

Äänekosken K–Citymarketin työmaalogistiikka

Jarno Ojansivu

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jarno Ojansivu	
Työn nimi Äänekosken K-Citymarketin työmaalogistiikka	
Päiväys 9.5.2012	Sivumäärä/Liitteet 32+4
Ohjaaja(t) Yliopettaja Jorma Saarijärvi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike Porrassalmi Oy / Kari Porrassalmi, tuotantojohtaja	
Tiivistelmä <p>Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella, seurata ja kehittää Rakennusliike Porrassalmi oy:n työmaalogistiikkaa. Työ toteutettiin Äänekosken K-Citymarketin työmaalla, joka melko suurena työmaana lähellä kaupungin keskustaa asetti haasteita logistiikan käytännön toteutukseen. Työssä oli tavoitteena tutkia logistiikkaa nimenomaan työmaan näkökulmasta katsottuna.</p> <p>Työ toteutettiin suunnitteleamalla logistiikkaa työmaan edetessä sekä havainnoimalla logistiikan häiriöitä ja ratkaisemalla eteen tulleita ongelmakohtia. Työssä kiinnitettiin huomiota materiaalitöiden lisäksi myös tiedon kulkuun eri osapuolten välillä, sekä ali- ja sivu-urakoitsijoiden logistiikan johtamiseen.</p> <p>Työssä havaittiin logistiikan ongelmakohtia sekä materiaalitoimituksissa että tietovirroissa. Materiaalilogistiikan suunnittelu on jatkuva prosessi työmaan edetessä, jota ei käytännössä kannata suunnitella liian tarkasti liian pitkälle, sillä häiriöiltä ei työmailla käytännössä voi välttyä. Logistiikkaa kannattaakin suunnitella samoilla tarkentuvan suunnittelun periaatteilla, joita myös aikataulun suunnittelussa käytetään. Työssä havaittiinkin hyväksi tuoda logistiikan suunnittelu viikkosuunnittelun yhteyteen. Tietovirtojen osalta logistiikan suunnittelu on suoraviivaisempaa, eikä itse suunnittelua tarvitse tehdä tarkentuvasti. Tietovirroissa tärkeintä onkin selvät suunnitelmat miten toimitaan häiriötilanteissa ja vastuiden tiedostaminen.</p>	
Avainsanat	
Logistiikka, materiaalivirrat, tietovirrat	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Jarno Ojansivu			
Title of Thesis Construction Site Logistics at K – Citymarket of Äänekoski			
Date	May 9, 2012	Pages/Appendices	32+4
Supervisor(s) Mr Jorma Saarijärvi, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Rakennusliike Porrassalmi Oy, Mr Kari Porrassalmi, Production Manager			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to plan, monitor and develop construction site logistics in the Rakennusliike Porrassalmi Oy. The study was carried out at the construction site of K–Citymarket Äänekoski, a large site near the city center. The location and size of the project caused some challenges for practical logistics.</p> <p>The study was carried out by planning the logistics of the site along the progress of construction, observing the logistical problems as they occurred, and subsequently solving them. Attention was paid to the delivery of materials, the flow of information between the various partners, and the logistics management of subcontractors and side contractors.</p> <p>Logistical problems were discovered in both the material deliveries and in the data flows. It was discovered that even material logistics planning requires constant attention to details, it should not be done too early. Disturbances cannot be avoided at sites, therefore a proper logistics plan must be taken into consideration in these potential pitfalls. Therefore logistics supports a revised plan with the same planning principles that stands for schedule planning. The thesis showed it is favored to incorporate the logistical planning with the weekly plan. Data flows for logistics are more straightforward and can therefore be planned more accurate in advance. It can be stated that in data flows, the most important things are the awareness of responsibilities and to have clear plans for how to react to disturbances.</p>			
Keywords Logistics, material deliveries, data flow			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Rakennusliike Porrassalmi Oy:n kanssa vuonna 2011 Äänekosken K-Citymarketin työmaalla tehtyjen havaintojen pohjalta. Kiitän työni ohjaamisesta, neuvojen antamisesta sekä tarkastamisesta Savonia-ammattikorkeakoulun yliopettaja Jorma Saarijärveä.

Rakennusliike Porrassalmelta haluan kiittää jämäkästä ohjauksesta sekä mahdollisuuden antamisesta omien taitojen näyttämiseen tuotantojohtaja Kari Porrassalmea. Lisäksi kiitän työni alkuvaiheessa neuvoja opinnäytetyöhöni ja työmaille yleisemmin antanutta silloista projektipäällikköä Olli Ikkalaa sekä työmaan vastaavaa työnjohtajaa Juhani Miettistä erityisesti ”vanhan kansan mestarin” oppien antamista.

Suuri kiitos kuuluu myös kotoväelleni ymmärtämisestä ja kannustamisesta sekä opintojen että erityisesti tämän työn valmistumisen aikana.

Jyväskylässä 9.5.2012

Jarno Ojansivu

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	7
2. LOGISTIIKKA	9
2.1 Logistiikan peruslähtökohdat	9
2.2 Logistiikan osa-alueet	9
2.3 Miten työmaalogistiikka suunnitellaan?	10
2.4 JOT-tuotanto	11
2.5 Suunnittelutyön vaikutukset logistiikkaan	12
2.6 Materiaalitoimitusten toimitushäiriöt	13
3. ÄÄNEKOSKEN K-CITYMARKETIN TYÖMAALOGISTIIKKA	15
3.1 Työmaan sisäisen logistiikan resurssit	16
3.2 Logistiikan erityishaasteet kohteessa	18
3.3 Teräsrunkoitoimitus	19
3.4 Betonielementtirunko	21
3.5 Paikalla valetut rakenteet	21
3.6 Ulkoseinät	22
3.7 Vesikattotyöt	23
3.8 Mosaiikkibetonilattiat	24
3.9 Liukukäytävä	24
3.10 Ovet, ikkunat ja lasiseinät	25
3.11 Sivu-urakoitsijat	26
3.12 Yleisiä huomioita kohteen logistiikasta	26
4. JOHTOPÄÄTÖKSET	28
5. LÄHTEET	31
6. KIRJALLISUUTTA	32

LIITTEET

Liite 1. Esimerkkejä työmaalla käytetyistä aikataulupiirustuksista.

1. JOHDANTO

Työssä kuvataan Äänekoskelle vuonna 2011 rakennetun K-Citymarketin logistiikan haasteita ja toteutusta pääurakoitsijana toimineen Rakennusliike Porrassalmi oy:n näkökulmasta. Rakennusliike Porrassalmi on perustettu vuonna 1948 ja se onkin Keski-Suomen vanhin yhä toimivista rakennusalan perheyrittäjä. Vaikka Rakennusliike Porrassalmi lukeutuukin keskisuuriin yrityksiin, on se paikallisesti arvioiden maakunnan suurimpia niin henkilömäärällisesti kuin rakennettujen kuutioiden mukaan laskettuna. Viime vuosina yrityksen liikevaihto on vaihdellut 10-20 miljoonan euron suuruusluokassa. Työntekijöiden lukumäärä vaihtelee 60-100 välillä. Toimihenkilöitä yrityksessä on noin 15. Yhtiön toimialaan kuuluu talonrakennusala kattavasti käsittäen niin omaa asuntotuotantoa kuin urakointia asuin-, liike-, julkisen- ja teollisuusrakentamisen aloilla sekä korjausrakentamista.

Tämän työn tavoitteena on selvittää rakentamisen logistiikan haasteita ja pohtia logistiikan kehittämistä Rakennusliike Porrassalmella tulevaisuudessa vastaavankaltaisissa hankkeissa. K-Citymarket toteutettiin Äänekosken keskustaan pienehkölle tontille melko vilkkaan Äänekoskentien ja keskustaa rajaavan Työskintien väliin. Urakan tarjoamat logistiset haasteet olivat jo alussa tiedossa ja siksi pääurakoitsija halusi kiinnittää niihin erityistä huomiota.

Toimivaa rakennustyömaan logistiikkaa pidetään yleisestikin tärkeänä. Helposti logistiikaksi kuitenkin ajatellaan lähinnä vain tavaratoimitukset, varastointi työmaalla, rakennusmateriaalien siirto mestoille ja työmaan jätehuolto. Tämä on rakennusyrityksen näkökulmasta luonnollista, sillä toimivat toimitukset ovat työmaan kannalta avainasemassa. Logistiikka kuitenkin kattaa paljon enemmän. Logistiikkaa voi määrittellä monellakin tavalla ja erilaiset toimijat ajattelevat logistiikkaketjut omista näkökulmistaan kukin eri tavalla. Tässä työssä käsitellään logistiikkaa työmaan näkökulmasta.

Jari Panhelainen määrittelee logistiikan tavoitteeksi: ”Prosessi, jonka avulla hallitaan materiaalivirtaa ja siihen liittyvää palvelua sekä tietovirtaa siten, että toiminnan laatu ja kustannustehokkuus maksimoituvat.” [1, s.2] Ilkka Kouri puolestaan määrittelee logistiikan: ”Logistiikan piiriin kuuluu kaksi keskeistä tehtävää, materiaalityömaiden toteutuksen organisointi ja materiaalityömaiden käytännön ohjaus.” [2, s.464]

Logistiikkaketjuun kuuluu siis tietovirta olennaisena osana. Esimerkiksi muutospiirustusten kulku suunnittelijoilta pääurakoitsijan kautta elementtitehtaalle on tärkeä logistinen tietovirta, jota ilman oikeanlainen elementti ei työmaalle saavu. Logistiikka liittyykin läheisesti sekä hankintoihin että suunnitteluun. Yhdeksi logistiikan keskeiseksi ominaisuudeksi voisikin määritellä eri osapuolien yhteistoiminnan, sillä osapuolten välillä on sekä tieto, että materiaali liikkuu. Tässä työssä käsitellään hankintoja ja suunnittelua ainoastaan esimerkinomaisesti nimenomaan työmaan logistiikan näkökulmasta. Työssä myös esitellään tietotekniikan ja erityisesti tietoverkkojen merkittävyyttä tietovirtojen hallinnassa nykyaikaisella työmaalla.

Mikäli logistiikaksi ajatellaan vain materiaalikuljetukset työmaalle ja työmaan sisäiset siirrot, on tästä helposti seurauksena, että logistiikkaan ei panosteta tarpeeksi ainakaan työmaan alkuvaiheessa. Toimivan logistiikkasuunnitelman puuttuessa seuraa helposti se, että työmaan edetessä työnjohto joutuu ratkomaan jatkuvasti logistiikkaa koskevia ongelmia, mikä lisää kustannuksia mm. odotusajoissa ja siirroissa. Olen itse kutsunut termillä ”damage control” tilaa, joka syntyy kun työnjohdon aika kuluu lähinnä poukkoillessa ongelmasta toiseen kriittisyys järjestyksessä. Työn yhtenä tavoitteena onkin kuvata tutkitun työmaan logistiikan ongelmakohtia ja ratkaisukeinoja niihin yrityksen tulevia projekteja ajatellen.

2. LOGISTIIKKA

2.1 Logistiikan peruslähtökohdat

Työmaalle saapuvia materiaalivirtoja suunniteltaessa kaksi peruslähtökohtaa ovat:

- 1) Tavoitteena on tuoda työmaalle täysiä kuormia rahtikulujen hillitsemiseksi.
- 2) JOT-tuotannon perusajatus, eli tuodaan materiaaleja mahdollisimman vähän mahdollisimman oikeaan aikaan suoraan asennuspaikkaan.

Nämä kaksi perusajatusta ovat monesti pahasti ristiriitaisia. Täyden rekkakuorman materiaalien asentaminen kestää monesti vähintäänkin päiviä. Tästä johtuen kuormia ei monesti voida purkaa haluttuun paikkaan, jolloin seurauksena on ylimääräisiä siirtoja työmaalla. Se miten nämä kaksi lähtökohtaa vaikuttaa mihinkin hankintaan täytyy ottaa huomioon tapauskohtaisesti. Periaatteena voitaneen kuitenkin pitää, että työmaa ei ole varasto, sillä työmaalla materiaalien säilytykseen ja siirtoihin sisältyy aina riskejä.

Tietovirtojen perustavoitteena on saada kaikki olemassa oleva tarpeellinen informaatio muille osapuolille. Nykyisin tietoverkkojen aikakautena tiedon levittäminen on entistä helpompaa. Uudet suunnitelmat ja ohjeet, valokuvat mallitöistä, kysymykset, pöytäkirjat, tilaukset ja tilausvahvistukset, muutokset jne. liikkuvat tietoverkossa napinpainalluksella. Puhelimella monta asiaa voidaan myös tarkistaa tai sopia, mutta tällöin väärinymmärryksen mahdollisuus kasvaa ja mikä kriittisintä, asiasta ei jää minäkäänlaista dokumenttia talteen. Kaikki tietoverkon kautta lähetetty informaatio on myös mahdollista tallentaa, jolloin vältetään myöhemmin mahdollisesti tulevat kiistat tietovirran sisällöstä.

2.2 Logistiikan osa-alueet

Logistiikka jakautuu tietoprosessiin ja reaali prosessiin. Johdannossa jo käsiteltiinkin perinteisesti ajateltua logistiikkaa, joka käsittää vain materiaalien toimitusta työmaalle, työmaan sisäisiä siirtoja ja jätehuoltoa. Edellä mainitut toimet ovatkin juuri tätä reaali prosessia. Tietoprosessissa sen sijaan siirretään eri toimijoiden välillä informaatiota. Jätekuormaa ei esimerkiksi haeta työmaalta ilman herätettä työmaalta jätekuljetuksia hoitavaan yrityksen suuntaan. Työmaan johdon kannalta hyvin tärkeitä onkin

hallita ja suunnitella tätä tietoprosessia. Toisaalta rakentamisessa syntyy aina häiriöitä ja ohjausjärjestelmässä onkin varauduttava näiden häiriöiden synnyttämiin epävarmuustekijöihin. Logistiikkaohjausjärjestelmä ei näin ollen saa olla liian jäykkä, vaan häiriöihin pitää pystyä reagoimaan joustavasti, jotta niiden vaikutukset saadaan minimoitua. [3, s.11]

2.3 Miten työmaalogistiikka suunnitellaan?

Rakennushankkeen logistiikan toteutusta suunniteltaessa tehdään logistiikkasuunnitelma. Rakentaminen eroaa monesta muusta alasta siinä, että koko projektin aikaista suunnitelmaa on ilmeisen hankala tehdä alussa kerralla valmiiksi. Hankkeen suunnitelmat onkin hajautettava systemaattisesti osiin. Suunnitteluprosessin aluksi tehdään suurimpien osakokonaisuuksien suunnittelu ja tarkempi suunnittelu-, ohjaus- ja toteutusvastuu annetaan osakokonaisuuksista vastaaville henkilöille. Rakennustyömailla toimitusten aikataulut saattavat muuttua matkan varrella siten, että aiemmin suunnitellut kulkureitit tai varastointialueet eivät ole myöhemmin käytettävissä. Materiaalilogistiikan lisäksi myös muiden tuotantoresurssien ohjaus suunnitellaan saman periaatteen mukaisesti, eli aliorakoiden, oman työvoiman, sekä koneiden ja kaluston hallinta. [3, s.12, 24]

Materiaalitoimituksia ei siis kannata suunnitella liian aikaisin liian tarkkaan, vaan suunnitelmia tulee tarkentaa matkan varrella. Näin saavutetaan joustavuutta toimituksiin sekä vähennetään yllättäviä tilanteita.

Opas rakentamisen logistiikkaan [4, s.74] tarjoaa esimerkin tällaisesta tarkentuvuudesta:

- Karkea suunnittelu 1-3 kuukautta ennen 1. erän toimitusta:
 - o jako eriin
 - o toimitusviikot
- Tarkka suunnittelu 1-3 viikkoa ennen toimitusta:
 - o päivä
 - o määrä
 - o purku
 - o varastointi.

Suunnitellessa logistiikkaa huomioitavia asioita ovat esimerkiksi:

- työmaaliikenteen kulkureitit ja -aukot sekä purku- ja varastointipaikat
- sisäisten siirtojen resurssit, niiden käytännön ohjaus ja aikataulutus
- logistiikan ohjaus, kuka vastaa ja miten tieto siirtyy työmaalla
- hankintaosaston ja työmaan välinen tiedonsiirto
- suunnitelmien ja piirustusten ajan tasaisuuden varmistaminen
- suunnittelijoiden ja alihankkijoiden/toimittajien välinen tiedonsiirto
- työmaan jätehuolto
- kuormakirjojen, läheteiden, laskujen yms. tarkastukset ja yrityksen sisäinen posti
- potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), eli odotettavissa olevat häiriöt ja niihin varautuminen
- edellisten varajärjestelmät lomien tai sairaslomien aikana.

Hyvät suunnitelmat auttavat paljon. Kuitenkin työmaalla tulee aina yllättäviä tilanteita, joihin pitää osata reagoida joustavasti. Logistiikka onkin monesti tilannejohtamista. Kokeneelle työnjohdolle tästä ei yleensä ole haittaa, kunhan kokonaisuus on hallinnassa eikä luisuta damage control –tilaan.

2.4 JOT–tuotanto

JOT–tuotannon (Juuri Oikeaan Tarpeeseen, eng. JIT, Just-In-Time) sopivuutta rakennustuotantoon on käsitelty monessa alan teoksessa. Teollisuustalous kirjassa JOT–tuotanto on määritelty siten, että

”tuotannossa pyritään valmistamaan tuotteita ja osia vain välittömän tarpeen verran. JIT–tuotannolle on ominaista pienerävalmistus, jossa tuote-eriä valmistetaan toistuvasti pienin väliajoin. Toimintamallin tehokkuus perustuu valmistettavan tuotteen nopeaan läpäisyyn tuotantoprosessissa.

JIT–tuotannossa materiaalivirrat pyritään pitämään ohuina ja nopeina, turhaa varastonmuodostusta pyritään välttämään viimeiseen asti.

Valmistuksessa läpäisyaikojen lyhentämisen keskeisiä keinoja ovat valmistuserien koon pienentäminen ja tuotteen välivarastojen poistaminen.” [2, s.361, 406]

Rakennustuotannossa ei luonnollisestikaan ole tarkoitus valmistaa kohteita pienerävalmistuksena. Asiaa voi kuitenkin miettiä ajattelemalla asiaa seuraavan portaan kannalta eli että teollisuudessa valmistetut materiaalit tulevat pienerissä työmaalle tarpeen mukaan siten, että materiaalien varastointiaika työmaalla saadaan mahdollisimman pieneksi.

Pankakosken [5, s.8-9] näkemyksen mukaan sarja- ja yhtenäistuotanto onnistuu käänteisesti työmaalla. Teollisuudessa linjalla liikkuvan tavaran sijaan rakennustyömaalla liikkeekin työntekijä. Näin ollen samoja työkaluja voi käyttää myös työmaalogistiikkaa suunniteltaessa.

JOT-tuotannon hyvinä puolina rakennusalalla voitaneen pitää ainakin seuraavia:

- ei tarvita kallista varastointia
- vältetään ylimääräistä siirtelyä, jossa materiaalit vaurioituvat helposti
- materiaalit veloitetaan toimituksesta, mutta tilaajaa laskutetaan yleensä vasta kun työ on tehty -> raha saadaan liikkumaan nopeammin, jolloin säästetään korkokuluissa.

2.5 Suunnittelutyön vaikutukset logistiikkaan

Suunnitteluprosessin vaikutukset hankkeen logistiikkaan ovat merkittävät. Suunnittelun edistyessä hyvin, vastuu logistiikan onnistumisesta on työmaan käsissä. Mikäli suunnitteluprosessissa sen sijaan on vaikeuksia, saattaa sillä olla pitkäkantoisia vaikutuksia koko ketjuun.

Unto Miettisen mukaan [3, s.15] suunnittelukäytännön ja rakennussuunnitelmien yleisimpiä puutteita ovat seuraavat:

- Suunnittelun valmiusaste on riittämätön rakentamisen käynnistyessä.
- Suunnittelu etenee hitaammin kuin rakentaminen.
- Eri suunnitelmia ei ole verrattu toisiinsa.
- Suunnitteluratkaisut ovat vaikeita toteuttaa.

- Muutospiirustuksia laaditaan runsaasti.
- Keskeneräisiä suunnitelmia toimitetaan tuotantoon.
- Rakentamisessa tarvittavat tiedot ovat hajallaan eri suunnitelmissa.
- Piirustusten numerointikäytäntö vaihtelee suunnittelijoittain.
- Muutoksia ei merkitä selkeästi muutospiirustuksiin.

Suunnitteluprojektin myöhästyminen vaikuttaa myös haitallisesti itse suunnitteluprosessiin. Kun työmaalla huomataan suunnitelmapuutteita, aletaan niitä vaatia suunnittelijoilta, jolloin suunnittelutoimistossa on vaara joutua ”damage control” –tilaan. Tällöin työmaalle toimitetaan juuri ne piirustukset mitä pyydetään, mutta suunnittelijoilla ei ole välttämättä aikaa tarkastaa työnsä laatua riittävästi ja verrata niitä muihin suunnitelmiin. Tällöin seurauksena on helposti ristiriitaisuuksia, mistä seuraa muutoksia ja häiriöitä tuotantoon. Tästä seuraa helposti noidankehä, joka vielä pahentaa tilannetta. Samalla suunnitelmien suunniteltu toimitusjärjestys häiriintyy, jolloin rakentaja vaatii jo seuraavia kuvia ja vaarana on, että sekä suunnitteluprosessi, että tuotantoprosessi ajautuvat kaoottiseen tilaan. [3, s.16]

Tämä suunnitteluprosessin pettäminen tapahtuu aluksi lähes huomaamatta ja kun tilanne on pahentunut riittävästi, sen korjaaminen vähin vaurioin voi olla hankalaa. Suunnittelun ohjaus onkin monimuotoisemmissa kohteissa ensiarvoisen tärkeää. Äänekosken Citymarketin suunnitteluprosessin vaikeudet eskaloituivat lähinnä teräsuunnitteluun, josta on kerrottu tarkemmin kohdassa 3.3 Teräsrunkotoimitus.

2.6 Materiaalitoimitusten toimitushäiriöt

Pankakoski [5, s.30] on listannut yhteenvetona eri materiaalihallintaa koskevista tutkimuksista tavallisimpien toimitushäiriöiden syyt:

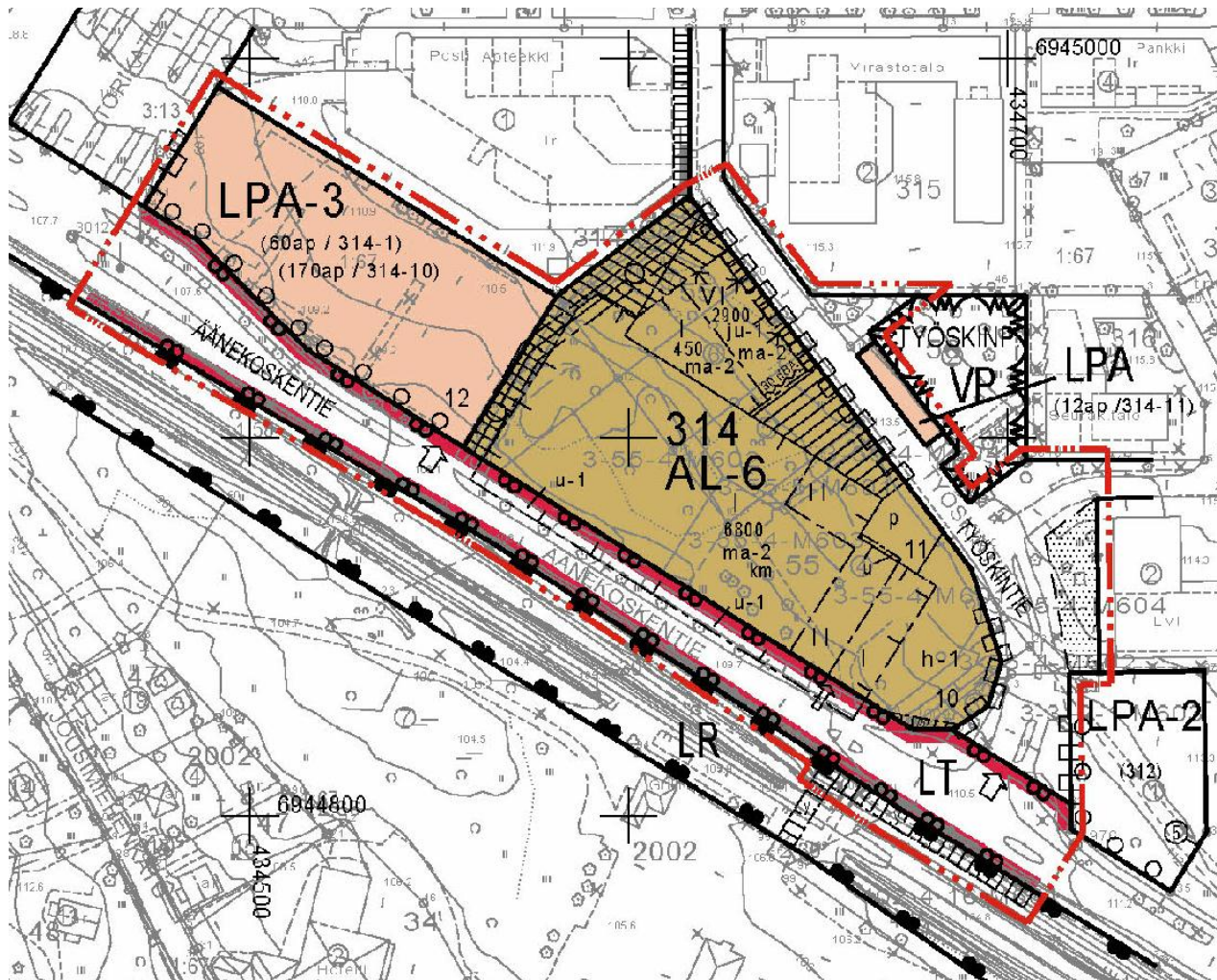
- Toimitusta ei ole suunniteltu.
- Vastuun jakautuminen hankintaosaston ja työmaan kesken on epäselvä.
- Tarjouspyyntö-/tilausasiakirjat ovat epäselviä ja ristiriitaisia.
- Riippuvuuksia muihin töihin ei ole selvitetty.
- Laitteiden ja materiaalien siirtoja ei ole suunniteltu.
- Toimitusosoitteet ovat epäselviä.
- Ei ole otettu huomioon toimitusaikojia tai ei olla tietoisia työmaan tarpeesta.
- Toimitusta ei ole valvottu ja toimittaja on laiminlyönyt toimituksen niin, että toimitus viivästyy.

- Materiaali ei ole laadultaan hyväksyttävää.
- Materiaalit toimitetaan työmaalle väärässä suoritusjärjestyksessä.

Suurimpaan osaan edellä mainituista häiriöistä pystyy työmaa itse vaikuttamaan ratkaisevasti. Hyvin valmistelluilla hankinnoilla ja riittävän tarkkoilla sopimuksilla lähes kaikki edellä mainitut pystytään välttämään.

3. ÄÄNEKOSKEN K-CITYMARKETIN TYÖMAALOGISTIIKKA

Rakennuskohde oli Äänekoskelle rakentunut uusi K – Citymarket. Rakennuksen kerrosala on noin 7 000 m² ja kellarin pysäköintihallin kanssa yhteenlaskettuna bruttoala noin 13 000 m². Rakennuksen tilavuus yhteensä on noin 75 000 m³, josta lämmintä noin 57 000 m³. Kohteessa on liiketila 1. kerroksessa, toimistot 2. kerroksessa ja paikoitushalli on kellarikerroksessa. Citymarket rakennettiin melko vilkkaasti liikennöidyn Äänekoskentien ja kaupungin keskustaa rajaavan Työskintien väliin. Luoteissivustalta tontti rajoittuu kaupungin omistamaan LPA-3 pysäköintialueeseen, jonka peruskorjaus sisältyi urakkaan. Alkuvaiheessa LPA-3 alueesta saatiin käyttöön osa varastointia varten. Myös Äänekoskentie ja Työskintie peruskorjattiin. Rakennusliike Porrassalmi teki Äänekoskentien perusparannuksen ja muutokset, Työskintien kunnostuksen ja muutokset teki Äänekosken kaupunki. Alueen asemapiirros on esitetty kuvassa 1. Citymarketin kohta on kuvaan merkitty tunnuksella AL-6.



Kuva 1. Asemapiirustus (Lähde: Äänekosken kaupungin asemakaava)

Rakennuksen runko muodostui betonista ja teräksestä. Kellarin maanpaineisena on valettu paikalla betonista. Varsinainen rakennuksen runko on tehty pilari-palkki-laatta-periaatteen mukaisesti pääasiassa betonista. Äänekoskentien varren kaikki pilarit ja palkit ovat teräksisiä, samoin ulkoseinien tuulipilarit, IV-konehuone ja katokset on tehty teräksestä. Ensimmäisen kerroksen lattia on tehty ontelolaatoista ja vesikatto rakentui pääasiassa TT-laattojen päälle. Kellarin lattia on valettu betonilaatta.

3.1 Työmaan sisäisen logistiikan resurssit

Materiaalitoimitusten tavoitteena on saada tarvittavat materiaalit mahdollisimman lähelle työpistettä. Käytännössä työmaalla tarvitaan aina siirtokalustoa. Skaala siirtojen tekemiseen on laaja, toisessa ääripäässä siirrot tehdään lihasvoimalla, toisessa suurella torninosturilla.

Työmaan sisäistä logistiikkaa suunnitellessa ja siirtoresursseja valittaessa pitää ajatella kokonaisuutta. Yksittäisten siirtoketjujen optimoiminen voi johtaa kokonaiskustannusten kasvuun. [4, s.53] Esimerkiksi kuormien purkuun saattaa välillä riittää pienempi kone, mutta kokonaisuuden kannalta voi olla järkevämpää pitää työmaalla koko ajan kurottajaa, jolla hoidetaan kaikki kuormien purut ja työmaan sisäiset siirrot.

Tutkittavan hankkeen sisäisessä logistiikassa päädyttiin seuraaviin koneisiin:

- Betonielementtiasennus suoritettiin raskaalla tela-alustaisella ristikkopuominosturilla.
- Muut nostot tehtiin tilanteen mukaan paikalle kutsuttavilla ajoneuvonostureilla tai kuormausnosturilla (hiab).
- Työmaan siirrot tehtiin tarvittaessa tilattavalla kuormausnosturilla varustetulla kuorma-autolla (hiab) sekä työmaalla vakituisesti olevilla kurottajalla ja trukilla.
- Sisätiloissa ali- ja sivu-urakoitsijoilla oli trukki, sähkötoimisia pumppukärryjä ja minidumppereita.
- Lisäksi työmaalla oli useita pumppukärryjä ja roskavaunuja käsin tehtäviä siirtoja varten.

Kaikkien ali- ja sivu-urakoitsijoiden kanssa sovittiin alusta asti toimitusten ennakoilmoitusvelvollisuus. Kaikista toimituksista, vähäisiä lukuun ottamatta, piti ilmoittaa työmaajohdolle viikkoa etukäteen jotta työmaalle tulevat tavaramäärät olisivat pysyneet hallinnassa ja jotta pääurakoitsija tiesi varautua asiaan. Ennakoilmoitukset tarvittiin, koska purkupaikkojen vähyyden vuoksi monen rekan samanaikainen vastaan-

ottaminen olisi ollut vaikeaa. Pääurakoitsija myi myös kurottajalla tehtävää kuormien purkua ja siirtoja muille urakoitsijoille, jonka tarpeesta piti myös tehdä ennakkoon pyyntö. Varastointitilojen vähyydestä johtuen yhteisesti sovittiin, että työmaalle toimitetaan kerallaan vain yksi rekka tavaraa ja seuraava kuorma otetaan vasta, kun edellinen kuorma on käytetty.

Näiden ennakoilmoitusten mukaan työmaainsinööri suunnitteli tavaroiden purkupaidat ja niiden tarvitsemat resurssit. Kellarikerrokseen toimitetut kuljetukset jouduttiin välillä hoitamaan Äänekoskentien puolelta, jolloin tarvittiin myös opastaja pysäyttämään Äänekoskentien liikenne ja ohjaamaan se kiertotielle. Äänekoskentien kuormien purut toteutettiin siten, että rekka valmisteltiin käytöstä poistetulla kaistalla poistamalla kuorman sidokset mahdollisimman pitkälle ja valmistelemalla nostot muutenkin. Kun rekka ajoi purkupaikalle, oli kurottaja jo odottamassa ja kuorma nostettiin mahdollisimman pikaisesti pois rekasta. Vasta kun rekka siirtyi eteenpäin toiselle käytöstä poistetulle ajokaistalle, siirrettiin kuorma sisälle. Näin saatiin tien sulkuaika minimoitua. Tavoitteena oli, että tietä ei jouduttaisi katkaisemaan yli 15 minuutiksi ja tavoitteessa pysyttiin hyvin.

Vakituisena työnjohtona työmaalla oli vastaavan työnjohtajan lisäksi työmaainsinööri ja yksi työnjohtaja. Lisäksi työmaalla toimi helmikuusta toukokuulle projektipäällikkö, työnjohtoharjoittelijoina oli toukokuusta heinäkuulle yksi ja elokuussa kaksi harjoittelijaa. Elementtiasennuksesta vastasi aliurakoitsijan oma työnjohtaja huhtikuusta kesäkuulle.

Logistiikan suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi työmaainsinööri. Logistiikan toteutus järjestettiin siten, että kaikista hankinnoista tuli työmaainsinöörille tieto, jolloin tarvittavat purkupaikat ja varastointialueet olivat yhden henkilön vastuulla. Myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden piti ilmoittaa saapuvat kuljetukset työmaainsinöörille viikkoa etukäteen. Työmaainsinöörin tekemä viikkosuunnitelma käsitti kuluvan viikon lisäksi kolme viikkoa eteenpäin ja saapuvat kuljetukset merkittiin myös tähän suunnitelmaan. Näin oli yhdestä paperista koko työmaajohdon helppo nähdä logistiikan kuormittuneisuus.

Työmaan sisäistä logistiikkaa suunniteltiin jatkuvasti viikkosuunnitelmien yhteydessä. Työmaa piti jokaisesta isommasta työstä piirustuksiin tehtyä aikataulua viikon tarkkuudella. Esimerkki on liitteessä 1. Näitä suunnitelmia päivitettiin viikottain, jolloin koko ajan oltiin selvillä työn etenemisestä aikataulussa. Tällaiset piirretyt aikataulut

tehtiin maatoista, anturoista, tukimureista, betonirungosta, teräsrunosta, ulkoseinäelementeistä, kattotöistä, mosaiikkibetonilattioista, kellarin valulattioista ja pihakivistöistä.

Aikataulun helpottamiseksi työjärjestys tehtiin kriittisimpien aliurakoitsijoiden kanssa sellaiseksi, että rakennuksen puoleenväliin asetettiin välitavoite. Näin rungon valmistuttua moduulilinjojen 22-10 osalta tehtiin katon vedeneristys ja ulkoseinäelementtien asennus tälle osalle valmiiksi ja sisäpuolella pystytettiin aloittamaan suuritöiset liiketilan mosaiikkibetonilaattalattiat sekä kellarin valulattioiden ja alakaton lämmöneristystyöt rungon ollessa vielä kesken. Kesäkuun lopussa toisessa päässä rakennusta valettiin viimeisiä anturoita ja sokkeleita samaan aikaan kun toisessa päässä tehtiin lattioiden ja seinien pintatöitä. Aikatauluun saatiin näin hyvin pelivaraa, mutta toisaalta työmaan logistiikka joutui koetukselle suuren materiaalivirran johdosta. Toisaalta se, että molempien kerrosten lattioita päästiin tekemään hyvissä ajoin, mahdollisti myös sisäpuolen lattioiden käytön varastotilana. Esimerkiksi kellarin alakattoon tulleiden villojen säilytys muualla kuin suojassa katon alla olisi käytännössä vaatinut enemmän työmaa-aikaisia siirtoja sekä villojen suuritöistä sääsuojausta.

3.2 Logistiikan erityishaasteet kohteessa

Suurimmat ennakkoon tunnistetut haasteet Äänekosken Citymarketin työmaalla liittyivät tilojen ahtauteen ja kireään aikatauluun. Tontin eteläpuolella kulkee melko vilkasliikenteinen Äänekoskentie, jonka sulkemista ei sallittu, sillä Äänekosken puujalostusalan tehtaiden pohjoisesta tuleva liikenne kulki kyseisen tien kautta. Rakennus sijoittui Äänekoskentiehen kiinni, joten tilaa lounaissivulla ei juuri ollut. Tie kuitenkin muutettiin yksisuuntaiseksi, jolloin toinen kaista saatiin työmaa-alueeksi. Rakentamisen lopussa tie myös suljettiin noin kahdeksi viikoksi tien korjauksen ajaksi.

Tontin toisella puolen kulki Työskintie melko lähellä rakennusta. Lähimmillään rakennuksen etäisyys tontin rajasta oli 4 metriä. Keskimäärin tilaa tien ja rakennuksen välissä oli noin 20 metriä. Tälle alueelle sijoitettiin myös työmaan henkilöstötilat ja työmaatoimisto.

Tontin päädyssä olevasta, kaupungin omistamasta, paikoitusalueesta saatiin työmaalle lohkaistua varastointialuetta joksikin aikaa ennen alueen kunnostustöitä.

Äänekoskentie ja Työskintie peruskorjattiin Citymarketin rakentamisen loppuvaiheessa. Työskintien korjaamisesta vastasi Äänekosken kaupunki ja Äänekoskentie urakoi Rakennusliike Porrassalmi. Varsinkin Työskintien korjaus vaikutti logistiikkaan, sillä lähes kaikki liikekerrokseen tuotavat materiaalit kulkivat Työskintien kautta. Kaupungin kanssa käytiinkin palaveri tien käytöstä jo pari kuukautta enne tien korjauksen aloittamista, sillä toimituksia oli saatava tien kautta jatkuvasti. Kaupungin kanssa sovittiin, että tie korjataan kahdessa osassa niin, että kuljetuksia pystytään jatkuvasti suorittamaan. Tällöin toisaalta liikenne oli työmaaliikennettä lukuun ottamatta suljettu, joten sisäiset siirrot siltä osin jopa helpottuivat korjauksen aikana.

Aikataulu, joka alunperinkin oli jo melko tiukka reilun yhdeksän kuukauden rakennusajalla, joutui vielä joustamaan heti työmaan alussa usealla viikolla. Perustustöitä haittasivat tontilta löytyneet öljyn pilaamat maat sekä kovien pakkasten aiheuttamat pakaspäivät ja maan jäätyminen. Kun nämä viivytykset oli saatu hoidettua, alkoi rakennusalan sopimusneuvotteluihin liittynyt ylityökielto, joka haittasi aikataulun kiinnittämistä. Rakennuttajan intresseissä oli kuitenkin saada Citymarket avatuksi joulumyyntiin, joten lopun aikataulusta tuli tiukka. Tiukempi aikataulu tarkoitti sitä, että työmaalla oli kerralla enemmän henkilöstöä, parhaimmillaan työntekijöitä oli hieman yli sata. Tiukentuneesta aikataulusta johtuen materiaalivirtakin oli entistä suurempi. Pieni, mutta hieman yllättävä ongelma liittyi työmaan osoitteeseen. Kävi nimittäin ilmi, että moni navigaattori ohjasi työmaan osoitteella Äänekoskentie toiseen päähän reilun kymmenen kilometrin päähän. Ohjeistuksesta huolimatta tien väärään päähän harhaan menneitä toimituksia oli rakennusaikana toistakymmentä.

Logistinen haaste oli myös kohteen IV-konehuone, joka sijaitsi rakennuksen katolla. Haalausaukko konehuoneeseen oli melko keskellä rakennusta, minkä johdosta sinne ylettyi nosturilla vain yhdestä kohdasta. Tämä piti ottaa huomioon lähes koko työmaan ajan, sillä konehuoneeseen tuli melko paljon toimituksia

3.3 Teräsrunkotoimitus

Alihankkija toimitti teräkset kokonaistoimituksena, johon sisältyi konepajasuunnittelu, terästen konepajavalmistus ja valmiiksi maalattuna asennus. Terästoimitus alkoi kiihtävästi, mutta jo varhain siinä todettiin häiriöitä. Häiriöiden syyksi paljastui lopulta lähinnä terässuunnitelmien viiveet ja konepajan välinpitämätön suhtautuminen näihin viiveisiin. Jostakin syystä alihankkija ei osannut vaatia suunnitelmia toimitettavaksi,

joten niiden vaatiminen tilaajalta myöhästyi alussa. Kun sitten kaikki suunnitelmapuutteet olivat selvillä, häiritsi kesälomakausi suunnitelmien valmistumista. Suunnitelmien viivästymisellä oli suuri vaikutus moneen asiaan, joten suunnittelunohjauksessa epäonnistuttiin valitettavalla tavalla terässuunnitelmien osalta. Pääurakoitsija kyllä teki piirustusaiakataulun ja vaati jo seuraavassa työmaakokouksessa teräspiirustuksia kuntoon, mutta asia ei hoitunut toivotulla tavalla. Asiassa häiritsi se, että ei varsinaisesti tiedetty mitä puuttui, joten kaikkea ei osattu erikseen vaatiakaan. Toisaalta osa suunnitelmista, kuten esimerkiksi katosten kiinnitys runkoon, havaittiin työmaalla erittäin hankalaksi toteuttaa. Teräsosien kiinnityksien ja puuteiden ongelmia jouduttiinkin ratkomaan työmaalla käytännössä päivittäin.

Tietoketju kulki sikäli työmaan kannalta helposti, että sekä konepajan tuotannonjohtajalla, että konepajasuunnittelijalla oli pääsy projektipankkiin. Työmaan tehtävänä oli ainoastaan ilmoittaa tehtaalle uusien piirustusten saapumisesta sekä toimia välikäteenä suunnittelijoiden ja konepajan välillä.

Suunnitelmien myöhästymisellä oli terästoimittajalle seurauksena hankaluuksia, kuten vapaan tuotantoajan löytyminen konepajalla. Konepaja joutuikin keskeyttämään muuta toimintaansa tehdäkseen aina suunnitelmia saatuaan tarvittavat osat. Toimittaja joutui myös vaihtamaan alihankkijanaan käyttämäänsä maalausliikettä muuttuneiden toimitusaikojen takia. Koska teräsosat olivat jo valmiiksi myöhässä, joutui terästoimittaja lisäksi kuljettamaan työmaalle osia sitä mukaa, kuin ne valmistuivat. Tästä seurasi vajaita kuormia, mikä luonnollisesti lisäsi rahtikustannuksia. Toimittaja koitti paikata vajaita kuormia toimittamalla etukäteen myöhemmin tarvittavia osia. Tästä seurauksena oli se, että työmaalla oli pitkään teräsosia, joita ei voinut asentaa. Osien vaatimasta varastointitilasta, useista siirroista ja kolhuista johtuneista paikkamaalauksista päätellen jälkeenpäin nähdään helposti, että vajaiden kuormien toimittaminen olisi ollut kokonaisuutena huomattavasti järkevämpää.

Suunnitelmapuutteet aiheuttivat ongelmia koko terästöiden ajan. Uusia mainoskonsoleita, eli puukkoja, tuli suunnitelmiin useita vielä ulkoseinäelementtien asentamisen jälkeenkin, mikä teki niiden asentamisesta hyvin vaikeaa. Samoin väärissä paikoissa olleiden puukkojen poisto aiheutti ylimääräistä vaivaa. Kaiken kaikkiaan terässuunnitelmien puutteista ja viiveistä aiheutuneet häiriöt lisäsivät terästöiden kustannuksia merkittävästi.

3.4 Betonielementtirunko

Rakennuksen runko tehtiin pilari-palkki-laatta periaatteen mukaisesti. Logistiikan erityisen hyvä onnistuminen tässä johtui osapuolten hyvästä yhteistyöstä. Kun hankintaa tehtiin, saatiin elementtitehdas ja asennusurakoitsija hyvään yhteistyöhön kolmen osapuolen neuvotteluilla. Itse asennustyö tehtiin siten, että asennusryhmän mestari, elementtityön asennusjohtaja, sopi tehtaan kanssa elementtien toimitusjärjestyksen ja toimitusaikataulun, josta kumpikin piti kiinni. Alkuvaiheessa todettiin yhden palkin osalta suunnitteluvirhe, mikä esti suunnitellun asennusjärjestyksen. Pääurakoitsijan, elementtitehtaan ja asennusryhmän yhteistyöllä asennusjärjestys saatiin kuitenkin kääntymään siten, että palkin uudelleen teon aikana päästiin etenemään toisella puolen rakennusta ja virheen kokonaishäiriöaika saatiin minimoitua.

Betonirunkovaihe saatiin kokonaisuudessaan tehtyä melko onnistuneesti. Johtuen elementtitehtaan ja asennusryhmän keskinäisestä tiedonkulusta, ei elementtivaihe rasittanut pääurakoitsijan resursseja muuten kuin mestojen pitämisenä vapaana asennustyölle, kulkureittien järjestämisessä työmaaliikenteelle ja häiriötapausten selvittämisessä. Betonirunko asennettiin JOT-periaatteen mukaisesti siten, että elementtejä ei purettu lainkaan työmaalle välivarastoon, vaan ne nostettiin suoraan rekasta paikoilleen.

3.5 Paikalla valetut rakenteet

Valmisbetonin toimittajan tehdas sijaitsi lähellä Citymarketin työmaata ja kohde oli toimittajalle merkittävän kokoinen. Betonitoimittajalta saatu palvelu oli ensiluokkaista ja kuljetukset oli koko työmaan ajan täysin aikataulussa. Valmisbetonia oli myös saatavilla tarvittaessa nopeastikin ja siirtokalustoa toimittajalla oli tarpeeksi, joten kuormien väliin ei työmaalla käytännössä muodostunut odotusaikaa. Työmaan puolesta tapahtunut toimitusaikataulun ja –koon muutokset eivät myöskään aiheuttaneet toimittajalle hankaluuksia ja betonia oli saatavilla myös ilta-aikaan runkotyön aikana, jolloin aikataulua kurottiin kiinni.

3.6 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinät tehtiin pelti-villa-pelti –sandwich-elementeistä. Elementtien asennuksen hoiti aliurakoitsija. Hankinta suoritettiin siten, että pääurakoitsijan hankintaosasto kilpailutti elementtitoimittajat ja teki sopimuksen toimittajan myyntiorganisaation kanssa. Tästä eteenpäin työmaa hoiti hankinnan itsenäisesti toimittajan tuotannon edustajan kanssa. Työmaalla hankintaa hoiti työmaainsinööri, joka teki elementtikaaviot ja tilasi kuormat. Rakennuksen ympärillä oli tilaa niukasti, joten logistiikka joutui tässä hankinnassa koetukselle.

Työmaan näkökulmasta hankinta eteni hyvän esimerkkitapauksen mallin mukaisesti:

1. Työmaan johto ja alihankkijan edustajat, myös asennusryhmän nokka, kävivät aloituskokouksessa läpi asiakirjat ja piirustukset. Samalla käytiin läpi muutokset, tarkennukset ja vielä selvitettävät asiat. Myös asennusjärjestys ja aikataulu sovittiin.
2. Työmaainsinööri suunnitteli elementtikaaviot ja hoiti tilaukset viimeistään kolme viikkoa ennen toimitusta. Elementtisuunnitelmat koodattiin rakennuksen moduulien avulla asennusjärjestyksen mukaiseen numerojärjestykseen, eli esimerkiksi E/11 tarkoitti E-linjan elementtiä numero 11. Samalle moduulille tulleet samankokoiset elementit merkittiin samalla koodilla. Elementit mitoitettiin mahdollisuuksien mukaan siten, että niitä ei tarvinnut työmaalla enää sahata. Tilauksen yhteydessä määritettiin toimitusviikko. Myös elementtien kollitukseen pystyi vaikuttamaan.
3. Tarkka toimituspäivä sovittiin noin viikkoa ennen toimitusta. Tällöin pystyttiin vielä vaikuttamaan rekan pakkausjärjestykseen, sillä lasti purettiin monesti kahteen eri paikkaan. Tällöin myös tarkennettiin suunnitelmaa elementtien purku ja välivarastointipaikoista sekä mahdollisesta liikenteenohjauksen tarpeesta.
4. Elementtitoimittaja kollitti ja lastasi elementit työmaan haluamalla tavalla, joten kuormien purku oli helppo järjestää oikein. Edellisenä päivänä ennen toimitusta purkupaikat ja mahdolliset välivarastoinnit vielä varmistettiin.
5. Vastaanotettiin kuorma sovittuna päivänä. Kuormien purut tehtiin kurottajalla. Koska työmaasiirtoja pyrittiin minimoimaan, purettiin rekka monesti kahteen eri paikkaan.

Elementtien tilaus piti tehdä kolme viikkoa ennen toimitusta. Terässuunnitelmien muutokset vaikuttivat myös elementtien mitoituksiin, joten elementtikaaviot jouduttiin

tekemään varsin lähellä viimeistä tilausaikaa. Suunnitelmat eivät enää tämän jälkeen muuttuneet elementtien rungon suhteen, joten työmaan elementtisuunnitelmiin ei tullut lopulta häiriöitä.

Häiriöitä sen sijaan tuli elementtien asennuksessa. Kun terästoimitus oli myöhässä, ei myöskään elementtejä pystytty koko ajan asentamaan suunnitellussa aikataulussa. Tämä aiheutti ongelmia erityisesti asennuksen alussa, jolloin varastoja ei vielä ollut. Kun elementtiasennusta oli tehty noin 25 %, aloitti toinen elementtiasennusryhmistä ulkoseinäkasetin, fasetin, asennuksen. Tämän jälkeen elementtiasennukseen tulleiden häiriöiden jälkeen myös tämä ryhmä saattoi liittyä fasettiasennukseen, jolloin häiriöt saatiin minimoitua.

Asennustyön lopuksi myös liukukäytävä aiheutti ongelmia ulkoseinääsennukselle, josta on kerrottu yleisemmin kohdassa 3.9 Liukukäytävä. Logistiikan kannalta ko. käytävän viime hetken myöhästyminen aiheutti sen, että elementtien asennus siirtyi lähes neljä viikkoa aiotusta. Elementit oli jo tällöin tilattu eikä tehdas niitä pystynyt enää varastoimaan. Tontilla käynnissä olevien pintarakennetöiden takia elementtien varastointi työmaalla olisi aiheuttanut merkittäviä haittoja suuren määrän ja jatkuvien siirtojen takia. Kohteesta puolentoista kilometrin päässä sattumalta sijaitti pääura-koitsijan vanha varasto, joka oli yhä yrityksen hallinnassa. Saimme yhden rekka-kuorman purettua varastolle, josta siirsimme elementit oikeaan aikaan hiab-autolla työpisteeseen. Ylimääräisiä kuluja välivarastoinnista aiheutui hiab-auton käytöstä jonkin verran, mutta lopun tiukan ja muuttuvan aikataulun takia elementit piti saada mestalle Juuri Oikeaan Tarpeeseen.

3.7 Vesikattotyöt

Vesikattotyöt teetettiin kokonaisuudessaan aliurakoitsijalla. Urakkaan sisällytettiin kaikki vesikatolle tulevat työt sisältäen vesieristykset, lämmöneristykset, kattokaivot, talotekniikan läpiviennit, puutyöt ja peltityöt. Aliurakkaan kuului myös kaikki heidän tarvitsemansa siirrot ja nostot. Kattotöiden kokonaisurakkamalli osoittautui onnistuneeksi ratkaisuksi, sillä näin tehtynä se ei rasittanut työmaan johtoa juurikaan. Alussa logistiikassa havaittiin ongelma, vaikka urakoitsija tekikin kaikki nostonsa itse. Sovitusta poiketen urakoitsijan toimitusten ennakoilmoitukset jäivät nimittäin alussa tekemättä. Vaikka urakoitsija ei tarvinnut resursseja työmaalta, oli ajoneuvonosturin

tuominen yllättäen ahtaalle tontille sekaannusta aiheuttava. Asia saatiin kuitenkin käsiteltyä ja ennakoilmoitukset toimimaan työmaan haluamalla tavalla.

3.8 Mosaiikkibetonilattiat

Mosaiikkibetonilattioiden hankinta jaettiin siten, että rakennusurakoitsija tilasi laatat tehtaalta työmaalle. Lattiaurakoitsija tilasi itse tarvitsemansa maakostean betonin haluamansa kokoisina erinä työmaalla olevaan siiloon. Urakan aloituskokouksessa sovittiin aikataulu ja sen seuranta. Urakoitsija kuitenkin toimitti yhden laatoittajan enemmän työmaalle, kuin oli sovittu ja työ edistyi noin 20 % oletettua nopeammin. Vaikka töiden ennakoitua nopeampi eteneminen saattoikin hieman häiritä joitakin talotekniikka urakoitsijoita, nähtiin se kuitenkin kokonaisuudessaan positiivisena asiana ja työ eteni hyvin.

Logistiikan kannalta urakka oli melko vaativa, sillä kerran viikossa noin 23 betonilaat-talavan lisäksi asennusryhmä tarvitsi päivittäin kahdesta kolmeen kertaa betoniauton toimittaman kuorman siilolle. Siilolle piti myös olla jatkuva yhteys urakoitsijan käyttämille pienille ”dumppereille”.

Materiaalitoimitusten ajoitukset menivät jälkeinpäinkin tarkasteltuna hyvin. Avaimena tähän oli työn etenemisen seuraaminen ja toimituksista tarpeeksi ajoissa sopiminen asennusryhmän nokan kanssa.

3.9 Liukukäytävä

Asennustyön lopussa merkittäväksi häiriöksi muodostui liukukäytävän vaatima asennusaukko. Liukukäytävä oli rakennuttajan erillishankinta ja se vaati 34 metriä pitkän asennusaukon ulkovaippaan. Liukukäytävä saapui työmaalle vasta viikolla 36 ja kyseiselle seinälle päästiin asentamaan ulkoseinäelementtejä vasta seuraavalla viikolla. Marketin avaukseen oli tällöin alle 10 viikkoa aikaa. Liukukäytävän piti saapua merkittävästi aikaisemmin ja tilaus siirtyi ensin viikolle 34 ja viime tingassa viikolle 36. Tämä aiheutti sen, että ulkopuolen pintatöitä ei päästy rakentamaan etukäteen. Aikataulun mukaisesti liukuportaan jälkeen suoritettavien töiden menekki oli yhteensä 9 viikkoa, joten häiriövaroja ei juuri ollut. Kuitenkin seinällä tulleen suuren ikkunan terästukirakenteiden merkittävät puutteet aiheuttivat vielä ylimääräisen viikon viivästyksen työn

alussa. Sisäänkäynnin yläpuolella olevassa katoksessa havaittiin myös asennuksessa suunnitteluvirhe, joka pienensi sisäänkäynnin ovikorkeutta 200 mm. Aikataulu joutui tässä vaiheessa todella tiukalle, sillä tilaajalla meni lähes viikko hyväksyä 2200 mm korkea sisäänkäynti. Varsinaisen työn alkaessa käytettiin lähes kaksi viikkoa suunnitteluvirheiden korjauksiin, ennen kuin päästiin edes mitoittamaan lasiseinät ja ovet.

Liukukäytävän jälkeen asennettiin teräsrakenteet aukkoon, ulkoseinäelementit, ulkoseinäkasetit, suuri ikkuna (16 m x 4,5 m), sisäänkäyntikatos, kaksi nosto-ovea, kolme lasiseinää liukuovilla, kuusi metriä korkea väliseinä, alakattoa, asfaltti, kivetykset jne. Aikataulusta muodostuikin todella tiukka, sillä kyseiseen kohtaan ei työmiehiä mahtunut määräänsä enempää kerralla töihin.

3.10 Ovet, ikkunat ja lasiseinät

Ovien, ikkunoiden ja lasiseinien toimitukset jakaantuivat viidelle toimittajalle, mutta toimitusten logistiikka oli yhteneväinen eri toimijoiden kanssa. Tietovirtaa kulki näissä hankinnoissa suunnittelijoiden ja alihankkijoiden välillä runsaasti. Alihankkijoiden rooli oli hankinnoissa aktiivinen ja he tarjosivat muutoksia sekä detalji- että materiaalitasolla. Kohteen arkkitehti ja valvoja kommentoivat ehdotuksia tapauskohtaisesti ja yhteistyö toimi melko hyvin kesälomien aiheuttamaa katkosta lukuun ottamatta.

Suunnitelmiin tuli muutoksia ja tarkennuksia rakennuttajan puolelta vielä varsin myöhään, mutta uudet suunnitelmat ja tarkentavat kysymykset saatiin lähinnä sähköpostin ja projektipankin kautta nopeasti alihankkijoiden tietoon.

Varsinainen materiaalilogistiikka koostui oikeastaan kuormien puruista ja siirtämisestä sisälle suojaan. Kaikki toimitukset olivat alihankkijoiden osalta aikataulussa ja ainoa aikataulullinen ongelma liittyikin liukuportaan jälkeisiin asennuksiin, joita jouduttiin siirtämään aiottua myöhemmäksi.

Lasiseinien, ikkunoiden, teräsovien ja nosto-ovien asennuksen suorittivat aliurakoitsijat. Asennustyössä tarvittava nostokalusto kuului jokaisen urakkaan ja pääurakoitsijan vastuulle jäikin huolehtia työjärjestyksestä ja vapaista työpisteistä.

3.11 Sivu-urakoitsijat

Sivu-urakoitsijat toimivat enimmäkseen hyvässä yhteistyössä logistiikkasuunnitelmien mukaisesti. Vain IV-urakoitsijalla oli tapana toimittaa työmaalle sovittua enemmän tavaraa. Välillä heiltä tuli kolme kuormaa päivässä ja asiasta huomautettuamme seuraavalla kerralla neljä rekkaa saapui peräkkäisinä päivinä. Jostakin syystä urakoitsijalla oli halu pitää ahtaalla työmaalla noin kuukauden varastoa. Toisaalta samaisella urakoitsijalla oli pahana tapana toimittaa ylimääräiset materiaalit pois vasta niiden säilytyksestä erikseen huomautettaessa.

Tällaiseen ylimääräisen työn teettämiseen työmaan johdolle olisi voinut reagoida tehokkaamminkin. Vaikka yhden urakoitsijan toimitusten kanssa vielä tultiinkin toimeen, vaati se kuitenkin työnjohdolta ylimääräisiä toimia useasti. Yhteisesti sovituista asioista kiinni pidettäessä olisi kumpikin urakoitsija päässyt helpommalla.

3.12 Yleisiä huomioita kohteen logistiikasta

Yleisesti voitaneen sanoa, että JOT-tuotantoa kannattaa käyttää aina kun se on järkevää kuljetuskustannusten näkökulmasta. Kyseisessä kohteessa onnistuttiin mielestäni parhaiten JOT-periaatteessa betonielementtirungossa, ikkunoissa, lasiseinissä ja ovissa. Myös ulkoseinien pelti-villa-pelti elementtien toimitukset onnistuivat kokonaisuutena pääosin hyvin.

Työmaalla oli runsaasti kauempaa Suomesta tulleita työntekijöitä, jotka tekivät pidempää päivää maanantaista torstaihin ja olivat perjantaina vapaalla. Tämän johdosta perjantai oli kurottajalle hiljaisin päivä ja toisaalta maanantai vilkkain. Tätä käytettiin työmaalla hyväksi siten, että kaikki mahdolliset toimitukset koitettiin ottaa maanantaita varten valmiiksi jo perjantaina, jolloin puolityhjällä työmaalla materiaalien mestoille siirto onnistui muita päiviä helpommin. Tällä helpotettiin maanantaiaamun hälinää huomattavasti. Myös ali- ja sivu-urakoitsijat oppivat käyttämään tätä kiitettävästi. Perjantaina oli myös hyvä päivä suorittaa tarkemmat siivoukset, kun työryhmiä oli vähemmän. Näin saatiin maanantaiaamuksi helpompi lähtö työmaalle.

Tärkeimpien toimitusten sijoittaminen viikkosuunnitelmiin helpotti logistiikan tarkempaa suunnittelua. Toisaalta piirustuksiin värein koodatuilla aikatauluilla saatiin hyvin

logistiikan edellytyksiä selville. Esimerkiksi pihakivetysten teko ja ikkunoiden asennusjärjestykset vaikuttivat huomattavasti tavarantoimituksiin rakennuksen sisälle. Logistiikkaa ja sen tulevia haasteita käsiteltiin myös viikoittaisissa urakoitsijapalaverissa, joten sivu-urakoitsijatkin olivat isommista linjoista selvillä.

Kohteen projektipankkia käytettiin aktiivisesti ja siitä oli paljon hyötyä kohteen tietovirtojen logistiikassa. Uudet suunnitelmat näkyivät projektipankissa jo ennen kuin ne olivat saapuneet työmaalle paperiversioina. Kuvia oli myös helppo lähettää eteenpäin pankin kautta alihankkijoille. Toisaalta kohteen suunnittelijat työskentelivät 300 kilometrin päässä työmaasta ja kävivät työmaalla vain työmaakouksissa. projektipankkiin ladattiin urakoitsijapalaverien muistiot ja viikoittain valokuvia työmaalta, joten suunnittelijoille syntyi parempi kokonaiskuva hankkeen etenemisestä.

Johtuen suunnittelijoiden kaukaisesta sijainnista, käytettiin tekniikkaa muutenkin hyväksi yhteydenpidossa. Ongelmatilanteissa tai muuttuneelle työtavalle hyväksyntää hakiessa kamera ja sähköposti auttoivat suunnittelijoita ymmärtämään tilanteen huomattavasti paremmin mihin pelkällä puhelimella olisi päästy. Samalla kysymyksistä ja kommentteista jäi dokumentti talteen, jolla saatiin mahdollisia vastuukysymyksiä selville. Sähköpostin käytössä on sekin hyvä puoli, että vastaanottajiksi saadaan useita henkilöitä. Näin esimerkiksi arkkitehti, rakennesuunnittelija ja valvoja saavat asioista täsmälleen samat tiedot samanaikaisesti.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli suunnitella ja kehittää logistiikan toimivuutta Äänekosken K-Citymarketin työmaalla. Työssä ei varsinaisesti pyritty mittaamaan mitään tiettyä suurta (eli tuottamaan dataa), vaan tarkoituksena oli käydä läpi koko logistiikan prosessi työmaan näkökulmasta katsottuna. Tuloksena työssä on esitetty tavanomaisia eteen tulevia ongelmakohtia tämäntyyppisillä suurehkoilla, aikataulullisesti tiukoilla ja ahtailla työmailla.

Rakennustyömaiden logistiikasta on kirjoitettu jonkin verran oppaita ja luonnollisesti myös hankintoja käsittelevässä kirjallisuudessa logistiikkaan joudutaan ottamaan kantaa. Yhteistä työssä käytetyille lähteille oli se, että ne oli lähes kaikki kirjoitettu 90-luvun alkupuoliskolla. Esimerkkinä Teollisuustalouden vuonna 2005 julkaistun 5. painoksen alkuperäinen julkaisemisvuosi oli jo 1993.

90-luvun alkupuolelta logistiikka on muuttunut paljon erityisesti tietotekniikan kehittymisen myötä. Juuri tietovirtojen osalta rakennustyömaiden logistiikkaa käsittelevä kirjallisuus on jäänyt kaikkein eniten kehityksestä jälkeen. Nykyisin työmailta on helppoa lähettää sähköpostilla hankintojen vaatimia tietoja. Toisaalta projektipankit helpottavat muuttuneiden suunnitelmien saamista kaikkien osapuolten tietoon. Kun esimerkiksi rakennekuva muuttuu, ovat uudet piirustukset välittömästi elementtitehtaalla luettavissa ilman välikäsiä.

Alan kirjallisuudessa on käyty hankinta- ja logistiikkaprosessia läpi tarkasti, mutta siltikin aika kapeasti. Lähes jokaisessa teoksessa muistetaan mainita hyvänä logistiikkatoimenpiteenä väliseinätarvikkeiden nostot kerroksiin jo runkovaiheessa torninosturilla. Esimerkki on toki hyvä, mutta lähes ainoana käytännön esimerkkinä oleminen viittaa siihen, että yleispäteviä ohjeita erilaisille työmaille ei ehkä ole helppo tehdä. Tähän johtopäätökseen päädyin myös työtä tehdessäni: Suuren automarketin rakentaminen kaupungin keskustaan vaatii monessa suhteessa täysin vastakkaisia toimenpiteitä kuin samanlaisen marketin rakentamisessa vaikkapa kaupungin laidalla olevalle pellolle.

Työmaan logistiikan hyvään tulokseen pääsemiseksi painotankin neljää peruseriaa-

tetta:

- 1) kunnolliset suunnitelmat
- 2) suunnitelmien seuraaminen ja jatkuva päivittäminen työmaan edetessä
- 3) logistiikan johtamisen ja seuraamisen riittävä huomioiminen työnjohtajien kesken
- 4) riittävä tiedonkulku hankkeen eri osapuolten kesken.

Pankakoski painotti [5] kirjassaan yhteistyötä alihankkijoiden kesken pitkäjänteisesti ja hän näki ongelmana kilpailutuksen jokaiseen projektiin erikseen. Tällöin kilpailutus koskee lyhytnäköisesti lähes yksinomaan hintaa. Pankakosken mukaan tilaajan antama kehittämistuki alihankkijalle auttaisi kustannusten laskuun pitkäjänteisesti tulevaisuudessa. Ongelma tässä on kirjan mukaan tietysti se, että tällöin kohteen pääurakoitsijan panostuksesta pääsevät nauttimaan myös kilpailijat seuraavissa kohteissa. Tällaista toimintaa ei siis nähdä välttämättä mielekkäänä. Tällaista ongelmaa en työtä tehdessäni havainnut, mutta käytännönläheisempi pieni ongelma tuli parin pittempiaikaisen alihankkijan kanssa. Kyseiset alihankkijat olivat tehneet pääurakoitsijalle töitä monissa kohteissa ennenkin ja tilaukset hoidettiin yrityksen hankintaosastolta puhelimitse (ja mahdollisesti sähköpostivarmistuksella). Tällöin tilanne on kuitenkin se, että tilauksen tarkat rajat tietää vain hankintamies ja tilauksen vastaanottaja. Kumpikaan heistä ei yleensä ole työmaalla, joten monista asioista joudutaan kyselemään puhelimitse, mikä esimerkiksi kesäloma-aikana saattaa olla hankalaa.

Toisena hankintoihin liittyvänä esimerkkinä otan alihankintaketjut. Mikäli alihankkijalla on alihankkijoita ja mahdollisesti näillä vielä alihankkijoita, niin sopimusten sisältö on saattanut muuttua matkalla. Ongelmia tuntui tulevan varsinkin nostinten käytöstä sekä kuormien puruista ja siirroista.

Kahteen edellä olevaan kohtaa yksinkertainen ratkaisu on tiivistää hankinnan ja työmaan suhdetta. Kaikki sopimukset pitää luonnollisesti saada työmaalle, jotta työmaalakin tiedetään mitä on sovittu. Puhelimessa sovituista asioista täytyy vähintäänkin kirjoittaa perään sähköposti, jossa käydään sisältö läpi tai jossa on esimerkiksi tarjous mihin vastataan. Nämä tilaukset täytyy muistaa toimittaa myös työmaalle, jotta käytännössä voidaan valvoa urakan suoritusta oikealla tavalla.

Työmaan johto vaati työmaalle saapuvista toimituksista ennakoilmoitusta. Tämän toteutuksessa oli välillä ongelmia ja ne näkyivät melko selvästi työnjohtajan ylimääräi-

senä tilannejohtamisena. Asiaa painotettiin alusta asti aloituskokouksissa ja urakoitsijapalaverissa ja noin puolet urakoitsijoista teki ilmoitukset sovitusti. Suurin osa urakoitsijoista ryhdistäytyi asiasta henkilökohtaisesti huomautettaessa, mutta joillakin oli loppuun asti hankaluuksia ilmoituksissa. Se, että kaikki eivät noudata samoja pelisääntöjä, aiheuttaa tämän kokoluokan työmailla turhaa työtä työnjohdolle. Mikäli useampi urakoitsija olisi laiminlyönyt ilmoituksia, olisi asia ollut pakko hoitaa kuntoon, mutta nyt tilanteiden kanssa tultiin toimeen. Yhtään kuormaa ei kuitenkaan jätetty purkamatta ja työmaan johto tuli tilanteissa yleensäkin vastaan.

Hankintojen valmistelua tärkeissä toimituksissa ei voine vähätellä. Erityistä huomiota pitää käyttää toimituksiin, jotka ovat kriittisellä polulla, joilla on pitkä toimitusaika ja joiden suunnitelmat tulevat usein varsin myöhään. Betonirungon ja teräsrungon toimitusten onnistuminen kohteessa olivat lähes vastakohtat. Siinä missä betonirungossa oli vain vähäisiä ongelmia, niin teräsrungon osalta ongelmat olivat jatkuvia niin suunnitelmien kuin toimitustenkin osalta. Työmaan on käytännössä hankala huomata ongelmia, mitä rakennesuunnittelija tai konepajasuunnittelija eivät ole ammattilaisina huomanneet. Terästoimittaja kutsuttiin heinäkuussa neuvotteluun työmaalle ongelmien ratkaisemiseksi ja tällöin toimittaja saatiin herätettyä vaatimaan puuttuvia suunnitelmia. Tämä neuvottelu olisi varmasti ollut syytä tehdä aikaisemmin, jolloin ainakin osa ongelmista olisi luultavasti voitu välttää.

Tämän vaatimusluokan, niin kokonsa kuin ympäristönsä osalta, työmailla tulee varmasti logistiikassa häiriöitä. Pääsääntöisesti logistiikassa onnistuttiin työmaalla mielestäni melko hyvin. Pääurakoitsijan näkemys logistiikan tärkeydestä ja siihen panostus auttoi onnistumisessa. Mielestäni logistiikasta vastuun antaminen lähinnä yhdelle henkilölle poisti pitkälti työmaan sisäisen tiedonkulun ongelmat ja toisaalta vastuun siirrot ”jollekin muulle”.

5. LÄHTEET

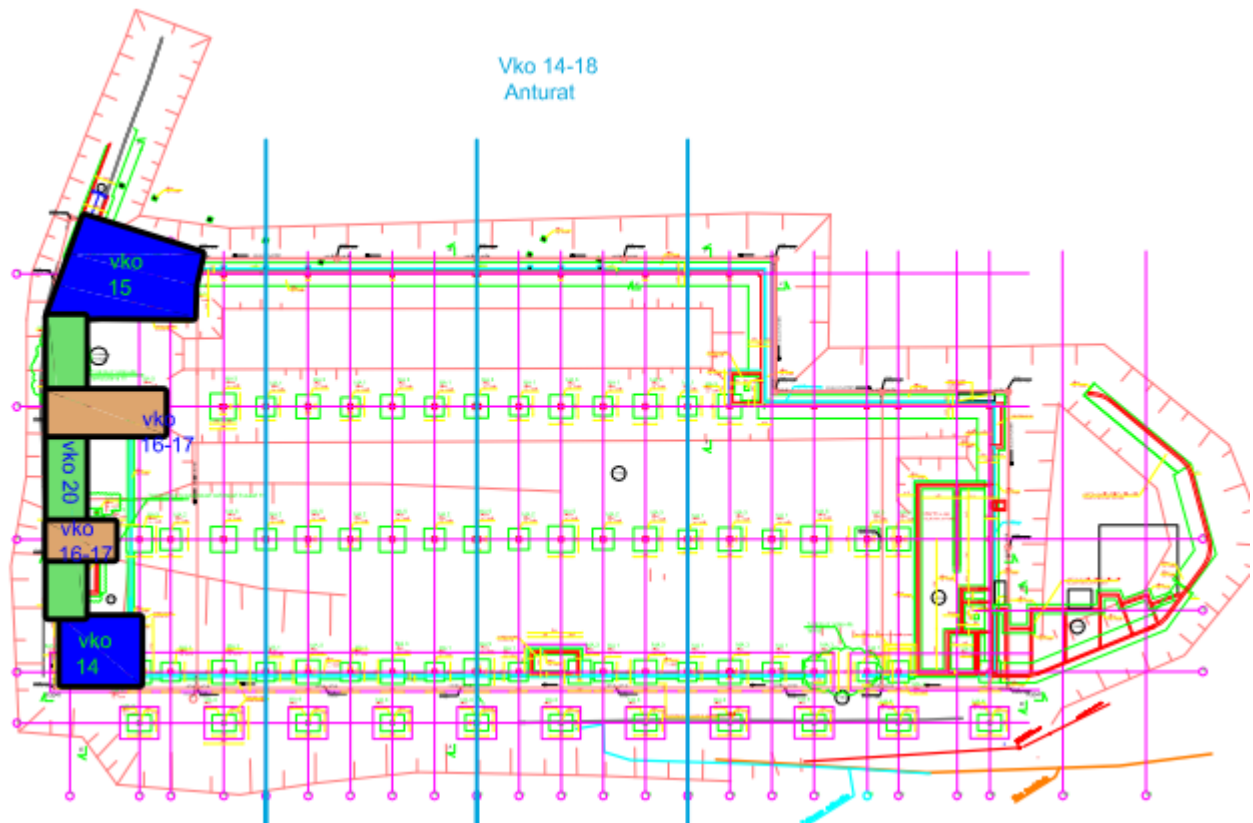
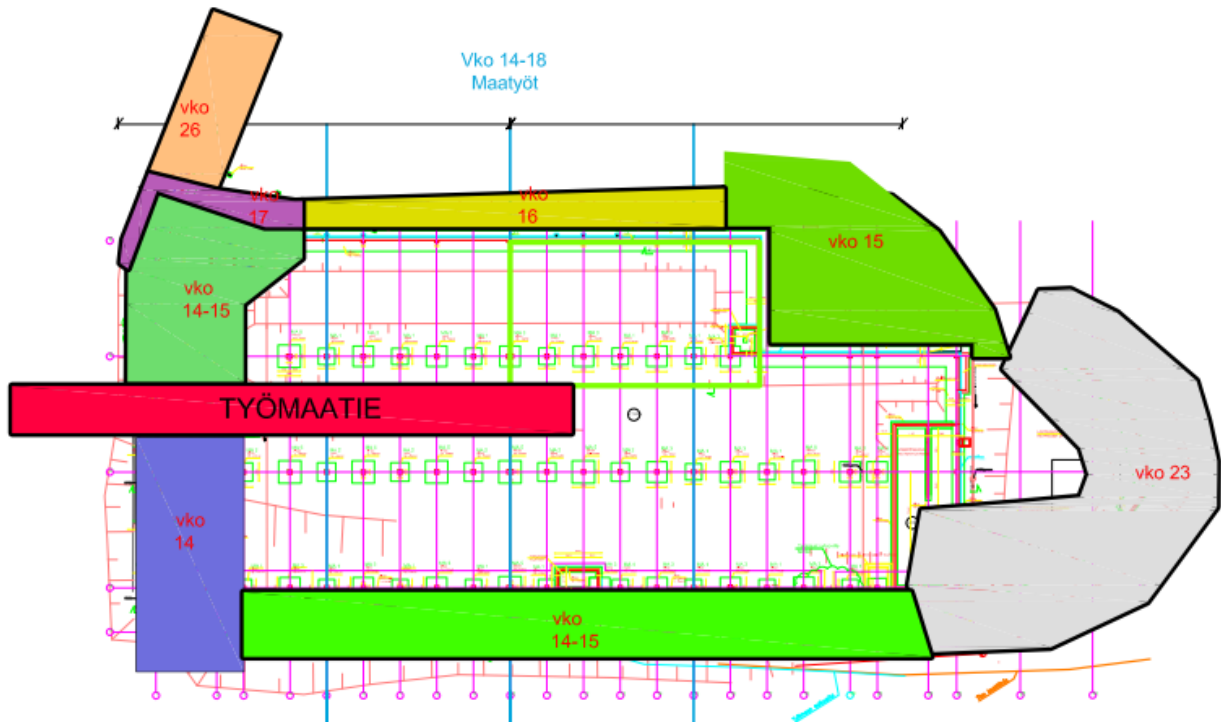
1. Panhelainen, Jari. 1994. Työmaan materiaalihankinnat, Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 22.
2. Haverila Matti J., Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka, Miettinen, Asko. 2005. Teollisuustalous. 5.painos. Kustantaja: Infacs Oy.
3. JOT-tuotanto rakennusalalla, 1991, Toim. Miettinen, Unto. RIL K136.
4. Wegelius-Lehtonen Tutu, Pahkala Samuli, Nyman Hannu, Vuolio Hannu, Tanskanen Kari. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 38.
5. Pankakoski, Juha. 1993. Hankintatoimen kehittäminen rakennusyrytyksissä. Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 6.

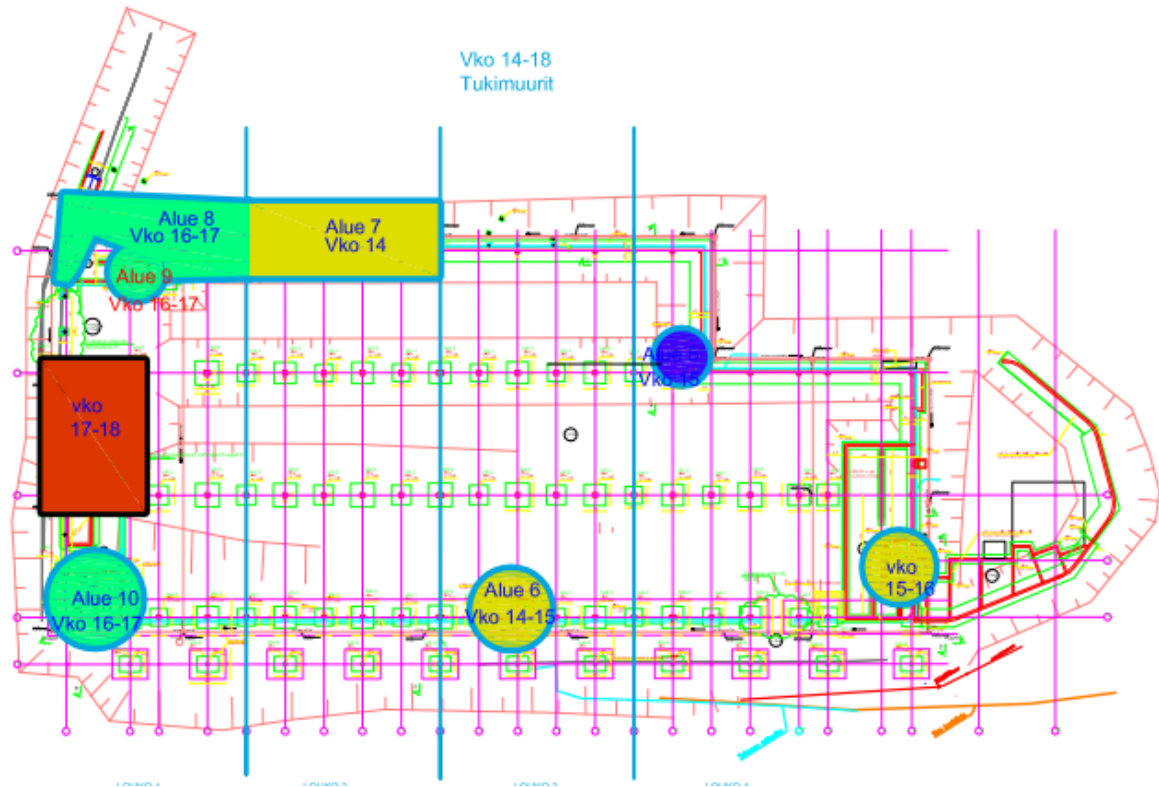
6. KIRJALLISUUTTA

- Vuolio, Hannu. 1995. PK-rakennusliikkeen logistiikan kehittäminen. Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 27
- Wegelius, Tutu, Pankakoski, Juha, Tanskanen Kari. 1993. Työmaan materiaalitoimitusten kehittäminen. Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 7
- Junnonen, Juha-Matti, Kankainen, Jouko. 2001. Hankintakäsikirja. Rakennusteollisuuden keskusliiton "Kehitys ja Tuotavuus"-sarjan julkaisu nro 70

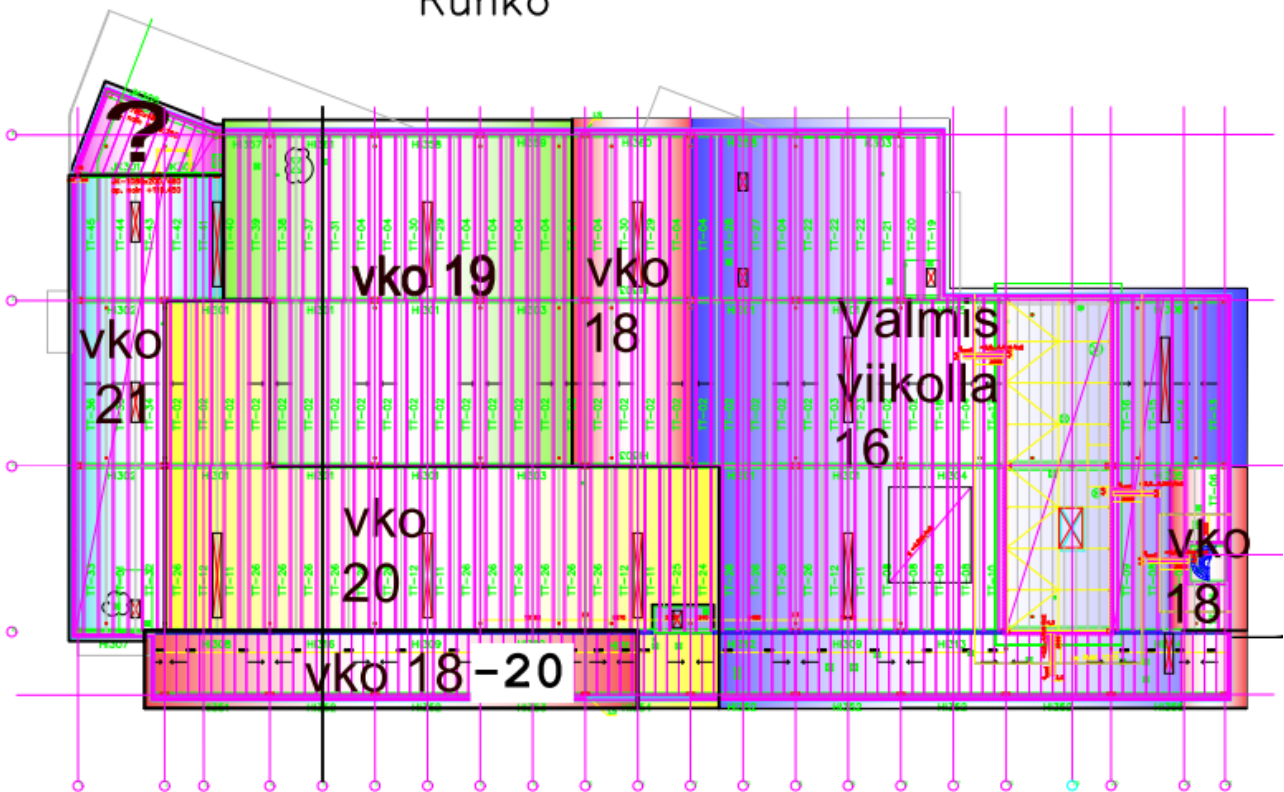
LIITTEET

Esimerkkejä työmaalla käytetyistä aikataulu- ja piirustuksista



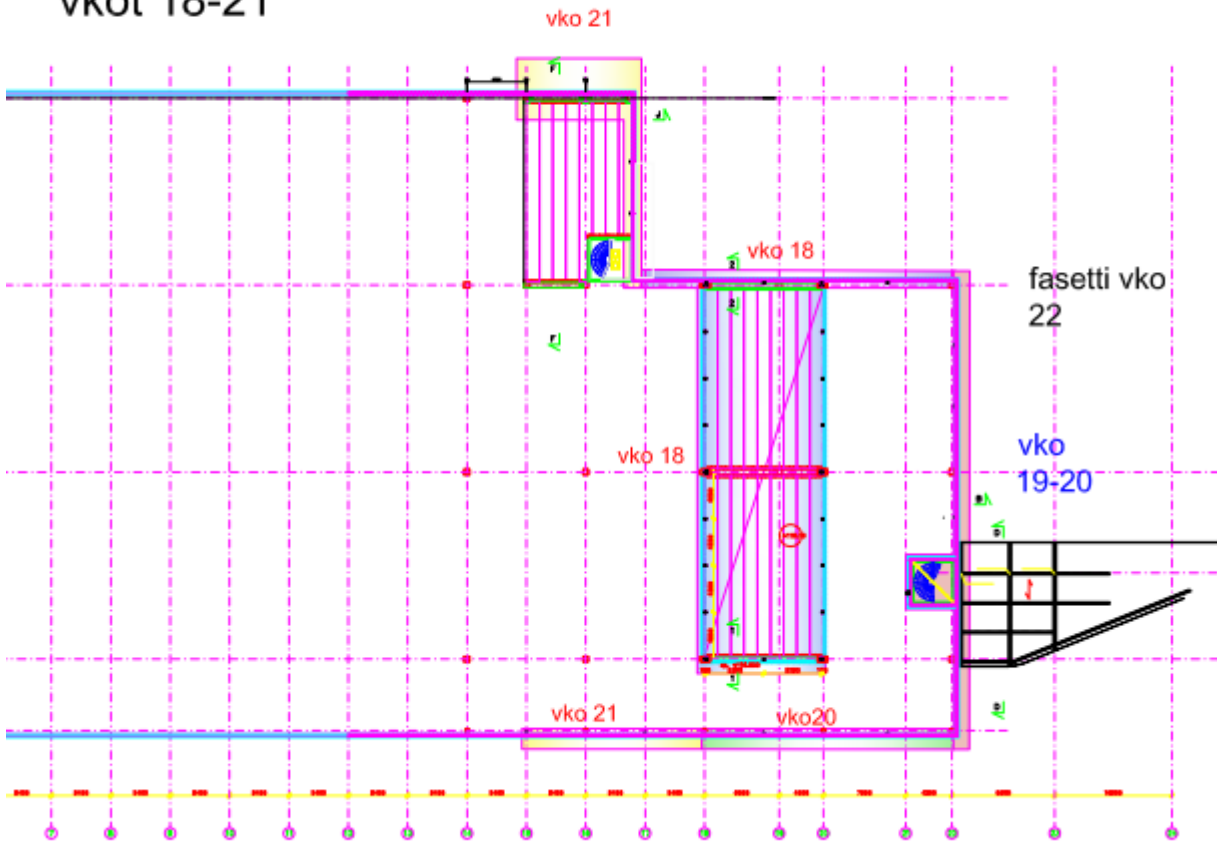


vko 16-21
Runko

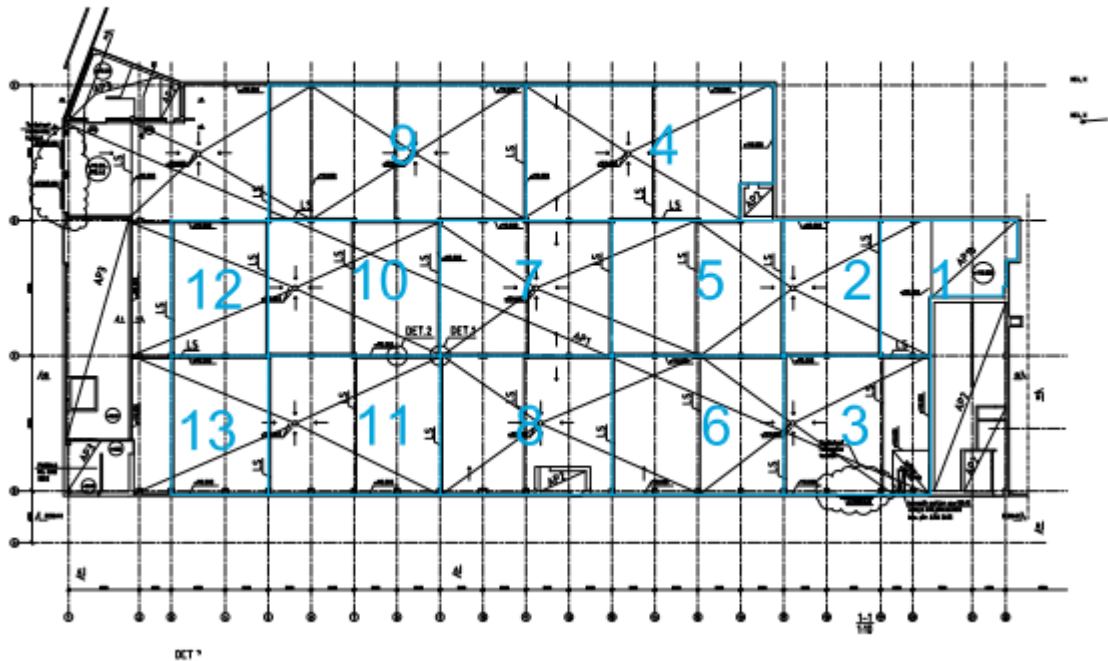


Ruukki -elementtikerä

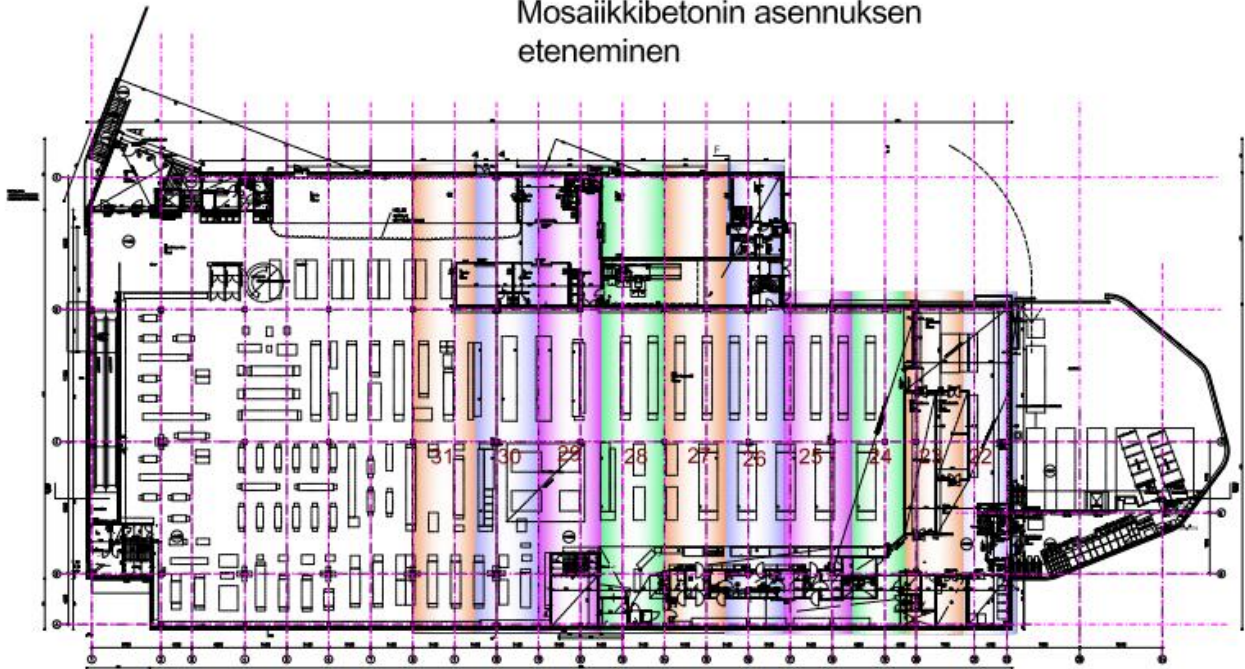
vkot 18-21



Lattiavalujen lohkojako



Mosaiikkibetonin asennuksen eteneminen



Pihan pintarakenteiden eteneminen

