

Tilaelementtien asennus ja laadunvarmistus

LAB-ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari (AMK) Työnjohtokoulutus
2024
Janne Paloniemi

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Janne Paloniemi	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä	
	31	
Työn nimi		
Tilaelementtien asennus ja laadunvarmistus		
Tutkinto ja koulutusala		
Rakennusmestari (AMK), Työnjohtokoulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Woodcomp Modules Oy		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee tilaelementtien asennusta ja laadun varmistusta. Teollinen rakentaminen on olennainen osa nykyaikaista rakennusteollisuutta, tarjoten kestäviä ja tehokkaita ratkaisuja erilaisiin rakennusprojekteihin. Tilaelementtien asennusprosessin sujuvuus ja laatu ovat kriittisiä tekijöitä rakennushankkeen onnistumisen kannalta.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on kattava asennusopas, joka helpottaa tilaelementtien asennustyötä ja toimii hyödyllisenä työkaluna eri rakennuskohteissa. Oppaalla ei korvata muita työmaalla tarvittavia suunnitelmia, vaan se täydentää niitä keskittymällä erityisesti asennustyön vaiheisiin ja niitä koskeviin kysymyksiin.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään vähähiilistä rakentamista, rakentamisen laadunvarmistusta, kosteudenhallintaa, kuljetusta ja logistiikkaa, nostokalustoa, asennustyön aloitusedellytyksiä, työturvallisuutta sekä tilaelementtien asennusta.</p>		
Asiasanat		
Puurakentaminen, Tilaelementti, Asentaminen, Laadunvarmistus		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Janne Paloniemi	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages	
31		
Title of Publication		
Installation and quality assurance of spatial elements		
Degree, Field of Study		
Bachelor of Civil Engineering, Work supervision training		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Woodcomp Modules Oy		
Abstract		
<p>This thesis focuses on the installation and quality assurance of spatial elements. Industrial construction is an essential part of modern construction industry, providing sustainable and efficient solutions for various building projects. The smoothness and quality of the spatial element installation process are critical factors for the success of a construction project.</p> <p>This thesis provides a comprehensive installation guide that facilitates the installation of spatial elements and serves as a useful tool in various construction sites. The guide does not replace other necessary plans on the construction site but complements them by focusing specifically on the installation phases and related questions.</p> <p>The thesis addresses low-carbon construction, construction quality assurance, moisture management, transportation and logistics, lifting equipment, prerequisites for starting installation work, occupational safety and spatial element installation.</p>		
Keywords		
Wood construction, Spatial element, Installation, Quality assurance		

Sisällys

1	Johdanto.....	2
2	Puurakentaminen.....	3
2.1	Vähähiilinen rakentaminen	3
2.2	Tilaelementtirakentaminen.....	3
3	Rakentamisen laadunvarmistus	4
3.1	Laatu yleisesti.....	4
3.2	Rakennusvaiheen laadunvarmistus	4
3.3	Riskien hallinta ja kartoitus	8
4	Kosteudenhallinta	11
4.1	Kosteudenhallinta yleisesti	11
4.2	Tuotannon ja työmaan kosteudenhallinta	11
5	Kuljetus ja logistiikka.....	13
5.1	Kuljetussuunnitelma	13
5.2	Välivarastointi.....	13
6	Nostokalusto.....	15
6.1	Nostokaluston valinta	15
6.2	Nostokaluston valmistelu ja sijoittelu	15
7	Asennustyön aloitusedellytykset ja työturvallisuus	18
7.1	Valmistelevat työt ja turvavälineet.....	18
7.2	Turvallisuusohjeita nostotöihin.....	21
8	Tilaelementtien asennus	23
8.1	Nosturin vastaanotto.....	23
8.2	Toimituksen vastaanotto.....	24
8.3	Tilaelementtien asennus vaiheittain	24
8.4	Viimeistelytyöt	28
9	Yhteenveto ja pohdinta	29
	Lähteet	30

1 Johdanto

Teollinen puutilaelementtirakentaminen on olennainen osa nykyaikaista rakennusteollisuutta, tarjoten kestäviä ja tehokkaita ratkaisuja erilaisiin rakennusprojekteihin. Tilaelementtien asennusprosessin sujuvuus ja laatu ovat kriittisiä tekijöitä rakennushankkeen onnistumisen kannalta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään puutilaelementtien asennukseen ja laadunvarmistukseen. Oppaan avulla voidaan helpottaa työmaan toimintaa ja edistää tilaelementtirakentamisen tehokkuutta. Samalla se tarjoaa käytännön työkaluja sekä työnjohdon että asennusryhmän perehdytykseen, edistäen samalla rakentamisen laatua ja työturvallisuutta.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kattava asennusopas, joka helpottaa tilaelementtien asennustyötä ja toimii hyödyllisenä työkaluna eri rakennuskohteissa. Oppaalla ei pyritä korvaamaan muita työmaalla tarvittavia suunnitelmia, vaan täydentää niitä keskittymällä erityisesti asennustyön vaiheisiin. Opinnäytetyö on rajattu koskemaan pelkästään tilaelementtien asennusvaihetta ja siihen liittyviä asioita. Opinnäytetyöstä on jätetty pois tilaelementtien asennuksen jälkeen alkavat sisäpuolen viimeistelytyöt sekä tekniikan rakentaminen.

Opinnäytetyössä käsitellään vähähiilistä rakentamista, rakentamisen laadunvarmistusta, kosteudenhallintaa, kuljetusta ja logistiikkaa, nostokalustoa, asennustyön aloitusedellytyksiä, työturvallisuutta sekä tilaelementtien asennusta. Näiden aihealueiden läpikäynti antaa kokonaisvaltaisen näkökulman tilaelementtien asentamiseen ja varmistaa, että asennustyö sujuu suunnitellusti ja turvallisesti.

Opinnäytetyö tehdään oman työkokemuksen, hyvien käytäntöjen sekä lainsäädännön ja normien pohjalta. Työn tilaajana on raahelainen Woodcomp Modules Oy, joka rakentaa rankarakenteisista tilaelementeistä rakennuksia tarpeen mukaan.

2 Puurakentaminen

2.1 Vähähiilinen rakentaminen

Suomen kasvihuonepäästöistä noin kolmannes tulee rakentamisesta ja rakennuksista. Rakennussektorin päästöjä on saatava vähenemään, että Suomi saavuttaa kansalliset ja kansainväliset ilmastotavoitteet. (Ympäristöministeriö.) Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen (Puutuoteteollisuus).

Ympäristöministeriön hallinnoiman valtioneuvoston yhteisen puurakentamisen ohjelman (2016 - 2023) tavoitteena oli kasvattaa ja monipuolistaa puunkäyttöä ja sen jalostusarvoa. Ohjelman avulla pyrittiin lisäämään puun käyttöä kaupunkien rakentamisessa, julkisessa rakentamisessa sekä suurissa puurakenteissa. Lähtökohtana ohjelmalle olivat yhteiskunnallisista ja ilmastopoliittisista tarpeista johtuvat puun käytön laajentaminen sekä puuhun pohjautuvien rakennusjärjestelmien ja -tuotteiden kehittäminen. Kun tarkastellaan rakennuksen koko elinkaarta materiaalin valmistuksesta rakentamiseen, käyttöön ja kierrätykseen, voidaan puunkäytöllä pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä. Tämä on tehokas tapa edistää kansallisen ilmastotavoitteiden saavuttamista vuoteen 2035 mennessä. Teollisen puurakentamisen ratkaisut auttavat kehittämään materiaali- ja tuotantotehokkuutta sekä laadun ja kustannustehokkuuden parantamisen hallittujen teollisten prosessien kautta. (Ympäristöministeriö.)

2.2 Tilaelementtirakentaminen

Yksi tapa olla mukana rakentamassa hiilineutraalia Suomea on rakentaa rakennuksia puutilaelementeistä. Tilaelementeistä voidaan rakentaa monenlaisia rakennuksia, kuten pientaloja, kouluja, päiväkoteja ja kerrostaloja. Tilaelementit rakennetaan tehtaalla ja rakentamisen suunnittelussa rajoittavana tekijänä on kuljetuksen ja nostojen asettamat rajoitukset tilaelementtien enimmäismitoille ja painoille (Puuinfo).

Tilaelementti koostuu tavallisesti kantavasta rungosta, valmiista seinistä, lattiasta ja katoista. Kantava rakenne voidaan toteuttaa tilaelementeissä useilla eri tavoilla, muun muassa pilari-palkkitekniikalla, kehärakenteella tai suurelementeillä. Suurelementit ovat joko rankarakenteita tai massiivipuulevyä. Tilaelementti rakennetaan tehtaalla pintoja myöten valmiiksi ja siihen asennetaan valmiiksi myös ikkunat, ovet, LVIS-varustus ja kalusteet. (Puuinfo.)

3 Rakentamisen laadunvarmistus

3.1 Laatu yleisesti

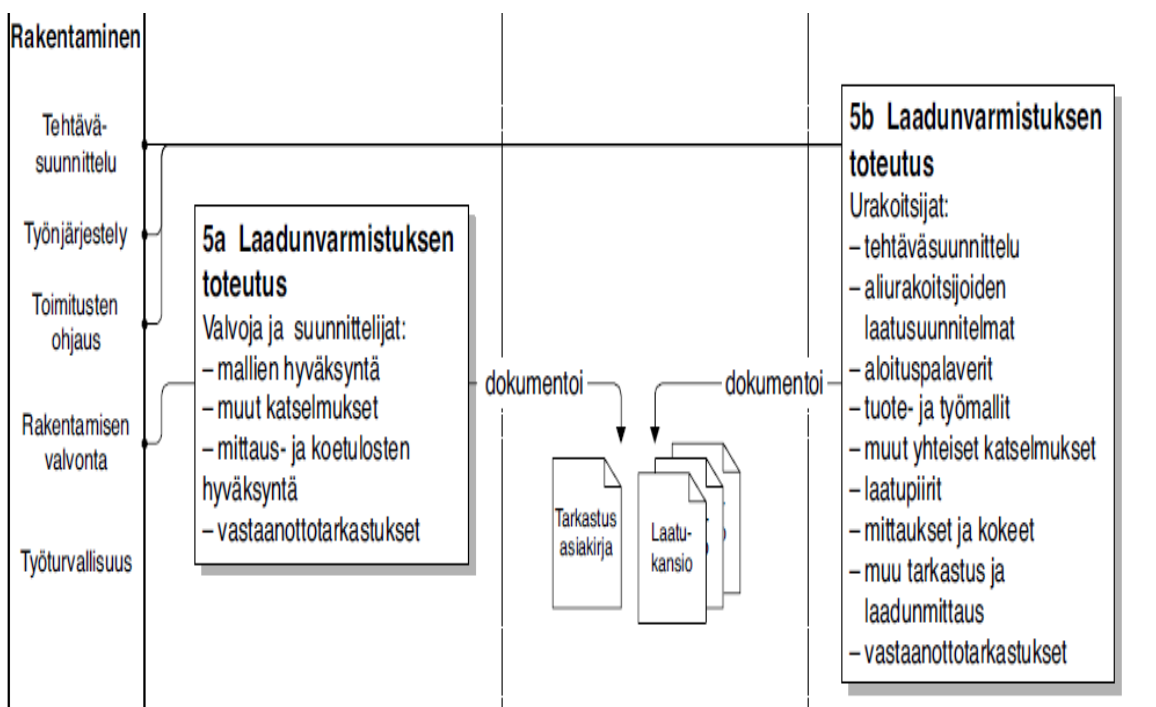
Rakentamisen laatu voidaan määritellä niin, että se on teknistä sekä toiminnallista laatua ja asiakkaan odotusten mukaisuutta. Teknistä laatua voidaan punnita lopputuloksen virheettömyyden perusteella ja asiakkaan odotusten mukaisuutta asiakastyytyväisyydellä. (Rakennusteollisuus.) Laadun määrittely rakennushankkeessa näkyy työn parempana etenemisenä, virheiden vähenemisenä, kustannusten pienenemisenä, työmaan eri osapuolten välisen tiedonkulun paranemisenä sekä vastuiden selkiytymisenä (Rakennustöiden laatu 2017, 12).

Rakentamisen laatukäsite voidaan jakaa suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun. Suunnittelun laatua on se, että hankkeen suunnitelmat täyttävät viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Lisäksi ne ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia. Tuotannon laatua on, että rakennustyö tehdään turvallisesti ja laatutavoitteiden mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen, sekä rakennustyö tehdään suunnittelussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa. Asiakkaan laatu tarkoittaa, että lopputulos on asiakkaan vaatimusten mukainen ja yhteistyö hankkeen osapuolten välillä toimii, sekä tilaaja on tietoinen hankkeen kulusta. Ympäristön laadulla tarkoitetaan, että täytetään yhteiskunnan ja toimintaympäristön rakennushankkeille asettamat vaatimukset ja odotukset. (Rakennustöiden laatu 2017, 11.)

3.2 Rakennusvaiheen laadunvarmistus

Kunkin tehtävän laatukriteerit määritellään ottamalla huomioon kyseisen tehtävän erityispiirteet sekä yleiset laatuvaatimukset, jotka on esitetty tehtävään liittyvissä työlajeissa tai projektiin liittyvissä erityisvaatimuksissa. Rakennusalan työlajeissa noudatetaan Rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia. (Rakennustöiden laatu 2017, 5.)

Rakentamisvaihe kattaa rakennustyöt sekä suunniteltujen laadunvarmistustoimien toteutuksen ja kirjaamisen. Jokainen osapuoli on vastuussa omista tehtävistään ja raportoi havaitsemistaan poikkeamista tai muutoksista muille osapuolille hankkeen edetessä. Kaikki tehdyt toimenpiteet ja päätökset talletetaan hankkeen tarkastusasiakirjaan ja työmaakousten pöytäkirjoihin. (Ratu S-1224 2009, 3.) Kuvassa 1 on esitetty laadunvarmistuksen toteutus.



Kuva 1. Laadunvarmistuksen toteutus (Rakennustöiden laatu 2017)

Tilaelementtirakentamisen laadunvarmistus tehdään tilaelementtien valmistamisen osalta tehtaalla. Tehtaalla tilaelementtien vaatimuksenmukaisuutta seurataan sisäisillä ja ulkoisilla toimilla. Sisäinen laadunvalvonta tehdään tehtaalla oman laatujärjestelmän mukaisesti. Ulkoinen laadunvarmistus tehdään Finotrol Oy:n toimesta. Finotrol Oy arvioi ja toteaa täyttääkö yrityksen tuotteiden valmistus ja tehtaalla tuotannon laadunvalvonta kansalliset arviointiperusteet ja antaa varmennustodistuksen osoituksena vaatimusten täyttymisestä. Varmennukseen kuuluvat puurakenteiset seinä-, alapohja-, välipohja-, ja yläpohjaelementit sekä mekaaniset liittimet. (Finotrol.)

Tilaelementtien asentamisen laadunvarmistus työmaalla tehdään työmaan laatusuunnitelman mukaisesti. Laatusuunnitelmassa määritellään organisaatio, menetelmät ja vastuunjako, joilla varmistetaan työlle asetettujen taloudellisten, aikataulullisten ja laadullisten tavoitteiden saavuttaminen. Sisäinen auditointi arvioi laatujärjestelmän tehokkuutta ja suunnitelmamallia kehitetään jatkuvasti vastaamaan yrityksen ja eri projektien tarpeita entistä paremmin. Laatusuunnitelmaa päivitetään tarvittaessa, että se pysyy ajan tasalla.

Tilaelementtityömaan laatusuunnitelmasta löytyy laadunvarmistusmatriisi, joka on esitetty taulukossa 1. Taulukosta voidaan katsoa, mitkä laadunvarmistustoimet koskevat tilaelementtien asentamista. Hankkeen laadunvarmistustoimilla varmistetaan ja todennetaan, että tehty työ vastaa sopimuksenmukaista laatua.

Työmaa							
	Tehtäväsuunnitelma (Työnjohtaja/VTJ)	Aloituspalaveri	Mallityö	Tarkmittaus/ mittauspöytäkirja/	Kokeet	Tarkastukset/tarkastus asiakirja	Vastaanottokatselmus
Maanrakennustyöt		x	x	x	x	x	x
Perustustyöt	x	x		x	x	x	x
Yläpohjarakenteet	x	x				x	x
Tilaelementtiasennus	x	x	x	x		x	x
LVI-työt	x	x			x	x	x
Sähkötyöt	x	x			x	x	x
Sisustustyöt	x	x	x			x	x
Ulkopuolen viimeistelytyöt	x	x	x			x	x
Luovutusvaihe	x				x	x	x

Taulukko 1. Laadunvarmistusmatriisi (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Seuraavaksi käydään läpi laadunvarmistusmatriisissa olevat kohdat teoriassa sekä miten työt tehdään Woodcomp Modules Oy:llä käytännössä. Woodcomp Modules Oy käyttää laadunvarmistuksen apuna Admicon Vision -dokumentointi ohjelmistoa. Ohjelmistosta löytyy lomakkeet jokaiselle laadunvarmistustaulukossa olevalle laadunvarmistustoimelle. Lomakkeet on mahdollista täyttää työmaalla tietokoneen tai puhelinsovelluksen avulla.

Työmaalla Admicon Vision -ohjelmaan tallennettavia asiakirjoja ovat:

- Mahdolliset valvojien dokumentit
- Työmaan tehtäväsuunnitelmat
- Työmaan palaverimuistiot
- Työmaan perehdytyslomakkeet
- Mallitöiden tarkastusdokumentti
- Mittauspöytäkirjat
- Työmaan tarkastusasiakirjat
- Työmaan katselmuspöytäkirjat
- Työmaapäiväkirja
- TR/MVR-mittari

Tehtäväsuunnitelma

Laadunvarmistusmatriisissa määritellään työmaan tehtävät, joiden pohjalta laaditaan tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelma kokoaa yhteen kunkin tehtävän aikataululliset ja taloudelliset tavoitteet, laatuvaatimukset, aloitusedellytykset, riskianalyysin ja työturvallisuusnäkökulmat. Tehtäväsuunnitelman avulla pyritään löytämään keinot, joilla saavutetaan asetetut tavoitteet ja vaatimukset. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Woodcomp Modules Oy:llä tehtäväsuunnitelmasta vastaa työpäällikkö. Suunnitelmassa käydään läpi kohdetiedot, työnjohtaja, urakoitsija, asentamisen aikataulu, tehtävät ennen työn aloittamista, tehtävät työn aikana, mikä on työn lopputila, mahdolliset välitavoitteet ja käytännöt lisä- ja muutostöissä. Tarkistetaan, että työvaiheeseen liittyvät suunnitelmat ovat saatavilla ja ajantasaisia, urakoitsijalla on vakuutukset kunnossa sekä käydään läpi tarvittavat katselmukset. Lisäksi tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi työturvallisuuteen liittyvät asiat. Kuinka usein työturvallisuusmittaukset toteutetaan, tarvitaanko erityissuunnitelmia, mitkä ovat tehtävän erityiset turvallisuusriskit sekä käydään läpi potentiaalisten ongelmien analyysi.

Aloituspalaveri

Rakennuttajan laatuvaatimukset käydään läpi työntekijöiden kanssa tehtävän aloituspalaverissa. Työntekijöiden kanssa suunnitellaan keinot, joiden avulla saavutetaan kaikki vaatimukset sekä vältetään potentiaaliset ongelmat. Mikäli toiminnassa on puutteita, järjestetään korjaava aloituspalaveri, jotta toiminta saadaan muutettua suunnitelmien mukaiseksi ja virheet korjattua. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Aloituspalaverissa työnjohtaja käy työpäällikön tekemän tehtäväsuunnitelman läpi työporukan/urakoitsijan kanssa. Aloituspalaverista täytetään erillinen pöytäkirja.

Mallityö

Kun työryhmä on saanut tehtyä ensimmäisen työkohteen, tarkistetaan kohde ja korjataan havaitut poikkeamat vaadittuun laatutasoon. Ensimmäinen työkohde toimii mallina seuraaville työkohteille. Näin saadaan mallityön avulla konkretisoitua työn laatutaso. Työvaiheen tekijä, työmaamestari ja valvoja osallistuvat mallityön tarkastukseen. Tarvittaessa tarkastukseen voi pyytää myös arkkitehdin ja suunnittelijan. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Mallityötarkastuksessa vastaava työnjohtaja tarkistaa asennusryhmän kanssa, että tilaelementtiasennuksen tarkastuspöytäkirjan mukaiset tarkastukset on tehty. Lisäksi tarkistetaan, että tilaelementti on asennettu asennussuunnitelman mukaisesti ja tilaelementin korkomittaus on tehty. Vastaava työnjohtaja kuittaa mallityön tehdyksi.

Tarkemittaus / mittauspöytäkirja

Urakoitsija vastaa tarvittavien kokeiden ja mittauksien suorittamisesta sekä käytettävien koneiden ja mittalaitteiden hankinnasta. Kaikki suoritettavat toimenpiteet dokumentoidaan ja alirakoitsija toimittaa dokumentit pääurakoitsijalle, joka vastaa niiden arkistoinnista. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Asennusryhmä mittaa tilaelementtien korot. Korot merkitään ylös mittauspöytäkirjaan ja Vastaava työnjohtaja kuittaa mittaukset ja arkistoi.

Tarkastukset / tarkastusasiakirja

Ennen työn aloittamista työryhmälle toimitetaan laaturaportit eli tarkastusasiakirjat, jotka selventävät tehtävien laatuvaatimukset ennen työn aloittamista. Näiden raporttien avulla ohjataan ja valvotaan laadun toteutumista. Kun työryhmä ja työnjohtaja ovat vahvistaneet tehdyn työn laadun laaturaporttiin, se tallennetaan työmaan laatukansioon. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Jokaisesta tilaelementistä on tehty oma tarkastusasiakirja. Asennusryhmän työnjohtaja käy kaikki kohdat läpi ja kuittaa ne. Tarkastuksessa tarkistetaan tilaelementti ennen asennusta silmämääräisesti, että kaikki on kunnossa. Saumavillat ja tiivistysnauhat ovat paikoillaan. Nostoliinat tarkistetaan ennen nostoa. Kuitataan myös kiinnityksen jälkeen, että tilaelementin kiinnitys on tehty rakennesuunnitelmien mukaisesti. Kun tilaelementti on saatu paikoilleen, tarkistetaan myös, että tilaelementti on kunnossa sisäpuolelta.

Vastaanottokatselmus

Vastaanottokatselmuksessa tarkistetaan luovutettavan kohteen suunnitelmien mukaisuus ja valmius. Mikäli virheitä tai poikkeamia havaitaan, ne kirjataan katselmusmuistioon ja korjataan vastaamaan haluttua laatutasoa ennen kohteen virallista vastaanottoa. Katselmuksessa ovat läsnä vastaava työnjohtaja sekä aloittavan ja edeltävän työvaiheen edustajat. (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Kun tilaelementtien asennus on saatu suoritettua, pidetään työmaalla vastaanottokatselmus. Katselmuksessa tarkistetaan työn tilanne, aikataulullinen onnistuminen sekä mahdolliset lisä- ja muutostyöt. Kun kaikki on asennuksen osalta kunnossa, vastaava työnjohtaja kuittaa työn tehdyksi.

3.3 Riskien hallinta ja kartoitus

Riskienhallinnan avulla saadaan turvaa sekä yritykselle että työntekijälle. Se parantaa yrityksen menestysmahdollisuuksia, kun riskien taustalla olevia ongelmia saadaan poistettua.

Tällöin häiriötilanteet ja katkokset vähenevät ja tuotannon tehokkuus ja laatu paranevat. Myös vahingoista aiheutuneita kustannuksia saadaan vähenemään. Työntekijöille se antaa turvallisemman ja varmemman työpaikan, mitä vähemmän työpaikalla on riskejä. (Suomen Riskienhallintayhdistys.)

Työmaan riskien kartoituksella pyritään ennakolta tunnistamaan ne todennäköiset ja merkittävät haasteet, jotka saattavat ilmetä hankkeen toteutuksen aikana, ja valmistautumaan niihin asianmukaisesti. Näitä haasteita voivat olla muun muassa aikataululliset, tekniset ja hankintoihin liittyvät ongelmat.

Tehokas tapa tunnistaa riskejä on potentiaalisten ongelmien analyysi. Työväline on kehitetty suurteollisuudessa, missä riskit ovat suurimmat. Tästä syystä analyysin kyky tunnistaa riskejä on hyvä. (Suomen Riskienhallintayhdistys.) Oheisessa taulukossa 2 on kirjattu riskit, joihin tulee aina varautua asennusvaiheessa hankekohtaisesti.

Tilaelementtiasennus	<ul style="list-style-type: none"> -Säästä johtuva aikatauluriski -Tilaelementtien välivarastointi -Kattolohkolle tila elementtiasennuksen ajaksi -Alapohjan läpivientien paikalleen mittaus -Elementtiasennuksen korko -Puutteellinen asennussuunnittelu -Materiaalitoimitusten aikataulut ja varastointi -Tiiveys
-----------------------------	---

Taulukko 2. Potentiaalisten ongelmien analyysi (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Alla on esitetty eri riskien analyysia ja mitä riskit tarkoittavat:

Säästä johtuva aikatauluriski

Tilaelementtejä ei asenneta vesisateella tai liian kovalla tuulella. Koska säätä on vaikea ennustaa, täytyy tilaelementtien asennusaikataulu laatia sen verran väljäksi, että asennusaikataulu ei petä, jos tilaelementtejä ei pääse asentamaan huonon sään vuoksi.

Tilaelementtien välivarastointi

Tilaelementit pyritään asentamaan saman päivän aikana paikoilleen, kun ne tulevat tehtaalta. Asennuksen aikana voi tulla jotain ongelmia, mikä viivästyttää aikataulua, eikä kaikkia suunniteltuja elementtejä saada paikoilleen. Tällöin tilaelementeillä pitää löytyä riittävä tila välivarastointia varten.

Kattolohkolle tila elementtiasennuksen ajaksi

Kattolohkot rakennetaan sokkeleiden päällä ja siirretään sitä mukaa pois edestä, kun tilaelementtejä asennetaan. Jos kattolohkoille ei ole muistettu suunnitella välilaskupaikkaa, menee asentaminen vaikeaksi.

Alapohjan läpivientien paikalleen mittaus

Alapohjan läpivientien paikoilleen mittaus pitää tehdä huolellisesti, että tekniikka saadaan tuotua alapohjan läpi tilaelementin sisälle. Alapohjaan tulevien putkien asennusvaiheessa pitää myös huolehtia, etteivät ne jää liian lyhyeksi.

Elementtiasennuksen korko

Ennen tilaelementin asennusta pitää tarkistaa korko sokkelista ja käyttää tarvittaessa asennuskiiloja, että tilaelementti tulee vaakatasoon sokkelin päälle. Jos rakennetaan useampi kerros päällekkäin, pitää jokaisen tilaelementin päältä tarkistaa korko, ettei päällekkäin olevat tilaelementit lähde menemään vinoon.

Puutteellinen asennussuunnitelma

Asennussuunnitelma pitää tarkistaa, että se on kunnossa. Mikäli esimerkiksi kiinnityssuunnitelmissa on puutteita, voi olla, että osa tarvittavista kiinnikkeistä jää asentamatta.

Materiaalitoimitusten aikataulut ja varastointi

Materiaalitoimitusten aikatauluista on tärkeä huolehtia. Mikäli jokin tarvittava materiaali tulee työmaalle liian myöhään, voi työmaan tuotanto aikataulu pettää. Jos taas materiaalit tulevat työmaalle liian aikaisin, eikä niille ole kunnollista varastointi mahdollisuutta, on iso riski, että materiaalit vaurioituvat varastoinnissa.

Tiiveys

Saumojen asennukset pitää tehdä huolellisesti. Ennen kuin tilaelementit asennetaan, pitää tarkistaa, että tarvittavat tiivistysnauhat ovat paikoillaan, sekä asennuksen aikana huolehtia, että tiivisteet pysyvät paikoilleen ja asettuvat hyvin saumaan. Muuten tulee helposti tiiveysvuotoja.

4 Kosteudenhallinta

4.1 Kosteudenhallinta yleisesti

Kosteudenhallinta on yksi tärkeimmistä osa-alueista rakennushankkeessa. Kosteudenhallinta on kokonaisuus, mihin liittyy suunnittelu, tuotanto, työmaa ja käytön aikainen toiminta (RT 103546 2023, 19).

Kosteudenhallinnassa voi vähentää riskejä hyvillä suunnitteluratkaisuilla. Hyvissä suunnitteluratkaisuissa on mietitty myös, miten riskien realisoituessa ratkaisut ovat korjattavissa. Tuotannon ja työmaan kosteudenhallinta on hyvä esittää kokonaisuutena. Tuotannossa on huomioitava saapuvan tavaran oikea varastointi ja tuotantoaikaiset kuivumiset. Etukäteen on hyvä suunnitella valmiin tuotteen varastointi ja kuljetus. Tuotteiden pakkaamisessa on otettava huomioon, että suojaukset kestävät kuljetuksen, sekä mahdollista kondensoitumista seurataan. Työmaalla asentamisen aikaiseen kosteudenhallintaan löytyy erilaisia ratkaisuja. Rakennuksia voidaan rakentaa muun muassa telttojen alla tai käyttää muoveja ja pressuja suojaukseen ja välttää sateella asentamista. (RT 103546 2023, 19.) Woodcomp Modules Oy:n työmaalla suojaukseen käytetään kuljetuksessa käytettäviä pakkausmuoveja sekä tarvittaessa pressuja.

4.2 Tuotannon ja työmaan kosteudenhallinta

*Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava rakennustuotteiden ja kesken-
eräisten rakennusosien suojaamisesta kastumiselta ja epäpuhtauksilta työmaavaras-
toinnin ja rakentamisen aikana. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteus-
teknisestä toimivuudesta 782/2017, 14 §.)*

Tilaelementtirakentamisen hyvä puoli on, että kuivaketju on hallittavissa hyvin koko rakennusketjun läpi. Työmaalle pitää aina olla tehtynä kosteudenhallintasuunnitelma ja sitä pitää noudattaa. Kosteudenhallintasuunnitelman tavoitteena on estää kosteusvaurioiden syntyminen sekä kosteuden pääsy rakenteisiin. Hyvällä suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi mahdollisiin kosteusriskeihin ja ennaltaehkäistä kosteusvaurioiden syntyminen. Tehdasvalmisteisista tilaelementeistä rakentaminen mahdollistaa sen, että hallitsemattomat kosteusriskit saadaan minimoitua. Valmiit tilaelementit ovat työmaalla kosteudelle alttiina vain yhden työpäivän aikana tapahtuvan asennustyön aikana, joten riski säästä johtuvalle kastumiselle on hallittavissa.

Kosteudenhallinnan periaatteet

Tehtaalla tilaelementit valmistetaan sisätiloissa ja suojataan varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi. Valmiit tilaelementit varastoidaan ulkona noin metrin korkeuteen maasta kaksinkertaisen sääsuojan sisään. Lumikuormia varten tilaelementtien päälle voidaan asentaa varastoinnin aikaiset katot. Pidemmän varastoinnin aikana tilaelementtien sisätilojen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa valvotaan ja tarvittaessa olosuhteita parannetaan lämmittämällä ja/tai tuulettamalla tilaelementtiä.

Kuljetukset työmaalle tapahtuvat erikoiskuljetuksina, jolloin myös kuljetuksen aikana sääsuojien kuntoa on mahdollista tarkkailla. Toimitukset pyritään järjestämään ajallisesti niin, että työmaalle ei tarvitse varastoida tilaelementtejä. Jos asennuspäivälle on ennustettu vesisadetta, siirretään kuljetuksia eteenpäin.

Asennuksen aikana tilaelementtien suojaus tehdään jo tehtaalla asennettavilla kuljetuksen aikaisilla muovisuojuilla sekä lopullisilla kattolohkoilla. Muovia irrotetaan tilaelementistä asennuksen aikana vain sen verran, kuin se on asentamisen kannalta välttämätöntä. Kun tilaelementit ovat paikoillaan, saumojen yli vedetään muovit, jotka kiinnitetään rimojen avulla seinään. Muoveja irrotetaan rakennuksesta sitä mukaan, kun tehdään ulkopuolen saumojen ulkoverhouksia valmiiksi. Kuvassa 2 on puukerrostalon tilaelementit paikoillaan ja sääsuojaukset tehty.



Kuva 2. Puukerrostalo sääsuojassa (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Tilaelementtien asennuksen jälkeen huolehditaan rakennuksen riittävästä tuuletuksesta, sekä lämmityksestä. Kosteutta ja lämpötilaa seurataan siihen tarkoitetuilla mittareilla. Työmaalla kosteudenhallintasuunnitelman toteutumisen valvomisesta vastaa vastaava työnjohtaja sekä asennustoista vastaavat henkilöt.

5 Kuljetus ja logistiikka

5.1 Kuljetussuunnitelma

Kuljetusten organisointi on keskeinen osa työmaan toimintaa, ja se edellyttää tiivistä yhteistyötä työmaan kanssa. Elementtien asennuksen on tapahduttava tarkasti määritellyssä järjestyksessä, joten myös kuljetusten on noudatettava tätä järjestystä. Kuorman purkujärjestys on suunniteltava ja sovittava etukäteen. Myös kuljetusten ajoreitti työmaalle, mukaan lukien kääntösäteet, on otettava huomioon. Elementtien vastaanottoaikataulusta on sovittava työmaan kanssa, poikkeuksellisista työajoista huolimatta. Kuljetuksen aikaisista suojista on pidettävä erityistä huolta niiden eheyden varmistamiseksi. (RT 103546 2023, 21.) Kuvassa 3 on tilaelementtikuorma lähdössä tehtaalta työmaalle.



Kuva 3. Tilaelementtikuorma lähdössä tehtaalta (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Työmaalla on hyvä varmistaa:

- kääntymispaikka rekka-autolle
- väliaikainen kiertotie
- ilmoitus kunnalle, mikäli tie joudutaan sulkemaan purun ajaksi (>15 min)

5.2 Välivarastointi

Kun välivarastointi tulee kyseeseen, on tärkeää sopia selkeästi varaston valvonnasta, vakuutusturvasta sekä siirtokuljetusten järjestämisestä. Välivarastoinnissa on olennaista noudattaa tarkasti valmistajan antamia ohjeita. Lisäksi varastotilojen pohjien suunnittelu on

välttämätöntä, sillä tilaelementit edellyttävät kestäväää ja tasaista alustaa. (RT 103546 2023, 21.) Kuvassa 4 on tilaelementtejä varastoituna tehtaan välivarastoon. Työmaalla välivarastointi on normaalia ja aina ei ole välttämättä tarjolla asfalttikenttää varastointiin. Myös sorakenttä käy varastointiin mutta silloin on hyvä varmistaa, että sorapatjan kantavuus on riittävä ja kenttä on riittävän tasainen. Tilaelementit varastoidaan välivarastoon sellaiseen järjestykseen, että siirtoauto saa otettua kyytiin oikean tilaelementin. Tilaelementtien alle pitää myös laittaa riittävä määrä pukkeja ja varmistaa, että pukit asennetaan tilaelementtien alle oikeisiin kohtiin. Jos tilaelementteihin ei ole merkitty paikkaa mihin kohtaan pukit pitää laittaa, on asia hyvä varmistaa rakennesuunnittelijalta. Kuvassa 5 on välivarastoitu tilaelementtejä työmaan vieressä olevaan välivarastoon.



Kuva 4. Tilaelementtejä tehtaan välivarastossa (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)



Kuva 5. Tilaelementtejä työmaan välivarastossa (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

6 Nostokalusto

6.1 Nostokaluston valinta

Tavallisesti tilaelementtiasennuksissa käytetään yhtä ajoneuvonosturia. Ajoneuvonosturin paikkakuntakohtainen saatavuus on varmistettava hyvissä ajoin. Ajoneuvonosturi valitaan seuraavan ohjeistuksen mukaan. (Palolahti ym. 2010, 12.)

Nostokaluston kapasiteetti mitoitetaan riittäväksi taakan epäedullisimmassa nostosuunnassa nosturikohtaisten ohjeiden avulla. Kapasiteetin laskemiseksi selvitetään:

- *elementeistä tyyppikohtaisesti suurimmat päämitat (pituus, leveys, korkeus)*
- *eri elementtityyppien maksimipainot (nostoapuvälineiden kuten nostopuomin paino on lisättävä elementtien painoihin)*
- *nostoetäisyydet*
- *nostokorkeudet*
- *mahdolliset esteet (sähkölinjat yms.)*
- *maapohjan kantavuus*
- *ajoteiden kunto*

Henkilönostimet

Tilaelementtien asennustöissä henkilönostimina käytetään yleensä kuukulkijoita. Sopivan kokoiset kuukulkijat mitoitetaan kohteen mukaan. Yksikerroksissa kohteessa on mahdollista asentaa myös alumiinitelineitä apuna käyttäen. Kaksi tai useampikerroksisessa rakennuksessa tilaelementtien ja kattolohkojen asentaminen on kuukulkijoiden avulla nopeampaa ja turvallisempaa. Kuukulkijoiden avulla on myös turvallista käydä asentamassa ja irrottamassa nostoliinat ja -kettingit.

6.2 Nostokaluston valmistelu ja sijoittelu

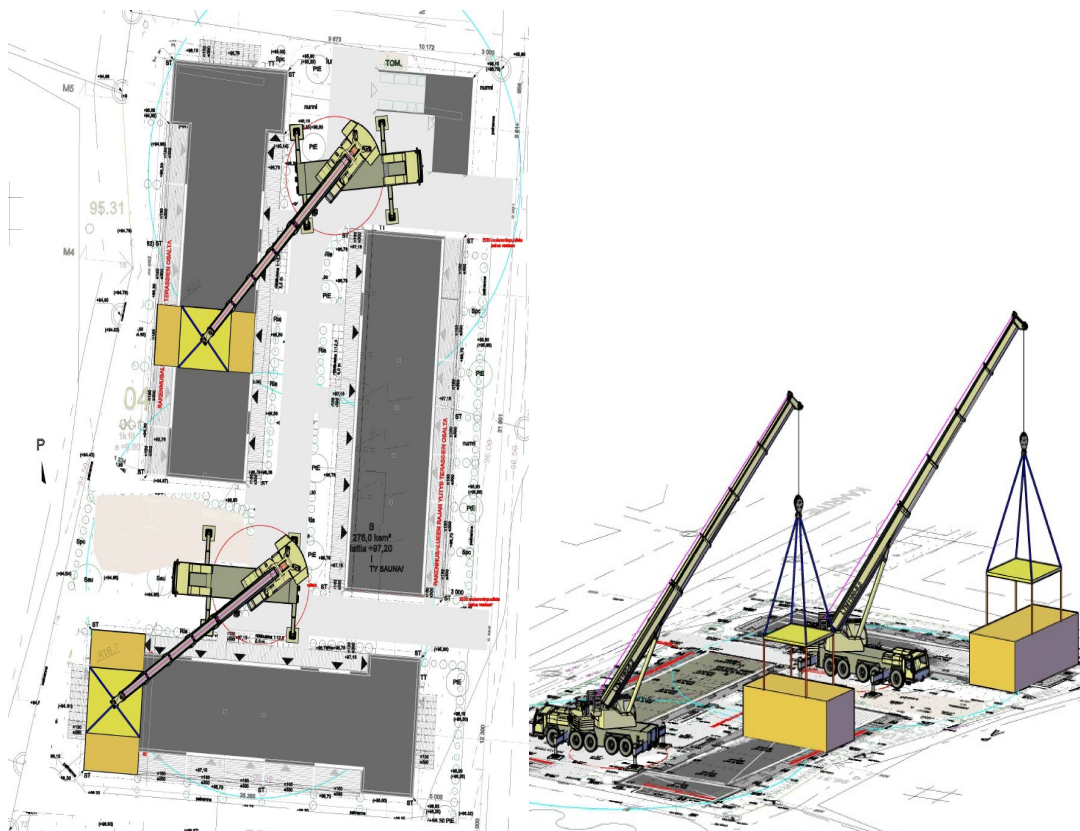
Nosturinpaikka pitää suunnitella hyvissä ajoin. Maaperä, johon nosturi voi sijoittua, saattaa olla maaperältään hyvinkin pehmeää. Tästä syystä nosturinkuljettajan täytyy olla varma nosturin kunnollisesta tukeutumisesta maaperään. Nostotilanteessa painuva nosturi voi aiheuttaa vakavia vaaratilanteita. Pistekuormaa voidaan levittää laittamalla tukijalkojen alle levyä tai muuta tukimateriaalia kuvan 6 mukaan. Myös nosturin alla olevan maan tarvittava suoruus tarkistetaan nosturitoimittajalta. (Palolahti ym. 2010, 12.)



Kuva 6. Tassun tukimateriaalina 150x150 puupalkkeja (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Nosturille tulee valmistaa sellainen työskentelypaikka, josta ei ole liian pitkiä etäisyyksiä kuljetuskalustoon, eikä myöskään itse rakennettavaan kohteeseen. Nosturin kuljettajalla on hyvä olla myös näköyhteys purettavaan autoon. Mikäli nosturi joudutaan sijoittamaan tiealueelle puutteellisen kantavuuden takia, joudutaan hakemaan kaupungilta tai kunnalta lupa katualueen vuokraamiseen. (Palolahti ym. 2010, 12.)

Kuvassa 7 on esimerkki E.Helaakoski Oy:n tekemästä nostosuunnitelmasta rivitalotyömaalle. Ajoneuvonosturille on jouduttu suunnittelemaan työmaalle kaksi eri paikkaa, että kaikki tilaelementit yletytään nostamaan paikoilleen.



Kuva 7. Nosturin paikka (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Kun ajoneuvonosturin paikkaa suunnitellaan, on yhtä tärkeää suunnitella myös samalla kuukulkijoiden paikat nostovaiheessa. Ahtailla pihilla ajoneuvonosturi voi tukkia kulkutiet ja kuukulkijoilla ei pääse ajamaan. Tällöin kuukulkijat pitää ajaa oikeaan paikkaan jo ennen kuin ajoneuvonosturi tulee työmaalle. Kuvassa 8 asennetaan kuukulkijoiden avulla katto-lohkoa paikoilleen.



Kuva 8. Asennusta kuukulkijoista (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

7 Asennustyön aloitusedellytykset ja työturvallisuus

7.1 Valmistelevat työt ja turvavälineet

Seuraavaksi on esitetty toimintaohjeita sekä turvallisuuteen liittyviä asioita ennen kuin tilaelementtien asentaminen aloitetaan. Täytyy muistaa, että turvallinen työskentely on tärkeintä, kun ollaan tekemisissä isokokoisten ja painavien elementtien kanssa. Ennen tilaelementtiasennusten aloitusta on hyvä varmistaa, että työmaalla on aloitusedellytykset kunnossa. Rakennustöiden laatu 2017 mukaan selvitetään mm.

- työhön liittyvä työturvallisuus (esimerkiksi tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet, terveydelle vaarallisten aineiden kartoitus tai telinetarkastukset)
- työmaalla tarvittavat asiakirjat kuten piirustukset, suunnitelma-asiakirjat, työselostukset, työturvallisuusmääräykset ja -ohjeet, erikoistöihin liittyvät luvat ja ilmoitukset (esim. tulityölupa)
- työkohteelta vaadittavat työskentelyolosuhteet (esimerkiksi valaistus, lämpötila tai työkohteen rauhoitus)
- työryhmä, materiaalit, tarvikkeet ja kalusto, varastoinnit ja siirrot työmaalla
- edellisiltä työvaiheilta vaadittava valmius ja laatu (esimerkiksi alustan mittatarkkuus tai kosteus)

Aloituspalaveri

Ennen asennustöiden aloittamista pidetään työmaalla aloituspalaveri. Vastaava työnjohtaja käy työryhmän kanssa läpi asennukseen liittyvät asiat. Varmistetaan, että kaikki työryhmän jäsenet on perehdytetty.

Materiaalit ja suojaimet

Työn turvallisuussuunnittelun lähtökohtana on, että turvallisuutta ja terveyttä uhkaavat vaarat poistetaan kokonaan. Ensisijaisesti näitä haittoja tulee torjua oikeilla työmenetelmillä, teknisillä ratkaisuilla ja muilla toimenpiteillä, kuten suojilla, pölynpoistojärjestelmillä ja meluseinillä. Mikäli kaikkia vaaroja ei kuitenkaan pystytä täysin eliminoimaan, käytetään asianmukaisia henkilökohtaisia suojaimia. Työmaan suojaintarpeen määrittäminen perustuu työmaan vaarojen arviointiin ja kokemukseen. (Raturva – rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet 2018, 24.)

Yleisen ohjeistuksen mukaan pakollisia henkilösuojaimia työmaalla on suojakypärä, joka on tarvittaessa varustettava hupulla, heijastava varoitusvaate sekä turvajalkineet. Lisäksi on

käytettävä henkilökohtaista silmien suojausta. (Työsuojelu.) Työmaalla vierailevilta vaaditaan myös kypärä ja huomioliivi. Alapuolella olevassa taulukossa 3 on lueteltu asennustyössä tarvittavat suojaimet.

Henkilökohtaiset suojaimet			
asennus- ja nostotyö yleensä	-	suojakypärä, turvajalkineet, suojakäsineet	
paineilmanalaus	-	silmä- ja kuulosuojaimet	
käsityökoneiden käyttö	-	silmä- ja kuulosuojaimet	
painekyllästetyn puutavaran työstö	-	hengityssuojaimet	
lämmöneristäminen	-	hengityssuojaimet ja suojavaatetus	
katolla tai korkealla työskentely	-	turvavaljaat ja muu putoamissuojaus	

Taulukko 3. Henkilökohtaiset suojaimet (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Sähkö ja valaistus

Sähkökeskukset ja kaapelit on suositeltavaa ripustaa esimerkiksi seinälle ja suojata kaapelit hyvin kulkuteillä (Työturvallisuuskeskus). Rikkinäiset jatkojohdot ja jakokeskukset merkitään selkeästi ja poistetaan käytöstä. Myös vioittuneet sähkölaitteet tulee poistaa työmaalta. Laitteiden kunto pitää tarkistaa aina ennen töiden aloitusta.

Asennustöissä on turvallisuuden kannalta tärkeää, että valaistus on riittävän voimakas, kattava ja työhön soveltuva. Valaisimet on hyvä asentaa riittävän korkealle, jotta häikäisy vähenee ja valaistuserot tasoittuvat. Työ- ja varastoalueilla sekä kulkuteillä on oltava pysyvä yleisvalaistus. (Työturvallisuuskeskus.)

Kaiteet ja putoamissuojaus

Putoamissuojaukset rakennetaan tarkoitukseen sopivilla työtasoilla, suojakaiteilla, aukkojen suojakansilla sekä suojaverkoilla ja suojauksien kunto tarkistetaan päivittäin (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205, 28 §). Esivalmistettuihin kattolohkoihin asennetaan kaiteet niille osin kuin se on asennusteknisesti mahdollista. Kaiteet viimeistellään välittömästi kattolohkon asennuksen jälkeen. Tilaelementtiasennuksen aikana turvavaljaat kiinnitetään nostoapuvälineessä olevaan kiinnityspisteeseen liinon irrotuksen ajaksi.

Telineet ja tikkaat

Peruslähtökohtana on, että asennuksessa ja nostoissa käytetään apuna turvallisuusmääräykset täyttäviä telineitä, ja asennustyöhön sopivia työtasoja. Asentamalla rakennustelineitä seinälinjojen viereen ja nurkkiin, voidaan asennustoimenpiteitä suorittaa turvallisemmin. Nostokorissa ja korkealla työskenneltäessä putoamissuojauksena on käytettävä turvavaljaita ja -köyttä, sekä putoamiskorkeuden ollessa yli 2 metriä, telineessä on oltava

asianmukainen suojakaide. Nojatikkaat eivät ole tarkoitettuja työalustana käytettäviksi. Niitä voi käyttää vain tilapäisinä kulkureitteinä, nostoapuvälineiden kiinnittämiseen tai poistamiseen sekä muihin vastaaviin lyhytaikaisiin ja tilapäisiin tehtäviin. Niiden pituus ei saa ylittää kuutta metriä. (Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuus 629/1994, 24 §.)

Sokkeleiden valmius

Valmisteleviin töihin kuuluu tarkistaa, että työryhmä tarkistaa sokkelin päältä pinnan, ettei se poikkea enempää kuin +/- 5 mm. Tässä vaiheessa asennetaan myös bitumikaistat sokkelin päälle valmiiksi. Kuvassa 9 on puukerrostalotyömaan valmiit sokkelit, joiden päälle on asennettu bitumikaistat. Lisäksi sokkeleiden päälle mitataan ja merkitään tilaelementtien paikat.



Kuva 9. Työmaan perustukset (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Nostoapuvälineet

Ennen nostojen aloitusta tarkistetaan, että kaikki tarvittavat nostoihin tarvittavat välineet ovat työmaalla. Nostoihin tarvitaan kuvassa 10 näkyvät X-Lift, nostoketjut, umpinostovyö, nostosakkeli pussimalli ja ohjausliina. Jokaiselle kohteelle tehdään oma nostosuunnitelma ja siitä katsotaan, mitä nostoapuvälineitä tarvitaan tilaelementin asentamista varten. Eri kohteissa nostoapuvälineet voivat vaihdella, koska tilaelementtien koko vaihtelee. Yleensä tilaelementteihin suunnitellaan nostoraudat katolle, mistä tilaelementit nostetaan. Joskus tilaelementti on suunniteltu nostettavaksi niin, että liinat kierretään tilaelementin ympäri, koska tilaelementti ei muuten kestä nostoa.



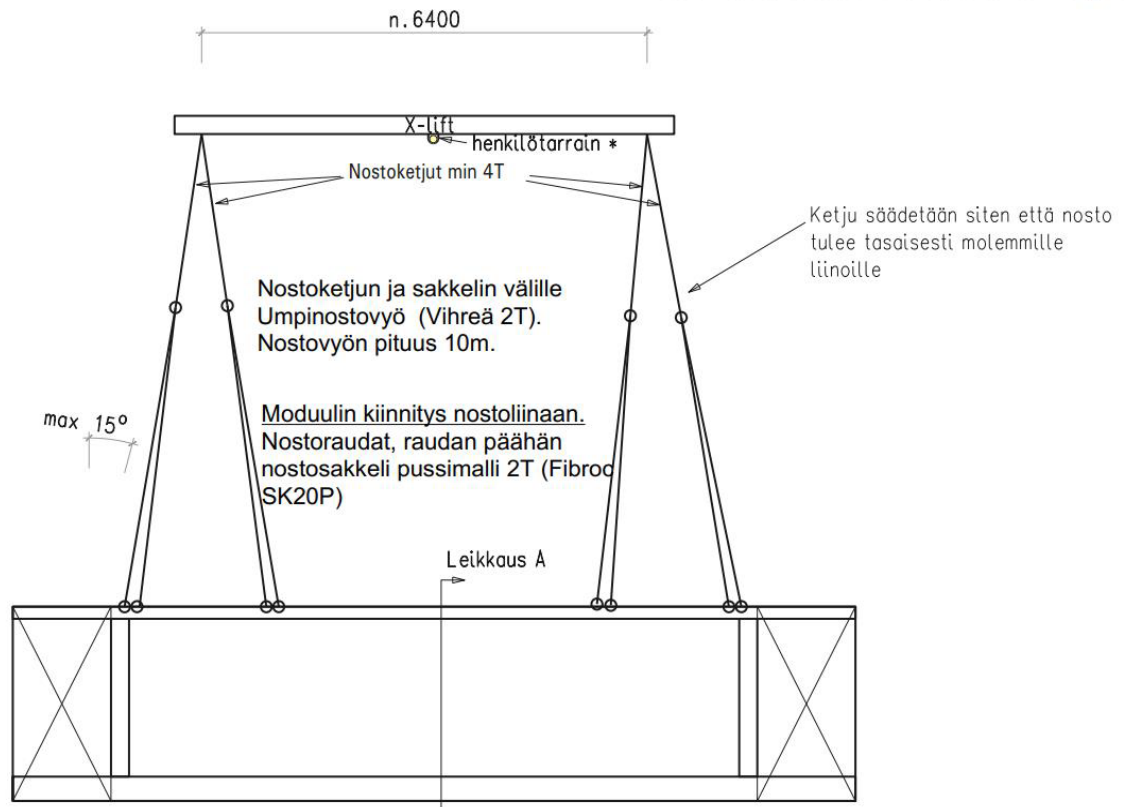
Kuva 10. Tilaelementin nosto (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

7.2 Turvallisuusohjeita nostotöihin

Nostureita ja nostimia saa käyttää vain työhön koulutuksen ja opetuksen saaneet henkilöt (Palolahti ym. 2010, 10). Merkinantajana toimivalta henkilöltä vaaditaan samat edellytykset. Usein tehtäville nostoille on hyvä olla valmiit kirjalliset ohjeet. Hyvä tapa on käyttää yleistä nostosuunnitelmaa, jota täydennetään työmaakohtaisella aluesuunnitelmalla ja nostettavien kappaleiden painotiedoilla.

Palolahti ym. 2010 mukaan,

- Nostoja ei saa tehdä työntekijöiden yli
- Vaaratekijät tulee huomioida tapauskohtaisesti (esim. sähkölinjat)
- Nostoliinon välillä on vältettävä liian suurta nostokulmaa. Jos kulma on liian suuri, on käytettävä nostopuomia (Kuvassa 11 näkyy malli nostokulmasta)
- Nostolaitteiden ja -välineiden suurinta sallittua kuormaa ei saa ylittää
- Epäkuntoisia nostovälineitä ei saa käyttää
- Ennen nostolaitteiden irrottamista on varmistettava elementin pysyminen paikallaan
- Nostettavan taakan on oltava tasapainossa koko ajan
- Nosturinkuljettajalla on oltava esteetön näköyhteys nostettavaan taakkaan ja sen loppusijainnille. Mikäli näköyhteys ei ole mahdollista, on käytettävä merkinantajaa. Merkinantajana toimii kerrallaan vain yksi henkilö ja hänen tulee käyttää ohjeiden mukaisia käsimerkkejä
- Nostot tulee suorittaa niin, että kaikkia nostokohtia käytetään
- Epävarmoissa tilanteissa on hyvä olla yhteydessä työnjohtajaan ja suunnittelijoihin



Kuva 11. Mallikuva nostoliinujen ja -ketjujen asentamisesta (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Sääolosuhteiden vaikutus nostoihin

Sääolosuhteilla on iso vaikutus tilaelementtien asentamisen onnistumiseen ja onkin yksi tärkeimmistä vaiheista, kun suunnitellaan asennusaikataulua. Suunnittelu vaatii erityistä osaamista. Asennustöiden aikataulutuksessa pitää ottaa huomioon, että nostotöitä eniten vaikeuttava säätekijä on tuuliolosuhteet. Jo noin 10 m/s puhaltava tuuli aiheuttaa nostettaville elementeille vaarallisen laajaa liikehdintää. Tuulen puhaltaessa yli 15 m/s, on asennustyö pysäytettävä. Tuuliolosuhteet voivat olla myös puuskittaisia, jolloin tuulen nopeus voi kasvaa nopeasti yli sallittujen arvojen aiheuttaen selvän vaaratilanteen. Jos sää on hyvin kylmä, täytyy tarkistaa nostureiden, nostoelinten ja nostoapuvälineiden sallitut käyttölämpötilat. Tästä syystä onkin tärkeää, että työryhmän jäsenet ja vastaava työnjohtaja tutkivat ennakoivasti asennuspäiväksi ennustettuja säätiloja ja tekevät niiden perusteella päätöksen työn toteuttamisajankohdasta. Nostotyöt voidaan lopettaa milloin tahansa, mikäli olosuhteet asennustöille ovat liian riskialttiit. Sankka lumi- tai räntäsadekin voi hankaloittaa nostotöitä siinä mielessä, että nosturinkuljettajan näköyhteys muihin työntekijöihin ja kohteeseen heikenee. Näköyhteyden säilyttäminen on ehdottoman tärkeää, sillä työmaalla siirrellään isoja ja raskaita taakkoja, jotka voivat aiheuttaa vakavia henkilö- ja materiaalivaurioita. Tilaelementtien asentamista vesisateella tulee välttää. (Palolahti ym. 2010, 12.)

8 Tilaelementtien asennus

8.1 Nosturin vastaanotto

Asennuspäivän aamuna kohteeseen saapuu nosturi. Nosturinkuljettaja valmistelee nosturia käyttökuntoon ja tekee nosturille käyttöönottotarkastuksen. Kun käyttöönottotarkastus on tehty, nosturinkuljettaja täyttää nosturin pystytyspöytäkirjan ja allekirjoittaa sen yhdessä vastaavan työnjohtajan kanssa. Toimituksen saapuessa autonkuljettaja tapaa nosturinkuljettajan ja asentajat. Nämä osapuolet käyvät läpi nostosuunnitelman ja varmistavat, että kaikki työvaiheet voidaan suorittaa turvallisesti.

Kattolohkojen siirto

Kun kaikki on valmista asennustyötä varten, aloitetaan työt siirtämällä suunnitelmien mukainen määrä kattolohkoja pois sokkeleiden päältä. Tilaelementtikohteita on erilaisia ja jos rakennetaan yhteen tasoon esimerkiksi omakotitalo tai rivitalo niin voi olla, että katto on tehty tilaelementin päälle valmiiksi jo tehtaalla. Kuvassa 12 on pakattuna tilaelementti, johon on tehtaalla rakennettu vesikatto valmiiksi.



Kuva 12. Tilaelementti valmiilla katolla (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Yleensä katto rakennetaan sokkeleiden päällä valmiiksi lohkoiksi. Kattolohkojen koko pyritään suunnittelemaan niin, että ne toimivat sääsuojana tilaelementtien asennuksen ajan. Ennen kuin tilaelementtejä aletaan asentamaan, nostetaan kattolohkot tai ainakin osa kattolohkoista pois sokkelin päältä, että tilaelementtejä päästään asentamaan. Kun suunnitelmien mukainen määrä tilaelementtejä on asennettu, nostetaan päivän päätteeksi kattolohko tilaelementtien päälle sääsuojaksi. Kattolohkoille pitää suunnitella valmiiksi paikka, mihin ne nostetaan sokkeleiden päältä tilaelementtien asentamisen ajaksi viimeistään siinä vaiheessa, kun tehdään työmaan aluesuunnitelmaa, mutta asiaa olisi hyvä pohtia valmiiksi jo suunnitteluvaiheessa. Kuvassa 13 on katto rakennettu sokkelin päälle.



Kuva 13. Katto rakennettu sokkelin päällä (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

8.2 Toimituksen vastaanotto

Elementtejä kuljettavan rekan pääsy kohteeseen voi olla hankalaa. Kuljettajan ohjeistus tontille on siis tärkeää. Perusteellisen ohjeistuksen ansiosta toimitus pysyy aikataulussa ja ylimääräisiltä häiriöiltä vältytään.

Puuelementtejä vastaanotettaessa on tarkistettava:

- toimituksen sisältö
- tilaelementtien kunto
- suunnitelmien ja sopimusten täsmällisyys

Tilaelementtien toimitukset sekä asennusaikataulu ja -järjestys suunnitellaan niin, että elementtejä ei tarpeettomasti välivarastoida työmaalla. Välivarastoinnilla ei kuitenkaan aina voida välttyä, sillä syynä välivarastointiin voi olla esimerkiksi asennusajankohdan muuttuminen.

8.3 Tilaelementtien asennus vaiheittain

Tilaelementtien asennus aloitetaan poistamalla tilaelementistä suojamuovit niiltä sivuilta, joita sivuja vasten tulee muita elementtejä. Kun suojamuovit on irrotettu, ne viedään muovipuristimeen. Asennusten aikana suojamuovia tulee niin paljon, että se on turvallisuusriski, jos niitä ei viedä heti keräykseen. Seuraavaksi tarkistetaan, että tilaelementissä on rakennesuunnitelmien mukaiset reunatiivisteet ja saumavillat paikoillaan sekä kaikki seinävillat paikoillaan. Kuvassa 14 näkyy mustat tiivisteet reunoissa, ylälaidassa saumavilla sekä seinävillat. Lisäksi tarkistetaan, että tilaelementteihin on tehty suunnitelmien mukaiset

varaukset kiinnitysrautoja varten (kuva 15). Eri kohteissa voi saumavilloissa, tiivisteissä tai kiinnityksissä olla rakenteellisesti erilaisia ratkaisuja, joten joka kohteessa täytyy varmistaa rakennekuvista erikseen, minkälaiset sauma- ja kiinnitysratkaisut ovat. Tarkastusten jälkeen kiinnitetään ohjausköysi tilaelementin kulmaan.



Kuva 14. Tilaelementin tarkistus (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)



Kuva 15. Kiinnitysraudalle varauskolo (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Nosto

Seuraavaksi kiinnitetään nostoapuvälineet huolellisesti nosturiin. Tilaelementti kiinnitetään kaikista nostolenkeistä nostoapuvälineisiin. Suoritetaan koenosto noin 20 senttimetrin korkeuteen tukiasemasta ja tarkistetaan taakan vakaus. Jos kaikki vaikuttaa olevan kunnossa, nostetaan taakkaa hitaalla nopeudella ja harkinnan mukaan sitten nopeammalla nopeudella. Taakan hallitsematonta pyörimistä ja heilumista on syytä varoa. Taakkaa voidaan hallita ohjausköysien avulla.

Siirto

Tilaelementti lähdetään viemään paikoilleen ja samalla varotaan koko ajan elementin hallitsematonta liikehdintää. Nosturilta valitaan sopiva siirtonopeus elementille. Jos tilaelementtiä tarvitsee siirtovaiheessa välillä pysäyttää, tehdään pysäytykset tasaisesti ilman

äkkiliikkeitä. Tilaelementin saattajien tulee kiinnittää huomiota esteettömään etenemiseen sekä siihen, että he eivät joudu taakan alle missään tilanteessa.

Lasku

Kun tilaelementti lasketaan alas, täytyy huomioida, että elementin nopea pysäyttäminen lisää hetkellisesti nostoapuvälineisiin kohdistuvaa kuormaa. Ennen laskua varmistetaan siitä, että elementin lasku voidaan suorittaa turvallisesti ja ettei elementti ota kiinni muihin rakenteisiin. Lasketaan elementti sokkelin tai toisen elementin päälle ja lepuutetaan sitä paikalla hetki, kunnes voidaan olla varmoja siitä, että tilaelementti pysyy asemassaan. Kun on varmistettu, että tilaelementti pysyy paikoillaan ja on laskettu tarkasti oikeaan paikkaan, voidaan irrottaa nostoapuvälineet elementistä.

Lopuksi tarkistetaan vielä, että tilaelementti ja nostoapuvälineet eivät ole vahingoittuneet nostotyön aikana. Mikäli noston aikana havaittiin jotain, mikä voisi aiheuttaa vaaraa tulevissa nostoissa, ilmoitetaan siitä työnjohtajalle.

Kiinnitys

Tilaelementti asennusten aikana tehdään tilaelementteihin suunnitelmien mukaiset kiinnitykset tarvittavilta osin. Varmistetaan rakennesuunnittelijalta, mitkä kiinnitykset ovat välttämättömiä tehdä asennuksen aikana, että kaikki kiinnitykset saadaan varmasti tehtyä. Lisäksi on hyvä huomioida, että kiinnityksiä pitää tehdä vähintään sen verran, ettei asennuksesta aiheudu vaaratilanteita. Asennusten jouduttamiseksi kaikki kiinnitykset, mitkä on mahdollista tehdä vasta asennusten jälkeen edellä mainitut asiat huomioon ottaen, tehdään vasta asennusten jälkeen. Kuvassa 16 näkyy puukerrostalotyömaan pysty- ja vaakasaumojen välisiä kiinnityksiä. Kiinnitysrautojen alle on asennettu tärinänestokumit.



Kuva 16. Elementtisaumojen välisiä kiinnityksiä (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Tarkistus

Ennen seuraavan tilaelementin asennusta mitataan asennetun tilaelementin korot. On tärkeää, että tilaelementit asennetaan oikeaan korkoon. Kun rakennetaan korkeampaa rakennusta ja tulee useampi tilaelementti päällekkäin, voi yksittäinen torni lähteä nousemaan vinoasti ylöspäin tai vierekkäiset tilaelementit voi jäädä vähän eri korkoon, jos korkoja ei tarkisteta. Jos korkojen tarkistuksessa huomataan poikkeamaa, voidaan asennetun tilaelementin päälle asentaa korkolappuja tarvittavilta osin. Tässä vaiheessa on hyvä tarkistaa vielä, että asennetun tilaelementin päällä on rakennesuunnitelmien mukaiset asiat paikoillaan (esim. tärinäkumi). Kuvassa 17 näkyy tilaelementin päällä olevat tiivisteet (musta ja kapea oikeassa reunassa) ja tärinäkumit (punainen ja musta päällekkäinen oikeassa reunassa).



Kuva 17. Tilaelementti päältä (Woodcomp Modules Oy, sisäinen materiaali)

Lopetus

Asennuspäivän päätteeksi, kun suunnitellut tilaelementit on asennettu paikoilleen, tehdään vielä sääsuojaus. Tilaelementtien päälle tarkoitettu kattolohko nostetaan tilaelementtien päälle ja tilaelementtien saumojen yli vedetään muovit. Muovit ruuvataan rimojen avulla seinään kiinni ja tarvittaessa tehdään lisätiivistys teippauksen avulla. Näin saadaan pysymään saumat kuivana. Lisäksi siivotaan päivän aikana kerääntyneet asennuksista jääneet jätteet.

8.4 Viimeistelytyöt

Kun tilaelementit on asennettu ja kattolohkot nostettu päälle, alkaa kohteessa ulkopuolen viimeistelytyöt. Rakennuskohteet ovat erilaisia ja eri kohteissa vaihtelee, mitä ulkopuolen töitä on vielä tekemättä asennusten jälkeen. Esimerkiksi puukerrostalokohteessa kattolohkot ovat asennuksen jälkeen vasta alushuovalla. Asennusten jälkeen katolla rakennetaan kattolohkojen väliset saumat suunnitelmien mukaan valmiiksi ja asennetaan pintahuopa. Ulkoseinillä rakennetaan kuukulkijoita apuna käyttäen tilaelementtien väliset saumat suunnitelmien mukaan valmiiksi. Samalla kun tehdään seinällä olevia saumoja valmiiksi, irrota- taan seiniltä suojamuovit pois. Woodcomp Modules Oy:n työmailla ulkopuolen viimeistely- työt ovat aina kuuluneet samalla työporukalla, joka asentaa tilaelementit. Kattojen viimeis- telytyöt kuuluvat kattourakoitsijalle.

Kun ulkopuolen viimeistelytyöt ovat valmiit, pidetään vastaanottokatselmus. Urakoitsijoiden työsuoritusta seurataan jatkuvasti ja virheet/puutteet esitetään niitä havaittaessa, mutta vii- meistä vastaanottokatselmuksessa. Woodcomp Modules Oy rakentaa kohteet aina val- miiksi asti sisä- ja ulkopuolelta. Tilaaja seuraa kohteen etenemistä työmaakokouksissa. Ku- vassa 18 on Woodcomp Modules Oy:n rakentamat kerrostalot.



Kuva 18. Puukerrostaloja (Woodcomp Modules, sisäinen materiaali)

9 Yhteenveto ja pohdinta

Teollinen rakentaminen on nykypäivänä vakiintunut rakennustapa rakennusteollisuudessa ja tarjoaa paljon etuja perinteiseen rakentamiseen verrattuna. Rakennustapa nopeuttaa rakennusprojekteja, mutta siitä huolimatta voidaan samalla parantaa rakennusten laatua, kun rakentaminen tehdään hallittavissa olevissa olosuhteissa. Laadun paraneminen rakennushankkeissa ei parane kuitenkaan vain sillä, että rakennetaan teollisesti, vaan lisäksi pitää olla tarkkaan mietityt prosessit rakennushankkeen alusta loppuun, miten projektia seurataan ja dokumentoidaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kattava ja käytännönläheinen opas puutilaelementtien asennukseen ja laadunvarmistukseen erilaisilla tilaelementtityömailla. Tarkoituksena oli, että opas toimii työkaluna niin työnjohdolle kuin asennusryhmille, edistäen rakentamisen laatua ja turvallisuutta. Opas täydentää yrityksen olemassa olevia suunnitelmia keskittyen tilaelementtien asennusvaiheeseen.

Urakoitsijan tai työryhmän kunnollisella perehdyttämisellä on tärkeä merkitys, että työmaalla asennustyöt voidaan tehdä riittävän turvallisesti ja laadukkaasti. Opinnäytetyössä on huomioitu kaikki tilaelementtiasentamiseen vaikuttavat asiat tarpeeksi kattavasti, että työryhmä tai urakoitsija voi rakentaa tiedon pohjalta. Kun tilaelementtien asentaminen tehdään ohjeiden mukaan, vaikuttaa se tulevaisuudessa myös siihen, että rakennuskohteissa takuukorjaustyöt vähenevät. Tämä vaikuttaa positiivisella tavalla kohteen lopulliseen kustannukseen ja asiakastyytyväisyyteen.

Opinnäytetyötä tehtäessä yhdeksi pohdittavaksi asiaksi nousi, miten työn saisi tehtyä niin, että sitä olisi mahdollisimman helppo käyttää apuna työmaalla. Yksi vaihtoehto oli tehdä teoria osio erikseen ja työohjeistukset liitteeksi. Tilaelementtien asentamisen kannalta opinnäytetyössä on kuitenkin niin paljon tärkeää asiaa, että on haastavaa tehdä työohjeistuksia liitetiedostoihin. Tästä syystä opinnäytetyö on tehty esitettyyn muotoon ja siitä on tarkoitus riisua teoriaosioita pois työmaakäyttöön tarkoitettuun versioon. Työmaaversiota käytetään seuraavalla työmaalla apuna perehdytyksessä sekä oppaana asentamisen ajan. Työnjohtajilta ja asennusryhmiltä pyydetään palautetta oppaan toimivuudesta ja palautteen pohjalta tehdään tarvittaessa muutoksia oppaaseen. Opinnäytetyöstä nousi ajatus, että tehdään yritykselle sisätyövaiheista oma opas, mistä saataisiin apua työnjohtajille työjärjestyksiin ja laadunseurantaan.

Lähteet

Finotrol. Lisätietoa tuotesertifioinnista. Viitattu 5.4.2024. Saatavissa <https://www.finotrol.fi/palvelut/lisatietoa-tuotesertifioinnista/>

Palolahti, T., Lahtinen, M. & Mäki, T. 2010. Betonielementtien nostot. Suomen Rakennusmedia Oy.

Puuinfo. Runkojärjestelmät. Viitattu 6.4.2024. Saatavissa <https://puuinfo.fi/rakenteet/yhdistelmarakenteet/puukerrostalon-runkojarjestelmat/>

Puutuoteteollisuus. Puun käyttöä lisäämällä voidaan leikata rakentamisen hiilidioksidipäästöjä. Viitattu 5.4.2024. Saatavissa <https://puutuoteteollisuus.fi/tietoa-puusta-ja-tuotteista/puu-vahahiilisessa-rakentamisessa>

Rakennusteollisuus. Kysymyksiä ja vastauksia laadusta. Viitattu 5.4.2024. Saatavissa <https://rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/laatu/kysymyksia-ja-vastauksia-laadusta/>

Rakennustöiden laatu. 2017. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr.

Raturva – rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet. 2018. Talonrakennusteollisuus ry.

Ratu S-1224. 2009. Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet. Rakennustieto Oy.

RT 103546. 2023. Puukerrostalohankkeen erityispiirteet. Rakennustieto Oy.

Suomen Riskienhallintayhdistys. Potentiaalisten ongelmien analyysi. Viitattu 6.3.2024. Saatavissa <https://pk-rh.fi/tools/poa-analyysi.html>

Suomen Riskienhallintayhdistys. Riskienhallinnan hyödyt. Viitattu 5.4.2024. Saatavissa <https://pk-rh.fi/riskienhallinta/riskienhallinnan-hyodyt.html>

Työsuojelu. Rakennusalan hyvät käytännöt: henkilösuojainten käyttö. Viitattu 13.3.2024. Saatavissa <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/hyvät-kaytannot-henkilonsuojainten-kaytt>

Työturvallisuuskeskus. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Viitattu 13.3.2024. Saatavissa <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Rakennustyomaan-aluesuunnittelu.pdf>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205

Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 629/1994

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017

Ympäristöministeriö. Puurakentamisen toimenpideohjelma. Viitattu 6.3.2024. Saatavissa <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM025:00/2018>

Ympäristöministeriö. Vähähiilinen rakentaminen. Viitattu 6.3.2024. Saatavissa <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

Woodcomp Modules Oy, Sisäinen materiaali.