväliste andmehoidlate juurde – sarnaselt hüperlinkide ja veebilehtedega.

Sellega on tegemist näiteks aknast viiteobjektiga virtuaalse ehitise korral: BIMi mudelisse salvestatakse ainult tähtsamad parameetrid ja üksikasjalik informatsioon (väärtused) on vajaduse korral kättesaadavad süsteemivälisest hoidlast [3] (nt akna maksumus ja kättesaadavus reaalajas, paigaldusjuhend, hooldustööde teostamise graafik).

4. **Andmete integratsioon:** mõistet „integratsioon“ võib mõista mitmel erineval moel, näiteks on tegemist madalatasemelise võimega tarkvaralahenduste vahel andmeid vahetada. BIMi kontekstis tähendab integreeritud andmebaas võimalust ühtse mudeli valdkonna erinevate sektorite vahel informatsiooni jagada [4]. BIMi mudelis jagatavad andmed võivad olla arhitektuurilised, analüütilised (projekteerimisalased) ja juhtimisalased või seotud projekti, kulude või koodeksitega. Integreeritud BIMi mudeli tähtis omadus on valdkondadevahelise informatsiooni paigutamine ühte kohta, mis võimaldab neil ühes arvutipõhises raamistikus teineteisega suhelda.
5. **Andmete jagamise hübriidlahendus:** mistahes eespool kirjeldatud andmete jagamise vormide kombinatsioon. Enamus patentitud ja patentimata BIMi modelleerijatest kasutavad AEC-sektorites genereeritud informatsiooni koordineerimiseks informatsiooni jagamise meetodite hübriidlahendust.

Järgmises tabelis on välja toodud ühtses infokeskkonnas (ÜIK) jagatavate dokumentide loetelu:

Kliendi teavitamine ja tehnilised nõuded	Testide sertifikaadid
Kohtumised ja lepingud	Tooteohutuse alane teave / hädaolukorra protseduurid
Võlakirjad ja kindlustuslepingud (sh hoone lõplik hindamisaruanne kindlustamiseks)	Toote varuosad, tööriistad ja ressursid
Projekti etappide aruanded	Toote hooldamine / puhastamisprotseduurid / käsiraamat
Tehnilised aruanded (planeerimine, projekteerimine, keskkonnamõjude hinnang jms)	Toote paigaldusjuhend
Analüüsid, hindamised ja arvutused	Tootepartii / jälitamise andmed
Säästlikkuse sertifitseerimine, hindamine, avaldus, sertifikaat	Tehnilised andmed
Uuringud (topograafilised mõõdistamised, seisukoha uuring jne)	Toote keskkonnadeklaratsioon (EPD)
Koosolekute protokollid	Toote toimivusdeklaratsioon (DoP) ja CE-märgis
Projektfaili märkused	Euroopa tehnilised hinnangud (ETA)
Infopäringud (RFId)	Kokkulepete sertifikaadid (NSAI, BRE jms)
Meetodikirjeldused	Toodete tehnilised andmed
Kirjavahetus	Väikeste rikete loetelud ja kvaliteedikontrolli protseduurid
Meediamaterjal (fotod, pildid, esitlused, video jms)	Kontrollide kavad ja kontrollide dokumentatsioon
Reguleerivatele asutustele esitatud taotlused /sertifikaadid (planeerimine, ehitusjärelvalve, tuleohutus, erivajadustega inimeste juurdepääs)	Sertifitseerimiste ajakavad, võrdlusandmed, projektimuudatused, mittevastavused
Mittekohustuslikud taotlused / esitatud materjalid / sertifikaadid (LEED, BREEAM jms)	Nõuetele vastavuse sertifikaat / sertifikaadid / arvamused nõuetele vastavuse kohta
Mudelid (3D-mudelid, 2D-mudelid, liidetud mudelid, analüütilised mudelid)	Nõuded ehitusprojektile (testid, sertifikaadid, näidised jms)
Projekti joonised, tehnilised andmed, graafikud ja andmelehed	Projekteerimise vastutusmaatriks

Kulukavad ja kogusarved	Tervishoiu ja ohutuse alaste riskide hindamine ja ohutuskavad
Maksesertifikaadid	Teostusjoonised, tehnilised andmed, graafikud ja andmelehed
Lepingute lõpparuanded	Ehitus- / valmistamisjoonised, tehnilised andmed, graafikud ja andmelehed
Projektide kavad ja programmid	Esitatud tehnilised materjalid ja kinnitused
Kontrollide dokumentatsioon	Käikuandmise sertifikaat
Seadmete „vaikseseadmed“ (seadepunktid)	Tarnija garantii (osad)
Tarnija garantii (töö)	Tarnijaga sõlmitud lepingu andmed

2.2 BIMi mudeli mittegraafiliste andmete määratlus

Kui inimesed mõtlevad mudelist, tuleb neile ehk esimesena pähe geomeetria. See ei ole üllatav, sest mudeleid on juba sadu aastaid kasutatud projekteerijate kavatsuste väljendamiseks – need annavad edasi vormi, ruumi ja mõõtmeid.

Vaatamata sellele, et geomeetrilised ja graafilised andmed võimaldavad väljendada tellistest seinu laiust ja seinte kõrgusi, on teatud hetkel ehitustööde käigus siiski sügavamal tasemel teabe saamiseks vaja kirjasõna. Selles tekstikeskkonnas kirjeldame tellisseina omadusi, näiteks tihedust, tugevust ja päritolu, samuti kirjeldatakse just sõnade abil müüri ladumisel kasutatava segu ja ühendusmaterjalide tüüpe.

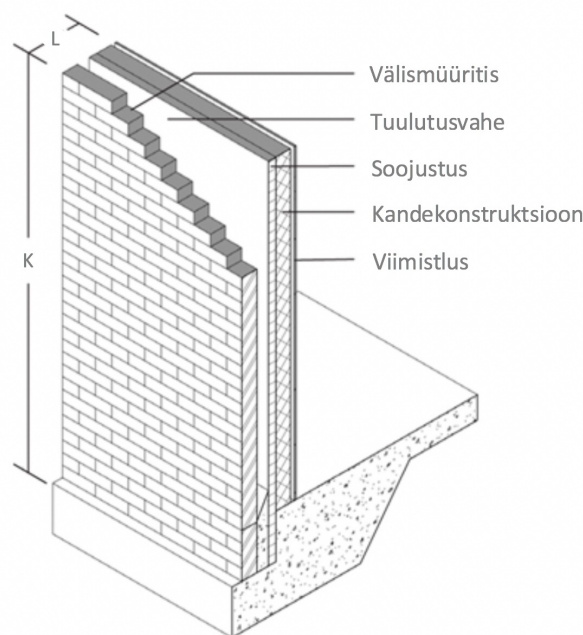
BIMi kontekstis otsime tegelikult rikkalikku infomudelit, mis hõlmaks lisaks graafilistele andmetele – näiteks geomeetria ja vormile – ka mittegraafilisi andmeid, näiteks nõudeid toimivusele ja sellega seotud dokumente, mis on esitatud tehniliste andmete või käsiraamatu kujul. Kirjalikus vormis tehnilised andmed ei ole uus nähtus, seda on kasutatud juba sajandeid. Siiski saame alles nüüd graafilise ja mittegraafilise teabe ühendamise teel „üldise pildi“.

Tänapäeval ei osta kliendid pelgalt füüsilist vara: nad omandavad ka teavet, tavaliselt digitaalsel kujul. Teabe kogus ja tase suurenevad läbi projekti elukaare liikudes. Näiteks varases strateegilise teabeedastuse etapis, kui klient hindab oma vajadusi, võib ta vajada teavet vaid ruumi ja vajalike tegevuste kohta. Kontseptsiooni etapis arendatakse see elementide/süsteemide projekteerimise kavatsuseks, et vastata tööandja infonõuetele (EIR). Seejärel arendatakse seda edasi projekteerimisfaasis mõeldes iga üleantava elemendi omadustele töökindlusele kehtivate nõuete osas. See võib olla seotud ehitise ruumivajadusega, välisseina elemendiga või uksestüsteemiga. Tehnilise projekteerimise etapis või vähemalt enne ehitustööde algust võib toote valimine sõltuda sätestatud tingimustest või selle võib delegeerida „töövõtja valikuna“ üldiste toote töökindluse alaste nõuete alusel.

Valitsuse „pehme maandumise“ suunistes soovitatakse ehitise kasutusel olemise tsüklile mõelda terve projekti elukaare raames. Kui vajalikud töökindluse alased tulemused ja käigushoidmise eelarve määratakse varases järgus, saab neid seejärel võrrelda tegelike töökindluse alaste tulemustega. Alates kontseptsiooni etapist võib mõelda töökindluse alastele kriteeriumitele, näiteks struktuuri töökindlusele ja vaheseinte süsteemile.

Mittegraafilised andmed
Töökindlus
Täpsuse tolerantsid (struktuuri töökindlus)
Nõuded projekti ehitamisele (kehtiv töövõtja projekteeritud komponendi korral)
Kasutusaeg
Tulekindlus
Struktuuri töökindlus, mõjud, mehaanilised ja elektrilised teenused, sõidukeid puudutav
Soojakadu (U-arv)
Täideviimine
Töö kvaliteet halva ilma korral
Puhtus
Viitematerjal ja näidispaneelid (töö kvaliteedi, materjali kvaliteedi jälgimiseks)
Spetsiifilised nõuded toote paigaldamisele (nt seinavahetuse soojustuse paigaldamine, silluste paigaldamine, uute ja olemasolevate seinte plokkidega ühendamine, segusse ilutelliste ladumine)
Toote omadused
Soojusjuhtivus
Külmumis- ja sulamiskindlus
Taaskasutusse võetud materjalid
Müüritise osade mõõtmete tolerantsid
Survetugevus

All on toodud tavapärase müüritise ehituslike üksikasjade ja selle mittegraafiliste andmete näide:



PAS1192-2 kohaselt nõutav teabe tase (LOI) määrab, kui palju mittegraafilisi andmeid tuleb esitada projekti erinevates etappides. Tooteandmete vorm (PDT) on struktureeritud tabelipõhine digitaalne failiformaat, mida toodete tarnijad ja valmistajad saavad kasutada projektimeeskondadele mittegraafiliste andmete esitamiseks (toote infolehenäht), et nad saaksid andmed projekti kaasata ja neid kasutada. Digitaalsetele andmetele „nime andmine“ on loomulikult väga tähtis, eriti, kui soovime, et arvutid tunneksid need ära, kontrolliks/ristkontrolliks nende vastavust projekti nõuetele ja seda paljude projektide lõikes. Siinkohal muutuvad väga oluliseks standardiseeritud klassifitseerimissüsteem ja rahvusvahelised „andmepäevikud“, mis võimaldavad kasutada kõigis riikides ühtseid „termineid“.

Ehitussektor on „dokumentide“ koostamise ja esitamisega harjunud: joonised, tehnilised andmed, graafikud, kogusarved, toodete kasutusjuhendid, sertifikaadid, garantiid, lepingud jms. Ehkki nende koostamiseks võidakse kasutada paljusid „digitaalseid tööriistu“, võib need tavaliselt teistele kasutamiseks esitada „staatilises“ formaadis, nt trükitud paberilehtedena, või skaneeritud pdf-dokumentidena. „Dokumentide“ probleem on see, et teabe leidmiseks tuleb dokumendid manuaalselt avada ja neid lugeda ja kuna tavaline projekt koosneb sadadest ja tuhandetest dokumentidest, võib see ülesanne olla väga aeganõudev (või võimatu). Lühemas perspektiivis vajame endiselt „dokumente“, ent mida võimsamaks ja paremini ühendatuks saavad arvutid, seda enam näeme trendi „andmete“ suunas, mis on digitaalsed, otsitavad ja hallatavad (neid saab uuendada, analüüsida, hinnata ja jälgida). Teatud „teavet“ võib olla raske või isegi võimatu salvestada „andmetena“, näiteks pikast tekstist koosnevaid kirjeldusi, sh käsiraamatuid, tehnilisi kirjeldusi ja aruandeid, või ametlikult „allkirjastatud“ dokumente, nt lepinguid ja sertifikaate. Dokumendid annavad edasi ka hoone arendamise protsessi dokumenteeritud ajaloolise „registri“, mitte ainult andmed hoone enda kohta.

Dokumendid peaksid olema hästi korraldatud ja indekseeritud ning selleks, et neist oleks kasu, tuleb neid hoida juurdepääsetavas süsteemis. Inimestel peab olema võimalik aru saada, et nad vaatavad õige dokumendi uusimat versiooni, muidu ei usalda nad edastatavat teavet. PAS1192-2 viitab ühtsele infokeskkonnale (ÜIK), mis on hästi hallatud tsentraalne andmehoidla, milles kasutatakse selget failide nimetamise eeskirja ja hoolikalt hallatud kinnitusi, et tagada dokumentide nõuetekohane kontrollimine ja lihtne leitavus.

2.3 EPC (energiatulemuslikkuse lepingu) hoolduskava

EPC (energiatulemuse leping) on hoone omaniku või kasutaja (sh avaliku sektori asutuste) ja energiatõhususe teenuseid pakkuva ettevõtte (ESCO) vaheline leping hoone energiatõhusamaks muutmiseks. Investeeringukulud katab tavaliselt ESCO või kolmas isik (näiteks pank) nii, et avaliku sektori asutus ei pea rahalisi kulusi tegema. ESCO saab tasu, mis on tavaliselt seotud garanteeritud energiasäästuga. Pärast täpsustatud lepinguperioodi lähedased energiatõhususe suurenemisega seotud säästud üle avaliku sektori asutusele. Energiatulemuse lepinguid sõlmitakse sageli hoonerühmadele, et lepingud oleksid potentsiaalsete investorite jaoks atraktiivsemad.

Lepinguperioodil teostatavad hooldustööd sõltuvad EPCs renoveerimisettepaneku teinud energiateenuseid osutavast ettevõttest. On tõestatud, et isegi liginullenergiahoone projektiga võivad kahel peamisel põhjusel kaasneda prognoositust suuremad kulud: esiteks võidakse ehitustööde käigus teha energiatõhusust vähendavaid muudatusi ja teiseks ei pruugi elanikud teada, kuidas tehnoloogiat kasutada, mis toob kaasa suuremad halduskulud. Mõlemal juhul leevendab BIMi kasutamine neid probleeme või isegi kõrvaldab probleemid. BIMi nõuetekohase rakendamise korral rajatakse koos füüsilise ehitisega selle virtuaalne kaksik, mis hõlmab kogu hooldamiseks vajalikku teavet. Lisaks saab kasutada ehitise funktsioonide, näiteks ehitise automaatikasüsteemi kaugjuhtimist, mis võimaldab hoonehalduril ebaõige kasutamise täheldamise korral alati sekkuda.

Lepingu lõppedes hakkab hoone hooldamise eest vastutama selle omanik, kes peab vajaduse korral kasutama kontrolli läbiviimiseks kvalifitseeritud tehniku teenuseid. Tõhus hooldamine sõltub objekti kontrollimise käigus tuvastatud anomaaliade analüüsist.

BIMi mudelid on osutunud hooldustegevuse toetamisel suurepäraseks töövahendiks, sest nende abil saab ühte kohta salvestada piisavalt teavet ning kasutajal on võimalik saada realistlikke väljavaateid ja täpseid jooniseid. Hoolduseks läbiviidava kontrolli käigus võimaldab põhjalikku andmebaasi hõlmav väljatöötatud rakendus kasutajal tuvastada kõik hoone komponentides esinevad anomaaliad, suunata need BIMi mudelisse ja siduda need automaatselt võimalike põhjuste, parandamismeetodite ja lehele üles laetud anomaalia fotoga. Seeläbi on võimalik suurendada tootlikkust ja vähendada probleemide esinemise sagedust. Pdf-formaati konverteeritud kontrollide andmed salvestatakse BIMi mudelis ja nendega saab tutvuda hooldustööde planeerimisel. Lisaks on uuritud BIMi modelleerimise ja visualiseerimistarkvara koostalitust seoses teabe säilitamisega, eelkõige IFC-formaadis.

Konkreetselt integreeritud tarkvara abil loodud interaktiivse kontrollitoimingute lehe peamine eesmärk on toetada kontrolli läbiviimist. Selle koostamisel kasutatud tarkvara koosnes teistel hoolduseesmärkidel välja töötatud andmetel. Selle töö käigus esitatud teave on seotud konstruktsiooni elemente – välisseinu, siseseinu, viilkatuseid – puudutavate anomaaliade, põhjuste, lahenduste ja parandamise meetoditega.

Seega võib hooldustehnik anomaalia täheldamise korral lasta andmebaasi tugiteenindusel täita kontrollilehed ja valida objektil tuvastatud anomaalia. Hiljem konverteeritakse täidetud kontrollileht pdf-formaati ja sisestatakse BIMi mudelisse. Mudelit tuleb pidevalt uuendada, et see toetaks täpselt ruumide remondi- ja hooldusplaane. Väljatöötatud arvutirakenduse kasutajaliidest kujutatakse alltoodud joonisel.

Kontrolli läbiviimise leht peab hõlmama teatud esialgset teavet, näiteks tehniku isikuandmeid, kontrolli läbiviimise kuupäeva ja hoone andmeid (aadress, linn, korruste arv, ehitusaasta jne). Enamus nimetatud andmetest valitakse ComboBoxi elementide seast, mis tähendab, et registreerimine toimub kiiresti. ComboBoxi element määratletakse tekstikasti ja loetelu kasti abil, mis võimaldab tekstikasti täita ühe rippmenüüs toodud variandiga.

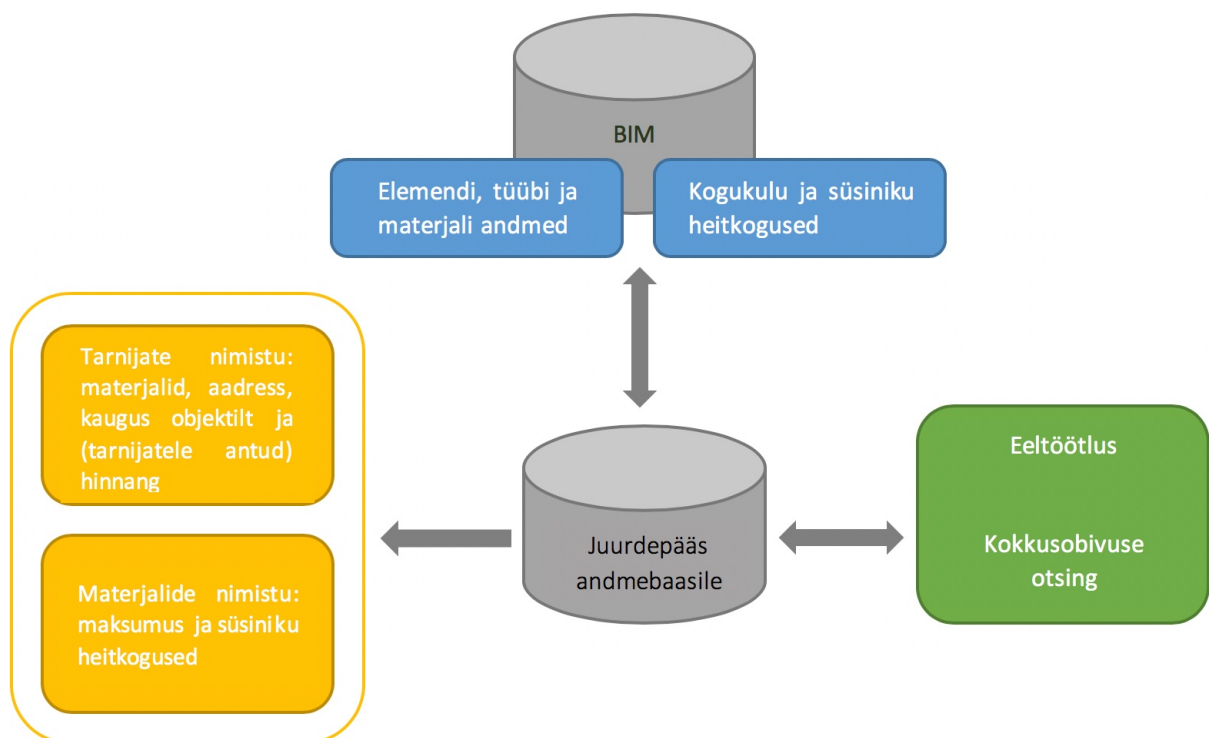
Rakendus võimaldab lisada ka objektile tehtud foto anomaaliast ja konverteerida lehel toodud andmed pdf-formaadis dokumendiks. Seesugused võimalused on kontroll-lehe koostamisel väga tähtsad, sest foto lisamine võimaldab kasutajal ära tunda anomaalia, selle raskusastme ja asukoha, ja pdf-formaati muundamine võimaldab kasutajal salvestada kontroll-vorm universaalses formaadis.

3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine

3.1 Materjalide ja toodete valimine BIM-iga

Materjalide ja toodete valimine on delikaatne protsess, mis sõltub tavaliselt mitmetest hinna või keskkonnaga seotud teguritest. See protsess muutub keerulisemaks, kui projekteerijad saavad valida mitmete erinevate ehitise elementide materjalide vahel ja iga kõiki variante pakuvad erinevad tarnijad, kelle valimise kriteeriumid võivad mõjutada projekti eelarvet ja vastavus keskkonnakaitse alastele nõuetele.

Aastate jooksul on hakatud aina enam aru saama vajadusest projekteerida ehitisi, mis on nii kulutõhusad kui keskkonnasõbralikud. Seesuguste ehitusprojektide keskkonnavaluste mõjude seas on keskkonda eralduva süsinikdioksiidi koguse ja hoone rajamiseks kuluva summaarse energiakoguse vähenemine ja siseruumide õhukvaliteedi paranemine. Projektile seatud eesmärkide täitmiseks seisavad projekteerijad tavaliselt silmitsi väljakutsega valida erinevate variantide ja alternatiivide seast kõige sobivamad materjalid ja tooted.



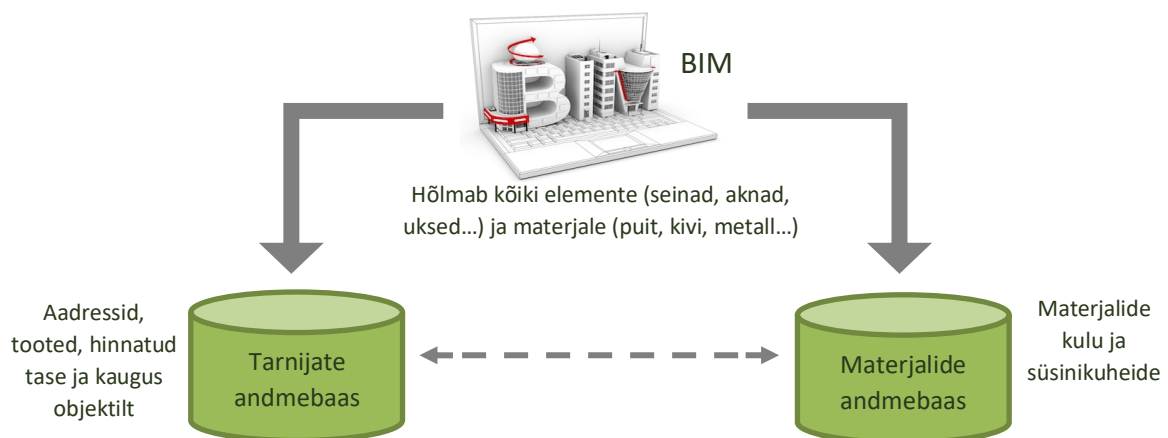
See otsus muutub keerulisemaks, kui iga variandi tarnib erinev tarnija. Lisaks võib iga konkreetse tarnija tase mõjutada erinevalt projektimeeskonna eelarvet ja keskkonnanõuetele vastavaust, näiteks hinna, materjalide ja teenuse kvaliteedi osas. Ehitusmaterjalid moodustavad teadaolevalt umbes 50% ehitustööde kogukulust. Uuringud on ka näidanud, et tarnija valimise kriteeriumitel on sellele kulule suur mõju. Samalaadne olukord esineb loodussõbralike ehitusprojektide loomisel, mille puhul on tähtsad ka näiteks lähedus objektile ja säästlikud materjalid. Siiski ei ole tehtud eriti palju tööd selleks, et selgitada välja nende kriteeriumite tähtsus materjalide valimisel otsuste tegemisel. Uurimused on ka näidanud, et tarnijat kaasamata ei pruugi otsustamisprotsessis optimaalne olla.

Tarnija valimise uurimine on arenenud ainult hinnakriteeriumi kasutamisest mitme kriteeriumiga probleemiks. Kõik kriteeriumid võivad sõltuvalt nende tähtsusest projekteerija jaoks avaldada mõju projekti eelarvele ja keskkonnamõjudele. Näiteks kui projekteerijale on tähtis materjali kvaliteet, on materjali ja projekti kulud suuremad, ja kui tarnija valitakse madalate kulude tõttu, võivad jääda mitterahuldavale tasemele muud kriteeriumid, näiteks materjali kvaliteet, kaugus ja keskkonnamõjud. Viimased võib mõjutada projekti summaarset süsiniku heitkogust ja transpordikulusid.

Hankijad peavad tarnijate andmebaasi, kelle tõhusust on teatud perioodi jooksul hinnatud. Kõige paremini sobiv tarnija valitakse tavaliselt nende kriteeriumite ja tegurite hindamise teel, mille eraldiseisvatel osakaaludel võib olla mõju iga variandi kasutamise hinnale ja keskkonnamõjudele.

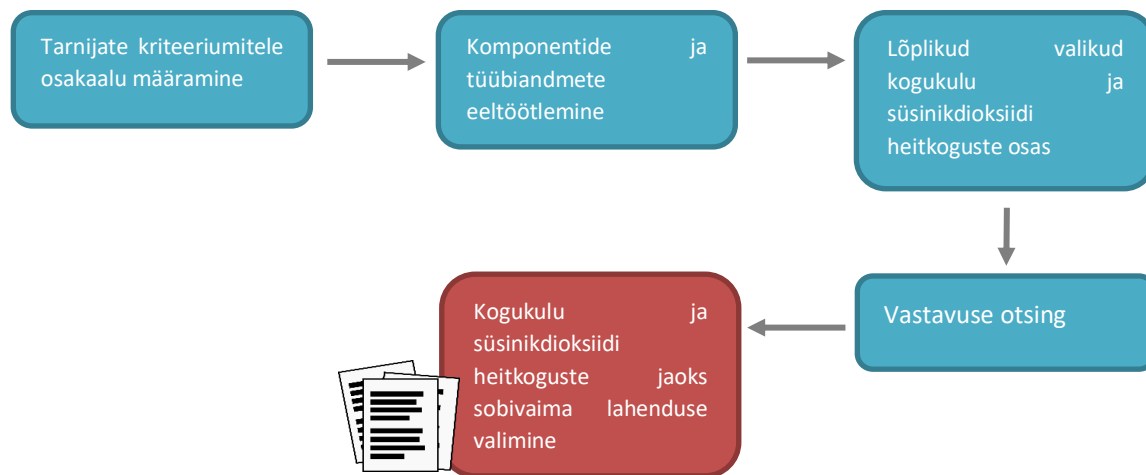
Toote valimisel tuleks arvesse võtta ka selle kasutusaja lõpuga seonduvaid kulusid. BIMi mudeli andmebaasi tuleks tähelepanelikult lisada taaskasutusse võtmise või ümbertöötlemise maksumus nii, et hooldustehnikud saaksid seda teavet kasutada seadmete või materjalide kõrvale jätmisel.

Alltoodud joonisel on toodud ülevaade informatsiooni voost mitmesuguste kirjeldatud raamistikku kuuluvate rakenduste vahel:



Alljärgnevalt selgitatakse mudeli etappe ja selles esinevate rakenduste rolle:

1. **Etapp 1 – BIMi mudel, ehitise elementide määratlused ja omadused:** selles etapis määratletakse ehitise elemendid ja materjalide alusel kõigi elementide tüübid. Teiste selles etapis määratletavate omaduste seas on iga materjali puhul kasutatavad alternatiivid, simulatsiooni lisatavad elemendid ja analüüsitavad elemendid. Iga BIMi tööriist võib võimaldada elemendi ja materjali määratlemist projektimudelites. Mõnede arhitektuuriliste projektide korral saab pärast ehitise elementide määratlemist elemendi omaduste raames määratleda ka materjalid. Kuna projekteerijale võib huvi pakkuda mitmete materjalide kulu ja süsinikuheide kokku, võib elemendi omaduste alla eraldi parameetritena lisada alternatiivsed materjalid. Võib väita, et kohalike ja ümbertöödeldud ehitusmaterjalide kasutamise eelisteks on väiksemad süsiniku heitkogused, tervislikumad ehitised ja lisaks toetatakse kohaliku piirkonna majandust. Tavaliselt antakse projekti asukohast 500 miili raadiusesse jäävate tarnijate materjalivariantidele teistest kõrgem hinne.
2. **Etapp 2 – BIMi ja Microsoft Accessi põhine andmebaas:** materjalide loetelud ja nende kulu, süsinikuheide ja tarnija andmed tuuakse välja Microsoft Accessi andmebaasis kahes eraldi tabelis, ent kasutada võib ka teisi lahendusi. Töövõtjad säilitavad tavaliselt andmeid tarnijate aadressi, nende poolt tarnitavate materjalide ja neile antud hinnangute kohta. Lisaks nimetatud teabele sisaldab tarnijate andmete tabel ka iga tarnija lähedust ehitusobjektile. Läheduse leidmiseks arvutatakse välja autosõidudistsants iga tarnija aadressilt ehitusobjektile, milleks kasutatakse veebipõhiseid asukoha määramise süsteeme, näiteks Google Mapsi. Teises tabelis tuuakse välja ehitusmaterjalide loetelu, nende maksumused ja süsinikuheide. Viimase leiab avaldatud materjalidest, näiteks süsinikuheite ja energiakulu aruannetest. Kõnealuse andmebaasi sisu ja etapis 1 määratletud sisendeid kasutatakse sisendina sobiva lahenduse otsingu optimeerimiseks. Oluline on sisendid filtreerida ja korraldada nii, et neid oleks võimalik kasutada otsingualgoritmis. Selleks võib kasutada pluginaid. Enamik BIMi tarkvaralahendustest on varustatud tarkvaraarendustööriistadega, mis võimaldavad arendajatel integreerida BIMi tööriistad tarkvaraväliste rakendustega. Etapis 1 määratletud ja andmebaasis toodud andmete hankimiseks võib kasutada pluginaid. Pluginad hangivad internetis leiduvatest ressurssidest akende ja uste hinnad. Seoses selle uurimustööga töötati BIMis välja plugin, mis võimaldab hankida hankijate andmebaasidest hankijate andmeid. Kui materjali kasutatakse analüüsis, tuleb see täpsustada materjali omaduste all. Iga materjalialternatiivi kõige sobivama tarnija välja selgitamiseks (tarnijate tabeli alusel) on tähtis tarnijaid hinnata ja neile hindad anda. Selleks on välja töötatud rida kriteeriume, mida saab kasutada tarnijate võrdlemisel.
3. **Etapp 3 – sobiva lahenduse otsingu optimeerimine:** sobiva lahenduse otsingu kriteeriumite abil.
4. **Etapp 4 – BIMi moodul, sobivaima variandi valimine:** selle BIMi mooduli eesmärk on esitada tipp-projekteerijale erinevad võimalikud projekteerimisvariandid ja nende kulu ja süsinikuheite väärtused. Igas projektivariandis kasutatakse erinevat materjalide kombinatsiooni. Projekteerija saab erinevad kogukulude ja summaarse süsinikuheite variandid visualiseerida. Valitud variant on tavaliselt eelistatud projektivariant. Selleks, et projekteerija saaks aru erinevate iga variandi kaalust tarnija valimise kriteeriumite määramisel, on välja töötatud viis stsenaariumit. Igas stsenaariumis on igale tarnija valimise kriteeriumile määratud erinev osakaal. Selles staadiumis saab peaprojekteerija sõltuvalt projekti eesmärkidest muuta igale kriteeriumile määratud osakaalu.



Kui sobiva variandi otsing on optimeeritud, saab projekteeija valida mitmete kogukulu ja summaarse süsinikuheite variantide seast.



Laadige alla materjalide ja toodete valimiseks kasutatav sobiva lahenduse otsingu mudeli variant

3.2 Energiasäästlikkuse alane koolitus

Arhitektuuri- ja projekteerimisettevõtted peavad BIMi alasest koolitusest rääkides sageli silmas oma ekspertide – igapäevaselt BIMi programme kasutavate inimeste, kelle oskused peavad olema kõrgetasemelised ja kes peavad püsima kursis uusimate arengutega – koolitamist. BIMi alaseid oskusi on vaja ka inseneridel, arhitektidel ja projektijuhtidel, et nad suudaksid ülejäänud projekteerimismeeskonnaga efektiivselt suhelda ja töötada lühikeste tähtaegade korral nende täitmiseks kiirendatud korras. Kuna BIMi kasutavad spetsialistid ja tavakasutajad ei pea läbima sama koolitust, on alljärgnevalt välja toodud kaheksa BIMi alaste koolituste korraldamist puudutavat nõuannet, mida saab kasutada kõigi töötajate asjadega kurssi viimiseks vajaliku programmi koostamiseks. Alljärgnevalt on välja toodud kaheksa nõuannet töötajate BIMi alaseks koolitamiseks:

- Seada selgelt sõnastatud eesmärgid. Igale edukal programmil peavad olema selgelt sõnastatud eesmärgid: kas vajatakse täielikke ekspertteadmisi või vaid üldist arusaama (et projekteerijad teaksid kliendikohtumisel, millest räägivad) või vaheastmel pädevust (et projekteerijad oskaksid mudelit probleemideta kasutada ja ise algtasemel projekteerida ja märkmeid lisada).
- Teemad tuleb valida targalt. Üks kõige raskem väljakutse on see, et materjali on palju ja ettevõtte ei saa kulutada palju aega projektijuhtidele eriti olulistele teemadele, näiteks lepingutele, väljunditele ja BIMi

elluviimise kavadele. Ettevõtte peab otsustama, missugused teemad on väga olulised ja missuguste puhul piisab vaid ülevaate andmisest ja töötajate täiendavatele kursustele kutsumisest.

- Kavandada ajakava. Tuleb otsustada, millal koolitused läbi viia, kui pikad ja missugust tüüpi koolitused läbi viia (kursused, e-õppe kursused, töötoad, ümarlauakohtumised...).
- Pikal loengusarjal ei ole tõenäoliselt soovitud mõju (inimesed peavad tõhusalt õppimiseks rohkem ise õppetöös osalema). Seetõttu on soovituslik kasutada vaheldumisi loenguid, arutelusid ja praktilise töö sessioone ning laboritööd, et anda projekteerijatele vajalik praktiline BIMi programmide kasutamise kogemus.
- Kõigi kaasamine: koolitustel osalejad võiksid osaleda nende läbiviimisel. Kui koolitatavatel palutakse teha õppekava puudutavaid ettepanekuid, nad kaasatakse grupivestlustesse ja kõiki julgustatakse küsimusi esitama, tekib koolitajatel tunne, et koolitus on nende kontrolli all, mis suurendab selle efektiivsust. Samuti aitab see inimestele meelde tuletada, miks nad koolitusel osalevad.
- Mõnel osalejatest on varasemad teadmised. Koolitusel osaleb tõenäoliselt õpetatavaga erineval määral varem kokku puutunud inimesi. Eksperdid ja mitteeksperdid tuleks rühmadesse jaotada nii, et esimestel ei hakkaks igav. Kui kõiki tuleb koolitada koos, saab õppekava koostada ekspertide vajadusi arvesse võttes, et tugevamatele koolitatavatele tuleb tõenäoliselt mainida, et mõned teemad on neile mõeldud vaid meeldetuletamiseks. Tugevamaid koolitatavaid võib kasutada vähemate kogemustega isikuid aitavate abilistena.
- Programmi vastavalt vajadusele kordamine. BIMi koolitusprogrammi koostamine nõuab palju eeltööd, ent õnneks tasuvad need jõupingutused kiiresti ära: kui materjal on kokku pandud, on selle kordamine lihtne. Suuremate ettevõtete korral on tõenäoliselt mõistlik jaotada osalejad rühmadesse, et rühmad oleksid kergemini hallatava suurusega, ent kui kasutada tuleb ühte rühma, on kindlasti vähemalt ühel koolitataval samal ajal täita teisi kohustusi. Kui BIMi koolitusi viiakse läbi regulaarselt, antakse kõigile projekteerijatele maksimaalselt hea võimalus nendel osalemiseks.
- Propageerida regulaarset koolitustel osalemist, sest kui oskusi pidevalt ei kasutata, võivad need ununeda. Sama kehtib BIMi puhul (nagu ka võõrkeelte puhul): kui seda mõnda aega ei kasutata, hakkab sõnavara kahanema ja soravus väheneb.
- Pärast ametlikku BIMi koolitamist võib tavakasutajate BIMiga kursis hoidmiseks julgustada neid osalema ettevõttesisestel kasutajarühmade kohtumistel. Päevakord peaks tasakaalustatult hõlmama nii lihtsaid kui keerukamaid teemasid ja olema koostatud nii, et kohtumised oleksid osalejate kulutatud aega väärt. Kui lähiümbruses saab kokku mõni kasutajarühm, võib töötajaid julgustada ka selle tegevuses osalema.

Projekteerijate ja projektijuhtide BIMi alane koolitamine ei ole lihtne ettevõtmine, et õige planeerimise ja jõupingutuste abil saab aidata kõigil töötajatel BIMi eeliseid paremini mõista.

Tehnikutele tuleb korraldada vähemalt üks praktilise töö sessioon, milles kasutaja saab mudelit kasutada, simuleerida hooldustöö ja värskendada mudelis sisalduvat informatsiooni. Sessioonile peaks järgnema BIMis kasutatava ühtse keele ja BIMi hooldustöös kasutamise alane algtaseme test, mille peaksid läbima nii eksperdid kui tavakasutajad.

3.3 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö

BIM on koostööpõhine lähenemine ehitustöödele, mis hõlmab virtuaalses ja visuaalses keskkonna rajatise ehitamisse mitmesuguste valdkondade kaasamist. BIMi rakendamise tuum on koostööpõhise tööprotsessi kasutamine ehitustöös. See annab projektis osalejatele võimaluse saada tõhusust ja efektiivsust suurendava koostöö läbi

maksimaalselt kasu. Protsess võimaldab projektimeeskonnal efektiivselt töötada, eriti enne objektile ehitamise alustamise potentsiaalsete probleemide tuvastamisel.

BIM pakub koostööplatvormi, millel kõik huvigrupid saavad jagada oma teadmisteressurssi ja informatsiooni. Piisav informatsioon muudab kommunikatsiooni tõhusamaks. Tõhus kommunikatsioon võimaldab huvigruppidel vahetada täpset, ajakohast ja selget informatsiooni, mida otsustajad saavad kasutada kindlate otsuste tegemiseks. Kuna BIMi jagatakse avatud koostalusstandarditele rajatud digitaalse vastuvõtu põhimõttel, nõuab see BIMi rakendamise kasuteguri ära kasutamiseks ja huvigruppide investeringutasuvuse maksimeerimiseks koostööd. Tähtis on arvesse võtta, et BIMi projekti korral tuleb rakendada spetsiifilist toimingute protsessi, mis hõlmab andmete, informatsiooni ja teadmiste kõrgetasemelist edastamist. BIMi projekti edukus sõltub suuresti projektis osalejate, sealhulgas omanike efektiivsest koostööst.

BIMist saab üks viis ehitussektori ees seisvate koostöö, integratsiooni ja koordineerimise alaste väljakutsete ületamiseks. Paljudes uuringutes soovitatakse ehitussektoril liikuda projekti integreeritud elluviimise (IPD) suunas, ent vähesed mainivad, et IPD kui kõrgeim tase ehitusprojekti teostamise meetodite seas nõuab kindlasti tihedamat koostööd ja tõhusamat kommunikatsiooni. On tõestatud, et BIMi puhul on koostöö ja informatsiooni jagamine võrreldes tavapärase ehitusprotsessidega tõhusamad. BIMi seostatakse kommunikatsiooni ja koostöö osas suurema tõhususega ja BIMi optimaalne kasutamine võimaldab saavutada valdkondadevahelise koostöö, üle saada tuleb aga tähtsate osapoolte rollide muutmise, uute lepinguliste suhete ja ümberprojekteerimise protsessiga seotud väljakutsetest.

35 BIMi kasutanud ehitusprojekti hõlmanud uurimuses tuvastati ka, et koordineerimisprobleemid on tarkvaraprobleemide järel projekti toimivusele negatiivset mõju avaldavate tegurite seas teisel kohal. Koostööküsimus ei ole kirjeldatav ühegi konkreetse lepinguteooria või majandusteooria abil. Vähesed uurimused toovad esile koostöö keerukuse BIMi rakendamisel. Kõik projektis osalejad peavad silmas pidama enda huve, emattevõtte nõudmisi ja projekti eesmärke. Seega ei ole tegemist individuaalse meeskonnasisese koostöö ega ühisettevõtte sisese organisatsioonilise koostöö probleemiga. Koostööprotsess on üks tähtsamatest BIMi edu võtmetest. BIMi täieliku potentsiaali ära kasutamiseks tuleb arvesse võtta teadmisi, tehnoloogiat ja suhteid. Paljud teadlased keskenduvad BIMi tehnoloogia käsitlemisele. Vähesed käsitlevad koostööprotsessi tähtsust BIMi rakendamisel.

Alltoodud koostööraamistikul põhinev mudel viitab sellele, et kõik BIMi raames tehtavas koostöös olulist rolli mängivad tegurid jagunevad alamkategoriatesse jaotatud teguriteks.



Esmalt määratletakse neli koostöö eelduseks olevat meeskonna omadust: erialased teadmised, koostööoskused, suhtumine ja motivatsioon ja BIMi omaksvõtt. Erialaste teadmiste vallas on BIMi projekti puhul kõige tähtsamad tegurid osalejate erialased kogemused ja nende BIMist arusaamine (BIMi omaksvõtt). Organisatsiooni suhtumine koostöösse muutub sõltuvalt kogemustest varasemate partneritega. Erialaste teadmiste kõrval tagab ehitusprojekti edenemise ja

organisatsioonide vahelise koostöö erinevate valdkondade panus. BIMi omaksvõtt väljendab seda, missugune on osalejate panus BIMi kasutamisel ja kui motiveeritud on nad BIMi kontekstis teiste spetsialistidega koostööd tegema. Koostööoskus viitab teistega koostöö tegemise kogemusele ja isiku sotsiaalsetele oskustele teiste projekti läbiviiva organisatsiooni meeskonna liikmetega suhtlemisel. Kui projektis kasutatakse uuenduslikku tehnoloogiat, näiteks BIMi, tekitab seesuguse tehnoloogia kasutuselevõtt organisatsioonis uusi, sh struktuure ja võimuvahekordi puudutavaid väljakutseid. BIMi omaksvõtt tagab, et osalejatel on BIMi projektis kasutamisest ühtne ettekujutus. Missugusel määral võib osaleja poolne BIMi omaksvõtt mõjutada BIMiga seotud koostöö tõhusust? Suhtumine ja motivatsioon on BIMi tundmaõppimise ja selle kasutamiseks motiveerituse alused. Suhtumise vallas on kõige tähtsam määrav tegur usaldus, mis määrab koos vastastikuse lugupidamise ja ühtsete arusaamadega, missugused isikud sobivad meeskonnas koostööd tegema. Kultuurilistele küsimustele pööratakse vähe tähelepanu – kultuurilised erinevused eksisteerivad, ent ei mõjuta koostöötava projektiorganisatsiooni moodustamist.

Kuna Hongkong on pika ajalooga rahvusvaheline linn, järgitakse seal ehitussektoris tegutsevate spetsialistide seas sõltumata sellest, kas nad on välismaalased või Hongkongi ehitussektoris uustulnukad, teatud reegleid. Kõik leiavad kiiresti oma rolli ja oskavad suhelda teiste meeskonna liikmetega. Teisisõnu on vabad töökohad väga tiheda konkurentsiga ja avatud turu tõttu automaatselt täidetavad sobivate isikutega. Seega töötavad ehitussektoris tegutsevad spetsialistid ehitusprojektide elluviimisel koos ajutise organisatsioonina, neil on piisavalt kogemusi kultuuriliste erinevuste ületamiseks ja omavahel kokkuleppele jõudmiseks. Kultuuriküsimusel võib olla aga tähtis roll teiste koostööd tegevate osapoolte ja sektorite korral. Teiseks võivad organisatsioonide vahelisi koostöösuhteid mõjutada üksikisikute teod.

Organisatsioonide vahelise koostöö edukust mõjutavad ka keskkonnatingimused. Vähesed teadlased on maininud koostöökeskkonna omaduste tähtsust, ent soodsa koostöökonteksti korral saavutatakse edu tõenäolisemalt. Organisatsioonid loovad organisatsioonide vahelise koostöö raames makrokeskkonnas avalduvaid jõudusid ja organisatsioonilised jõud mõjutavad koostöö edukuse määra. Isiku valmisolek projektile oma aega ja ressursse kulutada võib sõltuda koduorganisatsioonilt saadava toetuse määrast.

BIMi alane küpsus varieerib BIMi projektide rakendamisel projektide ja organisatsioonide lõikes. Mõnikord piirab BIMi alast küpsust ka tehnoloogia. BIMi alases koostöös on tähtis vahendav roll lepingustrateegial. Sellest sõltub otseselt terve BIMi rakendamise projekti edukus. Praktikast võib täheldada, et inimesed rakendavad BIMi traditsioonilise hankestrateegia raames, näiteks projekteerimisel, pakkumiste tegemisel ja eitamisel, mis tähendab, et BIMi ei kasutata pakkumisprotsessi varasemates järkudes visualiseerimisvahendina. Teistel puhkudel on täheldatud, et negatiivsed lepingutingimused vähendavad majanduslikel kaalutlustel inimeste motiveeritust koostööks teise ettevõtte esindajatega ja nad annavad oma lepingulistest kohustustest sõltuvalt minimaalse panuse. Seoseliste lepingute keskkonnas muutub olukord aga märkimisväärselt. Spetsialistid töötavad meeskonnana koos ja on rohkem valmis suhtlema ja koos ning loominguliselt probleeme lahendama. Seetõttu uurisime meie uurimuses kontekstipõhise omadusena spetsiifilist lepingustrateegiat. Viimaks aitab sobivat tehnoloogiat hõlmav tööplatvorm spetsialistidel tõenäoliselt suhelda ja koostööd teha.

Teine koostööprotsessi mudel: probleemi püstitamine, tegevussunna valimine ja struktureerimine. Selle mudeli puhul püstitatakse spetsiifilised eesmärgid ja osalejatele määratakse selged rollid ja ülesanded. Seesuguse pikemaajalise jätkusuutliku koostöö raames saab koostööd tugevdada organisatsioonide vahelise koostöö protsessi arendamise tähtsuse välja selgitamise teel. See protsess on ka dünaamiline ja areneb aja jooksul. BIMi alane koostöö toimub peamiselt kirjeldatud protsessi teel. Selle tulemuseks on suur vajadus tarkvara koostalituse järele ja kõigi osapoolte selgete rollide ja vastutuse määramise järele. Ehkki see on keeruline, sõltub organisatsioonide vaheline koostöö individuaalsete liikmete spetsiifilistest sisenditest ja jõupingutustest erinevate organisatsioonide sisestest rollidest ja

vastutusest ühtsel viisil aru saamiseks. Kommunikatsioon ja koostöö on omavahel seotud ja nimetatud kahe alltingimuse alusel saab protsessi tõhusa koostöö kontekstis probleemideta arendada.

Projekti edukas elluviimises on äärmiselt oluline roll nii ametlikul kui mitteametlikul kommunikatsioonil, millest joonistub välja koostöömudeli raamistik: ühine otsustamine hõlmavad nii struktureeritud ametlikku hindamist kui mitteametlikku alternatiivsete võimaluste uurimist. Otsustamine toetub olulisel määral koostööprotsessile ja osalejate kogemustele ja võib suurendada isiku rahulolutunnet ja pühendumist. Kuna ehitusprotsessis esineb ebakindlust ja konflikte, mängib otsustamine koostööprotsessis tähtsat rolli. Kui projektisisesed koostöösuhted on tugevad ja osalejad on valmis informatsiooni jagama ja suhtlema, konfliktid leevenevad.

BIMi rakenduskava on tähtis enne BIMi rakendamist koostatav kava. Hästi välja töötatud BIM rakenduskava võimaldab enamiku puhul BIMi projektidest tagada vastavuse projekti eesmärkidele ja vajadustele, vähendada ebakindlust ja määrata selged rollid ja vastutuse. BEP on väga tähtis ka informatsiooni haldamise seisukohalt lähtudes, sest sellega sätestatakse koostalituse protokollid, projekti elluviimise vahe-eesmärgid, mõõtmete täpsused ja muud üksikasjad. BIMi rakenduskavas tuuakse välja meeskonna liikmete rollid ja kohustused ning see tagab BIMi raames eduka koostöö. On selge, et BIMi rakenduskava ja eduka BIMi raames tehtava eduka koostöö vahel on korrelatiivne suhe. Koostöö tulemuste osas on seos projekti üldise tulemuslikkuse, organisatsioonide vahelise meeskonnatöö ja osalejate töörahulolu vahel.

Paljud teadlased on mõõtnud projekti tulemuslikkuse mõõdetena aega, kulusid ja kvaliteeti, testinud erinevaid projekti tulemuslikkusega seotud koostöötasemeid ja tuvastanud, et suurem koostöö tagab tõenäolisemalt projekti suurema tulemuslikkuse. Teised teadlased on uurinud ka tööalaste suhete positiivset mõju projekti kuludele ja kvaliteedile. Selles uurimuses mõtestatakse ja formuleeritakse koostöö BIMi projektides. Kui osalejad saavad ehitusprojekti teostamise käigus koostööd teha, töötavad nad tulemuslikumalt ja projekt on edukam. Ettevõtte kannab need kasutegurid teatud viisil üle individuaalseteks kasuteguriteks, näiteks preemiate maksmise ja täiendavate tehnoloogiasse ja koolitustesse tehtavate investeeringute läbi. See näitab, kuidas ettevõtte saab viia individuaalse rahulolu ühele joonele projekti edukusega.

4. Moodul 4 – BIMi tehnoloogia kasutamine

4.1 Säästlik ehitussektor

Ehitustegevusel ja ehitistel on maakasutuse, toorainete ja vee kulu, energia ja jäätmete tootmise ja sellest tingitud heitkoguste tõttu negatiivne keskkonnamõju. Ehitistega on üle maailma seotud:

- X 40 % aastasest energiakulust;
- X 30 % looduslikest toorainetest ja kaevandatavatest maavaradest;
- X 30 % - 40 % CO₂ heitkogustest. Kui lõpptarbimise sektoritele lisada elekter, on kodumajapidamised ja teenused 15 vanemas ELi liikmesriigis suurimad CO₂ heitkoguste allikad;
- X 12% veekulust;
- X ressursside säilitamine ja areng: 40 % kõigist tekitatud jäätmetest (92% lammutamisest ja 8% ehitustegevusest);
- X 42% energiakulust – ehitistega seotud kütmine ja valgustus on suurim eraldiseisev energiakuuallikas (millest 70% moodustab kütmine);
- X 22% ehitus- ja lammutusjäätmetest (kaalu alusel);
- X 35% kasvuhoonegaaside heitkogustest;
- X 50% kaevandatud toorainetest (kaalu alusel);
- X Ehitiste all on 10% ruumist.

Praegu elab 80% Euroopa elanikkonnast linnapiirkondades ja inimesed veedavad üle 90% elust ehitatud keskkonnas (võttes arvesse kodu, töökohta, kooli ja vaba aja veetmist). Sellel keskkonnal on suur mõju inimeste heaolule ja mugavusele, seetõttu mõjutavad ehitustegevus ja ehitised ka inimeste tervist.

Säästvat arengut tuleb rakendada terve ehitise elukaare lõikes ja selle eesmärgid on:

- ✓ vähendada ressursikulu (sästa vett ja energiat);
- ✓ võtta ressursid olemasolevate ehitiste renoveerimisel või ringlusest eemaldamisel taaskasutuse ja kasutada uute ehitiste rajamisel ümbertöödeldud ressursse. Ehitusobjekti ebaõige keskkonnajuhtimine soodustab välditavat jäätmete genereerimist;
- ✓ kõrvaldada ehitistest mürgised ained ja tagada nende tervislikkus, rakendada looduskaitse põhimõtteid (kliimamuutuste leevendamine, bioloogiline mitmekesisus, ökosüsteemiteenused);
- ✓ seada rõhk ehitiste kvaliteedile, maksimeerides nende vastupidavust, sest üldjuhul on olemasoleva ehitise renoveerimine lammutamisest ja uue ehitamisest säästlikum;
- ✓ kasutada ökoloogiliselt tõhusaid materjale (töötlemata) ja kohalikke materjale;
- ✓ suurendada elutingimuste mugavust (parandada õuealade ja siseruumide õhukvaliteeti).

Ehitussektoril on laialdaselt teadaolevalt säästva arengu saavutamisel võtmeroll. Seepärast on rahvusvahelisel tasandil ja Euroopas välja töötatud süsteemid säästlike ehitiste kirjeldamiseks, mõõtmiseks, hindamiseks ja sertifitseerimiseks. Euroopas ehitustööde säästlikkusele kohalduvad eeskirjad on sätestatud standardis CEN/TC350, „Ehitustööde säästlikkus“.

Ehitustehnika, komponentide ja ehitusmaterjalide valik tugineb üldiselt funktsionaalsusele, tehnilisele toimivusele, arhitektuursele esteetikale, rahalistele kuludele, vastupidavusele ja hooldamisvajadusele. Nende valikute tegemisel ei võeta aga arvesse keskkonnale ja inimtervisele avalduvat mõju. Säästliku ehitustegevuse puhul tagatakse sotsiaalsete, majanduslike ja keskkonnavalaste aspektidega arvestamine terve ehitise elukaare raames: materjali kaevandamisest projekteerimise, ehitamise, kasutamise, hooldamise, renoveerimise ja lammutamiseni.

Ehitise renoveerimisel tekib vältimatult lammutustööde ja ehitustööde tõttu jäätmeid, ent prügimäele toimetatavate või põletatavate jäätmete koguse piiramiseks tuleks kasutada kolme olulist suunist:

- tekke vältimine – töö käigus tekkivate ehitusjäätmete hulga võimalikult suures ulatuses piiramine ja mõtlemine ehitise tulevasele ümberehitamisele või lammutamisele;
- jäätmete ehitusobjektis sorteerimise abil jäätmete ümbertöötlemise ja taaskasutusse võtmise toetamine;
- kui ümbertöötlemine ei ole võimalik, jäätmete kõrvaldamine kahel viisil: põletamine nii, et tekkiv energia kasutatakse ära, ja jäätmete prügimäele toimetamine.

Alljärgnevalt on loetletud ehitamise ja lammutamise käigus keskkonnale ja inimeste tervisele avalduva mõju piiramiseks rakendatavad meetmed:

- ✓ ehitusprotsessis standardmõõtmete ja tehases valmistatud komponentide eelistamine;
- ✓ kergesti demonteeritavate ja sorteeritavate mehhaaniliste kinnitustahvrite kasutamine (kruvide ja naelte kasutamine) ja ulatuslik taaskasutusse võtmine – vältida süsteemide kinnitamist liimi, tsemendi, keevitamise või muude liimainete abil;
- ✓ ehitustöödel ohtlikke jäätmeid genereerivate materjalide ja toodete kasutamise vältimine;
- ✓ teatud objektis olemasolevate materjalide ilma eeltöötluseta kasutamise kaalumise;
- ✓ ehitusobjektis genereeritud (ehitus- ja lammutus-)jäätmete põhjalik hindamine kasutatud materjalitüüpide kaupa ja objektis ehitusperioodil genereeritud jäätmete koguse hindamine.

Ehitusobjektis kasutatavate ja keskkonda eralduvate ainetega puutuvad kõige rohkem kokku:

- ehitusmaterjale valmistavad töölised;
- ehitusmaterjale kasutavad töölised;
- ehitiste kasutajad;
- lammutustöölised.

Materjalidest keskkonda eralduvate ainete hulk on suur vahetult pärast tootmist, langeb esimese poole aasta jooksul 60-70% võrra ja kaob üldjuhul aasta jooksul pärast paigaldamist või kasutusse võtmist täielikult (näiteks biotsiidid, fungitsiidid, teatud lahustid, lenduvad orgaanilised ühendid ja teatud lisaained). Sekundaarne emissioon võib jääda püsima ja isegi aja jooksul suurened.



Ehitiste tõhusa kasutamise tagamiseks tuleb uued ehitised püstitada liginullenergiaehitistena ja vanad ehitised renoveerida „passiivsete majadena“, tõhustades soojustust, vähendades külmasildu, suurendades õhupidavust, kasutades suurepärase kvaliteediga aknaid, kasutades ventilatsioonisüsteemis tõhusat soojustagastust ja tõhusat küttesüsteemi ja kasutades taastuvaid energiaallikaid. Elamumajanduses ja arhitektuuris säästva arengu kontseptsiooni kasutusse võtmist nimetatakse üldistavalt **säästlikuks ehitamiseks**.

Tehnik peaks omama teadmisi kõigi ehitise energiatõhususe suurendamiseks kasutatavate meetodite alal, et osata renoveerimistööl osalemise korral välja pakkuda parim lahendus.

4.3 Laser scanning technology

Laserskaneerimistehnoloogia kasutamine on georuumilise ja muu mõõdistamise alal populaarne olnud juba aastaid. Hiljutised arengud riistvaratehnoloogia ja ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) alal aitavad aga skaneerimise ehitussektoris uuele tasemele viia. Ehitussektoris on skaneerimist kõige sagedamini kasutatud olemasolevate rajatiste puhul, ent seda on hakatud kasutusele võtma ka seoses uute ehitustöödega. Skaneerimistehnoloogia on saamas äärmiselt oluliseks integreeritud BIMi tsükli läbiviimiseks vajalikuks funktsiooniks ja pakub integreeritud BIMi töövoole selget lisandväärtust.

Selleks, et mõista, kuidas saab skaneerimistehnoloogia integreeritud BIMi töövoos rakendada, peame esmalt püüda aru saada, mis on laserskaneerimine ja missuguste tähtsamate funktsioonide täitmiseks on see mõeldud. Kõige kõrgemal tasandil kasutatakse skännereid positsiooni mõõtmiseks tihedate laserkiirte



väljasaatmiseks. Laserkiired liiguvad skaneerimisel kasutatavast riistvarast välja ja nende allikasse naasmisel moodetakse nende liikumisaega ehk faasinihkeid. Riistvara mõõdab laseri naasmisaega ning suudab määrata, kui kaugel asub füüsiline element. Praegu kasutuses oleva skaneerimistehnoloogia abil saab sekundis välja saata tuhandeid kiiri, mille tulemuseks on andmete „punktipilv“. Skännerid suudavad punktipilvega kaasneva intuitiivsema informatsiooni jaoks määratleda ka R-, G-, B-värviväärtuse. Saadud punktipilved võivad hõlmata miljoneid, isegi miljardeid skaneeritud füüsiliste keskkonda kirjeldavaid andmeühikuid.

Skaneeritud andetest koosnevad punktipilved on juba ise äärmiselt kasulik analüüsimaterjal, ent punktipilved tuleb konverteerida objektipõhisteks BIMi mudeliteks. Skaneeritud andmete BIMi mudeliteks konverteerimine on tavaliselt kolmest etapist koosnev protsess:

1. Esmalt viiakse erinevates skaneerimiskohtades läbi mitmed skaneerimised.

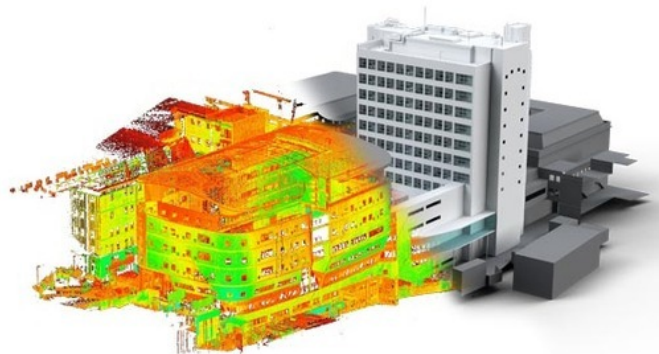
2. Teiseks liidetakse mitmetest skaneerimiskohtadest saadud andmed kokku enamasti järeltöötamiseks või registreerimiseks nimetatavas etapis.
3. Viimaks saab CAD- või BIM-tarkvara kasutamise abil luua objektist mudeleid, milles viidatakse punkt pilvele.

Mõned registreerimistarkvara lahendused suudavad andmepunktides algoritmide rakendamise ja selle alusel pindade äratundmise läbi materjali luua. Registreerimistarkvara võimaldab objekte luua kiiresti, ent sellel on vajakajäämisi täpsuse ja modelleeritud objektide metaandmete aktsepteerimise vallas. Välise tarkvara abil objektimodelite loomine on aeglasem ja rohkem manuaalset tööd nõudev protsess, ent selle tulemusel saadakse objektist üksikasjalikum kujutis ja tulemus aktsepteerib metaandmeid paremini.

Skaneerimisele võib kuluda palju aega ja selle tulemusena saadakse väga suur ja/või keeruline andmekogu, seega soovitatakse kõigil skaneerimistehnoloogiat kasutada soovitel meeskondadel töö eelnevalt väga põhjalikult läbi mõelda. Esmalt tuleb selgelt sõnastada skaneerimiskava kasutamise soovitud tulemus. Sageli soovitakse välja selgitada füüsilise töökoha täpse asukoha andmed (X-, Y-, Z-koordinaadid). Järgmiseks peab meeskond mõtlema, mida soovitakse töökoha kohta saadud teabega ette võtta. Näiteks kasutatakse 3D-informatsiooni tihti projekti valideerimiseks. Lisaks võib elemendi kohta saadud teavet kasutada 4D-ajakulu teabe ja 5D-maksumuse teabe leidmiseks. Viimaks võib objektidele lisada ka 6D-hoonehalduse alase informatsiooni.

Kui projekti eesmärgid on täpsustatud, tuleb koostada skaneerimiskava. Skaneerimiskava on informatsiooni kogum, mille abil tuuakse välja objektil andmete jäädvustamise ulatus ja selleks kasutatav meetod. Skaneerimiskava koostamise alguses analüüsitakse sageli, missuguste elementide andmed on tarvis jäädvustada. Skaneerimise uue ehitise rajamisel kasutamise korral jäädvustavad skännerid enamast iga elemendi asukohad, millele lisatakse geograafilised andmed. Renoveerimistööde korral on skännerite kasutamise eesmärk sageli täiendava informatsiooni kogumine. Skaneeritavate elementide täpsustamine aitab objektil töötaval meeskonnal tööülesanded tähtsuse järjekorda seada ja vähendab potentsiaalselt ebavajalike elementide skaneerimisele kuluvat aega. Kui täpne ulatus on määratud, saab luua dokumendi, milles on välja toodud soovitud teabe jäädvustamiseks vajalik seadmete asukoht.

Kui teatakse, missugused elemendid tuleb jäädvustada, saab skännerid seadistada informatsiooni jäädvustama täpselt nii üksikasjalikult, kui vaja. Paljude projektide korral on oluline jäädvustada ainult teatud mõõtmetega elemendid, näiteks vähemalt 2° suurused elemendid. Väiksemate elementide jäädvustamise katsed on sageli ebapraktilised ja mittevajalikud. Seesuguseid tolerantse silmas pidades saab seadistada skaneerimisriistvara täpsed tööseaded, mis reguleerivad laserkiirte täpsust – seda nimetatakse eristamistäpsuseks ja kvaliteediseadeteaks.



Skänneri eristamistäpsus võib küündida poole millimeetri täpsuseni, mis on geomeetrilistes väärtustes mistahes tavapärase mõõtmisüsteemiga kasutatavast palju suurem eraldustäpsus.

Skaneerimisprotsessis kasutatakse mitmeid sihtmärke, millest on abi järeltöötuse etapis. Skaneerimise sihtmärguina võib kasutada paberist mustreid, mis paigutatakse lamedale pinnale või pinnale asetatavale ümargusele objektile. Sihtmärgi kasutamise eesmärk on saada vähemalt kolm kõigi skaneerimiskohtade poolt jagavat ühist võrdluspunkti nii, et kõik võrdluspunktid ühendatakse selle esinemisega eelmisel skaneerimisel. Ühiste sihtmärkide arvu suurendamine suurendab lõpliku registreeritava skaneerimise tulemuse täpsust. Ebapiisav sihtmärkide arv võib tekitada suuri probleeme järeltöötuse etapis ning selle tagajärjel registreeritakse madala kvaliteediga andmed. Ebapiisava

sihtmärkide arvu korral võib isegi vajalikuks osutada objekti korduv külastamine, millega kaasnevad suuremad kulud. Sihtmärkide õige paigutamine on skaneerimise edukuse tagamisel äärmiselt oluline!

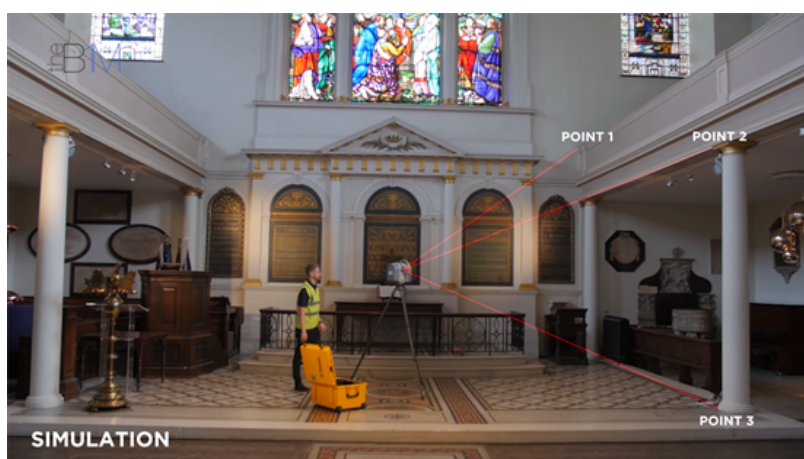
Näiteks selleks, et selgitada välja seina mõõtmed, viiakse skaneerimine läbi nii hoone sees kui väljas. Kõik mõõdetud punktid on varustatud täpsete Descartes' i koordinaatidega ja hoonesisese ja -välise skaneerimise tulemuste kokkuvõimisel määratakse seina mõõtmed millimeetri täpsusega.

Kui skaneerimine on objektil läbi viidud ja mitme skaneerimise tulemused on koos registreeritud, algab objektimodeli loomise protsess. Objekti loomine võib registreerimistarkvaras või süsteemivälistes modelleerimisorakendustes. Modelleerimisel kasutatava tööriista valik peaks sõltuma soovitud tulemuse ulatusest. Kui soovitakse üksikasjalikku väljundit, näiteks keerulistest struktuuridest, tuleb kasutada spetsiifilisi loomerakendusi (vähemüksikasjalikud väljundid saab kiiresti genereerida lihtsate loomerakenduste abil). Süsteemiväliste loomerakenduste kasutamisel tuleb mudeli loomisele läheneda metoodiliselt, mille puhul elemendid luuakse süstemaatiliselt ja väljundi alusel määratud tähtsuse järjekorras. Püüe jäädvustada kõik ühes piirkonnas esinevad elemendid võib kaasa tuua fookuse kaotamise, mistõttu ei suudate täita laiemat eesmärki. Paljude projektide korral modelleeritakse esmalt struktuur, seejärel arhitektuurilised elemendid ja viimaks mehhaanilised süsteemid. Renoveerimistöode korral soovitatakse modelleerijatel lisada teatud „olemas oleva ja jääva“ piiritlet nii, et neid mudeli elemente saab terve BIMi kasutamise tsükli käigus vaadelda eraldi.

Projekti valideerimisel on eriti tähtis koordineerimisprotsessi tugi. Renoveerimisprojektid koosnevad sageli olemasolevate ja alles jäävate ning uute elementide segust. Skaneerimise ja modelleerimise teel on võimalik saada üksikasjalikku teavet nende kahe tööruumi vahel esinevate võimalike seoste kohta. Kahe tööruumi täpsete ühenduskohtade teadmine võimaldab tööd täpsemalt koordineerida.

Täpne koordineerimine annab võimaluse valmistada elemente enne ehitustööde algust. Paljud alltöövõtjad suudavad valmistada füüsilisi paigaldatavaid objekte objektiväliselt ning toimetada need objektile suurte partiidenä, kus need saab seejärel kiiresti paigaldada. Elementide valmistamisel enne töö algust on palju eeliseid, sealhulgas ohutumad töötingimused, kontrollitud töökeskkonnad ja automaatsete masinate kasutamine. Eelvalmistamist saab aga edukalt kasutada ainult lõpliku paigalduskoha kohta täpse informatsiooni omamise korral, mida pakub laserskaneerimine.

Skaneeritud andmete alusel saadud elementide 3D-kujutised võimaldavad andmeid hiljem kasutada iga ehitustöös kasutatava elemendiga seotud 4D-ajaaspekti kaalumisel. Iga elemendi kogust ja asukohta puudutavaid andmeid saab kasutada üksikasjalike asukohapõhiste töögraafikute koostamisel. Asukohapõhised töögraafikud võivad olla tavapärastest töögraafikutest tunduvalt tõhusamad, kuna nende koostamisel kasutatakse ehitustöö tegeliku mahu ja selle toimumise koha määramisel üksikasjalikke koguseid ja asukohti puudutavaid andmeid. Asukohapõhine



töögraafikute koostamine võimaldab ka objektile tootmist ohjata ning rakendada meeskonnad projekti ajakava koostamisel tööle ettevaatavalt. Tänu skaneerimise teel saadud teabe abil võimalikule ettevaatavale tegutsemisele ja tootmise ohjele saab renoveerimisprojektide teostamisel vältida tööde edasilükkumist.

Graafikujärgne töö on oluline ka näiteks uute torustike olemasolevatega ühendamisel. Seesuguste ühendamiste korral võib olla tarvis olemasolev torustik enne ühenduse teostamist isoleerida,

sulgeda, tühjendada ja ohutuks muuta. Kuna torustikud väljuvad sageli ühest tsentraalsest asukohast või rajatisest, võib süsteemi ühes kohas uue torustiku ühendamiseks sulgemine avaldada dramaatilist mõju torustiku toimimisele kogu sulgemiskohale järgneval alal. Täiendav väljakutse võib esile kerkida juhul, kui seesuguse ühendamise käigus selgub, et olemasolevad torud ei ole piisavalt hea kvaliteediga ja tuleb välja vahetada. Seetõttu peaks skaneerimine ja enne töö alustamist renoveerimistöode graafiku koostamine andma võimaluse jätta graafikus uute paigaldiste vanaga ühendamise ümber ajalise puhvri.

Skaneerimise ja graafikute koostamise kombinatsioon on juba pakkunud märkimisväärsed eeliseid tööde teostamise ajal kasutuses olevate pindade faasilise renoveerimise korral, sealhulgas tervishoiuasutuste ja tootmishoonete



renoveerimisel. Töö skaneerimine võimaldab saada mehhaanilistest süsteemidest makroülevalde, mis ei ole sageli võimalik enne ehitustöid kasutatud ruumide uurimise teel. Süsteemist saadud makroülevalde võimaldab koostada nutikama töögraafiku, kuna süsteemi kasutamise aega ja töökindlust saab vaadelda ühe tervikuna, misjärel selle saab asukohapõhise graafiku koostamise meetodi abil täpselt jagada eraldiseisvateks tööruumideks. Sel eesmärgil integreeritud tarkvara

kasutamine võimaldab planeerijal genereerida ka töögraafiku simulatsioone. Töögraafiku simulatsioonid on hea meetod omanikele näitamiseks, missugune mõju on ehitustöödel nende rajatisele. Sellest on suur abi ehitise käitajatele, kes peavad sulgemised lahendama ruumides uute liikumiste loomise või tootmisseadmete kasutamiseks uute kohtade leidmise teel.

Enne ehitustöö algust töö skaneerimise lisandväärtus seisneb ka selles, et 3D-elementidest saadud kvantifitseeritav teave võimaldab täpsemalt planeerida kulusid, mida nimetatakse 5D-mõõtmeks. Töö skaneerimisel saadakse 3D-mudelid ja see võimaldab kulusid uue ja varasema vahel täpselt jaotada. Kahe erineva ehitusfaasiga seotud kuludega võivad kaasneda erinevad ühikuhinnad, nende puhul võidakse kasutada erinevaid meeskondi ja erinevaid kulupuhvreid, et projekti täpsemalt prognoosida. Sarnaselt eespool toodud torustikunäitele teostatakse uute ja olemasolevate ehitise osadega seoses erinevaid töid ja seega on ühikuhinnad tööhulgast sõltuvalt erinevad. Olemasolevate elementide korral on vajalik ainulaadne kuluartikkel – torustiku puhastamine – ent seesuguse torustiku puhul jäävad välja näiteks torukandurite ja torustiku tihendamise seotud kuluartiklid. Samuti tuleb arvesse võtta, et töö kiirus, mis mitmekordistab lõpuks ühikuhinna, võib olla uute ja olemasolevate torude soojustamisel erinev, sest olemasolevatele torudele võib olla raskem juurde pääseda, mis muudab tööd aeglasemaks.

Nutikad töövõtjad on leidnud ka võimaluse pärast skaneerimist täpsemalt renoveerimistöodele kulupuhvri lisamiseks. Kõik töövõtjad saavad aru, et renoveerimistöode teostamisega kaasneb palju ebakindlust, ja lisavad seetõttu projekti kuludele ootamatuste tarvis puhvri. Skaneerimine ja modelleerimine enne töö teostamist võimaldab kulupuhvrid siduda tegeliku olemasolevate ja/või uute rajatistega kaasnevate tööhulkadega ja seetõttu võib selle mõju tööde hinnangulisele kogumaksumusele olla vähem dramaatiline. Hinnangulise maksumusega seotud täpne või lai kulupuhver võib otsustada, kas töövõtja saab projekti, või jääb sellest ilma.

Laserskaneerimise selge kasutegur tuleb välja projekti lõpus omanikule üle antavale väljundile mõeldes. Omanik vastutab rajatise terve selle elukaare vältel käitamise eest ja seega on ta väga huvitatud võimalikult üksikasjalikust teostusinformatsioonist ehitatud hoone kohta. Laserskaneerimist võib kasutada tööde teostamisel mitmetes erinevates etappides, et mõõta paigaldatud elemendi lõplikku asendit. Seejärel võib kontrollida, kas elemendi lõplik asend vastab BIMis toodule, et tagada üleantavas mudelis elemendi tegeliku asukoha kajastamine. Mudeli alusel paigaldatud elementide asetuse tuvastamine võimaldab hoonehalduritel probleemide lahendamisel läbimõeldumalt tegutseda, sest probleemi saab uurida rajatise kontorist, mitte kasutuses olevas ehitises redelil seistes.

Tööfaaside lõpus skaneerides tuleb mõnikord skaneerimine läbi viia mitu korda, kuna töö käigus kihiliselt üksteise peale rajatavad süsteemid raskendavad skaneerimist. Sellega võib kaasneda andmeid haldava ja BIMi loova meeskonna jaoks teatud ainulaadseid väljakutseid, ent just seesugustes olukordades on andmete jäädvustamine ja haldusmeeskonnale edastamine eriti tähtis. Mõelge sellele, et kui elemendi asendi jäädvustamiseks ja kirjeldamiseks on tarvis läbi viia mitu skaneerimist, võib tõenäoliselt ette tulla olukord, milles hoonehaldur peal minema objektile ja „ronima kõrgustesse“, et uurida teiste elementide peal asuvat probleemset seadet. See võib olla väga ohtlik, sest mehhaanilistes ruumides on inimese liikumine harva piisavalt toetatud ja puudub nõuetekohane pind, millel ta saaks hooldustöid teostades seista. Eelnevalt BIMi mudeli uurimine võimaldab hoolduspersonalil füüsilisele ruumile lähenemise ja probleemi kõrvaldamise planeerimisel targemalt tegutseda.

Paljud nutikad ehitiste omanikud on laserskaneerimist rajatisest BIMi mudeli loomiseks kasutanud ka siis, kui nendes ei teostata ehitustöid. Seda seetõttu, et kõnealuse hoonehaldamise tarkvara üksikasjalikkus võimaldab koostada palju ennetavama ehitise hooldustööde kava, kui on võimalik tavapärase reageeriva meetodi abil. Ehitise haldamisel ennetavalt tegutsemisega teenitakse skaneerimisele kulutatud tagasi, sest hooldustöid teostatakse pragmaatiliselt ennetavalt, mis on tööseisakuid põhjustavatele avariidele reageerimisest märgatavalt kulutõhusam.

Ehitisi, milles ei teostata ehitustöid, võib skaneerida ka ajalooliselt oluliste omaduste andmete jäädvustamiseks ja nende säilitamiseks. Rajatisel ei pruugi kohe olla lagunevate osade remontimiseks vajalikke rahalisi vahendeid, ent jäädvustada saab nende hetkeseisundi enne olukotta halvenemist. Skaneerimise andmed saab jätta alles ning remonditöödeks vajaliku raha saamise korral saab need üle anda remonditöid teostavale töövõtjale, kes saab skaneeritud andmeid kasutada enne remontimist viitematerjalina.

Laserskaneerimise kasutuselevõtmine lisab juba varem ülimalt tõhusale integreeritud BIMi töövoole täiesti uued võimalused. Võimalus jäädvustada elementide üksikasjalikud andmed füüsilises ruumis, milles need eksisteerivad, võimaldab andmeid täpsemalt kasutada. Laserskaneerimine on kindlasti nii 3D-informatsiooni koordineerimiseks ja elementide objektiväliseks valmistamiseks kasutamisel kui hindamiseks ja töögraafikute koostamiseks kasutatava informatsiooni hulga suurendamisel vajalik abivahend, mis tagab projekti kohta saadava informatsiooni suurema täpsuse. Riistvara hindade langemine ja suuremate võimalustega tarkvara tagavad skaneerimist kasutavatele töövõtjatele, kes on valmis kulutama aega ja tegema jõupingutusi täielikult integreeritud BIMi töövoos kasutamiseks, konkurentsieelise.

5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs

5.1 Simulatsioonimeetodid ja energiakulu ja valgustuse analüüs

Väga oluline on nii uute kui olemasolevate ehitiste projekteerimise faasis määratleda energiatõhususe alased nõuded ja selgitada välja, missuguseid andmeid on vaja täpse energiatõhususe simulatsiooni genereerimiseks.

Igas ehitises tuleb määrata erinevate „tsoonide“ kasutus, mille abil saab sätestada ettenähtud temperatuurid, ventilatsiooniseadmete arvu, nt tuleb teada, kui suur on iga sein, lae, põranda, akna, ukse jms soojusenergia läbilaskvuse määr. Mida usaldusväärsemad on nimetatud andmed, seda täpsema simulatsiooni saab genereerida. Olemasolevate hoonete korral on väga tähtis teada ka selle kasutajate harjumusi, mis võimaldab simulatsiooni õigesti läbi viia.

Selleks, et viia läbi täpne hoone energiakulu analüüs, konverteeritakse 3D geomeetiline mudel analüütiliseks mudeliks. Esmalt tuleb konverteerida kõik ruumid tubadeks. BIMi tööriistas on toad samaväärsed tsoonidega, mis tuleb määratleda. Soojustsoon on täielikult suletud ruum, mida piiravad põrandad, seinad ja katus, ning see on põhiühik, mille kohta arvutatakse välja küttekoormus. „Toa“ mõõtmised määratletakse seda piiravate elementide, nt seinte, põrandate ja katuste alusel. Kui „tuba“ on hoone energiakulu analüüsimiseks määratletud, konverteeritakse need piiravad elemendid 2D pindadeks, mis väljendavad nende tegelikku geomeetria. Varikatuseid ja rõdusid, mis ei moodusta tuba, loetakse aga varjustatud pindadeks. Selleks, et otsustada, kas tegemist on sise- või väliruumiga, on oluline analüütilises mudelis määratleda, millega see külgneb. Projekteerijad kannavad BIMi tööriista üleslaetava väljatöötatud pistiküksuse abil formaate gbXML ja IFC kasutades loodud hoonemudelit otse üle energiakulu simulatsiooni ja analüüsimise tööriista.

Selleks, et testida, missuguseid andmeid nimetatud failiformaadid sisaldavad, on vaja neid hoolikalt võrrelda. Loodud juhtumi ülesehitamise mudelid testitakse ehitismaterjalide, paksuse, geomeetria (pindala ja maht), ehitusteenuste, asukoha ja ehitise tüübi alusel. Baasjuhtumi puhul hoitakse kõik sisendmuutujad konstantsel tasemel, testimiseks muudetakse muutujaid ühekaupa.

See platvorm annab sobiva keskkonna otsustamisprotsessi toetamise süsteemi (DSS) loomiseks, mis aitab projekteerimismeeskonnal otsustada, missugust tüüpi säästlikud ehitise komponendid sobivad kõige paremini, ja valida määratletud kriteeriumite alusel kavandatavate projektide perekonnad (st energiakulu, keskkonnamõjud ja majanduslikud omadused), et püüda välja selgitada kasutatavate projektivariantide mõjud terve hoone säästlikkusele. Lõplikku otsust mõjutavad energiakulu ja valgustuse analüüsi tulemused, elukaareülene analüüs (LCA) ja keskkonnamõju ning energiasäästu alased tulemused, samuti iga ehitise komponendi säästlikkuse hindamine hindamissüsteemi LEED alusel ja seesuguste komponentide esialgsed maksumused. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on üks maailma populaarseimatest keskkonnasõbralike ehitiste sertifitseerimise programmidest. Mittetulundusühingu Ameerika Ühendriikide Keskkonnasõbralik Ehitusnõukogu (U.S. Green Building Council (USGBC)) poolt välja töötatud programm hõlmab hindamissüsteemide kogumit keskkonnasõbralike hoonete, kodude ja naabruskondade projekteerimiseks, ehitamiseks, kasutamiseks ja hooldamiseks, mis aitab ehitiste omanikel ja kasutajatel käituda keskkonda säästvalt ning kasutada ressursse tõhusalt.

- **Energiamudelid.** Need ehitusinformatsiooni modelleerimise mudelid käsitlevad kõiki tähtsaid küsimusi. Energiamudelit kasutatakse sageli analüüsi kõige varasemates etappides. Energiamudel aitab tõlgendada põhiandmeid. Määratleda, mida teil on vaja vastavas etapis teada ehitise vormi ja suunitluse kohta. Sageli

kasutate mudelite loomiseks ainult algelist geomeetriat. Realistlikumad ja täpsemad kirjeldused lisatakse hilisematesse energiamudelitesse.

- **Valgustusmudelid.** Nende mudelite puhul on kõige olulisem esitus, sest valgustusmudel puudutab visuaalset aspekti. Üldiselt on need energiamudelitest palju üksikasjalikumad. Tutvute geomeetriaga põhjalikumalt ja kasutate seda mudelit oma materjalide omaduste määratlemiseks. See mudel aitab teil kindlaks teha, mida täpselt vajate ning kuidas kõik peaks kokku sobima. Üldjuhul on lõplikult valmis valgustusmudel sarnane sellega, mille esitlete klientidele.

Energiakulu simulatsiooni mudelisse importimisel võtab mudel omaks asukohale digitaalse mudeli loomisel määratud vaikeväärtused. Selleks, et veenduda, kas mudelis kasutatud valitud materjaliga seotud teave on täielikult energiakulu simulatsiooni ja analüüsi tööriista ülekantud, võib hoone 3D-mudelile määrata uue materjali.

Järgmises loetelus on välja toodud tähtsamad valgustuse analüüsile ja projekteerimisele kehtivad nõuded:

- ruumiline geomeetria;
- pinna peegelduvus;
- valgustite fotomeetria ja sellega seotud tegurid;
- valgustite asetus ja suunamine.

Uusim funktsioon pakub võimaluse arvutada mistahes kellaajal päikesevalgusest ja katuseaknast saadud valguse taset ruumis. Kõigi ilmastikutingimustega arvestav meetod All-Weather Sky kasutab valitud päeval ja kellaajal eksisteerivate naturaalse valguse tingimuste täpsemaks hindamiseks ajaloolisi ilmaandmeid.

5.2 BIMi üleandmine ja hooldamine

Projekteerimis- ja ehitusmeeskonnad värvatakse tavaliselt kliendile üleantava struktureeritud infopaketi koostamiseks, mis hakkab projekti lõpus toetama kliendi vara käitamist ja hooldamist. Seesuguse üleantava informatsiooni terviklikkust, täpsust ja sobilikkust ei kontrollita aga vastuvõtmisel eriti sageli. See selgitab, miks kinnisvaraobjektide omanikud ja hoonehaldurid on varastel aastatel sageli hädas ehitise (kulude või kasutusala osas) ootustele vastamise tagamisega. Seega võib väita, et hoonehaldurid võiksid kohe alguses välja öelda oma eelistused ja ootused info osas, mida nad vajavad. BIM ja koostööpõhine lähenemine ehitise projekteerimisele, ehitamisele ja üleandmisele võivad mängida tähtsat rolli meie edasi viimisel teel paremini ellu viidud projektide suunas ja aidata vältida probleemide teket.

Hoonehaldurile (FM) antakse ehitusprojekti lõpetamisel võtmete üleandmisel tavaliselt üle virtuaalne või füüsiline karp, mis on täidetud informatsiooni ja andmetega. See karp peaks muuhulgas sisaldama selgitusi ehitise hooldamise kohta, seadmete garantiisid, juhiseid turvasüsteemide kasutamiseks ja varade loetelusid. Seesuguse teabe võib esitada mistahes formaadis, sealhulgas paberkujul või digitaalsel andmekandjal, näiteks CD-plaatidel või USB-mälupulkaudel.

Niinimetatud „BIMi objektide“ laiahaardeline kasutamine hõlbustab ehitise üleandmist. BIMi objekt on hoone element, milleks võib olla struktuuri osa, kütte-, ventilatsiooni- ja kliimaseadmete süsteemi osa või isegi mööbliese või kodumasin. BIMi objekt võib hõlmata mistahes teavet näiteks geomeetrilisi andmeid, ühendusi süsteemidega, hooldusjuhendeid, garantiisid jms. Paljud tootjad kasutavad nüüd tavapäraste kataloogide abil BIMi objektide katalooge nii, et projekteerija saab lihtsalt kataloogist objekti valida ja selle mudelisse lisada. Mudelit saab ehitise elukaare erinevates faasides kasutada ja täiendada erineval „eraldustäpsuse tasemel“ (LOD).

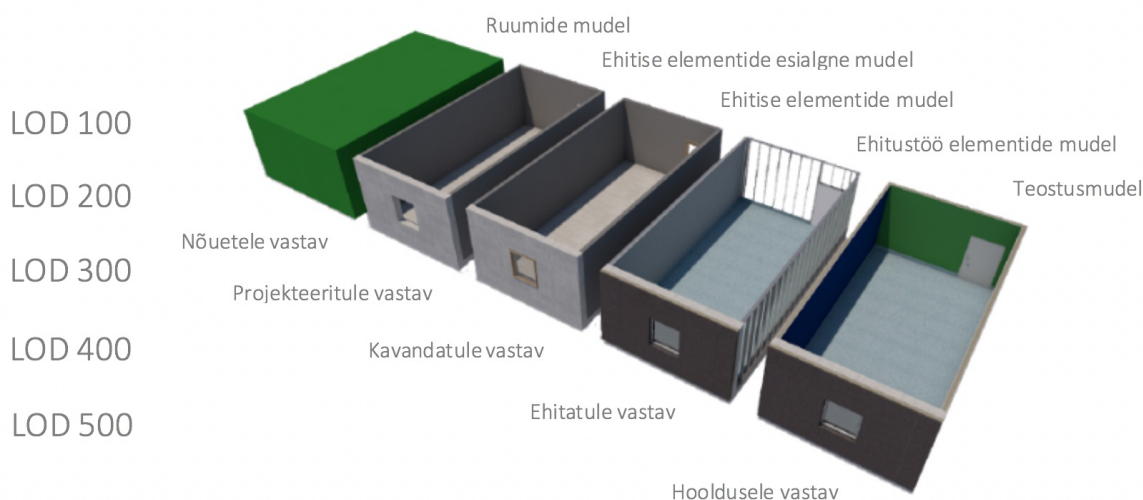
Näiteks eelprojekteerimise faasis vajatakse ainult geomeetrilisi andmeid, tehnilise projekteerimise faasis tuleb esitada kõik seadmete ja süsteemide tsentraalsete süsteemidega ühendamist puudutavad andmed ja viimaks, ehitise

üleandmise ja projekti lõpetamise käigus esitatakse kõik muud andmed. Alltoodud pildil kujutatakse näidet sama objekti puhul kasutatavatest erinevatest eraldustäpsuse tasemetest.

BIM on informatsiooniprotsess

bimobject

BM = ehitise modelleerimine = 3D CAD



Olukorra muudab veelgi keerulisemaks see, et tähtis ehitisega seotud informatsioon on kasti üleandmisel kaotsimineku ohus. Kui hoonehaldur märkab, et informatsiooni on puudu, peab ta kulutama aega projekti varasemate andmete otsimisele. See tähendab ilmaasjata tehtud jõupingutusi, eelkõige seetõttu, et töötaja kulutab sellele oma tööaega. Pärast kaotsiminekut taastatud informatsioon võib sageli olla ebatäpne või puudulik. Kõige halvemal juhul ei saa andmeid taastada ja hoonehaldur peab ehitist või selle osa tegelikkusele vastava olukorra jäädvustamiseks uuesti mõõdistama. Selle tulemusena maksab ehitise omanik topelt mõõdistamise eest, mis oleks pidanud toimuma ainult ühel korral (ja hooldustöid teostavale töövõtjale).

Teisalt eeldame, et kõik üleantud andmed olid õiged, terviklikud ja tulevasi muudatusi arvesse võtvad. Need olid ka vastavuses kõigi juba teadaolevate immateriaalsete andmetega või korraldatud nii, et need oleksid kergesti sorteeritavad ja kasutatavad järgmise kahekümne aasta jooksul. Seesugusel juhul saab informatsioon hõlbustada ehitise igapäevast käitamist, mitte ainult praegu, vaid ka aastaid pärast üleandmist.

Kuidas on see kõik seotud ehitusinformatsiooni modelleerimisega (BIM)? BIM laseb informatsioonil sujuvalt voolata alates ehitusprojekti käivitamisest ja läbi terve ehitise haldamise protsessi. Selles tuuakse kliendi jaoks välja kõik alates ruumide jaotusest ja lõpetades kasutatud materjalide, varaobjektide kasutusaegade ja vajalike hooldustööde graafikutega – põhimõtteliselt kirjeldatakse, missuguseid tooteid ehitist sisaldab, kus need asuvad, kuidas need toimivad ja kuidas need kõik omavahel kokku sobivad. See loob mudelisse kuuluvate objektide vahel seoses ja ühendab need omavahel, et kõik rajatise projekteerimises, ehitamises, käitamisest ja pidevas hooldamises osalevad osapooled saaksid neist paremini aru.

Pikemas perspektiivis tähendab see suuremat prognoositavust ja võimalust tegutseda ehitise haldamisel probleemide vältimiseks varakult ja ennetavalt. Need võimaldavad kulutõhusa, säästliku ja ajasäästliku käitamise ja hooldamise abil ehitise väärtuse selle elukaare jooksul maksimaalselt ära kasutada. BIMi abil saavad hoonehaldurid rajatavaid ehitisi

visualiseerida, mis aitab meil paremini mõista projekti eesmärke. BIM võimaldab neil heita pilgu tulevikku – see näitab neile eraldiseisvate disainiomaduste mõju lähitulevikus, sama päeva õhtul ja järgmistel päevadel.

BIMi saab kasutada ka üleandmise protsessi erinevate etappide vahelise sillana. Kui meeskonnad kasutavad ühtseid infokeskkondi, on töövood automatiseeritavad jagatud, neutraalsel platvormil, huvitatud isikutel on aga juurdepääs kõikehõlmavale inforessursile, mida jagatakse projekti ajal ja pärast projekti lõpetamist. See vähendab projekti varasemates faasides loodud informatsiooni kaotamise ohtu. Täpset informatsiooni tuleb õigeaegselt registreerida, kontrollida ja esitada terve protsessi käigus, mitte lihtsalt lõpus kokku koguda.

Hoonehaldurid muretsesvad sageli, et nad ei ole osalenud ehitise projekteerimises ning see muudab nende töö raskemaks. BIM tähendab nende jaoks mitte suuremat tööhulka, vaid nutikamalt töötamist. Uued töömeetodid julgustavad BIMi kasutusse võtmise teel töösse kaasama vara omanikke ja hoonehaldureid, et saada parem ettekujutus informatsioonist, mida nad ehitise üleandmisel vajavad. See tähendab inimeste kokku viimist. Hoonehaldurid ei pea olema täielikult tuttavad CAD-tehnoloogia või 3D-modelleerimisega, ent võivad siiski avaldada projekteerimise ajal oma arvamust, mõjutada töö tulemust ning tagada, et neile töövõtja poolt üleantav informatsioon vastab nende spetsiifilistele vajadustele.

Kuidas saavutada seesugune koostööpõhine tööviis? Kõigi valdkondade vahelise avatud suhtlemise julgustamise teel. Sektori liikumissuund viib viimaks punkti, milles ehitiste haldamise alased eksperdid võivad aidata teistele projekteerimis- ja ehitusjärgus tutvustada BIMi kasutamise ehitise elukaare jooksul pikemas perspektiivis avalduvaid kasutegureid. Spetsiaalne roll on siin avatud BIMi formaatidel, näiteks IFCI. See on BIMis kasutatav rahvusvaheline andmestandard, mis võimaldab osapooltel sõltumata sellest, missuguseid tarkvaraplatvorme nad kasutavad, projekti käigus suhelda ja tagab andmete loetavuse ka kümne aasta pärast ja hiljemgi. See loob eeskirjad ja alused koostöö tegemiseks, et tagada, et kõik räägivad ühist keelt.

Kõrgetasemelisi digitaalset üleandmisvahendeid kasutamata näevad töövõtjad sisuliselt vahetult enne projekti omanikule üleandmist palju vaeva tagasiulatuvalt projektiga seotud informatsiooni kokku kogumiseks või seisavad silmitsi trahvide või viiviste maksmisega. Kui informatsioon suudetakse kokku panna, on suur osa sellest ebatäpne ja/või puudulik. BIM annab omanikele valmis ehitatud ehitise mitmemõõtmelise mudeli ja – mis veelgi tähtsam – võimaluse töötada välja ehitist puudutav struktureeritud digitaalsete andmete allikas, mis võimaldab projekti selle teostatavuse testimise käigus muuta ja selle heaks kiita. Tuleviks on hoonehalduritel võimalus mõjutada neile üleantava informatsiooni kvaliteeti, sh lasta lisada kõigile digitaalsetele andmetele ja georuumivaadetele kõik asjakohased vajalikud projekti ja üleandmist puudutavad andmed.

Koolitamine võimaldab saavutada nii mõndagi. Meie sektoris avab see uksi ja aknaid nii, et kliendid hakkavad täielikult mõistma, missuguseid andmeid nad vajavad oma elu lihtsamaks muutmiseks. Digitaalsetele koopiatele lisatakse iga päeva aina rohkem tähendusrikkaid andmeid ning neist saavad füüsiliste ehitiste digitaalsed mudelid. Seesuguse kõrgetasemelise tehnoloogia kasutamine võib tõsta ehitiste haldamise uuele tasemele.

Pärast üleandmist on kliendil digitaalne infomudel (nt LoD 500). Seda saab täiustada 7D-mudelis, mille puhul muudetakse ehitise hooldus läbipaistvaks. Hetkel on saadaval vähe tarkvara, mis suudaks sellist hooldus- ja haldusteavet kuvada. Sellest tulenevalt on infomudeli teisendamine hooldus- ja haldusteabeks töömahukas. Järgmisel vooskeemil on kujutatud võimalik hooldusprotsess.

Referentsid

Bilal Succar, BIM Think Space, Introduction to the BIM Episodes, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/bim_episode_1_i.html

Abiola Akanmu, Bushra Asfari and Oluwole Olatunji, BIM-Based Decision Support System for Material Selection Based on Supplier Rating, www.mdpi.com/2075-5309/5/4/1321/pdf

Alessandra Marra, BIM and product digitalization, https://www.edilportale.com/news/2018/03/focus/il-bim-e-la-digitalizzazione-dei-prodotti_63136_67.html

Amor R., Integrating building information modeling (BIM) and energy analysis tools with green building certification system to conceptually design sustainable buildings, https://www.itcon.org/papers/2014_29.content.06700.pdf

Bilal Succar, BIM Think Space, BIM data sharing methodologies, http://www.bimthinkspace.com/2006/02/the_bim_episode.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Information, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode_1.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Modelling, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Introduction to the BIM Episodes, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/bim_episode_1_i.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Understanding Model Uses, <http://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>

BIM Portale, BIM and open standard, <https://www.bimportale.com/bim-e-open-standard/>

Diogo Gonçalves Simões, Building maintenance supported by BIM model, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145922990/ExtendedAbstract.pdf>

Formar - Vocational training on Sustainable Buildings Maintenance and Refurbishment, Sustainable Construction & nZEB, <http://formarproject.eu/index.php/sustainable-construction-nzeb>

Fundación Laboral de la Construcción, Glosario Terminología BIM

Jennifer K. Whyte & Timo Hartmann, How digitizing building information transforms the built environment, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2017.1324726#aHR0cHM6Ly93d3cudGFuZGZvbmxpbmUuY29tL2RvaS9wZGZyMTAuMTA4MC8wOTYxMzIxOC4yMDE3LjEzZmJjQ3MjY/bmVIZEFjY2Vzcz10cnVlQEBAMA==>

Luca Moscardi, Building in Cloud, 6 key points to build a successful Common Data Environment, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Luca Moscardi, Building in Cloud, CDE – _Common Data Environment – _strategic tool for BIM process, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Matt Ball, Redshift Autodesk, Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM, <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>

SCIA, Why is open BIM important?, <https://www.scia.net/en/open-bim>

Stefan Mordue, NBS, BIM Levels of Information, <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-of-information>

Steve Cooper, Aconex, The Value of BIM in Handover and Maintenance, <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/news/bim-handover-maintenance/> TRAINING MATERIAL for Technicians

Wei Lu, Dan Zhang and Steve Rowlinson, Department of Real Estate and Construction, The University of Hong Kong, Hong Kong, BIM collaboration: a conceptual model and its characteristics, http://www.arcom.ac.uk/docs/proceedings/ar2013-0025-0034_Lu_Zhang_Rowlinson.pdf

Käesolevat projekti on toetatud Euroopa Liidu teadusuuringute- ja innovatsiooniprogrammi Horizon 2020 raames toetuslepingu nr 754016 alusel.

Dokumendis väljendatakse ainult autori seisukohti. Agentuur ei vastuta dokumendis sisalduva teabe mistahes viisil kasutamise eest.

Käesolevat dokumenti värskendatakse projekti käigus tulemuse turu vajaduste ja teiste programmi Horizon 2020 raames läbiviidud BIMiga seotud projektidega vastavusse viimiseks.

Dokumendi värskendatud versioon avaldatakse ainult projekti veebilehel: www.net-ubiep.eu.

Mõned dokumendid võidakse tõlkida ka partnerite riigikeeltesse ning need võivad olla leitavad vastavate riiklikelt veebilehtedelt. Palun klõpsake vastavate lehtede avamiseks lippudele:



Rahvusvaheline
veebileht



Itaalia veebileht



Horvaatia veebileht



Slovakkia veebileht



Hispaania veebileht



Hollandi veebileht



Eesti veebileht



Leedu veebileht