



Timo Sariola

# Vaijereiden öljyämisprosessin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

2.6.2022

# Tiivistelmä

Tekijä:	Timo Sariola
Otsikko:	Vaijereiden öljyämisprosessin kehittäminen
Sivumäärä:	23 sivua + 0 liitettä
Aika:	2.6.2022

Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine:	Koneensuunnittelu
Ohjaajat:	Lehtori Janne Nuotio Tuotannonjohtaja Heikki Turunen

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli kasvattaa yrityksen tuotantoprosessin päivittäistä tuotantokapasiteettia ja parantaa yleistä ergonomiaa. Tavoitteiden saavuttamiseksi asiaa lähestyttiin analyyttisesti tutkittuun tietoon pohjautuen. Opinnäytetyössä perehdytään tuotekehitysprosessin eri vaiheisiin ja lopuksi esitellään valitut ratkaisuvaihtoehtot.

Tuotantoprosessin eri vaiheissa suoritetaan useita käsin tehtäviä nostoja raskaille kappaleille. Kappaleiden nostot aiheuttavat työntekijöille tarpeetonta kuormitusta. Opinnäytetyön aiheena oli ideoida ja kehittää nostolaite vaijereiden öljyämisprosessiin, jotta työntekijöiden tekemiä raskaita nostoja voidaan vähentää huomattavasti nykyisestä. Öljyämisprosessissa käytettävä öljyallas haluttiin myös päivittää, jotta öljyn kiertoa ja irtolian erottelua pystyttiin parantamaan. Samalla varmistettiin myös öljyaltaan yhteensopivuus uuden nostolaitteen kanssa.

Nostolaitteen osalta päädyttiin useampaan vinssiin pohjautuvaan ratkaisuun, jota ei kuitenkaan teknistaloudellisista syistä ollut perusteltua suunnitella itse alusta asti, joten laite hankittiin ulkopuoliselta toimijalta. Öljyallas suunniteltiin kokonaan uudestaan vanhan öljyaltaan käytöstä saatujen kokemusten pohjalta ja tilattiin yrityksen käyttämältä alihankkijalta. Öljyn puhdistuksessa käytettävä laitteisto korvattiin myös kokonaan uudella laitteistolla.

Vallitsevan maailmantilanteen takia kaikkien tilattujen laitteiden toimitusajat ovat pitkiä, joten uusia laitteita ei päästy testaamaan opinnäytetyön aikarajan puitteissa.

Avainsanat: Tuotekehitys, Nostolaite, Vaijeri, Öljy

## Abstract

Author: Timo Sariola  
Title: Development of wire rope lubrication method  
Number of Pages: 23 pages + 0 appendices  
Date: 2 June 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical engineering  
Professional Major: Machine design  
Supervisors: Janne Nuotio, Senior Lecturer  
Heikki Turunen, Production Director

---

The purpose of this thesis was to increase daily production capacity of a certain manufacturing process and improve general ergonomics. Analytic approach was taken based on researched information. This thesis introduces product development steps taken to achieve these goals and presents the chosen solutions.

A product development project was undertaken to improve ergonomics of a certain manufacturing processes and to increase daily production capacity for the future. Workers are required to perform heavy lifting by hand during different stages of the manufacturing process which causes them unnecessary strain.

The goal was to design and develop a hoisting machine for cable oiling process so that the heavy hand lifting done by workers can be reduced significantly. The oil container used for the oiling process was due for a revamp so that oil circulation and filtration could be improved. The oil container revamp also enabled full compatibility with the new hoisting machine.

A hoisting machine with multiple winches was deemed to be the best solution for the company's needs. However due to technical and economic reasons it was not justified to design and build such hoisting machine from scratch, so it was bought from a company that specializes in such machines. The new oil container was completely redesigned based on the experience gained from previous oil containers. Manufacturing and assembly of the new oil container was outsourced to a subcontractor. The machine used for oil filtration and purification was also replaced with a completely new machine.

Due to the challenging global situation causing extended delivery times on ordered new machinery, no practical testing was conducted within the timeframe allocated for the thesis.

Keywords: Product development, Hoisting machine, Wire rope, Oil

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön lähtökohdat	1
2.1	Yritys ja toimiala	2
2.2	Työpisteen toiminnot ja tuotteet	2
2.3	Työpisteen työvaiheet	3
2.4	Työpisteen ergonomia	3
3	Tuotekehitys	4
3.1	Nostolaite	5
3.2	Öljyallas	12
4	Nostolaitteen suunnittelu	12
5	Nostokoukun suunnittelu	15
6	Uuden öljyaltaan suunnittelu	17
7	Öljypumppu ja putkisto	19
8	Yhteenveto	21
	Lähteet	23

## Lyhenteet

CAD:        *Computer-aided design*. Tietokoneavusteinen suunnittelu.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli yrityksen käyttämän vaijereiden öljyamisprosessin päivittäisen tuotantokapasiteetin kasvattaminen sillä nykyiset puitteet eivät riitä vastaamaan kasvaneen myynnin tarpeita. Toisena aiheena oli löytää ratkaisu, jolla työntekijöiden fyysistä kuormitusta saadaan vähennettyä nykyiseen verrattuna.

Vaijereiden öljyamisprosessi on työvaiheena kriittinen, sillä vaijereita on useita eri kokoja, joilla kaikilla on oma ohjearvo öljyn määrän suhteen. Liian vähäinen öljyn määrä vaijerissa johtaa öljyamisprosessin uusimiseen. Liian suuri määrä öljyä taas tulee pestä pois, jonka jälkeen vaijeri öljytään uudelleen. Nämä toimenpiteet aiheuttavat viivästyksiä tuotannossa ja lisäävät kustannuksia. Pahimmassa tapauksessa virheellisesti öljytty vaijeri voi aiheuttaa myös ennen aikaista kulumista ja jopa laiterikkoja loppukäyttäjällä.

Opinnäytetyössä perehdytään tuotekehitysprosessin eri vaiheisiin yrityksen toiveiden ja vaatimusten mukaisesti sekä esitellään lopuksi valitut ratkaisut, joiden avulla yritys pystyy samanaikaisesti kasvattamaan tuotantomääriään ja parantamaan työntekijöiden ergonomiaa. Lisäksi opinnäytetyön yhteydessä päivitettiin öljyn puhdistukseen käytettävää laitteistoa.

## 2 Opinnäytetyön lähtökohdat

Yritys on sisäisessä tarkastelussa todennut erään tuotannon työpisteen ja erityisesti siinä suoritettavan työvaiheen olevan epäergonominen ja fyysisesti kuormittava työntekijöille. Yrityksessä noudatetaan jo käytäntöä, jossa työntekijät työskentelevät yhdellä työpisteellä viikon kerrallaan. Käytännön tarkoituksena on ennaltaehkäistä yksittäisen työntekijän liiallista fyysistä kuormittumista sekä parantaa työn mielekkyyttä työtehtävien vaihtuvuuden muodossa.

Yritys ennakoi myynnin kasvavan lähivuosina ja on päättänyt öljyämisprosessin tuotantokapasiteetin kasvattamisesta tulevaisuuden myyntiä vastaamaan. Rakenteelliset muutokset prosessiin ovat kuitenkin välttämättömiä, jotta tuotantokapasiteettia voidaan nostaa nykyisestä.

## 2.1 Yritys ja toimiala

Yritys luokitellaan pk-yritykseksi ja vuonna 2020 yrityksen liikevaihto oli 11,3 miljoonaa euroa ja se työllisti 34 henkilöä. Yrityksen pääkonttori ja tuotantotilat sijaitsevat Porvoossa. Yrityksen asiakaskunta koostuu kiinteistöhuollon ammattilaisista ja suurin osa myynnistä suuntautuu ulkomaille.

Yrityksen tuoteportfolio koostuu erilaisista erikoistyökaluista ja -koneista, joilla viemärointiin ja putkistoon pystytään tekemään huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä ilman että ympäröiviä rakenteita on tarpeen purkaa. Yritys kehittää ja valmistaa kaikki tuotteensa alusta loppuun asti itse.

## 2.2 Työpisteen toiminnot ja tuotteet

Työpisteellä käsitellään ja öljytään teräsvaijereita, jotka öljyämisen jälkeen syötetään muoviseen suojakuoreen erillisen syöttölaitteen avulla. Vaijereita käsitellään lähes koko työvaiheen ajan kieppeinä, jotka on sidottu nippusiteillä. Vaijerikiepit avataan ainoastaan suojakuoreen syötön ajaksi, jonka jälkeen ne kelaataan erillisen koneen avulla takaisin kiepeiksi.

Vaijerit toimitetaan yritykselle määrämittäisinä mutta niitä on useita eri pituuksia ja paksuuksia, joten niiden fyysinen koko ja paino vaihtelevat myös. Erikoistapauksissa vaijereita voidaan joutua myös lyhentämään asiakkaan vaatimaan mittaan. Kieppien paino vaihtelee välillä 1–35 kg, kiepin halkaisija välillä 20–70 cm ja kiepin paksuus välillä 5–15 cm. Yleisimmän kiepin paino on 22 kg, halkaisija 50 cm ja paksuus 10 cm.

## 2.3 Työpisteen työvaiheet

Työntekijä noutaa työmääräyksen mukaiset vaijerit varastoalueelta ja kuljettaa vaijerit keräilyvaunun avulla työpisteelle. Vaijereiden päät käsitellään erillisellä laitteella, jotta vaijerin pään purkautuminen voidaan estää loppukäyttäjällä tai tuotannon aikana.

Vaijereiden päiden käsittelyn jälkeen työntekijä siirtää ja upottaa vaijerit öljyaltaaseen työohjeessa määriteltyjen ohjeaikojen mukaisesti. Ohjeajan täytyttyä työntekijä nostaa ja siirtää vaijerit öljyaltaasta viereiseen kuivatusastiaan, jossa niitä kuivatetaan työohjeessa määriteltyjen ohjeaikojen mukaisesti. Kuivatuksen jälkeen vaijerit siirretään erilliseen koneeseen, joka syöttää vaijerit suojakuoren sisälle. Viimeisenä työvaiheena vaijerit kelataan takaisin kiepille erillisen koneen avulla ja sidotaan nippusiteillä sekä tarroitetaan tunnistusta varten.

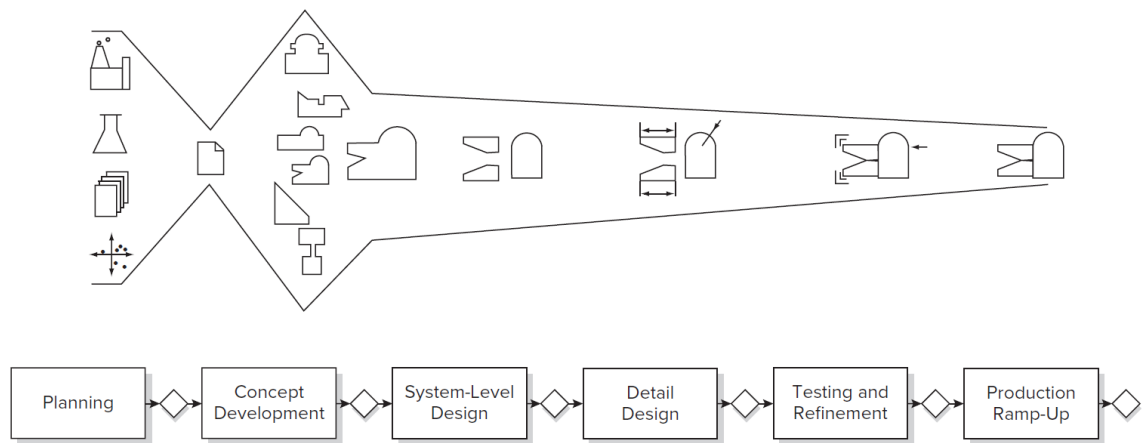
## 2.4 Työpisteen ergonomia

Työpisteellä vaijereita joudutaan siirtämään useaan otteeseen, mutta työntekijöiden haastattelun perusteella erityisesti vaijereiden nosto pois öljyaltaasta koetaan ongelmalliseksi. Öljyaltaan yläreuna on noin metrin korkeudella lattiapinnasta ja vaijerit ovat altaassa noin 60 cm:n syvyydessä altaan yläreunasta. Vaijerit joudutaan nostamaan altaasta suorilla tai osittain suorilla käsillä altaan reunan yli kurottaen. Lisäksi vaijeria tulee työohjeen mukaan kannatella nestepinnan yläpuolella noin puolen minuutin ajan, jotta suurin osa öljystä valuu takaisin altaaseen ennen kuin vaijeri siirretään kuivatusastiaan. Vastaavia nostoja joudutaan suorittamaan työpisteellä noin 20–30 kertaa yhden työvuoron aikana, jonka lisäksi tulee vielä muut työpisteellä suoritettavat nostot. Myös keräilyvaunu koetaan työntekijöiden keskuudessa epäkäytännölliseksi ja sen käyttö on jäänyt vähäiseksi. Varastoalue sijaitsee työpisteen välittömässä läheisyydessä, joten työntekijät usein kantavat vaijerit käsin varastoalueelta työpisteelle.



### 3 Tuotekehitys

Tuotekehitys jakaantui pääosin kahteen eri osa-alueeseen, nostolaitteeseen ja öljyaltaaseen. Öljyn puhdistamiseen käytettävää laitteistoa tarkasteltiin lisäksi erillisenä kokonaisuutena. Tuotekehitystä tehtiin kuitenkin rinnakkain, sillä yhteen osa-alueeseen tehdyt muutokset vaikuttavat myös toiseen osa-alueeseen. Tuotekehityksen apuna käytettiin soveltuvilta osin kuvan 1 kaaviota ottaen huomioon, että kehitettävät tuotteet ovat yksittäiskappaleita yrityksen sisäiseen käyttöön. Nostolaitteen suunnittelu jouduttiin aloittamaan tyhjästä mutta öljyaltaan suunnittelussa voitiin käyttää hyödyksi jo käytössä olevista öljyaltaista saatuja kokemuksia.



Kuva 1. Tuotekehitysprosessin toimintavaiheet (Ulrich ym. 2019: 14).

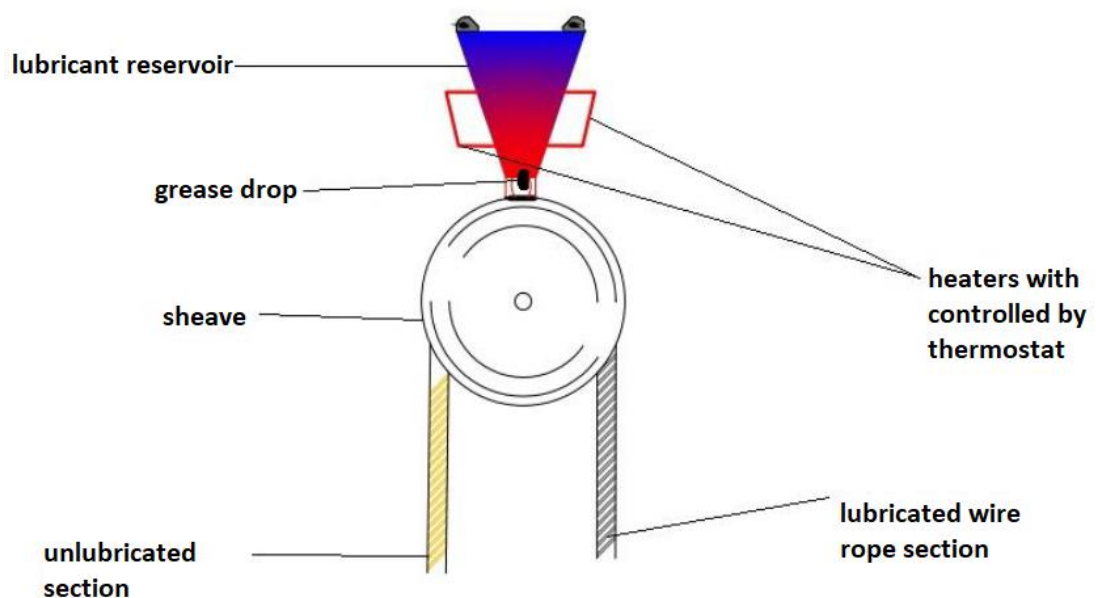
Työ aloitettiin asiakastarpeiden tunnistamisella eli perehtymällä nykyisen tuotantoprosessin kulkuun ja aiemmin havaittuihin epäkohtiin. Yrityksen henkilöstöä myös haastateltiin asian tiimoilta paremman kokonaiskuvan muodostamiseksi. Yrityksellä oli jo tässä kohtaa selkeä näkemys mitä uudelta nostolaitteelta ja öljyaltaalta vaaditaan, joten näiden tietojen pohjalta muodostettiin vaatimuslista tuotekehitystä varten. (Ulrich ym. 2019: 79–80.)

### 3.1 Nostolaite

Ulrichin (2019: 103) mukaan onnistuneen tuotekehitysprosessin perustana on kattava vertailuanalyysi markkinoilla jo olevista tuotteista. Näin ollen nostolaitteen tuotekehitys aloitettiin tutkimalla jo olemassa olevia laitteita ja tapoja, joilla kappaleita ja erityisesti vaijereita voidaan öljytää. Vaaditut ominaisuudet typistettiin tässä vaiheessa kahteen pääkohtaan, eli vaijerin öljyämiseen ja kuivatukseen sekä työntekijän ergonomian parantamiseen.

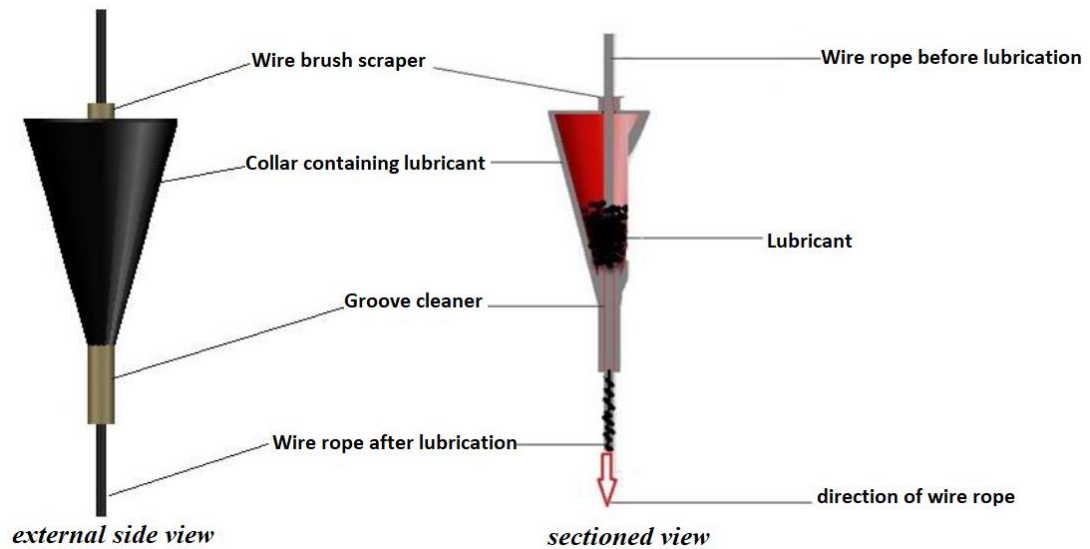
Löydöksistä tehtiin tarpeen mukaan yksinkertaisia luonnoksia toimintaperiaatteen esittämiseksi joko sellaisenaan tai modifioituna paremmin yrityksen käyttöön sopivaksi (Ulrich ym. 2019: 122–123).

Raskaassa teollisuudessa vaijereiden öljyäminen kuuluu olennaisena osana ennaltaehkäisevää huoltoa. Esimerkiksi kaivosteollisuuden käyttöön on kehitetty useita eri tapoja vaijereiden öljyämiseen. Yksinkertaisimmillaan vaijerin päälle voidaan valuttaa tietyssä kohtaa öljyä, joka on tarpeen mukaan lämmitetty sopivan viskositeetin varmistamiseksi (kuva 2). (Madanhire ym. 2017.)



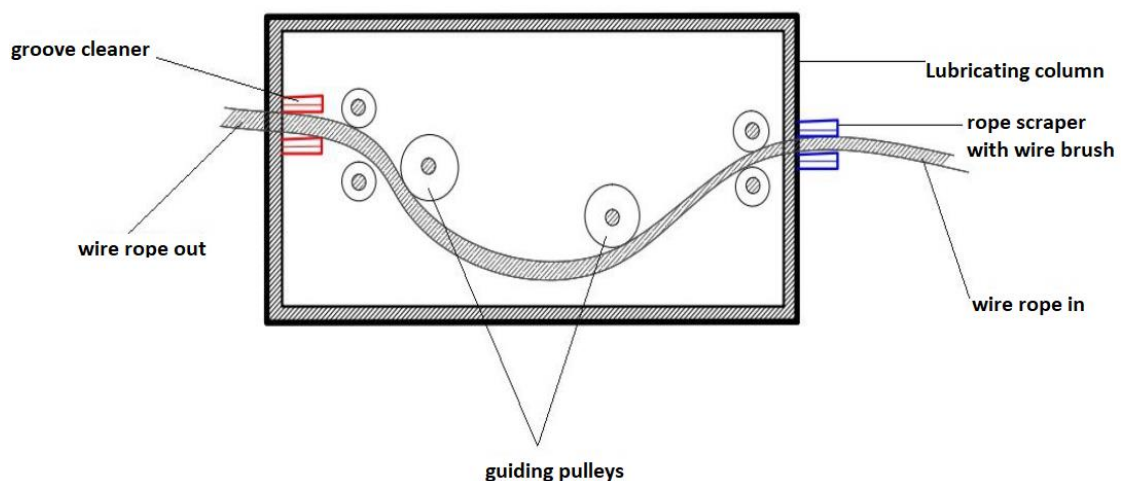
Kuva 2. Öljyn annostelu vaijerin päälle sen kulkiessa väkipyörän kautta (Madanhire ym. 2017).

Vaihtoehtoisiin toteutusratkaisuihin kuuluu vaijerin kulkeminen suppilomaisen öljyastian lävitse, jolloin öljy tarttuu vaijeriin (kuva 3) (Madanhire ym. 2017).



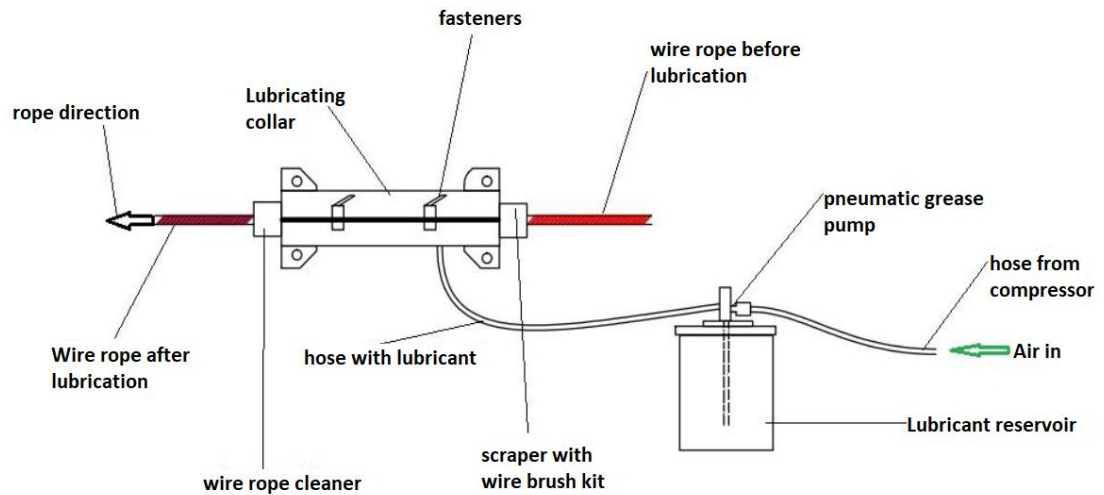
Kuva 3. Öljytäytteisen suppilon läpi kulkeva vaijeri kuvattuna ulkopuolelta ja läpileikkauksena (Madanhire ym. 2017).

Laite voidaan suunnitella myös niin, että vaijeri mutkittelee ollessaan öljykylvyssä, jolloin vaijerin säikeet avautuvat ja öljy pääsee paremmin vaijerin sisälle tehostaen prosessia entisestään (kuva 4) (Madanhire ym. 2017).



Kuva 4. Vaijerin kulku suljetussa öljyastiassa ohjauspyörien avulla (Madanhire ym. 2017).

Kehittyneimpiin ratkaisuihin kuuluu laitekokonaisuus, jossa pieni osa vaijerista on kerrallaan eräänlaisen tiivistetyn kapselin sisällä. Kapselin sisälle syötetään esimerkiksi pneumaattisen järjestelmän avulla öljyä. Kapselin tiivisteet estävät öljyn pääsyn kapselin ulkopuolelle, joten öljy tunkeutuu paineen vaikutuksesta myös vaijerin sisälle (kuva 5). (Madanhire ym. 2017.)



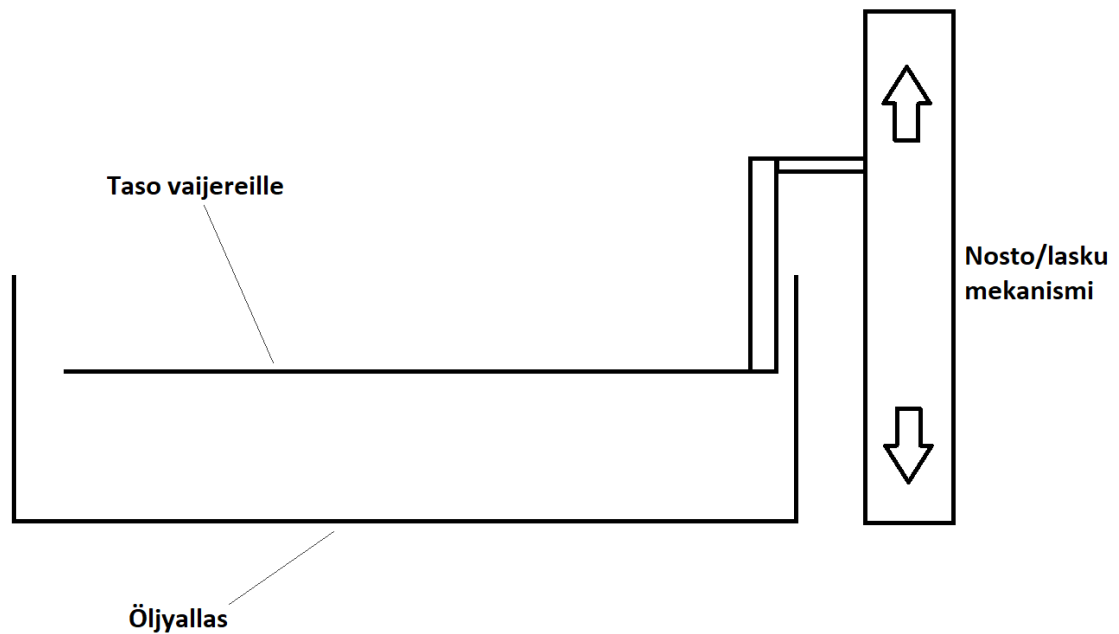
Kuva 5. Pneumaattisesti toimivan vaijerin öljyämisyjärjestelmän kokoonpano (Madanhire ym. 2017).

Yrityksen käyttämään öljyämistapaan, jossa kappale upotetaan kokonaan öljyyn, löytyi teollisuudesta erilaisia toteutusvaihtoehtoja. Techno Mac Systems valmistaa laitteita, joilla pienempiä kappaleita voidaan upottaa öljyyn esimerkiksi laskevan tason avulla (kuva 6). Kappaleet voidaan kuivattaa suoraan öljyaltaan yläpuolella, jolloin erillistä tasoa kuivaukselle ei tarvita. Tasoon olisi mahdollista myös lisätä ominaisuus, jonka avulla tasoa heilutetaan tai tärisytetään, jotta ylimääräinen öljy valuu nopeammin pois.



Kuva 6. Techno Mac Systemsin laite, jolla kappaleet voidaan laskea öljykylpyyn.

Kuvassa 7 on esitetty yksinkertainen hahmotelma Techno Mac Systemsin laitteen toimintaperiaatteesta.



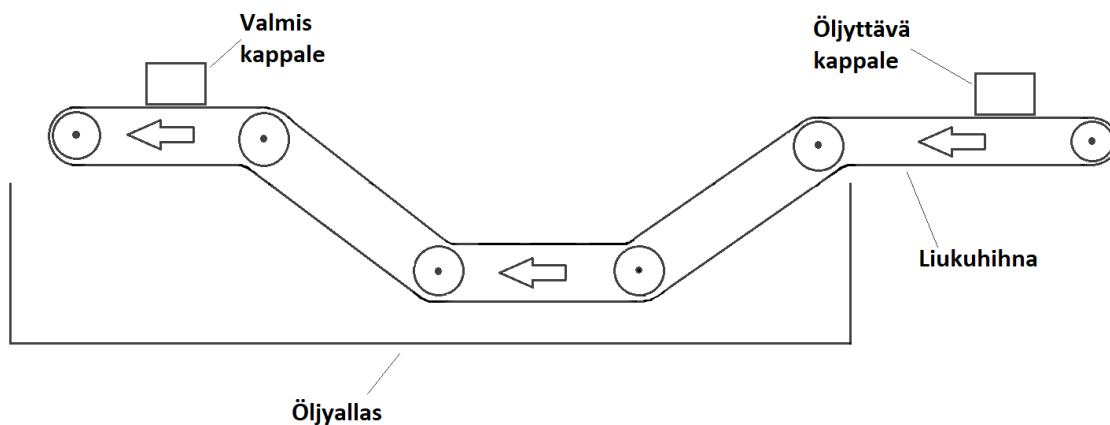
Kuva 7. Hahmotelma laskevan ja nousevan tason avulla toteutetun laitteen toimintaperiaatteesta.

Titan Conveyors valmistaa erilaisia uppokuljettimia, jotka liukuhihnan avulla kuljettavat kappaletta osan matkasta öljypinnan alapuolella (kuva 8). Liukuhihnalla voisi lopuksi tiputtaa kappaleet erilliselle kuivatustasolle, jotta prosessi pysyy koko ajan toiminnassa. Kuivaustaso voitaisiin sijoittaa myös niin, että ylimääräinen öljy valuu takaisin altaaseen.



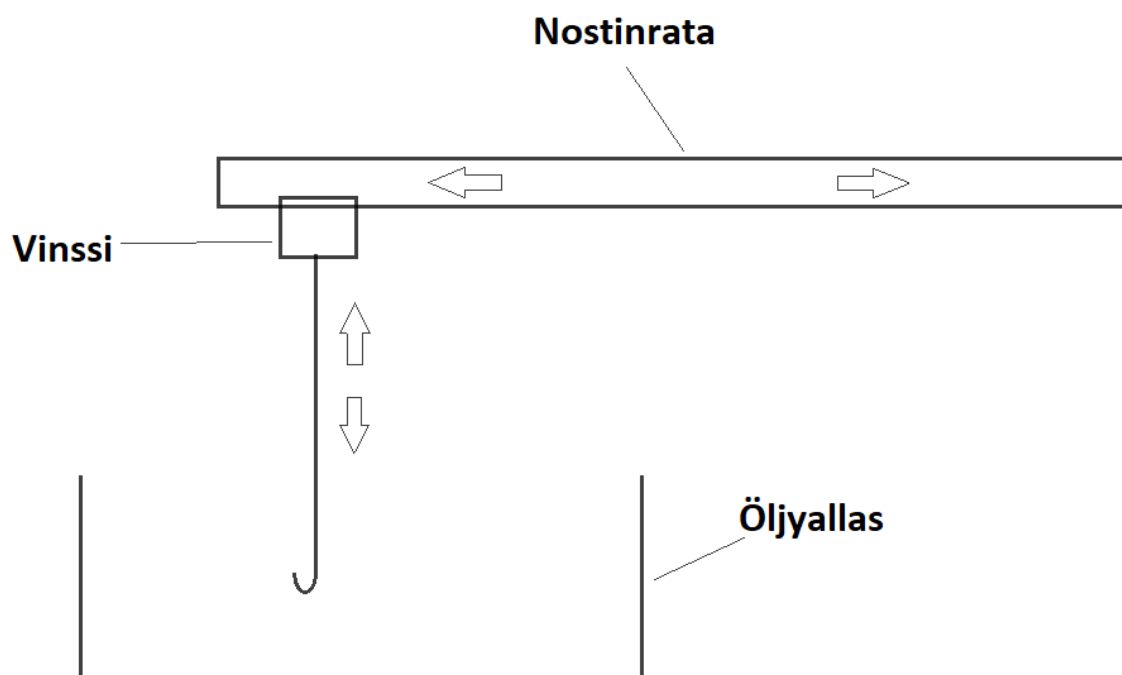
Kuva 8. Titan Conveyorsin valmistama uppokuljetin.

Kuvassa 9 on esitetty yksinkertainen hahmotelma Titan Conveyorsin uppokuljettimen toimintaperiaatteesta.



Kuva 9. Hahmotelma uppokuljettimen toimintaperiaatteesta.

Useat eri toimijat valmistavat erilaisia nostureja teollisuuden tarpeisiin yksittäisestä nosturista suurempiin kokonaisuuksiin. Vinssit ovat teollisuudessa yleisiä etenkin suurempien kappaleiden liikuttelussa, ja niitä voidaan myös käyttää hyödyksi erilaisten kappaleiden pintakäsittelyssä. Kuvassa 10 on luonnosteltu kuinka nosturia voisi hyödyntää yrityksen tarvitsemassa käytössä.



Kuva 10. Vinssi ja nostinrata, jonka avulla kappale voidaan siirtää öljykylpyyn ja pois.

Lopuksi luonnoksista tehtiin painotettu vertailumatriisi, jossa luonnoksille annettiin arvosana välillä 1–5 vaatimuslistan kriteerien perusteella, 1 ollessa huonoin ja 5 paras arvosana (Ulrich ym. 2019: 160–163).

Merkittäväksi tekijäksi muodostui se, että kaikki öljyämis- ja kuivatusprosessiin liittyvät muutokset pitää pystyä todentamaan toimiviksi. Öljyn määrä vaijerin pinnalla ja imeytyminen vaijerin sisälle tulisi säilyä muuttumattomana nykyiseen verrattuna. Tämä tulisi todentaa sekä yrityksen omassa testauslaboratoriossa että loppukäyttäjällä. Testausprosessin katsottiin olevan liian monimutkainen ja aikaa vievä opinnäytetyöhön varattuun aikaan nähden. Radikaalimmat ideat öljyämisprosessin muuttamisesta jouduttiin siis hylkäämään tässä vaiheessa tuotekehitysprosessia.

Yrityksen ensisijaisena toiveena oli, että jo öljyttyjen vaijereiden kuivatus tapahtuisi öljyaltaan yläpuolella. Näin ylimääräinen öljy valuisi takaisin altaaseen ja tuotantoalueella sijaitsevat erilliset kuivatusastiat voitaisiin poistaa kokonaan. Öljyaltaan ympäristö haluttiin myös pitää avoinna niin, että työntekijän on helppo liikkua eri työpisteiden ja varaston välillä.



Näiden perusteiden pohjalta yritys valitsi öljyaltaiden yläpuolelle sijoitetun vinsin soveltuvan parhaiten heidän vaatimuksiinsa ja käyttötarpeisiinsa. Vinssiä apuna käyttämällä työntekijän tekemät vaikeat nostot vähenevät huomattavasti mikä ehkäisee työntekijöiden liiallista rasittumista. Myös opinnäytetyön ulkopuolelle rajattu myöhemmässä vaiheessa toteutettava prosessin automatisointi otettiin huomioon valinnassa.

### 3.2 Öljyallas

Tällä hetkellä yrityksellä on kolme alumiinista valmistettua allasta, joita käytetään vaijereiden öljyamisprosessissa. Altaat on sijoitettu vierekkäin niin, että kahdessa reunimmaisessa altaassa on öljyä ja keskimmäistä allasta käytetään vaijereiden kuivatukseen. Jokaisen altaan pohjassa on magneetti, jonka tarkoituksena on estää pohjaan painuneen hienojakoisen metallimateriaalin leviäminen takaisin öljyn sekaan. Tämän lisäksi altaiden pohjassa on ritilä noin 10 cm korkeudella pohjasta, jotta öljyttävät vaijerit eivät ole suoraan kosketuksessa pohjaan painuneisiin epäpuhtauksiin. Reunimmaisten altaiden vieressä on lisäksi pienemmät erilliset kuivatustasot omine altaineen.

Öljyaltaiden osalta merkittäväksi tekijäksi muodostui se, että tuotantoa ei saisi pysäyttää 1–2 päivää pidemmäksi ajaksi, koska tuotantolinjoja on vain yksi eikä korvaavaa tuotantoa pystytä järjestämään muualla. Tämä vaatimus käytännössä määritteli sen, että nykyisiin öljyaltaisiin ei voida tehdä muutoksia, sillä muutokset tulisi teettää ulkopuolisella toimijalla ja pelkästään kuljetuksiin olisi täytynyt varata kaikki käytettävissä oleva aika. Paikan päällä tehtävää muutostyötä ei myöskään pidetty realistisena vaihtoehtona, sillä tehtävät muutostyöt olisivat sisältäneet hitsaamista. Sopivan vakituisen tulityöpaikan puutteen vuoksi tämän olisi vaatinut erikoisjärjestelyjä muilla tuotannon osa-alueilla.

## 4 Nostolaiteen suunnittelu

Tuotekehityksen aiemmassa vaiheessa päädyttiin siihen, että öljyaltaan yläpuolelle sijoitettu vinssi on paras tapa vaijereiden siirtämiseksi öljykylpyyn tai sieltä pois. Rakennusteknisistä syistä vinssiä ei ollut mahdollista kiinnittää katto- tai

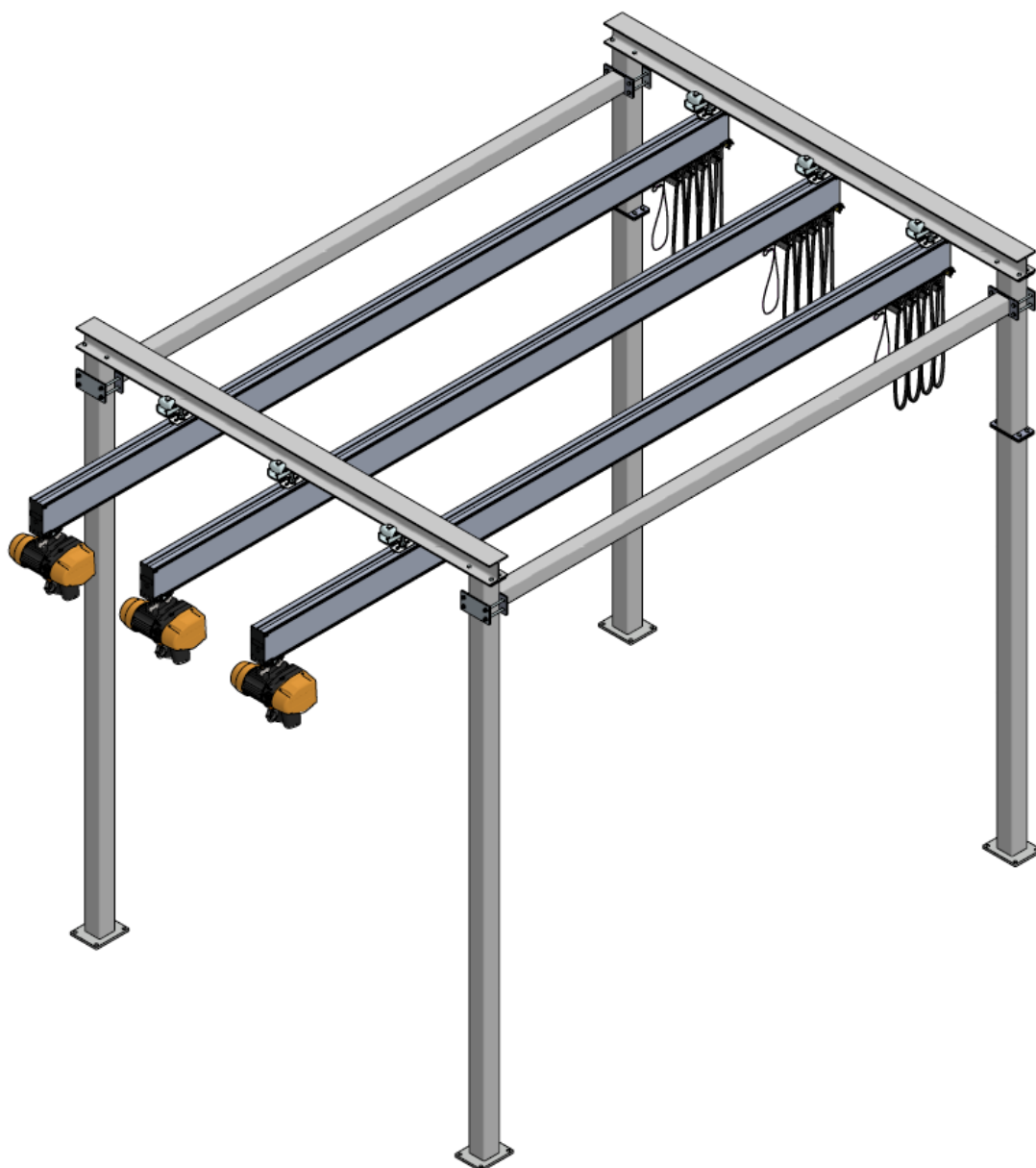
seinärakenteisiin, joten ainoaksi mahdolliseksi ratkaisuksi jäi lattialla vapaasti seisova tukirakenne. Työpisteen sijainti rakennuksen nurkassa mahdollisti kuitenkin sen, että osa tukirakenteen jaloista oli mahdollista sijoittaa seinän viereen. Tuotantotilan lattiaan ei myöskään ollut sallittua kiinnittää mitään poraamalla, sillä lattian alle asennetun lattialämmityksen asennussyvyydestä ei ollut tarkkaa tietoa. Ainoa tapa kiinnittää rakenteita lattiaan oli liimaamalla, joka tuli ottaa huomioon vinssin tukirakennetta suunnitellessa.

Vinssi haluttiin suunnitella liikkuvaksi niin, että työntekijän on mahdollista vinssin avulla siirtää vaijerit esimerkiksi öljyaltaalta kuoreensyöttölaitteeseen ilman, että kieppejä tarvitsee kantaa käsin. Potentiaalisiksi vaihtoehtoisiksi muodostui tässä kohtaa puominosturi, siltanosturi tai nostinrata. Eri kokoisilla vaijereilla on eri pituiset upotus- ja kuivatusajat, joten vinssejä haluttiin myös useampi kappale. Nostinratojen avulla tämä on mahdollista toteuttaa, sillä vaadittu liikerata on lineaarinen, jolloin nostinratoja on mahdollista sijoittaa useampi vierekkäin. Tilavaraus huomioon ottaen nostinratojen lukumääräksi valittiin kolme, jotta tukirakenteen koko ei kasva liian suureksi mutta kuitenkin niin, että päivittäistä tuotantokapasiteettia on mahdollista kasvattaa nykyisestä. Yhden vinssin miniminostokapasiteetiksi määritettiin 200 kg, joka myös osaltaan mahdollistaa tuotantokapasiteetin kasvattamisen nykyiseen verrattuna.

Määriteltyjen kriteerien perusteella nostolaitteesta ryhdyttiin tekemään CAD-mallia ja suoritettiin rakenteen alustavia lujuuslaskelmia ottaen huomioon nostettava kuorma. Tukirakenteessa suunniteltiin käytettäväksi S355 teräslaadun ipalkkeja, joihin hitsattujen laippojen avulla palkit voidaan kiinnittää toisiinsa ruuviliitoksilla. Tarvittavista rakennusmateriaaleista tehtiin budjettilaskelma niin, että metallityöt suoritetaan yrityksen omalla tehtaalla Virossa ja maalaus Suomessa alihankintana. Tarvittavat sähkötyöt suoritettaisiin paikan päällä yrityksen tiloissa alihankkijan toimesta. Budjettilaskelmaa verrattiin nostolaittekokonaisuuksia myyvän yrityksen tarjoukseen, jolloin kävi ilmi, ettei nostolaitetta ole taloudellisesti kannattavaa suunnitella ja rakennuttaa itse.

Kito Erikilä valittiin laitetoimittajaksi sillä heidän tuoteportfolionsa vastasi parhaiten yrityksen toiveita nostolaitteen suhteen. Kito valmistaa erilaisia vinssejä

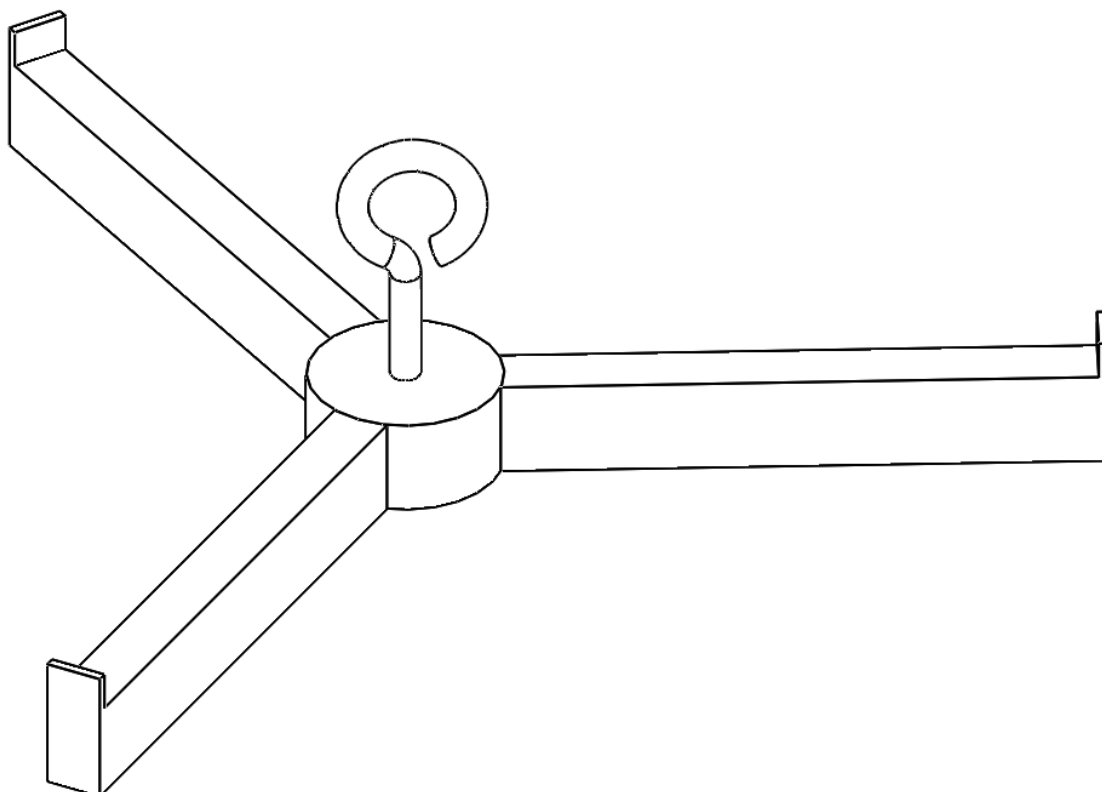
teollisuuden käyttöön ja Erikkilä vastaavasti tukirakenteita ja nostinratoja vinssejä varten. Vinssiksi valittiin Kiton valmistama EQ003IS vinssi, jonka 250 kg:n nostokapasiteetti riittää yrityksen tarpeisiin. Tukirakenteen suunnittelussa tehtiin tiivistä yhteistyötä Erikkilän kanssa, jotta voitiin varmistua yhteensopivuudesta tuotannossa jo olemassa olevien laitteiden sekä uuden öljyaltaan kanssa. Tukirakenteen takajalat suunniteltiin kahdesta osasta, jotta vältetään jo olemassa olevien rakenteiden purkamisesta asennusvaiheessa. Kuvassa 11 on esitetty Kito Erikkilältä tilattu nostolaitetekonaisuus.



Kuva 11. Kito Erikkilältä tilattu nostolaitetekonaisuus yläviistosta kuvattuna.

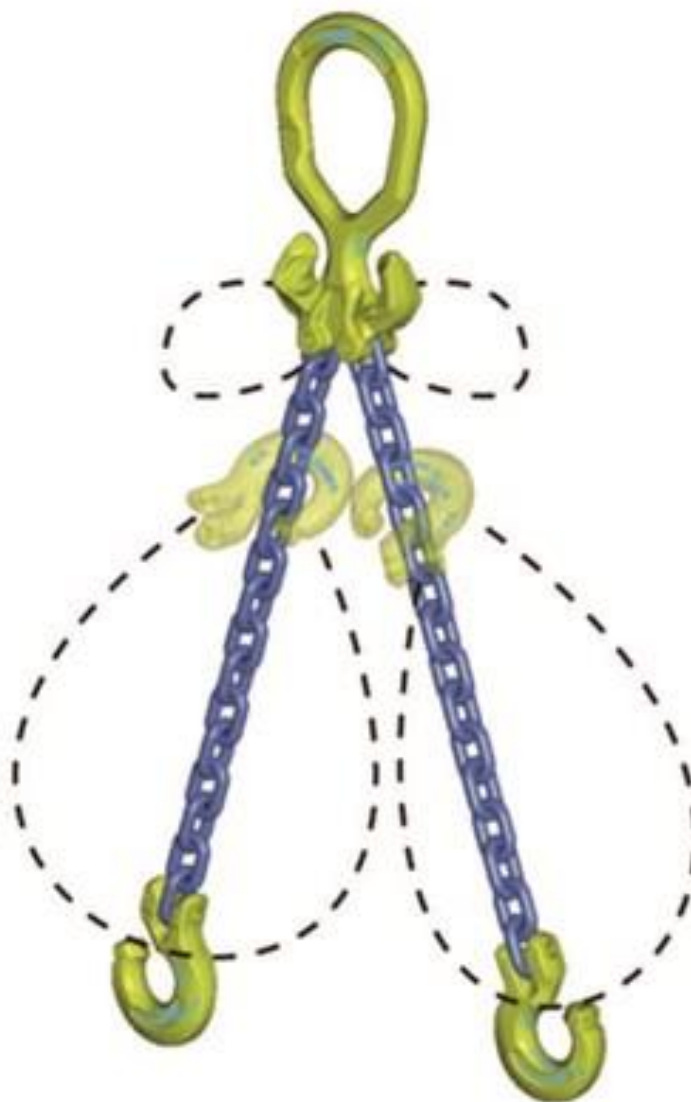
## 5 Nostokoukun suunnittelu

Vaijereiden öljyämisprosessia varten tutkittiin ja kehitettiin erilaisia vaihtoehtoja, jotta yhden vinssin avulla voidaan siirtää useampi vaijeri kerrallaan öljykylpyyn. Kuvassa 12 on esitetty yksi variaatio kehitetyistä vaihtoehdoista. 2- ja 4-haaraisia vaihtoehtoja pohdittiin myös, mutta 3-haaraisen koukun katsottiin säilyttävän tasapainonsa parhaiten, kun vaijereita ripustetaan tai nostetaan koukusta.



Kuva 12. 3-haaraisen vaijereiden nostokoukun yksi variaatio.

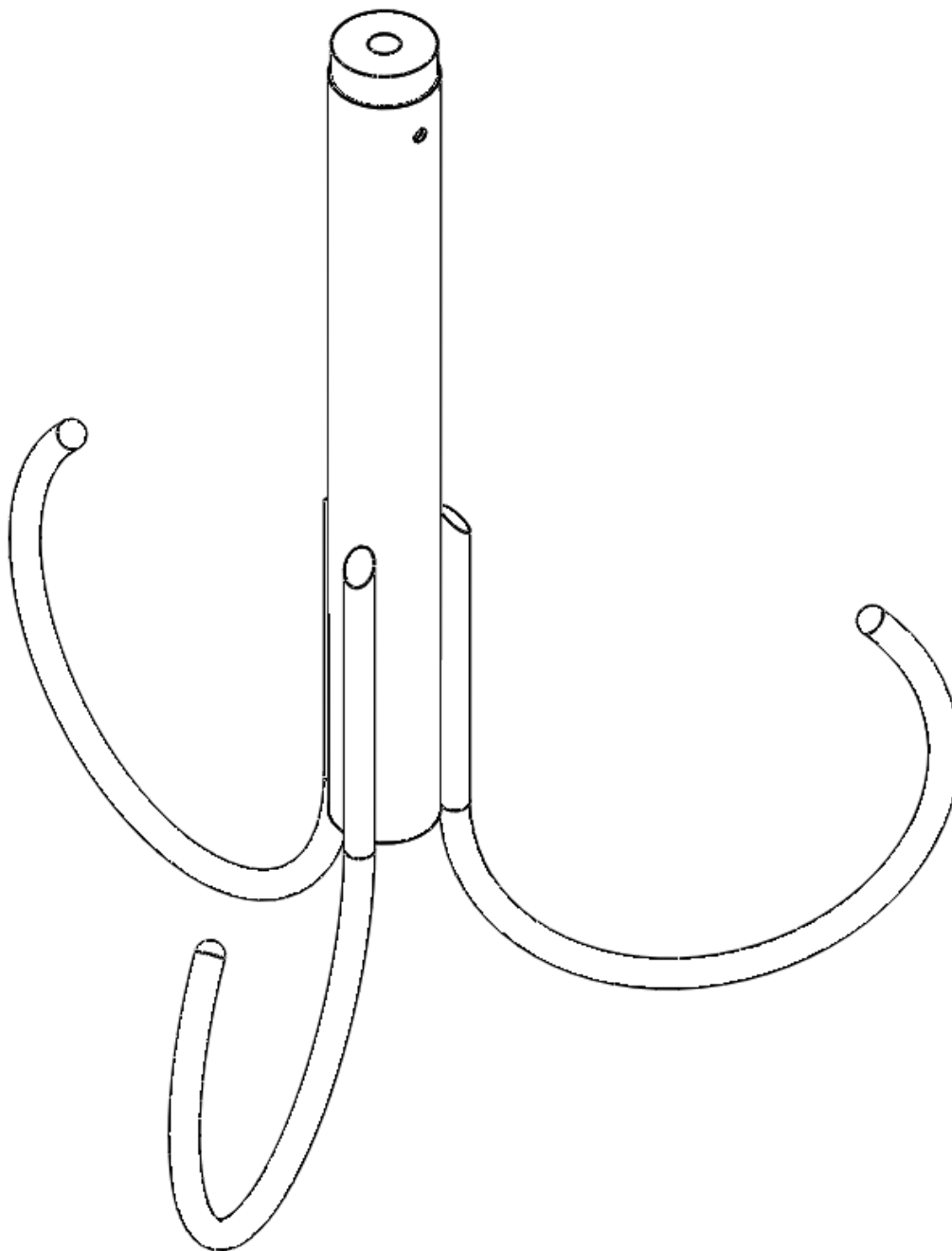
Esimerkiksi Ahlsell myy teollisuudessa yleisesti vinssien kanssa käytettyjä nostoketjuja (kuva 13). Ketjuhaarojen määrä on tyypillisesti 2 tai 4. Yhteen ketjuhaaraan voi ripustaa useampia vaijerikieppejä. Tämän ratkaisun katsottiin kuitenkin olevan liian järeä vaadittua käyttötarkoitusta ajatellen. Ketjun pujottaminen useamman vaijerikiepin läpi koettiin myös haastavaksi.



Kuva 13. 2-haarainen nostoketju (Ahlsell).

Yritys valitsi eri vaihtoehtoista 3-haaraisen nostokoukun mallin, joka suunniteltiin niin, että keskiputkeen on hitsattu kolme umpitankoa 120 asteen välein. Keskiputken yläosaan hitsattiin tasainen pääty, johon valmistettiin kierteet nostosilmukalle, josta koko nostokoukku voidaan ripustaa vinssin omaan koukkuun. Koska keskiputki on rakenteeltaan ontto ja pohjasta avoin, on mahdollista, että sen sisälle jää ilmakupla, kun nostokoukku lasketaan öljykylpyyn. Ongelman ratkaisemiseksi keskiputken yläosaan tehtiin reikä, jotta ilma pääsee virtaamaan vapaasti ulos. Nostokoukun materiaaliksi valittiin sama kuin öljyaltaan eli 1.4301 laadun ruostumaton teräs. Nostokoukun geometrinen malli on esitetty kuvassa

14. Nostokoukusta tehtiin yritykselle osa- ja kokoonpanopiirustukset sekä osaluettelot jatkokäyttöä varten.



Kuva 14. Nostokoukun geometrinen malli.

## 6 Uuden öljyaltaan suunnittelu

Tuotekehityksen lopuksi yritys päätti erillisen nostolaitteen ja öljyaltaan vastaavan parhaiten heidän tarvettansa. Nykyisiin öljyaltaisiin ei kuitenkaan haluttu

tehdä muutostöitä, sillä tämä olisi aiheuttanut pidemmän seisokin tuotantoon. Alun perin tarkoituksena oli suunnitella kolme pienempää allasta nykyisten tilalle niin, että kaikkia kolmea allasta voitaisiin käyttää öljyämiseen, sillä tuotteen kuitatus tapahtuisi altaan yllä. Kaikki kolme allasta olisivat yhteydessä toisiinsa öljyn määrän kontrolloinnin helpottamiseksi. Kaikki altaat olisivat yhteydessä samaan poistoputkeen ja sitä kautta pumpulle sekä suodattimelle.

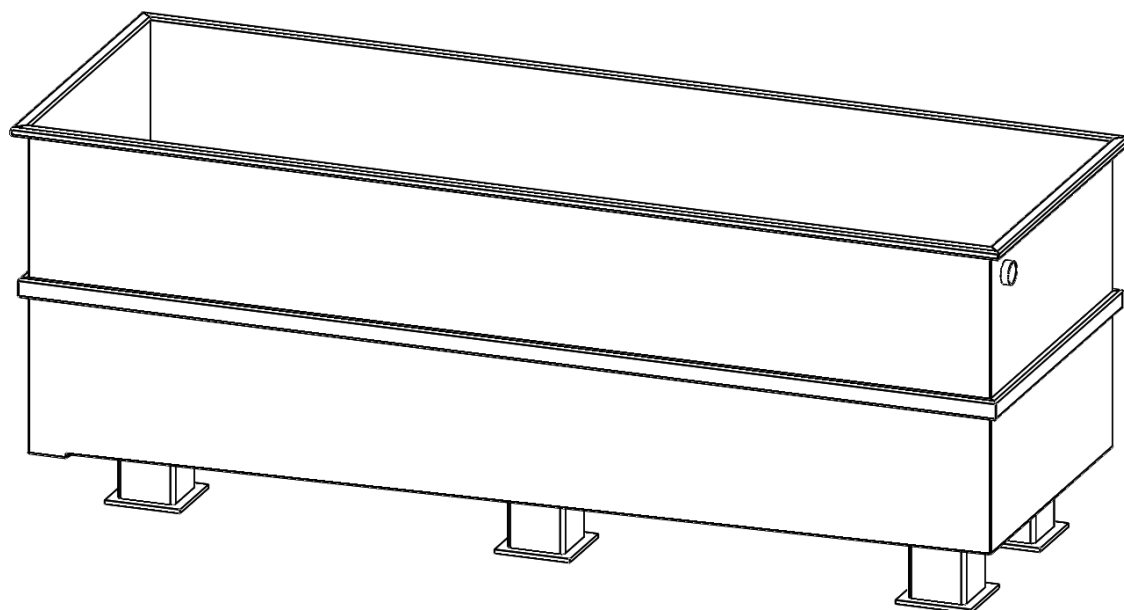
Teknistoloudellisin perustein, kolmen erillisen altaan sijaan päätettiin kuitenkin suunnitella yksi isompi allas. Tällä ratkaisulla pystytään laskemaan altaan kustannuksia pienemmän materiaalin tarpeen ja yksinkertaisemman putkiston avulla. Altaan materiaaliksi valittiin 1.4301 luokan ruostumaton teräs helpon saatavuuden ja hyvän korroosionkestävyyden takia. Altaan seinämävahvuudeksi määriteltiin 3 mm.

Altaan mitoitus suunniteltiin niin, että jokaiselle vinssille on varattu 850 x 850 mm alue mihin laskea vaijerit öljykylpyyn. Näin altaan sisämitoiksi muodostui 2550 x 850 mm. Altaan yläreunan korkeudeksi päätettiin 1000 mm lattiapinnasta, jotta työntekijä pystyy tarvittaessa helposti kurottamaan altaan päälle. Altaan pohjaan suunniteltiin 1 asteen kallistus pitkän sivun suuntaisesti, jotta vaijereista irtoavat epäpuhtaudet kulkeutuisivat paremmin poistoputken suuntaan. Pohjan kaadon loppuun suunniteltiin vielä erillinen muoto, jolla epäpuhtaudet saadaan ohjattua poistoputkelle.

Altaan yläreunaan ja keskelle suunniteltiin hitsattavaksi kotelomainen rakenne, jonka tarkoituksena on jäykistää altaan kylkiä. Altaan pohjaan suunniteltiin 6 kappaletta 150 x 150 mm jalkoja, jotka kannattelevat allasta. Jalkojen pohjaan suunniteltiin myös hitsattavaksi tasainen metallilevy, jossa on kierteet säädettäviä konejalkoja varten, mikäli lattiassa on epätasaisuuksia.

Altaan pohjan matalimpaan kohtaan sekä toiselle lyhyelle sivulle nurkkaan suunniteltiin hitsattavaksi 2 tuuman kierreliittimet öljynpuhdistuslaitteiston yhdistämistä varten. Kierreliittimien koko valittiin niin, että ne eivät muodostu rajoitta-

vaksi tekijäksi pumpun valinnassa. Myös altaan sisäpuolelle suunniteltiin kierreliitin, jotta altaaseen palaava öljy voidaan tarvittaessa ohjata muualle kuin altaan nurkkaan. Uuden öljyaltaan geometrinen malli on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Uuden öljyaltaan geometrinen malli.

Öljyaltaasta tehtiin yritykselle osa- ja kokoonpanopiirustukset sekä osaluettelot jatkokäyttöä varten.

Yritys vastaa itsenäisesti ylivuotoaltaan tarvekartoituksesta ja mahdollisesta hankinnasta opinnäytetyön ulkopuolella.

## 7 Öljypumppu ja putkisto

Nykyinen pumppu sijaitsee pyörillä liikuteltavassa kehikossa. Pumppu on toimintaperiaatteeltaan hammaspyöräpumppu yhdellä suodatinpatruunalla. Pumpun käyttö on perustunut työntekijän omavaraiseen harkintaan. Suodatinpatruunan vaihtaminen on työntekijöiden puolelta koettu hankalaksi ja sotkuiseksi työvaiheeksi, sillä suodatinpatruuna sijaitsee laitteen alla lähellä lattiaa.



Uusi pumppu haluttiin sijoittaa öljyltaan välittömään läheisyyteen, jotta tarvittava putkisto voidaan pitää mahdollisimman yksinkertaisena. Altaasta pumpulle kulkeva imuputki suunniteltiin kulkevaksi altaan alla suurimman osan matkasta, jotta altaan ympäristö voidaan pitää siistinä ja esteettömänä. Paluuputki ja lyhyt osa imuputkesta kulkee avoimessa tilassa, mutta näiden aiheuttama haitta voidaan minimoida sijoittamalla pumppu ja allas lähekkäin.

Uudeksi pumpuksi kaavailtiin alun perin nykyisen kaltaista laitteistoa kuitenkin niin, että pumppu oli sijoitettu kiinteästi seinän viereen altaan välittömään läheisyyteen ja suodatinpatruunan sijoittelu olisi otettu huomioon kokonaisuuden suunnittelussa. Yrityksen yleinen tyytymättömyys nykyisen kaltaisia pumppuja ja suodattimia kohtaan johti kuitenkin siihen, että yritys päätti sentrifugi-periaatteen pohjautuvan öljynpuhdistuslaitteiston hankinnasta.

Eri vaihtoehtojen vertailun jälkeen yritys päätti tilata Oilybits OCS-500P sentrifugi-öljynpuhdistuslaitteiston (kuva 16). Kyseisessä mallissa on erillinen pumppu imu- ja paluupuolella sekä lisäksi erillinen lämmitin, jonka avulla öljyn viskositeettiä voidaan parantaa ennen puhdistusta.



Kuva 16. Oilybits OCS-500P öljynpuhdistuslaitteisto.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena oli kehittää nostolaite, joka parantaa tuotantoprosessin yleistä ergonomiaa ja samalla mahdollistaa yrityksen tuotantokapasiteetin kasvattamisen tulevana vuosina. Nostolaitetta lähdettiin aluksi kehittämään itse, mutta tarkemmassa selvittelyssä kävi ilmi, ettei tämä ole taloudellisesti kannattavaa. Kito Erikilältä tilattu kevytnosturijärjestelmä kolmella nostinradalla ja vinssillä täyttää esitetyt vaatimukset erinomaisesti. Myös yrityksen toivoma nostolaitteen automatisointi on esiselvityksen perusteella mahdollista toteuttaa myöhemmässä vaiheessa.

Öljyämisprosessissa käytettävä öljyallas suunniteltiin kokonaan uudestaan vastaamaan nostolaitteen tuomaan tuotantokapasiteetin kasvuun. Öljyn kiertoon ja vaijereista irtoavien epäpuhtauksien erotteluun kiinnitettiin erityisesti huomiota altaan suunnittelussa. Öljyn puhdistamiseen käytettävä laitteisto uudistettiin myös kokonaan, kun perinteinen suodatinpatruuna ja pumppuyhdistelmä korvattiin sentrifugi-periaatteeseen pohjautuvalla puhdistuslaitteistolla.

Epävarmasta maailmantilanteesta johtuen etenkin terästuotteiden saatavuudessa oli vaikeuksia, jonka johdosta mikään tilatuista laitteista ei ehtinyt saapua Suomeen opinnäytetyölle varatussa ajassa. Käytännön kokemuksia uusista laitteista ei näin ollen ole esittää.

Öljyämisprosessia olisi todennäköisesti mahdollista kehittää entisestään, jopa niin, että tuotantokapasiteetti voitaisiin moninkertaistaa nykyisestä. Tämä vaatisi kuitenkin sen, että öljyämisprosessia tarkasteltaisiin puhtaalta pöydältä avoimin mielin.

## Lähteet

Centrifugal oil cleaning system. Verkkoaineisto. Oilybits.

<<https://www.oilybits.com/oilybits-centrifugal-oil-cleaning-system-centrifuge-on-trolly-540-to-9000-litres-per-hour.html>>. Luettu 24.5.2022.

Madanhire, Ignatio; Mushiri, Tawanda; Mbohwa, Charles. 2017. Improved Wire Rope Lubricator Design for a Mine. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

Nostovaijeri 2-osainen. Verkkoaineisto. Ahlsell.

<<https://www.ahlsell.fi/products/kayttotavarat/sailytys-nostaminen-ja-kasittely/kettingit-ja-kettinginosat/nostokettinkiyhdist.-luokka-10/267248/>>. Luettu 24.5.2022.

Oil dipping unit. Verkkoaineisto. Techno mac systems.

<<https://www.technomacsystems.net/oil-dipping-unit.html>>. Luettu 24.5.2022.

Prosystem light cranes. Verkkoaineisto. Kito Erikkilä.

<<https://www.erikkila.com/prosystem-light-crane-system/>>. Luettu 24.5.2022.

Quench conveyor. Verkkoaineisto. Titan conveyors.

<<https://www.titanconveyors.com/products/hinged-steel-belt/quench-conveyor>>. Luettu 24.5.2022.

Ulrich, Karl T; Eppinger, Steven D; Yang, Maria C. 2019. Product design and development. 7th ed. New York: McGraw-Hill Education.