



**TAL
TECH**

SISSEJUHATUS BIMi

Raido Puust, *MSc, PhD*

professor

raido.puust@taltech.ee

ÜLEVAADE

- Terminoloogia
- BIM printsiibid
- BIM vs CAD
- BIM vs traditsiooniline projekti teostus
- BIMi kasutuseesmärgid
- BIMi eeldatav kasu erinevatele osapooltele
- Olulisemad lähituleviku trendid

BIM ?

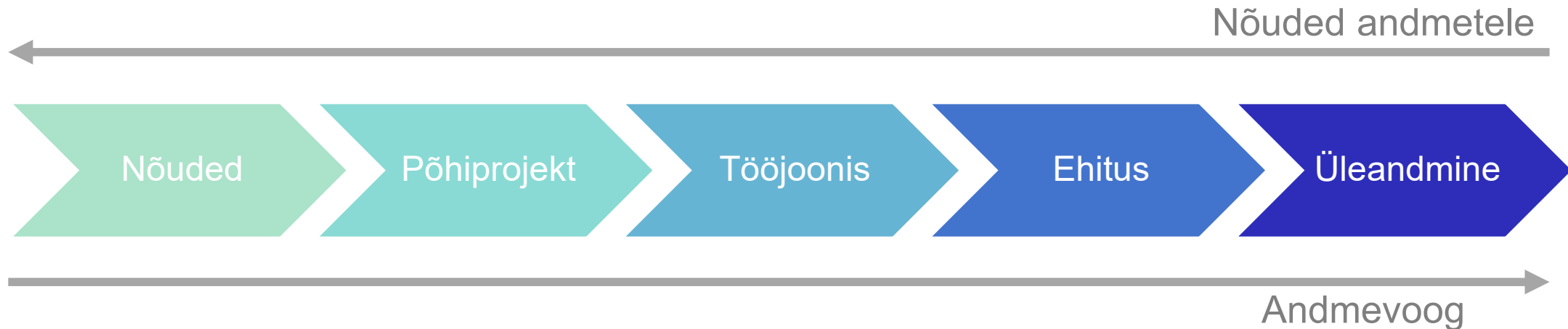
- **BIM** (*Building Information Modelling*) – ehitusinfo modellerimine
- **BIM** – kaasab nii 2D, 3D infot, mis on intelligentne ning omavahel seotud
- **BIM** – kaasab **kogu ehitise/rajatise elukaart:** planeeringust – projekt. – ehitamist – haldust/hooldust – lammutamist

BIM ≠ 3D

BIM ≠ tarkvara

MIS ON BIM ?

- **Intelligentne**, mudelil põhinev protsess, mis võimaldab täpsemat, ligipääsetavamast ning tegevustele suunatud ülevaadet kogu ehitise- ning infrastruktuuri projekti elukaarest
- Hanke võitmise korral oleme ennekõike huvitatud jääda kasumisse, mis tähendab, et oluliseks saab ressursside optimaalne kasutus
- Ehkki BIM-i võib defineerida mitmeti, siis selle põhiolemust on teadvustatud väga erineval tasemel ja mis seal salata, võetud seda ka kui "BIM = tarkvara"
- **BIM-i kolm tähendust:** (a) BIM kui **protsess** (tegusõna); (b) BIM kui **infomudel** (nimisõna); (c) **ehitusinformatsiooni haldamine**



BIM-i ULATUSE NÄIDE INFRA VALDKONNAS

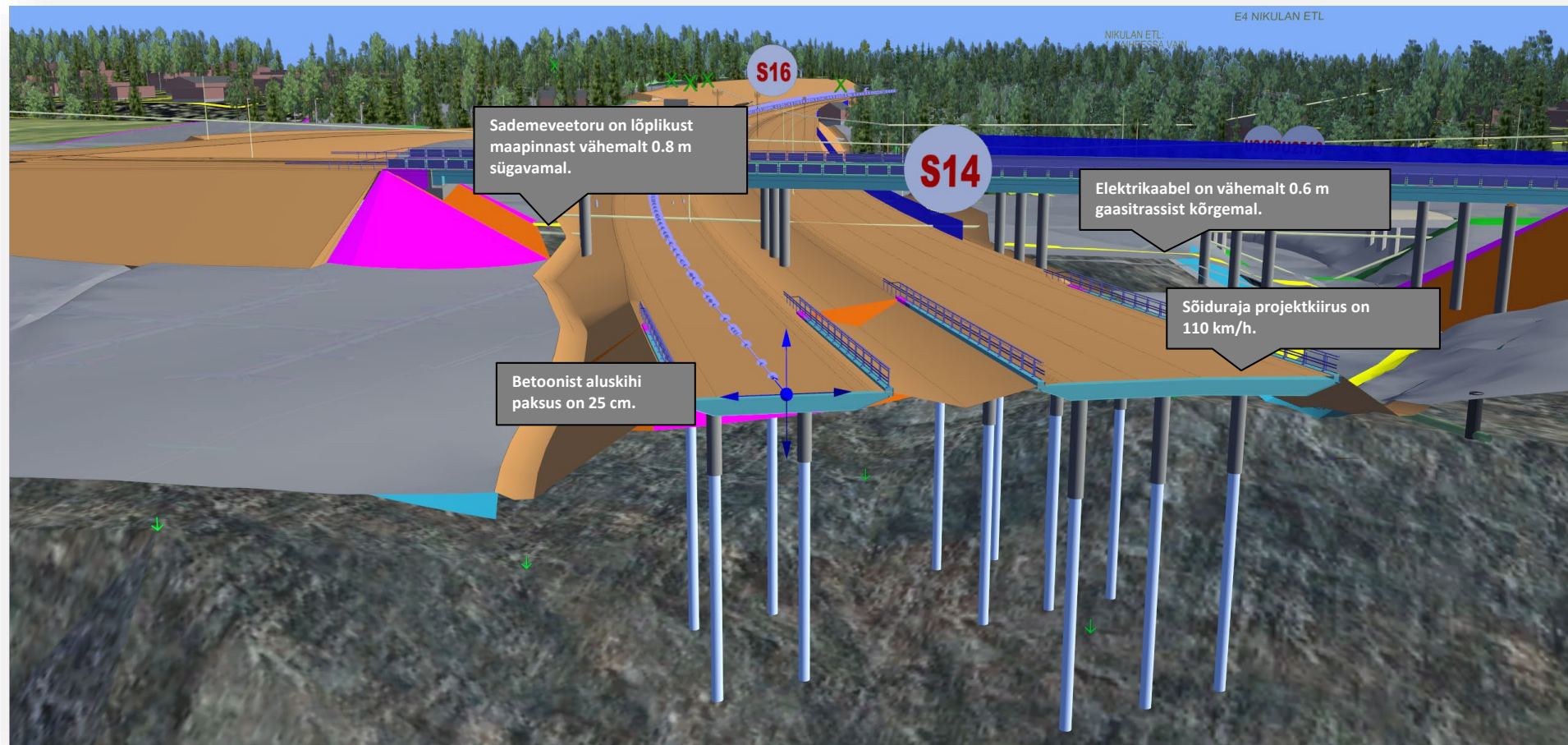
- Ulatus (linnaosa vs linn)
- Vaataja jaoks pole oluline, kus on tehtud üksikud osamudelid / projekt, - tema jaoks on oluline selle kättesaadavus ühe tervikuna ja seda mistahes seadmes

Los Angeles (USA)



Video: Autodesk

BIM MUDELI KONTEKSTIS = INFO + MUDELI INTELLIGENTSUS



Allikas: Topcon Technology Finland

BIM ei ole lihtsalt tarkvara, mida kasutatakse mudeli loomiseks – see on protsess, mis võimaldab mudelites kasutada intelligentsust

BIM MUDELI KONTEKSTIS = PAREM ARUSAAM KAVATSUSEST



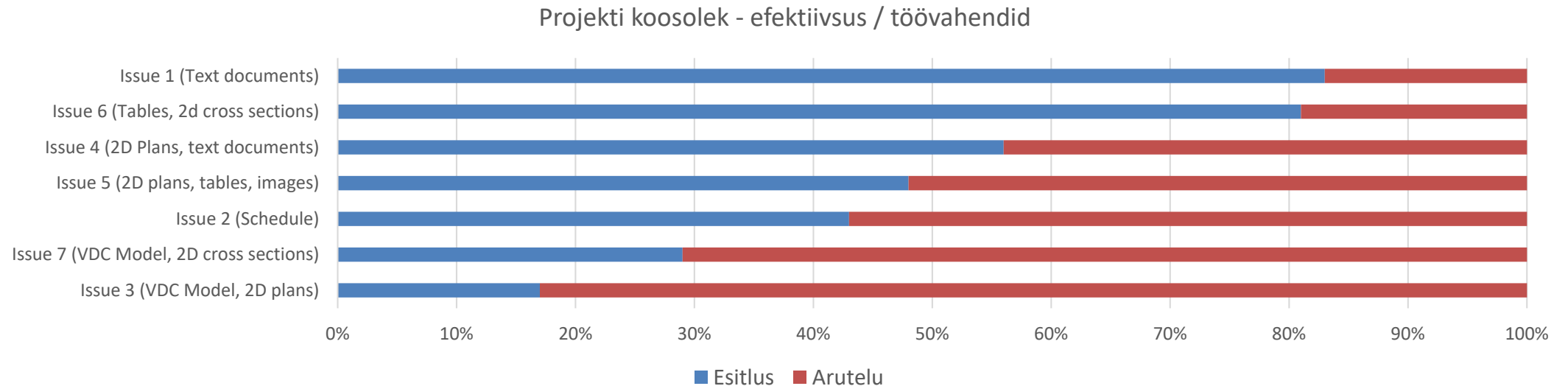
Allikas: Autodesk

Projektiga seotud otsuste vastuvõtmist toetavad visuaalsed esitlused, mudelid

Kumba variandiga lähemsid sina avalikkuse ette täna?

BIM EELISED KOOSOLEKUTEL

- Projekteerimist puudutavad koosolekud on 2x efektiivsemad kui kasutatakse BIM-i põhiseid protsesse (VDC – virtual design and construction):
 - Presenteerimisel kuluv aeg väheneb, rohkem aega probleemide arutelule
 - Suureneb aeg, mida kasutada koostööks ning projekti parendamiseks
- Paremad otsused, parem projekti kvaliteet, kiirem projekti kulgemine



MIKS BIM?

- Ehitussektor on maailma üks suuremaid tootmisvaldkondi. Samas on see kõige vähem automatiseeritud!
- Üha kasvav populatsioon ja nõudlus parema infrastruktuuri järele on tekitanud dilemma, milles piiratud ressursside taustal oodatakse infrastruktuuri kui taristu pidevat arengut/täiustumist



Allikas: United Nations Department of Economic and Social Affairs, July 2015 report

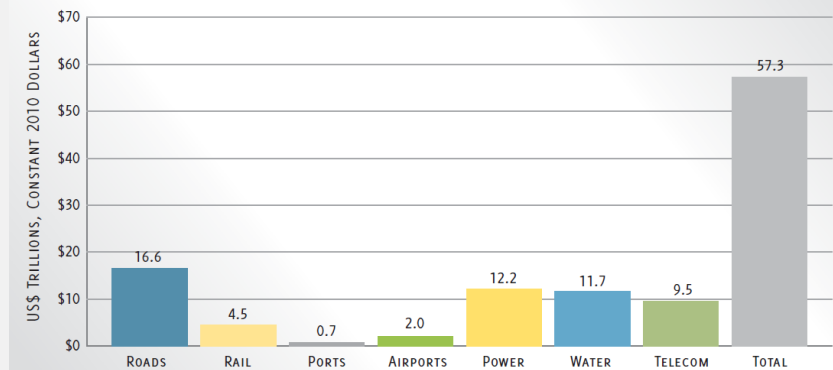
MIKS BIM?

- Finantseerimise eeldatav puudujääk (aastaks 2030)



Allikas: Standard & Poors analysis using 2010 US\$ base value.

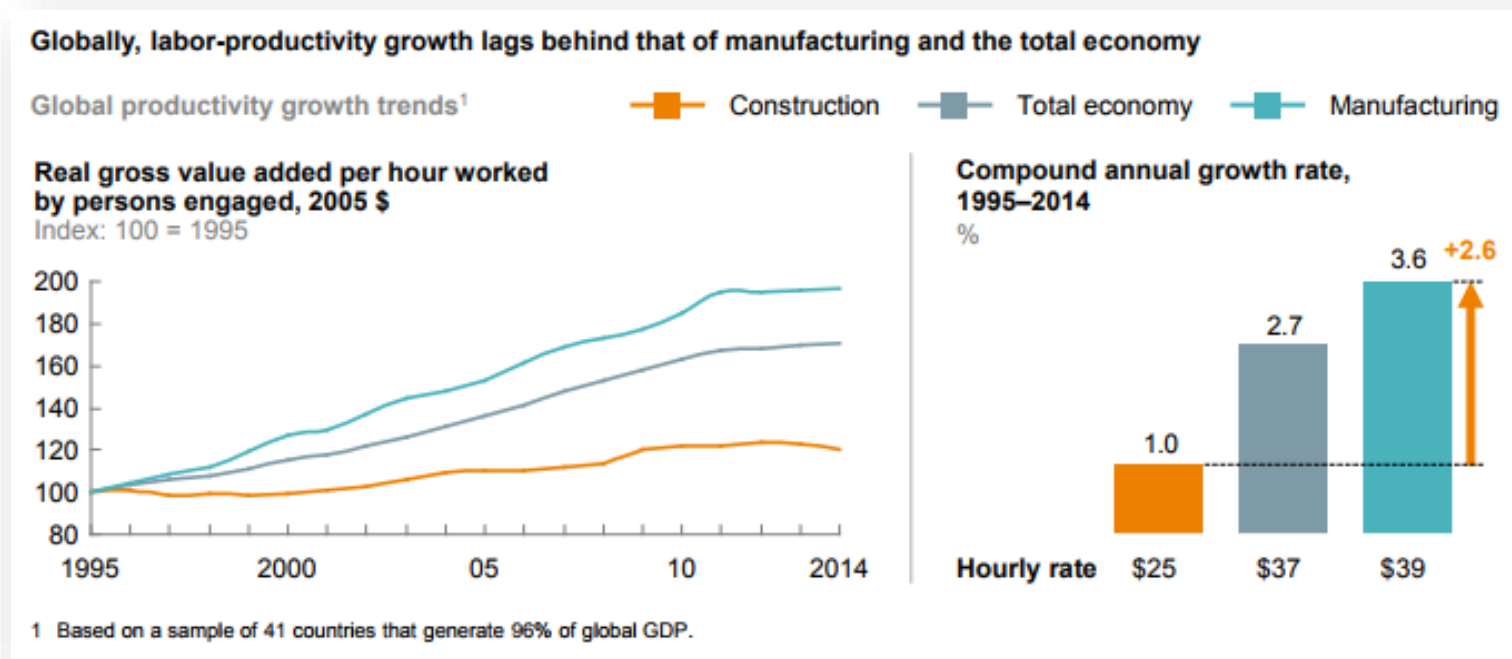
Global Infrastructure Demand Requires \$57 Trillion in Investment by 2030
Based on projections of demand equaling 3.5 percent of global GDP, 2013–2030



Source: McKinsey Global Institute, *Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year*, January 2013.

MIKS BIM?

- Peame tõstma tootlikkust

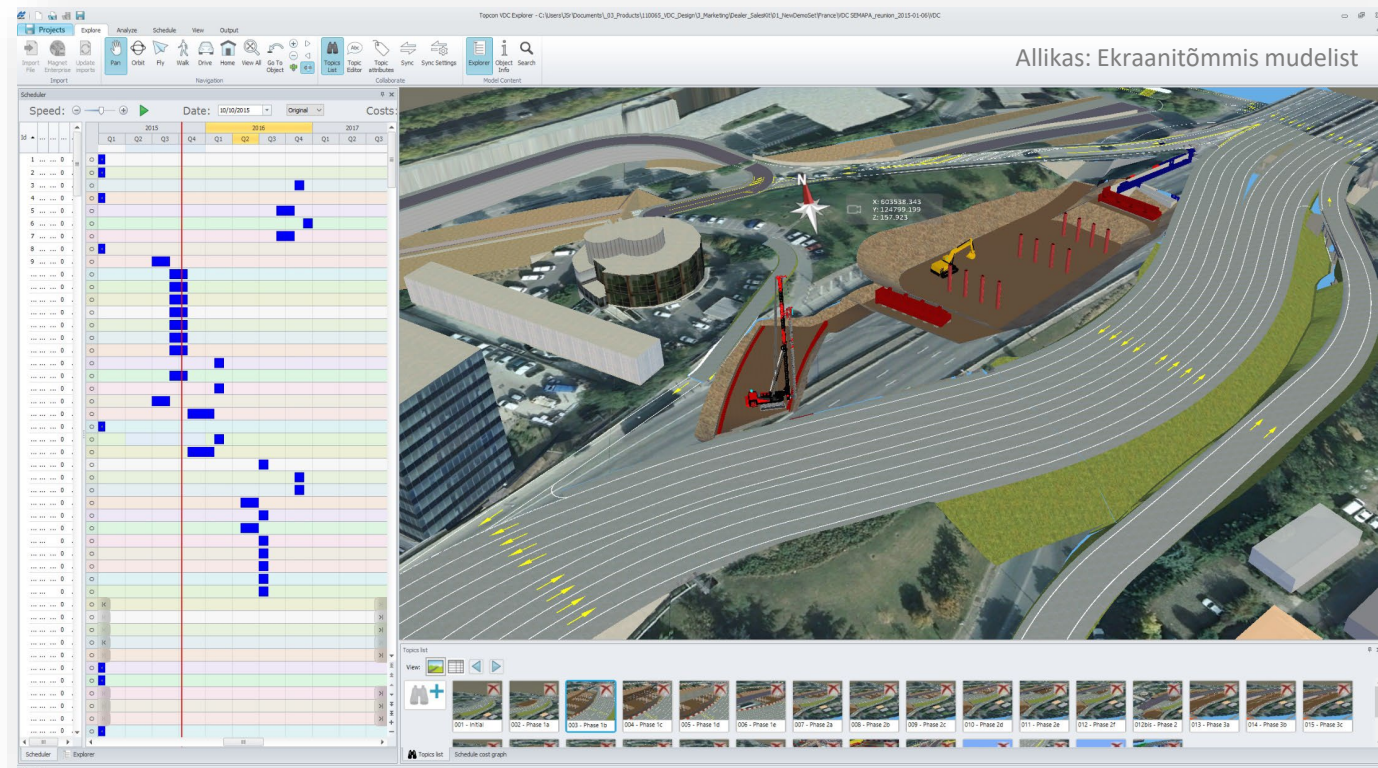


Allikas: Reinventing construction - a route to higher productivity (McKinsey&Company, 2017)

- Mudelprojekteerimine läbi ehitise elukaare on üks viis, kuidas tootlikkust tõsta kui seda sihipäraselt ning õigesti teha!

BIM KUI INFOMODEL

- 3D = 3D intelligentne mudel
- 4D = 3D + aeg
- 5D = 3D + aeg + maksumus (vm parameeter)
- 6D = "as-built"

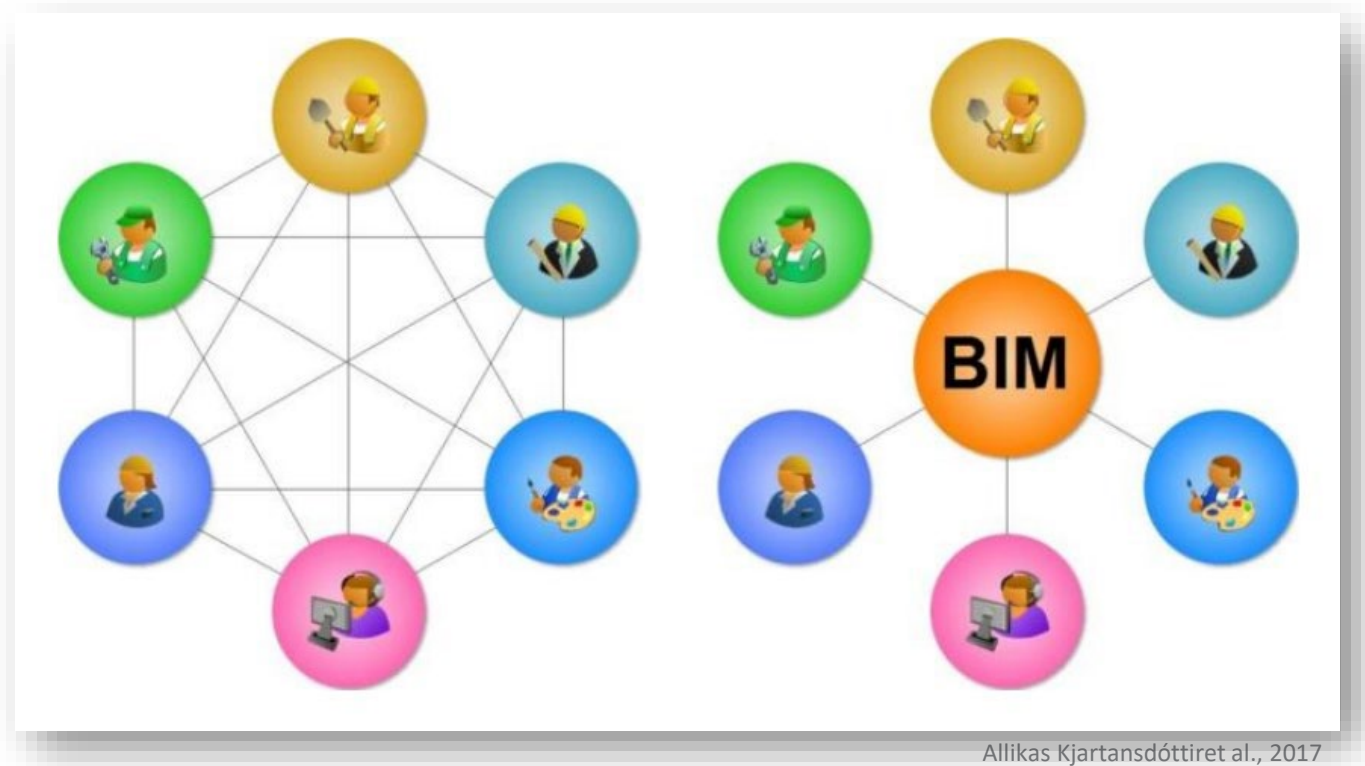


BIM PÕHIPRINTSIIBID

- Parameetrilised, intelligentsed elemendid
- Tahkkehade kasutamine
- Üks andmebaas
- Mudelpõhised simulatsioonid/analüüsid:
 - Sõiduteed: profiili optimeerimine, truupide paigutus;
 - Ehitised: konstruktsiooni-, energiatõhususe-, päikese valguse-, varju analüüs;
 - Üldised: mudelpõhine eelarvestamine, vastuolude kontroll jm
- Koostööle suunatud (projektimeeskond)

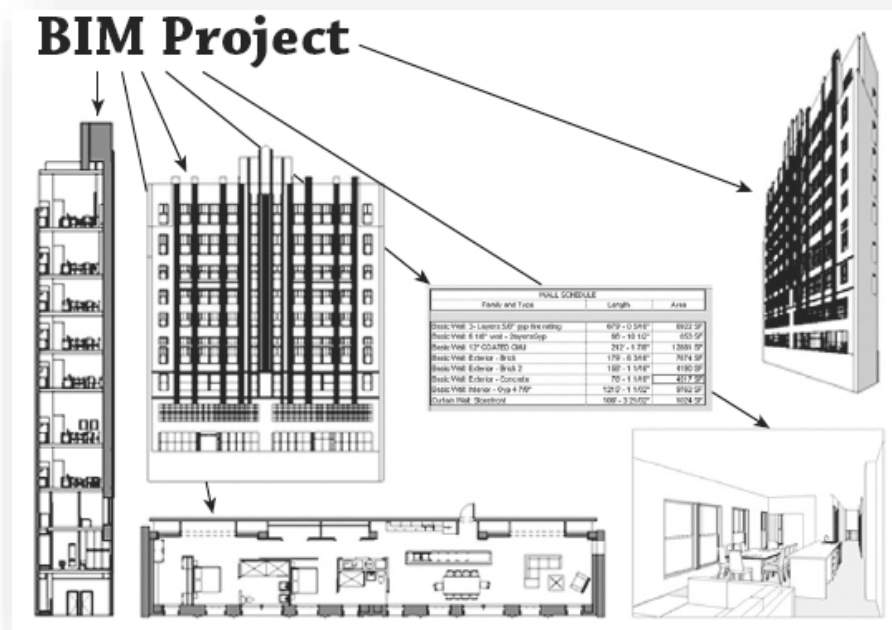
BIM PÕHIPRINTSIIBID

- Projekti osapoolte suhtlus, traditsiooniline vs BIM:

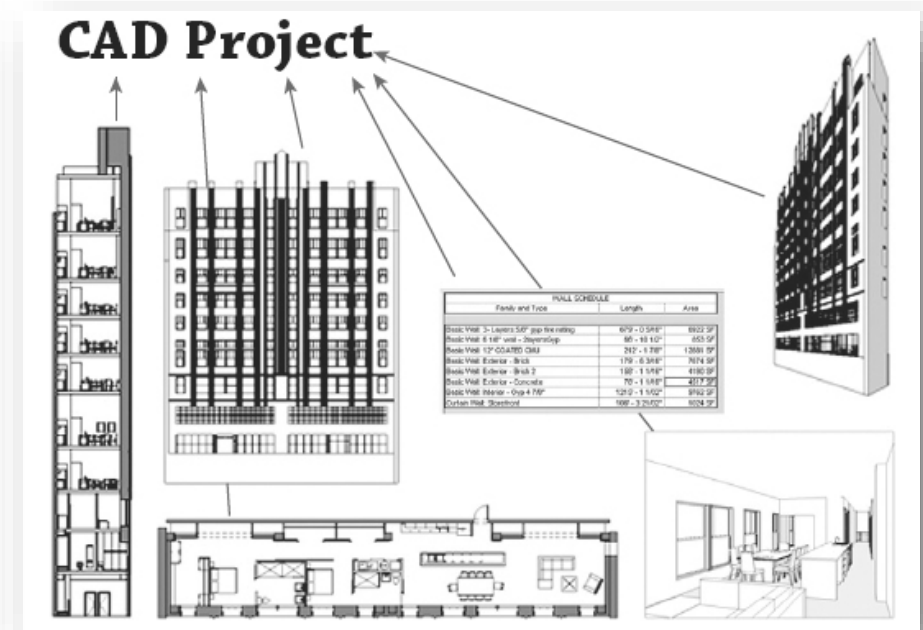


BIM VS CAD

- Projekti dokumentatsioon/mudel:



Projekt ---> 3D mudel --->
---> väljavõtted (vaated, plaanid, spetsid jne)



Vaated, plaanid, spetsid ---> projekt

Allikas: Mastering Autodesk Revit Architecture 2014 (Vandezand, J., Krygiel, E., Read, P., 2013)

TRADITSIOONILINE TÖÖPROTSESS

Traditsiooniline tööprotsess on keskendunud lõpp-tulemusele ehk projektdokumentatsiooni (2D) koostamisele.



- Mitteühilduvad andmeallikad
- Staatiline, 2D projekti vaated
- Üks kasutaja, isoleeritult töötamine

Allikas: Autodesk



Eelprojekti analüüs pole võimalik või toimub see liiga hilja.



Projekti optimeerimine pole võimalik.



Muudatustele reageerimine väga aeganõudev

BIM EELISED



- Infoküllane 3D mudel

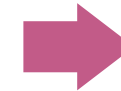


- Kontekstis töötamine



- Koostöö ja suhtlus

Allikas: Autodesk



Säilita kooskõlas olevat andmestiku üle terve elutsükli.

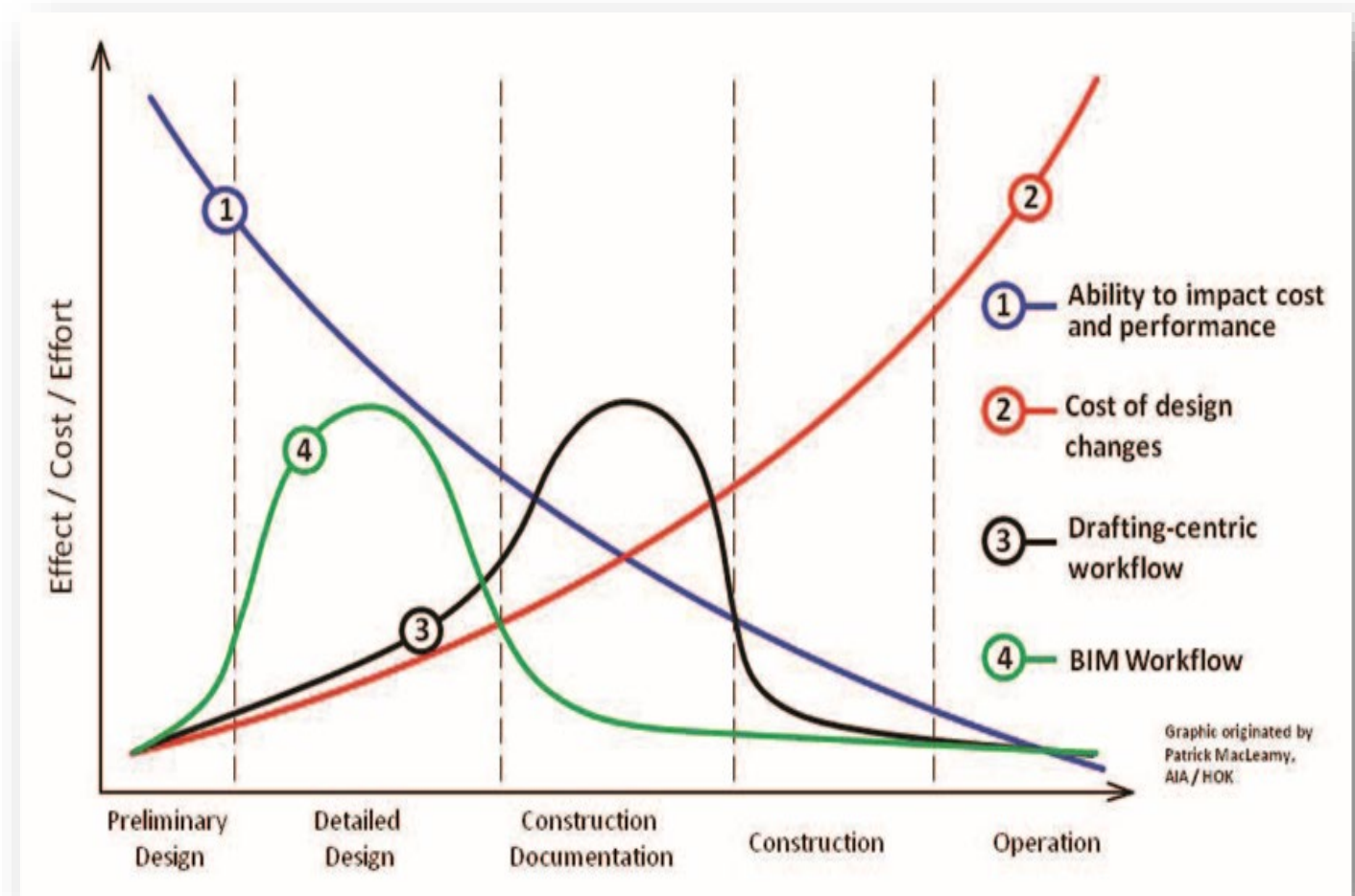
Saa aru võimalikest mõjufaktoritest.

Kohandu kiirelt muudatustega.

Saa osa suuremast suhtlusringist.

BIM EELISED MAKSUMUSE MÕJUTAMISES

BIM võimaldab projekti maksumust mõjutada hetkel kui tehtavad muudatused on väikesed (väiksema mõjususega).

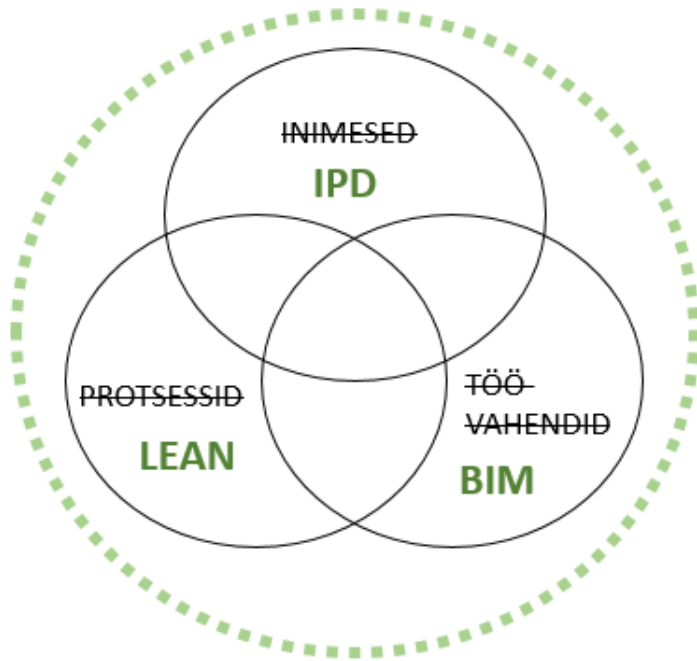


MIS ON LAHENDUS ?

- Fundamentaalne muutus on vajalik, mis käsitleb tööprotsesside ümber vaatamist, et leida kitsaskohad
- Saadaval on mitmed uuemeelsed hankeprotsessid, töömeetodid ning info kui terviku käsitlemise viisid, mida saab kasutada üle terve ehitise elukaare. Ehkki neid saab üksteisest sõltumata kasutada, saab suurima efektiivsuse olukorras, kui need omavahel kombineerida.

PROTSESSIDE MUUTMINE

- Ehitusvaldkonnas saab neid komponente kirjeldada kui:



- **IPD** – *Integrated Project Delivery* (integreeritud projekti teostus - IPT)
- **LEAN** – timmitud ehitus(-protsessid)
- **BIM** – *Building Information Modelling* (ehitusinfo modelleerimine)

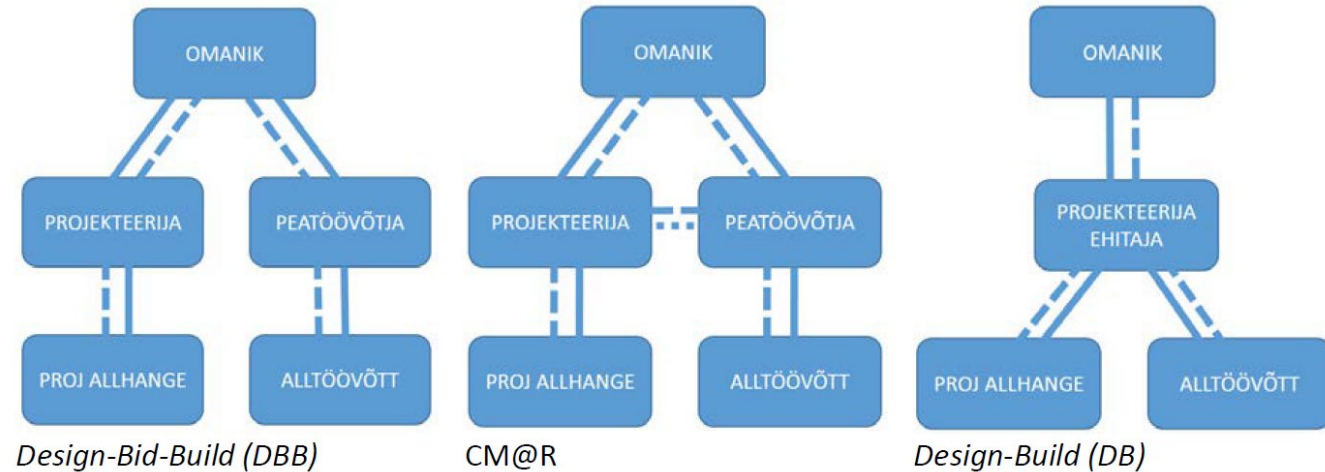
Ehkki iga üksiku nimetatud komponendi edukas kaasamine tähendab inimeste, protsesside ning töövahendite kaasamist, pole need üks ja sama asi.

LEPINGUVORMID

- Laias laastus räägime me täna lepinguvormidest nagu:
 - Design-Bid-Build
 - Construction Management at Risk
 - Design-Build

Märkimisväärne hulk projekte viiakse ellu just selle lepinguvormiga

- Madalam hind
- Ehitaja valiku vabadus
- Vastutus?
- Väärtusliku info olemasolu?
- Ehitatavus?
- Topelt töö



— Lepingud
- - - Suhtlus
- - - Lepinguline koordineerimise nõue

LEPINGUVORMID

Hetke seis

- *Design-Bid-Build* (ca 80% projektidest), risk omanikule/tellijale

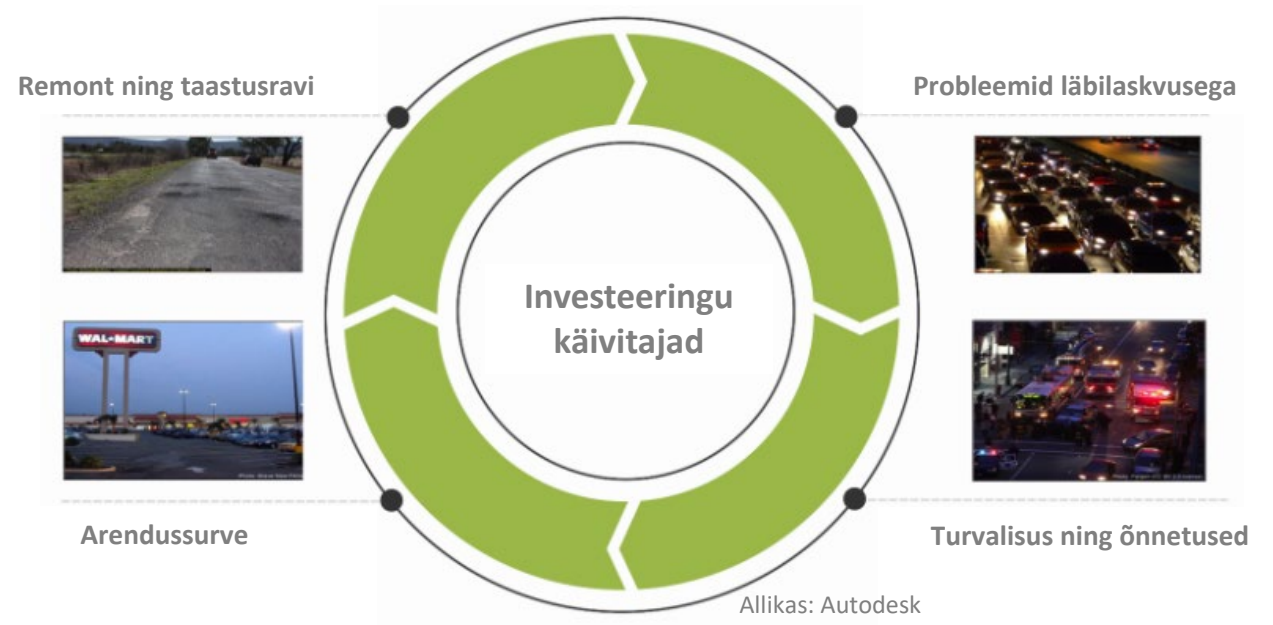
Puudused

- Projekteerimise-, konsultatsiooni-, ehitamise-, haldamise ning teised tööülesanded on eraldiseisvate lepingutega (partneritega), mis pole omavahel seotud (lepinguliselt)
- Hankes kasutatakse enamjaolt vähempakkumist
- Ei võimalda erinevaid sidusrühmi kaasata projekti varajases staadiumis
- Piiratud koostöö ning infovahetus
- Parima praktika ülekandmine ning innovatsioon
- Üksiktegevuse optimeerimine, kus ei vaadata projekti tervikuna
- Tüüpiliselt jäetakse vahele eskiisprojekt ning liigutakse otse põhiprojekti staadiumisse ja sealt edasi ehitamise juurde, et kulutusi kokku hoida, mis omakorda takistab aru saamast projekti üldistest nõuetest ning eesmärkidest (vähendab projekti väärtust)

Loe lisa: [Finantseeringu meetodite võrdlus](#)

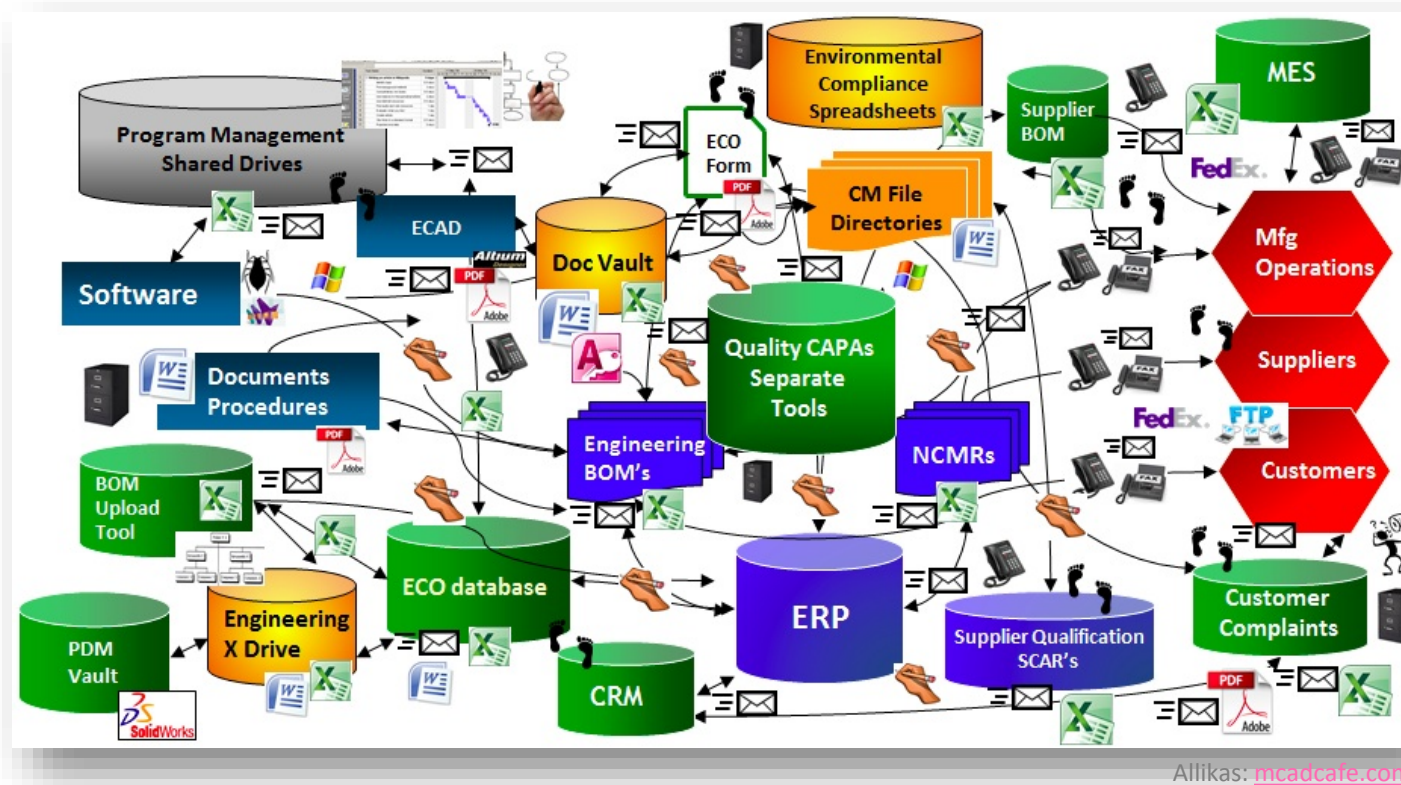
INVESTEERINGUTE JAGUNEMINE

- Remont ning taastusravi – ca 70% investeringutest (endiselt vajalik planeerida-projekteerida, või kurvilisuse vähendamine)
- Probleemid liiklusvoo mahtuvuse, läbilaskega
- Probleemid turvalisusega
- Ligipääsukoridorid uutele arendustele



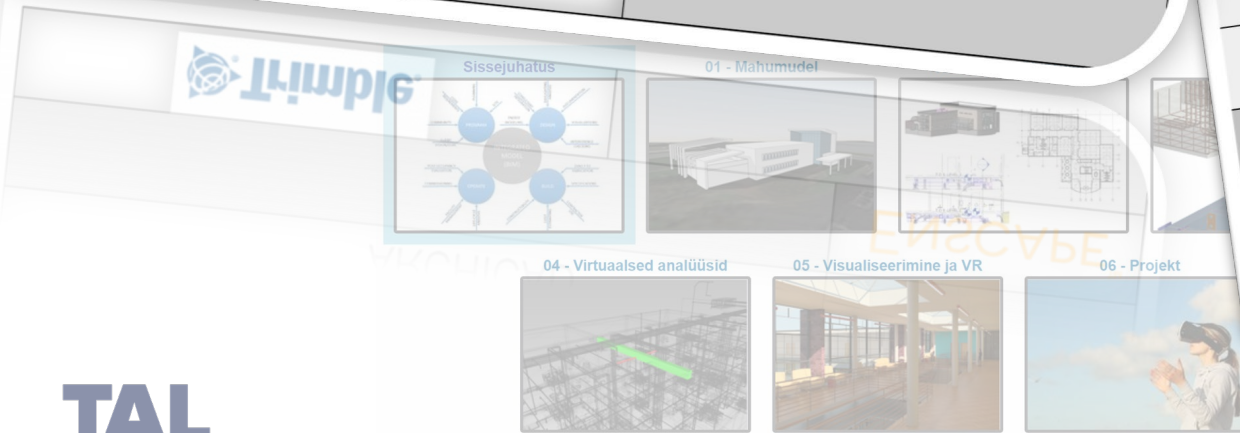
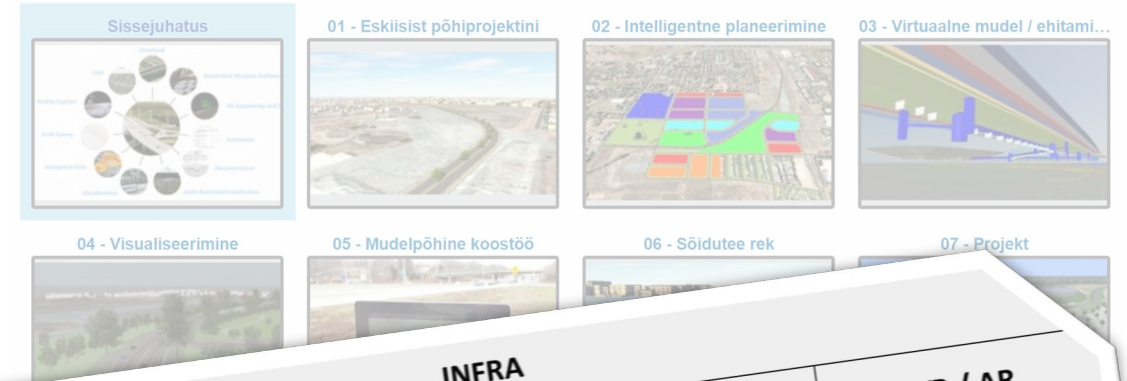
TARKVARA VS EHITISE ELUKAAR?

- Arvamus, et eksisteerib üks maagiline tarkvara/lahendus, mis lahendab kõik probleemid?



TARKVARA VS EHTISE ELUKAAR?

HOONED				
Eskiis	Eel-/põhiprojekt	VDC	VIZ	VR / AR
AUTODESK				
GRAPHISOFT ARCHICAD				
Trimble			ENSCAPE™	



INFRA			
Eskiis	Eel-/põhiprojekt	VDC (ehitus)	VR / AR
AUTODESK			
Bentley			
Trimble			
TOPCON			
Infrakit			
unity			

INFRABIM TARKVARA NÄITEID

Bentley Systems Inc.

- *MicroStation V8i*

Pluginatel põhinev

- *OpenRoads*
- *InRoads*
- *Power InRoads*
- *MXRoad/MXRail*
- *GEOPAK*
- *Power GEOPAK*

Kontseptsioonmudel

- *OpenRoads
ConceptStation*

(USA, ca 45 osariiki 50-st)

Autodesk

- *AutoCAD*

Pluginatel põhinev

- *Map 3D*
- *Civil 3D*
- *Raster Design*

Kontseptsioonmudel

- *InfraWorks*

Trimble

- *NovapointDCM*
- *QuadriDCM*

Pluginatel põhinev
(vajalik *AutoCAD*
platvorm)

- *Road*
- *Bridge*
- *Railway*

- *Tekla Civil*

ESKIISPROJEKTI MUDELID (HOONED)



AUTODESK

FORMIT [Overview](#) [Free trial](#) [Subscribe](#) [Support & Learning](#)

FORMIT

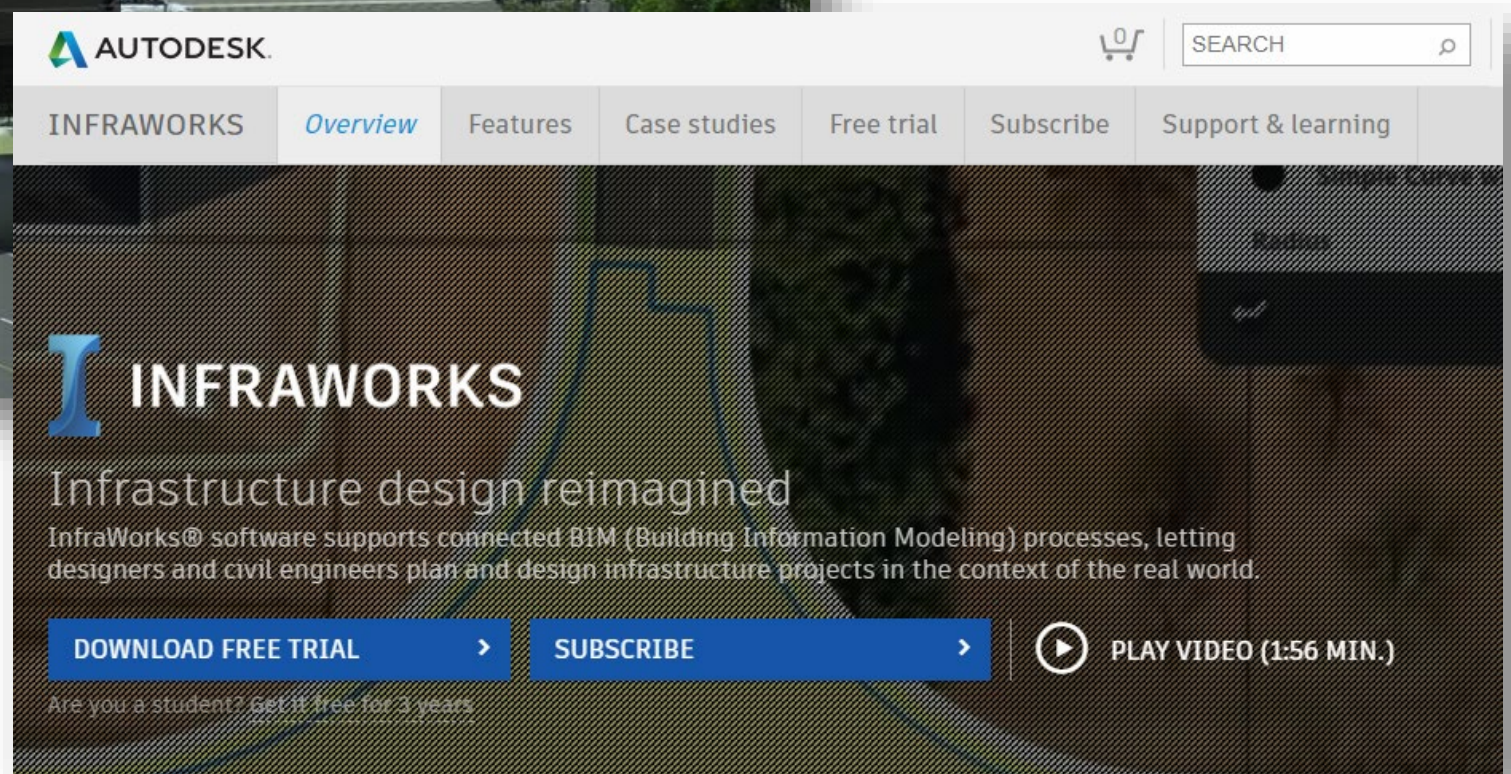
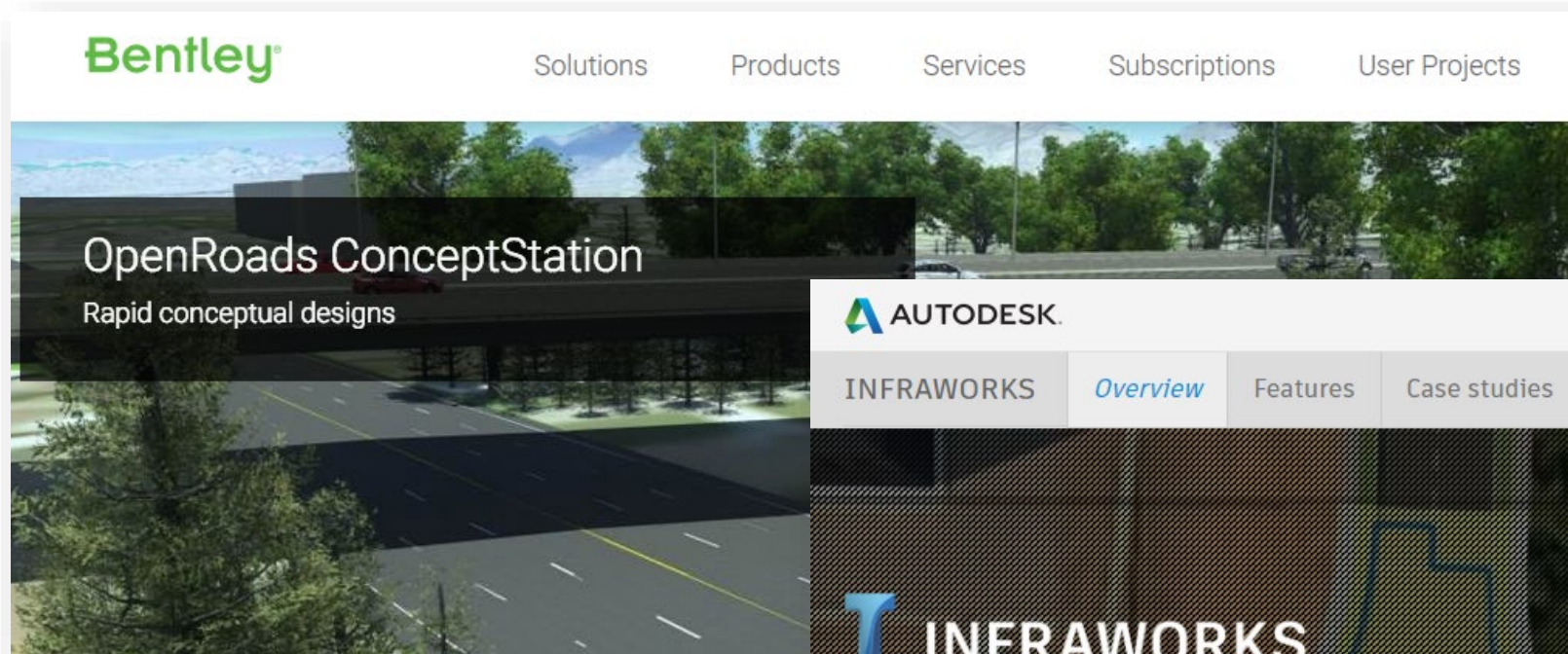
BIM-powered architectural modeling software

FormIt architectural modeling software enables architects to sketch, collaborate, analyze, and share early-stage design concepts. FormIt Pro is available only in the Architecture, Engineering & Construction Collection.

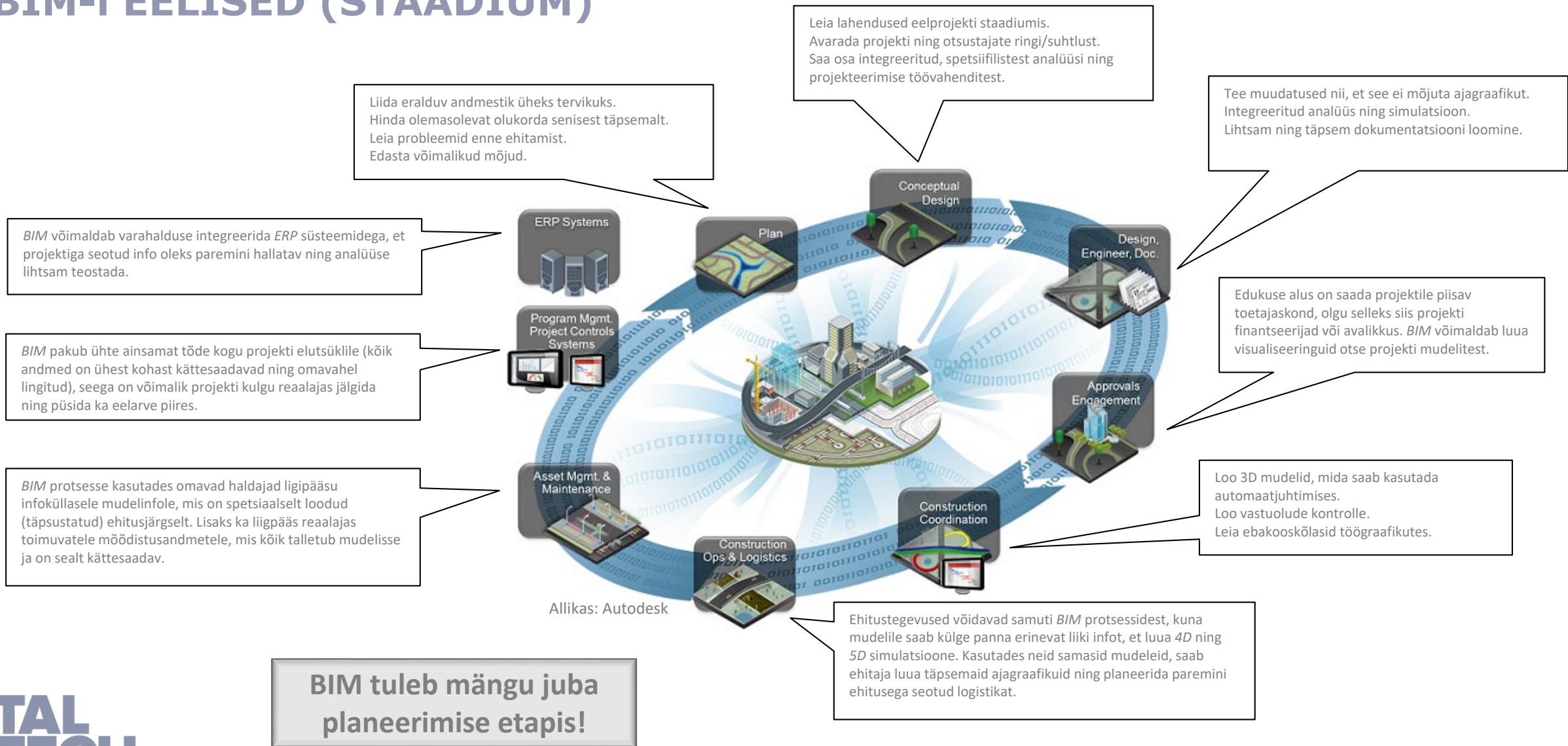
[FREE TRIAL](#) [SUBSCRIBE TO COLLECTION](#) [PLAY VIDEO \(1:36 MIN.\)](#)

[Are you a student? Get it free for 3 years](#)

ESKIISPROJEKTI MUDELID (INFRA)



BIM-i EELISED (STAADIUM)



Allikas: Autodesk

BIM tuleb mängu juba planeerimise etapis!

PROJEKTI ELUTSÜKKEL

- Ehkki iga projekt on eriline, järgitakse kindlaid põhireegleid

Planeerimine

- **Maa-ala:** kohalik, regionaalne, riiklik
- **Aeg:** hetkeline, perspektiiviga
- **Mõju:** üksikud, kogukonnad
- **Finants:** kui palju? mis allikatest?

Projekteerimine

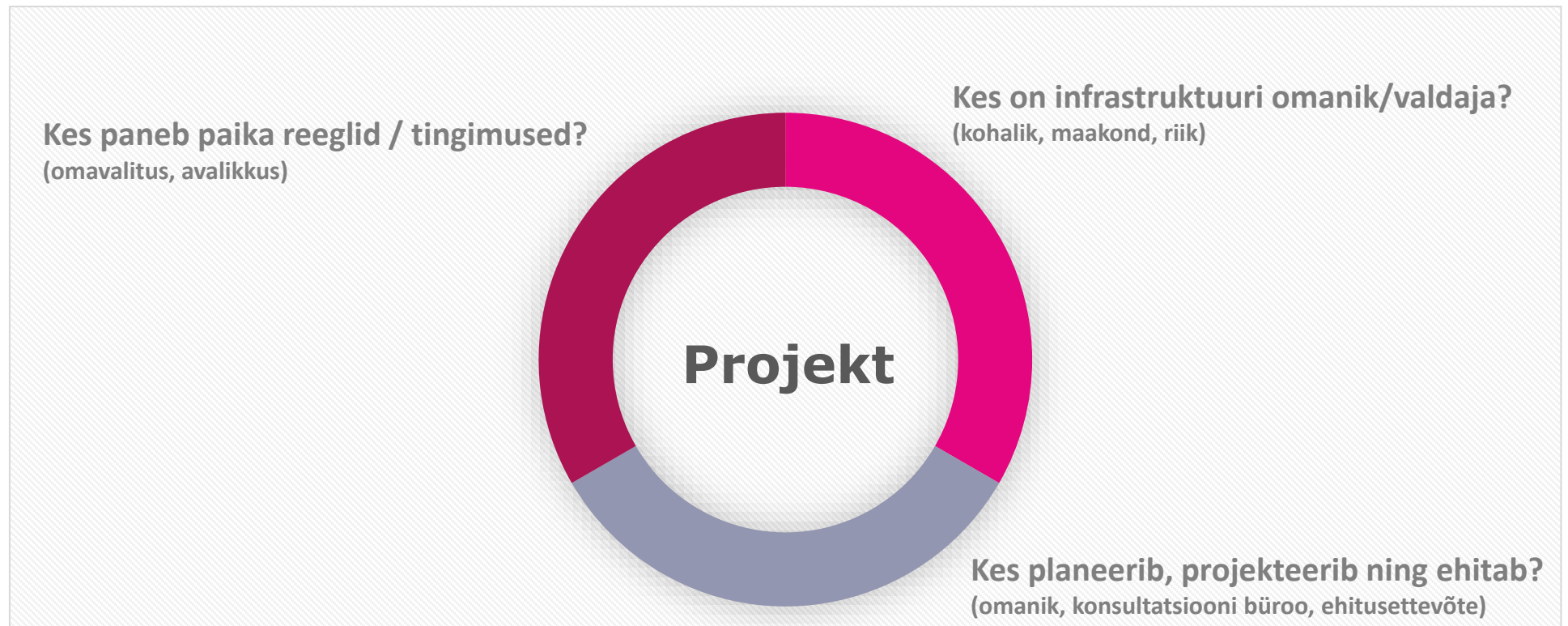
- **Eskiis:** sõiduradade arv, liikluskorraldusvahendid, telgjoon, ...
- **Projekt:** ehitusjoonised, sõlmed
- **Eelarvestus:** materjalide mahud, tööjõu ressurss
- **Ajaplaan:** ehituse järjekord
- **Kooskõlastused:** maa kokkuost

Ehitamine

- **Kooskõlastused:** maa kokkuostude lõpetamine
- **Hange:** ehitaja valik
- **Ehitamine:** ehitus / taastus
- **Projekti juhtimine:** tööprogressi järgimine, maksed...

PROJEKTI ELUTSÜKKEL

- Kohalik omavalitsus (eraomanikud), omanik vastutab tihtipeale projekteerimise/ehitamise eest (USA), projekt võidakse vastuseisude tõttu panna kalevi alla.



PROJEKTI ELUTSÜKKEL - MÕJUTAJAD

Professionaalne sisend

- Insenerid
- Maastiku arhitektid
- Linnaplaneerijad
- Reguleerijad
- Keskkonnaspetsialistid
- Arheoloogid
- Ajaloolased

Planeerimine

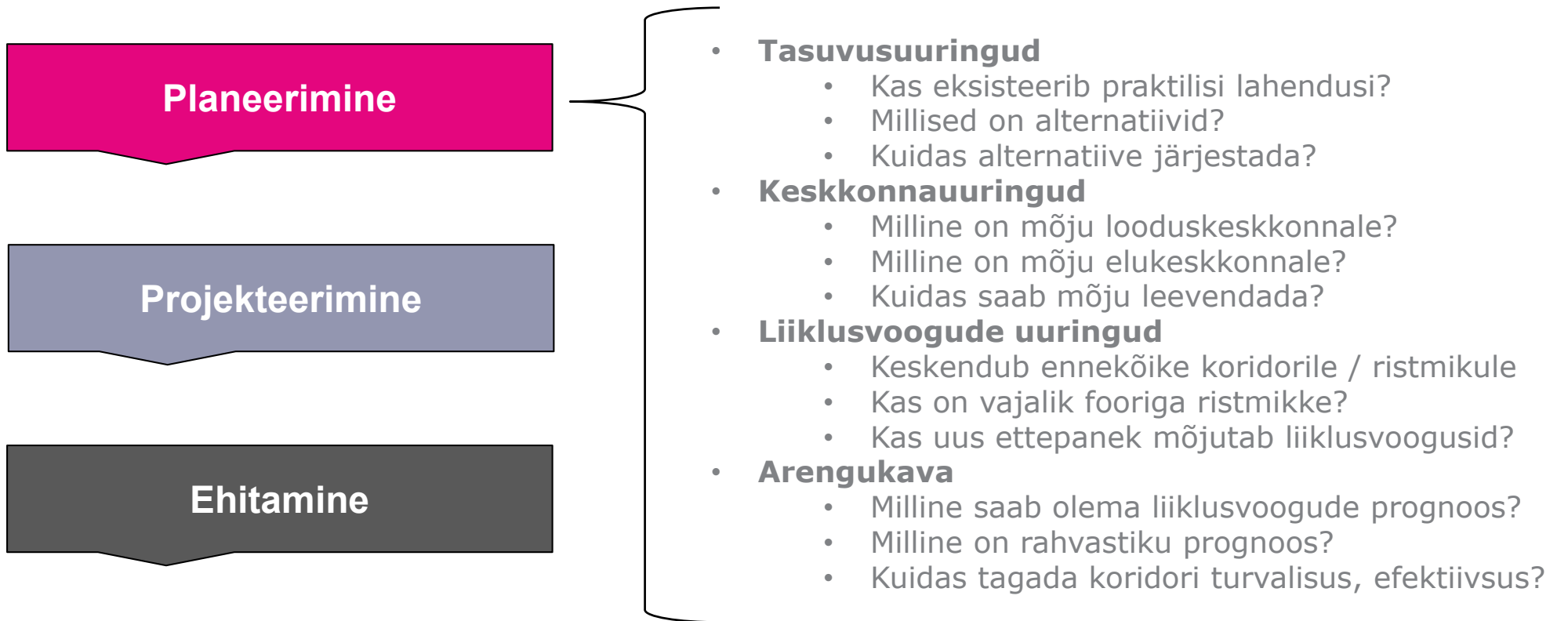
Projekteerimine

Ehitamine

Avalik sisend

- Huvigrupid
- Avalikud koosolekutel osalejad

PROJEKTI ELUTSÜKKEL - PLANEERINGUD



PROJEKTI ELUTSÜKKEL – PLANEERINGUD, VÄLJAKUTSED

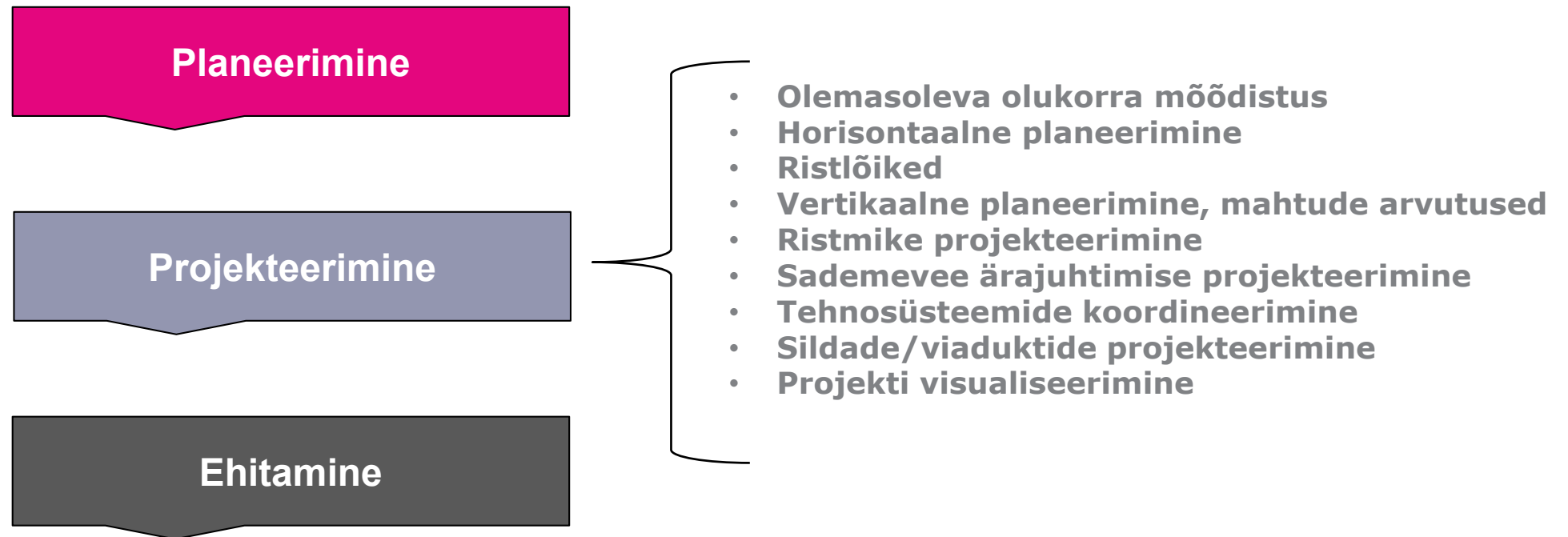
Väljakutsed:

- Andmehulk on tohutu, kuid nende organiseerimine keerukas
- Vajalik kaasata ekspertgrupe, et saadaolevas infos orienteeruda
- Eelprojekti mudel on tihtipeale eraldiseisev põhiprojekti mudelist. Protsessid on seetõttu dubleeritud, mis raiskab aega ning nihutab projekti ajagraafikuid
- Visualiseeringute loomine, millest kõik üheselt aru saavad, on ajakulukas ning pole projekti hetkeolukorraga (staadiumiga) seotud

Lahendused:

- Projektinfo lihtne ühildamine georuumilise infoga
- Integreeri omavahel andmestik, mis pärineb erinevatest koordinaatsüsteemidest, et kaasata kogu kättesaadav info
- Loo infrastruktuuri mudeleid, mis esitlevad olemasolevat ning väljaehitatavat olukorda.
- Võrdle erinevaid eelprojekti lahendusi ühes mudelis
- Edasta projekti idee senisest efektiivsemalt
- Muuda andmestikku interaktiivselt
- Liigu erinevate projekti staadiumite vahel kiirelt ning lihtsalt.
- Loo ilupilte ning animatsioone

PROJEKTI ELUTSÜKKEL – PROJEKTEERIMISE OSAMUDELID



PROJEKTI ELUTSÜKKEL – PROJEKTEERIMISE ETAPI VÄLJAKUTSED

Väljakutsed:

- Teeehitusprojekt muutub pidevalt
- Isegi kõige väiksem projekti muudatus võib omada väga olulist mõju projekti ajagraafikule
- Projekti visuaali pole mõtet luua, kuna projekt muutub pidevalt
- Ristmiku projekteerimine 3D-s on ajamahukas
- Projekteerimisstandardid on igal pool erinevad
- Sõidutee projekt kaasab tihtipeale ka sademete ärajuhtimise süsteemi projekteerimist
- Sillainsener ei suhtle piisavalt teedeinseneriga, et tagada veavaba projekt
- Ehitustegevuste korrektne järjestus on kriitilise tähtsusega ja peab olema optimeeritud enne ehitustegevusi
- Tööjooniste loomine/edastamine on üks ajamahukamaid tegevusi, veaohklikemaid tegevusi mistahes infrastruktuuri projektis
- Mahtude väljavõtted on käsitöö, ajakulukas ning vigade rohke
- Projekti meeskond on hajutatud, kuid nad peavad olema suutelised kommunikeeruma mistahes projekti muudatust võimalikult efektiivselt ning õigeaegselt

PROJEKTI ELUTSÜKKEL – PROJEKTEERIMISE ETAPI LAHENDUSED

Lahendused:

- BIM põhimõtete rakendamine aitab luua seoseid erinevate projekti elementide vahel nii, et ühe muutudes, sellega seotud objektid muutuvad automaatselt
- Projekti visuaal on dünaamiline ning seotud projekti hetke olukorraga
- Ristmiku objekt on sama dünaamiline kui ka sõidutee lõik, mõlemad kohanduvad üksteise muutumisel
- Stiili põhised standardid tekivad projektide tegemise käigus, mis on hiljem väga lihtsalt taaskasutatavad
- Sademeveesüsteemide projekteerimine haakub sõidutee projekteerimisega ühise baasjoone tähenduses, mistõttu sõidutee paigutuse muutumisel muudetakse ka torustiku paigutust. Lisaks võimalik analüüsida sademete äravoolu efektiivsust teekatendilt ning kaasata restkaevude automaatset paigutust sõidutee madalamatesse punktidesse.
- Konstruktsiooni tarkvara suhtleb tänasel päeval sõidutee projekteerimistarkvaraga ning vastupidi. Kaasa konstruktsiooni lahendused projekti lähteülesandesse võimalikult vara.
- Kontrolli projekti elementide asukohti ning korrigeeri võimaliku vead (kokkulangevused). Integreeri ehitusgraafik (aeg) projektmudeliga (3D), et luua 4D simulatsioon. Simuleeri "mis-siis-kui" tüüpi stsenaariume, et leida võimalikud projekteerimise vead.
- Seo tööjoonised projektmudeliga nii, et projekti muutmisel, muutuvad ka tööjoonised automaatselt
- Kuluartiklid saab lisada projekti elementidele nii, et väljavõtete tegemine oleks võimalik otse mudelist
- Veebipõhine projekti koostööplatvorm. Mudatus ühes osamudelis on kättesaadav teistele osapooltele
Üks meeskond, üks ja ainus, tõene andmemassiiv.

PROJEKTI ELUTSÜKKEL – E HITAMISE ETAPI VÄLJAKUTSED

Väljakutsed:

- Traditsioonilist 2D infot on keerukas üle kanda masinjuhtimise seadmetesse ehitusplatsil
- Erinevate valdkondade projekteerijad / insenerid ei jaga oma osamudeleid enne ehitusetappi algust

Lahendused:

- 3D mudelit saab masinjuhtimise seadmetesse otse eksportida. Täpsustused põhiprojekti mudelis kantakse üle töömudelisse, mida seejärel jagada ehitajaga.
- Loo koondmudel erinevatest osamudelitest ning veendu, et need on omavahel kooskõlas (puuduvad vastuolud). Toeta projekti jooksvat arendamist, et vältida võimalikke probleeme projekti algusjärgus. Leia ning paranda vastuolud enne kui algab ehitustegevus.

PROJEKTI ELUTSÜKKEL – KORRASHOIU ETAPI VÄLJAKUTSED

Väljakutsed:

- Projekti infot on keerukas hallata igas projekti staadiumis nii, et seda saaks kasutada erinevate otsuste vastuvõtmiseks võimalikult efektiivselt
- Teostusinfo (andmestik) puudub digitaalselt, see pole ühes terviklikus kohas ning selle kasutamine seetõttu raskendatud

Lahendused:

- Teostusinfo haldus koos lisaparametritega
- Ruumandmestikku esitatavat andmebaasi saab uuendada teostusinfoga
- Andmete ligipääs nutiseadme vahendusel

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- BIM-i kasutuselevõttu mõjutab investeringute tasuvusuuring (**return on investment** ehk **ROI**)
- ROI eesmärk on BIM-i juures on mõõta tulemuslikkuse põhinäitajaid (**key performance indicators = KPI**):
 - Maksumus – muutus tegelike kulude vs eelarveliste kulude vahel
 - Kvaliteet – ümbertegemist vajavate tööde % kogumaksumusest
 - Tähtaegne lõpetamine – aja ületamise tõttu tingitud lisakulu
 - Tootlikkus – võimekus (maksumus, töötundide arv ülesande ühiku kohta), suurenev kasum
 - Turvalisus – kaotatud töötunnid
- Lisaks võivad kõne alla tulla mõõdikud nagu aja kasutamise efektiivsus, tulu inimese kohta, vähenev kulu võrreldes traditsiooniliste meetoditega (printimine, sõidukulu/reisimine), võidetud pakkumiste arv (%-na) aga ka üldine tellija rahulolu.

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- Suurim mõõdetav kasu tuleneb paremast koordineeritusest, vastuolude analüüsides ning vähenenud infopäringute arvust (**request of information = RFI**) ning lisatellimustest
- Paljud uuringud on näidanud, et BIM rakendamine on toonud kaasa (võrreldes traditsiooniliste meetoditega):
 - Projekti kulukuse vähenemise (kuni 50%)
 - Vähenev ajakulu (kuni 50%)
 - Vähem kui 1.5% projekti üldkuludest läks muudatustest tingitud tellimuste täitmisele
 - Kaebused/vaidlused moodustasid vähem kui 0.5% üldkuludest
 - Vigade parandused ning tegevuseta olemine (tööseisakud) moodustasid vähem kui 0.5% kogukuludest

Allikas: The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry (2010), Journal of Information Technology in Construction, www.itcon.com.

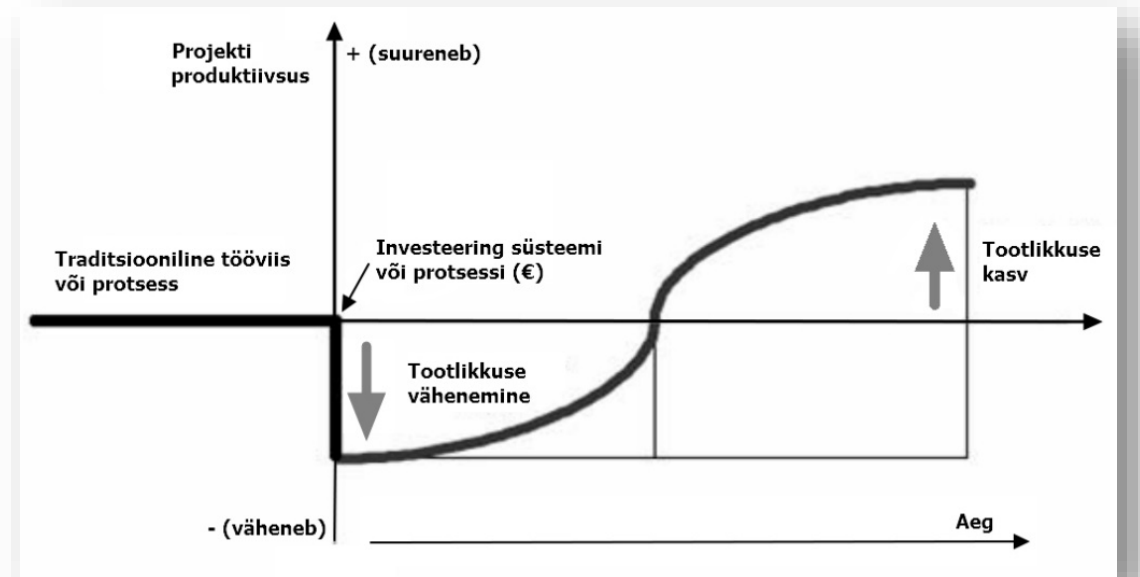
BIM-i RAKENDAMISE PLAAN – ROI ARVUTUS ?

- Allolev arvutus kehtib esimese aasta tulemuslikkuse kasvule ning arvestab võimalike riistvara/ tarkvara kuludega, töötaja kuluga, koolitusele kuuluva aja, tootlikkuse vähenemisega koolituse vältel ning tootlikkuse kasvuga peale koolitust.

$$\frac{\left(B - \left(\frac{B}{1 + E} \right) \right) \cdot (12 - C)}{A + (B \cdot C \cdot D)} * 100 = ROI(\%)$$

A	6000	Riistvara/tarkvara kulu (€)
B	4200	Tööjõukulu ühe kuu kohta + 30-40% töötajaga seotud boonused, ülekulud (€)
C	3	Koolitusele kuluv aeg (kuudes)
D	0.5	Tootlikkuse vähenemine koolituse tõttu (%)
E	0.25	Tootlikkuse kasv peale koolitust (%)

ROI = 61 %



Nii-öelda parameetrite tundlikkust saab eraldi arvesse võtta, kui palju mõjutab mingi faktor *ROI* väärtust. Tootlikkuse hindamine on kõige tundlikum.

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- Kuidas arvutada *ROI*-d?
 - *ROI* arvutamine ei pruugi alati olla nii lihtne ning võib hoopistükkis olla väga ajamahukas
 - *ROI*-d mõjutavad väga paljud tegurid, ja see ongi erinev projektist projekti
 - *ROI* ei suuda arvesse võtta immateriaalseid tegureid, mis on ettevõtte seisukohalt oluliselt nagu kulude kokkuhoid või paranenud turvalisus
- *ROI*-d mõjutavad faktorid – investeeringud ning eelised
 - Investeeringud BIM-i juurutamiseks toimuvad ajapikku
 - (1) Alustamise investeering
 - Tehnoloogiline platvorm (riistvara, võrk, serveriruum, pilveteenus)
 - Tarkvara (litsentsid, uuenduslepingud)
 - Koolitus/jätkukoolitus
 - Suhtlusplatvorm, andmete jagamise infrastruktuur
 - Töökoha uuendusvajadused

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- *ROI*-d mõjutavad faktorid – investeeringud ning eelised
 - (2) Projektiga seotud kulud
 - Projekti halduse kohandamised
 - Seisakud tööprotsessides
 - Meeskonna kohanemine protsessiga
 - Kohanemine andmemudeli nõuetega
 - (3) Strateegilised kulud
 - Planeerimisega seotud algatused
 - Standardite väljatöötamine
 - Mõju jälgimine, dokumenteerimine, mõõtmine
 - Kohandamine, innovatsioon
 - Lisatööjõud ja/või uued rollid/ülesanded (nt *BIM manager*, IT tugi)
 - Investeeringud juhtimise/suhtumise muudatustesse

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- *ROI*-d mõjutavad faktorid – investeeringud ning eelised
 - Infrastruktuuri valdkonnas on kahte tüüpi BIM investeeringuid – **alustamise kulud**, et võtta kasutusele tehnoloogia ning **pikemaajalised kulud**, mis toetavad üldist äristrateegia muutust
 - **Alustamise kulu**, mis käsitleb investeeringut tehnoloogiasse on vältimatu kui soovida ajaga kaasas käia – see tähendab investeeringud tarkvarasse, mis toetab *BIM-i* ning ka riistvara uuendamist, et BIM tarkvaraga töötada. Lisaks ei saa märkimata jätta ka koolituskulu, mis vajalik uutmoodi tööle hakkamiseks, kuid see on tüüpiliselt alati olemas, ka *CAD* põhisel töötamisel, mistõttu võib seda lugeda ka üldiseks enese ja ettevõtte jooksvaks arendamiseks.
 - **Pikemajalised kulud** – see on investeering standardite muudatustele ja/või kohandamisele. Seda on tihtipeale raske taas hinnata, kuna nn seisakud ümberõppefaasis mõjutavad igapäeva töö efektiivsust.
 - Osad on väitnud, et üleminek *2D*-lt *BIM* tööprotsessidele toimub mitme aasta vältel, mistõttu on sellega kaasnevat kulukust väga raske hinnata

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- Lisaväärtus vs tulemus
 - Ristlõigete loomisele kulub senisest vähem aega (*2D vs 3D*)
 - Võimalus võrrelda omavahel mitut erinevat alternatiivi võib viia märkimisväärse kokkuhoiuni
 - Projekti muudatused on senisest palju kiiremad
 - Ajagraafikud on vähenenud kuni *30%*
 - Vähem (või puuduvad üldse) vastuolusid ehituse käigus
 - Projekti parem läbinähtavus erinevatele osapooltele
 - Erinevate andmeallikate koosvaatamine (*GIS, LiDAR, mõõdistusinfo, aerofoto*), mis annab projektile konteksti
 - Simulatsioonide läbiviimine (maapealsed, maaalused)
 - Koostöö erinevate osapoolte vahel – võimalus osaleda mudelpõhises suhtluses
 - Visualiseeringud erinevates projekti vaheetappides

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- BIM-i rakendamisest saadavad tulud
 - (1) Projekteerimine ning suhtlus
 - Parem arusaam projektist
 - Kvaliteetsem lõpptulemused, vähem probleeme garantiiperioodil
 - Projekteerimise üldine produktiivsus, parameetriliselt seotud projektdokumentatsioon
 - Mudeli baseeruvad analüüsid, sealhulgas äravoolu ning liiklusvoolu analüüs
 - (2) Kontrollitavus
 - Optimeeri üldist projekteerimisele kuluvat aega
 - Vähem *RFI*-sid (infopäringuid)
 - Vähem projekteerimisest sõltuvaid tellimusi
 - Vähem tellijapoolseid nõudeid
 - (3) Virtuaalne mudel
 - Lihtsam, kiirem visualiseerimine erinevatele osapooltele
 - 3D ning 4D logistika visualiseerimine, ajagraafikute efektiivsus
 - Organiseeritud ning efektiivne dokumentide haldamine

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

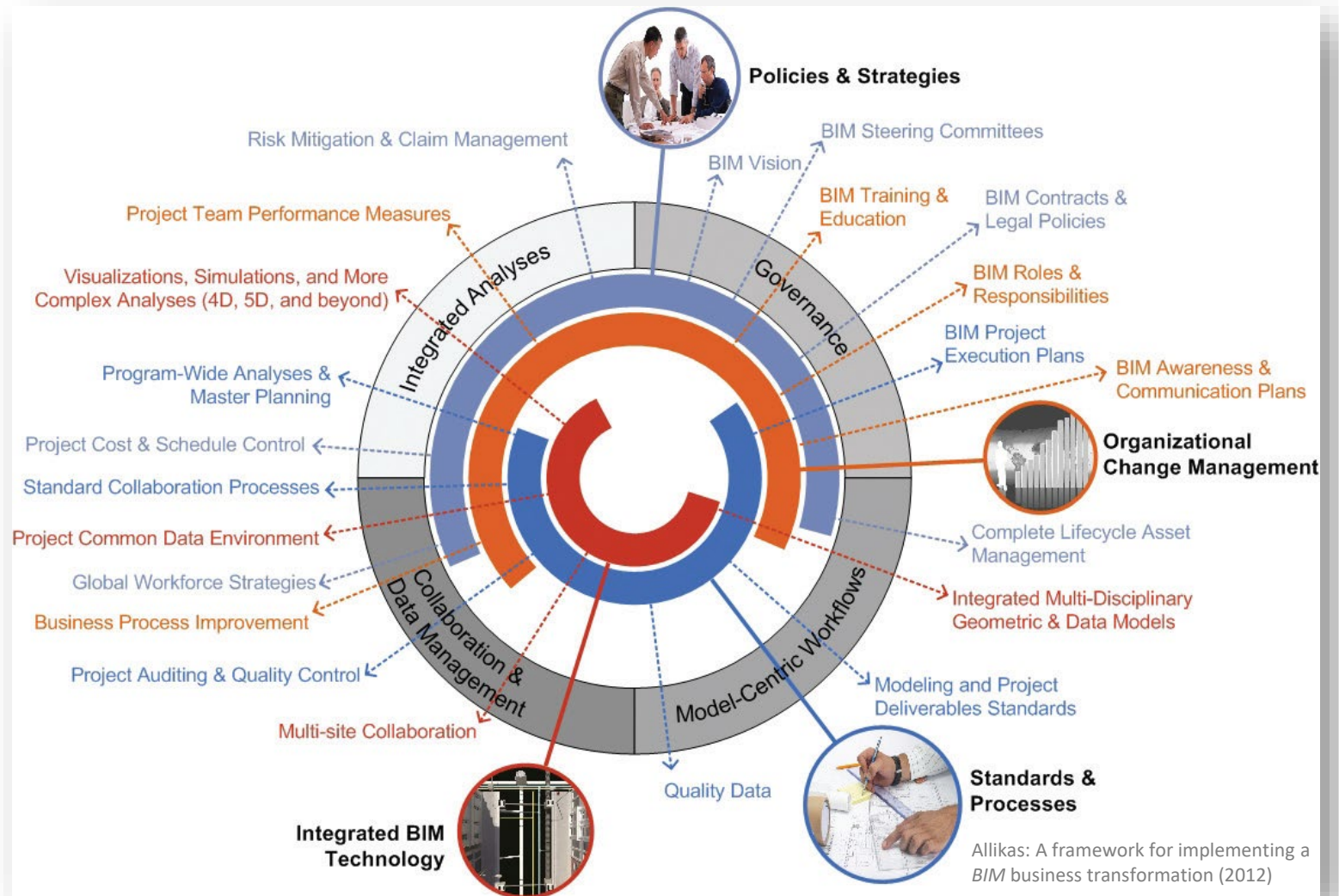
- BIM-i rakendamisest saadavad tulud
 - (4) Ehitamise tööprotsessid
 - Meeskonna suurus, fokuseeritus
 - Väiksem paberikulu (printimine), pakendamisega ning kopeerimisega ja jagamisega seotud kulude vähenemine
 - Projektiplaani optimeerimine
 - Väiksemad kulud, väiksem risk tellijale
 - Paranenud ehitusplatsi turvalisus, kontroll ning mõõdistus, töö jälgimine
 - (5) Opereerimine ning haldus
 - Digitaalne ehitusinfo toetab efektiivset majandamist

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

- BIM-i rakendamise plaan tähendab ka olemasolevate uskumuste, harjumuste, tehnoloogia ning standardite muutmist – sest see määrab, kuidas uus meetod ettevõtte siseselt tegelikult tööle hakkab.
- Olulisemad valdkonnad muudatuste läbiviimiseks on:
 - Eeskirjad ning strateegiad – lähenemisviisid/eelised BIM-i kasutuselevõtuks
 - Muudatuste haldamine – kuidas BIM-i kasutusele võetakse, mida on selleks vaja muuta
 - Standardid ning protsessid – kuidas BIM-i kasutada
 - Integreeritud BIM tehnoloogiad – BIM protsess ning mudeli haldusega seotud töövahendid
- Lisaks tuleb prioriseerida:
 - Organiseeritud haldamist (BIM-i alustala)
 - Mudelil baseeruvad tööprotsessid
 - Koostöö ning andmehaldus
 - Integreeritud analüüsid

BIM-i RAKENDAMISE PLAAN

BIM-i rakendamine tähendab väga paljude erinevate protsesside ülevaatamist (muutmist)



BIM-i EELISED

Kasvav koostöö

- Valdkonna ülene projekti koordineerimine
- Mudeli jagamine kõikide osapooltega

Parem arusaam

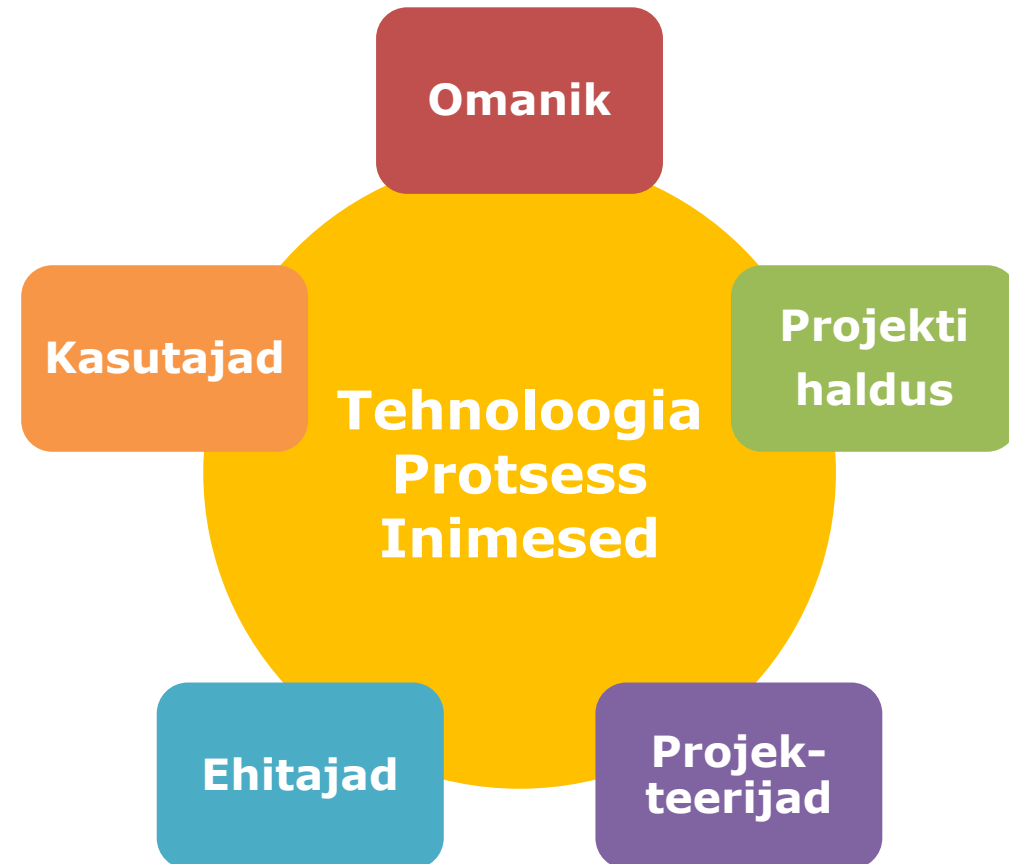
- Visualiseering esitlusteks, otsuste vastuvõtmiseks ning reklaamimiseks
- Vähem vastuseise, paremad lahendused

Vähenevad riskid, vastuolud

- Varajane, virtuaalne riskide leidmine, haldus
- Eemalda vastuolud erinevate valdkondade vahel

Vähenev maksumus ning ajakulu

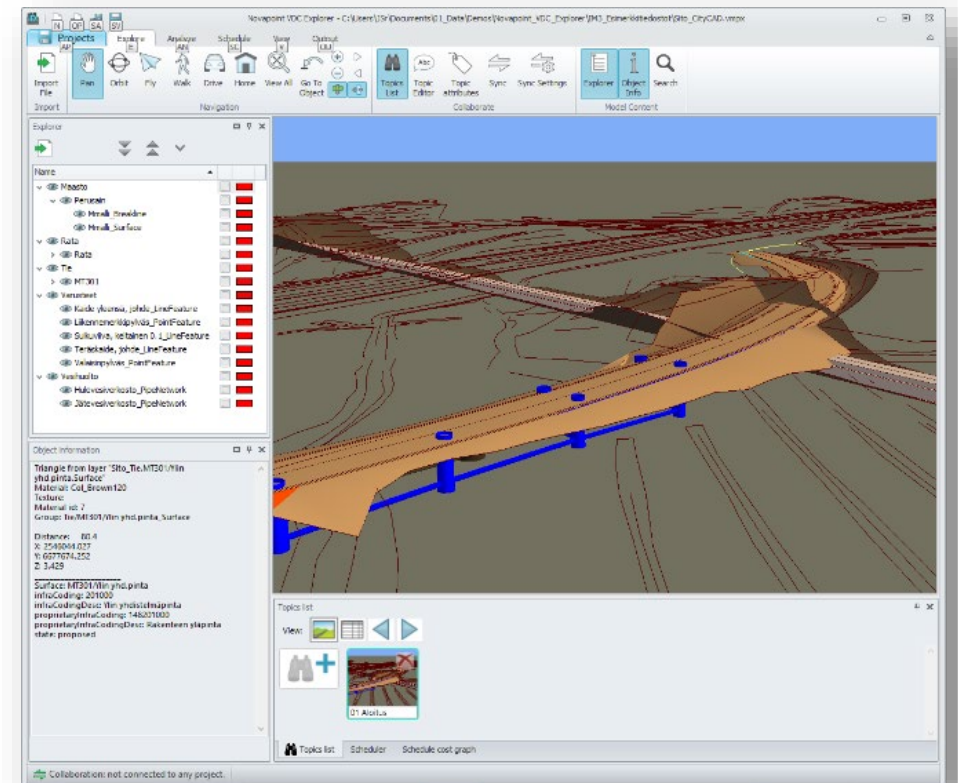
- 5% - 15% väiksem projekti maksumus
- Kiirem elluviimine, ligipääs infole



BIM TELLIJALE

- Projekti väiksem kulu ning kiirem valmimine, samas kõrgema kvaliteediga:
 - Järgi projekteerimise käiku ning kontrolli välja pakutud lahendusi enne kui neid hakatakse välja ehitama.
 - Väiksem muudatuste arv (**CCO = construction change order**) vähenenud projekteerimisest tingitud konfliktide tõttu.
 - Mudelil baseeruv kvaliteedi kontroll.
- Visualiseering esitlusteks, otsuste vastuvõtmiseks ning reklaamimiseks:
 - Visualiseerimise väiksem kulu.
- Info elukaare põhine haldus läbi avatud BIM standardite:
 - Kokkuhoid hoolduses ning opereerimises.

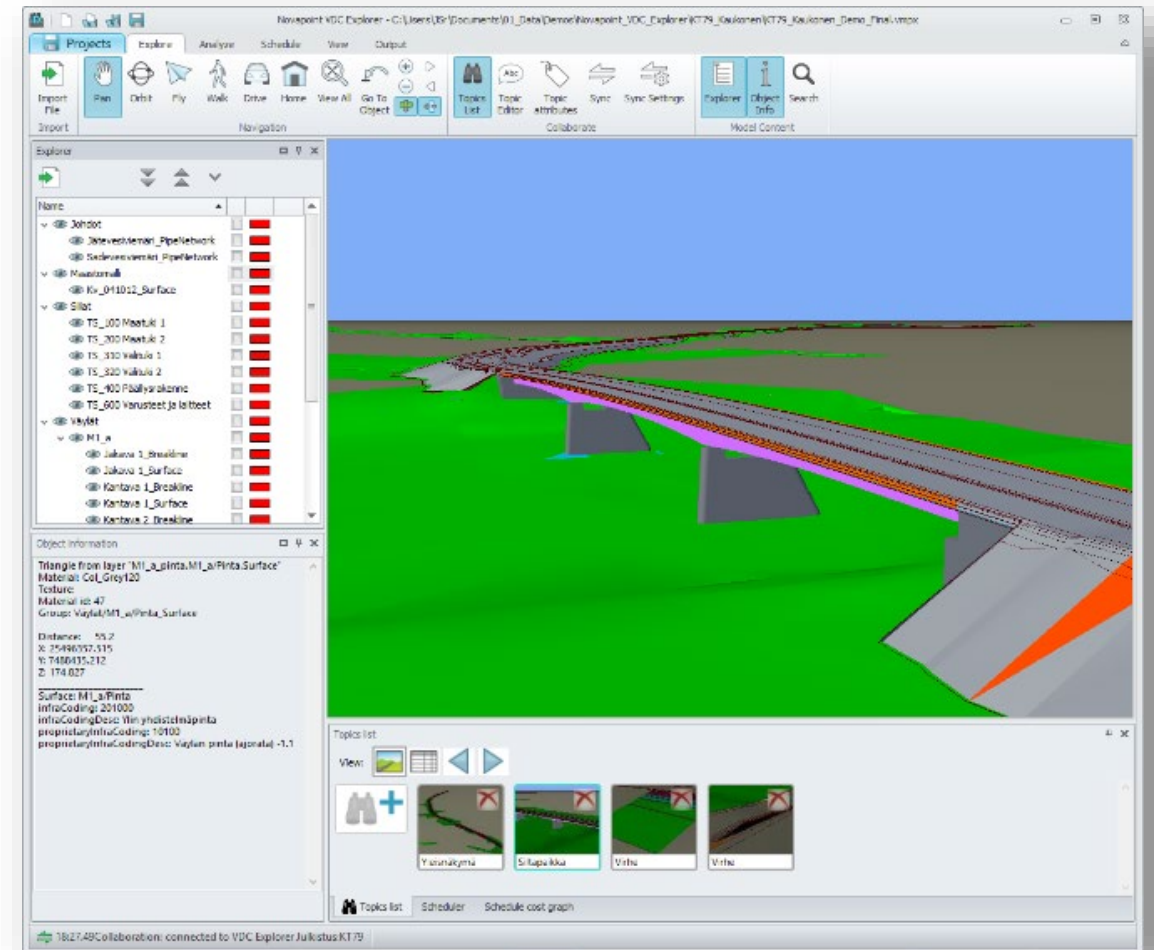
DBB (Design Bid Build) – Tellija (lower cost bids)



Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

BIM PROJEKTEERIJALE

- BIM tellija nõudmisel:
 - Riiklik BIM raamistik
 - Riiklikud BIM juhendid
- Tõsta kvaliteeti ning tootlikkust:
 - Projekti kontroll, väärtust loovad lahendused
- Kokkuvõid jooniste tegemise arvelt:
 - BIM mudelid asendavad jooniseid projekteerimise käigus, puudub vajadus printimiseks
- BIM ning visualiseering on inseneri-valdkonna uued, kasvupotentsiaaliga ärisuunad:
 - Suunanäitaja, mainekujundus

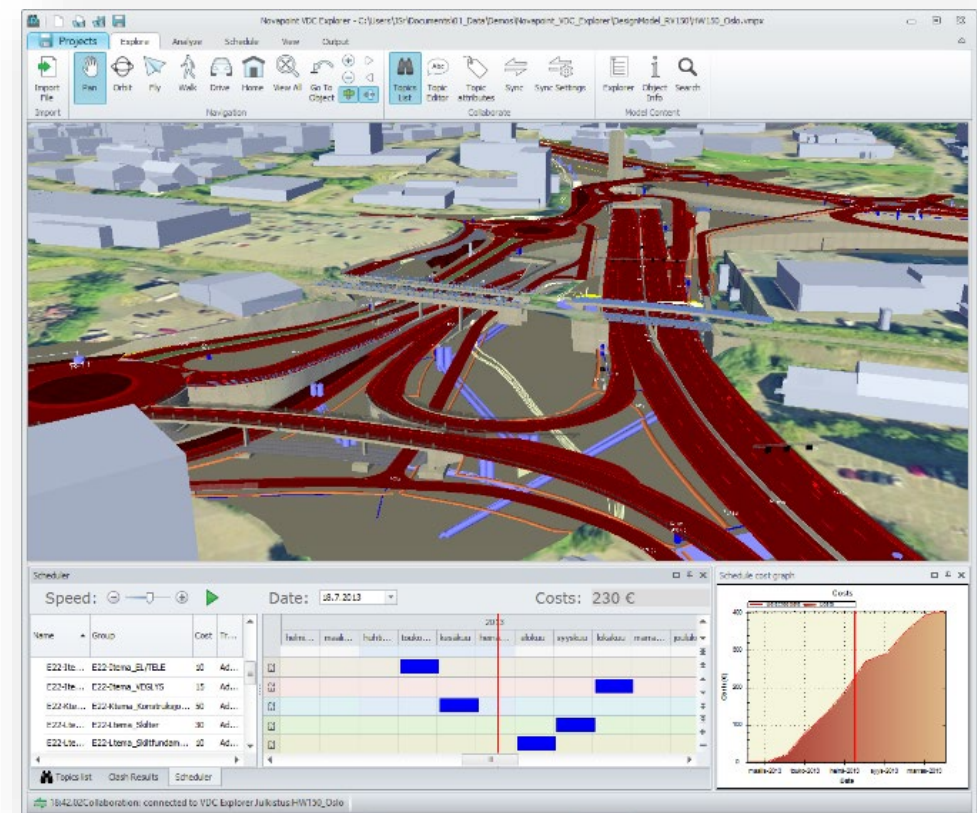


Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

BIM EHITAJALE

- Hanke võitmine väiksema pakkumisega:
 - Ehitatavus, projekti haldus, optimeerimine ning riskide vältimine
- Maksumuse ning tööaja kokkuhoid ehituses:
 - Leia vastuolud ning riskid ja optimeeri ehitustegevusi ning töögraafikuid
 - Kontrolli ehituseks vajaliku andmestiku kvaliteeti, vigade olemasolu ning korrektsust enne tegeliku ehitustegevuse algust
 - Kasuta mudeleid, et panna paika päevaplaan ning juhenda töötajaid ehitusplatsil, selgitades, mida on vaja ehitada
 - Kasuta mudeleid nutiseadmete vahendusel ehitusplatsil, liikvel õlled, mistahes ajahetkel

DB (*Design Build*) – Ehitaja (*lower production costs*)

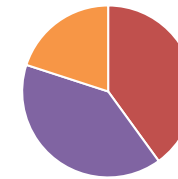


Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS

- Projekteerimisest tingitud vead, mis leitakse ehituse käigus põhjustavad lisakulu
 - BIM-i kasutamisega saab vastuolud elimineerida
 - Kiirem ehitus väiksema kuluga
- Analüüsid on näidanud, et BIM kasutamine vähendab 75% lisatellimuste hulka
- 5% - 15% väiksem projekti kulu

Lisakulu ehituses



■ Ettenägematud ■ Projekteerimisega seotud ■ Muud

Projekt	Meetod	Maksumus	CCO %	Ehitaja
RV 150 - E03; Ring 3 Ulven-Sinsen	Tava	301 milj	18,9%	NCC Construction
RV 150 - E22; Ring 3 Ulven-Sinsen	BIM	532 milj	9,8%	Veidekke
E6 - Nordre, Trondheim	BIM	263 milj	7,6%	Skanska
Fv. 456 Vågsbygdveien	BIM	43,7 milj	4,2%	Veidekke Entreprenør
E6 Skaberud - Kolomoen	Tava	470 milj	18,1%	Hæhre Entreprenør
Joint Project E6-Dovrebanen	BIM	1,8 miljard	8,3%	Hæhre Entreprenør

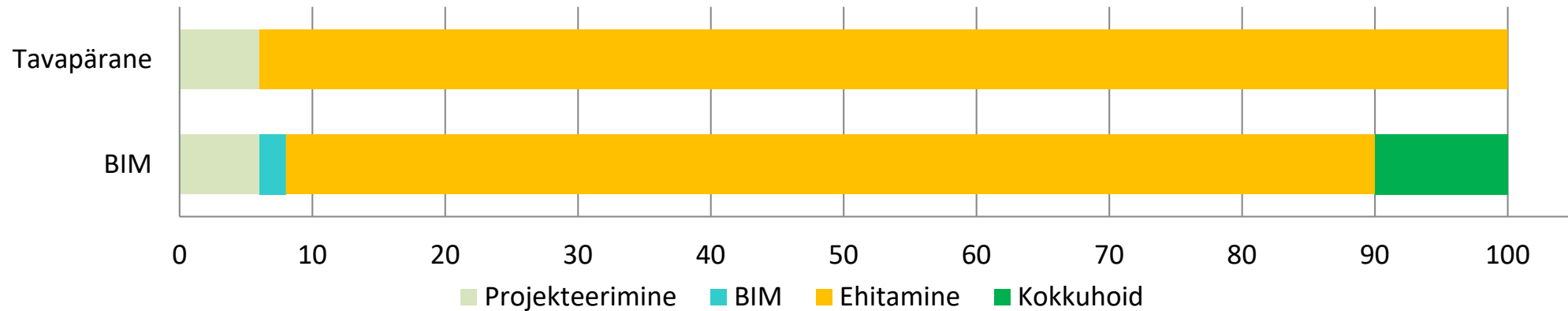
Allikas: Norwegian Public Road Administration

BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS

- Norra maanteeamet (*Norwegian Road Administration*) on uuringu käigus leidnud, et projekti lisakulu tähenduses (*CCO = Construction Change Order*)
 - 40% lisakulu on põhjustatud millestki, millest poldud teadlikud, näiteks teadmata maa-alused torud, teadmata geoloogilise kihi (nt paas, turvas, kivim) olemasolu – neid kulusid ei aita BIM-i kasutamine korvata
 - 40% lisakulu on põhjustatud projekteerimisest tingitud vastuoludest, kus erinevad valdkonnamudelid kattuvad üksteisega või on tegemist muude projekteerimisega seotud probleemidega – enamik neist on välditavad BIM-i kasutamisega
 - 20% lisakulu on põhjustatud tellija otsusest lahendust muuta – neid kulusid on võimalik vältida kui simuleerida erinevaid alternatiivseid lahendusi nii, et parim variant on juba kohe alguses valitud
 - BIM-iga tervikuna on võimalik ehituses kokku hoida kuni 5-15%

BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS

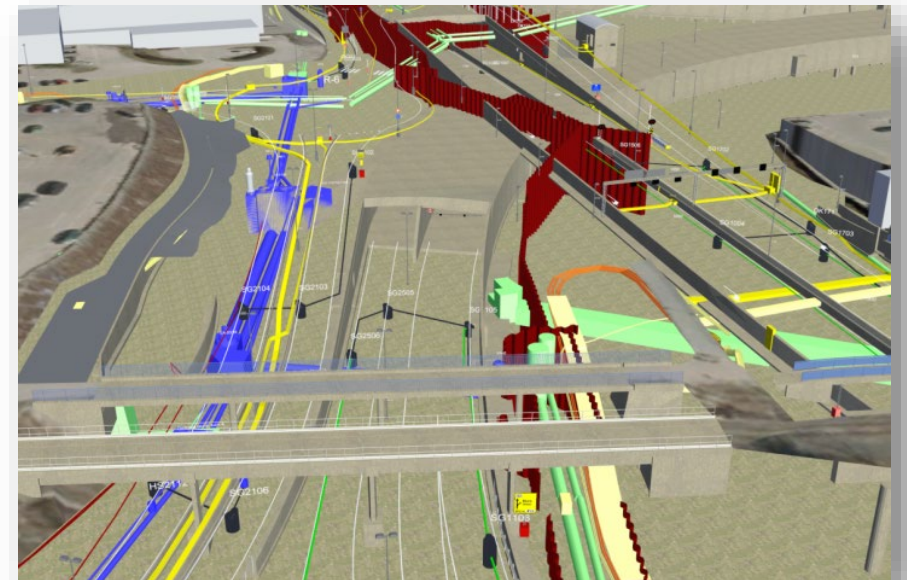
- Tüüpiline CCO (*Construction Change Order*) moodustab ca 5% - 20% kogukuludest
- BIM-i kasutamisega, ligi 40% CCO-st saab vältida
- Isegi kuni 15% väiksem projekti kulu
- Kõik võidavad BIM-st:
 - Tellija saab projekti väiksema kuluga
 - Projekteerijad saavad tegeleda rohkemate projektidega
 - Ehitajad võidavad projekte madalama kuluga
- Kuni 500% suurenev ROI



BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS – NÄIDE #1

RV 150 Ring 3, Ulven-Sinsen (tellijä: Road Department; ehitaja: Veidekke, Norra)

- Muudatuse (CCO) keskmine kulu: \$ 9600 (Norwegian Road Authority)
- **Osa 1:** *BIM* mudelit ei kasutatud
 - Ca 250 muudatusvajadust (600-st) oli põhjustatud disainiga seotud konfliktidest
 - Lisakulu: \$ 2.4 milj. (+4,6%)
- **Osa 2:** *BIM* mudelit kasutati
 - "Disainiga seotud olematu hulk konflikte (CCO vajadust)" (Petter Bakke, Veidekke)
 - Võimalik sääst: 2.4 milj.

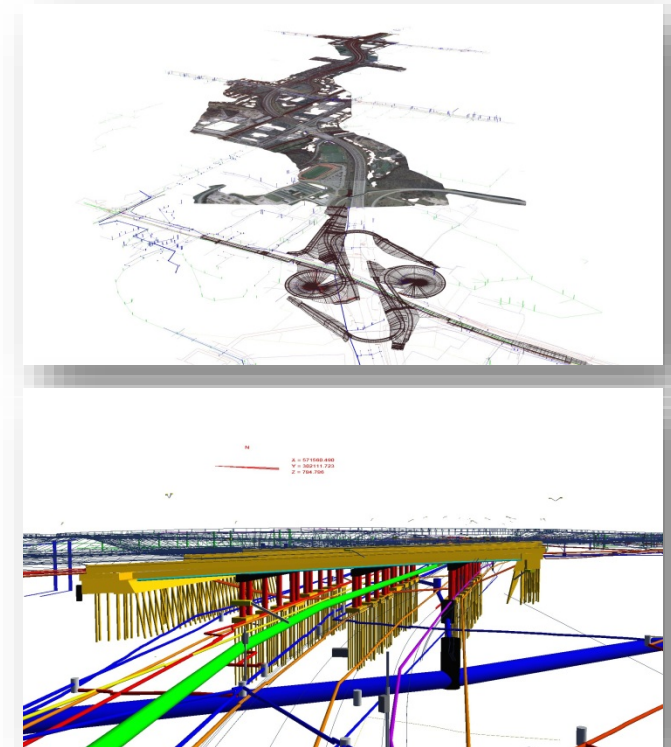


Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS – NÄIDE #2

Zoo Interchange Pilot (tellijaja: Wisconsin Department of Transportation, USA)

- Kasutati erinevaid disaini platvorme:
 - *Autodesk Civil 3D, Revit, Bentley InRoads, LEAP*
 - Andmeformaadid: *DWG, DGN, LandXML, IFC*
- *BIM* tööprotsessid
 - 2D GIS info konverteerimine 3D osamudeliteks
 - Lingitud andmestik võimaldab kiirelt osamudeleid uuendada
- Tulemus
 - Lisamodelleerimise ajakulu: 1 tööpäev
 - Avatud formaatide kasutamine ei vaja spetsiifilise tarkvara kasutust
 - Üks projekt, üks koondmudel
 - Võimalik sääst: 2% ~ \$ 34 milj.



Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

BIM EELISED EHITUSPROTSESSIS – NÄIDE #2

CCO Cost Analysis - Wisconsin Department of Transportation, USA)

I-94 Mitchell IC Construction Project-\$294.4 m

Field Issues - \$22.2 m (669 DINs/CCOs) (~ 7,5%)

- GN-General: 30.5% (148-\$6.8 m-30.5%) (\$45,674 per issue)
- RD-Roadway/Drainage: 25.5% (66-\$5.7 m) (\$85,631 per issue)
- WU-Wet Utilities/Drainage: 11.1% (90-\$2.4 m) (\$27,120 per issue)
- BR-Bridges: 8.0% (114-\$1.8 m) (\$15,557 per issue)
- NW-Noise Wall: 8.0% (14-\$1.8 m) (\$125,909 per issue)
- RW-Retaining Wall: 7.7% (78-\$1.7 m) (\$21,818 per issue)
- EW-Earthwork: 4.5% (17-\$1.0 m) (\$59,220 per issue)
- EL-Electrical/ITS/FTMS: 2.6% (93-\$0.6 m) (\$15,557 per issue)
- TR-Traffic: 2.1% (26-\$0.5 m) (\$18,174 per issue)
- SS-Sign Structures: 0.1% (23-\$0.02 m) (\$738 per issue)

BIM Execution Plan: Zoo IC Project 1060-33-01
Design Task Assignment Matrix: 2012-2017 Construction

	Study / Existing / D. C.	30% P. D.	60% P. D.	90% P. S. & E.	P. S. & E. / Pre-Contract	Construction
Roadways / Temp. Roads / Pavement	E	P	P	P	P	P
Structures / Temp. Structures	E	P	P	P	P	P
DTMs / Grading	E	P	P	P	P	P
Drainage / Ponds	E	P	P	P	P	P
FTMS	E			P	P	P
Lighting	E			P	P	P
Utilities / RRs (By Others)	E				P	P
Signals	E			P	P	P
Pavement Marking / Signing					P	P
Traffic Control / TMP / MOT						
Erosion Control / Fencing						
Subsurface Geotech / HazMat	E	P		P	P	P
ROW/Parcels	E		P	P	P	P
Schedule				S	S	S
Costs					C	C

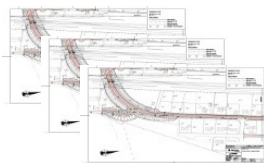
3D E
3D P
4D S
5D C

FOOKUS ON LIIKUDA DOKUMENTIDELT MUDELITELE

Kus me täna oleme

Kuhu jõuda püüame

2D joonised



2D CAD / käsitsi joonestamine
2D projekt. (valdkonniti)

Ühe valdkonna joonised
Valdkonna põhine lähenemine

3D mudelid



BIM-i soodustavad töövahendid
3D projekt. (valdkonniti)

Ühe valdkonna mudelid
Valdkonna põhine lähenemine

3D koostöömudelid



Integreeritud BIM töövahendid
Avatud standardid

Omavahel seotud mudelid
Projekti põhine lähenemine

3D integreeritud intelligentsed mudelid



Mitme kasutaja poolt arendatav mudel BIM serveris
olev mudel

Omavahel seotud mudelid
Kogu elukaart hõlmav

ISOLEERITUD (Level 1)

KOOSTÖÖ (2)

INTEGREERITUD (3)

Joonised

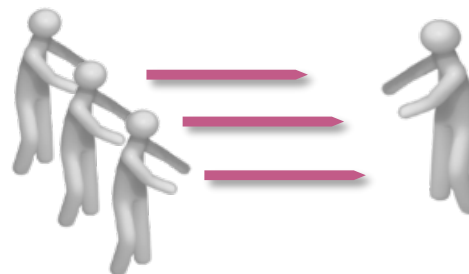
Dokumendid



Infra BIM

Structures BIM

Buildings BIM



Allikas: Topcon Technology Finland

FOOKUS ON LIIKUDA DOKUMENTIDELT MUDELITELE

- **BIM-i kasutusele võtt toimub üle maailma**
 - Globaalne trend, muutused käimas igal pool ("nuusutamine", või reaalne tegutsemine).
 - BIM on soovituslik või nõutud paljudes riikides: USA, UK, Soome, Norra, Singapur, Vietnam.
 - USA: Map21 ja Every Day Counts programmide rahastused vaid digitaalsetel mudelitele baseeruvatele projektidele.
 - UK: Ministeeriumi poolt seatud eesmärk, et tõsta BIM-i läbi tootlikkust ning konkurentsivõimet (BIM Level 2, aprill/okt 2016).
 - Soome ja Norra omavad riiklikke BIM juhiseid BIM-i kasutamiseks.
 - Singapur – BIM-i põhised e-hanked (2015, 5000 m2 ja suuremad).
 - Vietnami uus ehitusseadus soovib kasutada BIM-i kogu ehitusvaldkonnas.
- **BIM Level 1**
 - Paljud tarkvarad on täna BIM võimekusega aga on keskendunud ühele kindlale valdkonna mudelile (Civil 3D, Revit, Tekla jne).
 - Paljud valdkonnad on endiselt 2D jooniste tegemise "režiimis" (maastikukujundus, teekattemärgistus, valgustus).
- **BIM Level 2**
 - Kui kõik valdkonna mudelid on omavahel kombineeritud ühte integreeritud mudelisse, saame BIM-i eelistest rääkida/kogeda.
 - Koostöö valdkondade vahel, terviklik projekti nägemine, vastuolude kontroll, terviklaheduse optimeerimine.
 - BIM töövahendid võimaldavad projekteerijatel töötada samaaegselt, ühes ja samas mudelis, koostöö mudelpõhistes tegevustes.

EUROOPA LIIDU AVALIKE HANGETE DIREKTIIV

What is BIM?

The social, environmental and economic benefits of digitalization are well recognized: Building Information Modelling (BIM) is digitalization for the construction sector. From a public stakeholder perspective, BIM can provide significant efficiency benefits to public works, to public value for money and be a driver for growth and competitiveness.

Allikas: <http://www.eubim.eu/>

Construction

The construction industry is very important to the EU economy. The sector provides 18 million direct jobs and contributes to about 9% of the EU's GDP. It also creates new jobs, drives economic growth, and provides solutions for social, climate and energy challenges. The goal of the European Commission is to help the sector become more competitive, resource efficient and sustainable.

Allikas: https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction_et



Allikas: <http://www.eubim.eu/handbook/>

FOOKUS ON LIIKUDA DOKUMENTIDELT MUDELITELE



#1

2D DOKUMENTATSIOON



#2

OPTIMEERIMINE

Kommunikatsioonile väga väike tähelepanu. Põhirõhk oli n-ö projektinfo tootmisel, mis vastaks selle hetke nõuetele. Põhiküsimus oli (on), kas projekti viiakse õigesti ellu (rõhk siis juba valitud variandil ja selle elluviimisel).



#3

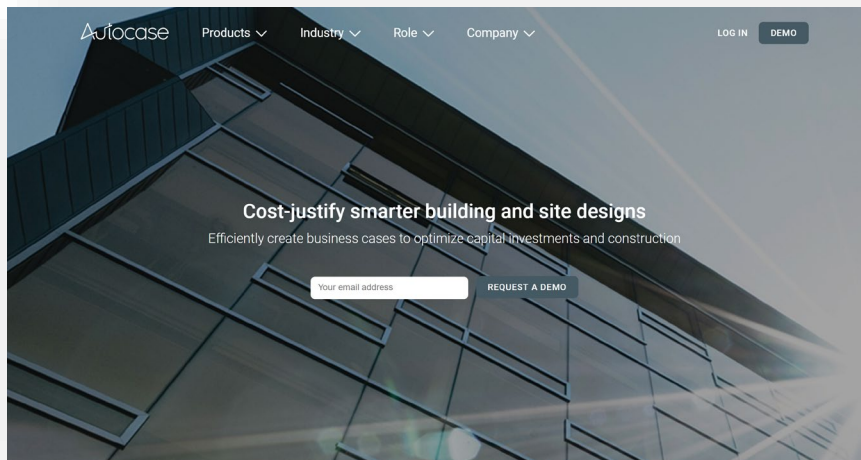
KOKKULIITMINE

Kas me valime õige lahendi, ehk siis kommunikatsioon tekib oluliselt varem ja seda sisuliselt reaalajas ühes projekteerimise protsessiga ja väga erinevate osapooltega (see on jäänud varasemalt tahaplaanile).

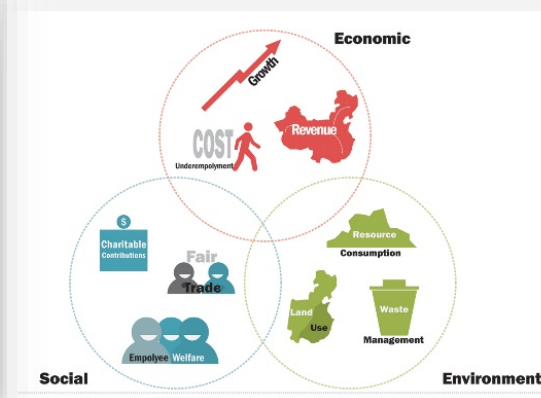
Allikas: Autodesk

FOOKUS ON LIIKUDA ... KOMMUNIKEERUMISELE

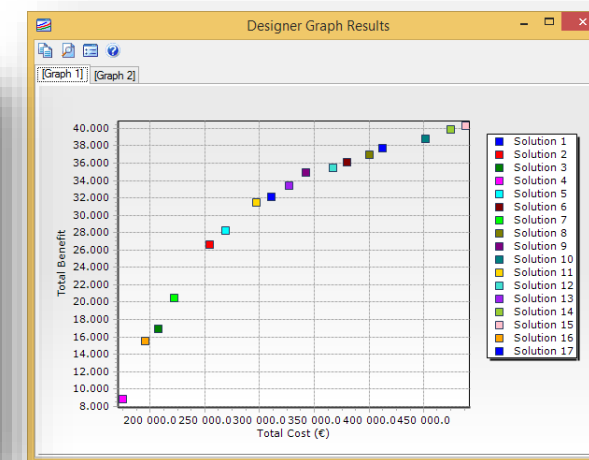
- **Cost-Benefit analysis** – mitme-sihiline optimeerimine
 - Meil on piiratud ressursid (eelarve), aga me soovime parimat lahendit – see ei tähenda odavaimat lahendit.
 - Mitme-sihiline optimeerimine/analüüs tähendab seda, et **me leiame üldise koondteguri (nt finantsiline + sotsiaalne + keskkond)** ja seome selle konkreetse lahendi maksumusega. Seejärel uurime, kuidas see üldine (positiivne mõjutegur) kasvab kui me kulutame lisaressursse).
 - Ühele hetkel võtab kõver horisontaalse joone, kus lisakulutuse tegemine ei too enam realselt mõõdetavat tulu.



www.autocase.com (USA linnade keskne)



Sissejuhatus BIM-i



67

FOOKUS ON LIIKUDA ... KOMMUNIKEERUMISELE

- **Cost-Benefit analysis** – mitme-sihiline optimeerimine
 - *Triple Bottom Line, Green Stormwater Infrastructure, Low Impact Development*
- Lihtne näide - kinnisvara väärtuse muutust ei vaadata ainult m², piirkond, ehitusmaksumus jne, vaid ka muutuvast keskkonnast (õhukvaliteet, uputusohht, müra kasv, ummikud jne). Või siis sõnastame seda nii, mismoodi rahvastiku liikumine mõjutab meie poolt loodud infrastruktuuri kasutust tulevikus?



A green roof absorbs rainwater, reduces energy costs and offers wildlife habitat in urban Portland, Oregon.



Rainfall soaks through permeable pavement and into the ground below in this parking area in west Des Moines, Iowa.



Street runoff collects in stormwater planters in Portland, Oregon.



A landscaped curb extension calms traffic and captures and infiltrates street runoff in Portland, Oregon.

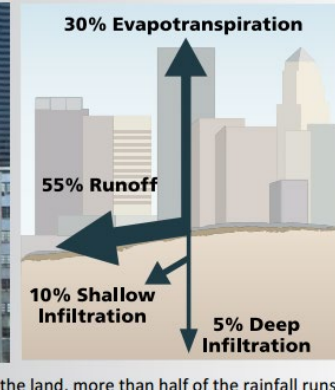


Figure 1. When roads, rooftops and parking lots cover much of the land, more than half of the rainfall runs off and flows directly into surface waters. In highly developed areas, such as in Seattle, Washington (above left), only 15 percent of rain water has the opportunity to soak into the ground.

FOOKUS ON LIIKUDA ... KOMMUNIKEERUMISELE

- *Low Impact Development*

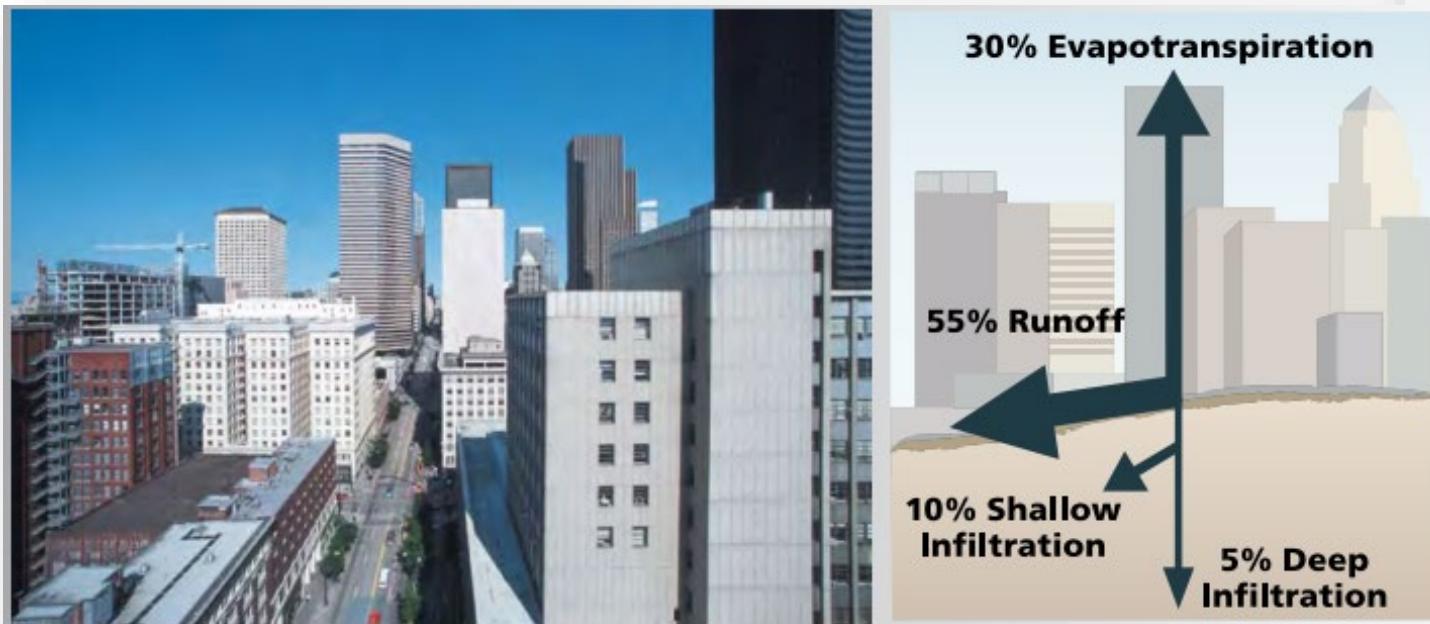


Figure 1. When roads, rooftops and parking lots cover much of the land, more than half of the rainfall runs off and flows directly into surface waters. In highly developed areas, such as in Seattle, Washington (above left), only 15 percent of rain water has the opportunity to soak into the ground.

Allikas: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/bbfs1benefits.pdf>



A green roof absorbs rainwater, reduces energy costs and offers wildlife habitat in urban Portland, Oregon.

FOOKUS ON LIIKUDA ... KOMMUNIKEERUMISELE

- *Low Impact Development*
Singapore Green Mark

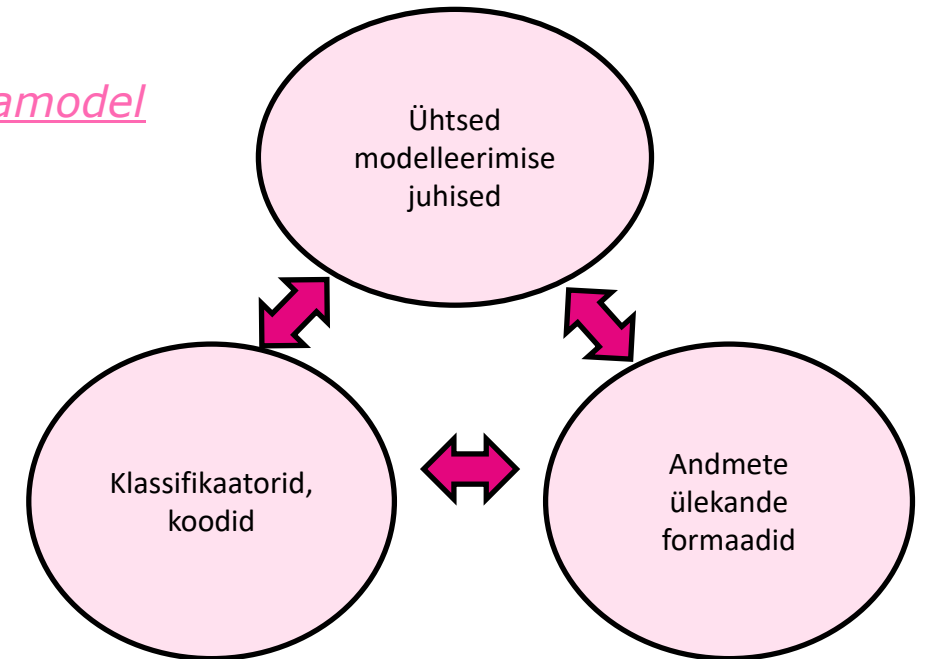


Punktisüsteem hindamaks
ehitise keskkonnamõju ning
toimivust (suutlikkust)

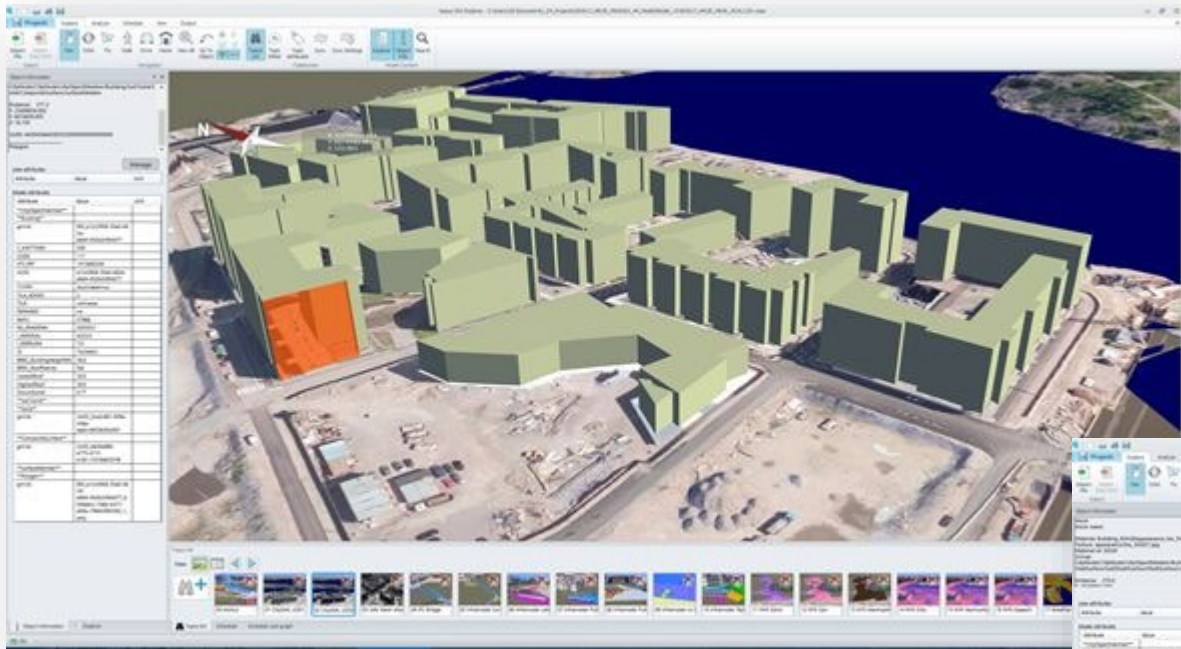


ANDMEMUDELITE STANDARDID

- Andmemudelite standardid
 - Hooned: *IFC, gbXML,*
 - Infra (täna): *[IFC Alignment](#), [LandXML](#), [Inframodel](#)*
 - Infra (tulemas): IFC (Road, Rail, Bridge)
 - 3D kaksik: *[CityGML](#)*
 - Arenduses? *[InfraGML](#), [LandGML](#)*
- Ehitise info, protsesside standardid
 - COBie, IPD
- Klassifikaatorid, koodid
 - Objektide koodid ning nimetamine
- Ühtsed modelleerimise juhised
- Kirjeldada nõudeid ning protseduure erinevates projekti staadiumites



ANDMEMUDELITE STANDARDID



CityGML (*.gml) infrastruktuuri koostöömudel (täpsusklass LOD1, hoone karp), iga hoone kannab endas infot (Allikas: Helsinki City Model).

Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

CityGML infrastruktuuri koostöömudel (täpsusklass LOD2, hoone täpsem esitus koos fotol baseeruva materjaliga), iga hoone kannab endas täiendavat infot (Allikas: Helsinki City Model).

PointCloud Mesh (.obj)
Topcon Falcon 8,
AgiSoft Photogrammetric Kit for Topcon*



Sissejuhatus BIM-i

ANDMEMUDELITE STANDARDID

Allikas: Ekraanitõmmis mudelist

“ i ” – informatsioon *BIM* mudeli objektidelt

Object information

Group: CityModel/Building

Distance: 502.4
X: 25499058.243
Y: 6674670.448
Z: 22.465

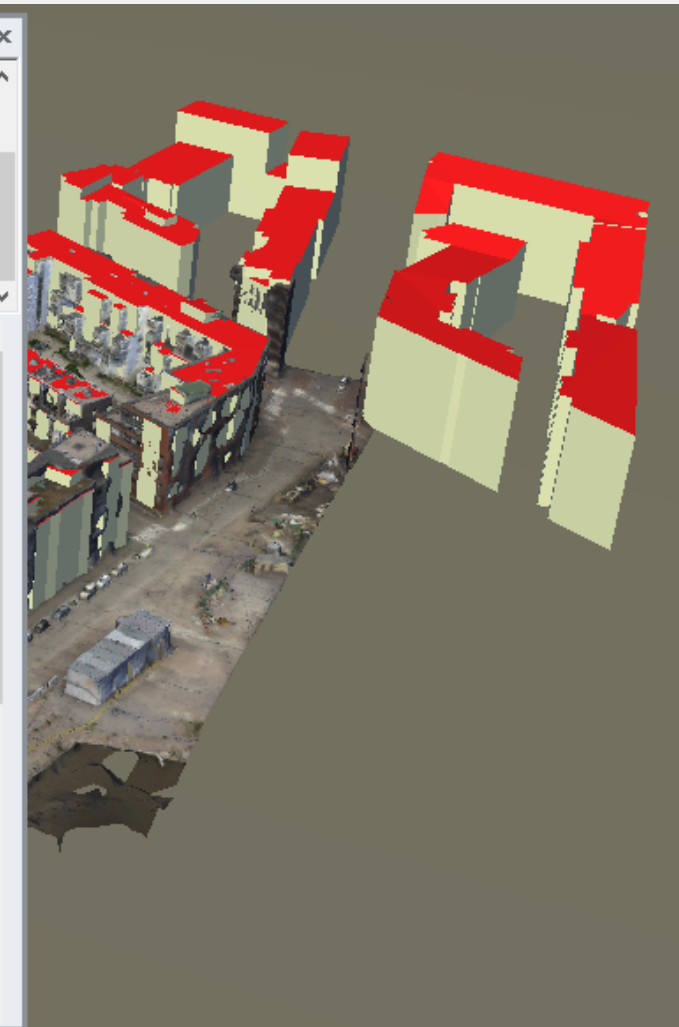
GUID: 35304339463633360000000000000000

Polygon

Manage

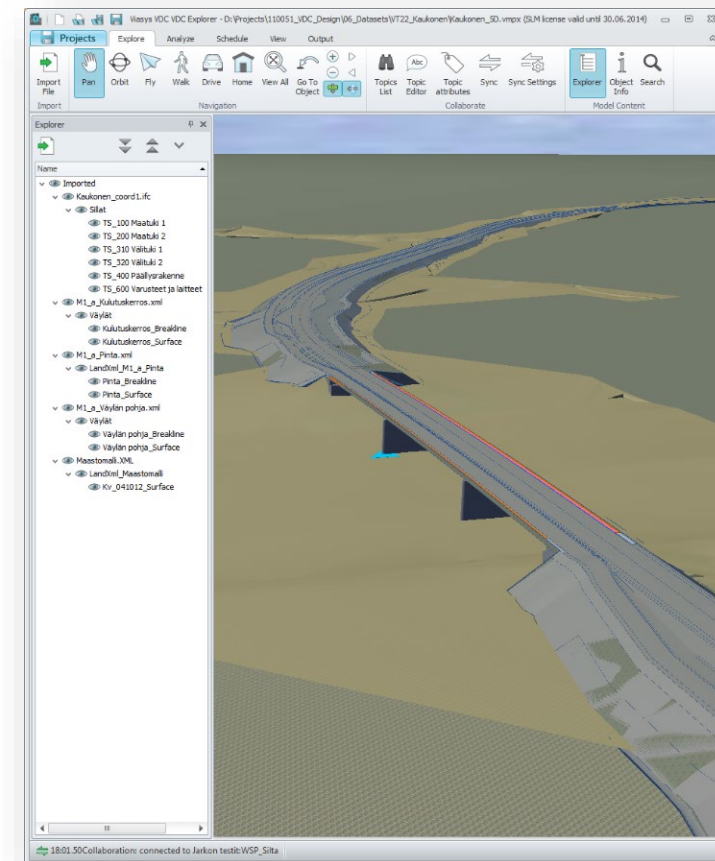
User attributes

Attribute	Value	Unit
Model attributes		
RoofSurface		
gml:id	BID_2c6d3819-a3c3-4477-af31-9d73be2ca30b_295c09a9-061b-48eb-ad38-e6b86f8c7af8_2	
Area	437.2	
RoofPitch	90.0	
ZMax	20.3	
ZMaxASL	22.9	
ZMin	20.3	
ZMinASL	22.9	
RoofOrientation	-1.0	
FaceUUID	295c09a9-061b-48eb-ad38-e6b86f8c7af8	
Iod2MultiSurface		
MultiSurface		
surfaceMember		
Polygon		
gml:id	BID_2c6d3819-a3c3-4477-af31-9d73be2ca30b_295c09a9-061b-48eb-ad38-e6b86f8c7af8_2 polv	



AVATUD STANDARDITE EELISED

- Digitaalne projekti edastus:
 - Projekteerimistarkvarast sõltumatu *BIM* edastus
 - Andmete vahetatavus ning integreeritavus erinevate süsteemide vahel
- Arhiveerimine:
 - Tulevikukindlus – andmed on loetavad ka dekaadide järgselt
- Innovatsioon:
 - Avatud standardite initsiatiivid
 - *3rd-party* tarkvarade läbimurre
- Valitsuse nõue juba paljudes riikides

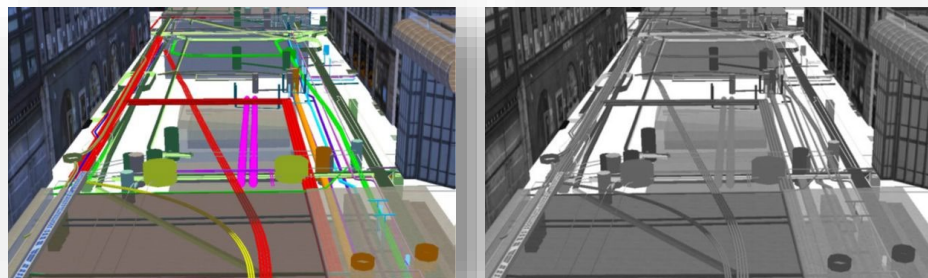


Integreeritud mudel, mis baseerub LandXML ning IFC standarditel, HW22 Kaukonen, Finland
Mudel: WSP Finland Oy

MUDELPROJEKTEERIMISE JUHISED

Soome standard: YIV2015 (avaldamisel 2019 versioon)

- Sätestab üldnõuded infrastruktuuri projektidele
- Lisainfo: <http://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>
- Eesti keeles: avaldatud EVS lehel



Tehniline visualiseering: kokku lepitud värvikood teeb mudeli loetavuse arusaadavamaks, ebakindel info on esitatud omaette värvikoodiga

Kood	Kirjeldus	Märkus	Värvitoon	
			Olemasolev	Projekteeritud
1000	Maapind, muld, kivim		Hele hall	Hall
1100	Olemasolevad konstruktsioonid		Hele hall	Hall
1200	Saastunud maa		Hele hall	Hall
1300	Vundament, alus-konstruktsioonid		Hele hall	Hall
1400	Aluspind		Hele hall	Hall
1500	Kivimiga tihendus, kindlustus		Hele hall	Hall
1600	Maapinna eemaldatav osa / kaevetööd		Hele hall	Hall
1700	Kivimi eemaldatav osa / tunnelid		Hele hall	Hall
1800	Tagasitäide, mulded		Hele hall	Hall
2000	Katend ja sellega seotud konstruktsiooni elemendid		Hele pruun	Pruun
2100	Aluspind		Hele kollane	Kollane
2200	Äärekiivi, rennid, mulde kindlustus		Hall	Must
2300	Taimestik		Hele roheline	Roheline
2400	Raudtee ülemine pind		Hele pruun	Pruun
3100	Vesi ja kanal	Joogivesi	Hele sinine	Sinine
3100	Vesi ja kanal	Sademevesi	Hele roheline	Roheline
3100	Vesi ja kanal	Kanaliseatsioon	Hele punane	Punane
3200	Liiklusohutus ja juhtimine		Hall	Must
3300	Elekter, side ja tehnilised süsteemid	Elekter	Hele kollane	Kollane
3300	Elekter, side ja tehnilised süsteemid	Side	Hele roheline	Roheline
3400	Kaugküte ning gaas		Hele lilla	Lilla
4000	Konstruktsioonid	Sillad, konstruktsioonid, hooned	Hele sinine	Sinine
	Murdejooned			Punane
	Ajutised konstruktsioonid			Hele punane
	Eemaldatavad mahud			Lilla
	Teostatud (<i>as-built</i>)			Oranž
	Ebatäpne info	Ebatäpne: kõrgus, muu mõõt, ruumi eraldus, visandatud lahendus	50% läbipaistev	50% läbipaistev

LÄHITULEVIKU TRENDID



- Kuna ehitussektor tervikuna ei jookse just tormi uute tehnoloogiate/võimaluste kasutusele võtuks, siis saab üsna selgelt väita, et **BIM-iga seonduv ei ole veel täiel määral rakendunud**
- Kasvõi **2D jooniste olemasolu vajadus** ja nende baasil läbi viidav kooskõlastus on eelneva heaks näiteks
- Ehkki BIM-i rakendamise juures saab silmas pidada väga erinevaid tasandeid, siis ühe ettevõtte kaasamine terviklikku BIM-i protsessi on **mitme-aastane lugu**
- Kui tööstusvaldkonna tähenduses saab BIM-i tegelikku väärtust hinnata ehk aastate pärast, siis projektide tähenduses on olemas selgeid näiteid, kus nii projekti **ajagraafikut kui maksumust on BIM-i läbi suudetud vähendada**
- Samas tuleb rõhutada, et endiselt lähevad läbi ka projektid, mis siis nii oma tehnilise lahenduse kui ka eelarve tähenduses on justkui läbikukkunud (ingl *value engineering*)

LÄHITULEVIKU TRENDID - HARIDUSVALDKOND

- BIM-iga seonduvad teemad kõrghariduse esimesele/teisele õppeaastale
- Selgelt on näha trendi, et tudengid võtavad BIM-i töövahendeid lihtsamini omaks kui CAD-iga seonduvat

BIM hoonete ehituses

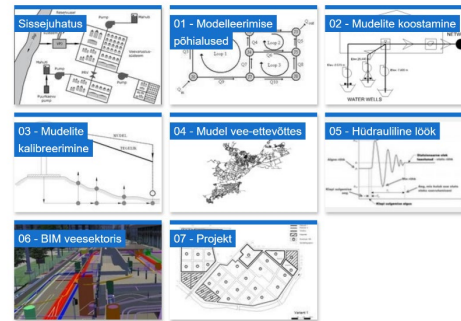


BIM teedehituses

Õppemoodulid



BIM veesüsteemides



BIM korrashoius



Märkus: Kursuste vaated on TalTech Moodle peegeldused, et võimaldada avatud ligipääsu kursuste olemusele

LÄHITULEVIKU TRENDID - OMAVALITSUS

- Mudelpõhine kooskõlastus
- Täna saad tuua vaid Singapuri, kus arhitektuuri/konstruktiooni- ning eriosade mudeleid saab kooskõlastuse saamiseks esitada nende algupärasel formaadil (*Revit, Tekla Structures, ArchiCAD, Bentley AECOsim*), kuid nende kontrollimine käib senini käsitsi. Ehk siis arenguruumi veel on



LÄHITULEVIKU TRENDID – “JONISED NÕUDMISEL”

- Mudelpõhine ehitusprotsess ning joonised vaid vajadusel
- Eeldab, et mudelid sisaldavad sama detailsusastet kui joonised. Ka Eestist on näiteid tuua. Samas on oluline, et mudelit suudab lugeda ka platsitööline



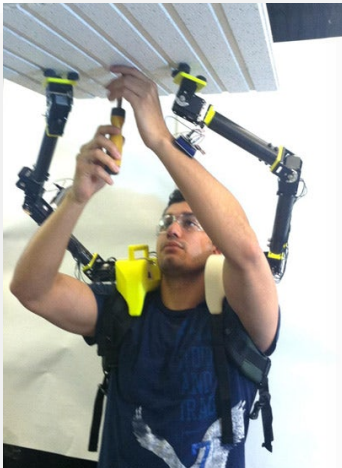
Allikas: Naksitrallid

LÄHITULEVIKU TRENDID – BIM PROTSESS

- Avaliku kui ka erasektori **kasvav nõue BIM-i kasutamise järele**
- **Uute oskuste omandamine** olemasolevate rollide tähenduses (arhitektid, insenerid, ehitajad – BIM-i oskuste tasand)
- **Uute rollide teke**, laiem levimine. BIM manager, BIM koordineerija või nende rollide sulandumine olemasolevate, nt projektijuhtide kohustuste hulka
- Omanike ning tellijate **parem arusaam BIM-i vajalikkusest** teostus- ning haldusmudeli tähenduses
- **Koostööle suunatud projekti elluviimine**, sh uuendusmeelsemate lepinguvormide laiem kasutusele võtmine (IPD – integreeritud projekti teostus)
- Mudelite koosvaatamine
- BIM standardite laiem levik
- **Mudelitel baseeruv eeltootmine** võimaldab optimeerida ehitusprotsesse/-graafikuid ning teostada allhankeid üle maailma
- **Keskkonnasäästlikumad lahendused läbi energiasimulatsioonide** ja nende usaldusväärseuse tõstmine (töövahendite arendamine)

LÄHITULEVIKU TRENDID – TEHNOLOOGIA

- Mudelite kontrolli automatiseerimine (vastavuse kontroll, kooskõla nõuetele jne)
- Virtuaalse mudeli liitmine füüsilise keskkonnaga (liitreaalsus)
- 3D printimine ning robotika esimesed sammud ehitusprotsessides



Allikas



[Video link](#)

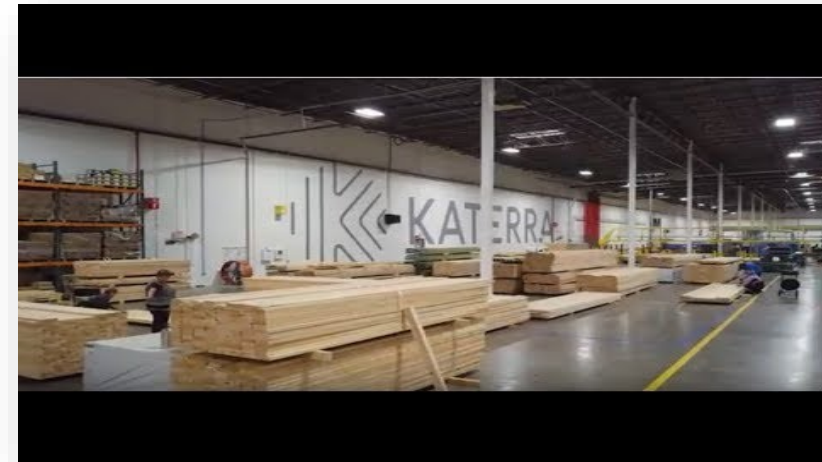


[Video link](#)

LÄHITULEVIKU TRENDID – TEHNOLOOGIA + PROTSESS

- **Timmitud ehitus + BIM.**
 - Ehitusprotsesside järgimine (jagatud ressursid, teiste allhankijate hetke tegevused, materjalide saadavus või nende tarneahela seis)
 - Materjalide, varustuse ning tööjõu hanked on täna endiselt üsnagi manuaalne ning tülikas protsess
 - Samas eksisteerivad start-up ettevõtted, kes pakuvad nii tooteid kui tööjõudu, mistõttu ettevõtte mõiste võib juba lähitulevikus hägustuda
 - Platvormide teke, mis võimaldab sarnaste huvidega ettevõtetel koondada, et seeläbi osaleda erinevatel hangetel, tõsta tootlikkust ning kasumlikkust (see soodustab omakorda kulude läbipaistvust)

Tarneahela optimeerimine võib ehituskulusid kokku hoida ca 5%.



[Video link](#)

LÄHITULEVIKU TRENDID – UURINGUTE VAJADUS

- Tehisintellekti parem rakendus BIM-i põhistesse protsessidesse, sh andmete kontroll ning nende ülekandmine seotud komponentidele



[Video link](#)



Suffolk has partnered with the startup Smartvid.io on technology that uses image recognition to detect safety risks like workers missing protective equipment.

COURTESY OF SUFFOLK AND SMARTVIDIO

Allikas: smardvid.io

2025 PERSPEKTIIV

- Projekteerimise ning ehitusprotsessi digitaliseerimine täies mahus (**sensorite kasutamine ning seeläbi ehitusseadmete juhtimine läbi mudelite** – puuritava augu sügavus jne)
- BIM mudelite laiem levik hoogustab uutele tehnoloogilistele innovatsioonidele
- Senisest suurem koosteliinidel tootmine ning toodete laiendamine lähtudes projektist ning kasutaja erisoovidest
- Projektmudelite automaatne vastavuse kontroll programmilistele nõuetele/piirangutele
- Tehisintellekti kasutus ehituses
- Eeltootmise globaliseerumine
- Säästlikumad ehitised (simulatsioonide integreerimine, BEM → CFD)

2025+ PERSPEKTIIV

- Lähiaastad: Integreeritud BIM (*BIM Level 3*)

- **2020-2030: Timmitud BIM (*Lean BIM*):**

- Parem integreeritavus timmitud ehituse tarkvaradega
- Senisest suurem eeltootmine (sh kasutajapõhiste toodete)
- Ehituse automatiseerimine
- 3D printimine
- Tarneahela haldamine, materjali logistiline järgimine
- Moodulpõhine ehitamine
- Virtuaal- ning liitreaalsuse rakendused

- **2030+: Tehisintellekt + BIM (*AI BIM*):**

- Automatiseeritud protsessid (sh eeltootmise ning kohapealse tootmise tähenduses)
- BIM suurandmete tähenduses
- Tehisintellekti kasutus disainis, ehitamises ning mudeli kontrollimisel
- Tark linn, GIS ja BIM integratsioon

**TAL
TECH**

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn,
Tel 620 2002 (E-R 8.30–17.00)

taltech.ee