

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, insinööri

2023

Janne Laine

Siltanosturin hankinta ja kustannukset



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, insinööri

2023 | 41 sivua

Janne Laine

Siltanosturin hankinta ja kustannukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja suunnitella tilaajalle kolmannen siltanosturin hankinta, kustannukset, tarve sekä kannattavuus. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on betonielementtien valmistukseen keskittynyt Kosken Betonielementti Oy. Opinnäytetyö tehtiin tuotannon tehostamista ja kehittämistä varten.

Työssä haastateltiin tuotannon työntekijöitä ja toimihenkilöitä. Selvitettiin nykyiset ongelmatilanteet ja mahdolliset kehityskohdat. Siltanosturista pyydettiin tarjous, joka määrittä, paljonko investointi tulee kustantamaan. Kolmannen siltanosturin hankinnan mahdollistavia kehitysideoita ja muutosmahdollisuuksia oli useita, mutta tähän opinnäytetyöhön otettiin tarkasteluun ainoastaan uuden viimeistelypisteen käyttöönotto. Hankinnan jälkeisiä säästöjä syntyy yölisien vähenemisestä, odotusaikojen poistumisesta sekä laadun paranemisesta. Investoinnin aikaansaamat säästöt laskettiin nykyisten kustannusten ja arvioitujen tulevien kustannusten erotuksesta.

Takaisinmaksuajaksi saatiin 3,6 vuotta, joka on erittäin kannattava investointi. Hankinnan kannattavuuteen vaikuttaa maailmantilanne sekä rakennusalan laskeva suhdanne. Investointi olisi kannattava normaalissa tilanteessa, kun tilauksia on moneksi kuukaudeksi eteenpäin. Mikäli tuotantomäärät ovat alhaisia, ei kolmannesta siltanosturista ole toimeksiantajalle hyötyä.

Asiasanat:

siltanosturi, hankinta, investointi

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Civil and Community Engineering

2023 | 41 pages

Janne Laine

Bridge crane purchase and costs

The objective of this thesis was to research and plan the purchase, costs, necessity, and profitability of a third bridge crane for a customer. The client of this thesis is Kosken Betonielementti Oy, which is focused on the production of concrete elements. The thesis was conducted for production efficiency and development.

In this thesis, production employees and white-collar workers were interviewed. Current problem situations and possible areas of development were determined. An offer was requested for the bridge crane, which determined how much the investment would cost. There were several development ideas and possibilities for changes that would enable the acquisition of a third bridge crane, but only the introduction of a new finishing station was considered for this thesis. Post-acquisition savings arise from the reduction of night supplements, the elimination of waiting times and the improvement of quality. The savings achieved by the investment were calculated from the difference between the current costs and the estimated future costs.

The payback time was 3.6 years, which is a very profitable investment. The profitability of the acquisition is affected by the world situation and the declining economy of the construction industry. The investment should be profitable in a normal situation, when there are orders for many months ahead, but if the production volumes are low, the third overhead crane is not useful for the client.

Keywords:

bridge crane, purchase, investment

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Siltanosturi	10
2.1 Kaksipalkkinen siltanosturi	11
2.2 Siltanosturin toimintaperiaate	11
2.3 Työturvallisuus	12
2.4 Tekniset tiedot	15
2.5 Tuotantotilan nykyiset nosturit	17
3 Investointi	18
3.1 Tuotantotila	19
3.2 Nostureiden nykyinen käyttö	22
3.3 Kustannukset	24
3.4 Hankinnan hyödyt	27
3.4.1 Purku	28
3.4.2 Viimeistely ja työturvallisuus	29
3.4.3 Tuotanto	31
3.5 Säästöt	31
3.5.1 Työajat	32
3.5.2 Tuotannon säästöt	33
3.6 Hankinnan haitat	35
3.7 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	36
4 Yhteenveto	38
Lähteet	40

Kuvat

Kuva 1. KBE Oy:n tehdas.	8
Kuva 2. Kaksipalkkinen siltanosturi KBE:n tiloissa.	10
Kuva 3. Kaksipalkkinen siltanosturi.	11
Kuva 4. Siltanosturin pääosat.	12
Kuva 5. Virheellisen noston seurauksena hajonnut parvekelaatta.	13
Kuva 6. Nostoapuvälineiden tarkastusvärit 2022–2027.	14
Kuva 7. Siltanosturin turvallisuusvarusteet.	15
Kuva 8. Radio-ohjainmalleja siltanosturiin.	16
Kuva 9. Tuotantotilan nykyinen layout.	21
Kuva 10. Jassikka.	22
Kuva 11. Betonielementin valutyö.	23
Kuva 12. Betonimassan siirto betoniautosta jassikkaan.	24
Kuva 13. Siltanosturin asennus.	25
Kuva 14. Betonielementtejä lastattuna valmispohjaan kuljetusta varten.	28
Kuva 15. Betonielementtivarasto.	30

Taulukot

Taulukko 1. Asennusalueen siivouksen kustannukset.....	26
Taulukko 2. Yölisät työntekijää kohden vuodessa.....	33
Taulukko 3. Yölisistä saatava säästö.....	33
Taulukko 4. Odotusajasta syntyvät kustannukset.....	34
Taulukko 5. Investoinnista syntyvät säästöt vuodessa.....	36
Taulukko 6. Takaisinmaksuaika.....	37

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

betoniauto	sekoitussäiliöauto on betonimassan kuljetukseen suunniteltu kuorma-auto, jossa on pyörivä säiliö, joka sekoittaa betonimassaa pitäen sen käyttökelpoisena
CE-merkintä	merkinnän saanut tuote on tarkastettu ja täyttää EU:n terveys-, turvallisuus- ja ympäristövaatimukset
jassikka	valutöissä käytettävä suppilonmuotoinen betonimassan siirtoon tarkoitettu nostoastia, jota liikutetaan nosturilla
KBE	lyhenne toimeksiantajan Kosken Betonielementti Oy:n nimestä
purku	betonielementtien valmistuspöydältä pois nosto; nostoa ennen puretaan muottiosat ja muut valuaikaiset tuennat
purkuaika	aika, joka kuluu betonielementin purkuvaiheeseen; aika sisältää muottien purkamisen, betonielementin valmistuspöydältä pois noston, alkuviimeistelyn sekä varastoon viemisen
siltanosturi	yleisesti teollisuudessa käytetty nosturityyppi; rakenne koostuu tyypillisesti tuotantotilan reunoilla kulkevista nosturiradoista, niiden päällä kulkevasta sillasta sekä sillan omia kiskoja pitkin liikkuvasta vaunusta, johon on kiinnitetty vaijereilla nostokoukku
viimeistelypiste	tuotantotilassa sijaitseva paikka, jossa betonielementit viimeistellään ja tarkistetaan ennen varastoon viemistä

Johdanto

Opinnäytetyöni tarkoituksena on tutkia ja selvittää Kosken Betonielementti Oy:n tuotantotiloihin hankittavan kolmannen siltanosturin tarvetta, kannattavuutta, kustannuksia ja hankintaa. Yrityksessä valmistetaan betonielementtejä pääasiassa kerrostalorakentamiseen. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Kosken Betonielementti Oy. Yritys on perustettu vuonna 2008 ja sijaitsee Varsinais-Suomessa Koski TL:ssä valtatie 10:n välittömässä läheisyydessä. Kosken Betonielementti Oy (KBE) valmistaa erilaisia betonielementtejä rakentamiseen, pääasiassa rakennusliikkeille ja muille yrityksille. KBE kuuluu kolmen yrityksen konserniin. Konsernin muut yritykset ovat rakennusliike Ojarannan rakennus Oy sekä Rautanet Koski Oy. Yritys työllistää yli 30 henkeä ja jatkaa nousujohteista kasvua. Yrityksellä on kaksi tuotantoon varustettua hallia sekä varastohalli materiaalien ja valuosien säilytykseen ja varastointiin. Kosken Betonielementti Oy:n toiminta kuuluu Kiwa Inspectan valvonnan piiriin ja yritykselle on myös myönnetty käyttöoikeus CE-merkintään. (Kosken Betonielementti Oy 2023.)

Tuotantotiloja on kaksi, ylähalli ja alahalli. (Kuva 1.) Näiden lisäksi on vielä erillinen varastohalli. Ylähallissa on yksi siltanosturi, eikä sinne ole tarvetta toiselle. Alahallissa on kaksi siltanosturia ja tämä opinnäytetyö keskittyy ainoastaan alahalliin hankittavaan kolmanteen nosturiin. Kolmas siltanosturi tulisi olemaan nykyisten kahden nosturin kanssa lähestulkoon identtinen, jotta niiden välillä ei olisi käytettävyydessä eroja. Nostokapasiteetti ja ohjaaminen ei eroa nykyisistä nostureista. Tämä helpottaa käyttöönottoa. Nykyiset kaksi nosturia riittävät tuotannon ylläpitämiseen, kun valmistettavien elementtien määrä on pienempää ja tilauskanta hiljaisempaa. Tuotantomäärien noustessa, joudutaan nostureita odottamaan enemmän ja elementtien purkamisen ajoituksen merkitys kasvaa. Myös elementtien lastaukset vievät aina yhden nosturin pois tuotannon käytöstä. Kolmannella siltanosturilla olisi tarkoitus saada tehostettua tuotantoa ja saada säästöjä vähentämällä odotusaikoja ja yölisiä, sekä parantaa laatua.

Kuva 1. KBE Oy:n tehdas (KBE 2023).



Nosturista ei pyydetty tarjousta kuin yhdeltä toimittajalta, koska tämän kanssa on aikaisempaa yhteistyötä. Tästä syystä siltanosturin hankintaa ei lähdetty kilpailuttamaan.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kolmannen siltanosturin kannattavuus ja hankinnasta aiheutuvat kustannukset ja vaikutukset tuotantoon. Opinnäytetyössäni tutkin mahdollisen investoinnin tarpeellisuutta, nosturin hankinnasta ja asennuksesta aiheutuvia kustannuksia, lisäksi selvitän arvion nosturin takaisinmaksuajasta ja kannattavuudesta.

Työn tarkoituksena on myös saattaa tietoon mahdollisia tuotannollisia muutoksia, joita kolmas nosturi saattaisi luoda. Suurimpana muutoksena voidaan pitää viimeistelypisteen käyttöönotto, jonka kolmas siltanosturi mahdollistaisi. Viimeistelypisteen avulla saataisiin laatuun huomattava parannus sekä selkeyttä varastointiin. Tällä hetkellä nostureita tarvitaan pääosin betonielementtien purkamiseen, valamiseen, viimeistelyyn ja lastaamiseen.

Nosturia käytetään myös erilaisten materiaalien ja raudotteiden siirtoon tuotantotiloissa. Valmisraudoitteet, harjateräsniput, sekä rauditusverkot ovat niin painavia, että niiden siirtoon tarvitaan nosturia. Raudotteet ja rauditusverkot

tuodaan kauhakuormaajan tai kuorma-auton avulla halliin, mutta hallin sisäiset siirrot suoritetaan nostureilla. Nämä siirtotyöt ovat yleisimpiä töitä, joissa nosturia joudutaan odottamaan. Tämä aiheuttaa turhaa odottelua ja seisokkia tuotannossa, vaikka odotusaikaa onkin pyritty hyödyntämään muihin avustaviin tehtäviin.

Siltanosturi

Kosken Betonielementti Oy on käyttänyt pelkästään kaksipalkkista siltanosturia, joten kolmannen mahdollisen nosturin tulee olla samankaltainen. Kaikki nosturit ovat radio-ohjattavia. (Kuva 2.) Tuotantohalli on niin leveä, ettei suuren jännevälin vuoksi yksipalkkista siltanosturia voi edes harkita.

Kuva 2. Kaksipalkkinen siltanosturi KBE:n tiloissa.

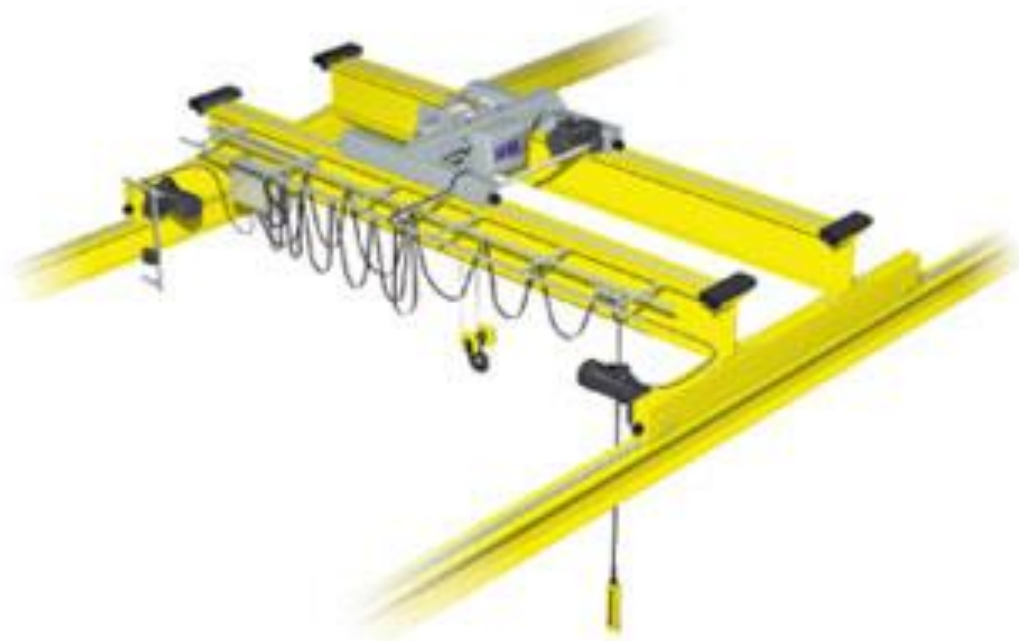


Nosturien 15 tonnin nostokapasiteetti on riittänyt elementtien nostamiseen, sillä keskimäärin valmistettavien betonielementtien paino on 5–10 tonnia. Yli 15 tonnia painavia betonielementtejä ei juurikaan valmisteta.

2.1 Kaksipalkkinen siltanosturi

Kaksipalkkinen siltanosturi on nostolaite, jota käytetään kuormien siirtämiseen ja nostamiseen. (Kuva 3.) Se on yksi kahdesta siltanosturityypistä, toinen on yksipalkkinen siltanosturi. Nosturin pääkomponentit ovat silta ja vaunu. Kaksipalkkisen siltanosturin runko koostuu kahdesta palkista, jotka kulkevat kiskoja pitkin. Palkkien päällä kulkee vaunu, johon nostokoukku on kiinnitetty vaijereilla. Siltanostureissa on yleisesti kolme sähkömoottoria, jotka liikuttavat siltaa ja vaunua, sekä nostaa ja laskee kuormaa. (Aaltio 1977, 205.)

Kuva 3. Kaksipalkkinen siltanosturi (Satateräs 2023a).

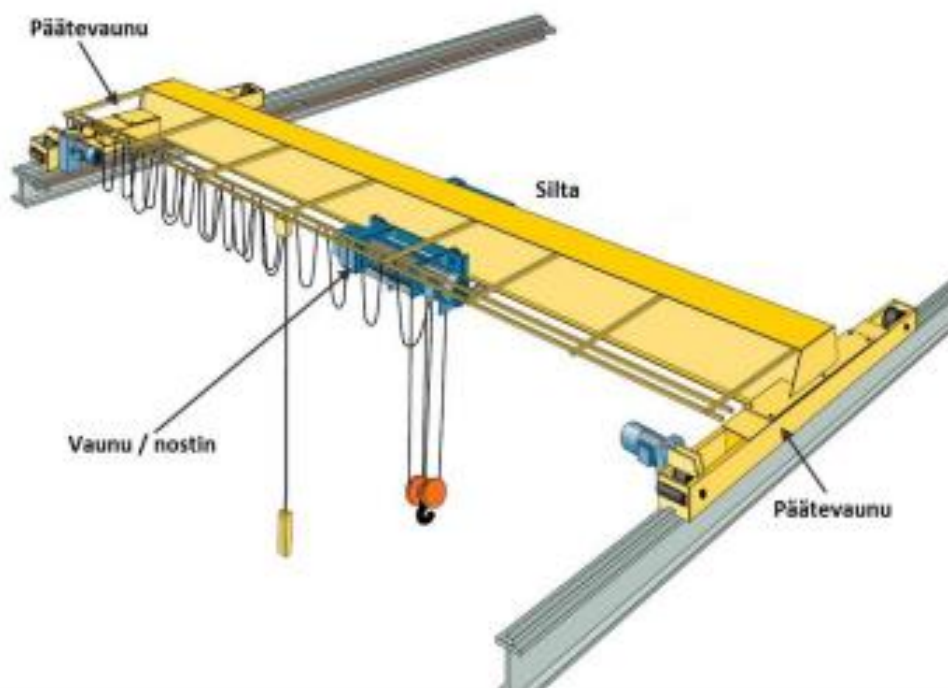


2.2 Siltanosturin toimintaperiaate

Siltanostureiden toimintaperiaate on nostolaitteiden kategorian mukainen. Erona siltanosturilla kiinteisiin nostureihin verrattuna on se, että siltanosturin koko runko on tuettu päätykannattimien pyörillä nosturiradan kiskoille. (Kuva 4.) Nosturirataa

pitkin kulkee silta, jossa on sillan suuntaisesti liikkuva vaunu. Nostovaunussa on joko vaijeri- tai ketjukäyttöinen nostin. Nostimeen on mahdollista asentaa tavallisen nostokoukun sijaan muita kiinnittimiä, kuten esimerkiksi sähkömagneetteja tai köysiä. Nosturin käyttökohde ja -tarve määrittävät kiinnittimen valinnan. (Halminen 2007, 13.)

Kuva 4. Siltanosturin pääosat (Dearborn crane 2023).



2.3 Työturvallisuus

Teollisuudessa tapahtuvissa nostoissa sattuu noin 10 000 eriasteista työtapaturmaa joka vuosi. Tapaturmat, joihin liittyy nosturi, ovat yleensä keskimääräistä vakavampia onnettomuuksia ja niistä seuraa usein myös materiaalivahinkoja ja pitkiä sairauslomia, vakavimmissa tapaturmissa jopa kuolemia. Erilaisten taakkojen irrotuksessa ja sidonnassa käytetyt väärät menetelmät aiheuttavat usein puristuksiin jäämisiä. Taakkojen putoaminen johtuu useimmin käytössä olevien nostoapuvälineiden kiinnitys-, asennus- ja käyttövirheestä. (Kuva 5.) Nostolaitteiden rikkoutuminen tapahtuu yleensä

yllättäen, joten niihin ei osata varautua riittävästi. Rikkoutumisesta saattaa syntyä erittäin vakavia vaaratilanteita. Nostoapuvälineen rikkoutuessa saattaa nostettava kuorma rikkoutua ja pudotessaan tuhota ympäröiviä materiaaleja. (Väylän koulutusaineisto 2014.)

Kuva 5. Virheellisen noston seurauksena hajonnut parvekelaatta.



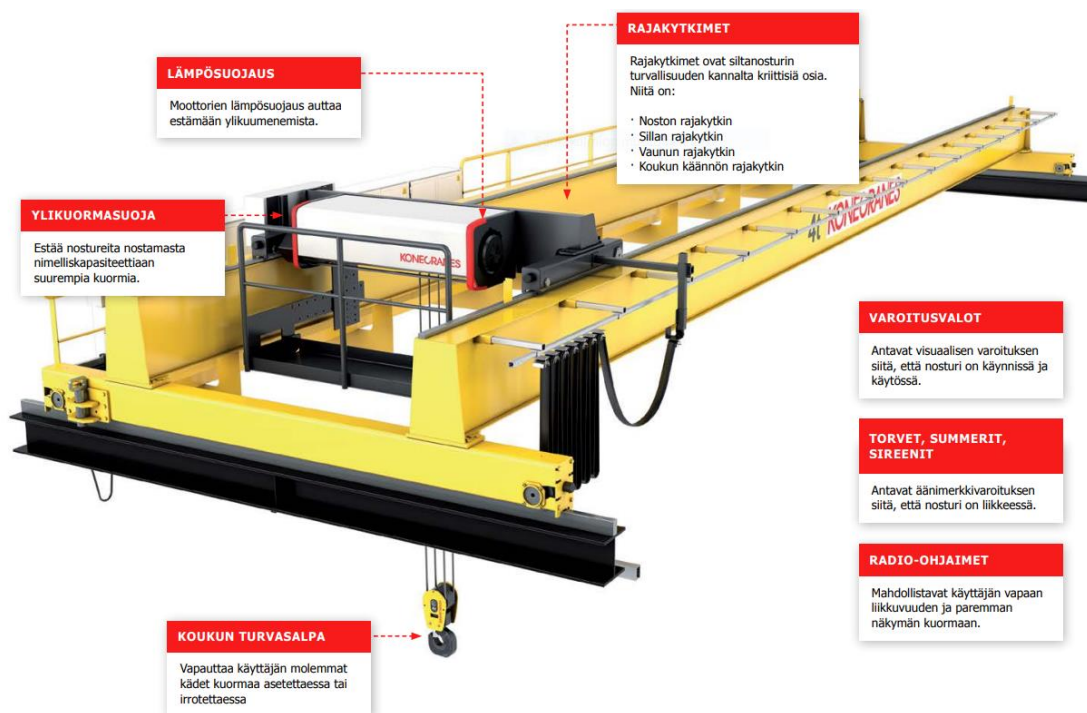
Kaikkien nostimien, nostureiden ja nostoapuvälineiden käyttäjän tulee tarkastaa silmämääräisesti käyttämiensä välineiden ja laitteiden kunto aina ennen käyttöönottoa. Jokainen nostolaite ja nostoapuväline pitää tarkastaa vuosittain alan asiantuntijan toimesta. Tarkastuksen yhteydessä tarkistus merkitään joka vuosi vaihtuvalla tarkastusvärillä, tarkastustarralla tai merkitsemällä tarkastuskuittaus välineen tai laitteen tunnisteeseen. (Kuva 6.) Tarkastuksista tehdään myös vuosittain tarkastuspöytäkirja. Jokaisen käyttäjän tulee tietää ja ymmärtää, että ainoastaan tarkastettuja ja kunnossa olevia välineitä ja laitteita saa käyttää. Nostureissa tulee olla merkittynä kyseisen nosturin enimmäiskuorma. Nostoapuvälineitä tulee säilyttää erillään muista työvälineistä ja kemikaaleista, jotta ne pysyvät käyttökelpoisina pidempään. Hyviä säilytyspaikkoja ovat esimerkiksi kaappi tai teline. (Savitie 2022.)

Kuva 6. Nostoapuvälineiden tarkastusvärit 2022–2027 (Algoltechnics 2022).

ALGOL TECHNICS	TARKASTUSVÄRI	TARKASTUSKUVIO
2022	Vihreä	Ympyrä
2023	Oranssi	Kolmio
2024	Sininen	Neliö
2025	Keltainen	Ympyrä
2026	Valkoinen	Kolmio
2027	Vihreä	Neliö

Työvälineiden turvalaitteiden ja suojusten on suojattava luotettavasti niiltä vaaroilta ja riskeiltä, joita varten ne on työvälineeseen asennettu. (Kuva 7.) Kaikkien suojusten ja turvalaitteiden tulee täyttää niille annetut vaatimukset. Niiden on oltava rakenteeltaan vankkoja, eivätkä ne saa olla helposti poistettavissa tai ohitettavissa. Suojukset ja turvalaitteet eivät myöskään saa aiheuttaa lisävaaraa eivätkä rajoittaa tarpeettomasti näkyvyyttä välineen toiminta-alueelle. Niiden tulee olla sijainniltaan riittävän kaukana vaara-alueesta. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 1:6.)

Kuva 7. Siltanosturin turvallisuusvarusteet (Konecranes 2019).



Suomi on osa Euroopan Unionia, joten sitä koskee EU:n parlamentissa säädetty kone- ja laitedirektiivi 2006/42/EY. Nostoapuvälineillä tarkoitetaan laitetta tai komponenttia, jota ei ole kiinnitetty kiinteästi nostolaitteeseen ja jonka avulla kuorma voidaan nostaa. Nostoapuvälineiksi katsotaan kuuluvan myös raksit ja niiden erilaiset komponentit. Ketjut, köydet ja vyöt eivät ole nostoapuvälineitä, vaan ne kuuluvat osaksi nostolaitetta. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY 2006.)

2.4 Tekniset tiedot

Toimeksiantajalle on pyydetty tarjous Satateräs Oy:ltä. Tarjottavan nosturin malli on kaksipalkkinen siltanosturi NDC-B 15 t – 24 m. Kyseinen nosturi on tarkoitettu vain sisäkäyttöön ja sen nosturiluokka on SFS A3. Kyseisen nosturin jänneväli on 24 m ja maksimi kuormitettavuus sekä nostoteho ovat 15 tonnia. Sillan siirtonopeus on portaaton 40 m/min ja vaunun siirtonopeus on portaaton 20 m/min. Nosturin nostimena on SWF Nova -köysinostin, jonka nostokoneiston

luokka on FEM M5. Nostokorkeus on 7,98 m (vapaa korkeus 9,3 m) joka riittää hyvin korkeidenkin elementtien nostoon. Nostonopeus on kaksivaiheinen, nopealla vaiheella nostonopeus on 3,2 m/min ja hitaalla vaiheella 0,5 m/min. Hidas vaihe on tarpeellinen etenkin tarkkuutta vaativissa nostoissa, kuten harjateräsnippujen nostaminen telineeseen ja elementtien nostoon valmistuspöydältä. Koko siltanosturin paino on 12 660 kg, josta nostimen paino on 880 kg ja sillan paino 11 780 kg. Nostinluokka ja ajokoneistoluokka on ISO M5. Nosturi on pintakäsitelty keltaisella akryylimaalilla (70µm).

Ohjainvaihtoehtoina on joystick-radio-ohjain ja painikkeilla varusteltu kaukosäädinmallinen radio-ohjain (kuva 8). Nykyisissä nostureissa on painikkeilla varusteltu kaukosäädin, joten tähän vaihtoehtoon tullaan päätymään mahdollisen uuden nosturinkin kanssa, jotta ohjaimet ovat keskenään samanlaiset. Tämä vähentää sekaannuksen mahdollisuutta, kun ohjauksen suunnat ovat ohjaimissa samoilla paikoilla. Ohjaimelle asennetaan oma kaappi seinään. Kaapin sisällä on laturi ohjaimelle ja kaapin ovi pitää saada lukittua, jotta huollon tai tarkastuksen ajaksi ohjain saadaan lukkojen taakse. Näin varmistutaan, ettei kukaan pääse vahingossa liikuttamaan nosturia, kun sitä huolletaan tai tarkastetaan.

Kuva 8. Radio-ohjainmalleja siltanosturiin (Satateräs 2023b).



2.5 Tuotantotilan nykyiset nosturit

Kosken Betonielementti Oy:n tuotantotilassa on tällä hetkellä kaksi siltanosturia. Nosturit on hankittu vuosina 2009 ja 2010. Molemmat nosturit ovat kaksipalkkisia siltanostureita, joiden maksimi nostokuorma on 15 tonnia. Ne vastaavat teknisiltä tiedoiltaan ja ominaisuuksiltaan mahdollisesti hankittavaa NDC-B 15 t – 24 m siltanosturia.

Kaksi vanhempaa nosturia ovat hieman hitaampia uuteen verrattuna. Hallin vanhojen nostureiden sillan siirtonopeus on kaksi nopeuksinen, 32/8 m/min, kun taas uuden nosturin nopeus on portaaton 40 m/min. Hallin pituus on 156 m, joista käytettävää nosturirataa on 149 m, joten uudella nosturilla pääsee koko tuotantotilan läpi 3 min 43 s ja vanhalla 4 min 39 s. Nopeusero tehostaa nosturin käyttöaikaa, kun joudutaan ajamaan useita kertoja hallin päästä päähän. Jo viisi päästä päähän -ajokertaa tuo yli 5 minuutin aikasäästön. Nostureiden siirtonopeuteen vaikuttaa myös siirrettävä kuorma: mitä enemmän kuormaa, sitä hitaammin nosturi liikkuu.

Nosturit ovat keskenään identtiset, eikä niiden toiminnassa, käytössä, ohjaimissa tai ulkonäössä ole eroja. Tästä syystä uuden hankittavan nosturin tulee olla tyyliältään ja toiminnaltaan mahdollisimman lähellä kahta vanhempaa nosturia. Nostureihin ei ole juurikaan jouduttu tekemään ylimääräisiä huoltoja. Vuosittain tehtävien tarkastuskäyntien yhteydessä on nosturit huollettu sekä vaihdettu mahdollisesti kuluneet osat uusiin. Myös uusi nosturi tarkastettaisiin sekä huollettaisiin vuosittain. Näin saadaan nostureille lisää käyttöikää sekä työntekijöille laadukkaat ja työturvalliset nosturit nostotöihin.

Investointi

Investoinneilla tarkoitetaan erilaisten tuotantohyödykkeiden hankintaa yritystoiminnan tuottavuuden ja tehokkuuden kasvattamista varten. Usein investoinnit ovat pitkäkestoisia hankkeita, joista aiheutuu yritykselle suuria käyttö- ja hankintakustannuksia. Suuret investoinnit ovat aina myös strategisia päätöksiä. Investointeja voidaan tehdä, kun halutaan kasvattaa, aloittaa tai tehostaa tuotantoa. Myös ympäristön suojelemiseksi, viranomaismääräysten noudattamiseksi ja työn teon keventämiseksi tai helpottamiseksi tehdään investointeja. Investoinnit voivat olla joko aineellisia tai aineettomia. Kirjanpidon näkymästä erilaiset investoinnit usein määritellään käyttöominaisuuden hankintamenoiksi. (Suomi.fi-verkkotoimitus 2019.)

Investoinneilla on suuret merkitykset yrityksen toiminnan kannattavuuteen ja jatkuvuuteen, joten niille on oltava liiketaloudellinen peruste. Yrityksen kannattavuus saatetaan pilata väärin tehdyillä investoinnilla, mikä pitkällä aikavälillä saattaa johtaa jopa konkurssiin. (Salo 2015, 101–103.)

Investoinnin tulee olla kannattava, sillä se vaikuttaa yrityksen toimintaan useita vuosia. Investointien yhteensopivuus yrityksen strategian kanssa on erittäin tärkeää. Tästä syystä investointien huolellista suunnittelua, kannattavuutta sekä rahoituksen laskemista tulee korostaa. Koko yrityksen toiminta ja tulevaisuus vaarantuu, jos investointipäätös on toteutettu huonosti. Investointien suunnittelua voidaan toteuttaa seuraavassa järjestyksessä (Haverila, Kouri, Miettinen & Uusi-Rauva 2009, 195–196.):

1. investoinnin tarpeen toteaminen
2. tavoitteiden täsmentäminen
3. investointivaihtoehtojen kehittäminen ja etsiminen
4. investointivaihtoehtojen riskien ja edullisuustekijöiden kartoittaminen
5. vaihtoehtolaskelmien laatiminen ja vaihtoehtojen vertailu
6. investoinnin rahoituksen ja pääomatarpeen suunnittelu
7. päätöksen teko

8. investoinnin toimeenpano ja valvonta.

3.1 Tuotantotila

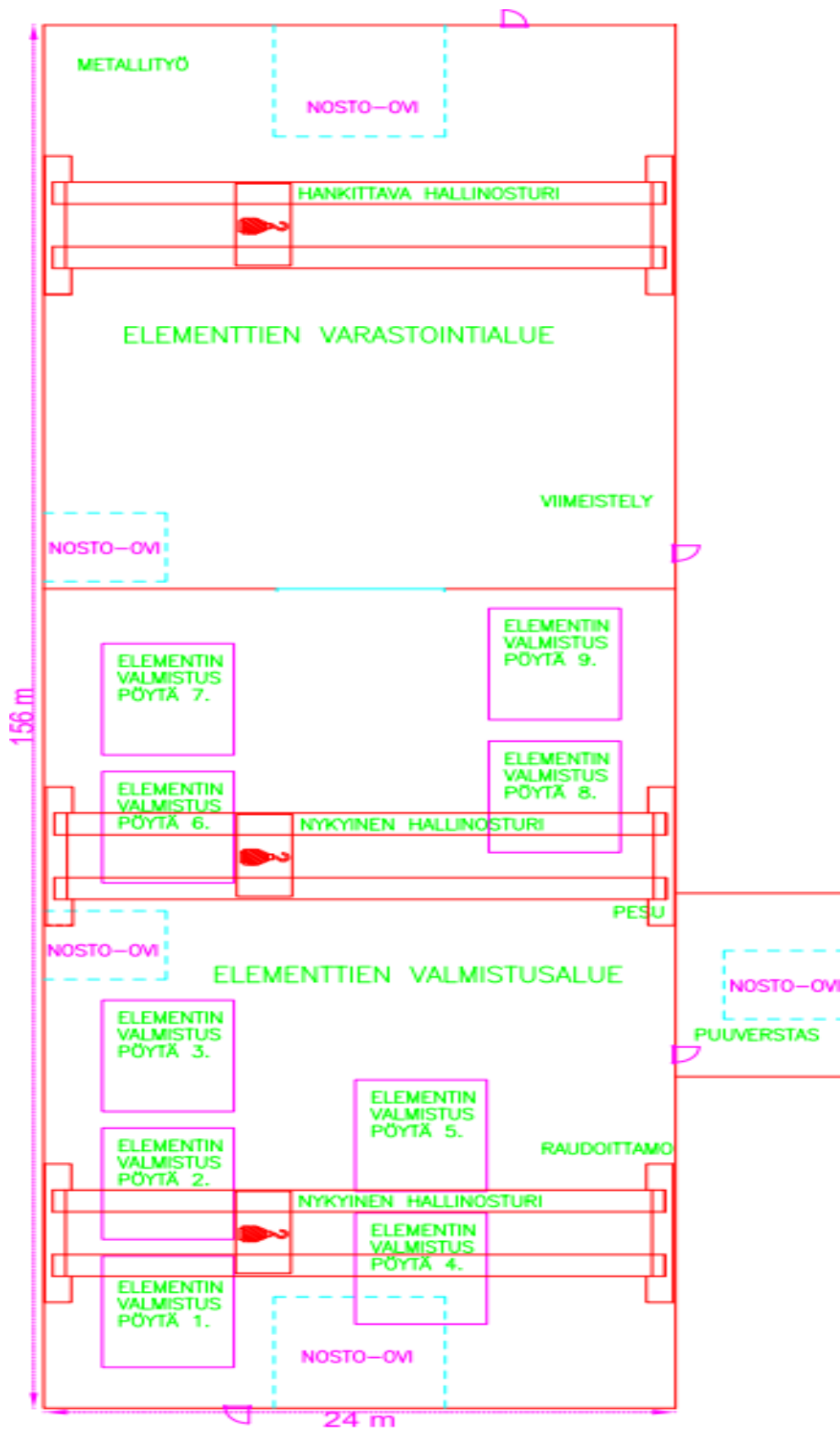
Toimeksiantajalla on kolme hallia tuotannon käytössä, joista yksi on varastorakennus ja kaksi muuta ovat tuotantotiloja. Kolmas nosturi tulisi niin kutsuttuun alahalliin, joka on kahdesta tuotantotilasta isompi ja johon elementtituotanto pääosin keskittyy. Ylähallissa on käytössä vain yksi siltanosturi, mutta siellä tuotanto on niin pientä, ettei siellä olisi tarvetta toiselle nosturille. Lastaukset ja varastointi tapahtuu pääosin alahallissa. Tämä kuormittaa yhtä nostureista ja kaikki lastaukseen sekä varastointityöhön käytetty nosturiaika on aina pois tuotannosta.

Kolmas siltanosturi asennettaisiin samalle nosturiradalle kuin kaksi aikaisempaa nosturia. Nosturi tulisi varaston puoleiseksi nosturiksi, koska uudella ja vanhoilla ei keskenään ole toiminnallista eroa. Paikoilleen asennus onnistuu käytännössä vain varaston puolelta, koska toisessa päässä tuotantotilaa ovat elementtipöydät ja kulkutiet. Toiseen päähän asennus aiheuttaisi huomattavat haasteet tuotantoon, sekä työturvallisuusriskin, koska työntekijät joutuisivat kulkemaan asennuspaikan kautta. Tästä syystä asennus toteutetaan kokonaan varastotilojen päässä. Kaikki kolme nosturia olisivat samalla 15 tonnin suurimmalla sallitulla nostokuormalla, joten millä tahansa nosturilla voisi nostaa minkä tahansa valmistuksessa olevan betonielementin.

Nykyiset kaksi nosturia ovat radio-ohjaimella ohjattavia, joten nostureita pystyy siirtämään mistä päin hallia tahansa. Kuitenkaan taakkaa ei saa nosturilla siirtää, jos ohjaajalla ei ole näköyhteyttä nosturiin ja nostettavaan taakkaan. Myös uuden hankittavan nosturin tulee olla samanlaisella ohjaimella varustettu, jotta käyttö olisi sujuvaa ja yhtenäistä.

Kuvassa 9 on esitetty tuotantotilan nykyinen layout, jossa näkyy hallin nykyiset kaksi siltanosturia sekä hankittava kolmas nosturi. Nosturit liikkuvat koko hallin mitan, lukuun ottamatta molemmissa päissä olevaa noin kolmen metrin turva- aluetta, johon nosturien rajastopparit on asennettu. Jokainen elementtien valmistuspöytä on nosturin vaikutuksen alaisena. Elementtien lastaus tapahtuu varastointialueelta. Lastattavaksi saapuva kuorma-auto peruuttaa varastointialueen päädyssä olevista nosto-ovista sisään. Näin saadaan elementtien lastaus suoritettua sisätiloissa, joka on suuri työturvallisuutta edistävä asia, etenkin vesisateella ja talviolosuhteissa. Layout tulisi muuttumaan nosturihankinnan myötä, jos siirrytään käyttämään laajempaa viimeistelyaluetta. Elementtivalmistuspöytien siirto olisi todennäköisesti edessä, jos viimeistelyyn varataan suurempi alue. Valmistuspöydät 8 ja 9 sijaitsevat tällä hetkellä siinä, mihin viimeistelypiste olisi luontevinta sijoittaa.

Kuva 9. Tuotantotilan nykyinen layout



3.2 Nostureiden nykyinen käyttö

Nosturit ovat käytössä heti tuotantopäivän alkamisesta asti. Valmiiden betonielementtien purku tapahtuu siltanostureiden avulla. Elementit nostetaan valmistuspöydiltä varastoon kahden nosturin kanssa. Nostovaiheessa suoritetaan osa viimeistelystä. Varastossa nosturilla siirretään elementtejä lopulliseen viimeistelyyn, hiontaan ja korjauspaikalle.

Elementtien lastaaminen tapahtuu samassa tilassa varastoinnin ja viimeistelyn kanssa. Tämä aiheuttaa usein odottelua, koska yksi nosturi on lastauksessa ja näin ollen pois tuotannon käytöstä. Lastaukset on usein priorisoitu tärkeämmäksi kuin muun tuotannon nosturin tarve. Tämän vuoksi yksi nostureista useimmiten luovutetaan lastaajan käyttöön, jotta elementtikuormat saadaan nopeasti aikataulujen mukaisesti asiakkaille. Lastaukset hoitaa ulkopuolisen kuljetusliikkeen henkilökunta, joten näihin ei kulu työntekijöiden työaika.

Betonielementtien valmistuksessa nosturia käytetään paljon erilaisten valmisrautojen, suurien muottiosien, painavien materiaalien, raudoitteiden sekä raskaiden rauditusverkkojen nostamiseen. Elementtien valaminen tapahtuu kuvassa 10 olevalla nosturilla siirreltäväällä jassikalla.

Kuva 10. Jassikka (Cramo 2023).



Yksi nostureista on käytössä valutöissä (kuva 11), joten sillä hetkellä ei voida nostaa valmisraudoitteita muotteihin. Tämä aiheuttaa usein odottelua, etenkin jos on lastaus käynnissä purku- tai valutöiden kanssa samaan aikaan.

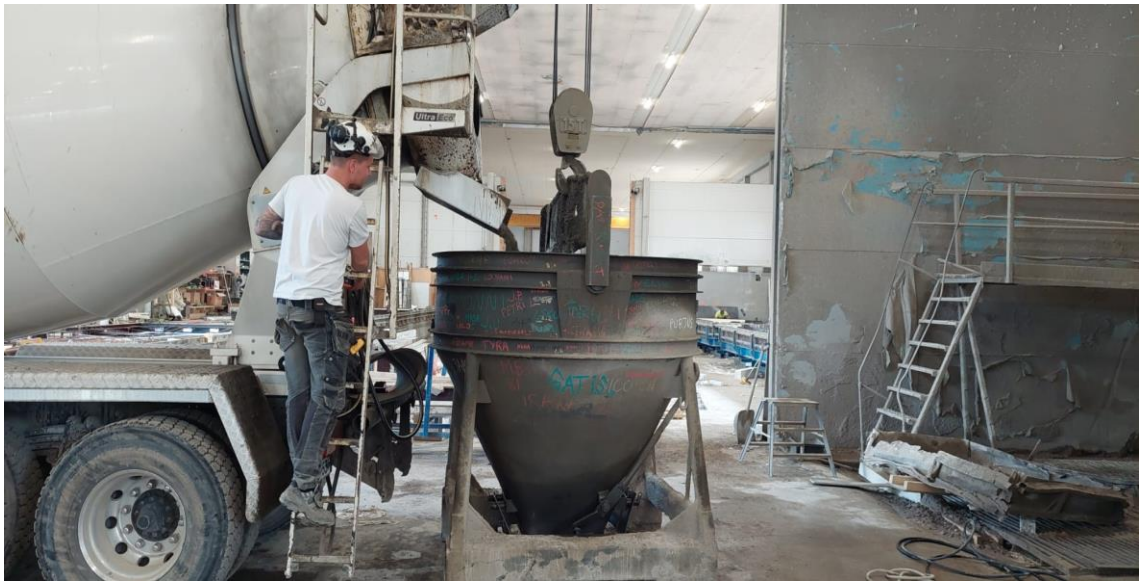
Kuva 11. Betonielementin valutyö.



Valutöitä suoritetaan monessa eri vaiheessa työpäivän aikana. Iltapäivät ovat lähes aina täynnä valutöitä. Betonimassa tuodaan halliin betoniautolla, jolloin massaa odottaessa vapautuu nosturi tuotannon käyttöön. (Kuva 12) Betoniauto

ajaa halliin peruuttamalla sivuovesta, jolloin näkyvyys halliin on huono. Tämä aiheuttaa työturvallisuusriskin. Tuotantotilan kulkuväylät eivät kulje juuri tämän kohdan läpi, joten työntekijöillä on hyvä näkyvyys halliin peruuttavaan betoniautoon. Betoniauton kuljettajan tulee olla kuitenkin valppaana peruuttaessaan sisälle halliin.

Kuva 12. Betonimassan siirto betoniautosta jassikkaan.



3.3 Kustannukset

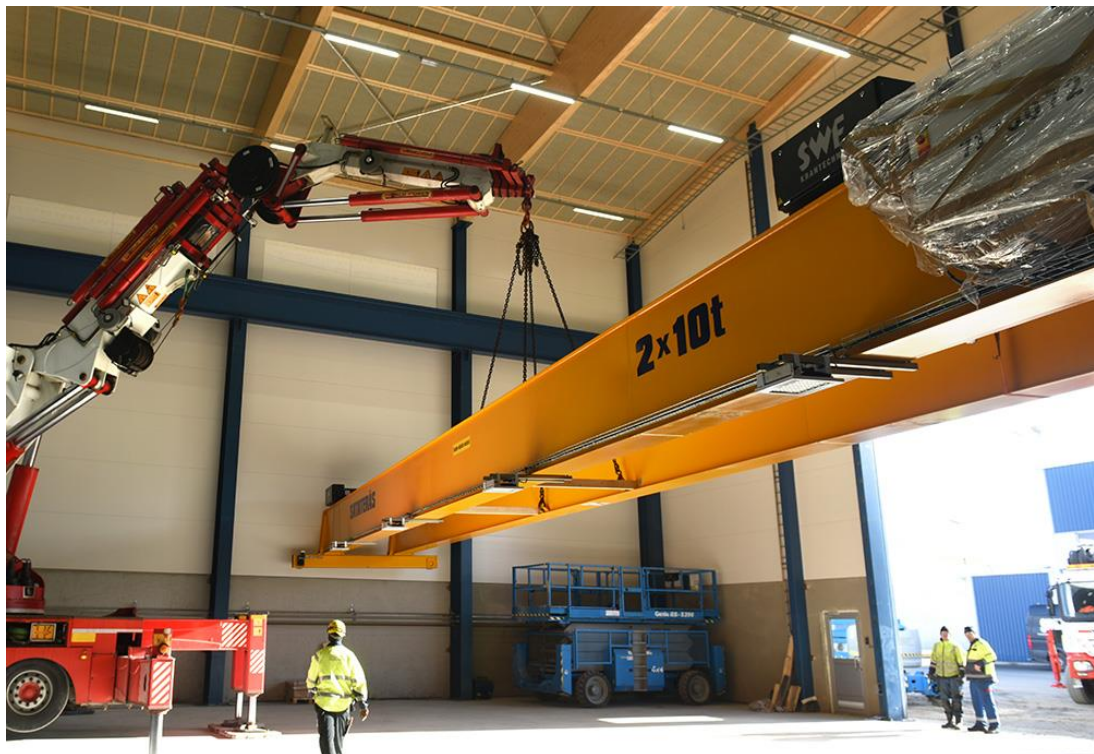
Siltanosturista pyydettiin tarjous Satateräs Oy:ltä. Tarjotun siltanosturin hinta on 72 600 € + alv asennettuna ja käyttöönottotarkastettuna. Hinta sisältää myös rahdin ja matkakulut asennuskohteeseen. Tarjous sisältää myös koekuormituksen sekä käyttöönottotarkastuksen. Muilta nosturitoimittajilta ei pyydetty tarjousta, koska tarjouspyynnöstä vastaava henkilö ei katsonut tarpeelliseksi pyytää tarjousta vieraalta yritykseltä. Näin ollen tarjous pyydettiin yritykseltä, jonka kanssa on ollut yhteistyötä aikaisemminkin.

Koekuormituksessa tarvittava paino on tehtaan hoidettava. Paino valetaan tehtaalla betonista. Nosturin asennus ja huoltotöiden aikana kustannuksia muodostuu myös tarvittavasta henkilönostimesta, koska nosturissa itsessään ei

ole erillistä huoltotasoa. Myös saapuvan kuorman purku on tehtaan vastuulla, joka kuitenkin ei käytännössä aiheuta kustannuksia lyhyen purkuajan vuoksi. Tarjoukseen ei kuulu nosturiradan maadoitus, kiinteä sähkönsyöttö, sähkönsyötön kytkentä eikä sähkö tai valaistus. Nämä on jo ennestään hoidettu tehtaalla kuntoon, joten ne eivät kasvata kustannuksia eivätkä aiheuta toimenpiteitä.

Asennus voidaan suorittaa tuotantotilan varastonpuoleisessa päässä. (Kuva 13) Nosturin asennus ei aiheuta juurikaan ongelmia tuotantoon, kun asennusajankohdan suunnittelee niin, ettei kyseisellä hetkellä ole elementtien lastausta. Jos kuitenkin lastauksia on tarkoitus tehdä tuona ajankohtana, voidaan mahdolliset kuormat tehdä valmispohjille ja viedä sitten ulos. Tämä aiheuttaa asennuksen keskeytymisen enintään noin 15 minuutiksi per kuorma. Lastauksia on mahdollista suorittaa myös varastoalueen alkupäässä, jos kuorma-auton peruuttaa normaalia pidemmälle. Näin ollen varaston pääty jäisi vielä vapaaksi nosturiasennukselle.

Kuva 13. Siltanosturin asennus (Satateräs 2023c).



Asennus alueen tyhjennys ja siivoaminen ennen asennustyön alkua vaatii arviolta kaksi työntekijää. Aikaa kyseisen tilan tyhjentämiseen ja siistimiseen menee noin yksi työpäivä kahdelta henkilöltä. Yhden työntekijän palkkakustannukset ovat keskimäärin 35 €/h. Siivoustyön henkilöstökustannukset noin 560 € henkilöstöstä. (Taulukko 1) Muita kuluja siistiminen ei aiheuta, koska tarvittavat välineet ja laitteet siistimiseen löytyvät jo valmiiksi tehtaalta. Asennusalueelta saatetaan joutua siirtämään varastoituja elementtejä muihin varastopaikkoihin. Asennusajankohdan selvittyä, pystytään varastoalueen pääty pitämään tyhjänä, eikä sinne silloin tule uusia elementtejä asennuksen tielle.

Taulukko 1. Asennusalueen siivouksen kustannukset.

Asennusalueen siivous	
Työntekijä	35 €/h
2 työntekijää	70 €/h
Käytettävä aika	8 h
Kustannukset	560 €

Uusi siltanosturi ei käytännössä juurikaan lisää kustannuksia. Siltanosturin kulut kuukaudessa on vain noin 250 €, joka on vuodessa 3 000 €/nosturi. Nykyiset kaksi nosturia kustantavat yhdessä keskimäärin 6 000 € vuodessa. Kustannukset sisältävät tarkastukset, huollot sekä mahdolliset varaosat tai korjaukset. 3000 euron arvio perustuu viimeisen neljän vuoden aikana laskettuihin nostureihin kohdistuneisiin kustannuksiin. Siltanosturit tarkastetaan kerran vuodessa, samoin kuin nostoapuvälineet. Kymmenen vuoden välein tehdään laajempi tarkastus, joka on muita tarkastuksia huomattavasti kalliimpi.

Nosturin hankinnan yhteiskustannukset olisivat 73 160 € ja käyttökustannukset 3 000 €/vuodessa.

3.4 Hankinnan hyödyt

Kolmannen nosturin hankinta tuo monia hyviä etuja ja kehitysmahdollisuuksia nykytilanteeseen verrattuna. Suurimmat hyödyt kohdistuvat betonielementtien purkuaikaan, viimeistelymahdollisuuksiin sekä tuotannon odotusaikojen vähenemiseen.

Haastattelemalla työntekijöitä, toimihenkilöitä sekä kuljetusliikkeen työntekijöitä tuli ilmi monia nykyisiä ongelmakohtia ja hyötyjä, joita kolmas siltanosturi toisi. Näkemykset haastateltavien kesken eivät juurikaan vaihdelleet. Vaikutukset mahdollisen kolmannen nosturin hankinnasta keskittyvät pääosin tuotannon eri osa-alueiden tarpeisiin.

Purku- ja viimeistelytyöt ovat keskeisimmät työtehtävät, joita kolmas nosturi auttaisi eniten. Kehitystyötä olisi mahdollista laajentaa viimeistelypisteen ja raudoittamon tiloihin asti. Haastateltavilla oli yhtenäinen näkemys siitä, että viimeistelypiste olisi erittäin tarpeellinen, vaikka tuotanto pienenesi tai kolmatta siltanosturia ei hankittaisi.

Viimeistelypiste mahdollistaisi huomattavan laadun parannuksen, kun viimeistelytyöhön käytettäisiin enemmän aikaa ja jokainen elementti tulisi tarkistettua vielä ennen varastoon viemistä. Tällöin varastossa ei olisi yhtään viimeistelemätöntä elementtiä. Koska nykyisin elementit viimeistellään purkamisen yhteydessä, ei purkajilla ole juurikaan aikaa keskittyä elementtien vaatimiin viimeistelytyöihin. Elementit ajetaan nosturilla varastoon ja merkitään tietokoneelle kyseisen elementin tarvittavat viimeistelytyöt. Tästä syystä varastossa on sekaisin viimeistelyjä ja viimeistelemättömiä elementtejä. Yrityksen tietokannasta pääsee katsomaan varaston tilanteen ja viimeistelemättömien elementtien määrän ja varastopaikan. Viimeistelypiste toisi tähän selkeyttä, kun viimeistelemättömät elementit olisivat yhdessä paikassa. Näin ollen tarvittava työmäärä olisi huomattavasti helpommin hallittavissa.

3.4.1 Purku

Lähes jokaiselta haastateltavalta tuli ensimmäisenä vastauksena nosturin hankinnan nopeuttavan betonielementtien purkamista. Purkuaika on ollut lähes aina tehtaalla työpäivän määrittävä tekijä. Jos purkuaika viivästyy, koko työpäivä pitenee. Tämä aiheuttaa paljon kalliita ylitöitä ja pahimmassa tapauksessa elementtejä jää valamatta. Jokainen valamaton elementti aiheuttaa tuotannon suunnittelussa lisätyötä. Tästä syntyvä niin sanottu lumipalloefekti vaikuttaa läpi koko tuotannon. Valmistettavien elementtien määrän kasvaessa purkamisen merkitys kasvaa entisestään.

Toinen merkittävä esiin tullut asia oli nosturia odottavien työntekijöiden odotusaikojen pieneneminen. Nykyisin lähes päivittäin tuotannossa työntekijät joutuvat odottamaan nosturia. Aamupäivisin nosturi on purkajien käytössä, joten nosturia ei voida luovuttaa muun tuotannon käyttöön. Pahimmassa tapauksessa lastauksia on käynnissä purkamisen kanssa samaan aikaan. (Kuva 14) Tämä aiheuttaa viivästyksiä purkuun sekä muuhun tuotantoon.

Kuva 14. Betonielementtejä lastattuna valmispohjaan kuljetusta varten.



Nyky muodossa purkajat aloittavat työt jo yöaikaan klo. 02.00. Tämä saataisiin muutettua kolmannen nosturin ja uuden viimeistelyjärjestelmän myötä lähemmäs niin sanottua normaalia työaika. Nykyisellään on hankala saada rekrytoitua uusia työntekijöitä purkajiksi yöllä alkavan työvuoron takia. Jos purkamisen alkamisajankohta saataisiin siirrettyä esimerkiksi klo. 04.00:ään, olisi todennäköisesti helpompi saada uusia työntekijöitä purkuun. Yöaikaan ei ole työnjohtoa paikalla, joten suuren osan työstä purkajat ovat ilman valvontaa.

3.4.2 Viimeistely ja työturvallisuus

Haastattelujen yhteydessä tuli esille myös mahdollisen viimeistelypisteen kehitys. Nykyisessä tilanteessa elementit viimeistellään purkamisen yhteydessä elementtipöydän vieressä, lukuun ottamatta hiomista ja valulippojen purkamista. Viimeistelypistettä ei ole voitu ottaa käyttöön rajallisten tilojen ja puutteellisen nosturikapasiteetin vuoksi. Kolmas nosturi siis mahdollistaisi viimeistelypisteen kehitystyön.

Uudessa tilanteessa, jossa tuotantotilassa olisi kolme siltanosturia, olisi mahdollista muuttaa purku ja viimeistely erillisiksi töiksi. Yksi nosturi olisi koko ajan viimeistelijöiden käytössä, lukuun ottamatta lastaushetkiä. Kun viimeistely tehtäisiin erillisessä pisteessä, laatu paranisi huomattavasti. Tällöin jokainen elementti käytyäisi huolella läpi, ilman purkamisen aiheuttamaa kiirettä. Varastossa olisi tässä tapauksessa vain valmiita ja viimeistelyjä elementtejä. (Kuva 15)

Kuva 15. Betonielementtivarasto.



Työturvallisuuteenkin viimeistelypisteellä olisi suuri vaikutus. Nykyisin kun viimeistellään elementtipöytien vieressä kulkutiellä, aiheuttaa viimeistelytyö suuren työturvallisuusriskin. Putoavat ja kaatuvat osat ovat suuri riski ohikulkijoille. Kun viimeistelytyö tehtäisiin omalla pisteellään, ei ohikulkijoita olisi ja näin ollen kulkeminen tuotantotiloissa olisi turvallisempaa.

Purkaminen ja viimeistely aiheuttavat paljon roskaa ja muuta jätettä. Kun elementit viimeistellään omalla pisteellä, purkujätteet pysyvät yhdessä paikassa. Nykyisellään purkujätettä on jokaisen valmistuspöydän ympärillä ja purkujätteet aiheuttavat paljon siivoamista. Muutoksen myötä purkujätteitä syntyisi vain yhteen paikkaan, joka kasvattaisi tuotantotilan yleistä siisteyttä erittäin paljon. Varastotilassa betonielementit varastoidaan seinillä oleviin kampavakkeihin

poikittain nosturien kulkusuuntaan nähden. Tämä aiheuttaa paikoin näköesteitä, kun pitkät seinäelementit tulevat hallin keskellä olevalle kulkuväylälle. Elementtien varastointisuuntaa ei pysty järkevästi muuttamaan, sillä hallin suuntaisesti varastoitaessa elementit veisivät huomattavasti enemmän tilaa, ja niiden käsittelystä tulisi monin verroin haasteellisempaa.

3.4.3 Tuotanto

Tuotannolle kolmas siltanosturi olisi erittäin tarpeellinen. Jos yksi nosturi vapautuisi tuotannon käyttöön, valmisrautojen, rauditusverkkojen sekä erilaisten materiaalien siirto tai paikoilleen asennus helpottuisi huomattavasti. Nykyisin työntekijät joutuvat odottamaan pitkiäkin aikoja, että saavat esimerkiksi valmisraudoitteen nostettua parvekelaatta muottiin.

Valutöihin kolmas nosturi toisi mahdollisuuden ottaa toinen jassikka käyttöön. Nykyisin on käytössä vain yksi jassikka kerrallaan. Kiireellisissä tapauksissa ja tilanteissa, jolloin on monta elementtiä valukunnossa, toinen jassikka toisi huomattavaa nopeutta valamiseen. Tällä välttyttäisiin mahdollisilta ylitöiltä, kun odotetaan betonimassan kuivumista pinnantekoa varten.

Valutöiden aikana ei juurikaan pysty nostamaan tuotannon vaatimia materiaaleja tai valmisraudoitteita. Odottelua syntyy aina siihen saakka, kunnes betonauto poistuu hallista ja sen hetkiset valutyöt on tehty. Tämä kestää usein 15 minuutista jopa 45 minuuttiin.

3.5 Säästöt

Kolmannen siltanosturin hankinta toisi monia eri tasoisia säästöjä. Suurin säästö kohdistuu työn tehokkuuden sekä laadun paranemiseen. Kolmas siltanosturi yhdessä uuden viimeistelypisteen kanssa mahdollistaisi huomattavasti nopeamman elementtien purkamisen. Työajat selkeytyisivät muutosten myötä, ja lisäsäästöä syntyisi yöllisten vähenemisellä. Mahdolliset säästöt eivät synny pelkästään kolmannen siltanosturin hankinnalla, vaan se vaatii muutoksia

tuotannon suunnitteluun ja toimintatapoihin. Kolmas siltanosturi mahdollistaisi kokonaan uudenlaisen betonielementtien viimeistelypisteen toimeksiantajan tuotantotiloihin.

3.5.1 Työajat

Tällä hetkellä elementtien purkaminen vie tuotannossa olevien elementtien määrän mukaan 5–6 h. Kolmannella nosturilla tämä aika saataisiin vähintään puolitettua, kun elementtejä ei tarvitsisi enää viimeistellä purun yhteydessä, eikä elementtejä tarvitsisi ajaa varastopaikoille asti. Säästetty työaika pystytään hyödyntämään elementtien viimeistelyyn.

Purkajien työajan alkua saataisiin siirrettyä kaksi tuntia myöhemmäksi. Tämä helpottaisi huomattavasti purkutyön valvontaa. Myös työntekijän henkinen rasitus työajasta vähenisi, kun työt eivät enää alkaisi yöllä klo 02.00, vaan lähempänä aamua klo 04.00. Ensimmäiset muottien tekijät saapuvat töihin jo klo 05.00, jolloin ensimmäiset elementtipöydät on saatu tyhjiksi. Muutoksen myötä ei muotintekijöidenkään tarvitsisi enää tulla ennen klo 06.00:ta töihin. Työajat selkeytyisivät huomattavasti, kun kaikki työntekijät saapuisivat töihin kolmen tunnin sisällä, nykyisen viiden tunnin sijaan.

Purkajien työajan siirtämistä 2 h eteenpäin, saadaan säästöä myös yölisistä. Vuonna 2023 maksettavat yölisät ovat 2,59 €/h (Rakennustuoteteollisuuden TES 2023). Purkutyötehtävissä työskentelee pääosin 3 tai 4 työntekijää. Tämän arvion luvut on laskettu neljän purkutyöntekijän mukaan, joka on normaalitilanteissa purkutöissä tarvittavien työntekijöiden määrä. Yölisää maksetaan klo. 06.00 asti, joten joka työpäivä tulee 4 h yölisää per purkutyöntekijä. Tämä aiheuttaa yritykselle 41,44 € kulut joka työpäivä, mikä tekee vuodessa keskimäärin 9 116,80 € lisäkuluja pelkistä yölisistä. (Taulukko 2)

Taulukko 2. Yölisät työntekijää kohden vuodessa.

Yölisä 2,59 €/h
Purkajat 4 työntekijää
Työaika yöllisillä per hlö 4 h
4 työntekijää = 41,44 €/päivä
Vuodessa 220 työpäivää = 9 116.80 €
Kustannus 2 279,20 €/työntekijä vuodessa

Jos purkajien työaika muutettaisiin alkamaan klo 02.00 sijaan klo 04.00:ltä, saataisi pelkistä yöllisistä säästöä 20,72 €/työpäivä. Tämä olisi vuositasolla jopa 4 558,40 € säästö. Yöllisten kulut olisi siis nykyisen 9 116,80 € sijaan 4 558,40 €. (Taulukko 3) Yöllisten kulut puolittuisivat nykyisestä.

Taulukko 3. Yöllisistä saatava säästö.

4 työntekijää = 10,36€/h
2 h:n säästö työpäivän aikana = 20,72 €
Vuodessa 220 työpäivää = säästö 4558,40 €

3.5.2 Tuotannon säästöt

Nosturin odottelusta aiheutuvat kulut saataisiin karsittua lähes kokonaan pois. Jokaisena työpäivänä tuotannon työntekijät joutuvat odottamaan, että saavat nosturin käyttöönsä. Kuukauden ajan seurannassa olleet odotusajat vaihtelivat muutamasta minuutista jopa yli tuntiin. Keskimääräinen odotusaika työpäivän aikana oli 30 minuuttia. Odotusaikaa on tietysti pyritty hyödyntämään muiden elementtien valmistuksen avustamisessa, mutta tehokkuus näissä tilanteissa

laskee huomattavasti. Joissain tilanteissa työnteko hidastuu, kun vaihdetaan työntekijä odotusajaksi avustamaan toista elementtiä.

Kolmas nosturi mahdollistaisi sen, että lähes aina olisi vähintään yksi nosturi saatavilla tuotannon käyttöön. Näin ollen odotusaikaa ei käytännössä enää olisi kuin satunnaisina hetkinä. Yksi työntekijä kustantaa yritykselle kaikkineen kuluineen keskimäärin 35 €/h. Päivittäinen 30 minuutin odottelu aika maksaa yritykselle 17,50 € päivässä ja 3 850 € vuodessa. Tällä säästöllä saisi katettua jo nosturin vuotuiset kulut, jotka ovat keskimäärin 3 000 €. (Taulukko 4)

Taulukko 4. Odotusajasta syntyvät kustannukset.

Odotusaika		
Työntekijä	35	€/h
Odotusaika työpäivässä	30	min
Päivittäinen kustannus	17,5	€
Kustannukset vuodessa	3850	€

Hankinnan seurauksena saisi otettua käyttöön uuden viimeistelypisteen, ja selkeän painopisteen viimeistelyn laatuun. Tällä hetkellä reklamaatiokustannukset ovat keskimäärin 30 000 € vuodessa. Viimeistelytyöhön panostamisella saataisiin pudotettua reklamaatiokustannukset puoleen. Tämä vaatii kokonaan uuden viimeistelypisteen järjestelyn sekä työtapojen muutoksen. Kun purkajilla olisi nosturin hankinnan jälkeen huomattavasti enemmän aikaa viimeistelytyöhön, ei laatuvirheellisiä elementtejä pääsisi enää asiakkaalle asti. Laatu toimii alalla parhaana markkinointina, joten siihen on syytä paneutua huolella. Laadun parantuessa myös maine kasvaa, ja tätä kautta myös myynnin oletetaan kasvavan.

3.6 Hankinnan haitat

Mahdollisen hankinnan suurin ongelma on hinta. Nosturin hankinta on investointina suuri. Tämän kokoluokan investointi on pois muista mahdollisista investoinneista ja kehityskohteista. Nykyisessä maailmantilanteessa isot investoinnit ovat suuri riski, koska rakennusalan suhdanteita on liki mahdotonta ennustaa. Tulevaisuus on alalla hyvin suhdanneherkkä, tilauskanta saattaa muuttua radikaalisti hyvinkin lyhyellä aikavälillä.

Mahdollisesti putoava tuotantomäärä saattaisi jättää kolmannen nosturin käyttämättömäksi suureksi osaksi työpäivää. Täydellä tuotannolla tällaista ongelmaa ei olisi, mutta nousuja ja laskuja tulee tuotannossa aina. Hiljaiseen aikaan kaksi nosturia riittää, mutta heti kun tuotantomäärät lähtevät nousuun, eteen tulee ongelmatilanteita nosturien käytön ruuhkautuessa. Täysin käyttämättömäksi kolmas nosturi ei kuitenkaan jäisi hiljaisenakaan aikana, koska lastauksia on kuitenkin myös silloin ja valmiiksi viimeistelyjä betonielementtejä pitää siirtää varastoon.

Mahdolliseksi ongelmaksi saattaa muodostua myös nostureiden keskinäinen tiellä oleminen. Jos elementtiä tarvitsee siirtää tuotantotilan päästä päähän, täytyy elementti laskea välillä elementtivakkiin tai valmistuspöydälle, josta se sitten nostetaan toisella nosturilla ja kuljetetaan päätyyn saakka. Tarkkoja lastausaikoja ei tiedetä kovin pitkälle eteenpäin, joten nostureiden tarve lastaukseen tulee usein yllättäen. Aamulla lähteviä kuormia saatetaan tulla lastaamaan jo edellisenä päivänä. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia sekä purkamisessa että valutyössä, jos lastausalueen nosturi on käytössä ja se joudutaan vapauttamaan lastaajalle. Lastauksen ja elementtien varastoon viennin samanaikaisuus aiheuttaisi ylimääräisen taakan laskemisen, joka vie 2–15 minuuttia, riippuen taakasta ja nosturien sijainnista.

Asennusajankohdan tuotanto saattaa kärsiä asennuksen aiheuttamista sähkökatkoista, nosturin ja pyöräkonekuljettajan tarpeesta sekä asennuksen viemästä tilasta. Hyvällä tuotannonsuunnittelulla saadaan vältettyä mahdolliset tuotannon siirtymiset. Asennuksen keston selvittyä saadaan ajankohdan tuotanto

suunniteltua. Asennus ei vaadi tilaajan omia työntekijöitä osallistumaan asennukseen, joten se ei vaikuta ajankohdan tuotannon henkilöstökapasiteettiin. Joitain satunnaisia aputoita saattavat työntekijätkin joutua tekemään, mutta ne ovat luonteeltaan niin pieniä, ettei niitä tarvitse ottaa huomioon tuotantoa suunnitellessa.

3.7 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Kolmannen siltanosturin kannattavuutta ei pystytä katsomaan pelkästään rahana. Hankintaa miettiessä sekä suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset muutokset. Tämän investoinnin kannattavuutta sekä takaisinmaksuaikaa tutkin hankinnan jälkeisten muutosten ja uuden viimeistelypisteen näkökulmasta.

Hankinta lisää kustannuksia nykyiseen verrattuna uuden nosturin käyttökustannuksissa, tuotantotilan uudelleen järjestelystä ja sen aikaisen tuotannon vähenemisestä, hankintaa edeltävästä siivouksesta ja järjestelystä sekä itse nosturin hankinnasta. Vuotuisia kustannuksia ei käytännössä tule lisää muusta kuin nosturin käyttökustannuksista, jotka ovat uudella nosturilla noin 3 000 € vuodessa. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Investoinnista syntyvät säästöt vuodessa.

Kustannukset ja säästöt			
	<i>Nykytilanne</i>	<i>Säästö</i>	<i>Hankinnan jälkeen</i>
Yölisät	9 116,80 €/vuosi	4 558,40 €	4 558,40 €/vuosi
Nosturin Hankinta kulut	72 600 €+alv		72 600 €+alv
Odotusaika	3 850 €/vuosi	3 850 €	0 €/vuosi
Laatuvirhe reklamaatiot	30 000 €/vuosi	15 000 €	15 000 €/vuosi
Nosturin käyttökustannukset	6 000 €/vuosi	-3 000 €	9 000 €/vuosi
Säästö yhteensä		20 208,40 €/vuosi	

Uudelleen järjestelylle ja viimeistelypisteelle ei ole laskettu hintaa, koska se suoritettaisiin hiljaisena aikana muiden töiden lomassa. Viimeistelypisteen luonti ei vaatisi ulkopuolisia työntekijöitä, vaan se voitaisi kokonaisuudessaan tehdä omien työntekijöiden voimin muun tuotannon ohella.

Nostoapuvälineitä, kuten nostorakseja ja nostopuomeja, tilataan tarpeen tullen lisää. Nykyisillä nostoapuvälineillä saadaan purku hoidettua jouhevasti, mutta useammilla nostoapuvälineillä välineiden vaihto vähenisi nosturien kesken.

Taulukossa 6 näkyvä takaisinmaksuaika laskettiin tässä kohteessa yksinkertaisella kaavalla, investoinnin yhteiskustannukset jaetaan investoinnista syntyvillä säästöillä. Takaisinmaksuaika olisi 3 vuotta 7 kuukautta. Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa suuresti myös tulevaisuuden tuotantomäärät, joita on mahdotonta ennustaa nykyisessä maailmantilanteessa. Alle neljässä vuodessa takaisinmaksettu investointi on kannattava. Takaisinmaksuaika pysyy inhimillisenä, vaikka tilauskanta hieman heikkenisi. Uuden viimeistelypisteen käyttöönotto oli tämän laskelman perustana. Jos viimeistelypistettä ei oteta käyttöön, hankinta ei olisi yhtä kannattava.

Taulukko 6. Takaisinmaksuaika.

Takaisinmaksuaika	
Investoinnin kustannukset	73 160 €
Investoinnin säästöt	20 208,40 €/vuosi
Kustannukset/säästö= takaisinmaksuaika	3,6 vuotta

4 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin toimeksiantajan tuotantotiloihin hankittavan kolmannen siltanosturin hankintaa sekä kannattavuutta. Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tutkia ja saattaa toimeksiantajan tietoon kolmannen siltanosturin hankinnan kannattavuus, hyödyt, takaisinmaksuaika sekä mahdolliset ongelmatilanteet.

Johdannossa esiteltiin toimeksiantaja, tuotantotilat ja työn tavoitteet. Siltanostureiden teknisiä tietoja ja ominaisuuksia selvitettiin valmistajan antamien tietojen pohjalta. Muiden siltanostureiden läpikäynti ei ollut tarpeellista tämän opinnäytetyön kannalta, koska toimeksiantajalla ei ole tarvetta muun tyyppiselle nosturille. Nosturinkäytön työturvallisuus on erittäin tärkeä, joten sitä ei voinut tässä työssä ohittaa. Tarjouspyyntö kolmanteen siltanosturiin pyydettiin Satateräs Oy:ltä. Tarjous ja tarjottavan nosturin tekniset tiedot vastasivat hyvin pitkälti aiempia nostureita. Teoriaosan päätteeksi katsoin tarpeelliseksi esitellä toimeksiantajan tuotantotilojen nykyiset nosturit ja niiden käyttötärpeen.

Toimeksiantajan tiloissa on tällä hetkellä kaksi siltanosturia, joten kolmannen nosturin tulee olla ominaisuuksiltaan ja käytöltään aikaisempia vastaava. Suurimmat haasteet nykytilanteessa nostureiden kanssa keskittyvät pääosin elementtien purkamiseen. Mahdollinen hankinta antaisi hyvät edellytykset koko tuotannon kehittämiseen ja uusien kevyempien työskentelytapojen käyttöönoton. Uuden nosturin hankinta ja asennus ei aiheuta muutoksia tuotantotilan nykyiseen layoutiin, mutta se mahdollistaa uuden toimintamallin ja erityylisten layoutin.

Suurimmat muutokset kohdistuisivat viimeistelytyöhön, sillä nykyisellään tuotanto ei tarvitse kolmatta nosturia. Tämä opinnäytetyö keskittyi pääasiassa vain tuon viimeistelypisteen käyttöönoton ympärille, mutta muitakin vaihtoehtoja varmasti olisi. Nosturilla työskenneltäessä työturvallisuus on olennainen osa. Nostotöissä sattuu paljon tapaturmia, joilta olisi välttytty noudattamalla ohjeita ja välttämällä turhia riskejä. Laiterikkoihin on lähes mahdotonta varautua, jos laitteet ja apuvälineet on tarkistettu oikeaoppisesti ennen käytön aloittamista.

Siltanosturin hankinta toimeksiantajan tiloihin pysyy kustannuksiltaan maltillisena. 73 163 € on investointina suuri, mutta toimintatavan muutoksella yhdessä kolmannen siltanosturin kanssa saadaan investointi maksettua takaisin alle neljässä vuodessa. Säästöä investointi toisi vuosittain 20 000–25 000 €. Suurin säästö tulisi laadun parannuksesta, jonka uusi viimeistelypiste mahdollistaisi. Työajoista saataisiin hankinnan ja muutoksen jälkeen huomattavasti inhimillisemmät ja lisäsäästöä yövuorolisista. Uusien työntekijöiden rekrytointi helpottuisi työaikojen inhimillistämällä. Kaiken kaikkiaan investointi olisi hyvin kannattava, mikäli tilauksia tulee tarpeeksi. Jos tuotantomäärät pienenevät ja kaupanteko hidastuu, ei investointia kannata aloittaa. Epävakaa tulevaisuus rakennusalalla vaikuttaa suuresti investointeihin.

Lähteet

Aaltio, E. 1977. Nosturiradat. Teräsrakenteet RIL 113. Jyväskylä: Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. 205, 210

Algol technics 2022. Nostoapuvälineiden tarkastusvärit. Viitattu 5.7.2023. <https://www.algoltechnics.fi/palvelut/huolto--ja-tarkastuspalvelut/nostoapuv%C3%A4lineiden-ja-putoamissuojien-tarkastus>

Cramo 2023. Rakennuskoneet. Cramo Oy. Viitattu 20.6.2023. https://www.cramo.fi/fi/category/rakennuskoneet_nostoapuvälineet_materiaalin-kaasittely/product/betoninnostoastia--3000l-letkulla-jasu3000

Dearborn Crane 2023. Double girder top running bridge crane. Viitattu 24.7.2023. <https://www.dearborncrane.com/overhead-cranes/overhead-bridge-cranes/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY 2006. Viitattu 28.8.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=ES>

Halminen, A. 2007. Johdatus nosturitekniikkaan. Konecranes koulutusmateriaali.

Haverila, M.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Kuudes painos. Tampere: Infacs johtamistekniikka Oy.

KBE 2023. Viitattu 18.6.2023 <http://www.kbe.fi/>

Konecranes 2019. Kymmenen tapaa parantaa siltanosturin turvallisuutta. Konecranes Oy. (Viitattu 6.7.2023). https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-12/Konecranes_Safety_White%20paper_2019_FI_.pdf

Kosken betonielementti Oy 2023. Yritysesittely. KBE Oy. (Viitattu 18.6.2023). <http://www.kbe.fi/yritys>

Rakennustuoteteollisuuden TES 2023. TES-lennäkki 2023. <https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2023/03/Rakennustuoteteollisuuden-SES-lennakki-2023.pdf>

Salo, M. 2015. Hyvä liiketoimintapäätös ja johdon vastuu. Talentum Oy. Helsinki.

Satateräs 2023a. Siltanosturit. Satateräs Oy. Viitattu 19.6.2023.
<http://www.satateras.fi/fi/tuotteet-siltanosturit/>

Satateräs 2023b. Tuotteet. Radio-ohjaimet. Viitattu 23.6.2023.
<http://www.satateras.fi/fi/tuotteet-radio-ohjaimet/>

Satateräs 2023c. Viitattu 19.7.2023.
<https://www.satateras.fi/fi/ajankohtaista/lehtosen-konepajalle-laaja-nosturitoimitus/>

Savitie, I. 2022. Nostotyön turvallisuus tehdään yhdessä. RTT Turvallisuuspakki.
<https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/nostot/>

Suomi.fi-verkkotoimitus 2019. Investointien suunnittelu. Suomi.fi. Viitattu 24.6.2023. <http://www.suomi.fi/yritykselle/yrityksen-rahoitus-ja-tuet/rahoituksen-suunnittelu/opas/yritystoiminnan-rahoituksen-suunnittelu/investointien-suunnittelu>

Työturvallisuuslaki 738/2002.

Väylän koulutusaineisto 2014. Työturvallisuus. Väylävirasto. Viitattu 27.6.2023.
https://vayla.fi/koulutusaineistot/TEKO/runko/TEKO_runko01.pdf