„TALLINNAS INFRABIM MODELLEERIMISE (INFRARAJATISTE MUDELPROJEKTEERIMISE) LAHENDUSTE VÄLJAARENDAMINE JA RAKENDAMINE.1.STAADIUM“

GRAVICON EE OÜ

Tallinn, 2017

UURIMISTÖÖ ARUANNE

„Tallinnas InfraBIM modelleerimise (infrarajatiste mudelprojekteerimise) lahenduste väljaarendamine ja rakendamine.1.staadium“

Käesolev uurimistöö aruanne on koostatud 14.12.2016 Tallinna linna ja GRAVICON EE OÜ vahel sõlmitud Töövõtulepingu viitenumber 180073 alusel.

Uurimistöö aruande koostasid:

1. Aivars Alt - lepingu vastutav täitja, GRAVICON EE OÜ
2. Raido Puust - Visasys VDC
3. Tiit Hiion - OÜ Hades Geodeesia
4. Siim Saidla - GRAVICON EE OÜ

Sisukord

1 Lähteülesanne 5
1.1 Probleemipüstitus ja taustateave 5
1.2 Uurimistöö kirjeldus peab sisaldama alljärgnevat: 6
2 Eessõna 7
3 Terminid 8
4 Sissejuhatus 12
4.1 Mudelprojekteerimise kasutamisest McGraw-Hilli uuringu näitel 12
4.2 Peatüki kokkuvõte 17
5 Ülevaade mudelprojekteerimise protsessist 18
5.1 Mis on BIM? 18
5.2 Ülevaade avatud failiformaatidest ja protsessiskeemidest 19
5.3 Protsessiskeemidest 24
5.4 Protsessiskeemid ja mudelprojekteerimine Soome näitel 27
6 Ülevaade Tallinna linna andmesüsteemidest 33
6.1.1 Tallinnas kasutatavad andmebaasid ja infosüsteemid 33
6.2 Peatüki kokkuvõte 37
7 Projektipanga kontseptsioon 39
7.1 Ülevaade BIM tehnoloogial töötavatest projektipankadest 40
7.1.1 Bentley ProjectWise 40
7.1.2 Viewpoint 4 Projects 42
7.1.3 Autodesk 360 Glue 42
7.1.4 Autodesk Vault 44
7.1.5 Andmehoidlad ja koostööplatvormid 45
7.2 Mudelprojekti kasutamist võimaldavate avatud InfraBIM failiformaatide analüüs 47

7.3 Ettepanekud projektipanga kasutusele võtmiseks 52
7.4 Tee-tänava planeerimise ja rojekteerimise protsessiskeem Kommunaalametis 53
8 Pilootprojekt 58
8.1 Projekti kirjeldus 58
8.2 Võimalikud mudeli kasutusalad 58
8.3 Pilootprojekti kokkuvõte 61
9 Kokkuvõte 63
10 Kasutatud kirjanduse loetelu 65
11 Lisa 1 Läbiviivud intervjuude küsimused 67
12 Lisa 2 MUDELPROJEKTEERIMISE NÕUDED SUUR SÕJAMÄE TEE REKONSTRUEERIMISEL 68

1 LÄHTEÜLESANNE

1.1 Probleemipüstitus ja taustateave

- BIM tehnoloogias kasutatav andmemudel on digitaalses vormingus oleva infraobjekti 3-mõõtmeline(3D) kirjeldus koos omadusandmetega. InfraBIM tehnoloogia sisuks on tee-ehitusprotsessi organiseerimine ja haldamine kasutades selleks digitaalse 3D mudeli infot. Protsess hõlmab jätkusuutlikku ja efektiivset projekteerimist ning ehitusprojekti osapoolte tõhusat integreerimist, ehitusplatsi korraldust ja kavandamist, dokumentide haldust jne. Eesmärk on viia miinimumini juba loodud info uuesti sisestamine, mis suurendab vigade tõenäolisust. Oluline on ehitusprotsessi kui terviku käsitlemine.

- Kõrgendatud huvi BIM tehnoloogia osas on põhjustatud sellest, et Suurbritannia ekspertide arvutuste kohaselt on võimalik sääst tee elutsüklis 15 – 20%. BIM (building information modelling) sisaldab endas nii ehitise (tee, tänav) info modelleerimist (tegusõna) kui ka tee-ehitusinformatsiooni mudelit (nimisõna). Säästupotentsiaali nähakse peamiselt korduva info sisestamise vähendamises.

- InfraBIM tehnoloogia võimaldab lähtudes 3D mudelist ning automatiseeritud infovahetusprotsessi kaudu lahendada projekteerimisprotsessis vajalikud nõuded, koostada töömahtude tabelid, maksumuse tabelid, tööde ajalise graafiku. Ehitaja saab kasutada InfraBIM-i masinjuhtimise protsessides. Tellija-, rajatise omanik saab kasutada InfraBIM-i hangete läbiviimisel, teehoiu infosüsteemi haldamisel, ehitusaegse haldussüsteemi korraldamisel, kontrolli ja järelvalve organiseerimisel jne.

- 3D modelleerimine võimaldab luua visuaalse mudeli, analüüsida võimalikke ehitise konfliktipunkte, avastada projekteerimise vigu, võrrelda erinevaid variante ja nende maksumusi, samuti on 3D modelleerimine abiks teehoiu infosüsteemi haldamisel.

1.2 Uurimistöö kirjeldus peab sisaldama alljärgnevat:

1. Tee-tänava planeerimise ja projekteerimise mudelprojekteerimise protsessiskeemid(protsessikaardid) Kommunaalametis.

2. Mudelprojekti kasutamist võimaldavate avatud failiformaatide analüüs.

3. Kommunaalameti töös kasutatavad sisendandmebaaside analüüs.

4. BIM tehnoloogial töötavad projektpankade/koostöölahenduste ülevaade. ProjektWise andmekeskkond ja selle juurutamise ettepanekud.

5. Tee-tänava mudelipõhise projekteerimise hanketingimused. Suur-Sõjamäe tee projekteerimishanke lähtetingimuste väljatöötamine.

2 EESSÕNA

GRAVICON EE OÜ viis läbi uuringu, mille eesmärkideks on kaardistada informatsiooni liikumine erinevate linnaametite vahel ning ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) tehnoloogia kasutusvõimaluste selgitamine Tallinna linnaametite tegevustes lähtudes kogu projekti elukaare toimingutest.

Tallinnas on kasutusel erinevad andmebaasid, mida erinevad linnaametid kasutavad oma töös ametisiseseks suhtluseks, kuid ametite vahelise suhtluse ja asjaajamise korraldamisel ei ole ühiste andmebaaside ja rakenduste kasutamine väga edukas. Uuringus on üheks eesmärgiks uurida ka BIM tehnoloogia kasutamise võimalusi.

Uuringu raport teeb esimestes peatükkides ülevaate BIM tehnoloogiast ning selle kasutamisest maailmas. Järgnevas peatükis tehakse ülevaade protsessiskeemidest ja raamistikust protsessiskeemidele. Raporti kuues peatükk käsitleb andmebaase, mida linnaametid kasutavad. Lisaks selgitatakse sisend- ja väljundinformatsiooni erinevate ametite toiminguteks. Seitsmes peatükk teeb ülevaate projektipankadest, mida kasutada mudelprojekteerimisel. Kaheksas peatükk teeb ülevaate pilootprojekti juures testitud rakendustest.

Uuringu esimese etapini on koostatud mudelprojekteerimise nõuded, mis on kasutavad erinevates infra projektides. Mudelprojekteerimise nõuded on koostatud eraldiseisva dokumentide kogumine. Nõuete toetamiseks toimub YIV2015 juhendmaterjalide tõlge.

3 TERMINID

Andmekoosseis (*Information content*) - Objekti klassiga on ära määratud tema muutujate väärtused (andmed) kui ka meetodid, millele see objekt reageerib ehk reeglid.

Andmeobjekt (*Dataobject*) - Objektorienteeritud programmeerimises nimetatakse objektiks andmestruktuuri unikaalset eksemplari, mis on defineeritud vastavalt tema klassiga määratud mallile. See tähendab, et objekti klassiga on ära määratud nii tema muutujate väärtused (andmed) kui ka meetodid, millele see objekt reageerib. Teisiti öeldes, objekt koosneb andmetest ja meetoditest ning neid andmeid kutsutaksegi andmeobjektiks.

Andmevahetuse nõuded (*View definition*) - Informatsiooni kogum informatsioonimudelist, mida saab toetada tarkvara rakenduste tüüpidega.

buildingSMART - Rahvusvaheline organisatsioon, mis tegeleb ehitusinformatsiooni modelleerimise standardite arendamisega.

CAD (*Computer Aided Design*) - Raalprojekteerimine, antud kontekstis 2D baasil.

CDE (*Common Data Environment*) – ühtne andmekeskkond, mis on ette nähtud informatsiooni halduseks. Keskkonna kasutus ei ole piiratud.

COBie (*Construction Operation Building information exchange*) - Rahvusvaheline infovahetusstandard kinnisvarahalduse alaste tarkvarade ühiseks infovahetuseks ja koos kasutamiseks.

Ehitusinformatsiooni modelleerimine (BIM) (*Building Information Modelling*) - Tööriistad, protsessid ja tehnoloogia, mis võimaldavad luua ehitisest ja selle elluviimiseks vajalikust informatsioonist digitaalset andmebaasi/kogu/mudelit.

Ehitusinformatsiooni mudel (BIM) (*Building Information Model*) - Ehitise ja ehitusprotsessi terviklik digitaalne andmekogu, mida defineeritakse infomudeliga kogu ehitise eluea jooksul, kuid ka modelleerimisolukorra fikseerimisel mingil ajahetkel (reeglina kokkulepitud staadiumidel).

Ehitusinformatsiooni haldamine (BIM) (*Building Information Management)* - Ehitusinformatsiooni haldamine ja juhtimine on tegevused, mille eesmärgiks on organiseerida ja kontrollida äri-/ehitusprotsesse ehitise eluea kõigis etappides, kasutades selleks ehitusinformatsiooni mudeleid.

Geneeriline element (*Generic object*) - Üldiste omaduste ja tunnustega elemendi tüübi esindav element. Ei ole seotud konkreetse tootega. Kasutatakse projekteerimises lahenduste nõuete modelleerimiseks.

IFC (*Industry Foundation Classes*) - Rahvusvaheline infovahetusstandard ehituse ja kinnisvarahalduse alaste tarkvarade ühiseks infovahetuseks ja koos kasutamiseks. Standard on esitatud rahvusvaheliselt standardina ISO 16739.

IDM (*Information Delivery Manual*) - BuildingSMART´i algatusel koostatud standard, mille eesmärk on protsesside standardiseerimine, eesmärgiga ehitusinformatsiooni modelleerimise tehnoloogia juurutamiseks ehitusvaldkonnas. Standard on esitatud rahvusvaheliselt standardina ISO 29481.

IFD (*International Framework for* Dictionaries) - BuildingSMART´i standard, mille eesmärk on terminoloogia ühtlustamine, eesmärgiga tagada ühtne arusaam erinevatest ehitustoodetest ning nende omadustest. Nüüdseks on termin asendunud. Kasutatakse terminit *buildingSMART Data Dictionaries (bsDD)*. Kirjanduses võib kohata mõlemat terminit, mis sisuliselt tähendab ühte asja. Standard on toetub rahvusvahelisele standardile ISO 12006.

Masterformat, UniFormat, Uniclass, Talo 2000, EVS 885:2005 ja Omniclass - Erinevate riikide ehitusinformatsiooni klassifitseerimise standardid või juhendmaterjalid.

Modelleerimise ulatus (L*evel of Information)* – Modelleerimise ulatus määrab sisulist lahenduse kvaliteeti ehk kui põhjalikult on lahendus läbi mõeldud. Mõistet võib kirjeldada ka kui nõuet infole, mis on mudelis.

Modelleerimise detailsus *(Level of Detail)* – Kirjeldab, kui detailselt on objekt modelleeritud. Näiteks, kas konstruktsioonile on lisatud kinnitusvahendid või on objekt kujutatud ruumobjektina. Modelleerimise detailsus on sisendiks modelleerimise ulatusele.

Mudelprojekt – Ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) tehnoloogia toel loodud projektlahendus.

Koondmudel - mudel, mis koosneb eri projekteerimisvaldkondade mudelitest (arhitektuur, konstruktsioon, tehnosüsteemid/-võrgud jne).

Parameeter (*Parameter*) – Enamasti numbrilise väärtusega muutuja, mille abil mudelprojekteerimisetarkvara kasutaja saab määrata elemendi kuju, suurust, omadusi, tunnuseid jne. BIM tarkvarad kasutavad parameetrilise modelleerimise põhimõtet.

Parameetriline tootekataloog (*Paramertic BIM object library*) - Parameetriliste mudelprojekteerimise elementide kogum, mis kuulub ühele või mitmele tootjale.

Protsessi kaart (*Process Maps*) - Kirjeldab tegevuste teostumisi teatud teema piires. Protsessi kaardi mõte on saada aru: tegevuste seadetest, seotud osapooltest, nõutud informatsioonist.

Põhitarkvara/originaaltarkvara (protsessiskeemi kontekstis) - Tarkvara, milles modelleeritakse lahendus ning milles on hiljem võimalik lahendust redigeerida (n. Revit, Tekla Structures).

3D - Kolmemõõtmeline arvutigraafika on stereopilt, kolmemõõtmeline graafika, kolmemõõtmeliste objektide loomine, kuvamine ja töötlemine arvutis, baseerub vektorgraafikal elementide kirjeldamiseks kolmel teljel (X, Y ja Z-telg).

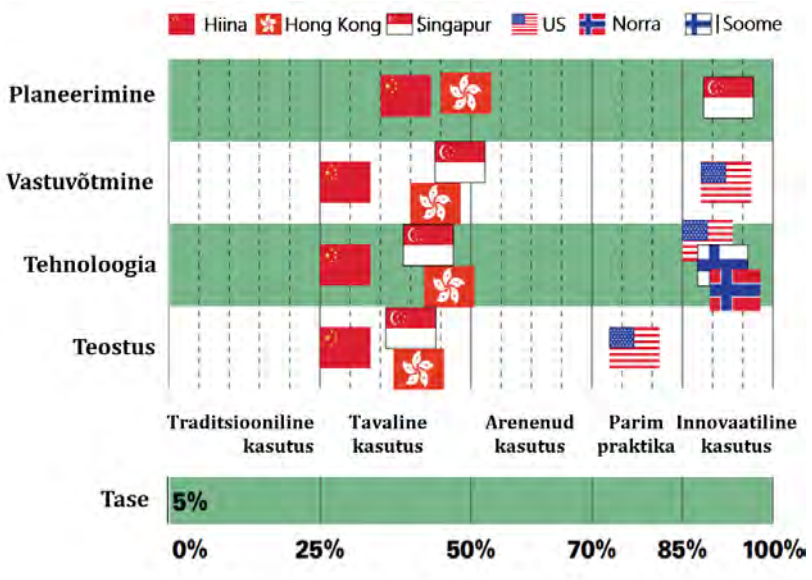
Projekti koordinaatide alguspunkt - kirjeldab projekti koordinaatsüsteemi null-punkti (0,0,0). On lähtepunkt projektile või programmile, mis kasutab koordinaatidega määratletud geomeetriat või on seotud ruumilise alusega.

4 SISSEJUHATUS

4.1 Mudelprojekteerimise kasutamisest McGraw-Hilli uuringu näitel

McGraw-Hilli statistilised uuringud on koostatud eesmärgiga hinnata erinevate riikide mudelprojekteerimise rakendamise taset, ootusi ja takistusi.

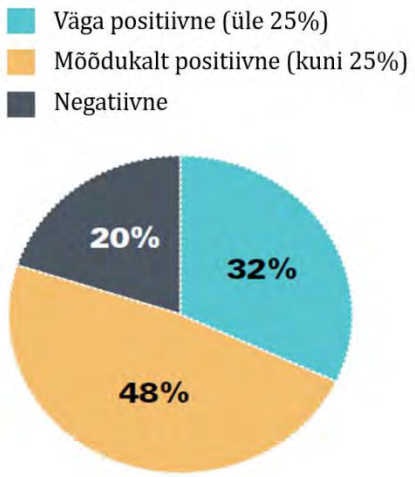
Käesolevas peatükis on toodud välja peamised näitajad McGraw-Hilli avaldatud SmartMarketReport dokumendist. Hetkel peamiste mudelprojekteerimise valdkonna liidrite võrdlus on toodud Tabelis 1



Tabel 1. Mudelprojekteerimise liidrid [1]

Skeemilt selgub, et ehitusinformatsiooni modelleerimise tehnoloogia juurutamises on nii rakendamise, tehnoloogia kasutamise kui tulemuslikkuse seisukohalt liidrikohal USA. Eesti lähinaabritest on tehnoloogia juurutamise seisukohalt tulemuslikud nii Soome kui Norra.

Uuringus tuuakse muuhulgas välja, et Euroopa suurtes majandustes: Prantsusmaal, Saksamaal ning Inglismaal on ehitusettevõtete mudelprojektide kasutamine tagasihoidlik võrreldes projekteerijatega. Samas on positiivse signaalina ehitajate ootus tasuvusaja suhtes, kus üldiselt nähakse ehitusinformatsiooni modelleerimise juurutamises suurt kasvupotentsiaali ning tehnoloogia juurutamist peetakse investeeringu mõttes negatiivseks vaid viiendikul juhtudel vastanutest.

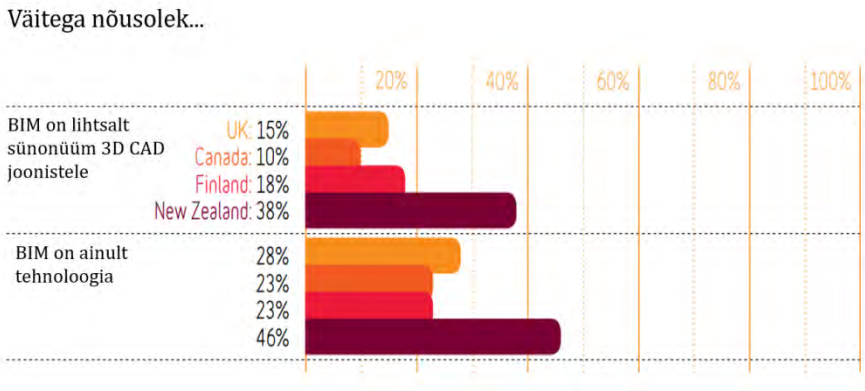


Joonis 1. Ootus tasuvusaja suhtes [1]

Peamised valdkonnad, milles nähakse olulist kasvupotentsiaali on ehituse maksumuse alandamine ning **ehitustoimingute asjaajamise lihtsustamine kohaliku omavalitsuse ja riigiga**. See on üheks argumendiks, miks kohalikud omavalitsused ning riik peab panustama infrastruktuuri rajamisse, mis toetab informatsiooni haldust uutel meetoditel. Samuti peavad olema defineeritud protsessid erinevate menetlustoimingute läbi viimiseks.

Raport toob ehitusinformatsiooni modelleerimise kasutamise eelistena välja uued tehnoloogiad, mis muudavad töö efektiivsemaks. Tehnoloogiatena tuuakse välja andmete haldusvõimalused virtuaalserverites, laserskaneerimine ning mobiilsed seadmed info kasutamiseks ehitusplatsil.

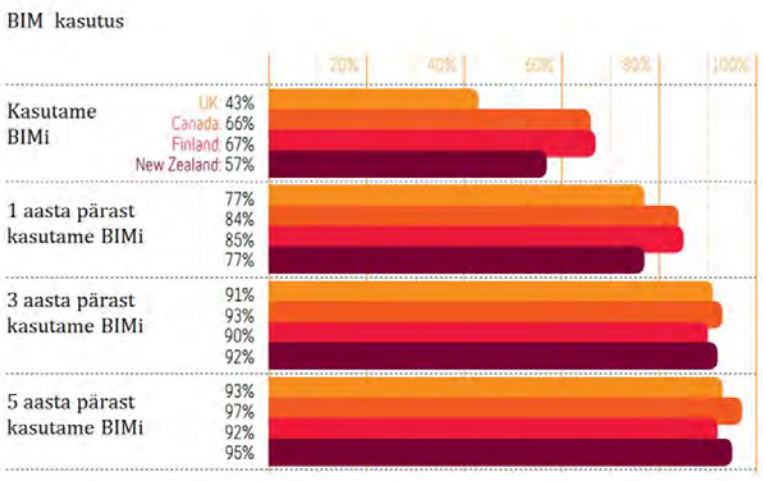
UK ehitusvaldkonna standardiameti National Building Specification (NBS) 2013 läbiviidud rahvusvahelise uuringu põhjal selgub, et sõltuvalt riikide ehitusinformatsiooni modelleerimise tasemest on arusaamine tehnoloogiast kui sellisest väga erinev. Selgub, et sisulise teadmise suurenedes ollakse oluliselt tagasihoidlikum oma tehnilise võimekuse hindamisel. Ühe võimaliku tähendusena peetakse väiksema teadlikkusega riikides ehitusinformatsiooni modelleerimiseks ühte konkreetset tarkvara. Vt. Allolevat joonist 2.



Joonis 2. Kuidas mõistetakse terminit BIM [2]

Samast uuringust selgub positiivse näitena, et eesrindlikumad ehitusinformatsiooni modelleerimise valdkonna riigid nagu Soome ja UK kasutavad ehitusinformatsiooni modelleerimisel koostööks olulisel määral avatud failiformaati IFC.

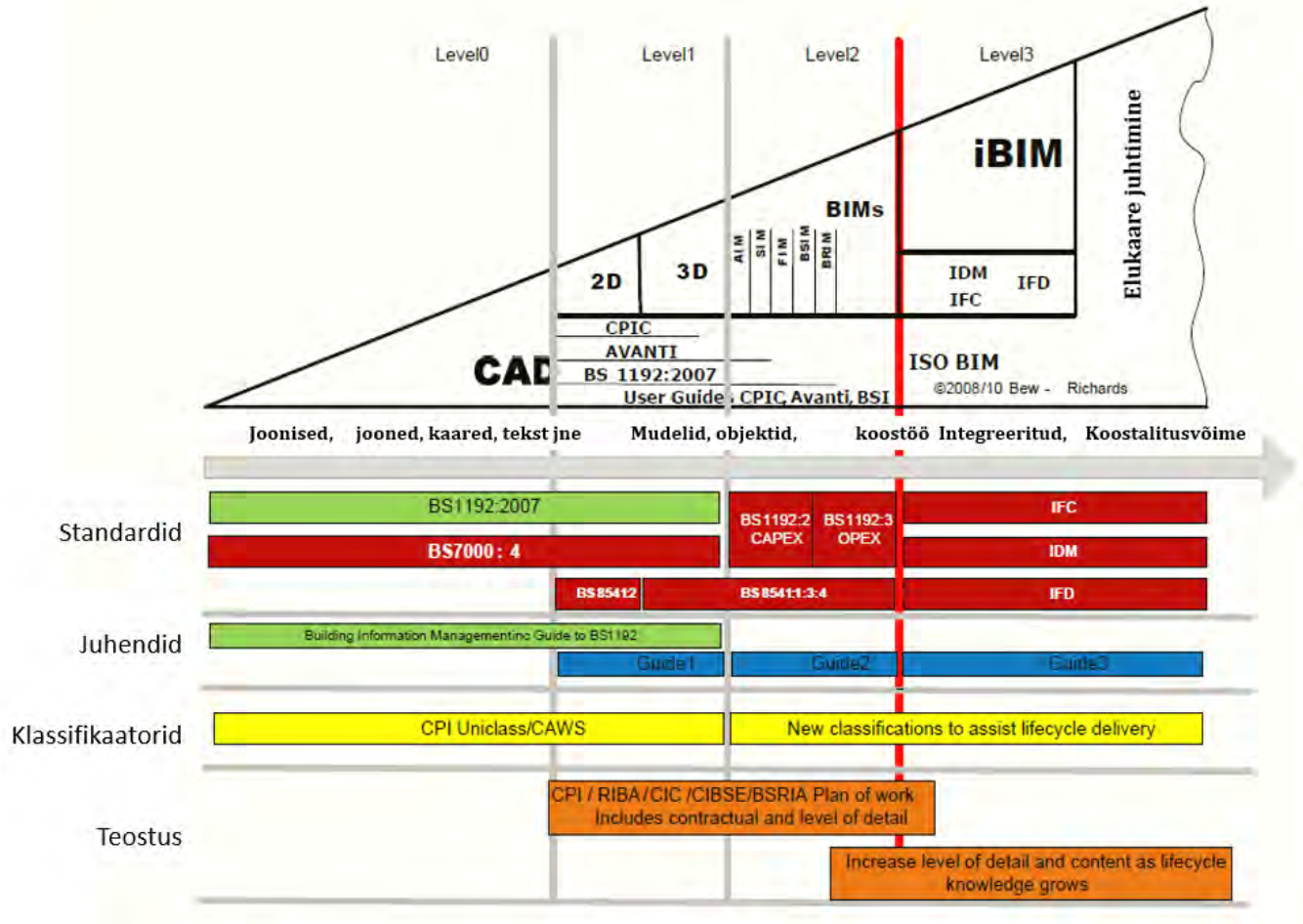
Julgustava signaalina saab tuua välja ettevõtete lähiaastate kavatsused, kus peaaegu kogu sektor plaanib lähima viie aasta perspektiivis üle minna ehitusinformatsiooni modelleerimise kasutamisele. (Joonis 3)



Joonis 3. Ettevõtete kavatsus kasutada ehitusinformatsiooni modelleerimist lähiaastatel [2]

2011. aasta kevadel võttis UK valitsus vastu uue ehitusvaldkonda käsitleva strateegia, mis sätestab, et aastast 2016 peavad kõik avaliku sektori projektid olema realiseeritud ehitusinformatsiooni modelleerimise tehnoloogia abil. Täpsemalt, aastaks 2016 peab ehitussektor saavutama minimaalselt „Level 2“ ehk integreeritud töövoolud. Vastav strateegia on tinginud üleriigilise ehitusinformatsiooni modelleerimise arendamise ja rakendamise põhimõtete väljatöötamise. Selleks on kokku kutsutud juhtrühm ja töögrupid valdkondade kaupa (lisainfo: http://www.bimtaskgroup.org). Valitsuse plaan on järgneva nelja aasta jooksul täita mitu olulist eesmärki: alandada üldist ehituskulu ning langetada süsihappegaaside emissiooni ehitamise ja hoone eluea vältel vähemalt 20%. Seda loodetakse saavutada, kasutades ehitusinformatsiooni modelleerimise tehnoloogiat parema koostöö saavutamiseks (BIMTaskGroup 2013). 2012. aastal läbi viidud uuringust selgub, et ligi 78% vastanutest usub, et ehitusinformatsiooni modelleerimine on projekti haldamise ja juhtimise vältimatu osa, kuid täit potentsiaali pole saavutatud. Sama uuring näitab, et ligi kolmandik ehitusettevõtetest Suurbritannias kasutab ehitusinformatsiooni modelleerimist, kusjuures aasta varem oli see 13 protsenti (http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/whatsGoingOnInWorldOfBIM.asp).

Järgnevalt on esitatud ehitusinformatsiooni modelleerimise erinevate tasemete mudel koos teise taseme põhimõtetega UK ehitusinformatsiooni modelleerimise standardist. Tähelepanu tuleks pöörata illustratsiooni alaosasse, kus on toodud vajalikud standardid ja juhendid sõltuvalt BIMi tasemest.



Joonis 4. Bew and Richards ehitusinformatsiooni modelleerimise taseme mudel. [3]

Level 2 ehitusinformatsiooni modelleerimise põhimõtted [3]:

- nõutud informatsiooni loovad ning edastavad selle eest vastutavad osapooled. Osapooled jagavad omavahel informatsiooni töö tegemiseks jooksvalt;
- tellija selgelt sõnastatud nõuded projektis väljastatavale informatsioonile, ehk väljundid, mida kajastatakse lepingutes;
- tellija peab enne lepingu sõlmimist uurima töövõtja tausta, et vältida hilisemaid probleeme töövõtja lepinguliste kohustuste täitmisel. Selleks tuleb hinnata töövõtja töömeetodeid, võimekust ja töövoolu;
- töövõtja koostab mudelprojekti rakenduskava, milles on esitatud töö ülesandeid täitavad osapooled, kohustused ja vastutus, kasutatavad standardid, töömeetodid ja protseduurid;
- võimalus kasutada projekti andmepanka, millele saavad ligipääsu kõik osapooled, et sisestada, hallata, organiseerida ja redigeerida informatsiooni;
- töövõtjad peavad suutma rakendada ja kasutada vajalike tarkvarasid, standardeid, juhendeid, jne;
- võimalus kasutada tarkvarasid, mis on erialaspetsiifilised ning koostalitlusvõimelised.

4.2 Peatüki kokkuvõte

Tabel 1 lubab tõlgendada, et Eesti on eelistatud seisus, kuna meie kultuuriruum on Soomega sarnane ning Soome on maailma võrdluses väga innovatiivne BIMi kasutamises. Soomes käimasolevatest arendusest on Eestil väga hea õppida ning rakendada juba läbi katsetatud tehnikaid. Eeskujudena on võimalik kasutada nii informatsiooni halduse keskkondasid (*ProjectWise*) kui ka konkreetsetes projektides läbi viidud pilootprojekte (näiteks *Crusseli* sild, Helsingi olümpiastaadioni renoveerimine ja arendus, Helsingi raudteeharu ehitus, jms.)

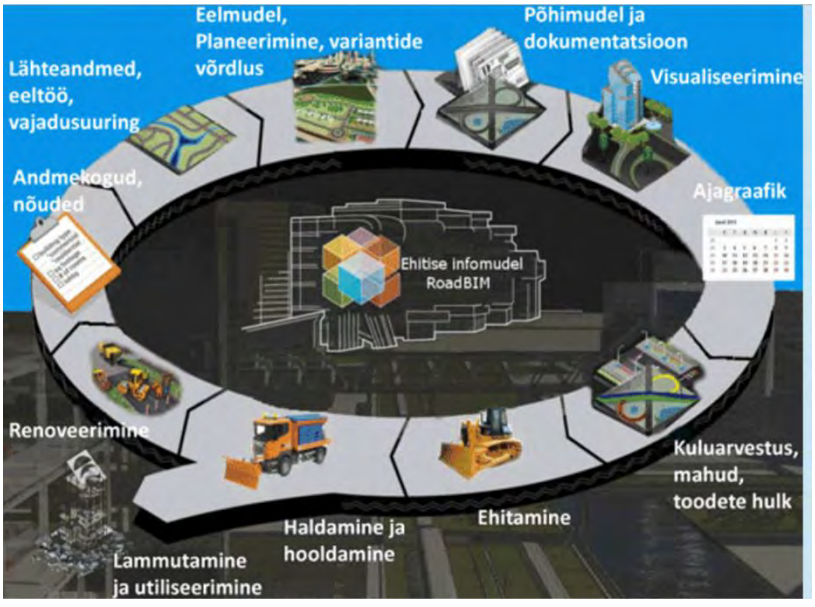
Joonisest 4 selgub, et BIM tehnoloogiate juurutamiseks on vajalikud täita eeldused nii nõuete kui ka juhendmaterjalide osas enne, kui on võimalik läbi viia esimesi projekte. Eesti kontekstis tähendab see ühe võimaliku eeldusena YIV 2015 (http://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/ **) juhendmaterjalide kasutusele võtmist.** Joonis 4 on kokku viidud sõltuvalt BIM tasemest erinevad juhendid, standardid, klassifikaatorid ja protsessiskeemid.

5 ÜLEVAADE MUDELPROJEKTEERIMISE PROTSESSIST

5.1 Mis on BIM?

Akronüümi tõlgendus sõltuvalt kontekstist erinev. Terminil on kolm võimalikku lähenemist:

- Ehitusinfo **modelleerimine** : See on protsess, mille abil genereeritakse ja ühtlustatakse infot projekteerimise, ehitamise ja haldamise jaoks – seda kogu hoone elutsükli vältel. BIM võimaldab osapooltel ligipääsu ühele infomudelile samal ajal kasutades selleks erinevaid koostoimivaid tehnoloogilisi rakendusi.
- Ehitusinformatsiooni **mudel:** See on ehitise digitaalne prototüüp, milles on esitatud nii füüsilised (n. geomeetria) kui funktsionaalsed (n. materjal) omadused. Digitaalne mudel on jagatava info allikaks.
- Ehitusinformatsiooni **haldamine**: See on ehitusprotsessi organiseerimine ja haldamine kasutades selleks digitaalse prototüübi infot. Protsessi eeliseks ja võimaluseks on koordineeritud ja visuaalne suhtlus, alates varasest projektistaadiumist. Protsess hõlmab jätkusuutlikku ja efektiivset projekteerimist ning ehitusprojekti osapoolte tõhusat integreerimist, ehitusplatsi korraldust ja kavandamist, dokumentide haldust, jne. Eesmärk on viia miinimumini juba loodud info uuesti sisestamine, mis suurendab vigade tõenäolisust Oluline on ehitusprotsessi kui terviku käsitlemine. Vt. Joonis 5



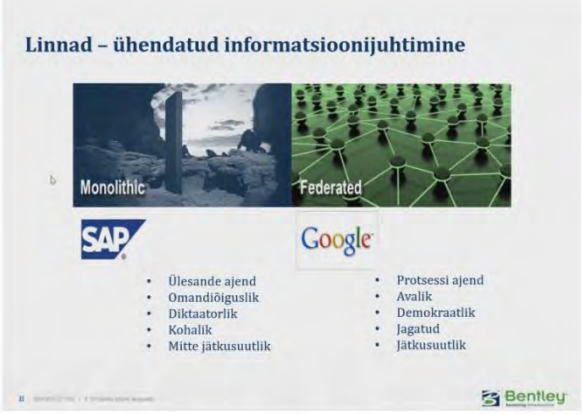
Joonis 5. InfraBIM elukaar [4]

Teede ja rajatiste valdkonnas on aastal 2015 koostatud lõputöö „BIM ja RoadBIM areng Eestis ja soovitused Maanteeametile RoadBIM kasutuselevõtuks“, autoriks Annely Kulland. Töö annab põhjaliku ülevaate mudelprojekteerimise kasutusvõimalustest ning lisaks tegeleb tehnoloogia rakendamist piiravate tingimiste selgitamisega Eestis. Töö on täies mahus leitav: http://eprints.tktk.ee/1229/

5.2 Ülevaade avatud failiformaatidest ja protsessiskeemidest

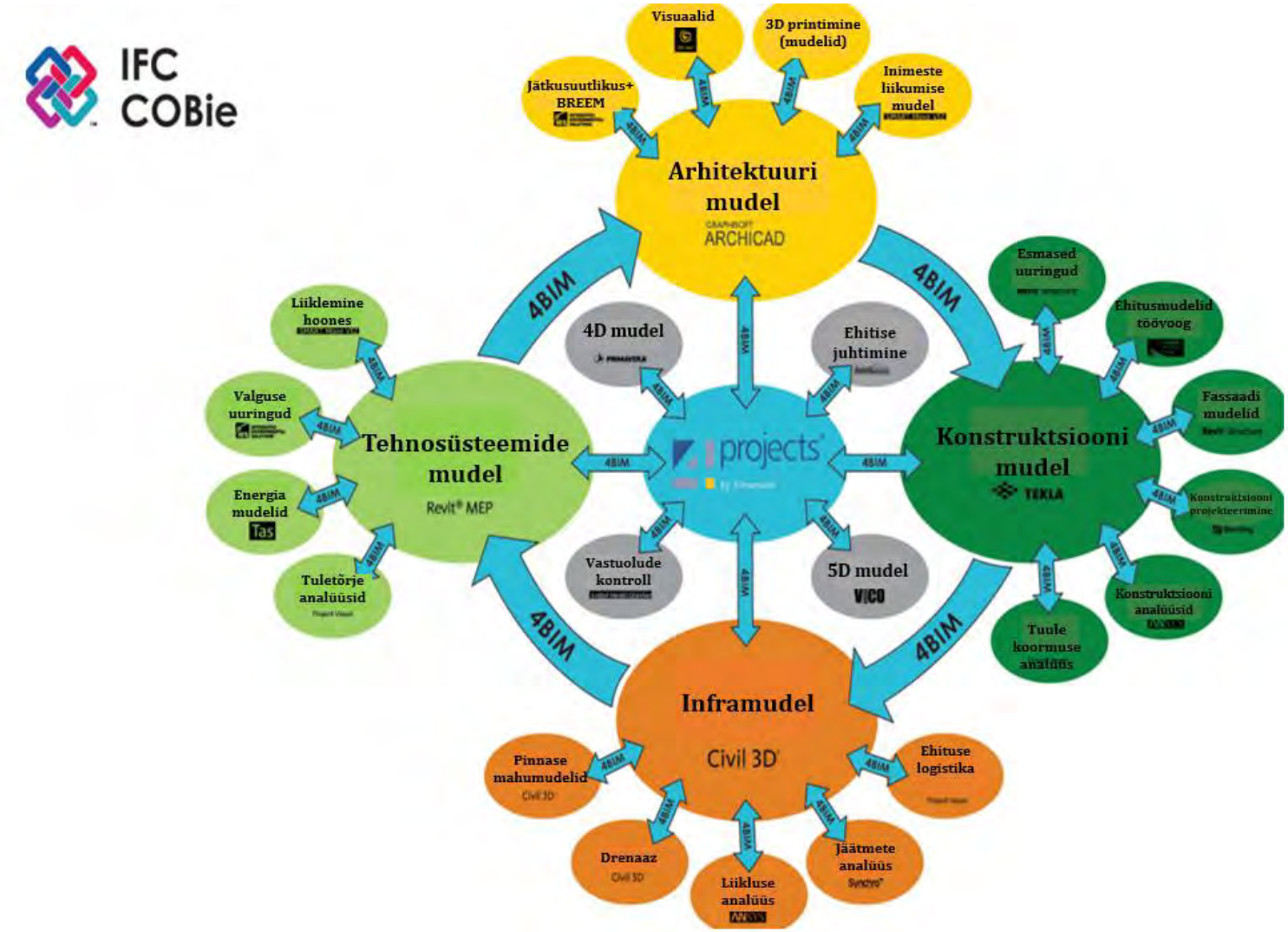
Info loomine ja selle kasutamine on oluliselt muutnud, see seab uued nõudmised ka sellele, kuidas käib andmete loomine, jagamine ning hoiustamine. Tänases suure suhtlusega ühiskonnas toimub kvaliteetne informatsiooni loomine erinevalt võrreldes klassikalise lähenemisega, kus info oli ajas püsiv ning ühtsetel alustel. Joonisel 6 on toodud traditsioonilise ja kaasaegse informatsiooni tekke peamised märksõnad.

Informatsiooni voos on osapooli ning erinevaid tehnilisi rakendusi suurel hulgal ning seetõttu on oluline tagada informatsiooni ühtne kasutamine koos selgelt määratud reeglitega. Inglise keelne termin „*single truth*“ iseloomustab protsessis kasutatava informatsiooni olemust. See tähendab, et informatsioon pärineb ühest allikast ning ei eksisteeri ühte ja sama informatsiooni sisaldavaid erinevaid andmebaase.



Joonis 6. Info loomine traditsiooniliselt ja uuel meetodil [5]

Et mõista protsesside keerukust ning vajadust kaasata protsessi teadlik protsessikorraldus ning selged reeglid informatsiooni vahetuseks, on toodud allolev joonis 7, kus on näha erinevad tekkivad osapooled ning valdkonnad ja nende vahel jagatav informatsioon ning tehtavad toimingud.



Joonis 7. Näidis ehitustegevuse toimingutest ja infovahetusest [6]

Et kasutada mudelprojekteerimise lähenemist efektiivsemalt ning saada sellest suuremat kasu, on vaja projekti protsessides erinevate osapoolte vahelist kommunikatsiooni kvaliteeti oluliselt parandada. Eeldusel, et informatsioon on saadaval, kui seda vajatakse ning informatsiooni kvaliteet on vajalikul tasemel, siis need eeldused tagavad ehitusprotsesside efektiivsema toimimise.
Nimetatud eesmärgi saavutamiseks peab olema ühine arusaam ehitusprotsessidest ja informatsioonist, mida vajatakse.

Rahvusvaheline infovahetamise standard (IFC) tagab informatsioonibaasi ehitatud hoone või rajatise kogu elukaare kohta. Standard ei anna piisavalt informatsiooni eraldiseisvate protsesside kohta, mis leiavad aset hoonete või rajatiste ehitamise käigus. Infra valdkonnas on üks levinumaid avatud failiformaate *LandXML*. Avatud failiformaat võimaldab suhtlust projekti erinevate valdkondade vahel, mis kasutavad oma töös erinevaid tarkvararakendusi. Samuti võimaldab avatud formaat suhtlust osapooltega, kes ei ole otseselt erialaspetsialistid ning kes ei oma spetsiifilist tarkvara.

The Information Delivery Manual (IDM) juhendi eesmärgiks on tagada integreeritud alus protsessidele ja andmetele, mida eeldab mudelprojekteerimine, tuues välja konkreetsed protsessid, mis toimuvad hoonete ehitamisel, informatsioon, mida vajatakse nende läbiviimiseks ning tulemused, mis tekivad protsesside toimumise tulemusena. Juhend täpsustab:

• kuhu protsess sobib ning mis on protsessis oluline;
• kes on osapooled ning kes loovad ja kasutavad informatsiooni;
• milline on loodud ning kasutatud informatsioon;
• kuidas informatsioon peaks olema toetatud tarkvaralahenduste poolt.

Protsessiskeemi loomisega kajastab IFC paremini reaalsete projektide vajadusi ning kiirendab mudelprojektide kasutamist projektides. Samuti aitab protsessiskeem paremini mõista integreeritud projekti informatsiooni, mis on peamine komponent sisuliste protsesside arendamisel.

IDM juhend aitab:

- muuta informatsiooni vahetamist projekti erinevate osapoolte vahel usaldusväärsemaks;
- parandada informatsiooni kvaliteeti;
- parandada otsuste tegemist;

- teha mudelprojekteerimise teostamine oluliselt efektiivsemaks.

Mudelprojekteerimise tarkvara arendajatele identifitseerib ja kirjeldab IDM protsesse ja IFC võimalusi, mis on vajalikud iga funktsionaalse osa toetamiseks protsessides. Lisaks tagab juhend [7]:

- parema toe kasutajate vajadustele;
- informatsiooni vahetamise kvaliteedi;
- tarkvara komponentide korduvkasutuse.

Selleks, et töötada tõhusamalt on vaja organisatsiooni(de) erinevatel osapooltel teada millal ja millist informatsiooni on vaja edastada. Teema on veelgi olulisem, kui kasutatakse digitaalseid tööriistu, kuna enamusel digitaalsetel tööriistadel ei ole piisavalt võimekust vahetada andmeid ja informatsiooni. ISO 29481-1:2010 *"Building information modelling - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format"* standard on väljatöötatud buildingSMART organisatsiooni poolt selleks, et luua metoodika jäädvustamaks ja täpsustamaks protsesse ja informatsiooni vooge kogu hoone elutsükli jooksul [8].

Metoodikat võib kasutada dokumenteerimaks olemasolevaid ja uusi protsesse ning kirjeldada protsessidega seotud informatsiooni, mida erinevad osapooled peavad vahetama. Standardi väljundit võib kasutada täpsustamaks tehnilisi nõudeid, mida võib kasutada alusena tarkvara arendamise protsessides. [8]

Oluline on täpsustada, et toimiva IDMi loomiseks peab see olema toetatud tarkvarade poolt. Üheks peamiseks IDM eesmärgiks on tagada oluliste andmete info vahetamine selliselt, et vastuvõttev tarkvara suudaks seda tõlgendada. [8]

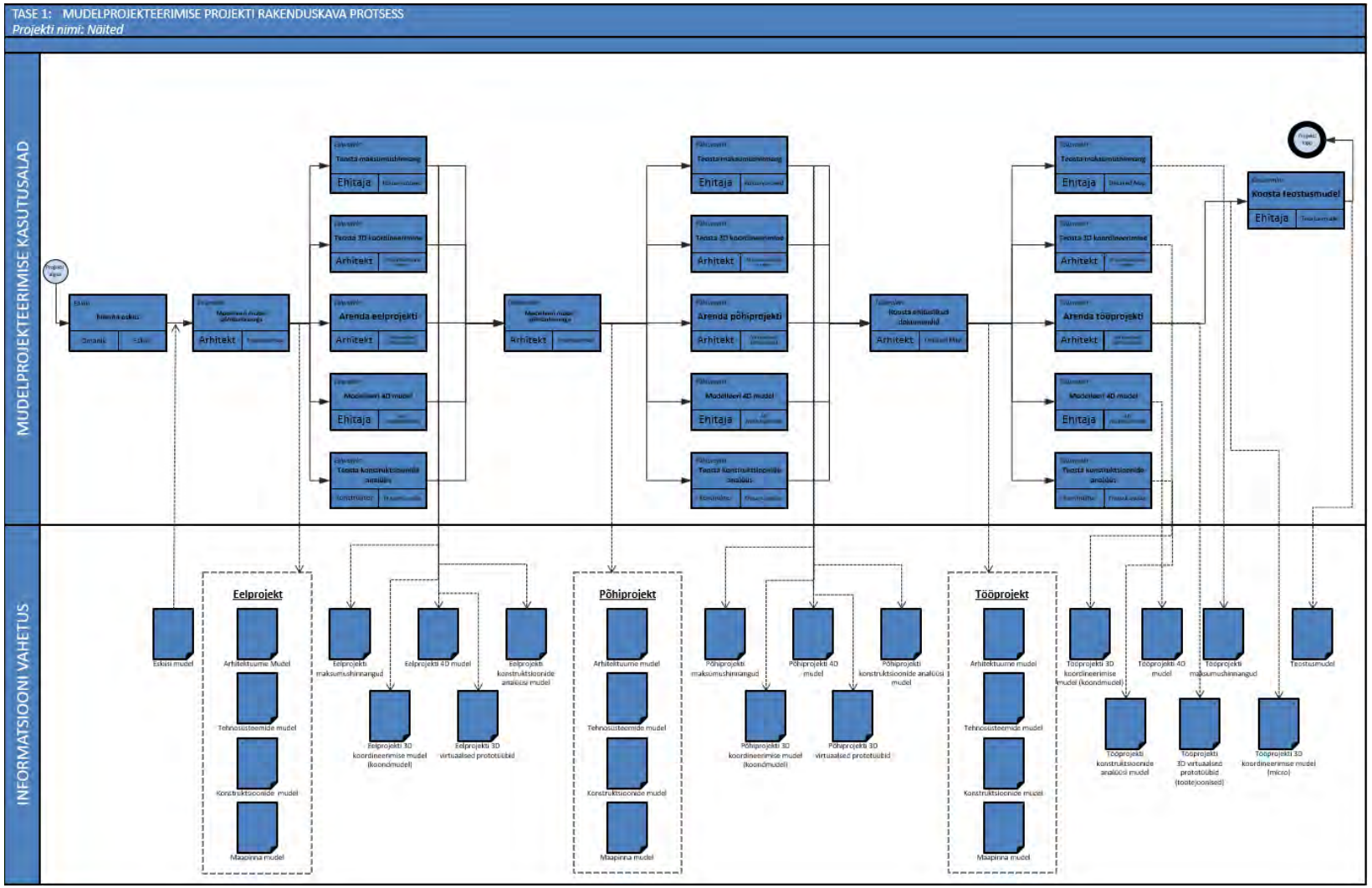
Metoodika on täna vastuvõetud, kui ISO standard. Eeldatakse, et standardile lisatakse materjali, mis muudab selle spetsiifilisemaks, et standard vastaks projektdokumentatsiooni vahetamise stsenaariumile ning samas defineeriks kommunikatsiooni protsessi etappe projekti osapoolte vahel. [8]. Arvutiga infotöötlusel on möödapääsmatu standardiseeritud infosisu ning standardiseeritud protsessid (IDM).

Avatud failiformaate InfraBIM rakendustes tutvustab peatükk 7.2.

5.3 Protsessiskeemidest

Aastal 2014 töötas Tallinna Tehnikakõrgkooli töörühm välja BIM projekteerimise projektijuhi käsiraamatu, mille üheks osaks on protsessiskeemide loomine erinevates ehitusprojekti staadiumites.

Materjal annab samm-sammult juhendi, kuidas luua protsessiskeem alates tehniliste vahendite ja kujundite soovitustest ning lõpetades protseduurireeglitega, kuidas koostada protsessiskeem. Uuringus on kohandatud protsessiskeem Eesti konteksti järgides projekti erinevaid staadiumeid ning erinevate projekti osapoolte omavahelist suhtlust. Töös on koostatud protsessiskeemi näidised. Joonisel 13 on toodud näitena projekti üldine protsessiskeem.



Joonis 8. Protsessikaardi näidis [9]

Uuringu materjal on leitav järgmiselt veebiviitelt:

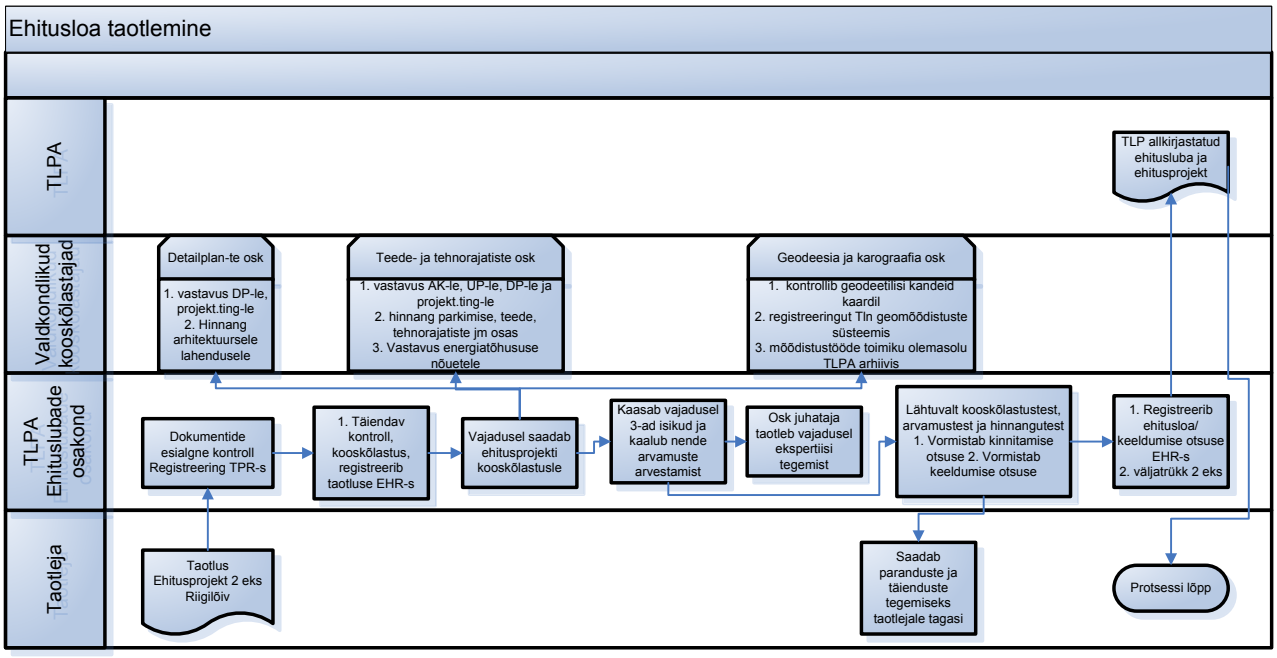
http://rkas.ee/parim-praktika/mudelprojekteerimise-projektijuhi-kvaliteedikasiraamatu-koostamine

Eestis on probleemina toodud välja projekteerimise projektijuhtimise nõrka kvaliteeti, selle all mõeldakse ennekõike projekteerimise tulemusena tekkinud projektlahenduse kvaliteeti. Ühe võimalusena toetab protsessikaart ka tavapäraste toimingute kaardistamist ning aitab selgitada vajalikke sisendeid, väljundeid ning nõudeid informatsioonivahetusele. Samuti aitab protsessikaart mõista erinevate osalejate seoseid ning vajalike eelduste täitmist. Vajalikud eeldused ehk eeldustööd on üldjuhul need, mida ei märgata õigeaegselt ja see põhjustab protsessis hilinemisi ning madala kvaliteediga eelduste täitmist.

Sõltuvalt kultuuriruumist on protsessikaarti kirjeldatud erinevalt, näiteks Ühendkuningriikides on kasutusel mõiste tööplaan ehk *RIBA Plan of Work,* mis täidab samuti protsessiskeemi eesmärki. Materjal on leitav: http://www.ribaplanofwork.com/Download.aspx

Protsessiskeemi ei tohiks mõista kui projekti ajagraafikut, sarnasus ajagraafikutega tuleneb kasutatavatest seostest, kuid kuupäevadest tulenevaid seoseid protsessikaarti ei märgita. Protsessikaartide koostamisel jälgitakse, et loodud skeem oleks võimalikult lihtne ning ainult vajaliku informatsiooniga, see tagab materjali lihtsama mõistmise.

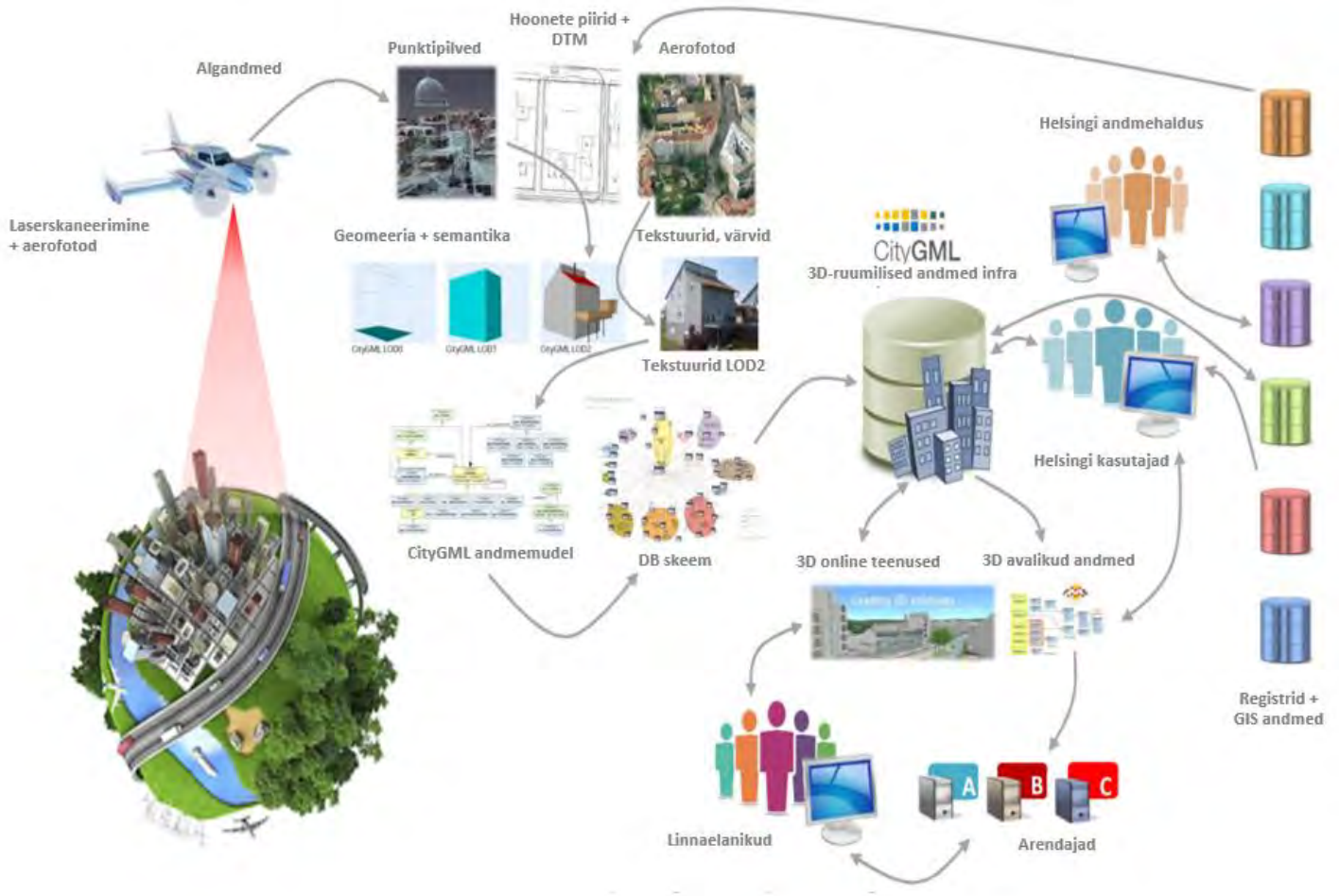
Protsessikaardi mõiste ei ole Tallinna linna kontekstis võõras, näiteks ehitusloa taotlemiseks on kujundatud protsessiskeem, millest lähtuvalt on erinevatel osalistele selge ülevaade, millisel hetkel ning milliseid toiminguid on vaja teha ning milline informatsioon liigub erinevate osapoolte vahel. Ehitusloa taotlemise protsessiskeem on Joonisel 14



Joonis 9. Ehitusloa taotlemise protsessiskeem [10]

5.4 Protsessiskeemid ja mudelprojekteerimine Soome näitel

Protsessiskeemide kohandamine konkreetsele näitele on selgitatud Helsingi 3D linnaandmete visiooniskeemil Joonis 15, kus on toodud põhimõtteline lahendus lähteinformatsiooni kogumisest kuni info edastamiseni andmebaasidesse. Kasutatava tehnoloogia puhul on kombineeritud ühtsed andmete keskkonnad (*CDE*), GIS ning BIM.



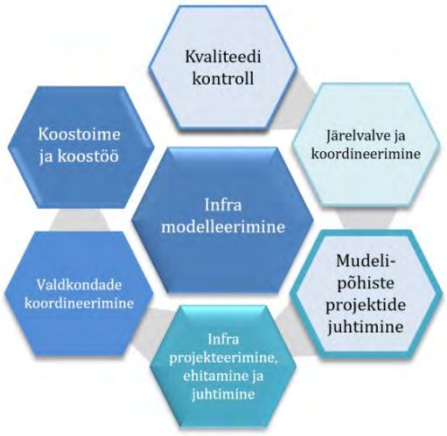
Joonis 10. 3D linnamudeli kontseptsioon [11]

Läbi viimase kümnendi on olnud Soome BIM valdkonnas maailmas üks edukamaid riike. See on suurel määral selgitatav ka asjaoluga, et Soomest on pärit suur hulk tarkvara ettevõtteid, näiteks ArchiCad, Solibri, Tekla, VICO jt. Positiivse tulemusena on Soomes loodud juhendmaterjale nii protsesside kui tehnoloogiate toetamiseks. Riigi Kinnisvara Aktsiaselts toetub oma mudelprojekteerimise juhendiga COBIM juhendmaterjalil, millele on ilmunud 2012 uuendus, materjal on tõlgitud ka eesti keelde ning leitav on materjal veebiviitelt https://www.evs.ee/Tootedjateenused/Tasutajuhendmaterjalid/tabid/380/Default.aspx

Soome on viimasel paaril aastal olnud aktiivne ka infra valdkonna BIM arendustes. Positiivse väljundina Eesti jaoks on loodud erinevaid juhendmaterjale. Riigi Kinnisvara AS kogemusel on Soome juhendmaterjal heaks aluseks, kuid tingimata on vaja materjalid kohandada Eesti kultuurikeskkonnale, otsetõlge ei ole juhendmaterjali puhul tulemuslik lähenemine.

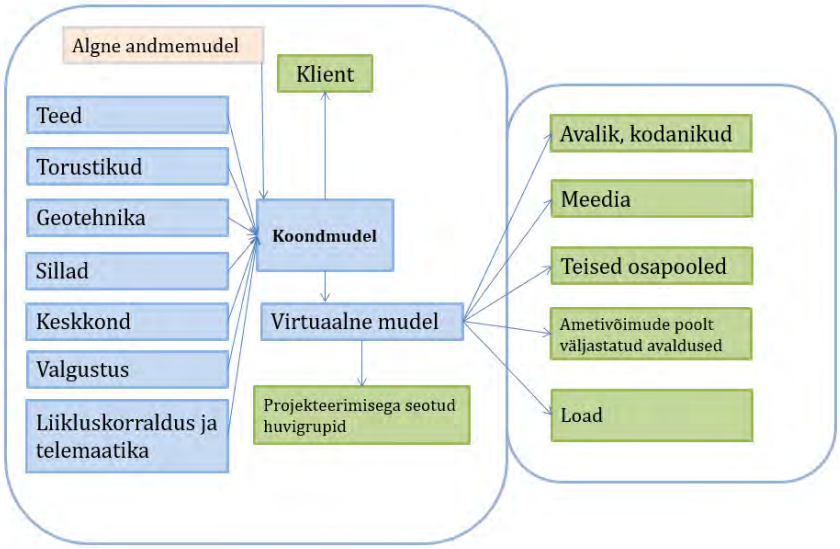
2015 aasta kevadel on avaldatud inglise keelsena juhendi 4 osa, ülejäänud osad on juhendist soome keelsed. Juhendisari keskendub kuuele olulisele valdkonnale:

- Koostoime ja koostöö
- Kvaliteedi kontroll
- Järlevalve ja koordineerimine
- Mudelipõhiste projektide juhtimine
- Infra projekteerimine, ehitamine ja juhtimine
- Valdkondade koordineerimine



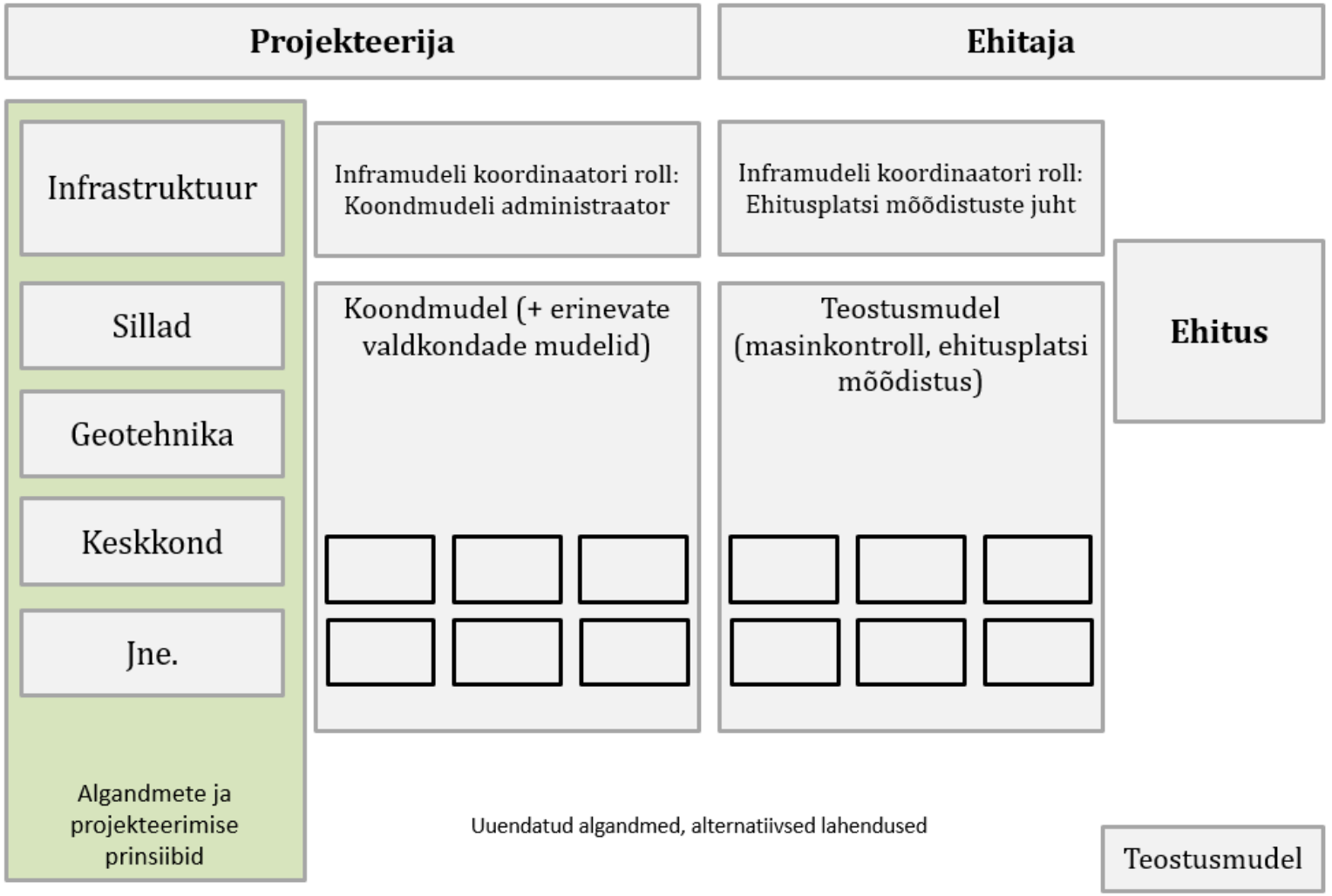
Joonis 11. Infra juhendisarja teemad [12]

Juhendisarja esimeses osas on käsitletud virtuaalse mudeli kasutuse eesmärki erinevatele toimingutele ja osapooltele. Samuti selgub, millised on töövoos rollide ja ülesannete jaotus. Antakse ülevaade koostatavatest osamudelitest ning nendele esitatavatest nõuetest .



Joonis 12. Osamudelid ja osapooled infohaldusel [12]

Osapoolte ülesannete kirjeldamise näitena on toodud Joonis 18, kus on kirjeldatud projekteerija ja ehitaja rollid ja väljundid, mis tekkivad nende töö tulemusena. Juhendmaterjal on leitav: http://www.infrabim.fi/en/requirements-and-guidelines/common-infrabim-requirements/



Joonis 13. Projekteerija ja ehitaja ülesanded [12]

Lisaks InfraBIM organisatsiooni initsiatiivile on aktiivselt tegelenud arendustööga ka Soome transpordiamet. Valminud on erinevad uuringud ja juhendid, mis käsitlevad BIM tehnoloogia kasutamist. Detailse juhendmaterjalina on ilmunud inglise keelsene sildade BIM juhend: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-06eng_bim_guidelines_web.pdf 2014 aastal on välja töötatud juhendmaterjal ehituse tellijale mudelprojekti tellimiseks ja vajalike väljundite hindamiseks. Materjali originaaltekst on leitav aadressilt: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf Teedeklastri BIM töörühmas on Maanteameti toetusel materjal tõlgitud eesti keelde, tõlge on leitav: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-20_tiehankkeiden_mallipohjaisen_web.pdf

Soome maanteameti tellimusel on valminud uuring mõõdistustehnoloogiate kasutatavusest infraprojektides: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-45_bim_based_web.pdf

Käesoleva töö osana koostab töörühm YIV 2015 toimetatud Eesti keelsed tõlked. Materjali valmimisaeg on 01.05.2017. Valminud materjalid avaldatakse EVS tasuta juhendmaterjalide rubriigis.

6 ÜLEVAADE TALLINNA LINNA ANDMESÜSTEEMIDEST

InfraBIMi informatsiooni tekke, töötluse, jagamise, kasutusõiguste juhtimise jms huvides on esmalt vajalik selgitada lähteolukord. Uuringu ühe osana viidi läbi intervjuud, kus selgitati erinevate linnaametite informatsiooni hankimist, kasutamist ning edastamist. Selgitati, millistest andmebaasidest informatsiooni hangitakse ning millised on informatsiooni kasutajad. Intervjuu küsimustik on toodud Lisas 1. Uuringus kasutatud linnaametite valimi aluseks on kommunaalinfoga seonduvad linnaametid. See tähendab, et kaasatud on ametid, mis loovad vajalikku sisendinfot ja kasutavad kommunaalameti töö tulemusena tekkinud väljundit (andmebaasid, infosüsteemid, dokumendid jms).

6.1.1 Tallinnas kasutatavad andmebaasid ja infosüsteemid

Ametkondade vaheliseks infokeskkonnaks on linnas Postipoiss. Ametkondade siseselt on kasutusel MapInfo, mis on suhtluseks ametkonna siseselt efektiivne lahendus, sest talletab märkmed ja kommentaarid konkreetse projekti kohta.

Mitmete ametite töös on kasutusel alusinfona Maa-ameti kaardirakendused. Samuti on üsna suur osakaal veel paberil oleval informatsioonil, mis on masintöötluse seisukohast probleemne. Suhtlusena on kasutusel kaevetööde register ja teederegister. Lisaks on linnas tehnosüsteemide valveplaan, mis annab esmast infot tehnosüsteemide paiknemise osas. Hästi toimiva keskkonnana toodi intervjuudes välja maanteeameti Tark Tee rakendus.

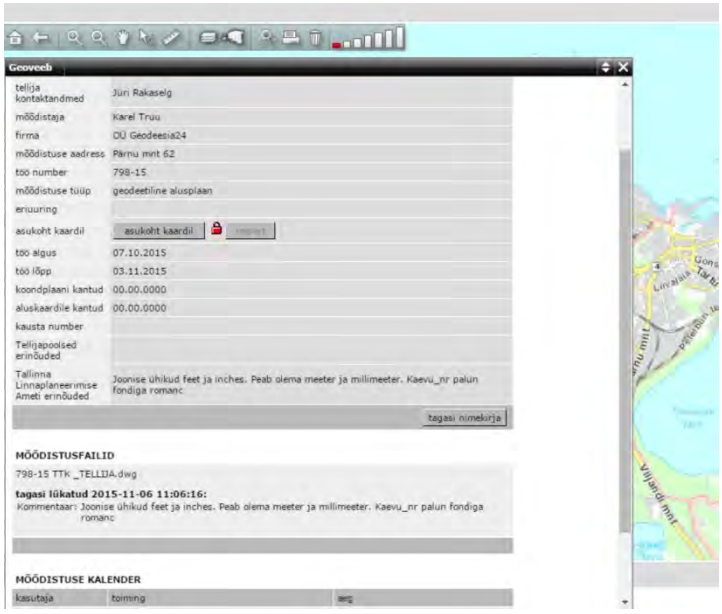
Muudest infosüsteemidest toodi välja veel:

a. Valgustuse register
b. Tallinna teede mittevastavuste ning ajutiste liiklusmärkide register
c. Tehnovõrkuderakendus
d. Geoweb
e. Planeeringute register, kus saab Tehnovõrkude rakendust avada.
f. Tallinna Ruumiandmete register (TAR)
g. Tallinna teeregister

h. Tallinna Haljastute infosüsteem (HIS)
i. Mänguväljakute ja koerte jalutusväljakute infosüsteem
j. Avalike teenuste andmekogu
k. Tallinna kaevetööloa ja tänava ajutise sulgemise loa ning teiste teemaa-alal toimuvate teehoiutööde menetlemise infosüsteem (Opinfo)
l. Tallinna linna e-posti süsteem
m. Tallinna abitelefon 1345
n. Tallinna veebikaart
o. Kalmistute Register (Haudi)
p. Lepingupartnerite infosüsteemid

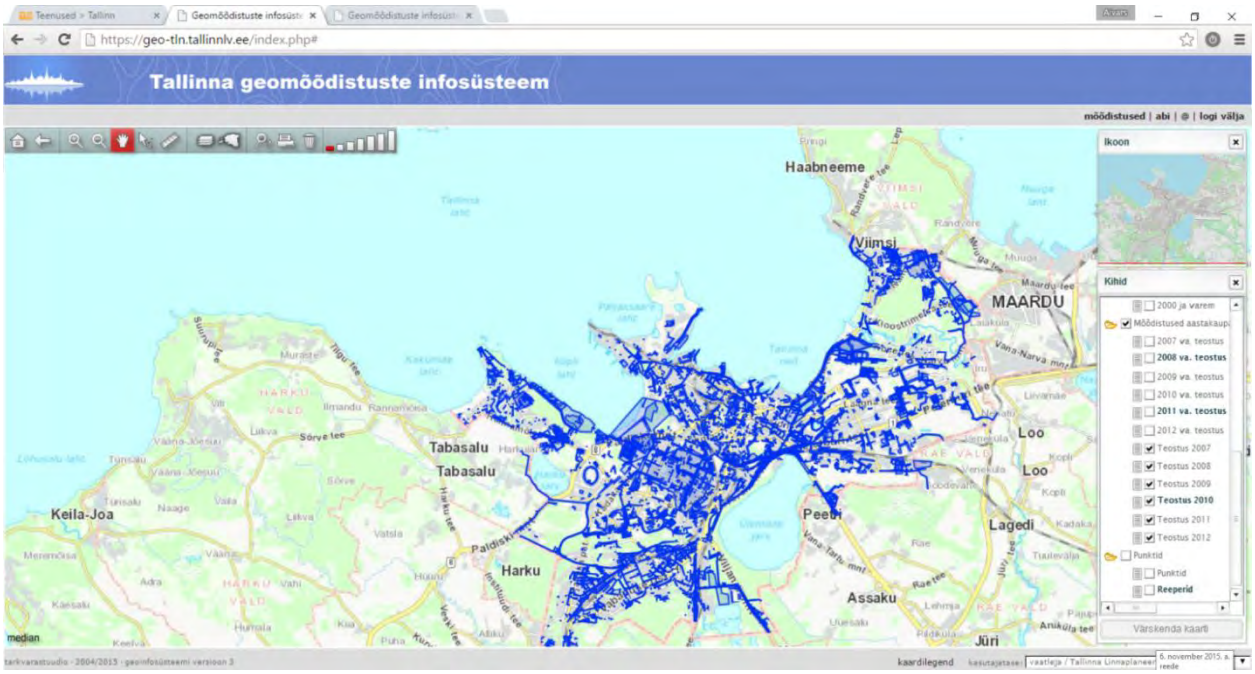
Keskse infosüsteemina nähakse linnas aluskaardil põhinevaid rakendusi.

Läbi geomõõdistuse infosüsteemi (https://geo-tln.tallinnlv.ee/index.php#) menetletakse mõõdistusinformatsiooni. Info esitajad saavad tagasisidet, kas esitatud materjalid on piisava kvaliteediga või mitte.



Joonis 14. Geoveebi kasutjaliides tagasisidega

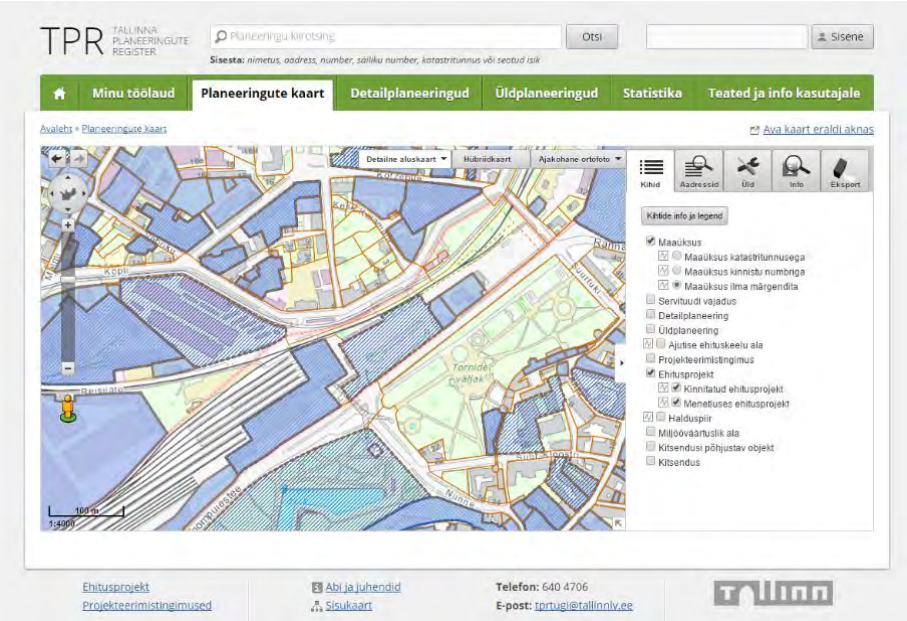
Süsteemist on võimalik erinevate kihtidena vaadelda erinevatel aegadel tehtud teostusmõõdistusi, leida reepereid, allolevalt illustratsioonilt selgub, et aastatel 2007-2012 on süsteemi üles laetud mõõdistused, mis katavad linnast visuaalsel hinnangul 90%.



Joonis 15. Teostusjooniste piirkonnad aastatel 2007-2012

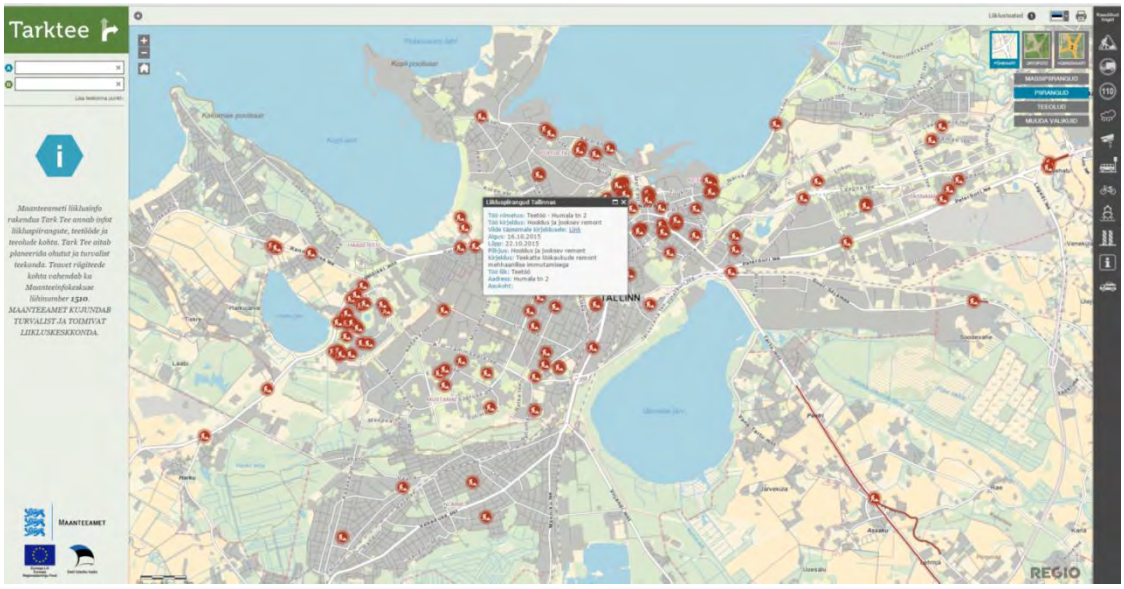
Süsteemi puhul on küsitav, miks teostusjoonised lõppevad aastaga 2012, mis tähendab, et viimased kolm aastat on katmata ning puudub aktuaalne informatsioon.

Linna poolt pakutavaid süsteeme võib jagada informatiivseteks, näiteks 3D vanalinna rakendus ning tehnilist informatsiooni pakkuvateks ja sisuliselt protsesse toetavateks, näiteks Tallinna planeeringute register.



Joonis 16. Tallinna planeeringute registri kasutajaliides

Ühe toimiva näitena toodi välja riiklik infosüsteem Tark Tee, kuhu sisestab informatsiooni ka Tallinna Transpordiamet. Tark Tee rakenduse abil on võimalik jagada informatsiooni nii linnakodanikele kui ka erinevatele linnaametitele.



Joonis 17. Tark tee kasutajaliides

6.2 Peatüki kokkuvõte

Läbiviidud küsitlustest selgub, et linnas on rida toimivaid infokeskkondi ning andmebaase, mis on üldjuhul ettenähtud ühe ameti siseseks kasutuseks.

Läbiviidud intervjuud kinnitasid korduvalt, et ehituslikku täpsust pakkuvat teostusinformatsiooni ei ole võimalik linna andmebaasidest hankida. Üksikute objektide teostusinformatsioon on küll piisava täpsusega, kuid erinevate objektide teostuste liitmisel tekkivad vead täpsuses, mistõttu ei ole võimalik teostusinformatsiooni kasutada. Kaardiinfo uuendamine on kriitilise tähtsusega ning seetõttu oleks vajalik luua süsteem, kuhu laetakse üles mõõdistatud informatsioon võimalikult väikese viiteajaga. Samuti peab tõsiselt kaaluma erinevate kaardirakenduste liidestamise võimalust. Eesmärk on viia linna aluskaart sellise täpsuseni, mis võimaldab teistel linnaametitel kaardiinfot usaldusväärselt kasutada. Samuti on võimalik ehitada kaardi ühe kihina rakendus, mis võimaldab näiteks ehitusprojektide menetlemist erinevate linnaametite vahel. Eesmärk on jõuda linna kaardirakendustes täpsuseni ±- 50mm, mis on planeeringute ja ehitustegevuse kontekstis piisav.

Küsitlustes välja toodud konkreetsed ettepanekud:

- Liiklusintensiivsuse info peaks jooksma kesksesse andmebaasi
- Tallina Planeeringute register on olemuselt kohmakas, raske on mõista, mis on konkreetset objekti puudutav seis. Selle mõistmiseks on vaja korraga paljusid kaardikihte avada
- Probleemiks on võrguvaldajate info, millest ei ole linnal täpset ülevaadet, kooskõlastuseks ettenähtud aeg (lõplik teostusjooniste esitamine) 1 aasta on liiga pikk aeg, see tekitab olukorra, kus informatsioon on puudulik
- Ei ühti haljastusregistri ja kommunaalameti andmed
- Geomaatika ja planeerimisamet kasutavad sama teostusdokumentatsiooni lähteinfona, aga andmete töötlus käib erinevalt, tekib topelt töö
- Truupide, sildade, viaduktide, jne info on hetkel teederegistrist puudulik
- Tänavahoolduse temaatika, kui palju hooldatud, kui palju kasutatud kulumaterjale, kui palju on auke parandatud, selle kohta on info puudulik
- Mõõdistustel ei ole nõutud kolmandat mõõdet. Tehnovõrkude andmed peaksid olema esitatud joonisel, mitte tabelina
- Vaja oleks (3D) tehnovõrkude plaani, mis on kehtestatud linnapoolsete nõuetega

- Peaks tekkima teede seisukorra dokument, mis toetab remontide ja uusehituse planeerimist.
- Tulevastes süsteemides peab olema tehnoloogia ja järelevalve veerg, kus tuleb erisus välja planeeritud ja teostaud olukorra vahel (mõõdistusaktid, kandevõimed, asfaldi temperatuur,…)
- Teederegistril peaks olema graafiline väljund

Lisaks on riigi poolt kehtestatud dokumenteerimise nõue, mis sunnib samuti mõtlema läbi info kogumise tehnika ning edasise töötlemise võimaluse. Siin tuleks kaaluda võimalusi koostööks Ehitusregistriga. Tulenevalt eeltoodust oleks vaja linna andmebaasides läbi viia audit ning defineerida selgelt erinevate ametite vaheline informatsiooni liikumine.

Soovitus välja valida platvorm ühtseks dokumentide halduseks, süsteem peaks võimaldama liidestada erinevad toimivad rakendused linnas.

Samuti on vajadus infovahetusprotsesside teadliku korralduse järele, selleks peaks olema nii üksikute ametite kui ka üldisel tasandil vastutavad spetsialistid, kelle ülesandeks on esmalt protsessid kaardistada ning vajadusel täiendada.

Ühe tegevusena on vaja täpsustada ja redigeerida linna aluskaarti, mis kasutab sisendinformatsioonina teostusjooniseid, tegevuse eesmärk on muuta linna aluskaart usaldusväärseks töövahendiks.

Peatükki kokkuvõttele lisatakse TALLINNA LINNA HOOLDUS-, HEAKORRA- JA HALJASTUSTÖÖDE INFOSÜSTEEMI LOOMISE ÄRI- JA EELANALÜÜSI kitsaskohad, mis valideerivad käesoleva uuringu kokkuvõtte:

- Ametnike töö efektiivseks elluviimiseks vajalik info asub fragmenteeritult erinevates andmekogudes, kohati on selle töödeldavus halb ning kohati pole see info ka ajakohane või on dubleeritud eri andmestikes;
- Dubleerivad tegevused erinevates allüksustes;
- Infovahetus ja info talletamine;
- Infotehnoloogilisi võimalusi ei kasutata maksimaalselt ära.

Kitsaskohtade detailsemad selgitused on leitavad eelanalüüsi lõppraportist.

7 PROJEKTIPANGA KONTSEPTSIOON

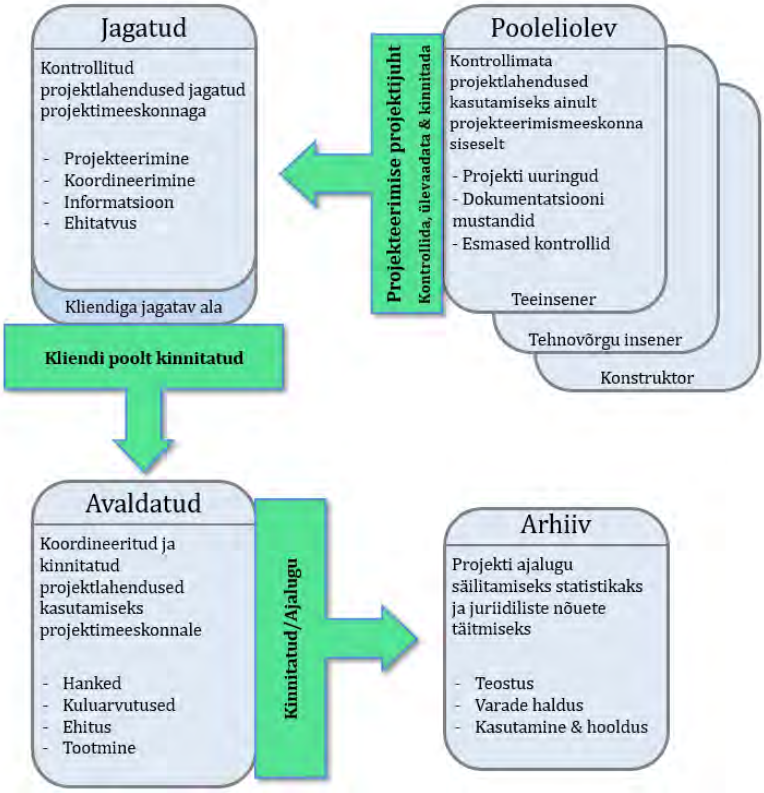
Projektipanga mõistet kirjeldatakse inglisekeelses ruumis kui ühtne andmekeskkond ehk Common Data Environment (CDE). Ühtne andmekeskkond (CDE) on ühine informatsiooniallikas, mida kasutatakse projektiga seotud andmete kogumiseks, haldamiseks ning levitamiseks kõigi projekti osaliste vahel. Projekti andmed on nii graafiline mudel kui ka eraldiseisev, mitte-graafiline informatsioon [13].

CDE kasutamisel on koostöö efektiivsem, kvaliteedikontroll tõhusam ja üldine raiskamine väheneb [14]. Briti standard PAS1192-2:2013 toob välja peamised eelised CDE kasutamisel [15]:

- Andmetega seotud õigused jäävad selle loojale. Kuigi infot jagatakse ja kasutatakse teiste osaliste poolt, jääb andmete muutmise võimalus ainult selle loojale.
- Andmete koordineerimisele kuluva aja ja kulu kokkuhoid on suurem tänu ühiselt jagatud inforuumile.

CDE koosneb neljast osast: pooleliolev, jagatud, avaldatud, arhiveeritud informatsioon [15]. CDE osade ülevaade on esitatud joonisel 23 [16].

- Pooleliolev. Selles osas hoitakse veel kontrollimata/kinnitamata informatsiooni. Andmeid kasutatakse eraldi iga projektis osaleva organisatsiooni siseselt.
- Jagatud. Informatsioon on jagatud, kontrollitud ja kinnitatud teiste projektiosaliste poolt.
- Avaldatud. Andmed on saanud tellijapoolse kinnituse ning kasutatavad hanke- ja ehitusprotsessiks.
- Arhiveeritud. Salvestatud projektiinfo ajalugu koos ajalise logiga.

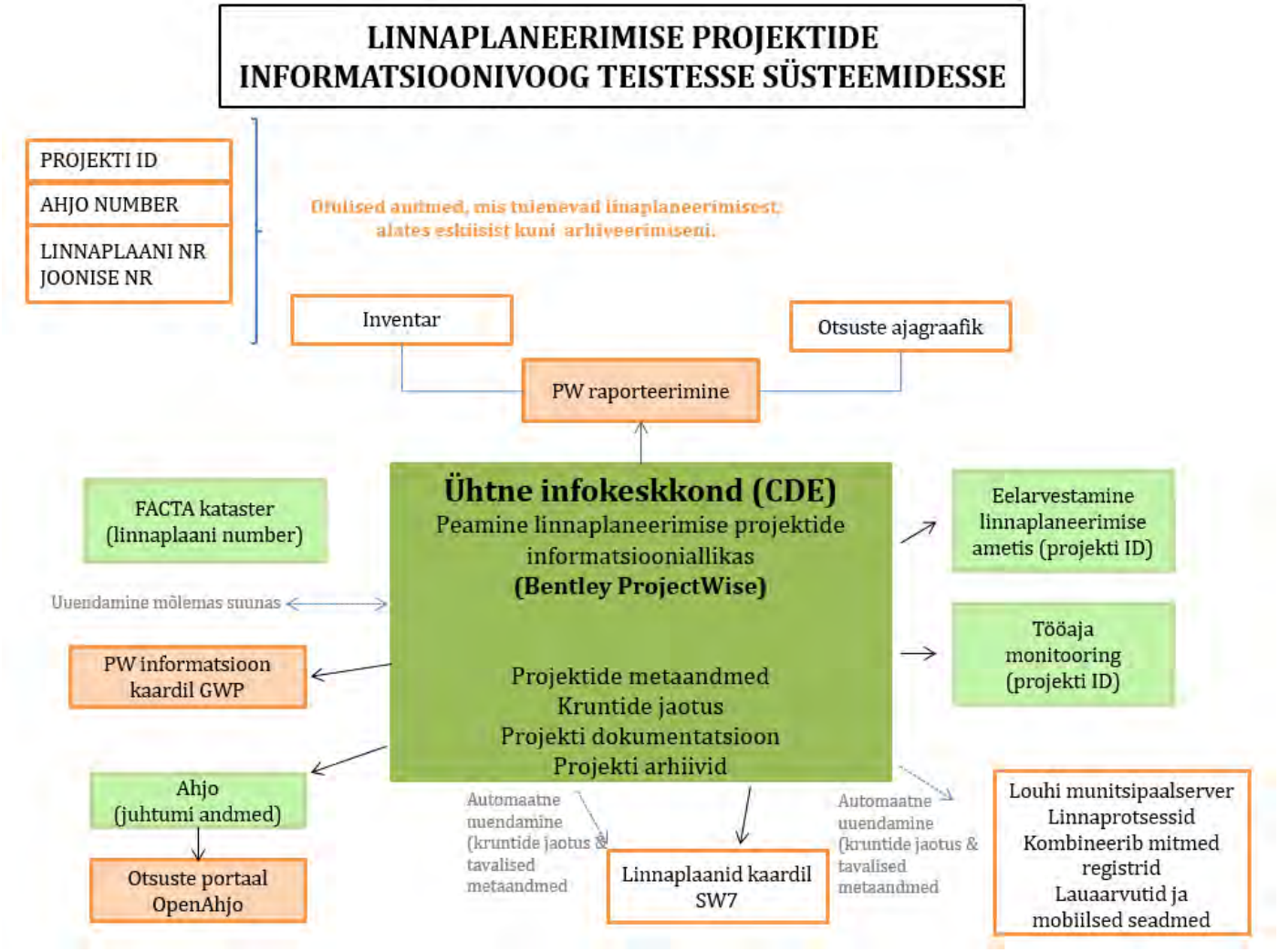


Joonis 18. Ühtse andmekeskkonna(CDE) põhimõte [16]

7.1 Ülevaade BIM tehnoloogial töötavatest projektipankadest

7.1.1 Bentley ProjectWise

Bentley ProjectWise on insenerivaldkonna projektide koostöö tõhustamiseks loodud tarkvara, mis on arendatud kogu ehitise elutsüklit silmas pidades. ProjectWise on ühtne platvorm, mille abil saavad projektimeeskonnad hallata, jagada ja levitada projektide andmeid ning ehitusinfo mudelid. Tarkvara võimaldab CAD, BIM ja georuumilise projektiinfo haldamist. Lisaks on võimalik ProjectWise'ga integreerida Autodesk'i ja Microsoft Office'i tooteid. ProjectWise'i serverid ja teenused toetavad infraprojektide infovahetust nii projekteerimise kui ehituse faasis. See annab suure eelise teiste CDE'de ees [17]. Joonisel 24 on esitatud ProjectWise'i kasutamise skeem Helsingis.

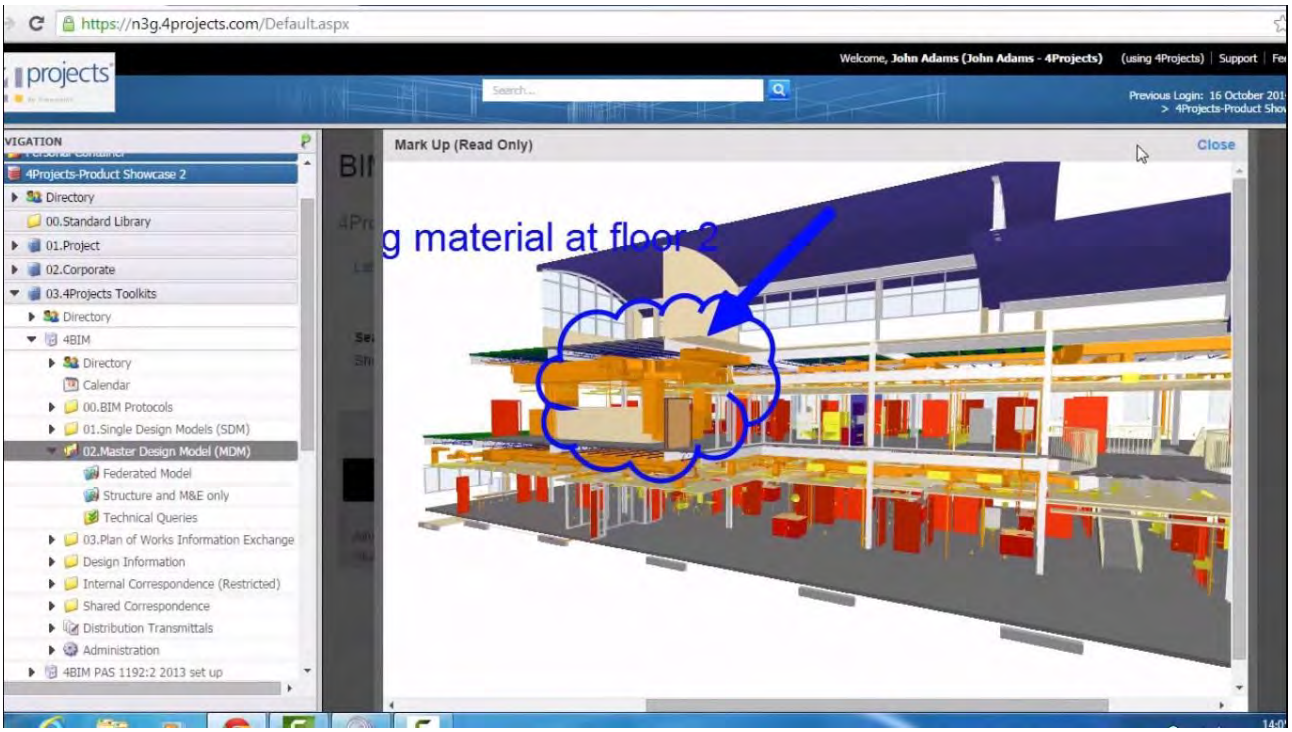


Joonis 19. ProjectWise kasutamise skeem Helsingis [5]

7.1.2 Viewpoint 4 Projects

4 Projects (Project Collaboration) on Viewpoint'i poolt loodud koostööplatvorm ehitusprojektide juhtimiseks erinevate ehitise elutsüklite ning tarkvarade vahel. 4 Projects'i tööpõhimõtet illustreerib Joonis 25.

4 Projects toetab lisaks tavapärasele projektijuhtimise ja dokumendihaldamise funktsionaalsustele 3D ehitusinfo mudelite kuvamist ning võimaldab vastastikust suhtlemist teiste BIM tarkvaradega. Joonisel 25 on esitletud projekteerimise faasis oleva mudeli vaatlus [6].

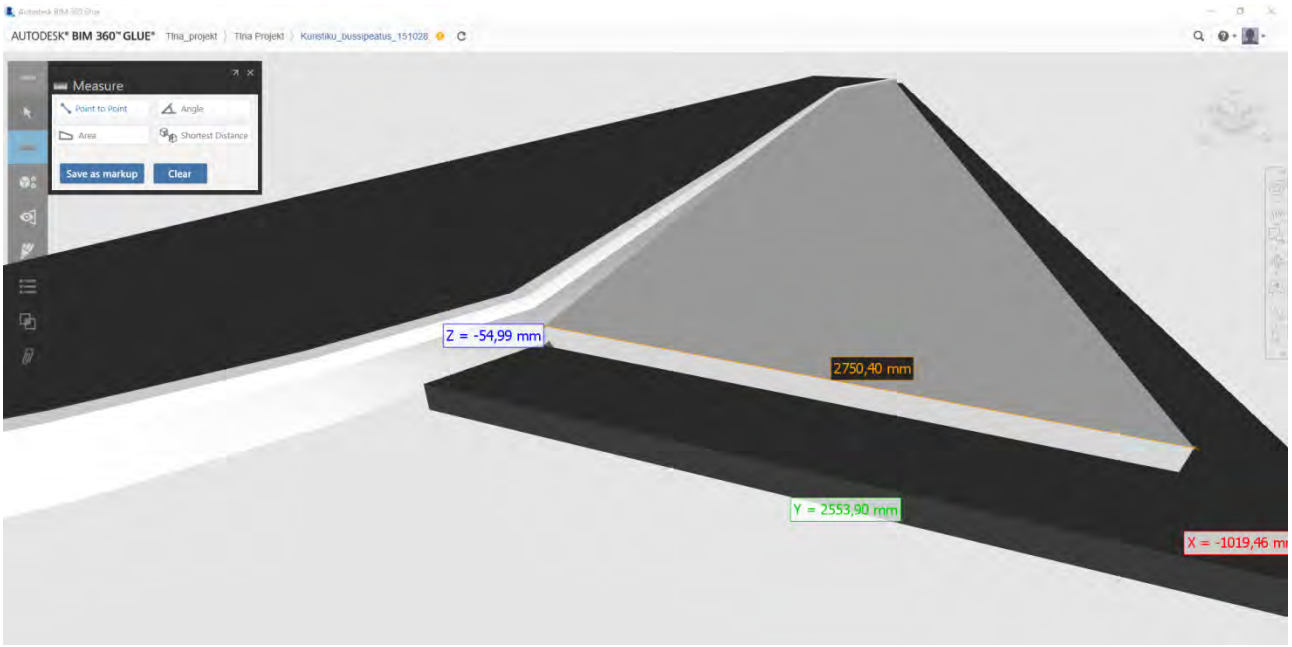


Joonis 20. Mudeli vaatlus 4 Project tarkvaras

7.1.3 Autodesk 360 Glue

Autodesk'i 360 Glue on serveripõhine pilveteenus, mis on mõeldud projektimeeskonnale ehitusinfo mudelite jagamiseks ja haldamiseks. 360 Glue'sse saab lisada projektiga seotud jooniseid ja dokumente, kontrollida erinevate osamudelite kattuvusi ning võtta mudelist mõõte. 3D mudelis esinevate konfliktide korral on võimalik probleemsed kattuvused markeerida ning saata

projekteerijale üle vaatamiseks. Autodesk 360 Glue Mobile versioon nutiseadmetele võimaldab mudeliga töötada ehitusplatsil. Mugav mudelite kontroll ja ehitusplatsil mõõtude võtmise võimalus eristab 360 Glue'd eespool kirjeldatud ühtse infokeskkonna näidetest ning võiks seetõttu rohkem sobida kasutamiseks ehitusettevõttele [18] [20].



Joonis 21. Autodesk 360 Glue ekraanivõte

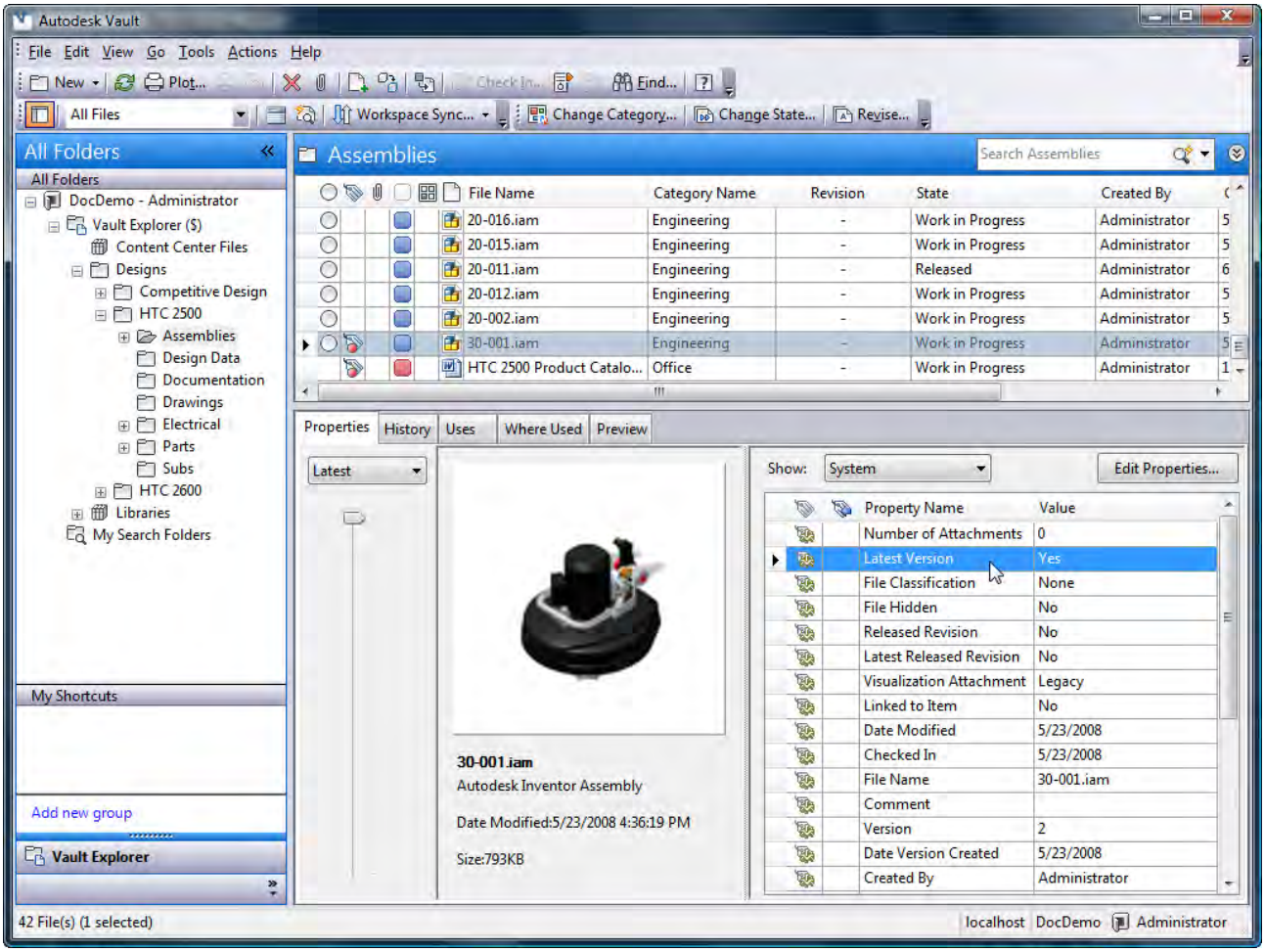
Tahvelarvuti kasutamise lihtsustamiseks on rakendusse sisse ehitatud spetsiaalsed haaramise (Snap) töövahendid, mis võimaldavad mudeleid kasutada ilma arvutihiire ja klaviatuurita.



Joonis 22. Autodesk 360 Glue tahvelarvutis

7.1.4 Autodesk Vault

Autodesk Vault on andmete haldamise tarkvara, mis keskendub peamiselt projekteerimise etapile. Vault'i abil saab jälgida, et projektimeeskonnad töötaksid alati ajakohaste versioonidega. Vault'i põhifunktsioonid on andmebaasihaldus ning erinevate versioonide lihtsustatud otsimine (Joonis 28). Vault toetab nii CAD faile kui ka Microsoft Office tooteid nagu Word ja Excel [21].



Joonis 23. Autodesk Vault 2010 ekraanivõte

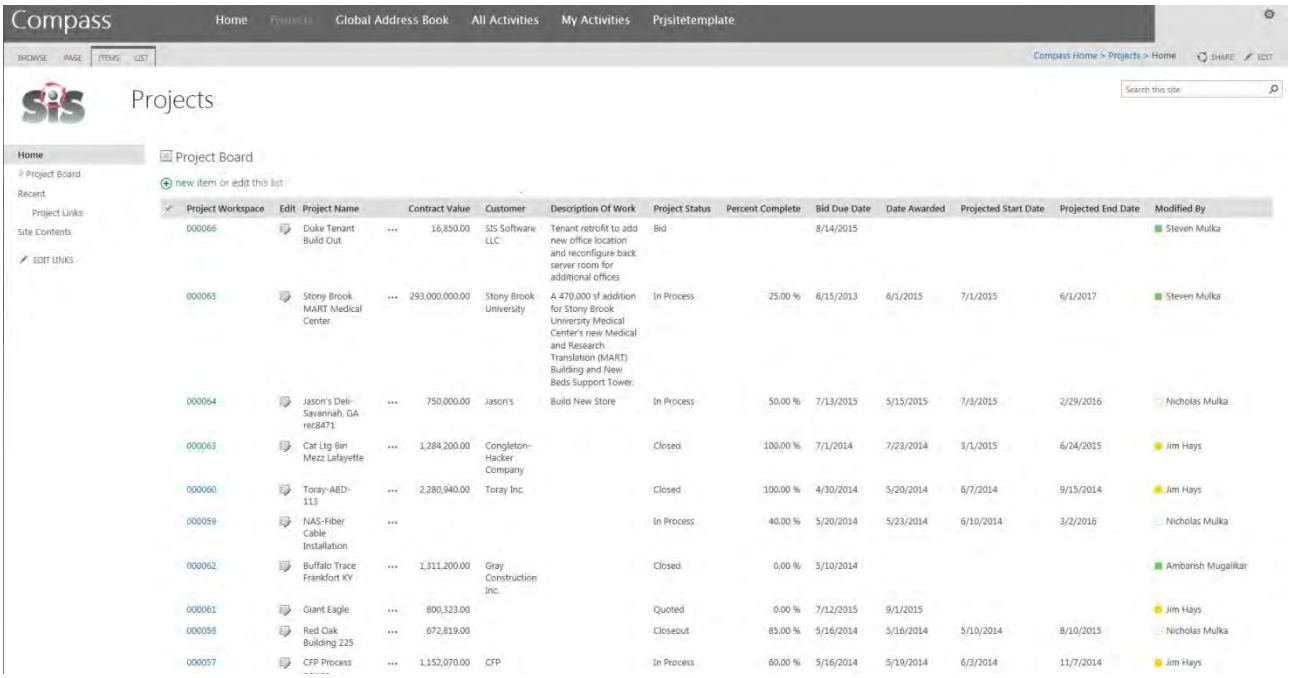
7.1.5 Andmehoidlad ja koostööplatvormid

Dokumentide hoiustamiseks ja haldamiseks saab kasutada CDE platvormide enda serveriruumi. Alternatiivina saab CDE'ga integreerida enamkasutatavad serveripõhised pilvelahendused nagu Dropbox, Google Drive või Microsoft OneDrive.

Vault on mõeldud peamiselt dokumentide haldamiseks, jagamiseks ja projektiinfo kogumiseks. Näiteks Revit'iga (Autodeski mudeldamise tarkvara) mudeldamisel on efektiivne jagada andmeid Vault'i kaudu, kuhu seesama mudel ja metaandmed salvestatakse [16].

Buzzsaw eesmärk on jagada dokumente ning ehitusinfo mudelit suurema projektimeeskonnaga. Andmeid saab jätkuvalt hoida Vault'is, kuid neid tuleb sellisel juhul sünkroniseerida Buzzsaw tarkvaraga. Pärast organisatsioonisisest kinnitust andmete õigsusele jagatakse dokumente ja mudeleid läbi Buzzsaw suurema projektimeeskonnaga (nt. tellija, konsultandid). Nii Vault kui Buzzsaw toetavad erinevate mudelversioonide haldamist, kuid Buzzsaw võimaldab lisaks kontrollida ka mudelitega seotud muudatusi [16].

Buzzsaw ning Vault'i kombinatsiooni saab asendada Bentley ProjectWise või ka näitkes Mircosoft Sharepoint lahendustega. Mõned ettevõtted on kasutanud Sharepoint'i platvormi loodud võimalusi ning integreerinud need enda poolt loodud projektijuhtimise lahendustega. Näiteks on SIS Software liitnud Sharepoint'ile ehituse projektijuhtimise tarkvara Compass (Joonis 29) [22].



Joonis 24. Compass projektijuhtimise lahendus

Rohkete andmete haldamiseks ning nende jagamisel paljude osapooltega on soovitatav erinevate võimalike tarkvara ühilduvusprobleemide ennetamiseks kasutada turul pakutavaid CDE terviklahendusi. Selleks sobivad näiteks nii Bentley, Viewpoint'i kui ka Autodesk'i tooted.

7.2 Mudelprojekti kasutamist võimaldavate avatud InfraBIM failiformaatide analüüs

Infrastruktuuri mudel pannakse üldjuhul kokku väga erinevatest allikatest, mis võib sõltuda kasutatavast projekteerimise tarkvarast ja selle võimalikest väljunditest. Eelistada tuleks avatud standardeid, kuna nende kaudu jääb mudelis olev info alles, mis on oluline koostööprotsessidesse kaasamisel. Avatud standardil baseeruvad osamudelid jagunevad täna kolme suurde gruppi. Nendeks on *LandXML*, *IFC* ning *CityGML*. Ehkki *IFC* on neist kõige levinum, siis on see ennekõike mõeldud konstruktsiooni põhise info jagamiseks (nt sillad, hooned, hoone sisene torustik, raudtee infrastruktuuri projekti puhul ka ooteplatvorm). *IFC* ei sobi näiteks teede ehitusega seotud info jagamiseks, kuna *IFC* puudub sisend infra info edastamiseks. *LandXML* on kõige levinum avatud standardi formaat, mis kannab endas infot nii koridormudelite struktuuri (maapinna kihid, sõidutee katend, kihid jne) kohta kui ka näiteks äravoolutorustiku põhist infot (kaevud, torud). *LandXML* on infra valdkonnas sama levinud väljundformaat kui seda on *IFC* hoonete tasandil. Teisisõnu, *LandXML* väljund on toetatud enamlevinud infra valdkonna projekteerimise tarkvara pakettides (nt *AutoCAD Civil 3D*, *Tekla Civil*, *Trimble Novapoint*, *Bentley InRoads* jt). Kui *IFC* ning *LandXML* on ennekõike üksiku konstruktsiooni või koridormudeli edastamise formaat, siis *CityGML* on linnaplaneeringu esitamiseks mõeldud avatud standardil põhinev formaat. Selle peamine eesmärk on lisada koondmudelisse kontekst, sh võimalusega selle esitusstiili muuta (täpsusklass ehk *level of detail, vt joonis 2.2; 2.3*).

Koondmudel saadakse erinevatest allikastest saadud info kokkutõstmisel (eeldusel, et kõik andmed jagavad ühte ja sama koordinaatsüsteemi). Kui mingi projektinfo pole toetatud *LandXML*, *IFC* formaadis, siis tuleks eelistada algset formaati (nt *DWG*) ja mitte püüda seda teisendada näiteks *IFC*-ks, sest info kaob sellega nagunii ära.

Juhul kui projekteeritav objekt ei sobitu *IFC*, *LandXML* definitsiooni (puudub selleks vastav sisend), siis üldjuhul saab kasutada projekteerimistarkvara originaalfaile või konverteerida algne info mõnda teise sobivasse formaati, kuna algne projektinfo (nt *DWG*) ei ole optimeeritud suurte mahtude taasesitamiseks selle originaalkujul. Tuleb arvestada, et mistahes konverteerimine kaotab üldjuhul mudelis olevat infot.

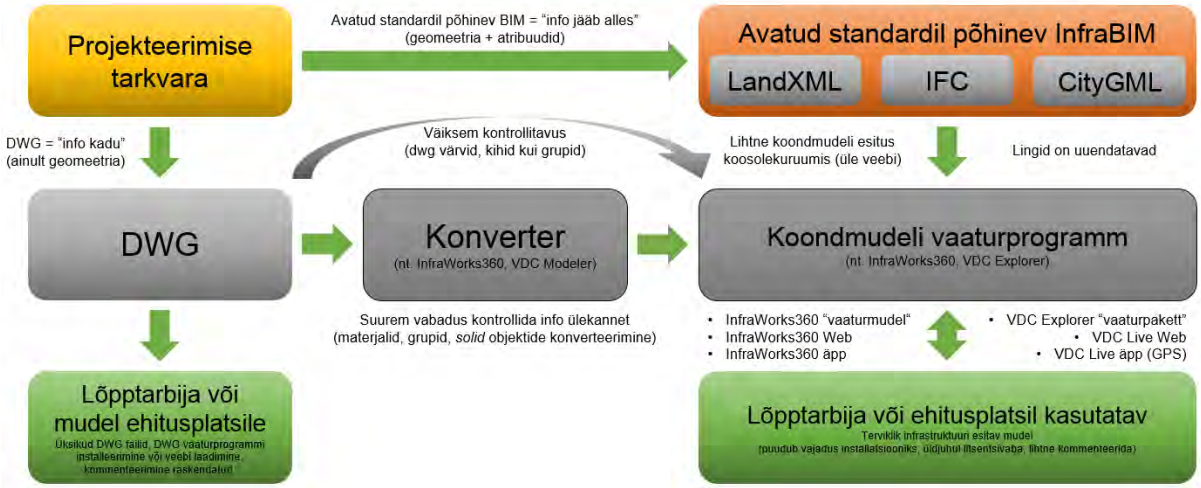
Koondmudelil on väga erinevaid eesmärke. Sealhulgas, vastuolude kontroll, *4D/5D* simulatsioonid, vahetu mudelil põhinev kommunikatsioon ning mudelite jagamine laiema üldsusega või selle teisendamine ehitusmasinatesse sobilikku formaati. Mudelite jagamise laiema üldsusega saab

vaadelda erinevaid vaatenurkasid. Tänasel päeval on seda võimalik teha nii vaaturpaketina (suured andmemahud just infraprojekti juures), veebibrauseris vaadatava mudelina (ei eelda installeerimist, vaid ainult vaatamisõigust) või nutiseadme vahendusel (eeldab vastava äpi installeerimist). Nutiseadme vahendusel kasutatav mudeli vaatamine võib lisaks kaasata ka liitreaalsust (*augmented reality*), kus mudelit vaadatakse ehitusplatsil selle tänases kontekstis.

Joonis 8 esitab põhimõttelise skeemi infrastruktuuri mudeli valmimise tööprotsessidest andmeallika tähenduses (universaalne mistahes staadiumis).

Üldjuhul ei ühti koondmudeli loomise tarkvara projekteerimise tarkvaraga. Ainult erandkorras, kui kõik osapooled kasutavad ühte ja sama platvormi (*BIM Level 3*), siis võiks koondmudeli loomise tarkvara ühtida projekteerimise tarkvaraga.

Koondmudeli loomise tarkvara juures tuleb arvestada, mida soovitakse koostöömudeliga teha ning mis on mudeli loomise eesmärk. Lisaks tuleb tähele panna, et hoonete valdkonnas kasutatavad koondmudelite tarkvarad ei ole mõeldud infravaldkonna koondmudelite esitamiseks. Puuduseks on infravaldkonnas kasutatavate avatud standardite toe puudmine (nt *LandXML*, *CityGML*). Koondmudelite üks oluline väljund on kindlasti selle taaskasutus erinevate osapoolte poolt aga ka võimalus kasutada seda erinevate simulatsioonide läbi viimiseks (nt vastuolude kontroll, *4D/5D* simulatsioonid jt).



Joonis 25.Infrastruktuuri koondmudeli valmimise protsess ning selle erinevad rakendused

Koondmudeli loomise tarkvara on nagu iga teine tarkvara, mis on üldjuhul litsentsi eeldav toode. Samas tuleb tarkvara valimisel lähtuda ka asjaolust, mis eesmärgil osapool mudelit kasutab. Näiteks, partner, kellele on oluline vaid mudeli visuaalne pool, võimalus seda vabalt navigeerida, lisada

kommentaare – siis selleks piisab ka veebipõhisest mudeli vaatamisest. Samas osapool, kes vastutab vastuolude kontrolli ja *4D/5D* simulatsiooni loomise eest, sellel peab infravaldkonnas olema litsentsiga (tasuline) toode, sest tema reaalne kasu tuleb koostöömudeli analüüsidest, mis omakorda aitavad kokku hoida projektiga seotud ootamatuid kulutusi.

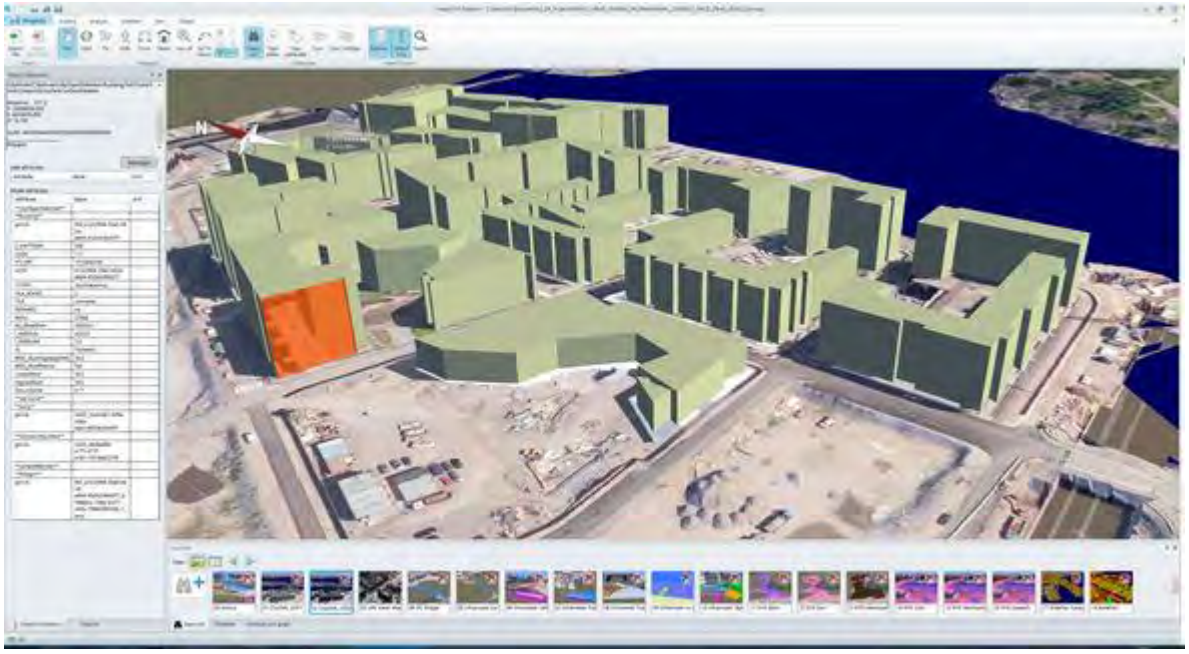
Mõned näited Eestis ja Põhjamaades kasutatavatest koondmudelite loomise tarkvaradest on esitatud Tabelis 2.1.

Tabel 2.1. Infravaldkonna koostöömudelite loomise tarkvara näiteid.

Tarkvara tootja	**Tarkvara**	**Suunatud infra valdkonna koondmudelite loomisele (avatud formaatide tugi)?**	**Simulatsioonide tugi**	**Mudel brauseris?**
Autodesk	Navisworks (BIM 360 Glue)	Osaliselt (puudub LandXML, CityGML tugi)	Vastuolude kontroll 4D / 5D	Jah (Autodesk BIM 360 vahendusel)
Autodesk	InfraWorks 360	Jah	Ei	Jah
Bentley	Navigator	Ei	Vastuolude kontroll 4D / 5D	Ei
Solibri	Model Checker	Osaliselt (puudub LandXML, CityGML tugi)	Vastuolude kontroll 4D / 5D	Ei
Trimble	BIMsight	Osaliselt (puudub LandXML, CityGML tugi)	Vastuolude kontroll	Ei
Trimble	Connect	Osaliselt (puudub CityGML tugi)	Vastuolude kontroll	Jah
Viasys	VDC Explorer (VDC Live)	Jah	Vastuolude kontroll 4D / 5D	Jah

Tabel 2.1 ei lähtu projekteerimise tarkvaradest, vaid koostöömudelite loomise tarkvaradest. Sellest lähtuvalt on loetelu oluliselt lühem.

Koondmudeleid luuakse projekti käsitlevast eelprojekti (planeeringu) staadiumist alates. Näiteid koondmudelite väljunditest on toodud järgnevatel joonistel (reaalsed projektid).



Joonis 26.CityGML infrastruktuuri koondmudelis (täpsusklass LOD1, hoone karp; Viasys VDC Explorer), iga hoone kannab endas infot (Allikas: Helsinki City Model).



Joonis 27. CityGML infrastruktuuri koondmudelis (täpsusklass LOD2, hoone täpsem esitus koos fotol baseeruva materjaliga; Viasys VDC Explorer), iga hoone kannab endas täiendavat infot (Allikas: Helsinki City Model).

Olemasoleva olukorra kaasamine teostumudeli koostamiseks



Joonis 28. Olemasolevate hoonete osa kaasatud punktipilvest genereeritud mesh mudelina (Viasys VDC Explorer)(Allikas: Helsinki City Model).

Konstruktsiooni (hoone) esitus erinevas detailsusastmes



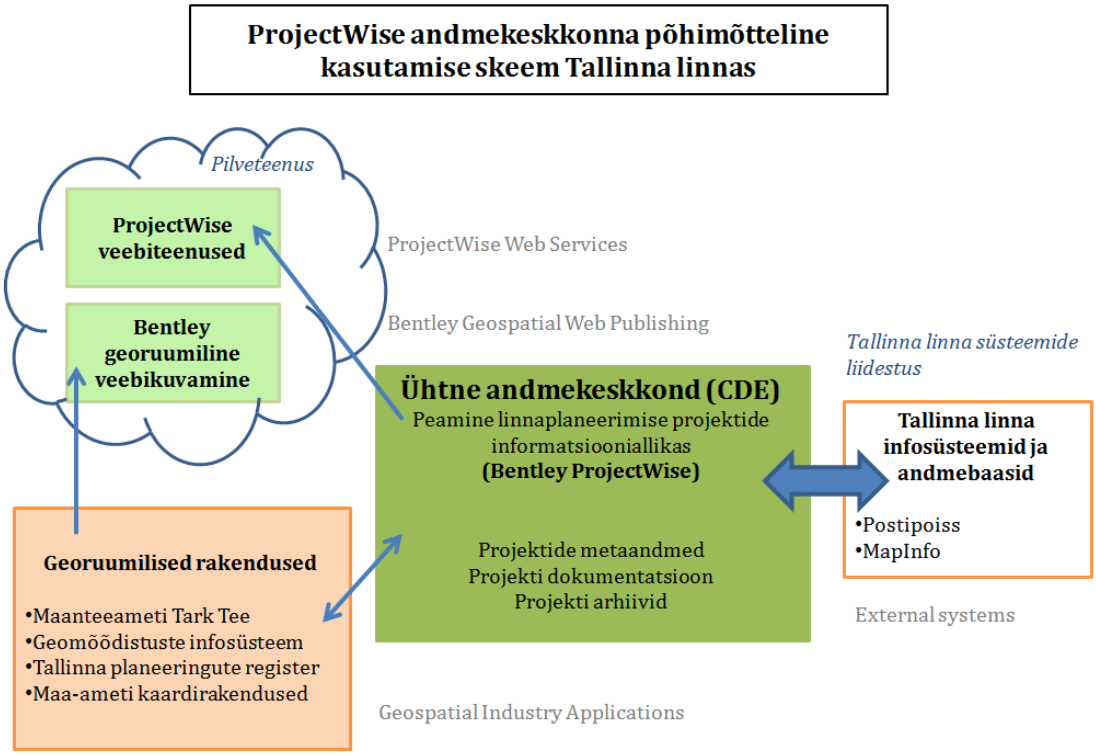
Joonis 29. Vasakpoolsel pildi hoone CityGML formaadis, ning paremal IFC formaadis (Viasys VDC Explorer)

7.3 Ettepanekud projektipanga kasutusele võtmiseks

Projektipangana võiks Tallinna linnas kasutusele võtta Bentley ProjectWise'i ühtse andmekeskkonna (CDE). Põhjuseid on neli:

- ProjectWise toetab infraprojekte nagu käesoleva uuringu raames teostatud pilootprojekt.
- Bentley georuumilised tarkvaratooted koos ProjectWise'ga toetavad Tallinnas kasutatavaid andmebaase ja infosüsteeme ning loovad ühtse integreeritud kaardil kuvamise võimaluse.
- ProjectWise on edukalt tõestanud ennast Helsingi linna ühtse andmekeskkonnana.
- Tallinna erinevad ametid kasutavad oma töös Bentley tarkvara Microstation.

Joonisel 30 on kujutatud ProjectWise'i andmekeskkonna põhimõtteline kasutamise skeem Tallinna linnas. Skeem on illustreeriv.



Joonis 30. ProjectWise põhimõtteline kasutamise skeem Tallinnas

Kesksel kohal on ühtne andmekeskkond (CDE), mis võiks kujuneda peamiseks linnaplaneerimise projektide informatsiooniallikaks. Andmeid hoitakse ProjectWise'i serveris või liidestatakse ProjectWise mõne teise serveriteenuse pakkujaga. CDE sisaldab projektide metaandmeid, dokumentatsiooni ning arhiivi.

CDE'ga on mõlemapoolselt liidestatud Tallinna linna infosüsteemid ja andmebaasid (nt. ametkondade vaheline Postipoiss ja ametkondade sisene MapInfo). Lisaks on võimalik CDE-ga liidestada täna kasutusel olev planeeringute register.

Georuumilised rakendused on integreeritud nii CDE kui ka Bentley georuumilise veebikuvamise võimalustega. Lahendus lubab georuumilisi liidestusi kuvada pilves, tagades ajakohase infoliikumise ning kättesaadavuse. Georuumilised rakendused on näiteks Maanteeameti Tark Tee, geomõõdistuste infosüsteem, Tallinna planeeringute register ja Maa-ameti kaardirakendused.

ProjectWise'i veebiteenused võimaldavad CDE andmete pilves jagamist teiste projekti osapooltega.

7.4 Tee-tänava planeerimise ja rojekteerimise protsessiskeem Kommunaalametis

Töös viidi läbi intervjuud, mille jooksul kaardistati erinevate linnaametite ülesanded ning tegevused projektide koostamisel. Joonisel 27 esitatud protsessiskeem on aluseks ühtse andmekeskkonna (CDE) loomisel, seda projekti initseerimise ja koostamise perioodil. Koostatud skeem toob välja erinevad osapooled, mida kaasatakse projekti tehniliste tingimuste kirjeldamisel, samuti on skeemilt võimalik tuvastada aegrida, mis järjekorras projekt liigub erinevate osapoolte kätte.

Ühtse andmekeskkonna puhul tekib efektiivsem suhtlus ühe andmebaasi kasutamisel. Lisaks muutub efektiivsemaks osapoolte kommunikatsioon erinevates projekti staadiumites. Näiteks hangete korraldamisel, kus lisaks linna ametitele on kaasataud teised osapooled (TPJ, pakkujad, konsultandid jt.). Arvestades tänast praktikat, kus laekunud taotlused registreeritakse ning seejärel teostatakse toimingud e kirja ning ka paberkandjatel on ühtse andmeskkonna abil võimalik toiminguid hallata operatiivsemalt. Küsitlustes selgus, et kasutusel on mitmed erinevad süsteemid (Postipoiss, planeeringute register, Mapinfo rakendus jms), ühtse andmekeskkonna kasutamisel on eesmärgiks koondada erinevad toimgud ühtsesse keskkonda, mis on võimeline integreerima olemasolevad

süsteemid ja rakendused. Ühtse andmekeskkonna üheks töövahendiks on projektipank, mis võimaldab kuvada jooniseid ning mudeleid, seetõttu ei ole vaja omada inseneritarkvara. Info vaatamiseks ja infopäringuteks on võimalik kasutada veebibrauserit või aplikatsiooni, mis on kasutatav nutiseadmetes. (vt. ptk. 7.1.)

Lähtuvalt Kommunaalameti projektide ja planeeringute kooskõlastamise protseduurist ei saa otseselt tuua ettepanekut, kuidas projektide ja planeeringute kooskõlastamise protseduure muuta veelgi kiiremaks, tänases praktikas on ameti erinevate osakondade vaheline kooskõlastus mõõdetav päevades ning kogu projekti kookõlastuse perioodi arvestades ei ole ajalises mõistes tegemist määrava tähtsusega toiminguga. Ühtse andmekeskkonna juurutamise eesmärk on tõhustada liikumist erinevate linnaametite vahel. Sisuliselt tähendab see linnaplaneerimise ameti digitaliseerimist, kus planeeringute ja kooskõlastuste registreerimine ning menetlemine muutub automaatseks. Kokkuvõttes tähendab see tervikliku süsteemi arendamist, kus ei saa süsteemi arendamise kohustust panna ainult ühele ametile. **Projekti initsiaator võiks olla linnaplaneerimise amet ning sobiva platvormi välja valmisel on võimalik pilootprojektina kasutada ühtse andmesüsteemi üksikuid mooduleid, näiteks projektipanga rakendus.**

Veebruar -august aastal 2016 viisid ettevõtted CoreGrow ja Piksel läbi Tallinna linna hooldus-, heakorra- ja haljastustööde infosüsteemi loomise äri- ja eelanalüüsi. Töö käigus on analüüsitud Kommunaalameti ja seotud linna asutuste protsesse.

Välja on pakutud erinevad portsessid:

- Ühised protsessid
- Tallinna Kommunaalameti protsessid
- Linnaosavalituse protsessid
- Munitsipaalpolitsei protsessid

Analüüsi tulemusena on koostatud *"As-is"* ning *"To-be"* protsessid. *"As-is"* kajastab protsesse Tallinna linnas hetkel. *"To-be"* on analüüsi tulemusena koostatud ettepanekud.

Ühisprotsessidena on toodud välja:

P1.1 – Hanke korraldamine
P1.2 – Hankelepingu muutmine
P1.3 – Eelarve planeerimine

Kommunaalameti protsessidena on toodud välja:

P2.1 – Abitelefon: kõnede menetlemine
P2.2 – Erakorraliste tööde läbiviimine
P2.3 – Hooldusleping ute aruandlus
P2.4 – Kontrollreidide tegemine
P2.5 – Kadrioru Park: tööde elluviimine

Keskkonnaameti protsessidena on toodud välja:

P3.1 – Haljastute infosüsteemi haldamine
P3.2 – Tööde kontrollimine
P3.3 – Mänguväljakute ja koerte jalutusväljakute hooldamine
P3.4 – Hulkuvate loomadega tegelemine

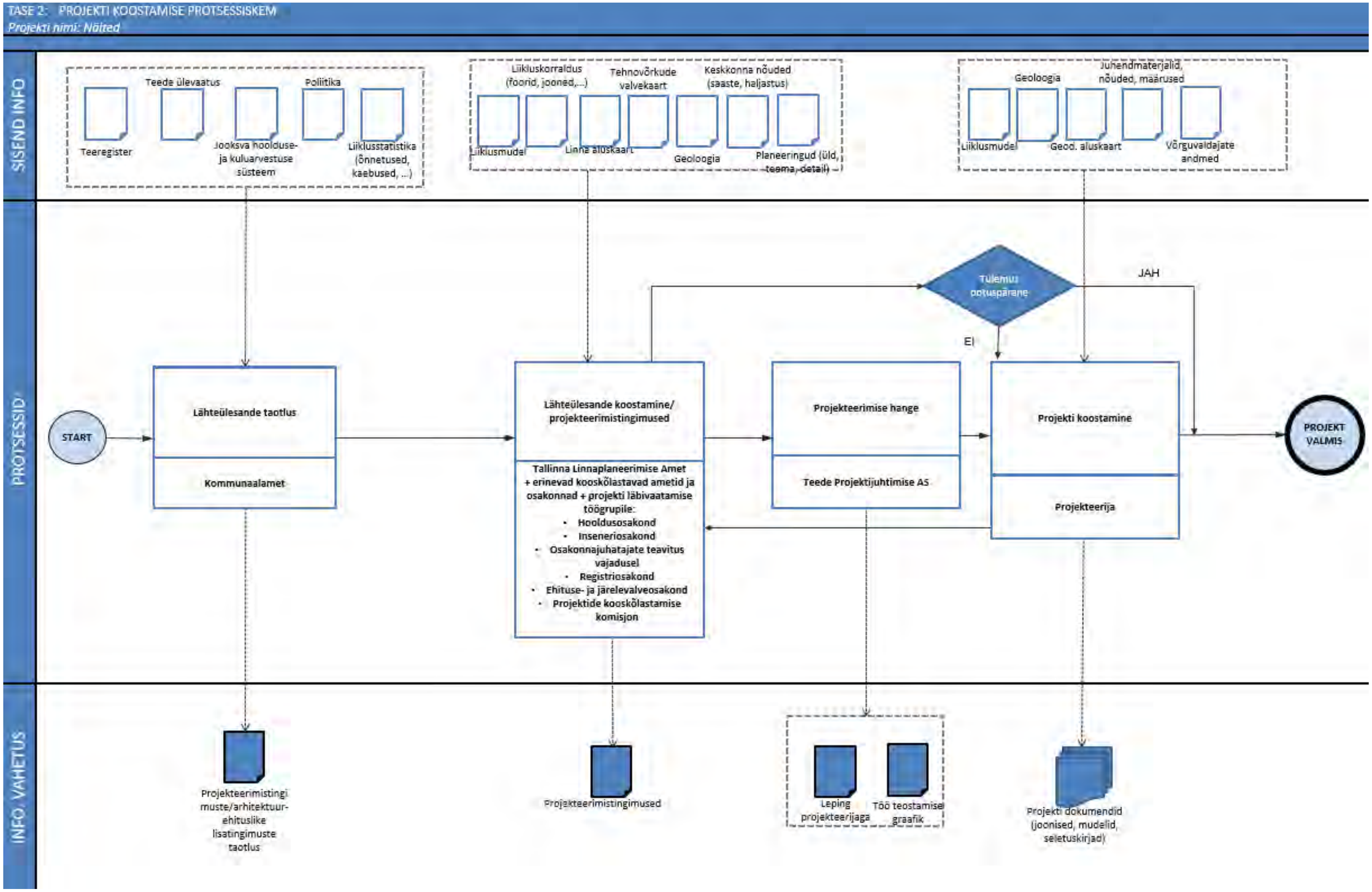
Linnaosavalitsuste protsessidena on toodud välja:

P4.1 – Kaebustega tegelemine
P4.2 – Tööde kontrollimine
P4.3 – Teenusepakkujatega arveldamine
P4.4 – Määritud linnavara puhastamine
P4.5 – Tööde elluviimine

Munitsipaalpolitsei Ameti protsessidena on toodud välja:

P5.1 – MuPo: kaebustega tegelemine
P5.2 – MuPo: koostöö 1345ga
P5.3 – MuPo: mittevastavustega tegelemine

Analüüsis on koostatud protsesside kirjeldused “To-be” ehk siis planeeritud olukorras, samuti on koostatud graafilised protsesside kujutised. Materjal on leitav eelanalüüsi lõppraportist.



Joonis 27. Projekti koostamise protsessiskeem

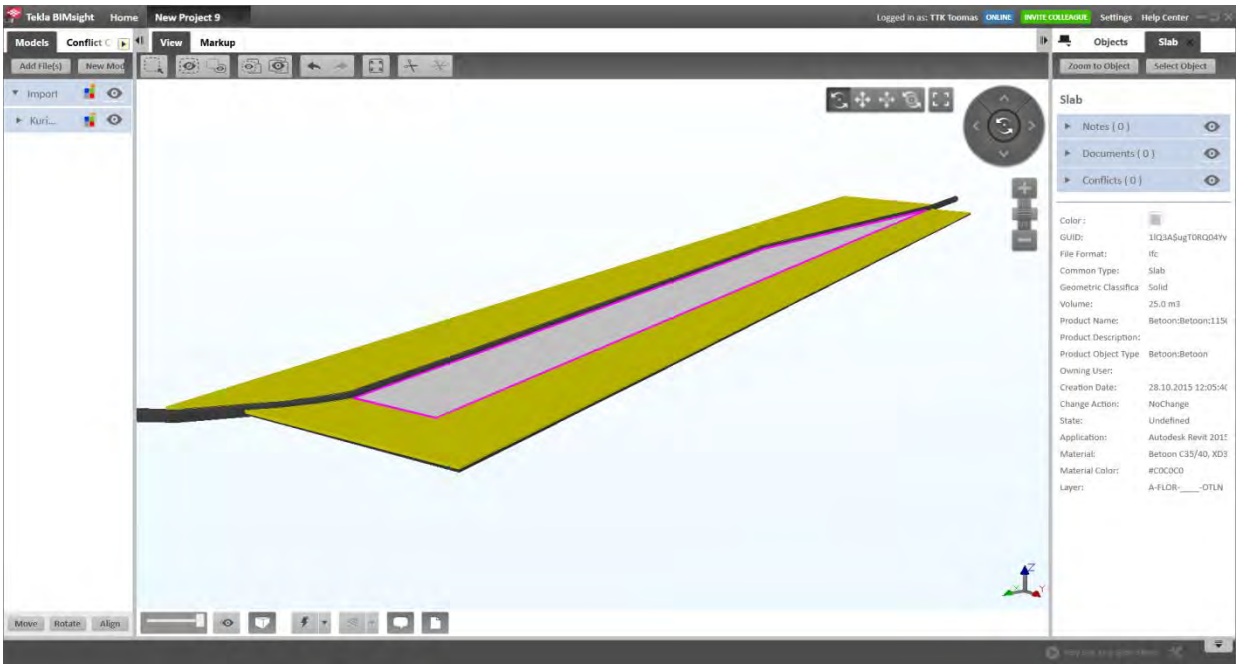
8 PILOOTPROJEKT

8.1 Projekti kirjeldus

Mudelprojekteerimise rakendamise pilootprojektina on kasutatud Kuristiku bussipeatuse rajamist. Reeglina ei koostata nii väikesemahulisele projektile eraldi projekte, kasutatakse tüüplõikeid ning asendiplaanist lähtuvat paiknemist. Projektis on üheks eesmärgiks kasutada laserskaneeringut teostusinformatsiooni kogumiseks.

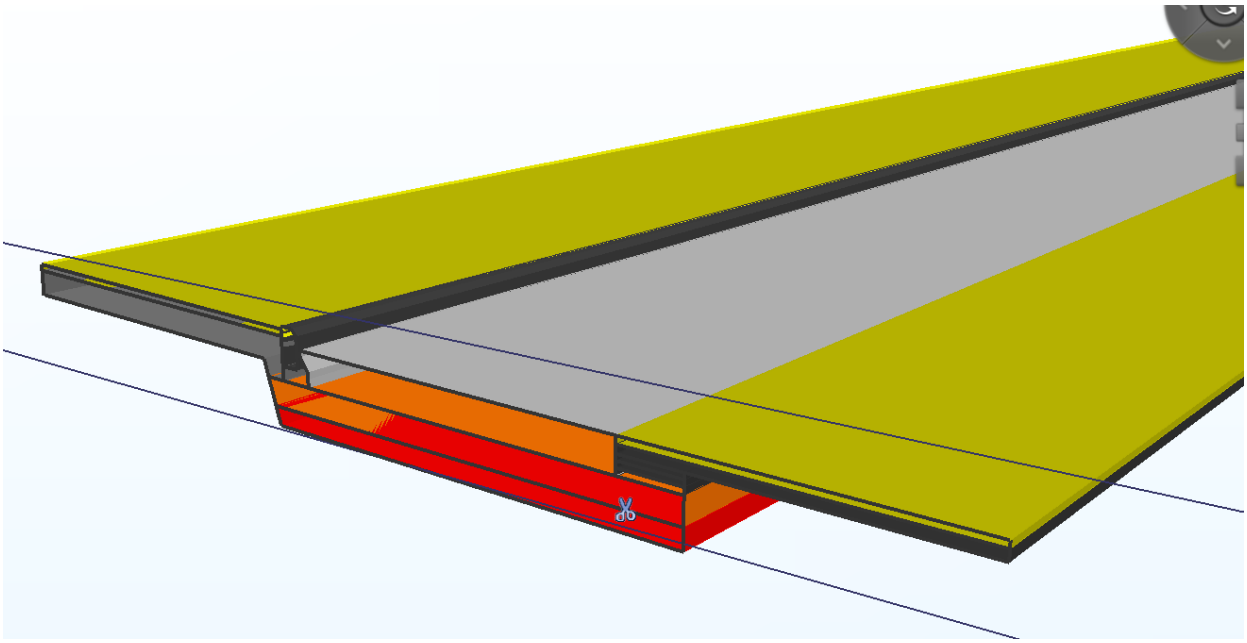
8.2 Võimalikud mudeli kasutusalad

Pilootprojektis on kasutatud modelleerimiseks programmi Revit, et näidata, kuidas toimub mudeli põhjal informatsiooni päring ning teiste rakenduste kasutamine (näiteks ajagraafik ja võrdlus skaneeritud pinnaga). Loodud mudeli põhjal on võimalik vabavaraliste vaatamisprogrammide abil teha loodud mudelist infopäringuid. Näiteks programmis TeklaBIMsight on võimalik leida mõõtmeid, elemendi omadusi, mahtusid. Joonisel 28 on toodud ekraanivõte programmist TeklaBIMsight, programmis on leitud näitena betoonosa maht.



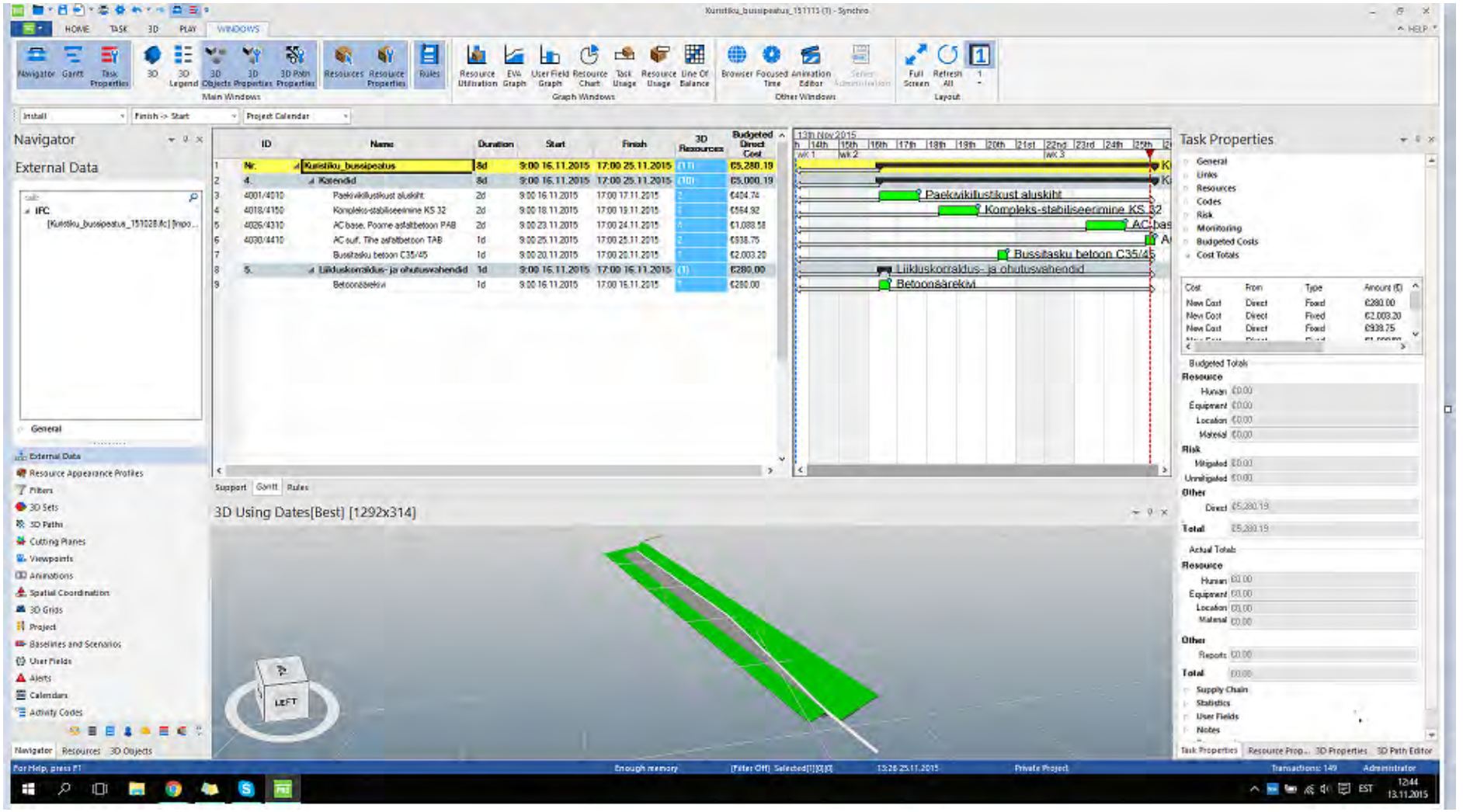
Joonis 28. Mahuinfo päring programmis Tekla BIMsight

Samuti on võimalik rakenduses teha lõiked mudelitest vajalikest kohtades.



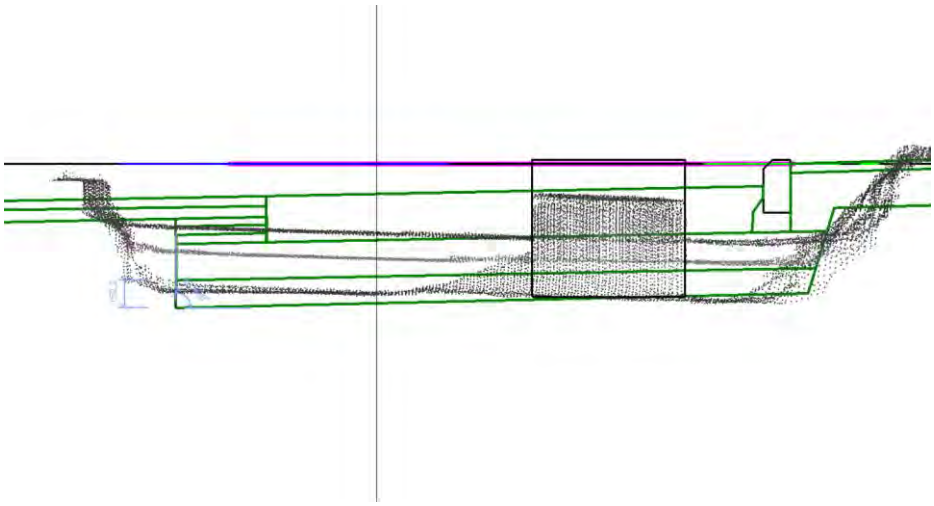
Joonis 29. Dünaamiline lõige programmis Tekla BIMsight

Pilootprojektis on ajagraafiku koostamisel kasutatud programmi Synchro, milles on võimalik sisse laadida inseneriprogrammides koostatud mudelid, lisaks on võimalik tuua programmi levinud projektijuhtimise tarkvarades koostatud ajagraafikuid. Toetatud on infovahetus programmidega MS Project ja Primavera. Ajagraafiku loomise näide on toodud joonisel 30



Joonis 30. Ajagraafiku loomine programmis Synchro

Ehitustööde teostamise faasis on võimalik liita tehtud projektlahendus ja objektil tehtud laserskaneering. Lahenduse abil on võimalik selgitada, kas geomeetriliselt on teostatud töö korrektne. Allolevatel joonistel on tehtud näited kasutusvõimalustest. Joonisel 31 on programmis Revit võrreldud projektlahendust ja tegelikkuses rajatud kihte.



Joonis 31. Laserskaneeringu ja projektlahenduse kihtide võrdlus

8.3 Pilootprojekti kokkuvõte

Planeeritud pilootprojektis oli peamiseks eesmärgiks kontrollida lähtematerjali kasutatavust erinevates tarkvararakendustes, mille abil on võimalik projekti vaadata, teha infopäringuid, luua ajagraafikuid ning võrrelda projekteeritud lahendusi tegeliku olukorraga.

Teostatud laserskaneeringu tõhusama kasutuse eesmärgil on soovitus kasutada oluliselt väiksemat punktipilve tihedust, näiteks 50x50 millimeetrit. Mõõdistusel kogunenud andmete hulk kujuneb projektis väga suureks ning seetõttu tuleb optimeerida andmete koguseid. Mõõdistuse kasutamise lihtsustamiseks andmete võrdlusel on soovitus projektile rajada kokkuleppeline projekti koordinaatide alguspunkt (element peab olema ruumiline kujund), mis on seotud absoluutse süsteemiga. Projektipõhise alguspunkti abil on võimalik tööversioone nii mõõdistustel kui mudelite koostamisel oluliselt lihtsamalt võrrelda ning vajadusel luua koondmudeleid.

Projektide planeerimisel ja läbiviimisel tuleb silmas pidada, et kasutatavad programmid ning rakendused on koostalitusvõimelised. Selle selgitamiseks on projekti rakenduskava koostamisel vajalik koostada testmudel, mille abil on võimalik selgitada erinevate rakenduste koostoimimine.

Pilootprojekti kogemusest lähtuvalt saab ühe ettepanekuna tuua välja ka projektinformatsiooni jagamise vajaduse ühtses keskkonnas. Pilootprojekti jooksul oli töörühmal tõsiseks väljakutseks tööprojekti viimase versiooni hankimine ning koostatud materjalide jagamine.

Pilootprojekti läbiviimise hetkel ei olnud laekunud töövõtjalt töö teostusdokumentatsioon. See viitab samuti kitsaskohale asjaajamises, kus vajalik info valminud objekti kohta laekub viiteajaga, mis omakorda raskendab võimalike puuduste avastamist ning avastamisel muudab puuduse kõrvaldamise oluliselt kulukamaks.

9 KOKKUVÕTE

Uuringus keskenduti uudetele tehnoloogiatele ning nende kasutusvõimalusele. Vaadeldi kommunaalteenuste seisukohast lähtuvaid toiminguid. Läbiviidud intervjuud kinnitasid, et küsimus ei ole niivõrd ühe valdkonna info kvaliteedis ja info haldusprotsessides kui kogu linna infosüsteemide tervikuna toimimises ning kasutatava alusinformatsiooni usaldusväärsuses. Läbiviidud intervjuud linna ametites näitasid, et peamiseks takistuseks on lähteinformatsiooni usaldusväärsus, samuti ühe ja sama informatsiooni korduv sisestamine ning dokumendi haldus, sealhulgas erinevate avalike teenuste ametkondade sisene menetlemine. Olulise kitsaskohana selgub intervjuudest, et hetkel on puudus usaldusväärsest Tallinna aluskaardist, mis sisaldaks alusinformatsiooni erinevateks linna toiminguteks. Samas on praktilise väärtusega vahetult projekti alustamisele eelnev kontrollmõõdistus geodeesia ettevõtte poolt, kes tuvastab erisused senitehtud mõõdistustega. Sellest aspektist lähtuvalt ei ole mõistlik väga detailse aluskaardi rakenduse loomine.

Uuringu soovitused:

1. Viia läbi linna infosüsteemide audit, kus selgitada informatsioonihalduse põhimõtted ja selgitada nii infosisendid kui –väljundid linnaametite töös. Töö ühe etapina on juba koostatud Kommunaalemti tellimusel teostatud TALLINNA LINNA HOOLDUS-, HEAKORRA- JA HALJASTUSTÖÖDE INFOSÜSTEEMI LOOMISE ÄRI- JA EELANALÜÜS, teostajateks CoreGrow OÜ koostöös Piksel OÜ-ga ajavahemikus veebruar - august 2016.
2. Kaaluda linna dokumendihalduse süsteemina keskkonda Bentley ProjectWise, mis on edukalt käivitunud Soome suuremates linnades. Süsteemi integreerimisettepanekute juures arvestada eelmises punktis toodud eelanalüüsi ettepanekuid. Tulemusena on loodud eeldused süsteemiks, kus andmebaasi infot päritakse BIM mudelite pealt. ProjectWise keskkonna testimiseks on soovitatav läbi viia testimine, katseobjektiks saab võtta loodava Suur Sõjamäe tee mudelprojekti.
3. Korraldada Tallinna infosüsteemide linnapoolse “peaarhitekti” kohtumine Bentley ProjectWise esindajatega. Eesmärk leida lahendusi ProjectWise lahenduse ja punktis 1 nimetatud eeluuringute ettepanekute liitmiseks.
4. Töötada välja mudelprojekteerimise nõuded nii taristu kui hoonete projektidele. Esimese etapina koostatakse käesoleva töö koosseisus YIV 2015 (InfraBIM) juhendite tõlge. Töö tähtajaks on 01.05.2017.

5. Töötada välja mudelprojekteerimise protsessikaardid nii taristu kui hoonete projektidele, selle eelduseks on linnas valdkonnaga tegeleva spetsialisti(de) olemasolu, seda nii ühe ameti kui ka kogu linna tasandil
6. Käesoleva töö raames on koostatud nõuded InfraBIM projekteerimise koostamiseks. Järgmiseks etapiks tuleks koostada nõuded InfraBIM teostusdokumenatsioonile, sealhulgas teostusmdelitele. Tööde eeleanalüüsina tuleb selgitada Kommunaalamatis kasutatavate haldus- ja hooldussüsteemide funktsionaalsed vajadused (punkt 1 eelanlüüsis vadavalt tehtud) ning täiendavalt selgitada süsteemide tehnilised nõuded. Kommunaalameti infovajaduse seisukohast lähtuvalt saab väita, et esimesel lähenemisel on vajalik viia olemasolev informatsioon masinloetavale kujule ning samal ajal töötada välja infohaldamise süsteem, mis toetab nii ametite vahelist koostööd kui ka pakutavate avalike teenuste kvaliteedi tõusu.

10 KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

Alt, A., Parts, E.-R., Kroon, K., Saidla, S., & Pikas, E. (2014). Mudelprojekteerimise projektijuhi kvaliteedikäsiraamatu koostamine.

AruCAD. (kuupäev puudub). *InfraBIM*. (AruCAD) Kasutamise kuupäev: 6. november 2015. a.

Autodesk BIM 360 Glue. (2015). Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2015. a., allikas http://www.autodesk.com/products/bim-360-glue/overview

Autodesk Buzzsaw. (2015). Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2015. a., allikas http://www.autodesk.com/products/buzzsaw/overview

Autodesk Vault. (2015). Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2015. a., allikas http://www.autodesk.com/products/vault-family/overview

Bentley. (kuupäev puudub). *ProjectWise*. Kasutamise kuupäev: 4. november 2015. a., allikas https://www.bentley.com/en/products/brands/projectwise

BIMtaskgroup. (2011). *A report for the Government Construction Client Group.*

Building Design . (6. juuni 2014. a.). *BIM - collaboration and the common data environment*. Kasutamise kuupäev: 28. oktoober 2015. a., allikas http://www.bdonline.co.uk/cpd-14-2014-bim-collaboration-and-the-common-data-environment/5068904.article

buildingSMART. (2011). *Information Delivery Manuals*. (buildingSMART International Ltd.) Kasutamise kuupäev: 2014, allikas buildingSMART: http://www.iug.buildingsmart.org/idms/

BuildingSMART Finland. (2012). COBIM Mudelprojekteerimise üldjuhendid 2012. Helsingi, Soome.

CoreGrow, & Piksel. (2016). *TALLINNA LINNA HOOLDUS-, HEAKORRA- JA HALJASTUSTÖÖDE INFOSÜSTEEMI LOOMISE ÄRI- JA EELANALÜÜS.* Tartu.

Designing Buildings. (17. juuli 2015. a.). *Common data environment CDE*. (Designing Buildings Ltd.) Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2015. a., allikas http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE

Excitech. (2012). *Bim in construction. Focus: part 1.* Enfield, Middlesex: Excitech.

InfraBIM. (2015). *InfraBIM Guidelines.* Kasutamise kuupäev: 11. november 2015. a., allikas http://www.infrabim.fi/en/requirements-and-guidelines/common-infrabim-requirements/

Jeffrey, W. (8. January 2007. a.). *IDM Methodology : Process Mapping.* Kasutamise kuupäev: 5. September 2014. a., allikas Quick Guide to BPMN: http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/QuickGuideToBPMN.pdf/view

Karits, J. (2015). *Ülevaade mudelprojekteerimise protsessiskeemide võimalustest.* Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool.

Maanteeamet. (2011). *2009-2011 hindade võrdlus*. (Maanteeamet) Kasutamise kuupäev: 30. oktoober 2015. a., allikas http://www.mnt.ee/public/2011-2009_maksumus_veebilehele.pdf

Malleson, A., Watson, D., Heiskanen, A., Finne, C., & Huber, R. (2014). *NBS International BIM Report 2013.* London: NBS.

McGrawHillConstructionResearch&Analytics. (2014). *Smart Market Report.* McGraw Hill Construction.

RIBA Enterprises Ltd. (veebruar 2015. a.). *Understanding BIM in a project management environment*. Kasutamise kuupäev: 21. oktoober 2015. a., allikas http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/understanding-BIM-in-a-project-management-environment.asp

Riigi Kinnisvara AS mudelprojekteerimise juhend ver. 31.01.2013. (31. 01 2013. a.). Tallinn , Eesti.

SIS. (2015). *Compass – Microsoft SharePoint For Construction*. Kasutamise kuupäev: 5. november 2015. a., allikas http://www.sisn.com/sharepoint-for-construction/

Suomisto, J. (2015). *3D City Information Model.*

Tallinn. (kuupäev puudub). *Tallinn*. Allikas: Tallinna linna koduleht.

Tarkkala, J. (2015). *BIM-based Process Management in Municipal Planning.* Vilnius.

Tarkkala, J. (2015). *BIM-based Process Management in Municipal Planning.*

Team, P. S. (Mai 2011. a.). *www.bim.psu.edu.* Kasutamise kuupäev: 03. September 2014. a., allikas BIM Execution Planning: http://bim.psu.edu/Project/resources/default.aspx

The British Standards Institution. (2013). *PAS 1192-2:2013.* The British Standards Institution Limited.

Viewpoint. (2015). *Viewpoint Construction Software*. Kasutamise kuupäev: 4. november 2015. a., allikas http://en-gb.viewpoint.com/

11 LISA 1 LÄBIVIIVUD INTERVJUUDE KÜSIMUSED

Uuringu tutvustus

Tallinna linn koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga viib läbi uuringu, mille peamiseks eesmärgiks on kaardistada ehitusinformatsiooni liikumine, informatsiooni kasutamine ning erinevad menetlustoimingud. Uuringu tulemusena kaardistatakse erinevad osapooled, mis pärivad, sisestavad, töötlevad informatsiooni.

Uuringu tulemus annab sisendi uue infosüsteemi loomiseks, mis tõstab linna avalike teenuste kvaliteeti ning muudab tänased süsteemid efektiivsemaks.

Läbiviidud uuringu tulemused töödeldakse ning üldistatakse, mis tagab uuringus osalejate konfidentsiaalsus

Küsimused intervjuuks:

1. Institutsiooni nimetus
2. Institutsiooni funktsioon Tallinna linnas.
3. Kes ja mis on institutsiooni peamised informatsiooni tarbijad?
4. Millised institutsioonid töötavad ja millised peaksid töötama koos.
5. Millistest allikatest pärineb teie sisend- ning alusinformatsioon?
6. Milline on väljundinformatsioon, mida edastate?
7. Millised on infosüsteemid ning informatsiooni kanalid asjaajamisel?
8. Millised on failiformaadid teie asutuse töös?
9. Milliseid korralduslikke ja tehnilisi tegureid peate problemaatiliseks? Mis võiks olla teisiti?

Muud ettepanekud.

12 LISA 2 MUDELPROJEKTEERIMISE NÕUDED SUUR SÕJAMÄE TEE REKONSTRUEERIMISEL

Uurimistöö esimes etapis koostati nõuded mudelprojekteerimisele Suur Sõjamäe tee rekonstrueerimisel.

Nõuded on koostatud tuginedes Soomes InfraBIM juhendmaterjalidele YIV 2015. Nõuete dokumendis on viited YIV 2015 juhenditele. Rekonstrueerimise projekteerimise riigihanke väljakuulutamise hetkel on juhendid kättesaadavad soome keelsetena. Uuringu töörühm tegeleb materjalide eesti keelse tõlke loomisega. Materjalide toimetatud tõlke tähtaeg on 01.05.2017.

Koosatud materjal defineerib nõuded kuni põhiprojekti staadiumini. See on eelduseks ehitusmaksumsue hindamiseks. Nõuete juures tuuakse välja eesmärgina hilisem materjali kasutamise võimalus ehitustööde läbiviimisel (masinjuhtimise programmide kaustamine)

Mudelprojekteerimise nõuded on esitatud nelja dokumendina

- BIM nõuded projekteerimishankel
- Lisa 1 Mudeli andmesisu
- Lisa 2 Kvaliteedi tagamine
- Lisa 3 Esitlusmudelid