



Kahden torninosturin yhteensovittaminen rakentamisessa

OLLI KORPELA

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2022

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

KORPELA, OLLI:

Kahden torninosturin yhteensovittaminen rakentamisessa

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 6 sivua

Lokakuu 2022

Opinnäytetyössä käsitellään kahden torninosturin sekä muun nostokaluston yhteensovittusta Pohjola Rakennus Oy:n työmaalla. Tutkinnan kohteena oli Tammen Stadion -hankkeessa Pohjola Rakennus Oy:n rakentamien asuinkerrostalojen nostotöiden yhteensovittaminen. Kyseessä on IPT-hanke, jossa toteutetaan samanaikaisesti asuinkerrostalorakentamista, pysäköintilaitoksen rakentamista sekä stadionrakenteiden rakentamista.

Opinnäytetyössä etsittiin nostotöihin liittyviä haasteita kohteessa, jossa kaksi torninosturia operoi samanaikaisesti kolmen asuinkerrostalon runkoviheessä. Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään ainoastaan ajanjaksoa, jolloin torninosturit olivat pääasiallisesti asuntopuolen käytössä eikä opinnäytetyössä tarkasteltu nostotöistä aiheutuvia kustannuksia.

Opinnäytetyön taustatutkimus tehtiin tutkimalla Pohjola Rakennus Oy:n Sokoprojektipankissa olevia tietoja sekä etsimällä internetistä nostotöihin liittyvää materiaalia. Nostotöihin liittyvän suunnittelun ja toteutuksen onnistumiseen kerättiin tietoa haastattelemalla työmaan työnjohtoa, valokuvilla sekä työnaikaisilla huomioilla.

Opinnäytetyöstä voidaan päätellä, että kohteen nostotöistä suoriuduttiin kahdella torninosturilla, mutta suurimpiin nostotarvepiikkeihin piti varautua hankkimalla avustavia nostokoneita helpottamaan torninostureiden suurta nostomäärää.

Asiasanat: torninosturi, nostotyö, yhteensovitus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Construction management degree program

OLLI, KORPELA:
Matching two tower cranes in construction

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 6 pages
October 2022

The thesis was written on the integration of two tower cranes and other lifting equipment at the Pohjola Rakennus Oy site. The subject of the investigation was the coordination of the lifting works of the apartment buildings built by Pohjola Rakennus Oy in the Tammela Stadium project.

The aim of the thesis was to find challenges related to lifting work in a site where two tower cranes operate simultaneously in the frame phase of three apartment buildings. The thesis is limited to dealing only with the period when the tower cranes were mainly used by the residential side, and the costs arising from the lifting work were not examined in the thesis.

The background research for the thesis was done by examining information in Pohjola Rakennus Oy's Sokopro project bank and by searching the Internet for materials related to lifting works. Information on the success of the planning and implementation related to the lifting work was collected by conducting interviews and photographs, as well as on considerations during work.

It can be concluded from the thesis that the lifting work on the site was carried out with two tower cranes, but for the biggest lifting demand spikes, auxiliary lifting machines had to be prepared to facilitate the tower cranes' large amount of lifting.

Key words: tower crane, lifting work, coordination

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TORNINOSTURIEN YHTEENSOVITUKSEN LÄHTÖKOHDAT	6
2.1	Torninosturit	6
2.1.1	Mikä on torninosturi	7
2.1.2	Käytössä olevien torninosturien perustiedot	8
2.2	Aluesuunnitelma.....	10
2.2.1	Torninosturien nostosäteet	11
2.2.2	Elementtien purkupaikat	13
2.2.3	Materiaalien vastaanotto ja varastointi	13
2.3	Aikataulu	13
3	NOSTOTEHOKKUUS.....	15
3.1	Nostotyön suunnittelu.....	15
3.1.1	Elementtimäärät	15
3.1.2	Nostoaikeiden laskenta	17
3.1.3	Käyttöasteen vertailu	17
3.2	Muu materiaali ja kalusto	18
3.2.1	Holvimuottikalusto	18
3.2.2	Muun materiaalin nosto/ roskien haalaus	19
4	MUIDEN NOSTINTEN LISÄTARVE	20
4.1	Autonosturi.....	20
4.1.1	Käännettävät elementit.....	22
4.2	Nosturiauto.....	23
4.2.1	Kuorielementtien asennus	24
4.1.2	Käännettävät elementit.....	24
4.3	Kurottaja.....	25
5	HAASTATTELUT	27
6	POHDINTA	28
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET	31
	Liite 1. Haastattelu 1	31
	Liite 2. Haastattelu 2	33
	Liite 3. Haastattelu 3	35

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kahta Pohjola Rakennus Oy:n Tammelan Stadionin työmaalla sijaitsevaa torninosturia Tampereella. Opinnäytetyössä tutkitaan nostotyön yhteensovittamista kyseisessä kohteessa.

Tammelan Stadionin IPT-hanke toteutetaan yhteistyössä Tampereen Kaupungin, JKMM Arkkitehdit Oy:n sekä YIT:n kanssa. Pohjola Rakennuksen hankekokonaisuuteen kuuluvat länsipuolen asuinrakennushankkeet As Oy Tampereen Vesta ja As Oy Tampereen Victoria sekä allianssimallilla toteutettava Stadionin rakentaminen. YIT puolestaan rakentaa itäpuolen asuinrakennushankkeet sekä Stadionin alapuolella sijaitsevan parkkihallin. Tämä opinnäytetyö on tehty vielä nostotöiden ollessa kesken.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Pohjola Rakennuksen omaan asuntomaansaan liittyviä nostotöitä. Tässä opinnäytetyössä ei tutkita nostokalustosta aiheutuvia kustannuksia, vaikka se muodostaa suuren osan käyttö- ja yhteiskustannuksista rakennustyömaalla. (Hyvärinen 2020).

2 TORNINOSTURIEN YHTEENSOVITUKSEN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Torninosturit

Torninostureita käytetään ensin asuntomassojen runkojen elementtiasennukseen sekä tarvittaviin muihin nostoihin ja opinnäytetyön kohdetyömaalla ne ovat runkojen valmistumiseen asti kerrostalotyömaiden käytössä. Runkojen valmistuttua torninosturit siirtyvät täyspäiväisesti Stadionin katsomorakenteiden asennukseen. Pohjola Rakennus Oy:n vuokraamat torninosturit sijaitsevat Salhojan kadun puoleisella osalla Tammelan Stadionin hanketta. Torninosturit ovat vuokrattu Ramirent Oy:ltä.

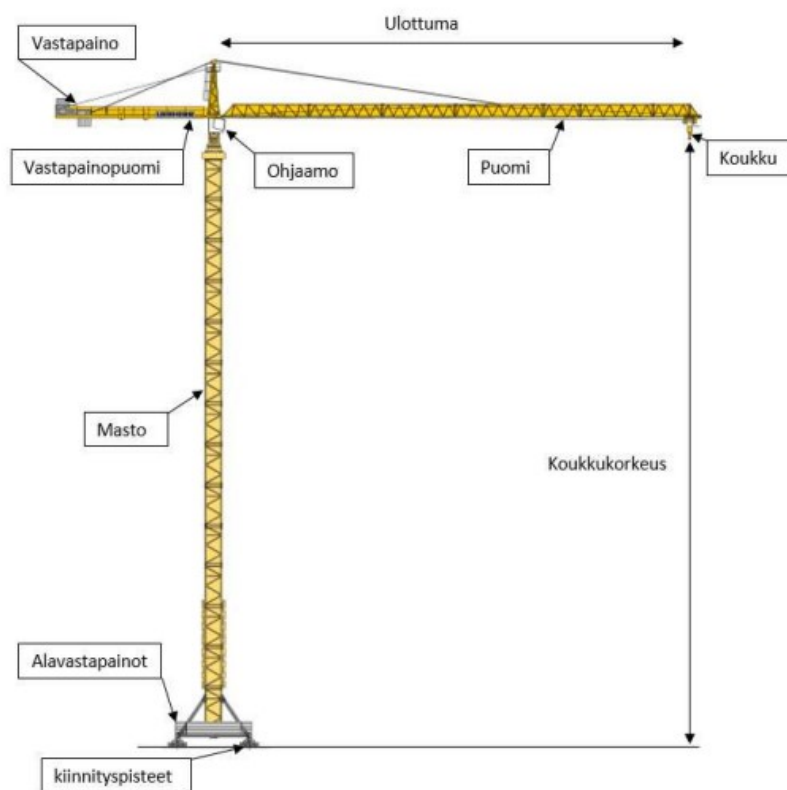


KUVA 3. Torninosturit Tammelan Stadionilla.

2.1.1 Mikä on torninosturi

Torninosturit ovat rakentamisessa ja teollisuudessa käytettäviä nostureita, joiden kantava rakenne muodostuu tornista ja tornin yläosassa sijaitsevasta ulokepuomista. Torninosturit luokitellaan koottaviin torninostureihin ja itsensä kokoaaviin torninostureihin. (Ratu 04-3007 1989, 1) Torninosturilla saadaan siirrettyä materiaalia 360° vaakasuunnassa, korkeussuunnassa nostoalue riippuu maston korkeudesta.

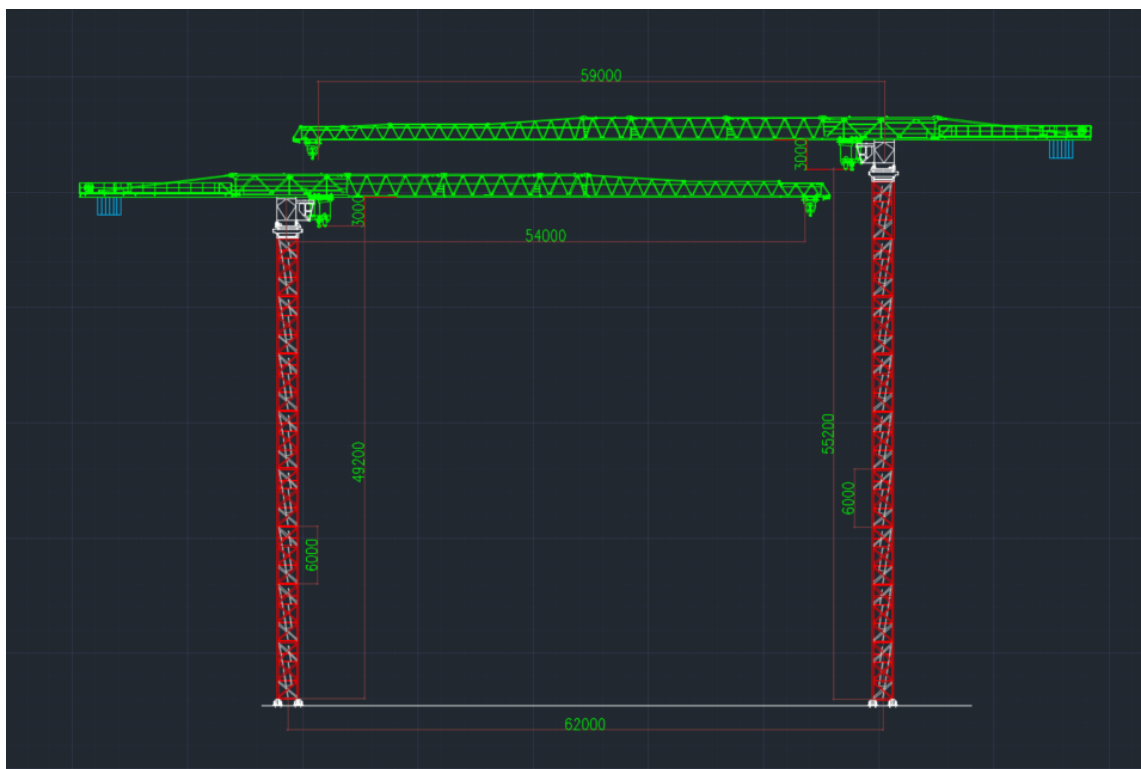
Torninosturit kootaan paikan päällä työmaalla autonosturilla tai tunkkaamalla tunkkauskehikkoa hyödyntäen. (Ratu 04-3007 1989, 1) Tornin osat kuljetetaan paikalle lavettiautolla sitä mukaan, kun kasaus etenee. Nostokorkeuteen vaikuttaa tietenkin maston korkeus. Torninosturin nostosäde suunnitellaan jokaiselle työmaalle erikseen, tarvittavan nostoalueen saavuttamiseksi. Siihen voidaan vaikuttaa asentamalla puomiin tarvittava määrä osia, jolla saadaan ulottuma oikeaksi. Torninostureita voidaan käyttää kiinteällä jalalla tai kiskon päällä kulkevia, jolloin nostoaluetta saadaan lisättyä.



KUVA 4. Torninosturin keskeisimmät rakenneosat (Rantanen 2014).

2.1.2 Käytössä olevien torninosturien perustiedot

Alla olevassa kuvassa kuvattuna vasemmalla Terex ja oikealla Liebherr merkkiset torninosturit. Kuvasta selviää, mitkä ovat torninostureiden etäisyys toisistaan, maksiminostokorkeus maasta sekä nostosäde. Esimerkiksi Terex-torninosturin nostosäde on 54000 mm. Kuva on tehty selventämään torninosturien yhteensovitusta. Jotkut mitoista ovat muuttuneet suunnittelun ja lopullisen toteutuksen välillä.



KUVA 5. Nosturikuva (Ramirent Oy 2020)

Pohjola Rakennus Oy:n Tammelan Stadionilla käytössä olevien torninosturien tekniset tiedot, torninosturit numero 1 & 2:

Torninosturi 1

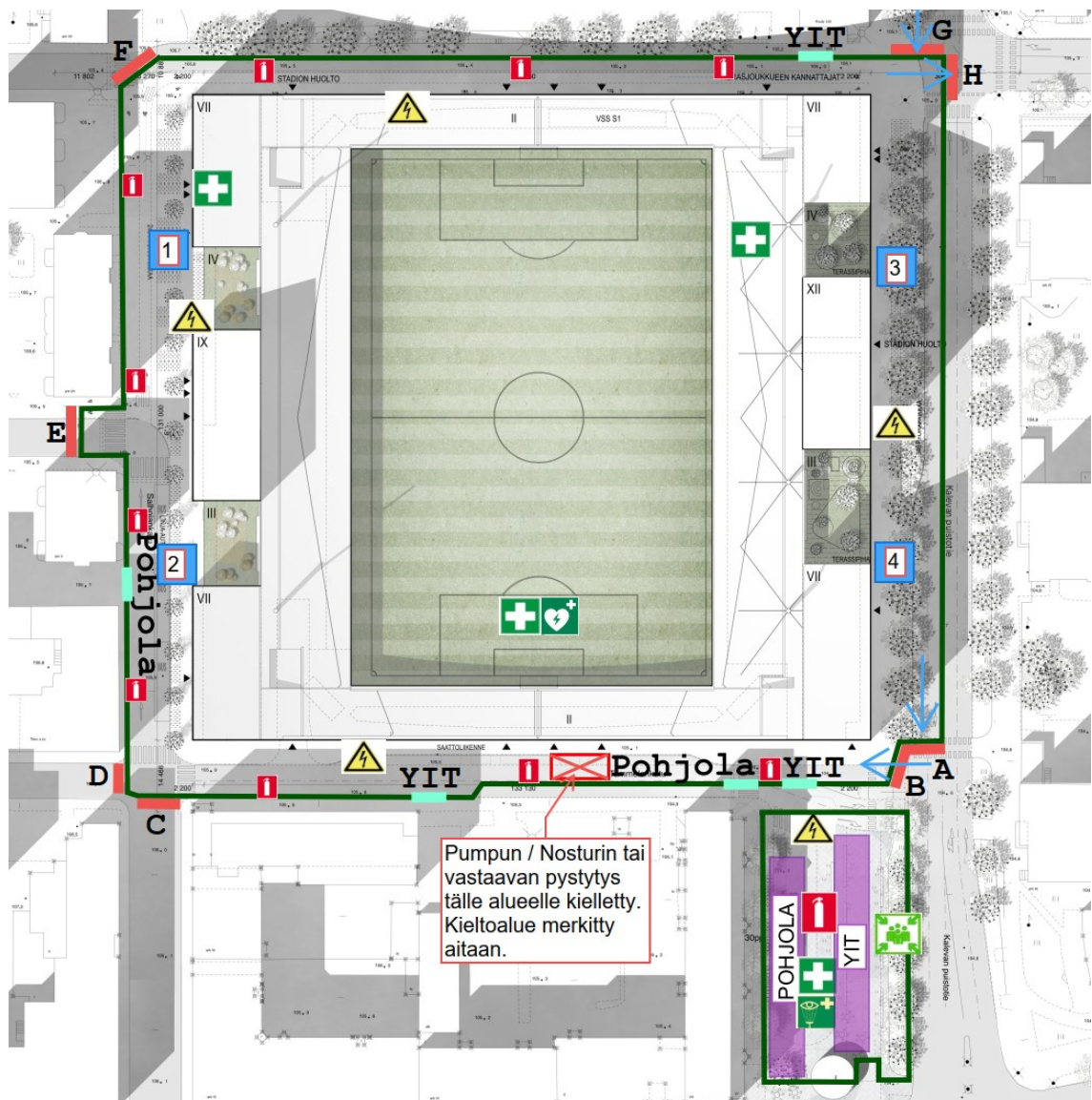
- Merkki ja malli: Terex CTT 561/A-20.
- Valmistusmaa: USA.
- Koukkukorkeus: 43,2 metriä maasta
- Korkeus puomiin: 45 metriä.
- Etupuomin pituus: 54 metriä, jolloin nostoympyrän halkaisijaksi tulee 108 m.
- Takapuomi: 27,1 metriä
- Yläpaino: 22,85 tonnia.
- Maksimikuorma: 20 tonnia ja maksimikuorma puominkärjen päässä 10 tonnia.
- Perustustapa: Valujalan päälle pulttiliitoksella.
(Ramirent Oy)

Torninosturi 2

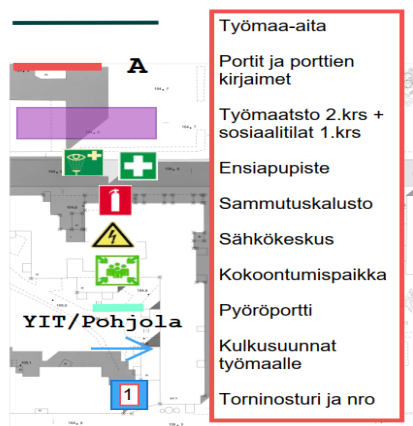
- Merkki ja malli: Liebherr 550 EC-H 20
- Valmistusmaa: Saksa
- Koukkukorkeus: 52 metriä maasta
- Korkeus puomiin: 54 metriä
- Etupuomin pituus: 59 metriä
- jolloin nostoympyrän halkaisijaksi tulee 118 metriä
- Takapuomi: 27,5 metriä
- Yläpaino: 21,2 tonnia.
- Maksimikuorma: 20 tonnia ja maksimikuorma puominkärjen päässä 7,4 tonnia.
- Perustustapa: Valujalan päälle pulttiliitoksella.
(Ramirent Oy)

2.2 Aluesuunnitelma

Työmaan aluesuunnitelmasta antaa yleisinformaation kannalta monia oleellisia asioita. Aluesuunnitelmasta selviää työmaalla työskenteleville, miten logistiikka, työnjärjestelyt ja turvallisuusasiat ovat järjestetty (Ratu C2-0454).



Kuva 6. Aluesuunnitelma (Pohjola Rakennus Oy/YIT)

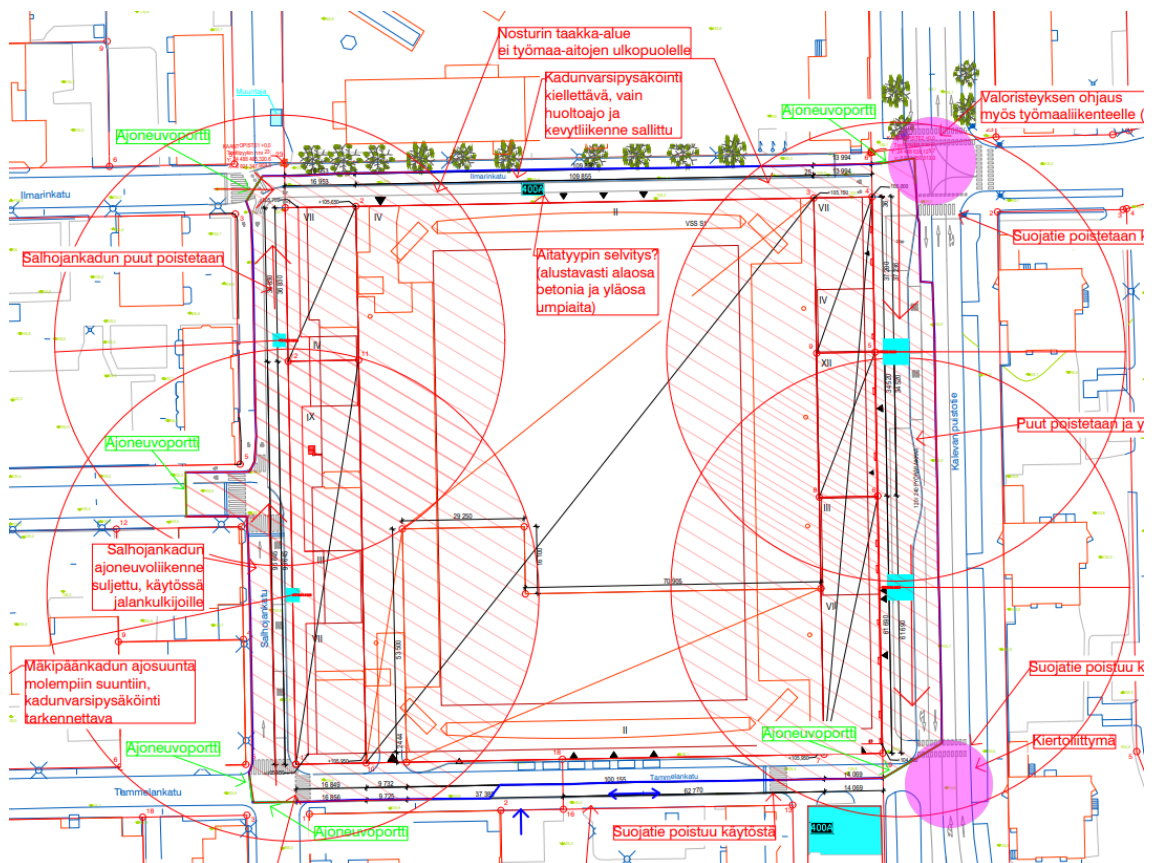


Kuva 7. Aluesuunnitelma merkit (Pohjola Rakennus Oy/YIT)

2.2.1 Torninosturien nostosäteet

Torninosturin koon valinta perustuu siihen, miten suurelle alueelle ja miten raskaita kuormia sen tarvitsee pystyä nostamaan. Kuvasta 8 näkee millaisen alueen torninostureiden nostosäteet kattavat Tammelan Stadionin työmaa-alueesta. Muulle alueelle tarvittava nostotyö tarvitsee hoitaa jollakin mobiilialustaisella nosturilla. Nostotyöt ovat sallittuja vain nostoympyrän punaisella vinoviivalla halsteroidulla alueella. Torninostureiden päällekkäisen nostoalueen nostotyöissä on noudatettava erityistä varovaisuutta, vaikka puomien yhteentörmäys on estetty torninosturien korkeuserolla, mutta nostovaijeri saattaa olla siirtoliikkeen tiellä, mikäli joudutaan toimimaan samalla alueella.

Torninosturien nostosäteet tulee aluesuunnitelmassa huomioida, jotta kaikki nostotyötä vaativa tavaran siirto on torninosturin operoitavissa.



Kuva 8. Aluesuunnitelmassa esitetyt nostosäteet (Pohjola Rakennus Oy)

2.2.2 Elementtien purkupaikat

Elementtien purkupaikan valinnassa oleellisinta on, että torninosturin nostokapasiteetti riittää nostamaan painavimmatkin elementit auton kyydistä. Myös hyvin tärkeä asia on huomioida purkupaikan ja lopullisen asennuspaikan välinen matka, ettei elementtiä kuljeteta ylimääräistä aikaa ilmassa. Suurin osa elementeistä asennetaan suoraan paikalleen elementtiauton kyydistä.

2.2.3 Materiaalin vastaanotto ja varastointi

Materiaalit toimitetaan työmaalle D-, E- ja F-porteista. Tontin ahtaudesta johtuen, työmaalla ei pystytä välivarastoimaan juurikaan materiaalia.

Varastoituna on osa elementeistä mm. massiivi- ja parvekelaatat, hormit, sekä yksittäisiä elementtejä elementtifakissa, viikkokohtaisen asennusaikataulun mukaan. Holviraudoitteet toimitetaan edeltävällä viikolla ennen raudoitustyön aloittamista.

2.3 Aikataulu

Arvioitu valmistuminen asuintalojen osalta on kesällä 2023. Runkoasennusten ja vesikatto/ivkh asennusten suunniteltu valmistuminen pitäisi valmistua loppukesästä 2022, jonka jälkeen torninosturit siirtyvät Stadionin puolen elementti-asennukseen.

Runkoaikataulu on toteutettu kahden viikon muottikierrolla, jossa ensimmäisenä viikkona asennetaan elementit sekä kootaan holvimuotti ja toisella viikolla raudoitetaan, asennetaan tekniikka sekä valetaan holvi. Aikataulu on sovitettu niin, että reunimmaisten talojen elementtiasennus alkaa yhtä aikaa ja keskimäinen talo etenee holvimuottikierron 2. viikon työvaiheissa.

	MOD 20-27		MOD 9-20		Mod 1-9
10			Kuoret vko 29 + HS + alapuut + ristikkot		
9			KERROS VKO 28 Ontelot vko 28 Elem. asennus vko 28 Raudoitus vko 28 Tekniikka vko 28		
8	Kuoret vko 17		KERROS VKO 26-27 Holvimuotti vko 26 Ti - Pe Elem. asennus vko 26 Raudoitus vko 27 Tekniikka vko 27		Kuoret vko 28
7	KERROS VKO 17 Holvimuotti vko 17 Ti - to Elem. asennus vko 17 Raudoitus vko 17 to Tekniikka vko 17 pe	loft	KERROS VKO 24-25 Holvimuotti vko 24 Ti - Pe Elem. asennus vko 24 Raudoitus vko 25 Tekniikka vko 25	loft	KERROS VKO 27 Holvimuotti vko 27 Ti - Ke Elem. asennus vko 27 Raudoitus vko 27 Tekniikka vko 27
6	KERROS VKO (14)15-16 Holvimuotti vko 15 Ti - Pe Elem. asennus vko 14 to Raudoitus vko 15 pe Tekniikka vko 16	loft	KERROS VKO 22-23 Holvimuotti vko 22 Ti - Pe Elem. asennus vko 22 Raudoitus vko 23 Tekniikka vko 23	loft	KERROS VKO 25-26 Holvimuotti vko 25 Ti - Pe Elem. asennus vko 25 Raudoitus vko 26 Tekniikka vko 26
5	KERROS VKO 12-13 Holvimuotti vko 12 Ti - Pe Elem. asennus vko 12 Raudoitus vko 13 Tekniikka vko 13		KERROS VKO 20-21 Holvimuotti vko 20 Ti - Pe Elem. asennus vko 20 Raudoitus vko 21 Tekniikka vko 21		KERROS VKO 23-24 Holvimuotti vko 23 Ti - Pe Elem. asennus vko 23 Raudoitus vko 24 Tekniikka vko 24
4	KERROS VKO 10-11 Holvimuotti vko 10 Ti - Pe Elem. asennus vko 10 Raudoitus vko 11 Tekniikka vko 11		KERROS VKO 18-19 Holvimuotti vko 18 Ti - Pe Elem. asennus vko 18 Raudoitus vko 19 Tekniikka vko 19		KERROS VKO 21-22 Holvimuotti vko 21 Ti - Pe Elem. asennus vko 21 Raudoitus vko 22 Tekniikka vko 22
3	KERROS VKO 8-9 Holvimuotti vko 8 Ti - Pe Elem. asennus vko 8 Raudoitus vko 9 Tekniikka vko 9		KERROS VKO 16-17 Holvimuotti vko 16 Ke - Pe Elem. asennus vko 16 ti Raudoitus vko 16 pe Tekniikka vko 17		KERROS VKO 19-20 Holvimuotti vko 19 Ti - Pe Elem. asennus vko 19 Raudoitus vko 19 pe Tekniikka vko 20
2	KERROS VKO 6-7 Holvimuotti vko 6 Ti - Pe Elem. asennus vko 6 Raudoitus vko 7 Tekniikka vko 7		KERROS VKO 13-15 Holvimuotti vko 13 Ti - 14 Ma Elem. asennus vko 13 Raudoitus vko 14 Tekniikka vko 15		KERROS VKO 17-18 Holvimuotti vko 17 Ti - Pe Elem. asennus vko 17 Raudoitus vko 18 Tekniikka vko 18
1	KERROS VKO 3-5 Holvimuotti vko 3 Ti - 4 Ma Elem. asennus vko 3 Raudoitus vko 4-5 Tekniikka vko 4-5		KERROS VKO 10-12 Holvimuotti vko 10 Ti - 11 Ti Elem. asennus vko 10 Raudoitus vko 11-12 Tekniikka vko 11-12		KERROS VKO 14-16 Holvimuotti vko 14 To - 15 To Elem. asennus vko 14 Raudoitus vko 15-16 Tekniikka vko 15-16

Kuva 9. Runkoaikataulu (Pohjola Rakennus Oy).

3 NOSTOTEHOKKUS

3.1 Elementtimäärät

Kohdetyömaan elementtien kappalemäärät on esitetty taulukossa 1. Elementtimäärät ovat laskettu kohteen suunnitteluasiakirjojen elementtiluettelosta. (Pohjola Rakennus Oy).

Elementtien määrä:			kpl	
Julkisivu/ulkoseinä/parvekelaatta			1144	
Väliseinä			374	
Hormi			265	
Porras			23	
		Yht.	1806	

Taulukko 1. Elementtien määrät kohdetyömaalla

3.1.1 Nostotyön suunnittelu

Tärkein tekijä nostokaluston valinnassa on rakennustyömaan nostotarpeet. Huomioitavat asiat nostotarpeen määrittämisessä ovat nostettavien taakkojen massat ja nostoalue, nostopaikat ja nostojen lukumäärä sekä nostoihin käytettävä ajanjakso. (Ratu KI-6032 2018, 146).

Nostokaluston kustannuksiin on mahdollista vaikuttaa hyvällä ennakkosuunnittelulla (Hyvärinen, 2020).

ARVIOINTIMALLI	
Teoreettinen nosturiaika	$J = I \times (A \times B + D \times E) / 60$
Todellinen nosturiaika	$L = J \times K$
Nosturin käyttöaste	$N = 100 \times (L/M)$
J	= teoreettinen nosturiaika (h)
A	= kohteen runkovaiheen betonivalujen kokonaismäärä (t)
B	= betonin siirtoaika-tunnusluku (min/t)
D	= kohteen betonielementtimäärä (kpl)
E	= elementin siirtoaika-tunnusluku (min/kpl)
I	= lisänostokerroin
K	= lisäaikakerroin
L	= arvioitu todellinen runkovaiheen nosturiaika (h)
M	= runkovaiheen kesto (h)
N	= nosturin käyttöaste (%)

Kuva 10. Runkovaiheen nostokoneaikatärpeen arviointimallin laskentakaavat ja käytetyt muuttujat. (KONE-RATU 04-3009, 5)

TUNNUSLUVUT JA KERTOIMET TORNINOSTURILLE:			
B: betonin siirtoaika-tunnusluku	2,5	3,0	3,5(min/t)
paikallavalukohde —			— elementtikohde
suuret valut —			— runsaasti saumavaluja
lyhyet siirtomatkat —			— pitkät siirtomatkat
E: elementin siirtoaika-tunnusluku	6,0	7,0	8,0(min/kpl)
helpot siirrot —			— vaikeita siirtoja
runsaasti esim. —			— runsaasti esim.
ontelolaattoja			— seinäelementtejä
			— erikoislementtejä
I: lisänostokerroin	2,0	2,25	2,5
paikallavalukohde —			— elementtikohde
runsaasti —			— runsaasti
betoninostoja			— elementtinostoja
K: lisäaikakerroin	1,2	1,3	1,4
			— huomattavaa epävarmuutta lähtötiedoissa
Ajoneuvonosturia käytettäessä lisätään torninosturin siirtoaikatunnusluvuilla laskettuun nosturiaikaan 15...20 %			

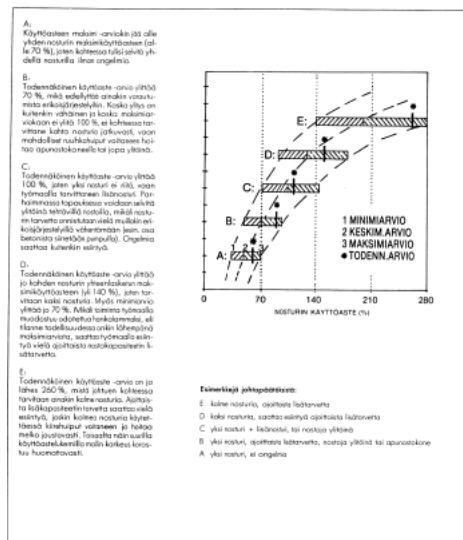
Kuva 11. Runkovaiheen nostokoneaikatärpeen arviointimallissa käytettävät tunnusluvut ja kertoimet. (KONE-RATU 04-3009, 5)

3.1.2 Nostoaikatärpeen laskenta

Karkean nostoaikatärpeen laskennassa voi käyttää kuvan 10 arviointimallia. Nykypäivänä runkovaiheen betonivalut suoritetaan pääosin betonipumppuautolla, eikä siihen tarvita nosturia. Tilalle voi kuitenkin laskea holvimuottikalustosta aiheutuvia nostoja, jotka ovat elementtien asennuksen ohella toinen merkittäviä nostomääriä vaativa työvaihe.

3.1.3 Käyttöasteen vertailu

Käyttöasteen arviointiin voi käyttää Kone-Ratu 04-3009 löytyvää arviointipohjaa. Nostoaikatarpeen laskennasta saatu nosturin käyttöaste prosentti kertoo, kuinka suurella kuormituksella nosturi on.



Kuva 12. Käyttöasteen arviointipohja (Kone-Ratu 04-3009, 7)

Huomioitavaa on, että torninosturin palvelukyky kuitenkin laskee, jos suunniteltu käyttöaste nousee yli 70 %:iin. (Ratu 04-3007 1989, 5)

3.2 Muu materiaali ja kalusto

Torninosturit hoitavat pääasiassa myös muut nostot ja siirrot, joita työmaalla tarvitsee tehdä. Nämä nostotyöt täytyy huomioida ja sovittaa elementtiasennusten kanssa nostoaikataulussa.

3.2.1 Holvimuottikalusto

Elementtien päälle tuleva paikallavaluholvi tarvitsee alle holvimuotin, jota aletaan rakentamaan samaan aikaan, kun osa kerroksen elementtiasennuksesta on vielä kesken. Tätä varten tarvitaan myös nostoaikaa, että saadaan tarvittava muottikalusto nostettua alemmasta kerroksesta puretusta muotista. Osa muottikalusto voidaan nostaa parvekeilta suoraan, mutta osa joudutaan lastaamaan

erilliseen nostoastiaan käsin, mikä hidastaa muottikaluston siirtoa ylemmälle holville.

Holvin koko vaikuttaa sinne nostettavan holvimuottikaluston määrään. Rakennettavien kerrostalojen holvikoot vaihtelevat kerroksesta ja talosta riippuen n. 112m² – 400m².(Pohjola Rakennus Oy)

Holvikalustomääriä, esimerkkiholvi Vesta 4.krs n. 350m²:

- Doka puupalkki H20, pituus 3,90 m	50 kpl
- Doka puupalkki H20, pituus 3,30 m	64 kpl
- Doka puupalkki H20, pituus 2,65 m	266 kpl
- Doka puupalkki H20, pituus 1,80 m	20 kpl
- Doka holvituki	178kpl
- Tukijalka	99 kpl
- Haarukka- tai kiertopää yhteensä	178 kpl

(Pohjola Rakennus Oy/Doka)

3.2.2 Muu materiaali / roskien haalaus

Kohdetyömaalle ei hankita väliaikaista rakennushissiä, joka lisää nostotarvetta torninostureille ja myöhemmässä vaiheessa kurottajalle.

Runkovaiheen aikana nostotarvetta aiheutti myös paikallavaluholviin tarvittava raudoitusterästen nosto sekä holvin sisään jäävä tekniikka. Kipsilevy- sekä ikkunalavojen nosto suoritettiin ennen holvimuotin sulkemista jokaiseen kerrokseen. Myös aikaisemmin rungoltaan valmistuneen Vestan sisäpuolisen tekniikan nostoihin on käytetty torninosturia mm. ilmastointiputkien ja kupariputkien nostoja.

Runkovaiheen jälkeen torninostureita hyödynnetään vielä IVKH:n asennuksessa sekä vesikatto materiaalien nostoon esim. kattotuolit sekä muu puutavara.

Roskien haalaus pois kerroksista on suoritettu kiinnittämällä roskalava torninosturien rakseihin ja nostettu roskalava parvekkeiden eteen, johon jätettä on kerätty. Sekä myös muun ylimääräisen tavaran alas otto on suoritettu vastaavasti käyttäen muuta nostoastiaa roskalavan tilalla.

Kurottajan avulla suoritetaan materiaalien nostoja ja haalauksia asuntojen parvekkeille torninosturien siirryttyä Stadionin käyttöön.

4 MUIDEN NOSTINTEN LISÄTARVE

4.1 Autonosturilla tehtävät nostot

Ajoneuvonosturi on pyörien päällä liikkuva nostokone, jota on helppo siirtää. Rakennustyömailla ajoneuvonostureita hyödynnetään nostoissa sekä vaakasiirroissa. Ajoneuvonosturit voidaan sijoittaa hyvin nostoihin soveltuville paikoille hyvän liikkuvuutensa ansiosta ja ne saavuttavat nopeasti nostovalmiuden. (Ratu 04-3011 1990, 1). Ajoneuvonosturit ovat hyvä vaihtoehto apunosturiksi erikoisnostoihin, sillä torninosturin mitoittaminen vaativimpien nostojen mukaisiksi ei ole kannattavaa. (Ratu 04-3011 1990, 2).

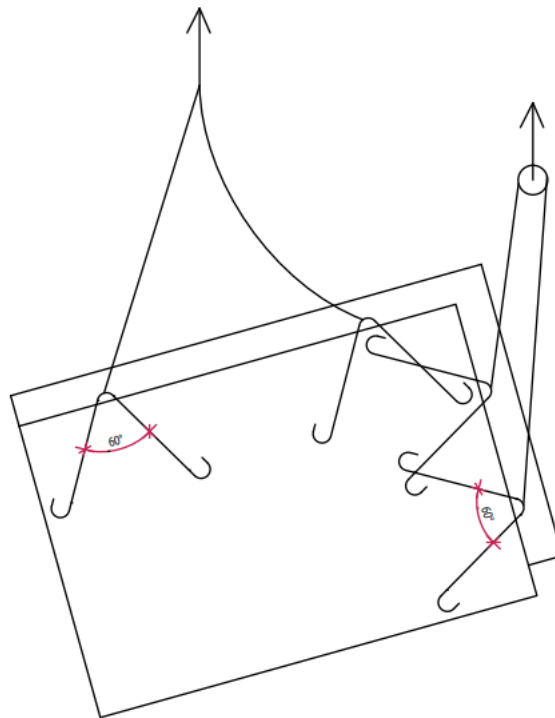
Tällä työmaalla ajoneuvonosturia on lähinnä käytetty apunosturina käännettävien elementtien asennusvaiheessa sekä torninosturien kokoonpanovaiheessa ja myöhemmin purkuvaiheessa.



Kuva 13. Autonosturi nostamassa käännettäviä elementtejä elementtifakkiin kohdetyömaalla

4.1.1 Käännettävät elementit

Osa tällä työmaalla asennettavista elementeistä on liian korkeita kuljetettavaksi pystyasennossa, jolloin ne saapuvat elementtirekan kyydissä kyljellään työmaalle. Elementit käännetään asennusvaiheessa pystyasentoon. Elementtien kääntämiseen käytetään yleensä kahta nosturia. Toinen nostureista on työmaan elementtiasennukseen käytettävä asennusnosturi ja toinen työmaalle väliaikaisesti tilattu apunosturi. (Betoniteollisuus ry).



Kuva 14. Betonielementtien nosto-ohjeet (Ansion sementtivalimo Oy)

Elementti nostetaan apunosturia käyttäen kyljessä olevista nostolenkeistä. Se lasketaan lähelle maanpintaa, jonka jälkeen työmaan asennusnosturin nostorakseissa olevan kääntöpyörän nostovaijerikoukut kiinnitetään elementin yläreunan nostolenkkeihin. Tämän jälkeen elementtiä nostetaan molemmilla nostureilla niin paljon, ettei se kääntöhetkellä kosketa maata. Asennusnosturi nostaa elementtiä yläpäältä, kunnes se on pystyasennossa ja apunosturin nostoraksit ovat löysällä ja ne voidaan irrottaa. (Betoniteollisuus ry).

Elementtejä voidaan kääntää myös yhdellä nosturilla, jos nosturissa on kaksi vinssiä (Betoniteollisuus ry).

4.2 Nosturiautolla tehtävät nostot

Nosturiauto on tavalliseen kuorma-auton runkoon kiinnitetty nostopuomi. Se on nopeasti ja helposti siirreltävässä, tarpeen vaatiessa. Nostopuomia ohjataan kauko-ohjaimen avulla. Tämän työmaan aikana nosturiautoa on käytetty enimmäkseen kuorielementtien asennuksessa, sekä yksittäisten teräsosien asennuksessa ja välinostoissa.



Kuva 15. Nosturiauto asentamassa parvekkeiden kuorielementtejä

4.2.1 Käännettävät elementit

Nosturiautoa on käytetty myös joissain tilanteissa apunosturina käännettävien elementtien siirrossa, mikäli sellainen on työmaalla valmiiksi ollut jotain muuta nostotyötä varten ja nosturiauton nostokapasiteetti on ollut riittävä elementin nostoon.

4.2.2 Kuorielementtien asennus

Kuorielementtejä työmaalla asennetaan käyttäen apuna nosturiautoa sekä henkilönostinta (kuva 14). Asennus on todettu toimivammaksi herkempien liikkeiden vuoksi, sillä kuorielementeissä olevat kiinnikkeet vaativat tarkkaa asentamista. Toisena syynä on huomattava kokoero nosturiauton nostokoukun ja torninosturin nostokoukun välillä, joka mahdollistaa elementin saamisen helpommin lähemmäksi parvekelaattaa.

4.3 Kurottajalla tehtävät nostot

Kurottaja on nelipyöräinen nostokone, jonka takaosasta lähtee nostopuomi. Se on erittäin ketteräliikkeinen nelipyöräohjauksen johdosta ja hytistä ohjattavat tukijalat nopeuttavat koneen siirtelyä. Kurottajan nostotöitä tällä työmaalla on materiaalien nosto parvekkeille, sekä roskan ja muun materiaalin haalaus alas parvekkeita, sillä työmaalla ei ole rakennushissiä. Pihan järjestelyä on hoidettu myös kurottajalla torninosturien ollessa varattuna. Kurottaja tulee olemaan päävastuussa nostotöistä sisätyövaiheiden aikana torninosturien siirtyessä Stadionin työmaan käyttöön.



Kuva 16. Kurottaja nostamassa kipsilevyjä parvekkeelle

5 HAASTATTELUT

Opinnäytetyötä varten tehdyt haastattelut toteutettiin Forms-alustalla kesän 2022 aikana. Haastattelut tehtiin kolmelle kohdetyömaalla työskentelevälle henkilölle. Toimihenkilöiden haastatteluilla pyrittiin saamaan tietoa eri suunnitelmista nosturivaihtoehdoksi sekä torninosturien yhteensovitukseen liittyvää tietoa. Torninosturinkuljettajan haastattelulla pyrittiin saamaan tietoa yhteensovituksen onnistumisesta sekä huomioita siihen liittyen.

Torninosturi on ollut ainoa nosturivaihtoehto ahtaalle tontille, jossa kuitenkin tarvitsee siirtää raskaita taakkoja. Laajojen nostosäteiden ansiosta torninosturit olivat myös ainoa ratkaisu Stadionin elementtiasennuksien suorittamiseksi, sillä nostot suoritetaan asuinrakennusten yli.

Haastatteluista käy ilmi yhteensovituksen onnistuneen pääosin hyvin. Materiaalien nostopaikkojen sopimisella on pystytty välttämään suurilta osin torninosturien nostopuomien ristikkäiset liikkeet. Muutamia kertoja elementtiasennuksia on jouduttu tahdistamaan hitaamman elementtiasennuksen tahdilla, jolloin toinen torninosturi on joutunut odottamaan. Tällaisissa tilanteissa torninosturikuljettajien keskinäinen kommunikointi on erittäin tärkeää, ettei vaaratilanteita pääse sattumaan. Korkeamman torninosturin kuljettajalla on tässä vastuullisempi rooli ohjeistaa risteävällä alueella samanaikaisia nostoja.

Hyvällä suunnittelulla ja nostojen järjestelyllä myös tyhjät raot elementtiasennusten välissä on pystytty täyttämään muulla logistiikalla tai siivouksella.

Toisen torninosturin toimittamista olisi voinut lykätä myöhemmäksi, mikäli torninosturit olisivat olleet vastakkaisilla paikoilla kokoonsa nähden. Myös jossain tilanteissa, jossa pienempi torninosturi joutui odottamaan risteävällä nostoalueella tapahtuvien elementtiasennusten takia, olisi selvinnyt torninosturinkuljettajan huomiolla siitä, että torninosturit olisivat olleet kokoonsa verraten vastakkaisilla paikoilla ja nostot olisi voitu suorittaa toisen torninosturin puomin yli.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä torninosturien yhteensovittamisen haasteita kohdetyömaalla. Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen, selvisi, että torninostureiden yhteensovitus oli onnistunut hyvin, muutamia tilanteita lukuun ottamatta, ja niihinkin pystyttiin vaikuttamaan välittömästi nostotöiden aikana.

Runkovaiheen aikataulu oli järkevästi rakennettu, kahden viikon muottikierto kolmeen asuinrakennukseen oli tiukka, mutta toteutettavissa. Jonain hetkinä torninosturit olivat ylityöllistettyinä, eikä nostoaikaa meinannut riittää. Varsinkin elementtiasennuspäivinä, kun holvimuottikalustoa tarvitsi siirtää seuraavaan kerrokseen, olivat erittäin kiireisiä torninosturille. Välillä holvimuotitusryhmä joutui odottamaan nostovuoroja pidemmän aikaa, sillä elementtiasennusryhmä oli haluton antamaan torninosturin kapasiteettia holvimuotitusryhmän käyttöön elementtiasennuksen ollessa vielä käynnissä. Elementtiasennuspäivinä nosturi on varattu elementtiasennukseen, mutta pitää myös ymmärtää kokonaiskuvaa ja muiden töiden edistyminen. Joidenkin elementtien asennus otti myös suunniteltua enemmän aikaa suunnitelmapoikkeamista tai muista syistä johtuen.

Paremmalla logistiikkasuunnittelulla olisi ahtaalla tontilla useampia pullonkauloja nostotöissä voitu välttää. Tarkempien tavarantoimitusaikojen antaminen, ja myös niiden noudattamisen vaatiminen olisi auttanut joissain tapauksissa, kun tavaran toimitukseen olisi ehtinyt valmistautua sekä varata nostoaikaa ja katsoa sille selkeä varastointipaikka, jossa se ei olisi ollut heti seuraavana tiellä. Useasti materiaalitoimitukset purettiin kuljetusauton omalla nostolaitteella siihen mihin asti auto oli saatu ajettua. Osavaikuttajana oli myös se, että tontti ei ollut Salhojankadun puolella läpiajettavissa. Jälkikäteen tavaraa siirrettiin paremmalle varastointialueelle tai käyttökohteeseen.

Torninosturit ovat olleet parempi nosturiratkaisu nostoprofiilinsa takia, sillä puomilla on saatu nostettua raskaitakin kuormia suurille etäisyyksille. Myös asuinrakennusten nostotöiden valmistuttua, Stadionin rakenteiden asennus onnistuu

helposti rakennusten yli, verraten ajoneuvonosturiin, jossa puomin kulmaa joutuisi laskemaan, että saisi enemmän ulottumaa, mikä taas ei korkeiden asuinrakennusten vuoksi olisi niin helppoa, tai vaatisi todella järeän ajoneuvonosturin. Torninostureita käytettäessä on saatu ahdasta tonttia hyödynnettyä erilaisiin varastointitarpeisiin hieman enemmän, kuin jos käytössä olisi ollut ajoneuvonosturi.

Lisänostinten tarve on työmaalla ollut välttämätön nostotöiden avustuksessa, sillä torninosturit ovat siten pystyneet toimimaan päätyössään asuintalojen runkojen asennuksessa runkoaikataulun mukaisesti.

LÄHTEET

Ansion Sementtivalimo Oy. Betonielementtien käsittely- ja varastointi. www.asv.fi

Betoniteollisuus ry, 2010. Betonielementtien nostot. www.betoni.com

Hyvärinen Nuutti, 2020. Rakennustyömaan nostokaluston valintaan vaikuttavat tekijät. Kandidaatintyö.

KONE-RATU 04-3009, Toukokuu 1990. Nosto- ja siirtokalusto. Rakennustietosäätiö. s. 5, 7.

Rantanen Petri, 2014. Torninosturin perustuksen mitoitus. Insinöörityö.

Pohjola Rakennus Oy, projektipankki. www.sokopro.fi

Pohjola Rakennus Oy/Doka. Holvimuottikaluston määrät. Projektipankki. www.sokopro.fi

Pohjola Rakennus Oy/YIT. Aluesuunnitelma. Projektipankki. www.sokopro.fi

Ramirent Oy. Nosturikuva. Projektipankki. www.sokopro.fi

Ratu C2-0454, 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Rakennustietosäätiö. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20C2-0454>

Ratu 04-3011, 1990. Ajoneuvonosturit. Rakennustietosäätiö. s.1, 2.

Ratu KI-6032, 2018. Raturva-rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet. Rakennustietosäätiö. s.146.

Ratu 04-3007, 1989. Torninosturit. Rakennustietosäätiö. s. 1, 5

LIITTEET

Liite 1. Haastattelu 1

4.9.2022 18.29

Torninosturien yhteensovitus (Esikatselu)

Tarkastele tuloksia

Vastaaja

2

Anonyymi

39:14

Vastausaika

1. Nimi.

2. Työtehtävä

- Työmaapäällikkö
- Työvaihemestari
- Torninosturin kuljettaja
- Alamies
- Urakoitsija

3. Suunnittelu:

Mitä suunnittelussa huomioitiin ja miten nykyiseen toteutukseen päädyttiin?

Oliko muita vaihtoehtoja/variaatiota?

Liite 2. Haastattelu 2

4.9.2022 18.34

Torninosturien yhteensovitus (Esikatselu)

Tarkastele tuloksia

Vastaaja

3

Anonyymi

44:56

Vastausaika

2. Työtehtävä

- Työmaapäällikkö
- Työvaihemestari
- Torninosturin kuljettaja
- Alamies
- Urakoitsija

3. Suunnittelu:

Mitä suunnittelussa huomioitiin ja miten nykyiseen toteutukseen päädyttiin?

Oliko muita vaihtoehtoja/variaatiota?

Liite 3. Haastattelu 3

4.9.2022 18.35

Torninosturien yhteensovitus (Esikatselu)

Tarkastele tuloksia

Vastaaja

4 Anonyymi

35:45
Vastausaika

2. Työtehtävä

- Työmaapäällikkö
- Työvaihemestari
- Torninosturin kuljettaja
- Alamies
- Urakoitsija

3. Suunnittelu:

Mitä suunnittelussa huomioitiin ja miten nykyiseen toteutukseen päädyttiin?

Oliko muita vaihtoehtoja/variaatiota?

4.9.2022 18.35

Torninosturien yhteensovitus (Esikatselu)

4. Miten koet kahden torninosturin yhteensovituksen onnistuneen (esim. aikataulut, nostotehokkuus, odottelu)?

5. Onko käytössä /käytettävyydessä ollut jotain ongelmakohtia? Onko niitä korjattu/muutettu jollain tavalla?

6. Pystyisikö jotain asiaa nostotyössä mielestäsi tehostamaan tai muuttamaan paremmaksi? Jos pystyisi, niin miten?

7. Vapaa sana.