



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

## Dokument: D19 – D3.6

### BIM kompetentside juhised professionaalidele

Version: 1

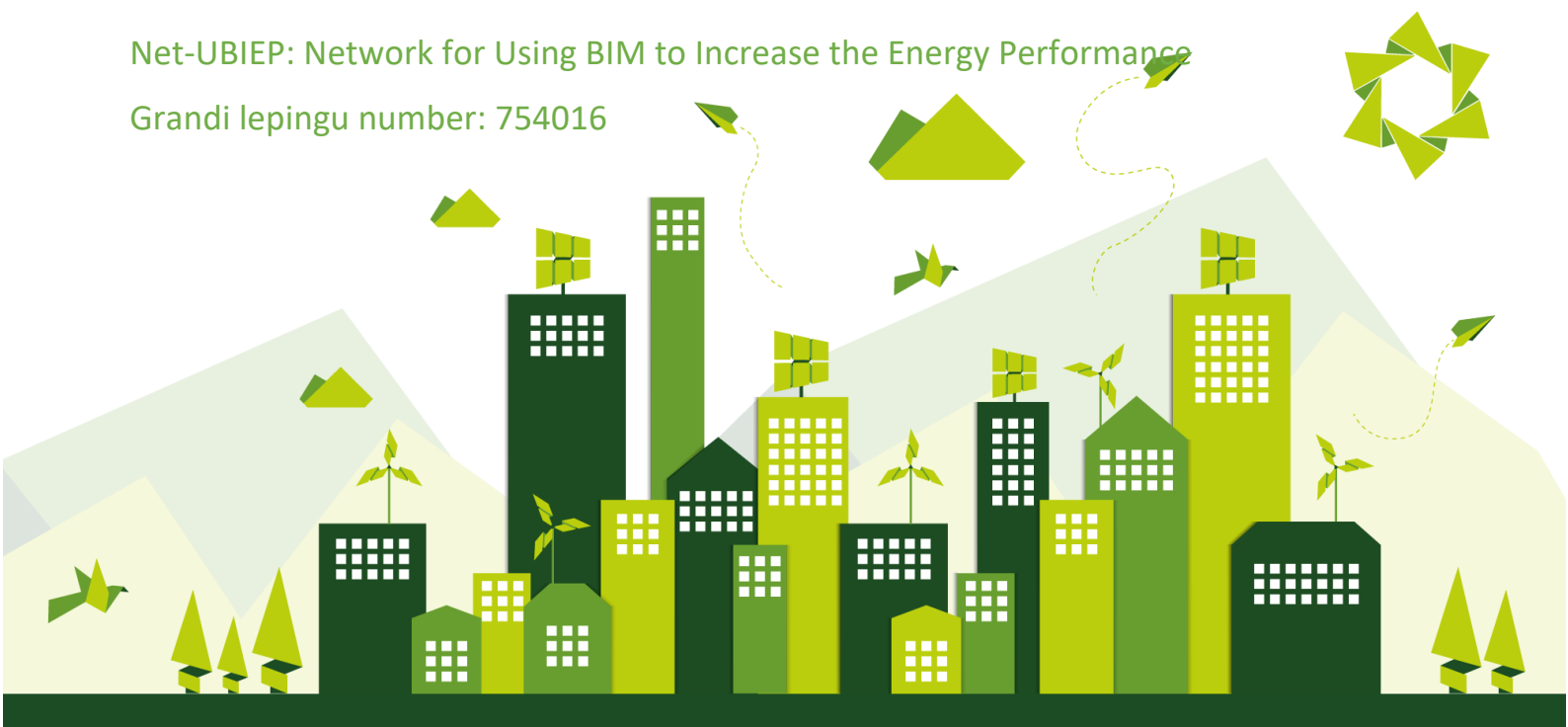
Kuupäev: 23/05/2019

**Töopaketi juht: CSA – Centro Servizi Aziendale Soc. Cons. A r.l.**

**Autorid: CSA – Centro Servizi Aziendale Soc. Cons. A r.l.**

Net-UBIEP: Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

Grandi lepingu number: 754016



Suunised professionaalidele



Co-funded by the Horizon 2020 programme  
of the European Union



# Sissejuhatus

## Miks Net-UBIEP?

Net-UBIEP projekti eesmärgiks on ehitiste energiatõhususe parendamine läbi BIMi kasutamise soodustamise ja laiendamise. BIMi kasutamine võimaldab simuleerida ja hinnata ehitise erinevate alternatiivide – materjalide ja komponentide – energiatarbimist elukaare erinevates etappides.

BIM, mis tähendab ehitusinformatsiooni modelleerimist, on ehitise elukaart läbiv protsess – alates kavandamisest ja projekteerimisest ehitise ehitamise, haldamise, hooldamise, lammutamiseni. Igas projekti staadiumis on oluline arvestada kõigi energiat puudutavate aspektidega, et vähendada ehitise keskkonnamõju elukaare vältel.

Kõik ehitusvaldkonna spetsialistid peavad teadma oma rolli kogu ehitise elukaares ja suurendama oma kompetentsi seoses ehitusprotsessi digitaliseerimisega. See tähendab BIM mudeli väljatöötamist erinevateks kasutusviisideks, mille klient on neile usaldanud. Energiatõhususe seisukohalt BIMi rakendamiseks vajalikud pädevused varieeruvad sõltuvalt ehitise elukaare faasist (1), sihtrühmast (2) ja BIMi profiilist (3).

Net-UBIEP projektis paigutatakse see teave kolmemõõtmelisse maatriksisse, kus kirjeldatakse erinevate valdkondadega ja BIMi rollidega seotud pädevusi erinevates projekti staadiumites. Näiteks, milliseid BIM pädevusi peab omama (3) arhitekt (2) liginullenergiahoone projekteerimise (nt. eelprojekti) staadiumis (1).

Insenerid ja arhitektid peavad olema valmis suurendama oma võimekust simuleerida ehitusinformatsiooni mudeli (BIM) kaudu uute tehnoloogiate ja materjalide kasutamist. Lisaks, suurendama väiksemate kuludega ehitiste energiatõhusust ning rahuldada klientide vajadusi parema kvaliteedi tagamisega.

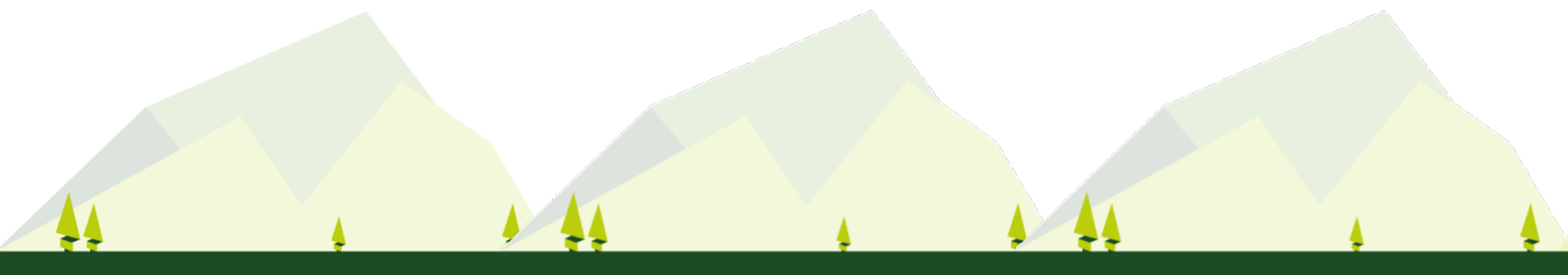
BIM on levinud ehitustööstusesse ja uued digitaaltehnoloogiad võimaldavad konkurentidel teistest riikidest turgudele siseneda. Esimene spetsialist, kes suudab sellele väljakutsele reageerida, saavutab ehitusturul olulise eelise.

Esimene samm hõlmab ettevalmistusstaadiumi, mille käigus peavad insenerid ja arhitektid oma protsessid uuesti läbi mõtlema, et olla võimelised haldama BIM-i mudeleid koos kõigi teiste ehitise elukaarega seotud asjaosalistega. Nad peavad läbima erikoolituse, et:

- teada, mis on BIM ja miks on kasulik teada asjakohast terminoloogiat;
- tunda ära BIM-i eelised võrreldes traditsiooniliste meetoditega;
- olla kursis projekti informatsiooni elukaarega, eelkõige sellega, kuidas teavet esitatakse, saadakse, vahetatakse ja säilitatakse;
- olla teadlik avatud lahenduste kasutamise lisandväärtusest koostöövõime tagamiseks;
- osata teha koostööd ühtses andmekeskkonnas;
- olla kursis ehitusvaldkonna digitaliseerimist käsitlevate riiklike seadustega;
- teada, milliseid norme peetakse nende piirkondlikus/kohalikus keskkonnas oluliseks seoses:
  - säästva energia tegevuskava (SEAP) või säästva energia ja kliimamuutuste tegevuskavaga (SECAP);
  - kaugkütte piirkonnaga;
  - energiatõhususe sertifikaadiga;
  - keskkonnasõbralike energiakandjatega, mis on keskkonnasõbralike riigihangete kohaselt kohustuslikud.

1

D19 D3.6 Suunised erialastele BIM-i pädevuste kohta



Enamik väiksed ja keskmise suurusega ettevõtted, mis tegelevad ehitiste projekteerimise ja/või ehitamisega kas suurettevõtete alltöövõtjana ja/või iseseisvalt, ei ole selleks digitaalseks revolutsiooniks absoluutselt valmis. Nad peavad omandama vajalikud teadmised, et rakendada ja juhtida digitaalset keskkonda. See on vajalik koostöö tegemiseks teiste ehitise elukaarega seotud spetsialistidega alates eelprojektist kuni ehitise elukaare lõpuni.

## Spetsialistide roll

Energiaaspektidele keskendudes peavad insenerid ja arhitektid olema valmis liginullenergiahoonete (NZEB) jaoks nii uute hoonete kui ka olemasolevate hoonete renoveerimise korral. Selle olulise tulemuse saavutamiseks peavad nad lisaks riiklike, piirkondlike ja kohalike seaduste järgimisele muutma ka oma seisukohta ning projekteerima ja ehitama hoonet selle eluea lõppu silmas pidades. See tähendab, et nad peavad arvestama lõppkasutajate nõudmistega ehitise energiatõhususe ja mugavustaseme osas alates projekti algusest ning selle kasutamise ajal. Lisaks, koostama ehitise ja selle komponentide/seadmestiku hooldusnõuded ja informatsiooni nende elukaare lõpu kohta.

### Eelstaadium

#### Ülesanded:

1. Teada, kuidas hallata geograafiliste andmetega territoriaalkaarte, seismilisi kaarte ja kliimakaarte seoses hoone ehituskohaga.
2. Tuvastada kindlal territooriumil kohaldatavad SECAP-i indikaatorid ja nende nõutav formaat.
3. Tuvastada indikaatorid, mida saab kontrollida regulatsioonile vastavuse kontrollimise kaudu, ja nende formaat.
4. Tuvastada nõuded vastavalt minimaalsetele keskkonnavalastele kriteeriumitele, et määratleda ehitise säästlikkus (energia- ja veekulu jne) selle elukaare jooksul.
5. Määratleda meetodid failide haldamiseks, vahetamiseks, talletamiseks ühtses infokeskkonnas (ÜIK).
6. Koostada ehitise informatsiooni halduskava (PIM) tööandja informatsiooni nõuete (EIR) põhjal.

### Projekti ettevalmistus ja kavandamine

#### Ülesanded:

1. Tuvastada EIR-ides määratletud energiatõhususe nõuded.
2. Tuvastada hoone ehitus-/renoveerimiskohas ettenähtud energiatõhususe nõuded.
3. Määratleda hoolduskava nõuded, et tagada hoone ettenähtud energiatõhusus.
4. Tuvastada vajalikud erialased oskused BIM-i rakendamiseks suurima energiatõhususe tagamiseks, et saavutada NZEB.
5. Määratleda projekti raames rakendatava kogu tarneahela nõuded.
6. Koostada esialgne ehitusinformatsiooni modelleerimise rakenduskava (BEP).
7. Koostada olemasoleva hoone praegustest tingimustest äärmiselt täpne visuaalne ülevaade.
8. Teha olemasoleva hoone seadmestiku osas väga põhjalik kontroll.
9. Pakkuda välja erinevaid lahendusi hoone energiatõhususe suurendamiseks.

### Projekti kontseptsioon

#### Ülesanded:

1. Koostada projekt, võttes arvesse tööandja poolt eelnevas staadiumis esitatud kõiki uusi nõudeid.

2. Vaadata üle esialgne BEP, et võtta arvesse kõik tarneahelaga või teiste sama projektiga töötavate spetsialistidega seotud uued küsimused.
3. Vaadata üle ehitise tehnosüsteemide projekt, et tagada maksimaalne energiatõhusus.
4. Arvestada asustamisjärgsete ja kasutamisalaste küsimustega, et tagada parem seadmestiku projekteerimine.
5. Näha ette parimat tehnoloogiate (nt taastuenergia süsteemid, kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid (HVAC) jne) kooslust, et tagada suurim energiatõhusus.
6. Tagada HVAC-teenuste haldus- ning integreeritud juhtimissüsteemi (hoone automaatika- ja juhtimissüsteem (BACS)) olemasolu.
7. Tagada veekulu vähendamiseks vajalike seadmete olemasolu.
8. Tagada hoone välispiirete dünaamiline käitumine, rakendades eelistatult liigutatavate elementidega (varjestus, liugpaneelid jne) lahendused.
9. Esitada mudelite teabe valmiduse tase vastavalt eelmääratletud detailsustaseme/infotaseme (LOD/LOI) indikaatoritele iga mudeli objekti puhul seoses lõpliku projekti poolt nõutava detailsusega.
10. Projekteerida ÜIK erinevatelt spetsialistidelt ja tarnijatelt saadava informatsiooni vahetamiseks, jagamiseks ja säilitamiseks.

## Põhiprojekt ja tehniline projekt

### Ülesanded:

1. Tagada põhiprojekti kohased energiatõhususe jätkusuutlikkuse nõuded.
2. Tagada õigete hooldus- ja kasutussuuniste üleandmise strateegia.
3. Integreerida HVAC-seadmestiku ning kõigi muude seadmete paigaldamise projektid ühte liidetud mudelisse.
4. Vaadata üle BIM-i rakenduskava, kui seda on muudetud.
5. Tagada, et tarneahel oleks võimeline esitama lõpliku teabe esitamise käigus õige teabe.
6. Veenduda, et kõik NZEB nõuded või olemasoleva hoone renoveerimise nõuded oleks täidetud.
7. Veenduda, et arvestatud oleks soojustuse pidevusega.
8. Tagada energiatõhususe kontrolli mittetehnilise juhendi koostamine lõppkasutajale loetavas formaadis.
9. Luua BIM 3D ja 4D tööde aja ja kulude kavandamiseks, et simuleerida erinevaid lahendusi ning hinnata kõigi renoveerimistööde investeeringu tootlust.
10. Luua BIM 6D erinevate seadme- ja valgustussüsteemide simuleerimiseks, et saavutada kõrgeim mugavustase ja madalaim energiakulu.
11. Kontrollida vastuolusid, et vältida seadmete ja hoone konstruktsiooni omavahelisi takistusi.
12. Teha regulatsioonile vastavuse kontroll, et tagada vastavus kõigile seadusest tulenevatele ja tehnilistele nõuetele.
13. Luua ÜIK erinevatelt spetsialistidelt ja tarnijatelt saadava informatsiooni vahetamiseks, jagamiseks ja säilitamiseks.
14. Tagada kogu graafilise ja mittegraafilise informatsiooni õige digitaliseerimine ja haldamine.

## Ehitus

### Ülesanded:

1. Viia tehnilise projekti BIM-i mudel vastavusse teostusega, mis tähendab, et tagada tuleb mudelis esitatud informatsiooni vastavus tegelikule hoonele.

- 
2. Tagada, et iga hoone elemendi kogu teave, sh tarnijatelt saadud teave, oleks üleandmise strateegias õigesti esitatud.

## Üleandmine ja protsessi lõpetamine

### Ülesanded:

1. Teostada kõik üleandmise strateegias ettenähtud tegevused.
2. Tagada ehitusteenuste täpsustamine tagamaks parim energiatõhusus.
3. Kontrollida ja kinnitada, et kõik seadmed on korrektselt paigaldatud ja nende kasutusjuhend on esitatud koos BIM mudeliga.
4. BIM mudeli üleandmine hoonehaldurile ja/või omanikule.

4

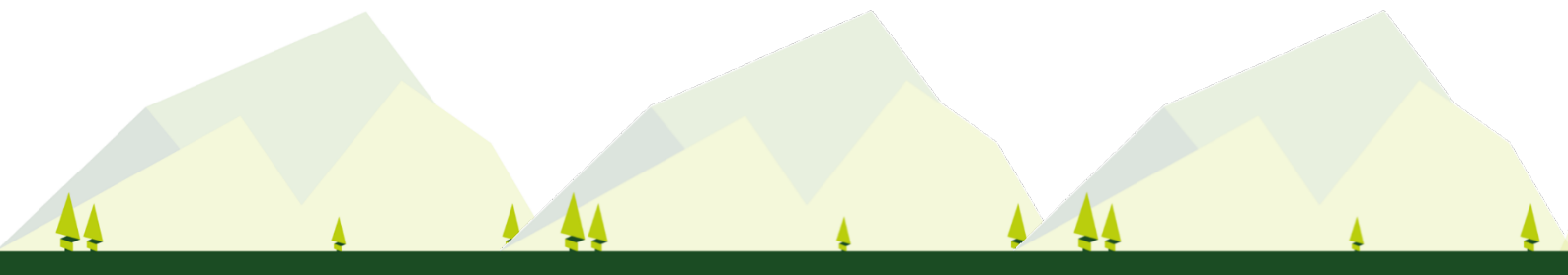
## Kasutusel olev ehitise ja taaskasutussevõtt

### Ülesanded:

1. Kontrollida kasutuses oleva ehitise energiatõhusust.
2. Tagada korrektne seadmete registreering registris ja omanikule.
3. Tagada SEAPI ja/või SECAPi jaoks vajalike näitajate esitamine.
4. Tagada seadmete hooldus parimaks toimivuseks.
5. Tagada, et kõik suuremad muudatused oleksid BIM mudelis korrektselt esitatud.
6. Tagada, et seadmete taaskasutusse võtmine ja nende mittevajamise korral utiliseerimine oleks korrektselt teostatud.

### Õpiväljundid ehitusvaldkonna spetsialistidele

Õpiväljunditega saab tutvuda projekti tulemis koodiga D15. – D3.2. Õpiväljundite nõuded sihtrühmadele. Dokumendiga saab tutvuda veebisaidil [www.net-ubiep.eu](http://www.net-ubiep.eu).



## Sisukord

1. Ehitusvaldkonna spetsialistide BIM-i pädevuse nõuded .....	6
2. Ehitusvaldkonna spetsialistide koolitusmaterjalide sisukord .....	8
3. Seosed pädevuste ja koolitusmaterjalide vahel .....	10

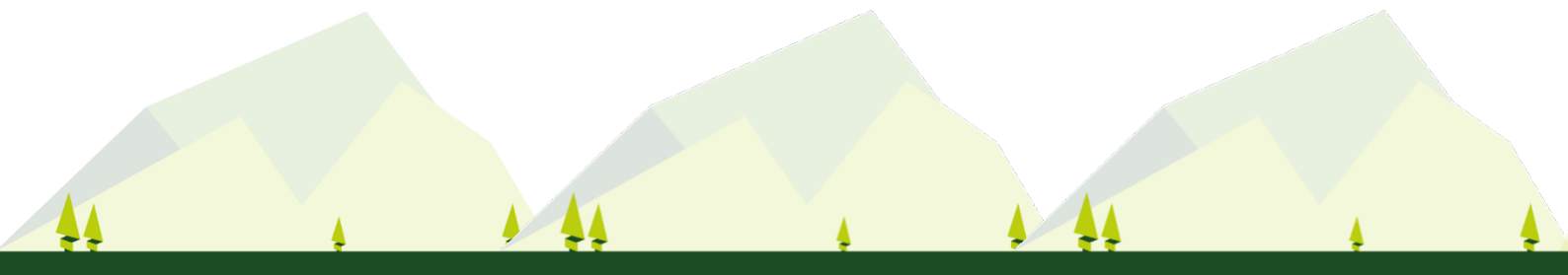
5

D19 D3.6 Suunised erialastele BIM-i pädevuste kohta

## 1. Ehitusvaldkonna spetsialistide BIM-i pädevuse nõuded

Dokumendis D15. A – D3.2.A, on kirjeldatud nõuded ehitusvaldkonna erinevate sihtgruppide BIM pädevustele. Ehitusvaldkonna spetsialistide BIM-i ja energiatõhususe pädevuse nõuete alusel koostati antud sihtrühma õpiväljundid, milleks on järgmised:

- **PR.LO1.** Tuvastada BIM-i kasutamise eeliseid liginullenergiahoonete või renoveeritavate hoonete projekteerimise, ehitamise, eksploatatsiooni, hoolduse ja renoveerimise staadiumites. Samuti osata hinnata seotud BIM tehnoloogiaid, kehtivaid BIM standardeid ja BIM trende;
- **PR.LO2.** Hinnata BIM-i abil ehitise ehitusmaksumuse kalkulatsioone: 5D kulude prognoosimine, investeeringutasuvus, eelarved ja kuluarvestus;
- **PR.LO3.** Kasutada BIM-i ehituse organiseerimise ja juhtimise funktsioonide toetamiseks, mille juurde kuulub 4D plaanimine, ehitusplatsi organiseerimise projekti koostamine, ressursside ja seadmete kasutamise plaanimine;
- **PR.LO4.** Kehtestada ehitusprojekti ühtse andmekeskonna kasutamise reeglid, võttes arvesse erinevate ehitusvaldkondade rolle ja tegevusi, ning tutvustada neid reegleid ehitusprojekti osalejatele. Tagada teabenõuete ja teabe kättetoimetamise käsiraamatu järgimist kogu tarneahelas, hallata andmeid teabemudelis, pidada arvestust rakendamise kohta, jälgida tulemusi, tagada, et esitatud teavet hoitakse puutumatul kujul ja seda ei käidelda edaspidiseks kasutamiseks ja edastada BIM-i teabemudeli lõppkasutuseks;
- **PR.LO5.** Korraldada teostatavusuuringuid, juhtida digitaalset tootmisprotsessi, modelleerida ja lisada mittegraafilist teavet, arendada ühises andmekeskonnas kasutatavate elementide raamatukogu, kontrollida esitatud mudeleid, ja luua kasutajatele ja läbivaatajatele projektist ülevaade. Liita erinevaid 3D mudelid, et kontrollida interferentside olemasolu, rakendades kvaliteedijuhtimist ja koordineerides erinevate valdkondade meeskonnaliikmeid. Kaaluda 7D tulemuslikkuse näitajaid, projekteerides või renoveerides nZEB hoonet sõltuvalt erinevatest tehnoloogiatest, nende eelised versus kulud, ehitise kasutamine, kliimatsoon jne;
- **PR.LO6.** Määrata liginullenergiahoone nõuded seoses taastuvenergiaallikate, energiasäästu rajatiste, 6D jätkusuutlikkuse nõuetega, mis on seotud BIM-i projekteerimiseesmärkidega. Integreerida erinevad RES (taastuvenergia allikad) süsteemid hoonetele, millel puudub konflikti tuvastamine, ning teadmised ehitustöö, hoonete kasutamise ja väliskliima, jätkusuutliku energiasüsteemi, energianõudluse ja taastuvenergia tootmise kõigi aspektide omavahelise seotuse kohta. Määratlada materjalide jätkusuutlikkus hankedokumentides ja valida ettevõtted, kellel on nendes tehnoloogiates kogemusi;
- **PR.LO7.** Teostada riskijuhtimist, katastroofiplaneerimist (sealhulgas tulevaste kliimamuutuste planeerimine), BIM-süsteemidega seotud probleemide tõrkeotsingul, peamiste kriitiliste punktide lahendamine liginullenergiahoone saamiseks ja sellest tulenev BEP-i muutmine;
- **PR.LO8.** Koostada hoonete hooldusplaan ja hooldusjuhend, et edastada omanikele juhtimisteavet;
- **PR.LO9.** Hinnata jaotusstrateegia terviklikkust ja kontrollida vastavust "ehitatud" ja hoone lõplikule BIM-mudelile;

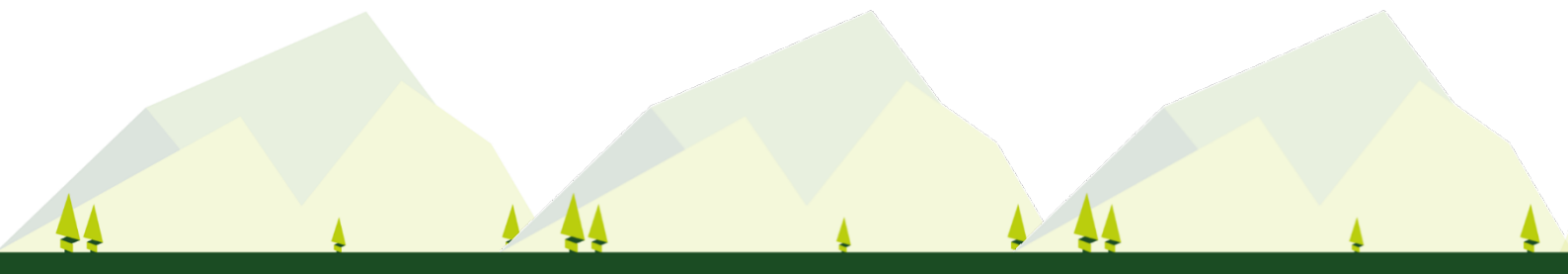


- **PR.LO10.** Kasutada laserskaneerimist, et toota pilveteenust või olemasolevate hoonete fotogrammeetriat nende renoveerimiseks, modelleerimiseks, võrdlemiseks ja hindamiseks uute seadmete ja nendega seotud süsteemide jaoks ning 3D-mudeli arendamiseks pöördprojektina;
- **PR.LO11.** Teostada tehnilist järelvalvet ja kontrollida, kas järgitakse eelnevalt määratletud BIM standardeid, tehnilisi nõudeid ja õigusakte, mis on võimalised kasutama suhtelist tarkvara ja kehtestama BIM-projektide kvaliteedijuhtimist;
- **PR.LO12.** Koostada hoone nõuetekohane kasutusest maha registreerimine, võttes arvesse kohalike, riiklike ja rahvusvahelisi seaduseid.

## 2. Ehitusvaldkonna spetsialistide koolitusmaterjalide sisukord

Ehitusvaldkonna vastutatavate spetsialistide koolitusmaterjali sisukord (tuleb dokumendist number: D18 – D3.5) on liigendatud järgmiselt:

0. Sissejuhatav moodul – olulisemad BIMi alased teadmised ja oskused .....	Error! Bookmark not defined.
0.1 Sissejuhatus: mis on BIM? .....	Error! Bookmark not defined.
0.2 BIMi terminid.....	Error! Bookmark not defined.
0.3 BIMi erinevatel eesmärkidel kasutamise eelised ja väärtus .....	Error! Bookmark not defined.
0.4 Avatud BIMi tööriistad ja standardformaad.....	Error! Bookmark not defined.
0.5 ÜIK (ühtne infokeskkond) .....	Error! Bookmark not defined.
0.6 BIMi rakenduskava .....	Error! Bookmark not defined.
1. Moodul 1 – BIMi levik.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Investeeringutasuvus.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.1 BIMi ROI organisatsiooniline mõõde .....	Error! Bookmark not defined.
1.1.2 BIMi ROI huvigruppide mõõde .....	Error! Bookmark not defined.
1.1.3 BIMi ROI küpsuse mõõde .....	Error! Bookmark not defined.
1.2 BIMi levitamise strateegiad .....	Error! Bookmark not defined.
2. Moodul 2 – teabehalduse rakendamine.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 ÜIKs (ühtne infokeskkond) teabe haldamise põhimõtte .....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Graafilise ja mittegraafilise informatsiooni 3D-mudel .....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Energiatulemuslikkuse lepingu (EPC) hoolduskava .....	Error! Bookmark not defined.
2.4 BIM-i teostusmudel hoonete energiatõhususe suurendamiseks .....	Error! Bookmark not defined.
3. Moodul 3 – hangete haldamise rakendamine .....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Kvaliteetsed pakkumised ja lepingud, garantiid ja muutuste juhtimine .....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Keskkonnahoidlikud riigihanked.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Materjalide ja toodete valimine BIM-iga .....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Energiasäästlikkuse alane koolitus .....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Huvigruppide välja selgitamine ja nende vaheline koostöö .....	Error! Bookmark not defined.
4. Moodul 4 – BIMi tehnoloogia kasutamine .....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Säästlik ehitussektor .....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Mudeli automaatne kontroll .....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Koodeksi kontroll.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Vastuolude tuvastamine.....	Error! Bookmark not defined.

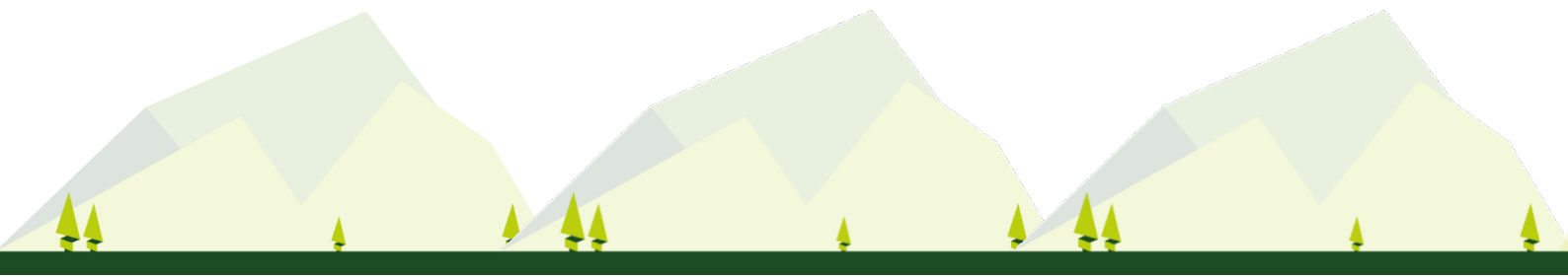


4.3 Informatsiooni küpsuse indeks.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 4D- ja 5D-BIMi tehnoloogiad .....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 4D-faasi kavandamine .....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 5D-kulude hindamine .....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Laserskaneerimise tehnoloogia .....	Error! Bookmark not defined.
5. Moodul 5 – BIMi mudeli analüüs.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 BIMi kasutamine kvaliteedijuhtimises .....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Simulatsioonimeetodid ja energiakulu ja valgustuse analüüs.....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Ehitustööde tehniline järelevalve .....	Error! Bookmark not defined.
5.4 BIMi üleandmine ja hooldamine .....	Error! Bookmark not defined.
Referentsid .....	Error! Bookmark not defined.

### 3. Seosed pädevuste ja koolitusmaterjalide vahel

Spetsialistide Koolitusmaterjalides (mille seksioonid on eespool loetletud) on eespool nimetatud pädevused jaotatud kogu dokumendis. Iga õpiväljundiga seotud sisu ja teave on õppematerjalis kättesaadav järgmiselt:

- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO1** on saadaval professionaalidele mõeldud koolitusmaterjali punktis **0.3**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO2** on saadaval **punktis 1.1. ja 4.4.2**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO3** on saadaval **punktis 4.4.1**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO4** on saadaval **punktis 0.5 ja 2.1**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO5** on saadaval **punktis 2.2 ja 5.2**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO6** on saadaval **punktis 2.3, 3.4, 4.2 ja 5.2**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO7** on saadaval **punktis 3.5**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO8** on saadaval **punktis 2.3 ja 5.4**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO9** on saadaval **punktis 5.4**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO10** on saadaval **punktis 4.5**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO11** on saadaval **punktis 4.2.1 ja 5.3**.
- Kompetentsid, mis on seotud **PR.LO12** on saadaval **punktis 4.1**.

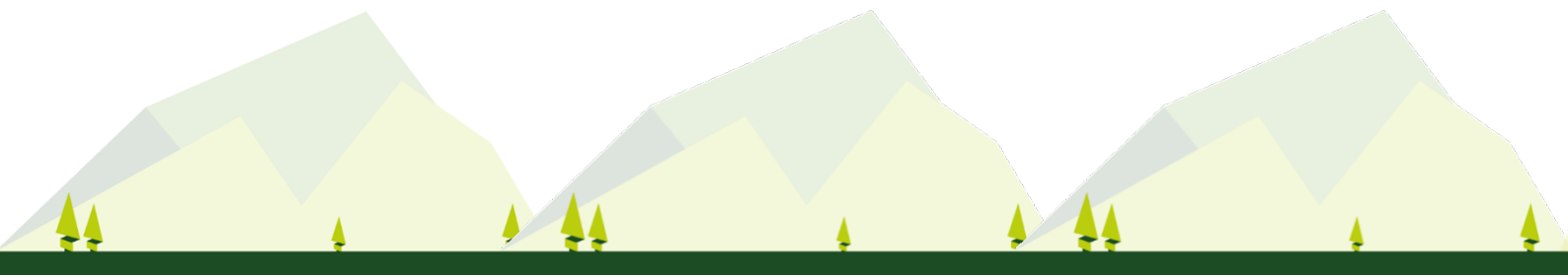


**PR.LO1** – "Tuvastada BIM-i kasutamise eeliseid liginullenergiahoonete või renoveeritavate hoonete projekteerimise, ehitamise, eksploatatsiooni, hoolduse ja renoveerimise staadiumites. Samuti osata hinnata seotud BIM tehnoloogiaid, kehtivaid BIM standardeid ja BIM trende"; (vt **professionaalide koolitusmaterjalide punkt 0.3**, dokument D18 – D3.5).

Ehitusteabe modelleerimine (BIM) pakub hoonete ja infrastruktuuriprojektide jaoks aja ja eelarve kokkuhoidu. Eespool nimetatud punktis 0.3 on 11 BIM-i peamist eelist loetletud järgmiselt:<sup>1</sup>

- 1) **Jäädvusta tegelikkus:** koos BIM-ga, saavad projekteerijad kasu erinevate sisendite (õhust kujundlikkus, digitaalne kõrgus, laser skaneerib) kompileeritud ja jagatud mudelist – sellisel viisil, mida paber edasi anda ei suuda.
- 2) **Ei raiska, ei taha:** ühise mudeliga, seal on vähem vaja ümber teha ja jooniseid dubleerida ehitusdistsipliinide erinevatele nõuetele. Mudel sisaldab rohkem teavet kui joonistuse komplekt, mis võimaldab igal distsipliinil märkmeid lisada ja ühendada oma intelligentsus projekti. BIM joonistuse tööriistad on kiiremad kui 2D joonistuse tööriistad ja iga objekt on ühendatud andmebaasi.
- 3) **Säilita kontroll:** digitaalne mudelipõhine töövoog hõlmab selliseid abivahendeid nagu automaatsalvestis ja ühendused projekti ajalooga, et kasutajad saaksid olla kindlad, et nad on üles märkinud mudeli kallal töötamise aja.
- 4) **Koostöö parandamine:** mudelite jagamine ja koostöö on lihtsam kui töö joonistuskomplektidega, kuna on palju funktsioone, mis on võimalikud ainult digitaalse töövoogu kaudu. Suur osa sellest lisatud projekti haldamise funktsioonidest on nüüd pilves, näiteks Autodesk BIM 360 lahenduses.
- 5) **Stimuleeri ja visualiseeri:** Teine BIM eelis on suur arv simulatsiooni vahendeid, mis võimaldavad disaineritel visualiseerida selliseid asju nagu päikesevalgust erinevatel hooaegadel või kvantifitseerida hoone energiatõhususe kalkulatsiooni.
- 6) **Lahenda konflikt:** BIM-i tööriistakomplekt aitab automatiseerida konfliktide tuvastamist nagu elektrijuhtmed või torustik, mis jooksevad talas.
- 7) **Järjesta oma sammud:** iga ehitusfaasi mudeli ja täpse komplekti alam-mudelitega on järgmine samm koordineeritud jada tegevustest, materjalidest ja meeskondadest veel tõhusamaks ehitusprotsessiks.
- 8) **Sukeldu detailidesse:** mudel on suurepärane lõpp-punkt paljudeks teadmiste ülekandeks, kuid on vaja jagada ka traditsioonilist plaani, osa ja kõrgusi, nagu ka teisi raporteid oma projekti meeskonnaga.
- 9) **Esitage täiuslikult:** mudel on ülim kommunikatsioonivahend, et edastada projekti ulatus, sammud ja tulemus. Asjaolu, et projekt on täielikult 3D, tähendab, et on vähem samme, et pakkuda muljetavaldavaid vaateid, mida saab kasutada kaubandusruumi müümiseks või vajalike regulatiivsete kinnituste saamiseks.
- 10) **Võtke see endaga kaasa:** kui mudel on seotud pilve andmebaasiga tähendab see, et juurdepääs mudelile ja projekti üksikasjadele on kõikjal, mistahes seadmes.
- 11) **Vähenda killustumist:** koondades kõik projekti dokumendid üheks vaateks, võimaldab BIM meeskondadel tõhusamalt koostööd teha ja suhelda.

<sup>1</sup> Matt Ball, Redshift Autodesk, Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM, <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>



**PR.LO2** – "Hinnata BIM-i abil ehitise ehitusmaksumuse kalkulatsioone: 5D kulude prognoosimine, investeeringutasuvus, eelarved ja kuluarvestus"; (vt punkt 1.1. ja 4.4.2).

BIM-i tehnoloogia majanduslikku väärtust võib anda, mõõtes investeeringuga seotud tulu suhet (ROI). Pärast rohkem kui kümnendi jagu kogemust BIM-iga on projekteerimis- ja ehitustööstus nüüd aru saanud BIM-i väärtusest ja finantsmõjust. ROI arvutamine on vajalik hindamisetapp enne investeerimist BIM-i. Analüüs ei ole siiski alati võimaline näitama projekti või ühingu jaoks olulisi immateriaalseid tegureid, nagu välditavad kulud või paranenud ohutus. Lisaks võib ROI mõõtmiseks ja jälgimiseks vajalikud süsteemid ja personal olla aeganõudev ja kulukas. Praegu ei ole olemas ühtegi tööstusharu-standardmeetodit BIM-i ROI arvutamiseks ja paljud äriühingud ei ole kehtestanud järjepidevat mõõtmistava, kuigi on olemas huvi seda teha ja uskuda, et see on BIM-i investeerimisotsuste langetamise potentsiaalne väärtus.<sup>2</sup>

BIM-i investeeringuid on kolme liiki:

- Käivituskulud, mis on edukad tehnoloogia rakendamise tagamisel;
- Kulud, mis on seotud BIM-i konkreetse projektiga;
- Pikemaajaliste vahendite väljatöötamine strateegiliste ärimuudatuste jaoks, näiteks investeerimine standardite väljatöötamisesse või kohandusse.

Muidugi, BIM-i arvutamine läheb kaugemale neist kolme liiki investeeringutest. Nänsirikas ROI vaade BIM-ile arvestab kolme dimensiooni:

- Organisatsiooni dimensioon (kas kasu mõõdetakse projekti tasandil või ettevõtte tasandil?);
- Sidusrühmade dimensioon (mis konkreetne roll on ettevõttel projekti ökosüsteemi hõivata?);
- Küpsuse dimensioon (kui suurt BIM-i kogemust meeskond ja ettevõtte omab?).

5D on BIM metodoloogia rakendamise dimensioon, mis vastab otseselt kulude kalkulatsioonile. Kolmemõõtmelises mudelis võetakse majandusmuutuja kasutusele projekti kulude hindamiseks, et neid kontrollida ja kulusid hinnata (määrates hinna väärtuse erinevatele objektidele või modelleeritud elementidele parameetri väärtusega).

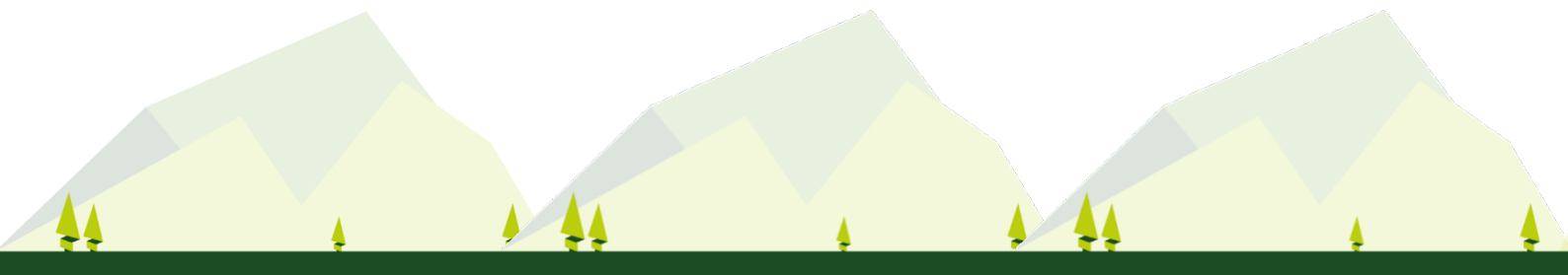
Aeg, mis kulub hindajal hinna määramisele on iga projekti puhul erinev, kuid umbes 50-80% kuluhinnangu koostamiseks vajalikust ajast kulub just hinna määramisele. Arvestades neid numbraid, saab koheselt hinnata tohutut eelist, kasutades ehitusinfomudelit kulude prognoosimisel. Ilma et oleks vaja manuaalset starti, on võimalik säästa aega, kulusid ja vähendada inimvigade potentsiaali.<sup>3</sup>

**PR.LO3** – "Kasutada BIM-i ehituse organiseerimise ja juhtimise funktsioonide toetamiseks, mille juurde kuulub 4D plaanimine, ehitusplatsi organiseerimise projekti koostamine, ressursside ja seadmete kasutamise plaanimine". (vt punkt 4.4.1).

BIM 4D mudelitel põhinevate tööriistade ja meetodite kasutamine pakub tehnikutele terviklikku vaadet ehitistest, kes vastutavad iga projektielementide täitmistsprotsessi korraldamise ja kavandamise eest. Juurdepääs kogu sellele teabele ja võime simuleerida erinevaid ehitusstsenaariumeid, teeb BIM 4D planeerimisest lahutamatu vahend parandamiseks

<sup>2</sup> Erin Rae Hoffer, Achieving strategic ROI measuring the value of BIM, [https://damassets.autodesk.net/content/dam/Autodesk/www/Solutions/PDF/is-IT-aeg-BIM-saavutamine-strateegiline-ROI-in-Your-Firm%20\\_ebook\\_BIM\\_final\\_200.pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/Autodesk/www/Solutions/PDF/is-IT-aeg-BIM-saavutamine-strateegiline-ROI-in-Your-Firm%20_ebook_BIM_final_200.pdf)

<sup>3</sup> Autodesk, BIM and Cost Estimating, [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/aec\\_customer\\_story\\_en\\_v9.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf)



ehituse korda ja optimeerida erinevate materjalide ostu, tarnet ja kasutuselevõttu, eriti neid, mida on kriitiline kontrollida ja jälgida nende õiget täitmist. Selle tulemusena on 4D ehitusinfo mudel intuitiivne liides projektimeeskonna ja teiste sidusrühmade jaoks, et hõlpsasti visualiseerida ehitise kokkupanekut ajas. See võimaldab 4D ehituse simulatsiooni, mis on võtmeplaneerimise vahend eelehitamise ajal hindamaks erinevaid võimalusi.

Kokkuvõttes võimaldab BIM 4D mudelite kasutamine meil mõista ja visualiseerida planeerimist väljaspool Gantti diagrammi, näidates konstruktiivseid järjestusi, elementide vahelisi suhteid, alternatiive ning ennetamis- ja vastuolude prognoosimisel kasutuselevõtu ajal; Lühidalt, parem planeerimine on kõige alus, et ehitada tõhusamalt ja jätkusuutlikumalt.

**PR.LO4** – "Kehtestada ehitusprojekti ühtse andmekeskonna kasutamise reeglid, võttes arvesse erinevate ehitusvaldkondade rolle ja tegevusi, ning tutvustada neid reegleid ehitusprojekti osalejatele. Tagada teabenõuete ja teabe kättetoimetamise käsiraamatu järgimist kogu tarneahelas, hallata andmeid teabemudelis, pidada arvestust rakendamise kohta, jälgida tulemusi, tagada, et esitatud teavet hoitakse puutumatul kujul ja seda ei käidelda edaspidiseks kasutamiseks ja edastada BIM-i teabemudeli lõppkasutuseks"; (vt punkt 0.5 ja 2.1).

Ühtne infokeskkond (ÜIK) on rakendus, mis on üldiselt kättesaadav pilveteenuses, millest on võimalik projekti haldamiseks struktureeritud teavet käsitseda. ÜIK vastuvõtmine võimaldab ületada geograafilisi barjääre ja võimaldab luua laiendatud töörühmi, mis asuvad näiteks erinevates riikides või kontinentidel; võimalus teha eemalt koostööd ühise tehnoloogiaplatvormi abil vähendab halduskulusid ja lubab uusi äri võimalusi.<sup>4</sup>

Professionaalide koolitusmaterjalides on loetletud kuus peamist punkti eduka ÜIK ehitamiseks:

1. Valige õige meeskond;
2. Määratlege rollid ja vastutusvaldkonnad;
3. Määratlege töövood;
4. Ühine keel ja andmete kättesaadavus;
5. Andmete turvalisus ennekõike;
6. BIM-i kvalifitseerumise tegur.

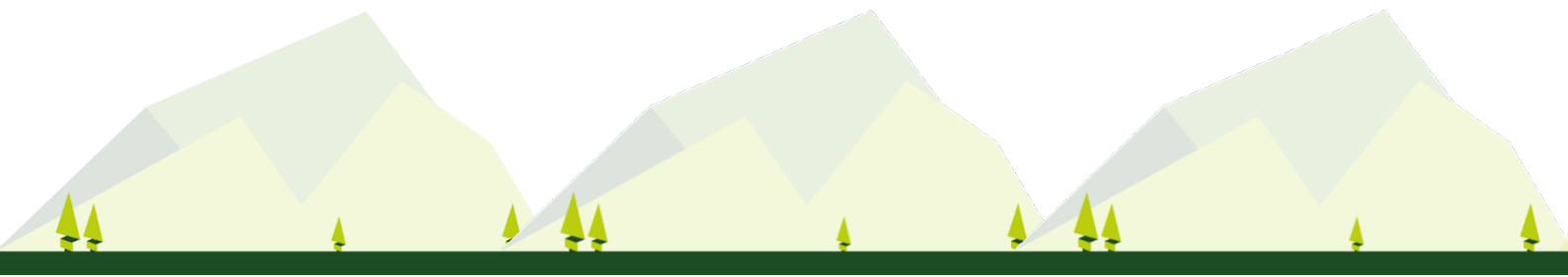
BIM-i rakendamisel mängib ÜIK olulist rolli teabe jagamisel eri valdkondade vahel ja tarneahelas. Ehitusteabe modelleerimine on seotud ainult andmete ja teabega. Andmete jagamise metoodikatel, nende modelleerijate seas võib olla palju vorme:

1. Andmete vahetamine;
2. Andmete koostalitlusvõime;
3. Andmete liit;
4. Andmete integratsioon;
5. Andmete jagamise hübriid<sup>5</sup>

**PR.LO5** – "Korraldada teostatavusuuringuid, juhtida digitaalset tootmisprotsessi, modelleerida ja lisada mittegraafilist teavet, arendada ühises andmekeskonnas kasutatavate elementide raamatukogu, kontrollida esitatud mudeleid, ja luua kasutajatele ja läbivaatajatele projektist ülevaade. Liita erinevaid 3D mudelid, et kontrollida interferentside olemasolu, rakendades kvaliteedijuhtimist ja koordineerides erinevate valdkondade meeskonnaliikmeid. Kaaluda 7D tulemuslikkuse näitajaid, projekteerides või renoveerides nZEB hoonet sõltuvalt erinevatest tehnoloogiatest, nende eelised versus kulud, ehitise kasutamine, kliimatsioon jne"; (vt punkt 2.2 ja 5.2).

<sup>4</sup> Luca Moscardi, Building in Cloud, CDE – Common Data Environment – strategic tool for BIM process, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

<sup>5</sup> Luca Moscardi, Building in Cloud, 6 key points to build a successful Common Data Environment, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>



BIM on vahend ehitise elutsükli (digitaalse) teabe loomiseks, haldamiseks ja jagamiseks. BIM-i üks eesmärgi on edendada lepinguosaliste vahelist koostööd ja saavutada vigade vähenemine ehitusprotsessis ja sellega seotud ebaõnnestumise kulud. Projekt, mida on realiseeritud BIM-i lähenemisviisiga loob ehitusmodeli, mis koosneb sadadest või tuhandetest BIM-objektidest, mida saab jälgida hoone eluea jooksul, kuhu need lisatakse. Digitaliseeritud objektid moodustavad tootmisettevõtete BIM-raamatukogu, millest projekteerijad saavad iga projekti jaoks joonistada. Et teha BIM raamatukogu õigesti nõuab see sügavaid teadmisi brändist, toote omadustest ja kuidas see on seotud teiste objektide/toodetega, mis moodustab ehitatud töö. Seosed on need, mis määratlevad objekti ja selle esitusviiside geomeetrilise ja mittegeomeetrilise keerukuse taseme, lisaks veel kasutatavate kolmemõõtmeliste tööriistade ja mallide tüübile.

**PR.LO6** – "Määrata liginullenergiahoone nõuded seoses taastuvenergiaallikate, energiasäästu rajatiste, 6D jätkusuutlikkuse nõuetega, mis on seotud BIM-i projekteerimiseesmärkidega. Integreerida erinevad RES (taastuvenergia allikad) süsteemid hoonetele, millel puudub konflikti tuvastamine, ning teadmised ehitustöö, hoonete kasutamise ja väliskliima, jätkusuutliku energiasüsteemi, energianõudluse ja taastuvenergia tootmise kõigi aspektide omavahelise seotuse kohta. Määratleda materjalide jätkusuutlikkus hankedokumentides ja valida ettevõtted, kellel on nendes tehnoloogiates kogemusi"; (vt punkt 2.3; 3.4; 4.2 ja 5.2).

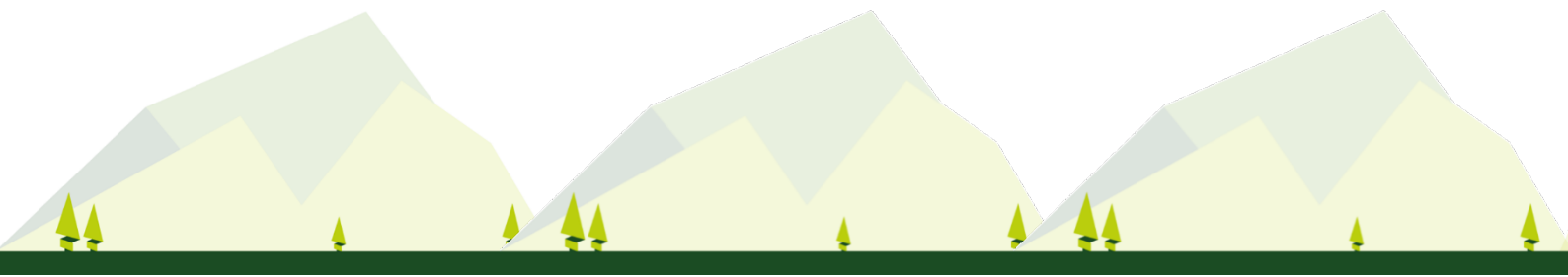
EPC (energiatõhususe leping) lepingu kehtivuse eest vastutab ESCO, mis teeb ettepaneku renoveerimise kohta. On tõestatud, et isegi nZEB-i projekteerimislahendus võib tuua suuremaid kulusid kui on ette nähtud kahel peamisel põhjusel: esimene on see, et ehituse käigus tekib mõningaid muutusi, mis halvendavad energiatõhusust, teine põhjus on see, et elanikud ei tea, kuidas tehnoloogiat kasutada ja kellel on kõrgemad halduskulud. Mõlemal juhul leevendab, kui mitte just ei lahenda, BIM-i kasutamine neid probleeme. Kui BIM on õigesti rakendatud, koos füüsilise ehitisega realiseeritakse kaks virtuaalset hoonet ja rikastatakse kogu hoolduseks vajaliku teabega. Lisaks võimaldab ehitise funktsionaalsuse kaugjuhtimine, nagu ehituse automaatika süsteem, ehitusjuhil sekkuda iga kord, kui mõned väärkasutused tuvastatakse.

Jätkusuutlikult ehitamine kannab hoolt selle eest, et kogu ehitise elutsükli jooksul võetaks arvesse sotsiaalseid, majanduslikke ja keskkonnavalaseid aspekte: alates tooraine kaevandamisest kuni projekteerimise, ehitamise, kasutamise, hoolduse, renoveerimise ja lammutamiseni.

"BIM-i orienteeritud" disainilahendus tagab erinevate distsipliinidega seotud mudelite koostalitlusvõime, võimaldades üheaegset kontrolli erinevatel eesmärkidel: kontrollib üksikute erialade mudelite lähenemist, erinevate valdkondade elementide koosseisestamist ja valdkondadevahelist mudelit. Üldiselt koosneb BIM-mudeli valideerimine nõuetest ja funktsionaalsuse kontrollimisest, mis viiakse läbi kontseptuaalselt ja ei erine põhimõtteliselt sellest, mida tavaliselt nõutakse traditsioonilisel projekteerimisel põhineval lähenemisviisil. Operatiivselt (ja sünteetiliselt) toimub see projekteerimise ja regulatiivsete nõuete järgimise (koodi kontroll) ja eeldatava (konflikti tuvastamine) ühtse ülesehituse kontrollimisega.

**PR.LO7** – "Teostada riskijuhtimist, katastroofiplaneerimist (sealhulgas tulevaste kliimamuutuste planeerimine), BIM-süsteemidega seotud probleemide tõrkeotsingul, peamiste kriitiliste punktide lahendamine liginullenergiahoone saamiseks ja sellest tulenev BEP-i muutmine"; (vt punkt 3.5).

BIM-i täitmiskava (BEP) peetakse enne BIM-i rakendamist prioriteetseks aspektiks; täpne BEP tagab projekti eesmärkide ja taotluste vastavuse, vähendab ebakindlust ja selgitab enamiku BIM-i lubatud projektide rolli ja vastutust. Lisaks on BEP teabehalduse võtmeks, kuna selles on sätestatud koostalitlusvõime, projekti üleandmise vahe-eesmärgid, mõõtmete täpsus ja muud üksikasjad. BEP määrab meeskonnaliikmete rollid ja vastutuse ning toob kaasa edu BIM-i koostööle. See on tõestatud, et BEP ja BIM koostöö edukuse vahel on korrelatsioonis suhted. Koostöö



tagajärgede osas on seos projekti üldise tulemuslikkuse, organisatsioonidevahelise meeskonnatöö ja osalejate tööga rahulolu vahel.<sup>6</sup>

**PR.LO8** – "*Koostada hoonete hooldusplaan ja hooldusjuhend, et edastada omanikele juhtimisteavet*"; (vt punkt 2.3 ja 5.4).

Hoonete hooldustööde eest vastutab omanik, kes peab vajaduse korral kasutama inspeksiooni läbiviimiseks tehnikut. Hea hooldus sõltub koha kontrollimisel avastatud anomaaliate analüüsist.<sup>7</sup>

EPC (energiatõhususe leping) lepingu kehtivuse eest vastutab ESCO, mis teeb ettepaneku renoveerimise kohta. On tõestatud, et isegi nZEB-i projekteerimislahendus võib tuua suuremaid kulusid kui on ette nähtud kahel peamisel põhjusel: esimene on see, et ehituse käigus tekib mõningaid muutusi, mis halvendavad energiatõhusust, teine põhjus on see, et elanikud ei tea, kuidas tehnoloogiat kasutada ja kellel on kõrgemad halduskulud. Mõlemal juhul leevendab, kui mitte just ei lahenda, BIM-i kasutamine neid probleeme. Kui BIM on õigesti rakendatud, koos füüsilise ehitisega realiseeritakse kaks virtuaalset hoonet ja rikastatakse kogu hoolduseks vajaliku teabega. Lisaks võimaldab ehitise funktsionaalsuse kaugjuhtimine, nagu ehituse automaatika süsteem, ehitusjuhil sekkuda iga kord, kui mõned väärkasutused tuvastatakse.

BIM pakub omanikele sisseehitatud vara mitmemõõtmelist mudelit, kuid mis veelgi olulisem - võimaluse arendada vara struktureeritud digitaalset teabeallikat, et disainilahendust saaks selle konstruktiivsuse testimisel muuta ja heaks kiita. Tulevikus saab rajatise haldaja mõjutada nende poolt esitatud teabe kvaliteeti, sealhulgas täielikku digitaalset esindatust ja georuumilist vaadet, mis sisaldab kogu asjakohast projekti ja üleandmise teavet.<sup>8</sup>

Peale üleandmist on kliendil digitaalne andmemudel (nt LoD 500). Seda saab välja töötada 7D mudelis, kus struktuuri hooldamine on läbipaistev. Hetkel on olemas piiratud tarkvara, mis võib sellist hooldust ja juhtimisteavet kuvada. Seetõttu on andmemudeli tõlkimine hoolduse ja haldamise teabesse töömahukas.

**PR.LO9** – "*Hinnata jaotusstrateegia terviklikkust ja kontrollida vastavust "ehitatud" ja hoone lõplikule BIM-mudelile*"; (vt punkt 5.4).

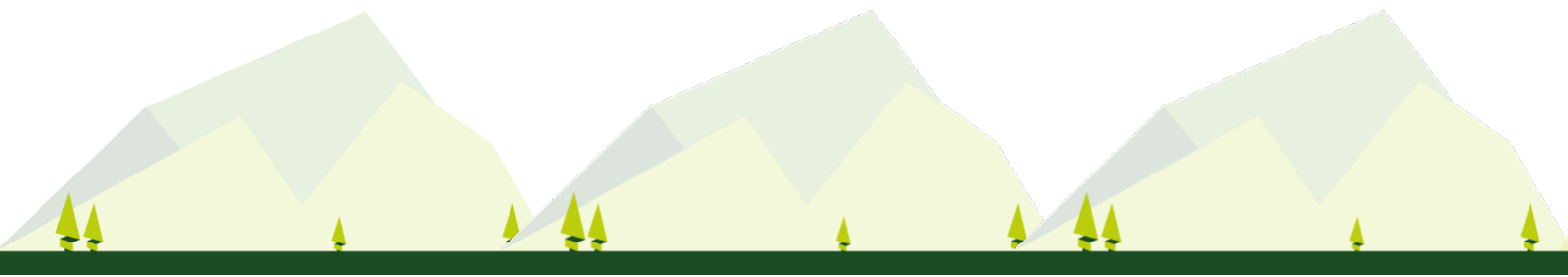
Projekteerimis- ja ehitusmeeskonnad on tavaliselt sõlminud struktureeritud teabe üleandmise paketi, et toetada kliendi vara tehinguid ja hooldust projekti lõpus. BIM ja koostööl põhinev lähenemisviis hoonete projekteerimisele, ehitamisele ja üleandmisele võivad mängida olulist rolli, et viia meid veelgi kaugemale paremini teostatud ehitise poole.

Niinimetatud „BIM-objekti“ hajus kasutamine hõlbustab üleandmist. BIM objekt on ehitise element, mis võib kuuluda konstruktsiooni ja/või kütte-, ventilatsiooni- ja kliimaseadmete (HVAC) süsteemidele ning võib sisaldada ka mööblit ja kodumasinaid. BIM-objekt võib sisaldada teavet, nagu geomeetria, ühendus süsteemidega, hooldus, garantiid jne. Paljud tootjad on nüüd konverteerinud oma traditsioonilised kataloogid BIM objektide kataloogideks nii, et projekteerijad saavad lihtsalt võtta objekti ja lisada mudelisse. "Plug and Play" saab teha erinevate "definitsiooni tasemetega" (LOD) eri etappides hoone elutsükli jooksul.

<sup>6</sup> Wei Lu1, Dan Zhang and Steve Rowlinson, Department of Real Estate and Construction, The University of Hong Kong, Hong Kong, BIM collaboration: a conceptual model and its characteristics, [http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2013-0025-0034\\_Lu\\_Zhang\\_Rowlinson.pdf](http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2013-0025-0034_Lu_Zhang_Rowlinson.pdf)

<sup>7</sup> Diogo Gonçalves Simões, Building maintenance supported by BIM model, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145922990/ExtendedAbstract.pdf>

<sup>8</sup> Steve Cooper, Aconex, The Value of BIM in Handover and Maintenance, [https://www.ukconstructionmedia.co.uk/n\\_EWS/BIM-handover-hooldus/](https://www.ukconstructionmedia.co.uk/n_EWS/BIM-handover-hooldus/)



Pikemas perspektiivis suudavad hoone haldajad realiseerida oma vara kogu väärtuse oma kasuliku eluea jooksul kulude-, jätkusuutlikkuse- ja ajalise toimimise ja hooldustööde kaudu. Koos BIM-ga, saavad hoone haldajad visualiseerida ehitiste loomist, aidates neil mõista projekti eesmärki. BIM võimaldab neil näha tulevikku – see võimaldab neil näha üksikute projekteerimise omaduste vahetut mõju.<sup>9</sup>

**PR.LO10** – "*Kasutada laserskaneerimist, et toota pilveteenust või olemasolevate hoonete fotogrammeetriat nende renoveerimiseks, modelleerimiseks, võrdlemiseks ja hindamiseks uute seadmete ja nendega seotud süsteemide jaoks ning 3D-mudeli arendamiseks pöördprojektina*"; (vt **punkt 4.5**).

Hiljutised edusammud riistvaratehnoloogia ja ehitusteabe modelleerimises (BIM) viivad ehitustööstuses uute skaneerimise rakendamise tasemeteni. Hooneehituse skaneerimist rakendatakse kõige sagedamini olemasolevatele ehitistele, kuid on näha ka uute ehitustöödega seotud rakenduste tulekut. Skaneerimistehnoloogia on muutumas integreeritud BIM-i tsükli lõpuleviimiseks kriitilise tähtsusega funktsiooniks ja pakub integreeritud BIM-i töövoole selget lisaväärtust.

Olemasoleva hoone renoveerimise osas ei ole enamikul juhtudel digitaalset mudelit saadaval. Seetõttu tuleb teave hankida ja registreerida olemasoleva füüsilise olukorra põhjal: seda lähenemist nimetatakse pöördprojekteerimiseks.

Et mõista skaneerimistehnoloogia rakendusi integreeritud BIM-i töövoogu, peab see olema selge, et mis on laserskaneerimise roll ja põhifunktsioonid, mida ta peab teenima. Kõrgeimal tasemel kasutatakse skannereid, et saata suure tihedusega laserkiir positsiooni mõõtmiseks. Laserkiired ulatuvad skaneerimise riistvarast väljapoole ja neid mõõdetakse lennu või faasi nihke aja järgi, kui nad naasevad allika juurde. Riistvara mõõdab laseri tagasitulekuaega ja oskab öelda, kui kaugel füüsiline element on. Praegune skaneerimistehnoloogia on võimeline välja saatma tuhandeid kiiri sekundis. Samuti saavad skannerid tuvastada R, G, B värviväärtuse, et punktpilve teavet intuitiivsemaks kuvada. Saadud punktpilved võivad sisaldada miljoneid, isegi miljardeid andmeid, mis kajastavad skaneeritud füüsilist keskkonda.<sup>10</sup>

**PR.LO11** – "*Teostada tehnilist järelevalvet ja kontrollida, kas järgitakse eelnevalt määratletud BIM standardeid, tehnilisi nõudeid ja õigusakte, mis on võimalised kasutama suhtelist tarkvara ja kehtestama BIM-projektide kvaliteedijuhtimist*"; (vt **punkt 4.2.1 ja 5.3**).

Nagu on märgitud, koosneb BIM-mudeli valideerimine nõuetest ja teostatud funktsionaalsuse kontrollimisest, projekteerimis- ja regulatiivsetele nõuetele vastavuse kontrollimisest (koodi kontroll) ning oodatava sidususe ülesehituse kontrollimisest (konfliktide tuvastamine).

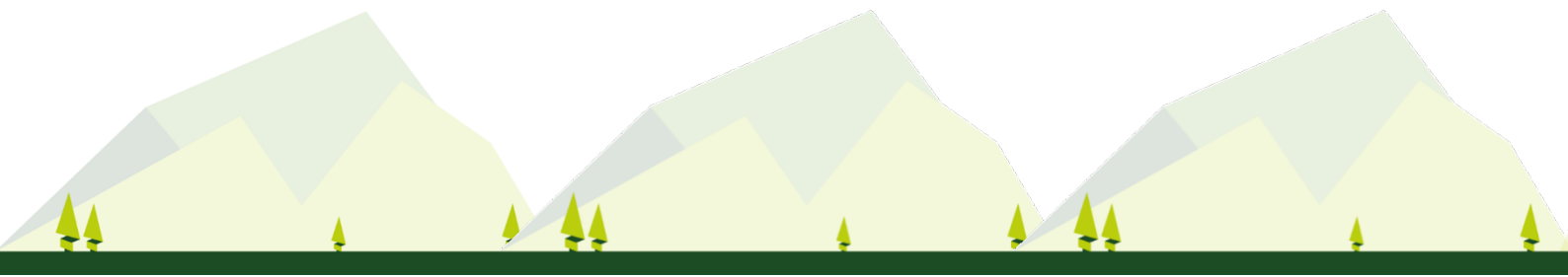
Regulatiivsete kontrollide ja vastavuskontrollide etapi kohta on olemas erieeskirjad, mis käsitlevad nn koodi kontrollimist erinevate võrdlusstandardite puhul, mis automaatselt toovad esile erinevused mudelite ja standardi vahel, liigitades need vastavalt lahknevuse raskusastmele. Väärtuste vahemikke, mis tuvastavad madalate, keskmiste ja suurte erinevuste probleeme, saab kasutaja kohandada, hallates seega kõiki piirsituatsioone.<sup>11</sup>

On oluline, et tehniline büroo, kus ehitusprojekt tuleb heaks kiita, oleks varustatud riist-ja tarkvaraga, mis võimaldavad koodi kontrollimist nii palju kui võimalik automaatsel viisil. BuildingSMART Internationalis (bsi) arendab regulatiivne

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Duane Gleason, Laser Scanning for an Integrated BIM, <https://www.tekla.com/de/trimble-5d/laser-scanning-for-bim.pdf>

<sup>11</sup> BibLus-net, BIM and Model Checking: what is and what are the data validation processes?, <http://biblus.acca.it/il-bim-e-lattivita-di-model-checking-il-clash-detection-e-il-code-checking/>



ruum rahvusvahelisi IFC parameetreid, mida kasutatakse igas riigis. See töö tagab, et tarkvaraarendus on kooskõlas iga riigi vajadusega.

Ehitussektori digitaliseerimine eeldab kahe hoone ehitamist, millest üks on tõeline ja teine virtuaalne mudel, mis peab olema tõelise koopia täpne eksemplar. Selle eesmärgi saavutamiseks on ehitustööde teostamise eest vastutaval professionaalil vaja tagada, et kõik ehituse käigus tehtud muudatused oleksid mudelis korrektselt esitatud. Lisaks peab iga paigaldatud seadme tehniline skeem tulevaseks hoolduseks olema objektiga seotud. Kogu teave ehituse ajal kasutatud materjalide ja seadmete kohta täidab mudeli IFC-vormingus, nii et seda saaks tulevikus vaadata iga tarkvararakendusega. Suuremate ehituste jaoks võib kasutada ka hoone haldamise tarkvara. Mudeli omanik tagab lõpuks, et nende kliendid saavad mudeli, mis suudab lugeda ja esitada kogu nõutud teavet, alates EIR-i algusest (tööandja teabenõuded).

Kogu ehituse vältel on vaja kontrollida ja dokumenteerida tööde hetkeseisu ning muudatused tuleb teha hoone BIM-mudelis. Nii saab investor pärast ehituse lõpetamist BIM-mudeli, mis on olemasoleva hoone täpne koopia. See mudel võib olla rajatiste haldamise alus, samuti edasine moderniseerimine.

**PR.LO12** – "Koostada hoone nõuetekohane kasutusest maha registreerimine, võttes arvesse kohalike, riiklike ja rahvusvahelisi seaduseid"; (vt punkt 4.1).

Ehitustegevus ja hooned avaldavad keskkonnale negatiivset mõju maakasutuse, tooraine tarbimise, vee, energia ja jäätmete tootmise ning sellest tuleneva õhusaaste tõttu. Kogu maailmas vastutavad hooned:

- 40% aastastest energiatarbimisest;
- 30%-40% CO<sub>2</sub> heitkogustest;
- 12% vee tarbimisest;
- 42% energiatarbimisest – hoonete küte ja valgustus moodustab suurima osa energiakasutusest (millest 70% on kütmiseks);
- 35% kasvuhuonegaaside heitkogustest;

Praegu elab 80% Euroopa rahvastikust linnapiirkondades ja inimesed kulutavad rohkem kui 90% oma elust ehitatud keskkonnas (võttes arvesse kodu, töökohta, kooli ja vaba aja veetmise aega). Selles keskkonnas mõjutab ehitustegevus suurel määral inimeste heaolu ja hoonetel on samuti mõju inimeste tervisele.

Säästva arengu mõistet kasutatakse hoone kogu elutsükli jooksul ja see peaks:

- Vähendada ressursside tarbimist (säästke vett ja energiat);
- Taaskasutama ressursse olemasolevate hoonete renoveerimise või kõrvaldamise ajal või uute hoonete ringlussevõetavate ressursside kasutamine. Ehitusplatsi vale keskkonnajuhtimine soodustab jäätmete teket, mida oleks saanud vältida;
- Kõrvaldama toksiidid ja tagama hoonete tervis rakendades looduskaitset (kliimamuutuste leevendamine, bioloogiline mitmekesisus, ökosüsteemi teenused);
- Rõhku panema hoonete kvaliteedile, maksimeerides vastupidavust, sest üldiselt on olemasolevad hooned jätkusuutlikumad, kui lammutamine ja uute ehitamine;
- Kasutama ökoefektiivseid (ilma töötlemiseta) ja kohalikke materjale;
- Suurendama elu mugavust (suurendama välialade ja siseõhu kvaliteeti).

On laialt teada, et ehitussektor on jätkusuutliku arengu saavutamiseks võtmetähtsusega sektor. Selle tõttu on jätkusuutlike hoonete kirjeldamise, kvantifitseerimise, hindamise ja sertifitseerimise süsteemid välja töötatud nii rahvusvahelisel tasandil kui ka Euroopas. CEN/TC350 "ehitustööde jätkusuutlikkus" – ülesanne on luua ehitustööde jätkusuutlikkuse Euroopa eeskirjade kogum.

## Referentsid

Autodesk, BIM ja omahinna hindamine, [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/aec\\_customer\\_story\\_en\\_v9.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf)

Matt Ball, Redshift Audotesk, hoone info modelleerimine Win: Top 11 eelised BIM, <https://www.Autodesk.com/redshift/Building-Information-Modeling-top-11-benefits-of-BIM/>

BibLUS-net, BIM ja mudeli kontrollimine: mis on ja millised on andmete valideerimise protsessid?, <http://biblus.Acca.it/Il-BIM-e-lattivita-di-Model-Checking-Il-Clash-Detection-e-Il-Code-Checking/>

Steve Cooper, Aconex, väärtus BIM in handover ja hooldus, <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/n-EWS/BIM-handover-hooldus/>

Duane Gleason, laserskaneerimine integreeritud BIM, <https://www.Tekla.com/de/Trimble-5D/laser-Scanning-for-BIM.pdf>

Diogo Gonçalves Simões, hoonete hooldus, mida toetab BIM mudel, <https://Fenix.Tecnico.ulisboa.PT/downloadFile/395145922990/ExtendedAbstract.pdf>

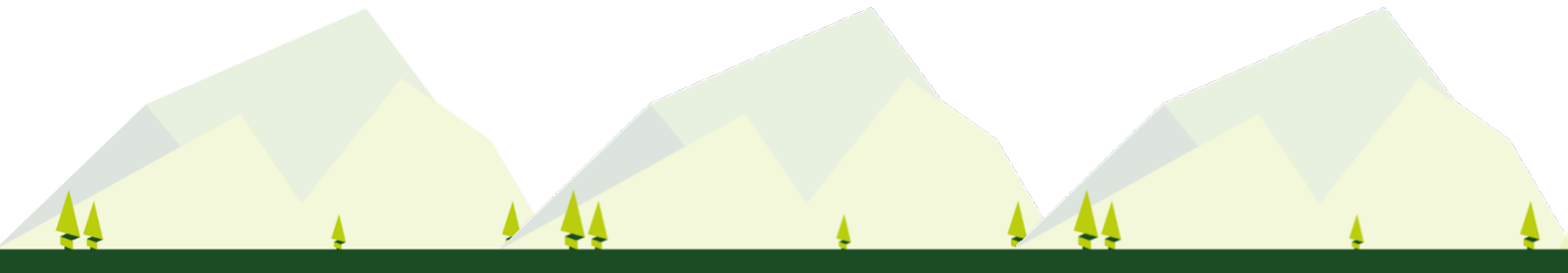
Luca Moscardi, Building in Cloud, CDE – Common Data Environment – strategic tool for BIM process, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Luca Moscardi, Building Cloud, 6 peamist punkti ehitada edukas ühine Andmekeskond, <https://www.buildingincloud.net/CDE-Common-Data-Environment-strumento-strategico-del-Processo-BIM/>

Erin Rae Hoffer, saavutades strateegilise INVESTEERINGUTASUVUST, mis mõõdab BIM, [https://damassets.autodesk.net/content/dam/Autodesk/www/Solutions/PDF/is-IT-aeg-BIM-saavutamine-strategiline-ROI-in-Your-Firm%20ebook\\_BIM\\_final\\_200.pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/Autodesk/www/Solutions/PDF/is-IT-aeg-BIM-saavutamine-strategiline-ROI-in-Your-Firm%20ebook_BIM_final_200.pdf)

Wei Lu1, Dan Zhang ja Steve Rowlinson, kinnisvara ja ehituse osakond, Hongkongi Ülikool, Hongkong, BIM koostöö: kontseptuaalne mudel ja selle omadused, [http://www.Arcom.AC.uk/-docs/Proceedings/ar2013-0025-0034\\_Lu\\_Zhang\\_Rowlinson.pdf](http://www.Arcom.AC.uk/-docs/Proceedings/ar2013-0025-0034_Lu_Zhang_Rowlinson.pdf)

18



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

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

19

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

Dokumendi värskendatud versioon avaldatakse ainult projekti veebilehel: [www.net-ubiep.eu](http://www.net-ubiep.eu).

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



Rahvusvaheline  
veebileht



Itaalia veebileht



Horvaatia veebileht



Slovakkia veebileht



Hispaania veebileht



Hollandi veebileht



Eesti veebileht



Leedu veebileht