



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

TEABEMATERIAL

riiklikele haldusasutustele



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).

Ka riiklikud haldusasutused peavad oma lubade väljastamise protseduuridesse BIMi protsessi integreerimiseks läbima teatud etapid. Esimene samm ehk ettevalmistuse etapis peab riiklik haldusasutus läbi mõtlema lubade väljastamise protsessi haldamise ülesehituse. Üldiselt on vajalikud järgmised tegevused:

- ✓ ametnike koolitus, et nad oleksid valmis digitaalseteks protsessideks;
- ✓ digitaalse protsessi haldamiseks vajaliku riistvara valik;
- ✓ digitaalse lubade väljastamise protsessi jaoks vajaliku tarkvara valik ja paigaldamine;
- ✓ e-lubade väljastamise protseduuride määratlemine.

Ettevalmistuse etapis on samuti oluline välja selgitada kõik olulised ja seotud teemad, mis võivad olla otseselt seotud kehtivate regionaalsete/kohaliku tasandi instrumentidega, näiteks:

- Eesti energiamajanduse arengukava (ENMAK) või säästva arengu tegevuskava (SAT);
- kaugkütte piirkonnad;
- energiamärgise väljastamise kord;
- energiakandjatele vastavad keskkonnasäästlikud tooted, mis on keskkonnasäästlike riigihangete nõuete kohaselt kohustuslikud.

Suurem osa riiklikest haldusasutustest ei ole „digitaalseks revolutsiooniks“ üldiselt veel valmis ja peavad omandama pädevused digitaalsete protsesside ja keskkonna rajamiseks/haldamiseks. Uued digipädevused on vajalikud kõigi ehitise elukaare raames antavate lubade väljastamiseks alates projekteerimisest ja lõpetades ehitise elukaare lõpuga (lammutamisega).

Riiklike haldusasutuste roll

Riikliku haldusasutuse tegevused võivad erineda riigiti, kuid üldisel tasemel on riiklikel astusel täita samad ülesanded. Riiklikud haldusasutused reguleerivad, suunavad, kinnitavad ja jälgivad peamisi ehitise elukaare raames esinevaid tegevusi, kontrollides regulatiivsete ja õiguslike nõuete ning erasektori osapoolte vaheliste lepingute täitmist. Avalik-õiguslike lepingute korral määratleb amet lepingulise suhte alguses vajadused ja sõlmitavate lepingute tingimused. Ehitise elukaare lõpus suunab asutus jäätmete taaskasutusse võtmist ja ringlusest eemaldamist.

Energiaaspekti seisukohalt on riikliku haldusasutus ülesanne sätestada uusehitiste kui ka olemasolevate ehitiste renoveerimisele kohalduvad eeskirjad. Kohaliku tasandi ametnikud vastutavad energiatõhususe ja kasutatavate materjalidele esitatavate riiklike regulatiivsete ja õiguslike nõuete täitmise eest.

Eelstaadium

Ülesanded:

1. Töötada välja energiatõhususe hindamisel ja kontrollimisel BIM kasutamise koolitusplaan regionaalse ja kohaliku tasandi ametnikele.
2. Sätestada nii tark- kui riistvara puudutavad nõuded ühtsele infokeskkonnale (ÜIK).
3. Olla teadlik eesmärkidest, mida soovitakse saavutada, ja kriteeriumitest, mida tuleb järgida.
4. Koostada energiatõhususe alased nõuded e-lubade väljastamise protseduuri jaoks.
5. Koostada ENMAK või SAT jaoks vajalike näitajate loetelu.

Strateegia määratlemine

Ülesanded:

1. Digitaliseerida geograafilise asukohaga seotud kaardid (nt geodeetilised alusplaanid, kliimakaardid).
2. Koostada SAT (säätva arengu (energia ja kliima) alane tegevuskava) näitajate loetelu.
3. Tuvastada näitajad, mis on kontrollitavad digitaalsete vahendite abil.
4. Tuvastada keskkonnaalastele miinimumkriteeriumitele vastavad nõuded ehitise säästlikkuse (nt energia- ja veekulu ...) määramiseks ehitise elukaare käigus.
5. Määratleda nõuded ühtsele infokeskkonnale ja ühtse infokeskkonna arendamise hanke ettevalmitus.
6. Veenduda, et ehitise infohaldus (EIH) vastab tellija infonõuetele.

Ettevalmistus ja nõuded

Ülesanded:

1. Määratleda liginullenergiaehitiste energiatõhususe miinimumnõuded mis lisatakse tellija ehituslepinguga infonõuetesse .
2. Määratleda energiatõhususe miinimumnõuded riigihangetes kasutamiseks mis lisatakse tellija infonõuetesse.
3. Koostada kohustuslik hooldustööde kava, et tagada ehitise ettenähtud toimimine ja energiatõhusus.
4. Määratleda kvalifitseerimise tingimustes ja hindamiskriteeriumites liginullenergiaehitiste projekteerimiseks ja ehitamiseks vajalikud BIMi ja energialased pädevused .
5. Määratleda elektroonilisele hankemenetlusele esitatavad andmete haldamise nõuded.
6. Vaadata üle esialgne BIM projekti rakenduskava .

7. Tuua välja mudeli andmesisu tasemetele (LOD) esitatavad nõuded vastavalt standardites kokkulepitud mittegeomeetrilise informatsiooni ja geomeetrilise detailsuse tasemetele.

Kontseptsiooni väljatöötamine

Ülesanded:

1. Tagada kontseptsiooni kavandamisel energiatõhususe küsimuste arvesse võtmine.
2. Vaadata üle BIMi rakenduskava, eelkõige liginullenergiaehitiste ja rekonstrueeritavate ehitiste projekteerimiseks ja ehitamiseks.
3. Vaadata üle ehitise tehnosüsteemide projekti kontseptsioon maksimaalse energiatõhususe tagamiseks.
4. Kaaluda koos ehitatavuse analüüsiga ka ehitise kasutusel hoidmisega seotud küsimusi.
5. Mõelda projektis kasutatavatele taastuvenergia paigaldistele, hooneautomaatikale, tehnosüsteemidele ja muule seesugustele tehnoloogiatele.
6. Tagada hooneautomaatika integreeritud juhtimis- ja haldussüsteemide kasutamine.
7. Tagada veekulu vähendavate seadmete kasutamine.
8. Tagada ehitise varjestamise strateegiate kasutamine, eelistada dünaamiliste (varjestus, liugpaneelid jms) lahenduste kasutamist.
9. Veenduda, et mudelis on elementidega esitatud informatsioon vastavuses andmesisu tasemetega (LOD): standardites kokkulepitud mittegeomeetrilise informatsiooni ja geomeetrilise detailsuse tasemetele.

Väljatöötatud ja tehniline projekt

Ülesanded:

1. Vaadata üle väljatöötatud projekti energiatõhusust puudutavad nõuded.
2. Vaadata üle üleandmise ja vastuvõtmise strateegia, et tagada nõuetekohane hooldus ja kasutusjuhendi olemasolu.
3. Vaadata üle BIMi rakendamise kava, kui seda on muudetud.
4. Vaadata üle projekti tarneahelaga seotud strateegiad.
5. Kontrollida kõigi liginullenergiahoonete või olemasolevate ehitiste renoveerimist puudutavate eeskirjade olemasolu.
6. Kontrollida, kas on mõeldud isolatsiooni püsivusele.
7. Kontrollida, et lõppkasutaja jaoks on olemas loetaval kujul energiatõhususe kontrollimise alane mittetehniline juhend.
8. Kontrollida keskkonnasäästlikkuse mõjuhinnangu sisu.
9. Veenduda, et ehitusprojektis on täidetud kõik nõuded.
10. Veenduda, et mudelis on elementidega esitatud informatsioon vastavuses andmesisu tasemetega (LOD): standardites kokkulepitud mittegeomeetrilise informatsiooni ja geomeetrilise detailsuse tasemetele..

Ehitamine

Ülesanded:

1. Tagada ehitusteabe nõuetekohane edastamine tarnijale.
2. Tagada, et kogu energiatõhususe nõuetele vastavuse säilitamiseks vajalik hooldus- ja kasutusala teave on üleandmise strateegias määratletud.

3. Tagada mudelite säilitamine korraliseks ja plaaniväliseks hooldamiseks tulevikus.

Üleandmine ja protsessi lõpetamine

Ülesanded:

1. Veenduda, et kõik üleandmise strateegias ettenähtud tegevused viiakse õigesti läbi.
2. Veenduda, et energiatõhususe tagamiseks viiakse läbi ehitise tehnosüsteemide optimeerimine.
3. Nõuda vajaduse korral projekti ülevaatamist.
4. Tagada mudelite säilitamine tulevaseks kasutamiseks.
5. Garanteerida lõpliku mudeli üleandmine registritesse ja omanikule.

Kasutusel olev ehitis ja taaskasutussevõtt

Ülesanded:

1. Kontrollida kasutuses oleva ehitise energiatõhusust.
2. Tagada hoolduskäsiraamatu olemasolu.
3. Tagada hooldusmodeli pidev tegeliku olukorraga vastavusse viimine.

Sisukord

0. Sissejuhatav moodul – olulisemad BIMi alased teadmised ja oskused.....	7
0.1 Sissejuhatus: mis on BIM?.....	7
0.2 BIMi terminid	8
0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus	16
0.4 Avatud BIMi tööriistad ja standardformaad	20
0.5 ÜIK (ühtne infokeskkond).....	26
0.6 BIMi rakenduskava.....	27
1. Moodul 1 – BIMi levik	30
1.1 Investeeringutasuvus	30
1.1.1 BIMi ROI organisatsiooniline mõõde.....	31
1.1.2 BIMi ROI huvigruppide mõõde.....	32
1.1.3 BIMi ROI küpsuse mõõde	33
1.2 BIMi levitamise strateegiad.....	34
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine	38
2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõte.....	38
2.2 BIMi „teostusmudel“	40
3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine	42
3.1 Kvaliteetsed pakkumised ja lepingud, garantiid ja muutuste juhtimine	42
3.2 Energiasäästlikkuse alane koolitus	43
3.3 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö.....	45
4. Moodul 4 – BIMi tehnoloogia kasutamine.....	48
4.1 Säästlik ehitussektor	48
4.2 Mudeli automaatne kontroll.....	50
4.2.1 Koodeksi kontroll	50
4.2.2 Vastuolude tuvastamine	51
4.3 Informatsiooni küpsuse indeks	52
4.4 4D- ja 5D-BIMi tehnoloogiad.....	54
4.4.1 4D-faasi kavandamine.....	54
4.4.2 5D-kulude hindamine.....	55
5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs	57
5.1 BIMi kasutamine kvaliteedijuhtimises	57

5.2 BIMi üleandmine ja hooldamine	57
Referentsid	60

0. Sissejuhatav moodul – olulisemad BIMi alased teadmised ja oskused

0.1 Sissejuhatus: mis on BIM?

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

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

BIM ehk kuidas seda terminit tõlgendada:

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

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

Info

kui korrastatud andmekogumi, mis on tähendusrikas, kasutamiskõlblik,

modelleerimine,

vormimine, kujundamine, esitlemine, selle ulatuse määramine,

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

ehitist

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

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

0.2 BIMi terminid

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Avatud BIM: BIMi andmete vahetamine avatud formaate kasutades.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

BIMi rakenduskava: strateegiline kava BIMi ettevõttes või organisatsioonis rakendamiseks.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Digitaalne kaksik: ehitise konstruktsiooni visuaalne kujutis.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ICT: info- ja kommunikatsioonitehnoloogiad.

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

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

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

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

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

IT: infotehnoloogia.

IWMS (integreeritud töökoja haldamise süsteem): ettevõtte juhtimisplatvormi kaudu kasutatav integreeritud töökoja 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 määre vastavalt mõõdetavatele ja kontrollitavatele standarditele.

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

Käivitamine: vt mõistet „väljavõtt“.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mudelikategooria: kategooria, mis on seotud ehitise mudelis esinevate reaalsete objektidega, mis on selle geomeetria osad, näiteks seinad, katematerjalid, pinnased, 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 vöötmega või selle asendiga teise objekti suhtes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Väljavõtt: andmete kogumise mudel.

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

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

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

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

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

0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus

Niie 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 tähtsamat eelist on:

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



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mudeli kasutusvaldkonnad



0.4 Avatud BIMi tööriistad ja standardformaad

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

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

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

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

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

- ✓ ärialased eelised: tagab võimalikult tõhusa äritegevuse, suurendab tootlikkust ja aitab ettevõtetel pääseda uutele turgudele;
- ✓ tarnijate ja klientide väiksemad kulud: optimeerib tegevuse, lihtsustab projekti ja vähendab projektile kuluvat aega ning jätmete 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).

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

EN 15217:2012 – ehitiste energiatõhusus – meetodid ehitiste energiatõhususe väljendamiseks ja energiatõhususe sertifitseerimiseks:

- toob välja üldised näitajad tervete ehitiste, sh kütte, ventilatsiooni, kliimaseadmete, sooja vee ja valgustussüsteemide energiatõhususe väljendamiseks. See hõlmab erinevaid võimalikke näitajaid;
- kirjeldab viisid uute ehitiste projekteerimiseks ja olemasolevate ehitiste renoveerimisele kehtivate energiaalaste nõuete väljendamiseks;
- kirjeldab protseduurid võrdlusandmete määratlemiseks;
- on kohaldatav ehitiste rühmale, kui need asuvad samal krundil, kui neid teenindab sama tehniliste rajatiste süsteem ja kui maksimaalselt üks neist on enam kui 1000 [m²] suuruse suletud pindalaga.

EN ISO 52000-1:2017 – ehitiste energiatõhusus (EN 15603):

- kehtestab energiatõhususe hindamiseks vajalikud arvutusprotseduurid ja soovituslike näitajate loetelu: lõplik energiavajadus (perimeetri ehituskvaliteet), summaarne primaarenergia kasutus, summaarne mittetaastuva primaarenergia kasutus ja summaarne mittetaastuva primaarenergia kasutus, võttes arvesse eksporditud energia mõju.

EN 15316-1:2017 – ehitiste energiatõhusus. Süsteemi energiavajaduse ja energiatõhususe arvutamise meetod. Osa 4-1: ruumide kütmine ja sooja tarbevee kütmise süsteemid, põletussüsteemid (katlad, biomass):

- kirjeldab kütte- ja sooja vee küttesüsteemide soojakao arvutamise, kütte- ja sooja vee küttesüsteemide ruumide kütmiseks kasutatava taaskasutatava soojuse kao arvutamise, kütte- ja sooja vee kütmise süsteemide lisaenergia koguse arvutamise meetodid;

- kirjeldab nii tavapäraste fossiilsete kütuste kui taastuvate kütuste toitel töötavate veepõhiste alamküttesüsteemide, sh kütuste kontrollipõhise põletamise süsteemide („katlad“) energiatõhususe arvutamise meetodeid;
- kohaldub kütmiseks kasutatavatele kütteseadmetele ja kombineeritud teenuseid, nt sooja tarbevee kütte-, ventilatsiooni-, kliimaseadme- ja küttesüsteemidele.

EN 15316-2:2017 – ehitiste energiatõhusus. Süsteemi energiavajaduse ja energiatõhususe arvutamise meetod. Ruumi väljalaskesüsteemid (küte ja jahutus):

- käsitleb ruumide kütmiseks ja jahutamiseks kasutatavate veepõhiste väljalaske-alamsüsteemide energiatõhususe arvutamist.

EN 15316-3:2017 – ehitiste energiatõhusus. Süsteemi energiavajaduse ja energiatõhususe arvutamise meetod. Ruumi jaotussüsteemid (soe tarbevesi, küte ja jahutus):

- käsitleb ruumide kütmiseks, ruumide jahutamiseks ja sooja tarbevee kütmiseks kasutatavate veepõhiste jaotussüsteemide energiatõhususe arvutamist;
- puudutab jaotatavast veest lähtuvat soojusvoogu ruumi ja sellega seotud pumpade lisaenergiat.

EN 15316-4:2017 – ehitiste energiatõhusus. Süsteemi energiavajaduse ja energiatõhususe arvutamise meetod. Osa 4-3: Soojatootmise süsteemid, soojuslikud, päikeseenergia põhised ja fotogalvaanilised süsteemid:

Selle standardi raames kirjeldatakse kuut meetodit, mida kohaldatakse erinevates valdkondades:

- 1. meetod kehtib päikeseenergia põhiste sooja tarbevee süsteemidele, mida iseloomustatakse standardite sarjas EN 12976 (tehases valmistatud) või EN 12977-2 (eritellimusel valmistatud). Meetodi tähtsaim väljund on päikeseenergia põhise soojuse ja tagavarasoojuse panus soojavajaduse rahuldamisel;
- 2. meetod kehtib sooja tarbevee ja/või ruumide küttesüsteemidele, mille komponente kirjeldatakse standardites EN ISO 9806 ja EN 12977-3 või EN 12977-4 ja mille korral arvestamine toimub kuupõhiselt. Meetodi tähtsaim väljund on päikeseenergia põhise soojuse ja tagavarasoojuse panus soojavajaduse rahuldamisel;
- 3. meetod kehtib sooja tarbevee ja/või õhu kütte süsteemidele, mille komponente iseloomustatakse standardis EN ISO 9806 ja mille kulu arvutatakse tunnipõhiselt. Meetodi tähtsaim väljund on soojusenergia kogumisseadmesse tarnivat kollektori ahela soojus;
- 4. meetod kehtib fotogalvaanilistele süsteemidele, mille komponente on iseloomustatud standardites ja mille kulu arvutatakse kord aastas. Meetodi väljund on toodetud elektri hulk;
- 5. meetod kehtib fotogalvaanilistele süsteemidele, mille komponente on iseloomustatud standardites ja mille kulu arvutatakse kord kuus. Meetodi väljund on toodetud elektri hulk;
- 6. meetod kehtib fotogalvaanilistele süsteemidele, mille komponente on iseloomustatud standardites ja mille kulu arvutatakse ajapõhiselt. Meetodi väljund on toodetud elektri hulk.

EN 15241:2008 – ehitiste ventilatsioon – metodoloogia ventilatsioonist ja soojuse ehitistest välja lekkimisest tingitud energiakadude arvutamiseks:

- kirjeldab meetodit ehitiste ventilatsioonisüsteemide (sh õhutuse) energiamõju arvutamiseks, mida kasutatakse nt energiakulu arvutamiseks, kütmise ja jahutuse energiakulu arvutamiseks;
- määratleb, kuidas arvutada välja ehitisse siseneva õhu omadused (temperatuur, niiskus) ja vastavad õhu töötlemiseks vajalikud energiahulgad ja vajaliku lisaenergia.

EN 15193:2008 – ehitiste energiatõhusus – energiatõhususe alased nõuded valgustusele:

- kirjeldab metodoloogiat ehitise siseruumide valgustamiseks kuluva energiahulga hindamiseks ja pakub numbrilised näitajad sertifitseerimisel kasutatavate valgustusele kuluva energiale kohalduvate nõuete sätestamiseks;
- kasutatav uute ehitiste puhul ja uute või renoveeritavate ehitiste projekteerimisel.

EN ISO 13790:2011 – ehitiste energiatõhusus. Ruumi kütmiseks ja jahutamiseks kuluva energiakoguse arvutamine (ISO 13790:2008):

- tutvustab aastas juba olemasolevate või projekteerimisjärgus elu- ja muude ehitiste ruumi kütmiseks ja jahutamiseks kuluva energiakoguse arvutamise meetodeid;
- välja töötatud ehitistele, mida tegelikult või eeldatavalt köetakse ja/või jahutatakse inimestele mugava siseruumide temperatuuri tagamiseks, ent on kasutatav ka muude ehitiste tüüpide ja kasutuse tüüpide (nt tööstuslik, põllumajanduslik, ujula) puhul, kui valitakse sobivad sisendandmed ja arvestatakse konkreetsete füüsiliste tingimuste mõjuga tulemuste täpsusele;
- hõlmab ülekandumise teel või ehitise tsooni ventileerimisel üle kanduva soojushulga arvutamist selle püsiva siseruumi temperatuuri saavutamiseks kütisel või jahutamisel, ehitisesisest ja päikeseenergia mõjul tekkiva soojuse panuse arvutamist ehitise soojustasakaalu, ehitises konkreetse temperatuuri säilitamiseks aastas küttele ja jahutamisele kuluva energiahulga arvutamist.

EN ISO 13789:2017 – ehitiste soojuskasutus – ülekande ja ventilatsiooni soojuse ülekande koefitsiendid – arvutusmeetod (ISO 13789:2017):

- kirjeldab meetodit ja sätestab eeskirjad tervete ehitiste ja ehitiste osade statsionaarse ülekande ja ventilatsiooni soojuse ülekande koefitsientide arvutamiseks;
- kasutatav nii soojuskao (sisetemperatuur on välisõhu temperatuurist kõrgem) kui kuumenemise (sisetemperatuur on välisõhu temperatuurist madalam) arvutamiseks.

EN 13465:2004 – ehitiste ventileerimine – arvutusmeetodid eluruumide õhuvoolukiiruse määramiseks:

- kirjeldab meetodeid maksimaalselt 1000 m³ suuruste ühepereelamute ja korterite kogu pinna õhuvoolukiiruste arvutamiseks;
- kasutatav näiteks energiakao arvutamiseks, soojakao arvutamiseks ja siseõhu kvaliteedi hindamiseks.

EN 15242:2007 – ehitiste ventileerimine – arvutusmeetodid õhu ehitistes liikumise kiiruse, sh ehitisse pääseva õhu hulga arvutamiseks (PNE-EN 16798-7):

- kirjeldab meetodit ehitiste ventilatsioonisüsteemide õhuvoolu kiiruse arvutamiseks, mida kasutatakse nt energiakulu arvutamiseks, kütmisele ja jahutamisele kuluva energiahulga arvutamiseks, mugavate suviste tingimuste ja siseõhu kvaliteedi hindamiseks;
- standardis kirjeldatav meetod on mõeldud kasutamiseks mehhaaniliselt ventileeritud ehitiste, passiivsete ventilatsioonilõõride, mehhaanilise ja loomuliku režiimiga hübriidsüsteemide, õhutamiseks või suvel mugava sisekliima tagamiseks manuaalselt avatavate akende korral;
- ei ole otseselt kohaldub enam kui 100 m kõrgustele ehitistele ega ruumidele, mille vertikaalne õhutemperatuuride vahe on suurem kui 15K.

EN 15251:2008 – siseruumi keskkonna sisendparameetrid ehitiste energiatõhususe hindamiseks siseruumi õhukvaliteedi, soojusliku keskkonna, valgustuse ja akustika seisukohalt (PNE-prEN 16798-1):

- täpsustab, missugused siseruumi keskkonna parameetrid mõjutavad ehitiste energiatõhusust ja kuidas tuvastada need ehitisesüsteemi projekteerimiseks ja energiatõhususe arvutamiseks;
- kirjeldab meetodeid arvutuste või mõõtmiste teel leitud siseruumi keskkonna hindamiseks pikemas perspektiivis;
- kohaldub peamiselt mittetööstuslikele ehitistele, mille sisekliimale kehtivad kriteeriumid on sätestatud nii, et need sobiksid inimestele kasutamiseks ja milles toimuv tootmine või protsess ei avalda siseruumi keskkonnale olulist mõju.

EN ISO 15927-5:2006/1M:2012 – ehitiste hüdrotermiline jõudlus – kliimaandmete arvutamine ja esitamine. Osa 5: andmed projekteeritud ruumi kütmiseks kuluva soojusenergia hulga arvutamiseks – parandus 1 (ISO 15927-5:2004/Amd 1:2011):

- toob välja ehitiste projekteeritud ruumi kütmiseks kuluva soojusenergia hulga arvutamiseks kasutatavate kliimaandmete definitsiooni, arvutusmeetodi ja esitamise meetodi. Kliimaandmed hõlmavad projekteeritud talvise välisõhutemperatuuri andmeid ja vajaduse korral asjakohast tuulekiirust ja -suunda.

EN ISO 52022-1:2017 – ehitiste energiatõhusus – ehitiste komponentide ja elementide soojuslikud, päikeseenergia ja päevavalgusega seotud omadused:

- kirjeldab lihtsustatud meetodit, mis põhineb klaaspindade soojuslikele, päikeseenergia ja päevavalgusega seotud omadustele ja päikesekaitseadme päikeseenergia ja valgusega seotud omadustele, et hinnata päikesekaitseadme ja klaaspindade summaarset edasikantava päikeseenergia hulka, otsest energia ja valguse edastamist;
- kohaldub kõigile klaaspindadega paralleelselt kasutatavatele päikesekaitseadmetele.

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;
- kõnealus 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“.

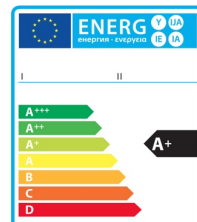
EN 15942: 2011 – toote keskkonnadeklaratsioonid – ettevõtete vahelise kommunikatsiooni formaat:

- 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, pesukuvatile, 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 keskkonnavalane 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 usaldusväärsena mõjumiseks peavad seesugused deklaratsioonid vastama rahvusvahelises standardis ISO 14025 sätestatud nõuetele.



Lae alla EL märgise näidis
tolmuimejale



Lae alla EL märgise näidis
õhukonditsioneerile



Lae alla energiasertifikaadi näidis Eesti hoonetele



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

ELi 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 nutitelefon) 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.

0.6 BIMi rakenduskava

Üldkasutatavad tehnilised andmed (PAS) on sponsoreerivate organisatsioonide välja töötatud kiiresti kättesaadavad standardid, tehnilised andmed, tööeeskirjad või suunised, mille abil rahuldatakse turu BSI (British Standards Institution) sätestatud suunistest tulenevad esmavajadused. Need vaadatakse kahe aasta jooksul üle ja hinnatakse, kas neid tuleb muuta, tühistada või kehtestada ametlike Briti standardite või rahvusvaheliste standarditena.

PAS 1192-2:2013 on ehitusprojektide peamises/üleandmise faasis ehitusinformatsiooni modelleerimise abil info haldamise kirjeldus. Selle toetajaks on Ehitussektori Nõukogu (Construction Industry Council (CIC)) ja selle on avaldanud BSI. Dokument jõustus 28. veebruaril 2013. Selles kirjeldatakse nõudeid ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) 2. tasandi saavutamiseks.

PAS 1192-2:2013 soovib koostada projekti elluviimise haldamiseks BIMi elluviimise kava (BIMi rakenduskava):

1. Lepingueelse BIMi rakenduskava koostab potentsiaalne tarnija, tuues välja enda töömeetodi, oskused, võimalused ja pädevuse tellija infonõuetele (EIR) vastamiseks.
- PAS 1192-2:2013 soovib koostada lepingueelse BIMi elluviimise kava otsese vastusena **tellijal infonõuetele** (EIR). EIR on ülimalt tähtis dokument, milles kirjeldatakse tähtsamate otsuste tegemise punktide või projekti etappide lõikes, missugust teavet tööandja vajab. Selle võib lisada projekti lühikokkuvõttele. Kui projekti

lühikokkuvõttes kirjeldatakse, missugune on ehitatavate varaobjektide iseloom, mida tööandja soovib osta, määratlevad tellija infonõuded, missugune teave ehitatava varaobjekti kohta, mida tööandja soovib hankida, on vajalik selleks, et tagada tööandja vajadustele vastav projekteerimine ja valmis objekti tõhus ja efektiivne kasutamine.

- Lepingueelne BIMi elluviimise kava võib hõlmata:
 - projekti elluviimise kava (PIP), milles kirjeldatakse potentsiaalse projekti elluviijaks kandideeriva tarnija võimekust, pädevust ja kogemusi ning millele on lisatud kvaliteeti kinnitavad dokumendid;
 - koostöö ja teabe modelleerimise alaseid eesmärke;
 - projekti programmile vastavaid projekti vahe-eesmärke;
 - rakendatavat strateegiat.
- 2. Lepingujärgne BIMi rakenduskava: kui leping on sõlmitud, esitab edukaks osutunud tarnija täiendava BIMi elluviimise kava, millega kinnitatakse tarneahela võimalusi ja esitatakse **teabe esitamise peakava** (MIDP). MIDP on esmane plaan, milles sätestatakse, millal ja kelle poolt, missuguste protokollide ja protseduuride abil projekti puudutavad andmed koostatakse. See põhineb eraldiseisvatel ülesandepõhistel teabe esitamise kavadel, milles sätestatakse vastutus spetsiifiliste infoga seotud ülesannete täitmise eest.
- Lepingujärgses BIMi elluviimise kavas kirjeldatakse, kuidas esitatakse tööandja teabenõuetega nõutavat infot:
 - juhtimine:
 - rollid, vastus ja volitused;
 - projekti programmile vastavad projekti vahe-eesmärgid;
 - elluviidav strateegia;
 - uurimisstrateegia;
 - olemasolevate andmete kasutamine;
 - teabe kinnitamine;
 - volitamise protsess.
 - kavandamine ja dokumenteerimine:
 - ülevaadatud projekti elluviimise kava (PIP), milles kinnitatakse tarneahela võimalusi;
 - kokkulepitud koostöö ja modelleerimise protsessid;
 - kokkulepitud vastutusmaatriks;
 - ülesandepõhine teabe edastamise kava (TIDP), milles sätestatakse kõigi tarnijate teabe edastamise kohustused;
 - teabe edastamise peakava (MIDP), milles sätestatakse, millal, kelle poolt ja missuguste protokollide ja protseduuride abil tuleb projekti kohta teavet edastada.
 - standardne meetod ja protseduur:
 - mahustrateegia;
 - päritolu ja suundumus;
 - failide nimetamise konventsioon;
 - kihtide nimetamise konventsioon;
 - ehituslikud tolerantsid;
 - joonestusmallid;
 - märkmed, mõõtmed, lühendid ja sümbolid;
 - tunnusandmed.
 - IT-lahendused:
 - tarkvaraversioonid;
 - andmevahetusformaadid;
 - protsesside ja andmete haldamise süsteemid.



Lae alla tasuta mall **lepingueelse** BIMi rakenduskava jaoks CPIC poolt (Ehitusprojektide informatsiooni komitee)



Lae alla tasuta mall **lepingujärgse** BIMi rakenduskava jaoks CPIC poolt (Ehitusprojektide informatsiooni komitee)

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 väljatöötamise või kohandamise, 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.

Pääaegu kõik BIMi kasutajad, kellele esitati ROId puudutavaid küsimusi, nõustusid, 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 mõõttele 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 võimelised 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 teraskonstruktioonide 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 reaalselt 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 keerumiseks, 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 mõõde

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 väheküpsetest 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 portfelli 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.

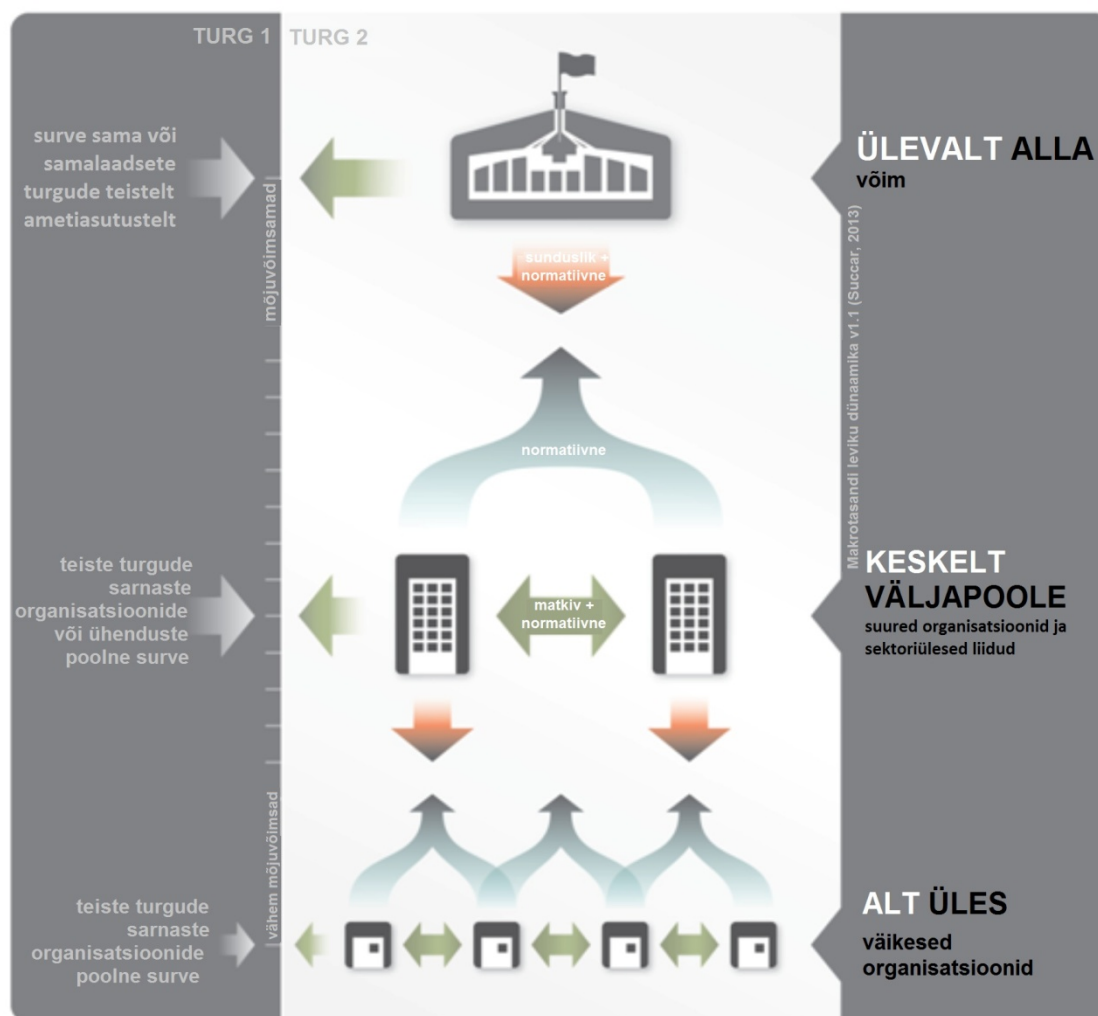
Täiendavat teavet soovivad ärijuhid leiavad akadeemilistest uurimistöödest soovitusi ja raamistikke optimeerimisstrateegiate väljatöötamiseks, mis ulatuvad BIMi esialgselt kasutusele võtmisest suuremate küpsuse tasemeteni.

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:



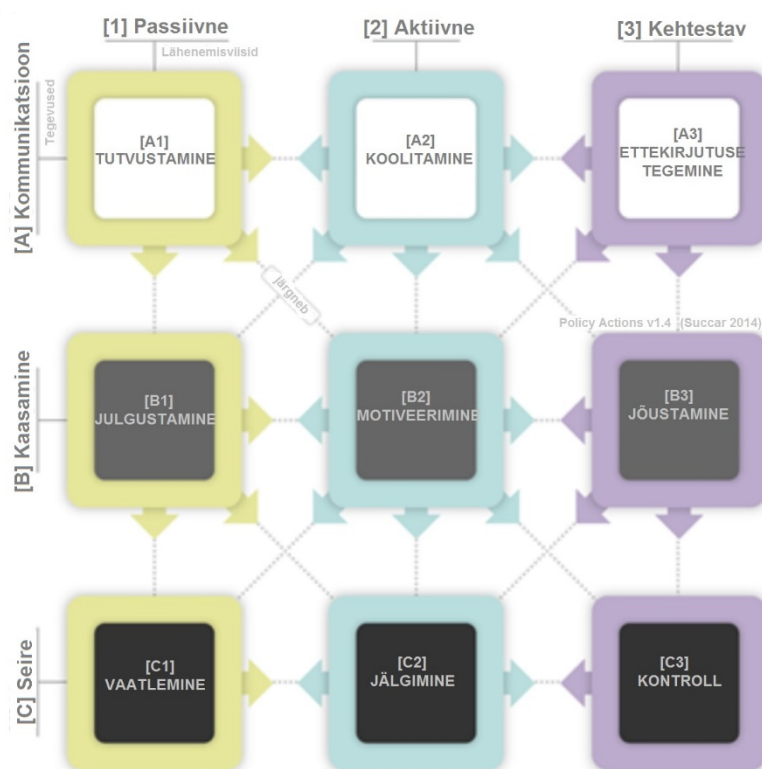
- **Keskelt väljapoole levimine** kehtib kõigi „alumist“ otsa „peamisest“ eraldavad keskosas asuvate organisatsioonide ja üksikisikute puhul. Mikrotasandil, konkreetses organisatsioonis, suruvad meeskondade juhid, osakonnajuhid ja liinijuhid enda poolt isiklikult kasutusse võetud võimuahelas üles ja 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. Ülevaalt 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 kasutuselevõtu.

Üks levimise mudelist 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 süsteemi/protsessi kasutusele võtma	Motiveerimine: poliitika kujundamises osaleja pakub huvitatud isikutele preemiaid, rahalist motivatsiooni ja eelistatud kohtlemist, et motiveerida neid süsteemi/protsessi kasutusele võtma	Jõustamine: poliitika kujundamises osaleja kaasab (eelistab) huvitatud isikuid või jätab nad kõrvale (karistab) sõltuvalt sellest, kas nad võtavad süsteemi/protsessi kasutusele

Seire [C]	Jälgimine: poliitika kujundamises osaleja jälgib, kuidas (või kas) huvitatud isikud on süsteemi/protsessi kasutusele võtnud	Jälitamine: poliitika kujundmaises 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).

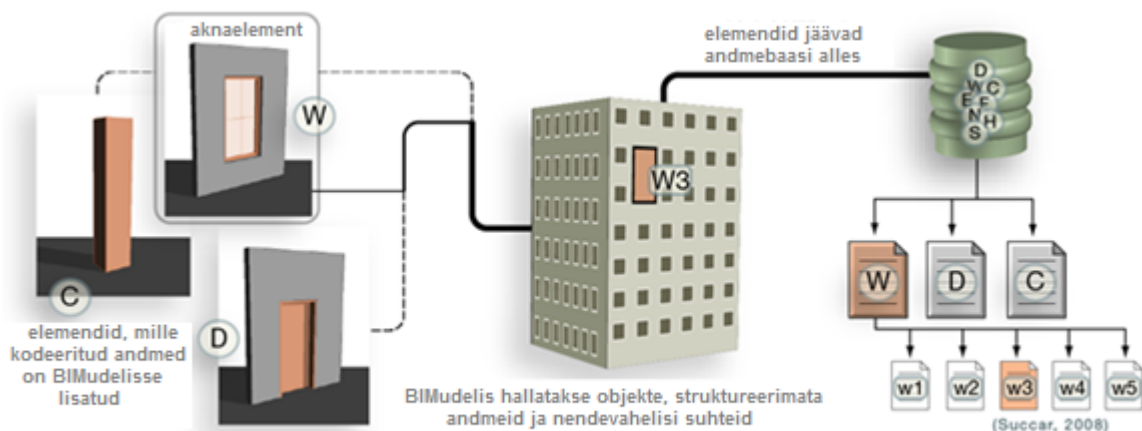
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine

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.

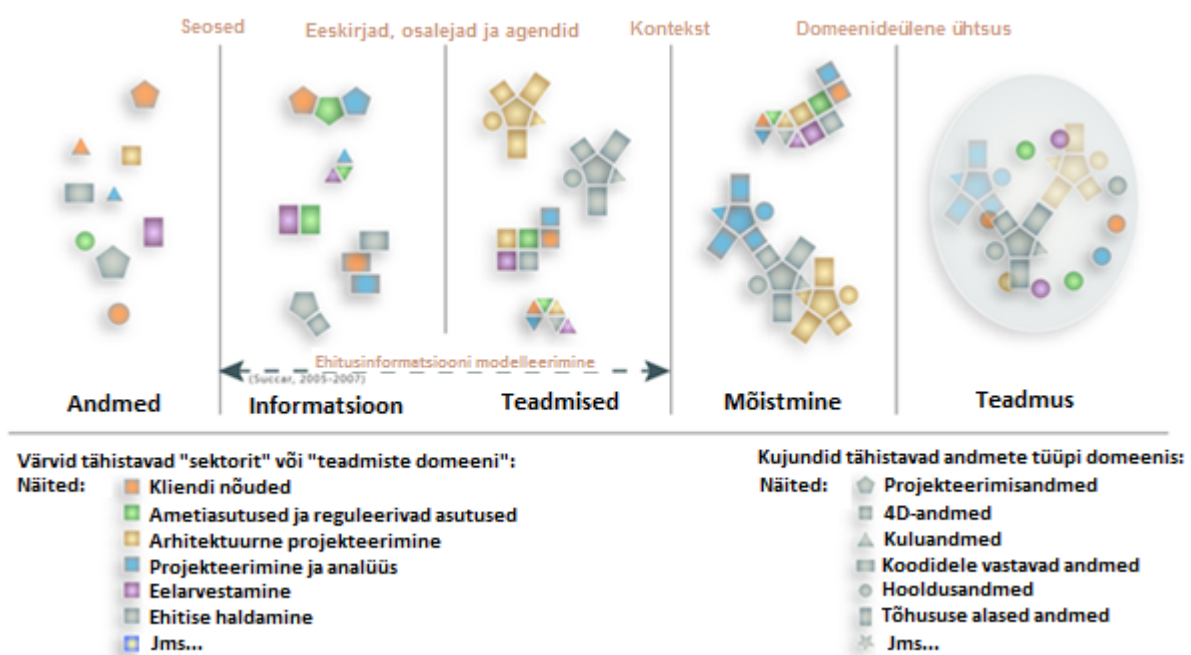


BIMi modelleerijad ei kujuta ega kodeeri ka konkreetse sektori raames (arhitektuur, projekteerimine või ehitus) kõiki sektoris kasutatavaid teadmisi. Kõnealuse küsimuse teisel viisil selgitamiseks peame esmalt lahti seletama, mida „info“ ehitusinformatsiooni modelleerimises tegelikult tähendab. Aru saada 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 (esalt koguge, siis väljendage);
- Teadmised seavad informatsioonile eesmärgi. Teadmised väljendavad regulaarsust. Teadmised on nähtavad, väljendatavad ja rakendatavad;
- Mõistmine on nähtuse ülekandmine ja selgitamine kontekstis. Mõistmine on nähtav, väljendatav, teostatav ja õpetatav;

- Tarkus on heterogeenses domeenides esinevate nähtuste põhine tegutsemine. Tarkus on nähtav, väljendatav, teostatav ja õpetatav erinevates valdkondades ja kontekstides.

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



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

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

1. **Andmevahetus:** kõik BIMi modelleerijad jäävad püsima muutumatul kujul, ent ekspordivad mõned „jagatavatest“ andmetest formaadis, mida teised BIMi modelleerijad saavad importida ja arvutustes kasutada (nt XML, CSV või DGN). See on väidetavalt aegunud andmevahetusmeetod, millega kaasneb kõige suurem andmete juhuslik kaotamine. Andmete kaotamine tähendab siin mittejagatavate andmete osakaalu kõigis BIMi mudelites kasutatavate andmete seas. Kõiki andmeid aga ei tohi või ei ole alati tarvis BIMi modelleerijate vahel jagada. Osaline andmevahetus võib olla (juhusliku andmete kaotaminekuga võrreldes) efektiivne meetod andmete jagamiseks.
2. **Andmete 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

(koostalitismudeli), 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 töövoos 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.

2.2 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 tähtsat 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 põhiaandmeid 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 ehitistest 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 vahendustasut 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:

- **Pakkumisvõlakiri** väljastatakse tellija nimele, et tagada töövõtja/pakkuja kohustuste täitmine pakkumiste esitamise faasis või hiljem. Pakkumisvõlakiri 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 täitmiskarantii 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.
- **Täitmiskarantii** on garantii, mis kindlustab tellija juhuks, 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 tagatise. 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 käendusettevõtte.

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 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 programmide kasutamise kogemus.
- Kõigi kaasamine: koolitustel osalejad võiksid osaleda nende läbiviimisel. Kui koolitatavatel palutakse teha õppekava puudutavaid ettepanekuid, nad kaasatakse grupivestlustesse ja kõiki julgustatakse küsimusi esitama, tekib koolitajatel tunne, et koolitus on nende kontrolli all, mis suurendab selle efektiivsust. Samuti aitab see inimestele meelde tuletada, miks nad koolitusel osalevad.
- Mõnel osalejatest on varasemad teadmised. Koolitusel osaleb tõenäoliselt õpetatavaga erineval määral varem kokku puutunud inimesi. 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.

3.3 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö

BIM on koostööpõhine lähenemine ehitustöödele, mis hõlmab virtuaalses ja visuaalses keskkonna rajatise ehitamisse mitmesuguste valdkondade kaasamist. BIMi rakendamise tuum on koostööpõhise 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 koostalitlusstandarditele 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 tavapärase ehitusprotsessidega tõhusamad. BIMi seostatakse kommunikatsiooni ja koostöö osas suurema tõhususega ja BIMi optimaalne kasutamine võimaldab saavutada valdkondadevahelise koostöö, üle saada tuleb aga tähtsate osapoolte rollide muutmise, uute lepinguliste suhete ja ümberprojekteerimise protsessiga seotud väljakutsetest.

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

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



Esmalt määratletakse neli koostöö eelduseks olevat meeskonna omadust: erialased teadmised, koostööoskused, suhtumine ja motivatsioon ja BIMi omaksvõtt. Erialaste teadmiste vallas on BIMi projekti puhul kõige tähtsamad tegurid osalejate erialased kogemused ja nende BIMist arusaamine (BIMi omaksvõtt). Organisatsiooni suhtumine koostöösse muutub sõltuvalt kogemustest varasemate partneritega. Erialaste teadmiste kõrval tagab ehitusprojekti edenemise ja organisatsioonide vahelise koostöö erinevate valdkondade panus. BIMi omaksvõtt väljendab seda, missugune on osalejate panus BIMi kasutamisel ja kui motiveeritud on nad BIMi kontekstis teiste spetsialistidega koostööd tegema. Koostööoskus viitab teistega koostöö tegemise kogemusele ja isiku sotsiaalsetele oskustele teiste projekti läbiviiva organisatsiooni meeskonna liikmetega suhtlemisel. Kui projektis kasutatakse uuenduslikku tehnoloogiat, näiteks BIMi, tekitab seesuguse tehnoloogia kasutuselevõtt organisatsioonis uusi, sh struktuure ja võimuvahekordi puudutavaid väljakutseid. BIMi omaksvõtt tagab, et osalejatel on BIMi projektis kasutamisest ühtne ettekujutus. Missugusel määral võib osaleja poolne BIMi omaksvõtt mõjutada BIMiga seotud koostöö tõhusust? Suhtumine ja motivatsioon on BIMi tundmaõppimise ja selle kasutamiseks motiveerituse alused. Suhtumise vallas on kõige tähtsam määrav tegur usaldus, mis määrab koos vastastikuse lugupidamise ja ühtsete arusaamadega, missugused isikud sobivad meeskonnas koostööd tegema. Kultuurilistele küsimustele pööratakse vähe tähelepanu – kultuurilised erinevused eksisteerivad, ent ei mõjuta koostöötava projektiorganisatsiooni moodustamist.

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

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

BIMi alane küpsus varieerib BIMi projektide rakendamisel projektide ja organisatsioonide lõikes. Mõnikord piirab BIMi alast küpsust ka tehnoloogia. BIMi alases koostöös on tähtis vahendav roll lepingustrateegial. Sellest sõltub otseselt terve BIMi rakendamise projekti edukus. Praktikas võib täheldada, et inimesed rakendavad BIMi traditsioonilise hankestrategia raames, näiteks projekteerimisel, pakkumiste tegemisel ja eitamisel, mis tähendab, et BIMi ei kasutata

pakkumisprotsessi varasemates järkudes visualiseerimisvahendina. Teistel puhkudel on täheldatud, et negatiivsed lepingutingimused vähendavad majanduslikel kaalutlustel inimeste motiveeritust koostööks teise ettevõtte esindajatega ja nad annavad oma lepingulistest kohustustest sõltuvalt minimaalse panuse. Seoseliste lepingute keskkonnas muutub olukord aga märkimisväärselt. Spetsialistid töötavad meeskonnana koos ja on rohkem valmis suhtlema ja koos ning loominguliselt probleeme lahendama. Seetõttu uurisime meie uurimuses kontekstipõhise omadusena spetsiifilist lepingustrateegiat. Viimaks aitab sobivat tehnoloogiat hõlmav tööplatvorm spetsialistidel tõenäoliselt suhelda ja koostööd teha.

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

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

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

Paljud teadlased on mõõtnud projekti tulemuslikkuse mõõdetena aega, kulusid ja kvaliteeti, testinud erinevaid projekti tulemuslikkusega seotud koostöötasemeid ja tuvastanud, et suurem koostöö tagab tõenäolisemalt projekti suurema tulemuslikkuse. Teised teadlased on uurinud ka tööalaste suhete positiivset mõju projekti kuludele ja kvaliteedile. Selles uurimuses mõtestatakse ja formuleeritakse koostöö BIMi projektides. Kui osalejad saavad ehitusprojekti teostamise käigus koostööd teha, töötavad nad tulemuslikumalt ja projekt on edukam. Ettevõtte kannab need kasutegurid teatud viisil üle individuaalseteks kasuteguriteks, näiteks 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 keskkonnanalaste 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 ehitusobjektidel 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.

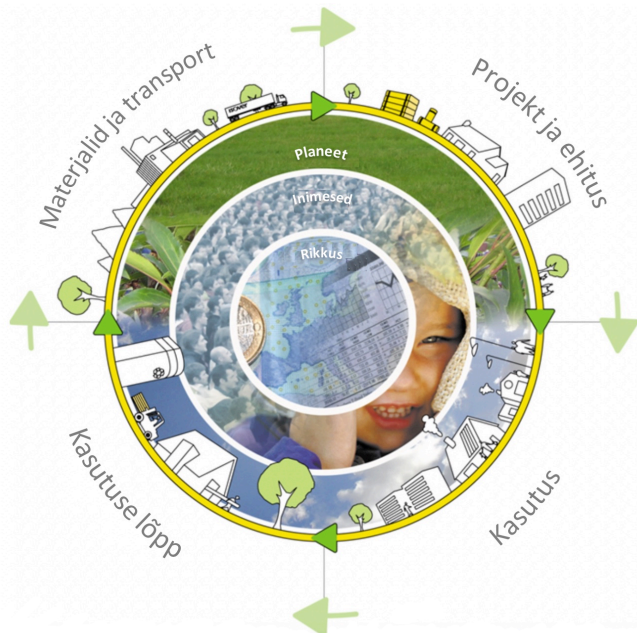
Alljärgnevalt on loetletud ehitamise ja lammutamise käigus keskkonnale ja inimeste tervisele avalduva mõju piiramiseks rakendatavad meetmed:

- ✓ 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 objektidel olemasolevate materjalide ilma eeltöötluseta kasutamise kaalumise;
- ✓ ehitusobjektidel genereeritud (ehitus- ja lammutus-)jäätmete põhjalik hindamine kasutatud materjalitüüpide kaupa ja objektidel ehitusperioodil genereeritud jäätmete koguse hindamine.

Ehitusobjektidel kasutatavate ja keskkonda eralduvate ainete 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 taastavaid energiaallikaid. Elamumajanduses ja arhitektuuris säästva arengu kontseptsiooni kasutusse võtmist nimetatakse üldistavalt **säästlikuks ehitamiseks**.

4.2 Mudeli automaatne kontroll

„BIMi-keskne“ projekteerimine tagab mitmesuguste erinevate valdkondadega seotud mudelite koostalituse, mis võimaldab neid samaaegselt kasutada mitmesugustel erinevatel eesmärkidel: ühe valdkonna mudelite ühendamise haldamiseks, erinevate valdkondade elementide koos eksisteerimise kontrollimiseks ja mitut valdkonda hõlmava mudeli regulatiivseks kontrollimiseks.

Üldiselt seisneb BIMi mudeli valideerimine nõuetele vastavuse ja funktsionaalsuse kontrollimises, mis viiakse läbi samalaadselt tavapärasel projekteerimisel nõutavaga. Selleks kontrollitakse vastavust projektile ja õigusaktide nõuetele (koodeksi kontroll) ja projekti ootustele vastamist (vastuolude tuvastamine).

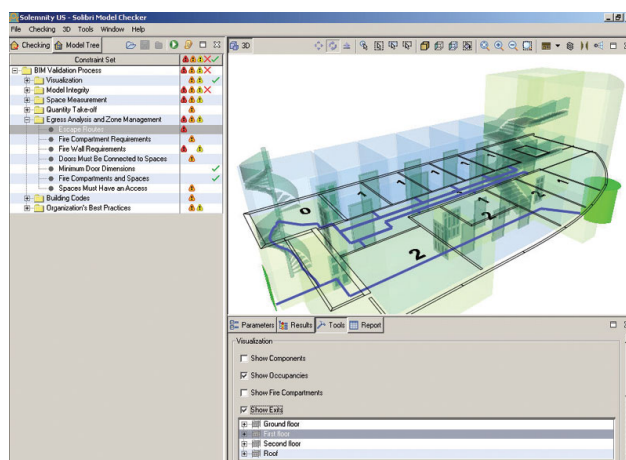
4.2.1 Koodeksi kontroll

Üldnimetatud kontrolli osas saab spetsiifilistes mudeli ülevaatamise tööriistades pärast mitmesuguste projekteerimisvaldkondade 3D IFC-mudeli üleslaadimist kontrollida selle vastavust konkreetsetele vajadustele ja võrdlusstandarditele, mis on kohandatavad kontrolli läbiviimise eeskirjade parameetrite kaudu. Samas garanteeritakse eraldiseisvate valdkondade mudelite kvaliteet ilma andmeid kaotamata, mis juhtub samade mudelite 2D-formaatidest 3D-formaatidesse ülekandmisel. Tänu IFC-failiformaadile on garanteeritud 3D-mudelite geomeetria ja omaduste täpne üleviimine.

Koodeksi kontrolli läbiviimiseks on olemas spetsiifilised eeskirjad, nagu ka sellel järgneva regulatiivsete ja vastavuse kontrollide faasile, kuna erinevad võrdlusstandardid toovad automaatselt esile mudeli ja standardite vahelised erinevused ja liigitavad mudelid lahknevuste raskusastme alusel. Väikeste, keskmiste ja suurte lahknevuste määramiseks kasutatavad väärtuste vahemikud saab määrata kasutaja, mis võimaldab tal hallata kõiki piiripealseid olukordi.

Arvukate võimalike kontrollide seast võib esile tuua järgmised (loetelu ei hõlma kõiki standardversiooni puhul kasutatavaid kontrolle):

- hügieenieeskirjadele vastavuse kontroll (minimaalsed kõrgused, mahud, teenused jms);
- ruumide ja eluruumide minimaalse pindala kontroll vastavalt nende otstarbele;
- ruumide õhu ja valguse suhte kontroll;
- treppide ja sissepääsude minimaalsete mõõtmete kontroll;
- ruumide juurdepääsetavuse (koridorid, tualettruumid jms) ja arhitektuuriliste tõkete kasutamise kontroll;



- tuleohutuse kontrollid (elementide ja tuletõkkeseksioonide, evakuaatsiooniteede jms tulekindlus);
- tulekaitsevahendite olemasolu kontrollimine ruumides ja koridorides;
- spetsiifiliste elementide (tulekustuti, tuletõrjevoolik jms) ümber jääva vaba ruumi kontroll.

Kõik lahknevused eeskirjade nõuetest lisatakse automaatselt slaididele, millel selgitatakse lahknevust foto ja sellele lisatud üldiste ja spetsiifiliste tehniliste märkuste abil, viidates koodeksitele ja probleemi põhjustavatele komponentidele.

Tarkvarasse lisatud arvannete abil saab lahknevustest teavitada mitmesuguseid projekteerijaid ja nõuda lahknevuste kõrvaldamist loometarkvaras, milles kontrollitud mudel genereeriti. Seesugused aruanded on eksporditavad tabeli või teksti kujul (Exceli fail või rtf, pdf).

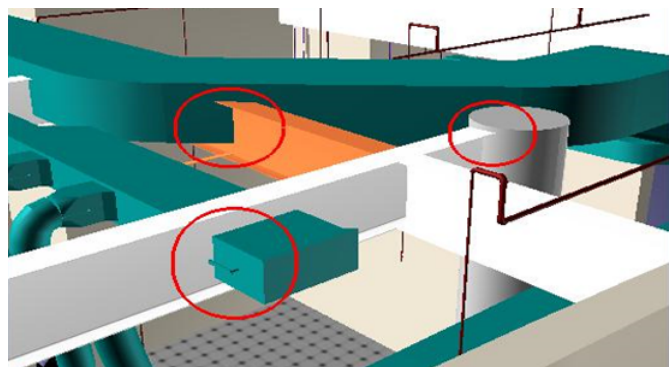
Genereerida saab ka kolmemõõtmelisi aruandeid: koostööformaad BIM Collaboration Format võimaldab loometarkvaras sobiva plugina abil lugeda esile toodud probleemidega seotud märkusi, 3D-mudelit kohandada ja tuua automaatselt esile probleemi põhjustavad, korrigeerimist vajavad elemendid, mis muudab need kergemini leitavateks. Viimane eksportimismeetod on kommunikatsiooni ja BIMi protsessis osalevas tarkvaras probleemi tuvastamise seisukohalt lähtudes tõhusam, kuna võimaldab erinevate valdkondade vahelist efektiivset koostalitust.

4.2.2 Vastuolude tuvastamine

Üks BIMi tähtsamatest eelistest on võimalus tuvastada „vastuolud“ projekti varases järgus, kui nende kõrvaldamine on palju lihtsam, odavam ja vähem aeganõudev. Projekteerimise kontekstis on vastuoluga tegemist siis, kui ehitatava objekti komponendid ei ole omavahel ruumiliselt koordineeritud ja on seetõttu vastuolus. BIMi protsessis on seesugused vastuolud kergemini täheldatavad projekti projekteerimisfaasis, enne objektil töö alustamist.

Töös ehitusprojektide mitmesuguste erinevate aspektidega osalevad paljud erinevad valdkonnad. Struktuuride projekteerija, keskkonnainsener, mehhaaniline- ja elektriinsener (ja võimalik, et paljud teised) loovad arhitekti mudeli alusel oma mudelid. Iga „mudel“ koosneb tervest reast mudelifailidest, dokumentidest ja struktureeritud andmefailidest, mis sisaldavad mittegeomeetrilist informatsiooni ehitatava kohta. Kokku moodustab see informatsioon digitaalse koopia. Esialgu näitab see, mis on projekteeritud, ning lõpuks, mis on ehitatud ja paigaldatud. BIMi protsessi tasandil 2 integreeritakse eraldiseisvate meeskondade genereeritud fõdereeritud mudelid (kindlaksmääratud intervalliga) peamudelisse, mis asub ühtses infokeskkonnas (ÜIK). Kuna peamudelisse koondatakse kokku paljudest erinevatest mudelitest saabuval andmed, on seejuures vältimatult vajalik kõrvaldada vastuolud.

Vastuoludest mõeldes kujutame tavaliselt ette kahte samas ruumis asuvat komponenti. Seda nimetatakse sageli „**kõvaks vastuoluks**“ – näiteks sammast läbi seina või torustik terastala. Seesuguste vastuolude alles objektil avastamise korral võib nende kõrvaldamine olla aeganõudev ja kulukas. „**Pehme vastuoluga**“ on tegemist siis, kui elemendi puhul ei ole jäetud vajalikku ruumilist või geomeetrilist tolerantsi või kui selle puhvertsoonis on teine element. Näiteks võib kliimaseade vajada teatud ruumivaru hooldamise võimaldamiseks, juurdepääsu ja ohutuse tagamiseks ja sellesse vabasse ruumi ei tohi jääda terastala. Kui objekti kohta on sisestatud piisavalt andmeid, saab tarkvara kasutada isegi asjakohastele määrustele ja standarditele vastavuse kontrollimiseks (peatükk 5.2.1). Vastuolu võib esineda ka töövõtjate ajakavade vahel,



seadmete ja materjalide tarnes ja projekti elluviimise üldises ajakavas. Neid nimetatakse sageli „**töövoo ehk 4D-vastuoludeks**“.

Vastuolude vältimine on projekteerimise ja ehitamise protsessi väga oluline osa. Väga tähtis on dokumenteerida BIMi rakenduskavas standardprotseduuride kogum ja sätestada projekti lepingudokumentide raames protseduurid tellija infonõuete (EIR) koordineerimiseks. Samuti on väga tähtsad tarnijate koostatud BIMi elluviimised kavad. Projekteerimismeeskonna kasutajaliidese haldajad peavad projekteerimis- ja ehitusprotsessi ajal projekteerimisalaseid otsuseid ja vastuolusid hindama ning otsustama, kas need lahendatakse välise abita ja – kui see ei ole võimalik – võib projekteerimistööde juht ülevaatusse teostamiseks ühendada mitu erinevat mudelit.

Tavapärase projekteerimisprotsessi korral töötavad spetsialistid vastavuse kontrollimiseks kontrollpunktide koordineerimise käigus kalkapaberile tehtud joonistega. Seesuguse tööviisi kasutamisel tuli ette vastuolude avastamist ehitusobjektidel, millega võisid kaasneda hiiglaslikud kulutused ja viivitused. BIMi protsessi tasandil 2 genereeritakse rida fõdereeritud mudeleid ja peamudelisse lisatakse informatsiooni koordineeritud andmetilkade kujul. BIMi modelleerimistarkvara ja BIMi integreerimisvahendid võimaldavad projekteerijatel otsida vastuolusid enda mudelist ja erinevate mudelite ühendamisel.

Vastuolude tuvastamise tarkvara muutub aina kõrgetasemelisemaks ja kasutajad saavad nüüd otsida spetsiifilisi vastuolusid (näiteks struktuurielementide ja seinte vahel) ja need ekraanil märgistada (sageli erksate värvide abil).

Mõned geomeetrilised vastuolud on alati täiesti aktsepteeritavad (nt süvistatud laevalgustid, seintesse peidetud torud) ja integreeritud objektide andmete tuvastamist võimaldavate tarkvaraeeskirjade abil saab seesuguste vastuolude märgistamise peatada. Seega on arusaadav, et üksikasjade seadistamise tase on BIMi modelleerimisel vastuolude tuvastamise vallas kriitilise tähtsusega.

Mudeli vastuolude tuvastamiseks skaneerimisel või vastava aruande koostamisel kerkib tavaliselt esile mitu olukorda, milles esineb sama probleem. Kui üks toru lõikub viie talaga, kuvatakse see viie vastuoluna, ehkki tegelikult saab ühe probleemi kõrvaldamise abil (toru asukoha muutmise) lahendada kõik vastuolud. Seesuguste projektis esinevate vastuolude ülevaatamine ja tühistamine on BIMi protsessi tähtis osa. Seesuguse skaneerimise – nagu ka iga teise automaatse protsessi – tulemusi ei tohi täielikult usaldada ning skaneerimine võib olla vaid üks projekti põhjalikuma koordineerimisprotsessi osa.

Kuna mudelitele saab standardformaadis lisada aina rikkalikumaid andmeid, muutuvad tarkvaratööriistad tõenäoliselt aina kõrgetasemelisemaks. Kõige suurem tõhustamispotentsiaal kaasneb aga BIMi tasandiga 3. Töö ühe koostöös loodava, koordineeritud ehituse mudeliga (mitmetest võtmeetappides koondatud fõdereeritud mudelistest koostatud ühe tervikmudeli asemel) peaks kaasa tooma projektis esinevate vastuolude arvu dramaatilise vähenemise.

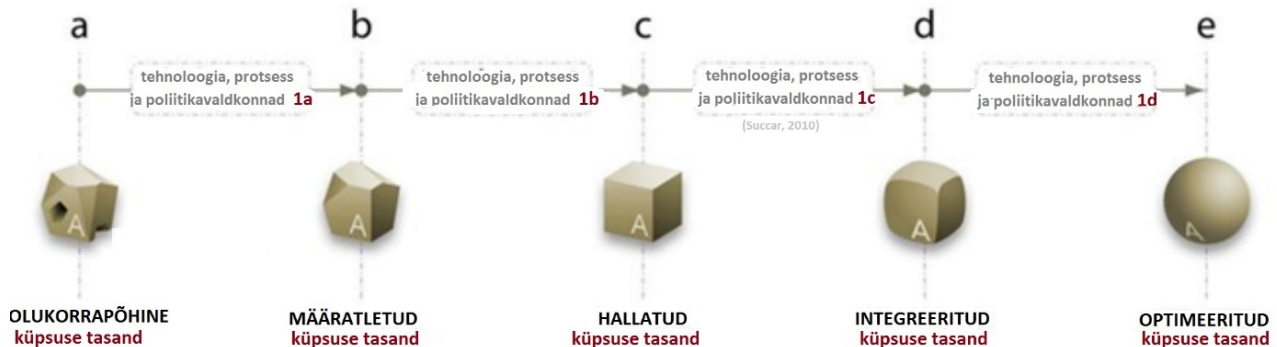
4.3 Informatsiooni küpsuse indeks

Termin „BIMi küpsus“ tähendab BIMi teenuste kvaliteeti, korratavust ja kõrgetasemelisust. Teisisõnu on BIMi küpsus kõrgetasemelisem võimalus ülesande teostamisel või BIMi teenuse/toote pakkumisel väga tõhusalt tegutseda. Seetõttu on mitmete erinevatest sektoritest pärinevate küpsusindeksite uurimise ja seejärel integreerimise teel välja töötatud BIMi küpsusindeks (BIMMI). BIMMI koosneb viiest erinevast küpsuse tasandist: esialgne/olukorrapõhine, määratletud, hallatud, integreeritud ja optimeeritud. Üldjuhul kaasneb madalamatelt BIMi küpsuse tasanditelt kõrgematele liikumisega:

- ✓ suurem kontroll eesmärkide ja tegelike tulemuste vahelise varieeruvuse minimeerimise läbi;

- ✓ suurem prognoositavus pädevuse, tõhususe ja kulude varieeruvuse vähendamise läbi;
- ✓ suurem tõhusus seatud eesmärkide saavutamisel ja uute, ambitsioonikamate eesmärkide püstitamisel.

Alltoodud joonisel on visuaalselt kokku võetud viis küpsuse tasandit ehk „evolutsiooni platoo“, millele järgneb iga tasandi lühikirjeldus:



Küpsuse tasand a (esialgne ehk olukorrapõhine): BIMi rakendamisele on iseloomulikud üldise strateegia puudumine ja oluline vajakajäämine sõnastatud protsessidest ja poliitikatest. BIMi tarkvaravahendeid ei kasutata süstemaatiliselt ning nende kasutamisele ei eelne uurimistöö ega ettevalmistused. BIMi rakendatakse osaliselt tänu üksikute eestvedajate „kangelaslikele“ jõupingutustele – keskastme ja tippjuhtkond ei toeta seda protsessi aktiivselt ja järjekindlalt. Koostöövõime (kui see saavutatakse) ei ole tavaliselt kooskõlas projektipartnerite koostöövõimega koostöös kasutatakse vähe eelnevalt koostatud protsessi suuniseid, standardeid ja andmevahetusprotokolle või neid ei kasutata üldse. Osapoolte rollid ja kohustused ei ole ametlikult jaotatud.

Küpsuse tasand b (määratletud): BIMi rakendamise aluseks on tippjuhtkonna üldine visioon. Enamus protsessidest ja eeskirjadest on korralikult dokumenteeritud, protsessi uuendamisega arvestatakse ja BIMist tekkivad ärivõimalused tuntakse ära, ent neid ei kasutata veel. Kangelaslikud jõupingutused BIMi rakendamisel hakkavad pädevuse suurenedes vähenema, personali töö tulemuslikkus ei ole endiselt prognoositav. Olemas on esmased BIMi alased suunised, sh koolituste käsiraamatud, töövoos alased suunised ja BIMi rakendamisel kasutatavad standardid. Koolitusvajadus selgitatakse täpselt välja ja koolitatakse tavaliselt ainult vajaduse korral. Koostöös projektipartneritega võib märgata projektis osalejate vahelise vastastikuse usalduse/lugupidamise tunnuseid ning selles järgitakse eelnevalt koostatud protsesside suuniseid, standardite nõudeid ja andmevahetuse protokollide nõudeid. Kohustused on jaotatud ja riske leevendatakse lepinguliselt.

Küpsuse tasand c (hallatud): BIMi rakendamise visiooni on tutvustatud enamusele personali liikmetest ja nad saavad sellest aru. BIMi elluviimise strateegia kõrval on koostatud üksikasjalikud tegevuskavad ja seirekava. BIMi nähakse rea tehnoloogiliste, protsesside ja poliitike muudatustena, mida tuleb hallata innovatsiooni pidurdamata. BIMist tekkivad ärivõimalused tuntakse ära ja neid kasutatakse turunduses. BIMi alased rollid on ametlikult määratud ja tulemuslikkuse alaseid eesmärgi saavutatakse järjekindlamalt. Kasutusele on võetud AIA mudeli edendamise spetsifikatsioonide või BIPSi informatsioonitasandite laadsed toote/teenuse spetsifikatsioonid. 3D-mudekite modelleerimist, 2D-formaadis esitlemist, mõõdistamist, nende spetsifikatsioonide koostamist ja analüütilisi omadusi hallatakse üksikasjalike standardite ja kvaliteediplaanide abil. Koostöölalased kohustused, riskid ja preemiad on selged nii lühiajaliste projektiliitude kui pikaajaliste partnerlussuhete korral.

Küpsuse tasand d (integreeritud): BIMi rakendamine on kohustuslik ja protsessi/toote uuendamine on integreeritud korralduslikesse, strateegilistesse, juhtimis- ja kommunikatsioonikanalitesse. BIMist tekkivad ärivõimalused on osa meeskonna, organisatsiooni või projektimeeskonna konkurentsieelisest ja neid kasutatakse uute klientide võitmiseks ja

olemasolevate säilitamiseks. Tarkvara valimisel ja arendamisel järgitakse praktiliste vajaduste rahuldamise kõrval ka strateegilisi eesmärke. Modelleerimise väljundid on projektide lõikes tõhusalt sünkroniseeritud ja tihedalt seotud äriprotsessidega. Teadmised on integreeritud organisatsiooni süsteemidesse, hoitavad teadmised on juurdepääsetavad ja kergesti leitavad. BIMi alased rollid ja pädevuseesmärgid on integreeritud organisatsiooni ülesehitusse. Tulemuslikkus on nüüd järjekindel ja prognoositav. BIMi alased standardid ja tulemuslikkuse alased eesmärgid on integreeritud kvaliteedijuhtimis- ja tulemuslikkuse suurendamise süsteemidesse. Koostöösse on kaasatud ka madalama astme osapooled ja sellele on iseloomulik tähtsate osalejate kaasamine projekti elukaare varastes faasides.

Küpsuse tasand e (optimeeritud): organisatsiooni ja projekti osapooled on BIMi visiooni omaks võtnud ja realiseerivad seda aktiivselt. BIMi elluviimise strateegiat ja selle mõjusid organisatsiooni mudelitele vaadatakse pidevalt üle ning tagatakse nende sobivus teiste strateegiatega. Kui protsesse või eeskirju on vaja muuta, viiakse muudatused ellu ennetavalt. Innovaatilisi toote-/protsessilahendusi ja äri võimalusi otsitakse ja kasutatakse järjekindlalt. Tarkvaralahendite valik vaadatakse regulaarselt üle, et suurendada tootlikkust ja tagada nende vastavus strateegilistele eesmärkidele. Modelleerimise väljundid vaadatakse tsükliliselt üle ja neid optimeeritakse, et kasutada ära uued tarkvarafunktsioonid ja pakutavad laiendused. Integreeritud andmeid, protsesse ja kommunikatsioonikanaleid optimeeritakse järjekindlalt. Koostööalaseid kohustusi, riske ja preemiaid vaadatakse regulaarselt üle ja korrigeeritakse. Lepingumudeleid muudetakse parimate tööviiside rakendamise tagamiseks ja kõigile osapooltele maksimaalselt suure väärtuse tagamiseks. Vahe-eesmärgid vaadatakse regulaarselt üle, et tagada protsesside, toode ja teenuste kõrgeim võimalik kvaliteet.

4.4 4D- ja 5D-BIMi tehnoloogiad

4.4.1 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 ilmsematest 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 keskmes 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 lõpu aega 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 ehituskavast. 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 projektiplaani sidumiseks saab kasutada mitmeid erinevaid meetodeid, nt BIMi tarkvara eksportimist projektijuhtimise tarkvarasse spetsiaalses projektiplaani seotud 3D/4D-visualiseerimise keskkonnas.

4.4.2 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 mõõtmed 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 ehitusala 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 BIMi kasutamine kvaliteedijuhtimises

Enamik olemasolevate ehitiste haldajatest peavad nende rajatiste hooldamise ja töös hoidmise tagamisel kontrolli all hoidma igapäevase tegevuse mõjusid. Nende tähtsaim ülesanne on tavaliselt mugava õhutemperatuuri tagamine. Haldaja peab tagama ka siseruumide keskkonna kvaliteedi – õhuniiskus, valgus, heli jms – ja osutavate teenuste kvaliteedi, hoolitsema ehitise käitamiskulude, energiakulu, veekulu, jäätmete taaskasutuse ja jäätme hulga vähendamise eest. Aruandluskohustuse suurenedes muutub ehitise tõhususe mõõtmine aina tähtsamaks.

Paljud haldajad kasutavad rajatiste haldamisel juba mitmeid tehnoloogilisi lahendusi. Ehitise automaatikasüsteem (BAS) või ehitise haldamise süsteem (BMS) hoolitseb enamasti ehitise mehhaaniliste ja valgustussüsteemide toimimise eest. Energiakulu reguleerib energiakulu haldamise süsteem, mis võib kuuluda BAS-i või BMS-i alla. Paljude rajatiste korral on rajatise haldamisel – hooldustööde, töötellimuste, ruumide haldamise, kapitali planeerimise, personali jms korraldamisel – abiks ka integreeritud töödejuhtimissüsteemid (IWMS) või arvutipõhised hooldustööde haldamise süsteemid (CMMS).

Kõik nimetatud süsteemid sisaldavad hulgaliselt andmeid. Kõik, kes on osalenud nende olemasolevas rajatises rakendamises, teavad, et süsteemid on väärtuslikud vaid hooke planeerimise, oodatavate tulemuste mõistmise, üksikasjaliku andmete kogumise, testimise, kontrollimise ja koolitamise korral.

Ehkki planeerimis- ja koolitusvajadus ei kao kusagile, võivad BIMi tehnoloogia ja selle ümber väljatöötatud standardid pakkuda viisi mitmesuguste süsteemide teineteisega sidumiseks. Standardse töömeetodi korral kasutavad haldajad rajatiste kohta informatsiooni saamiseks suurt arvu dokumente: erinevatest perioodidest pärinevaid jooniseid, spetsifikatsiooniraamatuid, käitamis- ja hoolduskäsiraamatuid, garantiisid, süsteemide testimise aruandeid ja muid projektiga seotud aruandeid.

Need infoallikad on harva omavahel elektrooniliselt ühendatud. Minu aastatepikkuse insenerikarjääri jooksul täheldatud parim ja ainus näide projekteerimis- ja käitamisandmete hoidmisest pärineb ettevõttest, kus säilitati kõigi sellele kuuluvate ehitiste põhijooniseid ja andmeid kõigi nende ehitiste tähtsamate süsteemide kohta. Organisatsioonil olid ka kaustad spetsiifiliste süsteemide kohta, milles kirjeldati spetsiifilisi parameetreid ja protseduure. Konkreetsetel kuul toimunud tegevusest sõltuvalt oli informatsiooniga kursis püsimiseks vaja poole tööajaga või täisajaga töökohta. Probleemiks oli ka juurdepääs infole, sest see ei olnud alati ajakohane.

Haldajad saavad kindlasti aru vajadusest järjepideva, täpse ja kergesti uuendatava informatsiooni järele, mis neid rajatiste haldamisel abistaks, ent alati ei ole olnud võimalik kasutada selle lihtsal viisil toetamiseks sobivat tehnoloogiat. Juhid vajavad paremat meetodi olemasoleva informatsiooni ühendamiseks nende poolt kasutatavate haldamisvahenditega.

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 halvemal juhul ei saa andmeid taastada ja hoonehaldur peab ehitist või selle osa tegelikkusele vastava olukorra jäädvustamiseks uuesti mõõdistama. Selle tulemusena maksab ehitise omanik topelt mõõdistamise eest, mis oleks pidanud toimuma ainult ühel korral (ja hooldustöid teostavale töövõtjale).

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

Kuidas on see kõik seotud ehitusinformatsiooni modelleerimisega (BIM)? BIM laseb informatsioonil sujuvalt voolata alates ehitusprojekti käivitamisest ja läbi terve ehitise haldamise protsessi. Selles tuuakse kliendi jaoks välja kõik alates ruumide jaotusest ja lõpetades kasutatud materjalide, varaobjektide kasutusaegade ja vajalike hooldustööde graafikutega – põhimõtteliselt kirjeldatakse, missuguseid tooteid ehitist sisaldab, kus need asuvad, kuidas need toimivad ja kuidas need kõik omavahel kokku sobivad. See loob mudelisse kuuluvate objektide vahel seoses ja ühendab need omavahel, et kõik rajatise projekteerimises, ehitamises, 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 eesmärgi. 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 muretsnevad 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-tehnoloogiaga või 3D-modelleerimisega, ent võivad siiski avaldada projekteerimise ajal oma

arvamust, mõjutada töö tulemust ning tagada, et neile töövõtja poolt üleantav informatsioon vastab nende spetsiifilistele vajadustele.

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

Kõrgetasemelisi digitaalseid 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

Arayici Y. (2008). Towards building information modelling for existing structures, University of Salford.

Autodesk, BIM and Cost Estimating, http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_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/>

Ciribini A.L.C, Bolpagni M. and Oliveri E., An innovative approach to e-public tendering based on Model Checking

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

Eadie R. (2014). The impact of building information modelling (bim) on public sector tender documents for civil engineering works. School of the Built Environment, University of Ulster

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>

Khaddaj M. and Srour I. (2016). Using BIM to Retrofit Existing Buildings. International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction.

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>

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

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

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

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

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

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

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



Rahvusvaheline
veebileht



Itaalia veebileht



Horvaatia veebileht



Slovakkia veebileht



Hispaania veebileht



Hollandi veebileht



Eesti veebileht



Leedu veebileht