



Ivan Pashonin

Dalux-sovelluksen hyödyntäminen rakennusurakoitsijan suunnitteluoh- jauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

Insinöörityö

17.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Ivan Pashonin
Otsikko:	Dalux-sovelluksen hyödyntäminen rakennusurakoitsijan suunnitteluohjauksessa
Sivumäärä:	35 sivua + 1 liite
Aika:	17.1.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakennetekniikka
Ohjaajat:	YIT Oy, työmaainsinööri Antti Peltonen Metropolia AMK, lehtori Tomi Karppinen

Tämä insinöörityö keskittyy tutkimaan tietomallien etuja suunnitteluprosessin ohjauksessa. Työssä tarkasteltiin Lean-rakentamisen periaatteita ja menetelmiä, erityisesti Last Planner -menetelmää, joka on käytössä toimitilaprojektissa, johon tämä opinnäytetyö liittyy. Työssä käsiteltiin myös suunnittelun ohjausta ja johtamista Rakennustiedon tehtäväluetteloita ja RT-korttia hyödyntäen.

Tutkimuksessa pohdittiin vanhojen ohjelmien yhdistämistä yhteen sovellukseen, nimittäin Daluxiin, joka tarjoaa kaikki tarvittavat toiminnot yhdessä käyttöliittymässä sekä tietokoneella että puhelimella. Työssä käsiteltiin, miten Daluxin monipuolisuus ja helppokäyttöisyys mahdollistavat tehokkaan yhteistyön ja tiedonkulun eri projektin osapuolten välillä, mikä parantaa suunnittelun ohjauksen onnistumista.

Tämän insinöörityön tuloksena saatiin aikaan Dalux Sandboxin mahdollinen käyttöönotto tulevilla projekteilla sekä ohjeet Dalux-ohjelman muiden ominaisuuksien hyödyntämiseksi suunnitteluprosessin ohjauksen parantamiseksi. Näiden ohjeiden avulla kaikki projektin osallistujat voivat tehdä yhteistyötä ja kommunikoida tehokkaasti sekä järjestelmällisesti, mikä puolestaan edesauttaa projektien onnistumista ja kehittää rakennusala kokonaisvaltaisesti.

Avainsanat: Dalux, Suunnittelun ohjaus, Lean-rakentaminen, Last-Planner

Abstract

Author:	Ivan Pashonin
Title:	Utilization of the Dalux Application In the Design Guidance of the Construction Contractor
Number of Pages:	35 pages + 1 appendices
Date:	17.3.2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Degree Programme of Civil Engineering
Professional Major:	Structural Engineering
Supervisors:	Antti Peltonen, Site Engineer Tomi Karppinen, Senior Lecturer

This engineering thesis explores the benefits of Building Information Modeling (BIM) in guiding the design process. The study examines lean construction principles and techniques, particularly the Last Planner System used in the facility design associated with this thesis. The paper also examines design guidance and management using construction information task lists and RT maps.

The study investigates the integration of existing programs into a single application, namely Dalux, which provides all the necessary features in a single interface for use on both the computer and cell phone. It is discussed how the versatility and usability of Dalux ensures effective collaboration and information sharing among the various project participants, thereby increasing the success of design management..

As a result of this graduate study, a potential implementation of Dalux Sandbox has been developed in the future projects in our future projects as well as recommendations on how to use other Dalux software features to improve design management. By the recommendations, all project participants can collaborate and communicate effectively and systematically, which in turn contributes to project success and the all-around development of the construction industry.

Keywords: Dalux, Guidance on design, Lean -construction, Last-Planner

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Digitalisaatio rakennusalalla	4
2.1	BIM-tietomallit	6
3	Suunnittelun ohjaus ja johtaminen	12
3.1	Määrittely suunnittelun ohjauksesta ja johtamisesta suomalaisissa tehtäväluetteloissa	12
3.2	Imuohjaus ja työntöohjaus suunnitteluprosessin hallinnassa ja johtamisessa	14
4	Lean-rakentaminen	16
4.1	Lean-menetelmien soveltaminen suunnittelun ohjauksessa	18
4.2	Last Planner	19
4.2.1	Last Plannerin toiminta	20
5	Dalux BIM	22
5.1	Dalux Viewer	24
5.1.1	Dalux-mittaustyökalu	25
5.2	Dalux BOX	26
5.2.1	Dalux BOX BIM ja tiedostojen hallinta	27
5.2.2	Suunnitelmien ohjaus kommenttikentän kautta	28
5.2.3	Suunnitelmien vertailu	29
5.3	Toimitilaprojektin kehitystarpeet	30
5.3.1	Määrien laskenta	30
5.3.2	Linkitetyt piirustukset	31
6	Yhteenveto	32
	Lähteet	33

Liitteet

Liite 1: Tilaajan käyttöön menevät ohjeet

Lyhenteet

BIM:	Rakennuksen tietomalli
DWF:	on Autodesk-yhtiön kehittämä tiedostomuoto, joka on suunniteltu jakamaan, arvioimaan ja julkaisemaan CAD-piirustuksia ja -malleja (tietokoneavusteista suunnittelua) kevyessä muodossa.
DWG:	on laajalti käytetty tiedostomuoto kaksiulotteisten (2D) ja kolmiulotteisten (3D) suunnittelutietojen ja metatietojen tallentamiseen.
IFC:	on avoin tiedonvaihtostandardi rakennusalaalla, joka mahdollistaa eri ohjelmistojen välistä tietojen siirtoa ja yhteensopivuutta.
Lean:	Toimintaperiaate, jonka tavoitteena on minimoida hukkaa prosesseissa ja samalla parantaa niiden laatua.
MRL:	Materiaali- ja resurssitehokkuuslaki.
NBS:	NBS (National Building Specification) on Iso-Britanniassa toimiva yritys, joka tarjoaa rakennussuunnitteluun liittyvää tietoa arkkitehdeille, insinööreille ja muille rakennusalan ammattilaisille.
RVT:	Revit on tiedostomuoto, jota käytetään Autodesk Revit -ohjelmistossa, joka on suunniteltu rakennusten suunnitteluun ja rakennusalan ammattilaisille.

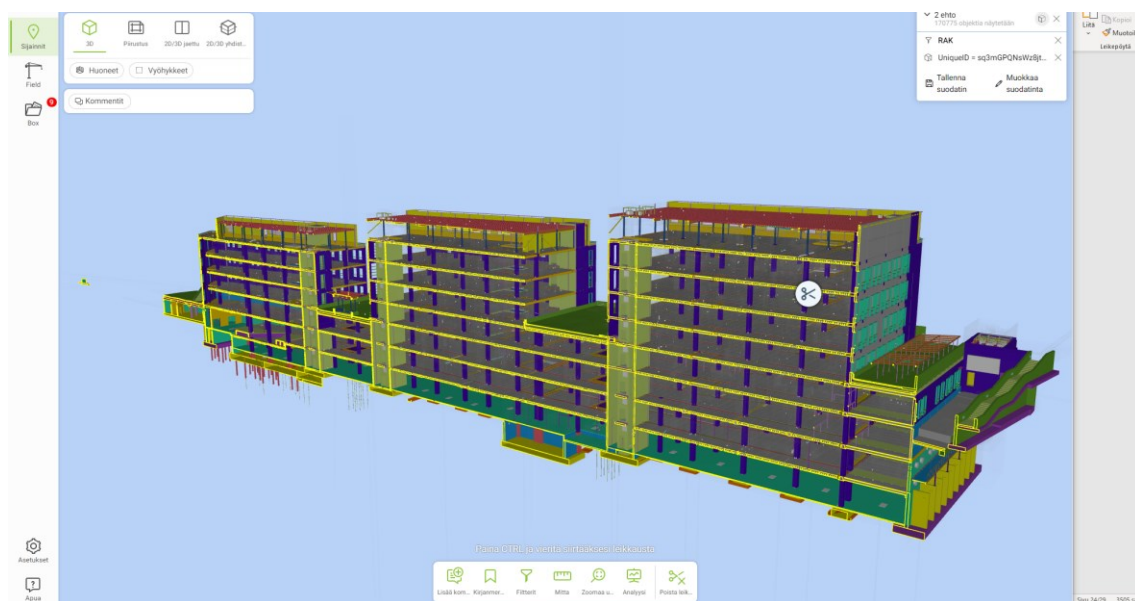
1 Johdanto

Suunnittelun ohjaus ja johtaminen ovat tärkeitä osia rakennusosalalla, sillä ne varmistavat projektien onnistumisen ja tehokkaan resurssien käytön. Suunnittelun ohjaus ja johtaminen sisältävät useita eri osa-alueita, jotka vaikuttavat suoraan rakennusprojektin lopputulokseen. Yksi tärkeimmistä suunnittelun ohjaus- ja johtamisprosessin osa-alueista on projektinhallinta. Projektipäällikön rooli on valvoa, suunnitella ja johtaa kaikkia rakennusprojektin vaiheita alusta loppuun asti. Projektinhallintaan kuuluu muun muassa kustannusten hallinta, aikataulun seuranta, laadunvalvonta ja kommunikaation koordinointi sidosryhmien kanssa. (SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa)

Toinen tärkeä osa-alue on suunnittelun koordinointi. Suunnittelun koordinointi on välttämätöntä, jotta kaikki projektin suunnittelijat voivat työskennellä yhdessä ja varmistaa, että suunnitelmat vastaavat rakennusprojektin vaatimuksia. Suunnittelun koordinointi sisältää usein BIM-mallinnuksen käytön, joka auttaa projektin eri osapuolia työskentelemään yhdessä ja vähentää virheiden mahdollisuutta. (SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa.) Kolmas tärkeä osa-alue on riskien hallinta. Rakennusosalalla on useita riskejä, jotka voivat vaikuttaa projektin onnistumiseen, kuten kustannusten kasvu, viivästykset, laadun ongelmat ja turvallisuusongelmat. Riskien hallinta tarkoittaa riskien tunnistamista, analysointia ja hallintatoimien suunnittelua ja toteutusta. Tämä auttaa minimoimaan riskien vaikutuksia projektin onnistumiseen. (PRO IT.)

Neljäs tärkeä osa-alue on laadunvalvonta. Laadunvalvonta tarkoittaa rakennusprojektin eri vaiheiden tarkkailua ja arviointia, jotta voidaan varmistaa, että projekti on tehokas ja laadukas. Laadunvalvonta sisältää tarkastuksia, testejä ja arviointeja, jotka auttavat varmistamaan projektin vaatimustenmukaisuuden. (PRO IT.)

Lopuksi viides tärkeä osa-alue on tiedonhallinta mikä tapahtuu Dalux-ohjelman kautta. Tiedonhallinta tarkoittaa kaiken projektin aikana tuotetun tiedon hallintaa ja jakamista projektin eri osapuolten välillä. Tiedonhallinnan avulla varmistetaan, että kaikki projektin osapuolet ovat tietoisia projektin tilanteesta ja voivat tehdä päätöksiä ajan tasalla olevan tiedon perusteella. (SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa.)



Kuva 1. Toimitilarakennuksen 3D-malli Dalux-ohjelmassa.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään esimerkkinä ison rakennusyrityksen suurta toimitilaprojektia (Kuva 1). Kyseisessä hankkeessa otettiin käyttöön Dalux-BIM-ohjelmisto vuonna 2022, joka mahdollistaa suunnittelun ohjauksen digitaalisesti. Tarkoitukseni on tässä opinnäytetyössä esitellä Dalux-BIM-ohjelmiston toimintaa ja hyötyjä tarkemmin ja vaihteittain.

Projekti alkoi tammikuussa 2021 ja sen on määrä valmistua vuonna 2024. Laajuus on 35 000 brm², ja kustannusarvio on 140 miljoonaa euroa. Toimitilaprojekti sijaitsee alueella, jossa on haastava liikennetilanne, minkä vuoksi panostetaan erityisesti liikennesuunnitteluun ja neuvotellaan parhaillaan Helsingin kaupungin kanssa liikennejärjestelyistä.

Vuoden 2021 aikana suoritettiin maanrakennus- ja louhintatöitä, ja alkuvuodesta 2022 aloitettiin perustustyöt. Runkovaihe käynnistyi kesällä 2022, ja runko rakennetaan lohkoittain. Sisävaiheentyöt ovat alkaneet C-lohkolla, jossa pinta-betonilattioita on valettu ja muurattuja väliseiniä aloitettu. Sääsuoja asennetaan rakennuksien päälle vuodessa 2023–2024 ja siinä ajassa suoritetaan julkisivutyöt.

2 Digitalisaatio rakennusalalla

Rakennusteollisuuden digitalisaatio viittaa siihen, kuinka ala hyödyntää digitaalisia työkaluja ja sovelluksia eri projektivaiheissa. Vaikka monet muut teollisuudenalat ovat jo omaksuneet digitaalisuuden, rakennusala on edennyt tällä tiellä hitaammin. Rakennusalan digitalisaatio on väistämätöntä, ja sen taustalla vaikuttavat tekijät ovat esimerkiksi teknologian kehitys, kilpailun kasvu sekä alaa koskevien standardien muutokset. Tietomallinnus tarjoaa useita hyötyjä rakennusalalle, kuten paremman suunnittelun, tehokkaamman yhteistyön, laadukkaamman dokumentoinnin ja resurssien hallinnan optimoinnin. Nämä edut auttavat parantamaan projektin laatua ja vähentämään kustannuksia ja riskejä. Lisäksi tietomallin käyttöönotto voi auttaa rakennusalan yrityksiä erottumaan kilpailijoistaan ja houkuttelemaan uusia asiakkaita. Yhä useammat asiakkaat vaativat tietomallin käyttöä projekteissaan, joten tietomalliosaaminen voi olla kilpailuetu. (Rakennuslehti.)

Alan standardit ovat myös muuttumassa tietomallin käytön suuntaan. Esimerkiksi monet maat ovat asettaneet tavoitteita tietomallin käytön lisäämiseksi rakennusalan projekteissa. Tietomallin käyttöönotto voi kuitenkin olla haasteellista rakennusalalla, koska se vaatii uudenlaista ajattelua ja työskentelytapoja. Tietomalli edellyttää myös uusia työkaluja ja teknologioita, joiden käyttöön koulutus ja osaaminen ovat tärkeitä. Kaiken kaikkiaan rakennusalan siirtyminen tietomallin käyttöön on vääjäämätöntä ja tarjoaa monia etuja, mutta se vaatii myös panostuksia ja koulutusta. Yritykset, jotka panostavat tietomalliosaamiseen, voivat kuitenkin saavuttaa kilpailuetua ja menestyä alalla tulevaisuudessa. (Jydacom.)

Rakennusalan tietosovellusten yhdistäminen yhteen sovellukseen voi tuoda monia etuja. Nykyään rakennusalalla käytetään useita erilaisia sovelluksia, kuten suunnitteluohjelmia, projektinhallintatyökaluja, tiedonjakojärjestelmiä ja laitteiden hallintajärjestelmiä. Näiden sovellusten yhdistäminen yhteen käyttöliittymään voi parantaa työnkulkuja ja säästää aikaa. Yksi tärkeimmistä eduista on tiedonkulun parantuminen. Kun kaikki tiedot ja työkalut ovat yhdessä paikassa,

projekteihin liittyvä tieto on helpompi jakaa kaikkien projektin jäsenten kanssa. Tämä lisää avoimuutta ja parantaa yhteistyötä eri osapuolten välillä.

Toinen etu on, että yhdistetty sovellus voi helpottaa projektien hallintaa. Yhdistämällä erilaisia sovelluksia yhteen, projektien seuranta ja raportointi on helpompaa. Yhtenäinen käyttöliittymä helpottaa myös eri sovellusten välillä liikkumista ja vähentää virheiden riskiä.

Kolmas etu on kustannusten säästö. Yhdistetty sovellus vähentää tarvetta käyttää useita eri sovelluksia, mikä voi vähentää kustannuksia. Yhden sovelluksen käyttöliittymässä kaikkien projektin osien seuranta ja hallinta voi myös vähentää aikaa, jonka eri sovellusten käyttäminen vaatii, mikä vähentää projektin kokonaiskustannuksia. Esimerkiksi toimitilaprojektissa käytettiin aiemmin kolmea eri sovellusta: työpiirustukset olivat Sokopro-ohjelmassa, 3D-malli Solibri-sovelluksessa ja projektin seuranta sekä kommunikointi tapahtui sähköpostitse. Siirry käyttämään Dalux-ohjelmaa, joka sisältää kaikki nämä ominaisuudet ja toiminnot yhdessä järjestelmässä.

Vaikka rakennusalan tietosovellusten yhdistäminen yhteen sovellukseen voi tuoda monia etuja, sen toteuttaminen voi olla haastavaa. Eri sovellusten yhdistäminen yhteen vaatii teknistä osaamista ja tarkkaa suunnittelua. Lisäksi kaikkien projektin osapuolten on oltava sitoutuneita uuteen järjestelmään ja valmiita opettelemaan uusia työkaluja. Kaiken kaikkiaan kuitenkin yhdistetty sovellus voi parantaa projektien laatua, kustannustehokkuutta ja yhteistyötä, mikä tekee siitä houkuttelevan vaihtoehdon rakennusalan yrityksille. (Lujatalo.)

2.1 BIM-tietomallit

BIM:n juuret ulottuvat 1970-luvulle, jolloin Carnegie Mellon -yliopiston professori Chuck Eastman kehitti 3D-mallinnustekniikoita rakennusosalalle. Alussa käytettiin nimityksiä kuten Building Description System (BDS) ja Building Product Modeling (BPM), mutta BIM vakiinnutti asemansa niiden tilalle. Unkarilainen Graphisoft loi 1980-luvulla Gábor Bojárin johdolla ensimmäisen kuluttajille suunnatun tietomallinnusohjelmiston, Archicadin, mikä mullisti arkkitehtisuunnittelun. (Wikipedia.)

Nykyään BIM eli rakennusalan tietomallinnus on yhä suositumpi käytäntö monilla toimialoilla, mutta kaikkialla sen täyttä potentiaalia ei ole vielä saavutettu. Esimerkiksi NBS:n (National Building Specification) tutkimuksen mukaan 71 % Iso-Britannian rakennusalan yrityksistä käyttää BIMiä ja 25 % aikoo ottaa sen käyttöön lähitulevaisuudessa. BIM-markkinat tulevat kasvamaan 5,4 miljardista dollarista vuonna 2020 noin 10,7 miljardiin dollariin vuoteen 2026 mennessä. Viranomaisten vaatimusten lisääntyminen edistää tietomallinnuksen yleistymistä maailmanlaajuisesti. Suomessa rakennuslupaa varten tullaan todennäköisesti tarvitsemaan tietomallin MRL-uudistuksen myötä. (Nordicbim ja Building information modeling market.)



Kuva 2. BIM tietomalli koko elinkaari ajan. Nordicbim

BIM-prosessi ei ole pelkkä ohjelmisto, vaan ajattelutapa ja kokonaisvaltainen prosessi. Se käsittää tiedon tuottamisen, jakamisen ja älykkään hyödyntämisen rakennuksen koko elinkaaren ajan (Kuva 2). Prosessin päävaiheet ovat tarve- ja hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttö. Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa arkkitehti luo tilaohjelmaan perustuvan mallin, joka havainnollistaa hanketta. Se sisältää arvioita kustannuksista, materiaalikulutuksesta ja paikka- ja kaavatiedoista. Osapuolten yhteisymmärryksen saavuttamisen jälkeen siirrytään suunnitteluvaiheeseen. Rakennussuunnittelussa tietomalli tukee projektinhallintaa, määrä- ja kustannuslaskentaa sekä materiaalivalintoja ja aikataulutusta. Malli toimii osapuolten, kuten arkkitehtien, erityissuunnittelijoiden sekä projektipäälliköiden vuorovaikutusalustana. Kommunikaation avulla ongelmia voidaan ratkaista jo suunnitteluvaiheessa. Rakentamisvaiheessa alihankkijat valitaan ja materiaalit tilataan tietomallin perusteella. Työmaa hyödyntää yhteensopivia työkaluja, jotta suunnitelmat toteutuvat täsmällisesti.

Mallipohjaista törmäystarkastelua ja simulointia jatketaan, jotta rakennusvirheitä ja viivästyksiä ei synny. Kun rakennus on valmis, sitä aletaan käyttää. Aiemmin kerättyä tietoa hyödynnetään rakennuksen käytön ja huollon optimoinnissa. Jos rakennus joskus puretaan, tietomalli mahdollistaa tehokkaan kierrätyksen. (Nordicbim.)

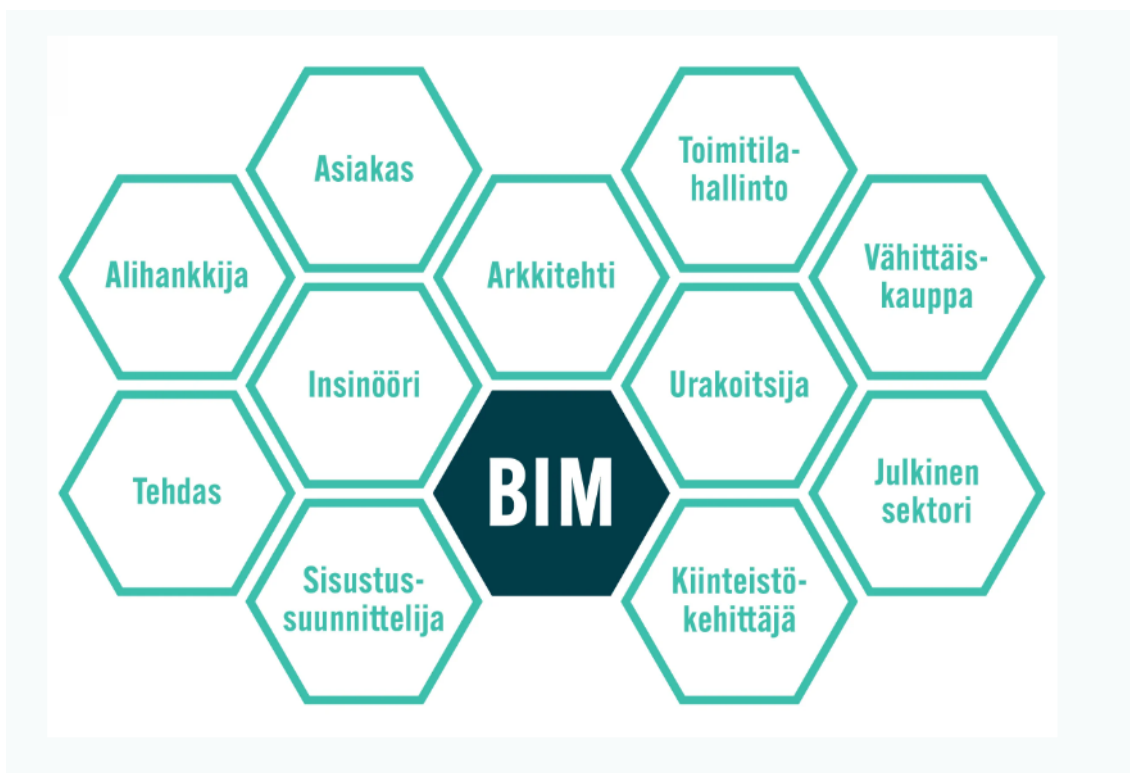
BIM hyödyntää useita tiedostomuotoja, joista keskeisin on avoin IFC-standardi. Tietomallinnuksen mahdollistavia, IFC-yhteensopivia ohjelmistoja on tarjolla kaikille rakennussuunnittelun osa-alueille. Rakennusten tietomallit sisältävät tietoa monissa eri formaateissa, ja yleinen tietoformaatti on välttämätön, jotta tietomallin käyttäjien eri ohjelmistot ymmärtävät mallin tietoja. IFC on ISO/PAS 16739-standardi, joka on kehitetty rakennusalan tietojen siirtämistä varten tietokonejärjestelmästä toiseen. IFC-tiedonsiirtoa käytetään erityisesti tuotemalliperusteisessa rakennussuunnittelussa. Sen avulla on mahdollista siirtää tuotemallitietoa ohjelmistoista riippumattomasti eri CAD-järjestelmien välillä sekä erilaisiin analyysi-, tuotanto- ja tuotetieto-ohjelmistoihin. IFC-standardi välittää ainoastaan oliotietoa, kuten 3D-geometriaa ja parametreja, eikä siirrä piirustusmuotoista tietoa. (Wikipedia.)

Tämä tiedostomuoto mahdollistaa eri ohjelmistojen käytön kaikkien osapuolten kesken. IFC:n kehityksestä vastaa voitto tavoittelematon yhteistyöfoorumi Building SMART, jonka tavoitteena on edistää digitaalista ja älykästä tiedonvaihtoa eri alojen välillä rakennettua ympäristöä parantaen. Suomessa IFC:n kehitystä tukee Building SMART Finland. BIM käyttää hyväkseen useita standardeja, joista kansainvälisesti merkittävin on ISO 19650. Tämä standardi vakioi laatuvaatimuksia rakennuksen koko elinkaaren ajalle. Parhaillaan käännettävänä oleva ISO 19650 vaikuttaa myös kansallisiin Yleisiin tietomallivaatimuksiin (YTV). Nykyinen YTV 2012 onkin saamassa merkittävän päivityksen lähitulevaisuudessa, ja ISO 19650 tulee muodostamaan entistä vahvemman perustan näille vaatimuksille. (Buildingsmart.)

SlimBIM on kevyempi versio perinteisestä BIM-mallista, joka keskittyy enimmäkseen rakennuksen geometrian kuvaamiseen. Se tarjoaa kustannustehokkaan tavan siirtyä BIM-ajatteluun ja luoda rakennukselle digitaalinen kakso-sensa. SlimBIMin avulla voidaan hyödyntää dataa rakennuksen optimoinnissa sekä integroida älykkäitä järjestelmiä ja sensoreita. DWG-piirustukset toimivat SlimBIMin pohjana, joiden perusteella kolmiulotteinen malli luodaan. SlimBIM kerää yhteen tietoa rakennuksen eri osista, kuten seinistä, ikkunoista ja muista elementeistä. Malliin voidaan lisätä tarkempaa tietoa tuotteista, kuten valmistaja, valmistusajankohta ja huolto- tai varaosatilaustiedot. (Simplify Leverage Integrate Mobile BIM.)

BIM-objektit ovat tietomallissa esiintyviä suunniteltuja esineitä, joihin liittyy tuotteen geometria ja ominaisuustiedot eri variaatioilla. Esimerkiksi ikkunan koko, toiminnot ja materiaalit ovat muokattavissa. BIM-objekteja on erilaisia eri käyttö-tarkoituksiin: Yleiset objektit toimivat mallissa paikkamerkintöinä, kuten wc-istui-men sijainti ja tilantarve. Tällaisia objekteja löytyy BIM-ohjelmistojen sisäisistä kirjastoista. Yksilölliset objektit kuvaavat tarkemmin todellisia tuotteita, kuten tietyn wc-istuinvalmistajan tietyn mallin. Valmistajien luomat tuotekirjastot tarjoavat yksilöllisiä objekteja. BIM-objekteja on saatavilla useissa muodoissa, kuten ohjelmistojen alkuperäistiedostoina ja ohjelmistoriippumattomana IFC-muotona. Yleisimpiä objektien jakelijoita ovat BIMobject, BIMcomponents ja suomalainen ProdLib. (Nordicbim.)

Tietomallintamisen hyödyt rakennusprojekteissa ovat moninaiset ja kattavat eri osa-alueita. Tietomallin tärkein hyöty on rakennusvirheiden minimointi ja niiden välttäminen mahdollisuuksien mukaan. Tämä saavutetaan rakentamalla rakennus suunnitellun tietomallin mukaisilla tiedoilla, jolloin jaettavat suunnitelmat ja digitaalinen tietomalli vastaavat fyysistä rakennusta. Tietomallinnuksen avulla voidaan toteuttaa tarkan ja hallitun suunnitteluprosessin, mikä mahdollistaa rakennushankkeen visualisoinnin ja laadukkaamman lopputuloksen. Lisäksi se vähentää virheitä ja korjauksia, ehkäisee viivästyksiä ja tarjoaa helpon reaaliaikaisen pääsyn urakan tietoihin. (Solibri.)



Kuva 3. BIM tietomallin käyttäjät. NORDIC BIM GROUP

Eri toimijoiden (Kuva 3) välinen kommunikaatio paranee tietomallinnuksen ansiosta, mikä puolestaan johtaa parempaan kustannussuunnitteluun ja mahdollisuuteen tarkkailla urakan sekä projektin muutoksia. Riskien ja kustannusten hallinta toteutetuissa urakoissa on helpompaa, ja suunnitelmien päällekkäisyyksien sekä virheiden varhainen havaitseminen mahdollistuu. Tietomallinnus tukee rakennusprojektin seuraamista ja lisää tuottavuutta, tehokkuutta sekä laskelmallisuutta rakentamisessa. Se myös parantaa työterveyttä ja -suojelua rakennustyömaalla. Kaiken kaikkiaan tietomallinnuksen hyödyt johtavat parempaan kilpailukykyyn, parempiin rakennushankkeisiin ja enemmän tarjouksia alan yrityksille. (Lujatalo.)

BIM-johtaja auttaa tilaajaa ja rakennuttajaa hallitsemaan tietomalliprojektia. Johtajan avulla tilaaja voi kehittää tietomallinnuksen tilaamista, ohjausta ja tavoitteita. BIM-johtaja myös kouluttaa, järjestää työpajoja ja laati sopimuksia. Koordinaattori opastaa tietomallipohjaisessa suunnittelussa ja neuvoa hankkeen osapuolia tietomallien hyödyntämisessä. Erikoistumisopinnot voi suorittaa

ammattikorkeakoulussa. BIM-asiantuntija on hankkinut laajan BIM- ja 3D-osaamisen. Työtehtäviin voi kuulua esimerkiksi piirustusten päivitykset ja pinta-ala-laskelmat. Vaikka tietomallinnuksen edelläkävijät, kuten Senaatti-kiinteistöt, ovat käyttäneet tietomalleja jo vuosikymmeniä, vain pieni osa alasta on hyödyn-
tänyt tekniikkaa tehokkaasti. Rakennus- ja kiinteistösektori on vastuussa merkittävästä osasta maailman energiankulutuksesta, hiilidioksidipäästöistä ja luonnonvarojen käytöstä, joten päästövähennysvaatimukset kiristyvät aiheellisesti. (Euroopan parlamentti ja Nordicbim.)

Digitaalisen teknologian, erityisesti tietomallien avulla, rakennuksia voidaan suunnitella, rakentaa, käyttää ja kierrättää kestävämmällä tavalla. Tietomallien hyödyt kasvavat, kun niitä jaetaan pilvipalvelussa. Näin eri osapuolet ovat jatkuvasti ajan tasalla muutoksista ja käyttävät vain viimeisintä tietoa. Parhaimmillaan pilvipalvelu mahdollistaa suunnittelijoiden reaaliaikaisen yhteistyön sekä monialaisen projektitietokannan, johon pääsee BIM-ohjelmistolla, internetse-
laimella tai mobiilisovelluksella. (Nordicbim.)

3 Suunnittelun ohjaus ja johtaminen

3.1 Määrittely suunnittelun ohjauksesta ja johtamisesta suomalaisissa tehtäväluetteloissa

Suunnittelun ohjausta ja johtamista voidaan käsitellä Rakennustiedon julkaisemien tehtäväluetteloiden ja suunnittelun johtamisen RT-kortin avulla. Suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi saavuttaa asetetut tavoitteet ja tuottaa hyväksyttävät suunnitelmat toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja muilta vaatimuksiltaan. Rakennuttaja vastaa suunnittelutavoitteiden saavuttamisesta ja johtaa työnaikaista suunnittelua. (RT 10-10575, RAP95.)

Suunnittelun ohjaus tarkoittaa suunnittelijoiden aktiivista ohjaamista tavoitteiden mukaisiin ja yhteensopiviin suunnitteluratkaisuihin. Suunnittelun johtaminen varmistaa, että suunnitelmat täyttävät tilaajan asettamat tavoitteet ja rakentamiselle määrätyt vaatimukset. Suunnittelun johtaminen sisältää tavoite- ja tulosjohtamisen, projektijohtamisen, asiantuntijaorganisaation ja asiantuntijoiden sekä asiakassuhteiden hallinnan. (RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa.)

Johtamiskeinoilla varmistetaan, että osapuolten tarpeet, tavoitteet ja toiveet otetaan huomioon, mahdolliset ristiriidat ratkaistaan, asetettuja tavoitteita seurataan ja täsmennetään koko hankkeen ajan. Lisäksi asiantuntijoiden työt sovitaan yhteen liiketoiminnallisesti kannattavalla tavalla ja suunnitelmakokonaisuus on kattava ja ristiriidaton. Suunnittelun laajuus, kokonaiskustannukset ja laatutaso sekä itse suunnittelutyö pysyvät vahvistetuissa puitteissa. (RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa.)

Johtamistoimenpiteillä vaikutetaan siihen, että kaikki osapuolet, jotka osallistuvat päätöksentekoon, toimivat omien tavoitteidensa mukaisesti, mutta samalla myös kokonaistavoitteiden mukaisesti. Tämän lisäksi varmistetaan, että suunnitelma täyttää tilaajan asettamat tavoitteet ja rakentamisen määräykset. Pääsuunnittelijan, muiden suunnittelijoiden, rakennuttajakonsultin ja tilaajan

työnjako voi vaihdella tapauskohtaisesti. Tehtäväluettelot jakavat tehtävät tarkoituksenmukaisiin kokonaisuuksiin, mutta organisaatioratkaisuja ei ole sidottu tehtäväluetteloissa. Organisaatioissa tehtäviä voidaan yhdistää tai jakaa eri tavoin tapauskohtaisesti. Suunnittelun johtamista rakennushankkeessa RT-kortissa ei määritellä tehtäväjaon osalta pääsuunnittelijan ja rakennuttajakonsultin välillä. Suunnittelun johtamiseen osallistuvia kutsutaan yhteisellä nimellä suunnittelujohto. Kun rakennussuunnittelu käynnistyy, vastuu suunnittelun johtamisesta siirtyy käytännössä pääsuunnittelijalle ja vastaaville erityissuunnittelijoille. (RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa.)

Pääsuunnittelijan vastuulla on suunnittelun johtaminen toteutussuunnittelun aikana, mutta tätä tehtäväkokonaisuutta voidaan jakaa tarpeen mukaan. Erityisesti suurissa hankkeissa tilaaja tai rakennuttajakonsultti voi huolehtia suunnittelun hallinnollisesta johtamisesta ja kokonaisaikataulun sovittamisesta yhteistyössä pääsuunnittelijan kanssa. Projektinjohto eli projektiryhmä on vastuussa hankkeen toiminnallisten, taloudellisten, laatu- ja aikataulutavoitteiden toteuttamisesta ja siihen kuuluvat projektipäällikkö, rakennuttajakonsultti, pääsuunnittelija ja rakentamisen valvoja. (RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa.)

Pääsuunnittelijan tehtävänä toteutussuunnittelun aikana on ohjata suunnittelun kokonaisuutta, laatua, kustannusvaikutuksia ja suhdetta toteutusaikatauluun. Lisäksi pääsuunnittelijan tehtäviin rakennusaikana kuuluu varmistaa häiriötön tiedonkulku muutossuunnittelun aikana, pitää huolta aikataulun pitävyydestä ja tavoitteenmukaisuudesta. Pääsuunnittelijan on myös varmistettava, että tavoitteet saavutetaan jokaisella suunnittelun alueella. (RT 10-10764.)

Projektinjohtaja tarjoaa ammattitaitonsa tilaajan käyttöön projektin ohjauksessa, hankintojen hallinnassa ja rakentamisen johdossa niin, että molemmilla on yhteinen intressi hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnittelun ohjaus tapahtuu yhteistyössä suunnittelua johtavan suunnittelijan (pääsuunnittelijan) kanssa, mutta tilaajalla on lopullinen päätösvalta suunnitteluratkaisuihin ja hankintoihin. (RT 13-10845, Projektinjohtopalvelusopimuksen laatiminen.)

Jokainen suunnittelija vastaa omista suunnitelmistaan sopimuksensa mukaisesti. Pääsuunnittelija vastaa suunnitelmien yhteensovittamisesta maankäyttö- ja rakennuslain sekä sen nojalla annettujen säädösten mukaisesti sekä muista sopimuksensa mukaisista tehtävistä. Projektinjohtopalvelun tuottaja vastaa näiden tehtävien ja oman suunnittelun- ja projektinohjauksensa yhteensovittamisesta. (RT 13-10845, Projektinjohtopalvelusopimuksen laatiminen.)

Suunnittelua ohjataan projektinjohtopalvelun tuottajan ja pääsuunnittelijan yhdessä sovitun työnjaon mukaisesti noudattaen hyväksyttyä suunnittelu aikataulua. Tavoitteena on saavuttaa yhteisesti asetetut aika-, laatu- ja budjettitavoitteet sekä valita suunnitteluratkaisut, jotka tukevat hankkeen tavoitteita. (RT 13-10846, Projektinjohtopalvelu tehtäväluettelo.)

Suunnittelun ohjaus- ja johtotehtävät ovat sekoittuneet suomalaisissa tehtäväluetteloissa. Tämän vuoksi on suositeltavaa järjestää yhteinen tarkastustilaisuus, jossa käydään läpi vastuunjako ennen sopimusten allekirjoittamista. Tähän tilaisuuteen osallistuvat rakennuttajan, rakennuttajakonsultin, suunnittelijan ja projektinjohtopalvelun tuottajan edustajat kohteesta ja hankkeen vaiheesta riippuen. (CMAA, CM Standards of Practice.)

Suunnittelun ohjaus- ja johtamistehtävät eivät saisi olla erikseen määriteltyjä tai kokonaisuudessaan yhden osapuolen vastuulla. Sen sijaan näistä tehtävistä tulisi keskustella eri osapuolten välillä ja sopia tarkoituksenmukaisesta jaosta. (Suke-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa.)

3.2 Imuohjaus ja työntöohjaus suunnitteluprosessin hallinnassa ja johtamisessa

Teoriassa tuotannonohjauksesta esitetään imu- ja työntöohjaus kahdelle päämenetelmälle työn ohjaamisessa. Työntöohjauksessa työ toteutetaan ennakoidun aikataulun mukaisesti tai valmistuneille tuotteille etsitään ostaja valmistuksen jälkeen. Imuohjauksessa työ etenee prosessin mukana tai tuotanto käynnistyy, kun tuotteelle on tehty tilaus. Rakennusalalla imuohjauksen

soveltaminen on haastavaa johtuen pitkistä valmistumisaikatauluista. Samoin suunnittelun ohjauksen imuohjaus kohtaa haasteita suunnitteluprosessin luonteen vuoksi, jossa vaiheiden logiikka ja keskinäinen riippuvuus ovat vaikeasti hahmotettavissa. (SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa.)

Joustava eteneminen ja imuohjaus suunnittelun ohjauksessa voidaan toteuttaa käyttämällä Last Planner -menetelmää. Tämä menetelmä pohjautuu Lean-rakentamisen tuotantofilosofiaan ja on kehitetty erityisesti rakennusalan tarpeisiin. Last Planner -menetelmässä keskeistä on eri osapuolten välinen viikkosuunnittelu, jossa määritellään tehtävät ja niiden aloitusedellytykset lähitulevaisuudelle. On kuitenkin huomioitava, että Last Planner -tekniikan soveltaminen suunnittelun ohjauksessa on haastavampaa kuin muussa tuotannon ohjauksessa. (SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa.)

4 Lean-rakentaminen

Lean-rakentamisen historia juontaa juurensa Lean-tuotannon periaatteisiin, jotka kehitettiin alun perin autoteollisuudessa. Lean-tuotannon filosofia kehitettiin erityisesti Japanissa 1900-luvun puolivälistä lähtien, ja se nousi maailmanlaajuiseen tietoisuuteen 1980- ja 1990-luvuilla. Toyota Motor Corporation oli erityisen merkittävässä roolissa Lean-ajattelun kehittämisessä, ja sen Toyota Production System (TPS) -tuotantojärjestelmää pidetäänkin lean-periaatteiden perustana. Lean-rakentamisen perustajana pidetään Lauri Koskelaa, joka yhdessä Glenn Ballardin kanssa alkoi soveltaa Lean-tuotannon periaatteita rakennusteollisuuteen 1990-luvulla. He perustivat Lean Construction Institute -nimisen organisaation Yhdysvalloissa vuonna 1997, jonka tavoitteena oli edistää Lean-rakentamisen ajattelua ja käytäntöjä rakennusalaalla.

The image shows a hand pointing to a large, colorful Gantt chart (Tahtiaikataulu) for construction work. The chart is organized into columns representing weeks (Vko 28, 29, 30) and rows representing different tasks or activities. The tasks are color-coded and labeled with codes like K100, K101, K102, etc. The chart shows the duration of each task across the weeks.

Kuva 4. Tahtiaikataulu HOAS:in työmaalla. Rakennuslehti. Kuva: Sari Gustafsson

Lean-rakentamisen perusajatuksena on vähentää hukkaa, parantaa työn laatua ja nopeuttaa projektin valmistumista. Tämä saavutetaan keskittymällä arvontuottoon, jatkuvaan parantamiseen ja tiimien väliseen yhteistyöhön. Lean-

rakentamisen menetelmiä ovat muun muassa Last Planner System, Big Room -työskentely ja tahtiaikataulu (Kuva 4). Kaikki nämä menetelmät ovat käytössä esimerkiksi toimitilaprojektissa. (Modig, Niklas – Åhlström, Pär. (2019). Tätä on lean. (8., uudistettu painos). Rheologica Publishing.)

Lean-rakentaminen on levinnyt laajalle eri puolille maailmaa, ja monet rakennusalan organisaatiot ovat ottaneet sen periaatteet käyttöönsä. Lean-rakentamisen käytäntöjen ja menetelmien soveltaminen on auttanut monia yrityksiä parantamaan tuottavuuttaan, tehokkuuttaan ja kilpailukykyään. Samalla se on tuonut myös ympäristö- ja sosiaalisia hyötyjä, kuten vähentänyt jätteen määrää ja parantanut työntekijöiden työhyvinvointia. Lean-rakentamisessa keskitytään erityisesti kolmeen asiaan: ihmisiin, prosesseihin ja teknologiaan. Ihmiset ovat tärkeässä roolissa Lean-rakentamisessa, sillä heidän panoksensa on merkittävässä roolissa projektin onnistumisessa. Prosessit puolestaan tarkoittavat rakentamisen eri vaiheiden optimointia siten, että hukkaa syntyy mahdollisimman vähän ja työt sujuvat jouhevasti. Teknologia on puolestaan apuväline Lean-rakentamisessa ja sen avulla voidaan tehostaa esimerkiksi kommunikaatiota ja tiedonkulkua eri osapuolten välillä. Lean-rakentamisen perusajatuksena on jatkuvan parantamisen periaate, joka tarkoittaa, että rakentamisen prosessia kehitetään jatkuvasti. Tämä tapahtuu esimerkiksi keräämällä dataa ja analysoimalla sitä, jotta voidaan löytää keinoja parantaa prosessia ja vähentää hukkaa. Lean-rakentaminen voi olla hyvin tehokas tapa rakentaa, mutta sen toteuttaminen vaatii panostusta ja sitoutumista kaikilta projektin osapuolilta. (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa.)

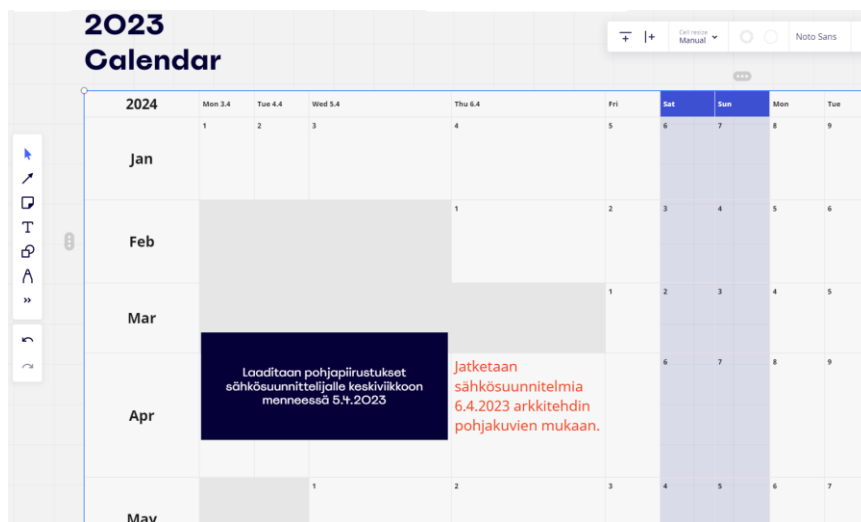
4.1 Lean-menetelmien soveltaminen suunnittelun ohjauksessa

Lean-menetelmien hyödyntäminen rakentamisessa on ollut käytössä jo pitkään, esimerkiksi Last Planner -työkalun muodossa työmailla. Viime aikoina Lean-menetelmien käyttö on kuitenkin laajentunut myös suunnittelun ohjaukseen. Suunnittelun merkitys on suuri rakennushankkeiden onnistumisessa, sillä suunnitteluprosessissa tehdyt valinnat ja ratkaisut vaikuttavat rakennuksen kestävyYTEEN, laatuun ja toimivuuteen. Suunnittelun ohjauksen tarkoitus on aktiivisesti opastaa suunnittelijoita löytämään parhaat ja yhteensopivat ratkaisut hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi. Rakennuttajakonsultin tehtävänä on myös varmistaa, että hankkeen tavoitteet, kuten kestävyys, toteutuvat kaikilla suunnittelualoilla. Rakennuttajan, suunnittelijan ja urakoitsijan näkemykset saattavat vaihdella esimerkiksi toimintatapojen suhteen. Siksi on tärkeää, että rakennuttajakonsultti ymmärtää eri näkökulmat ja ottaa ne huomioon käyttäessään Lean-menetelmiä suunnittelun ohjauksessa. Näin voidaan välttää ristiriitoja ja saada kaikki hankkeen osapuolet työskentelemään tehokkaasti yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa.)

Leanin hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: valmistelu, suunnittelun hankinta ja suunnittelu. Lean-periaatteiden käyttöönotto edellyttää ymmärrystä niiden tavoitteista ja hyödyistä hankkeelle. Valmisteluvaiheessa määritellään tavoitteet Lean-menetelmien käyttöön ja arvioidaan, mitkä menetelmät ja toimintatavat sopivat parhaiten hankkeeseen. Tämän jälkeen valitaan sopivat Lean-ohjausmenetelmät, kuten Big Room -toiminta. Suunnittelun hankintavaiheessa laaditaan tarjouspyynnöt, joissa huomioidaan valitut Lean-toimintatavat. Tarjouspyyntöihin kirjataan myös suunnittelijoiden valintakriteerit, kuten ymmärrys Leanista ja kokemus sen käytöstä. Valinnat tehtyään rakennuttaja laatii sopimukset, joihin sisällytetään Leanin hyödyntämiseen liittyvät asiat. Suunnitteluvaiheessa valittujen Lean-periaatteiden, menetelmien ja toimintatapojen käyttöönotto ja koulutus varmistetaan kaikille osapuolille. Rakennuttajakonsultti voi toimia esimerkiksi Big Room -työpajojen fasilitaattorina. Suunnittelun aikana voidaan ottaa käyttöön myös lisää Lean-menetelmiä tarpeen mukaan. (Ramboll.)

4.2 Last Planner

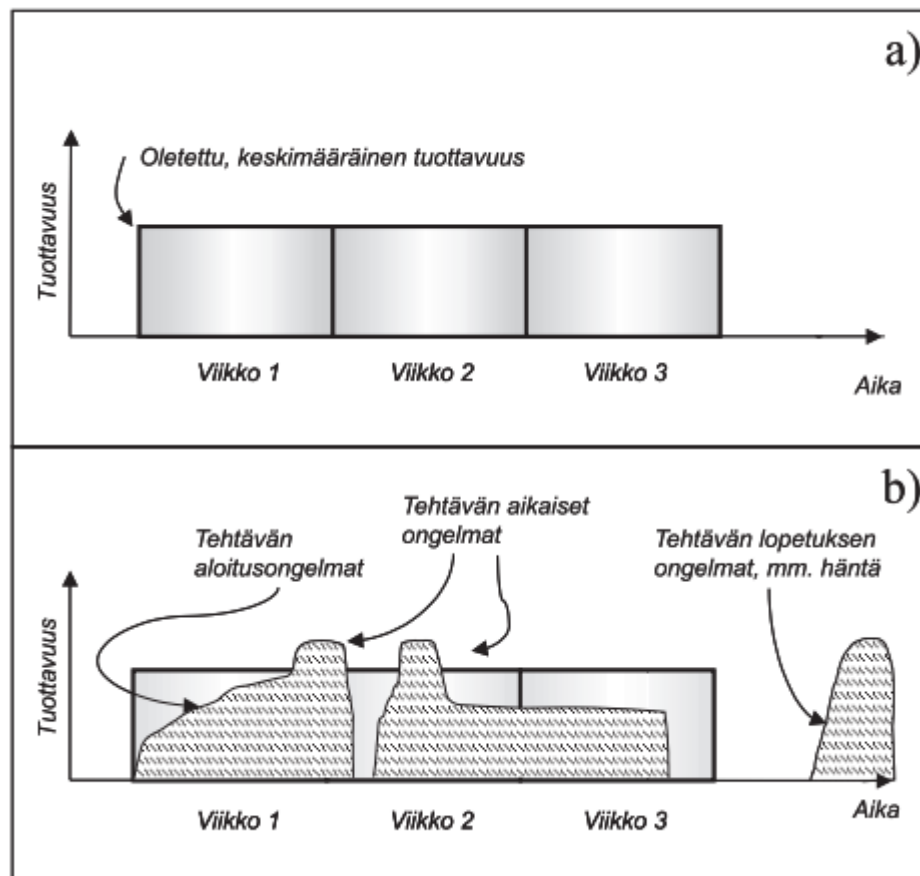
Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakennusalan tuotannon ohjaukseen, joka keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Sen kehittämisen taustalla oli havainto siitä, että ainoastaan noin puolet viikkosuunnitelman mukaisista tehtävistä toteutui suunnitellussa ajassa. Last Plannerin tavoitteena on tehdä työprosessista ennakoitavampi ja parantaa tuotannon ohjausta oppimisen kautta. Menetelmä soveltuu erilaisten projektien tuotannon ohjaukseen, kuten suunnittelutyöhön, rakentamiseen ja ylläpitotöihin. Last Plannerin keskeinen elementti on viikkosuunnitelma, johon lisätään vain ne tehtävät, jotka voidaan varmasti toteuttaa kyseisen viikon aikana. Epävarmoja tai epätodennäköisiä tehtäviä ei sisällytetä suunnitelmaan. Menetelmän tarkoituksena on saada tehtävien vastuuhenkilöt sitoutumaan aikatauluihin ja tehtävien toteuttamiseen. Viikkosuunnitelma laaditaan usein yhteistyössä projektiryhmän kanssa, ja kaikki vastuuhenkilöt voivat antaa palautetta suunnitelmasta. Tämä lisää projektijäsenten motivaatiota ja sitoutumista asetettuihin tavoitteisiin. Vastuuhenkilöiden on myös helpompi hahmottaa, miten heidän tehtävänsä vaikuttavat muiden vastuualueisiin. Esimerkiksi toimitilaprojektin suunnitelmien laatimiseen käytetään Miro-sovellusta, joka mahdollistaa suunnitelmien päivittämisen online-tilassa.



Kuva 5. Viikkosuunnitelman laatiminen Miron sovelluksessa

Esimerkiksi (Kuva 5), jos sovitaan, että sähkösuunnittelija tarvitsee tietyn arkkitehtipiirustuksen keskiviikkoon mennessä, jotta hän voi jatkaa töitään, se motivoi arkkitehtia noudattamaan viikkosuunnitelmaa. (Projektipankki.)

4.2.1 Last Plannerin toiminta



Kuva 6. a) Perinteinen- ja b) todellinen tuotannonohjaus. Rakennustieto

Last Planner -menetelmä perustuu innovatiiviseen teoriaan ja sen pääajatukset voidaan kiteyttää tarkastelemalla yksittäistä rakennusprojektia. Perinteinen tuotannonohjaus aiheuttaa kolme pääongelmaa (Kuva 6): (1) haasteet tehtävän alkaessa, (2) kesken tehtävän ilmenevät häiriöt, jotka johtavat lyhyisiin keskeytyksiin tai tuottavuuden heikkenemiseen, ja (3) tehtävän keskeytyminen, minkä seurauksena jäljelle jäävä työ siirtyy tulevaisuuteen. Last Planner -menetelmä pyrkii ratkaisemaan nämä kolme ongelmaa eri keinoin. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

Aloitustehtävien ongelmat: Last Planner -menetelmässä tehtävän aloitukseen liittyvät ongelmat pyritään ratkaisemaan kolmella tavalla. Ensiksi tehtävä aloitetaan vain, jos kaikki sen suorittamisen edellytykset ovat tiedossa. Toiseksi valmisteluvaiheessa aktiivisesti luodaan edellytyksiä tulevien viikkojen tehtäville. Kolmanneksi jatkuva parantaminen ja tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittäminen auttavat ehkäisemään aloitusongelmia pitkällä aikavälillä. Tehtävän aikaiset ongelmat: Tehtävän aikana ilmenevien ongelmien välttämiseksi Last Planner -menetelmässä pidemmän aikavälin tehtävät jaetaan viikkotehtäviin, jolloin edellytysten varmistaminen tapahtuu viikoittain, ei vain työn alussa. Lisäksi menetelmä kokonaisuudessaan auttaa estämään tehtävän aikaisia ongelmia, koska viikon aikana tehtävät työt suunnitellaan etukäteen. Tämä vähentää suunnittelemattomien töiden ilmaantumista, jotka voivat häiritä suunniteltuja tehtäviä. Tehtävän loppuunsaattamisen ongelmat: Tehtävän loppuunsaattamisen haasteisiin vaikuttavat ensinnäkin kaikki edellä mainitut tehtävän aikaisiin ongelmiin kohdistuvat toimenpiteet. Tehtävän aikaiset ongelmat voivat pahimmillaan keskeyttää työn kokonaan kyseisenä viikkona. Tehtävän loppuunsaattamisen varmistamiseksi pyritään luomaan sitoutuminen viikkotason tehtävien toteuttamiseen ja seurataan tehtävien toteuttamista. (Rakennustieto.)

5 Dalux BIM

Daluxin tietomalliohjelma on tanskalainen ohjelmisto, joka on suunniteltu rakennusalan ammattilaisille. Ohjelmaa kehittää tanskalainen Dalux A/S -yritys, joka perustettiin vuonna 2005. Daluxin tietomalliohjelma lanseerattiin vuonna 2012. Se on suunniteltu auttamaan rakennusalan ammattilaisia suunnittelemaan, toteuttamaan ja ylläpitämään rakennuksia ja infrastruktuuria. Ohjelmisto tukee monia eri tiedostomuotoja, mukaan lukien AutoCAD, Revit, Tekla Structures ja IFC. Tämä mahdollistaa sujuvan yhteistyön eri ohjelmistojen välillä ja auttaa eri alan ammattilaisia työskentelemään yhdessä. Vuonna 2016 Dalux aloitti yhteistyön Trimblen kanssa, joka on yhdysvaltalainen teknologiayritys, joka tarjoaa laajan valikoiman ohjelmistoja ja laitteita rakennusosalalle. Yhteistyö mahdollisti Daluxin tietomalliohjelman integroinnin Trimblen Field Management -ohjelmistoon, mikä auttoi parantamaan rakennustyömaiden hallintaa ja tiedonhallintaa. Nykyään Daluxin tietomalliohjelma on laajasti käytössä rakennusalan ammattilaisten keskuudessa ympäri maailmaa. Ohjelmisto on kehittynyt merkittävästi vuosien varrella ja tarjoaa nykyään monipuolisia ominaisuuksia, kuten rakennusprojektien hallintaa, tiedonjakoa, 3D-visualisointia ja ongelmanratkaisua. (Aecbytes.)

Tietomallin käyttö rakennusosalalla on yleistynyt viime vuosina ja se tarjoaa useita etuja verrattuna perinteisiin suunnittelutyökaluihin. Dalux on yksi tietomalliohjelma, joka on suunniteltu erityisesti rakennusalan tarpeisiin. Tässä muutamia hyötyjä Daluxin käytöstä rakennusosalalla:

1. Tiedon jakaminen: Daluxin avulla projektitiimien jäsenet voivat jakaa tietoja ja dokumentteja reaaliaikaisesti. Tämä auttaa parantamaan tiedonkulun laatua ja nopeutta, ja mahdollistaa nopean ja tehokkaan päätöksenteon.
2. Suunnittelun tehokkuus: Dalux mahdollistaa suunnittelun tekemisen yhdessä paikassa. Tämä parantaa suunnittelutyön laatua ja vähentää

virheiden määrää. Lisäksi ohjelman avulla voidaan nopeasti päivittää suunnitelmia ja varmistaa, että kaikki projektin jäsenet ovat ajan tasalla.

3. Visuaalisuus: Daluxin avulla suunnitelmat voidaan muuttaa visuaalisiksi ja interaktiivisiksi 3D-malleiksi. Tämä auttaa projektitiimejä ja asiakkaita ymmärtämään paremmin suunnitelmia ja visioita. Lisäksi mallit voivat auttaa rakennusprosessin aikana havaitsemaan ongelmia ja virheitä, mikä säästää aikaa ja kustannuksia.
4. Turvallisuus: Daluxin avulla voidaan havaita potentiaaliset riskit ja turvallisuusongelmat jo suunnitteluvaiheessa. Tämä auttaa varmistamaan, että rakennusprosessi on turvallinen kaikille osapuolille.
5. Raportointi: Daluxin avulla voidaan kerätä tietoa eri vaiheissa projektin aikana, ja sitä voidaan käyttää raporttien ja analyysien tekemiseen. Tämä auttaa projektitiimejä ymmärtämään projektin edistymistä ja tekemään tarvittavat muutokset, jotta projektin tavoitteet voidaan saavuttaa. (Dalux.)

5.1 Dalux Viewer

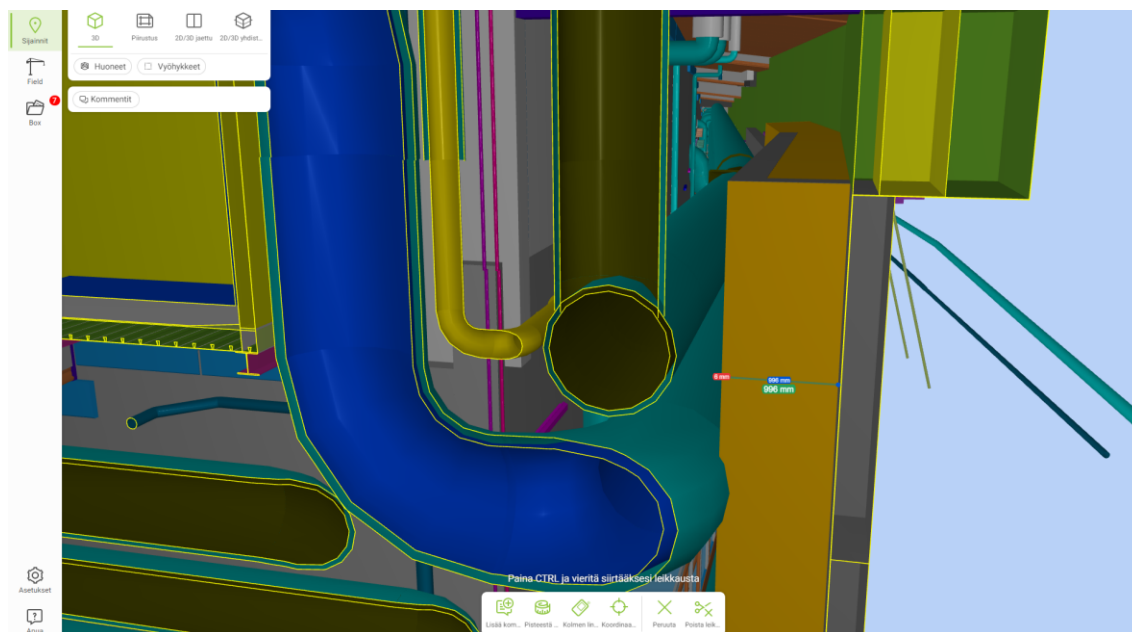


Kuva 7. Dalux BIM Viewer mahdollisilla laitteilla. Archsupply.

Dalux Viewer on ilmainen BIM-näkymäohjelma, joka mahdollistaa 3D-mallien ja muiden suunnitelmien katsomisen ja tarkastelemisen mobiililaitteilla, kuten älypuhelimilla ja tabletilaitteilla (Kuva 7). Ohjelmaa käytetään yleisesti rakennus- ja kiinteistöalan ammattilaisten keskuudessa. Dalux Viewer -ohjelmalla voit tarkastella BIM-tietomalleja ja muita suunnitelmia, kuten piirustuksia ja kuvia. Ohjelma tukee useita tiedostomuotoja, mukaan lukien IFC, RVT, DWG, DWF ja PDF. Voit zoomata, kiertää ja tarkentaa näkymää, jotta voit tarkastella suunnitelmia yksityiskohtaisesti. Ohjelma mahdollistaa myös merkintöjen ja kommenttien lisäämisen suunnitelmiin, jotta voit jakaa huomioitasi tiimisi jäsenten kanssa. Voit myös luoda tilastoja ja raportteja suunnitelmista ja seurata projektin etenemistä. Dalux Viewer on kehitetty helpottamaan rakennusinformaatiomallinnuksen (BIM) hallintaa ja tehostamaan tiimin jäsenten välistä yhteistyötä. Ohjelman käyttöliittymä on suunniteltu käyttäjäystävälliseksi ja helppokäyttöiseksi, minkä ansiosta se sopii myös niille, jotka ovat vasta aloittamassa BIM-ohjelmistojen käyttöä. Vaikka ohjelma on yksinkertainen käyttää, sen hallitsemiseen tarvitaan kuitenkin opastusta. Tästä syystä toimitilaprojekteissa

järjestetään Daluxin koulutustilaisuuksia, jotta jokainen projektiin osallistuva henkilö oppii ohjelman tehokkaan käytön. (Dalux Viewer.)

5.1.1 Dalux-mittaustyökalu



Kuva 8. Tukimuurinseinän paksuuden mittaaminen

Dalux-mittaustyökalu on työkalu, joka on suunniteltu helpottamaan mittauksia ja tarkasteluja rakennusprojekteissa. Se on osa Dalux Field -sovellusta ja se mahdollistaa nopean ja tarkan mittauksen ilman perinteistä mittaustaitetta. Työmailla Dalux-mittaustyökalu auttaa työntekijöitä mittaamaan ja dokumentoimaan erilaisia rakenteita, kuten seiniä (Kuva 8), lattioita ja kattoja. Infrastruktuuriprojekteissa työkalua voidaan käyttää muun muassa siltojen, teiden, viemäreiden ja muiden infrastruktuurirakenteiden mittojen mittaamiseen ja dokumentointiin. Sisätilojen suunnittelussa ja toteutuksessa työkalu tukee arkkitehtien, suunnittelijoiden ja rakentajien työtä mittaamalla ja dokumentoimalla sisätilojen mittoja, jotta suunnitelmat vastaavat todellisuutta. Dalux-mittaustyökalua hyödynnetään myös kiinteistöjen ylläpidossa ja kunnossapidossa, jotta rakennusten kunnossapito- ja korjaustöiden suunnittelu ja toteutus voidaan varmistaa ja rakennukset pysyvät hyvässä kunnossa.

Mittaustyökalu toimii myös mobiililaitteella, jossa on kamera, joka mahdollistaa mittauspisteen valitsemisen kuvasta. Sen avulla voit mitata esimerkiksi etäisyyksiä, pinta-aloja ja tilavuuksia, ja tallentaa mittaukset suoraan tietomalliin. Työkalu tukee myös muunnosyksiköitä, jotta voit käyttää mittayksikköjä, jotka sopivat parhaiten tarpeisiisi. Mittaustyökalu mahdollistaa myös tarkastelun ja dokumentoinnin rakennusvirheistä ja -ongelmista. Sen avulla voit luoda korjauslistoja ja tallentaa kuvia ja kommentteja suoraan tietomalliin. Tämä auttaa parantamaan yhteistyötä tiimisi jäsenten kanssa ja varmistamaan, että projekti etenee sujuvasti. Kaiken kaikkiaan Dalux-mittaustyökalu on erittäin hyödyllinen työkalu rakennus- ja kiinteistöalan ammattilaisille, joka säästää aikaa ja parantaa tarkkuutta mittauksissa ja tarkasteluissa. (Dalux Field.)

5.2 Dalux BOX

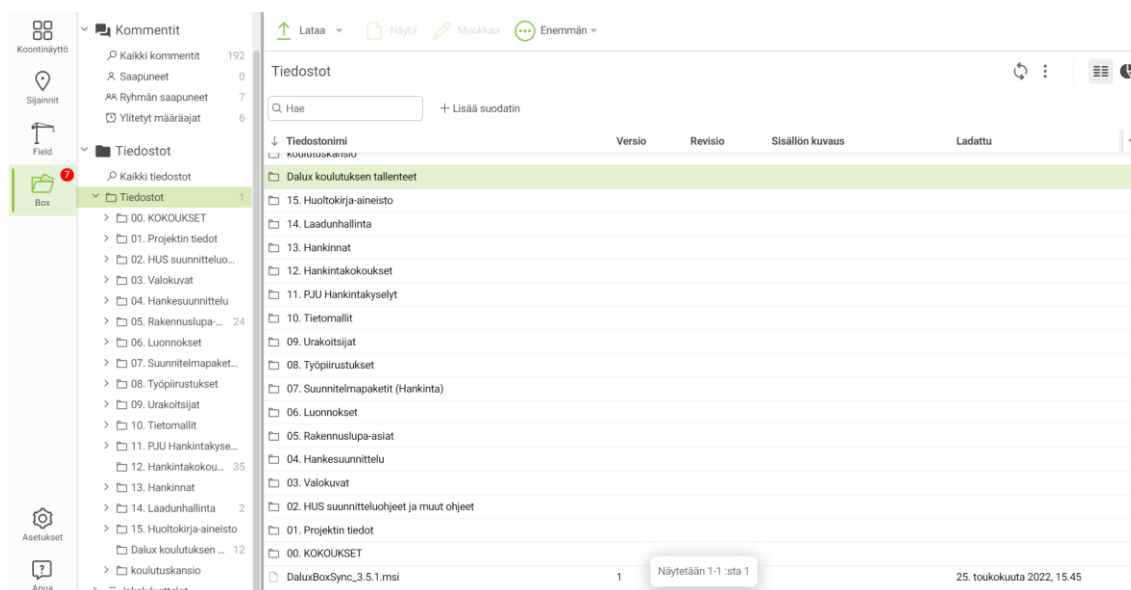
Dalux BOX on rakennusosalalle suunnattu dokumenttien hallinta- ja jakojärjestelmä, joka tekee tiedonkäsittelystä vaivatonta ammattilaisten kesken. Pilvipohjainen palvelu kokoaa asiakirjat yhteen paikkaan, jolloin niitä on helppo hallita ja jakaa. Tähän innovatiiviseen järjestelmään kuuluu monia toimintoja, kuten versiohallinta, sähköpostijakelu, dokumenttien yhdistäminen, tarkistuslistojen luonti, käyttäjäystävällinen käyttöliittymä, tietosuoja ja BIM-yhteensopivuus.

Pilvipalvelun ansiosta käyttäjät voivat tarkastella ja jakaa asiakirjoja ajasta ja paikasta riippumatta, kunhan heillä on yhteys verkkoon. Versionhallinnan avulla on helppo vertailla eri versioita ja palata tarvittaessa aiempiin versioihin. Sähköpostin välityksellä tapahtuva jakaminen ja dokumenttien yhdistäminen tekevät tiedonhallinnasta tehokasta. Tarkistuslistojen avulla projektin eri vaiheita voidaan seurata helpommin ja tehtävät suorittavat tehokkaammin.

Järjestelmän käyttäminen on helppoa sen selkeän käyttöliittymän ansiosta, ja tietosuoja on taattu salauksen ja säännöllisten varmuuskopiointien avulla. BIM-mallien integrointi tekee projektinhallinnasta entistä sujuvampaa, sillä kaikki tarvittavat tiedot löytyvät yhdestä paikasta. Käyttöoikeuksien hallinta mahdollistaa joustavan ja turvallisen tiedonjakamisen eri projektin osapuolten välillä, ja

monikielinen tuki helpottaa järjestelmän käyttöä kansainvälisissä projekteissa ja monikulttuurisissa tiimeissä. Dalux BOX on siis kattava ratkaisu rakennusalan ammattilaisten tarpeisiin, ja sen monipuoliset toiminnot helpottavat dokumenttien hallintaa ja jakamista projektin eri vaiheissa. (Dalux BOX.)

5.2.1 Dalux BOX BIM ja tiedostojen hallinta

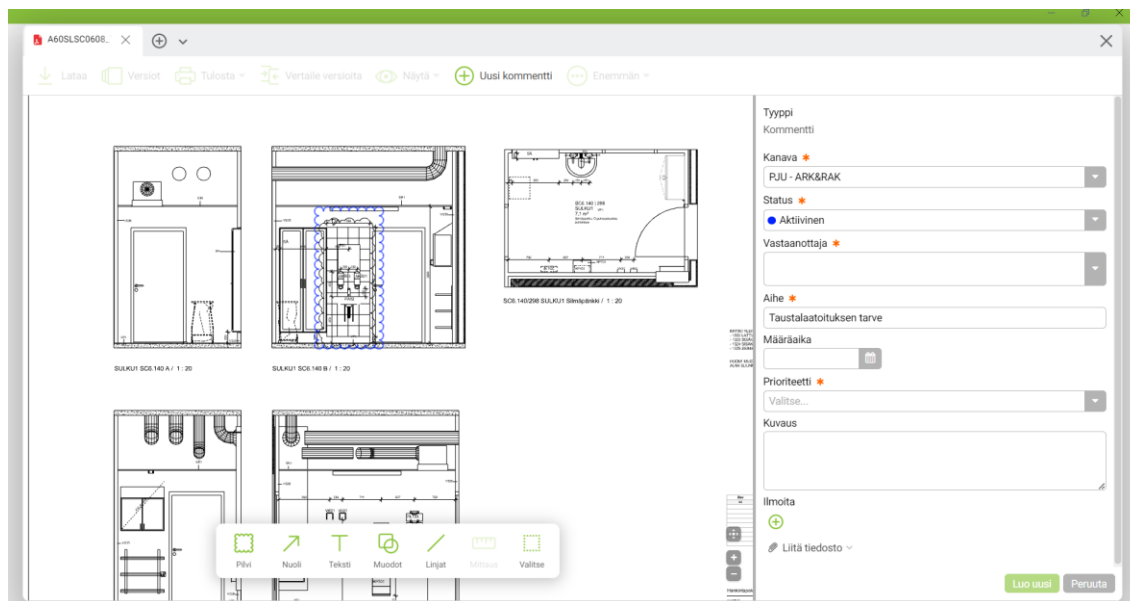


Kuva 9. Toimitilaprojektin Dalux Box:in asiakirjojen tietopankki

BIM-mallien käyttö DALUX BOXissa antaa käyttäjille mahdollisuuden tarkastella ja hallita kaikkia projektiin liittyviä asiakirjoja (Kuva 9), kuten suunnitelmia, piirustuksia ja dokumentteja, samassa paikassa. BIM-mallien hallinta DALUX BOXin avulla auttaa käyttäjiä varmistamaan, että kaikki dokumentit ovat ajantasaisia ja käytettävissä kaikille projektissa mukana oleville henkilöille.

DALUX BOXin BIM-integraatio mahdollistaa myös projektin edistymisen seurannan ja analysoinnin. Käyttäjät voivat tarkastella BIM-mallien ja projektin muiden asiakirjojen muutoksia reaaliajassa, mikä auttaa heitä ymmärtämään projektin etenemistä ja tekemään parempia päätöksiä projektin kulun suhteen. (Dalux Box Projektipankki.)

5.2.2 Suunnitelmien ohjaus kommenttikentän kautta

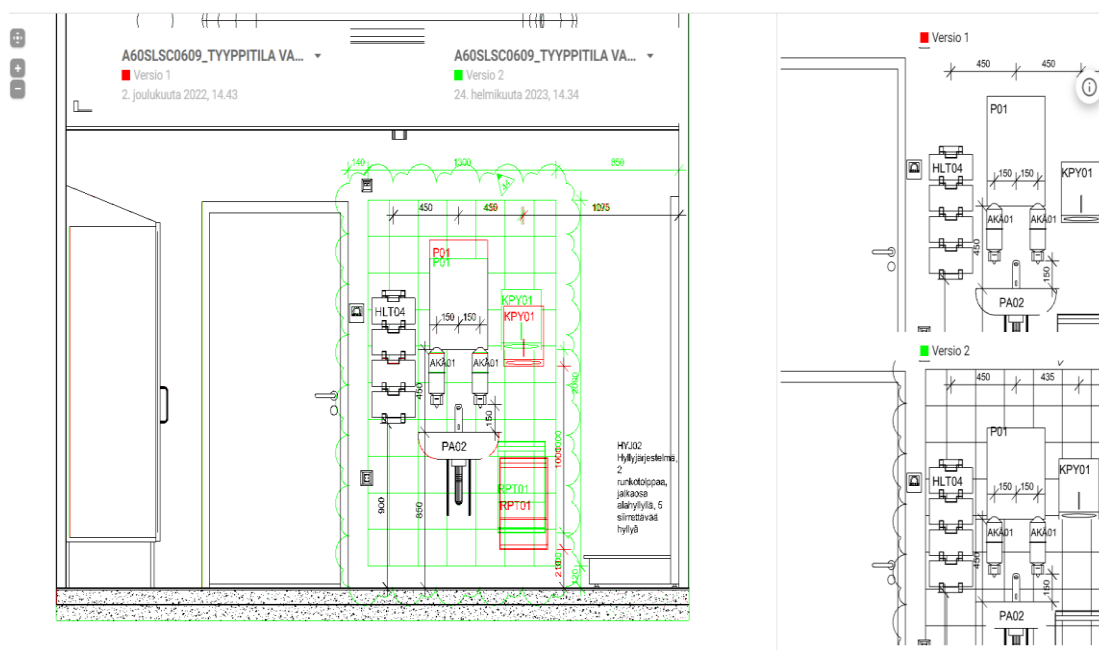


Kuva 10. Kommenttikentän käyttö toimitilanprojektin tyyppitilassa

Suunnitteluohjauksen tärkein ja hyödyllisin työkalu esimerkiksi toimitilaprojektissa on Dalux Boxin kommenttikenttä. Tämä on yksi tärkeimmistä toiminnoista hankkeen hallinnoinnissa ja tarkistamisessa, koska kyseessä on suora yhteistyö arkkitehtien, suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan välillä. Toimitilaprojektissa kommenttikenttä on otettu viestinnän perustaksi, ja voidaan seurata piirustusten tai rakennusta koskevien tietojen muutoksia reaaliajassa. Yllä olevassa kuvassa (Kuva 4), näkyy kommenttikentän käyttö. Tässä esimerkissä on valittu yksi toimitilaprojektin tyyppitiloista, jossa pääurakoitsija haluaa selvittää taustalaatituksen tarvetta tietyssä huoneessa. Tämä tapahtuu seuraavasti, valitaan kiinnostava piirustus, sitten valitaan uusikommentti, sitä klikkaamalla voidaan merkitä kiinnostavat yksityiskohdat piirustukseen ja sitten kommenttikentän oikealla puolella voidaan jättää kysymykset tietylle henkilölle ja toiveet kyseisen tehtävän toteuttamisesta. (Dalux BOX.)

Tästä ominaisuudesta on tehty erillinen liite työn tilaajalle, jota ei julkaista tässä julkisessa versiossa

5.2.3 Suunnitelmien vertailu



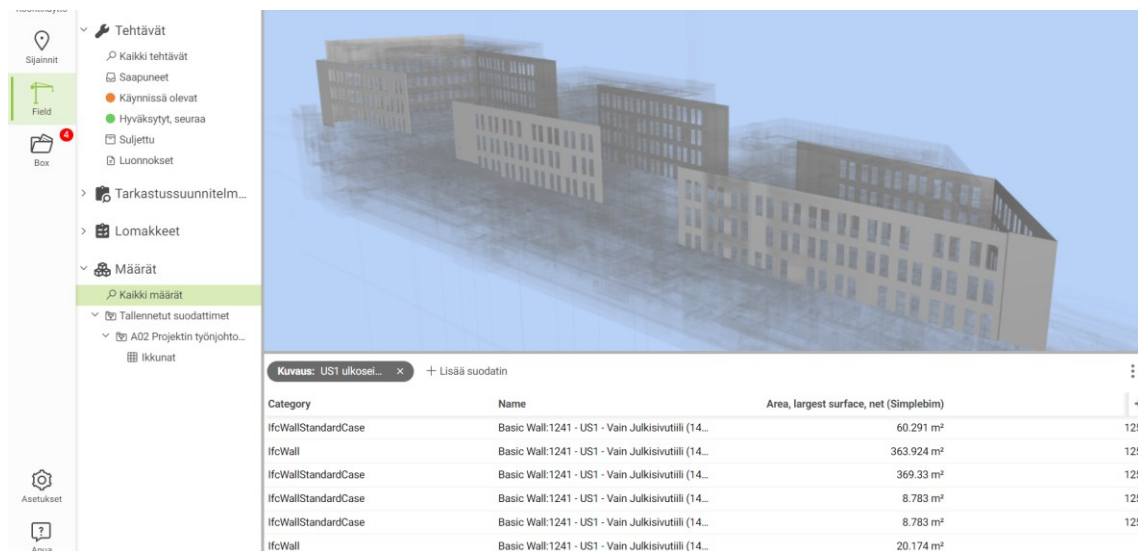
Kuva 11. Suunnitelmien versiovertailu varaston tyypitilassa toimitilaprojektissa

Dalux ohjelmiston suunnitelmien vertailu mahdollistaa eri suunnitteluversioiden tarkastelun ja vertailun. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjä voi helposti huomata miten punaisella merkatut suunnittelukohtat (Kuva 11) ovat muuttuneet projektin aikana ja analysoida muutoksia tarkemmin. Ohjelmisto auttaa käyttäjää vertaamaan eri suunnitteluversioita keskenään ja havaitsemaan mahdolliset virheet tai epä johdonmukaisuudet suunnitelmien välillä. Tämä puolestaan auttaa projektin eri osapuolia tekemään parempia päätöksiä projektin edetessä. (Dalux BOX.)

Tästä ominaisuudesta on tehty erillinen liite työn tilaajalle, jota ei julkaista tässä julkisessa versiossa.

5.3 Toimitilaprojektin kehitystarpeet

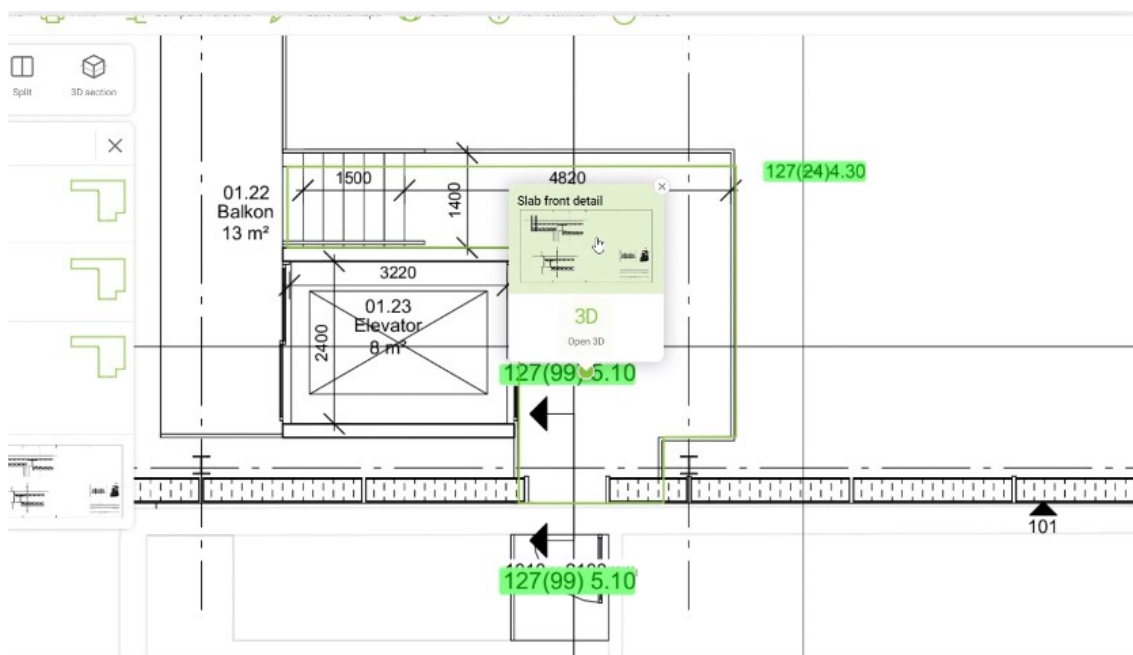
5.3.1 Määrien laskenta



Kuva 12. Julkisivutiilien määrälaskenta hankintavaiheessa toimitilaprojektissa

Dalux-ohjelmistolla on monia toimintoja, joita ei vielä laajasti hyödynnetä rakennusprojekteissa. Syynä tähän on se, että uusien sovellusten ja ominaisuuksien käyttöönotto edellyttää kaikkien osapuolten hyväksyntää ja jatkuvaa oppimista. Yksi näistä toiminnoista on määrien laskenta, joka on prosessi, jossa arvioidaan rakennusprojektin vaatimat materiaalit ja työresurssit. Tämä auttaa arvioimaan kustannuksia ja aikatauluja sekä varmistamaan, että tarvittavat resurssit ovat saatavilla projektin toteuttamiseksi. Määrien laskenta on tyypillinen tarve rakennustyömailla, ja sitä käytetään esimerkiksi hankintavaiheessa (Kuva 12). Nykyisessä toimitilaprojektissa käytetään Solibri-tietomallisovellusta määrien laskentaan. Siksi haluaisin ehdottaa Dalux Sandboxin määrien laskentatoiminnon lisäämistä projektiin, jotta voi vähentää kustannuksia eri ohjelmien lisenssien hankinnassa. Dalux Sandboxissa määrien laskenta voidaan suorittaa valitsemalla haluttu osa tai alue BIM-mallista. Ohjelmisto luo sitten automaattisesti luettelon kaikista osista, jotka ovat valitun osan sisällä, mukaan lukien materiaalit ja työmäärät. (Dalux Field.)

5.3.2 Linkitetyt piirustukset



Kuva 13. Pohjakuvaan linkitetty detaljikuva seinärakenteesta. Dalux BOX

Toinen merkittävä ominaisuus Dalux Box -sovelluksessa, joka mielisteni pitäisi sisällyttää toimitilaprojektiin sekä muihin tuleviin projekteihin, on piirustusten linkitys. Sillä voidaan esimerkiksi liittää detaljikuvat kaikkiin piirustuksiin, joissa tarvitaan lisäselvityksiä niiden toteutuksesta. Tämän ominaisuuden ansiosta kytetään optimoimaan työskentely ja minimoimaan riskit esimerkiksi siten, että detaljikuva liitetään pohjapiirustukseen, mikä vähentää aikaa, joka kuluu tietyn yksityiskohtaisen kuvan löytämiseen tietopankista, sekä vähentää toteutusvaiheen riskiä, kun tiettyä rakennetta toteutetaan väärän detaljikuvan perusteella. Lisäksi tämän ominaisuuden ansiosta on helppo seurata detaljikuvien puuttumista toteutusvaiheessa. Vaikka tämä ominaisuus on yksi rakennushankkeiden suunnittelun ohjauksen keskeisistä tekijöistä, sitä ei vielä hyödynnetä laajasti. Tämän ominaisuuden käyttöönotto edellyttää myös rakennussuunnittelijan ja arkkitehdin suostumusta sen käyttöön, sillä rakennussuunnittelija ja arkkitehti ovat osa ketjua, joka on vastuussa yksityiskohtaisten kuvien linkittämisestä piirustuksiin. (Dalux Box.)

6 Yhteenveto

Rakennustyömaan digitalisaatio, suunnittelun ohjaus, Lean-rakentaminen Last Planner -menetelmiseen ja Dalax-ohjelma ovat yhdessä muodostaneet vahvan perustan rakennusprojektien menestykselle. Näiden innovaatioiden yhdistelmä on mahdollistanut tehokkaamman, turvallisemman ja ympäristöystävällisemmän rakentamisen, joka vastaa alan kasvaviin haasteisiin.

Digitalisaatio on edistänyt reaaliaikaista tiedonjakoa, resurssien hallintaa ja projektin edistymisen seurantaan, mikä on tehostanut työmaan toimintaa ja vähentänyt inhimillisten virheiden mahdollisuutta. Suunnittelun ohjaus on puolestaan varmistanut, että projektin eri osapuolet työskentelevät yhdessä kohti yhteisiä tavoitteita ja että suunnitteluratkaisut ovat toteutettavissa, kustannustehokkaita ja kestäviä.

Lean-rakentaminen keskittyy jatkuvaan parantamiseen, hukan eliminointiin ja arvon luomiseen. Sen Last Planner -menetelmä tarjoaa tehokkaan tavan aikatauluttaa ja hallita töitä, mikä parantaa projektien toimitusaikaa, laatua ja kustannustehokkuutta. Last Planner tukee myös tehokasta kommunikointia ja yhteistyötä eri osapuolten välillä.

Dalax-ohjelma toimii digitaalisena alustana, joka yhdistää edellä mainitut lähestymistavat. Se tarjoaa työkaluja Lean-rakentamisen periaatteiden ja suunnittelun ohjauksen toteuttamiseen sekä helpottaa tiedonkulkua ja päätöksentekoa. Dalax-ohjelma tukee Last Planner -menetelmän käyttöönottoa ja tehostaa resurssien kohdentamista.

Yhteenvetona voidaan todeta, että rakennustyömaan digitalisaatio, suunnittelun ohjaus, Lean-rakentaminen Last Planner -menetelmiseen ja Dalax-ohjelma ovat olennaisia tekijöitä nykyaikaisessa rakentamisessa. Niiden avulla rakennusprojektit voivat saavuttaa parempia tuloksia, tehostaa toimintaa ja vastata kestävä ja kilpailukykyisen rakennusalan tulevaisuuden haasteisiin.

Lähteet

Aecbytes. 2022. Verkkoaineisto. <https://www.aecbytes.com/review/2022/Dalux.html>

Archsupply. 2023. Verkkoaineisto. <https://download.archsupply.com/get/download-dalux-bim-viewer-for-mobile/>

Billard ja Koskela 1998. Kirja

Building information modeling market. 2020. Verkkoaineisto. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/building-information-modeling-market-95037387.html>

Buildingsmart. 2023. Verkkoaineisto. <https://drive.buildingsmart.fi/s/7FPE7tGocYZw8BY>

Dalux Viewer. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi/bim-viewer>

Dalux.2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi>

Euroopan parlamentti. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180301STO98928/kasvihuonekaasupaastot-eu-ssa-ja-maailmalla-info-grafiikka>

Jydacom. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.jydacom.fi/ajankohtaista/rakennusalan-digitalisaatio-3-askelta-miten-paasta>

Koskela & Koskenvesa 2003. Kirja

Koskela et al 2002. Kirja

Lujatalo. 2016. Verkkoaineisto. https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaaineistot/2016/130416_tietomallien-kaytto

Lujatalo.2016. Verkkoaineisto. https://www.rt.fi/globalassets/koulutus--ja-esitys-aineistot/2016/130416_tietomallien-kaytto

Modig, Niklas – Åhlström, Pär. (2019). Tätä on lean. (8., uudistettu painos). Rheologica Publishing. Kirja

Nordicbim.2023. Verkkoaineisto. <https://www.nordicbim.com/fi/bim-tietomallin-nuksen-abc>

PRO IT. 2005. Verkkoaineisto. <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>

Projektipankki. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.projektipankki.net/LastPlannerEdut.aspx>

Rakennuslehti. 2020. Verkkoaineisto. <https://www.rakennuslehti.fi/2020/10/suomi-oli-kerran-rakentamisen-digitalisaation>

Rakennustieto.2023. Verkkoaineisto. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK040502.pdf>

Ramboll. 2023. Verkkoaineisto. <https://fi.ramboll.com/media/artikkelit/rakentaminen-ja-kiinteistot/lean-suunnittelun-ohjaamisessa>

RIL 276-2021 Lean rakentamisessa. Kirja

RT 10-10575, RAP95. Rakennustieto

RT 10-10764. Rakennustieto

RT 13-10845, Projektinjohtopalvelusopimuksen laatiminen. Rakennustieto

RT 13-10845, Projektinjohtopalvelusopimuksen laatiminen. Rakennustieto

RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa. Rakennustieto

RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa. Rakennustieto

RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa. Rakennustieto

RT 13-10860, Suunnittelun johtaminen rakennushankkeissa. Rakennustieto

Simplify Leverage Integrate Mobile BIM.2023. Verkkoaineisto. <http://www.slim-bim2go.com/>

Solibri. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.solibri.com/fi/ajankohtaista/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa>

SUKE-Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektijohtorakentamisessa. 2009. Kirja

Vertaa CMAA, CM Standards of Practice. Kirja

Wikipedia. 2023. Verkkoaineisto. https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling

Wikipedia. 2023. Verkkoaineisto. https://fi.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes

Dalux Field. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi/field-basic>

Dalux BOX. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi/dalux-box>

Dalux BOX Projektipankki. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi/dalux-box/projektipankki>

Dalux BOX. 2023. Verkkoaineisto. <https://www.dalux.com/fi/dalux-box/dalux-handover>

Liite salattu opinnäytetyön julkisesta osasta