



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

TEABEMATERJAL omanikele



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. Ehitusvaldkonna digipöördeks on vaja tõsta ehituses toimetavate isikute digipädevusi. Energiatõhususe 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).

Omanikud peavad aru saama BIMi kasutamise kasulikkusest ja majanduslikest eelistest. BIM aitab vähendada hoone haldus- ja hoolduskulusid, ent ainult juhul, kui omanikud, üürnikud ja ruumide haldajad on valmis investeerima hoone 3D-mudeli koostamisse, mis on varustatud kogu hoone optimaalseks haldamiseks vajaliku teabega.

Juurdepäas kõigile paigaldatud seadmetega seotud andmetele vähendab hooldamisele kuluvat aega ja seeläbi ka kulusid.

Omanike roll

Enamik hoonete omanikest ei ole kursis BIMi eelistega hoone haldamisel ja hooldamisel, mis võivad hoolduskulusid kuni 40% võrra vähendada ja tagada projekteerijatele vajaliku energiatõhususe. Väga sageli testitakse hoonesse paigaldatud seadmeid ainult pealiskaudselt ja tegelikke energiakulusid hoone elukaare ulatuses ei hinnata. BIMi mudel 7D võib pakkuda neile lihtsa tööriista energiatõhususe hindamiseks ja palju odavamalt korraliste ja erakorraliste kulude haldamiseks. Selle eelise ära kasutamiseks peavad nad õppima, kuidas selgitada välja oma vajadused ja tagada vajaduste rahuldamine.

Seetõttu peavad nad omandama oskused, mis on vajalikud kõigi protsesside kontrolli all hoidmiseks, sest nad maksavad lisaks pärihoonele ka „virtuaalse hoone“ eest, mis on varustatud kõigi hoone selle elukaare ajal haldamiseks vajalike andmetega.

Tehnikat mittetundval hoone omanikul võib olla raske aru saada energia säästmise tähtsusest, ent kulude kokkuhoiule ja mugavuse suurendamisele on lihtsam keskenduda. Seetõttu tuleks liginullenergiahoone ja renoveerimise mõistet tutvustada lahendusena halduskulude vähendamiseks ja hoone mugavamaks muutmiseks, kuna projekteerijad leiavad alati parima lahenduse sobiva õhutemperatuuri ja tervisliku mikrokeskkonna tagamiseks.

Lõppkasutaja ei pea läbima eelfaasi. Kommunikatsioon ja kampaania teadlikkuse tõstmiseks peaksid aitama neis BIMi maailma parema mõistmise vastu vähemalt huvi tekitada.

Strateegia määratlemine

Ülesanded:

1. Selgitada välja tööandja infonõuded;
2. Olla kursis BIMi kasutamise eelistega;
3. Olla kursis erinevate taastuvate energiaallikate ja tehnoloogia kasutamise eelistega hoone energiatõhususe suurendamisel.

Ettevalmistused ja lühikokkuvõte

Ülesanded:

1. Määratleda tööandja infonõuded;
2. Selgitada välja eelarve, mis on vajalik soovitud energiasäästu ja mugavuse tagamiseks.

Kontseptsiooni väljatöötamine

Ülesanded:

1. Osata BIMi mudelit kasutada ja vaadata energiatõhususe suurendamiseks erinevaid tehnilisi lahendusi;
2. Osata hinnata erinevate väljapakutud lahenduste eelarvet ja rolli.

Väljatöötatud ja tehniline projekt

Ülesanded:

1. Vaadata üle energiatõhususe jätkusuutlikkuse tagamiseks väljapakutud lahendused;
2. Vaadata üle üleandmise strateegia, et tagada nõuetekohaste hooldus- ja käitamisjuhendite olemasolu;
3. Tagada, et projekti strateegiatega oleks ette nähtud tarneahela kaasamine;
4. Tagada kõigi vajalike liginullenergiahoonete rajamist ja olemasolevate hoonete renoveerimist puudutavate eeskirjade koostamine;
5. Tagada loetavas formaadis mittetehnilise energiatõhususe ohjamise juhendi olemasolu;
6. Tagada vastavus kõigile nõuetele.

Ehitamine

Ülesanded:

1. Tagada infonõuete nõuetekohane tarnijale edastamine;
2. Tagada, et üleandmise strateegias on täpsustatud kõik energiatõhususe säilitamise alased hoone hooldamisele ja kasutamisele kehtivad nõuded.

Üleandmine ja protsessi lõpetamine

Ülesanded:

1. Tagada kõigi üleandmise strateegias kavandatud tegevuste nõuetekohane läbiviimine;
2. Tagada kõigi ehitusteenuste üksikasjalik väljatöötamine parima energiatõhususe tagamiseks;
3. Paluda vajaduse korral BIMi mudelit muuta.

Kasutusel olev ehitis ja taaskasutussevõtt

Ülesanded:

1. Määratleda energiatõhususe alased nõuded kasutusel olevale hoonele;
2. Veenduda saadud BIMi mudeli loetavuses (avada BIM) ja valmiduses tulevikus seoses BIMiga mistahes muul moel kasutamiseks;
3. Veenduda, et hooldusjuhend on üle antud.

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
1.1 Investeeringutasuvus	23
1.1.1 BIMi ROI organisatsiooniline mõõde.....	24
1.1.2 BIMi ROI huvigruppide mõõde.....	25
1.1.3 BIMi ROI küpsuse mõõde	26
1.2 BIMi levitamise strateegiad.....	27
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine	31
2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõte.....	31
2.2 BIMi mudeli mittegraafiliste andmete määratlus	34
2.3 EPC (energiatulemuslikkuse lepingu) hoolduskava.....	36
2.4 BIMi "teostusmodel"	38
3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine	40
3.1 Kvaliteetsed pakkumised ja lepingud, garantiid ja muutuste juhtimine	40
3.2 Keskkonnasõbralik hange.....	41
3.3 Energiasäästlikkuse alane koolitus.....	43
3.4 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö.....	45
4. Moodul 4 – BIMi tehnoloogia kasutamine.....	48
4.1 Säästlik ehitussektor	48
4.2 4D- ja 5D-BIMi tehnoloogiad.....	50
4.2.1 4D-faasi kavandamine.....	50
4.2.2 5D-kulude hindamine.....	50
5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs	52
5.1 Simulatsioonimeetodid ja energiakulu ja valgustuse analüüs	52
5.2 BIMi üleandmine ja hooldamine	53
Referentsid.....	55

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:

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

Selleks, et ülaloodud 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 mõõtmise 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 genereerimisega, muutmisega 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 originaalformaad, 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 töövoo 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 töökoha haldamise süsteem): ettevõtte juhtimisplatvormi kaudu kasutatav integreeritud töökoha 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 järgnevaid 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 reaajas 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 tavapärasest 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 realselt 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 sektsiooni ja arendustöö taseme väljaselgitamiseks. MET hõlmab tavaliselt rida mudeli komponente vertikaalsel teljel ja projekti vahe-eesmärgid (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, ukse 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/rajasega 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, korraldamiseks, 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 ehitis, 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 tsükli 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 kokkuviimisel 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 keskhoidla, kus majutatakse kõiki projektiga seotud andmeid.

0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus

Nihe 2D-joonistelt 3D-mudelite 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 tähtsat 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. Ülevaatuse 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 aastaagadel 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 objektidel avastatud vastuolude esinemissagedus. Mudel tagab ka objektiivselt valmistatud elementide täiusliku sobivuse ning seesugused elemendid on objektidel valmistamise asemel lihtsalt kergesti oma kohale monteeritavad.
7. **Töötappide järjestamine:** kõigi ehitustööde etappide mudel ja täpne alammudelite 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 projekteerimisega.
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 модели kasutusvaldkonnad struktureeritud keele pakumistaotluste (RFP), kvalifitseerimiseelsete küsimuste (PQQ), tellija infonöuete (EIR) ja muude seesuguste dokumentide koostamiseks;
- määratletakse, missugune teave on vaja välja selgitada: модели kasutusvaldkonnad võimaldavad jaotada erinevaid pädevusi, mille üksikisikud, organisatsioonid ja meeskonnad peavad omandama;
- hinnatakse võimekust/küpsust: модели 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 vaikinisi 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 standardformaadid

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 äriastel tingimustele, 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 välditakse 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 (struktuurane, juhtimine, ehitus jms) tegelevate huvigruppide tarkvaraplattformidega sidumise teel.

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

- ✓ ärialsed 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:

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;
- keskkonnaandmeid 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 ehitusluse 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: 2011 – toote keskkonnadeklaratsioonid – ettevõtete vahelise kommunikatsiooni formaat:

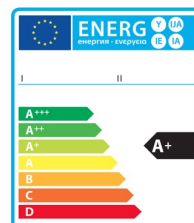
- kirjeldab standardis EN 15804: 2012 määratletud teabe edastamise formaati, et tagada teabe järjepideva edastamise kaudu ühtne arusaam;
- suunatud ettevõtete vahelisele kommunikatsioonile (B2B);
- kohaldub kõigile ehitiste ja ehitustööga seotud ehitustoodetele ja -teenustele.

CEN/TR 15941: 2010 – 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 energiamärgis energiaga seotud toodetele. See märgis 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 usaldusväärseks 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 usaldusväärseks 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 usaldusväärseks 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 ökomärgis 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 ökomärgis 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 reaajas, 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 töörühmasid, ka erinevates riikides või kontinentidel. ÜIK pakutav kaugkoostöö võimalus ühise tehnoloogiaplatvormi kaudu lubab luua juhtimiskulude vähendamise läbi uusi äri võimalusi.

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

1.1 Investeeringutasuvus

BIMi tehnoloogia majanduslikku väärtust hinnatakse sageli investeeringutasuvuse ehk ROI mõõtmise kaudu. BIMi tehnoloogia kasutusele võtmisest huvitatud ettevõtted on alati otsinud usaldusväärseid tegureid, mis aitaksid neil mõista, missugune on tehnoloogia ja tarkvara ülemineku mõju ettevõttele. Projekteerimis- ja ehitussektor on pärast enam kui kümneaastast BIMiga eksperimenteerimist viimaks aru saanud selle väärtusest ja majanduslikust mõjust. ROI välja arvutamisest on saanud kohustuslik hindamissamm enne paljude rohkelt kapitali ja tööd nõudvate investeeringute tegemist, sh BIMi kasutuselevõttu. Kui mõned ettevõtted arvutavad protsessi muutmise seotud majanduslike kasutegurite hindamiseks välja investeeringutasuvuse suhtarvu, on seesugune arvutus teiste jaoks siiski endiselt liiga raske või tülikas.

Probleem seisneb selles, et ROI analüüsis ei saa sageli arvestada projekti või ettevõtte jaoks tähtsate immateriaalsete teguritega, näiteks välditavate kulude või suurema ohutusega. ROI mõõtmiseks ja jälgimiseks vajalikud süsteemid võivad olla ka aeganõudvad ja kulukad ning personalikulud võivad olla suured. Praegu ei ole olemas konkreetset standardset sektoris kasutatavat BIMi ROI arvutamise meetodit ja paljud firmad ei ole kasutusele võtnud järjepidevat mõõtmismeetodit, ehkki sellest ollakse huvitatud ning usutakse BIMi investeerimisse otsustamisel ROI kasutamise potentsiaalsesse väärtusesse.

BIMi majandusliku mõju väljaselgitamine ehitiste projekteerimise ja ehitamise sektoris on väljakutse, mis on äratanud akadeemilises teadustöös palju huvi. See huvi hõlmab BIMi ROI uurimist projekti terve elukaare lõikes, mitmesuguste ehitiste tüüpide uurimist ja BIMi mitmesugustel määradel kasutamise kaalumist ning käsitletud on ka mitmesuguseid erinevaid arvutamismeetodeid. Investeeringud BIMi jagunevad kolmeks:

- 1 Käivitamiskulud tehnoloogia kasutuselevõtmise edukuse tagamiseks: ehkki üle 50% küsitlusele vastanutest peavad investeeringut tehnoloogiasse, eriti käivitamisfaasis, oluliseks kuluks, arvatakse sektoris, et see on konkurentsivõimeliseks ja kaasaegseks jäämise tagamiseks vältimatu. „BIMi kasutamine nõuab võimsamat arvutustehnikat ja võimsamaid võrke kui tavapärane CADi kasutamine ja see võimsus maksab“. Vastanud tõid mistahes nii BIMi kui tavapärase CADi projekti suurima komponendina välja otsesed tööjõukulud. „Teadsime kohe, kui hakkasime BIMile mõtlema, et personali seda kasutama ja tõhusalt kasutama koolitamine nõuab hiiglaslikku investeeringut. Projekt pidi hõlmama tervet käivitamisperioodi, mille ajal kõik töötavad aeglasemalt, kui CAD Architecture't kasutades“.
 - Investeeringu maksumuse arvutamisel tuleb ka arvesse võtta professionaalse arendamise kulu, sh personali esialgse BIMi toode kasutamise alase koolituse ja edasiste uute töömeetodite kasutamise alaste koolituste kulusid.
- 2 BIMi spetsiifilise projekti jaoks kohandamise kulud: kui BIMi kasutatakse projektides aina laialdasemalt, väitsid 32% küsimustikule vastanutest, et BIMi ettevõtte protsessidele vastavaks muutmiseks tuleb investeerida täiendavasse tööjõudu, näiteks värvata BIMi juht või täiendav IT tugipersonal. Üks elektriteenuseid osutav töövõtja väitis: „Üks asi, millest peame sektorina teadlik olema ja mida peame püüdma muuta, on ekspertteadmiste tehnoloogia edusammudega samal tasemel hoidmine“.
- 3 Arvutustesse tuleb lisada ka pikemaajalised plaanid ettevõttes strateegiliste muudatuste tegemiseks, näiteks investeeringud standardite väljatöötamisse või kohandamisse, ent seesuguste kulude kvantitatiivne mõõtmine võib olla keeruline. Tervikliku investeerimist puudutava arvutuse puhul tuleb mõelda ka ettevõttesiseste

protsesside muutumisele – näiteks andmete ja teabe projekti väljatöötamise varasemas etapis mudelisse integreerimisele või modelleerimise integreerimisele ehituseelsesse etappi. Ettevõtetel on BIMi kasutuselevõtmisel ja juurutamise varases järgus keeruline mõõta ka töövoos tekkivate häirete ja ebatõhususega seotud kulusid.

Peaaegu kõik BIMi kasutajad, kellele esitati ROI-d puudutavaid küsimusi, nõustasid, et BIM võimaldab ehitisi tõhusamalt projekteerida ja lubab tagada projektis osalejatele ja selle omanikule projekti elukaare jooksul palju mitmesuguseid eeliseid. „See ei olnud tegelikult majanduslik otsus... kõik liigub sellesse suunda. Kui soovime olla ajakohased ja püsida konkurentsis, peame samuti liikuma samas suunas“. „Omaniku jaoks on kõige tähtsam ehitise võimalikult kiire valmimine. Mida varem haigla käiku antakse, seda varem hakatakse teenima tulu. Keegi ei ehita ehitisi lihtsalt lõbu pärast“.

Loomulikult hõlmab BIMi ROI arvutamine lisaks nimetatud kolme tüüpi investeeringutele veel palju muud. BIMi investeeringutasuvuse üksikasjalikus ülevaates võetakse arvesse kolme järgmist mõõdet:

- ORGANISATSIOONILINE MÕÕDE – kas eeliseid mõõdetakse projekti tasandil või ettevõtte tasandil?
- HUVIGRUPPIDE MÕÕDE – missuguseid spetsiifilisi rolle kasutab ettevõtte projekti ökosüsteemis?
- KÜPSUSE MÕÕDE – kui põhjalikud on meeskonna ja ettevõtte kogemused BIMi alal?

BIMi kasutuselevõtmisel ja ROI hindamisel nimetatud kolmele mõõtele mõeldes võivad ettevõtted saada parema ettekujutuse, kuidas saab strateegiliselt ühendada mõõtmise ja tehnoloogilise innovatsiooni, et heita valgust liikumisele BIMi tulevaste küpsusastmete suunas. „BIM on võimaldanud meil püsida turul seal, kus soovime olla, ja kui ka teised ettevõtted on BIMi kasutusele võtnud, soovime tagada, et püsime konkurentsis. Arvan, et oleme turuosa poolest ja lihtsalt sellepärast, et oleme valmis teostama projekte, mille teostamiseks nüüd võimalised oleme, oma positsiooni parandanud“.

1.1.1 BIMi ROI organisatsiooniline mõõde

Kui ettevõtte otsustab hakata kasutama BIMi, sätestavad selle kasutuselevõtmise eestvedajad olulised eesmärgid, millest sõltub, kuidas hakatakse töötama tulu saavutamise nimel ja kuidas see saavutatakse. Mõnel puhul väitsid BIMi ROI osas küsimustele vastanud kliendid, et selle kasutusele võtmise aluseks olid kliendi nõuded projektile. Seesugusel juhul soovib ettevõtte tõenäoliselt kasu lõigata BIMi abil ellu viidud projekti edukusest ja kasumlikkusest.

Autodeski kasutavad kliendid väitsid, et BIM pakub projekti tasandil nii käegakatsutavaid, mõõdetavaid eeliseid – näiteks väiksem RFIde (infopäringute) arv – kui immateriaalseid eeliseid, mille mõõtmine on keerulisem. Need annavad võimaluse tõhusalt välja töötada ja analüüsida täiendavaid projekteerimisvõimalusi ja suurendada projekti väärtust selle parameetripõhise tõhustamise teel:

- ✓ **vähem raiskamist ja väiksem risk** (näiteks olulised säästud BIMi abil väljatöötatud teraskonstruktsioonide pakettide projekteerimisel, ehitamisel ja püstitamisel);
- ✓ projekteerimise kõrgem kvaliteet;
- ✓ **vähem vigu**, mis võimaldab vähendada personalikulusid ja viia projekti ellu kiiremini ja vähemate vigadega. Sektori küpsedes valmistab BIMi kasutuselevõtt meid ette integreeritud projektide elluviimiseks, sest ettevõtte võtab omaks erineva riskimudeliga töötamise tarkvara õppimiskõvera ja vaimse õppimise kõvera. Pikemas perspektiivis on selle eeliseks see, et ettevõtte on valmis tegema seesugust tööd, mida soovitakse teha majanduslikest kaalutlustest lähtuvalt;
- ✓ **kliendi, projekteerimis- ja ehitusmeeskonna suurem vastastikune mõistmine ja tõhusam kommunikatsioon** tänu võimalusele kergesti näidata otse tarkvarast genereeritavat animatsiooni;
- ✓ kiirem ametiasutustelt kinnituste ja lubade saamise protsess ja väiksem risk omanikule;

- ✓ projekti tõhusam elluviimine tänu tõhusale ressursikasutusele, suuremale ohutusele ja täpsemale ajakavale, mis vähendavad hilisemalte kohtumenetluste ja nõuete tekkimise võimalusi.

Kui ettevõtte laiendab BIMi kasutamise mitmele projektile või laiendab BIMi kasutamist äristrateegiana, tuleb ka ROI laiendada nii, et see hõlmab kasutegureid ettevõtte tasandil, näiteks võimalusi töötada uute klientidega. Eeliste seas on ka personali pädevus ja töötajate säilitamine. Samuti on ettevõtte tasandi eeliste seas võimalused ärimudeli laiendamiseks või uute teenuste pakkumiseks, näiteks kvaliteedi tagamine või mudeli arendamine.

Rikkalikult andmeid sisaldavad mudelid annavad ettevõttele võimaluse pakkuda klientidele pidevalt andmeid, sest andmed integreeritakse rajatiste käitamise ja hooldamise protsessi ladusamalt.

Ettevõtte tasandil saadud kasu sidumine ainult BIMi kasutuselevõtmisega võib olla keeruline. Kui ettevõtte kasutab äritegevuse tugevuse jälgimiseks tavapäraseid mõõdikuid, näiteks kasumlikkust, riskitegureid, nõuete ja kohtumenetluste arvu, võidetud või kaotatud projektipakkumiste arvu ja uusi tehinguid võtmeklientidega, võib BIMi reaalsel mõju nende mõõdete osas olla raske eraldada teiste tegurite mõjust.

1.1.2 BIMi ROI huvigruppide mõõde

Intervjueeritavad vastasid, et hindavad BIMi kasutegureid erinevalt sõltuvalt sellest, missugune on nende roll projektis – seisukohta mõjutab see, kas BIMi kasutatakse projekteerimise, ehitamise või käitamise vahendina. Näiteks omanikud kalduvad tähtsaimateks eelisteks pidama mitmete osapoolte vahelist kommunikatsiooni ja tõhusamaid projekti protsesse ja tulemusi. Töövõtjad nimetavad BIMi peamiste eelistena tootlikkust ja projekti väiksemaid kulusid. Paistab, et omanikud on ROI arvutamisest palju rohkem huvitatud ja projekteerijad on – nagu ka omanikud – ROIst huvitatud põhjalikuma teabe saamiseks võimaluste kohta. Paljud projekteerimisettevõtted võtavad BIMi kasutusele varakult, sest arvatakse, et see annab neile parema positsiooni koostöös BIMi kasutusele võtnud avaliku sektori asutustega.

	Spetsialist	Tehnik	Omanik
BIMi kasutuselevõtt	Laialdaselt levinud	Esile tõusmas ja aina enam hinnatud	Paljud nimetavad BIMi, ent vähesed kasutavad seda ja saavad sellest täielikult aru
Tähtsamad kasutegurid	Tõhusam koostöö projektis osalejatega Vähem ümbertegemist, vähem tellimuste muutumist	Minimeerib muudatuste arvu / kõrvaldab rohkete muudatuste tegemise vajaduse Tõhustab ehitustööde juhtimist Väga kasulik koguste ja materjalikulu hindamiseks	Võib lühendada projekti üldist valmimisaega Võimaldab tõhusamat juhtimist, töös hoidmist ja täiendamist
Seotud kulud	Mudeli täielikult andmetega varustamisele kulub rohkem aega Projekteerijatel võib kuluda rohkem aega alternatiivsete projektivõimaluste uurimisele	Nõuab töömeetodite ja protsesside muutmist ja täielikuks rakendamiseks vajalikke tehnoloogilisi investeeringuid	Hetkel on päris selge ainult tarkvarasse tehtava investeeringu osa
Huvi ROI vastu	Sellest ei ole BIMi kasutamise või mitte kasutamise otsuse tegemisel palju abi Huvitatud nii varjatud kuludest kui tulu teenimise võimalustest aru saamisest	Ei puuduta neid otseselt, sest tavaliselt ei tee nemad otsust BIMi kasutada	Huvitatud ja vajavad koolitamist BIMi abil projekteeritud varaobjektidest kõige enam kasu saamise alal
BIMi väljavaated	Jääb kasutusse. Teeb töö keerumise maks, ent on „õige tee“	Teretulnud tõhusus, mida tuleks kasutada kõigi projektide puhul	Märkimisväärne potentsiaal ja aina sagedamini projektis osalevatele isikutele esitatav nõue

1.1.3 BIMi ROI küpsuse määde

Ettevõtted arvutavad 2D kasutamisel esialgse BIMi rakendamise juurde liikumisel välja ROI, et otsustada, kas tehnoloogiline investeering tasub ära. BIMi rakendamise esialgselt etapist edasi liikudes nihkub ROI arvutamine aga edasi üksikasjalikumale töövahendile, et hinnata spetsiifilisi ettevõtte strateegiaga seotud algatusi. Hiljuti läbi viidud teadustöös on leitud korrelatsioon BIMi kasutamise erinevate tasandite ja ROI vahel. Enamik väga küpsetest ROI kasutajatest hindavad ROI kõrgeks, ent vähekõpsetest BIMi kasutajatest on samal arvamusel ainult 20%. „BIMiga seotud kulutused annavad kogenud projekteerijate käsutusse suurepärase tööriista. Olles saanud väljaõppe, suudavad seesugused väga kogenud inimesed teha sama ajaga rohkem tööd“.

Paljud suure BIMi kasutamise kogemusega kliendid räägivad, et nad on kehtestanud ettevõttesisesed protseduurid kogemuse mõõtmiseks, ettevõtte pädevuse hindamiseks ja töötajate vajalikke oskusi omandama motiveerimiseks. Regioonides, kus valitsus on kehtestanud BIMi kasutuselevõttu julgustavaid poliitikaid, näiteks Ühendkuningriigis, määratletakse kogemuse või küpsuse tase sageli ametlikult, et suurendada selgust ja suunata spetsialiste oma oskuste taset suurendama.

Ettevõtted saavad edusammude hindamiseks ja ROI arvutamiseks kasutada mitmeid võimalike kasueesmärkidega seotud meetmeid. Mõõtmiseks saab kasutada kulusäästu või töömahukuse vähenemist. Näiteks kui projekti soovitud tulemus on „tõhus ressursikasutus“ ehitusfaasis tänu õigemale „meeskonna suurusele ja fookusele“, võib ettevõtte otsustada suurendada BIMi meeskonna spetsialiseerumise taset. See võimaldaks ettevõttel jälgida spetsiaalsete ülesannete täitmisele kulutatud aega faaside lõikes ja võrrelda mõõdetud andmeid võrreldavate projektide andmetega, et anda tagasisidet strateegia tõhususe kohta. Alternatiivselt võib meeskond soovida BIMist kasu saada ulatuse ohje kategoorias „vähemate, varem laekunud ja õppijate RFide näol“. Protsessi muutmise kohustuste ja mudelite kasutuselevõtmise taseme määramiseks võib ühendada RFide jälgimise mõõtmise strateegiaga ja neile vastamisele kulutatud tundidega. Kvalitatiivseid tegureid, näiteks „projekti projekteerimise ulatuse mõistmist“ ja „omaniku mugavuse määra“ võib jälgida skoori abil, mida hinnatakse eelnevalt kindlaks määratud meetodi abil, näiteks personali ja juhtide küsitlemise teel projekti elluviimise protsessi tähtsamatel hetkedel.

Seesugune BIMi ROI uurimine viitab sellele, et BIMi kasutusele võtnud ettevõtete hinnangul on BIMiga seotud investeeringu tasuvuse mõõtmine täpse arvutuse teostamise keerukusele vaatamata tähtis protsess, mis on lisaks tehnoloogilise innovatsiooni kasutusele võtmise otsuse tegemisele kasutatav ka mujal. 75% uurimuses osalenud klientidest väitsid, et nende ettevõtted hindavad BIMi mõju kvalitatiivselt. ROI mõõtis siiski otseselt vaid 21%. Teised mõõtsid muid tegureid, näiteks suutlikkust viia projekte ellu väiksema meeskonna abil või kiiremini.

Huvi ROI kasutamise vastu BIMi spetsiifiliste eeliste hindamisel säilib ka siis, kui ettevõtted on jõudnud esimesele küpsustasemele. Huvitav on see, et 7% ettevõtetest väitsid, et ei vaja BIMi kõrgemale küpsustasemele jõudes enam ROI arvutamist, mis on kooskõlas tähelepanekuga, et tehnoloogia muutub üldlevinuks saades nähtamatuks. Kasutegureid puudutavate eesmärkide seadmine, aja jooksul investeeringute käekäigu jälgimine ja tasuvuse mõõtmine aitavad ettevõtetel teha tehnoloogia/protsesside alaste algatuste portfelliist põhjendatud valikuid ja äritegevuse muutmist strateegiliselt kavandada. Lisaks on ettevõtted nõus, et ettevõttesisesed huvigrupid saavad ROI kasutada strateegilise tööriistana ettevõttesisestele meeskondadele, juhtidele ja töötajate rühmadele protsesside muutmise propageerimiseks või uue meetodi potentsiaalse väärtuse tutvustamiseks.

Kes saab sellest kasu? BIMi vallas suurte kogemustega ettevõtted märgivad, et ROI üksikasjalik ja asjatundlik kasutamine on saamas tähtsaks teguriks edukas koostöös ehitiste omanikega, kuna selle mõjuvõimsa rühma teadmised BIMist suurenevad, nad hakkavad aru saama BIMi abil ellu viidud projektide eelistest ja kasutavad ära võimaluse muuta ehitiste kasutamise ja hooldamise protsesse. Teenusepakkujad mõistavad, et ROI strateegilist rakendamist saab kasutada klientidele oma pädevuse tõestamiseks, andmepõhise otsustamise läbi väärtuse

suurendamiseks ja konkurentsist eristumiseks. Ettevõtete juhid võivad välja töötada personaalse teekonna strateegilise BIMi ja ROI rakendamise meetodi väljatöötamise teel protsessi muutmiseks – pühendudes võrreldavuse tagamiseks mõõtmisele, võrdlemisele ja juurdepääsetavates formaatides teabe säilitamisele ja tulemuslikkuse põhinäitajate pidevale mõõtmisele. Strateegiline ROI rakendamise protsess ei ole pelgalt mehhanism rakendamise/mitterakendamise otsuse tegemiseks, vaid võib toetada protsesside muutmise alaste algatuste prioriteetsuse määramist ja ettevõttesisest sotsialiseerimist ning tõhustada ettevõtte tegevust.

Üksikisikute ja meeskondade tegevuse tõhustamisele suunatud BIMi algatuste hindamiseks ROI kasutamine võimaldab ettevõtetel seada investeeringud nende organisatsiooni tõhususe alase kasuteguri alusel tähtsuse järjekorda, mis toetab äritegevuse jätkusuutlikku tõhustamist, või rakendada mudeleid BIMi küpsuse hindamiseks ja pädevuse suurendamiseks. ROI abil saab välja selgitada ettevõtte suundumuse BIMi kolme dimensiooni raames ning määrata paljulubavad meetmed BIMi esialgseks kasutusele võtmiseks ja potentsiaalse kava selle hilisemaks arendamiseks. Tähtsad strateegilised tegurid ettevõtetele on:

- töötajate pädevus;
- koostöökultuur;
- meeskondade võimekus.

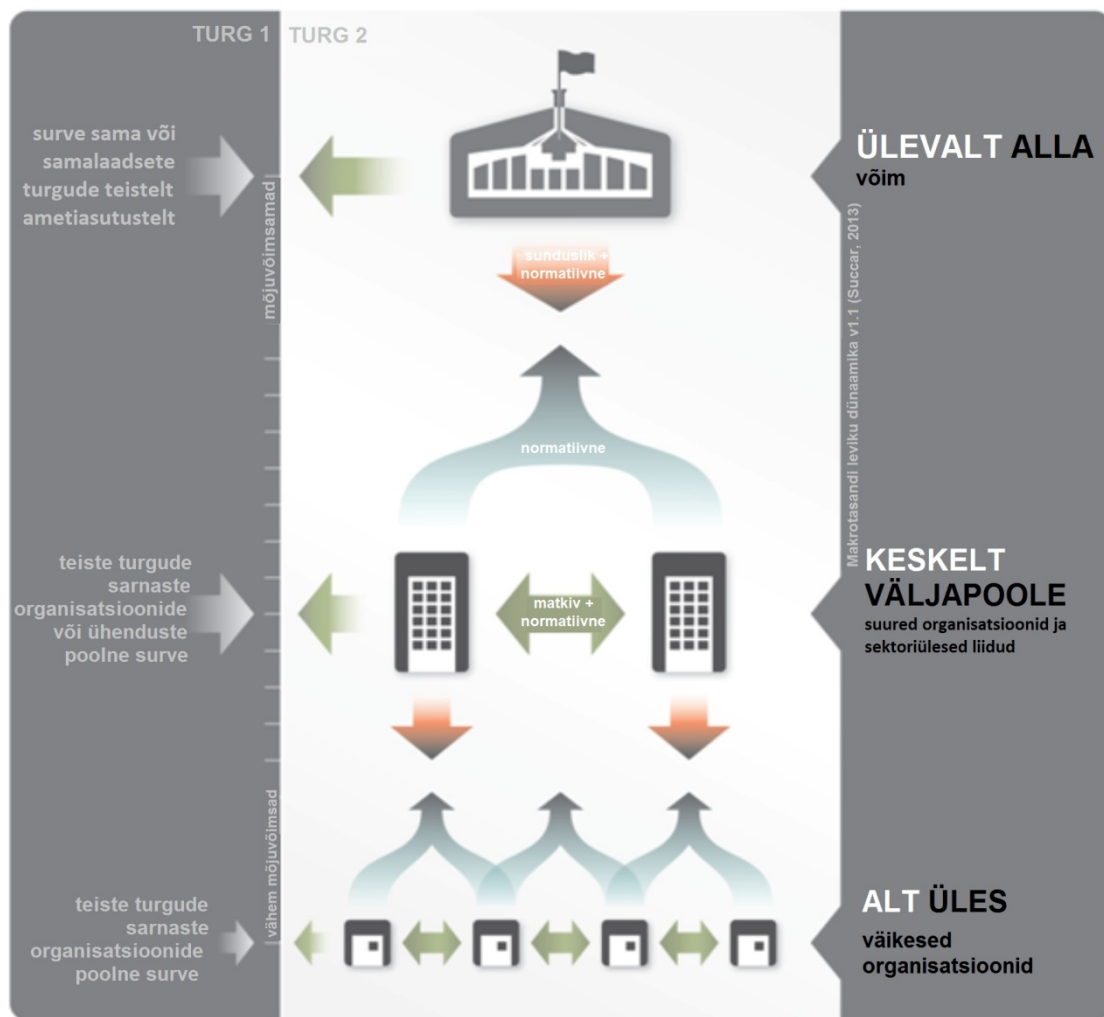
Täiendavat teavet soovivad ärijuhid leiavad akadeemilistest uurimistöödest soovitusi ja raamistikke optimeerimisstrateegiate väljatöötamiseks, mis ulatuvad BIMi esialgsest kasutusele võtmisest suuremate küpsuse tasemeteni.

1.2 BIMi levitamise strateegiad

BIMi organisatsioonis (mikrotasand) või üle terve turu (makrotasand) levitamisest rääkides kerkivad tavaliselt esile kaks mõistet – ülevalt alla ja alt üles:

- **Ülevalt alla levitamine** tähendab ametiasutuse survet spetsiifilise selle hinnangul eelistatud lahenduse jõustamiseks. Hea näide makrotasandi ülevalt alla BIMi dünaamikast on Ühendkuningriigi BIMi 2. tasand. Mikrotasandil on ülevalt alla levitamisega tegemist siis, kui organisatsiooni tippjuht (sõltumatult selle suurusest või kohast tarneahelas) propageerib spetsiifilise lahenduse kasutusele võtmist. Seesuguste, mõnikord sunduslike survete läbi hakkavad lahendused levima mööda võimuahelat alla ja võetakse koolitamise ja motiveerivate teguritega sidumise korral kasutusele.
- **Alt üles levimine** tähendab tehnoloogiate, protsesside või poliitikate kasutusele võtmist rohujuure tasemel ilma kohustuseta. Makrotasandil leiab see aset siis, kui võimu-/tarneahela alumises otsas asuvad organisatsioonid võtavad kasutusele uuendusliku lahenduse või kontseptsiooni ning seesugune lahendus saab peagi levinud töömeetodiks ja levib järkjärgult mööda tarne-/võimuahelat üles (nagu toimub Austraalias). Mikrotasandil toimub alt üles levimine samalaadselt siis, kui võimuahela alumises otsas asuv töötaja võtab kasutusele innovaatilise lahenduse ja – aja jooksul – tunnustavad seda lahendust ja võtavad selle kasutusele ka keskastme ja tippjuhtkond.

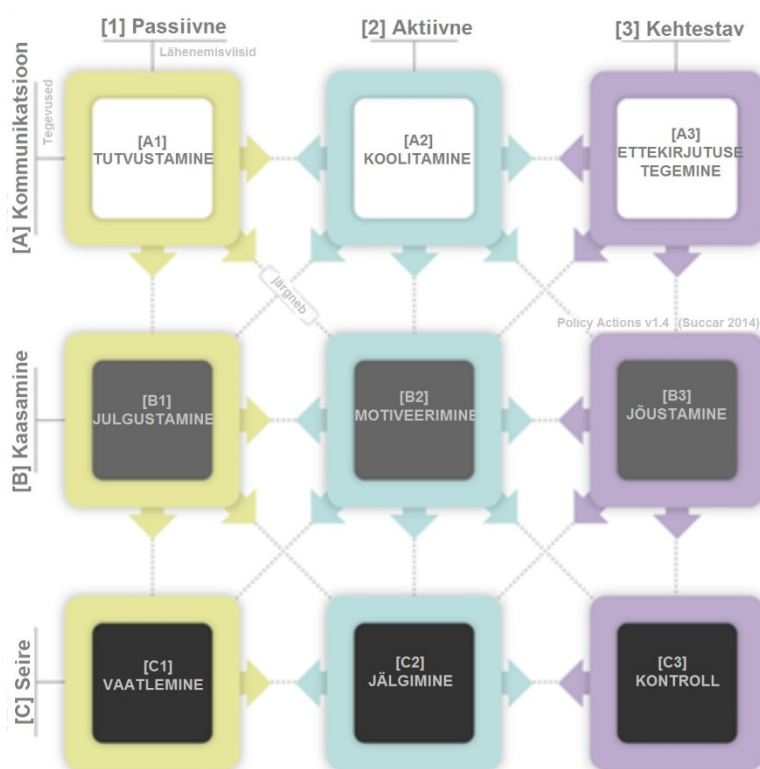
Ehkki kaks kirjeldatud dünaamikat on kergesti märgatavad, peitub nende taga ka kolmas dünaamika – KESKELT VÄLJAPOOLE levimise muster:



- **Keskelt väljapoole levimine** kehtib kõigi „alumist“ otsa „peamisest“ eraldavad keskosas asuvate organisatsioonide ja üksikisikute puhul. Mikrotasandil, konkreetses organisatsioonis, suruvad meeskondade juhid, osakonnajuhid ja liinijuhid enda poolt isiklikult kasutusse võetud võimuahelas üles ja alla. Makro- ehk turutasandil on keskelt väljapoole suunatud dünaamikaga tegemist siis, kui keskmise suurusega organisatsioonid (turust sõltuvalt – nt Ameerika Ühendriikides suured töövõtjad) mõjutavad väiksemaid, neid võimuahelas madalamal asuvaid organisatsioone soovitud kasutusele võtma. Samuti mõjutavad nad neist tarne- või võimuahelas kõrgemal asuvaid suuremaid organisatsioone, ühendusi ja ametiasutusi oma lahendust kasutusele võtma ja viimaks standardiseerima.

Mitmesuguste turust sõltuvate ja sotsiaalsete muutujate tõttu esinevad dünaamika erinevatel organisatsioonidel ja turgudel erinevatel määradel. Ülevalt alla, alt üles ja keskelt väljapoole levimise dünaamikad täiendavad aga teineteist ja isegi kattuvad. Arvamus, et üks dünaamika võib olla teistest parem, on ekslik. Ehkki mõned tõendid viitavad sellele, et ülevalt alla dünaamika soodustab lahenduse kiiremat kasutuselevõttu organisatsioonis või turul, ei toeta tõendid seisukohta, et see toob kaasa BIMi töövoogude ja väljundite järjepideva kasutuselevõttu.

Üks levimise mudelitest on **poliitikasuundade mudel**, milles kirjeldatakse kolme rakendamistegevust (kommunikatsioon, kaasamine ja seire) koos kolme rakendamisviisiga (passiivne, aktiivne ja kehtestav) ning saadakse üheksa poliitikasuunda:



Kolm nimetatud tegevust esinevad sageli turgudel, kus BIMi tööriistade ja töövoogude levitamiseks tehakse tahtlikult ülevalt alla suunal tööl. Varieeruvad tegevuste elluviimise intensiivsus ja poliitika elluviimisega tegelevate osalejate (nt valitsus, erialaühendused ja spetsialistide kogukonnad) segu [ii]. See tähendab, et kõigile kolmest tegevusest (kommunikatsioon, kaasamine ja seire) on võimalik läheneda kolmel intensiivsuse tasandil (passiivne, aktiivne ja kehtestav), võttes arvesse erinevate turgude kultuurilisi erinevusi ja võimu dünaamikat. Ühes riigis (nt Kagu-Aasia riigis) tegutsevad spetsialistid võivad nõuda valitsuselt kehtestavat tegutsemist, teise riigi (nt Ameerika Ühendriikide või Austraalia) spetsialistid võivad aga eelistada aktiivsemat või veelgi passiivsemat lähenemist.

	Passiivne [1]	Aktiivne [2]	Kehtestav [3]
Kommunikatsioon [A]	Tutvustamine: poliitika kujundamises osaleja teavitab huvitatud isikuid süsteemi/protsessi tähtsusest, eelistest ja sellega seotud väljakutsetest ametlike ja mitteametlike kommunikatsioonikanalite kaudu	Koolitamine: poliitika kujundamises osaleja loob huvitatud isikute süsteemi/protsessi konkreetsetest väljunditest, nõuetest ja töövoogudest teavitamiseks informatiivseid suuniseid	Ettekirjutuste tegemine: poliitika kujundamises osaleja kirjeldab täpset süsteemi/protsessi, mille huvitatud isikud peavad kasutusele võtma
Kaasamine [B]	Julgustamine: poliitika kujundamises osaleja viib läbi töötubasid ja võrgustiku loomise üritusi, et julgustada huvitatud isikuid	Motiveerimine: poliitika kujundamises osaleja pakub huvitatud isikutele preemiaid, rahalist motivatsiooni ja eelistatud	Jõustamine: poliitika kujundamises osaleja kaasab (eelistab) huvitatud isikuid või jätab nad kõrvale (karistab) sõltuvalt sellest, kas nad

	süsteemi/protsessi kasutusele võtma	kohtlemist, et motiveerida neid süsteemi/protsessi kasutusele võtma	võtavad süsteemi/protsessi kasutusele
Seire [C]	Jälgimine: poliitika kujundamises osaleja jälgib, kuidas (või kas) huvitatud isikud on süsteemi/protsessi kasutusele võtnud	Jälitamine: poliitika kujundamises osaleja uurib, jälgib ja teostab järelevalvet süsteemi/protsessi huvitatud isikute poolt kasutusele võtmise üle	Kontroll: poliitika kujundamises osaleja sätestab ettenähtud süsteemi/protsessi jaoks majanduslikud käivitustegurid, nõuetele vastavuse piirid ja kohustuslikud standardid

Nagu tabelis kirjeldatud, tähistavad kolm poliitikasuunda poliitika kujunduse intensiivsemat osalemist BIMi kasutusele võtmise hõlbustamisel: passiivsest jälgijast kehtestavamaks kontrollijaks. Siinkohal on poliitikasuundi kirjeldatud pealiskaudselt. On selge, et kõik üheksast suunast on jaotatavad väiksemateks poliitikasuundadeks. Näiteks motiveerimise [B2] saab täiendavalt jaotada mitmeks motiveerimise alaseks tegevuseks: nt [B2.1] BIMi kasutusele võtmise soodustamine maksurežiimi abil, [B2.2] BIMi hankepoliitika väljatöötamine ja [B2.3] BIMile suunatud innovatsioonifondi loomine.

Poliitikasuundade mudelis on välja toodud mitmed erinevad meetmed, mida iga turu poliitikakujundajad kasutavad (või saavad kasutada) BIMi kasutusele võtmise soodustamiseks. Tähtis on mõista, et kõik suunad on samaväärsed. Poliitikakujundajad peavad siiski valima poliitikasuundade kombinatsiooni, mis vastab kõige paremini nende turu ainulaadsetele nõudmistele.

Poliitikasuundade mustrite näidiskaardil võrreldakse kokkuvõtlikult erinevate turgude poliitikakujundajate poolt rakendatud levitamismeetmeid. Iga muster tähistab poliitikakujundajate poolt rakendatud meetmeid (või meetmeid, mida nad saavad rakendada). Näiteks ülemine vasakpoolne muster vastab täiesti passiivsele lähenemisele (tutvustamine + julgustamine + jälgimine), alumine parempoolne muster aga kehtestava ja aktiivse lähenemise segule (ettekirjutuste tegemine + motiveerimine + jälitamine).

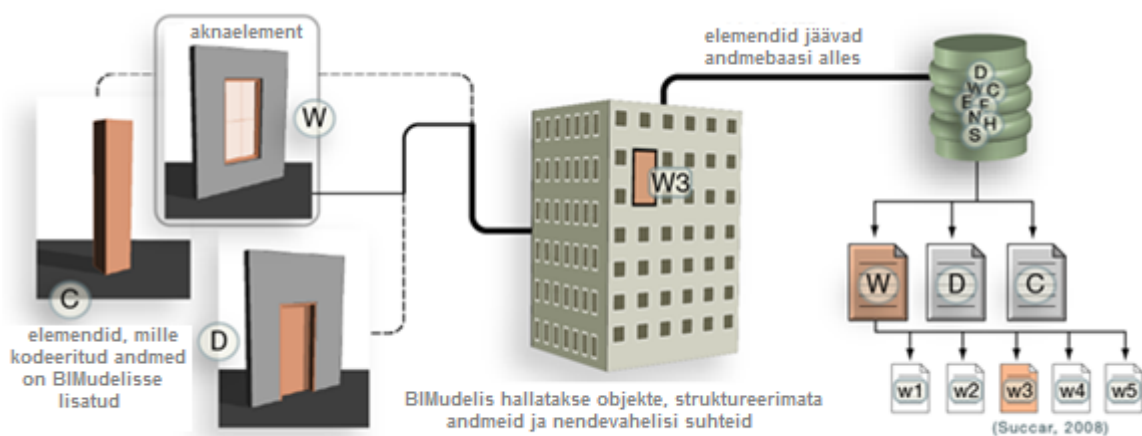
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine

2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõte

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.

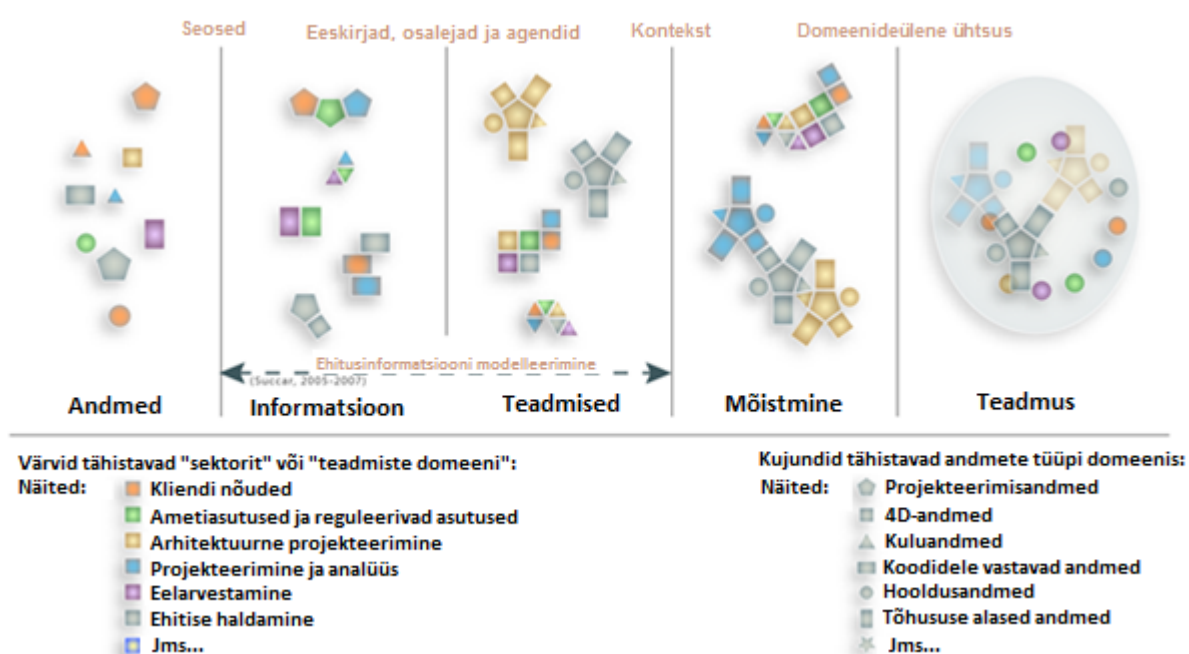


BIMi modelleerijad ei kujuta ega kodeeri ka konkreetse sektori raames (arhitektuur, projekteerimine või ehitus) kõiki sektoris kasutatavaid teadmisi. Kõnealuse küsimuse teisel viisil selgitamiseks peame esmalt lahti seletama, mida „info“ ehitusinformatsiooni modelleerimises tegelikult tähendab. Aru saada 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 (esmalt 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 teadmispõhiste lahendustena. Vastavalt ülaltoodud definitsioonidele ja eeldades, et eesmärgid on sünonüümsed kodeeritud eeskirjadega, võivad BIMi modelid olla teadmispõhised modelid või süsteemse mõtlemise põhised modelid.



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:

- 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.
- Andmete koostalitlus:** koostalitlus 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

(koostalitumusmodeli), 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 kaotsiminevate/juurde tekkivate andmete hulk sõltub modelleerija importimise ja eksportimise võimalustest ja koostalitussüsteemi omadustest (näiteks IFC). Seesuguse failipõhise koostalituse üks suur puudus on töövoogu 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. Kaotsiminev andmehulk sõltub loetavate või arvutustes kasutatavate andmete hulgast. Ka viitemudelid (RMudelid) on näide BIMi andmeföderatsioonist. RMudelid on eraldiseisvad või födereeritud mudelid, milles hoitakse linke süsteemivälise 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 geomeetriselised ja graafilised andmed võimaldavad väljendada tellistest seina 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“.

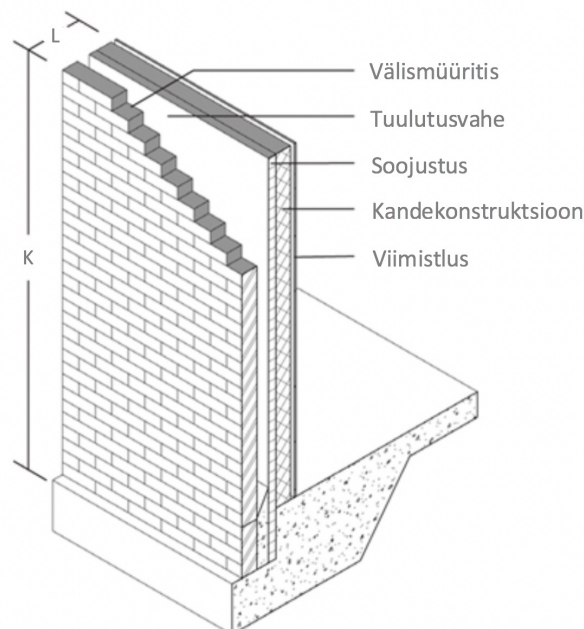
Tänapäeval ei osta kliendid pelgalt füüsilist vara: nad omandavad ka teavet, tavaliselt digitaalsel kujul. Teabe kogus ja tase suurenevad läbi projekti elukaare liikudes. Näiteks varases strateegilise teabeedastuse etapis, kui klient hindab oma vajadusi, võib ta vajada teavet vaid ruumi ja vajalike tegevuste 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 seinavaldesse soojustuse paigaldamine, silluste paigaldamine, uute ja olemasolevate seinte plokkidega ühendamine, segusse ilutelliste ladumine)
Toote omadused
Soojusjuhtivus
Külmumis- ja sulamiskindlus
Taaskasutusse võetud materjalid
Müüritise osade mõõtmiste 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 infolehenena), 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 esitamise 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. Investeermiskulud katab tavaliselt ESCO või kolmas isik (näiteks pank) nii, et avaliku sektori asutus ei pea rahalisi kulutusi tegema. ESCO saab tasu, mis on tavaliselt seotud garanteeritud energiasäästuga. Pärast täpsustatud lepinguperioodi lähedav energiatõhususe suurenemisega seotud säästud üle avaliku sektori asutusele. Energiatulemuse lepinguid sõlmitakse sageli hoonerühmadele, et lepingud oleksid potentsiaalsete investorite jaoks atraktiivsemad.

Hoone haldamise eest vastutab selle omanik, kes peab vajaduse korral kontrolli läbiviimiseks kasutama tehniku abi. Tõhus hooldus sõltub hoone 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 objektile tuvastatud anomaalia. Hiljem konverteeritakse täidetud kontroll-leht pdf-formaati ja sisestatakse BIMi mudelisse. Mudelit tuleb pidevalt uuendada, et see toetaks täpselt ruumide remondi- ja hooldusplaane. Väljatöötatud arvutirakenduse kasutajaliidest kujutatakse alltoodud joonisel.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Morada:
 Código Postal: Cidade:
 Freguesia: Distrito:

Características do Edifício

Nº de pisos: Nº de fogos: Ano de construção:
 Utilização do Edifício:
 Possui cobertura em terrço?
 Outras observações:

ANOMALIA, SOLUÇÃO E METODOLOGIA DE REPARAÇÃO

Elemento: Sub-elemento:
 Anomalia:
 Causas possíveis:
 Solução:
 Sequência de reparações:
 1ª
 2ª
 3ª
 4ª
 5ª
 Outras observações:

Relevância para degradação do desempenho do edifício: Urgência de reparação:
 Necessidade de desocupação do fogo/edifício? Meios de acesso ao local:
 Consequências possíveis:

Técnicas de diagnóstico/ensaio utilizadas:
 Equipamentos e materiais necessários à reparação:
 Registo Fotográfico: (clicar no espaço abaixo para carregar foto)

Técnico: Data:

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.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Morada: *Urbanização da Amoreira, lote 28*
 Código Postal: 1900 Cidade: Cascaes
 Freguesia: Cascaes Distrito: Lisboa

Características do Edifício

Nº de pisos: Nº de fogos: Ano de construção:
 Utilização do Edifício:
 Possui cobertura em terrço?
 Outras observações:

ANOMALIA, SOLUÇÃO E METODOLOGIA DE REPARAÇÃO

Elemento: Paredes interiores Sub-elemento: Revestimento em pintura
 Anomalia: Empolamento
 Causas possíveis:
 A presença de humidade em excesso na base de aplicação ou no ambiente
 O desrespeito do intervalo de tempo de repintura
 A incompatibilidade química do produto de pintura com a base de aplicação
 Solução: Repintura
 Sequência de reparações:
 1ª Escovagem ou à remoção total ou parcial do revestimento por pintura
 2ª Verificar se a base apresenta degradação (com fissuração ou fendas, frível ou apodrecido) e, nessa situação, proceder à sua reparação
 3ª Preparação adequada da superfície e posterior pintura ou repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas
 4ª
 5ª
 Outras observações:

Relevância para degradação do desempenho do edifício: Baixo Urgência de reparação: Baixo
 Necessidade de desocupação do fogo/edifício? Não Meios de acesso ao local: Escadas interiores
 Consequências possíveis: Paredes esteticamente em mau estado

Técnicas de diagnóstico/ensaio utilizadas:
 Análise visual
 Avaliação da presença de água em empolamentos
 Tubo de Kantner para avaliar a absorção de água a baixa pressão

Equipamentos e materiais necessários à reparação:
 Escova
 Tintas compatíveis com o suporte e respetivo material de proteção

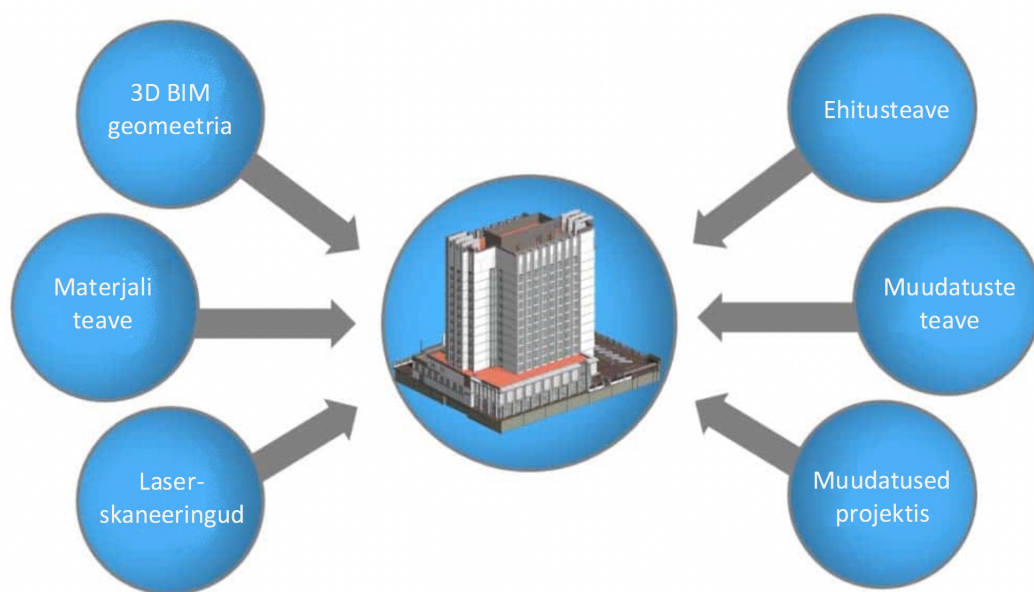
Registo Fotográfico: (clicar no espaço abaixo para carregar foto)

Técnico: Diogo Simões Data: 29-09-2013

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.

2.4 BIMi "teostusmudel"

Mudelit ei saa käitamise ja hooldamise etapis kasutada enne, kui see on efektiivselt konverteeritud teostusmodeliks. Teostusmodelile kehtivad mitmed nõuded – esiteks peab see olema geomeetriliselt proportsionaalne tegeliku objektile paikneva ehitise ja teiseks peab see hõlmama tähtsamat asjakohast teavet kõigi ehitise komponentide kohta, mida saab hiljem 6D tasandil täiendada.



Olemasoleva rajatise saab genereerida täpselt ja mõõtmiste toorandmetele võimalikult lähedaselt mitme erineva meetodi abil. Essential BIM on ekspert igat tüüpi mõõtmiste toorandmete põhjal BIMis kasutamiseks valmis teostusmodelite genereerimise alal.

1. **3D-laserskaneerimise abil saadud andmete punktipilve alusel koostatud BIMis kasutatav mudel:** arhitektuurilise mõõdistamisega tegelevate ettevõtete seas on nüüd levinud rajatiste/ehitiste laserskaneerimine. Selle meetodi abil saadakse miljarditest reaalses maailmas esinevatele koordinaatidele vastavatest punktidest koosnev punktipilv, mis moodustavad kõigest skänneri vaatevälja jäävast koosneva keskkonna. Seesuguseid pilvi on aastaid kasutatud täpsete 2D CAD-jooniste tegemiseks, mida kasutati seejärel 3D teostustingimuste modelleerimiseks. Essential BIM hakkas nende mudelitega töötama kohe, kui need kasutusele tulid, ja on välja töötanud töömeetodid äärmiselt täpsete mudelite genereerimiseks.
- 3D-laserskännerid skaneerivad kõik skänneri vaatevälja jääva ja paljusid skänneripositsioone mitu korda kasutades (või hiljuti kasutusele tulnud mobiilset skännerit kasutades) saab skaneerida peaaegu 100% keskkonnast. See võimaldab modelleerida just nii üksikasjalikult, kui soovitakse, ilma objekti täiendavate andmete saamiseks korduvalt külastamata. Klient võib esmalt küsida vaid põhiandmeid ning vastavalt vajadusele hiljem soovitud valdkondade kohta täpsemaid andmeid ja need saab esitada objekti täiendavalt häirimata – varem kasutatud traditsiooniliste mõõdistamise meetodite puhul oli see võimatu.

2. **2D CAD-jooniste põhjal koostatud BIMi kasutatav mudel:** on äärmiselt tõenäoline, et ehitist on varasematel aastatel juba tehtud 2D-joonised. BIMis kasutamiseks sobiva 3D-mudeli genereerimine juba kogutud ja viimistletud andmete alusel võib olla äärmiselt kulutõhus lahendus. See on üldjuhul kõige kiirem viis mudeli loomiseks, kuna suurem osa andmeanalüüsist on juba teostatud. Kui joonised on juba loodud, on see lahendus üldjuhul uute mõõdistamiste läbiviimisest kulutõhusam (eeldusel, et miski ei ole pärast jooniste koostamist muutunud). 3D BIMis kasutatav mudel piirdub loomulikult ainult 2D CAD-joonistes kasutatud üksikasjadega.
3. **Tavapärase mõõtmise teel kogutud toorandmete alusel koostatud BIMis kasutatav mudel:** kuna laserskännerid on äärmiselt kallid, kasutab enamik arhitektuurilise mõõdistamisega tegelevatest ettevõtetest andmete saamiseks tavapäraseid meetodeid. See võib hõlmata objektil lasermõõteriistadega ühendatud pihuarvuti abil CAD-jooniste loomist. Seda kõike saab kasutada 3D BIMis kasutatava mudeli genereerimiseks. Essential BIM on seesuguste andmete alusel väga edukalt koostanud palju mudeleid, mis võimaldavad väiksema seadmete soetamiseks eraldatud eelarvega ettevõtet konkureerida suurte turuliidritega.
4. **Arhitektuuriliste/struktuurijooniste alusel koostatud BIMis kasutatav kava:** kuna suurem osa ehitistest/rajatistest ehitatakse üldjuhul jooniste ja plaanide alusel, on üsna tõenäoline, et neid saab kasutada BIMis kasutatava teostusmudeli genereerimiseks (eeldusel, et ehitist ehitati vastavalt joonistele). Seesugused joonised on kergesti konverteeritavad BIMis kasutatavaks mudeliks. See võib olla täiuslik lahendus ehitise haldamiseks, kuna BIMi mudelit saab ehitise elukaare raames kasutada ruumi planeerimiseks, materjalikulu arvestamiseks, elementide tabelite koostamiseks ja isegi juurdeehituste projekteerimiseks tulevastele arhitektidele üleandmiseks.

Kui ehitist ei ole veel püstitatud, saab seesuguste jooniste alusel BIMis kasutatava mudeli genereerida varaobjekti müümist või turustamist hõlbustavate fotolaadsete realistlike visuaalsete esitluste või animatsioonide loomiseks. Mudelit saab kasutada rajatise haldamise varases järgus ning seda saab viimistletud ehitise väljatöötamiseks jagada sisekujundajate, ruumiplaneerijate, maastikuarhitektide ja teistega, et lõppkasutaja saaks oma ruumidest palju parema ettekujutuse kui 2D jooniste abil. Töövõtja võib mudelit kasutada ka selleks, et saada ülevaade ehitamist vajavast ning töövõtja ehitustöö hõlbustamiseks saab mudelis modelleerida/sellesse integreerida isegi ehituslikke ja struktuurilisi elemente.

3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine

3.1 Kvaliteetsed pakkumised ja lepingud, garantiid ja muutuste juhtimine

Kõik osapooled peavad alati tegutsema vastavalt järgmistele standarditele:

- ✓ ausus ja õiglus: osapooled teostavad kõik hankeprotseduurid ja käituvad kõigis ärisuhetes ausalt ja õiglaselt ja väldivad teguviise, mis annavad ühele osapoolele teise ees ebaõiglase eelise;
- ✓ vastutus ja läbipaistvus: hankeprotseduuride võitjate väljaselgitamise protsess on avatud, selge ja põhjendatav ning ükski pool ei tohi sõlmida salakokkuleppeid, maksta salajast vahendustasu ega rakendada muid konkurentsi takistavaid meetmeid;
- ✓ huvide konflikti puudumine: huvide konfliktiga pool avaldab konflikti ja püüab selle lahendada kohe, sellest teada saades;
- ✓ õiguspärasus: pooled järgivad kõiki õigusaktide nõudeid;
- ✓ konkurentsi pärssiva tegevuse vältimine: pooled väldivad konkurentsi pärssivat tegevust;
- ✓ kavatsus koostööd jätkata: osapooled ei tohi püüda esitada pakkumist, kui neil ei ole kindlat kavatsust asuda lepingut täitma;
- ✓ koostöö: osapooled hoiavad alal omavahelist avatud ja tõhusal suhtlusel, lugupidamisel ja usaldusel põhinevat ärisuhet ja püüavad vaidluste lahendamisel vältida vastasseise.



Lae alla pakkumismenetluste ja lepingute haldamise parimate praktikate juhend

Rahvusvaheliste ehitusprojektide korral on tellijatel tavaks nõuda garantiisid, mis tagavad töövõtja kohustuste täitmise. Kõige sagedamini antakse garantiisid järgmistes vormides:

- **Pakkumisevõlakiri** väljastatakse tellija nimele, et tagada töövõtja/pakkuja kohustuste täitmine pakkumiste esitamise faasis või hiljem. Pakkumisevõlakiri tagab eelkõige, et (i) töövõtja ei võta oma pakkumist tagasi enne tellija poolt määratud pakkumiste vastuvõtmise perioodi lõppu või (ii) töövõtja täidab pakkumisprotsessi võitjaks osutumise korral kohustuse sõlmida leping või (iii) töövõtja esitab garantiid, mille esitamiseks ta on pärast hankeprotseduuri võitmist lepinguliselt kohustatud (näiteks täitmisgarantii esitamine).
- **Ettemaksugarantii** antakse kõigi töövõtjale enne tööde alustamist tasutud summade tööde lõpetamise ajaks tagasi tellijale tagasi maksmise tagamiseks. Tellija maksab töövõtjale tavaliselt (pärast lepingu allkirjastamist) ette summa, mis moodustab umbes 10% lepingu kogusummast. Töövõtja kasutab ettemakset hanke- ja/või mobiliseerimisprotsessi alustamiseks.
- Tavaliselt makstakse ettemakse tellijale projekti elluviimise käigus tagasi tellijapoolsetest vahemaksetest mahaarvamise teel. Kui ettemakset tagasi ei maksta (näiteks lepingu enneaegse lõpetamise tõttu), kasutab tellija tasumata ettemakse summa tagasi saamiseks ettemaksugarantiid.

- **Täitmisgarantii** on garantii, mis kindlustab tellija juhaks, kui töövõtja ei teosta (või ei teosta nõuetekohaselt ja/või õigeaegselt) lepinguga sätestatud töid. Kui töövõtja rikub mõnd konkreetset kohustust, on tellijal juhul, kui rikkust ei kõrvaldata või ei saa kõrvaldada, täitmisgarantii (mitmesugustest asjaoludest sõltuvalt tervikuna või osaliselt) sisse nõuda.
- **Garantiitagatis** kaitseb tellijat töövõtja poolse lepingu alusel teostatud tööde garantiiajal tekkivate töödega seotud defektide kõrvaldamata jätmise korral.
- Kui töövõtja ei paranda garantiiajal defekte või ei täida oma garantiikohustust õigeaegselt, on tellijal õigus sisse nõuda garantiitagatis.

Ehituslepingutes kasutatakse peamiselt kahte suurde kategooriasse jagunevaid tagatisi. Need on (A) kohustuste mittetäitmise tagatis ja (B) nõudmisel tagatis. Nagu nimedest ilmneb, rakendatakse neid erinevalt:

- **kohustuste mittetäitmise tagatist** nimetatakse ka „tingimisi tagatiseks“ ja väga üldistatult kirjeldades makstakse see välja siis, kui tellija on tõestanud töövõtja poolset tegelikku lepingutingimuste rikkumist. Tagaja võib omakorda ehituslepingu alusel tellija vastu esitada kõiki vastuväiteid, mille esitamise õigus oleks töövõtjal;
- **nõudmisel tagatis** on aga sissenõutav lihtsalt tellija nõudmisel, kes ei pea tõestama töövõtja poolset rikkumist. Tagaja ja töövõtja ei saa esitada nõudmisel tagatise vastu (tagatise väljastamise aluseks oleva lepingu alusel) vastuväiteid (ehkki tagatis ei ole teatud juhtudel välja makstav, näiteks juhul, kui tagatise tellijapoolse väljanõudmise näol on tegemist pettusega).

Selleks, et selgitada välja, kas garantiid nõutakse nõudmisel tagatise kujul, võib hoolikalt analüüsida tagatise ja selle väljastamise aluseks oleva lepingu vahelist suhet. Kui tagatis on suuresti lepingust sõltumatu, nõutakse tõenäoliselt nõudmisel tagatise esitamist.

Töövõtjalt nõutavate tagatiste tüübid ja summad on tavaliselt välja toodud hankedokumentides ja ehituslepingus.

Kasutatud sõnastusel on äärmiselt tähtis roll ja vähemalt lepingus peaks kindlasti olema tagatise üksikasjalikult kirjeldatud, näiteks peaks leping täpsustama, missuguste asjaolude korral ja missugustel tingimustel võib tellija iga konkreetse tagatise sisse nõuda. Nii saab ära hoida suurema osa tavaliselt tagatiste tellija poolse sissenõudmisega kaasnevatest vaidlustest.

Tingimused on tavaliselt välja toodud tagatiskirjas endas ning võib juhtuda, et tagatist ja ehituslepingut reguleerivad erinevad seadused. See võib eelkõige ette tulla juhul, kui tagatise väljastab rahvusvaheline pank või käendusettevõte.

Kui tagatist reguleeriv õigus ei ole sõnaselgelt välja toodud, reguleerib seda tavaliselt tagatise väljastanud tagaja asukohariigi õigus. Soovituslik on siiski kontrollida, kas reguleeriv õigus on sõnaselgelt tagatises välja toodud, ja küsida nõu kohalikult nõustajalt.

3.2 Keskkonnasõbralik hange

Keskkonnasõbralik riigihange (GPP) on tähtis tööriist kliimamuutuste, ressursside kasutamise ja tootmisega seotud keskkonnapoliitika alaste eesmärkide saavutamiseks – eriti võttes arvesse Euroopa avaliku sektori kulutusi kaupadele ja teenustele. Avaliku sektori hoonetele kehtivad minimaalsed energiatõhususe alased nõuded, mis on riiklikul tasandil sätestatud ühtse ELi metodoloogia alusel. Alates 1. jaanuarist 2019. a peavad kõik avaliku sektori asutuste poolt kasutatavad ja neile kuuluvad hooned olema „liginullenergiahooned“ (direktiiv 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta, uuesti sõnastatud). Energiatõhususe direktiiviga sätestatakse ka kohustuslikud nõuded avaliku sektori käsutuses olevate hoonete renoveerimisele ja minimaalsed energiatõhususe alased nõuded uutele rendipindadele.

Keskkonnasõbraliku hanke aluseks on saasteennetuse alased põhimõtted ja tegevused. Seda nimetatakse ka roheliseks või keskkonnasõbralikuks ostmiseks ning see seisneb toote, teenuse või lepingu hinna, tehnoloogia, kvaliteedi ja keskkonnamõju hindamises. Keskkonnasõbraliku hanke eeskirjad kehtivad kõigile organisatsioonidele sõltumata nende suuruselt. Lihtsad keskkonnasõbraliku hanke programmid võivad seisneda taastuvenergia või taaskasutusse võetud kontoripaberi kasutamises, keerukamad programmid võivad hõlmata nõuete seadmist tarnijatele ja töövõtjatele.

Keskkonnasõbralikele toodetele ja teenustele kulub vähem ressursse, need on välja töötatud nii, et need kestaksid kauem ja mõjutaksid oma elukaare lõikes keskkonda võimalikul vähe. Lisaks on „rohelistel“ toodetel ja teenustel väiksem mõju inimestele ja need võivad vastata kõrgematele ohutusstandarditele. Ehkki mõnede „roheliste“ toodete või teenuste eest tuleb esialgu maksta rohkem, võimaldavad need toote või teenuse elukaare jooksul raha säästa.

Enne keskkonnasõbraliku hanke programmi rakendamist tuleb üle vaadata kehtivad ostupraktikad ja -eeskirjad ning neid hinnata. Hinnata tuleb toodete ja teenuste keskkonnamõju nende elukaare lõikes ja välja töötada tuleb keskkonnasäästu alased kriteeriumid, mille alusel hakatakse tegema otsuseid ostude sooritamiseks ja lepingute sõlmimiseks. Kirjeldatu tulemuseks on regulaarselt uuendatav keskkonnasõbralik ostupoliitika, mis on integreeritud organisatsiooni teiste plaanide, programmide ja poliitikatega. Keskkonnasõbralik ostupoliitika hõlmab ajatempliga prioriteete ja eesmärke, kohustuste ja vastutuste jagamist ja kommunikatsiooni ning propageerimise kava.

Keskkonnasõbralikud hankepoliitikad ja -programmid võivad vähendada kulusid ja jäätmeid, suurendada ressursitõhusust ja mõjutada tootmist, turge, hindu, kasutatavaid teenuseid ja organisatsiooni käitumist. Riikidel võib neist abi olla ka mitmepoolsete kokkulepete, nt Kyoto protokoll ja Rotterdami konventsiooni nõuete täitmisel. Keskkonnasõbraliku hanke programme on koostanud Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon ja teised organid.

Keskkonnasõbraliku hankeprogrammi rakendamist võivad takistada näiteks kättesaadavate keskkonnasõbralike toodete vähesus, keskkonnasõbralike alternatiivide kulukus või puudumine, ebatäpsed uuringud, korraldusliku toetuse puudumine ja tootjate ja tarnijate ebatäpsed või tõendamata keskkonnavalused seisukohad.

Õigusaktid, organisatsiooni poliitikad, direktiivid, keskkonnajuhtimissüsteemid ja mitmepoolsed kokkulepped kohustavad sageli organisatsioone keskkonnasõbralikke hankeprogramme rakendama.

Toodete ja protsesside väljatöötamist mõjutavad oluliselt standardid ja paljud standardid hõlmavad keskkonnasõbralikke omadusi, näiteks materjalikasutuse, vastupidavuse või energia- või veekulu osas. Seesuguseid keskkonnasõbralikke omadusi hõlmavaid tehnilisi standardeid võib nimetada otse toote tehnilises kirjelduses, mis aitab selgelt määratleda vastava temaatika. Hankealastes direktiivides viidatakse ühe tehniliste andmete määratlemise viisina Euroopa Liidu, rahvusvaheliste ja riiklike standarditele ja mitmesugustele tehnilistele võrdlussüsteemidele.

Standardile viitamise korral tuleb sellele lisada sõnad „või muu samaväärne“. See tähendab, et aktsepteerida tuleb samaväärsele standardile vastamist kinnitavaid tõendeid. Seesugused tõendid võivad olla esitatud testi aruande või vastavust hindava organi väljastatud sertifikaadi kujul. Kui pakkujal ei õnnestu temast sõltumatutel põhjustel ettenähtud aja jooksul saada tõendmaterjali kolmandalt isikult, võib ta samuti kasutada tootja tehnilist toimikut. Sel juhul peab hankija otsustama, kas seeläbi on tagatud nõuetele vastavus.

Sektori keskkonnavalase, majandusliku ja sotsiaalse tähtsuse tõttu on paljud avaliku sektori asutused pühendunud säästlikuma ehitamise suunas liikumisele. Kõige suuremad keskkonnamõjud on seotud hoonete kasutamise ja eelkõige energiakuluga. Tähtsad tegurid, mida tuleb silmas pidada, on ka ehitustöös kasutatavad materjalid, hoonesisese õhu kvaliteet, veekulu, mõjud liiklusele või maakasutusele ja ehitustööde käigus tekkivad jäätmed.

Hooned on väga keerulised süsteemid, mis koosnevad arvukatest komponentidest, mis kõik mõjutavad rajatise üldist töökindlust. Keskkonnasõbraliku hanke programmide abil püütakse tavaliselt muuta nii hoone üldist keskkonnamõju kui üksikute komponentide keskkonda mõjutavaid omadusi. Kõikehõlmava pildi saamiseks võib olla palju kasu spetsiifilise keskkonnamõju hindamise töövahendi kasutamisest.

ELi keskkonnasõbraliku hanke programmidele kehtestatud kriteeriumid on konkreetselt seotud kontorihoonetega (täiendavaid kriteeriume on kehtestatud hoonete komponentidele, näiteks sisustusele) ja hõlmavad järgmisi aspekte:

- ✓ Hõlmata projektijuhtide, arhitektide ja inseneride valimise kriteeriumite sekka säästlike hoonete projekteerimise kogemus ja töövõtjate valimise kriteeriumite sekka tõhustatud ehitusprojektide ja tehniliste andmete rakendamise kogemus.
- ✓ Täpsustada minimaalsed energiatõhususe alased standardid, mis peavad olema rangemad ehitiste energiatõhususe direktiiviga sätestatust.
- ✓ Hõlmata kõikidesse hankeprotsessi etappidesse meetmed töökindluse suurendamiseks ja tagamiseks. Kaaluda hankekonkursside võitjate valimisel lisapunktide andmist miinimumnõuetest suurema keskkonnasõbralikkuse eest.
- ✓ Hõlmata materjalide valimisse kriteeriumid nende keskkonnamõjude ja ressursikulu vähendamiseks (need võivad põhineda tervele elukaarele antud hinnangul).
- ✓ Eelistada ehitusprojekte, mis hõlmavad väga tõhusaid või taastuenergiapõhiseid süsteeme.
- ✓ Väärtustada siseruumide õhukvaliteeti, loomulikku valgust, mugavat töötemperatuuri ja piisavat ventilatsiooni.
- ✓ Nõuda veesäästlike sanitaarseadmete kasutamist (kraanidele, tualetipottidele ja pissuaaridele kehtivad eraldi keskkonnasõbraliku hanke tingimused).
- ✓ Paigaldada füüsilised ja elektroonilised süsteemid, mis aitavad vähendada hoonete haldurite ja kasutajate energiakulu, veekulu ja jäätmete teket.
- ✓ Lisada lepingutesse energiasäästlike süsteemide, jäätmekäitluse ja materjalide haldamise ning siseruumide õhukvaliteedi hindamisega seotud sätted.
- ✓ Kohustada töövõtjad lepinguliselt õpetama hoonete kasutajatele säästlikku energiakasutust ja pikemaajaliste kohustuste korral mitu aastat pärast ehitustööde lõpetamist energiatõhusust jälgima ja haldama.

3.3 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.

Arhitektuuri- ja projekteerimisettevõtted peavad BIMi alasest koolitusest rääkides sageli silmas oma ekspertide – igapäevaselt BIMi programme, näiteks Reviti kasutavate inimeste, kelle oskused peavad olema kõrgetasemelised ja kes peavad püsima kursis uusimate arengutega – koolitamist, ent mida teha teiste töötajatega?

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. BIMi kasutavale spetsialistile pakutavad koolitused erinevad aga koolitustest, mida vajab tavakasutaja. Alljärgnevalt on välja toodud kaheksa nõuannet töötajate BIMi alaseks koolitamiseks:

- Seada selgelt sõnastatud eesmärgid. Igal 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 programme 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. Ekspertid ja mitteekspertid tuleks rühmadesse jaotada nii, et esimestel ei hakkaks igav. Kui kõiki tuleb koolitada koos, saab õppekava koostada ekspertide vajadusi arvesse võttes, ent 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.

3.4 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 tööprotsess 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 teadmiseressurssi 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 investeeringutasuvuse 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 tavapäraste 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 varasmate 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 võimuvahetuid 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 moodustumist.

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 konkurentsi 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 määra.

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. Praktikas võib täheldada, et inimesed rakendavad BIMi traditsioonilise hankestrategia raames, näiteks projekteerimisel, pakkumiste tegemisel ja eitamisel, mis tähendab, et BIMi ei

kasutada 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 preemiade 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 vältimatavat 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.

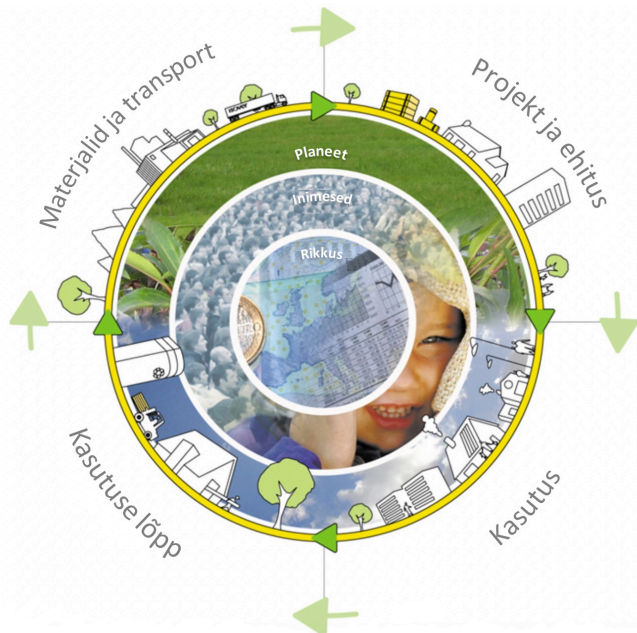
Alljärgnevalt on loetletud ehitamise ja lammutamise käigus keskkonnale ja inimeste tervisele avalduva mõju piiramiseks rakendatavad meetmed:

- ✓ 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 suureneda.



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**.

4.2 4D- ja 5D-BIMi tehnoloogiad

4.2.1 4D-faasi kavandamine

Gantti graafikut on juba pikka aega kavandatud projekti kavandamise põhialusena, ent projekti ajakava visualiseerimise vallas ei ole see töövahend kõige parem. Enamik ehitajates investeerisid oma esimesse projekti planeerimise süsteemi juba enam kui kümne aasta eest ning need süsteemid on saanud projektijuhtimise alaste teenuste vallas asendamatuks tööriistaks. BIMi lahendused on aga suhteliselt uued. Rikkalikult informatsiooni sisaldavad ehitusinformatsiooni mudelid pakuvad arhitektidele muuhulgas rohkelt projekteerimiskeskseid ülesandeid, energiakulu analüüse, päikesevalguse alaseid uuringuid ja töövahendeid spetsifikatsioonide haldamiseks. Kuna BIM on olnud projekteerimise vallas väga edukas, soovivad ehitusettevõtted seda nüüd kasutada oma ehitusinformatsiooni mudelite, teostatavusanalüüside, müügi koordineerimise, mõõdistamise, kulude hindamise jms jaoks. Üks kõige ilmsemaid BIMi rakendustest ehitussektoris on projekteerimise ja ehituse ristumispunkt: ehitustöö planeerimine.

4D/ehitustöö planeerimine tähendab pidevaid jõupingutusi ehitusprojekti koostamise edenemise juhtimiseks ja vastavat reaktsiooni – „tegeliku olukorra“ dünaamilist korrigeerimist. Ehitise ehitusprojekt on loomulikult selle projekti planeerimise keskmeks ning 3D-ehitusinformatsiooni mudelile (st ehitusprojektile) ajakava andmete lisamine võimaldab luua 4D-ehitusinformatsiooni mudeli, milles neljandaks mõõtmeks on aeg. 4D-mudelid hõlmavad planeerimisandmeid, nt komponendi ehitamise algus- ja lõpuaega ja tähtaegade täpsust või ajavaru. Seeläbi pakub 4D-ehitusinformatsiooni mudel projektimeeskonnale ja teistele huvigruppidele intuitiivse kasutajaliidese ehitise aja jooksul püstitamise visualiseerimiseks. See võimaldab ehitustööde 4D-simulatsiooni, mis on oluline töövahend ehituseelses etapis mitmesuguste variantide hindamiseks. BIM on tänu 4D-süžeeskeemidele ja animatsioonidele võimas kommunikatsioonivahend, mis võimaldab arhitektidel, ehitajatel ja nende klientidel ühtemoodi aru saada projekti olekust, vaheetappidest, kohustustest ja ehituskavadest. Meeskonnad alustavad 4D-mudelite koostamist tavaliselt manuaalselt projektikavas toodud ajakavas täpsustatud kuupäevade mudeli komponentide lisamisega. See töö aitab plaani täiendada ja tõhustada plaani tervele meeskonnale tutvustamise viisi. Hiljem, oskuste arenedes, seovad nad ajakava mudeliga programmi kaudu, mis säästab aega ja võimaldab neil paremini hinnata mitmesuguseid ehitustööde järjekorra variante.

Ehitusinformatsiooni mudeli projektiplaaniga sidumiseks saab kasutada mitmeid erinevaid meetodeid, nt BIMi tarkvara eksportimist projektijuhtimise tarkvarasse spetsiaalses projektiplaaniga seotud 3D/4D-visualiseerimise keskkonnas.

4.2.2 5D-kulude hindamine

Kulude hindamine on järjekordne ehitusprotsessi aspekt, mille puhul võib olla kasu arvutipõhiselt töödeldavast ehitusinformatsioonist. Ehitise projekteerimine on arhitektide ülesanne, ehitustööde kulude hindamine kuulub aga hindajate vastutusvaldkonda. Arhitekti tööülesandeid ei hõlma üldjuhul materjalikulu ega maksumuse arvestamist. Sellega tegeleb hindaja.

Kuluarvestuse koostamisel digitaliseerivad hindajad tavaliselt esmalt arhitekti paberjoonised või impordivad nende CAD-joonised kuluarvestusepaketti või arvestavad materjalikulu jooniste alusel manuaalselt. Kõigi nimetatud meetoditega kaasneb inimlike vigade võimalus ja kõik esialgsete jooniste ebatäpsused liiguvad edasi.

Jooniste asemel ehitusinformatsiooni mudeli kasutamise korral saab materjalikulud, kogused ja mõõtmised arvestada otse mudeli alusel. Seega vastab see informatsioon alati ehitusprojektile. Ehitusprojekti muutmise korral – näiteks väiksemate akende kasutamine – kajastub muudatus automaatselt kõigis mudeliga seotud ehitusdokumentides ja ajakavades ning hindaja poolt kasutatavates materjalikulu, koguste ja mõõtmete arvestustes.

Koguste arvestamisele kuluv hindaja aeg varieerub projektide lõikes, ent eeldatavasti kulub 50-80% kuluarvestuste koostamiseks vajalikust ajast pelgalt koguste arvestamisele. Nende numbrite alusel on ehitusinformatsiooni mudeli kasutamise hiiglaslik eelis kulude arvestamisel ilmselge. Kui materjalikulu ei pea arvestama manuaalselt, saab säästa aega, kulusid ja vähendada inimlike eksimuste esinemise võimalust. Hindamisettevõtted kaebavad sageli, et maksavad hindajatele palju raha lihtsalt koguste kokku arvestamise eest, ehkki neil on pakkuda palju suuremaid ekspertteadmisi ja kogemusi.

Tüütu koguste arvestamise automatiseerimise teel võimaldab BIM hindajatele vasem sellele kulunud aega kasutada väärtuslikumatele projektipõhistele asjaoludele – ehituspaigaldiste välja selgitamisele, hinnaloome põhimõtete koostamisele, riskide arvesse võtmisele jne – mis on väga olulised kvaliteetsete hindamiste koostamiseks. Mõelge näiteks äriprojektile, mida kavatakse hakata ehitama talveperioodil Minnesota põhjaosas. Hindaja saab aru, et ühe betoonist alusstruktuuri osa ehitamiseks on vaja talvist kütet ja vee eemaldamist. Seesuguse spetsiifilise teabe oskab kuluhinnangule täpselt lisada ainult elukutseline hindaja. See ehitusalane tarkus, mitte „loendamine“ on tegelik elukutseliste hindajate poolt kuluarvestuse protsessi lisatav väärtus.

Ehitusinformatsiooni mudelist koguste ja materjalide definitsioonide kuluarvestussüsteemi ülekandmiseks saab kasutada mitmesuguseid erinevaid meetodeid. Integreerimismeetodid jagunevad järgmistesse üldistatud kategooriatesse:

- **Rakenduse programmeerimise liides (API)**, mis seob kaubandusvõrgus müüdavad kuluarvestusprogrammid otse BIMi modelleerimistarkvaraga. Kasutaja ekspordib ehitise mudeli kuluarvestusprogrammi andmeformaati kasutades BIMi strateegiatarkvarast ja saadab selle hindajale, kes avab selle seejärel kuluarvestuslahenduses ja käivitab kuluarvestusprotsessi.
- **ODBC-ühendus (avatud andmebaasi ühendus)** kuluarvestusprogrammidega, mida saab kasutada andmepõhiste rakenduste, näiteks spetsifikatsioonide haldamise rakenduste ja kuluarvestusrakenduste integreerimiseks ehitusinformatsiooni modelleerimisega. Selle meetodi korral kasutatakse ODBC-andmebaasi tavaliselt juurdepääsu saamiseks ehitise mudelit iseloomustavatele andmetele ning seejärel kasutatakse eksporditud 2D või 3D CAD-faile juurdepääsu saamiseks mitmemõõtmelistele andmetele. Integreerimine hõlmab ehitise andmete taasloomist kuluarvestuslahenduses, mille teostamiseks seotakse sellega kulude geomeetria, omadused ja hinnakujundus.
- **Väljund Excelisse.** Eespool kirjeldatud meetoditega võrreldes näib koguste arvestamine ja väljundi saatmine programmi Microsoft® Excel® igav, ent selle lihtsus ja kontrollitavus sobivad mõnede kuluarvestuse töövoogude puhul. Näiteks koostavad paljud ettevõtted materjalikulu arvestuse Exceli töölehel ja edastavad andmeväljundi hindajale.

Üksi meetod ei ole õige ega vale – kõik integreerimisstrateegiad põhinevad konkreetsetes ettevõttes kasutatavale töövoole, selle poolt rakendatavatele kuluarvestuslahendustele, kasutatavatele hinnaloome andmebaasidele jne.

5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs

5.1 Simulatsioonimeetodid ja energiakulu ja valgustuse analüüs

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 küttekooormus. „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 geomeetriat. 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 kriteeriumide 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 kastis on välja toodud tähtsamad valgustuse analüüsile ja projekteerimisele kehtivad nõuded:

- ruumiline geometria;
- 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-mälupulkadel.

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 halvimal 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 ehitise 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, käitamises 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 IFC. 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 koopiadele lisatakse iga päeva aina rohkem tähendusrikkaid andmeid ning neist saavad füüsiliste ehitiste digitaalsed mudelid. Seesuguse kõrgetasemelise tehnoloogia kasutamine võib tõsta ehitiste haldamise uuele tasemele.

Referentsid

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

Autodesk, BIM and Cost Estimating, http://images.autodesk.com/apac_gtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf

Autodesk, BIM and Project Planning, https://www.etc-cc.com/etc/download/bmi/BIM_project_planning_EN

BibLus-net, BIM and Model Checking: what is and what are the data validation processes?, <http://biblus.acca.it/il-bim-e-lattivita-di-model-checking-il-clash-detection-e-il-code-checking/>

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, the BIM Maturity Index, <http://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, The role policy makers (can) play in BIM adoption, <http://www.bimthinkspace.com/2015/01/episode-20-the-role-policy-makers-can-play-in-bim-adoption.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, Top-Down, Bottom-Up and Middle-out BIM Diffusion, <http://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.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/>

CPIC – Construction Project Information Committee, CPix BIM Execution Plan, <http://www.cpic.org.uk/cpix/cpix-bim-execution-plan/>

Designing Building Wiki, BIM Execution Plan BEP, https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_execution_plan_BEP

Erin Rae Hoffer, Achieving strategic ROI measuring the value of BIM, https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Is-it-Time-for-BIM-Achieving-Strategic-ROI-in-Your-Firm%20_ebook_BIM_final_200.pdf

Essential BIM, As-Built “BIM Ready” Models, <http://essentialbim.com/bim-services/as-built-bim-ready-models>

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

Giuseppe Broccoli, Bonds in international construction contracts: what they are, <https://blog.bdalaw.it/en/bonds-in-international-construction-contracts>

Harpaceas, The BIM Expert, <https://www.harpaceas.it/il-controllo-normativo-con-solibri-model-checker-code-checking/>

Institute of Public Works Engineering Australia, Best practice Guide for tendering and Contract Management, <http://vccia.com.au/advocacy-and-reports/tendering-&-contract-management>

Laurie A. Gilmer, P.E., How to Use Building Information Modeling in Operations, <https://www.facilitiesnet.com/software/article/How-to-Use-Building-Information-Modeling-in-Operations-Facility-Management-Software-Feature--13688>

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/>

Richard McPartland, NBS, Clash detection in BIM, <https://www.thenbs.com/knowledge/clash-detection-in-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/>

Wei Lu¹, 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