

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2025

Niko Kangasniemi

Nostinlaitteen suunnittelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2.5.2025 | 39 sivua

Niko Kangasniemi

Nostinlaitteen suunnittelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Teräselementti Oy:lle nostinlaittekokonaisuus, jonka avulla pystytään siirtämään metallilevyjä työlaitteelta toiselle. Metallilevyt voivat jossain tapauksissa painaa jopa 100 kilogrammaa ja ne voivat olla kooltaan 3 x 1,5 metriä. Toimivan nostinlaitteen tavoitteena on helpottaa työntekijöiden työn fyysistä rasittavuutta ja parantaa työntekijöiden työergonomiaa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkasteltiin ja käsiteltiin konedirektiiviä ja lisäksi nostureiden suunnittelua ja turvallisuutta käsitteleviä standardeja. Alkutietojen saamiseksi opinnäytetyössä haastateltiin työpisteen työntekijöitä, joilta saatiin hyödyllisiä tietoja nostinlaitteen vaatimuksista. Näiden tietojen perusteella voitiin valita ominaisuuksiltaan sopivat tuotteet. Alkutietojen keräämisen jälkeen tutkittiin eri yritysten tarjoamia tuotteita ja niiden ominaisuuksia verrattiin keskenään. Lähteinä käytettiin eri yritysten ja tuotteiden internetsivuja ja yritysten edustajilta sähköpostitse saatuja lisätietoja.

Tarkastelun kohteena olleet tuotteet eivät ominaisuuksiltaan juurikaan eronneet toisistaan. Suurimpina eroina oli yritysten tekemien tarjousten sisältö, tuotteiden hinta, nostureiden koko sekä maahan kiinnitettävien pulttien koko.

Tarkastelussa huomattiin, että nostinlaitteiden komponentteja on markkinoilta saatavilla sekä yksittäisinä että kokonaisuuksina. Valinnassa painotettiin tuotteen komponenttien yhteentoimivuutta sekä yhtenäistä kokonaisuutta.

Asiasanat:

Nostinlaite, koneturvallisuus, suunnittelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2.5.2025 | 39 pages

Niko Kangasniemi

Planning of a crane

The purpose of the thesis was to design a crane in its entirety for Teräselementti Oy. It is meant to be used to relocate metal sheets from one machine to another. On occasion, the metal sheets could weigh approximately 100 kilograms with a size of around 3 x 1.5 meters. The goal of a working crane is to ease strain caused by the workload and improve work ergonomics of the workers.

The Machine Directive and standards regarding design and safety are reviewed in the theory section of the thesis. To gather initial information for the thesis, the workstation workers were interviewed. They provided useful information regarding the crane's requirements. By using this information, it was possible to choose products that would be suitable for the study. Products and their features offered by different companies were compared after gathering the initial information. The websites of various companies and products, along with additional information received from company representatives, were used as the source material.

The products that were reviewed did not differ significantly in their properties. However, the major differences were the contents of each company's offers, price of the products, size of the cranes and size of the bolts used for mounting. During inspection, it was noted that the crane components were acquirable from the market as singular pieces or as a whole. The selection was based on the synergy between each product's components and the entirety of the crane.

Keywords:

Crane, machine safety, designing

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Teräselementti Oy	8
3 Vaatimusten määrittely	9
3.1 Konedirektiivi	9
3.2 Standardit	10
3.3 Riskien arviointi	12
4 Suunnittelu	15
4.1 Tiedonkeruu	15
4.2 Riskien arviointi	16
4.3 Alipaine- ja magneettitarrain	18
4.3.1 Dumbo -alipainetarrain	18
4.3.2 TBM magneettitarrain	19
4.4 Nostinlaitteen nostin	21
4.4.1 Demag DC-Pro -ketjunostin	21
4.4.2 SWF ATHLO -sähköketjunostin	23
4.5 Nostinlaitteen pylväs ja puomi vaihtoehdot	24
4.5.1 Pylväskääntöpuomivaihtoehto I	25
4.5.2 Pylväskääntöpuomivaihtoehto II	26
4.5.3 Pylväskääntöpuomivaihtoehto III	27
4.6 Tuotteiden vertailu	28
5 Kokoonpano	29
5.1 Nostinlaitteen kiinnitys	29
5.2 Nosturin sähköistys	30
5.3 Nosturisäännösten vaatimukset	31
5.4 Nostinlaitteen käytön ohjeistus	32
6 Nostinlaitteen osien valinta	34
Lähteet	36

Kuvat

Kuva 1 Riskigraafi (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 30).	14
Kuva 2 Levyjen työstöalue	16
Kuva 3 Suunnitteluvaiheen riskilistaus ja riskiluokka	17
Kuva 4 Dumbo-alipainetarrain (Skanveir Oy 2025).	19
Kuva 5 TBM Magneetitarrain (IKH 2025b).	20
Kuva 6 Demag DC-Pro -ketjunostin (Algol Technics Oy 2025b).	22
Kuva 7 SWF ATHLO -sähköketjunostin (SWF Krantechnik GmbH 2025b).	23
Kuva 8 Satateräs Oy:n pylväskääntönosturi (Satateräs Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025).	25
Kuva 9 AC Cranes' Trading Oy:n pylväskääntönosturi (AC Cranes' Trading 2025).	26
Kuva 10 Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n pylväskääntönosturi (Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 7.3.2025).	27

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella metallilevyjen nostamiseen tarkoitettu nosturilaite rakennusalalla toimivan yrityksen julkisivuosaston tuotepuolelle. Nosturilaite oli jo ollut suunnitteilla aikaisemmin, mutta tehtaalla ei tuolloin ollut resursseja suunnitelman toteuttamiseen. Opinnäytetyön lähtötilanteessa metallilevyjä siirrettiin työntekijöiden toimesta käsin leikkurille ja työstökoneelle. Osa nostettavista metallilevyistä on isokokoisia ja painavia yksin käsin nostettavaksi. Kyseisten kappaleiden nostelu ja siirtely työkoneiden välillä tehostuisi huomattavasti nostinlaitteen avulla. Lisäksi oikeankaltaisen nostinlaitteen avulla pystyttäisiin vähentämään tapaturmien määrää ja työn kuormittavuutta huomattavasti.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman ergonominen ja helposti käsin liikuteltava nosturilaite metallilevyjen siirtämistä varten. Nostinlaitteen tarkoituksena oli yltää metallilevyjen nostopisteestä leikkurille ja työstökoneelle. Lisäksi asiakas halusi nostinlaitteeseen mahdollisuuden käyttää alipaine- tai magneettitarrainta eri tuotteiden materiaaleja ja kokoja varten. Kyseiselle työpisteelle oli mahdollista suunnitella lattiaan asennettava puominosturi tai läheiseen seinään kiinnitettävä kääntöseinäpuominosturi. Seinäpuominosturin pituudeksi olisi tullut yli kuusi metriä, joten päädyttiin perinteiseen puominosturiin.

Ensimmäiseksi opinnäytetyössä käsitellään nostinlaitteen suunnitteluun kuuluvat vaatimukset ja kehotukset. Nostinlaitteen on noudatettava Euroopan parlamentin asettamaa konedirektiiviä sekä Suomen koneasetusta. Opinnäytetyön teoriaosuudessa selostetaan standardeja koneturvallisuuteen sekä nostinlaitteisiin liittyen. Lisäksi käsitellään ja laaditaan riskien arviointi suunnittelun alkutilanteesta.

Vaatimusten määrittelyn jälkeen aloitettiin nostinlaitteen suunnittelutyö. Suunnittelu saatiin alkuun haastattelemalla työpisteiden työntekijöitä ja kyselemällä heiltä tietoja käsiteltävistä kappaleista ja työympäristöstä. Tiedonkeruun jälkeen laadittiin alkutilanteen riskien arviointi ja pohdittiin, mitä

asioita suunnittelussa tulisi erityisesti huomioida. Alun perin tarkoituksena oli suunnitella nostinlaitteeseen kuuluvat osat itse, mutta suunnittelun edetessä, tätä ei enää katsottu tarpeelliseksi, koska markkinoilta oli saatavilla tarkoitukseen sopivia nosturilaitteekomponentteja. Tilanteen kartoittamiseksi usealle alan yritykselle lähetettiin sähköpostiviestejä, joissa tiedusteltiin heidän edustamien tuotteiden teknisiä tietoja ja hintoja.

Opinnäytetyön kokoonpano-osuudessa käsitellään nosturilaitteen kiinnittämiseen ja betonilattian kestämiseen liittyviä seikkoja. Samalla selvitetään, mistä ja miten nosturi saa sähköä. Ennen nostinlaitteen komponenttien valitsemista tutkitaan vielä, täyttävätkö opinnäytetyössä käsitellyt nostinlaitteen komponentit nosturisäännösten vaatimukset sekä laaditaan asiakkaalle ohjeistus nostinlaitteen turvallista käyttöä varten. Opinnäytetyöhön sisällytettiin tuotteiden hinnat niiden vertailua varten.

2 Teräselementti Oy

Teräselementti Oy on vuonna 1964 perustettu teräsrakentamiseen erikoistunut perheyritys. Teräselementti Oy:ssä työskentelee 125 työntekijää ja yrityksen liikevaihto vuonna 2024 oli 59 miljoonaa euroa. Yrityksen palveluihin kuuluu julkisivurakentaminen ja -saneeraus, hallien ja toimitilojen rakentaminen sekä teräsrunkojen ja -rakenteiden valmistus. Yritys tarjoaa asiakkailleen erilaiset rakennusprosessit kokonaispalveluna asiakkaalle sopivalla urakkamuodolla. (Teräselementti Oy 2025a.)

Teräselementti Oy tarjoaa monta erilaista urakkamuotoa hankkeen ja asiakkaan tarpeiden mukaan. Kokonaisvastuurakentaminen (KVR) urakkamuodon perusajatuksena on, että sama urakoitsija on vastuussa rakennusprojektista suunnittelusta toteutukseen asti. Toisena urakkamuotona on projektinjohtomalli, joka toimii projektinjohtourakan (PJU) ja KVR-urakan yhdistelmänä. Urakkamalli sopii hankkeisiin, jossa ei esimerkiksi ole tarkkaan määritelty toimitilojen laatutasoa. Tässä urakkamuodossa tehdään lopulliset päätökset yhdessä tilaajan kanssa. Yritys tarjoaa mainittujen urakkamuotojen lisäksi myös hallipaketteja, runkotoimituksen sekä tuoteosakaupan. (Teräselementti Oy 2025b.)

Teräselementti Oy on ollut mukana useissa rakennusprojekteissa Suomessa. Yritys muun muassa valmisti Lempäälän Ideaparkin teräsrungon sekä julkisivut valmiiksi asennettuna ja toimitti Helsingin Messukeskuksen rungon teräsosat, julkisivut ja lasijulkisivun asennettuna. Yritys on tällä hetkellä mukana Turun musiikkitalo Fuugan sekä Lempäälän Ideaparkin laajennusta koskevissa rakennusprojekteissa. (Teräselementti Oy 2025c.)

3 Vaatimusten määrittely

Nosturilaitteen suunnittelussa on otettava huomioon erilaiset lait ja standardit. Kyseisiä lakeja ja standardeja noudattamalla pyritään takaamaan laitteiden toimivuus, turvallisuus sekä yhteensopivuus.

3.1 Konedirektiivi

Euroopan unionin alueella olevien koneiden täytyy täyttää konedirektiivin 2006/42/EY vaatimukset (Tukes 2025b). Direktiivin mukaan koneen määritelmä on vähintään kahden osan tai komponentin yhdistelmä, jossa on ainakin yksi liikkuva komponentti. Koneessa käytettävän voimansiirtojärjestelmän on myös oltava varustettu muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla. (Konedirektiivi 2006/42/EY, 2.)

Ennen koneen käyttöönottoa valmistajan tulee täyttää tietyt vaatimukset. Valmistajan on varmistettava, että kone täyttää olennaiset turvallisuus- ja terveysvaatimukset. Lisäksi valmistajan on huolehdittava, että koneen käyttäjällä on saatavuus kaikkeen tarvittavaan konetta koskevaan tietoon. Tällaisia tietoja ovat muun muassa ohjeet ja laitteen tekninen rakennetiedosto. Ennen laitteen käyttöönottoa on myös laadittava vaatimustenmukaisuusvakuutus sekä kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä ja muut vaadittavat merkinnät, esimerkiksi koneen ja valmistajan nimi. (Konedirektiivi 2006/42/EY, 5.)

Euroopan unionin konedirektiivi 2006/42/EY on saatettu Suomessa voimaan Valtioneuvoston asetuksella koneiden turvallisuudesta 400/2008 eli niin sanotulla koneasetuksella (Tukes 2025b). Koneasetusta sovelletaan:

- koneissa
- vaihdettavissa laitteissa
- turvakomponenteissa
- nostoapuvälineissä

- nostoketjuissa, -köysissä ja võissä
- nivelakseleissa
- osittain valmiissa koneissa

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008, 2).

Opinnäytetyössä laaditaan konekokonaisuus, joten sen on noudatettava konedirektiivin asettamia ehtoja, kuten CE-merkintää. CE-merkintä vakuuttaa tuotteen täyttävän konedirektiivin ja koneasetuksen olennaiset vaatimukset (Tukes 2025a). CE-merkintä tulee kiinnittää koneeseen näkyvästi, sen tulee olla luettavissa ja sen tulee pysyä tukevasti koneessa kiinni (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008, 9).

Euroopan unionin uusi koneasetus 1230/2023 julkaistiin kesäkuussa 2023. Uusi koneasetus korvaa 20.1.2027 alkaen nykyisen konedirektiivin 2006/42/EY. (METSTA 2025.) Opinnäytetyö tehdään konedirektiivin 2006/42/EY pohjalta, koska uusi koneasetus ei vielä ole opinnäytetyön tekemisen aikana voimassa. Uusi koneasetus on suurelta osin samanlainen kuin nykyinen konedirektiivi, sillä suurimmat muutokset liittyvät digitalisaation ja koneiden ohjausjärjestelmien turvallisuusvaatimukseen (METSTA 2025).

3.2 Standardit

Standardi on kirjallinen julkaisu, joka sisältää ja määrittää suosituksia, ohjeita tai vaatimuksia standardia koskevasta aiheesta. Niiden tarkoituksena on toimia kaikkien standardin käyttäjien välisenä yhteisenä sopimuksena, joiden avulla estetään väärinymmärryksiä. (SFS 2025.) Nosturilaitetta suunniteltaessa on otettava huomioon kaikki yleiset koneen suunnitteluun ja koneturvallisuuteen liittyvät standardit. Tämän lisäksi on huomioitava erikseen nostureihin liittyvät standardit. Standardien käyttö on vapaaehtoista, mutta niillä on hyötynsä. Ne muun muassa parantavat turvallisuutta ja koneiden osien yhteensopivuutta, joka osaltaan vähentää riskejä. (SFS 2025.)

Koneturvallisuuteen liittyviä standardeja on hyvin monenlaisia.

Koneturvallisuusstandardit sisältävät esimerkiksi koneturvallisuuden perusteet, koneiden erilaiset suojaustekniikat sekä koneen käytön turvallisuuden. Jopa tietynlaisille konetyypeille on laadittu omat turvallisuuteen liittyvät standardit. (SFS 2024.) Tämän takia kaikki konedirektiiviin liittyvät turvallisuusstandardit ovat jaoteltu seuraavan hierarkian mukaisesti:

- Tyypin A perusstandardi
- Tyypin B ryhmästandardi
- Tyypin C tuotestandardi

(METSTA 2025).

Tyypin A standardeja pidetään hierarkian huipulla. Ne määrittelevät koneturvallisuuden perusfilosofian ja käsittelevät perusterminologian lisäksi periaatteita turvallisuussuunnittelusta sekä riskien arvioinnista (SFS 2024). B-tyypin standardit ovat jaoteltu tyypin B1 ja B2 standardeihin. Tyypin B1 standardit koskevat tarkemmin turvallisuusnäkökohtia, kuten turvaetäisyyksiä ja pintalämpötilojen raja-arvoja. Tyypin B2 standardit käsittelevät turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä, kuten esimerkiksi koneen hätäpysäytystä. (METSTA 2025.) C-tyypin standardit ovat paljon yksityiskohtaisempia, sillä ne koskevat yksittäisten koneiden tai koneryhmien turvallisuutta. (SFS 2024.)

Opinnäytetyössä on otettu huomioon ainakin seuraavat yleiseen turvallisuuteen liittyvät standardit:

- SFS-EN ISO 12100 Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen
- SFS-ISO/TR 14121-2 Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä
- SFS-EN ISO 13850 Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet
- SFS-EN ISO 4414 Pneumaattinen tehonsiirto. Järjestelmiä sekä niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset

- SFS-EN ISO 13849-1:2023 Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet

Kyseisessä opinnäytetyössä käsittelemme nosturilaitetta, joten tutkimme nostureihin liittyviä standardeja tarkemmin.

- SFS-EN 13001-1 Nosturit. Yleissuunnittelu. Osa 1: Yleiset periaatteet ja vaatimukset
- SFS-EN 13001-2:2021 Nosturit. Yleissuunnittelu. Osa 2: Kuormitukset
- SFS-EN 13001-3-1:2012 + A2:2018/Korjaus:2022 Nosturit. Yleissuunnittelu. Osa 3-1: Teräsrakenteiden rajatilat ja kelpoisuuden osoittaminen
- SFS-EN 16851:2017 + A1:2020 Nosturit. Kevytnosturijärjestelmät
- SFS-EN 13135:2013 + A1:2008 Nosturit. Turvallisuus. Suunnittelu. Laitteita koskevat vaatimukset
- SFS-EN 13155:2020 Nosturit. Turvallisuus. Irrotettavat nostoapuvälineet

Nosturilaitetta suunniteltaessa on suositeltavaa käyttää hyödyksi nostureille kohdistettuja standardeja. Standardeista saa hyviä vinkkejä ja tietoa suunnitteluprosessia varten. Esimerkiksi standardilla SFS-EN 13001-1 saadaan peruskäsitys nostureihin kuuluvista vaatimuksista.

3.3 Riskien arviointi

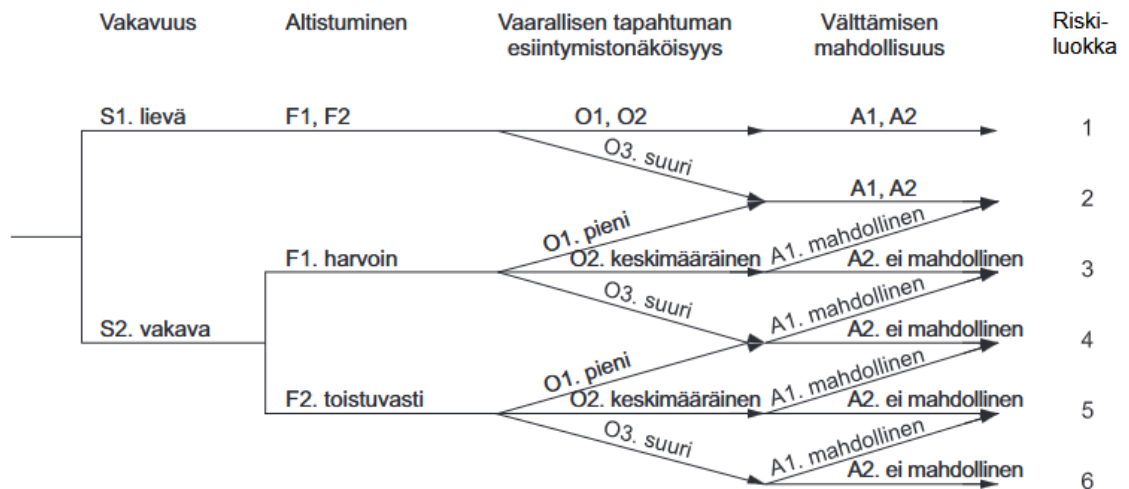
Riskien tunnistamisella ja arvioinnilla pyritään tunnistamaan riskin suuruus ja merkitys sekä vähentämään kyseisiä riskejä. Riskien arvioinnin helpottamiseksi on laadittu erilaisia menetelmiä ja työkaluja. Riskien arvioinnissa tärkeämpää on itse prosessi kuin työkalun tai menetelmän valitseminen. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 6.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään SFS-ISO/TR 14121-2 standardia ja kuvaillaan sen menetelmiä riskien arvioinnissa.

Koneen riskien arviointia tulisi tehdä kaikissa koneen elinkaarenvaiheissa. Jos riskien arvioinnin tekee ainoastaan tuotteen valmistuttua, voi se mahdollisesti lisätä kustannuksia ja rajoittaa koneen käytettävyyttä. Tästä syystä on

suositeltavaa tehdä riskien arviointia heti suunnitteluvaiheesta alkaen. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 6.) Tehokkaimmaksi tavaksi on todettu menetelmä, jossa tutkitaan perusteellisesti koneen elinkaaren kaikki vaiheet (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 14).

Riskien arviointi alkaa aina määrittelemällä koneen raja-arvot. Tarkoituksena on selvittää koneen toiminnot sekä käyttötavat. Koneen toimintojen tunnistamiseen kuuluu muun muassa koneen tehtävien tutkiminen tai erilaisten osien, mekanismien tai rakenteiden kuvailu. Koneen käyttötapoja voidaan tutkia esimerkiksi ottamalla huomioon työntekijät, jotka ovat vuorovaikutuksessa koneen kanssa samassa työympäristössä. Riskien kannalta koneen käyttöä voidaan kuvata koneen työtehtävien tai mahdollisen koneen väärinkäytön perusteella. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 12.) Nostinlaitteen tarkoituksena on olla käsikäyttöinen, joten työntekijöiden turvallisuus on otettava huomioon. Kun koneen toiminnot ja sen käyttötavat on selvitetty, pystytään tunnistamaan koneen vaarat. Tavoitteena on laatia luettelo kaikista mahdollisista riskeistä tai vaaratilanteista, jotka voivat tapahtua konetta käytettäessä. Luettelon laatimisen jälkeen arvioidaan kunkin riskin suuruutta. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 14.)

Riskin suuruuden arviointiin on monia eri työkaluja. Suurin osa riskin suuruuden arvioinnin työkaluista pohjautuu kolmeen eri työkaluun tai menetelmään. Nämä kolme menetelmää/työkalua ovat riskigraafi, riskimatriisi sekä numeerinen pisteytys. Näiden lisäksi on myös olemassa mainittuihin menetelmiin perustuvia yhdistelmätyökaluja. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 22.) Tässä opinnäytetyössä riskien arvioinnin suuruus tutkitaan käyttämällä riskigraafia.



Kuva 1 Riskigraafi (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 30).

Riskigraafin käyttö perustuu päätöspuuhun, jossa jokainen solmukohta symboloi riskin muuttujaa (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 26). Kuvasta 1 nähdään muuttujia, esimerkiksi riskin vakavuus sekä esiintymistodennäköisyys. Jokaisen vaaratilanteen muuttujalle on annettava luokka, esimerkiksi kuinka vakava riskin suuruus on tai onko riski mahdollista välttää. Kun jokaisen muuttujan luokka on määriteltä, aloitetaan riskigraafin kulku kuvassa 1 olevan graafin vasemman reunan aloituspisteestä. Jokaisessa haarakohdassa valitaan luokka, joka parhaiten kuvaa tutkittavaa riskiä. Viimeisen solmukohdan ratkaisu päättää, mihin riskiluokkaan tai -tasoon tutkittu riski kuuluu. Saatua riskin suuruuden arviota voidaan kuvailla numeroin tai kirjaimin. (SFS-ISO/TR 14121-2. 2013, 26.) Kuvassa 1 riskiluokan vakavuutta kuvataan numeroin, josta numero kuusi on vakavin.

4 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa suoritetaan kaikki mahdollinen tiedonkeruu suunnittelua varten. Suunnittelun yhteydessä käytetään hyödyksi eri toimittajien internet-sivuja, tiedotteita, tuoteselosteita sekä yhteydenottoa yrityksiin. Valintakriteerinä on nostinlaitteen komponenttien kustannustehokkuus ja riittävä teho työtarkoitukseen. Opinnäytetyössä vertaillaan eri tuotteita ja tarjouksia keskenään.

4.1 Tiedonkeruu

Aluksi tarkoituksena oli saada kaikki mahdollinen perustieto nostinlaitteen tulevista tehtävistä ja itse työprosessista. Tietoa kerättiin haastattelemalla työpisteen työntekijöitä ja observoimalla työprosessin kulkua. Haastattelun yhteydessä kävi ilmi, että yrityksellä oli jo olemassa käyttämätön pylväs puominosturia varten ja kyseistä pylvästä olisi tarvittaessa mahdollista hyödyntää nostinlaitteen suunnittelussa. Työpaikkakäynnin yhteydessä otettiin myös kaikki tarvittavat mitat laitteen suunnittelua varten. Tärkeitä mittoja olivat muun muassa kahden eri työkoneen ja mahdollisen pylvään etäisyydet toisistaan.

Työpaikkojen työntekijöitä haastateltiin, jotta saataisiin ymmärrys, mitä suunnittelussa kannattaisi ottaa huomioon. Haastattelussa tiedusteltiin laitteilla käsiteltäviin tuotteisiin liittyvät perustiedot. Haastateltavien mukaan laitteilla käsiteltävät painavimmat kappaleet painavat suunnilleen 100 kg. Käsiteltävät metallilevyt ovat yleensä kookkaita, suurimmat ovat noin 3000x1500 mm kokoisia. Metallilevyjen materiaali voi olla esimerkiksi terästä, alumiinia tai kuparia. Haastattelussa tiedusteltiin myös, mitä olisi hyvä ottaa suunnittelussa huomioon työntekijöiden turvallisuuden kannalta. Työntekijöiden mukaan tärkein huomioon otettava turvallisuusasia on nostinlaitteen korkeus.

Työpaikkakäynnillä tutustuttiin myös työpisteen ja työkoneiden työprosesseihin. Työprosessi ei ole täysin suoraviivainen vaan se vaihtelee eri tuotteiden välillä.

Tuote voidaan esimerkiksi leikata leikkurilla sopivan kokoiseksi, jotta se voidaan asettaa työstökoneeseen rei'itettäväksi. Toisinaan tuote laitetaan ensin rei'itettäväksi ja sen jälkeen vasta leikattavaksi. Jossain tapauksissa riittää pelkkä tuotteen leikkaus leikkauskoneessa tai pelkkä rei'itys työstökoneessa. Työpisteiden työprosessi voi siis olla hyvin vaihteleva.



Kuva 2 Levyjen työstöalue

Kuvassa 2 vasemmalla oleva sininen työkone on työstökone, jolla metallilevyt rei'itetään ja oikealla oleva punainen työkone on leikkuri. Suunniteltavan nostinlaitteen tehtävänä olisi helpottaa tuotteiden siirtämistä näiden laitteiden välillä sekä työalueelta pois erilliselle lavalle. Nostinlaitteen tarkoituksena on nostaa metallilevyjä ylöspäin vain muutaman senttimetrin verran metallilevyjen siirtoa varten. Paras paikka kiinnittää nostinlaitteen pylväs olisi kohta, josta olisi yhtä pitkä etäisyys molempiin työkoneisiin.

4.2 Riskien arviointi

Ennen suunnittelua oli vielä tarkoituksena laatia riskien arviointi nostinlaitteesta. Riskien arvioinnin prosessi alkoi nostinlaitteen raja-arvojen määrittämisellä, jonka jälkeen siirryttiin vaarojen ja riskien tunnistamiseen. Lopuksi vielä arvioitiin

riskien suuruutta. Haastattelun ja tietojenkeruun yhteydessä saatiin tulevan nostinlaitteen raja-arvot selville, joten seuraavaksi pystyttiin tunnistamaan mahdolliset riskit.

Riskien listaamisessa otettiin huomioon kaikki mahdollisesti tapahtuvat riskit nosturilaitetta käytettäessä. Suurin osa riskeistä liittyi työntekijän vahingoittumiseen tai metallilevyn tai laitteenosan putoamiseen. Riskien listauksen jälkeen riskejä arvioitiin kuvan 1 riskigraafin avulla, jonka mukaan kunkin riskitilanteen riskiluokka saatiin selville.

Havaitut riskitilanteet	Riskiluokka
Kappaleen putoaminen	5
Työntekijän vahingoittuminen (kolhaisu)	5
Kompastuminen	4
Käden puristuminen	4
Käyttäjävirhe	4
Viiltohaava tuotteesta	4
Puomin / moottorin putoaminen	3
Vaijerin katkeaminen	3
Pylvään kaatuminen	3

Kuva 3 Suunnitteluvaiheen riskilistaus ja riskiluokka

Kuvasta 3 huomataan, että kappaleen putoaminen sekä työntekijän vahingoittuminen ovat suurimmat riskit. Suunnittelussa on siis tärkeää kiinnittää huomiota, oikeanlaisen alipaine- ja magneettitarraimen valitsemiseen. Työntekijän vahingoittumista pystytään lieventämään turvallisilla työvaatteilla. Kuvasta 3 huomataan, että suurin osa listatuista riskeistä luokiteltiin riskiluokkaan neljä. Kompastumiseen, raajan puristumiseen ja käyttäjävirheeseen ratkaisuksi toimii parhaiten laitteen käytön perehdyttäminen sekä työntekijöiden huolellisuus ja varovaisuus. Viiltohaavan estämiseksi tulee käyttää työhön tarkoitettuja turvahanskoja. Kuvan 3 mukaan pienimmät riskit ovat itse puomin irtoaminen, nostimen putoaminen, vaijerin katkeaminen tai pylvään kaatuminen.

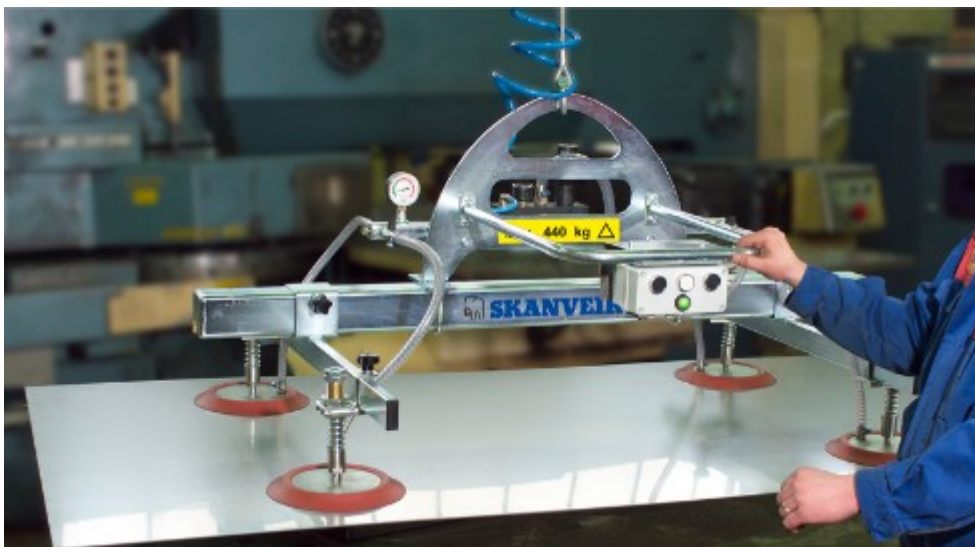
Vaikka kyseisten riskien luokitus on pienin listalla, niin ne voivat silti aiheuttaa vakavia tapaturmia. Näiden tapahtumistodennäköisyys on kuitenkin pieni, kunhan nostinlaitteelle tehdään tietyin aikaväleihin tarvittavat huoltotoimenpiteet ja suoritetaan tarpeelliset tarkastukset.

4.3 Alipaine- ja magneettitarrain

Riskien arvioinnin jälkeen, etsittiin sopivat tarraimet nostinlaitteeseen. Ennen nostinlaitteen puomin suunnittelemista on tarpeellista saada selville puomiin kohdistuvan nostokuorman enimmäismäärä. Tähän maksimikuormaan kuuluu käsiteltävien metallilevyjen lisäksi tarraimien painot. Tarraimien valitsemisessa on otettava huomioon niille tarkoitettu nimellisnostokky sekä kuinka isoja kappaleita tarrain pystyy käsittelemään.

4.3.1 Dumbo -alipainetarrain

Alipainetarraimeksi sopii Skanveir Oy:n Dumbo-alipainetarrain. Kyseisestä alipainetarraimesta löytyy paineilma- sekä sähkötoiminen vaihtoehto. Kaikista Dumbo-alipainetarraimista löytyy ergonominen ohjauskädensija, kiinnitys yhdestä pisteestä nosturin koukkuun sekä säädettävät imukupit pituus- ja leveyssuunnassa. (Skanveir Oy 2025.) Kaikissa malleissa on kuitenkin hieman eroavaisuuksia.

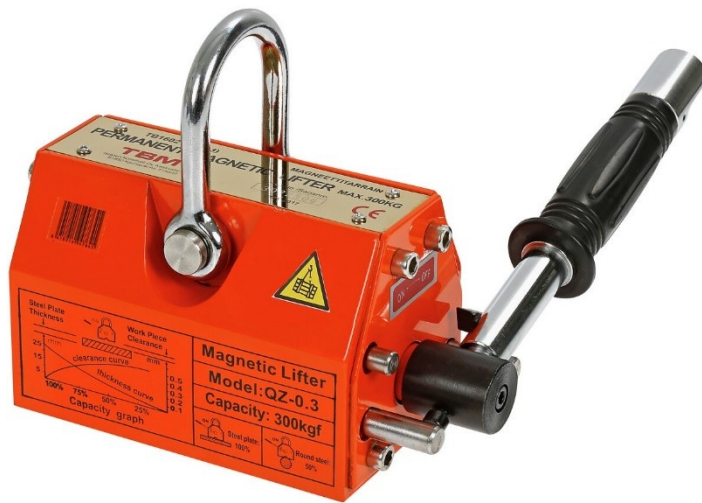


Kuva 4 Dumbo-alipainetarrain (Skanveir Oy 2025).

Paineilmatoimisen alipainetarraimen malli A440 pystyy käsittelemään maksimissaan 1500x3000 millimetrin levyjä sekä mallin nimellisnostokyky on 440 kg (Skanveir 2025). Kyseisen mallin paino on 48 kg (Skanveir Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 24.2.2025). Imukuppeja kyseisessä mallissa on vain neljä. Vaihtoehtoina ovat myös mallit A660 sekä A880. Sähkötoimisten alipainetarrainten tekniset tiedot ovat hyvin samanlaisia, mutta niiden nostokyky on hieman parempi. (Skanveir 2025.)

4.3.2 TBM magneettitarrain

Magneettitarraimeksi sopii IKH Oy:n TBM magneettitarrain. TBM magneettitarraimen TB1602 mallin nostokapasiteetti teräslevylle on 300 kg. Kyseisen mallin paino on 12 kg. (IKH 2025a.)



Kuva 5 TBM Magneettitarrain (IKH 2025b).

Kaikista malleista TB1602 vaikuttaa sopivimmalta nostinlaitteelle, sillä työpisteellä käsiteltävä paino on oletustasi suurimmillaan noin 100 kg per nosto. Tuotevalikoimasta löytyy yksi pienempi, mutta myös muutama suurempi vaihtoehto. Magneettitarrainmallien suurimpina eroina ovat nostokapasiteetti, tarrainmitat sekä paino. (IKH 2025a.) Kuvasta 5 huomataan, että magneettitarrainta voidaan käyttää koukun avulla niin kuin alipainetarrainta.

Alipainetarraimeksi valittiin Skanveir Oy:n Dumbo-alipainetarrain A440, joka toimii paineilmalla. Kyseisen alipainetarrainin hinta on noin 4200 euroa (Skanveir Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 24.2.2025). Magneettitarraimeksi valittiin IKH Oy:n TBM magneettitarrain, jonka malli on TB1602. Kyseisen tuotteen hinta on alle 500 euroa (IKH 2025b).

Alipainetarrainin paino on suurempi kuin magneettitarrainin, joten alipainetarrainin painoa, käytetään nostinlaitteen maksiminostokyvyn selvittämisessä. Maksiminostokyvyn laskennassa tulee ottaa huomioon nostettavien levyjen materiaalien painoerot. Haastattelussa saadun tiedon mukaan painavimmat nostettavat levyt painavat noin 100 kg.

Maksiminnostokyvyn laskennassa määritellään maksimipainoksi kuitenkin 150 kg nostinlaitteen turvallisen toiminnan takaamiseksi. Alipainetarraimen paino pyöristetään 50 kg:aan, joten kokonaispainoksi tulee noin 200 kg. Tarkoituksena on suunnitella nosturilaitte, joka nostaa yli 200 kg:n taakan.

4.4 Nostinlaitteen nostin

Nostinlaitteen valintaa varten vertailtiin eri yritysten nostinten teknisiä ominaisuuksia ja nostimien hintoja keskenään. Samalla kiinnitettiin huomiota siihen, onko nosturi mahdollista saada samassa kokonaisuudessa pylväskääntöpuomin kanssa. Yhtenä kriteerinä oli, että se pystyy nostamaan enemmän kuin 200 kg. Samalla tarkoituksena oli pitää nosturin toiminta yksinkertaisena. Opinnäytetyössä vertailtiin kahta nosturia.

4.4.1 Demag DC-Pro -ketjunostin

Demag DC-Pro on Demag Oy:n valmistama ketjunostin. Demag Oy:n DC-Pro -ketjunostinta on useita eri malleja ja tyypppejä. Tarkoituksena oli selvittää mikä, niistä sopisi parhaiten asiakkaan tarpeisiin. Sopivan mallin valinnassa käytettiin apuna ketjunostimen Algol Technics Oy:n nettisivujen lisämateriaalista löytynyttä opasta. Ketjunostimen rakennekoko määriteltiin kuormitustavan, päivittäisen käyttöajan, nostokyvyn ja ketjuluvun perusteella. Aluksi mietittiin, minkälaiset käyttöolosuhteet työympäristössä on ja mitkä ovat tarvittavat maksiminnostokyky, nostokorkeus ja -nopeus. Sitten arvioitiin, vaativatko nostettavat tuotteet hellävaraista käsittelyä ja millä tavoin nostinta ohjattaisiin. (Algol Technics Oy 2025a, 28.)



Kuva 6 Demag DC-Pro -ketjunostin (Algol Technics Oy 2025b).

Valintakriteerien selvittämisen jälkeen määriteltiin nostinlaitteeseen sopiva ketjunostimen käyttökoneistoluokka. Lisämateriaalissa ollutta taulukkoa seuraamalla saimme selville nostimen rakennekoon. Asiassa on kuitenkin huomioitava aiemmin määritelty enimmäisnostovaatimus, jonka tulee olla enemmän kuin 200 kg. Näiden tietojen perusteella päädyimme Rakennesarjan DC-Pro 2 -ketjunostimeen, jonka nostokyky on 250 kg. (Algol Technics Oy 2025a, 29.)

Kyseisen mallin nostonopeutena on kaksi vaihtoehtoa, 8 m/min tai 2 m/min. Mallin paino on 24 kg. Mallin maksimikorkeus on 335 mm ja maksimileveys on 422 mm. (Algol Technics Oy 2025a, 31–32.)

Kyseinen ketjunostin on erittäin monipuolinen. Sen ominaisuuksiin kuuluu muun muassa 24V-kontraktoriohjaus sekä käyttörajakatkaisijat, jotka lisäävät käytön varmuutta. Ketjunostimeen kuuluu myös painikeohjain, jonka korkeutta voidaan säätää työntekijälle sopivaksi parantaen työergonomiaa. Ketjunostin on myös hellävarainen ja siinä on kaksi erillistä nostonopeutta. Nostimen nostoketju on luja, siinä on korkea pintakovuus ja se kestää hyvin vanhenemista. (Algol Technics Oy 2025a, 3–5.) Ketjunostimessa on myös sopiva koukku, jolla pystyy nostamaan alipaine- ja magneettitarraimia.

Kyseinen nosturi ei kuulu valmiiseen nosturilaitetekonaisuuteen kuten toisessa vertailukohteessa. Nosturin hinta on noin 2800 euroa (alv 0 %) (Algol Technics Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 25.2.2025).

4.4.2 SWF ATHLO -sähköketjunostin

SWF ATHLO -sähköketjunostin on SWF Krantechnik -yrityksen suunnittelema. Sähköketjunostin on helppo huoltaa eikä sen huoltoon tai osien vaihtoon tarvita erikoisia työkaluja vaihdon yhteydessä. Kyseisellä sähköketjunostimella on myös pitkä käyttöelinikä sen moottorin ja liukukytkimen optimoidun jäähtymisen ansiosta. Sähköketjunostimessa olevat ketjuohjain ja ketjupyörä takaavat luotettavan käytön ja rajakytkimet varmistavat, että moottori sammuu ylä- ja ala-asennoissa. Sähköketjunostin voidaan kiinnittää joustavasti osaksi eri tuotantolinjoja siihen kuuluvan kannattimen ansiosta. Kyseinen kannatin takaa lastin vakaan käytön. Lisäksi se on tarpeen mukaan vaihdettavissa. (SWF Krantechnik GmbH 2025a, 3–4, 7–9.)



Kuva 7 SWF ATHLO -sähköketjunostin (SWF Krantechnik GmbH 2025b).

Yrityksellä on useita malleja, mutta opinnäytetyössä käytetään yhtä mallia vertailussa. Kyseinen malli on Satateräs Oy:n pylväsnosturissa käyttämä malli.

SWF ATHLO -sähköketjunostinmallin AA-085.P-F nostokyky on 250 kg ja laite itsessään painaa 40 kg. Malli on korkeudeltaan maksimissaan 470 mm ja leveydeltään 392 mm. Mallilla on kaksi nopeusvaihtoa, 8 m/min tai 2 m/min. Malli sisältää kolmivaiheisen käyttö-/ohjausjännityksen, jonka nimellissyöttöjännitys on 400V ja lähtöjännitteenä on 48V. Kyseisessä mallissa on koukkuripustus, johon saa helposti edellä mainitut alipaine- ja magneettitarraimet kiinni. Malliin saa myös nostimen ohjauksen riippuohjaimella kiinni. (Satateräs Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025.)

Kyseinen SWF ATHLO -sähköketjunostin on mahdollista saada valmiina Satateräs Oy:n pylväskääntönosturia. Pelkän sähköketjunostimen hinta on noin 1500 euroa (sis. alv). (Satateräs Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025.)

4.5 Nostinlaitteen pylväs ja puomi vaihtoehdot

Suurin rasitus nostinlaitteessa kohdistuu pylvääseen, puomiin sekä näiden tukirakenteisiin. Seuraavaksi tutkitaan pylväs- ja puomivaihtoehtoja. Yksittäisten puomien ja pylväiden löytäminen markkinoilta on haastavaa, joten tässä niitä tarkastellaan valmiina kokonaisuuksina.

Yksinkertaisin tapa toteuttaa nosturilaite on käyttää pylväskääntöpuomia, joka koostuu pylväästä ja liikutettavasta puomista. Kartoitus aloitettiin etsimällä pylväskääntöpuomeja netistä ja tiedustelemalla yrityksiltä niistä tietoja. Pylväskääntöpuomeja oli hankalaa löytää ilman nostinta, joten yrityksiltä kysyttiin myös, onko mahdollista saada kyseisiä tuotteita ilman nostinta hintavertailua varten.

Nostinlaitteen puomin ja rungon valitsemisessa on otettava huomioon opinnäytetyöhön kuuluvat yleisvaatimukset. Maksiminostokuormaksi on aikaisemmin määritelty 250 kg, joten pylväskääntöpuomin maksimikuormituksen tulee olla vähintään saman verran. Toisena yleisvaatimuksena on puomin pituus. Työpisteeltä etäisyys molempiin työkonisiin on noin kolme ja puoli metriä ja metallilevyjen tuontipisteelle noin neljä metriä. Tästä syystä puomin vaatimuspituudeksi asetetaan viisi metriä.

Lisäksi on myös otettava huomioon nostinlaitteen korkeus. Se ei saa olla liian korkea katossa menevän siltanosturin vuoksi, eikä myöskään liian matala, koska se voi aiheuttaa työtaturmariskejä. Aikaisemmin tehdyn haastattelun yhteydessä sopivaksi korkeudeksi todettiin noin kolme ja puoli metriä.

4.5.1 Pylväskääntöpuomivaihtoehto I

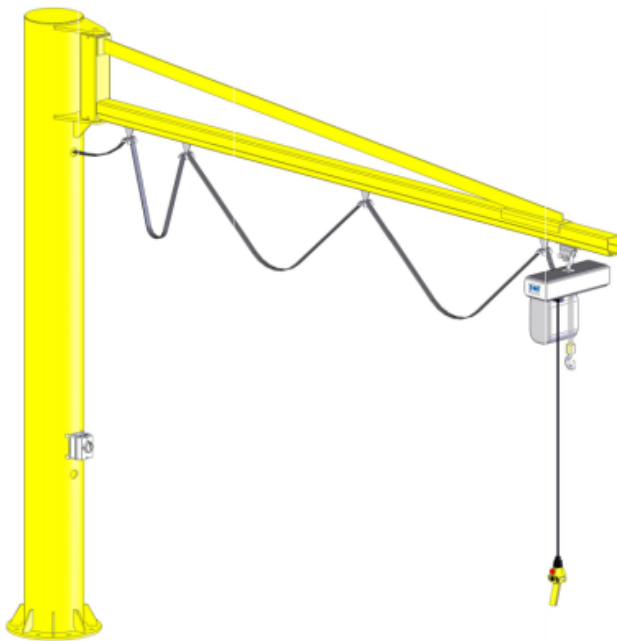
Yhtenä vaihtoehtona on Satateräs Oy:n ylätuettu pylväskääntönosturi.

Ylätuettua puomia on hieman kevyempi liikuttaa, joka nähdään etuna.

Kyseinen pylväskääntönosturi on mahdollista tilata jo valmiiksi nosturin kanssa, joka on aiemmin mainittu SWF ATHLO -sähköketjunostin.

Pylväskääntönosturille ilman nostinta tulisi hinnaksi noin 2800 euroa (sis. alv).

Nostimen kanssa hinta olisi noin 4300 euroa (sis. alv). (Satateräs Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025.)



Kuva 8 Satateräs Oy:n pylväskääntönosturi (Satateräs Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025).

Satateräs Oy:n edustaja mainitsi kokonaiskorkeudeksi 3,53 m, joten se on sopiva tarkoitukseen. Puomin etäisyydeksi tulisi sopivasti 5 m ja kokonaisuus sisältää valmiiksi työntösiirtovaunun nostimelle. Kääntösäde puomilla on 270

astetta ja se on käsikäyttöinen. Pylväs on muodoltaan ympyrä ja sen säde olisi maksimissaan 610 mm:ä. Pylväs kiinnitettäisiin maahan M24 kokoisilla pulteilla.

4.5.2 Pylväskääntöpuomivaihtoehto II

Toinen vaihtoehto on AC Cranes' Trading Oy:n tarjoama ylätuettu pylväskääntönosturi. Kyseiseen pylväskääntönosturiin kuuluu virtavarustus ja CE-merkintä, joka nähdään etuna. Kyseisen pylväskääntönosturin hinta ilman nosturia on noin 2500 euroa (alv 0 %). (AC Cranes' Trading Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025.)



Kuva 9 AC Cranes' Trading Oy:n pylväskääntönosturi (AC Cranes' Trading 2025).

Kokonaiskorkeus on tarkoitukseen sopiva eli 3,5 m. Puomi on 5 m IPE-palkki vetoaisalla (AC Cranes' Trading Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 26.2.2025). IPE-palkilla tarkoitetaan palkkia, jossa profiilin korkeus on suurempi kuin laippojen leveys (BE Group Oy Ab 2025). Kyseisen pylväskääntönosturin puomin kääntökulma on 270 astetta ja puomia saa käsikäyttöisenä. Pylvään muoto on neliömäinen ja pylvään leveys on 450x500 mm. Pylväs kiinnitetään maahan neljällä 27 mm paksuisella pultilla. (AC Cranes' Trading Oy 2025.)

4.5.3 Pylväskääntöpuomivaihtoehto III

Kolmantena vaihtoehtona on Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n ehdotus pylväskääntönosturiksi. Yrityksen edustaja toimitti vastauksena sähköpostiviestiin kattavan paketin laitteen teknisistä tiedoista ja siitä, mitä tilaus sisältäisi. Tilauksessa olisi muun muassa mukana liikutettava nosturin vaunu, kiinni oleva virtalähde sekä itse nosturi. Yritys myös ilmoitti, mistä materiaaleista ja profiileista tuotteen osat on valmistettu. Tämän lisäksi yritys toimitti pohjapiirustuksen tuotteesta mittoineen. Tuotteen kokonaishinta olisi noin 6200 euroa. (Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 7.3.2025).



Kuva 10 Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n pylväskääntönosturi (Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 7.3.2025).

Pylvään ja puomin kokonaiskorkeus on 3,3 m, mikä on muihin pylväskääntöpuomeihin verrattuna matalin. Puomi on 5 m pitkä kuten kaksi aikaisempaakin vaihtoehtoa. Lisäksi siihen kuuluu helposti käsin liikuteltava vaunu. Puomin kääntökulma on 270 astetta ja puomia pystyy liikuttamaan manuaalisesti. Pylvään muoto on neliömäinen ja sen alustan sivun pituus on

500 mm. Pylväs kiinnitettäisiin maahan neljällä Ø19 pultilla. (Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja, sähköpostiviesti 7.3.2025.)

4.6 Tuotteiden vertailu

Tuotteiden vertailussa otetaan huomioon tekniset tiedot ja kustannukset. Nostureiden ja pylväskääntönostureiden välillä ei ollut huomattavia eroja ominaisuuksien suhteen. Alipainetarraimelle ja magneettitarraimelle ei ollut juurikaan saatavilla vertailunkohteita, koska kyseisten tuotteiden markkinat Suomessa ovat vähäiset. Toisaalta nämä eivät olleet opinnäytetyön päätarkastelukohteita. Pääroolissa opinnäytetyössä on itse nosturilaite, eli nosturi ja nosturin teline.

Demag:in ketjunostimella ja SWF ATHLO:n sähköketjunostimella on hyvin samankaltaiset ominaisuudet. Ketjunostimista SWF ATHLO:n sähköketjunostin on hieman suurempi, mutta se painaa enemmän. Hinnaltaan SWF ATHLO:n sähköketjunostin on kuitenkin halvempi. Lisäksi sen saisi osana pylväskääntönosturia. Kokonaisuuden yhteishintana olisi noin 4300 euroa johon, kuuluu arvonlisävero. Demag:in ketjunostinta ei saa osana valmista kokonaisuutta, joten se on hinnaltaan melko kallis.

Pylväskääntönostureiden ominaisuudet eivät myöskään eroa paljon toisistaan. Osa yrityksistä antoi sähköpostiviesteissään tarkempia tietoja tuotteistaan, ja näistä oli hyötyä myöhemmin tehtävässä tutkimuksessa. Kaikilla on sama kääntösäde ja ne saa käsikäyttöisinä, joka on tärkeä piirre. Suurimpina eroina on itse pylväiden ja puomien muodot. Pylväiden ulkomuotojen erot eivät vaikuta huomattavasti valintakriteereihin, vaan eroina on pääasiassa niiden maahan kiinnitysmenetelmät. Puomien ulkomuoto ei myöskään vaikuta valintaan sillä molemmat ovat ylätuettuja ja molempiin sisältyy sopiva kiinnitysmenetelmä nosturia varten. Ainoa huomattava ero on tuotteiden hinta. AC Cranes' Trading Oy:n pylväskääntönosturin hinta on noin 2500 euroa (alv 0 %). Satateräs Oy:n pylväskääntönosturin hinta on noin 2800 euroa (sis. alv).

5 Kokoonpano

Seuraavaksi käsitellään nostinlaitteeseen kuuluvien osien ja komponenttien kokoonpano. Tässä vaiheessa nostinlaitteen komponentteja ei vielä ole valittu vaan asiaa käsitellään yleisesti. Tarkoituksena on selvittää, mitä asioita nostinlaitteen kokoonpanossa tulee ottaa huomioon. Tällaisia asioita ovat muun muassa nostinlaitteen kiinnitys maahan ja nostinlaitteen sähköistys. Samalla selvitetään noudattaako nostinlaitteen komponentit nosturisäännösten vaatimuksia. Lisäksi laaditaan yleinen ohjeistus käyttäjille nostinlaitteen käyttöä varten.

5.1 Nostinlaitteen kiinnitys

Nostinlaitteen kiinnityksessä on oltava huolellinen. Nostinlaite on yleensä painava, joten se on kiinnitettävä riittävän tukevasti ja kiinnitysalustan tulee olla kestävä. Lisäksi nostettava taakka lisää rasitusta. Painavissa nostinlaitteissa on yleensä teräslaatta turvallisen kiinnityksen takaamiseksi. Asiakasyrityksen julkisivuosaston lattia on valettu betonista 1970-luvulla. Betoni on hyvä ratkaisu, kun on kyseessä raskaiden työkoneiden aiheuttama paino ja niiden lattiaan aiheuttamaa rasitusta. Opinnäytetyössä käsiteltävä nostinlaite on kevyt, joten sen kiinnitykseen riittää kestävä betonilattia.

Työpisteellä olevan betonilattian on kestävä asennettavan pylvään paino. Jos lattia on heikkoa materiaalia, voi nostinlaitteen pylväs vajota ja rikkoa lattiaan. Lisäksi on huomioitava puomin aiheuttama rasitus pylvääseen. Puomin pääty pisteessä oleva raskas kuorma voi tietyissä tilanteissa repiä lattiaan kiinnitetyn pylvään irti. Tämä voi johtua huonosti kiinnitetyistä pulteista tai huonosta kiinnityspohjasta.

Pylväs olisi helpoin kiinnittää poraamalla betonilattiaan reiät pylvään kiinnityspultteja varten. Tämän jälkeen pylväs voidaan kiinnittää pulteilla. Toinen tapa on valaa nostinlaitteen kiinnityskohtaan uusi betonilattia, jolloin valun yhteydessä betoniin asennetaan esimerkiksi teräsalusta, jossa on valmiiksi

kiinnityspultit pylvästä varten. Tässä on oltava huolellinen, jotta betoniin asennettavat kiinnityspultit ovat oikealla kohdallaan ja pylvään asennus sujuu ongelmitta.

Julkisivuosaston tuotepuolen betonilattia on valettu 1970-luvulla eli betonilattia on 50 vuotta vanha. Tavanomaisen betonin käyttöikä on 50 vuotta, mutta sisätiloissa betonirakenteet voivat olla ikuisia, ellei betonia ole mikään vaurioittanut (Betoniteollisuus ry 2025). Kuten levyjen työstöaluetta esittävästä kuvasta 2 voidaan todeta, julkisivuosaston tuotepuolen betonilattia näyttää hyväkuntoiselta ja kestävältä, joten se voisi kestää siihen poratut reiät sekä nostinlaitteen aiheuttaman painon.

Toisena huomioitavana seikkana on betonilattian syvyys ja koostumus. Syvyyden on oltava riittävä pultteja varten, jotta ne pitävät pylvään tukevasti maassa kiinni. Julkisivuosastolla on useita painavia työkoneita osastolla käsiteltävien metallilevyjen lisäksi. Lisäksi tehtaalla muilla osastoilla on betoniin kiinnitettyjä nostinlaitteita, joten tästä voidaan päätellä, että julkisivuosaston betonilattia on koostumukseltaan tarpeeksi kestävä suunnitteilla olevaa nostinlaitetta varten.

5.2 Nosturin sähköistys

Nosturiin tarvittava sähkö saadaan lähimmästä pääsulakekaapista, joka on noin 10 metrin päässä suunnitteilla olevasta nostinlaitteen sijoituspaikasta. Pääsulakekaapista sähkö voidaan kuljettaa nostinlaitteen kohdalle noin kolmen metrin korkeudella kulkevaa sähkökiskoa pitkin. Nostinlaitteen kohdalla sähkö voidaan kuljettaa seinää pitkin joko suoraan nostinlaitteelle tai lattian kautta nostinlaitteelle. Mikäli sähkö kuljetaan lattian kautta, tulee sähköjohto kuljettaa ja kiinnittää riittävän lähelle työpisteellä olevia pöytiä ja kaappeja, jotta siitä ei aiheudu kompastumisvaaraa työntekijöille. Lisäksi lattialla kulkeva sähköjohto tulee suojata riittävästi.

5.3 Nosturisäännösten vaatimukset

Nostinlaitteen ja sen komponenttien käyttöönotto vaatii, että se täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset. Vaatimukseen kuuluu muun muassa turvallisuuden toteutuminen voimassa olevan Euroopan konedirektiivin 2006/42/EY mukaisesti. Konedirektiivi määrittelee täysin samat vaatimukset kuin Suomen koneasetus 400/2008 (Tukes 2025). Samalla nostinlaitteen kokoonpanon tulisi suositusten mukaan noudattaa opinnäytetyössä käsitellyjä standardeja.

Konedirektiivin mukaan käyttöön otettavan nosturikokonaisuuden on oltava suunniteltu sen asettamien turvallisuus- ja terveysvaatimusten mukaisesti. Nostinlaitteen komponenttien hankkimisen yhteydessä on toimitettava asianmukaiset tiedot huoltoon ja käyttöönottoon liittyen. Kaikissa nostinlaitteen komponenteissa on oltava CE-merkintä sekä valmistajan tiedot. (Tukes 2025b.) Varmistamalla, että opinnäytetyössä käsitellyt komponentit sisältävät CE-merkinnän, takaamme, että tuote noudattaa ja täyttää konedirektiivin 2006/42/EY olennaiset vaatimukset (Tukes 2025a).

Helpoin tapa selvittää, täyttääkö nostinlaitteen osat konedirektiivin vaatimukset, oli etsiä tietoja nostinlaitteen osien ja komponenttien CE-merkinnöistä yritysten ja tuotteiden internetsivuilta sekä yrityksiltä saaduista tuoteselosteista ja sähköpostiviesteistä. Se, että tuote on markkinoilta saatavilla, ei vielä takaa sitä, että tuote on CE-merkitty. Toisaalta, mikäli tuote on markkinoilla ilman CE-merkintää, voidaan se määrätä markkinoilta poistettavaksi. (Tukes 2025a.) Osalle nostinlaitteen komponenteista löytyi CE-merkintä, mutta joidenkin osalta asia jäi epäselväksi niistä saatavilla olevan vähäisen informaation takia.

Standardien noudattaminen ei kaikissa tilanteissa ole samanlainen vaatimus kuin konedirektiivin noudattaminen. Etuna kuitenkin nähdään, jos nostinlaitteen komponentit on suunniteltu toisiansa tukevien standardien pohjalta.

Alipainetarrain täyttää EN 13155 standardin määrittämät turvallisuusvaatimukset nostureissa käytettäville nostoapuvälineille.

Magneettitarrainta koskevilla internetsivuilla ei mainittu standardeja, mutta siinä on CE-merkinnältä. Demag DC-Pro -ketjunostin täyttää standardin EN ISO

13849-1 asettamat turvallisuusvaatimukset koskien ohjausjärjestelmää ja lisäksi tuote on CE-merkitty. AC Cranes' Trading Oy:n ja Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n pylväskääntöpuomit ovat molemmat CE-merkittyjä. Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja mainitsi sähköpostiviestissään pylväskääntönosturin noudattavan standardia EN 16851, joka koskee kevytnosturijärjestelmiä. Lisäksi tilauksen yhteydessä saa dokumentit nosturilaittekokonaisuuteen.

5.4 Nostinlaitteen käytön ohjeistus

Nostinlaitteen käytössä tulee aina olla tarkkaavainen ja varovainen. Laitteen käytöstä annettuja ohjeita on noudatettava huolellisesti. Koska yrityksellä on jo entuudestaan käytössään erilaisia nostinlaitteita ja nostureita, on yrityksellä todennäköisesti jo olemassa olevia ohjeita kyseisten laitteiden käyttöä varten. Tässä on hyvä huomioida, että nostinlaitteiden turvallinen käyttö edistää työntekoa ja tuotannon kehitystä.

Yleisen turvallisuuden takaamiseksi työntekijöiden tulee varmistaa työtä työpisteellä tehdessään, että työalueella ei ole muita henkilöitä. Työalueelle kuulumattomat henkilöt altistuvat riskeille ja tapaturmille. Nosturia käyttävän työntekijän tulee varmistaa käytettävän tarraimen kiinnittyminen kappaleeseen. Jos kappale on huonosti kiinnittynyt, voi kappale pudota. Tämä voi aiheuttaa kappaleen vaurioitumisen ja pahimmassa tapauksessa työntekijä voi jopa vahingoittua. Magneettitarrainta käytettäessä on erikseen huomioitava, ettei se nosta kuin yhtä kappaletta kerrallaan.

Yleisesti nostinlaitetta käyttävän on:

1. Tarkastettava työympäristö ja poistettava työalueelta kuulumattomat henkilöt ja tavarat,
2. Varmistettava nosturin ja käytettävän tarraimen toimivuus,
3. Tarkastettava, että kappaleita nostetaan yksi kerrallaan,
4. Siivottava työalue työntöön jälkeen.

Lisäksi työympäristössä on huomioitava mahdollinen sähköjohdon ja sen suojauksen aiheuttama kompastumisvaara. Jos sähkö on mahdollista asentaa pylvään taakse, pois työntekijöiden ja puomin työalueelta, vähentää se tätä riskiä.

6 Nostinlaitteen osien valinta

Opinnäytetyössä käsiteltiin nostinlaitteen suunnitteluun liittyvät vaatimukset. Koneiden suunnittelussa tulee noudattaa Euroopan konedirektiiviä ja lisäksi on suotavaa huomioida voimassa olevat standardit. Noudattamalla standardeja voidaan yhdenmukaistaa riskinarviointimenetelmät ja koneensuunnitteluprosessit.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus suunnitella Teräselementti Oy:lle nostinlaite metallilevyjen nostamista varten. Nostinlaitteen tarkoituksena on kehittää työntekijöiden työergonomiaa ja vähentää työstä aiheutuvaa räsitusta. Suunnitteluprosessi alkoi haastatteleamalla työpisteen työntekijöitä ja kyselemällä heiltä nykyisestä työprosessista ja siihen liittyvistä riskeistä.

Haastattelusta saatujen tietojen pohjalta pystyttiin etsimään eri yrityksiltä mahdollisia vaihtoehtoja nostinlaitteeksi. Haastattelun perusteella saatujen käsiteltävien kappaleiden mitta- ja painotietojen pohjalta, valittiin sopivat alipaine- ja magneettitarraimet. Nostimet valittiin niiden nostokyvyn perusteelta. Vaatimuksena oli, että ne pystyvät nostamaan vähintään 200 kg. Pylväskääntöpuomivaihtoehdot valittiin pylvään korkeuden ja puomin pituuden perusteella. Tarkoituksena oli välttää liian korkeaa pylvästä, koska kattorajassa on entuudestaan siltanosturi.

Opinnäytetyössä selvitettiin myös mahdolliset nostinlaitteen kiinnitysmenetelmät sekä laitteen sähköistäminen. Pylvään kiinnitys olisi mahdollista tehdä poraamalla reiät kiinnitystä varten betonilattiaan ja toisena vaihtoehtona olisi valaa laitteen kohdalle uusi betonilattia, johon kiinnitettäisiin teräsalusta laitteen kiinnitystä varten. Sähkön saa sopivasti kuljetettua seinässä kulkevaa sähkökiskoa pitkin pylvään kohdalle ja siitä seinää pitkin lattialle, josta se viedään turvallisesti ja suojatusti laitteelle.

Opinnäytetyössä esitetyn tiedon pohjalta voidaan valita sopivimmat vaihtoehdot työpisteen nostinlaitteeksi. Pylväskääntöpuomit eivät ominaisuuksien osalta

huomattavasti eronneet toisistaan. Erot koskivat lähinnä hintoja ja puomeihin liitettjä nostimia.

Opinnäytetyön pohjalta asiakasyritykselle sopivimmaksi vaihtoehdoksi todettiin Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n tarjous, joka koskee Erikkilän pylväskääntönosturikokonaisuutta. Kokonaisuuden hinnaksi muodostuu noin 7800 euroa (sis. alv). Kokonaisuuteen kuuluu pylväs, puomi ja nosturin osat, mutta ei alipaine- tai magneettitarraimia. Alipainetarraimen hinta on noin 5300 euroa (sis. alv) ja magneettitarraimen hinta on noin 500 euroa (sis. alv). Kokonaisuuden hinnaksi tulisi noin 13500 euroa arvonlisäveroineen. Kokonaishintaan sisältyy pylväskääntöpuomin asennus, mutta lisäkustannuksia työ laitteen sähköistäminen.

Kyseinen pylväskääntönosturi on sopiva asiakkaan tarpeeseen, koska siihen kuuluu kaikki nostinlaitteeseen tarvittavat osat yhtenä kokonaisuutena, ja siten kaikki komponentit ovat keskenään yhteensopivia. Lisäksi nosturissa on sopiva koukku alipaine- ja magneettitarraimia varten. Tästä syystä se saadaan myös nopeammin työkäyttöön. Koska kyseisessä pylväskääntönosturissa on osien välillä jo valmiiksi sähköistys, vähentää se osaltaan myös sähköitöitä ja osien yhteensovittamista. Laitteen kiinnittäminen betonilattiaan tapahtuu neljällä pultilla ja pylvään alusta on suhteellisen pieni, joten se vie vähän lattia- ja työtilaa työpisteiden ympäristöstä. Lisäksi kokonaisuus on edullisin muihin vaihtoehtoihin verrattuna.

Lähteet

AC Cranes' Trading Oy:n edustaja 2025. Sähköposti. AC Cranes' Trading Oy:n edustajalta tuotekysely hinnasta ja painosta tiedusteli 25.2.2025 opinnäytetyöntekijä Niko Kangasniemi.

AC Cranes' Trading. 2025. Ylätuettu pylväskääntönosturi. Viitattu 1.3.2025.
<https://accranes.fi/tuote/ylatuettu-pylvaskaantonosturi/>

Algol Technics Oy. 2025a. Demag DC-Pro -ketjunostin lisämateriaali. Viitattu 18.2.2025. https://algolprod.blob.core.windows.net/image-container/docs/librariesprovider2/tuotteet-nosturit/demag-dc-pro--ketjunostin.pdf?sfvrsn=6132d127_2

Algol Technics Oy. 2025b. Demag DC-Pro -ketjunostimen kuva. Viitattu 18.2.2025. <https://www.algoltechnics.fi/tuotteet/nosturit/koysi--ja-ketjunostimet/demag-dc-pro-ketjunostin>

Algol Technics Oy:n edustaja 2025. Sähköposti. Algol Technics Oy:n edustajalta tuotekysely hinnasta tiedusteli 24.2.2025 opinnäytetyöntekijä Niko Kangasniemi.

BE Group Oy Ab. 2025. IPE-palkit. Viitattu 9.3.2025.
<https://www.begroup.fi/tuotteet/palkit/ipe-palkit>

Betoniteollisuus ry. 2025. Betonirakenteita suunniteltu jopa 1000 vuoden käyttöiälle. Viitattu 17.3.2025. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betonirakennusmateriaalina/betonin-kayttoika/>

Euroopan parlamenttiin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, annettu 17 päivänä toukokuuta 2006, koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta (uudelleenlaadittu) (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Viitattu 4.2.2025.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32006L0042>

IKH Oy. 2025a. Magneettitarraimen käyttöohje. Viitattu 17.2.2025.
<https://www.ikh.fi/fi/amfile/file/download/file/203740/product/23640/>

IKH Oy. 2025b. Magneettitarrain 0,3T. Viitattu 25.2.2025.
<https://www.ikh.fi/fi/magneettitarrain-0-3t-tb1602>

Koneasetus. 12.6.2008/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Viitattu 4.2.2025.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400#Lidm46263583098832>

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys METSTA ry. 2025. EU:n uusi koneasetus 1230/2023. Viitattu 10.2.2025. <https://metsta.fi/koneturvallisuuden-standardit-metsta/eun-uusi-koneasetus-1230-2023/>

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys METSTA ry. 2025. Koneturvallisuuden hierarkia. Viitattu 5.2.2025.

<https://metsta.fi/koneturvallisuuden-standardit-metsta/standardisointi/standardien-hierarkia/>

Satateräs Oy:n edustaja 2025. Sähköposti. Satateräs Oy:n edustajalta tuotekysely hinnasta ja painosta tiedusteli 25.2.2025 opinnäytetyöntekijä Niko Kangasniemi.

SFS-ISO/TR 14121-2. 2013. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Skanveir Oy. 2025. Dumbo-alipainetarraimet – 1000 kg saakka. Viitattu 17.2.2025. <https://www.skanveir.com/fi/tuotteet/alipainetarraimet/dumbo-1000-kg-saakka/>

Skanveir Oy:n edustaja 2025. Sähköposti. Skanveir Oy:n edustajalta tuotekysely hinnasta ja painosta tiedusteli 24.2.2025 opinnäytetyöntekijä Niko Kangasniemi.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2024. Koneturvallisuuden standardit. Viitattu 5.2.2025.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tietoastandardeista/koneturvallisuudenstandardit.html.stx#>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2025. Mitä standardi tarkoittaa? Viitattu 5.2.2025. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SWF Krantechnik GmbH. 2025a. SWF ATHLO -sähköketjunostimen tuoteseloste. Viitattu 27.2.2025.

https://www.swfkrantechnik.com/myswf/downloads/productflyer/SWF-Athlo_chain-EN2410_1.pdf

SWF Krantechnik GmbH. 2025b. SWF ATHLO -sähköketjunostimen kuva. Viitattu 27.2.2025. <https://www.swfkrantechnik.com/myswf/en/athlo-chain.html>

Teräselementti Oy. 2025a. Yhteystiedot medialle. Viitattu 3.2.2025. <https://teraselementti.fi/medialle/>

Teräselementti Oy. 2025b. Hankkeet. Viitattu 3.2.2025. <https://teraselementti.fi/hankkeet/>

Teräselementti Oy. 2025c. Urakkamuodot. Viitattu 3.2.2025. <https://teraselementti.fi/urakkamuodot/>

Turun Hylly- ja Trukkitalo Oy:n edustaja 2025. Sähköposti. Tuotekysely pylväskääntöpuomista ja sen hinnasta tiedusteli 7.3.2025 opinnäytetyöntekijä Niko Kangasniemi.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2025a. CE-merkintä. Viitattu 4.2.2025. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2025b. Koneita koskevat vaatimukset. Viitattu 4.2.2025. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet>