



ET4Digital – kutsehariduskeskuste õpetajate võimestamine digitaalseks innovatsiooniks ehituslikus ökosüsteemis

Väljund 3.1

Uuendusliku demonratsiooni loomine digitaalse ökosüsteemi jaoks

Autor(id)	
PP	Bologna Ülikool

Projekt on rahastatud Euroopa Liidu poolt. Sellegipoolest peegeldavad siin avaldatud seisukohad ja arvamused eeskätt autori(te) omi ega väljenda tingimata Euroopa Liidu ega Euroopa Hariduse ja Kultuuri Rakendusameti (EACEA) seisukohti. Euroopa Liit ega EACEA ei vastuta nende eest.

Tehnilised viited

Projekti akronüüm	ET4DIGITAL
Projekti pealkiri	KUTSEHARIDUSKESKUSTE ÕPETAJATE VÕIMESTAMINE DIGITAALSEKS INNOVATSIOONIKS EHITUSLIKUS ÖKOSÜSTEEMIS
Projekti koordineerija	IIPLE
Projekti kestus	24 kuud

Väljundi nr.	3.1
Levitamise tase ¹	PU
Tööpakett (WP)	3
Ülesanne	3.1
Peamine toetussaja	Bologna Ülikool
Teised toetussajad	
Raporti esitamise tähtaeg	31/10/2025
Tegelik esitamise aeg	31/10/2025

- ¹ PU = Avalik
 PP = Piiratud teistele programmis osalejatele (sh Euroopa Komisjoni talitajad)
 RE = Piiratud konsortsiumi (sh Euroopa Komisjoni talitajad) määratud rühmaga
 CO = Konfidentsiaalne, avatud ainult konsortsiumi liikmetele (sh Euroopa Komisjoni talitajatele)

Dokumendi ajalugu

V	Kuupäev	Toetussaja	Autor(id)
1	30/10/25	Unibo	Marco Bragadin, Andrea Ballabeni, Benedetta Balzani, Shrinija Poudel

2	02/12/25	Unibo	Marco Bragadin, Andrea Ballabeni, Benedetta Balzani, Shrinija Poudel
3			
4			

Sisukord

KOKKUVÕTE	5
1. SISSEJUHATUS	7
1.1 KÄESOLEVA DOKUMENDI EESMÄRK	7
2. EHTUSE DIGITAALNE KAKSIK - CDT (<i>CONSTRUCTION DIGITAL TWIN</i>) DEMONSTRATSIOON	8
2.1.1 Kirjanduse ülevaade	8
2.2 METODOLOOGIA: 2. TASEME DIGITAALNE KAKSIK PILOOTEHITUSPROJEKTI JAOKS	11
2.2.1 Pilootkonstruktsioon ja kohapealne uuring	12
2.2.2 5D BIM-mudeli arendamine	13
2.2.3 Digitaalsete platvormide valik	15
2.2.4 Platvormi organisatiivsed vahendid	16
2.2.5 Digitaalse kaksiku visualisatsioon	19
2.2.6 Demonstratsioonimudeli väljatöötamine: veebiaadress, tulemus ja kasutusjuhised	21
3. RIIKIDEVAHELINE KOOLITUSKURSUS	22

Kokkuvõte

“ET4Digital – kutsehariduskeskuste õpetajate võimestamine digitaalseks innovatsiooniks ehituslikus ökosüsteemis” projekti eesmärk on muuta koolitajate koolitamine efektiivsemaks, kvaliteetsemaks ja innovaatilisemaks, et digitaalsete tehnoloogiate integreerimine ehitussektoris kulgeks sujuvalt. Eelnimetatud initsiatiiv hõlmab innovatiivsete vahendite loomist ning terviklikku programmi, mis on pühendatud võimekuse suurendamisele. Koolitajad osalevad spetsiaalselt loodud digitehnoloogiate demonstratsiooniprogrammis, mis pakub praktilise väärtusega kogemust. Projekti eesmärk on koolitusprogrammide ühise kavandamise, testimise ja valideerimise kaudu ületada tõkked, mis on seni takistanud digitehnoloogiate kasutuselevõttu VKE-de poolt. Lõppeesmärk on anda koolitajatele võimalus juhtida digitaalset üleminekut ehitussektoris ning kasutada ära selle märkimisväärsed, ent seni vähest rakendust leidnud võimalusi.

Kuigi digitaalne innovatsioon on viimastel aastatel märkimisväärselt kasvanud, on ettevõtetele olnud keeruline seda tohutut potentsiaali tõhusalt ära kasutada. Digitaliseerimine ehitussektoris võib pakkuda märkimisväärsed võimalusi kogu väärtusahelale – lisaks olemasolevate tavade parendamisele on võimalik luua ja integreerida ka uusi murrangulisi tehnoloogiaid ja tööriistu, mis võiksid viia uute protsesside, ärimudelite, materjalide ja lahendusteni. Oluline on rõhutada, et digitehnoloogiate kombineerimine võimaldab maksimeerida digitaalse transformatsiooniga seotud eeliseid. Näiteks BIM, nutistu ehk asjade internet (IoT), liitreaalsus (AR) ja digikaksikud (Digital Twins) on omavahel tihedalt seotud tehnoloogiad, mis üksteist võimendavad ja mida võib vaadelda sama digitaalse transformatsiooni erinevate etappidena või elementidena.

Nagu mitmed riiklikud ning mujal Euroopas tehtud uuringud on näidanud, on ehitussektor digitaliseerimise osas teistest tööstusharudest kaugel maas.

Praegu seisab Euroopa ehitussektor silmitsi väljakutsetega, mis takistavad selle konkurentsivõimet. Nende hulgas on:

- Tööjõupuudus
- Digitaalsete oskuste puudumine mõnes riigis
- Ettevõtjate ja töötajate huvipuudus protsesside digitaliseerimise vastu
- Noorte motivatsiooni puudumine selles sektoris töötamiseks
- Vajadus suurendada tootlikkust, parandades samal ajal kvaliteeti, kulutõhusust ja projektide edukat elluviimist
- Tehnoloogiate ja digitaalsete tööriistadega seotud kõrged kulud

Eeltoodu valguses on antud projekti spetsiifiline eesmärk pakkuda professionaalsetele koolitajatele kohandatud programme, mille eesmärk on varustada neid uute digitaalsete strateegiate, tööriistade ja oskustega. Need koolitajad mängivad olulist rolli ettevõtetele ja töötajatele digitaliseerimise eeliste ja positiivsete tulemuste demonstreerimisel ja vahendamisel. See lähenemisviis hõlbustab töötajate oskuste täiendamist digitaliseerimise valdkonnas,

rõhutades, et traditsioonilisi materjale ja tehnikaid saab digitaaltehnoloogiatega uuenduslikult toetada, vähendades sellega rahalist ja ajalist kulu.

Lisaks on tööturg pidevas arengus, kujundades olulisi oskuseid ja profiile, mida töötajad esindama peavad, et vastata ettevõtete ja tööandjate nõudmistele. Ehitussektoris vajalike kutseprofiilide ajakohastamise ja sektoris aset leidvate protsesside digitaliseerimise abil on võimalik traditsiooniliseks peetav töövaldkond muuta atraktiivsemaks noortele ja haritud töötajatele.

1. Sissejuhatus

1.1 Käesoleva dokumendi eesmärk

ET4Digital projekti eesmärk on tõsta ehitussektori koolitajate ja õpetajate võimekust, et seeläbi toetada VKE-de digitaalset üleminekut läbi uuenduslike koolitusvahendite ja -metoodikate. Olukorras, kus digitehnoloogiate kasutamine ehitussektoris on alles algusjärgus, pakub ET4Digital koordineeritud Euroopa-poolset panust, töötades välja praktilisi vahendeid, eksperimentaalseid õpikeskkondi ja rahvusvahelist suutlikkuse suurendamisele suunatud programmi. Projekt keskendub võtmetehnoloogiatele nagu hooneteabe modelleerimine (BIM), digitaalsed kaksikud, virtuaalreaalsus (VR) ja muud digitaalsed tööriistad, mis võiksid oluliselt parandada koolituste tõhusust ja edendada innovaatsust ehitussektoris.

Töopakett 3 (WP3) „Uus õpetamisviis digitaalseks üleminekuks” mängib kesket rolli koolitajatele mõeldud uuendusliku pedagoogilise mudeli määratlemisel, arendamisel ja testimisel. WP3 tutvustab praktikapõhist ja tehnoloogiakeskset õppemeetodit, milles kasutatakse digitaalset demonstratsiooni, et võimaldada koolitajate vahetut suhtlust tööriistadega, simuleerida realistlikke ehitusprotsesse ja kogeda uusi interaktiivse ja immersiiivse õppimise vorme. WP3 väljundid loovad baasi järgnevale suutlikkuse suurendamise programmile, mis arendatakse ja valideeritakse WP4-s.

Väljund 3.1 on WP3 esimene väljund ja annab kirjelduse hariduslikel eesmärkidel loodud digitaalsest demonstratsioonist. See integreerib BIM-põhise modelleerimise ja digitaalse kaksiku ressursid, et luua realistlik ja interaktiivne koolituskeskkond. Vahendi eesmärk on võimaldada koolitajatel uurida digitaalseid ehitusprotsesse, mõista kaasatud tehnoloogiate potentsiaali ja hõlbustada teadmiste edastamist VKE-dele. Käesolev aruanne kirjeldab demonstratsiooni eesmärke, kontseptuaalset struktuuri, tehnoloogilisi komponente, rakendusprotsessi ja eeldatavat panust üldisesse mudelisse.

Demonstratsiooni väljatöötamine tugineb WP2-s tehtud analüüsile, mis keskendus ehitussektoris rakendatavate digitehnoloogiate raamistiku loomisele ja koolitajate digioskuste kaardistamisele. Demonstratsioonis sisalduvad funktsioonid vastavad otseselt WP2-s tuvastatud vajadustele ja tagavad seega järjepidevuse analüüsifaasi ja WP3-e metodoloogilise arenduse vahel, toetades digitehnoloogiate kasutuselevõttu ehitussektori VKE-des.

Käesoleva väljundi järgmised alaosalad annavad põhjaliku ülevaate demonstratsioonist, kirjeldades selle struktuuri, töövoogu ja funktsioone. Tuuakse välja ka see, kuidas demonstratsioonimudelit uues õpetamismeetodis kasutada saab ning kuidas see ühildub WP3 ja WP4 raames väljatöötatavate koolitustegevuste ja -suunistega. See sissejuhatus loob seega raamistiku, mis võimaldab mõista demonstratsioonimudelit kui võtmetegurit ehitussektori digitaalse koolitamise jaoks.

2. Ehituse digitaalne kaksik - CDT (*Construction Digital Twin*) demonstratsioon

2.1 Digitaalsest analüüsist demonstratsioonimudeli väljatöötamiseni

ET4D projekti WP2 (tööpakett 2) eesmärk oli analüüsida ehitussektori praegust olukorda, tuvastades seeläbi spetsialistide ja töötajate teadmiste ja pädevuste lüngad ning kaardistada oskused, mida koolitajad VKE-de vajadustele vastamiseks vajavad. See etapp oli justkui turu-uuring, mis loos baasi järgnevatele etappidele, mis keskendusid demonstratsioonimudeli arendamisele ja koolitajate koolitamisele.

WP3 võttis aluseks eelmisest tööpaketist saadud teadmised ning keskendub uute õpetamismeetodite väljatöötamisele digitaalse ülemineku toetamiseks ehitussektoris. Tööpaketi eesmärgid ja oodatavad tulemused hõlmasid järgmist:

- Toimiv ehituse digitaalse kaksiku (CDT) demonstratsioon;
- BIM-i, asjade interneti, andurite ja vajaduse korral virtuaalreaalsusega loodud ehitusplatsi CDT pilootmudel;
- Koolituskursus koolitajatele, mida saab rakendada oma õpetamistöös või VKE-de projektides;
- Juhised demonstratsioonimudeli taasloomiseks partnerasutustes, kohandes need kohalikule keelele.

Võttes aluseks WP2 teadmised ja WP3 eesmärgid, hõlmas esimene etapp põhjalikku kirjanduse ülevaadet. Selle eesmärk oli tuvastada olemasolevad meetodikad, tehnoloogiad ja kasulikud võtted, mis toetaksid CDT demonstratsioonimudeli ja sellega seotud koolitusmoodulite loomist.

2.1.1 Kirjanduse ülevaade

Digitaalse kaksiku (DT) tehnoloogia on ehitussektori jaoks murranguline tööriist, mis võimaldab füüsiliste varade sünkroniseerimist nende virtuaalsete vastetega. See lähenemisviis võimaldab reaajas monitoorimist, erinevaid ennustusi ja jõudluse optimeerimist kogu projekti elutsükli vältel.

DT integreerimine ehitusprojektidesse pakub mitmeid eeliseid, sealhulgas täiustatud projekti visualiseerimist, reaajas edenemise jälgimist ning võimalust simuleerida ja optimeerida ehitusprotsesse.

Mitmed uuringud toovad esile, kuidas DT ja BIM-i integreerimine aitab kaasa tööstus- ja hoonevarade jätkusuutlikumale ja tõhusamale haldamisele, parandades ressursikasutust ja toetades paremat otsuste langetamist. Siiski säilivad väljakutsed seoses andmete koostalitlusvõime, standardiseerimise ja rakenduskuludega, takistades seeläbi tehnoloogia kasutatuselevõttu.

Läbivaks on idee ehituse digitaalse kaksiku (CDT) järkjärgulisest arendamisest, kusjuures puudub arusaam sellest, missugused on täpsed võimalused rakendada moodsaid tehnoloogiaid arenumates, rohkemate kihtidega mudelites. Eelduspäraselt on digitaalse kaksiku implementatsioon ehituse elutsükli järkjärguline, võimaldades ühisel semantilisel veebiplatvormil liita virtuaalseid mudeleid ja asjade interneti sensoreid.

Digitaalse kaksiku (DT) areng ja definitsioon

Esimene digitaalne kaksik – kuigi seda nõnda ei nimetatud – loodi NASA-s 1960. aastatel Apollo missioonide modelleerimisvahendina. NASA kasutas simulaatoreid Apollo 13 hapnikuballoonide rikete hindamiseks. DT kontseptsiooni on loonud David Gelernter (1991) raamatus "Peegelmaailmad" ning *digitaalse kaksiku* nimetuse (*virtuaalne kaksik*) autoriteks on Hernández ja Hernández (1997).

Michael Grieves (2002) Toote Elutsükli Haldamise (PLM) Keskusest Michigani Ülikoolist on digitaalset kaksikud kontseptualiseerinud nii:

Digitaalne kaksik on vastavuses mistahes füüsilise toote digitaalse koopiaga ja koosneb kolmest osast:

1. füüsiline element reaalses ruumis;
2. virtuaalne element virtuaalses ruumis;
3. andmed ja teave, mis pakuvad ühendusi füüsilise ja virtuaalse süsteemi vahel.

Digitaalne kaksik ei ole füüsilise toote koopia (nt 3D-mudel), vaid põhineb andmete ja teabe interaktsioonil. Digitaalne kaksik (DT) on sihtobjekti või ehitusprojekti digitaalne esitus koos andmeühendustega, mis võimaldavad füüsilise ja digitaalse oleku konvergentsi sobiva sünkroniseerimiskiirusega.

Digitaalse kaksiku keskkonnas (DTE) võivad olla digitaalse kaksiku prototüübid, digitaalse kaksiku eksemplarid ja digitaalse kaksiku agregaadid (Grieves, Vickers, 2016), nagu on näidatud tabelis 1:

Digitaalse kaksiku prototüüp (DTP)	Tootedisain, sh graafika, 3D BIM-i tehnilised spetsifikatsioonid, töömahu loetelud, tootmisprotsessi diagrammid prototüübi tootmiseks;
Digitaalse kaksiku eksemplarid (DTI)	see on toote iga elemendi digitaalne kaksik, millega DT jääb pärast selle valmimist kogu oma elutsükli vältel ühendatuks. See hõlmab geomeetrilisi ja jõudlusmudeleid, muid sensorite kaudu saadud andmeid varasema ja praeguse jõudluse kohta ning tulevikuprognose.
Digitaalse kaksiku agregaadid (DTA)	on DTI-de kogum, mille andmeid saab kasutada füüsilise toote kohta päringute tegemiseks simulatsioonide ja prognooside jaoks

Tabel 1. Digitaalse kaksiku kategooriad Grieves, Vickers (2016) järgi

Teine kategoriseerimisviis viitab erinevatele andme- ja infovoo tasemetele, mis võib toimuda füüsilise ja digitaalse osa vahel, luues digitaalse mudeli, digitaalse varju või digitaalse kaksiku (Kritzinger jt, 2018).

	Andmevoog füüsiliselt objektilt digitaalsele objektile	Andmevoog digitaalselt objektilt füüsilisele objektile
Digitaalne mudel	Manuaalne	Manuaalne
Digitaalne vari	Automaatne	Manuaalne
Digitaalne kaksik	Automaatne	Automaatne

Tabel 2, Digitaalse kaksiku kategooriad Kritzinger jt (2018) järgi

Digitaalse kaksiku kolm taset või kihti (Boje jt, 2020):

1. tase – monitoorimisplatvormid – hõlmab BIM-i pidevalt täienevat versiooni ehitusplatsist.
2. tase – intelligentsed semantilised platvormid hõlmavad piiratud intelligentsusega monitoorimisplatvorme, mis kasutavad BIM-mudeleid ja IoT-seadmeid, moodustades seega teadmistebaasi. Eraldiseisvad tehisintellektil põhinevad algoritmid võimaldavad vastava koolitusega inimestel simuleerida ja prognoosida tulevasi olukordi ja tulemusi.
3. tase – agentorienteeritud sotsiaal-tehnilised platvormid esindavad täielikult semantilist digitaalset kaksikut, kasutades selleks tehisintellektil põhinevaid agente. Masinõpe, süvaõpe, andmekaeve ja analüüsivõimekus loovad iseseisva, ennast uuendava ja iseõppiva digitaalse kaksiku, mis on seotud sotsiaalse ja füüsilise keskkonnaga ning vajab vaid inimese järelevalvet.

Kuigi eeltoodu pakub kasulikku struktuuri, väidavad mõned autorid, et sellel klassifikatsioonil on mõned olulised piirangud (Sacks, Brilakis, Pikas, Xie, Girolami, 2020). Esiteks peetakse digitaalset kaksikut vaid BIM-mudeli edasiarenduseks, teiseks on ehitusprotsesside ja modelleerimise kontseptualiseerimine puudulik ning kolmandaks peetakse digitaalseid kaksikuid pelgalt ehitusprojektide otsustustugisüsteemiks, kuigi tegemist on hoopis uuendusliku ja holistilise lähenemisega ehitusjuhtimisele. Seetõttu peaks ET4 digitaalne kaksik toetama neid projektijuhtimisprotsesse kõigis PDCA etappides eesmärgiga luua esimese taseme digitaalne kaksik, nagu on seda määratlenud Boje jt (2020):

Paralleelselt toimunud küberfüüsikaliste tootmissüsteemide (CPPS) uuring rõhutab füüsiliste komponentide, näiteks masinate ja sensorite kombineerimise olulisust digitaaltehnoloogiatega, sealhulgas asjade interneti ja pilvandmetöötusega, et saavutada reaajas protsesside optimeerimine.

CPPS-i integreerimine DT-tehnoloogiaga on oluline efektiivsuse parandamiseks, hooldusvajaduse ennustamiseks, ajakulu vähendamiseks ja ressursijaotuse optimeerimiseks. Siiski tuleb nende potentsiaali täielikuks realiseerimiseks pöörata tähelepanu küberturvalisuse riskidele ja CPPS-i rakendamise keerukusele dünaamilistes ehituskeskkondades.

DT- ja CPPS-tehnoloogiate ühildamine pakub terviklikku võimalust ehitusprojektide reaajas haldamiseks. See integratsioon hõlbustab BIM-mudelite sünkroniseerimist CPPS-i reaajas andmetega, võimaldades projektijuhtidel ennetavalt väljakutsetega tegeleda. See lähenemisviis on olnud oluline projektisise seisakute vähendamisel ja üldise tõhususe parandamisel. Simulatsioon ja optimeerimine on selle integreeritud raamistiku põhimärksõnad.

DT-mudeleid saab kasutada erinevate ehitusstsenaariumide simuleerimiseks, võimaldades sidusrühmadel enne rakendamist optimaalseid lahendusi leida. Digitaalse ja füüsilise kaksiku vaheline seos võib muuta meile seni teadaolevat ehitusprotsessi korraldust (Brilakis, Sacks jt, 2020).

Vaatamata oma potentsiaalile kaasnevad DT- ja CPPS-tehnoloogite kasutuseevõutuga ehitussektoris mitmed väljakutsed. Nende hulka kuuluvad kõrged rakenduskulud, vajadus oskuslike spetsialistide järele ja standardiseeritud andmeintegratsiooni protokollide puudumine. Nende väljakutsete lahendamine võib aga avada olulisi võimalusi, eriti jätkusuutlikkuse ja tõhususe valdkonnas. Edasised uuringud peaksid keskenduma andmete koostalitlusvõime parandamisele ja skaleeritavate lahenduste väljatöötamisele DT- ja CPPS-

tehnoloogiate integreerimiseks. Uute tehnoloogiate, näiteks servtöötuse ja plokiahela kasutuselevõtt võiks nende süsteemide võimekust veelgi tugevdada.

Pärast kirjanduse ülevaate koostamist nägi järgmine samm ette koolitajate toetamiseks mõeldud digitaalse platvormi kavandamist ja arendamist. Sellega paralleelselt loodi ka juhised ja tugimaterjalid, mis võimaldaksid partnerasutustel demonstratsioonimudelit kopeerida ja platvormi oma haridus- ja tegevuskontekstides rakendada.

2.2 Metodoloogia: 2. taseme digitaalne kaksik pilootehitusprojekti jaoks

ET4D seadis eesmärgiks ehitusprojektide jaoks digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli väljatöötamise, mis on loodud reaalses tootmise juhtimiseks digitaalse kaksiku kaudu, mis annab läbipaistva ülevaate tootmisprotsessist. Kooskõlas projekti keskendumisega VKE-de toetamisele julgustati tungivalt avatud ja tasuta tööriistade kasutamist, et minimeerida digitaliseerimise majanduslikke takistusi.

Digitaalne kaksik on mingi üksuse, selle ehitusplatsi ja protsesside digitaalne esitus, mida toetavad andmeühendused, mis suudavad andmeid füüsilise ja digitaalse kaksiku vahel sobiva sagedusega sünkroniseerida. See tehnoloogiline areng on ületanud projektijuhtimise olulisuse, pakkudes võimalust ühendada andmeid erinevatest mudelitest ja andmekogumitest. Seega saab projektijuhtimist parandada hooneoperatsioonide modelleerimise (BIM 3D) integreerimise kaudu, mis on ühendatud ajakava mudeliga, moodustades 4D BIM-i. Selles raamistikus loodi ET4D digitaalne kaksik projektijuhtimise protsesside toetamiseks kõigis PDCA etappides eesmärgiga pakkuda teise taseme digitaalse kaksiku süsteemi.

ET4D pilootehitusprojekt ehitati Bolognas asuvas kutseehituskoolis IIPLE, pakkudes reaalselt füüsilist keskkonda demonstratsioonimudeli arendamiseks ja valideerimiseks. Digitaalse kaksiku loomiseks kasutati CDT rakendamiseks olemasolevat avatud digitaalset platvormi Open Project BIM. ET4 Digital projektis rakendati kõiki digitaalse ehitusliku kaksiku põhikomponendid, võimaldamaks lihtsat rakendamist ka VKE-del.

Põhikomponendid on järgmised:

Füüsiline kaksik:

- IIPLE õpilaste poolt elluviidav tegelik pilootehitusprojekt;

Digitaalne kaksik:

- Ehitatava hoone ehitusplatsi modelleerimine BIM-iga;
- Projekti juhtimise protsessid ja tööriistad (WBS, BOQ, ehitusgraafik)
- Avatud BIM-i digitaalne platvorm BIM-keskkonna jaoks

Andme- ja infovoog:

- 3D-modelleerimine ja manuaalne mõõdistussüsteem ehitusplatsil
- automaatsed andmed keskkonnasensoritelt
- fotod veebikaamerast

2.2.1 Pilootkonstruktsioon ja kohapealne uuring



Korraldati külastus IIPLE-is koolituse kontekstis loodud ehitusplatsile, et uurida tehnoloogia tüüpi, töö ulatust ja sisu, mida kasutatakse järgmiste põlvkondade oskustööliste koolitamiseks. Õpilaste ehitatud maketihoones kohapeal toimunud arutelude käigus selgus, et kursus järgib traditsioonilisi õpetamismeetodeid, tuginedes suuresti koolitaja kogemuslikele teadmistele, kusjuures puuduvad ametlikud plaanid või digitaalsed tugivahendid.

Koolitusprogrammis kasutatav füüsiline kaksik kujutab endast väga lihtsat ehitusprojekti: keskkooliõpilaste loodud makett ühekorruselisest majast, mis koosneb neljast toast ja trepist. Konstruktsioonil puudub katus ja see hõlmab ainult põhiviimistlust. Peamiste konstruktsioonelementide hulka kuuluvad telliskiviseinad, mis on valmistatud kahest erinevast tüüpi moodulist, ukse- ja aknaavadega seinaosad koos puitkarkassiga, esimese korruse põrandakate ja krohvviimistlus.

Makett on loodud ka mitme õppeetapi toetamiseks – mitte ainult ehitusfaasi, vaid ka osalise ja täieliku lammutustegevuse ajal, et õpilased saaksid tegeleda erinevate praktiliste toimingutega kontrollitud keskkonnas.



2.2.2 5D BIM-mudeli arendamine

Piloothoone digitaalne esitus töötati välja Revit®-i abil, luues detailse hooneinfo mudeli (BIM), mis toetab nii visualiseerimist kui ka projektijuhtimise tegevusi. 3D BIM-mudel kajastab objektikülastuste ajal täheldatud tingimusi, esindades väikesemahulist hoonet mõõtmetega 567 × 413 cm (Joonis 1). Vaatamata piiratud suurusele hõlmab piloothoone mitut seinatüüpi ja kahte tüüpi põrandaviimistlust, mis teeb sellest hallatava, kuid piisavalt selgelt eristatava juhtumi koolituse eesmärgil.

Projekti korraldamiseks jagati töövoog neljaks etapiks:

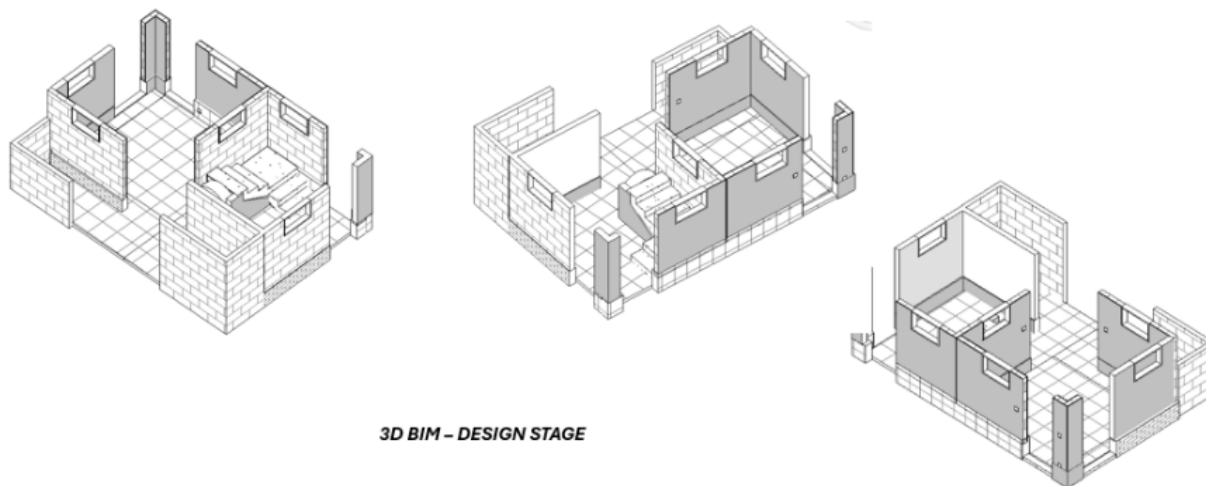
- Algne ehitus
- Osaline lammutamine
- Lõpetamine
- Lammutamine

Esialgne ehitusetapp hõlmab kõiki tegevusi algusest kuni telliskiviseinte püstitamise, põrandakatte ja plaatide paigaldamise, trepi ehitamise ja sisepindade krohvimiseni.

Osalise lammutamise etapis eemaldatakse hoone parem ja esitiib, samas kui valmimise etapp oli kooskõlas kõigi vertikaalsete pindade lammutamisega. Lõpuks hõlmab viimane lammutuse etapp hoone täielikku lammutamist ja platsi koristamist.



Generation #2 CDT for the ET4 pilot: BIM

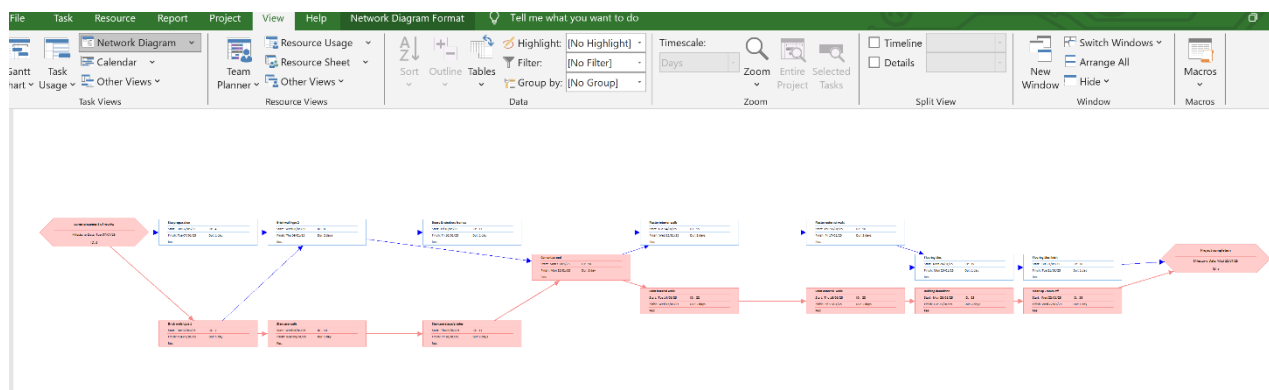


3D BIM – DESIGN STAGE

Joonis 1. 3DBIM disainifaas

Item No.	Sub Item No.	Rate Code	WBS Code	Description	lit of Meas	Number	Length	Width	Height	Quantity	Total Quantity	Rate (€)	Amount	Labour %
1		A05.007.005.a		Brick masonry Thickness 12 cm	m ²									
	1	A.01.1		Room1	m ²	1	9.09	0.1	1.58	14.3622	30.2067	58.90 €	1,779.17 €	45
	2	A.01.1		Room 2	m ²	1	5.91	0.1	1.58	9.3378				
	3	A.01.1		Room 3	m ²	1	5.29	0.1	1.23	6.5067				
2		A05.004.010.b		with three-hole bricks (5 x 14 x 28 cm)	m ²									
	1	A.01.2		Room1	m ²	1	11.37	0.14	0.37	4.2069	5.8201	99.58 €	579.57 €	38
	2	A.01.2		Room 2	m ²	1	4.36	0.14	0.37	1.6132				
3		A05.004.005.a		Stairs with common solid bricks	m ²									
		A.02.2		Stairs	m ²	1				1.16	1.16	840.15 €	974.61 €	32
4		A20.001.005.a		Preparation of Wall Substrates	m ²									
	1			Preparation of wall surfaces	m ²									
	2			Room 1	m ²	1	3.91	0.16	1.9	7.429	14.611	2.39€	5.59 €	46
				Room 2	m ²	1	3.78	0.16	1.9	7.182				
5		A05.004.005.d		Plaster with cement mortar type 32.5 R and sand, composed of 400 kg of cement per 1.00 m ³ of sand	m ²									
	1			Wall 1	m ²	2	1.6		1.58	5.056	13.825	26.67€	368.71 €	70
	2			Wall 2	m ²	1	2		1.58	3.16				
	3			Wall 3	m ²	1	1.77		1.58	2.7966				
	4			Wall 4	m ²	1	1.78		1.58	2.8124				
		A20.010.005.a		based on vinyl versatic resins, titanium dioxide and calcium carbonate	m ²									
				Room 1	m ²	1	3.91	0.16	1.9	7.429	14.611	8.28 €	120.98 €	66
				Room 2	m ²	1	3.78	0.16	1.9	7.182				
6		A16.013		Wall Tiles Colored porcelain stoneware covering in rectified tiles obtained by pressing, compliant with the UNI EN 14411 standard, water absorption class B1a UGL, installed with suitable adhesive, including cuts, waste and joint filling, excluding special pieces	m ²						0.8917	69.49 €	61.96 €	42
	1	A16.013.015.b		Room 1 Small tiles	m ²	1	0.69	0	0.37	0.2553				
	2			Room 1 Long tiles	m ²	1	1.6	0	0.37	0.592				
	3			Room 2 Long Tiles	m ²	1	0.12	0	0.37	0.0444				
7				Floor Tiles	m ²									
	1	A15.016.015.c	A.04.	45 x 45 cm, thickness 9 mm	m ²	1	5.5	0.06	3.75	20.625	20.625	57.89 €	1,193.98 €	38
8				Site Fences	m									
		001.025.025.b	A.00.1.	Fences height 1.20 m; cost of using materials for the entire duration of the works	m	30				30	30	2.00 €	60.00 €	
				Partial Demolition	m ²									
				Demolition of masonry, including vaulted, thicker than one head, carried out by hand, including sorting and setting aside of recycled material for reuse	m ²									
9		001.004		Brick masonry	m ²									
	1	A.05.1		Wall 1	m ²	1	2.36	0.12	1.95	0.57	1.86	71.34 €	132.26 €	78
	2	A.05.1		Wall 2	m ²	1	2.00	0.14	1.95	0.53				
	3	A.05.1		Wall 3	m ²	1	2.76	0.10	1.95	0.54				
	4	A.05.1		Wall 4	m ²	1	2.52	0.07	1.23	0.22				
10		001.016.015		Demolition of ceramic tile flooring, including the sub-floor up to 5 cm thick, laid using mortar or glue	m ²									
	1	A.05.3		60 x 60 cm, natural or bush-hammered, thickness 10 mm	m ²	6	0.60	0.60	0.01	0.36	2.16	9.83 €	21.23 €	78

Joonis 2. Koguste ülevaade



Joonis 3. Projekti ajakava MS Project-is

Projekti juhtimisraamistiku raames loodi pilootprojekti tööjaotuse struktuur (WBS), koguste ülevaade (BOQ) ja ehitusgraafik ning laaditi need seejärel platvormile üles.

WBS töötati välja kooskõlas tegeliku akadeemilise kalendriga ja see sisaldas IIPLE esitatud teavet, näiteks osalevate üliõpilaste arvu ja nende tegeliku kohapeal viibimise kestust.

Hiljem imporditi WBS MS Project®-i, et genereerida nii projekti Gantt diagramm kui ka võrkskeem.

Koguse arvutamise toimingud tehti otse BIM-mudelst, et eraldada hoone komponentide ja toodete mõõtmed koos nendega seotud kogukuludega (5D BIM). Need kogused eksporditi Exceli tabelisse, et saada hinnastatud kogukulu (Joonis 2), mis seejärel lingiti Emilia-Romagna piirkondliku ametliku hinnakirjaga (RER), et määrata kindlaks tariifide tabel ja sellest tulenevalt projekti eeldatav kogumaksumus töopakettide hindade summana. See protsess võimaldas ka etapiviisiliste maksete simuleerimist WBS-tehnika abil kindlasummaliste lepingute puhul, kus makseprotsendid on joondatud täidetud töopakettide väärtusega.

Ehitusgraafik loodi ja seda ajakohastati järk-järgult, et see kajastaks projekti etappide järjestust, kusjuures tegevuste kestust hinnati RER-andmestiku tööpäevade viidete abil ja baasajajoon struktureeriti MS Project®-i abil (Joonis 3).

2.2.3 Digitaalsete platvormide valik

Platvormi valiku peamiseks kriteeriumiks oli platvormi avatud juurdepääs, eriti hariduslike eesmärkidega organisatsioonidele, mis kehtis kõigi osalejate ja projekti eesmärgi kohta. Teine oli platvormi võime visualiseerida BIM-mudeleid ilma kõrgtehnoloogilise BIM-modelleerimistarkvara vajaduseta. See võimaldab kõigil partneritel, koolitajatel ja üliõpilastel ehitusprojektile juurde pääseda ja seda tõlgendada, olenemata nende tehnilisest oskustest või neile kättesaadavatest ressurssidest.

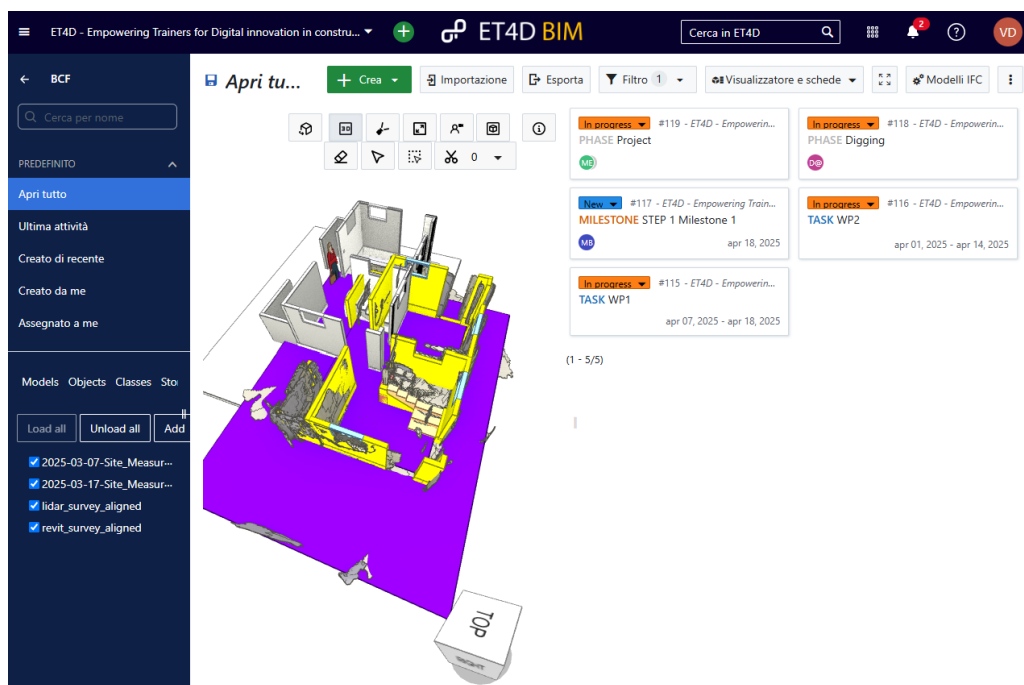
Demonstreerimisplatvormi valiku tegi IT-juht, kes hindas projekti nõudeid erinevate tehnoloogiliste alternatiividega. Demonstreerimisplatvormi arenduse algstaadiumis testiti lühidalt Unibo (<http://ble.unibo.it/>) BLE-prototüüpi, mis töötati välja BENEDICT projekti jaoks, et toetada digitaalsete tööriistade integreerimist ja hõlbustada andmevahetust (<http://ble.unibo.it/etd4>). Selle kasutamine oli aga piiratud, kuna projekt võttis peagi kasutusele avatud BIM-lähenemisi, mis osutus paremaks lahenduseks tänu oma ligipääsetavuse ja sobivuse tõttu BIM-põhiste projektide toetamiseks. See üleminek võimaldas välja töötada demonstratsioonimudeli, mis suudab toetada koolitajaid digitehnoloogiate ja nende eeliste mõistmisel, hõlbustades seeläbi teadmiste edasiandmist VKE-dele. Demonstratsioonimudel oli ka vahendiks, et tuvastada potentsiaalseid väljakutseid, millega praktikandid ja üliõpilased võivad digitehnoloogiatega suheldes kokku puutuda.

Selle raamistiku raames kasutati kogu modelleerimisteabe majutamiseks Open Project BIM platvormi, kus iga ehitusetapi jaoks laaditi üles või loodi projekti juhtimise tööriistad ja ressursid. Vajadusel võimaldas platvorm teha ka väiksemaid kohandusi, mis võimaldas IT-meeskonnal oma funktsioone projekti vajadustele vastavalt muuta. Seega osutus Open Project BIM projekti jaoks kõige sobivamaks lahenduseks.

2.2.4 Platvormi organisatiivsed vahendid

Open Project BIM® pakub terviklikke projektijuhtimise ja teabehalduse funktsioone, mis toetavad sidusrühmade kaasamist kogu projekti elutsükli vältel. Platvorm mahutab projekti dokumentatsiooni ja BIM-mudeleid ning sisaldab IFC-vaaturit, mis võimaldab kasutajatel üles laadida ja visualiseerida 3D-mudeleid (Joonis 4). See funktsioon võimaldab projektis osalejatel konsulteerida mudeliga, et ehitustöödeks juhiseid saada. Nii planeeritud (As-Planned) kui ka tegeliku ehituse mudelite (As-Built) kättesaadavus toetab edenemise hindamist ja hõlbustab ajakohastatud aja- ja kuluteabe jagamist, tagades projekti juhtimise väljundite ja tulemuste ühise mõistmise.

Platvorm parandab ka koostööd, võimaldades kasutajatel luua projekte, kirjutada kirjeldusi ja kutsuda liikmeid liituma e-posti teel, tagades, et kõik sidusrühmad saavad virtuaalselt samasse tööruumi koguneda. Platvormile juurdepääsuõigusi saab kontrollida administraator, kes saab määrata, mida iga liige saab vaadata, muuta või lisada. See kontrollitud õiguste raamistik tagab selged kohustused, tõhusa sidusrühmade haldamise ja suurema projekti tõhususe.



Joonis 4. Open Project BIM platvorm ET4D projekti jaoks

Nende tegevuste tõhusaks toimimiseks pakub platvorm mitmeid põhifunktsioone, sealhulgas:

- Tööjaotuse struktuur (WBS)

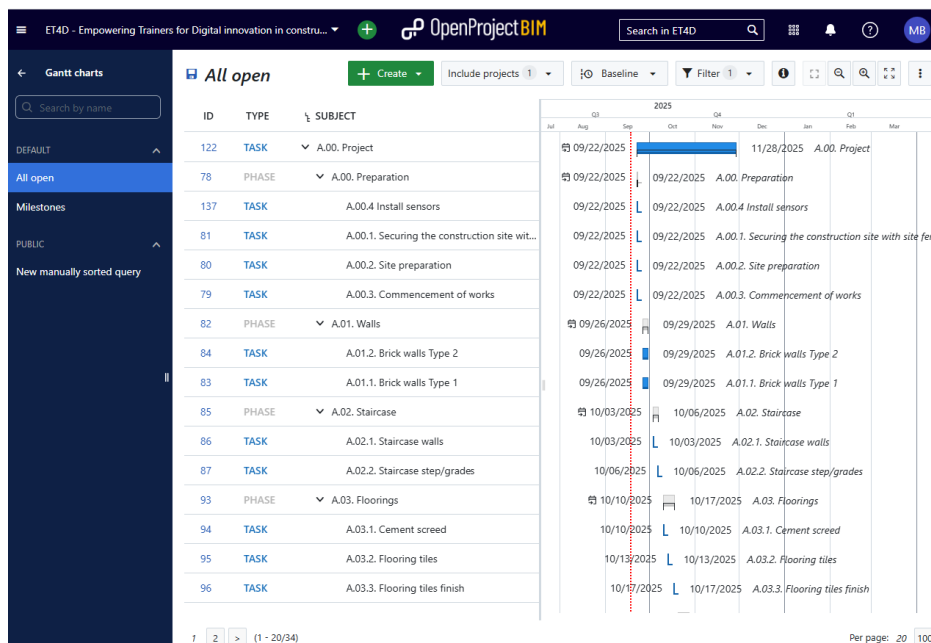
Platvormi funktsioon „tööpaketid“ võimaldab ülesandeid süstemaatiliselt hierarhilises järjekorras jaotada ja töödelda. Tööpakettide vaheleht võimaldab ka tiimiliikmetele ülesandeid määrata, kusjuures kuvatakse liikme e-posti aadress. See tagab rollide ja vastutuse läbipaistvuse, mis hõlbustab koordineerimist ning vähendab ülesannete kattumist ja vaidlusi. See funktsioon võimaldab ka sidusrühmadel näha projekti iga ülesande staatust (Joonis 5).

SUBJECT	TYPE	STATE	PRIORITY	% COMPLETION	START DATE	END DATE
▼ A.00. Preparation	PHASE	Closed	Normal	100%	13/01/2025	13/01/2025
A.00.1. Securing the construction site with site fences	TASK	Closed	High	100%	13/01/2025	13/01/2025
A.00.2. Commencement of works	TASK	Closed	Normal	100%	13/01/2025	13/01/2025
A.00.3. Site preparation	TASK	Closed	Normal	100%	13/01/2025	13/01/2025

Joonis 5. Tööpaketid Open Project BIM platvormil ET4D projekti jaoks

- Gantt tabelid

Loodud töövoo skeemi saab kasutada ka ülesannete ajaliseks planeerimiseks ja Gantti diagrammil kuvamiseks. Ülesannete järjekorra ja alguskuupäevade määramisel sisestab platvorm need automaatselt ajakavasse. Samas on võimalik neid ka käsitsi seadistada ja muuta (Joonis 6).



Joonis 6. Gantt tabelid Open Project BIM platvormist ET4D projekti jaoks

- Koosolekud

Platvorm võimaldab planeerida ühekordset kohtumist soovitud liikmete vahel või isegi perioodilisi kohtumisi. Päevakorra lisamine, ülesannete muutmine või loomine – kõike seda saab teha reaalajas kohtumise ajal..

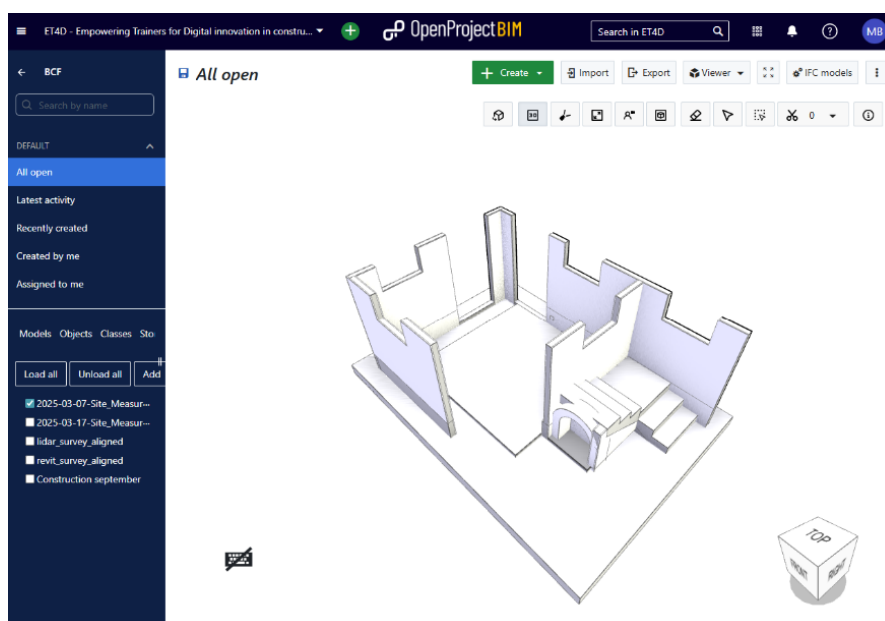
- Dokumentide jagamine

Dokumentide jagamiseks liikmete vahel on eraldi sektsioon, kuhu saab faile ja kaustu üles laadida. Administraator saab platvormi iga vahelehe juurdepääsupiirangut muuta; seega on dokumentide kadumise või suhtlusvigade oht olematu.

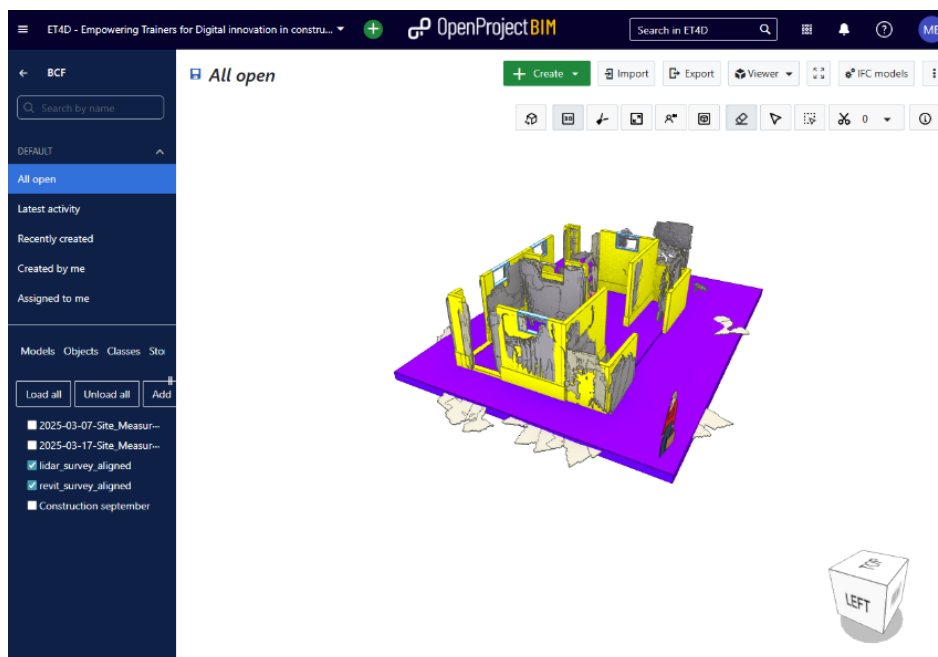
- BIM-koostöö funktsioonid (BCF)

Platvormi kõige olulisem osa on BCF-funktsioon. Nagu eespool mainitud, võimaldab platvorm kasutajatel vaadata nii tervet mudelit kui ka mudelit pöranda või objekti tasandil (Joonis 7). See võimaldab mudeleid vaadata ka lõigates osi või „viile“ huvipakkuvast osast. Peamine kriteerium on IFC-mudeli olemasolu, mis on ainus failitüüp, mida BCF-vahelehele üles laadida saab.

IFC-mudeleid saab üksteise peale asetada (Joonis 8). See võimaldab sama projekti erinevaid osi üles laadida erinevatesse failidesse ja neid suhtes üksteisega vaadata. See funktsioon võimaldab erinevate valdkondade mudeleid üksteise peale asetada ja integreerida samasse vaatesse ilma BIM-modelleerimistarkvara vajaduseta, näiteks ühildati Lidar-skaneering BIM-mudeliga. Mudelite teavet ei saa muuta, seega puudub andmete kadumise oht.



Joonis 7. IFC-vaatur teostusjärgus BIM-mudelid - Open Project BIM platvorm ET4D projekti jaoks



Joonis 8. IFC-vaatur ühildatud BIM-mudeli ja Lidar-skaneeringuga - Open Project BIM-platvorm ET4D projekti jaoks

- Ligipääsetavus mitte-tehnilistele sidusrühmadele

Kõigi loetletud funktsioonide valguses toimib platvorm mitte ainult organisatsioonilise ja juhtimisvahendina, vaid integreerib ka asjakohaseid tehnilisi aspekte. Selle brauseripõhine ja kasutajasõbralik liides vähendab oluliselt digitaliseerimisega seotud tehnilisi barjääre, muutes selle sobivaks nii tehnilistele kui ka mitte-tehnilistele sidusrühmadele. Selle tulemusena saavad sidusrühmad, nagu kliendid, juhid, administratiivtöötajad ja objektil töötajad, kellel on tehnoloogiliste liideste põhiteadmised, hõlpsalt juurde pääseda olulisele projektiteabele ilma eelneva koolituse või tehniliste teadmisteta.

Üldiselt pakub platvorm ligipääsetavat ja kaasavat koostööd digitaalses keskkonnas, parandades suhtlust kaasatud sidusrühmade vahel. See aitab kaasa läbipaistvusele ja teadlikumale otsuste tegemisele. Seetõttu mängib platvorm olulist rolli projekti tõhususe suurendamisel nii ehituse kui ka juhtimise seisukohast.

2.2.5 Digitaalse kaksiku visualisatsioon

Digitaalse kaksiku loomiseks paigaldati pilootprojekti ehitusplatsile IoT-seadmed. Pilootprojekti sensorid valmistati teadlikult lihtsatena, seades teostatavuse ja süsteemi ühilduvuse esikohale võrreldes keerukamate mõõtmistega. Peamine eesmärk oli hinnata, kas digitaalne platvorm suudab tõhusalt integreerida, hallata ja visualiseerida reaajas sensoritelt saadud andmeid, seega oli keerukamate andmete vajadus teisejärguline.

Pärast turu-uuringut ja tehnilist nõustamist valiti Raspberry Pi-ga ühilduvad sensorid nende kompaktse suuruse, madala hinna ja laialdase kättesaadavuse tõttu haridus- ja prototüüpimiskontekstides. Need

omadused muudavad need eriti sobivaks eksperimentaalseteks ja uurimuslikeks projektideks, kus kohandatavus ja kulutõhusus on võtmetähtsusega.

Andurite eest vastutas IIPLE, seega pärast tarnimist tegeles Unibo IT-meeskond andurite programmeerimise ja ühendamise Open Project BIM platvormiga. Protsessi käigus tehti kontoris esialgsed testid, et kontrollida ühenduvust ja andmeedastuse usaldusväärsust. Pärast kontrollimist kavandati ehitusplatsil paigutamise hõlbustamiseks kohandatud korpus ja kinnitus. See näitab pilootprojekti eksperimentaalset olemust, kus tehnilisi lahendusi kohandati vastavalt vajadustele, mitte ei seatud ette.

Andur paigaldati ehitusplatsile septembris. See paigutati nii, et see kataks kogu ehitusplatsi ja mitte labori teisi osi. Andur koosneb kaamerast ja keskkonnasensori komponendist.

Keskkonnasensori komponent kogub andmeid kohalike keskkonnatingimuste kohta:

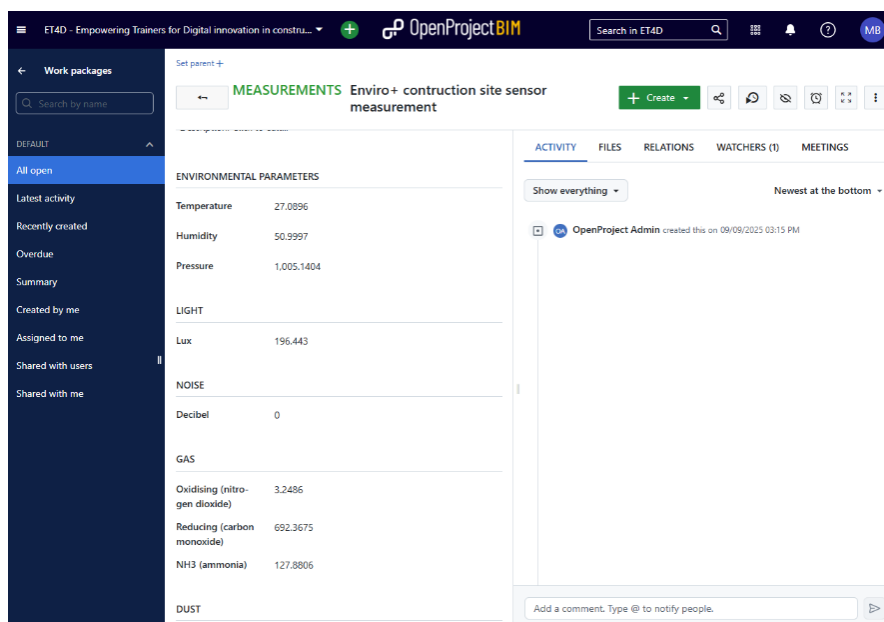
- Õhutemperatuur
- Suhteline niiskus
- Rõhk
- Süsihappegaas
- Lämmastikdioksiid
- Tahked osakesed 2,5 mikroni ja 10 mikroni juures

Neid muutujaid kasutatakse tavaliselt keskkonnakvaliteedi indikaatoritena ja need võivad anda esmase ülevaate võimalikest ohutusprobleemidest.

Samal ajal toetab kaamera projekti korraldusliku osa andmeid. Erinevalt üldotstarbelisest valvekaamerast piirneb selle funktsioon määratud ehitusalal viibivate inimeste arvu tuvastamisega, mis toetab kohaloleku ja ohutuse jälgimist. Samuti jäädvustab see päeva lõpus objektist pildi, et jälgida ehituse edenemist.

Kõik anduritelt saadud andmed edastatakse automaatselt platvormile, kus neid salvestatakse ja reaajas uuendatakse. Kuna sait töötab teadaolevalt kella 7-st hommikul kuni 12-ni õhtul, on andmete kogumine teadlikult seatud sellele ajavahemikule. See valikuline valim vähendab ebavajalikku andmete salvestamist ja tagab vajalike andmete kogumise. Mõõtmisi jäädvustatakse iga 5 minuti järel; see sagedus on piisav saidi muutuste jälgimiseks, vältides samal ajal andmete üleküllust.

Anduritelt kogutud toorandmed salvestatakse platvormi jaotises „Tööpaketid“, kus neid saab iga ajalogi puhul manuaalselt kontrollida. See formaat esitab teavet aga väga killustatult, mistõttu on seda raske tõlgendada. Kuigi sellised toorandmed võivad olla kasulikud, ei ole need analüüsimiseks tõhusad, eriti piiratud tehnilise kogemusega kasutajate jaoks, ja võivad seetõttu selles kontekstis muutuda sisuliselt mõttetuks (Joonis 9).



Joonis 9. Sensorite andmed - Open Project BIM platvorm ET4D projekti jaoks

Selle probleemi lahendamiseks implementeeris Unibo IT-meeskond andmete graafilise visualisatsiooni platvormil, mis muutis andmed kättesaadavamaks ja kasutajasõbralikumaks. Nendele väljunditele pääseb ligi projekti ülevaate jaotises „Andurite armatuurlaud“. Graafikud teisendavad toorandmed aegriks graafikuteks ja võrdlivateks joograafikuteks, mis võimaldavad kasutajatel jälgida keskkonnatrende, tuvastada anomaaliaid ja korreleerida andmeid saidi aktiivsusega.

Kuigi need andmed on mõeldud ainult vaatluseks olevikus, saab süsteemi edasiarendamisel neid tulevikus kasutada saidi keskkonna ennustamiseks ja muutmiseks.

Lisaks neile andmepõhiste jälgimisvahenditele täiustati 3D-objekti dokumentatsiooni Lidar-põhise skaneerimise abil. 3D-skaneerimine viidi läbi lihtsa iPhone'i rakenduse, näiteks Polycam 3DScanneri või LIDAR 360® abil. 3D-skaneerimine genereeris laseri abil punktpilve, luues seega tegelikkusele vastava (As-Built) pilloothoone vaadatava mudeli. Punktpilv laaditi platvormile üles ja ühildati BIM-mudeliga, võimaldades reaalse (As-Built) ehituse BIM-mudeli kontrollimist. See projekti juhtimisprotsess pakub jagatud ja detailset ülevaadet ehitustegevuse tegelikust edenemisest. Eelkõige määrab 3D-skaneerimise ühildamine digitaalse mudeliga ehitusprotsesside tegeliku edenemise (Joonis 8).

2.2.6 Demonstratsioonimudeli väljatöötamine: veebiaadress, tulemus ja kasutusjuhised

Oluline on rõhutada, et WP3 raames välja töötatud demonstratsioonimudel minetab pelgalt koolituse eesmärgil loodud digitaalse kaksiku kontseptsiooni. Tulemuseks on digitaalne platvorm, mis toetab kogu

ehitusprotsessi: alates projekteerimis- ja modelleerimisfaasidest kuni kohapealse planeerimise ja töövoogudeni. See ulatus suurendab selle olulisust VKE-de jaoks, pakkudes neile ligipääsetavat ja praktilist keskkonda digitaalsete lahenduste mõistmiseks, testimiseks ja kasutuselevõtmiseks, mida sageli peetakse keerukateks või kättesaamatuteks. Demonstratsioonimudel pakub tõepoolest rohkem, kui algelt taotlusvormis ette nähti, laiendades tahtlikult oma funktsionaalsust, et paremini toetada VKE-sid digitaalsel üleminekul ja maksimeerida antud projekti mõju ehitusökosüsteemile.

Projekti jaoks välja töötatud platvorm on kättesaadav järgmisel lingil: <https://et4d.dt.edili.com>.

3. Riikidevaheline koolituskursus

Vastavalt WP3.1 eesmärkidele luuakse koolitajatele rahvusvaheline koolituskursus, et tutvustada demonstratsioonimudelit, tagades selle lihtsa kasutamise ja töhusa integreerimise õpetamispraktikasse. Koolitus võimaldab osalejatel katsetada tehnoloogiaid ja testida erinevaid saadaolevaid tööriistu. UNIBO ja IIPLE on töötanud välja koolitusprogrammi, mis viiakse läbi inglise keeles IIPLE-s Bolognas (Itaalias) 18.–20. novembril 2025. Iga projekti partner on valinud kaks või kolm koolitajat, õpetajat või spetsialisti, kes koolitusel osalevad.

Töötoa esimene päev keskendub peamiselt projekti praeguse seisu ja arendusprotsessi tutvustamisele ning järgmiseks hommikuks kavandatud praktilise sessiooni sisse juhatamisele. Projektivälised eksperdid tutvustavad täiendavaid teemasid, nagu ehitusohutus, Lean-ehitus ja väärtusanalüüs. Päeva lõpuks on osalejatel selge arusaam tööpaketist ja praktilistest tegevustest, millega nad järgnevatel sessioonidel tegelevad. Teine päev kujutab endast koolituse põhiosa, kus osalejad saavad praktilist õpet. Sel päeval liigutakse eelmise päeva teoreetilise osa juurest praktiliste õpetuste juurde. Osalejad tegutsevad esmalt individuaalselt, järgides juhendaja antud juhiseid et platvormiga tutvuda. Seejärel viiakse väikestes gruppides läbi struktureeritud kogum tegevusi. Selle päeva tulemusel kujunevad soovitusel ja platvormi muudatusettepanekuid tagamaks paremat suhtlust ja hariduslike eesmärkide saavutamist.

Kõik koolituse käigus läbi viidud tegevused dokumenteeritakse, pakkudes seeläbi materjali, mis saab osaks demonstratsioonimudeli kasutamise juhendist.

Lisaks on koostatud spetsiaalne küsimustik koolituse tõhususe hindamiseks ja demonstratsioonimudeli haridusliku kasutamise võimalikkuse valideerimiseks. Koolituse lõpus täidavad osalejad küsimustiku, et anda tagasisidet oma kogemuste põhjal.

Viimane samm on digitaalse platvormi ja sellega seotud materjalide jagamine partneritele. Partnerid kasutavad demonstratsioonimudelit koolituslikel eesmärkidel. Nad peavad seda oma asutuses testima, seda regulaarselt uuendades ja tegevust dokumenteerides. Testkoolituse dokumentatsiooni ja tagasiside tulemusi tuleks kasutada digitaalse platvormi/materjalide analüüsimiseks ja täiustamiseks, et tagada nende sihipärane kasutamine. Projekti lõpuks peab olema loodud üksikasjaline nimekiri koolitajalt nõutavatest digitaalsetest oskustest, põhjalik juhend koolitajatele, funktsionaalne digitaalne platvorm koolitamiseks ning valideeritud koolitusprogramm, mis tagab digitaalse platvormi ja koolituse funktsionaalsuse.



Co-funded by
the European Union

ET4Digital

kutsehariduskeskuste õpetajate võimestamine digitaalseks innovatsiooniks ehituslikus ökosüsteemis

PROJECT no. 2024-1-IT01-KA220-VET-000249119

ET4D



Co-funded by
the European Union

Projekt on rahastatud Euroopa Liidu poolt. Sellegipoolest peegeldavad siin avaldatud seisukohad ja arvamused eeskätt autori(te) omi ega väljenda tingimata Euroopa Liidu ega Euroopa Hariduse ja Kultuuri Rakendusameti (EACEA) seisukohti. Euroopa Liit ega EACEA ei vastuta nende eest.