

LAB-ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Rakennustekniikka

Houssein Saadi

Rakennustyömaan materiaalivirtojen logistiikka- suunnittelu sisävalmistusvaiheessa

Opinnäytetyö 2020

Tiivistelmä

Houssein Saadi

Rakennustyömaan materiaalivirtojen logistiikkasuunnittelu sisävalmistusvaiheessa

LAB-ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Rakennustekniikka

Opinnäytetyö 2020

Ohjaajat: lehtori Leena Jormanainen, LAB-ammattikorkeakoulu, projektipäällikkö Janne Helander, SRV Rakennus Oy

Opinnäytetyön aiheena oli rakennustyömaan materiaalivirtojen logistiikkasuunnittelu sisävalmistusvaiheessa ja tilaajana oli SRV Rakennus Oy. Työn toteutus perustui logistiikkaa käsittelevään kirjallisuuteen ja työmaan näkökulmaan. Logistiikkaa työmaalla tutkittiin vastaavan logistiikkatyönjohtajan näkökulmasta. Työssä oli tavoitteena tutkia työmaan logistiikkaa ja miettiä parannusehdotuksia logistiikan hallintaan.

Työ rajattiin käsittelemään vain Musiikin uudisrakennus työmaan logistiikan hallintaa. Kustannusten vaikutuksia logistiikkaan ei työssä käsitelty. Työ käsittää rakennustyömaan sisätyövaiheen logistiikkaa ja siihen liittyviä haasteita. Työssä esitetään myös logistiikkaa yleisellä tasolla.

Työssä havaittiin, että yleiset logistiset haasteet liittyvät muun muassa tiedon siirtoon, varastointiin ja rakennustyömaan sijaintiin. Työssä esitetyt case-tapaukset antavat yleisymmärryksen logistiikan toimivuuden tärkeydelle. Havaintojen pohjalta kehitettiin logistiikan toimintaa työmaalla.

Tulokseksi työstä saatiin erilaisia vaihtoehtoja rakennustyömaan materiaalivirtojen hallitsemiselle. Työ voi toimia tulevia samankaltaisia rakennuskohteita varten avustavana- sekä havainnemateriaalina. Työ soveltuu myös rakennustyömaan työnjohtajille havainnemateriaaliksi, kuten kuinka työtapoihin voi vaikuttaa.

Abstract

Houssein Saadi
LAB University of Applied Sciences
Technology Lappeenranta
Construction and Civil Engineering
Construction engineering
Bachelor's Thesis 2020

Instructors: Ms. Leena Jormanainen, Lecturer, LAB University of Applied Sciences; Mr. Janne Helander, Project manager, SRV Rakennus Oy

The subject of this thesis was the logistical planning of a construction site's material flow in the indoor construction phase. This work was ordered by SRV Rakennus Oy. Execution of the work was based on literature on logistics. On the construction site, logistics was studied from the perspective of a responsible logistics site manager. The objective of this work was to investigate logistics on the construction site and think about possible improvements in logistics management.

The work was limited to process only the logistical management of a new musical building's construction site. Cost implications for logistics were not processed in this work. The work involves logistics of construction site's indoor working phase and challenges related to it. The work also presents logistics on a general level.

In the work, an observation was made that the usual logistical challenges are related to data transmission, storage use and the location of the construction site. Cases presented in the work give a common understanding to the importance of logistics functionality. Based on the observations, logistics operations were developed on the construction site.

As a result, the work generated different kinds of options to manage the construction site's material flow. This work can possibly act as help and observation material for similar challenging construction objects in the future. This work is also suitable for site managers of construction sites as observation material for example how to affect the way of working.

Sisällys

1	Johdanto.....	5
1.1	Työn tausta.....	5
1.2	Tavoite ja rajaus.....	5
1.3	Toimeksiantaja.....	5
2	Logistiikka rakentamisessa.....	6
2.1	Tuotannosuunnittelun vaikutus logistiikkaan.....	7
2.2	Logistiikan riskit ja haasteet.....	9
3	Logistiset muodot.....	10
3.1	Tulologistiikka.....	11
3.2	Sisälogistiikka.....	12
3.2.1	Työturvallisuus.....	12
3.2.2	Pölynhallinta ja P1-puhtausluokka.....	14
3.3	Lähtölogistiikka.....	16
4	Musiikin uudisrakennus.....	18
5	Nykyinen tilanne.....	20
5.1	Työmaalogistiikan hallinta.....	20
5.1.1	Aluesuunnitelma.....	20
5.1.2	Ajanvarausjärjestelmä.....	21
5.1.3	Haalausreitit.....	23
5.2	Siirto- ja nostokalusto.....	23
5.2.1	Pystynostot.....	24
5.2.2	Vaakasiirrot.....	27
5.3	Toimitukset ja sijoitus työmaalla.....	29
5.3.1	CASE1- kipsilevytoimitukset.....	30
5.3.2	CASE2- putkitoimitus.....	32
5.4	Pölyn- ja puhtaudenhallinta.....	33
5.5	Jätehuolto.....	35
6	Logistinen toimintamalli tulevaisuudessa.....	36
7	Päätelmät.....	38
	Lähteet.....	40

Liitteet

Liite 1. Sitovat raja-arvot syöpävaaraa aiheuttaville aineille työssä.

Liite 2. Työkoneen tarkastuspöytäkirja.

Liite 3. Henkilönostimen vastaanottotarkastuspöytäkirja.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Logistiikan haasteellisuus nousee usein esiin Helsingin ja pääkaupunkiseudun ahtaissa ja vilkkaasti liikennöidyissä työmaaympäristöissä. Ahtaan työmaan vaikutus aikatauluun on yleinen haaste vaativissa rakennusprojekteissa. Mitä kiireämpi aikataulu sitä tärkeämpi rooli on logistiikan sujuvuudella, jotta työmaanteho on mahdollisimman hyvä, materiaalivirrat toimivat sujuvasti ja työpisteet toimivat. Haasteita tuottaa myös vaihtuvat markkinatilanteet ja toimintavarmuus. Logistiikan toimiminen sujuvasti edellyttää järkevää suunnittelua jo työmaan alusta lähtien, mikä mahdollistaa tehokasta materiaalivirtojen sujumista eri työvaiheiden aikana.

Tämän työn aiheena on Rakennustyömaan materiaalivirtojen logistiikkasuunnittelu sisävalmistusvaiheessa ja opinnäytetyön toimeksiantajana toimii SRV Rakennus Oy.

1.2 Tavoite ja rajaus

Työn tarkoituksena on tutkia työmaan tämänhetkistä tilannetta ja perehtyä rakennustyömaan logistiikan haasteisiin työnjohtajana. Työn tavoitteena on toimia toimia tulevia samankaltaisia rakennuskohteita varten avustavana- sekä havainne-materiaalina. Työssä nostan esille ajatuksia työmaalogistiikan tärkeydestä sekä sen mahdollisista parannuskeinoista työmaalla kirjallisuuden ja tutkimuksien avulla.

Työ keskittyy Helsingin Arabiaan rakennettavaan Pop & Jazz Konservatorion Musiikin uudisrakennukseen ja sen sisätyövaiheen logistiikkaan. Kustannusten vaikutuksia logistiikkaan ei työssä käsitellä.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja on SRV Rakennus Oy. SRV on pörssiyhtiö, joka on perustettu Suomessa vuonna 1987. SRV toimii Suomen isoimmissa kaupungeissa ja sillä on tytäryhtiöitä, jotka toimivat myös Venäjällä ja Virossa. Jo yli 20

vuotta sitten SRV kehitti Suomeen projektijohtourakoinnin, ja siitä on muodostunut perusteellinen rakennushankkeen toiminnan toteutusmalli nimeltään SRV Malli. Yrityksen kaikki hankkeet tehdään tämän asiakkaan tarpeita vastaavan mallin avulla, jonka perustana on projektijohtaminen ja- kehitys. Projektin kehittäminen, suunnittelu ja toteutus kootaan kaikki yhdeksi tehokkaaksi konseptiksi ja toiminnan eri vaiheet suoritetaan mukautuvasti osittain päällekkäin. Yksi SRV Oyj:n tytäryhtiöistä on nimeltään SRV Rakennus Oy. Nimi syntyi, kun SRV Toimitilat Oy ja SRV Asunnot Oy yhdistyivät 1.4.2011. (SRV.)

SRV toimii Helsingin Arabiassa projektinjohtourakoitsijana Musiikin uudisrakennuksen työmaalla. Työmaa liittyy Hämeentie 135 hankkeeseen, jossa toteutetaan parhaillaan Metropolian kolmannen vaiheen peruskorjaus- ja toisen vaiheen uudisrakennustöitä, jotka ovat osa Varman Arabia135-kiinteistökehityshanketta. Työmaat sijaitsevat Hämeentie 135 ja Muotoilijankatu 1, Helsingissä. SRV:n toteuttama hankkeen tarkoitus on kehittää alueen eläväksi kaupunkiympäristöksi. Kuvassa 1 on esitetty Hämeentie 135-hanke.



Kuva 1. Hämeentie 135 hanke, muokattu. (Google maps, 2020.)

2 Logistiikka rakentamisessa

Logistiikka termille on monenlaista määritelmää ja määrittäjää. Sana logistiikka on lähtöisin kreikan kielen termistä logistocos, jolla tarkoitettiin laskutaitoa. Historiassa sana sai alkunsa 1600-luvun Ranskassa, jossa termiä alettiin käyttää so-

tilasmajoituksessa ja joukkojen asettelussa. Myöhemmin käsite kehittyi strategisena tekijänä businessmaailmassa. (Hokkanen, Karhunen, Luukkainen 2010, 11.)

Haapanen (1993) teorioi, että logistiikka on tärkeä osa-alue strategisessa johtamisessa. Hän uskoo, että logistiikka on integroitu prosessi, joka sisältää tarvikkeiden hankkimista, materiaalitietoa ja pääomavirtojen kulkua, mitkä liittyvät strategisesti tuotantoon ja jakeluun. Prosessin tavoitteena on kohentaa yrityksen tuottoa parantamalla materiaalivirtojen kustannustehokkuutta ja kehittämällä asiakkaille hyötyjä ja lisäarvoa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2014, 13.)

Wegelius ym. kuvaavat logistiikkaa käytännönläheisemmin. Heidän mukaansa logistiikka on sujuvaa materiaalivirtojen käsittelyä ja siihen liittyvän tietovirtojen hallintaa, joka ohjaa kaikkia hankintaprosessin vaiheita. Logistiikan tavoitteena on kustannusten minimointi leikkaamalla pois ylimääräiset työvaiheet, jotka eivät lisää tuotannon kannattavuutta. Laatu, aika ja ajoitus ovat myös vaikuttavia osatekijöitä logistiikan hallinnassa. Logistiikassa pyritään saamaan oikea tuote täsmällisin määrin, hyvässä kunnossa, järkevään paikkaan, sovittuun aikaan ja sopivaan hintaan. (Wegelius, Pahkala, Nyman, Vuolio & Tanskanen 1996, 6.)

2.1 Tuotannonsuunnittelun vaikutus logistiikkaan

Onnistunut tuotannonsuunnittelu ja- ohjaus sekä valvonta mahdollistavat rakennushankkeelle tähtäimien tavoittamista rakentamisessa. Tuotannonsuunnittelun tärkeimmät osat ovat ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ajallinen suunnittelu ja ohjaus ehkäisevät suunnitteluvirheet ja tuovat ilmi suunnitelmien epäkohdat. Työvaiheiden olosuhteet ja niiden muuttumiset voidaan ennakoida hyvällä tuotannonsuunnittelulla. (RATU KI-6028 2015, 18.)

Tuotannonsuunnittelu on progressiivinen sarja, jonka päivittäminen jatkuu läpi koko hankkeen toteutuksen ajan. Tuotannonsuunnittelua tehdään tarjousvaiheessa. Rakentamisen valmisteluvaihe ja yleissuunnittelu tehdään työmaan toteutusta aloittaessa. Vaihesuunnittelu tehdään ennen rakennusvaiheiden aloittamista ja tehtäväsuunnittelu tehdään ennen yksittäisen tehtävän aloittamista. Suoritteiden varmistaminen ja ongelmien ratkaiseminen ohjataan viikkosuunnittelulla ja ohjauspalavereilla. Tuotannonsuunnittelu jaetaan projektitason suunnitelmiin

ja yksittäisen tehtävän suunnitteluun, kuten perustustyöt ja vesikattotyöt. Projektitason suunnitelmiin liittyy hankintasuunnitelma, aluesuunnitelma ja yleisaikataulu. Suunnittelua ohjataan vaihe-, yleis- ja viikkosuunnittelulla. (Koski 2010, 15.)

Hyväksytty tarveselvitys sekä hankepäätöksen tekeminen muodostavat hankesuunnittelun. Sen tarkoituksena on tutkia ja selvittää rakentamispäätöksen toteuttamismahdollisuudet. Hankesuunnitteluvaiheen lopussa alkaa rakennussuunnittelu, joka toteutetaan rakentamispäätöksen jälkeen. Hankesuunnittelun seurauksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Hankkeen tavoitteet koko toteutuksen ajaksi esitetään projektiohjelmassa. Hankeohjelmaan taas sisältyy suunnittelun tavoitteet. (Ratu KI-6034, 87.)

Rakentamisvaiheen oleelliset toiminnot esitetään yleisaikataulussa. Rakentamisvaiheen aikatauluun sisältyy resurssien liikkumista työtehtävästä toiseen. Aikataulussa esitetään täsmällisesti toimintojen ja resurssien kulkua. Sen tavoitteena on suunnata rakentamisvaiheen aikana resurssien käyttöä ja jakoa sekä taloudellisen toteutustavan varmistaminen. Yleisaikataululla on kolme eri muotoa: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. Yleisaikataulun muodot eroavat sisällön tarkkuustasoltaan, ajankohdaltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Alustava yleisaikataulu laaditaan tarjousvaiheessa. Sen tarkoituksena on selvittää muun muassa hankkeen kesto, työvaiheet ja työmenetelmät. Sopimusyleisaikataulussa tarkastetaan alustavaa yleisaikataulua. Siinä muokataan ja täsmennetään yleisaikataulua, jolloin se odottaa hyväksyntää. Yleisaikataulu liitetään sopimukseen sopimusaikatauluksi sopimusosapuolten hyväksymisen jälkeen. Työaikataulu tehdään sopimusyleisaikataulun jälkeen. Se on koko rakennushankkeen kestolle suunniteltu aikataulu, jonka tarkoituksena on toimia punaisena lankana toteuttamisprosessissa. (Ratu KI-6028, 30.)

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on osa tuotantosuunnittelun tehtäviä. Rakentamisvaiheittain etenevä toiminto alkaa toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, jolloin alustavasti päätetään hankkeen toteutustavasta. Rakentamispäätöksen jälkeen toteutussuunnitteluvaiheessa pääsääntöisesti suunnitellaan työmaa-alueen käyttö koko toteutuksen ajaksi ja sen perusteella laaditaan yleisaluesuunnitelma. Toteutussuunnitteluvaiheessa kiinnitetään erityistä huomiota

järjestelyihin, jotka palvelevat työmaata koko rakentamisen ajan. Järjestelyistä syntyy hankkeeseen aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia. Rakennettavalle alueelle laaditaan suunnitelma, joka sisältää työmaa toimintojen organisointia sekä tehtävien järjestämistä. Suunnitelman laatii pääurakoitsija, joka välittää aluesuunnitelamalla tiedon toimintaan osallistuville työmaan logistiikkajärjestelyistä sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyistä. (Ratu C2-0454 2017, 1.)

2.2 Logistiikan riskit ja haasteet

Logistiikan yleisiä ongelmia ovat muun muassa epäselvät tavoitteet, ympäristön vaihtelevuus, myöhästyneet suunnitelmat, toteutusasiakirjat, organisaation kokemus ja laatu sekä rahoitus. Pyrkimys oikeisiin toimituksiin on logistisen suunnittelun suurimman haasteen aiheuttava tekijä, sillä rahtiliikenteellä ja työmaan sijainnilla on merkittävä vaikutus. Toimintavarmuus on myös tärkeä osa-alue, joka vaikuttaa logistiikkaan, esimerkiksi tämän hetkinen koronatilanne. Suomen 1990-luvun laman jälkeen tarviketoimittajat eivät enää varastoineet isoja määriä tarvikkeita varastoissa. Tämä aiheuttaa pitkiä toimitusaikoja, kun tarvikkeita tilataan ulkomailta. Väärät tai puutteelliset lähtötiedot ovat logistiikan suurin haaste. Ne aiheuttavat ongelmia läpi rakentamisen ajan alkaen hankinnoista toteutukseen saakka. Logistiikan toimivuus nojautuu hankintoihin ja niiden aikatauluihin. Mitä parempi ennakkosuunnittelu on sitä pienempi riski logistiikan toimivuudelle. Tämän lisäksi logistiikan onnistumiseen tarvitaan muita tekijöitä, joita esitetään tässä työssä.

Tyypillisiä haasteita logistiikassa syntyy toimitusten varmistuksessa ja materiaalien käsittelyssä työmaalla. Työmaalla nähdään asiat siten, että tehtävät on suoritettava nopeasti ja odotetaan tavaroiden toimituksia erittäin lyhyellä varoitusaikalla. Toimittajien puolelta asia on toisin, sillä he eivät aina pysty suorittamaan tehokkaita toimituksia lyhyellä aikataululla. Tämä tarkoittaa sitä, että liian aikaisin toimitetut materiaalit aiheuttavat varastointihaasteita ja hukkaa. Liian kireästä toimitusaikataulusta syntyy kiirekustannuksia. Myöhäisestä toimituksesta seuraa tuottamatonta aikaa, jos vaadittua materiaalia ei toimiteta oikeaan aikaan oikeaan määrään, varastointi vaikeuksia ja mahdollisesti hukkaa. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 38-39.)

Logistiikan jatkuvan kehityksen myötä perusteknologiat ja siihen liittyvät toimitatavat, välineet ja menetelmät korostuvat hankkeissa. Logistiikan lähtökohdat syntyvät yleisesti tuotetyypeistä, kohdemarkkinoinnista ja tuotantotavasta. Logistinen tilanne ja lähtökohdat logistiikan varmistamiseen on vaihtelevia eri yrityksissä. Yrityksen valinnoilla yritetään vaikuttaa tehokkuuden lisäämiseen, jonka tavoitteena on parempi lopputulos. (Karrus 2000, 378.)

Logistiikan tehostamisessa ja päätöksenteossa logistiset ketjut tarkastellaan kokonaisuutena. Tällöin on tärkeää ottaa huomioon jakeluketjujen, asiakkaiden, toimittajien ja alihankkijoiden tavoitteita, jolloin voidaan tehokkaasti hyödyntää koko työmaan resurssia. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 7.)

Tiedonkulun puute osapuolien välillä voi aiheuttaa merkittäviä ongelmia työmaan logistiikassa. Tehokkaan logistiikan toteuttamiseen tarvitaan enemmän kuin pääurakoitsijan ja materiaalitoimittajien yhteistyötä. Toiminnan toteuttaminen edellyttää päätoteuttajan ja materiaalitoimittajien lisäksi aliurakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja rakennuttajan osallistumista. Organisaation tehtävänä on koordinoida rakennushanketta siten, että saavutetaan asetetut tavoitteet vähillä riskeillä.

Puuttuva työnjohto ja valvonta hankaloittavat logistiikan toteutumista. Pääurakoitsijan on ohjattava työt siten, että hän toimii informaatiolinkkinä osapuolien välillä. Hänen tulee ohjata saapuvat materiaalit, sisälogistiikka ja jätehuolto koordinoitusti pitämällä sopimuksista kiinni. Päätoteuttajan on ilmoitettava muutoksista ajoissa muille osapuolille ja erityisesti materiaalitoimittajille. Tämä siksi, että muutoksista aiheutuviin haittoihin on mahdollista tehdä oikeat toimenpiteet ajoissa. Osapuolet vuorollaan ovat myös velvollisia ilmoittamaan mahdollisista muutoksista ajoissa päätoteuttajalle. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 13-15.)

3 Logistiset muodot

Rakennustyömaan materiaalien liikkumista jaetaan tulo-, sisä- ja lähtölogistiikkaan. Tässä osiossa nostetaan esille logistiikan muotoja erityisesti sisävalmistusvaiheessa ja niiden vaikutusta työmaan toimivuuteen ja turvallisuuteen.

Tulologistiikka käsittää tarvikkeiden ja materiaalien vastaanoton ja tarkastuksen, pakkausten purkamisen, varastoon sijoittamisen ja niihin liittyvien tietovirtojen hallinnan. (Wegelius ym. 1996, 8.)

Työmaan sisällä tapahtuvia toimintoja sisältyy sisälogistiikkaan. Sisälogistiikka on tarvikkeiden ja materiaalien, koneiden ja laitteiden siirtoja. Tiedonsiirto urakoitsijoiden välillä ja työmaan työturvallisuus ovat tärkeä osa sisälogistiikkaa. Pölynhallinta ja P1-puhtausluokka luku (14) käsittelee rakennustyömaan pölynhallintaa yleisellä tasolla. P1-puhtausluokka tulee ottaa huomioon merkittävänä osana sisälogistiikassa.

Lähtölogistiikka käsittää jätehuollon ja kierrätyksen sekä lähetyksen ja lähtöasiakirjojen laatimisen. (Hokkanen ym. 2010, 19-20.) Jätehuolto ja siihen liittyvät toetusmenetelmät ja vaiheet esitetään lähtölogistiikka luvussa 3.3 (16).

3.1 Tulologistiikka

Kireän aikataulun ja työpisteiden jatkuvan tehokkaan käytön johdosta materiaaleja ei voida varastoida työmaalla. Materiaalien käsittely kuten, tavaran purkaminen, siirtely ja lähetykset sekä niihin liittyvät suojaukset ja varastoinnit on suunniteltava viimeistään materiaalin toimitusvarmistuksen yhteydessä. Tämä mahdollistaa työpisteiden käytön ennakoitua sekä materiaalien vaurioiden ja hukan minimoitua. Työmaalle saapuvat tarvikkeet, jotka toimitetaan väärään aikaan ja väärässä työjärjestyksessä saattavat aiheuttaa varastointiongelmia ja mahdollisesti ylimääräisiä käsittelyjä. (Wegelius-Lehtonen ym. 1996, 38-39.)

Rakennustyömaalla varastointi tarkoittaa tavaransäilytystä, jonka toiminta tapahtuu siten, että saapuva materiaali puretaan kuorma-autosta vastaanottopisteeseen, minkä jälkeen tapahtuu siirto varastopaikalle. Lähetyksen kunto ja määrä tarkastetaan ennen tavaran sijoitusta aktiivi- tai reservipaikkaan. Aktiivipaikalla säilytetään tavaroita, jotka menevät ensisijaisesti käyttöön. Reservipaikka on ylimääräinen varastopaikka, jossa säilytetään materiaaleja, jotka eivät mahdu ensisijaiseen varastopaikkaan. (Hokkanen ym. 2010, 130-131.)

3.2 Sisälogistiikka

Työmaan sisäinen liikenne on tärkeä osa sisälogistiikkaa. Hyvin järjestetty työmaa mahdollistaa työturvallisuuden lisäksi materiaalivirtojen sujumista eri tasoilla. Materiaalivirtojen tehostamisessa työmaalla kulkureittien on oltava esteettömiä. Kuljetusmatkat tulee olla mahdollisimman lyhyitä ja ne eivät saa häiritä muita työvaiheita. Tämä voidaan toteuttaa korostetulla ohjauksella ja valvonnalla. Jos kuljetusmatka on haastava ja se saattaa aiheuttaa työturvallisuusriskejä, niin siirto suunnitellaan uusiksi. Siirto toteutetaan siten, että joko pysäytetään matkan varrella olevia työvaiheita tai siirto tehdään sellaiseen ajankohtaan, jossa ei ole käynnissä toista työvaihetta. Tarvikkeiden siirrot on myös tehtävä siten, että niistä ei aiheudu pölyä muihin tiloihin. Henkilöstön perehdytys työmaan vaatimuksiin ja käytäntöihin sekä heidän ohjaus ja valvonta mahdollistaa sujuvat materiaalsiirrot ja ennen kaikkea turvallisen työympäristön.

3.2.1 Työturvallisuus

Työturvallisuus on yhteinen asia eri osapuolten välillä, mitä parempi yhteistyö ja tiedotus sitä turvallisempi työmaa. Tämä edellyttää toimivaa turvallisuusjohtamista työmaan toiminnassa ja palavereissa. Työturvallisuus lähtee kuitenkin ihmisestä itsestään, työntekijän tulee käyttää sopivia suojaimia eikä ottaa ilmiselvää riskiä tai aiheuttaa toiminnallaan riskiä muille.

Työmaalla havaitut vaara- ja haittatekijät on ilmoitettava työnjohdolle, joka puolestaan tiedottaa muita urakoitsijoita ja poistaa vaaratekijän. Pää toteuttaja varmistaa, että jokainen työntekijä perehdytetään työmaan turvallisuussääntöihin ja -ohjeisiin. Urakoitsija vuorollaan pitää huolen siitä, että hänellä on tarpeelliset ohjeet ja tiedot työmaankäytännöistä, kuten telineidenkäytöstä, sähkönsuojauksista, tulitöistä ja nostoista. (RATU KI-6032 2017, 10-11.)

Rakennuksen telineille ja kulkuteille on tehtävä käyttöönottotarkastus, jonka tarkastustarra kiinnitetään telineeseen käyttäjien nähtäväksi. Asetetut määräykset telineen rakentamiseen tulee täytyä, jotta teline on käyttökelpoinen. Työmaan sähkökeskukset ja siihen liittyvät kaapelit on sijoitettava asianmukaisesti siten, että ne nostetaan ylös, etteivät ne ole kulkuteilla ja aiheuta työturvallisuusriskejä.

Sähkökeskukset ja kaapelit on oltava ehjiä ja käyttökelpoisia sekä mahdollisuuksien mukaan suojattuja. Työskentelytiloissa tulee olla sopiva valaistus, joka ei häikäise tai aiheuta varjoja. Työvaiheeseen sopiva riittävän voimakas valaistus lisää turvallisuutta ja mahdollistaa hyviä sisäolosuhteita. (RATU KI-6032 2017, 47.)

Tulitöitä saa tehdä vain kirjallisella tulityöluvalla. Pätevyys esitetään tulityökortilla ja tulityön suorittaja tulee noudattaa tulityöohjeita. Kipinöitä aiheuttavissa töissä on huolehdittava työympäristöstä siten, että tulityöpaikan läheisyydessä olevat syttyvät materiaalit siirretään kauemmaksi tai suojataan. Tulityöpaikalla on oltava suojaus- ja alkusammutuskalusto sekä tulityöaikainen vartiointi ja tulityönjälkeinen vartiointi tarvittaessa. (RATU KI-6032 2017 106, 108,134.)

3.2.1.1 Nostot

Rakennustyömaan nosto- ja siirtotavoitteen arvioimisella aloitetaan nosto- ja siirtokaluston suunnittelu. Nosto- ja siirtokaluston suunnittelu on osa rakennushankkeen tuotannosuunnittelua. Kalustolle asetetaan suunnitteluperusteet kuten sen rajoitukset ja vaatimukset hankkeen ominaistietojen perusteella. Tarvittavat tiedot ovat muun muassa aikataulut, määräluettelot, olosuhteet ja piirustukset. Siirto- ja päänostokalusto sekä muu kalusto muodostavat nosto- ja siirtokalujärjestelmän, joka sisältää työmaalla käytettävät laitteet ja koneet nostoihin ja siirtoihin. Rakentamisen aikana kalustojärjestelmä muuttuu, kun eri työvaiheissa käytetään erilaisia koneita ja laitteita. (KONE-RATU 04-3009 1990, 2-3.)

Koneiden, laitteiden ja nostimien käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat ovat tärkeä osa sisälogistiikan työturvallisuutta. Hyvin suunniteltu kalustojärjestelmän käyttö ja siihen liittyvä tiedottaminen eri työvaiheissa vähentää turvallisuusriskiä.

Työmaalla käytettävät koneet ja laitteet tarkastetaan ennen käyttöönottoa. Tarkastuksessa varmistetaan koneiden ja laitteiden kuntoa ja varustukset sekä niiden toimivuus. Niiden tulee täyttää turvallisuusmääräykset. Mikäli ne ovat viallisia, niistä raportoidaan ja poistetaan työmaalta. Koneiden ja laitteiden kuntoa turvataan määräaikaistarkastuksilla. Koneiden ja nostimien käyttäjiä opastetaan käyttämään laitteita turvallisesti esimerkiksi turvavaljaiden käyttö. Koneissa täytyy olla käyttö- ja huolto-ohjeet. Henkilönostimien mekanismia tutkitaan päivittäin

ennen töiden aloittamista ja nostimille tehdään vuoden välein määräaikaistarkastuksia. (RATU KI-6032 2017, 43.)

3.2.2 Pölynhallinta ja P1-puhtausluokka

Rakentamisen ja purkutyön aikana rakennustyöntekijä voi altistua erilaisille haitallisille pölyille kuten, betoni-, kivi-, tiili puu- ja mineraalivillapölyille. Purkamisen aikana työntekijä voi altistua mikrobeille, asbestille, kreosotille, PCB- ja lyijy-yhdisteille sekä muille vaarallisille ainesosille, jotka esiintyvät maaleissa ja liimoissa. Työmaalla on käytettävä kalustoa, jotka on varustettu oikeanlaisella pölyntorjuntalaitteistolla, jotta pölyhaitat ovat kaikissa vaiheissa ja eri olosuhteissa mahdollisimman vähäisiä. Pölyävät työvaiheet on suunniteltava siten, että työmaan pölynhallinnassa otetaan huomioon työmaan läheisyydessä sijaitsevat rakennukset, jotka saattavat kärsiä pölystä. (Koski, Linnainmaa, Merivirta, Pasanen 2013, 158-159.)

Pölyille ja aineille, jotka aiheuttavat syöpävaaraa on valtioneuvoston asetuksessa (1267/2019) esitetty sitovat raja-arvot. Asetuksessa mainittuja aineita ja pölyjä ovat muun muassa kovapuupöly, dieselkaasut ja piidioksidipöly. Asetuksessa on myös ohjeet vaarojen havaitsemiseen ja ehkäisemiseen. Työnantajan tulee arvioida työn riskien arvioinnissa (TRA) työn syöpävaaraa aiheuttavat työvaiheet ja suunnitella niiden pölynhallinta sekä tarvittavat suojaimet siten, että työntekijöiden altistuminen ei ylitä syöpävaaraa aiheuttavien aineiden raja-arvoja. (Finlex 2019.) Liitteessä 1 on esitetty sitovat raja-arvot syöpävaaraa aiheuttaville aineille työssä.

Vaarallisille aineille altistuvat työntekijät on ilmoitettava vuosittain ASA-rekisteriin. Ilmoitus tulee perustua työpaikalla tehtyyn alistumisen arviointiin. (Työterveyslaitos 2020.)

Työterveyshuoltolaissa (1383/2001) säädetään työnantajan velvollisuudet. Velvollisuuksia ovat muun muassa työntekijöiden terveydentilan seuraaminen tarpeellisilla terveystarkastuksilla sekä syöpäsairauden vaarojen torjuminen. (Finlex 2001.)

Terveellinen ilmanlaatu ja turvallinen työympäristö voidaan varmistaa hyvän pölynhallintasuunnitelman avulla. Pölynhallintasuunnitelmalla selvitetään pölynvirtauksia ja toimenpiteitä pölyn minimoimiseen. Suunnitelmaan merkitään työkohte, työlaji ja sen toteuttamisaikataulu. Pölynhallintasuunnitelmassa myös esitetään menetelmät ja siihen liittyvät toteutustavat. Suunnitelmaan merkitään vastaavan työnjohtajan nimi eri työvaiheissa sekä osastointi, kohdepoisto ja turvallisuussuojainten tarve. Mikäli tarvitaan alipaineistettavan osastoinnin rakentamista, pölyntorjuntaan on laadittava toteutussuunnitelma ja mitoitus erikseen. (Koski ym. 2013, 160.)

Työmaan pölynhallinnassa tulee soveltaa viittä pääperiaatetta, jotka ovat seuraavat:

- Estää pölyn syntyminen
- Vähentää syntyvän pölyn määrää
- Rajoittaa syntyneen pölyn leviämistä
- Tilojen siivoaminen säännöllisesti
- Henkilökohtaisten suojaimien käyttö

Tavoitteena on saada työntekijöille miellyttävä työympäristö, jossa tilat ja pinnat ovat puhtaita, talotekniikka on hyvin suojattu sekä työ-alue on rajattu siten, ettei pöly pääse leviämään ulkopuolelle. (Koski ym. 2013, 159-160.)

Rakennustöiden P1 puhtausluokituksen päämääränä on saada rakennuksen käyttäjille puhtaat ja siistit tilat sekä varmistaa, että rakentamisesta syntyneitä epäpuhtauksia ei leviä sisäilmaan. Tavoitteena on ottaa käyttöön puhdas rakennus käyttäjille heti luovutusvaiheessa. Tämän varmistamiseksi ilmanvaihtojärjestelmän käynnistäminen toimintakokeiden yhteydessä suoritetaan vasta sen jälkeen, kun rakennuksen puhtaus on tarkastettu. Ilmanvaihtojärjestelmän likaantumista estetään siten, että toimintakoevaiheessa määritellyt puhtausvaatimukset tiloille on täytyttävä ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä. Rakentamisen aikaisen puhtausluokan P1 myötä saavutetaan valmiissa rakennuksessa sisäilmastoluokka S1 tai S2. Mikäli rakentamiselle ei ole asetettu tavoitteeksi puh-

tausluokkaa P1, noudatetaan tavanomaista hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä. Kuitenkin suositellaan käyttämään puhtausluokan P1 ohjeita myös sisäilmastoluokka S3 kuuluvissa tiloissa. (RT 07-11299 2018, 12.)

Sisäilmastoluokituksen tehtävänä on tuottaa sisäilmastolle tavoite- ja suunnitelluarvot, joita käytetään rakennus- ja talotekniseen suunnitteluun sekä rakennustarviketuotannossa. Luokituksen tavoitteena on rakentaa laadullisia ja terveellisiä rakennuksia. Sisäilmastoluokat jaetaan kolmeen luokkaan: S1, S2 ja S3, joista S1 on paras. (RT 07-11299 2018, 12.)

Puhtausluokan P1 vaatimuksissa työ- ja asuintiloissa, joissa tähdätään hyvään sisäilman laatuun, tulee huomioida seuraavat asiat:

- Tilat ovat tyhjiä ja puhtaita, jotta pintojen suojausten poisto ja siivous sekä ilmanvaihdon päätelaitteiden käynnistäminen on mahdollista.
- Siivouksen ja ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämisen jälkeen tehdään vain pölyämättömiä töitä.
- Tilojen puhtaus tarkistetaan ja valvotaan, ennen kuin tehdään ilmanvaihtojärjestelmän toimintakoheet. Pinnat tulee olla puhtaita, eikä irtolikaa esiinny.
- Tehdään huolellinen loppusiivous.
- Varmistetaan pintojen kunto, ettei esiinny tahroja tai kiinnittynyttä likaa ja pölyä luovutusvaiheessa. (RT 07-11299 2018, 12.)

3.3 Lähtölogistiikka

Hyvin järjestetty ja siisti työmaa takaavat rakennuskohteen työturvallisuuden. Jätehuollon hyvällä suunnittelulla ja käytännön toteutuksella vältytään onnettomuusriskeiltä. Keskitetty suunnittelu myös ehkäisee terveyden ja ympäristön vaara- ja haittatekijät. Epäsiisteys ja huonosti järjestetty logistiikka sekä huolimaton varastointi aiheuttavat turvallisuusriskejä. Rakennustöiden kustannustehokkuutta sekä työn turvallisuutta edistetään hyvällä jätehuollon suunnittelulla ja toteutuksella. Samalla täyttyvät lainsäädännön vaatimukset, jonka tavoitteena on tehokas kierätys. (RT 69-11183 2015, 1.)

Jätehuollon toteutuksen vaiheet ovat jätteiden keräily, lajittelu, kuljetus ja dokumentointi. Jätteiden lajitteluvaiheessa pidetään erillään sellaiset jätelajit, jotka eivät sovellu ohjeiden mukaisesti yhteen. Sellaiset jätelajit ovat muun muassa lasi-, paperi- kartonki-, muovi-, maa- kiviaineslaatta-, keramiikka-, tiili-, betoni- sekä kyllästetyt puujätteet. Vaaralliset ja ongelmajätteet käsitellään ja varastoidaan erillään muista tarvikkeista ja jätteistä. Ongelmajätteeksi luetaan jäte, joka kemiallisen tai muun ominaisuutensa takia voi aiheuttaa joko erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle ja ympäristölle. Jätteenkeräilyssä rakennuksen sisällä käytetään pyörällistä jäteastiaa tai muu jätekärryä, joka on helposti siirrettävä kerroksista jätelavoihin. Tavoitteena on, että kuljetusmatkat jättepisteisiin ovat mahdollisimman lyhyitä, levittämättä jätettä tai pölyä tiloihin kuljetuksen aikana. Soveltuvia keräysvälineitä rakennushankkeessa ovat muun muassa pyörälliset jäteastiat tai muut jätekärryt, erityiset jätekärryt, jossa on nostosilmukat ja korkeat laidat, jätelaiva vaihtolavat, kannelliset kontit ja roskakuilut. (RT 69-11183 2015, 9.) Kuvassa 2 on esitetty työmaalle soveltuvia jätteen keräysvälineitä.



Kuva 2. Työmaalle soveltuvia jätteen keräysvälineitä. (RT 69-11183 2015, 10.)

Jätteiden kuljetus ja dokumentointi on sovittavissa urakoitsijan ja jätehuoltopalvelun välillä. Urakoitsija on velvollinen noudattamaan jätelain jätehuoltosuunnitelmaa pyydättäessä tai sovitun aikataulun mukaisesti. (RT 69-11183 2015, 10.)

Ongelmajätteen siirtämisessä tarvitaan siirtoasiakirja, jossa esitetään muun muassa ongelmajätteen haltija yhteystietoineen, kuljettajan ja jätteen vastaanottajan yhteystiedot, ajankohta, pakkaus- ja kuljetustapa. Lisäksi tulee selvittää jätteen tuottaja, koostumus ja määrä. Siirtoasiakirja laaditaan luovutuksen yhteydessä ja sitä tehdään jokaista ongelmajätteen siirtoa varten. (Hokkanen ym. 2010, 283.)

4 Musiikin uudisrakennus

Metropolian kampuksen toisen vaiheen uudisrakennustöitä aloitettiin purkutöillä helmikuussa 2019 ja aikataulun mukainen valmistuminen on syksyllä 2020. Uudisrakennus rakennetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun ja Pop & Jazz Konservatorion yhteiskäyttöön. Rakennus koostuu 6 kerroksesta ja ullakosta, joiden yhteispinta-ala on noin 7500 brm². Musiikin uudisrakennuksen tiloihin valmistuu kolme harjoitussalia, äänitysstudioita ja oppimistiloja. Uudisrakennuksen lisäksi toisen vaiheen hankkeeseen sisältyy myös Black box-tilat, jossa uusitaan vanhat verhoukset ja akustoivat kattopinnot. (SRV Rakennus Oy.)

Kuvassa 3 on esitetty Metropolian toisen vaiheen Musiikin uudisrakennusta.



Kuva 3. Musiikin uudisrakennus (SRV Rakennus Oy)

Musiikin uudisrakennuksen arkkitehtinä toimii Arkkitehdit Tommila Oy, joka on suunnitellut tämän erikoisrakennuksen osaksi kehittyvää elävää kaupunkiympä-

ristöä. Ulkoseinien ikkunat ovat pääosin 3-kertaisesti lasitettuja MSE-puu-alumiini-ikkunoita, joiden U-arvo on (44dB). Sisäikkunat ovat teräsrakenteisia dB-ikkunoita. Kiinteät sisäikkunat asennetaan ääneneristäviin studioihin, saleihin ja opetustiloihin. Uudisrakennuksen ilmanvaihto toimii koneellisella ilmanvaihtojärjestelmällä. Rakennuksen tilat on suunniteltu toteutumaan Box-in-box-mallilla, jossa seinät ovat kaksirunkoisia sekä tilojen ovet ovat pääosin tuplaovia. Ilmavälit seinärunkojen välissä on tapauskohtaisesti eri syvyinen. Ovien verhoilut on suunniteltu niin, ettei runkojen välille synny ääntä johtavaa liitosta. Oviverhoilun toteutus tapahtuu siten, että verhoillaan 50 mm vaimennusvillalevyä, sivu- ja yläreunan pieliin kiinnitettynä kumpaankin seinärunkoon. Seinäverhoukset ja studio-tilojen kattopinnat toimivat puoliheijastavina ja vaimentavina pintoina. Seiniin johon kiinnitetään akustoverhoukset ovat väliseinä- ja pintarakenteita (VS, PVS ja PUS), lattiat alapohjarakenteita (AP) ja katot alas laskettuja pintarakenteita (PAK). Kuvan 4 havainnekuvassa on esitetty esimerkki tiloista kellarikerroksessa.



Kuva 4. Havainnekuva tiloista kellarikerroksessa.

Kuvasta nähdään tilojen vaativuus ja erikoisrakenteet, erityisesti paksut ja monimuotoiset sisärakenteet, joissa on 3-4 kertaa enemmän kipsilevyä normaaliin sisärakenteeseen verrattuna. Tämä edellyttää logistiikan toimivuutta ja sen korostuminen rakennushankkeessa.

5 Nykyinen tilanne

Työmaa sijaitsee ahtaassa tilassa ja siksi se on logistiikan suhteen erittäin haastava. Ahtaan tilan vaikutuksesta työvaiheet joudutaan tekemään varovaisesti ottaen huomioon vilkas liikenne sekä naapurien kiinteistöt, jotka ympäröivät rakennusta. Rakennuksen toteutus tehdään Box-in-box-mallilla, jossa sisätyövaiheet ovat vaativia ja tarvitsevat enemmän materiaalia kuin esimerkiksi normaalissa kerrostalossa ja siitä johtuen logistiikan toiminta korostuu. Työmaalla on neljä lastausaluetta sekä lastauslaituri, jonka kautta tapahtuu kaikki materiaalivirtojen toiminnot. Lastausalueet varataan toimituksia varten SRV logistiikka-ajanvarausjärjestelmän kautta.

Materiaalit ja tarvikkeet vastaanotetaan käyttökelpoisina ja vastaanoton aikana varmistetaan niiden kuntoa kuljetuksen vahingollisilta vaikutuksilta kuten, kolhiintuminen, likaantuminen ja kastuminen. Etenkin kosteusherkkiin materiaaleihin, kuten lämmöneristystarvikkeiden suojaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Toimitettavat tarvikkeet ja materiaalit sekä niiden purkaminen, haalaukset ja oikeaoppinen varastointi sekä materiaalien suojaus työtä tehdessä ja niiden säilytys kuuluu niistä vastaavalle urakoitsijalle. Lisäksi myös tilaajan hankkimista tarvikkeista ja materiaaleista huolehtiminen voi kuulua urakoitsijalle sovittaessa. Urakoitsijalla on mahdollisuus käyttää logistiikan hoitamiseen tilaajan työvoimaa, mutta työnjohto ja vastuu kuuluvat silloin urakoitsijalle. Tavaroiden toimitusajoista ja -eristä päätettäessä toimitaan tilaajan määrittämällä ohjeilla.

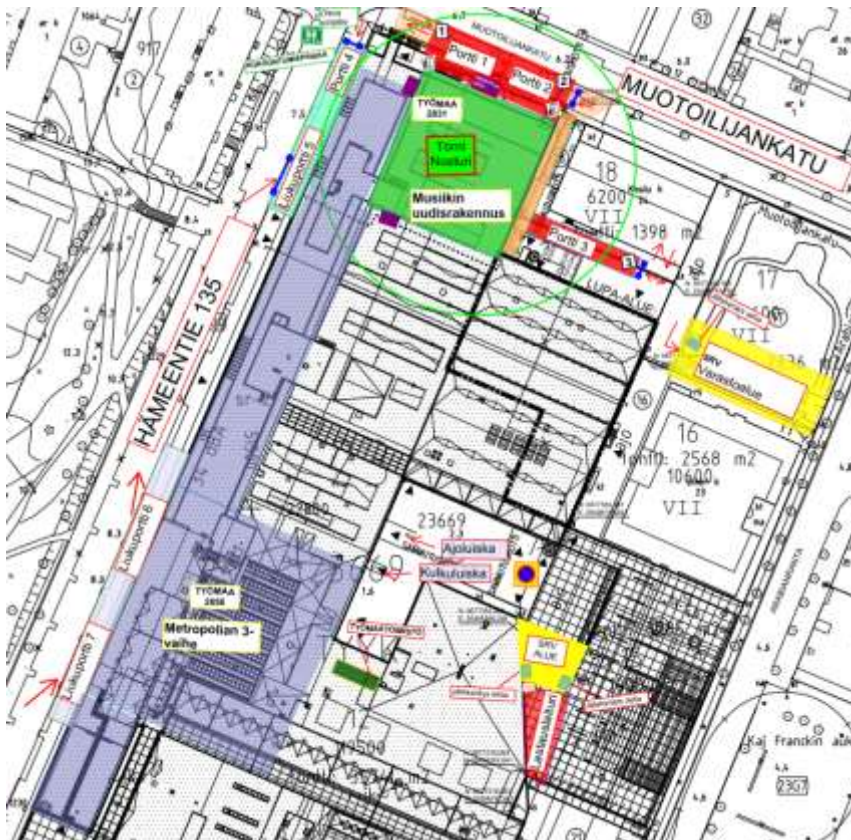
Haitalliset ympäristöä rasittavat tekijät minimoidaan huolellisella ennakkosuunnittelulla ja ennen kaikkea urakoitsija minimoi omassa työssään eri työvaiheista syntyvää materiaalihukkaa ja energiankulutusta. Tämän lisäksi urakoitsija valitsee tuotteita, jossa on otettu huomioon tuotteen käyttöikä ja sen aiheuttama ympäristörasitus.

5.1 Työmaalogistiikan hallinta

5.1.1 Aluesuunnitelma

Hämeentie-135 hankkeen aluesuunnitelmassa kuvassa 5 on esitetty työmaa-alue, jossa näkyy muun muassa materiaalien ja tuotteiden vastaanotto-, purku- ja

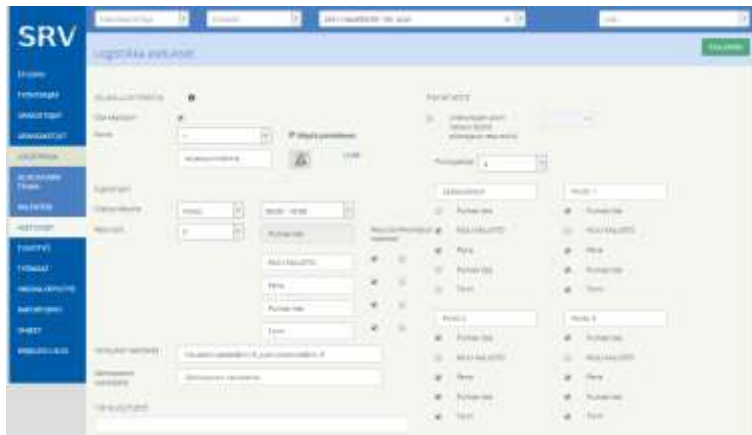
varastointipaikat. Musiikin uudisrakennukseen saapuvat kuormat otetaan lastauslaiturin sekä porttien 1,2 ja 3 kautta sisään. Lastauslaituri ja portit on merkitty punaisella värillä. Varastointialueet kuten SRV-alue ja SRV:n varastoalue on merkitty keltaisella värillä. Jätekeräysastiat on merkitty vaaleanvihreällä ja työmaatoimisto tummanvihreällä. Suunnitelmassa on esitetty myös torninosturi. Rakennushissi ja muurareille tarkoitetut tavarahissit esiintyvät violetilla. Aluesuunnitelmassa on esitetty punaisilla nuolilla kunkin ajoreitin ajosuunta. Suunnitelmassa esiintyy myös ajo- ja kulkuluiska, jotka ovat haalausteitä kellarikerrokseen.



Kuva 5. Työmaan aluesuunnitelma

5.1.2 Ajanvarausjärjestelmä

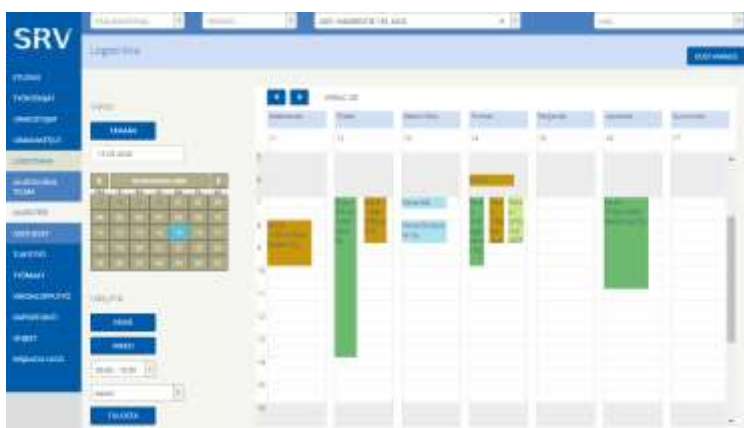
Toukokuussa 2020 työmaa otti käyttöön SRV logistiikka-ajanvarausjärjestelmän, jolla varataan alueet ja resurssit tavarantoimituksia varten. Järjestelmä toimii siten, että logistiikasta vastaava työnjohtaja merkitsee purkupaikat ja resurssit sekä aluesuunnitelma logistiikkakalenteriin näkyviin. Kuvassa 6 on esitetty näkymä logistiikkakalenterista.



Kuva 6. Näkymä logistiikkakalenterin asetuksista

Urakoitsijat, jotka ovat saaneet luvan järjestelmän käyttöön kirjaavat haluamansa ajankohdan purulle ja varauspyyntö lähetetään hyväksyttäväksi, jolloin varaus näkyy kalenterissa hyväksyntää odottavana. Logistiikkakalenterin varaukset tehdään vähintään päivää ennen työmaalle toimittamista, jotta vältetään yllättäviltä tilanteilta. Kuitenkin yllättävissä ja kiireellisissä tilanteissa varauksen teosta ja tavarantoimituksesta voidaan sopia SRV:n työjohtoon kanssa.

Varausjärjestelmän tavoitteena on kerätä kaikki työmaalle toimitettavat tavarantoimitukset nähtäväksi yhdellä silmäyksellä, jotta kukin tahon voi ajoittaa tavarantoimituksensa tehokkaasti ja samanaikaisilta toimituksilta välttyään. Kaikki tavarantoimitukset merkataan logistiikkakalenteriin mahdollisimman tarkoin, jotta työmaa pystyy valmistelemaan alueet urakoitsijoiden käyttöön ja jotta tavarantoimitukset sujuvat jouhevasti. Kuvassa 7 on esitetty näkymä logistiikkakalenterista.

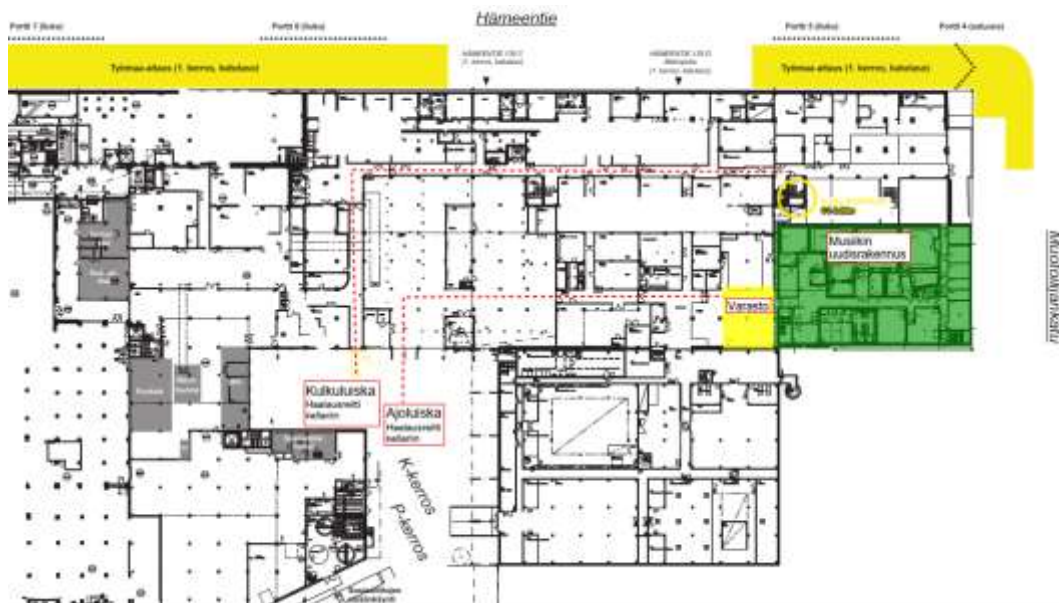


Kuva 7. Näkymä logistiikkakalenterista

5.1.3 Haalausreitit

Tarvikkeiden siirto maanpäällisiin kerroksiin toteutetaan muun muassa purkamalla itse portaita pitkin, torninosturilla, rakennushissillä ja tarvittaessa ajoneuvonosturilla. Tarvikkeiden siirto kellarikerrokseen tapahtuu esimerkiksi, purkamalla itse portaita pitkin, ajoluiskan kautta kellarin varastoalueelle tai kulkuluiskan kautta. Siirto- ja nostokalusto luvussa 5.2 on tarkemmin nostettu esille koneet ja laitteet.

Kuvassa 8 on esitetty haalausreititsuunnitelma kellarikerrokseen.



Kuva 8. Haalausreitit kellarikerrokseen

Haalausreititsuunnitelman idea on selkeyttää aluesuunnitelmassa esitetyt ajoluiskan ja kulkuluiskan reitit. Siinä näkyy myös havainnollisimmin varastoalue kellarikerroksessa. Suunnitelma on laadittu helpottamaan toimintaa ja opastamaan sisääntuloa työmaa-alueelle.

5.2 Siirto- ja nostokalusto

Työmaalla käytettävien koneiden ja laitteiden on oltava turvallisuusmääräysten mukaisia. Urakoitsijat ovat velvollisia toimittamaan sähköisesti kopiot koneiden ja laitteiden tarkastuspöytäkirjoista ja kuljettajien käyttöluvista. Tarkastuspöytäkir-

joissa tulee näkyä katsastukset, käyttöönotto- ja kunnossapito määräaikaistarkastukset. Liitteessä 2 on esitetty SRV:n työkoneen tarkastuspöytäkirja. Urakoitsija varmistaa käytössään olevien nostolaitteiden kunnan ja huolehtii laitteiden kuormituksista ennen nostotöitä. Tämän lisäksi urakoitsijaa veloitetaan tekemään viikkotarkastus. Laitteiden kuntoa seurataan viikoittaisissa TR-mittauksissa.

Kun uusi kone saapuu työmaalle, tehdään vastaanottotarkastus, jossa tarkistetaan, että kone on ehjä ja käyttökelpoinen. Liitteessä 3 esitetään henkilönostimen vastaanottotarkastuspöytäkirja. Urakoitsija varmistaa käytössään olevien nostolaitteiden kunnan ja huolehtii laitteiden kuormituksista ennen nostotöitä. Tämän lisäksi urakoitsijaa veloitetaan tekemään viikkotarkastus. Laitteiden kuntoa seurataan viikoittaisissa TR-mittauksissa.

Työmaalla on käytössä kalustoa, joka palvelee pystynostoja ja vaakasiirtoja. Olemassa olevat koneet ja laitteet ovat muun muassa torninosturi, rakennushissi, pyöräkuormaaja sekä siirtovaunut ja- karrut.

5.2.1 Pystynostot

Torninosturi

Torninosturi on yksi rakennustyömaan tärkeimmistä resursseista. Torninosturin sijoituksessa huomioidaan nostoalueen työskentelypisteet sekä työntekijöiden kulkureitit. Työmaan aluesuunnitelmassa torninosturi ja sen ulottuma. Torninosturia käyttöön ottaessa tehdään aluksi käyttöönotto- ja pystytystarkastus. Torninosturin kunto tarkastetaan viikoittaisessa kunnossapitotarkastuksessa. Lisäksi torninosturille tehdään päivittäinen toimintakokeilu. Työmaan käytössä oleva torninosturi on TEREX CTT561/A32. Kuvassa 9 on esitetty työmaan torninosturi.



Kuva 9. Työmaan torninosturi (Ramirent, 2020)

Rakennushissi

Henkilötavarahissin eli rakennushissin tarkoituksena on siirtää materiaalia ja työntekijöitä helposti eri kerroksiin. Hissin sijoitus perustuu siirrettävien materiaalien kokoon, painoon ja määrään. Lisäksi purkuvälineiden käyttö siirroissa on merkittävä vaikutus hissien sijoittamiseen. Työmaan viikoittaisessa kunnossapitotarkastuksessa tarkastetaan hissien kunto. (Ratu 04-3009. 1990, 13.)

Työmaalla on käytössä SCANCLIMBER SC2032-H48 mallinen henkilötavara-hissi. Kuvassa 10 esitetään työmaan rakennushissin tekniset tiedot.

Tekniset tiedot Scanclimber SC2032

Tekniset tiedot	
Huhtikuorma	24 henkilöä tai 2000 kg
Nostomassa	30 m³/m
Max nostokorkeus ankkuroitu metallilla	600 korr. 300 m / kukaan korr. 200 m
Max nostokorkeus ankkuroimalla työssä metallilla	10 m riippuen ankkuroinnista
Max ankkurointitilavuus	21 m riippuen ankkuroinnista
Virtauskabinin turvaväli	1100 mm
Korkeudet	
Ohutkabinin korkeus	1300 x 2000 mm
Kabinin korkeus	1500 x 2000 mm
Kabinin leveys	2100 mm
Paino	1800 kg
Purkuvälineiden mitat	
Pituus	3900 mm
Leveys	2500 mm
Korkeus	2740 mm
Paino	1500 kg
Nostoyksikkö	
Tyyppi	Häviö
Muuttaminen	7 x 55 kW
Virtalähteen tiedot	
Liikkeitä	3-osainen / 400 V/50 Hz / 63A
Maasto-osien tiedot	
Maaston leveys	5,5 m
Maasto yläosa painonvastustus	140 kg
Rakennustankin halkuus	0 mm



Kuva 10. Työmaan rakennushissin tekniset tiedot (Ramirent, 2020)

Ajoneuvonosturi

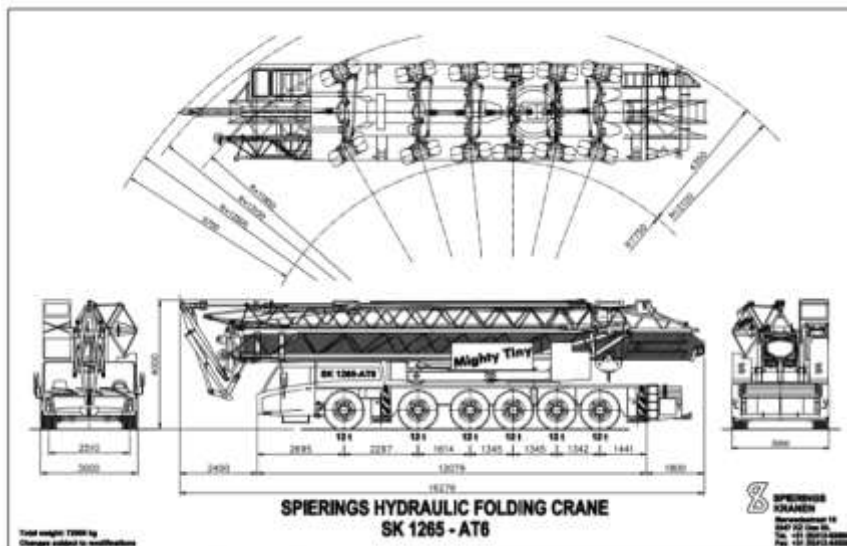
Ajoneuvonosturi on oman moottorin ja pyörien avulla kulkeva ajoneuvo. Ajoneuvonosturi soveltuu sellaisiin paikkoihin, joissa ei ole mahdollista käyttää torninosturia. Vaihtoehtoisesti ajoneuvonosturin käyttö on myös mahdollista torninosturin yhteydessä esimerkiksi elementtiasennuksessa. Tällöin torninosturi voi pitää elementtiä tasapainoisesti pystyssä ja ajoneuvonosturi kääntää elementtiä haluttuun paikkaan. Ajoneuvonostureita on erilaisia ja niiden käyttö soveltuu eri työvaiheisiin. Pienet ajoneuvonosturit soveltuvat lyhyisiin matkanostoihin ja kevyempiin

nostoihin. Isot ajoneuvonosturit taas toimivat vaativimmissa nostoissa. Maankantavuus ja pistekuorma on huomioitava valittaessa ajoneuvonosturia.

Torninosturin poistua työmaalta, vaativiin nostoihin käytetään Storentin Spierings SK1256-AT6. Koneella nostetaan muun muassa vesikatolle menevät tarvikkeet sekä muut haastavat nostot. Kuvissa 11-12 esitetään työmaalla toimiva mobiilitorninosturia, joka palvelee vaativia nostoja.



Kuva 11. Mobiilinosturi (Storent, 2020)



Kuva 12. SK1256-AT6. (Storent, 2020)

5.2.2 Vaakasiirrot

Pyöräkuormaaja

Työmaalla on jatkuvasti käytössä pyöräkuormaaja, joka toimii apuna tarvikkeiden siirroissa. Siirroista riippuen varteen kiinnitetään sopivia lisälaitteita. Yleisimmät lisälaitteet ovat kauha ja trukkihiikit. Tarvikkeiden siirroissa käytetään yleensä trukkihiikkiä. Kauhaa käytetään muun muassa maanrakennustöissä ja maa-ainesten kuljetuksissa. Kuvassa 13 on esitetty työmaalla toimiva pyöräkuormaaja.



Kuva 13. Pyöräkuormaaja

Levyvaunu

Levyvaunu soveltuu levytavarain kuljettamiseen ja käsittelyyn. Levytavarat voivat olla muun muassa kipsilevyä, teräslevyä ja lasia. Levyvaunu voi toimia myös työpenkinä kuten kipsilevyn leikkaamisessa. Kuvassa 14 on esitetty levyvaunu.



Kuva 14. Levyvaunu

Tiilikärry

Tiilikärryä käytetään tiililetkojen siirtämisessä. Tiilikärryä käyttäessä tulee huomioida kärryntasapainoa ja työergonomiaa. Lisäksi renkaiden ilmanpaineesta on huolehdittava. Kuvassa 15 on esitetty tiilikärryä.



Kuva 15. Tiilikärry

Pumppukärry

Pumppukärry eli haarukkavaunu on laite, jota käytetään tavaroiden siirroissa. Haarukkavaunun hydrauliiikan ja muoviperäisten ohjauspyörien, sekä kaksoispyörien avulla suoritetaan siirtoja. Haarukkavaunu mahdollistaa muun muassa kuormalavojen siirtelyä helposti. Kuvassa 16 on esitetty pumppukärryä.



Kuva 16. Pumppukärry

Näiden lisäksi siirtoihin tarkoitettuja välineitä ovat muun muassa nokkakärryt, varastokärryt ja erilaiset kuljetusvaunut.

5.3 Toimitukset ja sijoitus työmaalla

Rakennustarvikkeiden tulo työmaalle aikataulutetaan niin, että ne menevät suoraan paikoilleen eivätkä ole pitkään varastoituna. Tiedonkululla on iso rooli tässä, sillä kaikki toiminta ilmoitetaan logistiikkaryhmälle, johon kuuluu logistiikasta vastaava työnjohtaja, pyöräkuormaaja, alamies ja haalausryhmä. Tämän jälkeen päätetään mitä kalustoa tarvitaan purun aikana ja mikä on loogisin paikka materiaalien sijoittamiseen. Työmaalle saapuvat kuormat on aina sovittavissa työnjohdon kanssa. Sellaiset toimitukset, jotka sovitaan ilmoittamatta logistiikkaryhmälle aiheuttavat suuria haasteita. Haasteet voivat olla muun muassa porttien tukkeutuminen, tulevien kuormien purut mahdottomat, ongelmia liikenteessä sekä ennen kaikkea turvallisuus riskejä. Vastaavanlainen toimintatapa tarkastellaan Case-2 putkitoimitus osiossa (34).

Varastointipaikat on merkitty aluesuunnitelmaan. Tarvikkeet suojataan varastoidessa katoksella tai pressulla. Varastoitavan tarvikkeiden määrä ilmoitetaan etukäteen, mihin kerrokseen ja lohkolle tarvikkeet ovat menossa. Tarvikkeet suojataan ja varastoidaan siten, etteivät ne pääse vahingoittumaan. Ne suojataan liialta ja kosteudelta. Säilytyksessä noudatetaan valmistajan ja suunnittelijan antamia ohjeita. Materiaalien pitkäaikaista varastointia työmaalla vältetään tilaamalla tarvikkeet hankinta-aikataulun mukaisesti. Tarvikkeet varastoidaan kerrokseen, periaatteena on että työmaalla on noin viikon työtarvikkeet. Varastoalueelle sijoitetaan materiaali, joka ei mene asennuspaikkaan heti tai ei ole mahdollista viedä kerrokseen tilanpuutteen tai kireän aikataulun takia. Varastointialueiden laajuudesta sekä sijainnista sovitaan pääurakoitsijan kanssa.

Sisäiset siirrot käsitellään kokouksissa ja palavereissa. Urakoitsijoille annetaan ohjeita ja palautteita menneistä ja tulevista tehtävistä. Sisäiset siirrot sovitaan työnjohdon kanssa. Urakoitsijoiden on ilmoitettava tarvittavien tarvikkeiden siirroista, joita halutaan siirtää. Tämä siksi, että tilat eivät ylikuormitu- ja työpisteetä ovat auki myös muille työntekijöille.

Isot kuormat kuten julkisivulämmöneristeet ja tiilet vievät paljon purkuaikaa ja tilaa. Siksi niitä yritetään saada toimitettuna työmaalle ennen varsinaista työaikaa, eli ennen kello 7. Riskinä on se, että toimitus ei aina toteudu sovittun mukaisesti.

Jos kuorma saapuu myöhässä, sitä ei vastaanoteta työmaalle vaan siirretään esimerkiksi seuraavaksi aamuksi samaan kellon aikaan. Tilatut tarvikkeet, jotka eivät saavu työmaalle sovittuna päivänä vaikuttavat logistiikkaan merkittävästi. Myöhästyneet tai saapumattomat kuormat aiheuttavat tehotonta aikaa ja muut työvaiheet saattavat kärsiä siitä

Rakennuksessa käytetään tavanomaista enemmän kipsilevyä vaativien rakenteiden takia. Kipsilevyjen tilaukset sovitaan työvaiheen vastaavan- ja logistiikkatyönjohtajan kanssa. Tilauksen suorittamiseen otetaan huomioon jäljellä olevien materiaalien määrä sekä varastointitilaa työmaalla. Jos varastointitila sallii, niin tilataan yhden tai kahden viikon tarvikkeet. Alla olevassa CASE1- kipsilevytoimitukset osiossa tarkastellaan havainnollisemmin työmaalla tapahtuneita tapauksia. (31)

5.3.1 CASE1- kipsilevytoimitukset

Osa 1

Päivällä hieman ennen kello 14.00 työmaalle on tulossa rekka-auto täynnä kipsilevynippuja. Yksi kipsilevynippu on yhdellä lavalla, jossa on yhteensä 54 levyä. Lavan paino on noin 1415 kg ja kipsilevyn koko on 1200 x 2600 mm. Purku on sovittu niin, että kurottaja purkaa 2 portilta kuorman ja kuljettaa suurimman osan niistä aluesuunnitelmassa esitettyyn SRV:n varastoalueeseen. Muutamalla kipsilevy nipulla on tärkeä tarve 3 kerroksessa ja siitä syystä niitä pidetään portilla haalausryhmän vietäväksi haluttuun paikkaan. Kuljetettavat kipsilevyt suojataan pressulla vahingollisilta vaikutuksilta (Kuva 17).

Pari päivää myöhemmin levyasentajien työnjohtaja ilmoittaa, että levyasentajat tarvitsevat 3 kerroksessa kaksi kipsilevynippua. Asiaa koordinoitiin pyöräkuormaajan kuljettajan ja haalausryhmän kanssa. Pyöräkuormaaja hakee tarvittavat niput varastoalueelta ja nostaa niitä tavarahissiin. Haalausryhmä purkaa niput siten, että laittaa yksittäiset kipsilevyt levykärryyn, jotta ne mahtuvat hissiin. Myöhemmin seuraavana päivänä sama kaava toistuu, jolloin kipsilevyjä tarvittiin 2 kerrokseen.

Tämän toteutuksen ydin on se, että tilataan reilu määrä tavaraa mikä on kovassa käytössä koko ajan. Varastointipaikka on aluesuunnitelmassa esitetty SRV:n varastoalue, joka sijaitsee työmaan pihalla. Sisälle viedään työmaan tarvittavat määrät, jotka eivät tule olemaan muiden tiellä. Kun tarvikkeet loppuvat sisällä, niin pyöräkuormaaja hakee piha-alueelta toisen erän ja kuljettaa niitä haluttuun haalauspaikkaan.

Toimintatavan etuna on se, että se antaa muille työvaiheille tilaa. Lisäksi kulkutiet rakennuksessa ovat turvallisia. Haittana on käytettävä aika siirroissa ja puruissa.



Kuva 17. Kipsilevyjen varastointi SRV:n varastoalueella

Osa 2

Työmaalle tilataan kipsilevyjä 3 ja 4 kerrokseen odottamaan asennusta. Tavara-hissi otetaan pois muusta käytöstä, jotta kipsilevyjen siirto tapahtuu nopeammin. Tarvikkeiden asennusaika on yhden viikon päästä. Tavoitteena on saada kipsilevyasentajille tilaa työskennellä ja, että kaikki materiaalit ovat valmiita paikalla kerroksissa. Olosuhteiden muuttumisen myötä asennusaikaa siirretään toiselle viikolle. Muutama päivää myöhemmin muut urakoitsijat ilmoittavat kipsilevyjen haittavan heidän työvaiheita. Asiaa hoidetaan siten, että haalausryhmä siirtää niput toiseen paikkaan. Seuraavana päivä tulee toinen ilmoitus, jossa muurari pyytää kipsilevyjen siirtoa hänen työpisteestä. Samat valitukset jatkuvat päivästä toiseen viikon ajan ja kipsilevyjen siirtoja tapahtuu vähintään kerran päivässä.

Tästä toimintatavasta on reilusti enemmän haittaa kuin etua. Tavoitteena oli helpottaa materiaalien käsittelyä. Kuitenkin siitä seurasi haittaa kuten ylimääräiset

käsittelyt ja siirrot sekä muiden työvaiheiden hidastaminen. Tämän lisäksi siirtojen seurauksena syntyy hukkaa. Kuvassa 18 on esitetty kipsilevy siirroista aiheutuneet vauriot



Kuva 18. Kipsilevy siirroista aiheutuneet vauriot

5.3.2 CASE2- putkitoimitus

Työmaalle kello 8.00 aikaan saapuu täysperävaunullinen rekka-auto täynnä iv-putkia. Kuorma-autoa puretaan 1 portilla, jolloin materiaalien siirto sieltä on helppointa. Tilaa portilla on niukasti, johtuen maakaivu-töistä, joita suoritetaan 1 ja 2 portin alueen välissä. Purun aikana työmaalle saapuu toinen kuorma-auto täynnä iv-putkia. Iv-urakoitsijan työnjohtaja ei ilmoittanut toisesta kuormasta ja selvittelyiden jälkeen huomataan, että toinen iv-urakoitsijan työnjohtaja on tilannut sen kuorman. Kuorman tulo aiheuttaa ongelmia ajotiellä ja siitä johtuen se siirretään pois tien sivuun odottamaan. Kuvassa 19 esitetään tilannekuva tapauksesta. Tämä on hyvä ratkaisu, koska ensimmäisen kuorman purkuun menee lyhyt aika ja samaan porttiin ei ole tulossa toista kuorma-autoa. Kuorman odotus ei myöskään aiheuta työturvallisuusriskejä, sillä auto on hyvään paikkaan sijoitettu ja paikalla on liikenteenohjaaja.

Kun toinen kuorma-auto täynnä asettuu 1 portille, niin portille saapuu kolmas kuorma-auto. Kolmas kuorma-auto sisältää sisäikkunoita ja purku on sovittu SRV:n työnjohdon kanssa kello 8.30 1 portilla. Yllättävälle ikkunakuorman kuljettajalle ilmoitetaan siirtymisestä toiseen paikkaan, kun se aiheuttaa turvallisuusriskejä ajotiellä. Kuljettaja siirtää auton ja ajaa Muotoilijankatua päin. Samaan aikaan Muotoilijankadulle ajaa rekka-auto pois Muotoilijankujalta, jossa sijaitsee 3 portti. Portti kolmosella suoritetaan sääsuojan asentamista vesikatolla. Tämä tilanne aiheuttaa paniikkia risteyksessä ja autotie tukkeutuu. Myöhemmin asia ratkaistaan ja ikkunakuorma-auto kääntyy takaisin 1 portille.

Asioista sopiminen muiden tietämättä aiheuttaa vastaavanlaisia tilanteita jatkuvasti. Työnjohdon tulee ilmoittaa sovitusta asioista kaikille osapuolille. Tällöin ehkäistään logistisia riskejä ja haastavia tilanteita, jotka saattavat aiheuttaa työturvallisuusriskejä.



Kuva 19. Tilannekuva tapauksesta

5.4 Pölyn- ja puhtaudenhallinta

Materiaalien käsittelystä kuten nostoista ja siirroista ei saa aiheutua pölypäästöjä muihin tiloihin. Toiminnot suunnitellaan niin, että kuljetuksen aikana viereiset työvaiheet otetaan huomioon ja valitaan lyhyin ja turvallisin reitti. Sellaiset tilat osastoidaan, joihin on mahdollista päästä ulkopuolista pölyä.

Musiikin uudisrakennus on P1 luokiteltu. Iv-kanavien asennukset tehdään pölyeristetyssä tilassa ja työvaiheessa käytetään pölyämättömiä asennusmenetelmiä. Jatkuvaan siivoukseen sekä pintojen puhtauteen kiinnitetään huomiota. Tämä ehkäisee haitallisten aineiden ja irtolian esiintymistä tilassa. Toimintakokeiden aikana varmistetaan tilojen eristämiset esimerkiksi väliaikaiset ovet ja niitä pidetään suljettuina kokeiden ajan.

Työmaan puhtaudenhallinnasta vastaa rakennushankkeen työmaapäällikkö. Työmaapäällikkö jakaa vastuut työmaamestareille puhtaudenhallinnan valvontaan liittyvissä tehtävissä. Tavoitteena on varmistaa rakennuksen puhtaus käyttöönottohetkellä sekä suojella työntekijöitä vähentämällä rakennuspölyn määrää ja estää pölyn leviäminen työskentelyalueella. Lisäksi minimoidaan pölyhaitta työmaan ympäristössä. Myös työalueiden välittömässä läheisyydessä ja sen vaikutuspiirissä työskentelevät henkilöt tulee suojata työstä syntyviltä epäpuhtauksilta. Ensisijainen suojaaminen tapahtuu estämällä pölyjen ja muiden terveydelle vaarallisten aineiden pääsy hengitysvyöhykkeelle.

Pölyämistä aiheuttavissa töissä urakoitsijaa ohjataan osastoimaan tiloja ja kytkeään imurilaitteisiin erilaiset suodattimet. Tällöin varmistetaan tilojen pölynhallintaa. Pölyävät työvaiheet, joita suoritetaan kellarikerroksessa aiheuttavat epäpuhtauspäästöjä muihin tiloihin. Tämän lisäksi tilassa on huono ilmanlaatu, joka vaikuttaa työntekijöiden viihtyvyyteen. Pölynhallinta kyseisessä tilassa toteutetaan alipaineistuksella. Kuvassa 20 on esitetty pölynhallinta kellarikerroksessa.



Kuva 20. Pölynhallinta kellarikerroksessa.

Yllä esitetty alipaineistus estää pölyn leviämistä muihin tiloihin. Kuvassa esiintyy alipaineistaja, jonka tehtävänä on imeä ilmaa oheisesta eristetystä tilasta ja puhaltaa sen ulkoilmaan. Tämän seurauksena tila on alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden.

5.5 Jätehuolto

Työmaan jätelogistiikan merkittävimmät tehtävät ovat lajittelu, keräily, kuljetus ja välivarastointi. Työmaalla varmistetaan, että kukin urakoitsija huolehtii omien jälkien siivoamisesta ja sen tulee täyttää sopimusten mukaisesti päätoteuttajan laatimat vaatimukset työturvallisuuden ja puhtausluokan suhteen. Urakoitsija siivoaa urakka-alueensa, jos se on määritetty urakkasopimuksessa, muuten pääurakoitsija huolehtii paikan siisteydestä. Rakennus- ja pakkausjätteet lajitellaan jätelain ja jäte-asetuksen sekä tilaajan ohjeiden mukaisesti. Urakoitsija vastaa omien jätteiden lajittelusta kerroksissa ja tilaajan hankkima logistiikkaurakoitsija vastaa jätteiden siirrosta keräyspisteisiin. Piha-alueella sijaitsevat keräyspisteet on esitetty työmaan aluesuunnitelmassa. Muut jätteet kuten purku- ja maa-ainesjätteet toimitetaan viranomaisten hyväksymiin käsittelylaitoksiin. Lajittelu kerroksissa tapahtuu siten, että SRV hankkii tarvittavat jätteiden keräysastiat sopivaan paikkaan kerroksissa. Astioihin merkitään kunkin yrityksen nimi ja tämä vastaa keräysastioiden hausta ja palauttamisesta kerroksessa sovittuun paikkaan. Kuvassa 21 on esitetty esimerkki jätekeräyspistesuunnitelmasta 5 kerroksessa. Jätekeräysastiat esitetään kuvassa 22.



Kuva 21. Jätekeräyspistesuunnitelma 5 kerroksessa



Kuva 22. Jätekeräysastiat 5 kerroksessa

Urakoitsijat ilmoittavat päätoteuttajalle jätekeräysastioiden tarpeet kerroksissa. Astioihin merkitään yrityksen nimi ja jätelajike. Haalausryhmä tyhjentää jäteastiat joka päivä ja palauttaa ne takaisin paikoilleen. Tyhjennys tapahtuu siten, että kerätään kaikki astiat jätekeräyspisteistä ja kuljetetaan ne aluesuunnitelmassa esitettyihin roskalavoihin. Lajittelu varmistetaan tyhjennyksen aikana, jolloin nähdään astioiden sisältö. Poikkeavat tilanteet, jossa urakoitsija ei ole lajitellut jätteitä vaatimusten mukaisesti johtavat lisäselvityksiin ja pahimmissa tapauksissa seuraa sakko.

6 Logistinen toimintamalli tulevaisuudessa

Infrastruktuurin ja informaatiovirran kehittymisen myötä logistiset päätökset yrityksissä onnistuvat aiempaa paremmin. Taloudellinen ajattelu ja ympäristötietoisuus muuttuvat lähitulevaisuudessa. Niiden vaikutus ulottuu logistisiin valintoihin ja päätöksiin. Rakennushankkeiden kehityksessä tulevaisuudessa on huomiotava logistiikan vastualueen muuttuminen, tiedonkulun ja hankintojen merkityksen kasvu sekä logistisen ketjun ohjaaminen ja kehittäminen rakennustyömaalla. Näillä saavutetaan kustannusten pienenemistä ja tuottavuuden parantamista.

Hankesuunnittelun merkitys

Logistiikka on suunniteltava ennen rakentamisvaiheen alkua. Logistiikan suunnittelu vasta työmaan edetessä on yleinen virhe, joka tehdään rakennushankkeissa. Rakennustyömaan suunnitelmien valmistuttua tehdään rakennustuotteiden ja palveluiden hankintoja. Tarjouspyynnöt lähetetään eri toimittajille ja tiedustellaan toimitusaikaa. Hankintojen aikataulutuksen ja rakennusmateriaalin toimitusajan tulee vastata rakennusvaiheen ajoitusta. Rakennusmateriaalien toimitusaika on yleensä pitkä ja tuotteiden määrä saattaa olla suuri. Siitä johtuen hankintoja on tehtävä ajoissa ja niiden on oltava tarkkoja. Lisäksi hankintoihin on varauduttava sopiva aika tuotannon kannattavuuden kannalta, sillä järjestelyiden jälkeen työmaan on sopeutettava resurssinsa hankintojen mukaan.

Tiedonkulku

Tiedonvälityksen parantaminen kuten tietojärjestelmien kehittyminen ja hankintojen kannattavuus ovat tulevaisuuden kehityssuunnat. Tiedonhallinnalla on merkittävä vaikutus rakennushankkeen logistiikassa. Tiedonhallinta korostuu, koska prosessin vaiheet tapahtuvat useimmiten huomattavin osin rinnakkain. Osapuolien on ilmoitettava toteutuneiden tehtävien lisäksi myös muuttuvien tehtävien ajankohdat.

Päätoteuttajan vastuut

Logistiikan johtaminen ei ole pelkästään työvaiheiden valvontaa. Se käsittää järjestelmien ja prosessien suunnittelua, toteutusta sekä toiminnan valvontaa ja ohjausta. Hyvin koulutettu ja motivoitu henkilöstö on avainasia tavoitteiden onnistumiselle. Päätoteuttajan tulee nimetä logistiikasta vastaava työnjohtaja ennen projektin alkua. Logistiikasta vastaava työnjohtajan tulisi ymmärtää projektin tavoitteet alkaen hankinnasta aina tuotantoon. Logistiikasta vastaavalla työnjohtajalla on oltava sosiaaliset taidot, jotta hän osaa vaatia ja samalla ohjata.

Päätoteuttajan tulee laatia ohjeet logistiikan toiminnalle työmaalla. Ohjeet tehdään jo työmaan alussa. Päätoteuttaja kirjaa selvät säännöt ja niitä tulee noudattaa koko rakentamisvaiheen ajan. Ohjeiden poikkeamisesta on seurattava ran-

gaistus, jotta poikkeaminen vähenisi. Kuitenkin yllättävissä ja kiireellisissä tilanteissa urakoitsija veloitetaan kertomaan päätoteuttajalle mahdollisista muutoksista, jolloin päätoteuttaja varautuu muutoksiin ajoissa.

Työmaan käytännöt

Jatkuvan toiminnan kehittämisessä korostuvat ensisijaisesti tieto ja tiedon käsittely. Työmaalla voidaan vähentää käsittelyvaiheita ja vähentää materiaalihukkaa ohjatulla tiedonsiirrolla ja materiaalivirtojen hallinnalla. Materiaalitehokkuuden parantamiseen voidaan käyttää työpistekohtaista seurantajärjestelmää. Järjestelmässä huomioidaan toimenpiteet muun muassa materiaalien varastoinnissa, työpisteiden siisteydessä, jätteiden lajittelun huolellisuudessa ja jätehuollon järjestyksessä sekä hukan vähentämisessä. Uusien logististen toimintamallien käyttäminen ja tulosten seuranta mahdollistavat toiminnan optimointia seuraavissa työtehtävissä. Onnistuneet logistiset ratkaisut kirjataan luetteloon, jolloin niitä voidaan tulevissa hankkeissa laatia ohjeiksi.

7 Päätelmät

Opinnäytetyöprojektin myötä sain kuvan, kuinka suuri merkitys logistiikalla on nykypäivänä. Termi logistiikka on vielä varsin nuori Suomessa ja siksi aineiston kerääminen oli hankalaa. Työtä kirjoittaessani yritin tuoda esiin ne aiheet, jotka vaikuttavat pääkaupunkiseudulle rakennettaviin ahtaisiin työmaihin. Työssä halusin tuoda esille Musiikin uudisrakennuksen työmaalla käytettyjä menetelmiä ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

Se aika on ohi, jolloin logistiikka merkitsi pelkästään varastointia ja toimituksia. Nykyään logistiikka on prosessi, joka etenee kaikissa vaiheissa hankesuunnittelusta lähtölogistiikkaan saakka. Jatkuva kireä kilpailu yritysten välillä sekä tarvikkeiden toimitusvarmuus kuitenkin aiheuttavat haasteita logistiikan suunnittelussa. Tämä siksi että, kireän aikataulun johdosta ei jää riittävästi aikaa tehdä täydellisiä hankintoja, jolloin logistiikan toimivuus korostuu rakennustyömaalla.

Logistiikan onnistuminen on monen eri tekijän tulos. Työnjohdolla on tärkeä rooli työvaiheiden ohjaamisessa ja valvonnassa. Sovitut asiat pitää tuoda esiin muille

työnjohtajille, jolloin tiedonsiirto jää silloin logistiikasta vastaavalle työnjohtajalle. Työturvallisuus on tärkein asia rakennustyömaalla ja sen toimivuus edellyttää huolellista suunnittelua ja valvontaa. Huonosti järjestetty logistiikka voi aiheuttaa työtapaturmia. Purkutyö, jätteiden siirrot ja varastointi aiheuttavat osaltaan pölyhaittoja. Vaarallisten aineiden huolimaton varastointi aiheuttaa ympäristö- ja turvallisuusriskejä.

Työn tavoitteena oli optimoida työmaan logistiikan hallintaa ja havainnollistaa logistiikan merkitystä sisävalmistusvaiheessa. Työmaa logistiikan kehitys tapahtui vaiheittain, jolloin aluksi keskityimme tiedonsiirron parantamiseen. Tiedonsiirron merkitys alettiin huomata eri työvaiheissa ja se mahdollisti työmaalle sujuvia materiaalivirtoja. Ilmoittamattomiin materiaalityömaalle reagoitiin nopeasti ja tiedonsiirron tärkeyttä nostettiin moneen otteeseen esiin. Eri ratkaisumalleja tarvikeiden varastoinnissa piti soveltaa ennen kuin sopiva toimintamalli löytyi. Case1-kipsilevytoimitus osiossa on esimerkki käytetyistä ratkaisuvaihtoehdoista. Logistiikka on laaja käsite ja siksi sen seuranta ja optimointi vaatisi laajempaa tutkimusaikaa ja yksityiskohtaisempaa tutkimista.

Opinnäytetyön rajauksena oli Musiikin uudisrakennus ja siihen liittyvä logistiikan hallinta. Kustannusten vaikutukset logistiikkaan rajattiin työstä pois, koska työstä olisi tullut todella laaja ja sen käsittely olisi vaatinut laajempaa seurantaa.

Lähteet

Aikataulukirja-Ratu KI-6028. 2016. Helsinki: Rakennustieto

ASA-rekisteri perustuu lakiin 452/2020. Työterveyslaitos. Rekisteri [Viitattu 22.9.2020].

Saatavissa: <https://www.ttl.fi/rekisterit/asa-rekisteri/>

Google Maps. Hämeentie 135. [Viitattu 11.7.2020]

Hannu Koski, Markku Linnainmaa, Maija-Leena Merivirta, Pertti Pasanen 2013. Korjaushankkeen pölyntorjunta. Tutkimus. [Viitattu 15.9.2020]

Saatavissa. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150501.pdf> .

H.Simo, K.Jouni, L. Martti 2004. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä 2010.

Kone-Ratu 04-3009. 1990. Nosto- ja siirtokalusto, suunnitteluohje.

Rakennushankkeen työturvallisuus- Ratu KI-6034. 2019. Helsinki: Rakennustieto

Rakennustyömaan aluesuunnittelu-Ratu C2-0454. 2017. Suunnitteluohje.

Rakentamisen jätehuolto-RT 69-11183. 2015. Helsinki: Rakennustieto

Ramirent. Vuokraa-Torninosturi. [Viitattu 13.10.2020]

Saatavissa: <https://www.ramirent.fi/vuokraa/hissit-mastolavat-nosturit/torninosturit-ja-tarvikkeet/torninosturit/079180/torninosturi>

Ramirent. Vuokraa-Henkilötavarahissi. [Viitattu 13.10.2020]

Saatavissa: <https://product-docs.ramirent.digital/110005-rentalitem-365689-in-fosheet-fi-1.pdf>

Hannu Koski 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka-Ratu KI-6020. Helsinki: Rakennustieto.

Raturva - rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet-Ratu KI-6032. 2018. Helsinki: Rakennustieto

Sisäilmastoluokitus- RT 07-11299. 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki: Rakennustieto

SRV työmaat. 2019. Hämeentie 135. [Viitattu 10.8.2020]

Saatavissa: <https://www.srv.fi/tyomaat/hameentie-135/>

SRV-yhtiönä. [Viitattu 11.6.2020]
Saatavissa: <https://www.srv.fi/srv-yhtiona/>

Storent-mobiilitorninosturi. [Viitattu 14.10.2020]
Saatavissa: <https://www.storent.fi/fi/catalog/product/Spierings%20SK1265-AT6>

Työterveyshuoltolaki 1383/2001. Finlex. Asetus [Viitattu 22.9.2020]
Saatavissa. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20011383>

Valtioneuvoston. Asetus. 1267/2019. työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta. Finlex. [Viitattu 22.9.2020].
Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>

Wegelius- Lehtonen- TUTU- Pahkala, S-. NYMAN, H-. VUOLIO, H-. Tanskanen, K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Kehitys & tuottavuus 38. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto.

Liite 1. Sitovat raja-arvot syöpävaaraa aiheuttaville aineille työssä.

Työssä tapahtuvan altistumisen sitovat raja-arvot

Aineen nimi	EY-nro (1)	CAS-nro (2)	Raja-arvot						Huomautus	Siirtymäsäännös
			8 tuntia (3)			Lyhytaikainen (4)				
			mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/cm ³ (7)	mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/cm ³ (7)		
Kovapuupölyt	-	-	2 (8)	-	-	-	-	-	Hengitystieherkistyminen (12)	19 §:n 1 momentti
Kromi(VI)-yhdisteet, jotka ovat 2 §:ssä tarkoitettuja syöpää aiheuttavia aineita (kromina)	-	-	0,005	-	-	-	-	-	Iho- ja hengitystieherkistyminen (12)	19 §:n 2 momentti
Tulenkestävät keeraanaiset kuidut, jotka ovat 2 §:ssä tarkoitettuja syöpää aiheuttavia aineita	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
Kiteinen piidioksidipöly	-	-	0,1 (8)	-	-	-	-	-	-	-
Bentseeni	200-753-7	71-43-2	3,25	1	-	-	-	-	Iho (10)	-
Vinyylidikloridimonomeeri	200-831-0	75-01-4	2,6	1	-	-	-	-	-	-
Etyleenioksidi	200-849-9	75-21-8	1,8	1	-	-	-	-	Iho (10)	-
1,2-Epoksipropani	200-879-2	75-56-9	2,4	1	-	-	-	-	-	-
Triklloorietyleeni	201-167-4	79-01-6	54,7	10	-	164,1	30	-	Iho (10)	-
Akryyliamidi	201-173-7	79-06-1	0,1	-	-	-	-	-	Iho (10); Ihoherkistyminen (12)	-
2-Nitropropani	201-209-1	79-46-9	18	5	-	-	-	-	-	-
o-Toluidiini	202-429-0	95-53-4	0,5	0,1	-	-	-	-	Iho (10)	-
4,4'-Metyleenidianiliini	202-974-4	101-77-9	0,08	-	-	-	-	-	Iho (10); Ihoherkistyminen (12)	-
Epikloorihyriini	203-439-8	106-89-8	1,9	-	-	-	-	-	Iho (10); Ihoherkistyminen (12)	-
Etyleeni dibromidi	203-444-5	106-93-4	0,8	0,1	-	-	-	-	Iho (10)	-
1,3-Butadieni	203-450-8	106-99-0	2,2	1	-	-	-	-	-	-
Etyleendikloridi	203-458-1	107-06-2	8,2	2	-	-	-	-	Iho (10)	-
Hydratsiini	206-114-9	302-01-2	0,013	0,01	-	-	-	-	Iho (10); Ihoherkistyminen (12)	-
Bromietyleeni	209-800-6	593-60-2	4,4	1	-	-	-	-	-	-
Kadmium ja sen epäorgaaniset yhdisteet	-	-	0,001	-	-	-	-	-	-	19 §:n 3 momentti
Beryllium ja sen epäorgaaniset yhdisteet	-	-	0,0002	-	-	-	-	-	-	19 §:n 4 momentti
epäorgaaniset yhdisteet	-	-	-	-	-	-	-	-	Iho- ja hengitystieherkistyminen (12)	-
Arseni ja sen epäorgaaniset yhdisteet	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	19 §:n 5 momentti
Formaldehydi	200-001-8	50-00-0	0,37	0,3	-	0,74	0,6	-	Ihoherkistyminen (12)	19 §:n 6 momentti
4,4'-Metyleenibis(2-kloorianiliini) (MOCA)	202-918-9	101-14-4	0,01	-	-	-	-	-	Iho (10)	-
Dieselmoottorien pakokaasut	-	-	0,05 (9)(11)	-	-	-	-	-	-	19 §:n 7 momentti
Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen seokset	-	-	-	-	-	-	-	-	Iho (10)	-
Käytetyt moottoriöljyt	-	-	-	-	-	-	-	-	Iho (10)	-

(1) EY-numero eli EINECS-, ELINCS- tai NLP -numero on aineen virallinen numero Euroopan unionissa asetuksen (EY) N:o 1272/2008 liitteessä VI olevan 1 osan 1.1.1.2 kohdassa määritellyn mukaisesti.

(2) CAS-nro: Chemical Abstract Service -rekisterinumero.

(3) Mitattuna tai laskettuna suhteessa kahdeksan tunnin vertailuajan aikapainotettuun keskiarvoon (Time Weighted Average (TWA)). Hiukkasmaisten epäpuhtauksien osalta arvo koskee hengitysväijä jaetta, ellei erikseen muuta ole määritelty.

(4) Lyhyen aikavälin raja-arvo (Short-Term Exposure Limit (STEL)). Raja-arvo, jota altistus ei saa ylittää ja joka koskee 15 minuutin ajanjaksoa, jollei toisin ilmoiteta. Hiukkasmaisten epäpuhtauksien osalta arvo koskee hengitysväijä jaetta, ellei erikseen muuta ole määritelty.

(5) mg/m³ = milligrammaa ilmakehiometriä kohti 20 °C:ssa ja 101,3 kPa:ssa (760 mm elohopeamittarilla).

(6) ppm = miljoonasosaa tilavuutena ilmassa (ml/m³).

(7) f/cm³ = kuituja kuutiometriä kohti

(8) Jos kovapuupölyjä on sekoittunut muihin puupölyihin, raja-arvoa sovelletaan kaikkiin seoksessa mukana oleviin puupölyihin.

(9) Keuhkorakuloihin päätyvä osuus (alveolijae).

(10) Huomattava kehon kokonaiskuormituksen lisääntyminen ihon kautta altistumalla mahdollista.

(11) Alkuainehiilenä mitattuna.

(12) Aine voi aiheuttaa herkistymistä.

Liite 2. Työkoneen tarkastuspöytäkirja



Käyttöönottotarkastus

Kunnossapitotarkastus

TYÖKONEEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Koneen merkki/tyyppi/numero	Työmaan nimi/numero
Koneen omistaja	Käyttötarkoitus työmaalla

Tarkastuskohde	OK	Puute/vika	Korjattu
Koneen havaittavuus (varoitusalitteet)			
Valaisimet ja suuntavalaisimet			
Hydrauliikka, letkut			
Letkuriikkiventtiilit (tarvittaessa)			
Nostokoukut sekä kuormitustaulukot			
Laitteännitykset, huolto- ja kuljetustuet			
Ajo- ja hallintalaitteet, sähkölaitteet			
Tukijalat ja liukuesteet			
Pellit, peruutusutkat			
Äänimerkki, peruutushälytin			
Turvakatkaisijat, moottorin pysäytinlaite			
Suojukset ja suojalaitteet			
Henkilönsuojaimet ja varoitusaatetus			
Alkusammutin, ensiapulaukku, puhelin			
Koneen huolto- ja käyttöohjeet sekä turvallisuusohjeet (mukana), huoltopäiväkirja			
Koneen merkinnät ja kilvet (CE-merkintä tarvittaessa)			
Koneeseen kytkettyjen lisälaitteiden turvallisuus ja havaittavuus			
Puomit ja niiden köysistö			
Kuomusuojat			
Koneen kuljettaja perehdytetty työmaan olosuhteisiin			
TARKASTUKSEN TEKIJÄT JA NIMENSELVENNÖKSET			
Pvm _____			
	_____	_____	
	Päätoteuttajan edustaja	Koneen kuljettaja	

Liite 3. Henkilönostimen vastaanottotarkastuspöytäkirja



- Vastaanottotarkastus
 Kunnossapitotarkastus

HENKILÖNOSTIMEN VASTAANOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Nostimen vuokraamo	Vuokraamotunniste (esim. Cramo 123456)
Nostimen tyyppikilven numero	Vastaanottotarkastuksen tekijä yritys
Tarkastuspalkka (työmaan nimi/numero)	Nostimen nostokyky (kg)
Työskentely- ja nostokorkeus	Vuositarkastus tehty viimeksi (päivämäärä)

Tarkastuskohde	OK	Puute/vika	Korjattu
Henkilönostimen käyttö- ja huolto-ohjeet, varoituskilvet (mukana)			
Nostin on pystytetty ohjeiden mukaisesti			
Nostin on vaakasuorassa, tasapainossa			
Tukijalat ovat laenta-asennossa (toimivuus)			
Hätäpysäytys, varaosaku (toimivat)			
Halintalaitteet (toimivat)			
Äänimerkki sekä varoitus- ja merkkivalo (toimivuus)			
Nostimen havaittavuus (varoitus-valaisimet, muut varoitustalaitteet)			
Työtaon puolemmisuus, käyttäjä on turvavaijat (tarvittaessa)			
Nostimen kuormitusrajat (toimivuus)			
Rajakytkimet, jarrut (toimivuus)			
Öljyvuodot, muut näkyvät vauriot puuttuvat			
Työtaon vakainlatteisto			
Nostopaikkojen läheisyydessä ei ole sähkö- ja muita johteja, nostoalustan taseisuus ja kantavuus			
Nostimen kokkäyttö, kulu- ja lisäosukset			
Henkilönostotyön suunnitelma (tarvittaessa)			
Nostimen muut tarkastukset on tehty (merkintä tarkastuskilvessä, pöytäkirjat mukana)			
Käyttäjät ovat saaneet nostimen käyttökoulutuksen			
Päivittäistä toimintakokelua on sovittu			
Valokuva	Allekirjoitukset		
	Vastaanottotarkastuksen paikka ja päivämäärä:		

	Vastaanottotarkastuksen tekijän allekirjoitus:		
Päätoteuttajan allekirjoitus:			
