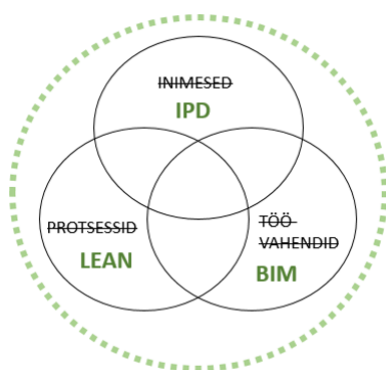


BIM vs projektijuhtimine

BIMi edukas rakendamine saab toimuda läbi sihipärase projektijuhtimise, mida on analüüsitud mitmes raportis (nt *Building information modelling for project managers*, RICS, 2017). Edukas projektijuhtimine on seotud nii organisatoorsete muudatusvajadustega (soov asju teistmoodi teha) aga ka projektikesksest vastutajast, kes peab BIMi sihipärasel rakendamisel silma peal hoidma ja kogu meeskonda ühtsena hoidma. BIM moodustab vaid ühe osa tervikust, et projektijuhtimist uuele tasandile viia. Juba varasemalt oleme käsitlenud n-ö kolme alustala, mis tagavad projektis osalejate parema koostöö: (a) inimesed; (b) protsessid; (c) töövahendid, mille juures oleme need asendanud vastavalt: (a) IPD kui *integrated project delivery* (integreeritud projektiteostus, IPT); (b) LEAN kui timmitud ehitus (-protsessid) ning (c) BIM kui *building information modelling* (ehitusinfo modelleerimine).



Joonis. Eduka koostööle 3 põhikomponenti ehitusvaldkonnas.

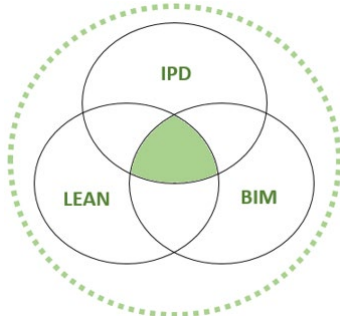
IPD, LEAN ning BIM on üksteisest eristuvad ning suunatud erinevatele aspektidele, samas sobituses omavahel väga hästi kokku. Igat neist saab iseseisvalt rakendada, kuid projekti koostöö tähenduses on väiksem efekt kui teised, täiendavad komponendid, jäetakse välja. Tasub tähelepanu juhtida, et väga tihti räägitakse nendest küll eraldiseisvalt, sest kogu "kolmik" eeldab nii inimeste, protsesside kui töövahendite edukat kaasamist, samas pole need kolm mõistet samaväärsed.

Näiteks, kui IPD rakendatakse ilma BIMi või LEANi järgimata, omab projekti meeskond raamistikku koostöötamiseks ning on motiveeritud saamaks paremat tulemust. Samas ei kirjuta IPD ise ette (ega anna soovitusi), kuidas teistmoodi töötamine peaks välja nägema, kuidas parandada või jagada informatsiooni. Erinevad osapooled võivad küll koos töötada, kuid ilma timmitud protsesse või BIM töövahendeid kasutades, riskeerivad nad ebaefektiivse ning aegunud infovahetus- protsessidega.

Kui aga rakendada vaid LEANi põhimõtteid, siis kaasatakse suhtumine, protsessid ning pidevat parendamist võimaldavad meetodid, mis läbi luuakse lisaväärtust ning elimineeritakse raiskamine. Samas tuleb rõhutada, et timmitud protsesside rõhuasetus on piiratud ettevõtte sisemiste efektiivsuste arendamiseks ning mitte suunatud projekti kõikidele osapooltele. Kolmandate osapooltega suhtlus ning tarneahelad jäävad tervikuna puudulikeks kui timmitud põhimõtteid rakendatakse n-ö vaakumis.

Seevastu BIMi töövahendid võimaldavad projekti kavatsust või selle lahendit visualiseerida, kommunikeerida, mõistetavaks muuta ning tõsta kindlustunnet selle lahendi korrektsuses. Samas tuleb rõhutada, et modelleerimisest tulenev investeeringutasuvus kaob ära kui mudelpõhist jagamist ning koostööd ei kasutata. Nii IPD kui timmitud protsessid pakuvad raamistikke, et sedasorti ebaefektiivsusi vältida viisil, et kogu projekti meeskond saaks BIM-ist võimalikult suurt kasu.

Kui kõik kolm koostööle suunatud komponenti leiavad ühiselt rakendamist, tagame olukorra, kus projekti meeskond töötab üheskoos projekti maksimaalse kasu nimel. IPD lepinguvorme kaasates, milles määratakse inimeste vahelised koostoimimised, saame tõsta kuluefektiivsust ja usaldusväarsust. Kõikehõlmava BIMi rakendamine, mis esitab ühiselt mõistetava tõe – võib praktiliselt iga projekt tänasel päeval olla edukas ja oma algset eesmärki täita.



Joonis. IPD, LEANI ning BIMi tuleb vaadata üheskoos ja rakendatuna üheskoos, et suurimat tulu saada.

Integrated Project Delivery (IPD) on võrreldes eelmistega (DBB, DB) märksa uuenduslikum hankeprotsess. Seda ennekõike seoses BIMi populaarsuse kasvuga. Samas tasub rõhutada, et IPD-st on erinevaid lähenemisviise (sh *Alliansse* lepinguvorm), kus tänane ühiskond katsetab meetodi variatsioone ja nende edukust. IPD hanke / lepinguvormi esmased versioonid tehti kättesaadavaks *American Institute of Architecture* (AIA) poolt (AIA, 2007). Kõikidel puhkudel keskendub IPD meetod efektiivsele koostööle, omaniku (tellija), peaprojekteerija (aga ka alltöövõtjad), peatöövõtja (ehitaja aga ka olulisemad alltöövõtjad) vahel. See koostöö saab alguse projekti varajases staadiumis ning kestab kuni projekti üleandmise/vastuvõtuni. Oluline rõhk on asjaolul, et kogu projekti meeskond töötab üheskoos, kaasates parimaid, neile kättesaadavaid koostöövahendeid, tagamaks, et projekt vastab tellija ootustele/nõuetele oluliselt väiksema ajakulu ja maksumusega. On selge, et omanik/tellija võidab IPD-st väga palju, kuid nad peavad olema piisavalt teadlikud, et selles ise osaleda ning suutma määratleda ka lepingus, mida nad tahavad erinevatelt osapooltelt ning kuidas seda saavutatakse. Tegemist on lepinguosaliste suhtel põhineva lepinguvormiga, mistõttu ühiste eesmärkide saavutamiseks tuleb loobuda traditsioonilistest lepingulistest õigustest. Kuna kaasatakse traditsioonilistest erinevaid ning harjumatuid töövõtteid, on omanikul/tellijal aktiivne roll oma püstitatud eesmärkide saavutamiseks.

Integreeritud projekti teostus kaasab endas nii lepingulisi kui käitumispõhimõtteid.

Lepingulised põhimõtted	Käitumispõhimõtted
<ul style="list-style-type: none"> põhiosalised on seotud võrdsete partneritena põhiosaliste varajane kaasamine koostööl põhinev otsuste tegemine projekti tulemuslikkusel põhinevad jagatud finantsriskid ja tulem projektis osalejad on orienteeritud ilmnevate probleemide kiirele lahendamisele, mistõttu lahendusi otsitakse ühiselt ning välditakse vastastikuste nõuete esitamist põhiosaliste vaheline läbipaistvus rahaasjades projekti jaoks ühiselt välja töötatud sihtkriteeriumid 	<ul style="list-style-type: none"> vastastikune austus ja usaldus koostöövalmidus avatud teabevahetus

Joonis. Lepingulised vs käitumispõhimõtted (allikas: [Liias et al., 2017](#)).

Timmitud ehitus (ingl *lean construction*) on seevastu mõtteviis, mis viitab ehitusvaldkonda häirivate kitsaskohtadele, eelkõige seotult raiskamisega. Pakutakse välja võimalikke meetodeid olukorra parendamiseks ning üldjuhul on tegemist selliste meetmetega, mis ei eelda mitte olulisi investeeringuid, pigem mõtteviisi muutust igapäevases töökorralduses. Timmitud ehitus on terviklik,

väärtuspõhist lähenemist pakkuv, meetod ehitatud keskkonna loomiseks. Timmitud ehitus on ennekõike seotud protsessi täiustamisega nii, et ehitisi saaks ehitada lähtuvalt kliendi vajadustest aga teiselt poolt minimaalseid ressursse kaasates.

Timmitud ehituse kontseptsiooni kõige olulisemad põhimõtted on:

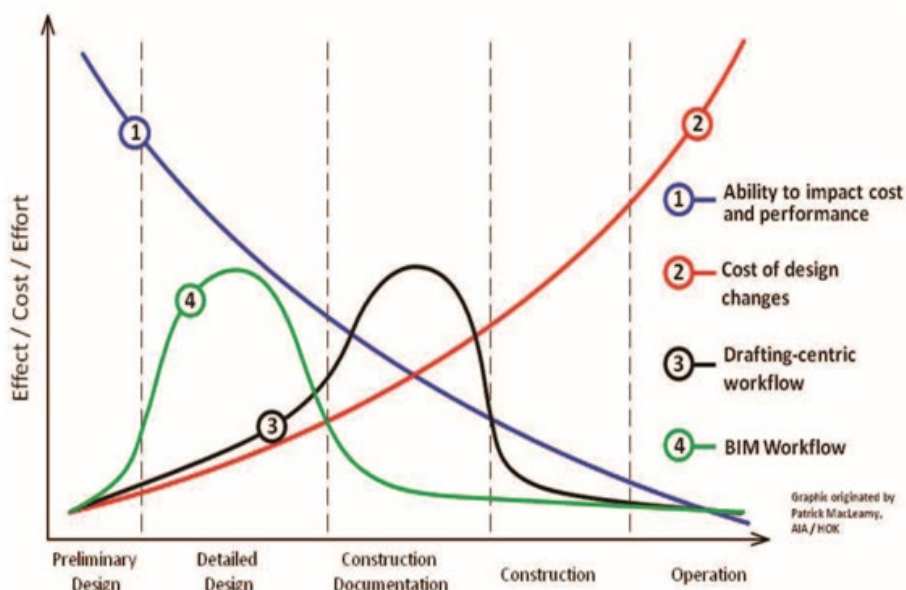
- põhitähelepanu omaniku/tellijaja/kasutaja eesmärkidele ja vajadustele;
- eesmärgile jõudmiseks on oluline arvestada tööd tegevate inimeste ja nende töökultuuriga;
- kõik algab töökoha läbimõtlemisest, organiseeritusest ja tegevuste standardimisest;
- vältida igasugust (eriti ehitamise käigus ilmnevat) raiskamist;
- töökultuuri läbiv põhimõte on pidev parendamine ja sellega kaasnev kvaliteedi tõstmine.

IPD kasutusele võtmine

IPD kasutusele võtmine eeldab teist liiki töövahendite rakendamist:

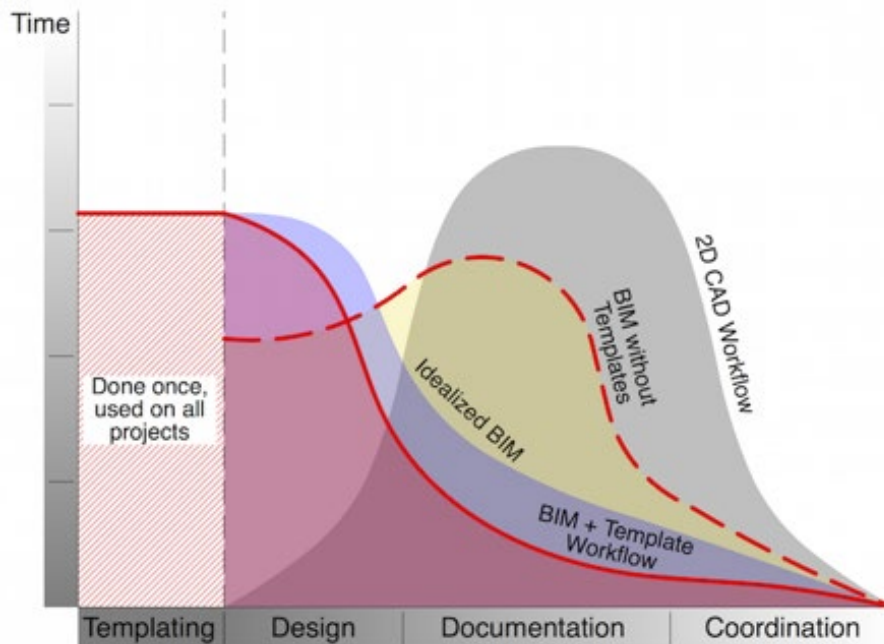
- **väärtuse kavandamine** (ingl *value engineering*) – meetodiline lähenemine ehitise kavandamisele/projekteerimisele eesmärgiga jõuda soovitud eesmärgini võimalikult ratsionaalsete, põhjendatud kuludega;
- **eesmärkväärtuse kavandamine** (ingl *target value design*) – muudatuse kujundamine projekteerimise ja eelarvestamise ahelas: on vaja lõpetada eelarvestamine juba koostatud projektlahendi alusel, pigem projekteerida eesmärgiks seatud ehitise väärtusest tulenevalt;
- **viimane plaanija** (ingl *last planner system*) – muutus ajaplanimise meetodikas tsentraaldirektiivselt lähenemiselt tagasisidele ning tööde täitjate võimalusi arvestavale ajakavade koostamisele (filtreerib need tegevused, mida pole veel võimalik läbi viia terviklikult või tagada nende korrektsust);
- **suur ruum** (ingl *big room*) – igapäevase projektijuhtimise ümberkorraldamine eesmärgiga tagada teabevahetuse suurem efektiivsus.

Suurem tähelepanu on suunatud kavandamise ning projekteerimise etapile, mille jooksul võetakse vastu otsuseid, mis mõjutavad üldkulu järgnevatel etappidel.



Joonis. Roheline joon esitab BIM töövoolu, kus väga suur tähelepanu keskendub projekteerimise etapile, et seeläbi hoida kulusid kontrolli all ehituse etapis (allikas: [AIA IPD guide](#)).

Samas tõdevad rahvusvahelised uuringud, et IPD kontseptsiooni elluviimist ja timmitud ehituse rakendamist toetava mudel-projekteerimise (BIM) kasutuselevõtt eeldab vajadust teha oluliselt suuremaid kulutusi juba enne konkreetsete projektidega alustamist. Esmakordne ja universaalne mudelite ja kataloogide loomine toimub üldjuhul sõltumata konkreetse projektiga seotud tegelikust projekteerimisest. Selline eeltöö toob omakorda kaasa kulude olulise vähenemise juba projekti elluviimise käigus kui toimub dokumenteerimine ning koordineerimine (Liias et al., 2017).



Joonis. Esialgse kulu komponent, mis jaguneb kõikide edasiste projektide vahel ja annab seega hilisema eelise (allikas: www.shoegnome.com).

Seega, kaks viimati esitatud pilti toetavad üksteist. Mõlemal juhul on suund sellele, et tuleb teha oluliselt suuremaid kulutusi inseneriteabesse ja ettevalmistavatesse tegevustesse nii enne projektiga alustamist kui ka projekti ettevalmistavatel, kavandamisega seotud etappidel. See paljuski põhjendab ka seda, miks edukate IPD projektide puhul on just BIM kasutatavaks töökeskkonnaks, tagades samas kõigi projektis osalejate jaoks koostöö ning eduka infovahetuse.

Mis see BIM ikkagi on?

BIM (ingl *building information modelling*) on kohati muutunud tarkvara tootjate sidesõnaks, et kirjeldada oma toodete võimekust. Seetõttu on BIM tehnoloogia definitsioon hägustunud ja on tekitamas üksjagu segadust. Selle vältimiseks on mõistlik selgitada, mis ei ole BIM-põhine disaini meetod/tehnoloogia:

- mudelid, mis sisaldavad ainult 3D infot ning objekti atribuute on väga vähesel määral või puuduvad üldse; sedalaadi mudeleid kasutatakse pigem geomeetria visualiseerimiseks ning objektide vaheline intelligentsus puudub;
- mudelid, mis ei toeta käitumisreeglistikku; need on mudelid, mis defineerivad küll objekte, kuid ei suuda kohandada oma positsiooni või mõõtusi, kuna neis puudub parameetiline intelligentsus;
- mudelid, mis baseeruvad mitmetel 2D CAD referentsfailidel, mis peavad olema kombineeritud, et defineerida ehitist; selliste mudelite puhul on võimatu tagada, et saadav 3D mudel oleks teostatav, järjepidev, loendatav ning objektide kuva oleks intelligentne;

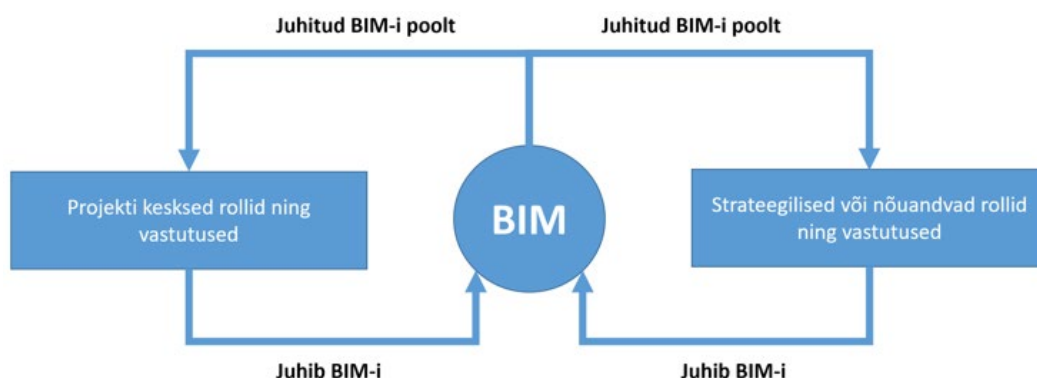
- mudelid, mis lubavad muudatuse sisse viia ühes vaates, aga mida ei muudeta või ei kajastata teistes vaadetes; see põhjustab vigade ilmnemist, mida on väga keeruline kontrollida.

BIMi tuntakse ennekõike projekteerimise/projekteerija tähenduses, kuid tema ulatus on laiem, olles projektijuhtimise elukaare osa. Kui disainiga seotud meeskond on erinev igas ehitisega seotud staadiumis (haldamise mõttes), siis infohaldus on pidev protsess selle loomisest kuni elukaare lõpuni (on see siis hoone või muu ehitis). Seetõttu peavad ka projektijuhid BIMi mõistest aru saama ning oskama küsida BIM-iga seotud infot.

Hiljutise pandeemia laineharja taustal (aga ka tarkvarade arenguga) on veebipõhine koostöö muutumas üha olulisemaks, viies meid üha kaugemale sellisest klassikalisest aja- ning tööjõu mahukatest suhtlusviisidest. Me oleme liikumas dokumendikesksest lähenemisest integreeritud andmebaasidel baseeruvate töömeetodite suunas (meenuta BIMi tasemeid: Level 0 - Level 3). Peatähelepanu on suunatud ajakohase info kättesaadavaks tegemisele, mida mudelisse pidevalt lisatakse/täpsustatakse. Kättesaadavaks just erinevatele osapooltele!

Geomeetriline mudel ning ajagraafikute loomise tarkvarad on olnud pikalt omaette andmebaasid. Me oleme mõnda aega näinud nende kahe kombineerimist ehk 4D mudelite olemasolu. 4D mudelid annavad projektijuhile võimaluse näha andmete koondumist ning üksteisest sõltuvusi, et seeläbi protsesse paremini hallata. Just 4D mudelite olemasolu on võimaldanud ettenägematutest olukordadest tingitud seisakuid pöörata n-ö projekti edukuse võtmeks, kus efektiivsem ümber planeerimine on aidanud vähendada raiskamist ja seega jõuda uuesti planeeritud ajaraamidesse. Projektijuht ei pruugi küll 4D mudeleid ise luua, kuid ta osaleb koostööprotsessides, mille käigus jagatakse/suunatakse mudeli vaated ja sellega kaasnevat lisainfot erinevate osapooltega (sh vastuolud, RFI – *request for information* jmt).

Sõltumata sellest, kas BIMi kasutatakse projektis või mitte, saab projektijuhi rollid ning vastutused jagada kahte suuremasse rühma, mis on võetud kokku alloleva skeemiga.



Joonis. Projektijuhi roll BIMi kasutamisel (allikas: RICS, 2017).

Pane tähele. Siin eristuvad kaks rolli/vastutust – üks, mis siis juhib ja teine, mis on juhitud BIMi poolt. Projektijuht puutub kokku mõlema poolega. Seejärel saame erinevad tegevused ära jagada nende kahe rolli/vastutuse vahel. Tasub tähelepanu juhtida tulbale "Juhitud BIM-i poolt".

	Roll	Juhtud BIM-i poolt	Juhib BIM-i
1	Vajaduste väljaselgitamine ning kliendi lühikirjeldus.		+
2	Projekti meeskondade juhtimine ning haldus.		+
3	Projektiga seotud riskide määramine ning haldus.		+
4	Suhtlus- ning haldusprotokollide määratlemine.	+	+
5	Teostatavuse ja strateegia etapid.	+	+
6	Projekti eelarve ning programmi koostamine.	+	+
7	Juriidiliste ja muude regulatiivsete nõusolekute kooskõlastamine.		+
8	Projektimeeskonna valimise / ametisse nimetamise nõustamine.		+
9	Disainiga seotud info integratsiooni ning liikumise haldamine.	+	+
10	Disainiga ning ehitamisega seotud tegevuste/ajagraafikute haldus ning kriitilise teekonna analüüs.	+	+
11	Alternatiivsete hankestrateegiate alane nõustamine.		+
12	Riskijuhtimise strateegia alane nõustamine.		+
13	Pakkumiste hindamise läbiviimine ja töövõtja valik.	+	+
14	Aja-, kulu-, kvaliteedi- ja funktsioonikontrolli kriteeriumide kehtestamine.	+	+
15	Projekti edenemise kontrollimine, järelevalve ja aruandlus.	+	+
16	Konsultandi kohtumiste ja ehituslepingute haldamine.		+

Joonis. Roll vs BIM (allikas: RICS, 2017).

BIMi saab kasutada ehitise elukaare üleselt ja projektijuhi rollist sõltuvana aitab ellu viia järgmisi projektiga seotud väljundeid:

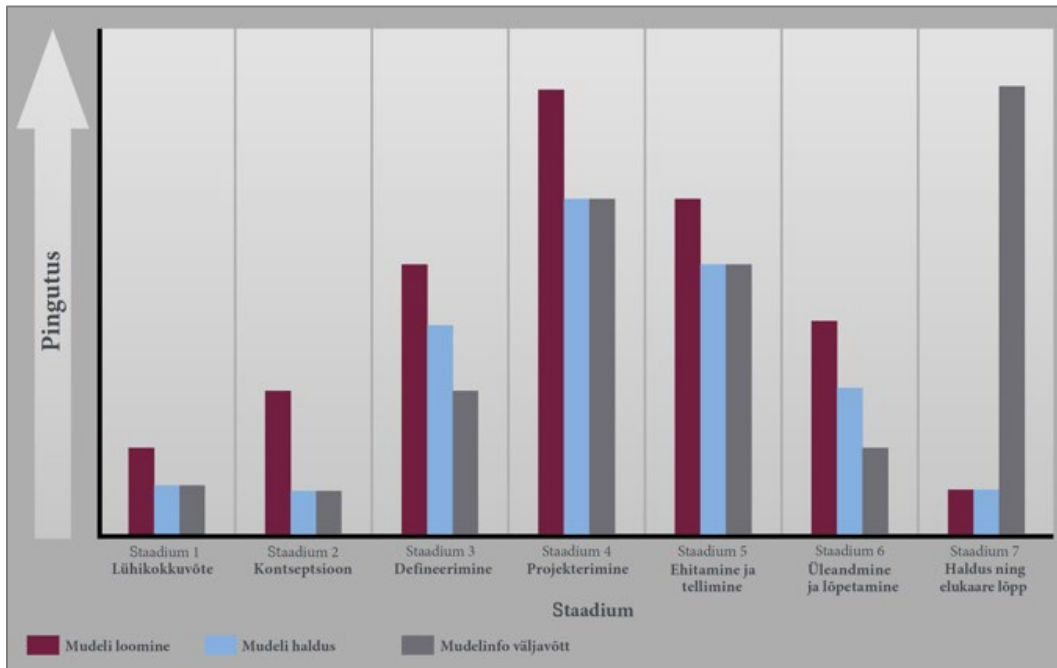
- tulemuslik ja efektiivne projekti väljastamine;
- ülesande püstitus, sealhulgas täpne arusaamine BIM-ist ja selle omaks võtmine koos realistlike äritegevustega BIMi kasutamiseks;
- informatsiooni parem hankimine, säilitamine ning jagamine üle terve projekti staadiumite, ennekõike aga üleandmine projekteerimisestapist ehitusetappi ning ehitusetapist haldusesse;
- parem suhtlus, koordineerimine ning koostöö projekti meeskonna liikmete vahel;
- info täpne, ajakohane ning vahetu ülekandmine läbi digitaalsete töövõtete, vähenev dublikaatide tegemise oht ning vähenev vigade arv;
- disaini parem koordineeritus annab parema projekti dokumentatsiooni, vähendades ebaefektiivsusi ning väärtust mitte loovaid tegevusi;
- paranev kindlustunne projekti ajakulust, maksumusest, turvalisusest ning kvaliteeti mõjutavatest parameetritest ühes üldise projektiga seotud riski vähenemise ning paranevate suutlikkuse näitajatega.

Tasub tähele panna, et projekti kulgemisel läbi ehitise elukaare varieeruvad ka BIMi kasutuse tasemed. Laias laastus saame BIMi tähenduses rääkida kolmest põhilisest funktsioonist:

- infomudel või mudeli loomine (info tootmine) – projekteerimisestapi oluline verstapost; projektijuht üldjuhul neid mudeleid ise ei koosta, kuid peab omama ülevaadet üldisest mudeli loomise protsessist;
- informatsiooni modelleerimine või mudeli haldus (info haldus) – üksikute aga ka koondmudelite haldus; üldjuhul BIM manageri vahetu ülesanne; osaliselt ollakse selles tähenduses ka vastandlikel arvamustel, et sellise asja tegemiseks ei ole vaja omaette “üksust” või rolli; samas peab projektijuht selle olulisusest aru saama, kuna sellisel juhul mõjutab see oluliselt nende tegevust ning vastutusala;

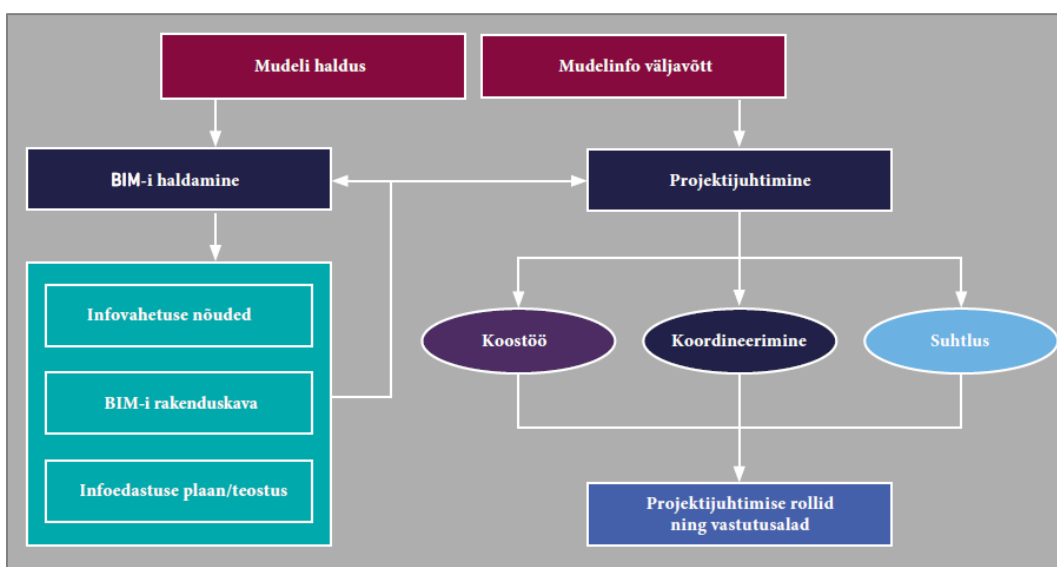
- mudelinfo väljavõtt ning kasutus – “ I “ omab BIMi rakendamisel väga olulist tähendust; nii projekteerimise, inseneeria kui ehituse valdkonnad sõltuvad paljuski mudelinfo väljavõtetel; samas peavad ka BIM manager ning projektijuht mudelist infot välja võtma; näiteks võib projektijuht vaadata mõnd kindlat valdkonna mudelit ning teha kommnetaaare selle koordineerimise tähenduses.

Ehkki kõik kolm funktsiooni on olulised, siis projektijuhi tähenduses on suurem olulisus just mudeli haldusel ning mudelinfo väljavõttel. Need kaks just seetõttu, et projektijuhid toetuvad ennekõike kolmele alustalale: koostöö, koordineerimine ning suhtlus.



Joonis. Projekti staadium vs pingutus funktsiooni tähenduses (allikas: RICS, 2017).

Lähtuvalt eelnevast eksisteerib projektijuhtimise ning BIMi vahel üsna oluline koosmõju. Teisisõnu, BIMi haldus ning projektijuhtimine on omavahel seotud (omavaheliste funktsioonide kaudu). Samas tasub rõhutada, et mõlemad võivad panustada ka samasse asja.



Joonis. Projektijuhtimine vs BIM haldamine (allikas: RICS, 2017).

Projektipõhises BIMi halduses keskendutakse ennekõike järgmisele kolmele aspektile:

- Infovahetuse nõuded – ühelt poolt ka kui projektile esitatavad nõuded, mis siis keskenduvad BIMi rakendamisele projektis

Märkus. Eelduseks, et saaks koostada projekti rakendusplaani.

- BIMi rakenduskava – selle kaudu esitatakse plaan, milles tagatakse projekti tellija BIM nõuded läbi struktureeritud plaani, mis omakorda baseerub infoedastuse plaanil.

Märkus. Kuidas infovahetuse nõudeid tagatakse?

- Infoedastuse plaan – kuidas projekti meeskonna liikmed eraldiseisvalt täidavad ning rakendavad BIM rakenduskava plaani lähtuvalt infoedastuse plaanist. See sõltub omakorda tegevusega seotud info edastuse plaanist.

Märkus. Mudelid, joonised, spetsifikatsioonid, seadmed, ajagraafikud.

Oluline on mõista, et BIMi kasutavaid projekte tuleb teistmoodi hallata. Üks esimesi küsimusi, millele tuleb vastus leida on: “**Kes täidab BIM manageri rolli?**”

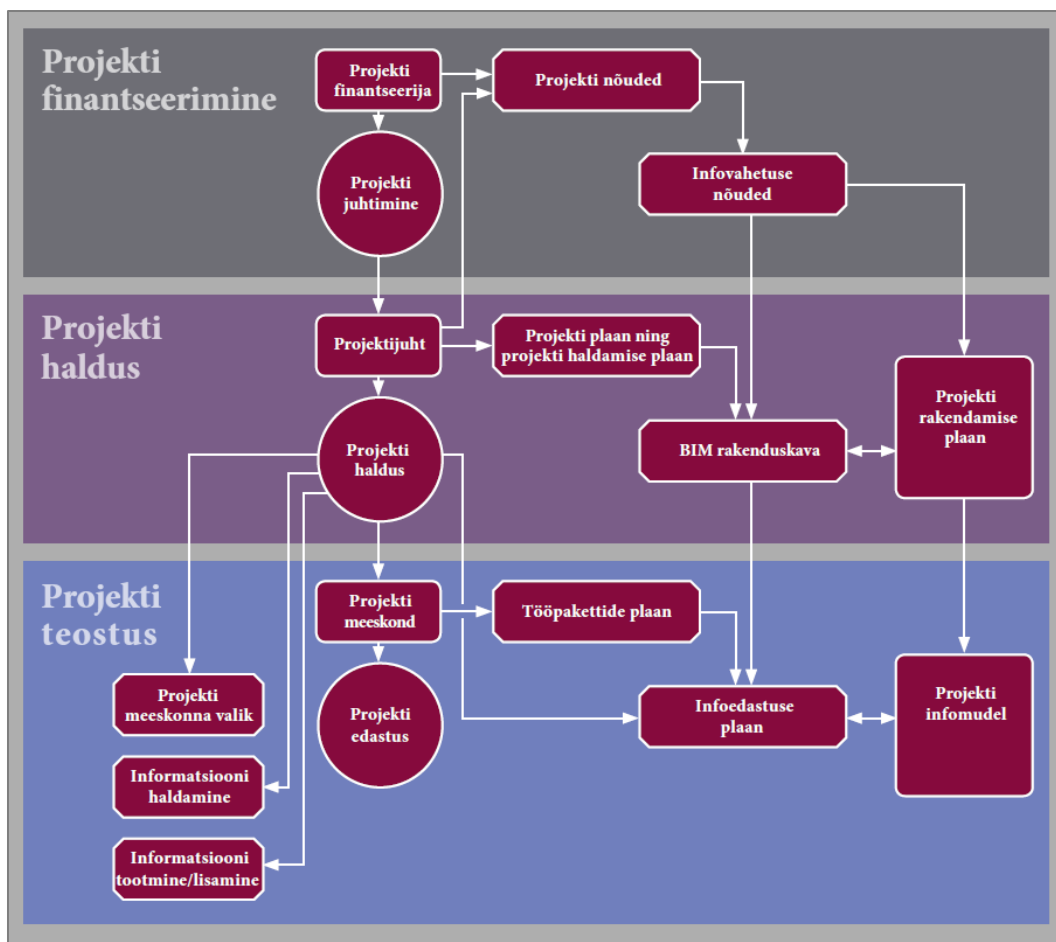
Seejärel peab projektijuht saama vastused järgnevatele küsimustele:

- Põhimõtteline seisukoht, kas tellija on valmis BIMi kasutusele võtmiseks oma projektides?
- Kuidas projekti lähteülesanne haakub tellija poolt seatud BIM nõuetega?
- Kes vastutab BIM manageri rolli eest?
- Kas on paika pandud, kuidas valitakse meeskonna liikmed, kellel on vajalikud BIM oskused?
- Kas BIM-iga seotud laiem eesmärk ühes oodatavate tulemustega on defineeritud?
- Kas projektimeeskonna liikmed on BIM nõuetega kursis?
- Kas info loomise, haldamise ning vahetamise põhimõtted/protokollid on selgelt defineeritud (nii tehnilisest vaatenurgast, kui ka protsessikeskselt)?
- Kas koondmudelite loomise protsess on paigas?
- Kas koondmudelites oleva info vastavust tellija poolt seatud nõuetele kontrollitakse pidevalt?
- Kas BIM protokoll ning BIMi rakenduskava eksisteerib ning on projekti partnerite poolt üheselt arusaadav?

Küsimuste esitamine aitab projektijuhil projekti ning BIM-iga seotud tegevusi edukalt ellu viia.

Selleks, et BIM-ist paremini aru saada just projektijuhi vaatevinklist, laotame ühe projekti laiali n-ö makrotasandil, milles eksisteerivad kolm olulist kihti:

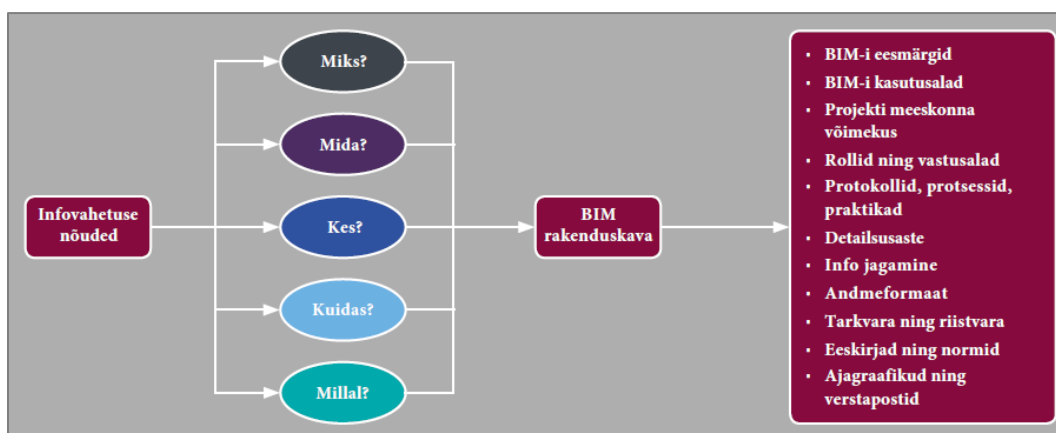
- Projekti finantseerimine
- Projekti haldamine
- Projekti edastus/teostus



Joonis. Projekti ökosüsteem ning BIM (allikas: RICS, 2017).

Iga loetletud kiht omab kindlat rolli ning vastutusala aga ka kindlaid tööruutine. Analoogse projekti ökosüsteemi saame rakendada ka projektidele, mis ei kasuta BIMi. Samas BIM-iga seotud projektides lisanduvad mõned kindlad omadused, mis aitavad BIMi olulisusest projektijuhtimises aru saada.

Infovahetuse nõuded ning BIM rakenduskava on omavahel omakorda seotud alljärgneva skeemi kohaselt.



Joonis. BIM halduse raamistik (allikas: RICS, 2017).

Seega, makrotasandil peab projektijuht osalema ning võimaldama BIMi kasutust projekti finantseerija esindajana. Samas enne kui neid tegevusi saab hakata ellu viima, peab projektijuht panema kokku meeskonna, kellel on vajalikud oskused ja teadmised BIM-ist. Kui projekt on aga alanud, vastutab

projektijuht info tootmise koordineerimise ning info haldamise protsesside eest. Aga kuidas see jaguneb erinevate makro tasandite vahel?

Infovahetuse nõuded saame jagada kolme suurde alagruppi (finantseerija tähenduses): (a) juhtimine; (b) tehnilised aspektid; (c) kasutus.

Juhtimise seisukohast on olulised alljärgnevad osapunktid:

- BIMi kasutamise eesmärgid, et vastata küsimusele “Miks?”;
- standardid (enamjaolt riiklikud, mida tuleb järgida);
- rollid ning vastutusala (mudeli halduse ning projekti info tähenduses);
- tööülesannete ning andmete eralduse planeerimine (tööpakettid lähtuvalt rollidest ning vastutusaladest);
- turvalisus (BIM-iga seotud andmete turvalisus);
- koordineerimine ning vastuolude kontrolli protsessid;
- koostöö protsessid;
- tervisekaitse ja ohutuse ning ehitustegevuste juhtimine;
- süsteemide suutlikkus (IT süsteemide piirangute tähenduses);
- täitmise kava;
- varahaldusega seotud info edastamise strateegia.

Tehniliste aspektide valguses on aga oluline alljärgnev:

- tarkvara platvormid (BIM-iga seonduvalt kasutatavad tarkvarad/töövahendid);
- andmete vahetusformaad (määrab andmete vormingud, milles andmeid edastatakse ühes määratletud andmekadudega);
- koordinaadid (ühtse koordinaatsüsteemi määratlemine BIMi mudelite tähenduses);
- detailsusaste (ingl *level of detail* = LOD) (detailsusastmete tasemed erinevatele mudelitele);
- koolitus (informeeritakse projekti partnereid BIM-iga seotud koolitustest, mida pakub projekti finantseerija/tellijaja).

Kasutuse tähenduses aga järgmised alapunktid:

- andmehulk ning projekti edastused (andmehulga sisu ning nende vastavus tööpakettidega);
- tellija strateegiline otsus (milleks projekti mudelit soovitakse kasutada);
- BIM/projekti edastuste määratlemine (võimalikud BIM-põhised edastused);
- BIM põhiste kompetentside hinnang (esitab BIM võimekuse ning projekti meeskonna liikmete kogemuse selle projektiga hakkama saada).

Mis viibki meid järgmise loogilise sammuni, BIM rakenduskava koostamise juurde.

BIM rakenduskava

Enamus küsimusi, mis projektijuhil tekivad, peaksid saama vastuse just BIM rakenduskavast. See esitab protsessid ning protseduurid, mis on vajalikud BIMi põhiste eesmärkide saavutamiseks ja seega tagab ka projekti eesmärkide täitmise. BIM rakenduskava lähtub järgmistest alalõikudest:

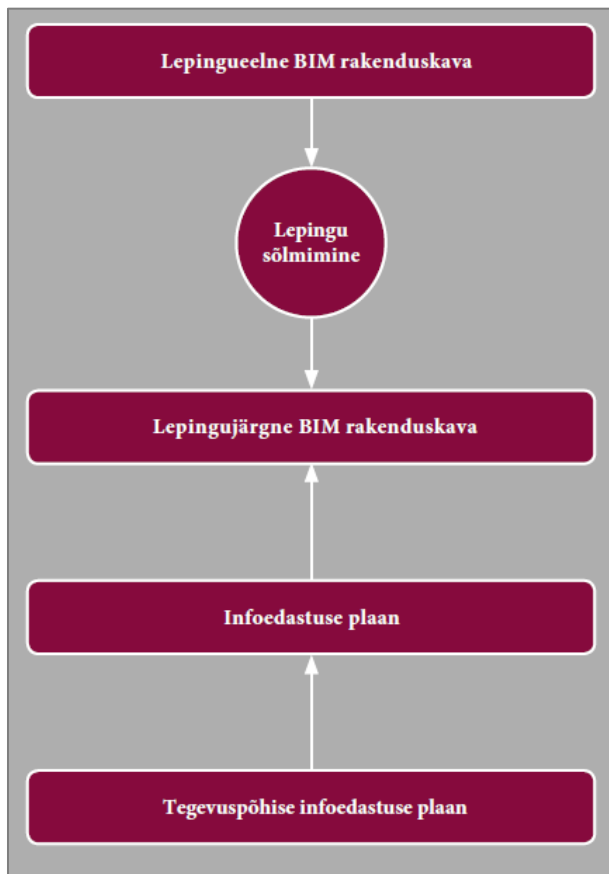
- BIMi kasutus projekti staadiumi põhiselt ning selle kooskõla projekti haldamise funktsioonidega;
- BIMi edastus igale BIMi kasutuse juhtumile;
- mudeli loomine ning kasutajad igale BIMi edastusele;
- mudeli elemendid, detailsusaste ning atribuudid iga BIM edastuse kohta;

- BIMi loomise protsess, haldus ning edastus ja koostöö iga BIMi kasutuse tähenduses;
- riist- ning tarkvara keskkond.

BIMi rakenduskava koostamise kohta võib leida erinevaid juhendeid/nõudeid:

- [Penn State University](#) BIM rakenduskava juhised (BIMi kasutuse väärtuslikud aspektid erinevates projekti staadiumites; protsessikaartide näiteid BIMi rakendamiseks; BIM-iga seotud edastuste defineerimine);
- [Singapore BIM](#) juhised (rollide ning vastutusala defineerimine mudeli loomise, haldamise ja koostöö tähenduses; BIMi rakendamise konkreetsete protsesside; ressursside ning teenuste vajadus; projektijuhtimisplaanide defineerimine BIMi rakendamiseks);
- [RKASi veebilehel](#) on avaldatud ka kokkuvõtavad raportid BIM rakenduskavadest.

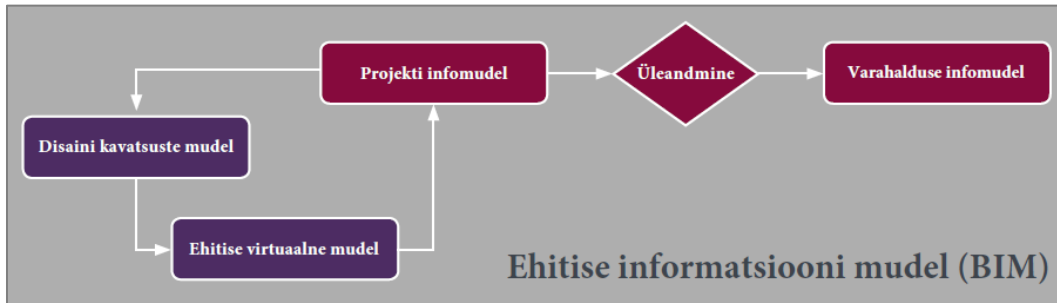
Selle kursuse raames räägime aga lepingueelsest- ning lepingujärgsest BIM rakenduskava mõistest, mille näited on leitavad ka kursuse õppematerjalide hulgas. Projektimeeskonna liikmed loovad esmalt lepingueelse BIM rakenduskava, mis peale lepingu sõlmimist asendatakse lepingujärgse BIM rakenduskavaga. Lepingujärgne BIM rakenduskava sisaldab infoedastuste plaani, mis kujuneb erinevatest, tegevustega seotud infoedastuse plaanidest. Nii nagu ka nimetus juba viitab, on need rakenduskavad omavahel seotud lepingu sõlmimisega.



Joonis. Infoedastuse plaan (allikas: RICS, 2017).

Projektijuhi roll BIMi kasutamisel

Projektijuht ei osale mudeli loomises, kuid ta peab olema veendunud, et kõik vajalikud eeldused on tagatud, et BIMi põhise projekti saaks kasutada. Projekti infomudeli üleandmise eelduseks on, et see kaasab endas disaini kavatsuse mudelit ning ehitise virtuaalset mudelit. Need viimased kuuluvad projektijuhtimise protsessi. Projektijuht peab jälgima halduse infomudeli üleandmist.



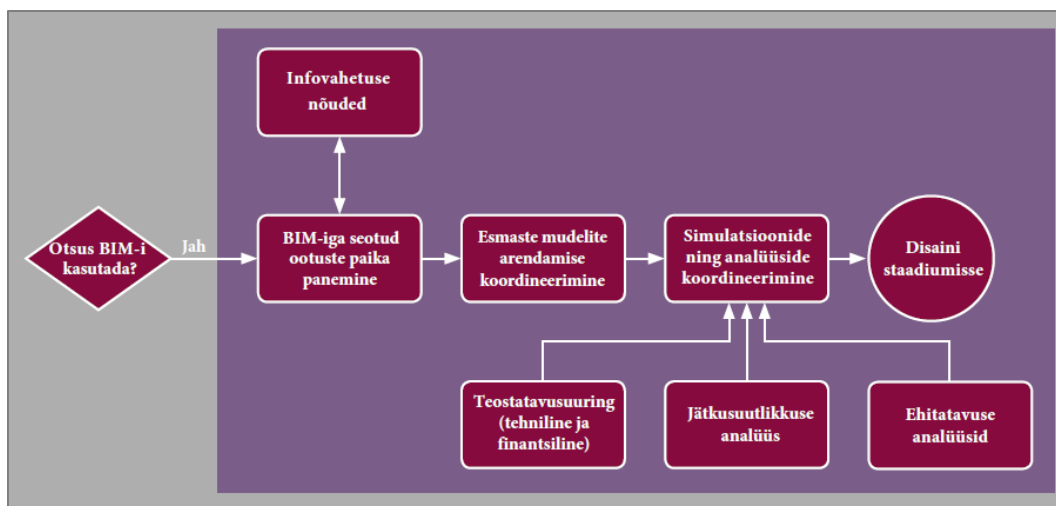
Joonis. BIMi arendus (allikas: RICS, 2017).

Projektijuhi BIM roll ning BIM rakendus on omakorda kokku võetud alljärgnevas tabelis.

Staadium	Projektijuhi BIM-i roll	BIM-i rakendused
Lähteülesanne, käivitamine, ehituse eelsed tegevused	Teostatavusuuring (tehniline ja finantsiline).	<ul style="list-style-type: none"> BIM-i omaksvõtmise küsimus BIM-i omaksvõtmise väljakutsed Põhimõtteline BIM-i kavandamine
	Väärtuse kavandamine.	Valikute tegemine läbi BIM-i, kontseptsiooni eelarvestamise modelleerimine, energiaanalüüsid, disaini analüüsid.
	Projekteerimise haldus.	BIM info edastus, 5D (kiire maksumuse muutuse tagasise disaini muudatustele), BIM koordineerimine.
	Riski analüüs ning turvalisus.	Simulatsioon, virtuaalreaalsus (VR), liitreaalsus (AR).
	Ajagraafikud.	4D mudelid
	Ehitatavuse analüüsid	4D mudelid, virtuaalsed mudelid, VR ja AR.
	Hange (projekteerimine, ehitamine)	BIM oskuste ning võimekuste kaardistus, BIM-i kaasav tarneaehela haldamine, piirangute analüüsid.
Ehitamine	Ehitusstaadiumid, prototüüpimine	4D
	RFI (infonõuded), lahendused	BIM infovahetus, BIM koordineerimine.
	Muudatuste haldus.	BIM infovahetus
	Monitooring, kontroll.	4D ning 5D, piirangute analüüsid, progressi jälgimine ning tootmise planeerimine.
Projekti lõpetamine	Leping ning finantsvahendite tagamine.	Dokumentatsiooni mudel
	Projekti lõpp.	Dokumentatsiooni mudel, varahalduse mudel.
	Üleandmine.	Dokumentatsiooni mudel, BIM varahalduses, varahalduse mudel.

Joonis. Projektijuhi BIM roll vs projekti staadium (allikas: RICS, 2017).

Oluline on aru saada, et kui teatud BIMi kasutamise eeldusega seotud tegevusi mitte läbi viia, siis on ka sellest saadav tulu kaheldava väärtusega!



Joonis. BIM erinevates projekti staadiumites (allikas: RICS, 2017).

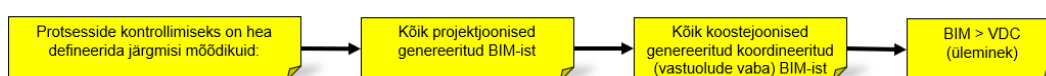
BIMi kasutus projekteerimise staadiumis:

- eesmärk on tagada vigade vaba disain, mis siis projekteerija poolt edastatuna ei põhjusta ühtegi (või palju) muudatusi, mis põhjustatud ehitatavuse küsimustega;
- tüüpiliselt kaasatakse siin etapis ka ehitajat, kes siis saavad sisendina anda nii maksumuse kui ehitatavusega seotud valikuid; see on ka tüüpilise koostööprojekti alustala (IPD ehk *Integrated Project Delivery*);
- projektijuhi roll on ennekõike panustada integratsiooni haldamisega seotud küsimustele;
- tüüpiline projekt edastatakse kindla detailsusastmega (ingl nt LOD 300), misjärel ehitaja täpsustab mudelit ja sellest saab detailsusaste LOD 400;
- väga oluline on lepinguliselt paika panna, et koostöö ka tegelikult saaks toimuda.

BIMi kasutus ehitamise ning kasutuselevõtu staadiumis. BIMi koordineerimisega seonduvalt peaks vältima järgmisi ebaefektiivsusi:

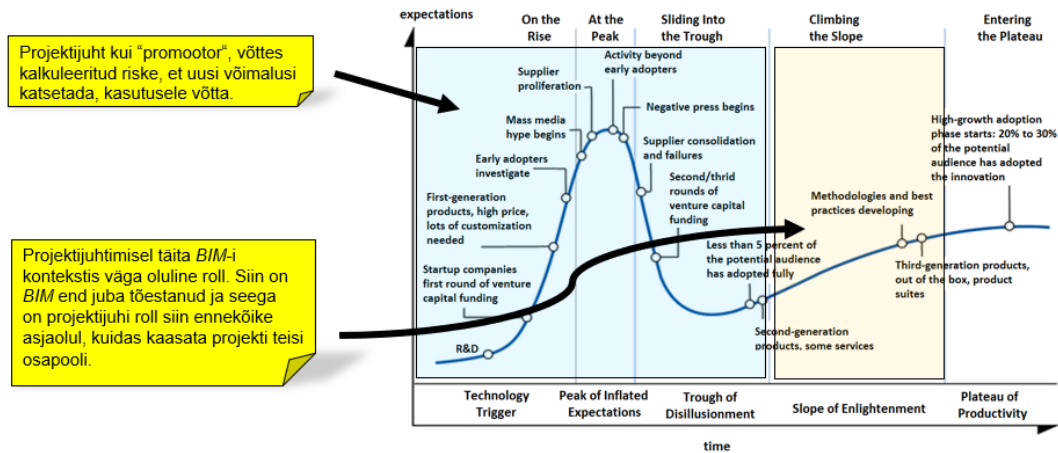
- mudeleid küll koordineeritakse, kuid ehitus valmib sellest hoolimata jooniste toel;
- mudeli koordineerimisega seotud muudatused ei avaldu projekti dokumentatsioonis (sh joonised);
- mudeli koordineerimist viiakse läbi vaid liiga varajases staadiumis (liiga üldine, sest disain alles areneb/täpsustub);
- mudeli koordineerimist viiakse läbi liiga hilja ning ehitusplaan ei kajasta koordineerimisega seotud küsimusi (mis on oluline koostööjooniste või mahamärkimiste tähenduses);
- mudel ei kaasa kõiki tööandja poolt seotud infonõudeid, mistõttu tekib killustatus projekteerimise ning ehitamise seotud protsessides);
- osapool, kes paigaldab süsteemi, ei puutu kokku modelleerimisega, või ei vastuta mudeli loomise eest;
- mudelite detailsusastmed pole piisavad ning ei lange kokku BIMi rakenduskavaga.

Märkus. Projektijuhil on siin täita oluline roll, et läbi BIMi neid probleeme virtuaalselt lahendada. Eesmärk pole luua uusi protsesse, vaid täiendada olemasolevaid.



Joonis. Protsesside juhtimise mõõdikud.

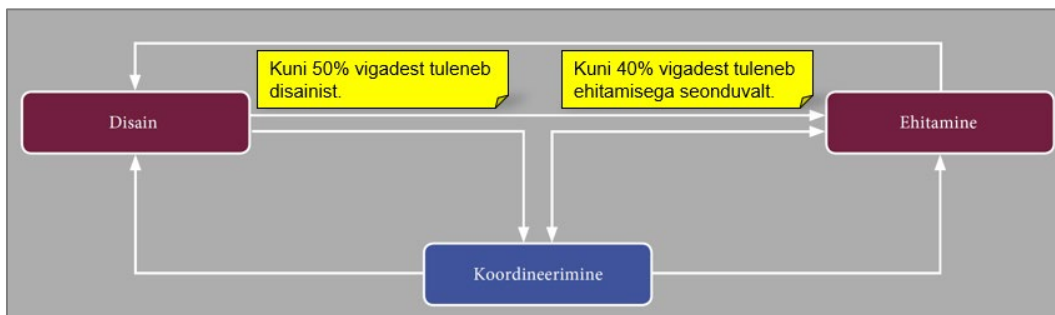
BIMi kasutus ehitamise ning kasutuselevõtu staadiumis. Projektijuhid peavad aru saama, et erinevad BIMi kasutusala on küpsuse erinevates etappides. Seda saab kirjeldada *Gartner*-i haibi kõveraga.



Joonis. Gartneri kõver (allikas: [Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Gartner_Hype_Cycle)).

Kommunikatsioon, koordineerimine ning koostöö

Juba 1916 kirjutas *Henri Fayol* sellest, et koordineerimine on oluline juhtimisega seotud tegevus mistahes ärivaldkonnas (avaldas ka sellekohase raamatu 1949). Mõnevõrra hiljem, 1965. aastal deklareerisid *Higgin* ja *Jessop*, et ehitusprotsessis eristuvad 3 olulist funktsiooni: 2 neist on ilmselged – disain ning ehitamine. Kolmas on aga koordineerimine. Allolev pilt esitabki neid kolme aspekti omavahel lingituna.



Joonis. Disain, ehitamine vs koordineerimine (allikas: RICS, 2017).

Graafik võib tunduda küll ülelihtsustusena, kuid see toob selgelt välja kommunikatsiooni, koordineerimise ning koostöö olulisuse. Projektijuhid saavad eelnevat propageerida läbi kahe olulise mehhanismi:

- Ühtne andmekeskond (ingl *Common Data Environment* ehk CDE)
- *BIM Collaboration Format* (BCF)

CDE olulisus toodi kõige pealt välja BS 1192 (Briti standard, 2007), PAS 1192-2 (2013), mis hiljem avaldus ka EN ISO 19650 standardis. CDE eesmärk on pakkuda projekti tähenduses ühtset allikat, kuhu info kokku jookseb, mida siis jooksvalt täiendatakse. Seeläbi aidatakse kaasa meeskonna koostöö võimekusele ning vältida duplikaate ning vigasid. Projektijuhi rolli tähenduses omab CDE järgmisi olulisi aspekte:

- vähendades ajakulu ning pingutust, mis vajalik info kontrollimiseks, versiooni haldamiseks ning uuesti väljastamiseks;
- jagatud andmete väljavõtted lähtuvalt kõige värskemast kinnitusest;
- koordineerimisega seotud kontrollide vähendamine (veendudes, et mudelid on täpsed);
- info taaskasutus, et toetada ehituse planeerimist, eelarvestamist, maksumuse planeerimist, rajatise haldamist ning mistahes muud sellele järgnevat tegevust;

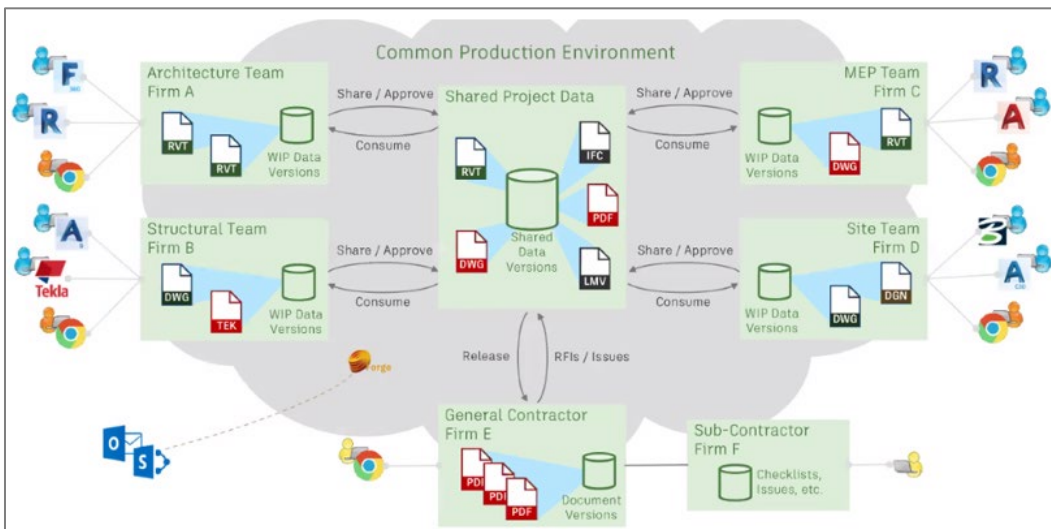
- vähendades ajakulu ning maksumust, mis vajalik koordineeritud info loomiseks.

CDE võib "istuda" veebiserveris või ettevõtte lokaalses võrgus. CDE valimiseks peab projektijuht kaaluma teatud kindlaid omadusi (valikukriteeriumeid).

Omadus	Täpsustus
Tööprotsesside haldus	Võimekus automatiseerida, hallata ning raporteerida; infonõuete (RFI) haldus.
Mudeli haldus	Versiooni kontroll, mudelite võrdlus, mudelite kontroll, mudelite kokkuliitmine, mudelite sisse- ja väljavõtmine (ingl <i>check-in & check-out</i>).
Mudeli edastus	Ühilduvad formaadid, mudeli navigeerimine, mudeli osaline publitseerimine, mudelist päringud.
Kommunikatsioon	E-post, <i>instant messenger</i> , <i>BCF</i> , teavitus ning auditeerimise jälg.
Koordineerimine ning vastuolude kontroll	Mudeli navigeerimine, vaatamine, otsing ning valik, markeerimine, raporteerimine, reeglite defineerimine, osamudelite kombineerimine, <i>soft</i> ning <i>hard</i> vastuolud, asukoha põhine ning osamudelist lähtuv vastuolude esitus, <i>BCF</i> ning <i>openBIM</i> tugi.
Staadiumid ning prototüüpimine	Ajagraafikute tarkvarade tugi, <i>what-if</i> simulatsioonid, järgimine, monitooring ning kontroll, seadmete modelleerimine/kaasamine mudelites (ehitusmasinad).
Rajatise haldus	Andmete haldus, raporteerimine, info väljavõtted, ühilduvus varahaldus (rajatise halduse) tarkvaradega ning protsessidega.
Süsteemi administreerimine	Arhiveerimine, isikupärastamine, andmete/mudeli turvalisusküsimused, väline ligipääs, versioonihaldus, uuendamised.
Kasutuse haldus	Profiilid, ligipääsude kontroll, turvalisus, auditeerimise järgimine, andmete lukustamine, üleslaadimise ning allalaadimise kontroll ning muutmiste haldus.

Joonis. Mõned olulised CDE omadused (allikas: RICS, 2017).

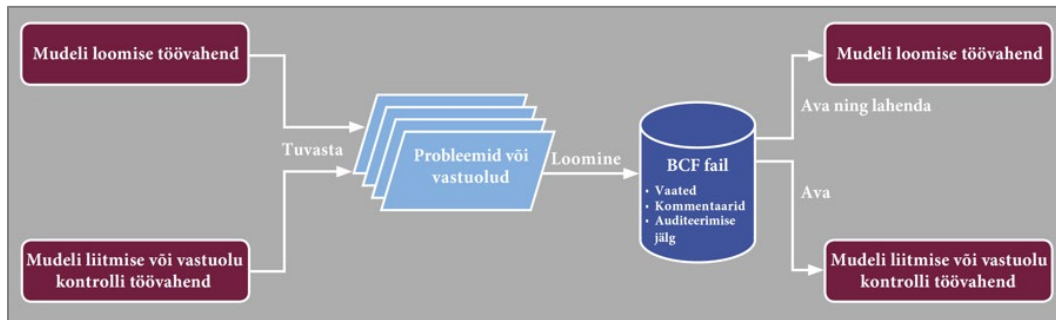
Alloleval pildil on toodud CDE platvormi näide.



Joonis. CDE näide (allikas: Autodesk).

BIM Collaboration Framework/Format (BCF)

BCF on avatud formaat, mis mõeldud koordineerimisega seotud info jagamiseks, et õhutada koostööd projekti meeskonna liikmete vahel. Tegemist on *buildingSMART* algatusega, mis kaasab XML põhised infoedastuse formaati.



Joonis. BCF failil baseeruv vastuolude kontroll (allikas: RICS, 2017).

Eduka BIMi rakendamise mõõdikute määratlemine

Projektijuht omab vastutavat rolli määrata mõõdikud, et seeläbi hallata protsesse. Vaatamegi lähemalt mõõdikute näiteid:

- disaini loomine – kõik joonised tulenevad BIM-ist;
- BIM koordineerimine – **NULL** RFI-d või muudatuste tellimusi, mis põhjustatud ruumilistest kokkulangevustest;
- ehitusplatsil mahamärkimine – kõik koostejoonised või paigaldusjuhised loodud BIMi info baasil; **NULL** ehitusplatsi viga ehituselementide paigaldamise tähenduses;
- BIM eelarvestamises – % eelarvestamisest baseerub mudelil;
- BIM rajatise halduses – % varadest, mis kaasatud ehitise haldussüsteemi lähtuvalt BIM-ist; % varahaldusega seotud infost, mis saadud BIM-ist;
- BIM planeerimises – **NULL** ajagraafikutega seotud probleemi, mis seotud tarnete järjestamisega.

Lepingutega seotud muudatusvajadused

Paljud lepinguvormid ei räägi BIM-ist sõnagi. Tihtipeale tulebki BIM sisse lisadokumendina (juhendina). Kui projekti edastus nihkub 2D info edastuselt mudelpõhisele info edastusele, kerkivad ka uued väljakutsed:

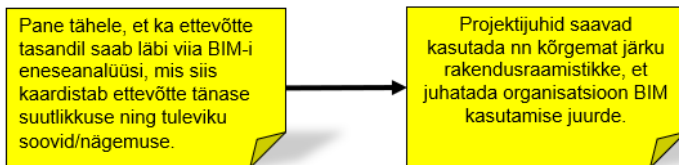
- Millised on võimalikud riskid kui projekti partnerite vahel jagatakse mudeleid?
- Kas BIM manager omab lisavastutust?
- Kas projekti liikmete vastutus ning vastutuse jaotumine muutub?
- Kuidas lahendatakse intellektuaalse omandiga seotud küsimused?
- Milliseid muudatusi on vaja lepingutesse sisse viia?

BIMi valmiduse hindamine projekti tasemel

Saadaval on terve rida erinevaid raamistikke, mis võimaldavad hinnata BIMi valmidust. Olgu siinkohal toodud mõned olulisemad viited:

- [BIM Maturity Matrix](#) (Succar, 2009)
- [Virtual Design and Construction \(VDC\) Scorecard](#) (Kam et al., 2017)
- [CPlx BIM Assessment Form](#) (UK põhine)

Erinevad viited keskenduvad erinevatele BIMi suutlikkuse näitajatele. Kaasates mistahes eelnimetatud süsteemi, saavad projektijuhid hinnata BIM võimekust oma projektmeeskonnas.



Ettevõtte põhine BIMi rakenduse raamistik

BIM valmidus	Rakendusala			
	Eeskirjad ja strateegiad	Ettevõtte kohandamise haldus	Standardid ning protsessid	Integreeritud BIM tehnoloogia
Juhtimine	<ul style="list-style-type: none"> • BIM visioon • BIM juhtkomitee • BIM lepingud ning juriidika 	<ul style="list-style-type: none"> • BIM koolitus ning haridus • BIM rollid ning vastutusala • BIM teadlikkus ning kommunikatsiooni plaan 	<ul style="list-style-type: none"> • BIM rakenduskava 	
Mudelpõhised töövoolud	<ul style="list-style-type: none"> • Terviklik elukaare varahaldus 		<ul style="list-style-type: none"> • Modelleerimise ning projekti edastuse standardid • Kvaliteetne andmestik 	<ul style="list-style-type: none"> • Integreeritud ning multidistsiplinaarne geomeetiline ning andmete analüüs
Koostöö ning andmete haldus	<ul style="list-style-type: none"> • Globaalsed tööprotsesside strateegiad 	<ul style="list-style-type: none"> • Äriprotsesside paranemine 	<ul style="list-style-type: none"> • Osakondade koostöö • Projekti CDE 	<ul style="list-style-type: none"> • Projekti audit ning kvaliteedikontroll • Standardsed koostöö protsessid
Integreeritud analüüsid	<ul style="list-style-type: none"> • Riskide leevendamine ja nõuete haldamine • Projekti maksumus ja ajakava kontroll 	<ul style="list-style-type: none"> • Projekti meeskonna suutlikkuse mõõdikud 	<ul style="list-style-type: none"> • Programmi põhised analüüsid ning masterplaneerimine 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualiseerimise simulatsioon ning keerukamad analüüsid (4D, 5D jmt)

Joonis. Organisatsioonipoolne BIMi rakendamise raamistik (allikas: RICS, 2017).

Ettevõtte suutlikkuse arendus

Projektijuht saab aidata ettevõttel aru saada BIMi võimalustest ning valmidusest ning aidata planeerida BIMi rakendamist ettevõttes. Projektijuhi kandvaks rolliks saab pidada nii BIMi koolitusvajadust kui ka suutlikkuse hinnanguid, et BIM-ist õigesti aru saadakse.

Oskuste kogum	Tehniline	1	Indiviidi funktsionaalne kompetents ja kogemus kasutada põhilisi BIM funktsioone.	Individuaalne
	Sotsiaalne	2	Indiviidi juhtimisvõimekus: Suhtlus meeskonnaga ning inimeste motiveerimine BIMi kasutada.	Organisatoorne
	Tehniline	3	Ettevõtte põhilised tehnilised kompetentsid: Ettevõtte peab teadma, kuidas rakendada BIM-i funktsioone ning arendada BIM-i võimekust.	
	Sotsiaalne	4	Ettevõtte BIM võimekus aitab ettevõttel pöörata oma tehniline teadmine vajalikuks timmitud ning keskkonda säästvateks väljunditeks.	

Joonis. Organisatsioonipoolne BIMi rakendamise raamistik (allikas: RICS, 2017).

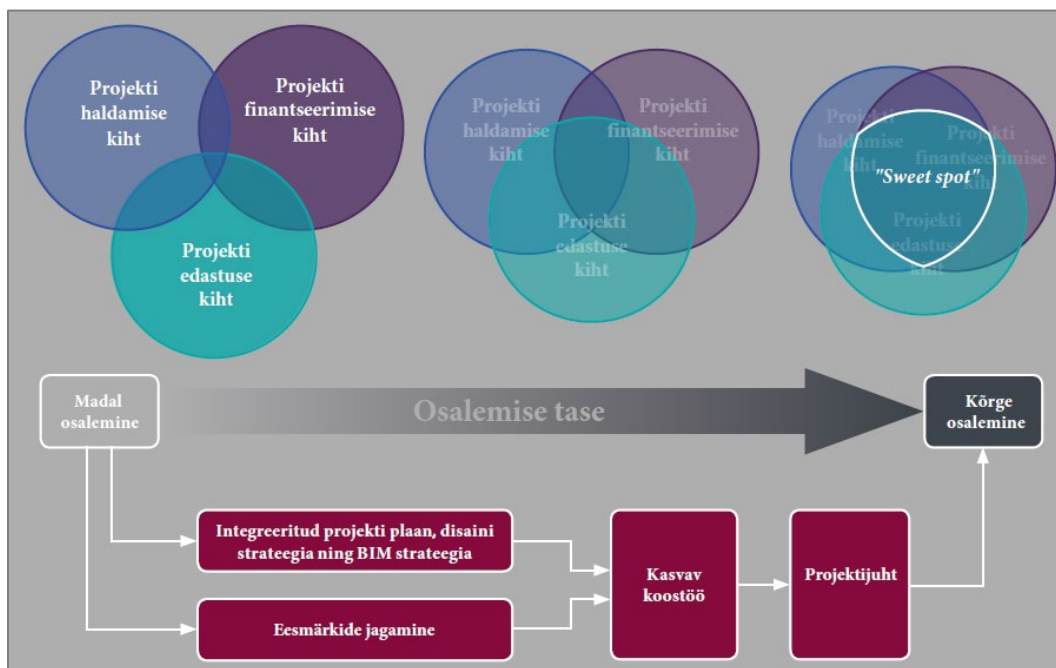
Prognoos tulevikuks: BIM ning projektijuhtimine

Ennekõike saab välja tuua kolm olulist suunda/valdkonda:

- projektijuhi roll BIMi rakendamises muutub, ning ta peab olema ennetav selle rakendamiseks nii projekti kui ettevõtte tasandil;
- projektijuhid peavad aru saama n-ö suurest pildist, mida BIMi kaasamine endaga toob (ennekõike siis põhjustada teistmoodi suhtumist mõtteviisile, kus öeldakse, et “aga nii on tehtud ennegi ja see töötab”;
- projektijuhid peavad aru saama uutest oskustasemetest (kompetentsidest), mis on vajalikud, et täita BIM-iga seotud rolle.

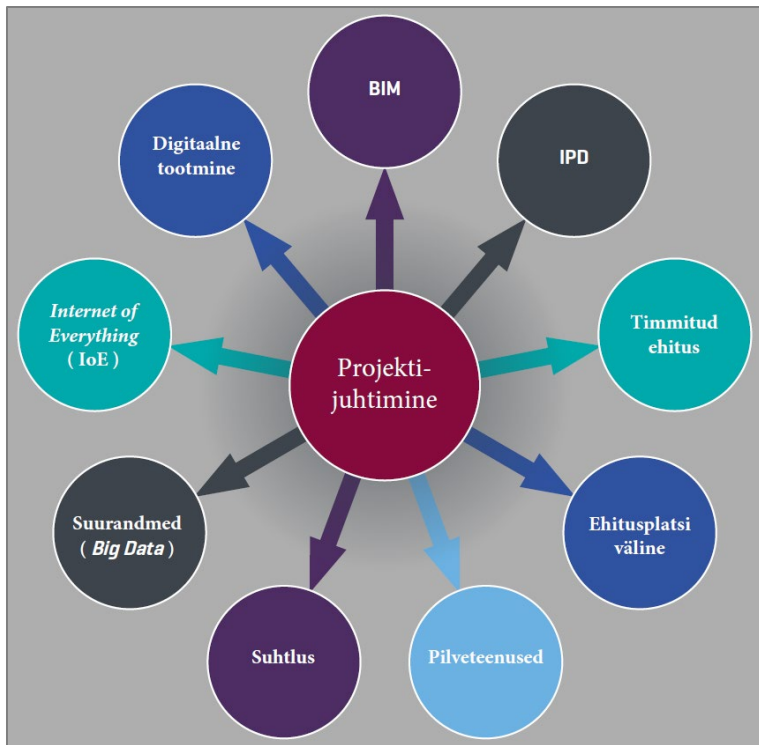
Üldiselt võib väita, et tänasel päeval on projektijuhi roll BIMi rakendamises tahaplaanile surutud. Selle põhjus võib olla tingitud asjaolust, et liiga palju räägitakse BIM-ist kui projekteerimise staadiumi protsessist.

Kui projektijuht alustab BIMi suunamist paremaks koostööks, eesmärkide jagamiseks, ning sünergiateks projekti plaanide, disaini strateegia ning BIM strateegia vahel, kasvab ka kaasatus ning tekib n-ö *sweet spot*.



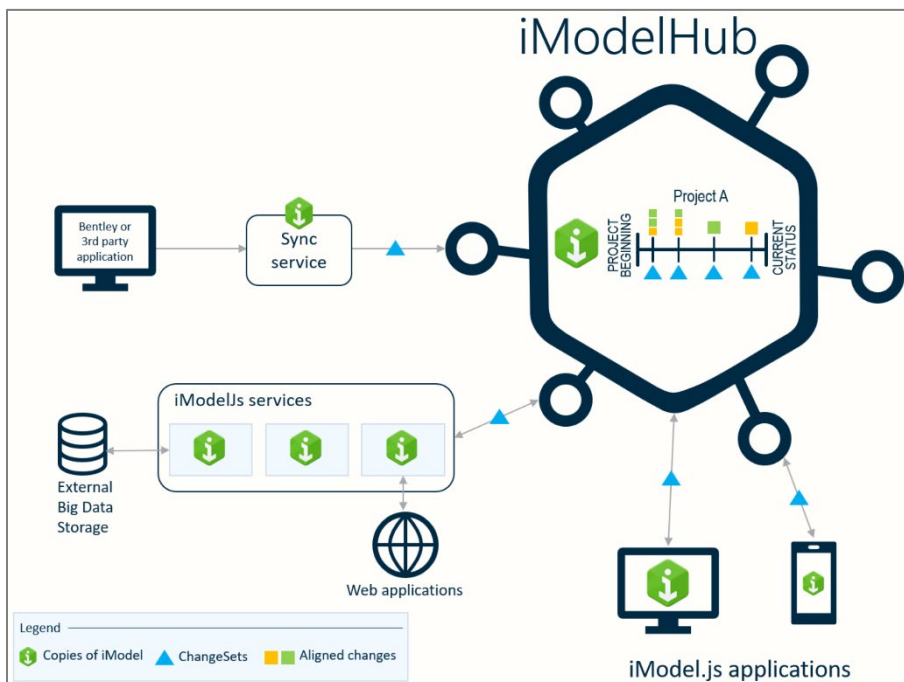
Joonis. Projektijuhi laiem roll BIM rakendamises (allikas: RICS, 2017).

Samas oleks lihtsameelne mõelda, et kõige taga on BIM, kuid just koostöös teiste tehnoloogiate arenguga ning paradigma muutusega saame anda õige hoo sisse. Meenutada tasub ka sissejuhatuses märgitud erinevate tehnoloogiate omavahelisi seoseid. Siinkohal on toodud välja ehk mõned olulisemad harud, millega just projektijuhtimine on seotud.



Joonis. Erinevate tehnoloogiate kombinatsioonid, mis leidmas kasutust ehitatud keskkonnas (allikas: RICS, 2017).

Tarkvaraarendajad on tegemas pingutusi, et pakkuda just veebipõhiseid platvorme, milles oleks toetatud nii CDE, koostöö kui mudelite jagamise põhimõtted.



Joonis. Bentley iModelHub veebiteenus (allikas: Bentley iModelHub).

Edasistest õppematerjalidest leiad juba konkreetsemaid näiteid eelnimetatud alapunktide kohta.