

SISÄVAIHEEN LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN P1-KOhteessa

Juuso Knuutila

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

KNUUTILA, JUUSO;
Sisävaiheen logistiikan kehittäminen P1-kohteessa

Opinnäytetyö 57 sivua, josta liitteitä 21 sivua
Toukokuu 2012

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten P1-puhtausluokitus vaikuttaa sisätyövaiheen logistiikkaan. P1-puhtausluokka on vielä melko uusi asia rakentamisessa. Puhtausluokitusten käyttö tulee todennäköisesti yleistymään jatkossa, kun tilaajat ja asiakkaat haluavat olla varmoja siitä, että rakennuksen sisäilma on laadukasta välittömästi kohteen käyttöönotosta lähtien. Työn tilaajana oli NCC Rakennus Oy, Tampereen yksikkö. Työ tehtiin suunnittelemalla ja ohjaamalla käynnissä ollutta kohdetyömaata logistiikan osalta.

Kohdetyömaa oli Cargotec Finland Oy:n teknologia- ja osaamiskeskus Tampereen Ruskossa. Rakennushanke muodostui kahdesta kokonaisuudesta, paja- sekä toimistorakennuksesta. Näistä toimistorakennus oli P1-puhtausluokiteltu. P1-luokitus vaikuttaa eniten sisätyövaiheen töihin, ja tästä syystä opinnäytetyö rajattiin siten, että siinä keskityttiin lähinnä sisätyövaiheen logistiikkaan. Työn tavoitteena oli myös kehittää yleisiä menetelmiä ja toimintatapoja logistiikan hallintaan etenkin toimisto- ja teollisuusrakentamisessa, jotka on usein toteutettu projektinjohtourakoina. Näin ollen myös aliurakoinnin osuus on suuri, minkä johdosta logistiikan koordinointiin tulee keskittyä tavanomaista enemmän.

Työn tuloksena saatiin käyttöön uusia toimintatapoja paremman logistiikan hallinnan avuksi. Lisäksi kohdetyömaalle laadittiin kaikki P1-puhtausluokituksen edellyttämät suunnitelmat, jotka otettiin välittömästi työmaan käyttöön.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction engineering
Building production

KNUUTILA, JUUSO;
Logistical development of internal work phases at a P1 site

Bachelor's thesis 57 pages, appendices 21 pages
May 2012

The purpose of this thesis was to research how the P1-purity classification affects the logistics of different internal work phases. The P1 purity classifications are a recent development in construction. However, the use of these classes will become more common in the future, when clients want to be sure that the internal air is of high quality immediately after the site has been commissioned. The requisition for this thesis was made by NCC Rakennus Ltd, Tampere division. The work was completed by designing and directing the logistics of a selected worksite in production.

The selected worksite was a center for technology and expertise in Rusko, Tampere owned by Cargotec Finland Ltd. The construction project was formed by two buildings, a workshop and an office building. Out of these buildings, only the office building was classified with P1-purity classification. The P1 class affects mostly on the internal work phases and for this reason this thesis was restricted to concentrate on the logistics of the internal work phases. The purpose of this work was to also develop general methods and procedures of logistical management especially in office and industrial construction, which are usually completed as project management contracts. Therefore subcontracting plays a major role, which means logistical coordination needs attention more than usual.

The outcome of this work was new procedures for better logistical management. In addition, all designs were drawn up for the selected worksite that is required by the P1 purity classifications.

Key words: logistics, P1 classification.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	RAKENTAMISEN LOGISTIIKKA	7
	2.1 Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka	9
	2.2 Rakennustuotteet	9
	2.3 Toimitustavat	11
	2.4 Logistiset kustannukset	14
3	LOGISTIIKAN HALLINTA	15
	3.1 Viikkoaikataulu	15
	3.2 Logistiikkaan liittyvät asiat urakkasopimuksissa	16
	3.3 Logistisia ongelmia	16
4	SISÄILMASTOLUOKAT	17
	4.1 Rakennustöiden puhtausluokat	18
	4.2 P1-luokan vaatimat työmaasuunnitelmat	20
5	P1-LUOKAN VAIKUTUS LOGISTIIKKAAN.....	21
	5.1 Rakennustarvikkeiden kuljetus, suojaus ja varastointi.....	21
	5.2 Jätteiden siivous, lajittelu ja poistointi.....	22
	5.3 Ylimääräisten materiaalien poistointi	23
	5.4 Työntekijöiden informointi	23
6	LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN KOHDETYÖMAALLA.....	24
	6.1 Aliurakoitsijoiden toimitusten ohjaus	24
	6.2 Pysty- ja vaakasiirrot	25
	6.3 P1-puhtausluokituksen huomioon ottaminen kohdetyömaalla.....	26
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	36

ERITYISSANASTO

P-luokitus	Rakennusaikainen puhtausluokitus, jossa otetaan kantaa muun muassa rakennusaikaisen pölyn torjuntaan sekä materiaalien suojauksiin.
JOT	Suomenkielinen käänös logistiikan käsitteestä eli tuotteen toimittamista oikeaan paikkaan oikea aikaisesti eli ”juuri oikeaan tarpeeseen”. Sama englanniksi ”JIT”.
Välivarastointi	Materiaalin väliaikainen varastointia työmaa-alueella ennen sen siirtämistä asennuspaikalle eli mestalle.
Setitys	Setitys on työkohteessa tarvittavien tuotteiden keräämistä asennuspaketeiksi. Setitys voidaan tehdä terminaalissa, tehtaan lähettämössä tai työmaalla. Setit voivat sisältää yhden tai useamman toimittajan tuotteita
S1- luokka	Sisäilmastoluokituksen mukainen sisäilmastoluokka. Luokitus on kolmiportainen, joista S1 on paras.

1 JOHDANTO

Usein suurehkot vakiotuotetoimitukset saadaan työmaalle ilman rahtikustannuksia, mikäli tilattava toimituserä on riittävän suuri. Tämä on johtanut käsitykseen, että työmaalle kannattaisi ottaa mahdollisimman suuri toimituserä kerralla, jotta välttyttäisiin rahtikustannuksilta. Tätä ajattelutapaa sovelletaan etenkin suurilla työmailla, joissa välivarastointitilaa on runsaasti. Tämä johtaa helposti siihen, että työmaa-alueella ruvetaan varastoimaan materiaaleja tarpeettoman pitkäaikaisesti.

Hyvällä logistiikan hallinnalla voidaan saada aikaiseksi merkittäviä kustannussäästöjä. Kustannusten minimoimiseksi tulee turhia materiaalin siirtoja ja muita käsittelykertoja välttää tuotteen logistisessa ketjussa valmistajalta aina asennukseen asti. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisimman kustannustehokas logistiikanhallinta kohdetyömaalle. Lisäksi tavoitteena oli kehittää työkaluja sekä toimintatapoja työmaan eri urakoitsijoiden materiaali- ja tuotetoimitusten hallintaan.

Opinnäytetyö tehtiin NCC Rakennus Oy:n työmaalle Tampereen Ruskoon. Kohteen tilaajana toimi Cargotec Finland Oy, ja rakennettava kohde oli teknologia- ja osaamiskeskus, josta NCC:n urakkaan kuului toimisto- sekä pajarakennuksen rakentaminen. Hankkeen kokonaisuuteen kuului myös erillinen testirata, joka ei kuulunut NCC:n urakkaan. Toimistorakennus oli laajuudeltaan 13 200 brm² ja pajarakenus noin 6 500 brm². Toimistorakennuksen sisäilmastoluokaksi oli asetettu S2, minkä johdosta kohteen rakennusaikaiseksi puhtausluokaksi määräytyi P1. Tämä toi mukanaan vaatimuksia myös logistiseen suunnitteluun. P1-puhtausluokka vaikuttaa eniten sisätyövaiheen töihin, ja siksi työ rajattiin siten, että työssä keskitytään lähinnä sisätyövaiheen logistiikkaan. P1-puhtausluokituksen vaatimukset olivat etenkin työntekijöille epäselviä, joten tarkoituksena oli selvittää myös heille, miten vaadittuun puhtausluokituksen tavoitteisiin päästään ja kuinka vaatimukset vaikuttavat heidän käytännön työhönsä.

2 RAKENTAMISEN LOGISTIIKKA

Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä”(Karrus 2001, 13). Rakentamisessa logistiikan huolellisella suunnittelulla saadaan karsittua kustannuksia. Materiaalien toimitusketjujen turhien vaiheiden kuten välivarastoinnin aiheuttamien vaaka- ja pystysirtojen vähentämisellä saadaan aikaiseksi kustannussäästöjä. (Tuppuri 2003, 5.)

Logistiikan suunnittelussa tulee rakennustyömaata ajatella yhtenä kokonaisuutena. Hankinta on logistisesta näkökulmasta hoidettu loppuun asti vasta kun tuotteet sekä materiaalit ovat asennettu ja syntyneet jätteet on siivottu pois. Toimitusketjun erilaisia toimintavaihtoehtoja voidaan vertailla oikea-aikaisella logistiikan suunnittelulla. Kaikki eri toimitusketjujen vaiheet ajatellaan kustannuksiltaan osana kokonaisuutta. (Junnonen 2010, 95.)

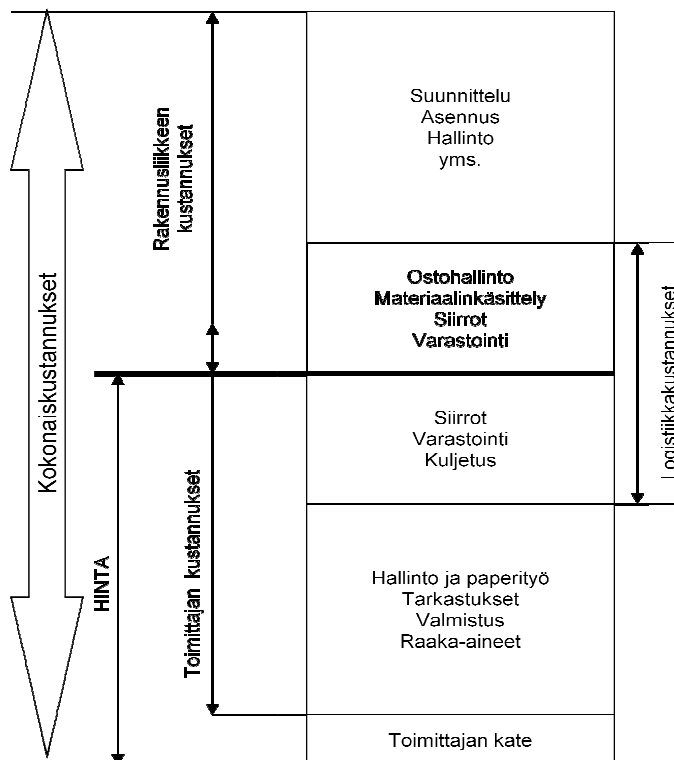
Logistiikan hallintaan laaditaan erillinen logistiikkasuunnitelma. Logistiikkasuunnitelmasta selviää yhteenveto valituista työmaan logistiikkaan liittyvistä toimintatavoista ja niiden edellyttämistä resursseista eri toimitusketjujen vaiheissa. Logistiikkasuunnitelma olisi hyvä laatia jo hankintojen yleissuunnittelun yhteydessä, jotta tarjouspyynnöt sekä myöhemmin urakkasopimukset saataisiin logistiikkasuunnitelman mukaisiksi. Logistiikkasuunnitelmassa suunnitellaan materiaalien ja tuotteiden - kuljetukseen, varastointiin, siirtoihin, siivoukseen ja suojaukseen liittyvät asiat, asennusta lukuun ottamatta. Logistiikkasuunnitelma laaditaan runko- ja sisävaiheesta erikseen. Runkovaiheen suunnitelmassa tarkastellaan raskaita ja suuria tarvikkeita, jotka voidaan rungon edetessä nostaa suoraan kerrokseen, jotta välttyttäisiin myöhemmältä työläältä haalaukselta. Sisävaiheen suunnitelmassa perehdytään tuoteryhmiin, jotka ovat herkästi vaurioituvia ja jotka pyritään toimittamaan oikea-aikaisesti työmaalle juuri ennen asennusta. (Junnonen 2010, 95.)

Logistisia toimintavaihtoehtoja voidaan arvioida paremmin logistiikkalaskelmien avulla. Laskelmissa käydään läpi tärkeimpien materiaalihankintojen käsittelyihin ja toimi-

tuksiin liittyvät työvaiheet sekä niistä syntyvät kustannukset. Tämän jälkeen etsitään vaihtoehtoisia toimintatapoja, joilla kustannuksia saadaan alennettua. Keinoja kustannusten alentamiseen on esimerkiksi poistamalla logistisia toimintoja, tehdä työ edullisemmilla resursseilla tai kehittämällä logistisia toimintoja tehokkaammiksi. Materiaalien toimitusketjuun tehtaalta työmaalle on useita erilaisia vaihtoehtoja. Logistiikan laskelmilla pyritään löytämään kokonaiskustannuksiltaan edullisin toimitusratkaisu. (Junnonen 2010, 97.)

Valitun toimitusketjun, rakennuksen muodon sekä olosuhteiden perusteella valitaan varastointi alueet, pystysiirtoihin käytettävät koneet ja niiden sijainnit. Työmaalle tapahtuvat käsittelyt voidaan organisoida monella eri tavalla. Ne voidaan hoitaa itse pääura-koitsijan toimesta tai aliurakoida, ne voidaan sisällyttää aliurakoihin tai ostaa erilliseltä logistiikkapalveluihin erikoistuneelta yritykseltä. (Junnonen 2010, 97.)

Kuvio 1 kertoo, mistä eri vaiheista valmiin rakennusosan kokonaiskustannus muodostuu. Kuviosta 1 voidaan havaita logististen toimintojen osuus rakennusosan kokonaiskustannuksista sekä niiden vastuut toimittajan ja rakennusliikkeen kesken.



KUVIO 1. Valmiin rakennusosan kokonaiskustannusten muodostuminen (Wegelius 1996, 10).

2.1 Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka

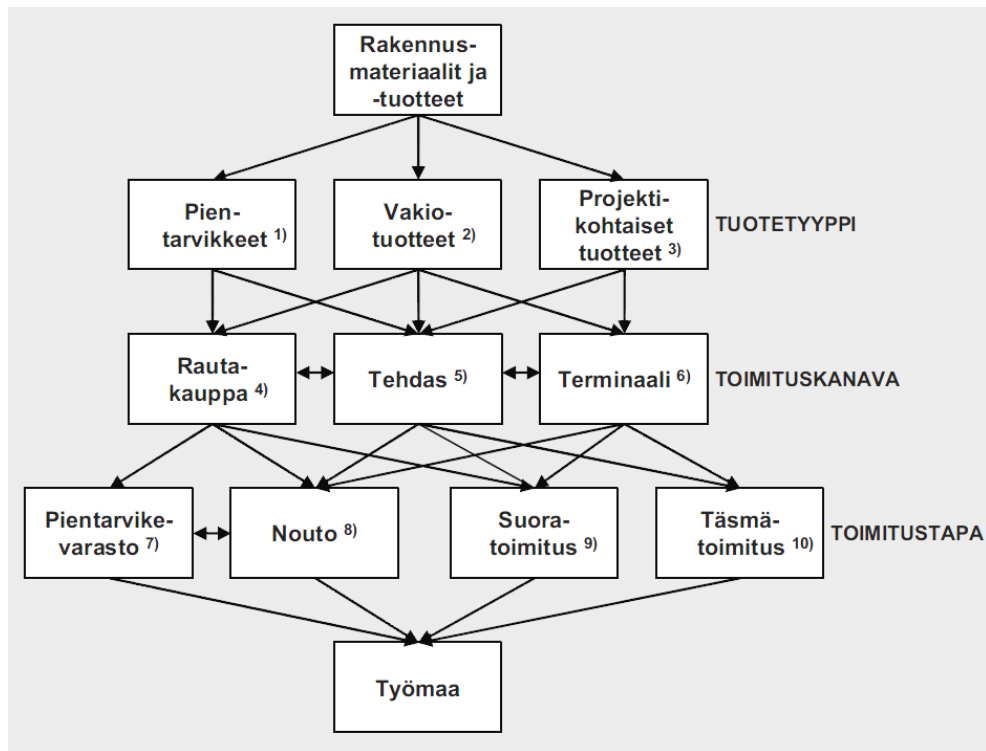
Tulologistiikalla tarkoitetaan rakentamisessa tavarantoimittajien ohjausta ja materiaalien kuljetusta työmaalle. Tämä ymmärretään tuotteen jakeluna. (Jehimoff 2004, 11.)

Sisälogistiikka pitää sisällään työmaalla tapahtuvat logistiset toiminnot kuten toimitetun kuorman purkamisen, pysty- ja vaakasiirrot sekä syntyvien jätteiden siirron asianmukaisesti roskalavoille lajiteltuina. (Jehimoff 2004, 11.)

Lähtölogistiikka käsite rakennusalailla eroaa muista teollisuudenaloista, sillä jätteet ja hukka poistetaan työmaalta ja syntynyt tuote, tässä tapauksessa rakennus, pysyy paikoillaan. Muilla aloilla valmistunut tuote kuljetetaan edelleen kuluttajalle. (Jehimoff 2004, 11.)

2.2 Rakennustuotteet

Rakennustuotteet hankitaan joko yrityksen omana hankintana tai ne voivat olla sisällytettynä aliurakoihin sekä tuoteosakauppoihin. Rakennustuotteet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: vakio- ja projektikohtaisiin tuotteisiin sekä pientarvikkeisiin. Hankintamenettelyyn vaikuttaa yrityksen oma hankintapolitiikka, rakennuskohde ja tilaajan vaatimukset. Myös sen hetkinen markkinatilanne voi olla tietyn menettelyn syynä. Vaikka materiaalit ja niiden toimitukset sisältyisivät aliurakkaan, on pääurakoitsijan osallistuttava toimitusten ohjaukseen, suunnitteluun ja toteutuksen valvontaan. (Kiviniemi, Koski, Palolahti & Sahlsted 2009, 5.) Kuviosta 2 nähdään kuinka rakennustuotteet voidaan jakaa tuotetyypeittäin sekä minkälaisia vaihtoehtoisia toimituskanavia ja toimitustapoja eri tuotteille on.



KUVIO 2. Toimitusten jaottelu tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan mukaisesti (Kiviniemi ym. 2009, 5).

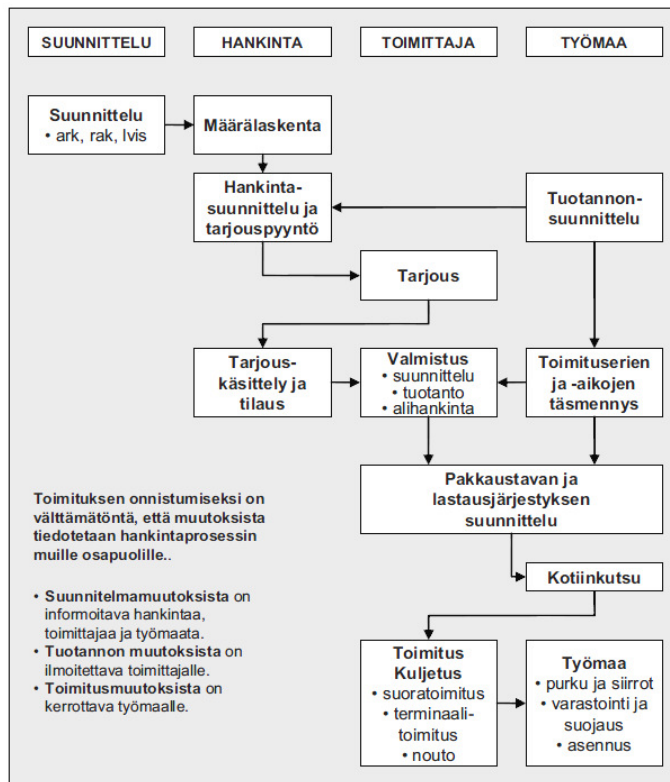
Vakiotuotteet

Vakiotuotteilla tarkoitetaan maahantuojan tai tehtaan tuotteita, jotka ovat ominaisuuksiltaan samanlaisia kohteesta riippumatta. (Kiviniemi ym. 2009, 5.) Vakiotuotteita ovat muun muassa kipsilevyt, matot, puutavara, eristeet sekä muuraustuotteet. Edellä mainitut tuotteet ovat usein raskaita tai paljon tilaa vieviä ja kyseisten tuotteiden kulutus on melko suurta. Vakiotuotteiden osalta logistiikan tehostaminen onnistuu parhaiten suunnittelemalla toimitukset niin, että materiaalille syntyisi mahdollisimman vähän käsitteilykertoja eli välttyttäisiin turhilta siirroilta. (Wegelius-Lehtonen, Pahakala, Nyman, Vuolio & Tanskanen 1996, 43.)

Projekti-kohtaiset tuotteet

Projekti-kohtaisilla tuotteilla tarkoitetaan tuotteita, joiden suunnittelu ja valmistus tehdään kohdekohtaisesti. Betonielementti on hyvä esimerkki projekti-kohtaisesta tuotteesta.

ta. (Kiviniemi ym. 2009, 5.) Projektikohtaisten tuotteiden logistiikan hallinnan kannalta vaaditaan hyvää yhteistyötä suunnittelijoiden, tuotetoimittajien sekä urakoitsijoiden kesken. (Sahlsted 2010, 3.) Kuviossa 3 on käyty läpi vaihe-vaiheelta, kuinka tuotteen hankinta etenee suunnittelusta työmaalle asti.



KUVIO 3. Projektikohtaisten tuotteiden hankinnan päävaiheet (Kiviniemi ym. 2009, 9).

Pientarvikkeet

Pientarvikkeet käsittävät työmaan yleiset käyttötarvikkeet, kuten esimerkiksi kiinnitystekniikkaan liittyvät tuotteet sekä käsityökalut. Pientarvikkeiden toimituksiin ei yleensä kiinnitetä suurempaa huomiota. (Kiviniemi ym. 2009, 5.)

2.3 Toimitustavat

Rakennustuotteet ja materiaalit voidaan toimittaa työmaalle usealla vaihtoehtoisella tavalla. Juuri oikean toimitustavan valinta tilattavalle tuotteelle ei ole aina helppoa. Toimitustapoja täytyykin vertailla etenkin kustannusten takia. Sen lisäksi toimitusta-

voista voi olla erikseen sovittu tavarantoimittajien sekä urakoitsijan välisissä kausisopimuksissa.

Suoratoimitus

Suoratoimituksella tarkoitetaan valmistetun tuotteen kuljetusta suoraan valmistajan tuotannosta tai tehtaan varastosta, eli rakennusyritys hankkii tuotteen suoraan valmistajalta ilman välikäsiä. Useimmiten valmistajilta saa määräalennuksia tai alennusta rahtikuluisista, kun kyseessä on riittävän suuri toimituserä. Rakennusyritykselle jää vastuu toimituserien suunnittelusta ja koordinoinnista. (Tuppuri 2003, 11.) Suoratoimitukset ovat yleisimmin vakiotuote toimituksia. Esimerkiksi kipsilevyt, eristeet ja muuraustuotteet kuten tiilet, laastit ja harkot tilataan yleensä suoraan valmistajan tehtailta. Suoratoimitusten käyttöä suositellaan etenkin painavien massatuotteiden kohdalla. (Anttila 2002, 66.)

Vakiotuotteiden suoratoimitukset pyritään tekemään täysin kuormin, jolloin kuljetuskustannukset saadaan minimoitua. Tämä johtaa siihen, että materiaaleja joudutaan väli-varastoimaan työmaalle, koska useimmiten materiaalin tarve ei ole yhtä suuri kuin täyden kuorman sisältämä toimituserä on. Materiaalit täytyy suojata huolellisesti sekä myöhemmin siirtää asennuspaikalle. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia materiaalin logistisessa ketjussa. Myös materiaalin turmeltumisen riski kasvaa. (Tuppuri 2003, 12.)

Tukkuliikkeen terminaalitoimitus

Toimintamallissa rakennusyritys hankkii materiaalit ja tuotteet tukkuliikkeeltä. Tilaus voi sisältää useiden eri valmistajien tuotteita, jotka saadaan toimitettua työmaalle samalla kertaa. Tukkuliike käyttää toimituksiin joko omaa kuljetuskalustoa tai sopimuskuljettajiensa kalustoa. Tässä toimintamallissa tukkuliike toimii yhdistelyvarastona, josta materiaaleja ja tuotteita saadaan toimitettua työmaalle sopivan suuruusina toimituserinä. Lisäksi valmistaja voi hyötyä kyseisestä järjestelmästä pienemmän tehdasvarastointitarpeen johdosta. Tämä edellyttää tukkuliikkeen ja valmistajan toimivaa yhteistyötä. (Anttila 2002, 67.)

Terminaali eli logistiikkakeskus on materiaalien ja tuotteiden käsittely-yksikkö, johon tukkuliikkeet, rautakaupat, maahantuojat ja tehtaat toimittavat tuotteitaan välivarastoitavaksi ja josta ne toimitetaan edelleen sovittuina erinä ja ajankohtina työmaalle. Terminaalissa tapahtuvia erilaisia terminaalipalveluita tarjoaa muun muassa rautakauppakettajien logistiikkayksiköt sekä rakennustyömaiden logistiikkaan erikoistuneet yritykset. Erilaisia terminaalipalveluita ovat esimerkiksi seuraavat:

- tuotteiden kokoonpanot
- erilaiset käsittelyt
- uudelleen pakkaaminen
- setitykset. (Kempainen, Koski & Palolahti 2009, 5.)

Täsmätoimitus

Täsmätoimituksella tarkoitetaan toimitusta, jonka ajankohta sovittu tarkasti etukäteen. Lisäksi tuotteet ovat pakattu ja merkitty rajatun kohteen mukaisesti esimerkiksi huoneistokohtaisesti. Täsmätoimitus voi lähteä tehtaalta tai terminaalista. Mikäli toimituskanavana käytetään terminaalitoimitusta, voidaan myös eri maahantuojien ja valmistajien tuotteita yhdistää ja pakata yhdeksi täsmätoimitukseksi. Mikäli uudelleen pakkaaminen tehdään edelleen asennuskohteittain, on silloin kyseessä setitys. Täsmätoimitusten käyttö edellyttää tarkkaa aikataulusuunnittelua sekä sujuvaa tiedonkulkua tavarantoimittajien, terminaalien ja työmaan välillä. Terminaalipalvelun järjestäjän on saatava välittömästi tieto toimitettavien tuotteiden mahdollisista muutoksista. (Sahlsted 2010, 2.)

Pientarvikkeiden toimitusyhteisö

Pientarvikkeet, joilla tarkoitetaan rautakauppa tuotteita, poikkeavat muista rakennusmateriaaleista. Tuotteiden tarkkoja määriä on hankala laskea etukäteen. Yleensä tuote tarvitaan hyvin nopealla varoitusaajalla, eli tuotteen nopea saatavuus on tärkeää. Pientarvikkeiden hankinta pyritään keskittämään suurempiin maanlaajuisiin tukkuliikkeisiin,

jotka kilpailutetaan ja joiden kanssa tuotteille sovitaan kiinteät hinnat. Näin saadaan kumppanuussuhteita ja turhilta hintojen vertailulta välttyään. (Anttila 2002, 71.)

Nouto

Noudolla tarkoitetaan työmaahenkilöstön tekemää tuotehakua esimerkiksi rautakaupasta. Kyseisen toimitustavan käyttö kertoo useimmiten huonosta toimitusten hallinnasta ja sen käyttö on perusteltua lähinnä harvoin toistuvien pientarvikkeiden kiirehankinnoissa. (Sahlsted 2010, 8.)

2.4 Logistiset kustannukset

Työmaan sisälogistiikan kustannukset muodostuvat kuorman purusta, työmaasiirroista sekä varastoinnista. Huonosti hoidetun logistiikan suunnittelun johdosta saattaa materiaali tai tuote käydä kaikki edellä mainitut työvaiheet läpi. Vaiheet voivat sisältää henkilö-, tai koneresursseja tai usein molempia. (Jehimoff 2004, 37.) Taulukossa 1 on käsitelty esimerkkinä kipsilevyjen, ikkunoiden, Aco-levyjen sekä lattialaattojen logistisia kustannuksia.

TAULUKKO 1. Logistiset kustannukset käsittelyvaiheittain täsmä- ja suoralla toimituksella (Jehimoff 2004, 38).

Materiaali	Purku, k-a €/lava	Siirto, k-a €/lava	Varastointi,, k-a €/lava	Logistiset kustannukset yht. €/lava	Logistiset kustannukset yht. €/yks
Kipsilevy täsmä	6,82	0,00	0,00	6,82	0,04 €/m2
Kipsilevy suora	12,02	35,86	2,08	49,97	0,32 €/m2
EK-kipsilevy täsmä	4,61	0,00	0,00	4,61	0,15 €/m2
EK-kipsilevy suora	26,11	35,53	0,00	61,64	1,56 €/m2
Ikkunat täsmä	8,31	0,00	0,00	8,31	1,40 €/kpl
Ikkunat suora	17,10	35,20	2,57	54,87	7,02€/kpl
Aco-levy täsmä	7,70	0,00	0,00	7,70	0,43 €/m2
Aco-levy suora	14,61	13,52	2,57	30,70	2,12 €/m2
Seinälaatta suora	0,68	62,90	1,16	64,74	0,72 €/m2
Lattialaatta suora	0,56	57,74	1,16	59,47	0,95 €/m2

k-a=keski-arvo

Taulukon 1 tuloksista voidaan havaita, että täsmätoimitus on kustannustehokkaampi toimitusmuoto jokaisessa käsittelyvaiheessa suoraan toimitukseen verrattuna (Jehimoff 2004, 38).

3 LOGISTIIKAN HALLINTA

Rakennustyömailla toimii suuri joukko lukuisia eri osapuolia. Se, mitä työmaalla tehdään ja missä, on erittäin tärkeää työmaan logistiikan hallinnan kannalta. Kun edellä mainitut asiat on osapuolille selviä, voidaan materiaali ja tarviketoimituksia ohjata siten, että se olisi oikeassa paikassa oikea-aikaisesti. (Sundström, Kallionpää, Teriö, Tolonen & Väisälä 2008, 35.)

Työmaat muodostuvat nykyisin hyvin rikkonaisesta aliurakoitsijoiden ja asennusryhmien joukosta. Kullekin toimijalle omien työvaiheiden ja niihin liittyvien materiaalivirtojen hallinta voi olla hyvin hallinnassa, mutta usein muiden toimijoiden huomioonottaminen on vajavaista. (Sundström ym. 2008, 35.)

Työmaan tuotannonsuunnittelun tavoitteena on saada itsenäiset toimijat toimimaan työmaan yhteisen päämäärän vaatimalla tavalla. Lisäksi on tärkeää, että eri toimijat ottaisivat toisensa huomioon. (Sundström ym. 2008, 35.)

3.1 Viikkoaikataulu

Keskeisimpänä työkaluna logistiikan hallintaan voidaan pitää viikkoaikataulua. Viikkoaikataulu käydään läpi viikoittain viikkopalavereissa ja urakoitsijapalavereissa. Sitä käytetään ensisijaisesti asennusryhmien ja aliurakoitsijoiden ohjaamiseen. Viikkoaikataulu laaditaan riittävällä tarkkuudella, riippuen kohteen luonteesta, esimerkiksi päivän tai puolenpäivän tarkkuudella. Aika tulee sitoa paikkaan. Aikataulu voi olla perinteinen jana-aikataulu, mutta nykyään on paljon käytetty myös paikka-aikakaaviota. Onnistuneen työnsuunnittelun lähtökohtana voidaan pitää hyvää yhteistyötä sekä tiedon kulkua aliurakoitsijoiden työnjohdon ja työvaiheiden työnjohtajien välillä. Pääurakoitsijalla voi olla käytössä viikkoaikataulun sijaan myös liukuva 2-3 viikon aikataulu, johon ensimmäinen viikko suunnitellaan tarkasti ja seuraavat viikot vain suuntaa antavasti. Pääurakoitsijan tärkein tehtävä viikkoaikataulujen koontiin liittyen on varmistaa töiden yhteensovitus. (Sundström ym. 2008, 36.)

3.2 Logistiikkaan liittyvät asiat urakkasopimuksissa

Aliurakoitsijat ottaisivat mielellään suuret määrät materiaalia kerralla työmaalle, mistä vain osa menee heti asennettavaksi ja loput saattaa odottaa välivarastossa pitkäänkin. Mikäli välivarastoinnille ei ole riittävästi tilaa tai se aiheuttaa muuten ongelmia, on toimituserien suuruuksia hyvä rajoittaa kirjaamalla niistä maininta urakkasopimukseen. Mikäli varastointitilat ovat pienet tai välivarastointi muuten aiheuttaa ongelmia, on se hyvä lisätä urakkasopimukseen. Esimerkiksi P1-puhtausluokituksen mukaan välivarastointi ulkoilmassa tulee välttää.

Urakkasopimuksen liitteenä olevassa urakkarajaliitteessä on syytä mainita materiaalien ja tuotteiden pysty- ja vaakasiirroista ja kenellä on vastuu niistä. Lisäksi urakkarajaliitteessä on hyvä kertoa urakoitsijoiden siivousvelvoitteesta, jätteiden lajittelusta ja poiviennistä. Toimituserien ajankohdista tulee sopia, jotta tuotteet saataisiin työkohteeseen mahdollisimman oikea-aikaisesti. Tavoitteena on saada tuote työmaalle JOT- käsitteen mukaisesti eli juuri oikeaan tarpeeseen.

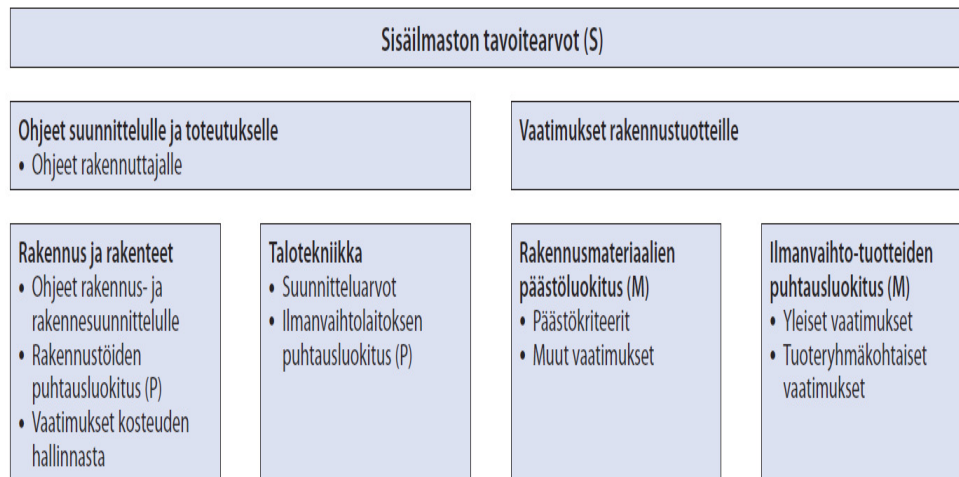
3.3 Logistisia ongelmia

Ongelmia on usein aiheuttanut aliurakoitsijoiden epämääräiset tavarantoimitukset. Kuormat ilmestyvät työmaalle milloin sattuu eikä purkuun tarvittavaa kalustoa ole saataville. Usein on myös niin, että kuljetusliikkeen edustajalla, joka tuotteen työmaalle toimittaa, ei ole yhteyshenkilön numeroa tai häntä ei puhelimitse tavoita. Tällöin kuljettaja joutuu usein kysymään pääurakoitsijalta ohjeita, ja työllistää tällöin pääurakoitsijaa.

Aliurakoitsijat toivovat usein laajoja varastointialueita työmaalle, mikä johtaa siihen, että toimitusten suunnittelu jää vähemmälle huomiolle. Työmaan näkökulmasta ali- ja sivu-urakoitsijat käyttävät työmaata varastoalueena liikaakin. Työn aloittamisen ja mahdollisten toimitushäiriöiden pelon takia, työmaajohto usein sallii pienimuotoisen puskurivaraston olemassaolon työmaalla. (Sundström ym. 2008, 28.)

4 SISÄILMASTOLUOKAT

Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen. S1 luokka on paras ja S3 huonoin. (RT 07-10946, 2009, 3.) Kuviossa 4 on koottuna sisäilmaston tavoitearvoihin vaikuttavat osatekijät ja niiden vaatimukset.



KUVIO 4. Sisäilmastoluokituksen rakenne (RT 07-10946, 2009, 3).

Sisäilmastoluokka S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilojen sisäilman laatu on erinomainen eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan rajoittuvissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua huonontavia vaurioita eikä epäpuhtauslähteitä. Tilan lämpöolosuhteet ovat hyvät eikä mahdollista vetoa tai ylilämpenemistä pääse tapahtumaan. Tilan käyttäjän on mahdollista itse hallita tilan lämpöolosuhteita. Lisäksi tiloissa on käyttötarkoitukseen erittäin hyvät ääniolosuhteet sekä valaistusolosuhteet, jotka ovat yksilöllisesti säädettävissä. (RT 07-10946, 2009, 4.)

Käytännössä tilojen ylilämpenemisen estäminen onnistuu ainoastaan varustamalla tilat koneellisella jäähdytyksellä. (RT 07-10946, 2009, 3.)

Sisäilmastoluokka S2: Hyvä sisäilmasto

Tilassa sisäilman laatu on hyvä eikä häiritseviä hajuja esiinny. Sisäilmaan rajoittuvissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua huonontavia vaurioita eikä epäpuhtauslähteitä. Tilojen lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta tilojen liikalämpeneminen on mahdollista esimerkiksi helteisinä kesäpäivinä. Tiloissa tulee olla käyttötarkoitukseen hyvin sopivat ääni- sekä valaistusolosuhteet. (RT 07-10946, 2009, 4.)

S2 luokkaan voidaan päästä taitavalla rakennussuunnittelulla ilman koneellista jäähdytystä (RT 07-10946, 2009, 3).

Sisäilmastoluokka S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilojen sisäilman laadun, lämpöolojen sekä ääni- ja valaistusolosuhteiden tasosta ei aseteta korkeampia tavoitteita, kuin rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset (RT 07-10946, 2009, 4).

4.1 Rakennustöiden puhtausluokat

Rakennustöiden puhtaudelle asetetaan työnaikainen puhtausluokka. Puhtausluokkia on kaksi: P1 ja P2. Sisäilmastoluokkien S1 ja S2 vaatimukset edellyttävät rakennustöiltä sekä ilmanvaihtojärjestelmältä puhtausluokkaa P1. Puhtausluokka määräytyy sisäilmasto luokan mukaan. Puhtausluokkaa P2 sovelletaan ainoastaan S3 sisäilmastoluokitteluisissa tiloissa. P2-puhtausluokka ei aseta erityisvaatimuksia rakennustöiden puhtaudelle vaan vastaa normaalia hyvän rakennustavan mukaista käytäntöä. Puhtausluokituksen tarkoituksena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat rakennuksen luovutushetkellä niin puhtaat, että tilat voidaan ottaa käyttöön välittömästi vastaanoton jälkeen. Tilojen käyttöönoton jälkeen ei sisäilmaan saa kulkeutua rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. (RT 07-10946, 2009, 11.)

Rakennustöiden puhtausluokka P1

Rakennuksen tulee olla puhdas ja siivottu ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojausten poistoa. Pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa, joka voisi nousta ilmavirtausten tai kosketuksen mukana. Vasta tämän jälkeen voidaan aloittaa toimintakokeet. Tiloissa ei saa säilyttää jätteitä eikä rakennusmateriaaleja, jotka estävät pintojen puhdistamista. (RT 07-10946, 2009, 11.)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen on tarkoitus varmistaa, että uuden järjestelmän läpi virtaavan ilman laatu on hyvä. Hyvä ilmanlaatu ei saa sisältää ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevia terveydelle tai viihtyisyydelle haitallisia aineita kuten mikrobeja, kuituja, hiukkasia tai hajuja. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkia on kaksi: P1 ja P2. (RT 07-10946, 2009, 15.)

Rakennusmateriaalien päästöluokitus M

Rakennusmateriaalien päästöluokitus on kolmetasoinen. M1 luokka on paras ja M3 huonoin. Rakennusmateriaalit synnyttävät epäpuhtauspäästöjä sisäilmastoon. S1 ja S2 sisäilmastoluokkiin pyrkiessä tulee paljon epäpuhtauksia synnyttävien M2 ja M3 päästöluokiteltujen materiaalien käyttöä välttää. (RT 07-10946, 2009, 17.)

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus M

Ilmanvaihtotuotteille on ainoastaan yksi puhtausluokka M1. Tuotteelle myönnetään puhtausluokka M1 vain, mikäli se on puhtausluokiteltu. Puhtausluokiteltu tuote ei saa lisätä haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmässä eikä tuloilmassa. Tuotteesta ei saa syntyä hajuja eikä kaasui- tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Lisäksi puhtausluokiteltu tuote täytyy olla helposti puhdistettavissa. (RT 07-10946, 2009, 18.)

4.2 P1-luokan vaatimat työmaasuunnitelmat

Rakennusaikainen pölyn-, puhtauden- kosteuden- ja vedenpoistonhallinta vaikuttavat keskeisimmin valitun sisäilmaston laatuluokan toteutumiseen. Huolellisella työmaasuunnittelulla ja suunnitelmien mukaisen toiminnan valvonnalla on suuri merkitys sisäilman riskien hallinnassa. Rakennustöille tulee valita lisäksi osastokohtainen puhtausluokka. (RT 07-10946, 2009, 10.)

P1- puhtausluokitus edellyttää, että työmaan toteutusorganisaation käyttöön laaditaan suunnitelmat, joissa otetaan kantaa pölyn-, puhtauden-, kosteuden- ja vedenpoistonhallintaan. Pölyn- ja puhtaudenhallinta liittyvät läheisesti toisiinsa, joten näiden asioiden käsittely samassa suunnitelmassa on suotavaa. Kosteuden- ja vedenpoistonhallinta ovat niin ikään samaa aihealuetta joten myös niiden käsittely samassa yhteydessä on järkevää. Kyseinen suunnitelma nimetään esimerkiksi kosteudenhallintasuunnitelmaksi.

5 P1-LUOKAN VAIKUTUS LOGISTIIKKAAN

5.1 Rakennustarvikkeiden kuljetus, suojaus ja varastointi

Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja rakennusmateriaalit on suojattava muun muassa likaantumiselta ja kastumiselta koko niiden logistisen toimitusketjun ajan. Materiaalit pyritään varastoimaan sisätiloissa. Tuotteet ja materiaalit tulee olla suojattuna kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan välivarastoinnin, asennustyön aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että jo tuotteita tilatessa, täytyy P1-luokan vaatimukset ottaa huomioon muun muassa materiaalien pakkaustavoissa sekä kuljetuksissa. (RT 07-10946, 2009, 11.)

Ilmanvaihtokanavat kuljetetaan päät tulpattuina ja suojattuna siten, ettei myöskään kanavien ulkopinta pääse likaantumaan. Tämä tarkoittaa, että kanavat toimitetaan kanavahäkeissä yksittäin, päät tulpattuina ja koko häkki tulee olla suojattuna esimerkiksi pressulla. Myös katkaistujen kanavien päät tulee olla tulpattuina. Kanavia ei saa kuljettaa sisäkkäin. Toimitukset tulee suunnitella täsmätoimituksina asennustarpeiden mukaisesti. Työmaa-alueella tapahtuvaa välivarastointia on vältettävä. Ennen kanavien ja kanavaosien toimitusta työmaalle tulee niille varata asianmukainen varastointipaikka asennuspaikan läheisyydeltä. Kaikki muutkin kanavaosat tulee toimittaa niin ikään tiivistä pakatuissa laatikoissa, ettei puhtaat osat pääse likaantumaan jo ennen niiden asennusta. (RT 07-10946, 2009,11.) Kuvassa 1 on malliesimerkki iv-osien säilytyksestä P1-luokan vaatimalla tavalla.



KUVA 1. Iv-kanavaosien säilytys P1-luokan edellyttämällä tavalla.(Knuutila, 2012)

5.2 Jätteiden siivous, lajittelu ja poisvienti

P1-puhtausluokituksen saavuttamisen yksi keskeisimmistä keinoista on rakennussiivous. Työnaikana karkean jätteen siivoamiseen käytetään lastaa, lapiota sekä suurtehoimuria, joka on varustettava hienopölysuodattimille niin sanotuilla Hepa-suodattimilla, joissa on vähintään 98 % suodatus 3 µm hiukkasille. Harjalla siivoamista on vältettävä, ettei ilmaan nouse jo laskeutuneita pölyjä. (RT 07-10946, 2009, 12.)

Toimintakoevalmiissa tiloissa ei pölyäviä työvaiheita pitäisi enää tehdä. Mikäli näin joudutaan kuitenkin tekemään, on koneet ja välineet varustettava kohdepoistojärjestelmällä. Lisäksi toimintakoevalmistila siivotaan aina sen jälkeen kun pölyäviä töitä on puhtausosastoidulla alueella tehty. (RT 07-10946, 2009, 12.)

Loppusiivouksessa siivotaan kaikki pinnat myös piiloon jäävät rakenteet kuten alakattojen yläpuoliset osat. Siivoustyöhön käytetään hienopölysuodattimilla varustettua imuria tai keskuspölynimuria. Kovat ja sileät pinnat puhdistetaan nihkeäpyyhinnällä. Pintojen puhdistukseen käytetään valmistajan ohjeita. Puhdistusaineet tulee olla hajusteettomia ja vähäpäästöisiä. (RT 07-10946, 2009, 12.)

Usein urakka- ja aliurakkasopimuksissa on mainittu kyseisestä työvaiheesta syntyneiden jätteiden siivousvelvoitteesta. Tämän maininnan tulisi olla kirjoitettu niin, ettei mahdollisia ristiriitoja pääsisi väärinymmärrysten takia syntymään. Velvoitetaanko urakoitsijat esimerkiksi siivoamaan jätteensä työkohteen läheisyyteen lattialle kasoille, roskille osoitettuun roska-astiaan vai lisäksi viemään roskat pääurakoitsijan osoittamille roskalavoille.

5.3 Ylimääräisten materiaalien poisvienti

P1-luokan vaatiman siivouksen kannalta sekä yleisesti hankkeen sisälogistisen toiminnan kannalta on ylimääräisen materiaalin poisviemisestä hyvä sopia urakoitsijoiden kanssa. Monet työvaiheet vaativat koko lohkon käyttöönsä eikä työkohteella saa tällöin olla mitään materiaaleja eikä tuotteita varastoituna. Se että urakoitsijat velvoitetaan siivoamaan jätteensä sekä siirtämään ylimääräiset materiaalit pois työkohteesta, helpottaa pääurakoitsijan siivoukseen ja raivaukseen varattuja resursseja. Erikseen on hyvä sopia jos jotakin materiaalia on pakottava tarve varastoida työkohteella myöhempää käyttöä varten.

5.4 Työntekijöiden informointi

P1-luokka edellyttää, että työmaan henkilöstölle laaditaan kirjallinen tiedote rakennuskohteessa noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus ja materiaaliluokista. Niille urakoitsijoille, joita P1-luokka keskeisimmin koskettaa, järjestetään koulutus, jossa kerrotaan sisäilmastoon liittyvät tavoitteet ja ohjeet, joilla tavoitteet saavutetaan. Koulutuksen järjestämisestä on hyvä sopia esimerkiksi urakkarajaliitteessä. Suurimmassa roolissa ovat rakennus-, maalaus- ja LVIS- urakoitsijat. (RT 07-10946, 2009,12.)

6 LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN KOHDETYÖMAALLA

Rakennuskohde, johon P1-luokan vaikutusta logistiikkaan tutkittiin, oli Cargotec Finland Oy:n teknologia- ja osaamiskeskus. Hanke sisälsi seitsemänkerroksisen toimistorakennuksen, pajarakennuksen sekä testiradan. Testiradan rakentaminen ei kuulunut NCC Rakennuksen urakkaan, eikä siihen liittyviä asioita käsitellä tässä opinnäytetyössä.

Toimistorakennus oli laajuudeltaan noin 13 200 m². Rakennus muodostui pilari-palkkirungosta. Kerrokset 2 - 5 olivat pääosin samanlaisia. Ylin kerros muodostui IV-konehuoneista, saunaosastosta ja muista edustustiloista. Kellarikerroksessa olivat väestönsuojat, tekniset tilat ynnä muuta toisarvoista tilaa. Toimistorakennus muodostui kahdesta osasta, jotka yhdistyivät yhdyskäytävällä. Rakennuksen keskelle molemmin puolin yhdyskäytävää, kerrosten 1 - 6 väliin, tuli korkeaa tilaa, niin sanottu atrium. Molemmat ”laivat” olivat noin 800 m²:n suuruiset. Näiden mukaan oli hyvä tehdä lohkojako kerrokseen P1-luokitusta varten. Kerrokset muodostuivat siis A- ja B-osasta.

6.1 Aliurakoitsijoiden toimitusten ohjaus

Kohdetyömaalla käytiin viikoittain urakoitsijapalaverissa läpi työmaan logistiikkaan liittyviä asioita, muun muassa eri urakoitsijoiden seuraavan viikon tulevat toimitukset. Urakoitsijapalaverit pidettiin aina torstaisin, jolloin seuraavan viikon toimituksia pystyttiin tarvittaessa muuttamaan. Lisäksi siirtokaluston muun muassa kurottajan käytöstä pystyttiin sopimaan, mikäli useammalla urakoitsijalla oli sille tarvetta. Työmaalla oli nimettynä vastuuhenkilö, joka varmisti, että toimitus ja materiaalin purku oli mahdollista sovittuna ajankohtana sovitussa paikassa. Lisäksi urakoitsijapalaverissa logistiikan vastuuhenkilö kävi läpi sisävaiheen logistiikkaan liittyviä työvaiheita läpi.

Aliurakoitsijoiden kanssa sovittiin toimituserien suuruuksista siten, että otetaan tietylle lohkolle tarvittavaa materiaalia hieman alle todellisen määrän, esimerkiksi noin 90 prosenttia laskennallisesta tarpeesta. Osa rakenteista jouduttiin jättämään kesken, koska niihin sidoksissa olevat työt voitiin tehdä vasta myöhemmin. Yksi tällainen rajoittava työvaihe oli välipohjien reunavalut, jotka liittyivät lasiseinien runkorakenteisiin. Reuna-

valut voitiin toteuttaa vasta kun lasiseinärungot olivat asennettu. Ajatuksena oli, että on helpompi tuoda muutama tarvike myöhemmin työkohteeseen lisää kun siirrellä ylimääräisiä tarvikkeita moneen kertaan toisten työvaiheiden tieltä pois. Suuremmat materiaalitöimitukset tilattiin täsmätöimituksina (Kuva 2), jolloin ne saatiin siirrettyä välittömästi työkohteen läheisyyteen.



KUVA 2. Täsmätöimituksena tilattuja iv-kanavia (Knuutila, 2012)

6.2 Pysty- ja vaakasiirrot

Toimistorakennuksen molempien lohkojen A- ja B-osan päätyihin asennettiin rakennusaikaiset henkilö-tavarahissit. Toinen hisseistä valittiin sisämitoiltaan hieman suuremmaksi, jotta kolme metriä pitkät tarvikkeet, esimerkiksi iv-kanavat, mahtuivat hissikorin sisään. Hissien alatasoista tehtiin reilunkokoiset, jotta materiaalien purku olisi mahdollisimman sujuvaa. Työmaalle laadittiin erillinen materiaalien siirtosuunnitelma (Liite 1), johon listattiin työmaalla käytettäviä eri materiaaleja ja niiden pakkauskokoja. Suunnitelmassa käytiin läpi vaaka- sekä pystysiirtoihin suunnitellut välineet ja kalusto.

Roskalavoina käytetyt vaihtolavat sijoitettiin tason ympärille siten, että lähtölogistiikka olisi mahdollisimman tehokasta. Lisäksi jätteiden lajittelu oli toimivaa, kun kullekin jätteelle oli selkeästi osoitettu paikka. Kohdetyömaalle jätteistä lajiteltiin puu-, seka-, metalli- ja betonijäte erikseen. Eniten tilaa vievät materiaalit kuten iv-kanavat, lv-

putket, kipsilevyt ja rangat sekä pintabetonilattioiden teräkset nostettiin kerrokseen kurottajalla. Tämä oli mahdollista rakennuksen rungon suurten aukkojen ansiosta. A- ja B-osan sisäpuoliset seinät olivat käytännössä kokonaan avoimet, koska seinät toteutettiin myöhemmin erillisellä teräs-alumiinirungolla sekä lasituksella. Kuvassa 3 on esimerkki iv-kanavien suojauksesta P1-luokan mukaisesti.



KUVA 3. Iv-kanavat suojattuna P1-luokan edellyttämällä tavalla (Knuutila, 2012)

Vaakasiirrot kerroksissa tapahtuivat haarukkavaunujen eli ”pumppukärkyjen” ja muiden käsikäyttöisten siirtovälineiden avulla. Materiaalit ja tuotteet varastoitui kuormalavojen päälle, joten niitä oli helppo siirtää sekä kuljettaa pois työkohteesta. Työmaa-alueesta laadittiin aluesuunnitelma (Liite 2), johon merkittiin varastointialueet. Aluesuunnitelmaa päivitettiin tarvittaessa. Työmaa-alueella tapahtuviin vaakasiirtoihin käytettiin kurottajaa sekä maanrakennusurakoitsijan pyöräkuormajaa.

6.3 P1-puhtausluokituksen huomioon ottaminen kohdetyömaalla

Työmaalle laadittiin P1-luokan edellyttämät suunnitelmat. Näitä olivat pölyn-, puhtauden-, kosteuden- ja vedenpoistonhallintaan liittyvät suunnitelmat. Pölynhallinta- ja puhtaussuunnitelmassa (Liite 3) kerrotaan ohjeista ja työtavoista, joilla pölynhallinnan vaatimukset täyttyvät. Suunnitelmassa on kerrottu myös puhtauteen ja siivoukseen liittyvät

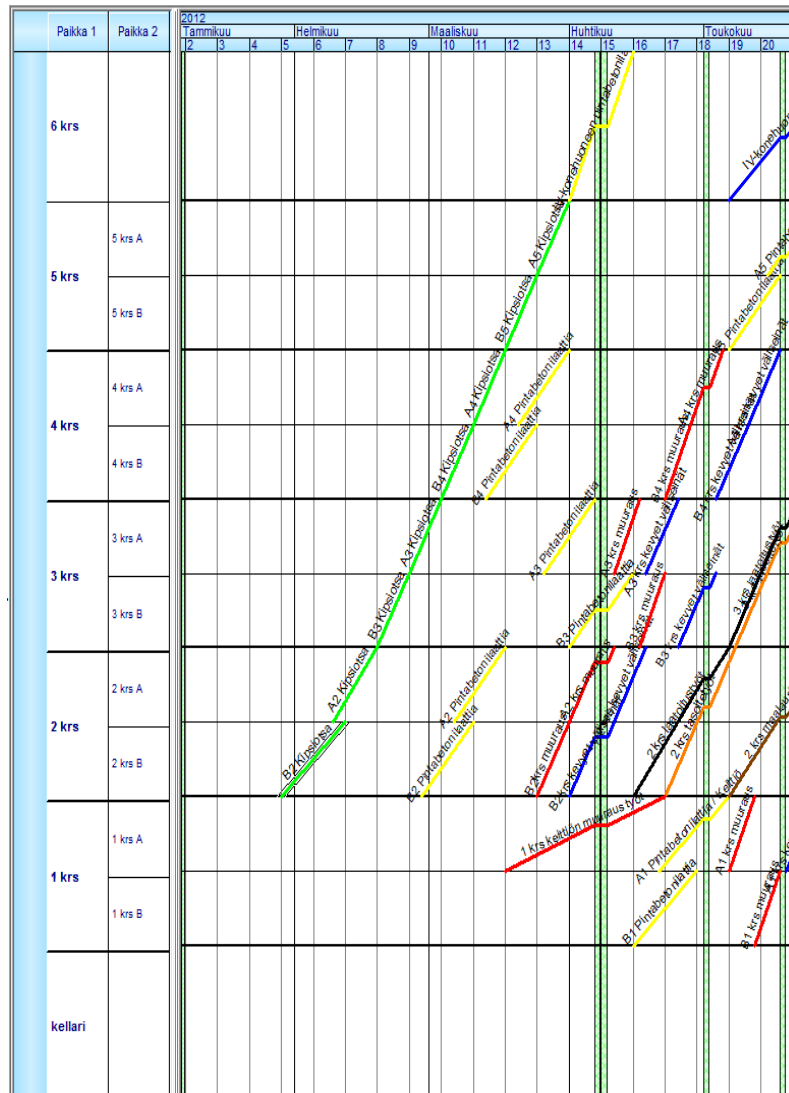
ohjeistukset. P1- luokituksesta tehtiin lisäksi tiivistetty perehdytyslomake työntekijöille (Liite 4). Perehdytyslomakkeesta tehtiin tarkoituksen mukaan ainoastaan yhden A4 arkin pituinen tiivis ja selkeä ohje P1-luokituksesta. Työmaalle laadittiin erillinen logistiikkasuunnitelma (Liite 5), jossa kerrotaan työmaalla toteutettavista logistiikkaan liittyvistä käytännöistä ja suunnitelmista rakennushankkeen eri vaiheissa.

Rakennusaikaisen kosteudenhallintaan laadittiin oma kosteudenhallintasuunnitelma (Liite 6). Suunnitelmassa käydään läpi muun muassa seuraavat asiat:

- kosteusriskien kartoitus
- rakenteiden kuivumisajat ja päällystämiset
- olosuhdehallinta
- rakenteiden kuivatus
- kosteusmittausuunnitelma.

Sisävaiheaikataulu

Työmaan sisävaiheen logistiikan hallinta edellyttää hyvää aikataulusuunnittelua sisävaiheen eri työvaiheille. Sisävaiheaikataulua käytettiin lähtökohtana viikoittaisen logistiikan suunnitteluun. Viikoittain laadittiin lukujärjestys- tyyppinen aikataulu, johon kirjattiin tärkeimmät työmaan logistiikkaan vaikuttavat toimitukset ja työvaiheet seuraavan viikon osalta muun muassa: pintabetonilattiat, tasoitetyöt, alakatot sekä lattiapinnoitteet. Kuvio 5 on esimerkki paikka-aikakaaviosta, joka kohdetyömaan sisätyövaiheesta laadittiin.



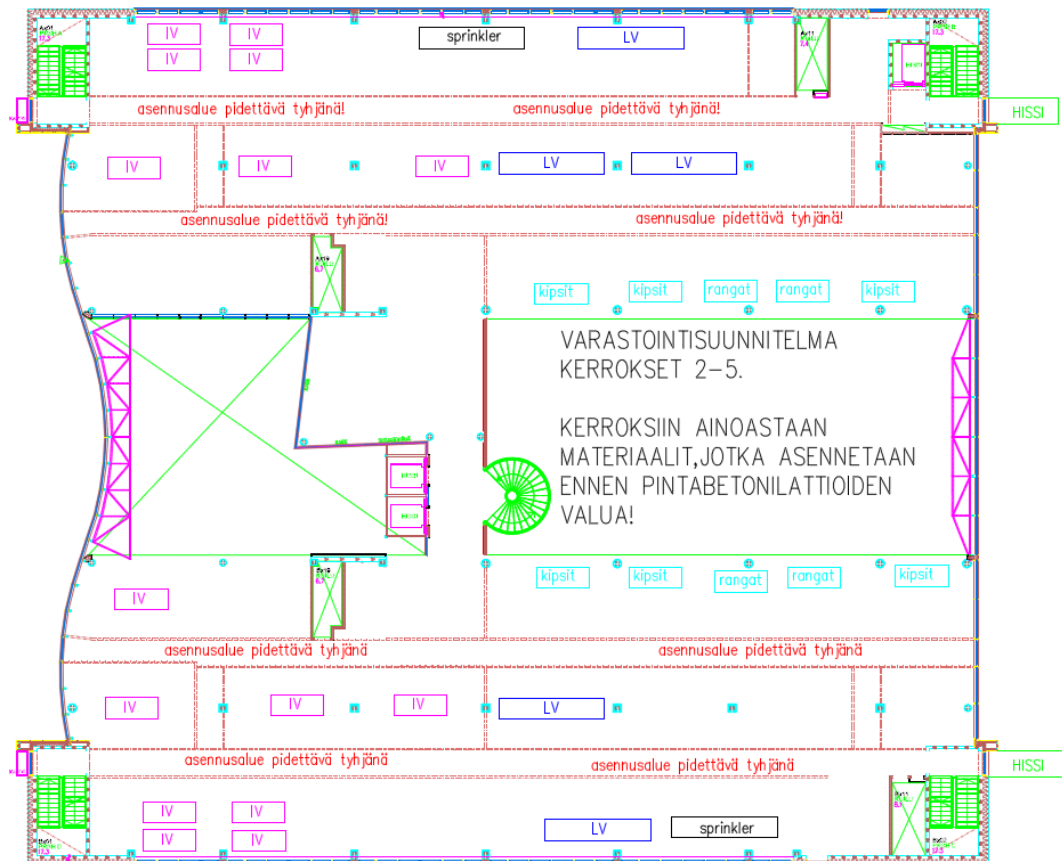
KUVIO 5. Sisätyövaiheen paikka-aikakaavio (Knuutila, 2012)

Varastointisuunnitelma

Rakennuksen eri kerroksista laadittiin varastointisuunnitelmat (Kuvio 6), joihin merkittiin urakoitsijoiden materiaaleille varastointipaikka. Materiaalit sekä tuotteet, joita piirroksiin merkittiin, olivat eniten tilaa vieviä, eikä yksittäisten pientarvikkeiden varastointiin kiinnitetty sen suurempaa huomiota. Pohjapiirroksia päivitettiin eri työvaiheiden mukaisesti. Sisävaihe jaettiin logistiikaltaan neljään eri vaiheeseen seuraavasti:

- tilanne ennen pintabetonilattioiden valua
- tilanne ennen tasoitetoita
- tilanne ennen alakattotöitä
- tilanne ennen lattiapinnoitteita.

Kuvio 6 on havainnollistava esimerkki ensimmäisestä sisätyövaiheen varastointitilanteesta, josta selviää varastointisuunnitelman periaate. Varastointisuunnitelman muutokset koskivat ainoastaan varastoitavia materiaaleja sekä niiden sijoittelua kerroksissa. Selvyyden vuoksi tässä työssä esitellään ainoastaan yksi tilanne.



KUVIO 6. Sisätyövaiheen varastointisuunnitelma ennen pintabetonilattioiden valua (Knuutila, 2012)

Työkohteen siivous

Työkohteen siivoamisvelvoitteesta oli maininta kaikissa aliurakkasopimuksissa. Työmaalla sovittiin, että jokainen urakoitsija siivoaa omat jätteensä kerroksissa sijaitseviin roska-astioihin. Roska-astioiden tyhjennys ja palautus takaisin työkohteelle oli pääura-koitsijan vastuulla. Roska-astioina käytettiin Vepe Oy:n 400 litran pyörillä varustettua roskakärryä (Kuva 4). Työmaalla koettiin tärkeäksi siivousvelvoitteen valvontaa ja mahdollisen rahallisen sanktion käyttöä. Sovittiin, että mikäli jokin urakoitsija jättää

työkohteen siivoamatta, siivoaa pääurakoitsijan kyseisen työkohteen ja aliurakoitsijaa sakotetaan siivoamiseen kuluneen ajan mukaisesti. Kuten monessa muussakin asiassa on havaittu, myös tässä tapauksessa euro oli hyvä konsultti.



KUVA 4. Vepe Oy:n 400 l pyörillä varustettu roska-astia. (Knuutila, 2012)

Kohdetyömaalla havaittuja logistisia ongelmia

Toimistorakennuksen ulkoseinistä suuri osa oli lasiseinää. Rakentamisen ajoittuessa keskelle talvea päätettiin aukot suojata väliaikaisilla sääsuojilla, jotta rakennusta voitiin alkaa lämmittämään sisätyövaiheita varten. Tämä aiheutti myös sen, että pitkien materiaalien ja tarvikkeiden haalaus ei enää onnistunut, kuten aiemmin. Suojaukset toteutettiin sahatavarasta ja telinemuovista rakennetuista elementeistä, jotka olivat kerroksen korkeisia ja 1,5 metriä leveitä. Tarvikkeiden nostoa varten A-osan itäpäähän tehtiin avattava haalausaukko, joka kerrokseen. Ajatuksena oli, että myös B-osan pitkät tarvikkeet, jotka eivät rakennushissiin mahdu, olisi nostettu A-osan haalausaukosta. Tämä osoitautui kuitenkin ongelmaksi, koska aliurakoitsijat olisivat halunneet samanlaisen haalausaukon myös B-osaan. Tämä johti siihen, että aliurakoitsijat avasivat itse sääsuojia B-osalta nostojaan varten. Tämä vaikeutti rakennuksen lämmitystä ja aiheutti ongelmia tietyille työvaiheille kuten lattiavaluille. Sääsuojaukset olivat toteutettu siten, että ne

toimivat samalla myös holvin reunan putoamissuojana. Sääsuojien huolellinen takaisin laittaminen osoittautui vaikeaksi aliurakoitsijoiden työntekijöille. Lisäksi nostojen aikainen työntekijöiden putoamissuojaus oli muutaman kerran puutteellista. Sääsuojaus on ensiarvoisen tärkeää kun rakentamisen ajankohta sijoittuu talveen. Kehitysehdotuksena jatkoa ajatellen, on sääsuojiin tehtävien kulku- ja haalausaukkojen suunnitteluun ja toimivuuteen panostettava. Auki jääneet ovet ja rikki revityt sääsuojaukset kasvattavat rakennusaikaisia lämmityskustannuksia ja pahimmassa tapauksessa aiheuttavat häiriöitä muille työvaiheille.

Siivousveloitteen laiminlyönti oli yksi havaittavista ongelmista. Suuremmat ja selkeät tarvikkeet ja materiaalit, joista oli helposti nähtävissä kenen ne ovat, eivät aiheuttaneet ongelmia. Sen sijaan pientä epämääräistä roskaa ja jätettä, joiden alkuperää oli vaikea selvittää, syntyi työmaalla runsaasti. Tämä aiheutti pääurakoitsijalle lisää työtä. Kohdetyömaalla oli sovittu, että jokainen urakoitsija siivoaa omat jätteensä kerroksissa oleviin roskakärryihin, jolloin roskaa ei olisi oikeasti pitänyt olla lattioilla.

Urakoitsijoiden siivousvelvoite ja jätteiden lajittelu täytyisi käydä selkeämmin läpi ja kirjata tarkemmin urakkasopimuksiin. Urakoitsijoilla oli hyvin erilaisia käsityksiä siitä, miten mestat täytyy siivota. Urakkasopimuksissa on tähän asti ollut maininta, että urakoitsija siivoaa ja lajittelee jätteensä pääurakoitsijan osoittamaan paikkaan. Tämä voi helposti aiheuttaa erimielisyyksiä väärinymmärrysten takia. On aivan eri asia siivota roskat, kuljettaa ne hissillä alas, tyhjentää kärryt ja tuoda kärryt uudelleen ylös, kuin pelkästään siivota roskat työkohteen vieressä olevaan kärryyn.

Epäselvyydet urakkasopimuksissa aiheutti myös ongelmia. Urakkasopimuksiin tulisi kirjata tarkemmin eri osapuolten vastuut logistiikkaan liittyvistä asioista. Tiettyjen materiaalien pysty- ja vaakasiirrot voivat olla työläitä ja niistä aiheutuu helposti suuria kustannuksia. Tästä syystä olisi tärkeää, että sopimuksia tehdessä osapuolet ovat tietoisia vastuistaan. Esimerkkinä kohdetyömaalla oli talotekniikka-urakka, joka oli sovittu niin, että kaikki varusteet ja laitteet olivat tilattu ”asennettuina”. Tällä tarkoitettiin, että myös materiaalien ja tarvikkeiden pysty- sekä vaakasiirrot kuuluivat urakoitsijalle. Tästä syntyi erimielisyyksiä, kenelle kuuluu nostojen ja haalausten valmistelut. Eniten ongelmia aiheutti rakennuksen väliaikaisten sääsuojausten avaamiset ja sulkemiset nostoja varten.

Olisiko sisätyövaiheen tarvikkeet ja materiaalit, jotka asennetaan ennen pintabetonilattioiden valua, pitänyt nostaa autonosturilla kerrokseen heti ontelolaattavälipohjan saumajuotoksen jälkeen? Yleensä tämä on logistisesti kustannustehokkain tapa toimia. Kohde-työmaalla tämä osoittautui liian ongelmalliseksi ja päätettiin, että materiaalit nostetaan myöhemmin holvin reunalta kerrokseen kurottajaa tai vastaavaa apuna käyttäen. Syitä tähän päätökseen oli useita. Ensinnäkin kohteen aikataulu oli erittäin tiukka ja suunnittelutilanteesta johtuen ei tiedetty, etenkin talotekniikan osalta, mitä tarvikkeita kerrokseen ylipäättään nostettaisiin. Runkovaihe sijoittui keskelle talvea, mikä toi mukanaan omat haasteensa. Välipohjien päälle satanut lumi ja jää olisi tehnyt vaakasiirrot kerroksissa liian työläiksi. Lisäksi rungon elementtiasennukset tehtiin autonosturilla sekä telalustaisella ristikkopuominosturilla, joiden ulottuvuus ei riittänyt kattamaan koko rakennuksen alaa. Tästä syystä nostoja tehtiin useasta eri paikasta rakennuksen ympäriltä. Mikäli materiaaleja oltaisiin nostettu elementtiasennuksen yhteydessä ylös kerrokseen, olisi se vaatinut suhteettoman paljon panostusta toimitusten suunnitteluun. Kaiken lisäksi elementtiasennus eteni hyvin kireässä aikataulussa, eikä asennusten välissä olisi ollut riittävästi aikaa materiaalinostoilta, vaan ne olisi viivästyttänyt rungon asennusaikataulua.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Huonosti suunnitellut ja epäonnistuneet toimitukset voivat aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia. Hyvällä logistiikan hallinnalla voidaankin saavuttaa suuria taloudellisia säästöjä. Mahdollisten kustannussäästöjen lisäksi vältetään omalle työlle ja erityisesti muille urakoitsijoille aiheutuvista häiriöistä.

Kohdetyömaalla havahduttiin opinnäytetyön myötä pohtimaan logistisen suunnittelun vaikutuksia. Kohde oli logistiikan kehittämiseen haastava, koska urakkamuotona oli projektinjohtourakka. Projektinjohtourakat ovat usein pitkälle aliurakoituja, jolloin perinteisesti aliurakoitsijoiden, erityisesti talotekniikkaurakoitsijoiden, annetaan selvitä itse omista ongelmistaan. Työmaan alkuvaiheessa havaittiin kuitenkin, että urakoitsijoiden ongelmat eivät kosketa vain yhtä urakoitsijaa, vaan esimerkiksi toimitushäiriöt haittaavat huomattavasti myös muiden urakoitsijoiden työtä. Hyvällä logistiikan ohjauksella ja valvonnalla näitä ongelmia pystyttiin vähentämään.

Opinnäytetyöprosessin aikana työmaalle laadittiin P1-luokituksen vaatimat suunnitelmat, joita päivitettiin töiden edetessä ja joiden toteutumista seurattiin. Rakennustöiden P1-puhtausluokitusta pidettiin työmaalla aluksi rasittavana tekijänä. Tosiasia kuitenkin on, että pitämällä työmaa jatkuvasti hyvässä järjestyksessä ja siistinä, voi työvaiheiden sujuvasta etenemisestä tulla suuriakin säästöjä. Tehokas pölynhallinta on myös työntekijöiden työhyvinvointia parantava tekijä.

Rakennustyömaan logistiikkaa ja siitä syntyviä kustannuksia on tutkittu jo pelkästään NCC:lle tehdyissä opinnäytetöissä jo useampaan kertaan. Logistiikan kehittämiseksi on siitä huolimatta paljon tarvetta, sillä usein työmaalla keskitytään vasta jo työmaalla olevan tavaran varastointiin ja siirtämiseen. Toimitusten hallintaan ja ohjaukseen ei aina pystytä kiinnittämään riittävästi huomiota. Tämä aiheuttaa varastointiongelmia ja huomattavan määrän aputoina, pääsääntöisesti miesvoimin, tehtäviä materiaalsiirtoja. Setitys ja oikea-aikainen toimitus parantavat järjestyksen lisäksi työergonomiaa. Silti vieläkin oli havaittavissa, että aina toimitusten tilauksiin ja ohjaukseen ei kiinnitetty riittävästi huomiota, minkä johdosta turhia siirtoja jouduttiin teettämään ns. aputoina. Mies-

voimin tehtävät etenkin raskaiden materiaalien siirrot ovat hyvin hitaita ja ne kasvattavat kustannuksia.

Jatkossa muissa P1-kohteissa tulisi kiinnittää huomiota vielä enemmän osapuolten informointiin. Kaikkien hankkeeseen osallistuvien tulee ymmärtää puhtausluokituksen asettamat vaatimukset, jotta yhteisiin tavoitteisiin voidaan päästä. Jo urakkaneuvotte- luissa urakoitsijoiden täytyy olla tietoisia, miten P1-kohteen rakentaminen eroaa tavan- omaisesta rakentamisesta ja tarvittaessa otettava se huomioon tarjousta jättäessään. Kohdetyömaalla järjestettiin erillinen P1-perehdytys toimistorakennuksen sisätyövai- heen urakoitsijoille. Käytäntö todettiin hyväksi ja suositellaan käytettäväksi jatkossa muillakin NCC:n työmailla.

P1-luokan myötä suunnittelun merkitys kasvaa. Työvaiheiden suunnitteluun ja alueiden osastointiin tulee kiinnittää normaalia enemmän huomiota. Kohdetyömaalle tehdyt suunnitelmat toimivat hyvinä malleina jatkossa myös muissa P1-kohteissa. Tilojen osas- toinnilla, alipaineistuksella sekä henkilökohtaisilla suojaimilla pystyttiin merkittävästi vähentämään rakennusaikaisen pölyn haittavaikutuksia työntekijöille.

LÄHTEET

Anttila, N. 2002. Rakennusprojektin materiaalihankintojen toimitusketjun valinta. Helsingin kauppakorkeakoulu. Pro gradu -tutkielma.

Jehimoff, J. 2004. Logististen kustannusten tutkiminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.

Karrus, K-E. 2003. Logistiikka. Helsinki. WSOY.

Kempainen, J., Koski, H. & Palolahti, T. 2009. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus [verkkajulkaisu] Rakennusteollisuus RT ry [luettu 1.2.2012]. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi/>.

RT 07-10946.2009. Sisäilmastoluokitus 2008. RT -ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

RT 91-10970. 2009. Puhtauden hallinnan huomioon ottaminen rakennussuunnittelussa. RT -ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö RTS.

Sahlsted, S.2010.Ratu, Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Helsinki. Rakennustieto Oy, Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Sundström, K., Kallionpää, E., Teriö O, Tolonen, T. & Väisälä, P.2008. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus ja materiaalihallinta [verkkajulkaisu]. Rakennusteollisuus RT ry [luettu 1.3.2012]. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi/>.

Tuppuri, V. 2003. Työmaan logistiset kustannukset. Helsingin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Wegelius-Lehtonen, T., Pahakala, S., Nyman, H., Vuolio H.& Tanskanen K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki. RTK-Fakta Oy.

LIITTEET

LIITE 1. Työmaan materiaalien siirtosuunnitelma

LIITE 2. Aluesuunnitelma

LIITE 3. Pölynhallinta- ja puhtaussuunnitelma

LIITE 4. P1- perehdytyslomake

LIITE 5. Logistiikkasuunnitelma

LIITE6. Kosteudenhallintasuunnitelma

LIITE 1. Työmaan materiaalien siirtosuunnitelma



Työmaan materiaalien siirtosuunnitelma

Työmaa: Cargotec, teknologia- ja osaamiskeskus	Työnumero: 11900	Osoite: Ruskontie 55, 33710 TAMPERE
Pvm: 1.11.2011	Laatija: Juuso Knuutila	Allekirjoitus:

Materiaalit	Koko/Paino	Siirtojen toteutustapa (pysty- ja vaakasiirrot) sekä apuvälineet	Toimitusaika työmaalle (vko)	Käyttöönotto työmaalla (vko)	Toteutus (vko)	Huom!
Sementti-, laasti- ja muut tasoi-tesäkit	1000kg/sk	juotosbetonit pumpaamalla, säkkitavarat nokkakärryillä, säkkilavojen levitys autosta kurottajalla	41 (2011)			
Tiilet, kalkkihiiekkakiivet, laatat ja harkot	harkot n.350kg/leika, laatat n.10kg/pkt	tiilet rekka- autolla, purku varastoalueelle, jako kerroksiin kurottajalla ja rakennushissillä, pajan tiilet kurottajalla. Laatat täsmätoimituksilla, jaetaan nokkakärryillä	1/-12			
Betonielementit	Max. paino n. 10t	betonielementit asennetaan nosturilla, asennus mahdollisuuksien mukaan suoraan autosta, varastointi hyväksytys-sä pukissa.	41 (2011)			
Lat-tia/juotosbetonit	2400kg/3m	kaikki betonit pumpataan				
Puutavarat	800kg	puutavara täysinä nippuina, nippujen siirto kurottajalla	36 (2011)			
Rakennuslevyt, kipsilevyt	1000kg	levyt pyritään ottamaan sisälle täysinä nippuina ennen julkisivun lasiosien asennusta, kurottaja, nosturi	11			
Ikkuna- ja ovialementit	ulkoikkunat n. 150kg, sisäikkunat n. 50kg	Ulkoikkunat asennetaan nosturin ja henkilönostimien avulla, toimitukset täsmätoimituksia. Sisäikkunat ja ovet nippuissa työmaalle, jako kurottajalla, rakennushissillä ja kärryillä	9			

(jatkuu)

LIITE 1: 2 (2)

2

Lämmön- ja ääneneristeet	Eristepakkaus n. 20 kg, yläpohjan eristelava n. 500 kg	ulkoseinien elementit eristetään tehtaalla, kevyet väliseinät eristetään työmaalla, eristeet kerroksiin rakennushissillä, yläpohjan eristeet nostetaan nosturilla täysin lavoin	41			
Bitumi- ja kumibitumikermi (rullat)	Rulla n. 40kg, lava n. 1000 kg	Vesikatot bitumikermiä, rullien nosto täysin lavoin nosturilla, kellarin vesieristerullien jako kurottajalla	43 (2011) 14-20			
Mattorullat	max. 200kg	Mattorullat jaetaan kurottajalla, rakennushissillä, mattokärryillä	20			
Tasoitteet	25kg/sk	Tasoitteet täysin lavoin, vaakasiirrot pumppukärryillä, pystysiirrot rakennushissillä	17			
Maalit	20kg	20 l astioiden siirrot nokkakärryillä, kerroksiin nosto rakennushissillä, toimitukset pyritään tehdä täysin lavoin	20/ -12			
Kalusteet	30kg	kalusteiden jako kurottajalla, rakennushissillä, siirto nokka-, tms. kärryillä	32/ -12			
LVIS – tarvikkeet	300kg	toimitukset täsmätoimituksia, jako kurottajalla, rakennushissillä, kärryillä, koneet nosturilla(n.2500kg = suurin kone)	11/ -12			
Jätteiden siirrot		pyörälliset roskakärryt tai -jassikat, esim vepe 400l/800kg	1			
Muut ...	Osina n. 300 kg/osa	vesikaton konepedit, autosta purku kurottajalla, nosto katolle nosturilla	15/ -12			

LIITE 2. Aluesuunnitelma



LIITE 3. Pölynhallinta- ja puhtaussuunnitelma



Pölynhallinta- ja puhtaussuunnitelma

Cargotec, Teknologia- ja osaamiskeskus

Työ 11900

Suunnitelma hyväksytty pvm.

Tarkastanut

02.04.2012

(jatkuu)

LIITE 3: 2 (6)

1. Kohdetiedot ja yleistä kohteesta

Työmaa	Cargotec, Teknologia- ja osaamiskeskus Ruskontie 55 33710 TAMPERE
Tilaaaja:	Cargotec Finland Oy, tilaajan edustaja Kauko Autio
Rakennuttajakonsultti:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy, rakennuttajakonsultin yhdyshenkilö Risto Kujala
Rakennustyön valvonta:	A- Insinöörit Rakennuttaminen Oy, Markku Jokijärvi
Rakennuspäällikkö:	Ari Tanni
Työmaapäällikkö:	Jussi Lehtonen
Vastaava työnjohtaja:	Veijo Hämäläinen
Tate-asiantuntija:	Matti Lehtonen
Työnjohto, toimistorakennus:	Ville Nisula, Tero Puranen, Juuso Knuutila, NN
Työnjohto, pajarakennus:	Ilkka Pienimäki, Tuomas Eerola
Työmaainsinööri:	Tarja Porovuori

Kohteen sopimusasiakirjoissa on määritelty, että rakennus on sisäilmastoluokkaa S2, toimistotilat puhtausluokkaa P1 ja muut tilat luokkaa P2 sekä materiaaliluokkaa M1.

Rakennettava kohde koostuu toimistorakennuksesta ja erillisestä pajarakennuksesta. Toimistorakennus on seitsenkerroksinen ja kokonaislaajuudeltaan n. 13200brm². Pajarakennuksen laajuus on n. 6500brm².

Toimistorakennuksen kantava runko muodostuu osin maanvaraisten anturoiden ja osin paaluanturoiden varaan asennettavista teräsbetonipilareista ja teräspalkeista (delta) sekä ontelolaatoista. Ulkoseinäelementit ovat pääosin valkobetoni-pintaisia lukuun ottamatta ikkuna-nauhoja, jotka ovat maalattuja (pohjois- ja eteläsi-vut). Itä- ja länsijulkisivut toteutetaan pääosin alumiinilasirakenteina. Yläpohja ontelolaatta+ eristeet+huopa-rakenne.

Pajarakennuksen kantava runko muodostuu maanvaraisten anturoiden varaan asennettavista teräspilareista ja -ristikoista. Korkeat sokkelielementit sekä teräsohutlevysandwich- elementit muodostavat ulkoseinät. Yläpohja pelti+eristeet+huopa- rakenne.

2. Suunnitelman toteutus

Vastuu suunnitelman toteutumisesta on työmaan johdolla, joka vastaa alirakkoitsijoiden työnjohdon/nokkamiesten tiedotuksesta ja opastuksesta (ja nämä edelleen omiensa työntekijöidensä) sekä ns. omien työntekijöiden tiedotuksesta ja opastuksesta sekä suunnitelman toteuttamisen valvonnasta. Lisäksi työmaan valvoja voi puuttua havaittaviin epäkohtiin. Jokaisen työmaalla olevan työntekijän tulee olla tietoinen ja tiedottaa merkitys miksi suojaukset ovat paikoillaan ja milloin ne saa poistaa.

3. Pölynhallinnan tavoitteet

Pölynhallinnan keskeisin tavoite on vähentää työmaan rakennuspölyn määrää rakentamisen aikana (minimoidaan myös pölyn aiheuttamat mahdolliset riskit työmaalla työskentelevien terveydelle) ja näin myötävaikuttaa P1- puhtausluokan saavuttamista niissä tiloissa, joissa sitä edellytetään. Lisäksi halutaan varmistaa, ettei rakennuksen pinnoilla, sisäilmassa tai iv- kanavissa/koneissa ole toimintakoevaiheessa tai luovutushetkellä ole raja- arvot ylittävää määrää rakennuspölyä.

LIITE 3: 3 (6)

4. Pölyhallintamenetelmät

Pölynhallinta aloitetaan kun rakennuksen vaippa saadaan umpeen. Aliurakkasopimuksissa määritellään aliurakoitsijoille kuuluvat siivousvastuut. Pölyhallinta toteutetaan ensisijaisesti käyttämällä vähemmän pölyä tuottavia työmenetelmiä, korkeatasoisia kohdepoistolla varustettuja laitteita sekä tarvittaessa tilojen osastointia. Osastoitu tila varustetaan varoituskilvillä, joilla kehoitetaan pysymään poissa tilasta tai käyttämään suojaimia. Erityisen merkittävä osuus on tehostetulla tuuletuksella tai alipaineistuksella.

Pölyn pintakertymä minimoidaan tilojen rakennusaikaisella siivouksella, joka on keskeisin keino pölynhallinnassa. Karkean jätteen poistossa käytetään pölyimuria, lastaa ja lapiota ja pölyävä jäte pyritään kuljettamaan työpisteestä pois mahdollisimman nopeasti. Kunkin työvaiheen toteuttaja on velvollinen suorittamaan siivouksen, pääurakoitsijan valvonnassa ja ohjauksessa, työvaiheen lopuksi.

Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat tulee suojata likaantumislta ja kastumiselta. Rakennuksen tulee olla puhdas ennen ilmanvaihdon päälaitteiden suojauksen poistamista ja toimintakokeiden aloittamista. Toimintakoevalmius on todettava erillisellä katselmuksella ennen po. toimitusta.

Myös muilla, kuin itse työn suorittajalla, tulee samassa tilassa ollessa olla riittävät suojaimet käytössä.

5. Pölynhallinnan käytännön toteutus

a. Siivous

- Kukin urakoitsija siivoaa omat jälkensä sopimuksensa velvoittamassa laajuudessa.
- Käytetään ns. irtopölynimureita, joissa tulee olla HEPA- suodattimet. Tarvittaessa kostea pyyhintä. Kuivaharjaus on pääsääntöisesti sisävaiheessa kielletty.
- Roska-astian sijoituksessa (kerroksissa) on huomioitava pölyn leviäminen.
- Käytetään tarvittaessa tiivistä roskakuilua tai vaihtoehtoisesti roskat kuljetetaan suljetuissa säkeissä pois (ulkona olevaan roskalavalle).

b. Piikkaus ja betonin hiontatyöt

- Kohteena olevan tilan ilmanvaihtoa pyritään parantamaan luonnollisella tuuletuksella. Huomioitavaa kuitenkin on, ettei pölyä saa suodattamatta johtaa ulos silloin kun se tarpeettomasti lisää ulkoilman pölykuormaa ihmisten hengitysvyöhykkeellä tai rakennuksen ilmanvaihdon tuloilma-aukkojen vaikutusalueella.
- Hiontatyössä käytetään kohdepoistolla (HEPA- suodatus) varustettuja työvälineitä. Paljon pölyä tuottavissa hionnoissa käytetään tarvittaessa osastointia.
- Piikkaustöissä lattialle jääneet betonipalaset poistetaan lastaa käyttäen ja pöly imuroidaan irtopölynimurilla (HEPA- suodatin).

c. Laastin / tasoitteen sekoitus

- Käytetään mahdollisuuksien mukaan kohdepoistolla varustettua sekoitusastiaa tai vaihtoehtoisesti laastit sekoitetaan ko työhön varatuissa tiloissa, jotka on toteutettu osastointimenetelmällä ja tarvittavalla pölynpoistomenetelmällä.

d. Seinien, kattojen ja lattioiden tasoitustyöt ja tasoitteiden hionnat

- Tilan lattia imuroidaan (imurit kuten edellä määritelty) ennen tasoitustyövaihetta, erityistä huomiota kiinnitettävä seinien ja lattioiden rajapintoihin.
- Toteutetaan tehostettu tuuletus.
- Siivous välittömästi työn päätyttyä. Tasoitejäämät poistetaan lastalla ja pöly imuroiden.

e. Poraustyöt

- Poraustyöt tehdään käyttämällä joko korkeapaine- tai matalapaine kohdeimulaitteita.
- Työn jälkeen pinnat imuroidaan imurilla (imurit kuten edellä määritelty).

f. IV- koneiden ja -kanavien asentaminen ja käyttöönotto

- IV- koneet, -kanavat ja laitteet varastoidaan suojattuina siten, että niiden pölyntyminen ja likaantuminen estetään.

LIITE 3: 4 (6)

- Asennustyön aikana järjestelmään ei saa päästä pölyä tai likaa. Iv-kanavien avonaiset päät tulpataan välittömästi asennuksen jälkeen pölytiiviisti.
- Ennen toimintakokeita iv-kanavien puhtaus tarkistetaan ja tarvittaessa kanavat nuohotaan. Nuohouksessa käytetään HEPA-suodattimella varustettua alipaineistajaa.
- g. Eristystyöt
 - Tehostettu tuuletus tilassa, tarvittaessa alipaineistus.
 - Työn jälkeen rakennusmateriaalit poistetaan tilasta ja pöly poistetaan viipymättä imurilla (imurit kuten edellä määritelty).
- h. Väliseinien asennustyöt
 - Kerroksissa varataan tila, jossa levyt työstetään. Tilassa oltava riittävä tuuletus ja pölynpoisto.
 - Työvaiheen edetessä tehdään myös tarvittavaa siivousta pölyn leviämisen estämiseksi.
 - Työvaiheen päätyttyä rakennusmateriaalit poistetaan, suurimmat roskat lastalla ja lopuksi pöly poistetaan imuroimalla (imurit kuten edellä määritelty).
- i. Laatoitustyöt
 - Laattojen katkaisussa ei tule käyttää kuivaa timanttileikkausta ilman kohdepoistoa. Tarvittaessa timanttileikkaus ulkotiloissa siten, että pölyn leviäminen on otettu huomioon.
 - Työn päätyttyä pöly poistetaan imuroimalla (imurit kuten edellä määritelty).
- j. Saunatyöt ja puuntyöstö
 - Puun katkaisussa käytetään kohdepoistolla varustettua sirkkeliä.
 - Tarvittaessa puuntyöstö osastoidussa tilassa, jossa tehostettu tuuletus ja pölynpoisto.
 - Työvaiheen edetessä tehdään myös tarvittavaa siivousta pölyn leviämisen estämiseksi.
 - Työvaiheen päätyttyä rakennusmateriaalit poistetaan, suurimmat roskat lastalla ja lopuksi pöly poistetaan imuroimalla (imurit kuten edellä määritelty).

6. Käytettävät henkilökohtaiset suojaimet

Työnsuorittajan tulee käyttää kussakin työvaiheessa siihen sopivia suojaimia. Käytössä on ainakin seuraavia suojaimia:

- P2-tason hengityssuojain
 - o Esimerkiksi RESPAIR 2V FFP2
 - suojausluokka FFP2, suojaa kiinteiltä ja nestemäisiltä hiukkasilta, EN 149:2001 mukaisesti hyväksytty
- Puhaltimella varustettu P2-tason hengityssuojain
 - o Esimerkiksi SCOTT Promask ja siihen liitettynä SCOTT Autoflow – puhallinyksikkö
 - täyttää EN 146, 147, 136-10, 143 määräykset

7. Puhtausluokka P1

Rakennustöiden puhtausluokituksella P1 on tarkoitus varmistaa, että rakennuksen tilat ovat puhtaat luovutusvaiheessa eikä sisäilmaan kulkeudu rakennusvaiheesta olevia epäpuhtauksia. Tällöin pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa (esim. puu-, betoni- tai kipsipölyä), joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana. Tiloissa ei saa säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka estävät pintojen puhdistamista ja pintoja suojaavat muovit ja pahvit on poistettu. Tämän vaiheen jälkeen voidaan tiloissa tehdä ilman erityistoimenpiteitä pelkästään pölyämättömiä töitä. Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten roskia, irtolikaa (ml. pölyä), kiinnittynyttä likaa tai tahroja.

8. Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus

Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava mm. likaantumiselta ja kastumiselta kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan väliavarastoinnin ja asennustyön aikana peittämällä tai suojaamalla ne muulla tavoin. Varaston on oltava irti maasta ja suojattu siten, etteivät sade- ja pintavedet pääse kastelemaan rakennustarvikkeita.

LIITE 3: 5 (6)

Keskeneräiset ja valmiit rakennus- ja laiteosat suojataan siten, etteivät ne vahingoitu, pölyynny tai kastu asennustyön taukojen ja keskeytyksien aikana. Rakennustarvikkeiden asennusvaiheen aikana ilman tulee olla puhdasta ja kuivaa eikä ilmaa likaavia työvaiheita saa suorittaa samanaikaisesti asennuspaikan läheisyydessä. Kanavissa olevat muovitulpat poistetaan juuri ennen asennuksen alkua. Asennustyössä tulevien taukojen ajaksi on kanavien päät uudelleen tulpattava. Pystyhormien päät on myös tulpattava ja ilmastointijärjestelmän pääte-laitteet on suojattava rakennusaikaiselta pölyltä.

9. Ilmanvaihtojärjestelmän P1- puhtausluokitus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa uuden ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman hyvä laatu. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P1 vaatimukset. (lähde RT 07-10946, taulukko 2.4.6):

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 tai M2 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Ilmanvaihtokanavien puhtaus tarkastetaan Teknillisen korkeakoulun julkaisun "Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus" ohjeiden mukaan. Pölykertymä "visuaalisen puhtausasteikoon" verrattuna saa olla enintään $0,7 \text{ g/m}^2$. Tarkastukseen osallistuu urakoitsija, LVI-valvoja ja tilaajan edustaja(NCC). Tarkastuksissa NCC tekee pöytäkirjan.
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan kaksiportainen suodatus, jonka erotusaste vastaa taulukon 2.4.5 vaatimuksia

10. Toimintakoevalmiit tilat

Toimintakoevalmiit tilat erotetaan puhtauden arvioinnin jälkeen muista tiloista omiksi osastoikseen, jos muissa tiloissa on valmistumisaikataulusta tai muusta syystä johtuen käynnissä pölyä tai muuta likaa tuottavia töitä. Osaston sisällä on pölyä synnyttävissä töissä käytettävä kohdepoistolla varustettuja työkaluja ja laitteita ja toimintakoevalmiit tilat siivotaan aina sen jälkeen, kun tilassa on syntynyt pölyä. Lisäksi on huolehdittava tilan riittävästä ilmanvaihdosta.

Toimintakoevalmista osastoa ei saa käyttää säännölliseen läpikulkuun, jos viereiset tilat kuuluvat alempaan puhtausluokkaan. Toimintakoevalmiit tilat merkitään selvästi näkyvällä "Puhtausluokan P1 tila"- merkinnällä (tai vastaavalla).

11. Tilojen loppusiivous – puhtausluokka P1

P1- luokassa loppusiivous on kaksivaiheinen. Ensimmäinen vaihe tehdään ennen ilmanvaihtolaitteiston toimintakoea. Tämä tehdään sen takia, ettei pöly pääse leviämään ilmastointikanaviin ja niiden kautta koko rakennukseen, kun ilmastointilaitteita koekäytetään. Kaikki pinnat ja tasot puhdistetaan huolella, myös alakattojen ylärakenteet on puhdistettava. Loppusiivouksen toisessa vaiheessa siivotaan rakennus vastaanottoa ja käyttöä varten.

Loppusiivouksessa käytetään ~~keskuspölyimuria~~ tai HEPA- suodattimella varustettua ns. irtopölyimuria. Kovien ja sileiden pintojen puhdistuksessa käytetään lisäksi nihkeäpyyhintää. Pinnat puhdistetaan rakennusmateriaalien valmistajien ohjeiden mukaisesti. Puhdistus- ja hoitoaineina (myös vahat) käytetään hajusteettomia ja vähäpäästöisiä aineita.

LIITE 3: 6 (6)

12. Rakennuksen puhtauden arviointi

Rakennuksen kaikkien pintojen puhtaus arvioidaan silmämääräisesti ennen toimintakokeita mukaan lukien piiloon menevät pinnat. Arviointi kohdistetaan alakattojen yläpuolisille osille sekä katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnoille.

Ennen rakennuksen luovutusta arvioidaan kaikki näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat. Arviointi kattaa katto-, seinä-, kaluste ja lattiapinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Alakattojen yläpuolisten pintojen puhtautta ei arvioida alakattosettien ollessa suljettuja.

Puhtausvaatimuksen täyttymistä tarkastellaan jokaisessa tilassa silmämääräisesti. Tarkastelusta tehdään pöytäkirja.

LIITE 4. P1- perehdytyslomake



Perehdytyslomake P1- puhtausluokkaan

P1 on rakennusaikainen puhtausluokitus, joka määräytyy tavoitellun sisäilmastoluokan mukaan seuraavasti:

- S1 (yksilöllinen sisäilmasto) → P1
- S2 (hyvä sisäilmasto) → P1
- S3 (tydyttävä sisäilmasto) → P2

, edellä mainituista sisäilmastoluokista S1 ja S2 edellyttävät rakennusaikaista P1- puhtausluokitusta.

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan käyttäjälle ja että rakennuksen käytön aikana sisäilmaan ei kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia.

Miten P1 vaikuttaa käytännön tekemiseen?

- Työmaa on pidettävä hyvässä järjestyksessä → kerroksissa ei varastoida ylimääräisiä materiaaleja → siivoaminen helpottuu
- Siivoamiseen kiinnitettävä normaalia enemmän huomiota → jokainen siivoaa omat roskansa roskakärryihin
- Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava mm. likaantumiselta ja kastumiselta kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan välivarastoinnin ja asennustyön aikana peittämällä tai suojaamalla ne muulla tavoin. Varaston on oltava irti maasta ja suojattu siten, etteivät sade- ja pintavedet pääse kastelemaan rakennustarvikkeita. Suojauksessa noudatetaan valmistajan ohjeita. Rikkoutuneet suojukset korjataan viipymättä. Rakennustarvikkeet varastoidaan yleensä sisätiloihin ja niiden välivarastointia vältetään. Varastointiolosuhteiden ja suojausten tulee vastata valmistajien vaatimuksia.
- Ilmanvaihtokanavien ja osien asennusalueella ei saa tehdä pölyäviä töitä
- kaikki ilmanvaihtojärjestelmän osat pidetään tulpattuina/suojattuina toimintakokeisiin asti.
- Asennusalueet osastoidaan, jolloin pölyä voidaan paremmin hallita (tällä työmaalla osastointi on selkeää, kerroksessa kaksi osastoa (A-osa ja B-osa)
- Pölyävät työvaiheet tehdään ennen toimintakoe valmiutta, mikäli myöhemmin joudutaan pölyäviä töitä tekemään täytyy koneet ja laitteet varustaa kohdepoistojärjestelmällä. Toimintakoevalmiit-tilat merkitään P1-alueiksi, selkeästi esim. oviin
- Siivous tehdään lastalla, lapiolla ja imurilla. Imurit tulee olla varustettu Hepa-suodattimella. Harjaamalla ei saa siivota sisätiloja. Näin vältetään turhalta pölyttämiseltä
- Sisätiloihin asennetaan myöhemmin ilmanpuhdistajia/alipaineistajia, joiden avulla leijuvaa pölyä pyritään minimoimaan

LIITE 5. Logistiikkasuunnitelma



Knuutila Juuso 23.11.2011

LOGISTIKKASUUNNITELMA

GARGOTEC FINLAND, TEKNOLOGIA- JA OSAAMISKESKUS

(jatkuu)

LIITE 5: 2 (5).

Sivu 2 / 5

1. Rakennushankkeen yleistiedot**TILAAJA/RAKENNUTTAJA**

Cargotec Finland Oy/ A-Rakennuttajat

PÄÄURAKOITSIJA

NCC Rakennus Oy

PROJEKTITIEDOT

Nimi: Cargotec Finland, teknologia- ja osaamiskeskus

Osoite: Ruskontie 55,33710 Tampere

Kortteli, Tontti, Kaupunginosa: 6221, 13, Rusko

Teknologia- ja osaamiskeskus

Rakennushanke käsittää kaksi erillistä rakennusta, toimisto- ja pajarakennuksen. Toimistorakennuksessa on 7 kerrosta. Ylin kerros koostuu iv-konehuoneesta ja saunaosastoista(edustustiloista). Kellarissa on 3 kpl väestönsuojia ja tekniset tilat mm.sähköpääkeskus, lämmönjakohuone ja sprinklaus.

Pajarakennus

Muodostuu useasta eri korkuisesta lohkoista. Korkein osa on noin 20 metriä korkea.

LAAJUUSTIEDOT:Tontin pinta-ala: 52 675m²Kerrosala toimisto: 11 032 m²kerrosala pajarakennus: 6 303m²**2. Tarviketoimitukset työmaalle**

Tarviketoimitukset työmaalle on otettava sellaisissa erissä, että materiaali voidaan siirtää välittömästi työpisteeseen(kerrokseen) tai välivarastoon ennalta sovittuun paikkaan. Välivarastointi pyritään minimoimaan. Työmaan aluesuunnitelmaan merkitään varastointi alueet materiaaleille, joita voidaan ulos varastoida. Kaikki materiaalit irroitetaan maasta kuormalavojen tai muun puutavaran avulla. Materiaalit suojataan pressuilla tai kevyt peitteillä. Alue merkitään ja rajataan materiaaliakohtaisesti. Merkintä tehdään keilojen ja huomionauhojen avulla. On myös otettava huomioon lumen aiheuttamat ongelmat. Tässä tarkoitetaan lähinnä materiaalien hukkumista lumeen. Tämän takia on erityisen tärkeää, että materiaalit on

LIITE 5: 3 (5).

Sivu 3 / 5

oikeassa ja selkeästi merkityssä paikassa. Logistiikan hoitamiselle nimetään vastuuhenkilö. Työmaalle on tarkoitus varata resursseja päätoimiseen logistiikan ylläpitoon.

Kohteen suuri tontti johtaa helposti siihen, että urakoitsijat alkavat varastoimaan materiaalejaan tai kalustoaan ympäriinsä ja aiheuttaa työmaa-alueelle epäjärjestystä. Tämä johtaa siihen, että suuri määrä materiaaleista ehtii hajota tai pilaantua ennen kuin niitä saadaan siirrettyä mestalle. Tai materiaalit on toisen urakoitsijan tiellä, mikä aiheuttaa taas töiden viivästymistä. Tästä syntyy myös turhia vaakasiirtoja, jossa on myös vaarana materiaalin rikkoutuminen.

Suuremmat tarviketoimitukset pyritään ottamaan kerroskohtaisissa erissä, jolloin oikeat tarvikkeet saadaan siirrettyä kerralla oikeaan paikkaan. Tarkoituksena on käyttää ns. täsmätoimituksia, jolloin materiaalit kootaan muualla kerroskohtaisiin kuormiin ja toimitetaan sovitusti työmaalle. Tätä varten laaditaan viikkoaikataulu toimituksia varten ja aikataulu käydään läpi viikottaissa urakoitsija palaverissa.

Aliurakoitsijoiden kanssa tarviketoimitusten periaatteet sovitaan urakkaneuvotteluissa. Lähtökohtana on, että jokainen urakoitsija tietää, ettei tavaraa voi tilata työmaalle kuin sovitussa erissä, sovittuna ajankohtana.

3. Materiaalisiirrot työmaalla

Työmaan materiaalisiirrot on suunniteltu tehtäväksi kahdella henkilö/tavarahissillä (Alimak). Tarkoitus on asentaa kaksi hissiä toimistorakennuksen itäisivun puolelle. Hissit tulevat molempiin "laivoihin" porrashuoneen ikkunalinjaan. Hissien eteen rakennetaan kunnolliset tasot vanerista, josta kuormalavoja on helppo siirtää pumppukärryillä. Lavat rakennetaan siten, että jakeluautosta pystyy perälautanostimella purkaa kuorman lavan päälle.

Suuremmat materiaali-erät ja tarvikkeet, kuten putkihäkit siirretään 4.kerrokseen asti, kurottajalla. Viidennen kerroksen pystysiirotiin varataan riittävän iso Hiab-auto. Sen jälkeen kun sääsuojat on asennettu lasiseinälijoille, täytyy tarvikkeet nostaa avattavasta haalausaukosta, A-osan itäpäädyssä.

4. Jätehuolto

Lähtökohtana on, että jokainen siivoaa omat jälkensä heti työn tekemisen yhteydessä. Tämän työmaan käytännöksi on sovittu, että jokainen urakoitsija kerää jätteensä kerroksissa oleviin roskakärryihin, joita pääurakoitsijan toimesta tyhjennetään vaihtolavoille. Työmaan jätteet lajitellaan ohjeiden mukaisesti erillisille lavoille (puu, sekäjäte, metallijäte, betonijäte). Tyhjat pahvilaatikot ym. tilaa vievät jätteet pitää polkea kasaan ennen lavalle laittamista. Sisätyövaiheessa pahvijätteelle voidaan ottaa jätetristin eli pahviprässi.

Betonijäte pyritään minimoimaan sopimalla betonitoimittajan kanssa ylijäämäbetonin palautuksesta betoniauton mukana. Mikäli betonijätettä syntyy esim. betoniauton peräkurista, jätetään ne ennelta sovittuun paikkaan kasalle, josta ne myöhemmin kuljetetaan jätteenkäsittelylaitokselle murskattavaksi.

Työmaan jätehuollon säännöt kerrotaan kaikille työntekijöille ja aliurakoitsijoille tiedoksi. Sääntöjen noudattamisen varmistamiseksi asetetaan sopivia palkkioita/sanktioita.

Työmaan siisteyttä ja tavaroiden järjestystä ylläpidetään jatkuvasti.

LIITE 5: 4 (5).

Sivu 4 / 5

5. Runkovaihe

Väestönsuojat rakennetaan väliaikaisiksi varastoiksi. Väestönsuojiin tehdään puurakenteiset hyllyt tavaroiden ja työkalujen säilytystä varten ja tilat jaetaan sopiviin osiin urakoitsijoiden kesken. suurin väestönsuojista(VSS3) luovutetaan Tate-urakoitsijoiden käyttöön ja VSS1 muiden urakoitsijoiden käyttöön.

Runkovaiheessa betonielementit pyritään asentamaan suoraan autosta, ilman välivarastointia. Työmaalle hommataan fakkeja, johon voidaan varastoida elementtejä esim. väliseinäkiviä. Elementtien varastoinnille varataan paikkoja, jotka merkitään aluesuunnitelmaan.

Erityistä huomiota aiheuttaa toimistorakennuksen välipohjiin onteloiden päälle valettava 60mm pintabetonilaatta. Tästä syystä kerroksiin ei varastoida mitään ennen lattioiden valua tai kaikki materiaali ja tarvikkeet tulee olla asennettuna ennen pintalattioiden valua. Asiasta neuvotellaan LVIS-urakoitsijan kanssa. Koska pintalattioita ei voida valaa ennen kuin olosuhteet on saatu järjestettyä voidaan LVI-runkojen asennus mahdollisesti aloittaa ennen valua. Olosuhteilla tarkoitetaan ikkunanauhojen sekä atriumin puoleisen lasiseinän sääsuojausta sekä lämmitystä. Lisäksi täytyy varmistaa, ettei yläpuolelta pääsee tippumaan vettä. Kaikki kerroksiin nostettava materiaali varastoidaan mahdollisuuksien mukaan aina kuormalavoille, jotta niitä voidaan tarvittaessa halposti siirtää pumppukärryillä.

6. Vesikattovaihe

Toimiston vesikatto on kevytsora eristetty huopakatto sisäpuolisilla kattokaivoilla. Vesikattovaiheen vaatimat nostot tehdään ajonouvonosturilla, kuten muunkin rungon nostot. Vesikaton kaiteet poistetaan töiden kokonaan valmistuttua. Vesikaton tekeminen suunnitellaan myöhemmin tarkemmin.

7. Sisätyövaihe

Sisätyövaiheen tavaratoimitukset tilataan niin, että varastointi tontilla minimoidaan. Tavarat pyritään viemään autosta välittömästi työkohteeseen. Työmaa- aluetta voidaan käyttää tilapäiseen varastointiin osoittamalla selkeät alueet tietyille materiaaleille. Pyritään kuitenkin välttämään ulosvarastointia. Tavarat siirretään kerroksiin henkilö/tavarahisseillä 2 kpl. Kalusteiden toimitus suunnitellaan myöhemmin erikseen. Sisätyövaihe jaetaan logistiikan ja varastointialueiden kannalta neljään eri vaiheeseen seuraavasti:

- 1.tilanne ennen pintabetonilattioiden valua
- 2.tilanne ennen tasoitetöitä
- 3.tilanne ennen alakattotöitä
- 4.tilanne ennen lattiapinnoitteita.

LIITE 5: 5 (5).

Sivu 5 / 5

1.Tilanne ennen pintabetonilattioiden valua

Tässä vaiheessa kerroksiin varastoitavat tarvikkeet:

- ilmastointikanavat ja –osat n.**10** häkkiä ja **10** lavaa osia
- kipsilevyt ja rangat alakaton otsarakenteita varten n.**15** nippua
- LV-putket lämmitys ja jäähdytys runkoja varten **4** nippua
- Viemäri putket ja osat n **4** nippua
- sprinkler-putket **4** nippua
- raudoitusverkot pintalattiaa varten **4** nippua

2.Tilanne ennen tasoitettöitä

- kahiharkot ja laastit kuilujen väliseiniä varten **50** letkaa/kerros
- Kipsilevyt ja rangat wc väliseiniä varten **6** nippua
- kaapelikelat n.**4** lavaa
- patterit n.**5** lavaa
- tasoitelaastit n. **4** lavaa
- laatat n **2**.lavaa

3.Tilanne ennen alakattotöitä

- maalaustarvikkeet n. **4** lavaa
- valaisimet n.**8** lavaa
- jäähdytyspalkit n .**6** lavaa
- alakattolevyt, kiskot ja tarvikkeet **20** lavaa

4.Tilanne ennen lattiapinnoitteita

- muovimatot n.**40** rullaa

5.Tilanne ennen kalustusta

- kalusteet
- järjestelmä väliseinät

LIITTEET

- 1. aluesuunnitelma**
- 2. varastointisuunnitelma**

LIITE 6. Kosteudenhallintasuunnitelma



Kosteudenhallintasuunnitelma

Sivu 1/6

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Kohde:

Cargotec, teknologia- ja osaamiskeskus

Työnumero: 11900

Suunnitelman laatija:

Työmaan yhteyshenkilö:

1. KOSTEUSRISKIEN KARTOITUS			
Kohta	Työmaalla huomioitavat vaatimukset sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet	Vastuu	Käyty läpi pvm ja kuittaus
1.1 Salaojat	Huolehditaan, että salaojaputkien asennus on suunnitelmien mukainen. Mikäli suunnitelmista poiketaan, laaditaan salaojista tarvittaessa tarkekuvat.	VeHa	Korot työmaalla tarkastettu
	Salaojituseros tehdään maa-aineksesta, joka läpäisee vettä ja jossa veden kapillaarinen nousu on vähäistä. Anturan läheisyydessä sekä maanvaraisen laatan alle tulee kapillaarisen veden nousun katkaisevaa maa-ainesta, esim. sepele 6-30 mm.	VeHa	Maa-aineksen laatu tarkastettu. Rakeisuuskykyä pyydetty toimittajalta.
	Salaojaputkea ympäröivän salaojituseroksen tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 0,1 m ja päällä vähintään 0,2 m. Kellarin seinää vasten olevan kerroksen tulee olla vähintään 0,2 m.	VeHa	Salaojituseroksen paksuus tarkastettu
	Tarkastuskaivot puhdistetaan ennen rakennustöiden loppukatselmusta. Salaojaputkien toiminta tarkistetaan ja putkistot puhdistetaan, esim. juoksuuttamalla niiden läpi vettä niin kauan, että vesi tulee ulos kirkkaana. Kuvaus ennen pintarakenteiden (asfaltit) tekoa	VeHa	Tarkastus ja puhdistus tehty
1.2 Perustusrakenteet ja maanpalmaseinät	Maata vasten olevien seinien ulkopintaan tulee vedeneriste (kumibitumimatto). Vedeneristystyössä kiinnitetään erityistä huomiota saumakohtien tiiviyteen ja koko eristeen eheyteen. Vedeneristeen mekaanista rasitusta voidaan tarvittaessa vähentää suojaamalla seinärakenne vedeneristykseen jälkeen esim. patolevyllä (levyä ei saa kuitenkaan kiinnittää vedeneristeen läpi). Kohteen kellarikerroksessa vesieriste jää suojaan eristelevyjen taakse.	VeHa	Vedeneristeen tiiviyys tarkastettu / suunnitelmien mukaisuus
	Anturan ja perustusrakenteiden välissä tulee olla kapillaarikatko (esim. bitumisiveli), mikäli salaojaputken ja kapillaarisen veden nousun katkaisevan maa-aineksen sijoittaminen anturan alapuolelle ei käytännössä toteudu. Jos anturan alle ei tule salaojituserosta, anturan läpi tulee tehdä poikkisuunnassa reikiä, jotta vesi rakennuksen alta pääsee virtaamaan salaojaputkiin.	VeHa	Veden kapillaarinen nousu perustusrakenteisiin estetty
	Kellarin seinärakenteen ja sokkeleiden vedenpoiston tulee toimia myös rakennuksen käytön aikana (ei saa tukkia esim. vedeneristystyössä). Vedenpoistoreikien eteen asennetaan tarvittaessa yhtenäinen patolevy, ettei paine-vesi pääse tunkeutumaan reikiä pitkin seinään. Veden pääsyn estämiseen elementtien eristetilaa tulee myös työaikana kiinnittää erityistä huomiota (säilsuojaus). Myös eristetilän tuuletuksen tulee toimia (ei saa täyttyä työaikana)	VeHa	Seinärakenteen vedenpoisto varmistettu
	Rakennekosteuden tulee poistua riittävästi ennen seinien päällystämistä tai pinnoittamista.	VeHa	Vedenpääsy seinärakenteeseen minimoitu
	Seinien sisäpintoihin suositellaan hyvin vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja. (poikkeus pesuhuoneiden vedeneritys)	VeHa	Rakenteiden kosteusraja-arvot selvitetty

(jatkuu)

LIITE 6: 2(6)



1.3 Alapohjat	<p>Maanvaraisen laatan alla tulee olla vähintään 200 mm kapillaarisen vedennousun katkaisevaa sepeliä (6-30 mm). Kerroksen alle levitetään tarvittaessa suodatinkangas, mikäli perusmaa on savea tai silttiä. Perusmaa muotoillaan salaojiin päin ja varmistetaan, ettei perusmaahan jää vettä kerääviä painanteita. Laatan alla tulee lisäksi olla kauttaaltaan lämmöneriste.</p> <p>Laattaa ei saa valaa kiinni seinärakenteeseen. Rakennetta ei suositella päällystettävän tiiviillä kosteusherkällä materiaalilla. Rakenneteksteuden on poistuttava riittävästi ennen lattian päällystämistä.</p> <p>Kosteiden tilojen kohdalla kallistusvalut tehdään suoraan betonilattioiden valun yhteydessä. Kosteiden tilojen rakenteeseen tulee lattialämmitys. Kosteusmittauskohdat merkitään ennen pintavalua lämmityskaapeleiden suojaamiseksi. Rakenteen tulee kuivua vedeneristeen edellyttämän RH arvon alapuolelle ennen vedeneristeen levitystä.</p> <p>Rakenteiden kuivattamisesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 2</p>	<p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p>	<p><i>Maanvaraisen laatan kosteustekninen toimivuus varmistettu. Rakaisuuskäyrät pyydetty.</i></p> <p><i>Maanvaraisen lattiarakenteen kuivattaminen huomioitu (kohta 2)</i></p> <p><i>Betonin kosteus alle 90 % ennen muovimaton asennusta.</i></p>
1.4 Julkisivut	<p>Työaikaisen kastumisen estämiseksi seinärakenteet tulee suojata kuljetuksen ja tarvittaessa myös asennuksen aikana. Tavarat pyritään tilaamaan täsmätoimituksena ja materiaalien kastuminen tontilla pyritään estämään sillä, että pakkaukset puretaan tontilla vasta juuri ennen asennusta.</p> <p>Veden pääsyn estämiseksi rakenteisiin, keveiden ulkoseinäelementtien sauma- ja liitosrakenteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Muun muassa ylimmän kasetin asennuksen jälkeen seinän päälle on asennettava välittömästi U-profiili tai muu vastaava suoja, joka estää sadeveden pääsyn rakenteisiin.</p> <p>Julkisivun seinien ja ikkunoiden yksityiskohdissa (vesipellitusten kaltevuus, myrskypellit, kittaukset jne.) tulee olla erityisen huolellinen, ettei viistosade pääse tunkeutumaan rakenteisiin.</p>	<p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p>	<p><i>Seinien kastumisriski huomioitu. Toimitukset ajoitettu / vastuutettu.</i></p> <p><i>Liitokset ja saumat ovat suunnitelmien mukaisia ja ne on tarkastettu</i></p> <p><i>Pellitykset ja kittaukset tarkistettu.</i></p>
1.5 Yläpohja ja vesikatto	<p>Tarkastetaan, että höyrynsulku on ehjä ja tiivis ja että liitosten limitykset ovat suunnitelmien mukaisia.</p> <p>Tarkastetaan, että mineraalivillalevyt on asennettu tiiviisti ja että ne on limitetty kerroksittain. Varmistetaan ettei lämmöneriste ole päässyt kastumaan.</p> <p>Tarkistetaan suunnitelmien mukainen tuuletus (alipainetuulettimien ja räystäsraakenteiden tulee vastata suunnitelmien mukaisia ratkaisuja)</p> <p>Tarkistetaan vesikate ja läpiviennit, erityisesti savunpoistoluukkujen asianmukaisuus on varmistettava. Katteen tulee olla kauttaaltaan ehjä ja tiivis.</p> <p>Vesikattotöitä ei tule tehdä sateessa. Keskeneräiset rakenteet tulee suojata kastumiselta.</p>	<p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p> <p><i>VeHä</i></p>	<p><i>Höyrynsulku tarkistettu</i></p> <p><i>Lämmöneriste tarkistettu</i></p> <p><i>Tuuletus tarkistettu</i></p> <p><i>Vesikate läpivientineen tarkistettu / katemateriaalit suunnitelman mukaiset</i></p>

LIITE 6: 3 (6)



1.6 Välipohjat	<p>Välipohjarakenne: 320 mm ontelolaatta + 60 mm pintabetonilaatta + pinoite. Ontelolaataston pinta tulee puhdistaa kaikesta orgaanisesta rakennusjätteestä ennen pintalaatan valua. Rakennekosteuden tulee poistua riittävästi ennen pintamateriaalin asennusta (kts. raja-arvot). Betonin kutistumat huomioitava.</p> <p>Toimistokerrokset 2 - 5: Linoleumimatto</p> <p>Auditorio, 1.krs neuvotteluhuoneet, edustustilojen oleskelutilat: Lauta-parketti</p> <p>1. krs pääaula, ravintola ja edustustila: Keraaminen laatta.</p> <p>Iv-konehuoneen lattia: 500mm ontelolaatta + 60mm pintabetonilaatta+ muovimatto. Ontelolaataston pinta tulee puhdistaa kaikesta orgaanisesta rakennusjätteestä ennen pintalaatan valua. Rakennekosteuden tulee poistua riittävästi ennen pintamateriaalin asennusta (kts.raja-arvot).</p> <p>Rakenteiden kuivattamisesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 2.</p>	VeHä	Ontelolaatan pinta on puhdistettu
		VeHä	<p>Pintabetonin kosteus alle 90 % ennen mattoasennusta</p> <p>Pintabetonin kosteus alle 85% ennen parkettiasennusta.</p>
1.7 Märkätilat	<p>Lattioihin tulee vedeneriste ja keraamiset laatat. Vedeneristeen pitkäaikaiskestävyys ja hyväksyntä on varmistettava. Ennen vedeneristeen tai muovimaton asennusta betonin tulee kuivua ko. materiaalin edellyttämän RH arvon alapuolelle (90%). Lattialämmitystä tulee käyttää ennen vedeneristeen asennusta. Lämpö suljetaan ennen asennusta ja asennuksen jälkeen kytketään uudelleen päälle lisäten lämpöä vähitellen. Muovimaton osalta on huomioitava, että kosteus voi aiheuttaa päällysteeseen muodonmuutoksia. Lisäksi on huomioitava että käytettävän liiman on kestettävä kyseinen kosteus (valmistajan ohjeet).</p> <p>Varmistetaan että lattioiden kallistukset ovat vähintään 1:100, lattiakaivon läheisyydessä 1:50. Vedeneristeen ja lattiakaivon yhteensopivuus tulee varmistaa. Lattiakaivon korokerenkaiden rakenteeseen ja liitoksen tiiviyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakenteiden nurkat, kulmat ja läpiviennit vahvistetaan ja tiivistetään hyväksytyllä vedeneristysvahvistuksella ja massalla.</p> <p>Keraamisten laattojen kiinnittämiseen tulee käyttää muodonmuutoskykyistä laastia. Laattojen nurkkasaumoihin sekä seinä- ja lattialaatoituksen välisiin saumoihin käytetään saniteettisilokonia.</p> <p>Vedeneristystyön suorittamiseen kiinnitetään erityistä huomiota (pätevä työntekijä)</p> <p>Varmistetaan, että suihkun läheisyydessä on poistoilmaventtiili ja että kylpyhuoneeseen saadaan korvausilmaa.</p>	VeHä	<p>Aineiden yhteensopivuus varmistettu.</p> <p>Betonin kosteus alle 90 % ennen vedeneristemassan tai muovimaton asennusta.</p>
		VeHä	<p>Kaadot tarkistettu.</p> <p>Vesieristys tarkistettu</p>
		VeHä	Materiaalit tarkastettu
		VeHä	Henkilösertifikaatti tarkistettu
		VeHä	Tilan tuuletusratkaisut ja -suunnitelmat tarkistettu
1.8 Pinta-vesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät	<p>Varmistetaan, että pintavedet ja kattovedet ohjautuvat pois rakennuksen vierustoilta eikä niitä ohjata salaojaverkostoon ja että rakennuksen seinustoilla on <u>vetä pidättävä seinästä pois</u>päin ohjaava kalvea kerros. Vettä ohjaavan maanpinnan sopiva vähimmäiskalveus kolmen metrin etäisyyteen sokkelista on 1:20 (korkeuserovähintään 0,15 m).</p>	VeHä	Kaltevuudet tarkistettu ja verrattu pintatasussuunnitelmaan

LIITE 6: 4 (6)



Kosteudenhallintasuunnitelma

Sivu 4/6

2. RAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT / PÄÄLLYSTÄMINEN				
Rakenne	Sijainti	Päällyste-materiaali	Tavoite-Kosteus RH (%)	Kuivumisaika-arviot ja toimenpiteet
VP 5	Väestösuojan katto	Muovi- / Linoleumi-matto	90 %	Väestösuojan katto 400mm + pintabetonilaatta 60mm. Olosuhteet: kosteassa 4 viikkoa, mahdollisesti kastuu, sitten n. 50 % RH ja T 18 °C. Normaali betoni K30 (v/c = 0,7) kuivuminen 90 % RH:n n. 39 viikkoa → Aikataulu ei riitä (30vk), käytettävä NP- betonia.
AP1	Maanvarainen laatta	kuivapuriste-laatta, muovimatto	90 %	Lattia 100 mm paksu, alla EPS. Olosuhteet kosteassa 4 viikkoa, mahdollisesti kastuu, sitten n. 50 % RH ja T 18 °C. Normaali betoni K30 (v/c = 0,7) kuivuminen 90 % RH:n noin 13 viikkoa. (kuivuminen yhteen suuntaan) → Aikataulun puitteissa lattian kuivumiselle jää aikaa, koska mattotyöt noin 18–20 viikon päässä alapohjan valusta.
AP2	maanvarainen lattia, väestönsuojat	kuivapuriste-laatta, muovimatto	90%	Lattia 150 mm paksu, alla EPS. Olosuhteet kosteassa 4 viikkoa, mahdollisesti kastuu, sitten n. 50 % RH ja T 18 °C. Normaali betoni K30 (v/c = 0,7) kuivuminen 90 % RH:n noin 22 viikkoa. (kuivuminen yhteen suuntaan) → Aikataulun puitteissa lattian kuivumiselle jää aikaa, koska mattotyöt noin 26 -28 viikon päässä alapohjan valusta.
AP3 / VP 1	1. krs alapohja Toimistotilan lattia	Kuivapuriste-laatta, lautaparketti Linoleumi-matto	90 %, parketilla 85%	320 mm ontelolaatta + 60 mm pintabetonilaatta. Olosuhteet: kosteassa 4 viikkoa, mahdollisesti kastuu, sitten n. 50 % RH ja T 18 °C, jolloin ontelolaatta kuivuu noin 4 viikossa. Normaali betoni K30 (v/c = 0,7) kuivuminen 90 % RH:n noin 5 viikkoa ja 85% noin 8 viikkoa. → Aikataulu ok, ennen pintabetonilaattaa runkolaatta on kuivunut. → Aikataulussa varattu kuivumiselle yli 8 viikkoa
VP3	Iv-konehuoneen lattia	Muovimatto	90 %	Ontelolaatta 500 mm + 60mm pintabetonilaatta. Olosuhteet: kastuu n. 4 viikkoa, sitten n. 50 % RH ja T 18 °C, jolloin ontelolaatta kuivuu noin 4 viikossa. Normaali betoni K30 (v/c = 0,7) kuivuminen 90 % RH:n noin 5 viikkoa → Aikataulu ei riitä (n. 4vk), käytettävä NP- betonia.
3. OLOSUHDEHALLINTA				
3.1 Kastumisen estäminen / suojaukset				
Osa-alue	Työmaalla huomioitavat vaatimukset sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet			Vastuuhenkilö/kuittaus
Rungon suojaaminen kastumiselta	Maanpaine-elementtien eristetilä suojataan yläpäästä joko elementtitehtaalla tai välittömästi asennuksen jälkeen. Runko pyritään nostamaan mahdollisimman pian, jotta seuraava kerros toimisi edellisen kerroksen katteena (välipohja elementtien saumavalut mahdollisimman pian). Yläpuolisen holvin aukot tiivistetään mahdollisimman pian, jotta veden valuminen alemmille holville pystytään estämään. Mikäli holville sataa lunta, poistetaan se mekaanisesti, Ei sulattamalla. Mikäli hoville sataa / sulaa vettä, poistetaan vesi mahdollisimman pian esim. vesi-imurilla. Ulkoseinäelementtien asennus aloitetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta vaippa saadaan tiiviiksi. Vaipassa olevat ikkunaukot yms suljetaan suojapeitteillä. Ulkoseinäelementtien ylimmät osat suojataan välittömästi asennuksen jälkeen, jotta sadeveden pääsy rakenteisiin saadaan estettyä.			VeHä
Materiaalinen kastumisen estäminen	Sovitaan toimitusten oikea-aikaisuus. Edellytetään kuljetuksen aikaista suojausta. Suunnitellaan varastointipaikat ja menetelmät ajoissa. Noudatetaan valmistajan antamia ohjeita varastoinnin suhteen.			VeHä
Keskeneräisten rakenteiden suojaus	Suojataan keskeneräiset rakenteet kastumiselta. Erityistä huomiota tulee kiinnittää kevyiden ulkoseinien suojaamiseen.			VeHä
Vesivahingot	Vesivahingon sattuessa rakenteisiin päässyt vesi poistetaan välittömästi. Vesi poistetaan rakenteista esimerkiksi vesi-imureilla, yms. kuivauslaitteilla, jotka voidaan noutaa tarpeen vaatiessa työmaalle nopeasti. Työmaahenkilökuntaa ja aliurakoitsijoita on valistettava veden "vaarallisuudesta", jotta he kukin osaltaan huolehtisivat, ettei heidän työsuorituksensa seurauksena rakenteisiin pääse ylimääräistä kosteutta (esim timanttiporaukset).			VeHä

LIITE 6: 5 (6)



3.2 Rakenteiden kuivatus		
Osa-alue	Työmaalla huomioitavat vaatimukset ja reunaehdot sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet	Vastuuhenkilö/kuittaus
Tavoiteolosuhde (sisäilman T ja RH)	Kun rakennuksen vaippa on tiivis, pyritään saamaan huonetiloihin noin + 20°C:n lämpötila ja alle 50% ilman suhteellinen kosteus	VeHä
Ulkoilman olosuhteiden vaikutus	Kuivatusjakso ajoittuu maaliskuulle. Ajanjakso on kuivattamisen kannalta suotuisa, sillä juuri alkukeuhalla ulkoilman kosteussisältö on pienimmillään ja toisaalta, mitä pidemmälle mennään, laskee myös suhteellinen kosteus lähemmäs tavoitekosteutta. Ulkoilman kasvavan kosteussisällön vuoksi sisäilman RH voi kuitenkin poiketa tavoitearvosta. Mutta mikäli riittävästä lämmityksestä ja ilmanvaihdosta huolehditaan, ongelmia ei pitäisi esiintyä.	VeHä
Rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntäminen	Oma lämmitysjärjestelmä pyritään saamaan toimintakuntoon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Sovitaan asiasta LVI-urakoitsijan kanssa.	VeHä
Lisälämmitys- ja kuivatuslaitteiden tarpeen määrittäminen	Kohteessa tulee mittauksin seurata sisäilman RH:ta ja lämpötilaa. Mikäli tavoitetasoa ei saavuteta normaalityönteillä, käytetään tarvittaessa lisälämmitys- ja kuivatuslaitteita. Lisälämmitystarvetta voi olla myös kesällä. Ilman kiertoa voidaan lisätä erilaisilla puhaltimilla. Ilman kuivaustarvetta voi esiintyä erityisesti kellarikerroksessa (kylpyhuoneissa). Ilmankuivaajia käytettäessä on ehdottoman tärkeää huolehtia, että kuivatettava tila on tiivistetty huolellisesti (ettei kerätä kosteutta ulkoa). Kuivaajien käyttötarve määritetään sisäilman kosteusmittaustulosten perusteella (jos RH: ta ei muuten saada lähelle tavoitearvoja).	VeHä
Kuivatussuunnitelma	Kohteeseen ei tarvita erillistä alueellista kuivatussuunnitelmaa. Kuivatustoimenpiteistä päätetään tapauskohtaisesti kosteusmittaustulosten perusteella.	VeHä
4. KOSTEUSMITTAUSSUUNNITELMA		
Toimenpide		Vastuuhenkilö/kuittaus
Suoritettavat mittaukset	Mitataan sisäilman suhteellinen kosteus RH(%) ja lämpötila tavoiteltavien kuivumisolosuhteiden saavuttamisen varmistamiseksi. Mitataan pintalaattojen kosteus ennen pinnoitusta. (seurantamittaukset ja päällystettyysmittaukset). Mitataan maanvaraisen lattia kosteus noin 4 viikkoa ennen arvioitua pinnoitustyön aloitusta (seurantamittaus) sekä päällystettyysmittaus ennen työn aloitusta. Mitataan kosteiden tilojen betoniseinät ennen vedeneristysten aloitusta. Mitataan tarvittaessa mahdollisesti kastuneet rakenteet.	VeHä
Mittausmenetelmän ja laitteiston valinta	Sisäilmanmittaukset ja rakennekosteusmittaukset tehdään suhteellisen kosteuden mittaukseen tarkoitettuilla laitteilla. Päällystettyysmittauksia ei tehdä pintakosteudenosoittimilla.	VeHä
Varmistetaan, että mittalaitteet on kalibroitu	Suhteellisen kosteuden mittalaitteilla tulee olla enintään kuuden kuukauden ikäinen todistus kalibroinnista	VeHä
Valitaan mittaustyöntekijä	Mittajalla tulee olla riittävät tiedot mittalaitteiden toimintaperiaatteista ja niihin vaikuttavista tekijöistä, mitattavan rakenteen toimivuudesta sekä mitattavan materiaalin ominaisuuksien vaikutuksesta mittaukseen.	VeHä
Suunnitellaan mittausten laajuus ja ajankohta	Ensimmäinen rakennekosteusmittaus tehdään pian sen jälkeen kun kohteen vaippa on ummessa ja lämpöpöydällä, jolloin saadaan käsitys rakenteiden kosteustilasta ja kuivatusarpeesta. Seuraava mittaus vähintään 2 viikkoa ennen aloitettua päällystystyön aloitusta ja viimeinen (kattavampi) mittaus vähän ennen päällystystyötä	VeHä

LIITE 6: 6 (6)



Kosteudenhallintasuunnitelma

Sivu 6/6

Tulosten käsittely	Mittaustulosten perusteella todetaan rakenteiden riittävä kuivuminen. Varmistetaan, että päällystettävät betonirakenteiden kosteus alittaa päällystemateriaalien edellyttämän suhteellisen kosteuden arvon. Mittausraportit liitetään työmaa-asiakirjoihin. Mittausraporteissa tulee tulosten lisäksi olla tarkka mittausmenetelmäkuvaus (mittalaitteet, mittausajat, mittauspisteet jne.)	VeHä
--------------------	--	------

Kosteudenhallintasuunnitelman hyväksyntä

Päiväys ja paikkakunta

Päiväys ja paikkakunta

(suunnitelman hyväksyjä)

(suunnitelman laatija)