



ET4Digital – kutsehariduskeskuste õpetajate võimestamine digitaalseks innovatsiooniks ehituslikus ökosüsteemis

Väljund 3.2

Rahvusvaheline koolitus demonstratsioonimudeli kasutamiseks

Autor(id)	
PP	IIPLE

Projekt on rahastatud Euroopa Liidu poolt. Sellegipoolest peegeldavad siin avaldatud seisukohad ja arvamused eeskätt autori(te) omi ega väljenda tingimata Euroopa Liidu ega Itaalia Riikliku Agentuuri Erasmus+ (INAPP) seisukohti. Euroopa Liit ega INAPP 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.	D3.2
Levitamise tase ¹	PU
Tööpakett (WP)	3
Ülesanne	3.2
Peamine toetussaja	IIPLE
Teised toetussajad	
Raporti esitamise tähtaeg	30/11/2025
Tegelik esitamise aeg	30/11/2025

- 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)

Document history

V	Kuupäev	Toetussaja	Autor(id)
1	20/11/2025	IIPLE	Gianmarco Fontana
2	25/11/2025	IIPLE	Luisa Sileni , Valentina Ferrari
3			
4			

Sisukord

Kokkuvõte	4
WP3 eesmärgid ja peamised tulemused	5
Käesoleva dokumendi eesmärk	6
<i>Rahvusvaheline koolitus demonstratsioonimudeli kasutamiseks (Transnational Training for Trainers for use of the demonstrator)</i>	7
Koolituse ajakava	7
Osalejate profiil ja koolituse loodav lisaväärtus	11
Ettekanded üritusel	11
Demonstratsioonimudeli valideerimine didaktilistel eesmärkidel	26
Koolitusjärgne tagasisideküsitlus	26
Digitaalse kaksiku replikatsiooni koolituse ettekanded ja tugiresursid	31
Võtmetulemused ja järeldused	31

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 ettevõtetel 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.

WP3 eesmärgid ja peamised tulemused

Tööpakett 3 (WP3) eesmärk on muuta WP2 analüütilised väljundid (digitaalse tehnoloogia raamistik ja koolitajate oskuste kaardistus) praktiliseks pedagoogiliseks mudeliks kutsehariduse koolitajatele, õpetajatele ja spetsialistidele, et juhtida VKE-de ehitussektori digitaalset üleminekut.

WP3-l on neli omavahel seotud eesmärki.

Esiteks tutvustab see uusi tehnoloogiaid (BIM, IoT/andurid, andmeanalüüs ja digitaalsed kaksikud) juhendatud praktika, stsenaariumipõhiste tegevuste ja probleemilahendusülesannete kaudu. Lähenemine on teadlikult modulaarne, mis võimaldab seda integreerida erinevatesse õppekavadesse (kutseõppekeskustes, tehnikainstituutides, ülikoolides) ja kohandada vastavalt eri riikide ja institutsioonide digitaalse valmisoleku tasemele.

Teiseks kaasab see loodud õpetamisstrateegia hariduslikku digitaalsesse demonstratsioonikeskkonda, mis ühendab BIM-mudeleid IoT-anduritelt tulevate reaalarajas (või peaaegu reaalarajas) andmevoogudega ja võimaldab visualiseerimist. Demonstratsioon toimub kontrollitud keskkonnas, võimaldades koolitajatel harjutada selliseid protsesse nagu andmete kogumine, kokkupõrke kontroll (*clash detection*), objekti monitoorimine, energiatõhususe analüüs ja ohutuskontrollid.

Kolmandaks pakub see koolitajatele juhiseid ja õppematerjale, muuhulgas õppe- ja tunnikavasid, pädevuspõhiseid õpieesmärke, praktilisi harjutusi ja hindamise rubriike. Mitmekeelsete ressursside, selgete juhiste ja asünkroonse kasutamise võimaluste läbi on tagatud ligipääsetavus ja kaasatus.

Neljandaks valideerib see väljatöötatud lähenemisviisi rahvusvahelise koolituse kaudu, mis hõlmab demonstratsioonimudeli katsetamist koolitajatega kõigist partnerriikidest. Seeläbi testitakse kasutatavust, õppimise efektiivsust ja VKE-de keskkonda ülekantavust. Kvaliteedi tagamiseks rakendati triangulatsiooni, kasutades selleks osalejate tagasisidet, enesekohaseid pädevushinnanguid, vastastikuse vaatluse ja õppe-eelseid/-järgseid hinnanguid.

Kõigi eesmärkide puhul rõhutab WP3 pragmaatilisust, koostalitlusvõimet ja skaleeritavust. Seeläbi tagatakse, et meetodit saavad rakendada erinevate tehniliste tasemetega asutused ning et seda saab kasutada ka pikaajaliste oskuste täiendamise kavade raames. See on kooskõlas EL-i eesmärkidega, mis puudutavad digitaalset transformatsiooni, kutsehariduse innovatsiooni ja digitaalsete

tööriistade rolli rohelises üleminekus, kaasates koolitusprotsessidesse energia/jätkusuutlikkuse analüütika ja tõhusa ressursihalduse.

WP3 on täielikult kooskõlas horisontaalsete vajadustega: see edendab digitaalset transformatsiooni läbi suuremõjuliste ja koostalitlusvõimeliste süsteemide; tagab kaasatuse ja juurdepääsu mitmekeelsete avatud ressursside ja kombineeritud/asünkroonsete valikute kaudu; see kaasab energia- ja ressursianalüütika õpistsenaariumidesse ning see edendab ühiseid väärtusi rahvusvahelise koostöö, vastastikuse õppimise ja avatud ligipääsu kaudu.

Kõige olulisem on selle juures see, et WP3 maandab kutsehariduskoolitajate ja VKE-de jaoks uute digitehnoloogiate kasutuselevõtuga seotud riske. Demonstratsioonimaterjal on täis konfiguratsioonijuhiseid, näidisandmestikke ja tõrkeotsingu käsiraamatuid – need kõik aitavad vähendada tehnilisi tõrkeid tehnoloogiate kasutusevõtul.

Selle lähenemisviisi katsetamine rahvusvahelise koolituse kaudu annab arusaama meetodi ülekantavusest institutsioonide baasjoonte ja turukontekstide vahel.

Käesoleva dokumendi eesmärk

Väljund 3.2 on WP3 teine väljund ja kirjeldab koolitajatele suunatud rahvusvahelisest koolitust demonstratsioonimudeli kasutamiseks (*Transnational Training for Trainers for the use of the Demonstrator*), mis oli ET4Digital projekti pöördeline etapp. Koolitus oli sillaks WP2 analüütilise osa ja WP4 suureskaalalise suutlikkuse suurendamisele suunatud eesmärkide vahel.

Selle väljundi eesmärk oli varustada koolitajaid – keda peetakse ehitussektori VKE-de digitaalse ülemineku peamisteks võimaldajateks – praktiliste oskuste, metodoloogilise teadlikkuse ja pedagoogilise enesekindlusega, mis on vajalikud digitehnoloogiate integreerimiseks kutsehariduse õppekavadesse ning VKE-de tugiteenustesse. Koolitajad peavad suutma ettevõtetele selgitada, miks tehnoloogia on oluline, millist väärtust see luua saab ja kuidas see mõjutab nende äritegevust. ET4D rahvusvaheline koolitus aitas realiseerida seda strateegilist rolli.

Programm keskendus praktilisele kogemusõppele, kasutades projekti digitaalse kaksiku demonstratsioonimudelit – pedagoogilist tööriista, mis on loodud selleks, et muuta digitaliseerimine hoomatavaks, kättesaadavaks ja taasloodavaks. Koolitus suunas osalejaid kontseptuaalsest mõistmisest kuni aktiivse digitaalse praktikani läbi stsenaariumipõhiste tegevuste, juhendatud sessioonide ja probleemide lahendamisele keskenduvate ülesannete kaudu. Eesmärk oli arendada konkreetseid oskusi ja tõsta koolitajate enesekindlust antud valdkonnas.

Lisaks tehniliste oskuste omandamisele käsitleti koolitusel ka seda, kuidas õpilastele teadmisi tõhusalt edasi anda. See hõlmas järgmist õpetamisstruktuuri: sissejuhatav tutvustus, juhendatud praktika, iseseisvad harjutusi ja refleksiivsed tegevused. See on standardiseeritud õppemudel, mida saab rakendada kutseõppekeskustes, tehnikainstituutides ja ülikoolides. See ühildub otseselt WP3 põhieesmärgiga: töötada välja õpetamisstrateegia, mis integreerib digitaalsed tööriistad sisukalt pedagoogilisse praktikasse. Olles selle mudeli ise läbi teinud, saavad koolitajad seda oma asutustes korrata.

Koolitus võimaldas katsetada ka seda, kuivõrd kasutatav, asjakohane ja ülekantav on demonstratsioonimudel erinevate riikide kontekstides ja erinevate digitaalse valmisoleku tasemetel. Saadud teadmised annavad sissevaadet, mille toel demonstraatorit täiustada, ja aitavad kujundada WP4 suutlikkuse suurendamise programmi ülesehitust.

Euroopa tasandil soodustas mitme partnerriigi koolitajate kokkutoomine üksteiselt õppimist, digitaalse kutseõppe tavade ühtlustamist ja ühise pedagoogilise kultuuri teket Ehitus 4.0 ümber. Sektoris, kus VKE-de struktuurid on killustatud ja digitaalse tehnoloogia kasutuselevõtt ebaühtlane, suurendab selline koostöö ET4Digitali tulemuste ühtlustatust, nähtavust ja pikaajalist elujõulisust. See toetab ka eesmärki muuta demonstratsioon korduvkasutatavaks mudeliks koolitajatele, VKE-dele, kutseõppijatele ja spetsialistidele.

Kokkuvõttes oli riikidevahelise koolituse eesmärk mitte ainult digitehnoloogiate õpetamine, vaid ka koolitajate kui muutuste eestvedajate võimestamine, et nad oleksid võimelised toetama VKE-sid, kaasajastama haridusprogramme ja toetama Euroopa digitaalset üleminekut ehitussektoris.

Rahvusvaheline koolitus demonstratsioonimudeli kasutamiseks (*Transnational Training for Trainers for use of the demonstrator*)

Koolituse ajakava

ehituslikus ökosüsteemis

Tööpakett 3: uus hariduslik lähenemine digitaalseks transformatsiooniks

**Rahvusvaheline koolitus demonstratsioonimudeli kasutamiseks
(*Transnational Training for the use of the demonstrator*)**

Projekt nr. 2024-1-IT01-KA220-VET-000249119

Kohapeal toimuv üritus

@ IIPLE, Via del Gomito 7, Bologna, Itaalia

18. -19. november 2025

Ajakava

1. päev

Teisipäev, 18. november 2025

10:00 - 10:15	Ürituse avamine	IIPLE
10.15 – 10.45	ET4D: ülevaade	IIPLE
10.45 – 12.15	Tööpakett 3: uus hariduslik lähenemine digitaalseks transformatsiooniks Tehnilised ettekanded: Bragadin, CDT ET4 Digital projekti implementatsioon Ballabeni, <i>Open Project</i> BIM platvorm Assumma, ehitusprojektide väärtusanalüüs (kinnitamine) Coccolini, säästev ehitus ja jätkusuutlikkus Balzani, projekti ajakava ehitusohutuse seisukohalt Poudel, BIM-modelleerimine ET4 digitaalse kaksiku rakendamiseks	UniBo

Agreement Number: 2024-1-IT01-KA220-VET-000249119

12.15-13.00	Projektipartnerite tehnilised ettekanded	
13.00-14.00	Lõunapaus	
14.00-15.00	Pilootdemonstratsiooni (CDT) esitlus ja juhised	UniBo
15.00-16.00	Objektikülastus	IIPLE
	Esimese päeva lõpp	

2. päev

Kolmapäev, 19. november 2025

10:00 - 10:15	Ürituse avamine	IIPLE
10.15 – 10.45	Piloot-CDT demonstratsioon	Unibo
10.45 – 12.45	Töötuba/ CDT-ga tegutsemine CDT-põhiste tegevuste praktiline implementatsioon osalejatega (IIPLE IT-laboris kohapeal)	Kõik partnerid
12.45 – 13.00	Tagasiside ET4 osalejatelt / küsimused ja vastused	Kõik partnerid
13.00-14.00	Lõunapaus	
14.00-16.00	Digitaalsete kaksikute ja liitreaalsuse sünergia praktikas	Andrea Bortolotti, Touch Labs
	Teise päeva lõpp	

Agreement Number: 2024-1-IT01-KA220-VET-000249119

Osalejate profiil ja koolituse loodav lisaväärtus

Rahvusvaheline koolitus tõi kokku multidistsiplinaarse rühma, kus oli esindajaid Eestist, Saksamaalt, Itaaliast, Hispaaniast, Kreekast ja Põhja-Makedooniast. Sellega tagati laiaulatuslik ja kvalifitseeritud teadmiste ja tavade vahetus. Kooskõlas tööpakett 3 (WP3) spetsifikatsioonidega valis iga partnerorganisatsioon koolitajad, õpetajad ja spetsialistid, kellel on asjakohased kogemused ehitusprotsesside digitaliseerimises. Rühma kuulusid BIM-instruktorid, BIM-juhid ja -koordinaatorid, ehitustehnikate õpetajad, ülikooliprofessorid ja teadlased objektijuhtimise ja digitaalsete meetodikate alal, samuti kohapealsed tehnikud, kellel on praktiline kogemus digitaalsete tööriistade rakendamisel. See koosseis tagas kõrgelt spetsialiseerunud liikmed, kes suutsid sisukalt panustada digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli ja integreeritud tehnoloogiate, näiteks fotogrammeetria, BIM, asjade interneti (IoT) ja andurite testimisse, nagu on kirjeldatud tööpaketis 3 (WP3).

Osalejate panus ei hõlmanud aga pelgalt nende tehnilisi pädevusi. Nad tegutsesid demonstratsioonimudeli peamiste hindajatena, mängides olulist rolli tugevuste, tehniliste ja operatiivsete väljakutsete ning potentsiaalsete parendusvõimaluste väljaselgitamisel. Nende tagasiside oli oluline demonstratsioonimudeli valideerimiseks ning selle kasutatavuse ja pedagoogilise rakendatavuse täiustamiseks vastavalt 3. tööpaketis seatud eesmärkidele. See hindamisprotsess andis ka väärtuslikku teavet mudeli edaspidiseks korratavuseks teistes partnerriikide kutseõppeasutustes.

Lisaks tagas projektijuhtide ja partnerkoordinaatorite kaasamine koolitustegevuste tõhusat juhendamist ja toetas strateegilist kooskõla projekti üldeesmärkidega. Grupi interdistsiplinaarne olemus soodustas koostööl põhinevat õpikeskkonda, kus akadeemilised, operatiivsed ja juhtimispädevused täiendasid üksteist. Koolituse käigus ellu viidud praktilised tegevused, sealhulgas demonstratsioonid, harjutused, audiovisuaalne dokumentatsioon ja struktureeritud tagasiside, moodustavad lahutamatu osa demonstratsioonimudeli reprodutseerimisjuhistest, mis on WP3 peamiseks väljundiks.

Kokkuvõttes peegeldas 31 inimese osalus esimesel ja 30 teisel päeval konsortsiumi partnerite suurt kaasatust ja huvi digitaalse kaksiku pedagoogilise ja operatiivse potentsiaali vastu. Osalejate kvalifitseeritud ja mitmekesine panus aitas demonstratsioonimudeli täiustada ja lõi aluse selle edasiseks integreerimiseks kutseõppesse kogu Euroopas – see on ka kooskõlas WP3 eesmärkidega.

Ettekanded üritusel

18. ja 19. novembril 2025 korraldas IIPLE oma peakorteris (Via del Gomito 7) Bolognas demonstratsioonimudeli kasutamise rahvusvahelise koolituse. Kahepäevane programm pakkus

osalejatele – kahele tehnikule/eksperdile igast partnerorganisatsioonist – põhjalikku teoreetilist ja praktilist kogemuse.

Bologna ülikooli meeskond (WP3 juhtpartner) tegeles 2025. aasta aprillist oktoobrini haridusliku demonstatsioonimudeli ülesseadmisega, arendades ehituse digitaalset kaksikut, et omakorda arendada tugivahenina toimivat Open Project BIM platvormi.

Esimene päev algas kaasahaarava hommikupoolikuga, kus Bologna ülikooli eksperdid pidasid ettekandeid, illustreerides digitaalse kaksiku arendamise protsesse ja käsitledes täiendavaid teemasid, mis on seotud ehitussektori digitaliseerimisega:

- **Marco Bragadin (UniBo):** *CDT implementatsioon ET4Digitali projekti raames* tutvustas CDT (*Construction Digital Twin*) projektide töövoogudesse integreerimise kontseptuaalset ja tehnilist raamistikku.

Rahvusvahelise koolituse käigus andis professor Marco Bragadini oma ettekandes põhjaliku ülevaate ET4Digitali raames välja töötatud digitaalse kaksiku demonstatsioonimudeli kontseptuaalsetest alustest ja praktilisest rakendamisest. Ettekanne kontekstualiseeris antud algatust läbi laiemaa ehitussektori digitaalse transformatsiooni, tuues esile VKE-de struktuurilisi väljakutsed digitaalsete tööriistade kasutuselevõtul. Nende hulgas on: killustatud koostalitlusvõime, piiratud standardiseerimine, kõrged rakenduskulud ja napp sisemine kompetents. Selle teadmise taustal tutvustati digitaalset kaksikut strateegilise vahendina, mis on võimeline lihtsustama protsesside integreerimist, edendama koordineerimist kogu ehituse väärtusahelas ja toetama teadlikku otsuste tegemist dünaamiliste ja andmepõhiste virtuaalsete mudelite abil.

Sessioonil selgitati digitaalse kaksiku kontseptsiooni: füüsilise vara, süsteemi või protsessi digitaalset vastet, mida pidevalt uuendatakse andmevahetuse kaudu, säilitades seega reaalse ja virtuaalse keskkonna vahelise seose. Bragadin tutvustas kontseptsiooni arengut alates selle kasutuselevõttust toote elutsükli halduses kuni tänapäevaste rakendusteni arhitektuuris, inseneriteaduses ja ehituses. Seejuures illustreeriti, kuidas digitaalsed kaksikud toetavad seiret, simulatsiooni, optimeerimist ja ennustavat analüüsi. Ettekandes eristati ehituse digitaalsete kaksikute erinevaid tasemeid – põhilised jälgimisplatvormid (1. tase), nutikate semantiliste süsteemidega digitaalsed kaksikud, mis integreerivad BIM-i ja IoT-d (2. tase) ning agendipõhised autonoomsed süsteemid (3. tase) – toetades osalejaid tekkinud tehnoloogiliste suundade mõistmisel.

Olles paika pannud teoreetilise aluse, liiguti edasi ET4Digitali demonstraatormudeli (loodud koostöös IIPLE ehituskooliga) praktilisele rakendamisele. Pilootprojekt koosnes väikese ühekorruselise müüritise maketi ehitamisest, mis toimis füüsilise kaksikuna, millele lisandus digitaalne kaksik, mis hõlmas Revitis loodud BIM-mudelit, 3D LIDAR-skaneeringuid, keskkonnasensoreid ja kõiki projektidokumente, sealhulgas töömahu tabeleid, töömahtude

loendit ja Gantti ajakava. Protsess järgis PDCA tsüklit, näidates, kuidas digitaalse kaksiku meetodikad saavad toetada ehitusprotsesside süstemaatilist planeerimist, teostamist, kontrolli ja täiustamist hariduslikus kontekstis.

Demonstratsiooni keskseks komponendiks oli OpenProjectBIM-i kasutamine ühise andmekeskonnana. Platvorm võimaldas integreerida BIM-mudelit, LIDAR-ist saadud punktpilvi, projekti ajakavasid, kulude jaotusi, tööpakette ja andurite näite. Pakkudes selliseid funktsioone nagu IFC visualiseerimine, plaanitud ja teostusmudelite võrdlused ning struktureeritud dokumentatsiooni haldamine, võimaldas OpenProjectBIM luua toimiva digitaalse kaksiku, mis on kooskõlas DT 1. taseme võimalustega. Sellel on potentsiaal areneda edasijõudnumate konfiguratsioonide suunas BIM-i, asjade interneti ja andmeanalüütika kombineeritud kasutamise kaudu.

Esitluses kirjeldati ka arenduse käigus kasutatud töövoogu: esimese digitaalse kaksiku prototüübi loomist, tehniliste ja pedagoogiliste nõuete kindlakstegemist, süsteemi arhitektuuri kujundamist, andurite paigaldamist ja kalibreerimist, käsitsi ja automatiseeritud andmete kogumist ning digitaalse sisu integreerimist ühisesse andmekeskonda. Tõdedes haridusliku juhtumiuuringu piiranguid, rõhutas esineja selle väärtust kui realistlikku näidet metodoloogiliste põhimõtete demonstreerimiseks ja digitaalse kaksiku tehnoloogiate praktiliste rakenduste testimiseks kutseõppes.

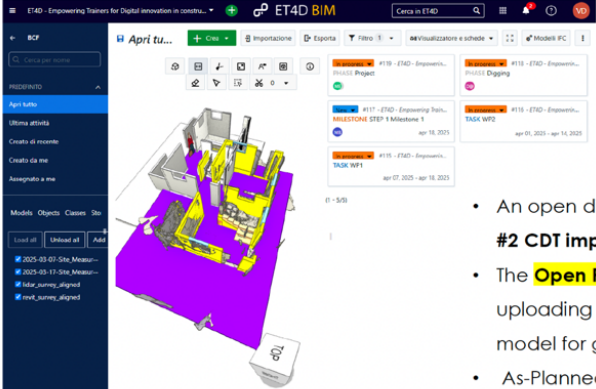
Kokkuvõttes tõi ettekanne esile demonstratsiooni rakendamise kaudu saavutatud hariduslikke ja operatiivseid eeliseid. Digitaalne kaksik hõlbustas paremat olukorrateadlikkust, struktureeritud infohaldust, füüsiliste ja digitaalsete tegevuste paremat koordineerimist ning tugevamat seost teoreetilise õppe ja praktilise teostuse vahel. Koolitajatele ja õppijatele pakkus demonstratsioon selget ja hoomatavat näidet sellest, kuidas digitaalset kaksikut saab ehitushariduses rakendada, pakkudes taasloodavat mudelit digitaalse oskuste täiendamise ja innovatsiooni toetamiseks kutseharidusasutustes ja sektori VKE-des.



Co-funded by
the European Union



Open Project BIM® digital platform for BIM environment



- An open digital platform was used for **Generation #2 CDT implementation**.
- The **Open Project BIM has an IFC viewer**, so after uploading the 3D BIM players can view the model for guidance on construction operations
- As-Planned and As-Built BIM

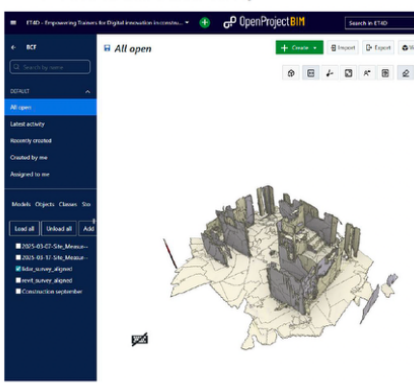


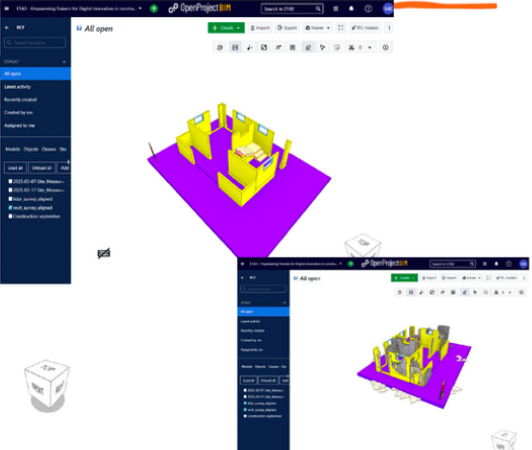
Co-funded by
the European Union



OpenProjectBIM

1st Pilot: 3D BIM & Lidar survey





- **Andrea Ballabeni (UniBo):** *Open Project BIM platvorm* keskendus OpenProjecti funktsioonidele ja eelistele BIM-põhiste protsesside juhtimisel.

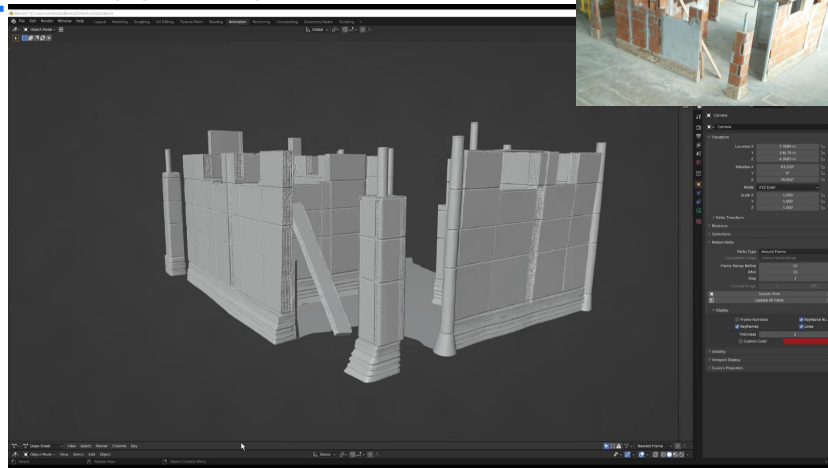
OpenProjectBIM moodustab ehituse digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli keske digitaalse infrastruktuuri, pakkudes integreeritud keskkonda, kus korrastatakse ja hallatakse geomeetrilisi mudeleid, projektiinfot, andurite andmeid ja töövooge. Ühise

**Co-funded by
the European Union**

videoseeriast, et võimaldada dünaamilisi geomeetrilisi värskendusi ja veelgi suurendada digitaalse kaksiku täpsust.

Kokkuvõttes näitavad need elemendid, kuidas OpenProjectBIM toimib nii organisatsiooni selgroona kui ka BIM-andmete, andurite näitude ja projektijuhtimise töövoogude integratsioonipunktina. Selle kasutamine demonstratsioonis toetab ehitatud keskkonna täpse, skaleeritava ja pidevalt ajakohastatava digitaalse kujutise loomist ning pakub koolitajatele terviklikku keskkonda andmepõhiste ehitusprotsesside uurimiseks ja õpetamiseks.

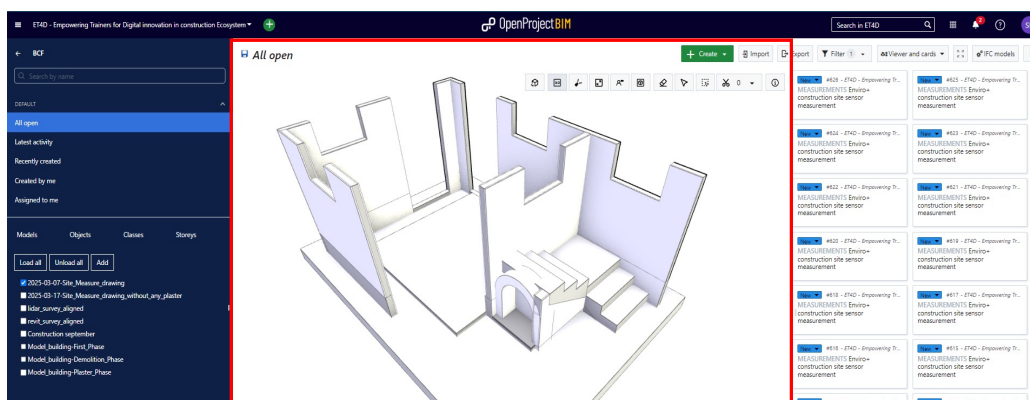
FUTURE IMPLEMENTATIONS – AI 2D-2-3D



VIDEO SEQUENCE

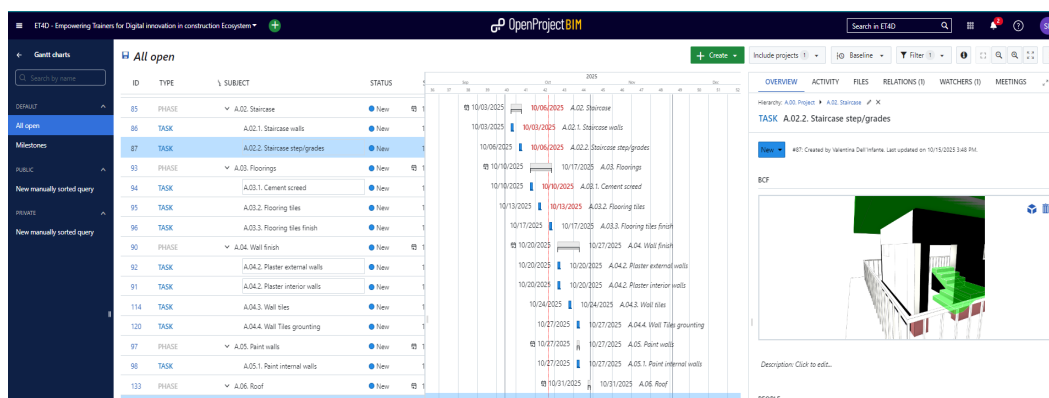


BIM Collaboration Format (BCF)



Erasmus + KA2 Action (KA220-VET-FF3D720D) co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.

Gantt Charts



Erasmus + KA2 Action (KA220-VET-FF3D720D) co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.

- **Shrinija Poudel:** BIM-modelleerimine ET4 digitaalse kaksiku rakendamiseks demonstreeris, kuidas BIM-mudelid toimivad baasina DT integratsioonis.

Rahvusvahelise koolituse raames andis BIM-modelleerimise esitlus osalejatele struktureeritud sissejuhatuse hooneinfo modelleerimise kontseptuaalsetesse ja tegevuspõhimõttesse, illustreerides, kuidas BIM toetab ET4Digital projektis vastuvõetud digitaalse ülemineku strateegiat. BIM-i kirjeldati kui hoone füüsiliste ja funktsionaalsete omaduste digitaalset kujutamist, mis toetab teabe haldamist kogu ehitusobjekti elutsükli vältel ning võimaldab

järjepidevat, andmepõhist lähenemist projekteerimisele, teostusele ja rajatise haldamisele. Esitlus selgitas BIM-iga tavaliselt kaasnevaid eeliseid – sealhulgas parem koostöö, suurem projekteerimistäpsus, täiustatud visualiseerimine, konfliktide tuvastamine ning usaldusväärsem aja- ja kuluhinnang. Samas adresseeriti ka mitmeid väljakutseid, nagu esialgsed rakenduskulud, suurenenud andmehaldusnõuded, koostalitlusvõime piirangud ja sidusrühmade erinev digitaalse valmisoleku tase.

Esitlus illustreeris BIM-i „dimensioonide” mõistet, selgitades, kuidas infokihid järk-järgult geomeetrilist mudelit rikastavad. Alates 2D-esitustest areneb BIM 3D-modelleerimiseks geomeetrilise ja visuaalse analüüsi jaoks, 4D-modelleerimiseks ajakavaandmete integreerimise kaudu ja 5D-modelleerimiseks kulude hindamise kaasamise kaudu. Neid näiteid demonstreeriti arhitektuuriliste ümberkujundamisstsenaariumide ja projektijuhtimise tööriistade abil, pakkudes osalejatele praktilist arusaama sellest, kuidas mitmemõõtmeline BIM-teave toetab otsuste tegemist projekti etappides. Slaididel tutvustati ka BIM-i küpsusastmete kontseptsiooni, rõhutades organisatsioonilisi ja protseduurilisi aspekte, mis on vajalikud traditsioonilisest koostamisest integreeritud ja koostööl põhinevate digitaalsete töövoogude poole liikumiseks.

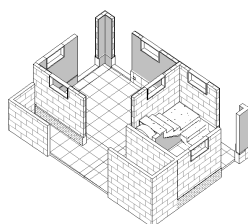
Esitluse keskmes oli lai valik sidusrühmi, kes on kaasatud BIM-toega protsessidesse. Osalejatele tutvustati tehniliste ja mittetehniliste osalejate eristamist, rõhutades arhitektide, inseneride, BIM-spetsialistide, projektijuhtide, töövõtjate, tarnijate, investorite ja reguleerivate asutuste vahelise interdistsiplinaarse koostöö olulisust. Sidusrühmade kategooriate kaardistamine rõhutas vajadust jagatud digitaalsete keskkondade järele, et tagada koordineeritud suhtlus ja teabevahetus kogu projekti väljatöötamise vältel.

Selle nõude kontekstualiseerimiseks uuris esitlus koostööplatvormide rolli arhitektuuri, inseneriteaduse ja ehituse (AEC) sektoris. Eristati kahte tüüpi koostöökeskkondi: mudelipõhised platvormid, mis tuginevad tehnilistele vormingutele nagu IFC, RVT või DWG ning nõuavad rangeid versioonikontrolli protseduure ja täiustatud arvutusoskusi; ja halduspõhised platvormid, mis keskenduvad dokumentatsiooni töövoogudele ja toetavad lihtsamat ja kulutõhusamat suhtlust laiema kasutajaskonna jaoks. OpenProjectBIM-i tutvustati selles raamistikus kui halduskeskset koostöökeskkonda, mis on võimeline liidestuma BIM-mudelitega, toetades samal ajal ka digitaalse kaksiku demonstratsiooniekspriimendi jaoks vajalikke projektijuhtimise funktsioone.

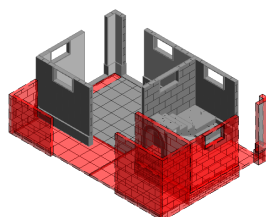
Esitlus lõppes ET4Digitali jaoks väljatöötatud pilootprojekti ülevaatega, mis näitlikustas seda, kuidas BIM-modelleerimine ja koostööplatvormid koonduvad demonstratsiooniekspriimendi üldise pedagoogilise arhitektuuri raames. Selle panuse kaudu said osalejad selgema arusaama sellest, kuidas BIM moodustab informatiivse ja metodoloogilise aluse, millele digitaalne kaksik ja sellega seotud õppetegevused rajatakse, valmistades koolitajaid ette digitaalsete praktikate integreerimiseks kutseõppe programmidesse sidusalt ja oskuslikult.

3D BIM-geometry and visualisation

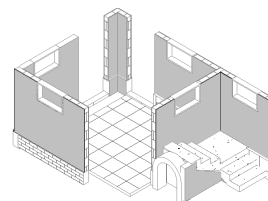
3D Visualizations
(Revit)



Initial Form



Partial demolition



Final Form

Erasmus + KA2 Action (KA220-VET-FF3D720D) co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.

Pärastlõunal toimus esitlus pilootprojekti digitaalsest kaksikust koos praktiliste juhistega. Sellele järgnes külastus IIPLE tudengite ehitatud ehitusplatsile, et jälgida selle rakendamist. Koolituse viimase osana külastasid osalejad laborit, kus IIPLE õpilased ja õpetajad olid ehitanud ühekorruselise telliskivimudeli, mis toimis füüsilise kaksikuna. Mudeli ehitanud õpilased selgitasid osalejatele tööprotsessi samme.

- **Davide Coccolini (UniBo):** *Säästev ehitus ja jätkusuutlikkus* tõi esile säästlikkuse põhimõtteid ja nende sünergiat digitaalsete tööriistadega, mida kasutada jätkusuutlike praktikate jaoks.

Säästlik ehk *Lean* ehitus (*Lean Construction* või LC) on kaasaegne meetod projektide elluviimise parandamiseks raiskamise vähendamise, turvalisuse suurendamise ja protsesside optimeerimise kaudu. See sai alguse ehitustööstusele avalduvast laialdasest survest, nagu kasvavad materjalikulud, ressursipuudus, kliimaprobleemid ja uued EL-i jätkusuutlikkuse eesmärgid, ning käsitles *Lean*-i lahendusena nii keskkonnasäästlikkuse kui ka projektide tõhususe suurendamiseks.

Ettekandes tutvustati LC filosoofiat Toyota tootmissüsteemis ja selle arengut teadlaste uuringute läbi, mis paljastasid traditsioonilise ehitusjuhtimise puudused. Arutelu käigus käsitleti *Lean*-i põhiprintsiipe, nagu *Last Planner System*®, taktiaja planeerimine (*Takt Time Planning*), integreeritud projekti elluviimine (*Integrated Project Delivery*) ja sihtväärtuse saavutamine (*Target Value Delivery*).

Loeng keskendus digitaalsete tööriistade praegusele integreerimisele *Lean*-raamistikesse, rõhutades, kuidas viimase kümnendi jooksul on digitaalsed kaksikud, reaajas koostöö, BIM-põhised protsessid, VR-simulatsioonid ja generatiivne tehisintellekt parandanud *Lean*-i võimet toetada otsuste tegemist, jälgimist ja pidevat täiustamist.

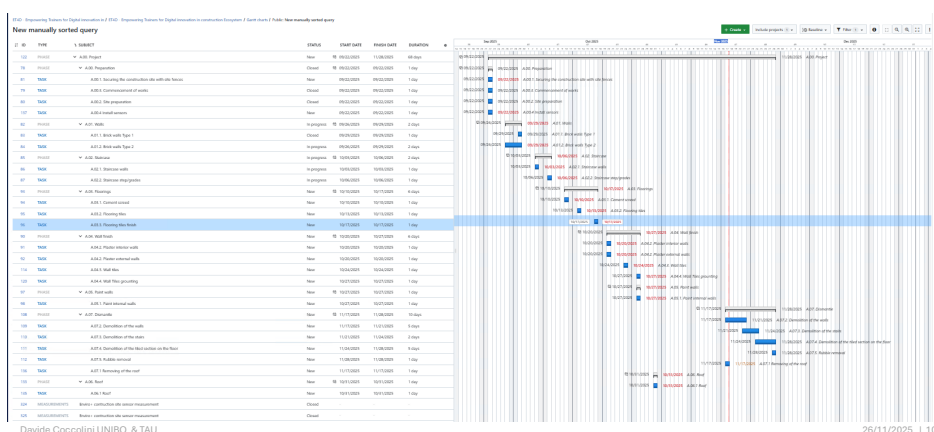


Seejärel seostati LC otseselt ET4Digital algatusega, tuvastades nende sünergiad – sealhulgas digitaliseerimine protsessijäätmete vähendamiseks, pidev operaatorite koolitus, parem koordineerimine digitaalsete tööriistade abil ja heitkoguste jälgimine *Lean*- ja roheliste tehnikate abil. Ettekanne pakkus illustatsioone ja praktilisi näiteid, mis näitasid, kuidas *Lean*-põhimõtted toetavad VKE-de digitaalset üleminekut, täiustades ehitusplatsi protseduure ja edendades pideva täiustamise kultuuri.

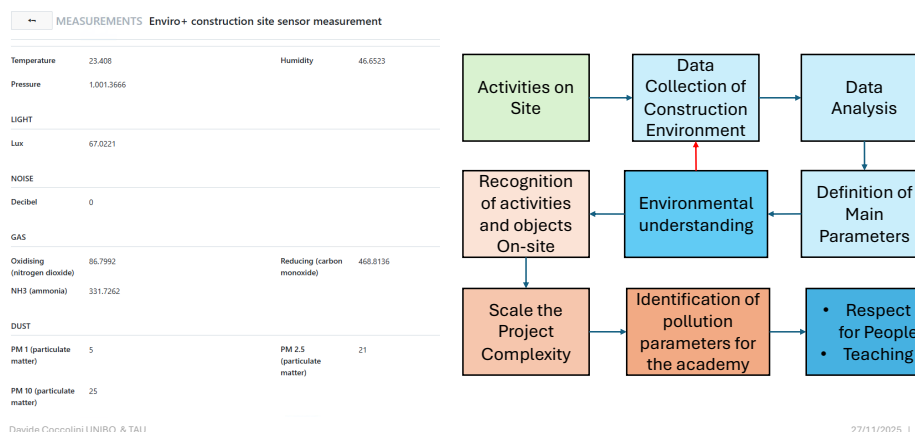
Üldiselt esitles see sessioon *Lean Construction*'it nii organisatsioonilise lähenemisviisi kui ka operatiivse tööriistakomplektina, mis täiendab BIM-i ja digitaalse kaksiku tehnoloogiaid, suurendades seeläbi ET4Digitali koolituseesmärgi asjakohasust.



ET4D Project (2/4) Scheduling and Learning



ET4D Project (3/4) and Lean for Teaching-Training



- **Benedetta Balzani (UniBo):** Projekti ajakava ehitusohutuse seisukohalt keskendus digitaalsetele ajaplaneerimistehnikele, mis toetavad ohutusnõuetele vastavuse saavutamist.

See uuring käsitleb ehitustegevuse juhtimist ja planeerimist, pöörates erilist tähelepanu tööohutusele. Viimast tõendab asjaolu, et 2023. aastal lõppes surmaga umbes 200 ehitussektori õnnetust.

Üks peamisi õnnetuste põhjuseid on aja ja ruumi konfliktid, mis tekivad siis, kui mitu tegevust kattuvad samas kohas. Sellised konfliktid võivad tekitada ohutusriske, ummikuid, projekteerimiskonflikte ja potentsiaalset kahju seadmetele või konstruktsioonidele. Nende riskide maandamine nõuab hoolikat ajaplaneerimist, töötajate vahelist koordineerimist ja ohutute tööprotseduuride praktiseerimist. Seetõttu on aastate jooksul välja töötatud mitmesuguseid meetodikaid häiretest tekkivate riskide maandamiseks.

Selles teesis pakutud lähenemisviis ühendab ruumilise ja ajalise juhtimise. Seda rakendati ajaloolise kahekorruselise hoone – Forlì kaetud turu – restaureerimisel. Esimene korrus jääb äritegevuseks kasutusele, kuni teine korrus muudetakse administratiivbüroodeks. Uuring näitab, et töötajate ohutust ja ehitusplatsi tõhusust saab saavutada süstemaatilise projekti ajastamise ja kogu töömahu strateegilise jaotamise abil.

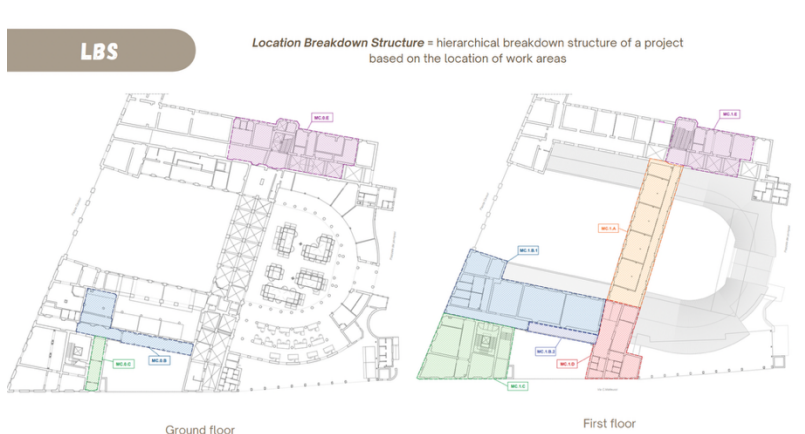
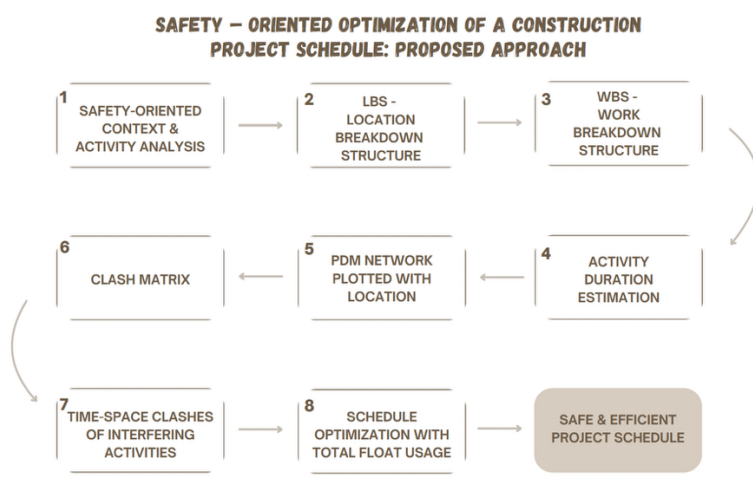
Meetod hõlmab kaheksat faasi:

- 1) Kontekstianalüüs: tuvastab potentsiaalsed ohud, mis tulenevad ehitusplatsi lähedusest aktiivsetele äripindadele.
- 2) Asukoha jaotusstruktuur (*Location Breakdown Structure* ehk LBS): määrab tööpiirkondadele koodid ruumiliste konfliktide tuvastamiseks.
- 3) Töö jaotusstruktuur (*Work Breakdown Structure* ehk WBS): kategoriseerib tegevused neljaks makrovaldkonnaks (lammutamine, konstruktsioonitööd, süsteemid ja ehitustööd).
- 4) Tegevuse kestuse hindamine.
- 5) PDM-võrgu loomine: integreerib ruumilise ja ajalise teabe, sealhulgas meeskonna liikumise.
- 6) Kokkupõrgete maatriks: toob esile potentsiaalsed probleemtsoonid.
- 7) Kokkupõrgete tuvastamine: võrgu importimine MS Projecti Gantti diagrammi genereerimiseks ja konfliktide tuvastamiseks.

8) Optimeerimine täieliku ujuvruumi eraldamise abil.

Analüüsis tuvastati peamised konfliktid, sealhulgas takistused meeskonna liikumises ja samaaegsete tegevuste liigne arv võrreldes olemasolevate ressursside ja laopindadega. Optimeerimine täieliku ujuvruumi eraldamise abil tagab kattuvate tegevuste ümberplaneerimise, lisades ühendusviivitusi. Nii tagatakse ohutus ning säilitatakse ka tegevuse efektiivsus.

See lähenemisviis pakub igakülgset kontrolli projekti üle, võimaldades üksikute tegevuste üksikasjalikku hindamist, säilitades samal ajal üldise efektiivsuse objektil. Kuigi see meetodika on keerukate projektide puhul ressursimahukas, toetab metodoloogia tulevast digitaalset automatiseerimist, kus ühendatakse esialgne manuaalne planeerimine tarkvaraga, mis aitab häireid monitoorida.



- **Vanessa Assumma (UniBo):** *Ehitusprojektide väärtusanalüüs* arutles metodoloogiate üle, mis võimaldavad hinnata projekti väärtust digitaalses kontekstides.

Professor Assumma tutvustas väärtusanalüüsi kui strateegilist ja terviklikku lähenemisviisi otsuste tegemise parandamiseks ehitusprojektides. Esmalt selgitati „väärtuse“ mitmetahulist olemust, mis on sidusrühmade lõikes erinev ja aja jooksul muutuv. Akadeemilistele allikatele toetudes rõhutati ettekandes, et väärtus tuleneb tasakaalust vajaduste rahuldamise ja ressursside tõhusa kasutamise vahel.

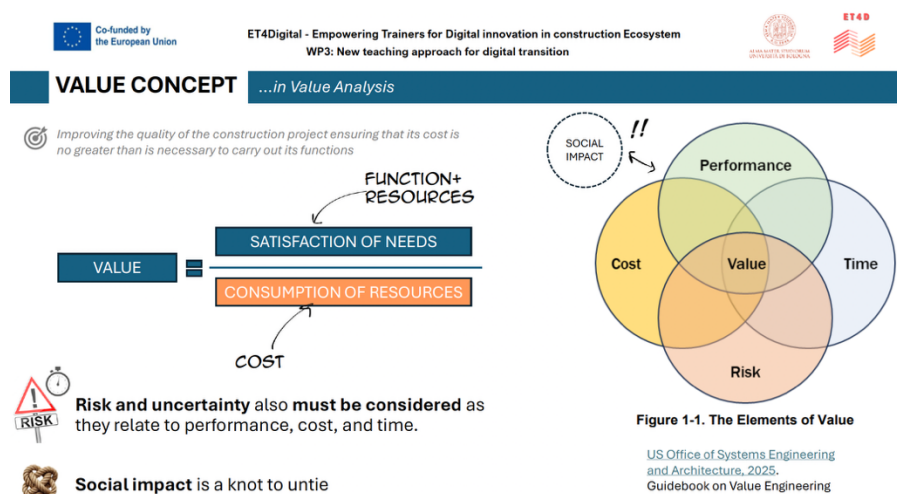
Ettekandes toodi esile peamised survetegurid, mis tänapäeval väärtuste loomist raskendavad: projektide viivitused, suurenevad ohutusriskid, kõikumad materjalihinnad ning tegeliku tulemuslikkuse ja EL-i nõutavate kvaliteedistandardite mittevastavus.

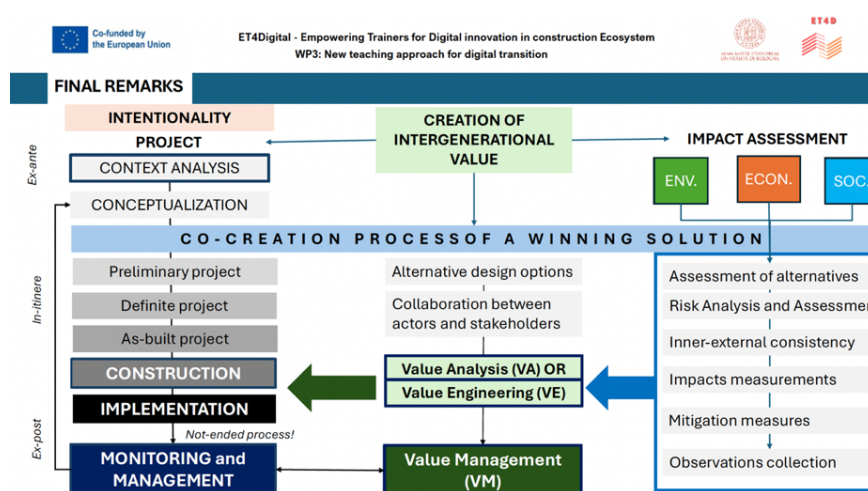
Samuti illustreeriti Itaalia ehitusplatside ajakava järgimise laialdasi väljakutseid, näidates uute hindamismeetodite pakilisust.

Briti standardit BS EN 12973 esitleti kui raamistikku organisatsioonidele, kes soovivad tugevdada väärtuskultuuri, parandada tootlikkust, toetada innovatsiooni ja integreerida väärtusepõhist otsuste langetamist meeskondades. See on kooskõlas ET4Digitali eesmärgiga varustada koolitajaid täiustatud hindamisvahenditega.

Seejärel vaadati ettekandes üle lai valik otsustusmeetodeid (nimelt BIM, LCA, LCC, MCDA, WBS, riskianalüüs, kulude-tulude hindamine), mis toetavad väärtuskeskseid projektihindamisi. Erilist tähelepanu pöörati mitmekriteeriumilisele otsustusabile (MCDA), selle struktuuri, probleemitüpe ja osaluspõhist olemust lahti lahates (küsitluste, intervjuude ja fookusgruppide kaudu).

Ettekanne andis koolitajatele raamistikud, et mõista väärtuse mõistet ehituses laiemalt kui vaid kulude optimeerimisena. Samuti aitas see õpetada otsustusoskusi, mis on kooskõlas jätkusuutlikkuse, ühiskondlike ootuste ja digitaalse transformatsiooni suundadega.





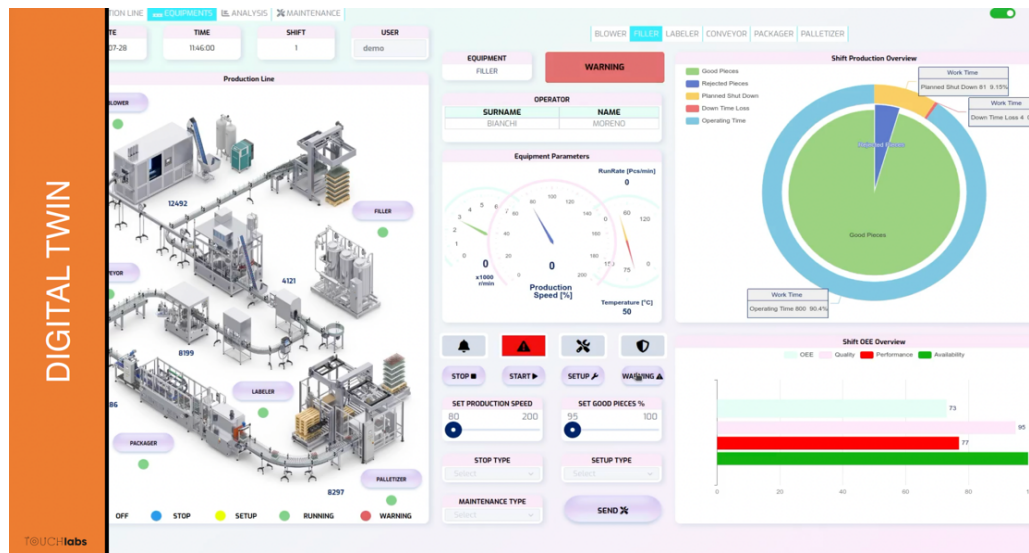
Teine päev keskendus praktilisele kogemusele ja koostööl põhinevale õppimisele. See algas digitaalse kaksiku (CDT) pilootprojekti demonstratsiooniga, millele järgnes praktiline töötuba IIPLE IT-laboris, kus osalejad viisid Bologna Ülikooli meeskonna juhendamisel läbi CDT-põhiseid tegevusi. See sessioon võimaldas osalejatel kogeda digitaalse kaksiku keskkonda ja demonstratsiooni aluseks olevat OpenProjectBIM-platvormi, samuti paremini mõista selle rakendamist koolituskontekstides.

Päev lõppes Luca Vitale (TOUCHlabs) ettekandega pealkirjaga "**Digitaalsete kaksikute ja liitreaalsuse sünergia praktikas**". Ettekandes antu ülevaade, kuidas liitreaalsust (AR), virtuaalreaalsust (VR) ja segarealsust (MR) saab integreerida digitaalse kaksiku süsteemidega, et parandada kasutatavust, visualiseerimist ja otsuste tegemist. TOUCHlabs esitles tiptasemel lahendusi, mis integreerivad kaasahaaravaid tehnoloogiaid tööstus- ja äriprotsessidesse, pakkudes mõõdetavaid edusamme tõhususes, kulude vähendamises ja innovatsioonis.

Eriti fookuses oli digitaalse kaksiku tehnoloogia roll reaalajas jälgimise, ennustatava hooldusvajaduse ja optimeerimise võimaldamisel. Esitluse alguses toodi esile, kuidas VR/AR lahendused võivad toetada paigutuse kujundamist, ergonoomilist testimist ja operatiivseid simulatsioone, parandades samal ajal ka teabe säilitamist ning vähendades oluliselt koolitus- ja tegevuskulusid. Luues mulje kohalolust ja reaalajas interakteerumisest, ühendavad need tööriistad tõhusalt füüsilist ja digitaalset keskkonda.

Pärastlõunases sessioonis toodi tähelepanu keskmesse digitaalse kaksiku tehnoloogiate ja immersiiivsete tööriistade integreerimisvõimalused ehitussektoris. Ettekandes toodi välja konkreetseid kasutusjuhtumeid ja arutleti ligipääsetavuse, kasutatavuse ja reproduktsiooniga seotud takistuste ületamise olulisuse üle. Eesmärgiks on tagada tõhus kasutuselevõtt koolituses ja kutsepraktikas.

Üritus lõppes kokkuvõttega korraldajatelt, kes rõhutasid digitaalsete ja immersiiivsete tehnoloogiate strateegilist tähtsust kujundamaks koolituste ja oskuste arendamise suunda ehitussektoris.



Demonstratsioonimudeli valideerimine didaktilistel eesmärkidel

Koolitusjärgne tagasisideküsitlus

Sisukas tagasiside ja toimunud arutelud võimaldasid koolituse tulemuste üle reflekteerida. Osalejad hindasid koolituse üldist kvaliteeti suurepäraseks, selgete eesmärkide ja piisavalt planeeritud päevakavaga. Materjali peeti äärmiselt asjakohaseks erialases kontekstis, eriti ehituse, projektijuhtimise ja digitaliseerimisega tegelevate spetsialistide poolt.

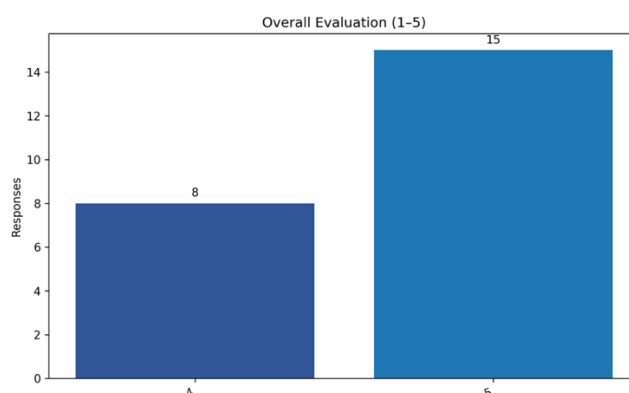
Tagasisideküsitluse sisu ulatus üldistest küsimustest tehniliste küsimusteni konkreetsete tegevuste kohta. Teemad on loetletud siin:

- Koolitusprogrammi üleüldine kvaliteet
- Koolituse eesmärkide selgus
- Ajakava sidusus ja struktuur (ettekanded, CDT demonstratsioon, töötuba, AR-sessioon, objektikülastus)
- Koolituse sisu relevantsus Teie professionaalses kontekstis
- Teie õppimisse kõige rohkem panustanud sessioon
- Koolituse aspektid, mida võiks parandada
- Digitaalse kaksiku protsessi selgus (DT ↔ füüsiline kaksik)
- Arusaamine vajalikest sammudest, et luua reaalsele projektile digitaalne kaksik
- Kõige keerulisem samm (avatud küsimus)
- Enesekindlus protsessi kirjeldamisel teistele
- Digitaalse kaksiku demonstratsiooni efektiivsus
- Selgus andurite kasutamisel, et detekteerida ja jälgida elemente
- Demonstratsiooni kõige väärtuslikum osa
- Lisaks vaja minevad tehnoloogiad digitalisatsiooniprotsessi täielikuks sooritamiseks
- CDT töötoa kasulikkus (tegevuse käigus õppimine)
- Kas praktikale keskenduv sessioon aitas Teil mõista CDT implementatsiooni?
- Töötoa jooksul antud juhiste selgus
- Peamised väljakutsed CDT praktika käigus (avatud küsimus)
- OpenProjectBIM kasutus koolituse käigus
- Platvormi kasutatavus
- Kasutatud funktsioon
- Tekkinud tehnilised raskused
- BIM–DT integratsiooni efektiivsus
- Arusaamine DT-st reaalajas monitoorimiseks/kontrolliks

- Võimekus ühendada BIM objektid WBS / kulu elementidega
- 3D-mudelite üleslaadimine või interaktsioon nendega
- Kasutatud formaat
- Ülesannete 3D-elementidega sidumise kasulikkus järjestamiseks
- Ettepanekud parendamiseks OpenProjectBIM-i või digitaalse kaksiku demonstratsioonimudelit
- Koolitusjärgne valmisolek toetada VKE-de digitalisatsiooni
- Oskus taasluua digitaalse kaksiku protsessi oma organisatsioonis
- Vajalikud ressursid või vahendid reprodutseerimiseks
- Enesekindlus teiste koolitamisel digitaalse kaksiku / OpenProjectBIM-i teemal
- Veel vajaminevad oskused tundmaks end täielikult autonoomsena
- Kas Te plaanite integreerida seda sisu tulevikus oma kursustesse või tegevustesse?
- Tõenäosus, et implementeerite DT-põhiseid tegevusi järgmise 6 kuu jooksul
- Selle lähenemise kasulikkus VKE-de digitaliseerimises
- DT potentsiaal VKE-de jaoks (kulu, efektiivsus, kontroll)
- VKE-de protsessid, mis võiksid enim kasu saada sellest
- Üldine hinnang koolitusele (1–5)
- Kas soovitaksite koolitust teistele koolitajatele/professionaalidele?
- Teemad, mida lisada tulevastesse koolitustegevustesse (avatud küsimus)
- Lisakommentaariid ja soovitused

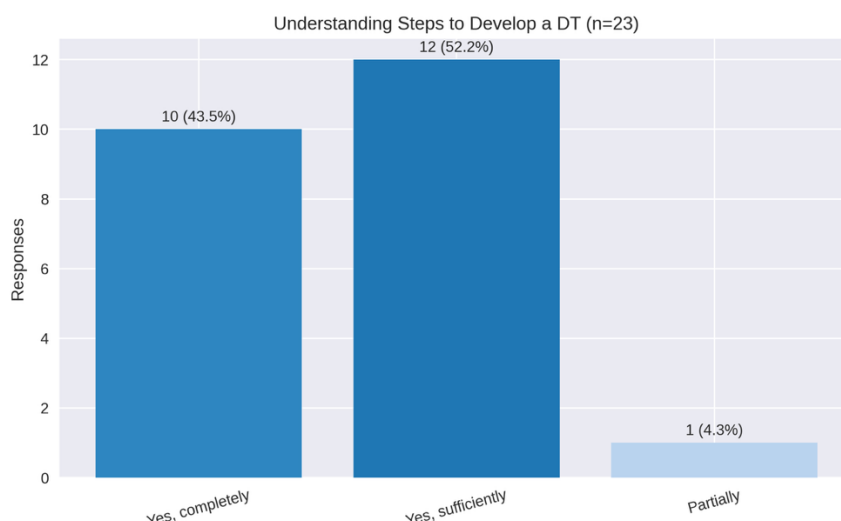
Mitmest partnerorganisatsioonist tulnud osalejatelt kogutud tagasiside näitab suurt tunnustust nii rahvusvahelise koolituse üldise struktuuri kui ka tehnilise põhjalikkuse osas. Üldine rahulolu oli kõrge: 65% vastanutest hindas koolitust hindegaga 5/5 ja 35% andis hindeks 4/5. 96% märkis, et soovitaks programmi ka teistele spetsialistidele. Need arvud kinnitavad, et üritus vastas ootustele nii asjakohasuse kui ka kvaliteedi osas.

Koolituse lõpus kiideti UNIBO ja panustanud projektipartnerite koostöös loodud demonstratsioonimaterjal heaks.



Digitaalse kaksiku demonstratsiooni mõistmine

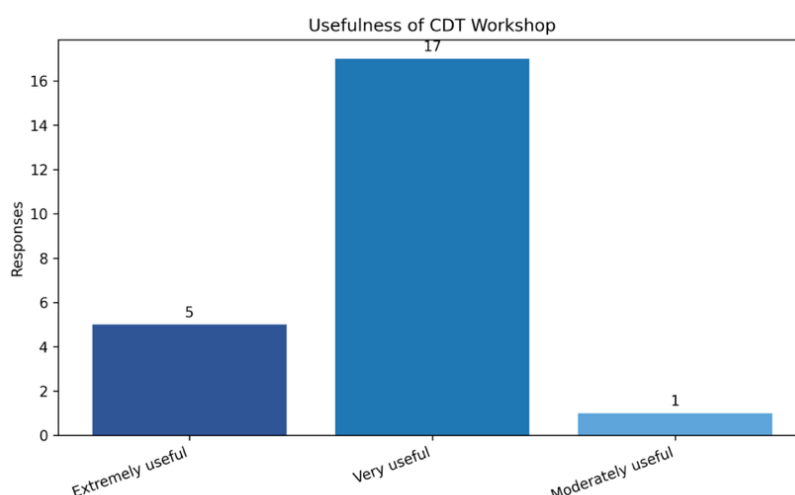
Koolituse põhieesmärk oli tagada, et osalejad mõistaksid digitaalse kaksiku (DT) kontseptsiooni ja selle praktilist rakendamist. Tulemused näitavad, et suures osas see eesmärk ka saavutati: 96% osalejatest teatasid, et nad said kas täielikult või piisavalt aru vajalikest sammudest, et reaalsest projektist DT arendada. Ainult üks vastaja väljendas osalist arusaamist. Samuti kinnitas 91% vastanutest, et praktiline sessioon aitas neil CDT rakendamist mõista, rõhutades seejuures praktiliste tegevuste olulisust. Selgust hinnati samuti positiivselt, kusjuures 61% kirjeldas DT protsessi kui „väga selget“ ja 39% kui „üsna selget“.



Hinnanguline kasulikkus ja tehniline efektiivsus

Demonstratsioonimudelit ja sellega seotud tööriistu peeti üldiselt tõhusaks ja väärtuslikuks. 87% vastanutest hindas digitaalse kaksiku demonstratsioonimudelit ja BIM-DT integratsiooni „väga“ või „äärmiselt tõhusaks“, samas kui CDT töötuba toodi esile õppimise nurgakivina: 96% pidas seda

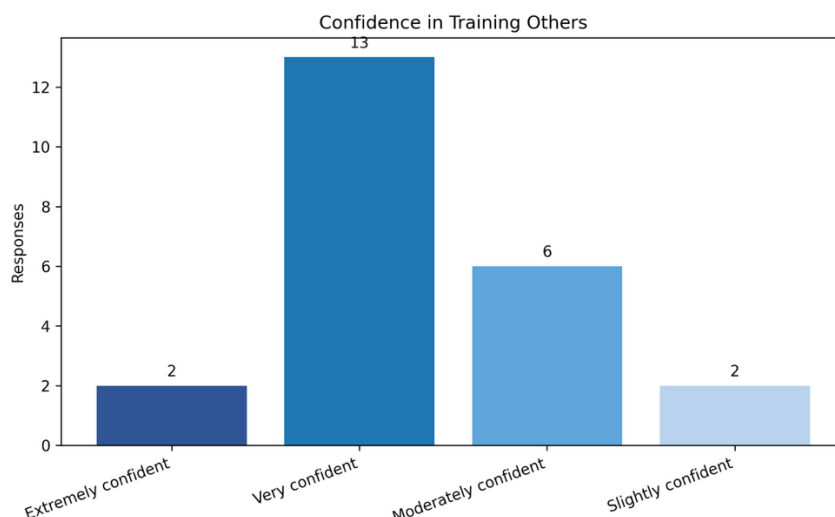
„väga“ või „äärmiselt kasulikuks“. Lisaks töötoale peeti lähenemisviisi oluliseks laiemate digitaliseerimise eesmärkide saavutamiseks, kusjuures 43% hindas seda VKE-de jaoks „väga kasulikuks“ ja 57% „mõõdukalt kasulikuks“. 57% tajus suurt potentsiaali kulude, tõhususe ja kontrolli parandamiseks. Need arvud rõhutavad koolitussisu ja osalejate professionaalse konteksti tugevat seotust.



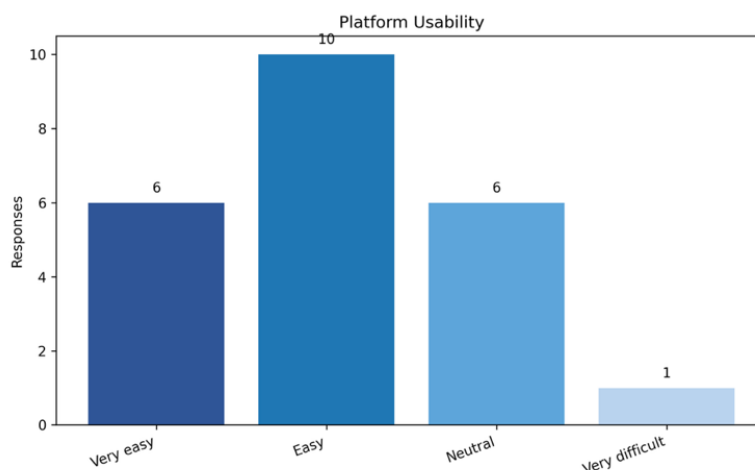
Esitluste, digitaalse kaksiku demonstratsioonide ja praktiliste töötubade kombinatsiooni puhul hinnati kõrgelt praktilist lähenemist. CDT töötuba (*hands-on*) ja CDT demonstratsiooni (2. päeval) hinnati järjepidevalt kõige mõjukamateks sessioonideks, kuna need võimaldasid osalejatel teoreetilisi põhimõtteid reaalsuses rakendada, tugevdades oma arusaama digitaalse kaksiku kasutamisest.

Enamik osalejaid väitis, et neil on selge arusaam digitaalse kaksiku protsessist, sealhulgas sammudest, mis on vajalikud digitaalse kaksiku arendamiseks reaalsest projektidest.

Kui paluti hinnata oma enesekindlust protseduuri teistele selgitamisel, peegeldasid vastused mõõdukat kuni väga enesekindlat hoiakut – see näitab märkimisväärset teadmiste omandamist. DT töötuba hinnati „väga“ kuni „äärmiselt“ kasulikuks ning enamik osalejaid nõustus, et praktiline sessioon aitas neil CDT rakendamist mõista. See on kooskõlas ühe ET4D peamise eesmärgiga, milleks on pakkuda reaalselt ja korratavat juurdepääsu olemasolevatele digitehnoloogiatele, mis ebapiisava koolituse tõttu, eriti VKE-de seas, sageli tähelepanuta jäetakse.



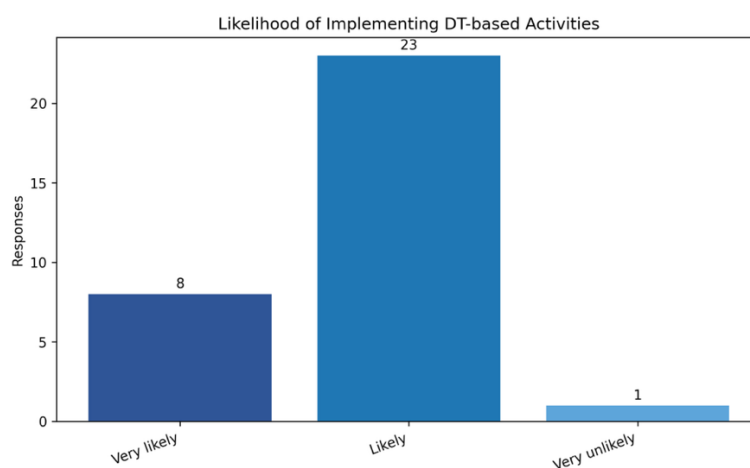
Koolitusel kasutati OpenProjectBIM platvormi ning enamik osalejaid hindas selle kasutatavust lihtsaks või väga lihtsaks. BIM-i ja DT integreerimist peeti „väga“ kuni „kõrgelt“ tõhusaks ning osalejad näitasid üles head arusaama reaalses jälgimisest ja kontrollist. Osalejad näitasid üles ka valmisolekut toetada digitaliseerimist VKE-des, kusjuures enamik tundis end „mõõdukalt“ kuni „väga“ ettevalmistununa.



Enamik vastanutest märkis, et nad suudaksid DT-protseduuri oma organisatsioonides korrata. IFC-mudeleid, servereid, kasutajasõbralikke juhiseid ja lisaharjutusaega peeti kõiki replikatsiooni peamiseks ressursideks.

Enamik vastanutest kavatseb koolitussisu integreerida tulevastesse kursustesse või tegevustesse ning hindavad tõenäosust rakendada DT-põhiseid tegevusi järgmise kuue kuu jooksul kõrgeks.

Meetodit peeti VKE-de digitaliseerimise jaoks äärmiselt kasulikuks, pakkudes märkimisväärsed võimalusi kulude vähendamiseks, efektiivsuse suurendamiseks ja protsesside jälgimiseks. Projektijuhtimine, planeerimine ja elutsükli haldamine toodi välja kui VKE-de protsessid, mis sellest kõige rohkem kasu saaksid.



Lõpuks kinnitas iga osaleja, et soovitaks programmi ka teistele spetsialistidele.

Üldiselt pälvis koolitus kõrgeid hinnanguid ning üritus ühendas edukalt akadeemilised teadmised praktilise rakendusega, arendades oskusi, mis on ehitussektoris digitaliseerimise edendamiseks kriitilise tähtsusega. Tagasisideküsimustiku täitis 23 osalejat.

Digitaalse kaksiku replikatsiooni koolituse ettekanded ja tugiresursid

Rahvusvahelise koolitajate koolituse käigus tutvustati osalejatele peamisi metodoloogilisi ja tehnilisi elemente, mis on vajalikud digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli mõistmiseks, rakendamiseks ja kopeerimiseks kutseõppeasutustes. Peaesinejate ettekanded hõlmasid digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli olulisi metodoloogilisi ja tehnilisi komponente, sealhulgas selle kontseptuaalseid aluseid, BIM-põhise modelleerimise töövoogu, andurite integreerimise arhitektuuri ja OpenProjectBIM-i rolli ühise andmekeskonnana. Kõik esitlused salvestati ja need moodustavad lahutamatu osa koolitajatele ja õpetajatele antavatest õppematerjalidest. Need videomaterjalid koos kaasneva dokumentatsiooniga toetavad kutseõppeasutusi digitaalse kaksiku demonstratsioonimudeli kopeerimisel oma hariduskeskkonnas, tagades selged, struktureeritud ja põhjalikud juhised süsteemi kohandamiseks ja rakendamiseks vastavalt oma koolitusvajadustele.

Võtmetulemused ja järeldused

Tööpakett 3 (WP3) rakendamine ET4Digital projekti raames tõi kaasa mitmeid olulisi saavutusi, mis toetavad projekti eesmärki anda koolitajatele digitaalse innovatsiooni katalüsaatorite roll ehitustööstuses.

Esimene oluline tulemus on standardiseeritud, praktikale orienteeritud koolitusparadigma väljatöötamine, mille eesmärk on vähendada lõhet digitaaltehnoloogiate teoreetiliste teadmiste ja nende tegeliku rakendamise vahel ehitusprotsessides. See paradigma ühendab BIM-i, IoT/andurite, AR/VR-i ja digitaalse kaksiku tehnoloogiad, et pakkuda sidusaid õpiteid, mis võimaldavad koolitajatel neid reaalselt rakendada nt ehitusplatsi jälgimisel, energia- ja mugavusanalüüsil, ohutushindamisel ja tööprotsesside optimeerimisel.

Teine oluline saavutus on haridusliku demonstratsioonimodeli loomine ja põhjalik dokumentatsioon – ehituse digitaalse kaksiku (CDT) keskkond, mis ühendab BIM-mudeleid, reaajas andurite andmeid ja immerstiivset tehnoloogiat. Bologna Ülikooli ja kõigi partnerite koostöös välja töötatud ja kutseõpilaste ehitatud hariduslikul ehitusplatsil testitud demonstratsioonimudel pakub kontrollitud, kuid realistlikku keskkonda, kus koolitajad saavad digitaalsete töövoogudega ohutult katsetada. Toetav dokumentatsioon sisaldab tehnilisi projekteerimisstsenaariume, sissejuhatavaid materjale, seadistusjuhiseid ja tõrkeotsingu tööriistu, vähendades kasutuselevõtu takistusi ja võimaldades seda kopeerida kutseõppekeskustes üle Euroopa.

Veel üks oluline tulemus oli koolitusmodeli edukas valideerimine rahvusvahelisel koolitusel, kus osalesid koolitajad, koordinaatorid ja tehnilised spetsialistid kuuest partnerriigist. Kahepäevane koolitus Bolognas hõlmas ekspertide juhitud esitlusi, digitaalse kaksiku otsedemonstratsioone ja praktilisi harjutusi. Osalejate tagasiside kinnitab koolituse tõhusust: 96% teatas, et digitaalse kaksiku töötuba parandas oluliselt nende arusaama digitaalse kaksiku rakendamisest, 87% hindas BIM-DT integratsiooni väga tõhusaks ja kõik osalejad väitsid, et soovitaksid programmi teistele. Osalejad näitasid ka suurt enesekindlust demonstreeritud protsesside rakendamisel oma asutustes, paljud plaanivad kuue kuu jooksul lisada digitaalse kaksiku baasil tehtud tegevusi oma tulevastesse koolituskursustesse. Need tulemused annavad tõestust õppimise edenemisest ja reaalsetest praktikasse ülekandmise kavatsustest.

Kokkuvõetuna näitavad need tulemused, et WP3 muutis edukalt analüütilised teadmised praktilisteks koolituslahendusteks, mida valideeriti reaalse rakendamise kaudu, luues kindla platvormi skaleeritava digitaalse võimekuse suurendamiseks ehitustööstuses.

ET4Digital

kutsehariduskeskuste õpetajate võimestamine digitaalseks innovatsiooniks ehituslikus ökosüsteemis

PROJEKT nr. 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 Itaalia Riikliku Agentuuri Erasmus+ (INAPP) seisukohti. Euroopa Liit ega INAPP ei vastuta nende eest.