



Antti Veini

Dalux työmaiden laadunvarmistuksessa: Opas työnjohtajille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

21.3.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Antti Veini
Otsikko:	Dalux työmaiden laadunvarmistuksessa: Opas työnjohtajille
Sivumäärä:	52 sivua + 1 liite
Aika:	21.3.2025
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat:	Tuotantopäällikkö, Juha Paavilainen Lehtori, Sakari Pesonen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli avata rakentamisen laatuksitystä ja miten Dalux-laadunvarmistusjärjestelmää hyödynnetään rakennushankkeen laadunvarmistamisessa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin, mitä ominaisuuksia Dalux tarjoaa ja miten sitä käytetään. Opinnäytetyö toteutettiin Peab Oy:n toimeksiantona. Tutkimusmenetelminä käytettiin toiminnallista tutkimusta, jossa Daluxia käytettiin käytännössä sekä tutkittiin teoriatasolla, mitä ominaisuuksia ohjelma tarjoaa. Aineisto perustuu verkkolähteisiin rakentamisen ohjeistuksista ja käytännöistä sekä RT-kortistoon.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta Daluxin käytännön hyöty ja hyödylliset ominaisuudet rakentamisen laadunvarmistusjärjestelmänä. Opinnäytetyön tuloksena on työnjohtajille suunnattu opas Daluxin käytöstä, joka edesauttaa sen käyttöönottoa työmaalla.

Avainsanat: laadunvarmistus, tehtäväsuunnittelu, Dalux

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Antti Veini
Title: Dalux in Site Quality Assurance: Guide for Construction Site Managers
Number of Pages: 52 pages + 1 appendices
Date: 1 March 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Degree Programme in Construction Site Management
Professional Major: House Building Site Management
Supervisors: Juha Paavilainen, Project Manager
Sakari Pesonen, Senior Lecturer

The objective of this graduate study was to explore the concept of construction quality and how the Dalux quality assurance system is utilized in ensuring quality of construction projects. The study examined the features provided by Dalux and how the system is used in practice. The thesis was conducted as a commission for Peab Oy. The study methods included functional study, where Dalux was used in real-life applications, as well as a theoretical review of the system's features. The data was based on online sources regarding construction guidelines and practices, as well as the RT card index. Based on the findings of the study, the practical benefits and useful features of Dalux as a construction quality assurance system were confirmed. As a result of the thesis, a guide for site managers on the use of Dalux was created to facilitate its implementation on construction sites.

Keywords: Quality assurance, subcontract planning, Dalux

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietoperusta	2
2.1	Laatukäsitys rakentamisessa	2
2.1.1	Tilaaajan laatukäsitys	2
2.1.2	Tuotannon laatukäsitys	3
2.2	Laadunhallinnan periaatteet	3
2.2.1	ISO 9001	4
2.2.2	Rakentamisen laadunhallinta	5
2.2.3	Laadunvarmistus	6
2.2.4	Laadunvalvonta	6
2.2.5	Laatutarkastukset	7
2.3	Työmaan laatusuunnittelu	8
2.3.1	Vastuiden jako	9
2.3.2	Laadunvarmistusmatriisi	9
2.3.3	Tehtäväsuunnitelma	12
2.3.4	Aloituspäivä	12
2.4	Alakattotöiden laadunvarmistus	13
2.4.1	Laadunvarmistuksen lähtökohdat	15
2.4.2	Materiaalien laatuvaatimukset	16
2.4.3	Alakaton rakenteelliset laatuvaatimukset	16
2.5	Laadunvarmistustoimenpiteet ennen alakattourakkaa	17
2.5.1	Alakattourakan tehtäväsuunnitelma ja aloituspäivä	18
2.5.2	Suunnitelmakatselmus	25
2.6	Laadunvarmistuksen menetelmät urakan aikana	26
2.6.1	Mestän vastaanotto	26
2.6.2	Malliasennus	26
2.6.3	Osakohteentarkastus	27
2.6.4	Itselleluovutus	28
2.7	Alakattorakenteen muut laadunvarmistustoimenpiteet	28
2.7.1	Tartuntavetolujuuskoe	28

2.7.2	Akustiikka	29
2.7.3	Palonkestävyys	29
2.8	Dalux	30
3	Tutkimusmenetelmät	31
3.1	Daluxin käyttö laadunvarmistamisessa	32
3.1.1	Tarkastussuunnitelmien matriisi	33
3.1.2	Tarkastussuunnitelmat	34
3.1.3	Laatutarkastuspohjat	38
3.2	Alakattotarkastukset Daluxilla	39
3.2.1	Tarkastuksen tiedot	40
3.2.2	Tarkastuskohdat ja tarkastuksen tekeminen	41
3.2.3	Käytetyt mittausmenetelmät	42
3.2.4	Laatupoikkeama	42
4	Tulokset	43
4.1	Tarkastussuunnitelmien matriisi	44
4.2	Tarkastussuunnitelmat ja laatutarkastuspohjien muokkaus	45
4.3	Tarkastuksien suorittaminen mobiililaitteilla	46
4.4	Laadunvarmistus työkalut	47
5	Johtopäätökset	47
	Lähteet	49
	Kuvalähteet	51
	Liitteet	53

Liite 1: Dalux-opas työnjohtajille (vain työn tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin)

Lyhenteet

ARK: Arkkitehti

AU: Aliurakoitsija

BIM: Building information model

POA: Potentiaalisten ongelmien analyysi

PU: Pääurakoitsija

RAK: Rakenne

REV: Revisio

TR: Työturvallisuusmittaus

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Dalux-rakentamisen ja kiinteistöhallinnan tietoteknisen järjestelmän käyttöä ja hyötyjä rakentamisen laadunvarmistuksessa. Tietoperustassa perehdytään yleisesti ottaen rakentamisen laadun pääpiirteisiin sekä mihin ne perustuvat. Pääurakoitsijan näkökulmaa tarkastellaan, mitkä asiat edesauttavat rakennusurakassa halutun laadun saavuttamiseksi. Tietoperustan tavoitteena on antaa lukijalle kokonaisvaltainen käsitys rakentamisen laadusta.

Opinnäytetyön tavoite on tutkia, miten työnjohtajat voivat hyötyä Daluxin tarjoamista ominaisuuksista ja opastaa sen käytössä. Aihe perustuu uuden laadunvarmistusjärjestelmän käyttöönottoon yrityksessä. Koska Dalux on uusi sovellus Peabin tuotannossa, sen käyttöön ole ei vielä laadittu ohjeistusta. Tämän opinnäytetyön liitteenä on Peab Oy:lle jäävä käyttöopas Daluxista laadunvarmistamiseen.

Tutkimuksen näkökulma on rajattu käsittelemään työnjohtajan työmaatoteutusta ja laadunvalvontatehtäviä. Tutkimusaineistona käytetään Daluxin tarjoamia ominaisuuksia. Esimerkkinä käytetään alakattotöiden laatutarkastuksia. Tietoperustassa avataan myös yleistä perustaa alakatoista.

Tietoperustan tutkimuskysymykset ovat:

- Mikä on aliurakan aloituspalaveri? Miksi se on tärkeä?
- Mitä hyödyllisiä menetelmiä Dalux tarjoaa laatutarkastuksiin?
- Mitä laadunvalvonta tarkoittaa ja mikä sen merkitys on rakentamisessa?
- Mitä, jos laadunvalvonta ei toteudu?

2 Tietoperusta

2.1 Laatukäsitys rakentamisessa

Rakentamisen laatua käsitteenä määrittelee moni eri tekijä. Lähtökohtana on, että se täyttää ympäristöministeriön maankäyttö- ja rakennuslain vaatimukset. Nämä ovat vaatimuksia, joiden tavoitteena on taata terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon. Tämä on vähimmäislaatu, joka rakentamisessa tulisi saavuttaa. Laatua määrittelee myös rakennuksen käyttötarkoitus, jotta se vastaa sen toiminnallista tarkoitusta. Laatu on myös rakennuksessa kokonaisvaltainen käsite, että se on teknisesti ja visuaalisesti suunnitelmia vastaava. (1, s. 11.)

2.1.1 Tilaajan laatukäsitys

Tilaajan kannalta laadun mittaaminen perustuu yhteistyön onnistumiseen projektin aikana sekä tyytyväisyyteen ja rakennuksen suunnitelmien mukaisuuteen. Lopputarkastuksen virheiden määrä ja takuuajana mahdolliset korjaukset vaikuttavat kokemukseen rakentamisen laadusta ja vaikuttavat negatiivisesti rakennuksen käyttöönottoon. Rakennuksen luovutuksen jälkeinen virheiden korjaaminen häiritsee käyttäjiä ja vaikuttavaa kokonaistyytyväisyyteen projektissa. Palaute- ja asiakastyytyväisyysmittaukset kuvaavat projektin toiminnallista laatua teknisen ja visuaalisen toteutuksen rinnalla. (1, s. 11.)

Sen lisäksi, että vakavat rakennusvirheet ovat vastoin maankäyttö- ja rakennuslakia ovat ne myös tilaajan tyytyväisyyden kannalta negatiivinen tekijä. Vakavimmiksi rakennusvirheiksi lasketaan esimerkiksi rakenteen lujuuteen sekä kosteuden hallintaan liittyvät virheet. Nämä vaikuttavat suoraan terveellisen ja turvallisen ympäristön kuvaukseen rakentamisen vähimmäisvaatimuksista. (2.)

2.1.2 Tuotannon laatukäsitys

Rakennushankkeen tuotannon laatu tulee täyttää tilaajan laatuvaatimukset, jotka pääurakoitsijan tulee sopimuksen mukaisesti täyttää. Pääurakoitsijalle tämä merkitsee, että rakentaminen toteutetaan hyväksytyjen suunnitelmien, käytäntöjen ja lakien mukaisesti. Merkittäviä tekijöitä ovat laatujärjestelmän noudattaminen sekä valvonnan onnistuminen. Nämä ovat tekijöitä, jolloin laatukäsitys täyttyy tilaajan puolesta. Pääurakoitsijalle laatu merkitsee myös, että rakennustyöt tehdään turvallisesti, aikataulussa sekä kustannusten puitteissa ja hyvää rakennustapaa noudattaen. (1, s. 11.)

Laadunvalvonnalla on suora yhteys projektien onnistumiseen, sillä laadunvalvonnalla valvotaan urakkasopimuksessa olevien laatukriteerien täyttymistä. Laatu on yritykselle strateginen liiketoiminnan tekijä, jolla pystytään vaikuttamaan yrityksen maineeseen ja kilpailukykyyn. Asiakaslähtöinen laatu voi luoda pitkäaikaisia asiakassuhteita sekä tuottaa kilpailuetua. Hyvällä laadunvalvonnalla pystytään vaikuttamaan projektin onnistumiseen kaikilta näiltä osin. (1, s. 11–12.)

Mikäli rakennus ei toimi teknisesti tai visuaalinen laatutaso ei ole hyvä, tämä johtaa korjausvelvoitteisiin. Kerran tehdyn korjaaminen nostaa projektin kustannuksia sekä laskee taloudellista kannattavuutta. Yritykselle tämä on laadunvalvonnan epäonnistumista, joka heikentää mielikuvaa yrityksestä ja käsitystä sen toiminnasta. (3.)

2.2 Laadunhallinnan periaatteet

Laadunhallinnan ensisijainen tavoite on täyttää asiakkaiden vaatimukset ja pyrkiä täyttämään heidän odotuksensa. Asiakkaiden ja muiden sidosryhmien tarpeiden ymmärtäminen edesauttaa organisaation ja yrityksen menestystä. Organisaation ylin johto määrittelee organisaatiolle yhteisen tarkoituksen ja suunnan, jota seuraamalla pyritään saavuttamaan asiakkaiden tyytyväisyys. Merkittävä

tekijä laadunhallinnassa on rakentaa laadunhallintajärjestelmä, joka antaa perustan laadunhallinnalle. (4.)

2.2.1 ISO 9001

ISO 9001 on kansainvälinen standardi, joka määrittelee vaatimukset organisaation laadunhallintajärjestelmälle. Monet rakennusalan yritykset käyttävät ISO 9001 -standardia laadunhallinnan ohjenuorana. Sen avulla varmistetaan, että tuotteet ja palvelut täyttävät asiakkaiden odotukset ja luovat luottamusta niiden laatuun. Laadunhallintajärjestelmän avulla organisaatio voi jatkuvasti kehittää toimintaansa ja ylläpitää asiakastytyvyyttä tarjoamalla korkeatasoisia palveluita ja tuotteita. (5.)

Järjestelmä kattaa kaikki organisaation toiminnan kannalta tärkeät prosessit, resurssit ja toimenpiteet. ISO 9001 tarjoaa kokonaisvaltaisen lähestymistavan laadunhallintaan, mikä auttaa organisaatioita kehittämään toimintaansa ja osoittamaan laadunhallinnan tason sidosryhmilleen. Lisäksi se edistää positiivista asiakaspalautetta ja vahvistaa organisaation mainetta luotettavana toimijana. (5.)

Standardin käyttäjien mukaan ISO 9001 auttaa:

- Yhdistämään laatujohtamisen osaksi strategiaa ja toiminnan suunnittelua
- Lisäämään johdon sitoutumista
- Kannustamaan henkilöstöä osallistumaan laadun kehittämiseen
- Parantamaan kilpailukykyä kehittämällä resurssitehokkuutta ja karsimalla kustannuksia
- Tuottamaan tuotteita ja palveluita, jotka täyttävät asiakkaiden vaatimukset nyt ja tulevaisuudessa

- Parantamaan asiakastyytyvyyttä
- Lisäämään toiminnan luotettavuutta.

2.2.2 Rakentamisen laadunhallinta

Rakentamisessa laadunhallinnalla tarkoitetaan tilatun rakennuksen laadunvarmistamista ja rakennuspalvelun toiminnan hallitsemista. Tavoitteena on varmistaa rakennuksen ja projektin osapuolten yhteistoiminnalle asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden toteutuminen. Oleellisimmat asiat rakennushankkeessa ovat rakennustöiden turvallisuus, rakennuksen terveellisyys, kestävyys, toimivuus sekä hankkeen aikataulu ja budjetti. Laadunhallinta on systemaattinen prosessi, joka perustuu rakennushankkeen riskienhallintaan. Riskien- ja laadunhallinta tähtäävät kummatkin rakennusvirheiden välttämiseen. (6, s. 2.)

Riskienhallinnan tarkoitus on varautua hankkeen toteutumiseen uhkaaviin tekijöihin, kun taas laadunhallinnalla pyritään varmistamaan rakennuksen ja rakentamisprosessin vaatimustenmukaisuus. Rakennushankkeen riskit tulee havaita ja analysoida, jotta niitä voi hallita. Tämä on hankkeen kuin myös yksittäisten aliurakoiden kannalta kannattava toimenpide. (6, s. 2.)

Laadunhallinnan keinoja ovat laadunvarmistus, laadun jatkuva parantaminen, seuranta ja laatuvaatimusten selkeyttäminen todennettaviksi suureiksi. Tämä perustuu siihen, että laatuvaatimukset kirjoitetaan auki tai osoitetaan suunnitelmissa. Laadun jatkuva parantaminen tarkoittaa havaittujen laatupuutteiden korjaamista, tarkemittauksia sekä yhteistyötä ja kommunikation parantamista eri sidosryhmien välillä. Laadunhallinnan kannalta merkittävät sidosryhmät ovat pääurakoitsija, tilaaja, valvojat, aliurakoitsijat ja suunnittelijat. Havaitut laatupuutteet tulee osoittaa korjattaviksi aliurakoitsijalle sekä myöhemmin todentaa tehdyksi muille osapuolille. (6, s. 2.)

2.2.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus on prosessi, jonka tarkoituksena on hallita, että haluttu laatu-taso saavutetaan. Lähtökohtana on määritellä asiakkaan laatuvaatimukset, jonka mukaan määritellään toimenpiteet rakennuksen laadun toteutumiseen. Laatuvaatimukset koskevat pääasiassa työn lopputuloksen mittoja ja toleransseja sekä ominaisuuksia ja ulkonäköä. Ne voivat koskea myös työsuoritusta tai toimintaan työmaalla kuten varastointia, suojauksia tai jätteiden käsittelyä ja siivousta. Laadunhallinnalla ja laadunvarmistuksessa varaudutaan myös laadullisiin riskeihin. Tällä tavoin pystytään ennaltaehkäisemään laatuvirheitä. (7, 1, s. 12.)

Laadunvarmistus sisältää myös kommunikaation rakennuttajan, suunnittelijoiden ja aliorakoitsijoiden välillä. Kommunikaatio takaa, että haluttu laatu saavutetaan kerralla ja pystytään ennaltaehkäisemään virheiden syntymistä, jotka voivat olla seurauksena suunnitelmien puutteista tai sidosryhmien välisistä väärinymmärryksistä. Laatuvirheet voivat olla myös piileviä ongelmia, jotka syntyvät rakentamisen yhteydessä siltä osin, että työ on tehty huolimattomasti eikä sitä olla tarkastettu. (7, 1, s. 12.)

2.2.4 Laadunvalvonta

Laadunvalvonta on prosessi, jonka avulla varmistetaan rakentamisen laatu. Se kattaa erilaisia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on seurata ja arvioida rakentamisen laatua. Laadunvalvonta voi olla joko korjaavaa tai ohjaavaa ja sen tehtävänä on varmistaa, että laatukriteerit täyttyvät rakentamisen aikana. Vastuu laadunvalvonnasta on pääurakoitsijan työmaaorganisaatiolla. Pääurakoitsijan työnjohtajat valvovat mm. aliorakoiden laadun toteutumista. Rakennustöiden valvoja varmistaa, että rakennushanke toteutuu sopimuksen, lakien ja hyvän rakennustavan mukaisesti. (7, 1, s. 12.)

Laadunvalvontaa kuuluu esimerkiksi, että rakenteet ja materiaalit täyttävät rakennusmääräykset ja laatuvaatimukset. Laadunvalvonnalla pyritään

havaitsemaan kaikki mahdolliset virheet ja poikkeamat ennen tuotteen luovuttamista asiakkaalle, jolloin rakennus saadaan luovutettua tilaajalle aikataulussa. Laadunvalvonnalla voidaan välttyä myös mahdollisilta takuukorjauksilta. Näin varmistetaan, että virheet voidaan korjata ajoissa ja välttyään suuremmilta ongelmilta myöhemmin. Virheiden korjaaminen ajoissa alentaa kustannuksia, esimerkiksi mitä enemmän rakenteita joudutaan purkamaan, sitä kalliimpaa se on. Tämä myös vaikuttaa aikatauluun, sillä nopeampaa on kokonaiskuvassa korjata yksi virhe heti. Myöhemmässä vaiheessa yhden virheen korjaaminen voi vaikuttaa myös ympärillä oleviin rakenteisiin. Jos rakennusmateriaalissa on virhe, kuten halkeama tai väärä mitta, laadunvalvonnalla varmistetaan, että se vaihdetaan. Laadunvalvonnalla pyritään poistamaan toistuvia sekä satunnaisia rakennus- ja materiaalivirheitä ajoissa. Tällä tavoin pystytään parantamaan koko rakennusprosessia. (8.)

Nykyään teknologia avulla parannetaan laadunvalvontaa. Digitaaliset laatu järjestelmät voivat merkittävästi tehostaa laadunvalvontaa ja viestintää. Digitaalisilajärjestelmillä laatu havainnot voidaan välittää suoraan eri osapuolille kuten esimerkiksi aliurakoitsijoille. Digitaalisten työkalujen käyttö voi parantaa prosessien tarkkuutta valokuvilla ja määritetyillä sijaintitiedoilla. Digitaaliset tarkastuslomakkeet nopeuttavat raporttien luomista ja niiden täyttämistä, mikä voi olla erityisen hyödyllistä, kun käsitellään modernin rakennusalan tarpeita ja vaatimuksia. (1, s. 18.)

2.2.5 Laatu tarkastukset

Laatutarkastukset ovat keskeinen osa laadunvalvontaa rakennusprojekteissa. Ne ovat systemaattisia tarkastuksia, joiden avulla varmistetaan, että projekti täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Tarkastuksilla voidaan arvioida niin materiaalien kuin työsuoritusten laatua. Materiaalit tarkastetaan, jotta voidaan varmistaa niiden vastaavan asetettuja vaatimuksia ja ettei niissä ole toimituksen aikana syntyneitä vaurioita. Työsuoritukset puolestaan tarkastetaan, jotta voidaan todentaa niiden täyttävän määritellyn laadun ja hyvän rakennustavan

vaatimukset. Laatutarkastusraportit ovat tärkeää dokumentoida projektin tietojärjestelmään, jotta tuotannon laatua voidaan seurata ja eri osapuolille voidaan osoittaa laadun toteutuminen. (1, s. 7.)

Laatutarkastukset tulisi ottaa huomioon aikataulussa ja suunnitella toteutettavaksi oikea-aikaisesti. Esimerkiksi laadullisesti kriittisestä työvaiheesta siirtymisestä seuraavaan. Seuraaviin työvaiheisiin ei tulisi siirtyä ennen kuin laatutarkastus on tehty ja laatu todettu hyväksytyksi. Nämä tilanteet voivat koskea rakenteita, jotka jäävät seuraavan työvaiheen jälkeen peittoon. (1, s. 7.)

2.3 Työmaan laatusuunnittelu

Pääurakoitsijan kannalta laatusuunnittelu on merkittävä tekijä, sillä se voi varmistaa tehokkaan, kerralla sopimuksen mukaista laatua asiakkaalle tuottavan toiminnan. Laatusuunnittelulla tarkoitetaan tuotteelle tai palvelulle asetettujen laatuvaatimusten saavuttamisessa tarvittavien käytäntöjen, ohjeiden, voimavarojen ja toiminnan suunnittelua. Työmaan laatusuunnitelmassa esitetään työmaan tuotannonohjaus, riskit sekä laadunvarmistustoimet ja -vastuut. Laatusuunnitelma kokoaa kaikki suunnitelmat, toimenpiteet, apuvälineet ja keinot, joilla asiakkaan tilaama lopputulos saavutetaan hyvän rakennustavan mukaisesti ja taloudellisesti kannattavasti. Laatusuunnitelmassa esitetään mitä yrityksen laatujärjestelmän toimintamalleja ja apuvälineitä työmaalla käytetään. Laatusuunnitelma ei korvaa mitään aikaisemmin tehtyä suunnitelmaa vaan kokoaa suunnitelmat ja toimenpiteet yhdeksi kokonaisuudeksi. Työmaan laatusuunnitelma on sidoksissa suoraan laadunvarmistukseen, työturvallisuuteen, aikatauluihin ja aliurakoihin. (1, s. 12.)

Laatusuunnittelu näkyy rakentamisessa urakoiden parempana etenemisenä ja virheiden välttymisenä. Tämän ansiosta lisäkustannuksia ei synny. Aliurakoitsijoiden työn laadun valvominen ja täsmällinen viestintä urakoitsijoiden välillä on tärkeä osa laatusuunnitelman toteutumista. Laatusuunnittelun merkittäviä osatekijöitä ovat yrityksen toimintajärjestelmä, vastuut, hankkeen

laadunvarmistusmatriisi ja urakoiden tehtäväsuunnitelmat. Näillä keinoin laadunvarmistukselle on hyvä perusta ja työmaan laadun toteutumiseksi. (9, s. 1–13. 1, s. 12.)

2.3.1 Vastuiden jako

Rakentamisen alkaessa vastuiden jako tuotannon eri osista on keskeinen osa laadunvarmistusta ja työmaan laatusuunnitelmaa. Jokaisen tuotantoon osallistuvan tulee tiedostaa laatukäsitys. Rakennushanke koostuu monista eri kokonaisuuksista ja tehtävistä, joten vastuiden jaolla pyritään jakamaan mm. urakoiden, hankintojen, kustannusten ja suunnitelmatarpeiden perusteella tehtävät. Tällä tavoin vältetään virheet tehtävissä, joille ei ole määritelty vastuuhenkilöä. (1, s. 16.)

Vastuut työnaikaisesta ohjauksesta, laadunvarmistuksesta ja valvonnasta suunnitellaan siten, että mahdolliset poikkeamat havaitaan ja niihin puututaan ajoissa. Vastuiden jako ei ainoastaan paranna laatua vaan voi myös edistää kustannustehokkuutta, kun virheitä ja viivästyksiä vältetään. Laadun varmistaminen voi johtaa parempiin taloudellisiin tuloksiin, joka voi olla tärkeä näkökulma rakennushankkeiden hallinnassa ja onnistumisessa. Työkokonaisuudet tai aliurakat valtuutetaan esimerkiksi yhdelle työnjohtajalle, jolloin hänen on selkeä määrittää kokonaisuuden laatuvaatimukset ja omaksua tämä laadunvalvontatehtäväkseen. (1, s. 13.)

2.3.2 Laadunvarmistusmatriisi

Työmaan aloituspalaverissa laaditaan hankkeen laadunvarmistusmatriisi. (Kuva 1.) Laadunvarmistusmatriisissa esitetään työmaan laadunvarmistustoimet. Nämä perustuvat sopimusasiakirjojen vaatimuksiin ja riskianalyysin tuloksiin sekä rakennusvalvonnan aloituspalaverissa ilmenneisiin vaatimuksiin. Riskianalyysin tulokset ja vaatimukset voivat liittyä hankkeen erityispiirteisiin. Erityispiirteitä voi olla esimerkiksi rakennuksen haastava sijainti, haasteellisesti

toteutettavat rakenteet tai mahdollisista rakennusvirheistä johtuvat vahingot. Laadunvarmistusmatriisissa on eritelty hankkeen urakat, jotka vaativat erityisvalvontaa. Näistä pitää laatia mm. tehtäväsuunnitelma, mallityö, tarkemmittaus sekä muut tarkastukset. Hankkeen lopussa laadunvarmistusmatriisi tulee esittää tilaajalle ja muille osapuolille osoituksena siitä, että laadunvalvonta on toteutunut työmaan aikana hyväksytyin laadunvarmistusmatriisin mukaisesti. (1, s. 18.)

Laadunvarmistusmatriisi									
Aikataulu-tehtävä	Laadunvarmistustoimi								
	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäivä	Mallityö	Tarkemmittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastaanotto katselmus
Maarakennustyöt		X						X	X
Perustustyöt	X	X	X	X	X	X		X	X
Elementtiasennus	X	X	X	X	X	X			X
Vesikattotyöt	X	X	X		X	X	X		X
LVI- ja sähkötyöt		X		X	X		X		X
Ikkuna-asennus		X	X	X					X
Väliseinätyö		X	X			X			X
Tasoite ja maalaus		X	X		X	X	X		X

Kuva 1. Laadunvarmistusmatriisi (1, s. 18.)

Laadunvarmistusmatriisi luodaan urakoiden sisällön mukaan. Urakoita ja työvaiheita varten suunnitellaan laadunhallintatoimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä työn laadunvarmistuksen kannalta. Näistä toimenpiteistä esitetään kuvaus, josta selviää millä menetelmällä tehtävän laatu varmistetaan. Toimenpiteet valitaan urakan riskikartoituksen kautta. Riskikartoitus tehdään hankkeen kaikista aliurakoista, mutta voidaan tehdä myös erikseen riskialttiista työvaiheista. Riskeinä voi olla esimerkiksi laatu, aikataulu, turvallisuus, kustannukset ja museaaliset arvot. (1, s. 18.)

Laadulliset riskit voivat perustuvat siihen, että niistä ei ole kokemusta tai laatu on vaikeasti saavutettavissa esimerkiksi työtilan puutteen takia. Tehtävät, joissa ilmenee laadullisia riskejä, tulisi suunnitella etukäteen siten, että tavoiteltu laatu voidaan toteuttaa. Nämä tehtävät tai työvaiheet vaativat erillisen tehtäväsuunnitelman. Mallityöt ovat myös keino varmistaa eri osapuolille, että laatuvaatimukset täyttyvät. (1, s. 26–28.)

Aikataulullinen riski on kokonaisuuden kannalta huomioitava, sillä seuraavat työvaiheet voivat olla riippuvaisia tämän työvaiheen valmistumisesta. Työvaiheen venyminen voi vaikuttaa kokonaisuudessaan aikatauluun, kun muut työvaiheet tai urakat eivät ala ajallaan. Tämä venyttää koko hankkeen kokonaisaikataulua ja valmistumista. Aikataulullinen riski voi perustua myös materiaalitöiden viiveeseen tai sovittuun ajoitukseen. Aikataulullista riskiä pienennetään lisäämällä pelivaraa tehtäville, joilla on riski viivästyä. Pelivaralla varaudutaan mahdollisiin viivästyksiin. (1, s. 26–28.)

Turvallisuuteen liittyvät riskit tulee ottaa huomioon tehtävän suunnittelussa, jotta tehtävä voidaan toteuttaa turvallisuusohjeiden ja lakien mukaisesti. Tämä voi vaatia työturvallisuusvarusteiden hankintaa. Nämä voivat olla esimerkiksi telineitä, valjaiden ankkurointipisteitä tai nostimien vuokrausta. Työturvallisuuden varmistaminen tulee ottaa huomioon myös tehtävän aikataulussa. Ennen kuin tehtävä on ajoitettu alkavaksi työturvallisuuteen liittyvät asiat ovat oltava valmiina. Esimerkiksi telineiden tarkastus on oltava tehtynä ja kunnossa. (6, s. 5–6.)

Kustannusriskiin tulee varautua tehtävän suunnitellulla. Tehtävä tulee edetä ilman häiriöitä tai muutoksia, joita ei ole otettu huomioon urakkasopimuksessa. Kaikki muutokset ja urakan etenemisen häiriöt ovat aliurakoitsijalle lisätöitä. Materiaaleista voi koostua myös kustannusriski. Riskejä voi olla hintojen nousu, toimitusviiveet tai materiaalien laatuongelmat. Materiaalit voivat olla myös herkkiä tai eivät kestä yhtään vaurioitumista kolhujen tai olosuhteiden kannalta. Materiaalimenekki ja mahdollinen hukka tulee ottaa huomioon laskennassa, jotta yllätyksellisiä lisäkustannuksia ei synny. (6, s. 5–6.)

2.3.3 Tehtäväsuunnitelma

Tehtävä on rakennushankkeen yksittäinen työkokonaisuus, joka koostuu yleensä yhdestä työlajista, kuten alakaton asennuksesta. Tehtäväsuunnitelma on tärkeä osa laadunvarmistusta, sillä sen avulla varmistetaan tehtävän toteutus suunnitelmien, aikarajojen ja kustannustavoitteiden mukaisesti. Pääurakoitsija laatii tehtäväsuunnitelmat niille tehtäville, joille ne on määritetty laadunvarmistusmatriisissa. Tehtäväsuunnitelma sisältää urakan laatuvaatimukset, aikarajat, taloudelliset tavoitteet sekä riskianalyysin ja työturvallisuuskohdat. (1, s. 27.)

Tehtäväsuunnitelmassa määritellään keinot, kuten laatutarkastukset ja materiaalimenekin seuranta, jotka auttavat saavuttamaan asetetut tavoitteet. Suunnitelmat käydään läpi aliurakoitsijoiden kanssa, jotta kaikilla osapuolilla on yhteinen ymmärrys tehtävän sisällöstä. Suunnitelmassa arvioidaan myös mahdolliset esteet ja riskit, ja niiden varautumiseen luodaan ohjauskeinot. (1, s. 27.)

Tärkeää on huomioida työmaan olosuhteet ja muiden töiden vaikutus, kuten lämpötila ja kosteus, joihin voidaan vaikuttaa tarvittaessa. Lisäksi materiaalien toimitus, varastointi ja siirto tulee varmistaa, jotta työn sujuvuus ei esty. (1, s. 27.)

2.3.4 Aloituspalaveri

Työmaan aliurakoiden aloituspalavereissa käydään urakkakohtainen tehtäväsuunnitelma läpi. Kyseisen urakan työnjohtajalle on tärkeää luoda kyseisen urakan erilliset laatutarkastukset, joissa ilmenee laatuvaatimukset, joita hän tulee tarkastamaan urakan aikana. Tällä tavoin haluttu laatuksitys ja merkittävät laatuksiteerit siirtyvät tekijätasolle. Aloituspalaverissa urakan ohjauksen kannalta on myös oleellista sopia palaverikäytännöistä, kalustotarpeista ja materiaalitöimituksien ajankohdista ja mahdollisesti niiden varastoinnista työmaalla. (1, s. 27.)

Aliurakan aloituspalaverissa on syytä myös varmistaa urakkarajat, ettei niissä ilmene ristiriitaisuuksia tai epäselvyyksiä osapuolien kesken. Urakkarajoista selviää ketkä ovat vastuussa kunkin osa-alueen toteuttamisesta ja niiden sisällystä. Urakkarajat on esitetty aliurakka- ja hankintasopimusten osana. Mikäli urakkarajoissa ilmenee kohtia, joita ei ole otettu huomioon tai joudutaan tekemään lisä- tai muutostöitä, ne ovat tärkeää selvittää. Nämä vaikuttavat kustannuksiin ja tehtävän aikatauluun, että seuraavat työvaiheet myös pystyvät alkamaan työn jälkeen ajoissa (6, s. 12.)

Aikataulun seuraaminen ja siinä pysyminen on keskeinen tekijä, että työt pystyvät alkamaan urakkasopimuksessa määritetyssä ajankohdassa. Tehtäväsuunnitelmassa on kuitenkin tärkeää laatia yksityiskohtainen aikataulu, jossa ilmenee työn etenemisjärjestys eri tiloissa ja kerroksissa. Aloituspalaverista laaditaan muistio, joka allekirjoitetaan ja dokumentoidaan. Tällä tavoin varmistuu, mitä osapuolten välillä on sovittu urakan toteutuksesta ja etenemisestä työmaalla (1, s. 27.)

Aloituspalaverin jälkeen on tärkeää, että urakan edetessä seurataan säännöllisesti tehtäväsuunnitelman toteutumista. Seurannasta vastaa työnjohtaja, joka arvioi aikataulun pitävyyttä, laatutarkastusten toteutumista sekä mahdollisia poikkeamia suunnitelmista. (1, s. 27.)

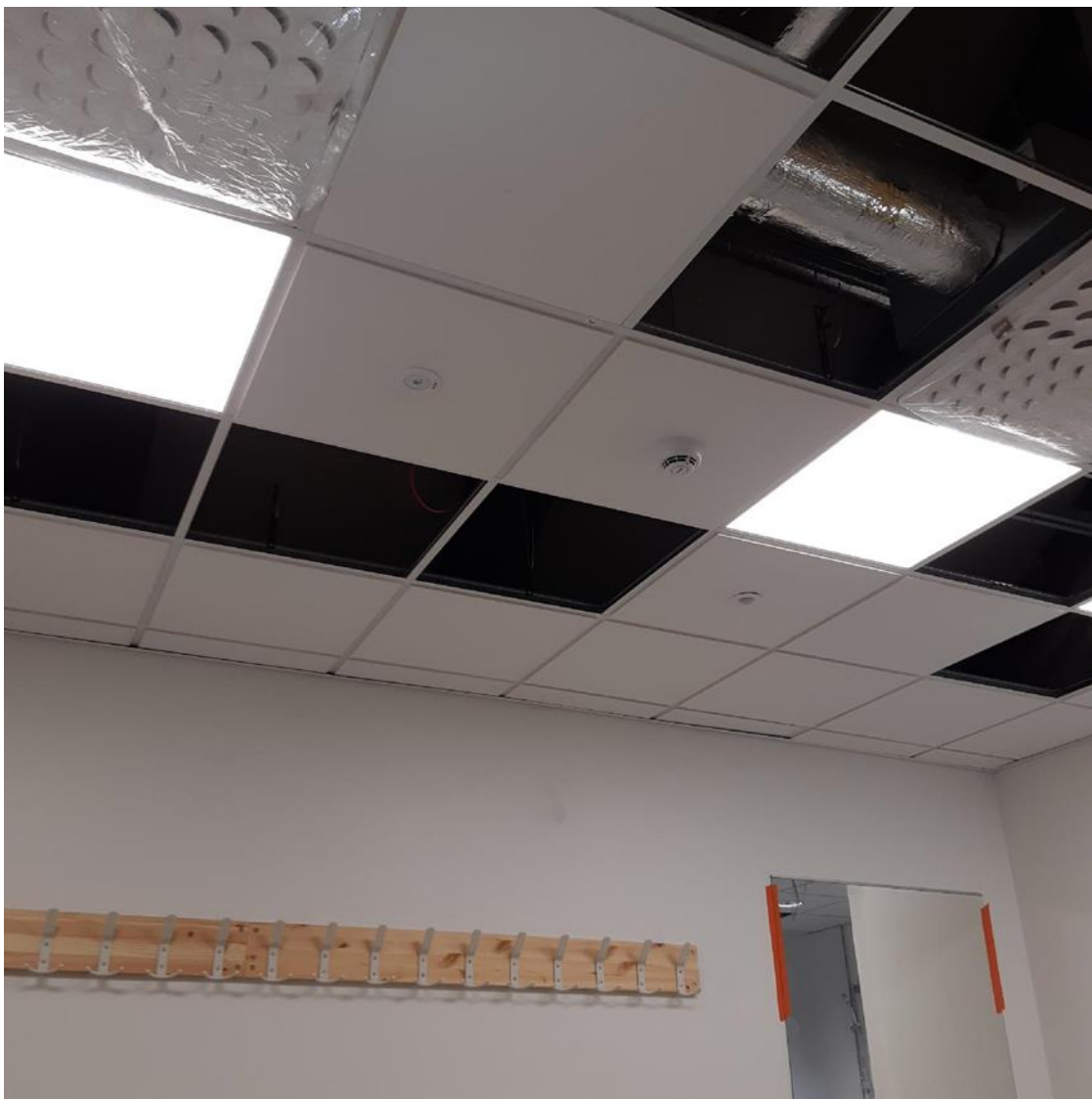
2.4 Alakattotöiden laadunvarmistus

Alakatto on rakennuksen rakenteellisen väli- tai yläpohjan alapuolelle ripustettu kattorakenne. Alakaton tarkoitus rakennuksessa liittyy akustiikkaan, tekniikan tilavarauksiin ja visuaalisuuteen. Alakaton runko ripustetaan välipohjaan, yläpohjaan, seiniin tai muihin kantaviin rakenteisiin. Alakaton runko muodostaa ontelon, jota kutsutaan asennustilaksi (Kuva 2). Tätä tilaa käytetään useasti talotekniikan asennuksiin. Alakaton suunnittelun lähtökohtiin kuuluu tilavaraus asennustilassa kulkevalle LVI- ja sähkötekniikalle sekä alakaton verhouksen pintaan asennettaville päätelaitteille. (10, s. 2.)



Kuva 2. Alakattorunko. (Kuva: Antti Veini)

Alakatto verhoillaan sen tyypin mukaisella materiaalilla, kuten kipsilevyllä, paneeleilla, ritilällä, kasetilla tai verkolla (Kuva 3). Talotekniset asennukset, kuten valaisimet, paloilmalaitteet, ilmanvaihdon venttiilit sijoitetaan useasti alakaton verhoilun pintaan. Alakaton verhoilulevyjä, joihin asennetaan erilaisia järjestelmiä, kutsutaan haitta- tai tekniikkalevyiksi. Henkilöturvallisuuden kannalta alakatto ja siihen liittyviä rakenteita voidaan verrata kantaviin rakenteisiin (10, s. 2.)



Kuva 3. Alakattoverhoilu. (Kuva: Antti Veini)

2.4.1 Laadunvarmistuksen lähtökohdat

Laadunvarmistuksen lähtökohdat alakattotöissä on taata rakenteellisesti turvallinen, kestävä ja teknisesti toimiva lopputulos. Lähtökohtana on tietää, mitä vaatimuksia kyseiseltä rakenteelta vaaditaan. Niiden on täytettävä Suomen rakentamismääräyskokoelman sekä muut kansalliset standardit ja ohjeet. Alakatoissa käytettävät materiaalit tulee sopia myös suunnitelmien mukaisiin vaatimuksiin rakenteellisen, akustisen ja visuaalisen laadun takaamiseksi (10, s. 11.)

2.4.2 Materiaalien laatuvaatimukset

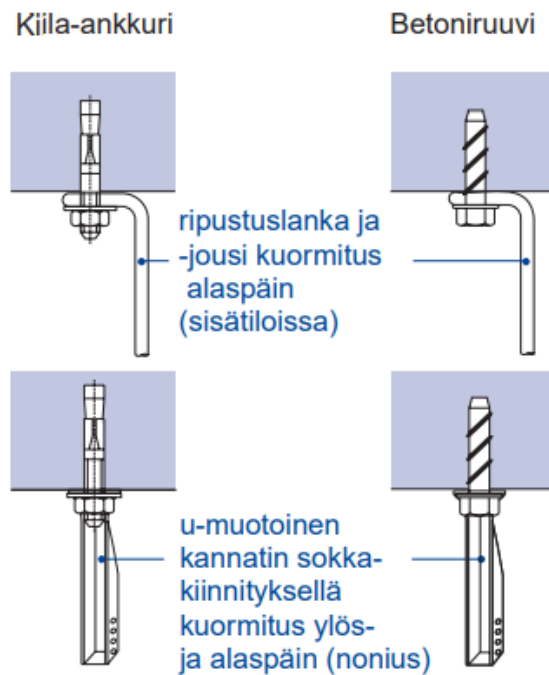
Rakennustyössä on tärkeää käyttää hyväksytyjä materiaaleja kestävyden varmistamiseksi sekä noudattaa asennusohjeita. Alakattolevyjen varastointi tulisi tapahtua tarpeeksi kuivissa, lämpimissä olosuhteissa ja tasaisella alustalla. Useat alakattolevyt ovat kosteudelle ja kylmyydelle herkkiä, jotka vaikuttavat niiden ominaisuuksiin. Materiaalien varastointi- ja asennusolosuhteissa tulee aina noudattaa valmistajan ohjeita (10, s. 16.)

Asennusvalmiilla alakattotuotteilla ja -järjestelmillä tulee olla CE-merkintä. Olenaiset tekniset vaatimukset on esitetty maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä sen perusteella säädetyissä asetuksissa. CE-merkitty rakennustuote on kelpoinen käytettäväksi rakennuskohteessa, jos se on kansallisten vaatimusten mukainen ja soveltuu käyttöön kohteen suunnitteluratkaisut huomioiden (10, s. 13.)

2.4.3 Alakaton rakenteelliset laatuvaatimukset

Rakenteellisia vaatimuksia määrittelee ripustus, kannatus ja niiden kiinnitys. Näiden on toteuduttava, että rakenne tulee kestävänsä sen määritettyjen vaatimusten mukainen suunniteltu käyttöikä ja -tarkoituksesta johtuvat ympäristöolosuhteet. Laadunvarmistuksessa on otettava huomioon kantavuus, alakattoon kohdistuva kuorma, kestävyys, värähtely ja käyttö. Merkittäviä tekijöinä ovat kannatusjärjestelmän sekä ripustus- ja kiinnitystuotteiden kiinnitystiheys, aine ja laatu, lujuus, mitat ja mittatarkkuudet. Nämä tasaavat alakaton kuorman tasaisesti kiinnityspisteisiin. Alakaton rungon sekä ripustusten kantavuus suunnitellaan alakattotyypin mukaan. Tarvittaessa alakaton runko ja ripustukset suunnitellaan kattoon liittyvien rakennusosien, alakatosta riiputettavien rakenteiden ja taloteknisten asennusten sekä niiden huollon mukaan. (11, s. 53, 199.)

Yleisimpiä ripustimien kiinnitystarvikkeita ovat kiila-ankkurit ja betoniruuvit (Kuva 4). Kiinnikkeiden ja rakennusaineiden materiaalien on oltava käyttöolosuhteisiin sopivia. Erityisesti kiinnikkeiden on oltava dynaamisia kuormia, värähtelyä kestäviä sekä koestettuja pitkäaikaisille kuormille (10, s. 16.)



Kuva 4. Alakaton ripustus. (10, s. 16)

Alakattoverhoilun laatuvaatimuksia voi määritellä akustiikka, lianhylkimis- ja kosteudenkestävyysvaatimukset sekä palonkestävyys. Alakaton palonkestävyysvaatimuksia tarkastellaan kokonaisuutena tilan seinien ja lattian kanssa. Alakaton pintaverhouksen lävistävät läpiviennit on tiivistettävä akustiikan toteutumiseksi. Tämä koskee myös verhouksen pinnassa olevia luokkuja, jotka on asennettava esimerkiksi ilmanvaihtokanavien säätölaitteiden ja puhdistusluukkujen kohdalle (11, s. 53.)

2.5 Laadunvarmistustoimenpiteet ennen alakattourakkaa

Ennen alakattourakan alkamista tehtäviä laadunvarmistustoimenpiteitä ovat suunnitelmakatselmus, edellisten työvaiheiden valmiuden varmistaminen, tehtäväsuunnitelma ja aloituspalaveri. Näiden toimenpiteiden avulla pyritään varmistamaan työn suunnitelmien toteutuminen, aloitusedellytykset ja

laatuvaatimukset. Näin voidaan ennakoida mahdollisia työssä ilmeneviä haasteita ajoissa ja vaikuttaa niihin ennen niiden toteutumista. (12, s. 26.)

2.5.1 Alakattourakan tehtäväsuunnitelma ja aloituspalaveri

Alakattourakan aloituspalaverissa käydään läpi urakan tehtäväsuunnitelma, jossa on kirjattu lähtökohtaisia tehtävän vaatimuksia. Tehtäväsuunnitelmaa laatiessa tulee ottaa huomioon kohteen erityispiirteet sekä kohdekohtaiset laatuvaatimukset ja materiaalit. Tehtäväsuunnitelma on luotava urakkakohtaisen suunnitelmien ja rakennusselostuksen mukaisesti. Aloituspalaverimuistioon kirjataan aliurakoitsijan kanssa yhdessä sovittavat asiat. (12, s. 1.)

Taulukossa 1 on kuvattu esimerkki alakattourakan tehtäväsuunnitelman sisällöstä. Tehtäväsuunnitelmaan voidaan sopia yhdessä aliurakoitsijan kanssa myös asioita aloituspalaverissa. Tehtäväsuunnitelman pohja voi toimia myös aloituspalaverin pöytäkirjana, joka allekirjoitetaan. Tehtäväsuunnitelman alkuun kirjataan kohteen ja tehtävän perustiedot sekä lähtökohdat (Taulukko 1).

Taulukko 1. Tehtäväsuunnitelman sisältö, aloitusedellytykset ja tehtäväkokonaisuus. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Kohde:	XXXXXX, rakennuskohde, esimerkkikuja 2
Tehtävä:	Alakaton asennus: <ul style="list-style-type: none"> • Rungon asennus • Tekniikkalevyjen asennus • Levytys umpeen
Alkutila:	Alakaton yläpuoliset asennukset tehty, mesta on siisti, olosuhteet kunnossa. Alakaton levytys, kun yläpuoliset pölyt on siivottu.
Tarvittavat suunnitelmat:	ARK-alakattokaavio REV.2 (tarkistettu ja päivitetty) RAK-alakatot REV.3 (tarkistettu ja päivitetty)
Aliurakkasopimus allekirjoitettu:	Kyllä. (pvm.)
Muut huomiot:	Ei huomioita.

Aliurakan aloituspalaverissa täsmennetään yleisaikatauluun ja urakkasopimukseen laadittu tehtävän aikataulu ja tarkistetaan resurssien riittävyys aikataulussa pysymiseen. Aikataulu, työjärjestys sekä välitavoitteet kirjataan tehtäväsuunnitelmaan tai aloituspalaverimuistioon (Taulukko 2).

Taulukko 2. Aikataulu ja resurssit. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Osatehtävä	Sijainti	Kesto	Resurssit	Aloituspvm.	Lopetus pvm.
Alakattorunko 1	1. kerros, A-lohko	10 tv.	2 asentajaa	10.xx.xxxx	23.xx.xxxx
Alakattorunko 2	2. kerros, B-lohko	5 tv.	1 asentaja	26.xx.xxx	31.xx.xxxx
Alakattorunko 2	2. kerros, A-lohko	5 tv.	1 asentaja	26.xx.xxx	31.xx.xxxx
Tekniikkalevyt alakatto 1	1. kerros, A-lohko	2 tv.	1 asentaja	3.xx.xxxx	5.xx.xxxx
Tekniikkalevyt alakatto 2	2. kerros, B-lohko	1 tv.	1 asentaja	3.xx.xxxx	4.xx.xxxx
Tekniikkalevyt alakatto 2	2. kerros, A-lohko	1 tv.	1 asentaja	4.xx.xxxx	5.xx.xxxxx
Välitavoite 1: Alakattorungot ja tekniikkalevyt asennettu vk.30 mennessä.					
Alakatto 1 umpeen levytys	1. kerros A-lohko	2 tv.	1 asentaja	17.xx.xxxx	19.xx.xxxxx
Alakatto 2 umpeen levytys	2. kerros B-lohko	1 tv.	1 asentaja	17.xx.xxxx	18.xx.xxxx
Alakatto 2 umpeen levytys	2. kerros A-lohko	1 tv.	1 asentaja	18.xx.xxxx	19.xx.xxxxx
Tehtävän lopetus/tehtävä valmis vk. 32					

Aliurakan materiaalitoimitukset, tarvittava kalusto ja materiaalien siirrot kirjataan ylös, ja aliurakkasopimuksen perusteella varmistetaan, kuka niistä on vastuussa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Materiaalit, logistiikka, kalusto. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Materiaalit	Kirjaus	Vastuu
Hyväksyntä	Hyväksytty (pvm.)	PU
Toimitusajankohta	Ensimmäisen osakoh- teen alakattorunkomate- riaalien toimitus (pvm.)	AU
Pystynostot	Pystynostot: (pvm.)	PU
Kalusto	Saksinostin	PU (tilattu, pvm)
	Telineet	AU

Tehtäväsuunnitelmaan varten on eriteltävä laatuvaatimukset ja tarkastukset. Rakennusselostuksesta poimitaan tehtävän yleiset laatuvaatimukset ja kriteerit. Nämä kirjataan auki laadunvarmistuslistaan, jonka liitteeksi lisätään dokumentteja, suunnitelmia, detaljeita, joista käy ilmi tarkemmat vaatimukset (Taulukko 4).

Taulukko 4. Laatuvaatimukset. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Laatuvaatimukset:			
Materiaalit	Suunnitelmien mukaiset.	Materiaalit ovat ehjiä.	Puhtaus
Toteutus	Olosuhteet: (lämmin ja kuiva).	Edelliset työvaiheet tehty.	Seinien suoruus (+/-2 mm).
Mittatarkkuus	Alakaton korko: 2500 mm	Suoruus: (+/-2 mm)	Ripustuksien välinen etäisyys: 600 mm
Valmiin työn ulkonäkö	Mesta siivottu työn jäljiltä.	Alakattolevyt/paneelit ehjät ja puhtaat	

Pääurakoitsijan työnjohtaja luo laadunvarmistustehtävät laadunvarmistusjärjestelmään ja tekee laatu tarkastukset urakan aikana ja dokumentoi ne. Tarkastuksissa varmennetaan toteutuksen suunnitelman mukaisuus ja siihen merkitään kaikki tarkastukset, kokeet ja mittaukset, jotka ovat tarpeen rakenteen turvallisuuden ja muiden vaatimusten varmistamiseksi (Taulukko 5).

Taulukko 5. Laatu tarkastukset. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Laadunvarmistustoimet: ajankohta ja vastuu			
Ennen aliorakan alkua (PU)	1. osakohteen valmistuttua (PU)	Mestän vastaanotto (AU/PU), osakohdetarkastus (PU), itselluovutus (AU)	Tartuntavetokoe (AU)

Aliurakoitsijalta vaaditaan erikseen työturvallisuussuunnitelma (TTS), joka pitää käydä läpi työntekijöiden kanssa ja allekirjoittaa. Työturvallisuussuunnitelmaan

on kirjattu tehtävän mahdolliset turvallisuuteen liittyvät erityispiirteet ja riskit. Ennen työn aloittamista työntekijät tulee olla perehdytetty ja varmistettu, että työ voidaan suorittaa turvallisesti ja työturvallisuuslakien ja -säännösten mukaisesti (Taulukko 6).

Taulukko 6. Työturvallisuus. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Työturvallisuus	
Työntekijät perehdytetty:	Kyllä (pvm.)
TTS toimitettu:	Kyllä (pvm.)
Pölynhallintatoimet:	Kohdepoistot porakoneissa.
Nostimien käyttöluvat:	Kunnossa.
Muuta (riskit ym.)	-

Tehtäväsuunnitelmaan luodaan potentiaalisten ongelmien analyysi, jossa pohditaan tehtävän mahdollisia riskejä. Riskit voidaan eritellä toteutuksen kannalta: aikataulun, laadun, olosuhteiden ongelmiksi. Ongelmia varten pohditaan ehkäisykeino ja toimenpide, mikäli ongelma aktivoituu. Vastuu kirjataan, mikäli ongelma aktivoituu, jolloin pystytään osoittamaan heti, kuka ryhtyy korjaamaan ongelmaa (Taulukko 7).

Ennen alakattourakan alkua kaikki alakaton asennustilan työt on oltava valmiina, että aloitusedellytykset täyttyy. Näiden töiden laadunvarmistus on tärkeä osa alakattotöiden onnistumisen kannalta, joka ilmenee myös potentiaalisissa ongelmissa. Tuotantonopeuden ja laadun ongelmat ovat aliurakoihin sekä koko hankkeeseen vaikuttavia.

Taulukko 7. Potentiaalisten ongelmien analyysi. (1, s. 21–28. 10, s. 26–31. 13, s. 1–8.)

Ongelma/riski:	Miten ehkäistään:	Mitä, jos toteutuu:	Vastuu:
Edellinen työvaihe kesken tai ei tehty; - Estää urakasuorituksen tai johtaa alakaton purkuun	Edellisten työvaiheiden tarkistus, ennen alakattotöiden alkua (LVIS-asennukset ja palokatkot).	Aloitetaan korjaukset välittömästi.	PU
Alakaton yläpuolisten asennuksien väärä korko-asema; - Alakaton valmiin pinnan korko ei toteudu - Alakattolevyä ei mahdu asentamaan - Alakattorunkoa ei mahdu asentamaan	Edellisten työvaiheiden urakoi-sijoille tuotava ilmi: • alakaton valmiin pinnan korko • alakatto rungon, sekä levyn vaatima asennustila ja materiaalivara	Nostetaan asennuksien korkoa, pyydetään suunnitelmakatselmusta tarvittaessa.	PU
Seinien vinous ja epätasaisuus; - Asennuksen epäsiisteys, laatu ei toteudu - Mitat ei toteudu alakattosuunnitelmiin nähden	Seinien suoruu-den laadunvalvonta ja tarkistus ennen alakattotöiden alkamista.	Seinien oikaisu ennen alakaton asennustöiden alkamista.	PU
Alakaton lävistävien asennuksien mittavirhe; - Suunnitelmat ei toteudu (Tilaa vievien asennuksien sijainti, esim.	Asennuksien sijainnin tarkistaminen alakattosuunnitelmiin nähden.	Asennuksien sijainnin muutos ennen alakaton asennustöiden alkamista.	PU

Ongelma/riski:	Miten ehkäistään:	Mitä, jos toteutuu:	Vastuu:
IV-päätelaitteet, säteilijät)			
Laatu ei vastaa tavoitteita; - Työ ei etene ja korjaukset vaikuttavat aikatauluun	Mallityö, työn laadunvalvonta	Laatupuuteiden korjaukset ennen, kun työ etenee muissa osakohteissa ja aikataulun kireminen.	AU
Työ etenee liian hitaasti; - Ei pysytä aikataulussa	Tarkistetaan tuotantonopeus ja työryhmän koko.	Työryhmän koon lisääminen.	AU

2.5.2 Suunnitelmakatselmus

Suunnitelmakatselmuksessa tarkistetaan alakatto- ja LVIS-suunnitelmien yhteensopivuus. Tämä tehdään ennen jo alakaton asentamista ja alakaton yläpuolella olevan tekniikan asentamista. Tarkoituksena on varmistaa, että asennustilassa kulkeva LVIS-tekniikka mahtuu asennustilaan ilman yhteentörmäyksiä ja sopii alakaton rakenteen ja ripustuksen kanssa. Suunnitelmakatselmuksessa tarkistetaan myös alakaton verhoilun pintaan asennettavien laitteiden sijoittelu. Tämä vaikuttaa alakattourakassa mm. tekniikkalevyjen asennukseen. (10, s. 26.)

2.6 Laadunvarmistuksen menetelmät urakan aikana

Alakattourakan yleisiä laatutarkastuksia ovat mm. malliasennus, osakohteentarkastus sekä muut tarvittaessa tehtävät mittaukset ja kokeet. Urakan valmistuttua aliurakoitsija tekee oman työnsä vastaanoton eli ns. itselleluovutuksen. Siinä hän tarkastaa, että työ on tehty kokonaisuudessaan valmiiksi laatukriteerien ja hyvän rakennustavan mukaisesti. Asennustyön aikana urakasta vastaava työnjohtaja valvoo työturvallisuutta, pölynhallintaa, laatua ja seuraa mahdollisia ongelmia ja esteitä työn etenemisen kannalta sekä tekee laatutarkastuksia. Laatutarkastukset tehdään työmaalla usein sähköisellä laadunvarmistusohjelmalla. Laatutarkastusraportit jaetaan tehtävän aliurakoitsijalle mahdollisten virheiden korjaamiseksi. Laatutarkastusraportit dokumentoidaan lopuksi projektipankkiin (10, s. 29-31.)

2.6.1 Mestän vastaanotto

Mestän vastaanotossa tarkastetaan edelliset työvaiheet kuten rakenteiden ja tilojen valmius, turvallisuusjärjestelyt sekä mahdollisten talotekniikka-asennusten on tehty ja tila on rauhoitettu alakattotöille. Jos edellisten työvaiheiden tarkistuksessa ilmenee puutteita, ne on korjattava ennen alakaton asennustöiden aloittamista. Puutteet voivat viivästyttää aikataulua ja lisätä kustannuksia, mikäli ne jäävät huomaamatta. (1, s. 25. 10, s. 29.)

2.6.2 Malliasennus

Malliasennus suoritetaan ensimmäisenä alakattorungon osalta. Osakohteen muodossa valmistunut runko tarkistetaan, että se vastaa suunnitelmia ja määritettyä laatua. Mikäli asennuksessa ilmenee suunnitelmien tai laadun vastaisia puutteita, ne korjataan ennen, kun edetään seuraavaan mestaan. Malliasennuksesta tehdään pöytäkirja, joka hyväksytään suunnittelijoiden tai valvojan toimesta. Hyväksytty malliasennus toimii vertailukohtana seuraaville osakohteille. (12, s. 5.)

Alakaton turvallisuuden ja rakenteellisen kestävyys kannalta keskeistä on tarkastaa alakattorungon materiaalien laatu ja asennuksen mittatarkkuus. Käytetyt materiaalit on oltava rakennesuunnitelmien mukaisia ja tukevasti kiinnitettyjä, jotta kestävyys toteutuu. Asennustyössä tulee tarkastaa ripustinjako, lukumäärä, keskiöetäisyys ja näiden mittatarkkuus. Ripustusjako määräytyy kannatinkiskojen keskinäisen etäisyyden, alakattorunkoon liittyvien rakenteiden, LVIS-laitteiden, levy materiaalin ja niiden koon mukaisesti. Ripustusten lukumäärä toteutuu sisäkattoon kohdistuvien kuormien ja taipumarajojen perusteella. (11, s.199.)

Alakattorungosta tarkistetaan, että asennuksen korkeus- ja suoruustoleranssit ovat vaatimusten mukaisia. Tämä takaa, että alakatto tulee näyttämään visuaalisesti laadukkaalta ja tasaiselta. Alakaton valmiin pinnan vähimmäiskorkeus perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman asetuksiin. (11, s. 223.)

2.6.3 Osakohteentarkastus

Osakohteentarkastuksia suoritetaan säännöllisesti urakan edetessä. Ne ovat tärkeitä, jotta voidaan varmistaa työvaiheiden eteneminen suunnitelmien mukaan ja mahdollisten ongelmien ajoissa havaitseminen. Nämä tarkastukset ovat usein aikarajoitettuja ja ne on suoritettava ennen seuraavien työvaiheiden aloittamista. Tämän avulla varmistetaan, että alakaton asennustyöt etenevät laadukkaasti ja aikarajoja noudattaen. Tarkastuksessa tarkastetaan erityisesti laatu kriteerit, jotka on määritelty tehtävälle. Tarkastuksessa todetaan, että laatu täyttyy muissakin osakohteissa kuin malliasennuksen mestassa. Urakoitsijan velvollisuutena on huolehtia, että työ tehdään suunnitelmien ja määräysten mukaisesti. Laatutarkastuspöytäkirjojen dokumentointi on tämän kannalta tärkeä osa laadunvarmistusta, että vaatimukset ovat täyttyneet (12, s. 5.)

Alakaton ummistamisen jälkeen tarkastetaan pintojen laatu, ulkonäkö ja että pinta-asennukset onnistuvat suunnitellusti. Työn aikana on syytä tarkastaa, että asentajat käyttävät puhtaita puuvillakäsineitä. Tämä edesauttaa, että levyjen pinnat pysyvät puhtaina. Rikkinäisiä tai likaantuneita levyjä ei tule asentaa.

Alakaton verhoilun pintaan tarvittavat luukut tulee tarkastaa, että niiden kautta pääsee käsiksi asennustilassa oleville säätölaitteille ja ilmanvaihtokanavien puhdistusluukuille. (12, s. 5.)

2.6.4 Itselleluovutus

Urakan valmistuttua aliurakoitsija tekee omatyön vastaanoton eli ns. itselleluovutuksen. Tässä aliurakoitsija tarkistaa, että työ on tehty kokonaisuudessaan urakkasopimuksen mukaisin velvoittein ilman puutteita. Puutteiden ilmaantuesssa ne tulee korjata ennen kuin pääurakoitsija voi ottaa työn vastaan. Aliurakoitsija tekee itselleluovutusprotokollan, jossa on kirjattuna urakkasisällön jokainen osakohde. Itselleluovutusprotokolla on työn tilaajan eli pääurakoitsijan kannalta tärkeä asiakirja, joka todentaa urakkasuorituksen kokonaisuudessaan tehdyksi sopimuksen mukaisesti. Pääurakoitsijalle on tärkeää tarkistaa vielä työ tämän jälkeen, jotta voidaan todeta yhdenmukaisesti työkokonaisuus valmistuneeksi. (12, s. 5.)

2.7 Alakattorakenteen muut laadunvarmistustoimenpiteet

Laadunvarmistusmatriisissa, asiakirjoissa määrätyt tai muuten tarpeelliset mittaukset tehdään viranomaismääräysten ja -ohjeiden sekä hyväksytyjen standardien määrittämällä menetelmällä. Alakattoon liittyviä testauksia voi olla rakenteelliseen lujuuteen, palonkestävyyteen, tiiveyteen ja akustiikkaan liittyvät testaukset. Mittausten tekijöillä on oltava vaadittava pätevyys ja mittalaitteiden tulee olla kalibroituja. Mittauksesta tehdään protokolla, joka dokumentoidaan laadunvarmistamiseksi. (10, s.12–13.)

2.7.1 Tartuntavetolujuskoe

Laadunvarmistusmenetelmä ja mahdollisesti hankkeessa vaadittava mittaus on alakaton ripustuskiinnikkeen tartuntavetolujuskoe. Tähän tarvitaan alakatosta rakennesuunnitelma, josta ilmenee suunniteltu katon enimmäiskuorma.

Kokeessa voidaan testata betonin kuntoa ja ankkurin tartuntaa siihen. Ankkuriin kohdistetaan vetoa. Ankkurin tulee kestää maksimivetokuormituksen määrän vetoa (kN) ilman, että siinä ilmenee siirtymää. Tämän myötä varmistutaan siitä, että ankkurit ovat lujasti kiinni ja kestävät alakaton kuorman. (14, s. 1–8.)

2.7.2 Akustiikka

Mikäli rakenteelle on määritetty akustisia ominaisuuksia, akustiikan toteutuminen todetaan akustiikkamittauksilla. Tämä varmistaa, että tilan käyttötarkoituksen mukainen akustiikka toimii. Akustiset mittaukset voivat olla erityisen tärkeitä tietyissä tiloissa kuten konserttisaleissa tai avoimissa toimistotiloissa, joissa äänen eristävyys ja tasapaino ovat keskeisiä. Alakaton akustiikassa tulee varmistaa suunnitelmien mukaisuus ja niiden mukainen materiaalien käyttö. Äänen eristävyyteen vaikuttaa rakenteen tiiviys, ripustus, kannatus ja massa. Kaikki alakattoon tulevat lävistyksset, kuten LVIS- ja sprinklerilaitteet sekä huoltoluukut, on tiivistettävä. Samoin upotetut valaisimet on koteloitava kipsilevyllä ja tiivistettävä. (10, s. 12–13.)

2.7.3 Palonkestävyys

Pintakerrosten paloluokkavaatimukset (syttymisherkkyyss- ja palonlevittämisluokka) tarkistetaan tapauskohtaisesti rakennuksen paloteknisen luokan sekä tilan käyttötarkoituksen mukaan. Paloluokkavaatimukset eivät koske vain materiaalien palokestävyyttä, vaan myös järjestelmien asennus- ja liitostapoja, jotka voivat vaikuttaa rakennuksen paloturvallisuuteen. Tämä todetaan työnaikaisina tarkastuksin, jotka ovat tämän myötä tärkeää dokumentoida asian todentamiseksi viranomaisille. Alakattomateriaaleista tulee kerätä myös tekniset tiedot, joilla pystytään osoittamaan käytettyjen materiaalien paloluokkavaatimuksien toteutuminen. (10, s. 13.)

2.8 Dalux

Dalux on rakentamisen ja kiinteistöhallinnan tietotekninen järjestelmä, joka yhdistää projektin suunnitelmat ja työmaan hallinnan yhteen alustaan. Dalux toimii tietokone- ja mobiilisovelluksena. Daluxin monimuotoisuus pyrkii luomaan yhteistyötä projektin eri käyttäjien välillä toimistolta työmaalle. Viestintä toimii sovelluksessa reaaliajassa, jolloin päivitykset ja rekisteröidyt havainnot ovat välittömästi käyttäjien tiedossa. Dalux lähettää ilmoituksen asianomaiselle käyttäjälle, kun uusi raportointi tai päivitys tehdään. Daluxiin voi ladata rakennuskohteen suunnitelmat, jolloin se voi toimia projektipankkina kaikkien projektiin lisättyjen henkilöiden kesken. Dalux mahdollistaa myös BIM-tietomallien (Building Information Model) käytön, jolloin tarkat sijaintitiedot voi asettaa pohjakuvia tai 3D-mallia hyödyntäen (Kuva 5). (15, 16, 17.)



Kuva 5. Dalux BIM-tietomalli. (15.)

Daluxissa on erilaisia lomakepohjia, joita voi muokata projektin käytäntöihin soveltuviksi. Nämä sopivat esimerkiksi tarvittaviin lupiin, mittauksiin, ja listauksiin esimerkiksi; virhe- ja puutelistat, TR-mittaus (työturvallisuusmittaus), sekä pölyn- ja kosteudenhallintaan liittyen. Kaikki tarkastukset ja lomakkeet voi tulostaa

raporttimuodossa, jolloin ne voi dokumentoida myös Dalux-projektin ulkopuolelle. Daluxilla voi seurata ja hallita havaintoja aiheen, sijainnin, vastuun tai valmiusasteen mukaan suodatus- ja lajittelutoiminnoilla. Koontinäyttö antaa yleiskatsauksen valittujen diagrammien muodossa. Tämä havainnollistaa projektin haasteet, jonka myötä projektin tarpeenmukainen ohjaaminen ja laadunvarmistus helpottuu (17.)



Kuva 6. Dalux koontinäyttö, diagrammit. (16.)

3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus suoritettiin toiminnallisena tutkimuksena tutustumalla ja käyttämällä Daluxia vuoden 2024 huhti-syyskuun aikana Peabin työmaalla. Dalux toimi laadunvarmistusalustana, johon kerättiin laadunvarmistusdokumentit. Laatutarkastuksia suoritettiin eri työvaiheissa laadunvarmistamiseksi ja hyödynnettiin Daluxin toimintoja laadun hallitsemiseksi. Kertynyt käytännön tieto ja ohjelman toiminta yhdistettiin opinnäytetyön aikana tutkittuun teoriaan Daluxin ominaisuuksista.

Tutkimuskysymykset olivat:

- Miten työnjohtaja valmistautuu aloituspalaveriin laadun näkökulmasta?
- Miten työnjohtaja arvio ja toteuttaa muokkaukset Daluxiin?
- Miten Daluxin laatutarkastus mallipohjaa muokataan?
- Miten työnjohtaja käyttää Daluxia laadunvarmistamiseen?
- Miten laatutarkastus tehdään työmaaolosuhteissa?

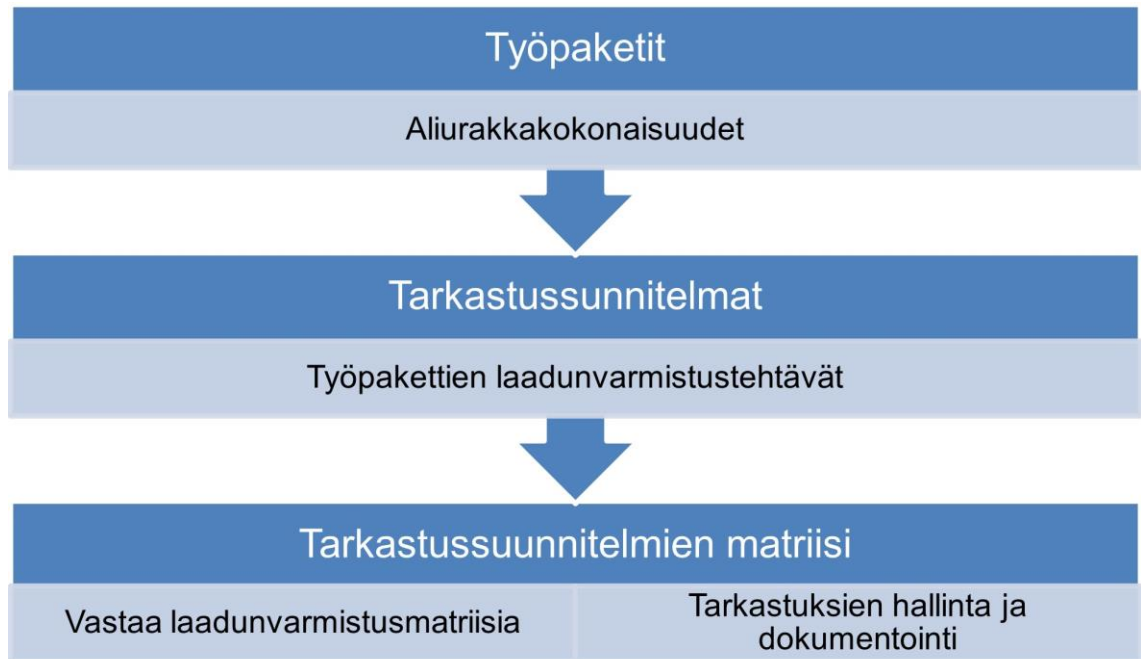
3.1 Daluxin käyttö laadunvarmistamisessa

Daluxiin luotiin tarkastussuunnitelmat työpaketeista eli aliurakkakokonaisuuksista. Näiden sisältö laadunvarmistuksen kannalta oli laatutarkastukset, kokoukset ja dokumentit.

Laatutarkastuksien laajuus määritettiin urakkakohtaisesti tehtävän osakohteiden mukaan. Laatutarkastuksia varten oli luotu ennalta tarkastuspohjat, joihin oli eritelty jokaisen tehtävän tarkastettavat kohdat.

Työnjohtajalle oli tärkeää varautua aliurakan aloituspalaveriin siten, että aliurakan tarkastussuunnitelma oli valmiina Daluxissa. Näin varmistettiin, että laadunvalvontatehtävät olivat työnjohtajan käytettävissä ja valmiina suoritettavaksi heti tehtävän alusta lähtien.

Valmiista tarkastussuunnitelmista luotiin matriisi, joka vastasi hankkeen laadunvarmistusmatriisia. (Kuva 7.) Daluxiin luotu laadunvarmistusmatriisi toimi laadunvalvontatehtävien seurantaan ja dokumentointia varten, jolloin laadunhallinta helpottui. Hankkeen tilaajalle tuli esittää, että nämä laatutarkastukset oli tehty.



Kuva 7. Tarkastussuunnitelmien matriisin luonti prosessikaavio

3.1.1 Tarkastussuunnitelmien matriisi

Matriisissa yläosassa väritettynä näkyi aliurakan työpaketti, jonka alla oli laadunvarmistustehtävät eli kokoukset, dokumentit ja tarkastukset. Näiden alapuolella tehtävien suunniteltu laajuus ja sivulla tarkastuksien sijainnit. Nämä tehtävät dokumentoitiin Daluxiin. Peabin omilla pöytäkirjapohjilla laaditut kokousmuistiot ja dokumentit ladattiin Daluxiin erillisinä PDF-tiedostoina. Laatutarkastuspohjat luotiin Daluxilla ja ne tallentuivat automaattisesti järjestelmään tarkastuksen valmistuttua. (Kuva 8.)

TARKASTUSKOHDAT	06 Alakatto tarkastukset			06 Massalattia tarkastukset			06 Mattotyö tarkastukset												
	Kokou...	Dokum...	Tarkastukset	Kokou...	D...	Tarkastukset	Kokou...	D...	Tarkastukset										
	Matto																		
	- Aloituskokous	- TTS	- Luovutusaineisto	- Tuotteet hyväksytyt	- Mestän vastaanotto	- Mallitarkastus	- Osakohdetarkastus	- Aloituskokous	- TTS	- Luovutusaineisto	- Mestän vastaanotto	- Mallitarkastus	- Osakohdetarkastus						
Vyöhykkeet																			
> Valmiina yhteensä	1	1	2	1	3	3	11	1	1	1	4	3	6	1	1	1	3	3	6
✓ Suunniteltu edistyminen (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Suunnitellut rekisteröinnit yhteensä	1	1	1	1	3	3	11	1	1	1	3	3	6	1	1	1	3	2	6
Lisärekisteröinnit																			
Suunniteltu ilman vyöhykettä																			
> Vyöhyketyyppi: Kerrokset																			
✓ Vyöhyketyyppi: Lohkot																			
1. krs B lohko																			
1. krs A lohko																			
1. krs C lohko																			
2. krs A lohko																			
2. krs B lohko																			
2. krs C lohko																			

Kuva 8. Dalux, tarkastussuunnitelmien matriisi. (oma kuva.)

Matriisissa tehtävät näkyivät harmaina laatikkoina, jos niitä ei ollut tehty tai aloitettu. Oranssit merkinnät tarkoittivat sitä, että tehtävässä oli puutteita ja vihreä merkitsi, että tehtävä on tehty. Näiden mukaan laadunhallinta helpottui ja kuvautui selkeästi.

3.1.2 Tarkastussuunnitelmat

Tarkastussuunnitelmat muodostuivat työpaketeista kuten alakattotyöt, nämä olivat luotu urakkakohtaisesti. Työpakettien tarkastussuunnitelmiin eriteltiin laatu-tarkastukset, niiden laajuus ja sijainti. Tarkastussuunnitelmien sisältö kokosi kaikki työpaketteihin kuuluvan laadunvarmistuksen sisällön (Kuva 9).

Tarkastussuunnitelmat	
🔍 Kaikki rekisteröinnit	516/540
📁 Tarkastussuunnitelmat	
> 📄 Tarkastussuunnitelmien matriisit	
> 📁 0 Havaintoja työmaalta	12/14
> 📁 1 TYÖPAKETTIPOHJA kopioitavaksi	43/43
> 📁 1200 Maanrakennus	11/11
> 📁 1700 Pihatyöt	9/9
> 📁 3000 Betonimassa	5/5
> 📁 3010 Runkourakka	92/96
> 📁 3033 Teräsrunko	8/8
> 📁 3760 Vesikatto	12/13
> 📁 4067 Lukitus	2/2
> 📁 4130 Lasijulkisivu	7/7
> 📁 4330 Metalliovet	14/14
> 📁 4360 Listoitus	3/3
> 📁 4360 Puuovet	6/6
> 📁 4541 Muuratut väliseinät, AKO	8/8
> 📁 4560 Kipsilevyväliseinät	7/7
> 📁 5048 Laatoitus ja vesieristys	101/105
> 📁 5182 Peltikate	9/10

Kuva 9. Dalux, tarkastussuunnitelmat ja työpaketit. (Kuva: Antti Veini)

Tarkastuksien laajuus määritettiin tarkastussuunnitelmien asetuksista sen mukaan, kuinka monta kutakin tarkastusta tuli tehdä (Kuva 10).

Laajuus ×

Ei laajuutta

Määrä

Vyöhykkeet

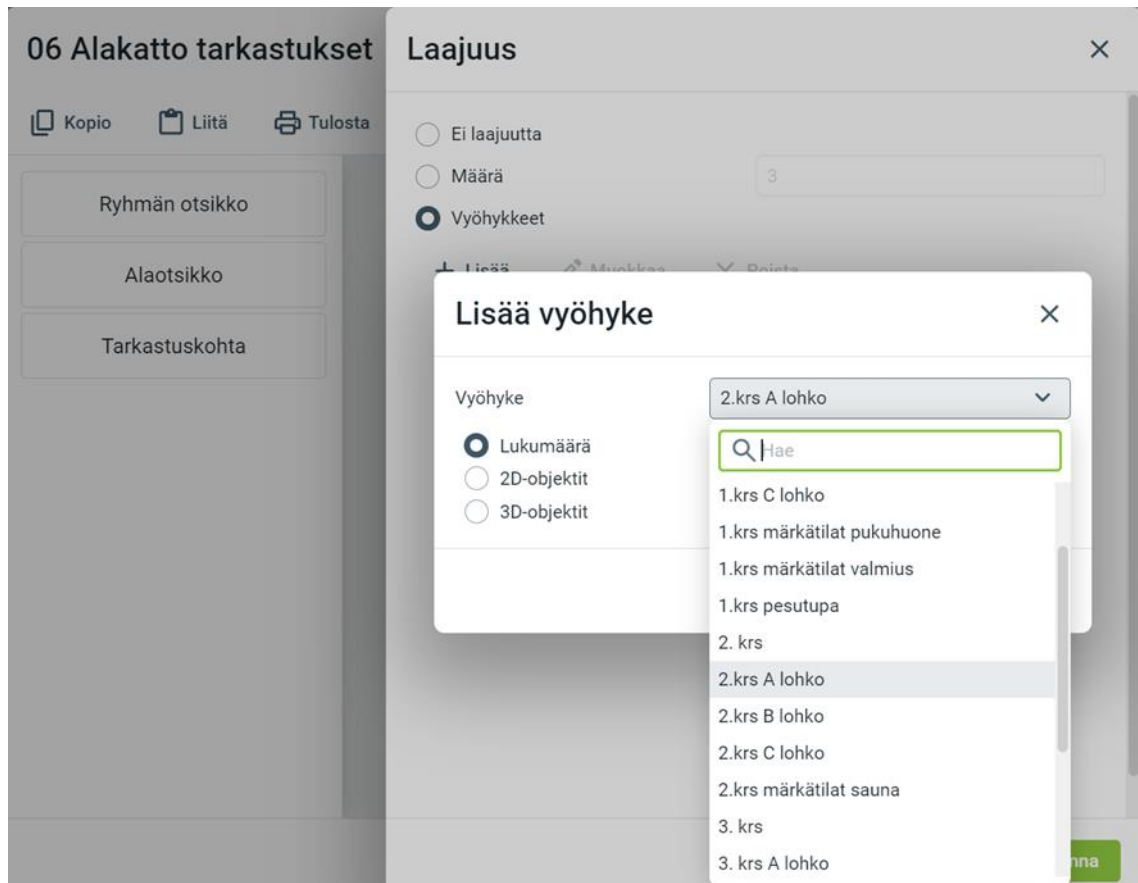
[+ Lisää](#) [✎ Muokkaa](#) [✕ Poista](#)

Vyöhyke	Luku...
1. krs B lohko	2
1.krs A lohko	2
1.krs C lohko	1
2.krs A lohko	1
2.krs B lohko	1
3. krs A lohko	1
3. krs B lohko	1
3. krs C lohko	2

[Peruuta](#) [Tallenna](#)








Kuva 10. Dalux, tarkastuksien laajuuden määrittäminen. (Kuva: Antti Veini)

Tarkastusten vyöhyke eli sijainti määritettiin Daluxiin ladatun pohjakuvan ja lohkojaottelun mukaan (Kuva 11). Mestien vastaanottojen määrä määritettiin aliurakan edistymisen mukaan, kuinka moneen mestaan urakkasuoritus jaettiin.



Kuva 11. Dalux, tarkastuksen vyöhykkeen määrittäminen. (Kuva: Antti Veini)

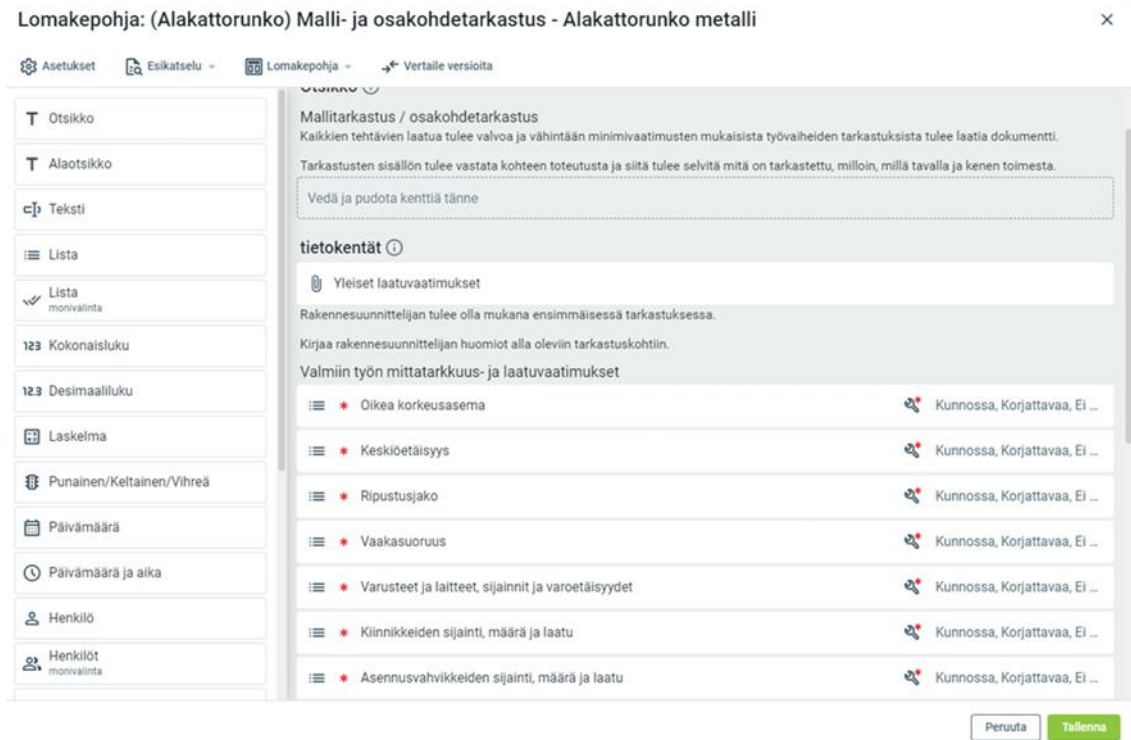
Luodun aliurakan tarkastussuunnitelmaan pystyi sisällyttämään kaikki aliurakkaan liittyvä oleellinen dokumentaatio kyseisen aliurakan otsakkeen alle (Kuva 12).

No.	Aihe	Menetelmä	Laajuus	Aika	Hyväksymiskri...	Dokumentaatio	Status
Kokoukset							
-	Aloituskokous		1 rekisteröinti				 1 ...
-	TTS		1 rekisteröinti				 1 ...
Dokumentit							
-	Luovutusaineist o		1 rekisteröinti				 1 ...
-	Tuotteet hyväksytyt						 1 aloitettu
Tarkastukset							
-	Mestän vastaanotto		3 rekisteröintiä				 3 ...
-	Mallitarkastus		3 rekisteröintiä				 3 ...
-	Osakohdetarkka						 ...

Kuva 12. Dalux aliurakan sisältö. (Kuva: Antti Veini)

3.1.3 Laatutarkastuspohjat

Daluxilla luotiin kaikkien tehtävien laatutarkastuksia varten valmiit tarkastuspohjat, joissa näkyivät työvaiheen tarkastettavat asiat (Kuva 13). Ryhtyessä tekemään laatutarkastusta tarkastuskohdat tuli varmistaa erikseen, että ne sopivat kyseisen tehtävälle. Peabin aliurakoiden valmiit laatutarkastuspohjat oli luotu yleisellä tasolla. Mikäli ne eivät sopineet kyseiseen tarkastukseen, ne tuli muokata sopiviksi tai luoda kokonaan uusi tarkastuspohja.



Kuva 13. Dalux, alakattorungon tarkastuskohdat. (Kuva: Antti Veini)

Hankkeen rakennusselostuksessa oli määritelty tehtävän suorittamiseen liittyvät laatuvaatimukset. Laatutarkastuksissa tuli huomioida myös muut suunnitelmat, kuten alakattopiirustukset, pohja- ja rakennekuvat. Laatutarkastuksen lomakepohjaan pystyi kirjoittamaan ohjetekstin tai liittämään asiakirjan laatuvaatimuksesta, kuten standardit tai ohjeet. Näiden mukaan laadunvalvontaa toteutettiin ennalta määritettyjen laatuvaatimusten mukaisesti.

3.2 Alakattotarkastukset Daluxilla

Alakattourakan laatutarkastukset suoritettiin mobiililaitteen Dalux-sovelluksella. Mestän vastaanotto, malliasennus ja osakohdetarkastukset tehtiin työmaalla tarkastuksen mukaisessa ennalta määritetyssä sijainnissa. Tarkastuksen lomakepohjassa näkyi tarkastettavat asiat, joka helpotti työtä. Havainnot laatupoikkeamista lähetettiin korjattavaksi valitsemalla työstä vastuussa oleva henkilö. Kun korjaus oli tehty, siitä tuli ilmoitus tarkastuksen tekijälle. Havainnon tila

tarkastuslomakkeessa (avoin, käsitelty, suljettu) mahdollisesti laadunhallinnan ja tehtävien seurannan reaaliaikaisesti. Alakattorungon ripustuksien tartuntaveto-
lujuuskokeiden pöytäkirjat ja tuotteiden hyväksynät tallennettiin alakattourakan
tarkastussuunnitelman dokumentteihin.

3.2.1 Tarkastuksen tiedot

Tarkastus aloitettiin asettamalla sijaintitiedot. Tämä tapahtui sen mukaan mihin
vyöhykkeeseen tarkastus oli suunniteltu. Daluxiin oli ladattuna kohteen pohja-
kuva ja 3D-malli, jonka mukaan sijainti valittiin (Kuva 14).

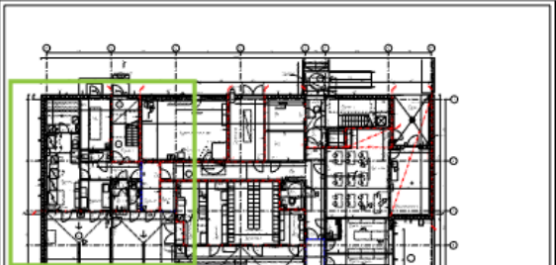
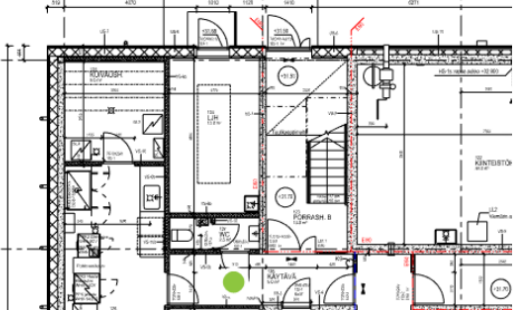
Malli- ja osakohdetarkastus - Alakattorunko metalli

● Raportoitu valmiiksi
 ✕

Alakattorunko14

Muokkaa
 Tulosta
 Enemmän ▾

Projekti	Kontulan Pelastusasema	Luonut	Antti Veini
Projekti no.	9443100	Luotu	24. syyskuuta 2024, 07.36
Tarkastussuunnitelma	06 Alakatto tarkastukset	Muokkauksen teki	Antti Veini
Ryhmän otsikko	Tarkastukset	Muokattu	24. syyskuuta 2024, 07.36
Alaotsikko	- Osakohdetarkastus	Status	Raportoitu valmiiksi
Rakennus	Pelastusasema		
Taso	1.KRS		
Piirustus	276-0103-01		
Huone	KÄYTÄVÄ 128		
Kerrokset	1. krs		
Lohkot	1.krs A lohko		

Kuva 14. Dalux, tarkastuksen sijaintitiedot. (Kuva: Antti Veini)

3.2.2 Tarkastuskohdat ja tarkastuksen tekeminen

Tarkastuksessa edettiin tarkastuskohtiin, joista dokumentoitiin kuvat tehdyn työn havainnollistamiseksi. Tarpeellista oli käyttää sopivia mittalaitteita kunkin laatukriteerin varmistamiseksi ja ottaa mittauksista kuvia, jolloin mittatarkkuus voitiin todeta kuvan perusteella (Kuva 15).

Mallitarkastus / osakohdetarkastus

Kaikkien tehtävien laatua tulee valvoa ja vähintään minimivaatimusten mukaisista työvaiheiden tarkastuksista tulee laatia dokumentti.

Tarkastusten sisällön tulee vastata kohteen toteutusta ja siitä tulee selvittää mitä on tarkastettu, milloin, millä tavalla ja kenen toimesta.

Yleiset laatuvaatimukset

Rakennesuunnittelijan tulee olla mukana ensimmäisessä tarkastuksessa.

Kirjaa rakennesuunnittelijan huomiot alla oleviin tarkastuskohtiin.

Valmiin työn mittatarkkuus- ja laatuvaatimukset

- * Oikea korkeusasema

Kunnossa

Hae

Kunnossa


Korjattavaa




Ei koske tarkastettavaa kohdetta

Kuva 15. Dalux, laatutarkastuskohta. (Kuva: Antti Veini)

Tarkastuksen loppuun merkittiin tarkastuksen tekijän ja osallistujien nimet sekä päivämäärä, jolloin tarkastus oli tehty. Tärkeää oli ottaa huomioon mallitarkastuksissa, että tarkastuksen hyväksyjänä oli oltava, joko rakennesuunnittelija, rakennustöidenvalvoja tai arkkitehti. Lopuksi tarkastus asetettiin valmiiksi ja tallennettiin Daluxiin, josta sen pystyi tulostamaan ulos raportin muodossa (Kuva 16).


Tarkastuksen hyväksyjät ja osallistajat


* Tarkastuksen tekijä 
Antti Veini

Päivämäärä  22. Syyskuu 2024  

Osallistajat, jotka Daluxissa

Muut osallistajat, jotka eivät Daluxissa

Tarkastuksen hyväksyjä  Lisää allekirjoitus

Osallistuja 

Raportoitu valmiiksi

Kuva 16. Dalux, tarkastuksen hyväksyjät ja osallistajat. (Kuva: Antti Veini)

3.2.3 Käytetyt mittausmenetelmät

Alakaton valmiinpinnan korkeusasema mitattiin valmiista lattiapinnasta tai seinään merkitystä metrin mitasta ennen lopullisen lattiapinnan valmistumista

Rullamitalla tai laseretäisyysmittalaitteella pystyttiin tarkistamaan korkeusasema, keskiöetäisyys ja ripustinjako. Vatupassilla tai linjalaserilla tarkastettiin alakattorungon vaakasuoruus. Mittauksien tuloksista liitettiin kuva tarkastusraporttiin.

3.2.4 Laatupoikkeama

Jos työn tarkastuksessa ilmeni puutteita, tarkastuskohtaan merkattiin ”korjattavaa”. Tämä avasi uuden ikkunan, johon merkittiin tiedot mitä laatupoikkeama koskee. Tärkeää oli merkitä tarkkaan sijainti ja vastuullinen. Tällöin vastuullinen sai ilmoituksen sähköpostitse puutteen tiedoista (Kuva 17).

Alakattorunko14 - Malli- ja osakohdetarkastus - Alakattorunko metalli

Uusi tehtävä

Tyyppi (Laatupoikkeama) Havaitut virheet ja korjaustarpeet

Vastuullinen *

Aihe * Ripustusjako

Tarkastussuunnitelma 06 Alakatto tarkastukset - Osakohdetarkastus

Määräaika

Sijainti Pelastusasema • 1.KRS • 276-0103-01 • KÄYTÄVÄ 128

Kuvaus *

Lisää liite

'Vastuullinen' puuttuu.

Peruuta Luo, lähetä

Raportoitu valmiiksi

Peruuta Tallenna

Kuva 17. Dalux, laatutarkastuspuute. (Kuva: Antti Veini)

Laatupoikkeamat tallennettiin tarkastukseen omana liitteenään. Kun ne kuitattiin korjatuiksi, ne merkittiin myös tarkastuksessa tehdyiksi. Kun korjaukset oli tarkastettu ja todettu laadun mukaisiksi, tarkastuskohdan tila voitiin muuttaa "kunnossa olevaksi" ja koko tarkastus merkitä valmiiksi.

4 Tulokset

Dalux tarjoaa merkittäviä etuja rakennushankkeiden laadunvarmistukseen. Hyödyt näkyvät erityisesti tarkastusten suunnittelussa, toteutuksessa ja dokumentoinnissa. Tutkimus osoitti, että Dalux on tehokas ja monipuolinen työkalu rakennushankkeiden laadunvarmistuksessa. Daluxin käyttöönotto helpottaa ja tehostaa laadunvalvontaprosessia. Se tarjoaa kattavat työkalut laadunvarmistuksen systemaattiseen jäsentelyyn rakennushankkeessa, mahdollistaen laatutarkastuksien selkeän suunnittelun, toteutuksen, seurannan ja dokumentoinnin.

Daluxin käyttöliittymään perehtyminen vaatii perehtymistä sitä käyttäviltä pääurakoitsijan työnjohtajilta. Laatutarkastuksia oli kuitenkin selkeä ja helppo tehdä, vaikka ominaisuudet, kuten tarkastuksien laajuuden muokkaaminen, vaati lisää perehtymistä sovellukseen. Riittävä perusta käyttää Daluxia työmaan laadunhallinnassa ja laatutarkastuksien tekemisessä oli hallita tarkastussuunnitelmat, lomakepohjien muokkaaminen ja laatutarkastuksien tekeminen. Lisäksi muut Daluxin ominaisuudet, kuten 3D-mallin ja TR-lomakkeen käyttö, auttoivat työmaan hallintaa. Alla on kuvattu tarkemmin keskeiset tulokset Daluxin käytöstä ja sen vaikutuksista laadunhallintaan.

4.1 Tarkastussuunnitelmien matriisi

Tarkastussuunnitelmien matriisiin mukaan oli selkeä seurata laadunvalvonnan tehtäviä ja se kuvasi havainnollisesti tehtävät, jotka tuli dokumentoida. Alla olevassa kuvassa on esitetty, miltä tarkastussuunnitelmien matriisissa näytti, kun kaikki alakattourakan tehtävät olivat tehty (Kuva 18).

	06 Alakatto tarkastukset						
	Kokou...		Dokum...		Tarkastukset		
	- Aloituskokous	- TTS	- Luovutusaineisto	- Tuotteet hyväksytyt	- Mestän vastaanotto	- Mallitarkastus	- Osakohdetarkastus
Vyöhykkeet							
> Valmiina yhteensä	1	1	2	1	3	3	11
✓ Suunniteltu edistyminen (%)	100	100	100	100	100	100	100
Suunnitellut rekisteröinnit yhteensä	1	1	1	1	3	3	11
Lisärekisteröinnit							
Suunniteltu ilman vyöhykettä							
> Vyöhyketyyppi: Kerrokset							
✓ Vyöhyketyyppi: Lohkot							
1. krs B lohko							
1. krs A lohko							
1. krs C lohko							
2. krs A lohko							
2. krs B lohko							

Kuva 18. Dalux, tarkastussuunnitelmien matriisi. (Kuva: Antti Veini)

4.2 Tarkastussuunnitelmat ja laatutarkastuspohjien muokkaus

Daluxilla laaditut tarkastussuunnitelmat tarjosivat selkeän rakenteen, jossa urakkakohtaiset dokumentit olivat helposti löydettävissä. Tämä nopeutti tiedonhakuja ja paransi aliurakan hallittavuutta. Hyvin valmistellut tarkastussuunnitelmat selkeyttävät laadunvarmistusprosessia, joka nopeutti ja helpotti laatutarkastuksien tekemistä ja paransi aliurakka kohtaista laadunhallintaa.

Alakattotarkastuksien laajuus määritettiin eri tarkastuksien mukaan. Mallitarkastuksien määrä muokattiin sen mukaan, kuinka monta eri alakattotyyppiä asennettiin. Mestän vastaanotot asetettiin lohkojen mukaan, jossa kaikki alakatot kyseisessä lohossa oli yksi kokonaisuus. Osakohdetarkastuksia tehtiin vähintään kaksi yhtä lohkoa kohden.

Daluxin laatutarkastuspohjat tarjosivat joustavuutta ja niiden mahdollinen muokkaaminen paransi laatutarkastuksien tarkkuutta. Tämä varmisti, että kaikki hankkeen erityisvaatimukset tulivat huomioituiksi sekä paransi tarkastuksien tarkkuutta ja vähensi virheriskiä.

Tärkeää oli luoda mahdollisimman selkeä ja tarkka urakkakohtainen suunnitelma. Sen avulla kaikki urakkaa koskevat dokumentit löytyivät yhdestä paikasta. Lisäksi niiden tuli olla helposti saatavilla kaikille, joilla oli oikeudet niihin. Näin asiakirjoihin pystyi tarvittaessa palata urakan aikana.

4.3 Tarkastuksien suorittaminen mobiililaitteilla

Daluxin mobiilisovellus osoittautui käytännölliseksi työmaalla tehtävissä tarkastuksissa. Tarkastusten suorittaminen mahdollisti tiedon tallentamisen suoraan tarkastuskohteessa, joka edesauttoi tarkkuutta. Tarkastusten aikana otetut valokuvat ja mittaustulokset tallentuivat suoraan Daluxiin, mikä paransi dokumentoinnin laatua ja jäljitettävyyttä. Pohjakuvien ja 3D-mallin käyttö sujuvoitti sijaintitietojen määrittämistä ja varmisti, että kaikki tarkastukset kohdistuivat oikeisiin rakenteisiin. 3D-mallin käyttö mobiililaitteella auttoi myös havainnoimaan työmaaolosuhteissa kohteen suunniteltua kokonaisuutta.

Daluxin käyttö mahdollisti laadunvalvonnan selkeän jäsentelyn ja helpotti puutten käsittelyä puutelistan suodatustoiminnolla, jolla pystyi rajaamaan kerros tai aliurakoitsija kohtaisesti puutteet. Tämä edesauttoi keskittymään haluttuihin kokonaisuuksiin työmaalla.

Laatupoikkeamien kirjaaminen ja niiden automaattinen siirtäminen vastuuhenkilöiden sähköpostiin mahdollistaa korjaustoimenpiteitä sekä Daluxin automaattiset ilmoitukset tiedonkulun viivästyksiä.

4.4 Laadunvarmistustyökalut

Laatutarkastuksissa Daluxin tarjoamat työkalut, kuten tarkastuskohtien yksityiskohtainen määrittely, dokumentointi ja hyväksyntäprosessien hallinta, tukivat tarkastusten järjestelmällisyyttä. Prosessin loppuvaiheessa tarkastajien ja osallistujien nimet sekä tarkastusajankohta merkittiin Daluxiin, mikä lisäsi prosessin läpinäkyvyyttä ja luotettavuutta. Tämä vahvisti tarkastusten luotettavuutta ja mahdollisti sujuvan jäljitettävyyden.

5 Johtopäätökset

Dalux on selkeä laadunhallinnan työkalu, joka sisältää kaikki tarvittavat välineet ja tarjoaa järjestelmällisyyttä laadunvarmistukseen ja hallintaan. Oleellista on luoda Dalux-projektin sisältö kattavaksi, ettei siitä puutu aliurakoiden laadunvarmistustehtäviä tai tarkastuksia. Työmaalla työvaiheiden nopeassa etenemisessä on tärkeää, että kaikki on valmiina, eikä kesken projektia tarvitse alkaa miettimään, kuinka puutuvat urakat tai niiden sisältö luodaan Daluxiin.

Onnistunut käyttöönotto vaati käyttäjille riittävän perehdytyksen ohjelman ominaisuuksien käyttöön. Täyden potentiaalin saavuttaminen edellyttää myös työnjohdon ja muiden sidosryhmien, kuten aliurakoitsijoiden ja suunnittelijoiden, riittävää integroitumista ja perehdytystä ohjelman käyttöön. Toimintamallit ja ohjeistukset Daluxin käytöstä on oltava yhtenäiset, jotka helpottavat ohjelman käyttöä ja mahdollistavat tehokkaamman laadunvarmistuksen. Tämä tehostaisi vielä rakennushankkeen laadunhallintaa.

Onnistunut käyttöönotto ja jatkuva käyttäjäkoulutus ovat keskeisiä tekijöitä Daluxin tehokkuuden maksimoimiseksi. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan

todeta, että Daluxia voidaan pitää arvokkaana työkaluna osana laadunvarmistuksen parantamista.

Lähteet

- 1 Rakennustöiden laatu RTL 2017. Ratu KI-6029. Rakennustieto.
- 2 Kysymyksiä ja vastauksia laadusta. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus. <<https://www.rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/laatu/kysymyksiä-ja-vastauksia-laadusta>>. Luettu 6.11.2024
- 3 Laatu. Verkkoaineisto. Logistiikanmaailma. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu>>. Luettu 6.11.2024
- 4 Laadunhallinnan periaatteet. Verkkoaineisto. SFS. <<https://sfs.fi/osallistu-ja-vaikuta/aihealueet/johtaminen/laadunhallinnan-periaatteet/#Asiakaskeskeisyys>>. Luettu 19.2.2025
- 5 ISO 9001 Laadunhallinta. Verkkoaineisto. SFS. <<https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-9001-laadunhallinta/>>. Luettu 19.2.2025
- 6 Talonrakennushankkeen kulku. Riskien- ja laadunhallinta. RT 10-11255. Rakennustieto.
- 7 Junnonen, Juha-Matti. 2002. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Rakennustieto.
- 8 Laadunvarmistus ja laadunvalvonta. Verkkoaineisto. Denetim. <<https://www.denetim.com/fi/denetim/diger-denetimler/kalite-guvence-ve-kalite-kontrol>>. Luettu 6.11.2024
- 9 Millainen on hyvä toimintajärjestelmä. Verkkoaineisto. Rala. <<https://www.rala.fi/>>. Luettu 20.11.2024
- 10 Alakatot ja sisäkattoverhoukset. RT 84-10916. Rakennustieto.

- 11 SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. RT 14-11103. Rakennustieto.
- 12 Väliseinät ja alakatot. Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa. Ratu S-1193. Rakennustieto.
- 13 Tehtäväsuunnitelma. Suunnitteluohje. S-1235. Rakennustieto.
- 14 Kannatusjärjestelmän sekä ripustus- ja kiinnitystuotteiden kiinnitystiheys, aine ja laatu, lujuus, mitat ja mittatarkkuudet. Tutkimusraportti. VTT-R-02470-18.
- 15 Dalux. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.dalux.com/fi/>>. Luettu 24.11.2024
- 16 Dalux Help center. 2024. Verkkoaineisto. <<https://dalux.zendesk.com/hc/fi/articles/11210208415900-Yritysprofiili-Analyysit-ja-projektin-tiedot/>>. Luettu 24.11.2024
- 17 Dalux Field. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.dalux.com/fi/dalux-box/>>. Luettu 24. 11. 2024

Kuvalähteet

Kuva 1. Laadunvarmistusmatriisi (1, s. 18.).....	10
Kuva 2. Alakattorunko. (Kuva: Antti Veini).....	14
Kuva 3. Alakattoverhoilu. (Kuva: Antti Veini)	15
Kuva 4. alakaton ripustus. (10, s. 16)	17
Kuva 5. Dalux BIM-tietomalli. (15.)	30
Kuva 6. Dalux koontinäyttö, diagrammit. (16.)	31
Kuva 7. Tarkastussuunnitelmien matriisin luonti prosessikaavio	33
Kuva 8. Dalux, tarkastussuunnitelmien matriisi. (Kuva: Antti Veini).....	34
Kuva 9. Dalux, tarkastussuunnitelmat ja työpaketit. (Kuva: Antti Veini).....	35
Kuva 10. Dalux, tarkastuksien laajuuden määrittäminen. (Kuva: Antti Veini).....	36
Kuva 11. Dalux, tarkastuksen vyöhykkeen määrittäminen. (Kuva: Antti Veini)	37
Kuva 12. Dalux aliurakan sisältö. (Kuva: Antti Veini)	38
Kuva 13. Dalux, alakattorungon tarkastuskohdat. (Kuva: Antti Veini).....	39
Kuva 14. Dalux, tarkastuksen sijaintitiedot. (Kuva: Antti Veini).....	40

Kuva 15. Dalux, laatutarkastuskohta. (Kuva: Antti Veini).....	41
Kuva 16. Dalux, tarkastuksen hyväksyjät ja osallistujat. (Kuva: Antti Veini)	42
Kuva 17. Dalux, laatutarkastuspuute. (Kuva: Antti Veini)	43
Kuva 18. Dalux, tarkastussuunnitelmien matriisi. (Kuva: Antti Veini).....	45

Liitteet

Liite 1: Dalux-opas työnjohtajille (vain työn tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin)

Dalux opas työnjohtajille