

TORNINOSTURIN KÄYTTÖ KORKEASSA RAKENTAMISESSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Rakennusmestari
(AMK)

Kevät, 2020

Harri Huusko

Rakennusmestari
Hämeenlinnan Korkeakoulukeskus

Tekijä	Harri Huusko	Vuosi 2020
Työn nimi	Torninosturin käyttö korkeassa rakentamisessa	
Työn ohjaaja/t	Jari Komsj, Timo Kuorikoski	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää nosturin käyttöä korkeassa rakentamisessa ja rakennettavan rakennuksen korkeuden ja rakenneratkaisujen vaikutusta nostomääriin. Korkea rakentaminen on tulevaisuudessa yleistymässä ja oleellisena osana korkeaa rakentamista ovat myös työmaalla käytettävä nostokalusto. Korkeasta rakentamisesta on tehty jonkin verran opinnäytetöitä mutta nostureiden käyttöä niissä ei juurikaan ole käsitelty.

Tilajana tässä opinnäytetyössä toimi YIT, joka toimii työnantajani. YIT on suurin suomalainen ja merkittävä eurooppalainen rakennusyhtiö, joka työllistää noin 7500 ammattilaista 10 maassa. (YIT, 2019) YIT on toteuttanut jo useita korkean rakentamisen kohteita ja on tällä hetkellä aloittamassa Helsingin Pasilaan Trigoni-projektia, jonka korkeimmat rakennukset ovat suunnitelmien mukaan noin 200 m korkeita.

Käsittelen korkean rakentamisen mukanaan tuomia erityismääräyksiä, torninostureiden rakennetta sekä erilaisia torninosturivaihtoehtoja, jotka soveltuvat korkeaan rakentamiseen. Työturvallisuuden osalta käsittelen nostotyöturvallisuutta sekä nostureiden tarkastus- ja turvallisuusmääräyksiä.

Esimerkkikohteena tässä opinnäytetyössä on Helsingin Herttoniemeen rakenteilla oleva 18-kerroksinen asuinkerrostalo. Työskentelen esimerkkikohteessa työnjohtoharjoittelijana. Toteutuneita nostomääriä sekä rakenneratkaisuja tässä opinnäytetyössä käsitellään esimerkkikohteen avulla. Keräsin opinnäytetyötä varten tietoa nosturin nostomääristä rakennuksen eri vaiheissa, tiedot kerättiin neljältä viikolta ja tuloksia käsittelen omassa luvussa.

Avainsanat korkea rakentaminen, nosturi, torninosturi

Sivut 30 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Degree Programme in Construction Management
Hämeenlinna University Centre

Author	Harri Huusko	Year 2020
Subject	Tower cranes in high-rise building	
Supervisors	Jari Komsj, Timo Kuorikoski	

ABSTRACT

High-rise buildings are becoming more common in Finland and lifting equipment is an essential part of high-rise construction. The purpose of this Bachelor's thesis was to examine different tower crane types that are used in high-rise construction. Another aim was to find out the effect of structural solutions and height of building on lifting volumes. The thesis was commissioned by YIT Oy. YIT has completed several high-rise construction projects in Finland and is currently starting the Trigoni-project whose highest buildings are planned to be over 200 m high.

The special regulations that come with the high-rise construction were also discussed including various crane options suitable for high-rise construction. Inspection and safety regulations of tower cranes and lifting safety were also dealt with in the thesis.

An example case was an 18-floor block of flats located in Herttoniemi, Helsinki. The lifting volumes and structural solutions were examined through this example case. Data on lifting volumes of the crane was collected in four different weeks in various stages of building the frame in different heights. The results were presented and discussed in the thesis.

One of the outcomes was a diagram of lifting volumes. The diagram shows that the height of building didn't cause big differences in lifting volumes in the example case. There is also diagram of lifting volumes per working hour. Also, different structural solutions for the balcony and bathroom-elements were presented.

Keywords Crane, High-rise building, Tower crane

Pages 30 pages including appendices 2 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	esimerkkikohde	1
2	KORKEA RAKENTAMINEN	2
2.1	Määritelmä.....	2
2.2	Korkean rakentamisen erityisohjeita	2
2.2.1	Työnjohdon pätevyysvaatimukset.....	2
2.2.2	Turvallisuus.....	3
2.2.3	Kosteudenhallinta.....	3
2.2.4	Suunnittelu	4
2.2.5	Paloturvallisuus	4
2.2.6	Työmaa-aikainen paloturvallisuus.....	5
3	TORNINOSTURIT	6
3.1	Vaakapuominosturi	6
3.2	Puristepuominosturi.....	7
3.3	Nosturin valinta	8
3.4	Nosturin perustus.....	9
3.5	Nosturin tuenta	9
3.6	Nosturin korotus	11
3.7	Pystytys ja purku	12
4	NOSTOTYÖTURVALLISUUS	14
4.1	Kuljettajan vaatimukset	14
4.2	Olosuhteet.....	14
4.2.1	Tuuli	14
4.2.2	Näkyvyys	15
4.3	Pystytyssuunnitelma	15
4.4	Nostotyösuunnitelma.....	16
4.5	Tarkastukset	16
4.5.1	Käyttöönottotarkastus	17
4.5.2	Kunnossapitotarkastukset	17
4.5.3	Määräaikaistarkastukset	18
5	NOSTOMÄÄRÄÄN VAIKUTTAVAT RAKENNEVALINNAT	19
5.1	Parveke.....	19
5.2	Välipohja ja yläpohja	20
5.3	Seinärakenteet	21
5.4	Kylpyhuone-elementit.....	21
5.5	Logistiikka	23
5.6	Nostomäärien seuranta	24
6	YHTEENVETO	26

LÄHTEET	27
---------------	----

Liitteet

Liite 1	Nostomäärät tarkastelujaksolla
---------	--------------------------------

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee torninosturin käyttöä korkeassa rakentamisessa. Korkean rakentamisen määritelmä vaihtelee eri kaupunkien rakennusvalvonnan tulkintojen mukaan. Tässä työssä esittelen korkean rakentamisen mukanaan tuomia määräyksiä ja asetuksia pääosin Helsingin kaupungin korkean rakentamisen ohjekortin mukaisesti.

Työssä esitän esimerkkikohteen tehtyjä rakennevalintoja, selvitän niiden vaikutusta nostomääriin sekä tutkin toteutuneita nostomääriä. Työn esimerkkikohte on Helsinkiin 2019–2021 rakennettava 18-kerroksinen asuin-kerrostalo.

Työssä esittelen erilaisia korkeaan rakentamiseen soveltuvia ja käytössä olevia torninosturivaihtoehtoja, varsinaisen nostokaluston määrittämistä työssä ei käsitellä. Aineistona on käytetty ohjeita, asetuksia, turvallisuusmääräyksiä sekä asiantuntijahaastatteluita.

Työn tilaajana on YIT Suomi oy. YIT on suurin suomalainen ja merkittävä pohjoiseurooppalainen rakennusyhtiö. YIT:n vuoden 2019 liikevaihto oli noin 3,4 miljardia euroa ja se toimii 10 maassa työllistäen keskimäärin 7500 ihmistä. (YIT, 2019)

1.1 esimerkkikohte

Esimerkkikohteena tässä opinnäytetyössä on 18-kerroksinen asuin-kerrostalo, joka rakennetaan kauppakeskus Hertsin kortteliin, kauppakeskuksen katolle. Työskentelen kyseisellä työmaalla työnjohtoharjoittelijana. Kohde on As. Oy Helsingin Poudantuoja.

Asuin-kerrostalon alle rakennettavassa kauppakeskuksessa on liiketiloja, Helsingin kaupungin lähipalvelukeskus, päiväkotit sekä pysäköintihalleja kolmessa kerroksessa. Kauppakeskuksen katolle rakennetaan myös 13- ja 15-kerroksiset asuin-kerrostalot.

Esimerkkikohteena olevaan rakennukseen tulee 132 asuntoa 18 kerrokseen. Asuinrakennuksen ensimmäisen kerroksen runkona on paikallavaluseinät ja kerroksissa 2–18 betoni-sandwich elementtiseinät. Alapohjana on kauppakeskuksen ja asuinrakennuksen välissä 1,85m paksu jälkijännitetty teräsbetonilaatta, välipohjat ja ulokeparvekkeet on paikallavalettuja teräsbetonirakenteita. Asuntojen sauna/pesutilat ovat valmiselementtejä. Yhteiset sauna- ja kokoustilat ovat 18. kerroksessa ja ne ovat paikallarakennettuja. Irtaimistovarastot ja yhteiset pesutilat sijoittuvat 1. kerrokseen.

2 KORKEA RAKENTAMINEN

2.1 Määritelmä

Suomessa kansalliset säädökset ottavat varsin rajallisesti kantaa siihen mikä on korkeaa rakentamista. Maailmalla on rakennettu jo yli 800 m korkeita rakennuksia, kun Suomessa on juuri päästy yli 100 m korkeisiin asuinrakennuksiin. Suomalaisessa rakentamisessa on totuttu varsin matalaan rakennuskantaan ja korkea rakentaminen onkin koostunut pääosin yksittäisistä korkeista rakennuksista. Korkea rakentaminen on yleistynyt viime vuosina huomattavasti.

Eri kaupunkien rakennustapaohjeissa on määritelty erilaisia määreitä korkealle rakentamiselle, esimerkiksi Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohje määrittää rajan 16 kerrokseen tai rakennuksen korkeuteen 56m, Espoon korkean rakentamisen periaatteet määrittävät korkeaksi rakennukseksi yli 40m, ja hyvin korkeaksi rakennukseksi yli 80m korkeat rakennukset.

Ympäristöministeriön asetuksessa (848/2017) on tiettyjä erityismääreitä yli 56m korkeille rakennuksille. Luonnollisesti kaikki rakentamista koskevat määräykset koskevat myös korkeaa rakentamista.

2.2 Korkean rakentamisen erityisohjeita

Korkea rakentaminen edellyttää tiettyjen erityismääräysten noudattamista. Kaupunkien rakennusvalvonnat ovat antaneet näistä määräyksistä omat ohjeensa ja niihin tuleekin perehtyä kaupungeittain. Käsittelen tässä kappaleessa muutamia Helsingin kaupungin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeesta löytyviä ohjeita.

2.2.1 Työnjohdon pätevyysvaatimukset

Korkeassa rakentamisessa vastaavan työnjohtajan tehtävät luokitellaan poikkeuksellisen vaativaksi työnjohtotehtäväksi, myös eri suunnittelualojen vastaavan suunnittelijan tehtävät luokitellaan poikkeuksellisen vaativan suunnittelun luokkaan.

Myös muun työnjohdon osalta rakennusvalvontaviranomainen voi asettaa vaatimuksia. Esimerkiksi betonirakenteiden osalta.

Jos rakennuslupaa edellyttävä rakennustyö tai osa siitä on vaativa, rakennusvalvontaviranomainen voi rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana määrätä, että rakennustyössä on oltava myös muiden erityisalojen työnjohtajia. (maankäyttö- ja rakennuslaki 122 a§)

2.2.2 Turvallisuus

Työmaajärjestelyissä ja työsuunnittelussa on keskeistä ottaa huomioon työturvallisuus, ympäristön turvallisuus sekä rakenteiden ja rakennusosien työnaikainen stabiliteetti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää korkean rakentamisen erityispiirteisiin, esimerkiksi:

- Putoamissuojaus (henkilöt ja esineet)
- Tuuliolosuhteet
- Rakennustarvikkeiden kiinnitykset varastoinnin ja asennuksen aikana
- Paikallavalurakenteiden muottien ja elementtien asennuksen aikaiset tuennat

Rakenteiden kuormituksissa tulee huomioida tuulen vaikutus rakenteisiin. Tarvittaessa tulee tehdä lisäselvityksiä esimerkiksi tuulitunnelikokeiden avulla. Lämpöliikkeiden ja lämpötilaeroista johtuvien pakkovoimien vaikutus rakenteisiin tulee ottaa huomioon.

Julkisivu- ja lasirakenteissa tulee huomioida muun muassa: Rakenteiden heijastusvaikutukset, yövalaistuksen vaikutukset, luukkujen ym. liikkuvien ja avattavien julkisivurakenteiden toimivuus sekä mahdollisesti julkisivusta putoavan lumen ja jään vaikutukset.

2.2.3 Kosteudenhallinta

Korkeassa rakentamisessa rakennushankkeen kosteudenhallinnassa noudatetaan erityismenettelyyn kuuluvia toimenpiteitä:

- Kosteusriskien kartoittamiseen on käytettävä riskianalyysia hankkeen kaikissa vaiheissa.
- Kosteudenhallinta on sisällytettävä suunnittelun ja toteutuksen laadunvarmistusselvityksiin.
- Kosteusturvallisten suunnitteluratkaisujen varmistamiseen on käytettävä myös suunnitelmien ulkopuolista tarkastusta rakennusfysiikan osalta.
- Kosteudenhallinnan onnistumiseen ja rakennuksen terveellisyyden varmistamiseen voidaan viranomaisen harkinnan mukaan edellyttää toteutuksen ulkopuolista tarkastusta. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Kosteudenhallinnan toimintamallina voidaan käyttää esim. Kuiva-ketju10:tä, edellyttäen että suunnittelijat määrittelevät riskianalyysin pohjalta hankekohtaiset (korkean rakentamisen) erityisriskit, joiden pohjalta määritellään toimenpiteet ko. riskien hallitsemiseksi ja ennalta ehkäisemiseksi sekä niiden todentamiseksi. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

2.2.4 Suunnittelu

Korkean rakentamisen suunnittelutehtävät ovat aina, kaikilla suunnittelu-aloilla poikkeuksellisen vaativia ja vastaavien suunnittelijoiden on täytettävä poikkeuksellisen vaativan suunnittelutehtävän mukaiset vaatimukset. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Pääsuunnittelijalla on oltava kokemusta korkeiden rakennusten (yli 16 kerrosta) suunnittelusta ja suunnitelmien yhteensovittamisesta Suomea vastaavista ilmasto- ja maaperäolosuhteista. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Kaikkien rakennusrungossa käytettävien kantavien materiaalien osalta on nimitettävä vastuullinen rakennesuunnittelija, joka omaa kyseiseen materiaaliin poikkeuksellisen vaativan luokan suunnittelijapätevyyden, mikäli vastaavalla rakennesuunnittelijalla ei ole ko. pätevyyttä. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Hormivaikutus on tavanomaista voimakkaampi korkean rakentamisen kohteissa. Tämän vuoksi on suositeltavaa tehdä laskennalliset tarkastelut, joilla arvioidaan hormivaikutuksen haittoja ja riskejä, sekä etsitään keinoja painesuhteiden hallintaan. Suunnittelussa korostuu yhteistyö eri suunnittelualojen kesken, koska painesuhteet ja ilmavirtaukset voivat vaikuttaa niin moneen eri asiaan (LVIA, ENE, ARK ja RAK). (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

2.2.5 Paloturvallisuus

Paloteknisessä suunnittelussa tulee huomioida savunpoisto- ja korvausilmareittien toimivuus ja hormivaikutukset, uloskäytävien savunhallintajärjestelyt korkeissa porrastorneissa vaativat erityissuunnittelua. Virve-verkon toimivuudesta koko rakennuksessa tulee tehdä lisäselvitys ja verkon kattavuuskaavio. Sammutus- ja pelastustehtävien erityisjärjestelyt tulee ottaa huomioon, esimerkiksi parikuljetuksien toteuttaminen kerroksista sekä palomieshissit ja niiden varmennettu sähkön syöttö.

Korkea rakentaminen edellyttää erityissuunnittelua kiinteiden paineellisten sammutusvesiputkistojen suunnittelussa. Tavanomaiset kuivaputkistot (kuivanousut) sammutusveden saamiseksi kerroksiin yli 50 metriä korkeissa rakennuksissa eivät yleensä ole riittäviä. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Palo- ja pelastusturvallisuussuunnitelmissa tulee ottaa huomioon rakennuksen loppukäyttäjät ja varmistua heidän perehdytyksestään suunnitelmiin.

Rakennuksen käyttäjille laaditaan kohdennettu rakennuksen palo- ja henkilöturvallisuutta koskeva perehdytys- tai koulutussuunnitelma. (Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018)

Rakenteellisesta paloturvallisuudesta ohjekortissa mainitaan esimerkiksi:

- Palon leviämisen rajoittaminen rakennuksessa erityisesti kerroksesta toiseen on huomioitava suunnitelmissa asianmukaisesti
- Rakenteellisten ratkaisujen tulee mahdollistaa poistumisturvallisuus sekä sammutustoiminta tulipalon aikana rakennuksessa.
- Evakuointijärjestelyt on yhteensovitettava rakenteellisen paloturvallisuuden kanssa.

2.2.6 Työmaa-aikainen paloturvallisuus

Rakennuksen ollessa vielä työmaavaiheessa, lopulliset, loppukäyttöä palvelevat rakenteelliset sekä laitteistoilla aikaansaadut turvallisuusjärjestelyt eivät ole vielä turvaamassa rakentajien työskentelyä. Rakennus saattaa olla jo helposti yli 100 metrin harjakorkeudessaan ja sisällä saattaa työkennellä merkittävä määrä työntekijöitä kymmenissä kerroksissa. Rakennuksessa olevan palokuorman määrä saattaa olla jo niin suuri, että ilman kerrososastointia ja uloskäytävien osastointia syttynyt tulipalo voi olla täysin hallitsematon tapahtuma niin urakoitsijalle kuin pelastushenkilöstölle. Edellämaitunlaisissa rakennuksissa ennen käyttöönottoa tapahtuvat tulipalot saattavat muodostaa kestäättömän taloudellisen menetyksen useille eri tahoille. (Ohje yli 12-kerroksisten rakennusten työmaan turvallisuudesta)

Työnaikainen paloturvallisuus vaatii siis erityistä huomiota osakseen. Työmaan paloturvallisuussuunnitelmassa tulee esittää mm: sammutusveden saaminen kerroksiin rakennustyön aikana, rakennustyön aikaiset poistumistiet, työnaikainen palo-osastointi sekä palokunnan hyökkäysreitit. Työmaan työnjohdolla tulee olla reaaliaikainen tieto korkean rakennuksen sisällä olevien henkilöiden lukumäärästä.

Esimerkki-kohteessa työnaikaiset palomääräykset astuivat voimaan ulkovaipan umpeuduttua yhdeksännessä kerroksessa, siitä ylöspäin osastointi

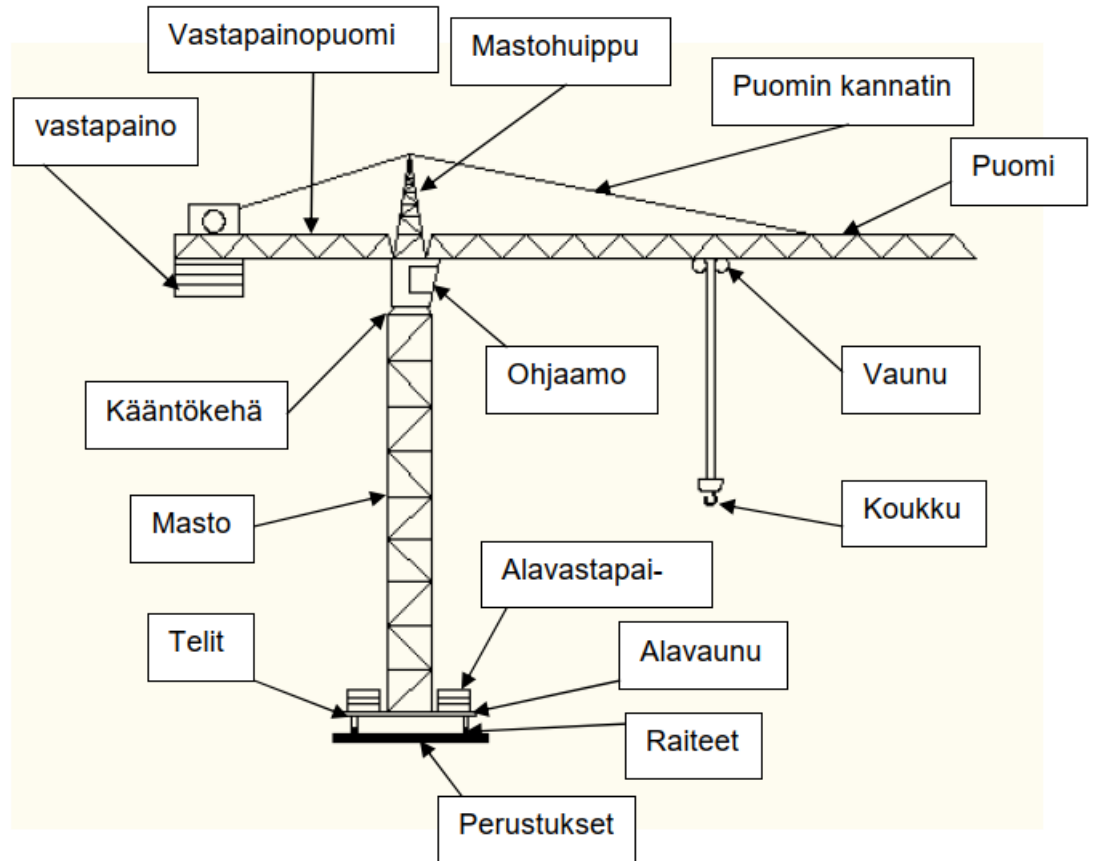
tuli toteuttaa ulkovaipan umpeutuessa. Rakennus palo-osastoihin 4:n kerroksen välein, porrasmousut osastoihin työnaikaisin palo-ovien, työnaikainen palohälytysjärjestelmä otettiin käyttöön sekä palokunnan kuivanousulinja paineenkorotuspumppuineen otettiin käyttöön. Kuivanousulinjan tuli olla valmis aina kerroksen verran runkoa jäljessä. Poistumisreittien valaistus tuli olla akkuvarmennettu.

3 TORNINOSTURIT

Torninosturilla tarkoitetaan nosturia, jossa kantava rakenne on ristikkorakenteinen torni, jonka yläosaan on kiinnitetty nostopuomi. Valtioneuvoston päätöksessä torninosturi määritellään seuraavasti: Torninosturilla tarkoitetaan tässä luvussa sellaista nosturia, jossa kantavana rakenteena on torni ja sen yläosassa ulokepuomi, joka on kiinnitetty köysillä tai tangoilla tornin yläosaan taikka tornin huipun kautta kulkevilla köysillä tornin juureen. (Vnp 1403/93 6§)

3.1 Vaakapuominosturi

Perusrakenne torninostureissa on valmistajasta riippumatta samankaltainen. Kuvassa 1 on esitetty keskeiset torninosturin rakenneosat. Pystyrakenne eli torni on alapäästään joko alavaunun päällä tai perustettuna kiinteästi. Tornin yläosassa on vaakapuomi, johon koukku kiinnittyy nostoköysien ja vaunun kautta. Vastapainot on kiinnitetty joko vaakapuomin takapäähän tai erilliseen vastapainopuomiin, nosturin rakenteesta riippuen. Tornin yläpäässä on kääntökehä, joka mahdollistaa nosturin kääntymisen. Nosturin ohjaamo on yleisesti tornin yläpäässä, vaakapuomin alla. Nosturia ohjataan ylhäältä ohjaamosta, joskin on myös olemassa kauko-ohjattavia nostureita mutta ne ovat yleisesti pienempikokoisia eivätkä näin ollen ole kerrostalorakentamisessa yleisesti käytössä.



Kuva 1. Torninosturin keskeisimmät rakenneosat (Kuronen, 2012, s. 38)

3.2 Puristepuominosturi

Puristepuominosturin runko on samanlainen vaakapuominosturin kanssa, mutta nosturin puomi eroaa liikeradoiltaan vaakapuominosturista. Puristepuominosturin puomi liikkuu myös ylös-alas suunnassa ja siinä ei ole erillistä vaunua johon nostoköydet ja koukku on kiinnitetty. Puomiston rakenne on hyvin paljon samankaltainen ajoneuvoalustaisten nosturien kanssa (kuva 2). Nosturissa on kaksi vinssiä joista toinen nostaa ja laskee koukkuja ja toinen nostaa ja laskee puomia.

Puristepuominosturin sähköntarve on huomattavasti suurempi kuin vaakapuominosturin. Puristepuominosturin tilantarve on huomattavasti pienempi ja se on nopeampi kuin vaakapuominosturi. Puristepuominostureissa koukun nostonopeus on jopa 3-kertainen vaakapuominostureihin verrattuna.



Kuva 2. Puristepuominosturi (Talhu Oy, n.d.a)

3.3 Nosturin valinta

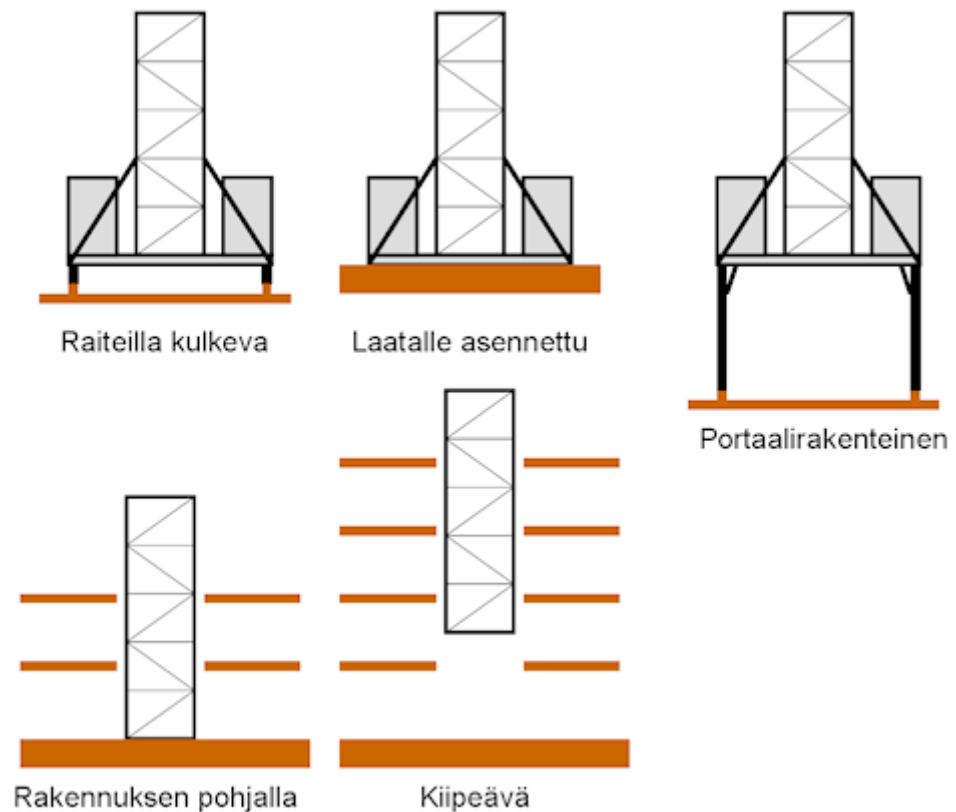
Nostokaluston määrittämisen avuksi löytyy esimerkiksi Ratu suunniteluohje kone-ratu 04-3009. Nostureiden kuormankantokyky ilmaistaan yleensä tonnimitreinä, esimerkiksi 200 tonnimetrin nosturi nostaa 10 tonnin taakan 20 metrin päähän mastosta. Kuormankantokykyyn vaikuttaa myös nosturin korkeus. Tuleekin ottaa huomioon, että korkeissa nostureissa nostoköyden paino nousee merkittävästi ja pienentää hyötykuormaa.

Korkeassa rakentamisessa nosturin nostonopeudella on enemmän merkitystä perinteiseen matalaan rakentamiseen verrattuna. Nostureiden nostokapasiteetille korkea rakentaminen ei aiheuta erityisvaatimuksia, matalassa rakentamisessa suosittuja painavia betonielementtejä ei käytetä suuressa määrin korkeassa rakentamisessa.

Korkean rakentamisen kohteissa käytetään usein kahta nosturia. Nostomäärät ovat suuria ja nosturien korottaminen sekä harustaminen vievät väistämättä aikaa, joten kahdella nosturilla näiden aiheuttamia haittoja saadaan pienennettyä.

3.4 Nosturin perustus

Torninosturi voidaan perustaa usealla eri tavalla rakennuskohteesta ja nosturista riippuen. Perinteiset tavat on perustaa nosturi kiinteästi tai kiskoille, jolloin nosturin toiminta-alueita saadaan laajemmaksi. Korkeissa rakennuksissa on myös mahdollista perustaa nosturi hissikuiluun tai rakennuksen sisälle, jossa nosturi ”kiipeää” rakennuksen rungon mukana. Portaalin rakenteinen perustus jättää nosturin alla olevan tilan muuhun käyttöön. Kuvassa 3 on erilaisia torninosturin perustamistapoja.



Kuva 3. Perustamistapoja. (Wikipedia)

3.5 Nosturin tuenta

Nosturi voidaan pystyttää vapaasti seisovana tiettyyn korkeuteen asti, jonka jälkeen nosturin runko on tuettava eli harustettava tai ankkuroitava. Nosturin vapaasti seisovan korkeuden määrittää nosturivalmistaja eri malleilleen. Korkeassa rakentamisessa nosturin tukeminen on likimain välttämätöntä.

Harustamisessa nosturi tuetaan vaijerein maahan tai ympäröiviin rakennuksiin. Harustaminen on varsin harvoin käytetty toimenpide koska se vaatii suuren tilan ja vaijereiden kiinnityspisteet on saatava kauas nosturista.

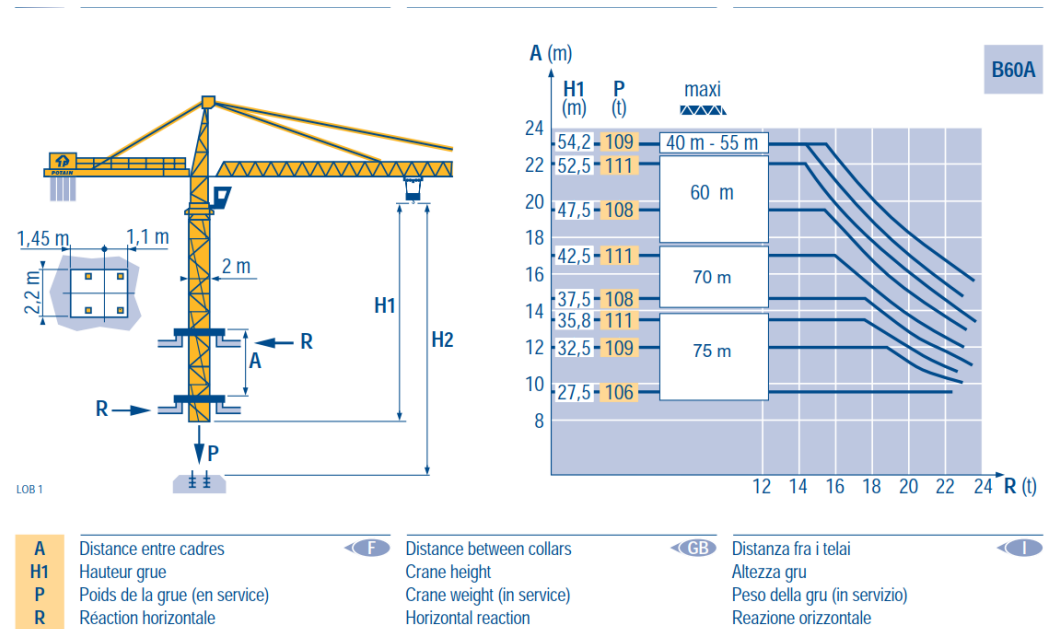
Yleisempi tapa onkin ankkuroida nosturi rakennuksen runkoon metallitangoihin. Mikäli nosturi on rakennuksen ulkopuolella niin ankkurointi tehdään nosturin rungosta rakennuksen runkoon. Ankkurointipisteet ja niiden aiheuttamat voimat rakennuksen runkoon tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Ankkurointipisteet aiheuttavat myös välillisiä haittoja muihin rakennustöihin. Ankkurointi asennetaan yleisesti ikkuna-aukoista rakennuksen sisään, jolloin ikkuna-asennukset näihin aukkoihin voidaan suorittaa vasta nosturin purkamisen jälkeen. Kuvassa 4 näkyy ankkurointipisteen kiinnitys rakennuksen runkoon.

Huoneistot joihin ankkurointi on tehty jäävät mahdollisesti myös lattioiden asennuksen, väliseinien ja kalustamisen osalta tehtäväksi nosturin purkamisen jälkeen.



Kuva 4. Ankkurointipiste rakennuksen sisällä

Tuentaväli määritetään nosturityyppikohtaisesti nosturitoimittajan ohjeituksen mukaisesti. Tuentaväliin vaikuttaa nosturin korkeus, puomin pituus, maksiminostokyky ja nosturin runkoon kohdistuvat voimat. Kuvassa 5 on esitetty Potain MD345I16-nosturin ankkurointitaulukko. Taulukosta selviää, että puomin pituuden kasvaessa tuentaväli lyhenee. Puristepuominosturi vaatii tiheämmän tuentavälin verrattuna vaakapuominosturiin koska sen rakenne aiheuttaa suuremman kuormituksen nosturin runkoon.



Kuva 5. Potain MD 345 I16 ankkurointitaulukko (Potain, n.d)

3.6 Nosturin korotus

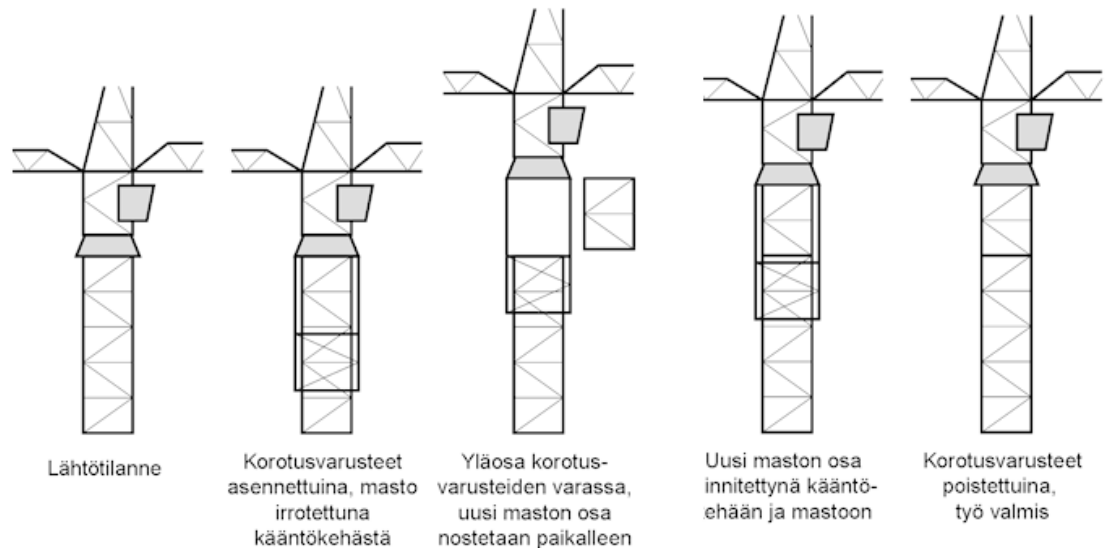
Korkeassa rakentamisessa nosturia ei useinkaan voida pystyttää kerralla lopulliseen korkeuteensa vaan nosturia korotetaan rakennuksen rungon edetessä. Nosturin korotustapa riippuu valitusta nosturin rakenteesta. Rungon ulkopuolisen nosturin korottaminen eroaa esimerkiksi hissikuiluun rakennetun tai itsekiipeävän nosturin korottamisesta.

Nosturin korottamisesta on aina tehtävä erillinen pystytysuunnitelma ja nosturille on tehtävä korottamisen jälkeen uusi käyttöönottotarkastus. Näistä suunnitelmista tarkemmin erillisessä luvussa. Korottamisen yhteydessä on erityisesti otettava huomioon tuuliolosuhteet, rajoitukset korotustyön aikaiselle tuulelle ovat huomattavasti normaaleja käyttöolosuhteita tiukemmat.

Esimerkkikohteessa nosturi korotettiin lopulliseen korkeuteen kahdessa osassa. Nosturin lopullinen koukkukorkeus oli +87m katutasosta. Korotustyöt suoritettiin ilta/yö-aikaan jottei varsinainen asennustyö häiriintynyt.

Ennen korotusta nosturi ankkuroitiin rakennuksen runkoon seitsemännen kerroksen kohdalta.

Rakennuksen ulkopuolisen nosturin korotuksessa nosturin runkoon asennetaan ”teleskooppihäkki”. Nosturin yläosa kiinnitetään kääntökehän alapuolelta teleskooppihäkkiin, häkkiin tuodaan rungon lisäosa, jonka jälkeen nosturin yläosa korotetaan hydraulitunkkien avulla ja lisäosa asennetaan runkoon. (Kuva 6)



Kuva 6. Periaatekuva nosturin korottamisesta (Wikipedia)

3.7 Pystytys ja purku

Nosturin pystytys vaatii aina erillisen suunnitelman, josta erillisessä luvussa tarkemmin. Pystytys tehdään useimmiten mobiilnosturin avustuksella, mobiilnosturi tulee valita siten että sen kapasiteetti riittää kyseisen torninosturin pystytykseen.

Logistiikka pystytysvaiheessa on huomioitava erityisen tarkasti. Avustava nosturi tarvitsee riittävän tilan, maassa kasattaville nosturin osille tulee olla tilaa sekä kasattavan nosturin osat toimitetaan paikalle usealla autolla. Pystytystä ja purkamista koskevat tuulirajat ovat huomattavasti käytönäikaisia rajoja tiukemmat.

Pystytyksen jälkeen, ennen nosturin käyttöä nosturille tulee tehdä käyttöönottotarkastus.

Nosturin purkaminen voidaan tehdä madaltamalla nosturin runkoa ”teleskooppihäkin” ja hydraulitunkkien avulla ja purkaa loput mobiilnosturilla. Mikäli nosturin korkeus ja ympäröivät tilat mahdollistavat riittävän suuren

mobiilinosturin käyttämisen niin nosturi voidaan purkaa mobiilinosturilla madaltamatta nosturia.

Mikäli kohteessa on kaksi torninosturia niin usein toinen niistä on rakennuksen ulkopuolella ja toinen rungon sisällä. Rungon ulkopuolinen nosturi on usein suurempi kapasiteetiltaan, jotta sillä voidaan purkaa rungon sisäpuolinen nosturi.

Maailmalla korkeissa rakennuksissa nosturien purkamisessa on myös käytössä derrick-nosturi. Derrick-nosturin kapasiteetti riittää purkamaan toisen nosturin ja lopuksi se puretaan rakennuksen katolla ja toimitetaan hissillä alas. Kuvassa 7 Derrick-nosturin rakenne, joka poikkeaa normaalista torninosturista.

Derrick tuodaan paikalle, kun varsinainen nosturi pitää purkaa. Se pystytetään nosturilla kattotasanteelle, jonka jälkeen vastaavasti Derrick purkaa torninosturin. Kun nosturin osat on laskettu mahan alkaa Derrick nosturin purkaminen miesvoimin. Sen mitat ja painot ja kaikki yksittäiset osat ovat siinä kokoluokassa ja painoluokassa, että se voidaan kuljettaa hissikorissa maatasolle. (Talhu oy, n.d.b)



Kuva 7. Derrick-nosturi (Liebherr, n.d)

4 NOSTOTYÖTURVALLISUUS

Nostotyöturvallisuus liittyy olennaisesti koko rakennustyön turvallisuuteen ja sen suunnitteluun. Nostotöiden turvallisuuteen otetaan kantaa useissa ohjeissa, määräyksissä ja asetuksissa. Tärkeimpiä ovat nosturin pystytys- ja purkusuunnitelma, nostotyösuunnitelma, elementtiasennus suunnitelma ja nosturin määräaikaistarkastukset sekä huollot. Tärkeimmät ohjeet ja määräykset nostotöihin ovat työturvallisuuslaki, valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (Vna 26.3.2009/205), valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta (Vnp 1314/94) ja valtioneuvoston päätös koneiden turvallisesta käytöstä (Vnp 1403/93)

4.1 Kuljettajan vaatimukset

Osoituksena koulutuksesta ja ammattitaidosta kuljettajalla tulee olla kyseisen nostokoneyypin kuljettajan kortti tai ammattikirja.

Kuljettajan tulee olla perehtynyt nostokaluston rakenteeseen, tekniikkaan ja kunnossapitoon. Hänen tulee hallita nostokaluston käyttö eri olosuhteissa; siirtäminen, pystyttäminen ja purkaminen sekä nostosuunnitelman laadinta. (Ratu 1182-S, 1998, s. 1)

4.2 Olosuhteet

4.2.1 Tuuli

Korkeassa rakentamisessa nosturin tuulirajat tulevat useammin vastaan koska ympäröivät rakennukset eivät anna tuulensuojaa. Esimerkkikohteessa oli merkille pantavaa, että sääennusteiden ja -tiedotusten ilmoittamat tuulen nopeuslukemat olivat yleisesti 1,5–2 kertaiset nosturissa. Rakennuskohde oli toki meren läheisyydessä mutta nosturin noustessa korkeammalle on tuulen aiheuttamiin nostojen keskeytyksiin varauduttava erityisesti. Esimerkkikohteen nostojen seurantajaksolla tuuli aiheutti nostojen keskeytymisen kolmena päivänä. Esimerkkikohteessa tuulen aiheuttamia nostojen keskeytyksiä tuli syksyn/talven 2019–2020 aikana yhteensä 13 päivänä.

Nosturikohtaisesti määritellyn tuulirajan ylityttyä nostoja ei saa suorittaa. Yleinen tuuliraja nostureissa on noin 20m/s. Nostettavan kappaleen muoto, paino tai asennustarkkuus aiheuttavat sen, ettei nostoa voi turvallisesti suorittaa vaikka varsinaisesti tuulirajat eivät ylity. Lopullisen päätöksen nosturin turvallisesta käytöstä tekee aina nosturin kuljettaja.

4.2.2 Näkyvyys

Näkyvyyden ollessa rajoitettu nostoja ei voi suorittaa turvallisesti ja nostotyö tulee keskeyttää. Onkin tärkeää, että työmaan valaistus on suunniteltu ja toteutettu siten että myös pimeään vuodenaikaan voidaan nostotyö suorittaa turvallisesti. Työmaan valaistus tulee olla riittävä eikä se saa aiheuttaa häikäisyä.

Sumu on toinen merkittävä tekijä, joka haittaa näkyvyyttä. Varsinkin merialueen läheisyydessä sumua esiintyy usein. Nosturin ollessa korkea vähäinkin sumu voi haitata näkyvyyttä merkittävästi.

Jos nostolaitetta ei voida sijoittaa siten, että sen käyttäjä voi jatkuvasti valvoa taakan liikkumista, on käytettävä merkinantajaa. Merkinantaja nimitetään erikseen ja hänen tulee osata hyväksytyt merkinannot sekä ymmärtää nosturin ominaisuudet ja noston vaiheet. Merkinantajalla tulee olla näkö- tai radioyhteys sekä nostolaitteen käyttäjään että taakan vastaanottajiin työkohteessa. (Ratu 1182-S, 1998, s. 2)

4.3 Pystytyssuunnitelma

Ennen torninosturin käyttöönottoa laaditaan sen pystytyssuunnitelma. Siinä otetaan huomioon nosturin osien kuljetuksen ja purkamisen sekä nosturin kokoamisen ja purkamisen vaatimat tilavaraukset työmaalla, kuljetusreitit, työmaateiden ja nosturiperustan kunto sekä niiden vaatimat vahvistus- ym. toimenpiteet. Suunnitelmassa esitetään lisäksi muun muassa tarvittava apukalusto, ajoneuvonosturi, sen nostopaikat ja -suunnat. (Ratu 1182-S, 1998, s. 3)

Pystytyssuunnitelma liittyy tiiviisti työmaan aluesuunnitelmaan ja ne tulee laatia toisiaan tukien, jotta nosturi sijoitetaan oikein työmaan toimintoihin ajatellen. Aluesuunnitelmaan merkitään pystytyssuunnitelman perusteella nosturin ja sen radan sijainti, nosturin ulottuma ja nostokorkeus sekä puomin pituus.

Myös nosturin purkaminen täytyy suunnitella, jotta se voidaan suorittaa turvallisesti. Turvallisuuden kannalta nosturin pystytys ja purkaminen ovat kriittisiä vaiheita ja on tärkeää huolehtia nosturin vakaudesta myös näiden vaiheiden aikana.

4.4 Nostotyösuunnitelma

Nostotyön turvallisuuden kannalta on tärkeää, että ennen nostotyön aloittamista laaditaan nostotyösuunnitelma, joka käydään läpi ainakin työnjohtajan, nosturin kuljettajan ja asennusryhmän kanssa. Nostotyösuunnitelmaan selvitetään ainakin:

- nostotyön olosuhteet
- nostopaikat ja -suunnat
- nostettavan taakan nostokohdat ja käsiteltävyys
- nostomenetelmät tarvittaessa suunnittelijan kanssa
- tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset
- nostotyövaiheet
- turvallisuustoimenpiteet
- henkilöstön opastuksen ja ohjeiden tarve
- vastuuhenkilöt

Nostotyösuunnitelmassa selvitetään mahdolliset nostoihin liittyvät vaaratekijät ja pyritään poistamaan ne.

Nostotyösuunnitelma on laadittava kirjallisena, mikäli kyseessä on vaikea nostotyö tai mikäli käytetään samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia. Suositeltavaa on kuitenkin laatia nostotyösuunnitelma aina kirjallisena.

Elementtien nostoon liittyy tiiviisti myös elementtiasennussuunnitelma, jossa käsitellään nostotyöturvallisuuteen liittyviä asioita. Suunnitelmassa tulee käydä läpi mm. käytettävät nostoapuvälineet, nostojen suoritus sekä nostokalusto.

Alamiehellä, eli henkilöllä, joka kiinnittää taakan nosturiin, on oltava työnantajan kirjallinen lupa 1.3.2020 alkaen.

Työntekijällä on oltava työnantajan kirjallinen lupa:

- 1) trukin käyttämiseen;
- 2) henkilönostimen ohjaamiseen;
- 3) taakan kiinnittämiseen asennuskäyttöön tarkoitettuun nosturiin.

Työnantajan on ennen 1 momentissa tarkoitettujen luvan antamista varmistettava, että työntekijällä on riittävä kyky ja taito työvälineen turvalliseen käyttämiseen tai taakan kiinnittämiseen. (Vna 403/2008 14§)

4.5 Tarkastukset

Nostureiden tarkastuksista annetut määräykset löytyvät valtioneuvoston päätöksestä 1403/1993

4.5.1 Käyttöönottotarkastus

Nosturille tulee ennen ensimmäistä käyttöönottoa ja ennen turvallisuuden kannalta merkittävän korjaus- ja muutostyön jälkeistä käyttöönottoa tehdä asianmukainen käyttöönottotarkastus. Siihen kuuluu niiden osien ja laitteiden tarkastus, jolla on merkitystä turvallisuudelle, standardin SFS 4261 mukainen koekuormitus ja tarvittaessa seisontavakavuuden tarkastus. (Vnp1403/1993 14§)

4.5.2 Kunnossapitotarkastukset

Viikoittaiset tarkastukset

Käytössä oleva torninosturi on tarkastettava ainakin kerran viikossa (viikoittainen tarkastus). Tarkastuksen suorittaa, jollei työnjohdolla ole siihen pätevyyttä, työnjohdon määräämä torninosturin rakenteeseen ja käyttöön perehtynyt henkilö tai torninosturinkuljettaja. (Ratu TT 6.5. 2014, s. 2)

Esimerkkikohteessa viikoittaiset tarkastukset suorittivat torninosturin työmaalle vuokranneen tahon edustaja. Jokaisesta tarkastuksesta laadittiin raportti tarkastuksen suorittajan toimesta. Raportit tallennettiin työmaan turvallisuuskansioon.

Päivittäiset tarkastukset

Päivittäinen tarkastus sisältää seuraavat toimet:

- Torninosturinkuljettajan on ennen työn alkua päivittäin kokeiltava nosturin toiminta ja varmistettava varsinkin kylmänä tai sateisena aikana koeikäytöllä ohjaus- ja turvallisuuslaitteiden toimintakunto. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota nosturiradan turvallisuuslaitteisiin ja nosturiradan mahdollisiin painumiin.
- Torninosturinkuljettajan on välittömästi ilmoitettava vastuunalaiselle työnjohdolle havaitsemansa viat ja puutteet, ja työnjohdon on ryhdyttävä välittömästi tarpeellisiin toimiin vikojen ja puutteiden korjaamiseksi.
- Tarkastus on suoritettava merkkikohtaista tarkistuslistaa käyttäen tai tämän ohjeen mukaan. Tarkistuslistaan on merkittävä tehdyt huomiot vi-oista ja puutteista sekä kirjattava, milloin kukin havaittu seikka on korjattu. Tarkistuslistoja on säilytettävä kyseessä olevan nosturin valvontakansiossa. (Ratu TT 6.5. 2014, s. 2)

Vuonna 2006 Tampereella sattui onnettomuus, jossa torninosturi putosi kiskoiltaan ja nosturi kaatui rakenteilla olevaa taloa vasten (Kuva 8). Nosturin kuljettaja jäi puristuksiin ohjaamoon ja menehtyi onnettomuuden seurauksena. Onnettomuustutkintaraportti kertoo onnettomuuden syitä. Nosturin rataa oli muutettu eikä sen jälkeen ollut tehty vaadittua käyttöönottotarkastusta. Nosturin kiskoista oli jäänyt puuttumaan liike-esteet eli ns. stopparit eikä näiden puuttumista ollut huomioitu päivittäis- eikä viikotarkastuksissa. Tämä onnettomuus olisi todennäköisesti ollut estettävissä, mikäli määrätyt tarkastukset olisi suoritettu asianmukaisesti.



Kuva 8. Yleiskuva Tampereen onnettomuudesta (Tutkintaraportti tot6-06. TVL/TOT)

4.5.3 Määräaikaistarkastukset

Torninostureille tulee tehdä määräaikaistarkastus kahden vuoden välein. Määräaikaistarkastuksessa tulee selvittää, onko nosturin käyttö aiheuttanut turvallisuuden kannalta merkittäviä muutoksia. Määräaikaistarkastus käsittää nosturin niiden osien tarkastuksen, joilla on merkitystä turvallisuudelle ottaen huomioon käytön aiheuttama materiaalin väsyminen, kuluminen korrosio tai muut vauriot. (Vnp 1403/1993 14§)

Perusteellinen määräaikaistarkastus tulee tehdä maksimissaan 10 vuoden välein (ns. 10-vuotistarkastus)

Perusteellisessa tarkastuksessa on purettava sellaisia turvallisuuden kannalta tärkeitä kokoonpano-osia, joiden toimintakunnon tarkastaminen ei ole muutoin luotettavasti mahdollista. Tarkastuksessa on käytettävä ainetta rikkomattomia tarkastusmenetelmiä. (Vnp 1403/1993 14§)

Päivittäisen tarkastuksen suorittaa nosturin kuljettaja. Käyttöönotto- ja määräaikaistarkastusten suorittajan tulee olla sertifioitu yritys/tarkastaja. Kaikista tarkastuksista tulee pitää pöytäkirjaa ja viimeisin pöytäkirja tulee olla työpaikalla saatavilla.

5 NOSTOMÄÄRÄÄN VAIKUTTAVAT RAKENNEVALINNAT

Käsittelen tässä kappaleessa rakennuksen eri rakennevalintoja ja logistiikkaa sekä niiden vaikutusta nostomääriin. Tämän kappaleen havainnot perustuvat suurelta osin esimerkkikohteen ratkaisuihin.

5.1 Parveke

Esimerkkikohteessa parvekkeet tehtiin paikallavalettuina ulokeparvekkeina. Vaihtoehtona ollut ns. perinteinen tapa tehdä parvekkeet elementeistä olisi vaatinut logistisia järjestelyjä parvekkeiden tontille saamiseksi sekä niiden varastoimiseksi ennen asennusta.

Paikallavaluparvekkeet tarvitsevat muotit, jotka tulee koota tontilla ennen ensimmäisten parvekkeiden valua, sen jälkeen samat muotit nostetaan kerros kerrokselta ylöspäin, jolloin ne eivät vaadi varastointitilaa. Elementtirakenteisissa parvekkeissa parvekekannattimet on asennettu elementti-tehtaalla parvekkeisiin. Paikallavalettavissa parvekkeissa kannakkeet tulee toimittaa työmaalle, varastoida siellä ja nostaa ennen asennusta holville

Esimerkkikohteen paikallavaluparvekkeiden kannakkeet tilattiin toimittajalta logistiikkakeskukseen ja sieltä kerroksittain työmaalle täsmätoimituksina. Parvekkeiden raudoitukset tuli valmiina raudoituselementteinä, jotka nostettiin muottien päälle, jossa ne liitettiin toisiinsa sekä parvekekannattimiin. Kuvassa 9 valmiiksi raudoitettu paikallavaluparveke.



Kuva 9. Paikallavaluparveke raudoitettuna

5.2 Välipohja ja yläpohja

Esimerkkikohteessa välipohjat sekä yläpohja on paikallavalettu teräsbetoni-laatta. Vaihtoehtoinen tapa on tehdä väli- ja yläpohja esimerkiksi ontelolaatoista. Ontelolaattoja käytettäessä nostojen määrä on huomattavasti suurempi, myös logistiikkaa tarvitaan enemmän laattojen kohteeseen saamiseen ja varastoisiksi.

Välipohjien rauditus tuli ensimmäisiin kerroksiin valmiina raudoitemattoina. Raudoitematto on kohteeseen räätälöity raudoitematto joka levitetään välipohjamuotin päälle ja näin saadaan helposti ja nopeasti valmis raudoite. Esimerkkikohteessa kuitenkin siirryttiin käyttämään kaistaraudoitusta ja tekemään rauditus paikan päällä. Syynä vaihtoon oli raudoitematon vaatima nosturin käyttö. Jokainen raudoitematto täytyy nostaa nosturilla asennuspaikalle joten se sitoo huomattavan paljon nosturia. Kaistaraudoituksessa nosturia tarvitaan ainoastaan nostamaan nippu raudoitetta välipohjalle josta ne siirretään käsin paikoilleen. Kuvassa 10 kaistaraudoituksella tehty välipohja valmiina betonointiin.



Kuva 10. Raudoitettu paikallavalettava välipohja

5.3 Seinärakenteet

Esimerkkikohteen ulkoseinät ovat ensimmäisessä kerroksessa paikallavalettuja teräsbetoniseiniä ja kerroksissa 2–18 betonisandwich-elementtejä. Kantavat väliseinät ovat teräsbetonielementtejä ja huoneistojen väliseinät rankarakenteisia kipsilevyseiniä. Sandwich-elementtejä on 18kpl/kerros, väliseinäelementtejä 39kpl/kerros.

Ensimmäisen kerroksen paikallavaluseinät rakennettiin käyttäen PERI-muottikalustoa. Muottien kasaaminen ja purkaminen vaativat tilaa, kerran kasattuja muotteja voidaan käyttää pienin muutoksin useammassa seinässä.

5.4 Kylpyhuone-elementit

Esimerkkikohteeseen tuli kylpyhuoneet valmiina elementteinä. Kylpyhuone-elementit rakennetaan tehtaassa täysin valmiiksi sisätiloiltaan ja kuljetetaan työmaalle. Elementtien etuna on, että työmaalla ei tarvitse paikalla rakentaa asuntoihin kosteita tiloja, vaan ne sijaitsevat kylpyhuoneelementin sisällä. Elementtien käyttö aiheuttaa tiettyjä rajoituksia kosteiden tilojen koolle ja muotoilulle koska ne täytyy kuljettaa teitä pitkin teh-

taasta työmaalle (Kuva 11). Nostotyön kannalta elementit aiheuttavat runkotyön yhteyteen lisänostoja mutta vähentävät huomattavasti sisätyöväiheen haalauksia.



Kuva 11. Kylpyhuone-elementtikuljetus

Elementit toimitettiin kahdessa erässä per kerros, aina 4 elementtiä kerrallaan ja ne nostettiin suoraan auton kyydistä lopulliselle paikalleen rakennuksen sisään (Kuva 12). Kylpyhuone-elementtien alle paikallavalulata-tan sisään valettiin LX-laatat, joissa on varaukset viemäroinnille ja vesiput-kille. Kuvassa 10 kylpyhuone-elementin alle tuleva LX-laatta välipohja-raudoituksessa. Elementin asennuksen jälkeen täytyy työmaalla kytkeä vesi- ja viemärijohdot elementtiin sekä rakentaa kipsilevyseinät elementin ulkopuolelle.



Kuva 12. Kylpyhuone-elementti asennettuna

5.5 Logistiikka

Korkean rakentamisen ominaispiirteisiin kuuluu rakennettavien tonttien pienuus. Rakennuspaikoilla ei ole mahdollisuuksia varastoida tavaraa, joten logistiset ratkaisut nousevat isoon rooliin.

Esimerkkikohteessa kaikki urakoitsijat ja tavarantoimittajat toimittivat tavarat kerroksittain logistiikkakeskukseen, josta ne tilattiin täsmätoimituksina ja nostettiin suoraan auton kyydistä työn alla olevaan kerrokseen. Kerrokseen nostettiin väliseinien ja alakattojen kipsilevyt sekä tarvikkeet, sähkökaapelit, lämmityspatterit sekä ikkunat ja parvekeovet.

Korkean rakentamisen kohteissa on useita työvaiheita yhtä aikaa käynnissä. Rungon ollessa kesken ylhäällä, alemmissa kerroksissa siirrytään jo sisätyövaiheeseen, jolloin luonnollisesti työmaalle tulevaa tavaraa on paljon.

Rakennushisseillä on suuri rooli tavarankuljetuksissa, joten niiden määrään ja sijainteihin tulee kiinnittää huomiota. Kalustopäällikkö Jan Waleniuksen (Haastattelu 2.3.2020) mukaan rakennushissien osuus tavaroiden nostoissa korkean rakentamisen kohteissa tulee olemaan huomattavasti suuremmassa roolissa verrattuna perinteiseen matalaan rakentamiseen.

Myös työntekijöiden liikkuminen on syytä ottaa huomioon. Rakennettavat määrät ovat suuria, joten myös henkilöliikennettä hisseissä on paljon.

5.6 Nostomäärien seuranta

Tein esimerkkikohteessa 4 viikolta nostomäärien seurannan. Seuranta tapahtui nosturin kuljettajan toimesta merkkamalla nostojen lukumäärät päivittäin. Nostot jaettiin 6 eri kategoriaan:

1. Betonielementit

Sisältää ulkoseinä- sekä väliseinäelementtien nostot. Tähän kategoriaan kuuluu myös porrastelementit ja porrastasot.

2. Kylpyhuone-elementit

Kylpyhuone-elementtien nostot kuorma-auton kyydistä lopulliselle paikalleen.

3. Muotit

Paikallavalettavan välipohjan muotit sekä parvekemuotit. Välipohjamuotit nostettiin aina alemmasta kerroksesta parvekkeille tehtyjen tasojen kautta. Parvekemuotien nostoissa käytettiin erillistä muottien nostoon tarkoitettua nostohaarukkaa.

4. Raudat

Välipohjaraudoituksen rautojen nostot varastosta holville. Myös parvekeraudoitusten nostot.

5. Kuorman purku

Kaikki kuormien purkamiset. Viikoittain toistuvia kuormia oli esimerkiksi täsmäkuormat logistiikkavarastolta sekä välipohja- ja paikallavaluholvin raudat tehtaalta.

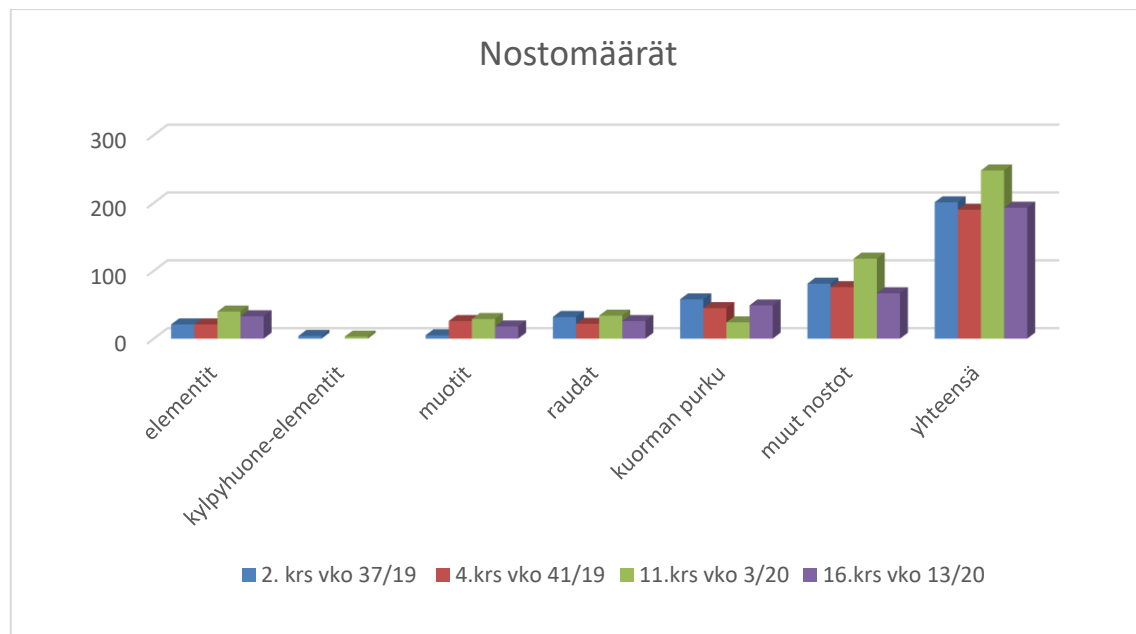
6. Muut nostot

Tähän kategoriaan kuuluu kaikki muut nostot. Holvin raudoituksen yhteydessä esimerkiksi putki- ja sähköasentajat nostivat tarvikkeita holville. IV- sekä sprinklerurakoitsija nostivat parvekkeiden kautta tarvikkeita kerrokseen. Roskalavojen nostot pihakannelta alas ja takaisin kuuluvat myös tähän kategoriaan.

Nostomäärät tarkasteltiin viikolta 37/2019 jolloin runko oli 2. kerroksen kohdalla, viikko 41/2019 runko oli 4. kerroksessa, viikko 3/2020 runko 11. kerroksessa ja viikko 13/2020 jolloin runko 16. kerroksessa.

Kuvasta 13 ilmenee että viikoittaiset nostomäärät eivät juurikaan muuttuneet rungon korkeuden kasvaessa. Kaikilla tarkastelluilla viikoilla tehtiin noin 200 nostoa. Kategorian muut nostot määrissä nähdään suurin vaihtelu. Suuret määrät muita nostoja johtuvat esimerkiksi siitä, että mitatta-

valle viikolle on sattunut vaikkapa piha-alueen tyhjennys muita töitä varten. Ylipäänsä logistiset järjestelyt vaikuttavat huomattavan paljon nimenomaan nosturin muihin nostoihin. Mikäli tontilla varastoitavaa tavaraa on paljon ja niitä joudutaan siirtämään ennen asennusta, siitä aiheutuu ylimääräistä nostotyötä, joka väistämättä aiheuttaa lisäkustannuksia lisääntyneen työn ja vaurioituneen materiaalin muodossa.

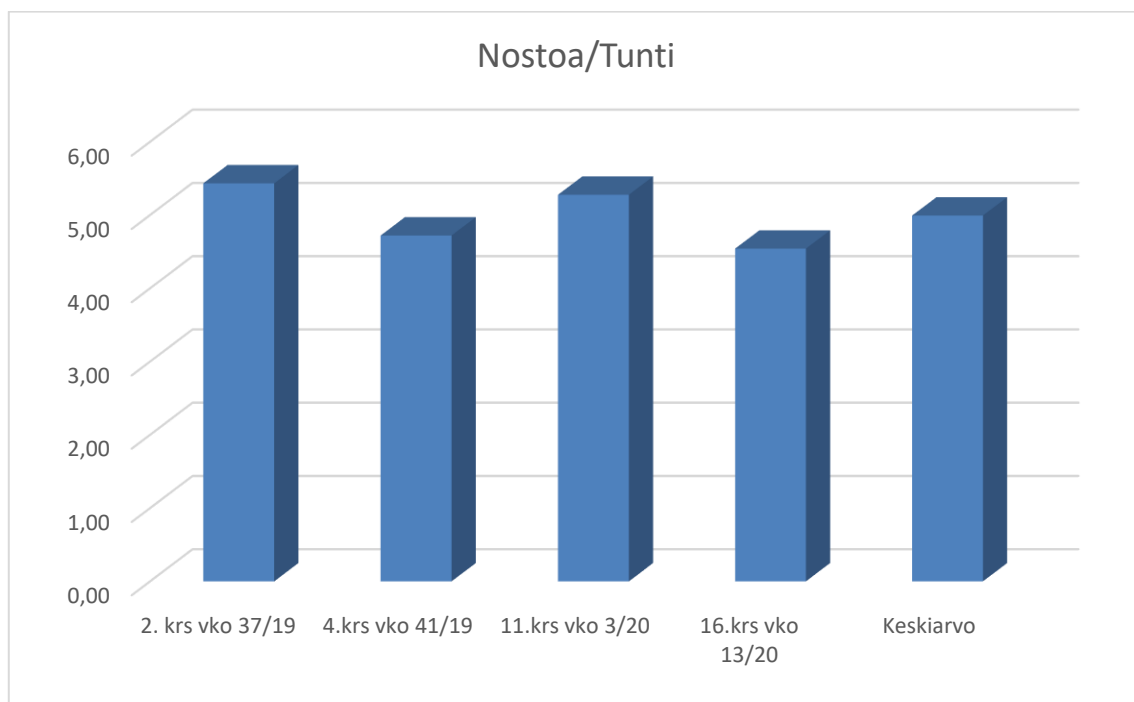


Kuva 13. Nostomäärät viikoittain

Tarkastelujaksolla tuulen aiheuttamia katkoksia nostoihin tuli 4 päivänä. Tuulen aiheuttamat katkokset jakoutuivat seuraavasti: Viikolla 37 kahtena päivänä, viikoilla 3 ja 13 yhtenä päivänä. Työtunteja nosturilla oli tarkastelujakson viikoilla 37h-47h/viikko. Esimerkkikohteen nosturissa käytettiin aina tarvittaessa ns. iltakuskiä, eli tarvittaessa nosturi toimi kahdessa vuorossa. Nostomääräkaavioissa iltakuskin nostot ja työaika on huomioitu.

Nosturi on päivisin sidottu runkotyöhön, joten muita nosturia vaativia työtehtäviä suoritettiin ilta-aikaan. Tällaisia tehtäviä oli mm. turvaverkkojen asennus ja siirto, rakennushissien korotukset, pihan kansialueen tavarasiirrot sekä kuormien purkutyöt.

Kuvassa 14 nähdään nostojen määrä käytettyyn työaikaan nähden. Koko tarkastelujaksolla keskimääräiseksi nostotahdiksi tuli noin 5 nostoa tunnissa, rakennuksen korkeudella ei ollut huomattavaa vaikutusta nostojen määrään viikkotasolla eikä tuntitasolla tarkasteltuna.



Kuva 14. Nostomäärät työtunteihin verrattuna

6 YHTEENVETO

Korkea rakentaminen on Suomessa varsin vähäistä ja työn ohessa selvisi, että tulkinnat korkeasta rakentamisesta ovat varsin erilaiset eri yhteyksissä ja eri puolilla Suomea. Korkean rakentamisen vähäisyydestä takia suomenkielistä tietoa korkean rakentamisen nostureista löytyi suhteellisen niukasti. Työn aikana tuli myös ilmi, että korkea rakentaminen tuo mukanaan huomattavan määrän erilaisia määräyksiä ja huomioon otettavia asioita, niin rakentamisen aikana, kun valmiissa rakennuksessa.

Aiheesta löytyi varsin rajallisesti materiaalia ja tämä opinnäytetyö keskittyikin suurelta osin tarkastelemaan esimerkkikohteessa käytettyjä ratkaisuja. Nosturin käytön tehostamisen ja nostojen kannalta parempien rakenneratkaisujen löytämiseksi tätä opinnäytetyötä voi käyttää tulevaisuudessa vertailukohtana. Jatkoa tälle työlle olisikin tutkia jonkin muun kohteen nostomääriä ja rakenneratkaisuja ja verrata niitä keskenään.

Nostomäärien tarkastelussa ilmeni, että rakennuksen korkeus ei tässä kohteessa vaikuttanut merkittävästi nostojen määrään. Etukäteen helposti laskettavien nostojen, kuten esimerkiksi elementtien määrä, onkin varsin pieni kokonaisnostojen määrästä. Nämä ”muut nostot” työllistävätkin nosturia yllättävän paljon ja näiden nostojen määrään voidaan vaikuttaa huolellisella ennakkosuunnittelulla ja logistiikkaratkaisuilla.

LÄHTEET

Helsingin kaupunki. Korkean rakentamisen rakentamistapaohje,2018. Haettu 24.3.2020 osoitteesta <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/ennakkotietoa-rakentamiseen/ohjeet-ja-neuvonta/uudisrakentaminen-ja-laajentaminen>

Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Ohje yli 12-kerroksisten rakennusten työmaan turvallisuudesta. Haettu 28.3.2020 osoitteesta <https://www.hel.fi/pela/fi/palaute/ohjeet+ja+lomakkeet>

Kuronen K. (2012) *Rakennustyömaan logistiikka*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haettu 15.4.2020 osoitteesta <https://www.theseus.fi/handle/10024/40133>

Liebherr (n.d) Derrick-nosturi. Liebherr Derrick-Always on top, PDF-esite.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Haettu 24.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P122>

Potain (n.d) Potain MD 345 l16 ankkurointitaulukko. Potain TOPKIT MD 345 L16 PDF-Esite

Talhu oy (n.d.a) LIEBHERR Derrick DR200. Haettu 28.3.2020 osoitteesta <https://www.talhu.fi/tuotteet/nosturit/liebherr-torninosturit/2411-2/>

Talhu oy (n.d.b) Puristepuominosturi. Haettu 24.3.2020 osoitteesta https://www.talhu.fi/wp-content/uploads/HC_L.jpg

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. TOT-Raportti TOT 6/06 (2006) Haettu 2.4.2020 osoitteesta <http://totti.tvk.fi/totcasepublic.view?action=caseList>

Vna 26.3.2009/205. Haettu 24.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

Vna 403/2008 14§. Haettu 28.3.2020 osoitteesta https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/1271139/torninosturin-kuljettajien-patevyysvaatimukseen-muutoksia

Vnp 1403/93. Haettu 3.4.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931403>

Wikipedia. Periaatekuva nosturin korottamisesta. Haettu 24.3.2020 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Torninosturi>

Wikipedia. Perustamistapoja. Haettu 24.3.2020 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Torninosturi>

YIT, 2019. YIT Vuosiesite 2019. Haettu 3.5.2020 osoitteesta <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Haettu 3.4.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

Ratu 1182-S (1998) Nostotöiden turvallisuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu TT 6.5 (2014) Torninosturiohjeet 2014, tarkastukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Haastattelut

Wallenius J. (2020) Fleet manager, YIT oy. Haastattelu 2.3.2020

Nostomäärät tarkastelujaksolla

	2. krs vko 37/19	4.krs vko 41/19	11.krs vko 3/20	16.krs vko 13/20
elementit	21	21	40	33
kylpyhuone-elementit	4		3	
muotit	5	26	29	18
raudat	32	22	34	26
kuorman purku	58	45	24	49
muut nostot	81	76	118	67
yhteensä	201	190	248	193

