

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät 2020

Juho Jokinen

LOGISTISESTI HAASTAVAN TYÖMAAN TAVARANTOIMITUS JA JÄTTEIDEN KUSTANNUSTEHOKAS HÄVITYS

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka | Tuotantojohtaminen

Kevät 2020 | 42 sivua

Juho Jokinen

LOGISTISESTI HAASTAVAN TYÖMAAN TAVARANTOIMITUS JA JÄTTEIDEN KUSTANNUSTEHOKAS HÄVITYS

Opinnäytetyön aiheena on materiaalin toimittaminen logistisesti haastavalle työmaalle ja jätteiden kustannustehokas hävitys. Työssä selvitetään löytyisikö rakennustyömaalle logistiikkavarastoa työmaan läheisyydestä ja toisenlaista menetelmää työmaan jätteenhävitykselle.

Aineistona on käytetty RT- ja Ratu-kortistoa, sekä verkkolähteitä ja haastatteluita. Logistiikkavaraston tarpeellisuutta tarkastellaan työmaan tilan puutteen kannalta. Aluesuunnitelmat havainnollistavat työmaan ahtaat varastointitilat. Työmaan jätteenhävitykseen etsitään uutta menetelmää ja tutkitaan kustannuksia jätehuollon laskutusten perusteelta.

Työmaan lähistöltä löytyy logistiikkavarasto, jolla on resurssit varastoida rakennustyömaan materiaaleja ja suorittaa logistisia palveluita. Varasto pystyy tarjoamaan koko logistiikan varastoinnista kuljetuksiin. Työmaan jätteenhävityksessä roskakuilun käyttäminen tuo kustannustehokkuutta, mutta samalla vaikeuttaa kierrätystä.

Logistiikkavaraston hinnoittelu on asiakaskohtaista, joten työmaan on neuvoteltava hyvä hinta varastoinnille. Jätteenhävityksen suurimmat kustannukset aiheutuu jätteiden siirtämisessä työmaan sisällä. Aluesuunnitelman suunnittelussa jätelavojen sijoittaminen lähelle kohdetta vähentää työmaan jätteiden sisäisiä siirtoja.

ASIASANAT:

rakennustyömaa, logistiikka, jätehuolto, kierrätys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

2020 | 42 pages

Juho Jokinen

MATERIAL DELIVERY TO A LOGISTICALLY CHALLENGING CONSTRUCTION SITE AND COST-EFFECTIVE DISPOSAL OF WASTE

The topic of the thesis is the delivery of material to a logistically challenging site and the cost-effective disposal of waste. The work investigates whether a logistics warehouse can be found nearby the construction site and a different method for site waste disposal.

The literature that was used is construction and building production files, as well online sources and personal interviews. The necessity of the logistics warehouse was examined in terms of the lack of space on the site. The area plans illustrate the confined storage space of the site. A new method for the site waste disposal was explored and the costs were investigated on the basis of waste management billing.

Nearby of the construction site, there is a logistics warehouse with the resources to store construction site materials and perform logistics services. The warehouse is able to provide all the logistics from warehousing to transportation. In site waste disposal, the use of garbage shaft brings cost efficiency, but at the same time makes recycling more difficult.

The pricing of the logistics warehouse is customer-specific, so the site must negotiate a good price for warehousing. The highest costs of waste disposal are incurred in moving waste within the construction site. In the planning of the area plan, placing the waste pallets close to the object reduces the internal shipments of waste.

KEYWORDS:

construction site, logistics, waste disposal, recycling

SISÄLTÖ

SANASTO

1 JOHDANTO	1
2 RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA JA JÄTEHUOLTO	2
2.1 Rakennustyömaan logistiikka	2
2.2 Aluesuunnitelma	2
2.3 Rakennusmateriaalien suojaus työmaalla	5
2.4 Jätehuolto työmaalla	6
2.4.1 Roskakuilu	7
2.4.2 Kurottaja	8
2.5 Nostotöiden turvallisuus	10
2.5.1 Nostosuunnitelma	10
2.5.2 Kuljettajan pätevyys ja suoritettavat huollot	10
2.5.3 Turvallisuus toimenpiteet nostoja tehdessä	10
2.6 Uudisrakennuskohteen rakennusjätteet	11
2.7 Rakennusjätteiden kierrätys	13
3 KAKOLAN LOGISTISET HAASTEET JA JÄTEHUOLLON KORKEAT KUSTANNUKSET	15
3.1 Kakolan Keidas -projektin alkuvaiheet	15
3.2 Työmaan osoitteeksi nimetty katu on vielä rakentamatta	16
3.2.1 Kuljetusreittien haasteita	16
3.2.2 Lääninvankilan kuljetusreitti	16
3.2.3 Graniittilinnankadun kuljetusreitti	17
3.3 Kohteiden valmistuessa työmaa-alueen tilat pienenevät	17
3.3.1 Haasteet työmaan pienentyessä	17
3.3.2 Työmaan varastoinnin ja kuljetusverkoston kutistuminen	18
3.4 Kohteen jätehuoltoon sovitun budjetin vähäisyys	18
4 TUTKIMUS LOGISTISIEN HAASTEIDEN HELPOTTAMISEKSI JA KUSTANNUSVERTAILU JÄTEHUOLLOLLE	20
4.1 Logistinen varasto työmaan läheisyyteen	20
4.2 Aluesuunnitelman päivitys Kakolan Keidas 2:n alkaessa	21

4.3 Kustannusvertailu sekajätteen ja kierrätyksen välillä työmaajätteiden lajittelussa	26
4.4 Vertailu	27

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET	32
-------------------------------	-----------

LÄHTEET	34
----------------	-----------

KAAVAT

Kaava 1. Punnitusmaksukaava	30
Kaava 2. Tyhjennysmaksukaava	30

KUVAT

Kuva 1. Rakennustyömaan aluesuunnitelma	4
Kuva 2. Sääsuojuuksen merkitys	6
Kuva 3. Roskakuilu	8
Kuva 4. Kurottaja	9
Kuva 5. Etusijajärjestyksen toimintamalli	12
Kuva 6. Kakolan Keidas	15
Kuva 7. Kakolan Keidas 1–3	22
Kuva 8. Kakolan Keidas 1 aluesuunnitelma	23
Kuva 9. Kakolan Keidas 2 aluesuunnitelma luonnos	25

TAULUKOT

Taulukko 1. Jätehuollon menetelmät kerroksista	27
Taulukko 2. Työ- ja tarvikekustannukset menetelmittäin	28
Taulukko 3. Jätteistä aiheutuvat kustannukset menetelmittäin	29
Taulukko 4. Menetelmien yhteenlasketut tulokset	31

SANASTO

aluesuunnitelma	aluesuunnitelma kertoo työmaa-alueen, sen keskeiset toiminnot sekä opastaa osapuolia yhteisiin toimintatapoihin; aluesuunnitelmaa päivitetään hankkeen edetessä
etusijajärjestys	jätehuollon periaatteena on 5-vaiheinen toimintamalli
jätehuolto	organisoitu toiminta, jonka tarkoituksena on kerätä, kuljettaa ja varastoida jätteitä
kierrätys	jätteiden käyttäminen raaka-aineena tai materiaalina; käytettyjen tavaroiden uudelleenkäyttö
logistiikka	tuotteiden kuljettaminen ja varastointi
RAK 1	jätelava on pääosin suoraan materiaalina tai energiana hyödynnettävää jätettä
RAK 2	jätelavalla on selkeästi sekä suoraan materiaalina tai energiana hyödynnettävää että jatkokäyttelyä vaativaa jätettä
urakoitsija	urakkaa tekevä rakentaja
välivarasto	tila jota käytetään tavaran hetkellisenä varastona

1 JOHDANTO

Tutkielman toimeksiantajana on Pohjola Rakennus Oy Suomi. Toimeksianto kohdistuu Pohjola Rakennuksen työmaalle, joka on logistisesti haastava ja jonka jätehuollon kustannukset ovat korkeita. Aihe tutkimukselle kehkeytyi työmaan tulevien kohteiden varalle. Teoriaa ja haastatteluja hyödyntäen toimeksiannon tavoitteena on ajatella vaihtoehtoisia logistiikka- ja jätehuoltoratkaisua. Toimeksiannon kohteena on Pohjola Rakennuksen työmaa Kakolanmäellä. Opinnäytetyössä selvitetään, kannattaisiko logistisesti haastavalle työmaalle hankkia logistiikkavarasto helpottamaan tavaran toimitusta työmaalle ja lisäämään varastointitilaa. Työmaan jätehuollon suurien kulujen myötä tutkitaan myös erilaista menetelmää jätteenhävitykselle ja sen taloudellista kannattavuutta.

Turun Kakolanmäellä Pohjola Rakennus rakentaa kolme kerrostaloyhtiötä, jotka ovat Kakolan Keidas 1, 2 ja 3. Kohteiden alle rakennetaan yhtenäinen pysäköintihalli. Ensimmäinen uudiskohde on nyt rakenteilla. Kokonaisuudessaan projekti tulee tuottamaan n. 300 asuntoa.

Logistiset haasteet työmaalle aiheuttaa ahtaus. Ensimmäisen kohteen valmistuessa työmaalle johtaa vain yksi tie ja tontin tilat käyvät vähiin. Kolmannen kohteen alkaessa työmaalla ei ole lähes yhtään varastointitilaa. Jätehuollon kustannukset ensimmäisessä kohteessa ovat suuret ja nämä aiheutuvat jossain vaiheessa jätteen siirtymisessä kohteesta jätelaitokselle. Ensimmäisen kohteen jätehuolto budjetti vaikuttaa tulevien kohteiden budjetointiin.

Pohjola Rakennus Oy:n historia alkaa Tampereelta vuodesta 1989, jolloin Juha Metsälä perusti perheyriyksen Rakennustoimisto Pohjola Oy:n. Vuonna 2013 nimi muuttui Pohjola Rakennus Oy Sisä-Suomeksi. Tämä oli konsernin emoyhtiö. Tytäryhtiöinä oli Pohjola Rakennus Oy Uusimaa, Häme ja Infra. Vuonna 2015 perustettiin Pohjola Rakennus Oy Länsi-Suomi, joka on toimeksiantajan vanha yhtiönimike. Pohjola Rakennuksen tytäryhtiöiden fuusiotuminen astui voimaan 1.4.2019. Yhtiö toimii yhtenä yhtiönä ja nimi muutettiin Pohjola Rakennus Oy Suome:ksi (Juha Metsälä 2019). Pohjola Rakennus työllisti vuoden 2018 loppupuolella 220 henkilöä, ja vuoden 2018 liikevaihto oli 260,7 miljoonaa euroa. Rakennettuja koteja yhtiöllä on 12 000 kappaletta. Infra-liiketoiminta yhtiössä on päätetty lopettaa vuonna 2019 huonon liiketuloksen johdosta.

2 RAKENNUSTYÖMAAN LOGISTIIKKA JA JÄTEHUOLTO

2.1 Rakennustyömaan logistiikka

Yhteinen rakennustyömaa määritellään (Verohallinto 2013) rakennustyön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen 2. §:n 1. momentin mukaisesti työpaikaksi, jolla tehdään asetuksen soveltamisalassa tarkoitettua työtä ja jolla samanaikaisesti tai peräkkäin toimii useampi kuin yksi työnantaja tai itsenäinen työnsuorittaja.

Työmaalle tilataan rakentamisessa tarvittavat materiaalit, joita varastoidaan, käytetään, kierrätetään ja kuljetetaan pois työmaalta. Jotta nämä kaikki kuljetukset ja varastoinnit toimivat, tarvitaan logistiikkaa. Logistiikka määritellään (Karraus 1998,13) materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaiseksi johtamiseksi ja kehittämiseksi.

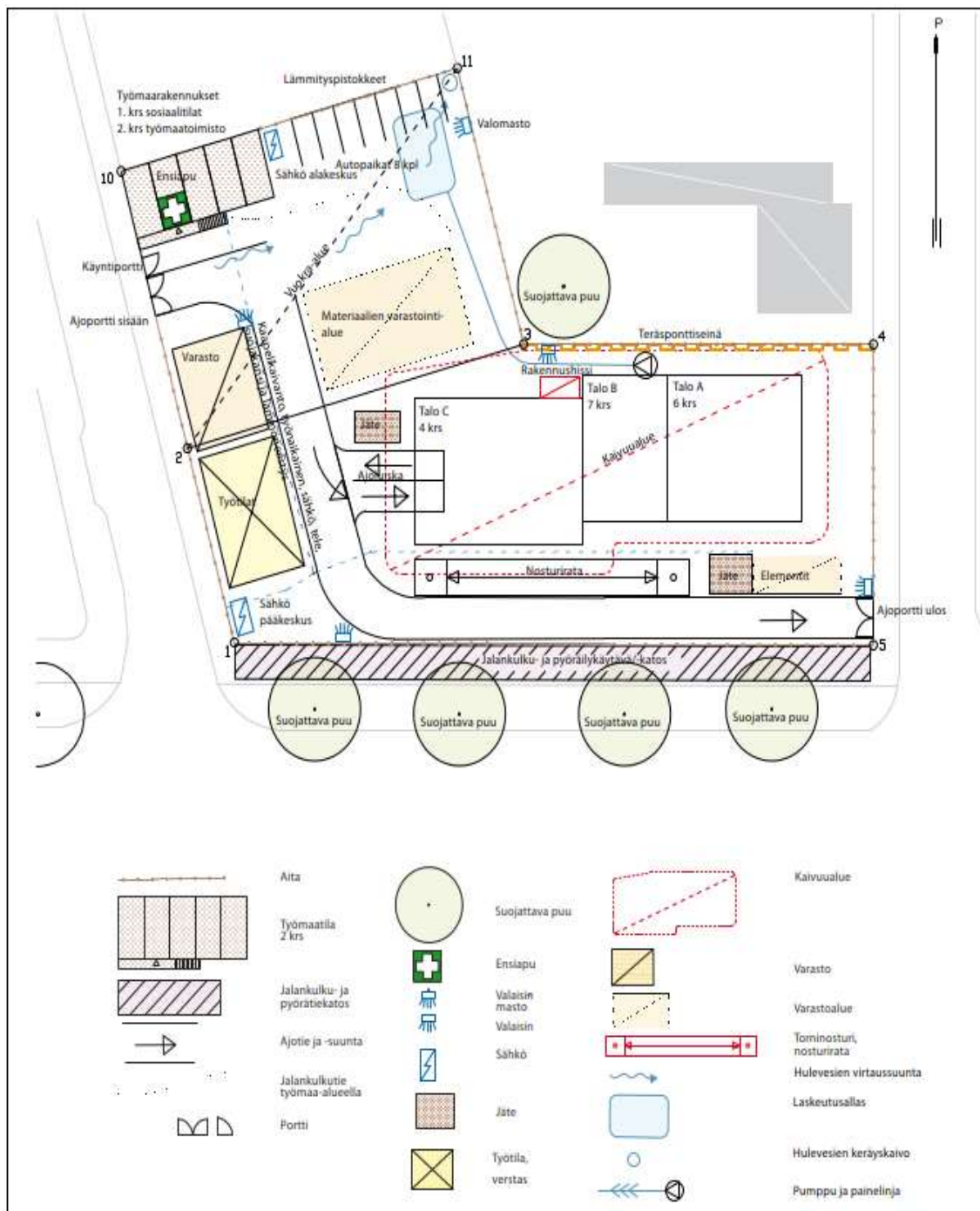
Suoratoimitus on yleinen toimitustapa rakennustyömaille, jossa tavara toimitetaan työmaalle suoraan tehtaalta tai rautakaupasta. (Matikainen 2018, 22)

2.2 Aluesuunnitelma

Työmaan karttana toimii aluesuunnitelma, kuten kuvassa 1 on esitetty. Aluesuunnitelma on esitys siitä, miten työmaalle on suunniteltu sijoitettavaksi työmaatoiminnot. Aluesuunnitelmaa käytetään tiedonvälitysvälineenä työmaan työntekijöille, vierailijoille, kuljetuksille ja työmaaliikenteen järjestäjille. Sitä pidetään esillä työmaan keskeisillä paikoilla kaikkien nähtävillä. Aluesuunnitelmaa voidaan tarpeen tullen päivittää, jotta kaikilla säilyy tietoisuus työmaa-alueen asioista. Työmaan aluesuunnitelmasta selviävät seuraavat olennaiset asiat:

- työmaa-alueen raja- ja erotus, josta näkyvät rajat minkä sisällä työmaa sijaitsee ja portit työmaalle
- työmaatilat ja parkkipaikat

- työmaakopit, joissa sijaitsevat toimisto-, sosiaali ja varastotilat; nämä tilat pyritään sijoittamaan lähelle veden- ja sähköliittymien liitoskohtia sekä tasan kuivan ja kantavan maan päälle
- liikenneväylät ja kulkutiet
 - ajoneuvotiet, joiden ajosuunnat sekä jalankulkijoiden tiet tulee näkyä selvästi
 - liittymätiet, jotka sivuavat työmaata ja miltä tieltä ajetaan työmaalle ja miltä pois
 - pelastustie viranomaisia varten.
- jätehuoltojärjestelyt
 - sijoituspaikka työmaalla, mihin on merkattu jätokohtaisesti jätelavoille kuuluvat jätteet
- nosto- ja siirtojärjestelyt
 - torninosturin paikka ja sen toimintasäde
 - nosturipedit miltä ajoneuvot saa suorittaa raskaita nostoja työmaalla
- valaistus ja sähköistys
 - sähkökeskusten ja sähkölinjojen sijainnit
- työtilat ja -alueet
 - tulityötilan sijainti ja lämpö-, vesi-, ilma-, ja sähkötoiden varastot
- suojaukset ja tilavaraukset
 - sortumismahdolliset kaivannot, kaivantojen ja jyrkänteiden reunat, suojattavat puut
- sammuttimien sijainti
- varastointialueet
 - sijainteja, mihin puretaan ja lastataan kuormat
 - varastointialueita, joissa säilytetään kuivana pidettävät materiaalit. (Ratu C2-0454, 2017).



Kuva 1. Rakennustyömaan aluesuunnitelma (Ratu C2-0454, 2017).

Aluesuunnitelmasta siis selviää, mihin työmaalla on sijoitettu purku-, lastaus- ja varastointialueet. Nämä sijainnit ovat suunniteltu tarkasti palvelemaan työmaata siten, että materiaalien toimitus sujuu vaivattomasti ja niiden käyttöönotto, eli työmaan sisäiset siirrot työkohteisiin tapahtuisivat helposti. Sijainnissa on myös mietitty, että varastointialusta on tasainen, kuiva ja kantava. Varastointi määritellään (Karraus 1998, 35–36) tuotteen varastoinniksi varastoon. Varasto on fyysinen tila, jossa säilytetään tuotteita, materiaaleja tai komponentteja. Varasto laajemmin ajateltuna tarkoittaa hallitsevaa logistista kokonaisuutta.

Logistisena käsitteenä varasto jaetaan käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Käyttövarasto tarkoittaa sitä osuutta varastoidusta määrästä, joka suurella todennäköisyydellä lähtee ketjun seuraavalle käyttäjälle ja poistuu omasta varastosta. (Ratu C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu)

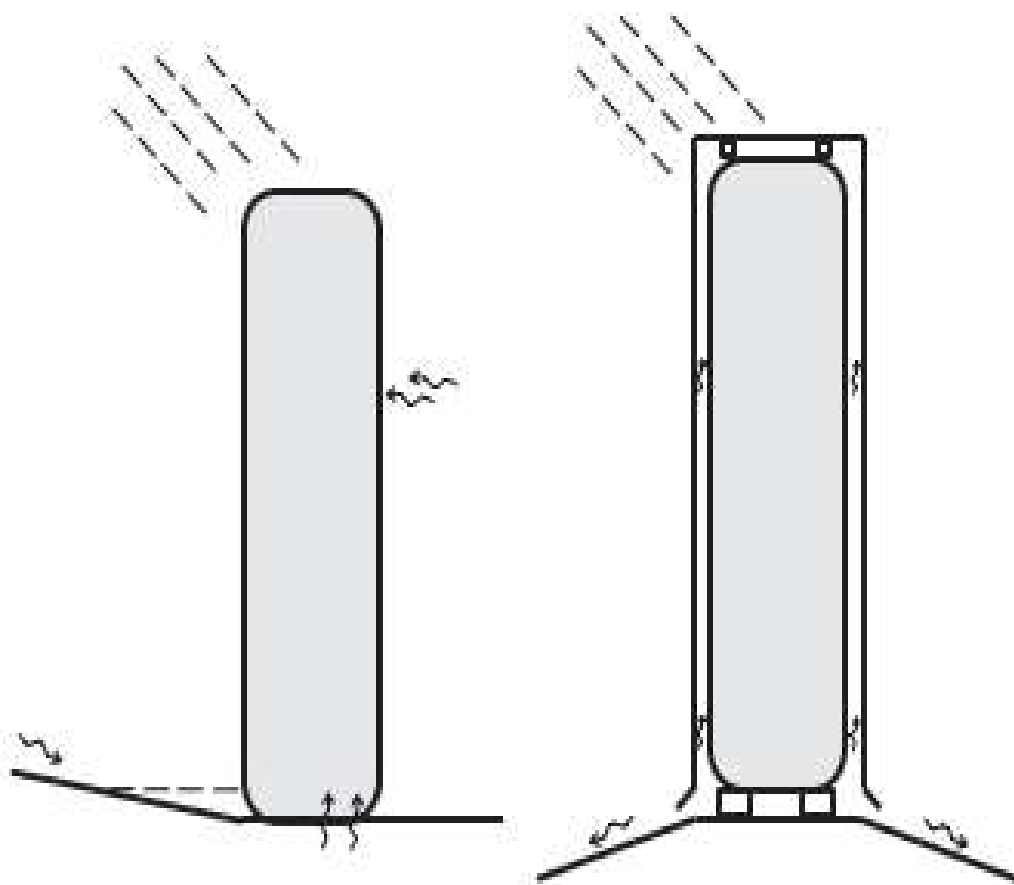
Varastointiyrityksellä voi kuulua palveluihinsa terminaali/väliterminaali. Terminaali ja väliterminaali ovat käytännössä sama asia. Terminaalin ideana on koostaa usean asiakkaan logistiikka tiettyyn paikkaan. Esimerkiksi 3-4 tavarantoittajan tuotteet tuodaan terminaaliin ja ne lähtevät sieltä yhtenä nippuna kohteeseensa. Tähän toimintaan ei kuulu varastointi hinnoittelua, koska tuotteet eivät viivy kauaan terminaalissa. Varasto- ja terminaalirakennukset tunnistaa siitä, että varastorakennukset ovat korkeita, koska varastoitavat tuotteet tarvitsevat tilaa ja voivat viipyä varastoissa useita kuukausia. Terminaalirakennukset ovat matalia, juuri sen korkuisia, että jakeluajoneuvo mahtuu rakennukseen jossa se lastataan. Terminaalirakennukset eivät tarvitse niin paljon varastointitilaa, koska tuotteet tulevat terminaaliin vain hyvin lyhyeksi aikaa, kunnes ne taas lähetetään eteenpäin. (Kim Sjöholm 13.1.2020)

2.3 Rakennusmateriaalien suojaus työmaalla

Työmaalle tuotavat rakennusmateriaalit suojataan sateelta, jos niitä ei heti saada sisätiloihin tai muuhun suojaan. Rakennusmateriaalit pitää suojata työmaalla vielä erikseen sääolosuhteilta, vaikka niissä on yleensä valmiina pakkaussuojat. Itse suojaamalla varmistetaan siitä, ettei materiaalit vahingoitu työmaalla. Suojaamisessa huomioidaan materiaalien varastointiaika. Varastoidaanko pitkäaikaisessa mielessä, vai onko kyseessä vain pikainen välivarastointi. Kaikessa varastoinnissa työmaalla tulee muistaa asettaa varastoitavan materiaalin alle esimerkiksi aluspuut, jottei materiaali pääse kosketuksiin

kostean maaperän kanssa ja huolehtia, että vesi ohjautuu pois päin materiaaleista. Näin minimoidaan kosteusriski, jotta kosteus ei pääse vaurioittamaan materiaaleja.

Vähimmäissuojaus materiaaleille rakennustyömailla on suojaus säältä ja säärasitukselta. Kuva 2 havainnollistaa sääsuojauksen periaatteen missä materiaali on suojassa tuulelta, sateelta ja maankosteudelta. Suojausmenetelmät valitaan sen mukaan, miltä halutaan suojautua. Suomessa esimerkiksi talvelta suojataan materiaalit yleensä kylmältä, lumisateelta ja tuulelta. (RK140507 Materiaalien suojaus työmaalla)



Kuva 2. Sääsuojauksen merkitys. (RK140507 Materiaalien suojaus työmaalla).

2.4 Jätehuolto työmaalla

Jätelaissa määritellään jäte sanoin: ”Tässä laissa tarkoitetaan *jätteellä* ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä, taikka on velvollinen poistamaan käytöstä” (Eduskunnan päätöksen mukaisesti säädetty, kesäkuu 2011).

Jätehuoltolaissa määrätään yhdyskuntajätteiden hävittämisestä jo 1970-luvulla ja veloitettiin kiinteistöjen omistajia huolehtimaan jätteiden keräilyn järjestämisestä. Kuntien vastuille osoitettiin yleisen jätehuollon järjestäminen ja tätä koko toimintoa valvoo ympäristöministeriö. (Hokkanen ym. 2011, 278). Jätehuolto puolestaan määritellään organisoituna toimintana, jonka tarkoituksena on kerätä, kuljettaa ja varastoida jätteitä. Myös jätteiden hyödyntäminen, loppukäsittely ja -sijoittaminen kuuluvat jätehuollon määritelmään. (Tilastokeskus jätehuollon määritelmä)

Jätehuollon järjestämisestä työmaalla vastaa jätteen haltija. Yleensä pääurakoitsija, joka rakennuttaa kohteen, on vastuussa jätteiden synnystä ja näin ollen on jätteen haltija. Taloa rakentaessa jätettä syntyy rakennusmateriaalien käsittelyssä. Jätettä muodostuu esimerkiksi mittahukista, pakkaus ja suojamateriaaleista, sekä siivouksesta. Työntekijät ja urakoitsijat perehdytetään työmaalla asianmukaiseen jätteiden lajitteluun. Työmailla jätteet sijoitetaan aluesuunnitelman mukaisesti välivarastointipaikkoihin ja tarvittaessa ne suojataan säältä. Jätteet on lueteltu useaan jätelajiin ja työmaalla jätteet sijoitetaan sen mukaan oikeisiin paikkoihin ja pidetään erillään toisistaan. Rakennusjätteelle perinteinen kuljetusväline työmaalta on jätelava, joka toimitetaan tyhjänä takaisin. Joissain tapauksissa, kun tiettyä jätelajia kerätään työmaalta ja se pitää olla suojattuna esimerkiksi kastumiselta tulevaa loppukäsittelyä varten tai halutaan, ettei pölyä pääse kuormasta ympäristöön, käytetään välivarastointina kannellisia kontteja. Useammissa tapauksissa jätehuolto palvelua tarjoava yritys toimittaa työmaalle tarvittavat jätteen keräysvälineet ja niiden vuokra sisällytetään jätehuoltopalvelun hintaan. (RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto, 2015)

2.4.1 Roskakuilu

Jätteiden pudottaminen turvallisesti ja hallitusti kerroksista on yksi tavanomaisista tavoista työmaan jätehuollossa. Se onnistuu roskakuilun kautta. Roskakuilu voidaan ripustaa katolle tai esimerkiksi ikkuna-aukkoihin. Kuva 4 eri palikoilla saadaan kätevästi toimiva roskakuilu eri kerrostasanteille. (Skanska 2020).



Kuva 3. Roskakuilu (Skanska 2019).

2.4.2 Kurottaja

Rakennustyömailla, missä rakennetaan useampaan kerrokseen, vaikeutuu jätteiden poistaminen kerroksista jätelavoille. Ajoneuvonosturilla yltää kätevästi korkeisiin kohteisiin, jopa kymmeneen metriin. Kuvan 4 kurottaja on nelipyöräohjauksella varustettu nelivetoinen työkone, millä voi nostaa, purkaa ja kuljettaa. Kurottajiin on saatavilla lisävarusteita kuten piikit, jatkopiikit, kalustekori tai kauha. (Cramo Finland kurottajapalvelut)



Kuva 4. Kurottaja (Cramo 2019).

2.5 Nostotöiden turvallisuus

2.5.1 Nostosuunnitelma

Työmaalla nosturia käyttäessä on huomioitava turvallisuus. Turvallisuudesta vastaa kaikki, jotka kyseiseen toimintaan osallistuu. Nostosuunnitelma tehdään yleensä pääura-koitsijan johdolla, missä kerrotaan tarkat paikat nostoille, olosuhteet, nostotyövaiheet, nostettavan taakan nostokohdat ja käsiteltävyys, vastuuhenkilöt ja turvallisuustoimenpiteet. Suunnitelmaan osallistuu usein kyseisten töiden urakoitsijat ja tarvittaessa rakennesuunnittelija. Kaikki nostotyöhön osallistuvat perehtyvät suunnitelmaan ennen nostojen aloitusta.

2.5.2 Kuljettajan pätevyys ja suoritettavat huollot

Työkoneita, kuten esimerkiksi ajoneuvonosturia käyttäessä, pitää varmistua kuljettajan pätevyydestä. Nostokonetyypin kuljettajan kortti tai ammattikirja pätevät todisteena pätevyydestä. Kuljettajan tulee myös hallita nostokaluston käyttö ja suorittaa päivittäin, sekä ennen työn alkua tarkastukset laitteelle. Ajoneuvonosturia käytettäessä työmaalla on siihen tehtävä kolmen kuukauden välein tarkastus, käyttötuntivälein tehtävät huollot ja ennen käyttöönottoa työmaalla tulee suorittaa pystytystarkastus. Pystytystarkastuspöytäkirja tehdään työnjohdon ja kuljettajan välillä. Asiakirjassa on lueteltu useita kohtia koneesta ja vaihtoehtona on rastittaa kohdat kunnossa ja korjattavaa/huomautettavaa. Jos kaikki kohdat on kunnossa asiakirjan allekirjoitusten jälkeen voidaan aloittaa nostotyöt kyseisellä koneella.

2.5.3 Turvallisuus toimenpiteet nostoja tehdessä

Nostojen suunnittelussa on varmistauduttava siitä, että nostopaikalla maapohjan kantavuus on riittävä. Työmaan aluesuunnitelmassa on yleensä merkitty kohdat, missä työmaalla saa suorittaa nostoja. Näissä kohdissa on maan kantavuutta nostettu ja näin vältetään nostokalustojen kaatuminen noston aikana. Alue, missä nostoja suoritetaan työmaalla muuttuu vaara-alueeksi. Alueella ei ole enää turvallista olla raskaitten nostojen takia, joten nostojen aikana tämä alue tulee erotella muusta työmaasta ja estää kulku vaara-alueelle. Usein työmaalla ajoneuvonosturi nostot sijoittuu korkealle ja tasaiselle

alustalle. Nosturin kuljettaja harvoin näkee tai pystyy itse tekemään noston joten tarvitaan apuvoimia. Kuljettajalla on apuna usempi työntekijä, joiden kanssa hän kommunikoi sovituin käsimerkein tai radiopuhelimella. Näin nostot saadaan tarkasti ja turvallisesti paikoilleen, vaikka kuljettajalla ei olisi suoraa näköyhteyttä. Ennen nostoja on sovittava käsimerkki- ja puhekäskyt. Nosturin kuljettajalla on aina oikeus kieltäytyä suorittamasta nostoa, jos hän katsoo siitä aiheutuvan vaaraa työntekijöille tai nosturille. (Ratu S-1182 Nostotöiden turvallisuus, 1998)

2.6 Uudisrakennuskohteen rakennusjätteet

Rakennushankkeessa jätettä syntyy monista eri materiaaleista. Urakoitsijoita, jotka vastaavat työmaiden jätehuollosta kannustetaan tehokkaaseen jätehuoltoon ja lajittelemaan mahdollisimman monet jätelajit erikseen kustannuksilla. Lajittelemattomasta rakennusjätteestä peritään niin suuret käsittelymaksut, että suurimmat jätelajit pyritään pitämään puhtaana muista jätteistä. (RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto, 2015). Suomi ja EU ohjaavat rakennustyömaita tehokkaaseen kierrätykseen kovilla hinnoilla. Jos jätteen joutuu loppusijoittamaan kaatopaikalle tulee siitä isot kustannukset ja sen suuruus johtuu verosta, millä ohjataan jätteen tuottajia parempaan kierrätykseen. Jätehuollon periaatteena pidetään Kuva 5 etusijajärjestystä. Se koostuu viidestä eri asteesta, miten pitäisi ajatella jätteen kierrätystä.

Kuvan 5 mukaisesti etusijajärjestyksen vaiheet etenevät alas seuraavasti:

1. Älä tee jätettä
2. Jätteen suoraan uudelleen hyödyntäminen esimerkiksi lasipullonpalautus
3. Materiaali hyödynnetään uuden materiaalin valmistamiseen esimerkiksi pahvin/paperin kierrätys
4. Hyödynnetään energiana
5. Loppusijoitus eli kaatopaikka, jos jätettä ei voi mitenkään hyödyntää se loppusijoitetaan. (Timo Sariola 10.1.2020)

ETUSIJAJÄRJESTYS



Kuva 5. Etusijajärjestyksen toimintamalli (Kymenlaakson jäte 2018).

Kustannukset pyritään pitämään kohtuullisena jätehuollossa. ”Budjetti on yrityksen tulevaa toimintaa varten laadittu rahamääräinen toimintasuunnitelma” (Yritystoiminta, budjetointi). Jätehuoltosuunnitelmalla saadaan hyvin ennakoitua resursseja työmaalle tai vähentää niitä tarpeen mukaan. Esimerkiksi sekajätteessä pyritään pysymään aina RAK 1 luokassa, jotta kustannukset olisivat mahdollisimman vähäiset. (Niemelä 2019). RAK 1 tarkoittaa rakennusjäte luokka 1, joka tulee sisältää yli 50 % hyödynnettävää materiaalia. Jos tuohon lukemaan ei päästä, muutetaan jäte RAK 2 luokkaan ja näin ollen siinä on alle 50% hyödynnettävää materiaalia. Prosenttuaalisen tarkistuksen suorittaa jätelavan kuljettaja tai laitoksen päässä virkailija. Jos huomataan, että lava ei vastaa sen rakennusjäteluokkaa, dokumentoi tarkastaja kuvalla lavan ja näin ollen laskutuksessa laskutetaan sen mukaisella lavalla, jonka tarkastaja on hyväksynyt. Näiden kahden välillä on iso hinta ero, koska RAK 2 -luokan jätteestä menee suurin osa loppusijoitukseen. (Sariola 2020)

Tavoitteena on kerätä ja pitää erillään seuraavat jätelajit, jos se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista:

- betoni- ja tiilijätteet
- keramiikkajätteet
- kipsipohjaiset jätteet
- kyllästymättömät puujätteet
- metallijätteet
- lasijätteet
- muovijätteet
- paperi- ja kartonkijätteet
- maa- ja kiviainesjätteet.

Vaaralliset jätteet tulee aina pitää erillään muista jätteistä ja materiaaleista. Vaarallinen jäte on terveydelle tai ympäristölle vaarallista, tai sillä on jätelaissa muu vaaraominaisuus. (RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto, 2015)

2.7 Rakennusjätteiden kierrätys

Kierrätyksen tarkoituksena ja perustavoitteena on ympäristökuormituksen vähentäminen. Samalla pyritään kehittämään kustannustehokkuutta. Apukeinoina pyritään mm. tuotteiden käyttöiän pidentämiseen, kertakäyttöisyydestä luopumiseen, uusioraaka-ainesten ja kierrätettyjen osien käyttämiseen sekä kuljetus- ja jätehuoltotarpeen vähentämiseen. Kierrätyksellä haetaan myös uutta lisäarvoa tuotteelle, sekä jälleenmyyntiarvoa. Tähän päästään, kun tuote on kierrätettävä, sillä se kasvattaa tuotteen markkinoitavuutta ja ostoarvoa. (Karraus 1998, 278–279)

Nimitys kierrätys tulee siitä, kun uudelleen käytettävissä oleva materiaali ohjataan takaisin hyötykäyttöön ja palautetaan arvoketjun kiertokulkuun. Arvoketjulla tarkoitetaan arvonalisäystä materiaaliin sen jalostusprosessin edetessä. Kun kierrätettävän käyttöikä täyttyy, materiaali palautetaan luonnon kiertokulkuun.

Kierrätyksessä voidaan itse kierrätys jakaa kahtia riippuen siitä, käytetäänkö tuote sellaisenaan uudestaan vai käytetäänkö se hyödyksi uusien tuotteiden valmistuksessa. (Hokkanen ym. 2011, 284)

Lainsäädäntö asettaa valtakunnallisen tavoitteen rakentamisen jätehuollolle, jonka mukaan talonrakentamisen ja purkamisen jätteistä on kierrätettävä vähintään 70% vuoteen 2020 mennessä. Työmailla tehokkaasta jätehuollosta saa kustannussäästöjä, kun ei

tarvitse maksaa jätelaistosten jätteenkäsittelymaksuja. Kun jätelajit kierrätetään saadaan uusiutuvien tuotteiden lisäksi energiaa. 85...90% voidaan kierrättää tai hyödyntää energiana hyvällä erottelutekniikalla sekajätteestä (lajittelematon rakennus- ja purkujäte). Muita hyödyntämismahdollisuuksia on useita kuten esimerkiksi puujäte mistä valtaosa murskataan ja hyödynnetään energiana. (RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto, 2015)

3 KAKOLAN LOGISTISET HAASTEET JA JÄTEHUOLLON KORKEAT KUSTANNUKSET

3.1 Kakolan Keidas -projektin alkuvaiheet

Vuonna 2016 Kakola Yhtiöt ja Pohjola Rakennus Oy Länsi-Suomi ostivat yhdessä Turun Lääninvankilan ja siihen liittyvät uudisrakennustontit. Kuvan 6 Lääninvankilaa nimetään Tiililinnaksi. Pohjola Rakennukselle siirtyi eteläinen uudisrakennustontti Lääninvankilasta katsottuna. Kakola Yhtiölle jäi itse lääninvankila, sekä sen itäinen uudisrakennustontti Eerikinrinne. Kuva 6:stä selviää Pohjola Rakennukselle kuuluva tontti Kakolan Keidas. Ympäristönsuojelulaki velvoitti Pohjola Rakennuksen tontilla olevan pilaantuneen maa-alueen puhdistuksen. Toiminnallisia syitä puhdistukselle oli käyttöhistorian perusteella sijainnut öljynvaihtopaikka ja vanha sikala. Myös tontin lännenpuoleinen maaperä koostui täyttömaakerroksista, joiden joukossa oli rakennusjätteitä. Vuonna 2018 maaliskuussa aloitettiin pilaantuneen maa-aineksen poistotyöt ja Kakolan Keidas 1 tulisi olemaan valmis kokonaisuudessaan vuonna 2020 maaliskuussa.



Kuva 6. Kakolan Keidas (Pohjola Rakennus 2018).

3.2 Työmaan osoitteeksi nimetty katu on vielä rakentamatta

3.2.1 Kuljetusreittien haasteita

Kakolan Keidas 1 työmaa osoite on Tiililinnankatu, joka on vasta rakenteilla. Itse työmaa on ollut käynnissä vuoden 2018 kevästä asti. Täten työmaa on käyttänyt vaihtoehtoista osoitetta, joka on Graniittilinnankatu ja informoinut kuljetuksia ajoissa tilanteesta. Kaikista kuljetuksista työmaa ei ole pystynyt informoimaan kuljettajia, kuten postin/kuriiripalvelujen tuomisista, koska työmaa on harvoin tietoinen näiden kuljetusten aikatauluista. Rakennushankkeen aikana Kakolanmäellä on ollut samanaikaisesti useampi toimija rakentamassa. Tuloreitit ovat saattaneet olla tukossa toisten toimijoiden rakentamisen johdosta, tai urakoitsijien autot ovat olleet katujen vieressä parkissa ja näin kaventaneet kuljetusteitä. Tästä on aiheutunut haasteita saada kuljetukset työmaalle ajoissa. Suuria haittavaikutuksia työmaahan ovat myöhästyneet elementtikuljetukset. Myöhästynyt elementtikuljetus tarkoittaa myöhästyntä elementtiasennusta ja pahimmassa tapauksessa työmaalla on useampi elementtikuorma odottamassa purkua ja tukkimassa työmaan kulkuväyliä.

3.2.2 Lääninvankilan kuljetusreitti

Työmaan alkuvaiheessa kuljetukset tapahtuivat Kakolankadulta Lääninvankilan idän puoleiselta tieltä. Samaan aikaan Kakola Yhtiöt rakensivat Lääninvankilassa ja risteyskohdassa, josta päästään Lääninvankilan idänpuoleiselle tielle. Tästä usein aiheutui ruuhkaa. Myös kääntyminen tälle tielle tuotti vaikeuksia, sen kapeuden ja pienien kääntösäteiden takia. Työmaalta jouduttiin usein tulemaan auttamaan tieltä suistunut ajoneuvo takaisin tielle, tai täyttämään maata tielle sen kantavuuden takaamiseksi. Talvi teki Kakolanmäestä liukkaan ja vaikeutti kuljetusten kiipeämistä mutkittelevaa tietä pitkin. Tammikuussa 2019 Kakolan keidas 1 aloitti kanaalilouhinnan lääninvankilan nurkilta tontin idän puoleiseen laitaan asti ja tästä johtuen kuljetustie työmaalle jouduttiin katkaistamaan.

3.2.3 Graniittilinnankadun kuljetusreitti

Uudeksi kuljetustieksi työmaalle tuli tontin länsipuolen Chiewitzin serpentiinitie. Kuljettajat käyttivät nyt vaihtoehtoista osoitetta Graniittilinnankatu. Kuljetukset joutuivat lähestymään työmaata nyt lännestä Michailowinkatua pitkin, koska pohjoinen Kakolankatu oli poikki lääninvankilan luoteiskulmasta tietyömaan vuoksi. Serpentiinitien läntisellä puolella Turun kaupunki aloitti rinnehissi Funikulaarin rakentamisen maaliskuussa 2018. Funikulaarin työmaa esti isojen ajoneuvojen, kuten puoliperävaunun kääntymisen suoraan Graniittilinnankadun läntiseltä puolelta serpentiinitalle. Täten isot kuljetukset jouduttiin ajamaan Graniittilinnankadun itäseen päähän Ameksinaukiolle, jossa ne käännettiin ympäri. Näin lähestymissuunta saatiin oikeaksi serpentiinitalle, josta pääsi työmaalle.

Kakolanmäellä ei ole paljon parkkialueita urakoitsijoiden ajoneuvoille, joten tien varsille ilmestyy paljon autoja työpäivinä. Ameksinaukio oli täynnä parkissa olevia autoja ja näin isot ajoneuvot, jotka olivat menossa Kakolan Keitaaseen, eivät saaneet käännettyä ajoneuvojaan ympäri. Työmaalta jouduttiin usein soittamaan autojen omistajille, että tulisivat siirtämään autonsa pois kuljetusten tieltä ja tästä aiheutui paljon odotustunteja työmaalle. Kakolan Keitaan vastaavamestari pyysi lopulta Turun kaupungilta pysäköintikieltoa Ameksinaukiolle ja näin isoilla kuljetuksilla oli tilaa kääntää ajoneuvonsa oikeaan tulosuuntaan. Kanaalin rakentamisen valmistuttua kulkuyhteys Kakolankadun kautta työmaalle onnistui jälleen. Kakolan Keidas 1 lähestyessä valmistumista se tukki kulkuyhteyden työmaan itäpäädyssä länsipäätyyn ja näin tietyt kuljetukset oli sovittava tulemaan Graniittilinnankatua työmaalle.

3.3 Kohteiden valmistuessa työmaa-alueen tilat pienenevät

3.3.1 Haasteet työmaan pienentyessä

Kakolan Keidas 1:n valmistuttua aletaan rakentamaan Kakolan Keidas 2:sta. Työmaa kutistuu käytännössä noin kolmasosan verran. Kakolankadun kulkuyhteys poistuu kokonaan käytöstä ja ainut reitti työmaalle ja sen läpi on Graniittilinnankadulta serpentiinitietä pitkin. Tilan pienentymisen johdosta työmaa on joutunut hakemaan Turun kaupungilta poikkeuslupaa väliaikaiselle pelastustielle. Kakolan Keidas 2 ja 3 tuleva pelastustie tulee menemään autohallin kannen päällä, joten se on käytössä vasta, kun kaikki kolme kohdetta on rakennettu. Väliaikainen pelastustie menee työmaantontin itäisestä päädyssä

sen eteläisintä rajaa pitkin kohti serpentiinitietä. Kakolan Keidas 2 valmistuessa aloitetaan viimeisen kohteen rakennus Kakolan Keidas 3 ja tällöin työmaalta loppuu varastointi tila lähes kokonaan. Ilman välivarastointi mahdollisuutta on työmaan turvauduttava täsmätoimituksiin.

3.3.2 Työmaan varastoinnin ja kuljetusverkoston kutistuminen

Työmaan käydessä ahtaammaksi aina uuden kohteen valmistuessa, varastointi tila kutistuu kokoajan ja näin tuottaa suuria vaikeuksia työmaan toimintaan ja aikataulussa pysymiseen. Ahtaudesta aiheutuu helposti tukoksia työmaan kulkuverkkoon ja tukoksesta kärsii kuljetukset. Kun yksi joutuu odottamaan pääsyään työmaalle on se pois sovitusta aikataulusta ja kiireellisenä päivänä se syö myös muiden kuljetusten ajasta. Tällaiset suoratoimitukset tarvitsevat työmaalla välivarastoinnin mikä vie runsaasti tilaa. Ahtaalla työmaalla suoratoimitukset tuovat aikatauluongelmia, mitkä tuovat lisäkustannuksia ja välivarastoinnissa asetetaan materiaalit vahingoittumiselle alttiiksi. (Logistiikan ratkaisut rakennustyömaalla, toukokuu 2018)

3.4 Kohteen jätehuoltoon sovitun budjetin vähäisyys

Rakennuskohteen jätehuollolle on asetettu budjetti, kuten kaikelle mitä rakennustyömaahan liittyy. Jätehuollon budjettiin sisältyy ensimmäinen kohde Kakolan Keidas 1. Seuraavan kohteen budjettia laatiessa käytetään apuna ensimmäisen kohteen budjettia, jotta budjetti saadaan paremmin vastaamaan tiedossa olevia haasteita. Työmaa on kerran joutunut uudelleen arvioimaan budjettinsa jätehuollon osalta. Tehokkaan jätehuollon ja kierrätyksen ansiosta kuluja on saatu pienennettyä huomattavasti. Työmaa kierrättää puun, metallin, energiajätteen, betonin, tiilen ja sekajätteen. Sekajätteessä pidetään kovaa kuria, jotta säilytetään RAK 1 luokka ja kustannukset pysyvät alhaisina. Urakoitsijoita veloitetaan urakkasopimuksessa lajittelemaan omat jätteensä kerroksien jäteastioihin. Tämä vähentää materiaalihävikkiä, koska urakoitsijat itse hankkivat omat materiaalinsa.

Jätehuolto työllistää työmaalla yhden rakennussiivoojan päivittäin. Rakennussiivooja kuljettaa jäteastiat autohallin ulosmeno luukulle, mistä kurottaja tyhjentää ne jätelavoille. Isommat jätekuormat otetaan parvekkeelta kurottajan kanssa. Kurottajaa käytetään minimissään kerran viikossa 4 tunnin ajan jätteiden siirtämisessä jätelavoille ja kurottajan apuna on kaksi apumiestä lastaamassa kurottajaa ja ohjaamassa nostoja. Eri

työvaiheista voi kerääntyä enemmän jätettä pienemmässä ajassa ja näin ollen kurottajaa voidaan tarvita useammin jätehuollon parissa. Työmaalla ennakoidaan jätehuollossa siirtämällä jätelavaa jos mahdollista lähemmäksi työpistettä missä tulee runsaasti tietyn tyyppistä jätettä mitä voidaan kierrättää. Näin vältetään kurottajan käyttöä jätteiden kuljettamisessa.

4 TUTKIMUS LOGISTISIEN HAASTEIDEN HELPOTTAMISEKSI JA KUSTANNUSVERTAILU JÄTEHUOLLOLLE

4.1 Logistinen varasto työmaan läheisyyteen

Logististen haasteiden ja nimenomaan varastointitilan uupumiseen on etsittävä tilaa jostain muualta. Turun teollisuusalueilta löytyy vuokrattavaa varastointitilaa rakennustyömaan varastointi tarpeisiin. Varastointipalvelut tarjoavat materiaalien purku ja uudelleenlastauksen, sekä muita logistisia palveluita. Varastoinnin lisäksi palveluina voi myös olla väliterminaali. Väliterminaalissa ideana on käyttää varastoa materiaalin hetkellisenä varastona. Näin jälleen lähetykseen voidaan lastata tarvittavat materiaalit, mitkä lähtevät heti käyttöön. Varastointi palvelua tarjoavalla yrityksellä on myös valvonta vastuullaan. Näin ollen varastossa/väliterminaalissa odottavat materiaalit ovat jatkuvan valvonnan alla.

Turun keskusta-alueen läheisyydessä on Warasto niminen yritys, jolla on kapasiteettia toimia kokonaisuudessaan rakennustyömaan välivarastona. Varastointitilat ja tarpeet varastoinnille lähtevät asiakkaan tarpeista ja asiat pyritään järjestämään sen mukaisesti. Itse tila pyritään järjestämään ennusteen mukaan, jonka asiakas määrittelee ja sen mukaan varataan tilaa varastosta. Warastolla on piha- sekä ulko-varastointi tilaa.

Palveluina Warastolla on tarjota käytännössä koko logistiikka. Koko logistiikkaan sisältyy purku, lastaus, itse varastointi, terminaali ja kuljetukset yhteistyökumppanin kanssa. Asiakkaan kanssa voi sopia kuljetusyhteistyökumppanin, joka toimittaisi varastolta/terminaalista tuotteet kohteeseen sovittuina ajankohtina. Varastoitaville tavaroille/materiaaleille järjestetään niille tarvittavat suojaukset ja ympäristöt asiakkaan toiveista.

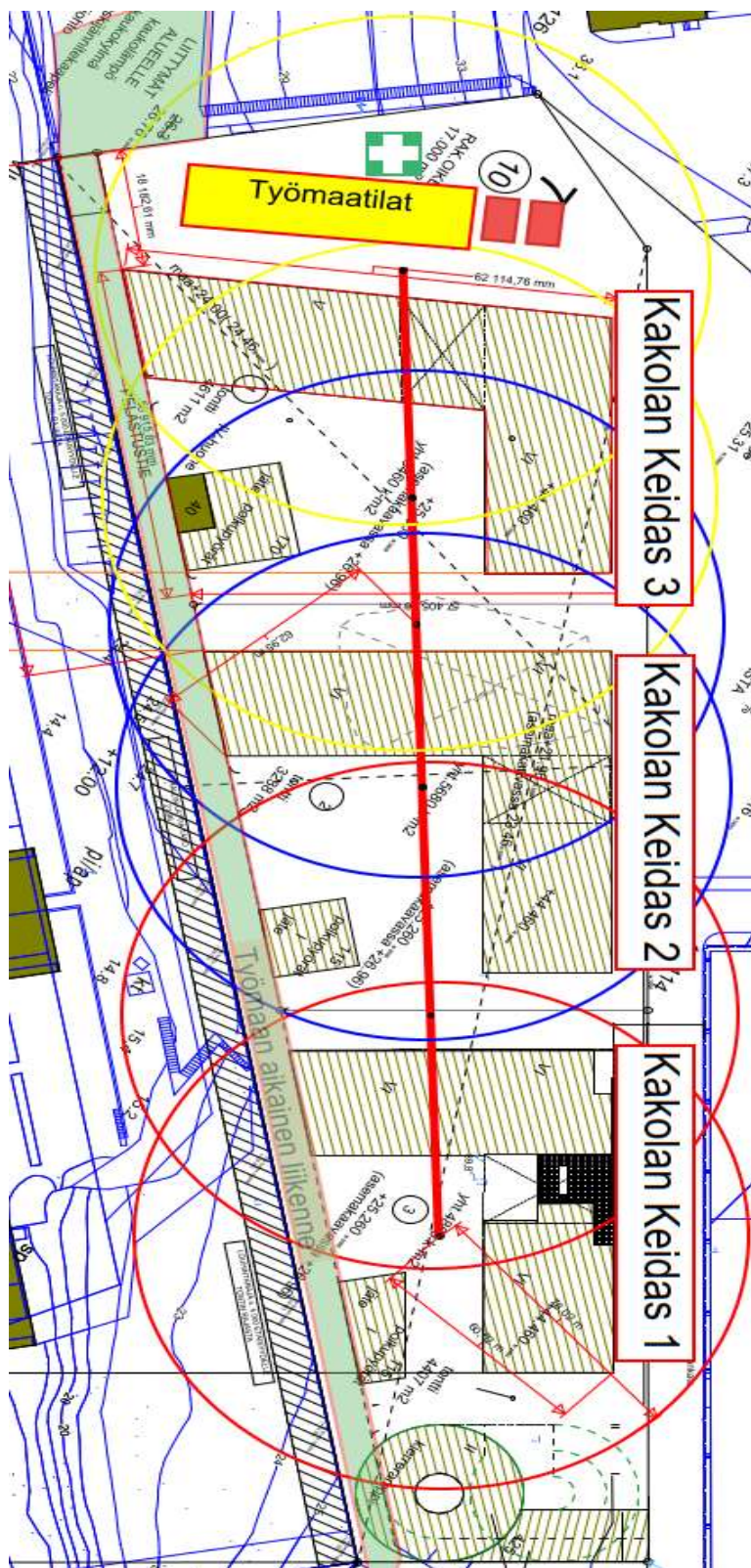
Hinnoittelu on pitkälti asiakaskohtaista. Monet asiat vaikuttavat hintaan, kuten mitä tavarelle tehdään, tarvitseeko se erikoiskohtelua ja mistä vuokra peritään. Vuokra voi olla neliöperusteinen, lavaperusteinen tai tuoteperusteinen. Myös varastotyössä on eri hinnoittelua kuten tuntikohtaista ja yksikkökohtaista.

Vakuutus ja korvaus asioissa varastoidun tuotteen vakuutusvastuu on asiakkaalla. Varastot eivät voi vakuuttaa jonkun toisen eli asiakkaan tuotteita. Vahingonkorvausvastuu

varastolle kuuluu, jos tuote menee pilalle tai rikki sen toimien johdosta. Kuitenkin vahinkoja välttääkseen tulee asiakkaan tarkkaan selostaa sopimuksessa millaista kohtelua varastoitava tuote tarvitsee. (Kim Sjöholm 13.1.2020)

4.2 Aluesuunnitelman päivitys Kakolan Keidas 2:n alkaessa

Kakolan Keidas 1 valmistuessa työmaa pienenee melkein puolella ja työmaatontin uusi raja menee tämän jälkeen Kuva 6 Kakolan Keidas 1 ja 2 välistä. Raja katkaisee toisen työmaakuljetus yhteyden lääninvankilalta ja tästä tiestä tehdään pelastustie. Toinen kerrostalo sijoittuu Kuva 7 varastointi- ja pysäköintialueelle.



Kuva 7. Kakolan Keidas 1–3. (Työmaan projektipankki).

Kakolan Keidas 2 aluesuunnitelmaa tehdessä tärkeimpiä huomioita on varastointialueen uudelleen sijoittaminen ja työmaakuljetusten järkevät ajolinjat. Kuva 8 työmaanosturi sijoittuu Kakolan Keidas 2 kohteen sisäpihan autokannelle. Työmaanosturin paikka määräytyy rakennesuunnitelmiin tehtyjen varausten kautta ja nosturin puomin pituus on tällä sijainnilla lyhin mahdollinen. Kustannukset työmaanosturille perustuu sen korkeuteen ja puomin pituuteen. Sijainti on mahdollisimman lähellä kohdetta ja varastointialuetta, jotta puomin pituus jäisi mahdollisimman lyhyeksi ja säästäisi kustannuksissa. Autokannen puuttuva ontelolaatta asennetaan nosturin purkamisen jälkeen. Autokannelle tarvitaan kulkureitti esimerkiksi betonikuljetuksille ja tästä syystä rakennetaan tilapäinen ajoneuvoramppi autokannelle.

4.3 Kustannusvertailu sekajätteen ja kierrätyksen välillä työmaajätteiden lajittelussa

Työmaalla kierrätetään puu-, metalli-, energia-, RAK 1-, RAK 2-, betoni- ja tiilijäte. Jätteitä syntyy eri rakennusvaiheissa ympäri työmaata. Mitä korkeammalle kerrostalo nousee sitä enemmän syntyy jätteitä. Jokaisessa kerroksessa työstetään eri työvaiheita ja näin aiheutuu erityyppisiä jätteitä. Työvaiheista syntyvät jätteet on silti pyrittävä kierrättämään. Joten kerrokseen on mahdollistettava jäteastiat eri jätteille. Kookkaita jätteitä mitä on vaikea liikutella pois kerroksista jättepisteille kuten puuta, metallia, betonia tai tiiltä, saa helpoiten poistettua parvekkeelta. Parvekkeilta ne lastataan kurottajan kauhaan mikä lopulta kuljettaa ne oikealle jätelavalle.

Tällaiset työvaiheet vievät aikaa ja rahaa. Kun kurottajaa käytetään jätteiden kuljettamiseen se on pois jostain muusta sen työstä. Tämän lisäksi siihen tarvitaan muutama työntekijä auttamaan jätteiden lastauksessa kauhaan ja ohjaamaan radiopuhelimella kurottajan liikeitä. Mitä jos kerroksista tulevat jätteet voisi vain heittää jätekuiluun, joka veisi ne jätelavalle, ja se tyhjennettäisiin tietyin väliajoin? Kuinka suurista summista on kyse jos jättää lajittelun tältä osin vähäiseksi?

Vastauksen näihin kustannuksiin saa vertailemalla tehokasta- ja vähäistäkierrätystä työmaalla. Jätehuollon laskuista saadaan lukuja mitä maksaa tietty määrä eri jätteitä. Laskelmiin pitää myös huomioida kurottajan hinta työmaalle ja tunnit joita se käyttää jätehuoltoon. Kurottaja ja sen apuna olevat työntekijät aiheuttavat kustannuksia ja vaihtoehtoisesta roskakuilusta taas peritään vuokraa. Kun on saatu hinnat, massat ja ajat lasketua, laitetaan ne rinnakkain ja tämän jälkeen voidaan suorittaa vertailu. Vertailussa selviää kahden eri tyylin erot. Näiden erojen perusteella voidaan päätellä kumpi tapa vie enemmän rahaa, enemmän aikaa ja on taloudellinen vaihtoehto.

Vastauksesta huolimatta tulee ensisijaisesti noudattaa jätteisiin liittyvää jätelainsäädäntöä. Euroopan Unionin 2008 antamassa jätedirektiivissa veloitetaan jäsenvaltioita tehostamaan jätteen kierrätystä ja rakennusjätteen osalta Suomen tavoitteena on vuonna 2020 saavuttaa 70 prosentin kierrätysaste materiaalikierrätyksessä. (Rakennusteollisuus jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö).

4.4 Vertailu

Vertailussa olen jakanut jätehuollon kahteen eri menetelmään, vaihtoehto 1 ja vaihtoehto 2. Vaihtoehto 1:ssä kerroksista kertyvää puu-, metalli-, ja energiajätettä ei kierrätetä sen enempiin vain syötetään roskakuilua pitkin RAK 1 jäteluokan jätelavalle. Vaihtoehto 2:ssa kerroksista kierrätetään helposti eroteltavat puu-, metalli- ja energiajätteet omille lavoille. Vaikeasti eroteltavat päätyvät RAK 1 jäteluokan lavalle. Tähän menetelmään kerrokseen on sijoitettu jäteastioita kierrätyksen takaamiseksi. Vertailun tuloksen aikayksikkönä käytetään kuukautta. Työkoneille ja työvoimalle on tuntihinnat ja tunnint tulevat kekskimääräisestä ajasta, joka kuuluu jätehuollon parissa. Taulukoissa punasella merkityt asiat kumoavat toisensa tai vähentävät kuluja. Esimerkiksi kerroksissa olevia sulojia on yhtä paljon kummassakin menetelmässä joten niitä ei tarvitse lisätä laskuihin.

Taulukko 1. Jätehuollon menetelmät kerroksista.

Rakennustyömaan kerroksista poistettavat jätteet		
Vaihtoehdot	1	2
		RAK 1 luokan jätteet roskakuilua pitkin jätelavalle
Työllistää	1 x Rakennussiivoajan (päivittäin)	1x Rakennussiivoajan (päivittäin)
		1x Kurottaja+kuski+2 apumiestä (4h per kerta, 1 kerta viikossa)
Vuokra / osto kalusto	Roskakuilu, jäteastiat kerroksissa	Jäteastiat kerroksissa
Tyhjennys-, punnitus- ja jätteenkäsittely maksu	RAK 1	RAK 1, puu-, metalli- ja energiajäte (prässi)

Taulukko 2. Työ- ja tarvikekustannukset menetelmittain.

Työ ja tarvike kustannukset					
Vaihtoehdot	1		2		
Työmaksut	1 x Rakennussiivoja		1 x Rakennussiivoja		
			Kurottaja+kuski	55€/h	880€/kk
			2 x Aputyöntekijä	30€/h per	960€/kk
Vuokramaksut	Roskakuilua 20 metriä	322,5 €/kk	Jäteastiat kaikille kierrätettävälle materiaaleille		
	Jäteastiat RAK 1 jäteluokalle				
Työ/vuokramaksut kk yhteensä	322,50 €		1 840 €		

Taulukko 2:n vaihtoehtojen rakennussiivojia ja jäteastioita on yhtä monta molemmissa vaihtoehdoissa. Rakennussiivoajat käyttävät myös yhtäpaljon aikaa kerroksien jätehuollon parissa. Näin ollen ne kumoavat toisensa vertailussa. Vertailusta huomaa kurottajan käytön olevan hyvin kallista. Korkean tuntiveloituksen johdosta kurottajaa on käytettävä harkiten. Hyvällä suunnittelulla saadaan kontrolloitua kurottajan liikkeitä ja käyttäen sitä tärkeisiin työvaiheisiin ja minimoida hukkakäyttöä.

Taulukko 3. Jätteistä aiheutuvat kustannukset menetelmittäin

Jätekustannukset					
Vaihtoehdot	1	2			
Määrä	1	1	1	1	1
Tyhjennysmaksu	RAK 1	RAK 1	Metalli	Puu	E-jäte
	75 €	75 €	70 €	70 €	70 €
Punnitusmaksu	RAK 1	RAK 1	Metalli	Puu	E-jäte
	12 €	12 €	0 €	12 €	12 €
Jätteenkäsittelymaksu	RAK 1	RAK 1	Metalli	Puu	E-jäte
	135 €	135 €	-50 €	3 €	85 €
Jätettä 10 tonnia	10 t	2,5 t	2,5 t	2,5 t	2,5 t
Jäte laskutus yhteensä	1 437 €	424,50 €	-55 €	89,50 €	294,50 €
		753,50 €			

Taulukossa 3 on laskettu yhteensä vaihtoehtojen jätekustannukset. Metallin luokasta ei peritä punnitusmaksua ja jätteenkäsittelymaksu on negatiivinen, koska asiakas saa metallin kierrätyksestä hyvitystä. Taulukko laskennoissa arvolisävero on 0 prosenttia. Tämä jätelasku menetelmä perustuu Kakolan Keidas 1 työmaan yhteistyökumppani Remeon laadintaan. Laskutuksessa huomioidaan 5 eri asiaa. Ensimmäisenä on määrä, mikä kertoo kuinka monta kertaa jätelava on viety tyhjennettäväksi ja tämän jälkeen toisena on tyhjennysmaksu, mikä vaihtelee eri jäteluokissa. Kolmantena on punnitusmaksu, missä ei huomioida jätteen massaa, vaan käytetään vakiona numero 1:stä. Myöskään tyhjennysmaksua ei huomioida, vaan käytetään vakiona 0. Punnitusmaksussa on oma jätteenkäsittelymaksunsa, mikä on sama kaikilla taulukossa olevilla jäteluokilla. Neljäntenä on jätteenkäsittelymaksu, mikä vaihtelee paljonkin eri jäteluokkien välillä. Viidentenä ovat jätetonnit, jotka saadaan punnituksessa. Nämä toimivat kertoimena

jätteenkäsittelymaksun hinnalle. Punnitusmaksulle ja lavan tyhjennysmaksulle tarvitaan kaavat, joista summat saadaan.

Symbolien merkitykset:

M = Määrä

Pt = Punnitusmaksun tyhjennysmaksu vakio

Pj = Punnitusmaksun jätetonni vakio

PJkm = Punnitusmaksun jätteenkäsittelymaksu

T = Tyhjennysmaksu

J = Jätetonnit

Jkm = Jätteenkäsittelymaksu

Kaava 1. Punnitusmaksukaava.

$$(M * Pt) + (Pj * PJkm * M)$$

Kaava 1. Tyhjennysmaksukaava

$$(M * T) + (J * Jkm)$$

Taulukko 3 vaihtoehtojen molempiin laskuihin on otettu 10 tonnia jätettä. Lava tyhjenetään yhden kerran kuukauden lopussa. Vaihtoehto 1:ssä kaikki 10 tonnia menee RAK 1 jätelavalle. Vaihtoehto 2:ssa on sama 10 tonnia jätettä, mutta kerrokista on kierrätetty helposti eriteltävä puu-, metalli- ja energijäte. RAK 1 luokan jätettä kertyy 2,5 tonnia.

Taulukko 4. Menetelmien yhteenlasketut tulokset.

Jätehuolto työmaalle yhteensä kuukaudeessa		
Vaihtoehdot	1	2
Työ- ja tarvikekustannukset	322,50 €	1 840 €
Jätekustannukset	1 437 €	753,50 €
Yhteensä	1 759,50 €	2 593,50 €

Taulukko 4 on yhteenveto aikasempien taulukoiden tuloksista. Työ- ja tarvikekustannukset yhdistettyinä jätekustannuksiin kertoo jätehuollon hinnan työmaalle.

Ensimmäisessä osiossa, missä vertaillaan työ- ja tarvikekustannuksia huomataan, että vaihtoehto 2 on yli 5 kertaa isompi. Suureen kustannuksen luo kurottajana käyttö.

Toisessa osiossa vertaillaan jätekustannuksia. Tässä huomataan, että kierrättäminen kannattaa, koska se on lähes puolet halvempaa.

Osiot yhteen laskettuna vaihtoehto 1 on selvästi halvempi. Vaihtoehto 2 kurottajan käyttö luo niin isot kustannukset, mikä käytännössä syö kierrättämisen hyödyn työmaan jätehuollossa. Taas jätteiden kierrätyksestä saa huomattavaa rahallista hyötyä ja sitä kertyy sitä mukaan enemmän, kuinka tehokasta kierrätys työmaalla on.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä potentiaalinen logistiikkavarasto logistisesti haastavalle rakennustyömaalle sekä tutkia toisenlaista menetelmää jätteenhävitykselle ja sen taloudellista kannattavuutta.

Toimeksiantajana on Pohjola Rakennus Oy Suomi. Yritys sai tämänhetkisen nimensä viime vuoden keväällä, kun tytäryhtiöt fuusioituivat yhdeksi. Pohjola Rakennus on Turun seudulla toiminut vuodesta 2015 asti ja rakentanut uudiskohteita. Rakennusliikkeen toimintamallina on projektijohtourakointi. Toimintamallissa rakenushanke jaetaan useisiin eri hankinta- ja urakkavaiheisiin. Pääurakoitsijan roolissa Pohjola Rakennus työllistää itse työnjohdon ja rakennustyöt suorittaa aliurakoitsijat yksinkertaisuudessaan. Toimintamallilla tavoitellaan kustannustehokkuutta ja toimivaa työnkulkua.

Pohjola Rakennus on rakentanut useamman kohteen Kakolanmäelle ja nyt vuorossa on Kakolan Keidas -työmaa. Kakolan Keitaan työmaa, joka on kolmen kerrostalon uudiskohte, jonka alle tulee yhtenäinen pysäköintihalli. Työmaa on logistisesti haastava, koska sinne johtaa vain yksi tie ja tila käy vähiin aina kohteiden valmistuessa. Haasteita aiheuttaa myös muiden toimijoiden samanaikainen läsnäolo Kakolanmäellä. Usean toimijan päällekkäiset logistiset kuljetukset tukkivat helposti Kakolanmäen harvat tiet. Haastavan logistiikan lisäksi työmaan jätehuollon kustannukset ovat kasvaneet isoiksi. Jätteiden kuljetuksessa käytettävät resurssit nostavat kustannuksia. Ensimmäisen kohteen jätehuolto budjettia käytetään apuna suunnitellussa Kakolan Keidas 2:n budjettia.

Tutkiessani logistiikkavarastoa työmaalle käytin menetelminä internettiä ja suoraa yhteydenottoa puhelimitse. Kriteerini oli haastatellessani varastointipalveluita, että varastointikapasiteetti riittää koko rakennustyömaalle ja sijainti on Turussa.

Toisenlainen menetelmä työmaan jätteenhävitykselle oli toimeksiantajan ehdottama roskakuilu. Tässä tutkimuksessa oli otettava selvää tämän hetkisestä jätteenkäsittelytavasta työmaalla ja sen kustannuksista sekä selvittää roskakuilun tuomat kustannukset. Roskakuilumenetelmästä aiheutui jätteiden vaikea kierrätys, joka piti huomioida tutkimuksessa. Tiedonkeruumenetelminä oli työnjohdon haastatteleminen sekä jätehuollon laskutusten tutkiminen. Haastatteluista ja laskutustiedoista sai lukuja työmaan jätehuollon kustannuksista, mikä mahdollisti vertailun näille kahdelle jätteenhävitysmenetelmälle.

Logistiikkavarastokriteereihin löytyi vain yksi potentiaalinen ehdokas, joka kykenisi varastoimaan rakennustyömaan tarpeet Turun alueella. Kustannuksia varastoinnista ei tutkimukseen saatu, koska hinnoittelu on aina asiakaskohtainen. Jätteenhävitys menetelmien vertailussa selvisi, että jätteiden mahdollisimman hyvä kierrätys on taloudellisempaa, mutta siihen käytettävä kurottaja ja työvoima tekevät tästä menetelmästä hyvin kalliin.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen siltä osin, että löydettiin vaihtoehtoiset ratkaisut tämän hetkisiin ongelmiin ja näistä saatiin tärkeää tietoa työmaan kehittämistä varten. Toimintaehdotuksena toimeksiantajalle on ottaa yhteyttä logistiikkavarastoon ja selvittää hinnasto varastoinnille. Työmaan tämän hetkinen jätteiden kierrättäminen on hyvällä tasolla ja siitä kiinni pitäminen on tärkeää. Työmaan jätteiden sisäistä siirtämistä, kun kehitetään ja löydetään taloudellisempi ratkaisu, pienenee työmaan jätehuolto maksut huomattavasti.

LÄHTEET

Cramo 2019. Kurottaja. Saatavilla https://www.cramo.fi/fi/category/maanrakennuskoneet_kurottajat/product/kurottaja--4tn--17m-4wd-4ws-merlop4017k.

Cramo. Kurottajat. Viitattu 02.12.2019 <https://cramofinland.teamtailor.com/departments/kurottajapalvelut>.

Etusijajärjestys jätehuollon periaatteena. Viitattu 13.03.2020 <https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteen>.

Finlex 2011. Jätelaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>.

Hokkanen, S.; Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Sho Business Development.

Kakolanmäen uusi aika vanhan vankila-alueen kulttuuriperintöarvo 2019. Viitattu 25.11.2019 https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/148015/Hermonen_Rebekka_progradu.pdf;jsessionid=6C5D6E0A4DD39D53597AA692240FB2A3?sequence=1.

Karraus, K. 1998. Logistiikka. Helsinki: WSOY/Oppimateriaalit.

Kauppalehti 2019. Pohjola Rakennus Oy Suomi: Pohjola Rakennus Oy Suomi, tilinpäätöstiedote 1.01-31.12.2018 Viitattu 21.11.2019 <https://www.kauppalehti.fi/lehdistotiedotteet/pohjola-rakennus-oy-suomi-pohjola-rakennus-oy-suomi-tilinpaatostiedote-11-31122018/1cd566c0-a07e-3fc3-921b-75a8328219a2>.

Kymenlaakson jäte 2018. Etusijajärjestys. Saatavilla <https://www.kymenlaaksonjate.fi/ymparistokasvatusta-kouluille/lajittelu-ja-jatteen-hyotykaytto/attachment/etusijajarjestys/>.

Leka 2014. Pohjola Rakennus Oy:n perustamisesta 25 vuotta. Viitattu 21.11.2019 <https://news.cision.com/fi/leka-viestinta/r/pohjola-rakennus-oy-n-perustamisesta-25-vuotta,c9693612>.

Matikainen, T.-T. 2018. Logistiikan ratkaisut rakennustyömaalla. Opinnäytetyö. Liiketoiminnan logistiikka. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Saatavilla https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/151741/Matikainen_Teija-Tuulia.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Niemelä, N. 2019. Haastattelu. Pohjola Rakennuksen vastaavamestari Niklas Niemelää haastatteli 28.11.2019 Juho Jokinen.

Pohjola Rakennus 2018. Kakolan Keidas. Saatavilla https://www.pohjolarakennus.fi/wp-content/uploads/2019/08/www_Esite_Kakolan_Keidas_12_2018-web.pdf.

- Pohjola Rakennus Oy Suomi, tilinpäätöstiedote 1.01.-31.12.2018. Viitattu 21.11.2019 <https://www.sttinfo.fi/data/attachments/00534/a250e846-d9bb-4ad5-a014-a7af967ca79d.pdf>.
- Pohjola Rakennus. Viitattu 23.11.2019 <https://www.pohjolarakennus.fi/meista/>.
- Rakennusalan termejä. Viitattu 13.03.2020 <https://www.rakentaja.fi/sanasto/>.
- Rakennusjätteen luokat. Viitattu 13.03.2020 <https://www.kiertokapula.fi/jatelajit/rakennusjate/>.
- Rakennuslehti 2010. Rakennustoimisto Pohjola rakentaa 1000 senioriasuntoa. Viitattu 21.11.2019 <https://www.rakennuslehti.fi/2010/05/rakennustoimisto-pohjola-rakentaa-1-000-senioriasuntoa/>.
- Rakennusteollisuus. Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. Viitattu 03.12.2019 <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-kokonaisuudistus/>.
- Rakennustieto. Materiaalien suojaus työmaalla. Viitattu 27.11.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>.
- Rakennustieto. Projektinjohtourakan sopimusmalli. Viitattu 22.11.2019 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080203.pdf>.
- Rakentamiseen liittyvä tiedonantovelvollisuus. Viitattu 25.11.2019 https://www.edilex.fi/verohallinnon_ohjeet/2013_0701.html.
- Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Viitattu 26.11.2019 https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/Ratu%20C2-0454?external_system=Juha&page=1.
- RT 69-11183 (KH 72-00568) Rakentamisen jätehuolto. Viitattu 30.11.2019 https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/RT%2069-11183?external_system=Juha&page=1.
- Sariola, T. 2020. Haastattelu. Remeon yhteyshenkilöä haastatteli 10.1.2020 Juho Jokinen.
- Skanska 2019. Roskakuilu. Saatavilla <https://skanskakonevuokraus.fi/wp-content/uploads/wpalilimport/files/assets/files/jatehuoltotuotteet/Roskakuilu-asennusohje.pdf>.
- Skanska 2020. Roskakuilu. Viitattu 01.12.2019 <https://skanskakonevuokraus.fi/tuote/roskakuilu/>.
- Talotekniikka-Lehti 2014. Pohjola Rakennus Oy:n perustamisesta 25 vuotta. Viitattu 21.11.2019 <https://talotekniikka-lehti.fi/pohjola-rakennus-oy-n-perustamisesta-25-vuotta/>.
- Urakoitsija 2020. TEPA-Termipankki. Helsinki: Sanastokeskus TSK. Viitattu 13.03.2020 <http://www.tsk.fi/tepa/fi/haku/urakoitsija>.
- Tilastokeskus. Jätehuolto. Viitattu 30.11.2019 <https://www.stat.fi/meta/kas/jatehuolto.html>.

Turun kaupunki. Ympäristönsuojelulain 136 §:n mukainen päätös pilaantuneen maaperän puhdistamista koskevan ilmoituksen tarkastamisesta osoitteessa Kakolankatu 6, Turku. Viitattu 25.11.2019 <http://ah.turku.fi/ksylk/2017/0606014x/3552805.htm>.

Warasto. Varastointi. Viitattu 27.12.2019 <https://www.warasto.fi/#palvelut>.

Yritystoiminta. Budjetointi. Viitattu 01.12.2019 <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/budjetointi>.