

OHIPUMPPAUSLETKUJEN NIPUTUSTA AVUSTAVAN KONEEN RUNGON ESISUUNNITTELU

Huhtaniska Eemeli

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Eemeli Huhtaniska	Vuosi	2019
Ohjaaja	Ins.(AMK) Petri Kesälahti		
Toimeksiantaja	Delete Finland Oy		
Työn nimi	Ohipumppausletkujen niputusta avustavan koneen rungan esisuunnittelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	44+1		

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Delete Finland Oy. Toimeksiannon aiheena oli esisuunnitelman luominen ohipumppausletkujen niputtamista avustavan koneen rungosta mahdollista prototyypin valmistamista varten, ja piirustusten tekeminen. Työssä piti myös selvittää, mitä vaatimuksia koneen tulee täyttää, jotta se voidaan ottaa käyttöön yrityksen töissä.

Opinnäytetyössä suunniteltavalla koneella saadaan aikaiseksi käytännön hyötyjä yrityksen työntekijöiden työhyvinvoinnin parantamiseksi. Valmiilla koneella voidaan vähentää työntekijöiden fyysistä kuormitusta sekä ehkäistä työtapaturmia. Tärkein ominaisuus tulisikin olemaan turvallisuus.

Ennen laitteen suunnittelua käydään työssä läpi asioita, joita koneensuunnittelussa tulee ottaa huomioon ja mitä CE-merkinnän saamisen sekä lakien asettamia vaatimuksia koneen tulee täyttää. Aiheet pyrittiin referoimaan sisältämään vain tämän toimeksiannon kannalta oleelliset asiat.

Koneensuunnitteluosiossa käytiin läpi ajatusprosessia, kuinka tiettyihin ratkaisuihin päädyttiin, ja minkä takia. Opinnäytetyössä selvitettiin myös, millaisia kustannuksia valmistamisesta aiheutuu, sekä käytiin läpi koneen turvallisuutta. Työn lopputulokseksi saatiin esisuunnitelma koneen rungosta sekä työpiirustukset.

Technology, Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Eemeli Huhtaniska	Year	2019
Supervisor	Petri Kesälahti, BEng		
Commissioned by	Delete Finland Oy		
Subject of thesis	Predesigning a frame for the ancillary bundling machine of diversion hoses		
Number of pages	44+1		

This thesis was commissioned by Delete Finland Oy. The purpose of the assignment was to predesign a frame for the ancillary bundling machine of diversion hoses and to make necessary work drawings for the possible manufacture of a prototype.

The machine designed in the thesis provides practical benefits by improving the well-being of the company's employees. It will also directly benefit the company by reducing the physical load of workers and preventing occupational accidents. The most important feature of the machine was its safety.

Before designing the machine, the thesis goes through things that must be considered in the design. It also covers the CE marking and legal requirements the machine must meet. The topics are summarized to include only matters relevant to this assignment.

The machine design section reviews the thought process of how and why certain solutions were made. It also explains the costs involved in the manufacturing and goes through the safety of the machine. The result of the thesis is complete predesign of the machine and frame drawings.

Key words

machine design, design, pumps, hoses

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 DELETE FINLAND OY	8
2.1 Toimiala	8
2.2 Työturvallisuus	8
3 OHIPUMPPAUS	9
3.1 Pumpput	9
3.2 Letkut ja tarvikkeet	10
4 TUOTEKEHITYS	12
4.1 Yleisesti	12
4.2 Tuotekehityksen vaiheet	13
4.2.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen	13
4.2.2 Luonnostelu	14
4.2.3 Kehittäminen	14
4.2.4 Viimeistely	16
4.3 Kiertotalous	17
5 LAINSÄÄDÄNTÖ, DIREKTIIVIT JA ASETUKSET	18
6 STANDARDIT	19
6.1 Koneturvallisuuden standardityypit	19
6.2 Tärkeitä standardeja koneenrakennukseen	20
7 CE-MERKINTÄ	22
7.1 Tuotetta koskevat vaatimukset	23
7.2 Tuotteen testaus ja tarkistus	23
7.3 Tuotteen tekniset asiakirjat	24
7.4 Käyttöohjeet	25
7.5 EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus	25
8 OPINNÄYTETYÖN AIHEEN IDEOIMINEN	27
8.1 Pumppauslinjaston haasteet	27
8.2 Koneelle asetetut vaatimukset	28
8.3 Turvallisuusvaatimukset	29

9	LETKUNVETOKONEEN SUUNNITTELU.....	30
9.1	Toimintaperiaatteen luonnostelu.....	30
9.2	Painorullat.....	32
9.3	Runko	35
9.4	Turvallisuus.....	38
9.5	Vaatimuslistan huomiointi suunnittelussa	39
9.6	Kustannukset	40
10	POHDINTA	42
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	45

ALKUSANAT

Haluan kiittää kaikki tässä työssä tukenani olleita henkilöitä sekä Delete Finland Oy:tä.

Espoossa 28.4.2019

Eemeli Huhtaniska

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Delete Finland Oy, joka on yksi johtavista ympäristöpalvelujen tarjoajista Suomessa ja Ruotsissa. Opinnäytetyön aiheen sain yrityksen ohipumppausyksikön työnjohtajalta. Aihetta valittaessa haluttiin löytää sellainen työ, josta on käytännön hyötyä yrityksen päivittäisissä toiminnoissa.

Ohipumppauksessa on käytössä ohipumppausletkuja, jotka voivat pisimmillään olla 100 metriä pitkiä ja halkaisijaltaan 8 tuumaa. Letkujen niputtaminen kuljetusta varten on tapahtunut tähän mennessä käsin. Niputtaminen on työntekijöille hyvin raskasta ja kasvattaa riskiä työtapaturmille.

Työn aiheeksi valikoitui ohipumppausletkujen niputusta avustavan koneen rungon esisuunnittelu helpottamaan työntekijöiden fyysistä kuormitusta, ehkäisemään tapaturmia sekä nopeuttamaan työtä. Koneita suunniteltaessa tärkein ominaisuus on sen turvallisuus.

Koneensuunnittelun lisäksi tässä opinnäytetyössä tutkitaan, mitä vaatimuksia valmiin koneen tulee täyttää, jotta se olisi lakien ja asetusten mukainen. Myös CE-merkinnän saamisen eri vaiheet ja vaatimukset suunniteltavan koneen kannalta käydään läpi tässä työssä.

Opinnäytetyöstä rajattiin pois itse koneen valmistus. Tavoitteena on saada suunniteltua koneen runko sekä piirrettyä työpiirustukset siten, että sen perusteella voidaan tulevaisuudessa valmistaa koneen prototyyppi.

2 DELETE FINLAND OY

Vuonna 2010 perustetun Deleten palveluksessa on noin 1000 ammattilaista ja sillä on yli 30 toimipaikkaa Suomessa ja Ruotsissa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. (Delete 2019.)

Vuodesta 2011 Delete on kasvanut voimakkaasti useiden yritysostojen seurauksena. Deleten nykyinen pääomistaja on tanskalainen pääomasijoittaja Axcel. Deleten lisäksi Axcel omistaa 10 muuta yritystä, joiden yhteenlaskettu liikevaihto on yli miljardi euroa. (Axcel 2019.)

2.1 Toimiala

Delete tarjoaa palveluja eri teollisuudenaloille, rakennusallalle ja kiinteistöille sekä julkiselle sektorille. Näihin palveluihin kuuluvat teollisuuspuhdistus, viemäripalvelut, purku-urakointi, sekä kiinteistö-, kierrätys- ja jätteenkäsittelypalvelut. (Delete 2019.)

Delete pyrkii jatkuvasti kehittämään toimintatapoja ja työmenetelmiä muun muassa digitalisaation avulla. Yrityksen tavoitteena on pysyä johtavana yrityksenä omalla toimialalla vastuullisuudessa ja työturvallisuudessa. (Delete 2019.)

2.2 Työturvallisuus

Deletellä on tavoitteena nolla tapaturmaa. Yritys pyrkiikin määrätietoisella henkilöstön valmentamisella sekä ennaltaehkäisevällä toiminnalla minimoimaan mahdolliset riskit ja vaarat etukäteen. Turvallisuusvaatimukset koskevat niin yrityksen omia kuin alihankkijoidenkin työntekijöitä. (Delete 2019.)

Deletessä työyhteisöön pyritään saamaan ilmapiiri, jossa työturvallisuuteen ja ympäristöasioihin suhtautuminen pyritään aina ottamaan vakavasti. Tämä näkyy myös yrityksen viestinnässä. (Delete 2019.)

3 OHIPUMPPAUS

Ohipumppauksessa käytetään käyttötarkoitukseen sopivaa pumppua, jolla neste tai liete pumpataan paikasta toiseen ohipumppauslinjaa pitkin. Yleisimpiä käyttökohteita ovat viemäriverkostojen saneeraukset, pumppaamoiden ohitukset, altaiden tyhjennykset, tulvavesien hallinta ja lietepumppaukset. (Delete 2019.)

Delete toteuttaa ohipumppaukset aina asiakkaan haluamalla tavalla. Oli se sitten vain kaluston vuokraus tai valmiin kokonaisuuden suunnittelu ja toteutus. Suunnittelussa huomioidaan aina kohteen asettamat vaatimukset, ja se, kuinka työ saataisiin toteutettua mahdollisimman kustannustehokkaasti. (Delete 2019.)

3.1 Pumput

Delete pystyy tarjoamaan kaiken ohipumppauksessa tarvittavan kaluston. Yleisimpien ohipumppaustarvikkeiden lisäksi työkohteeseen voidaan toteuttaa myös kaukovalvonta pumppaukselle. (Delete 2019.)

Kun pumppauskohteessa ei vaadita pumpulta suurta pumppaustehoa, käytetään ohipumppauksessa uppopumppuja (Kuva 1). Uppopumput toimivat sähköllä ja mallista riippuen maksimituotto on 6-25 l/s. Maksimituotto tarkoittaa määrää, jonka pumppu pystyy pumppaamaan toimiessaan täydellä teholla. Uppopumput eivät ole kooltaan suuria ja niitä pystytään liikuttamaan käsin.



Kuva 1. Eri valmistajien uppopumppuja

Mikäli kohteessa on tarvetta suurelle pumppauskapasiteetille, valitaan pumpuksi suuritehoinen pumppuyksikkö (Kuva 2). Suurtehoyksiköt eivät tarvitse ulkopuolista virtaa, vaan niissä on oma dieselmoottori. Suurtehoyksiköt ovat niin suuria ja painavia, että niiden siirtämiseen tarvitaan autonosturi tai trukki. Pumppausteho on 300-1600m³ tunnissa.



Kuva 2. Dieselmoottorilla varustettuja pumppuyksiköitä

3.2 Letkut ja tarvikkeet

Pumppujen lisäksi ohipumppauksessa tarvitaan myös erilaisia putkia, letkuja sekä linjayhteitä. Linjayhteillä voidaan säätää virtauksia haluttuun linjaan, tai jopa sulkea se kokonaan. Putkista voidaan rakentaa pumpulle imu- ja purkulinja, joita pitkin pumpattava neste kulkee. Putkien koko vaihtelee käyttökohteen mukaan välillä 200-630 mm.

Lisäksi ohipumppauksessa käytetään hyvin usein letkuja pumppujen purkulinjana. Tähän opinnäytetyöhönkin liittyvät ohipumppausletkut ovat kumia ja ovat halkaisijaltaan 2-8 tuumaa (Kuva 3). Yksittäinen letku voi olla jopa 100 metriä pitkä ja niitä voidaan asentaa useampia peräkkäin.



Kuva 3. Ohipumppauksessa käytettäviä letkuja

4 TUOTEKEHITYS

Yritystoiminnan menestymisen kannalta tuotekehitystoiminta on yksi tärkeimmistä, ellei jopa tärkein osa-alue. Tuotekehityksen laiminlyönti voi johtaa tilanteeseen, jossa yrityksen myymät tuotteet ovat vanhentuneita. Tästä taas voi seurata se, että yrityksen myynti vähenee tai pahimmassa tapauksessa loppuu kokonaan. (Jokinen 2010, 9.)

4.1 Yleisesti

Kun pyritään kehittelemään uusi tai paranneltu tuote, on kyse tuotekehitystoiminnasta. Tämän toiminnan aikana pyritään täyttämään asetetut tavoitteet mahdollisimman hyvin. Aina kaikkia tavoitteita ei kuitenkaan pystytä eriyistä täyttämään. (Jokinen 2010, 9.)

Tuotteen eliniällä tarkoitetaan aikaa, jona sitä markkinoidaan ja valmistetaan. Yleisesti tuotteiden elinikä lyhenee koko ajan. Elinikä on hyvin riippuvainen itse tuotteesta. Joissain tapauksissa se voi olla lyhyt tai hyvinkin pitkä. (Jokinen 2010, 9.)

Tuotekehitys prosessiin sisältyviä asioita ovat:

- tuotteen idean löytäminen
- markkinoiden ja kehitysnäkymien selvitys
- tuotteen luonnostelu
- tuotteen suunnittelu
- tuotteen optimointi
- työpiirustusten tekeminen
- käyttöohjeiden laatiminen
- tuotantomenetelmien kehittäminen. (Jokinen 2010, 9.)

4.2 Tuotekehityksen vaiheet

Jotta yritys voi menestyä, on sen osattava käynnistää oikeat tuotekehityshankkeet. Ennen lopullista päätöstä hankkeiden aloittamisesta on käytävä tarkasti läpi uuden tuotteen kehittämisestä muodostuvat kustannukset, markkinointimahdollisuudet, saatavat tuotot sekä ympäristönsuojelu- ja työterveydelliset kysymykset. Tuotekehityshanke voidaan jakaa neljään toimintavaiheeseen: tuotekehitysprojektin käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Jokinen 2010, 14.)

4.2.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen

Jotta tuotekehitysprojekti voidaan käynnistää, tulee olla tarve ja mielikuva tuotteen toteuttamismahdollisuuksista. Näiden asioiden havaitseminen voi tapahtua joko systemaattisen hakutoiminnan tai sattuman kautta. (Jokinen 2010, 17-18.)

Vaikka monet tuoteideat syntyvät sattumalta, ei yritys voi rakentaa koko tuotekehitysprosessiaan näiden varaan. Uusien ideoiden rakentaminen tulee olla myös systemaattisista ja organisoitua. Apuna tässä tulisi käyttää tietoa niin yrityksen sisältä kuin ulkopuoleltakin. (Jokinen 2010, 19.)

Kun on saatu valmis tuoteidea, laaditaan siitä kehitysehdotus. Tähän tulisi sisältyä:

- kuvaus kehitettävästä tuotteesta
- tuotteen tekniset vaatimukset
- tuotteen taloudelliset vaatimukset
- projektiin käytettävissä ole kehityspanos
- projektin aikataulun. (Jokinen 2010, 21.)

Odottamattomien ongelmien tai uusien mahdollisuuksien takia tuotekehityksen lopputulos voi toisinaan olla hyvinkin erilainen kuin alkuperäisessä

suunnitelmassa. Tästä syystä tuotekehitystoiminnan tulisikin olla hyvin joustavaa. (Jokinen 2010, 18-19.)

4.2.2 Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa pyritään löytämään erilaisia ratkaisuja tuotekehityksen alaiselle tuotteelle. Tarkoituksena ei ole vielä esittää yksityiskohtaisia ratkaisuja tai piirustuksia, vaan piirustusten tulisi pysyä luonnoksenomaisina. (Jokinen 2010, 21.)

Luonnostelussa käytetään samanlaisia työvaiheita kuin ongelmanratkaisussa tai päätöksenteossa. Nämä vaiheet riippuvat käytettävästä menetelmästä, mutta noudattavat yleisesti kutakuinkin seuraavaa kaavaa:

- tehtävän analysointi
- tavoitteiden ja vaatimusten määrittäminen
- ratkaisujen etsintä
- ideoiden karsiminen
- ratkaisujen testaus ja päätöksenteko. (Jokinen 2010, 21.)

Kun ratkaisuluonnokset arvostellaan ja testataan, voidaan valita lupaavin luonnos, josta voidaan jalostaa lopullinen tuote yksityiskohtia ja markkinointia myöten. Ratkaisuluonnokset ovat kuitenkin vielä periaatteellisia. Myös kokoonpano- ja osapiirustukset eivät ole vielä mittakaavaisia. (Jokinen 2010, 80.)

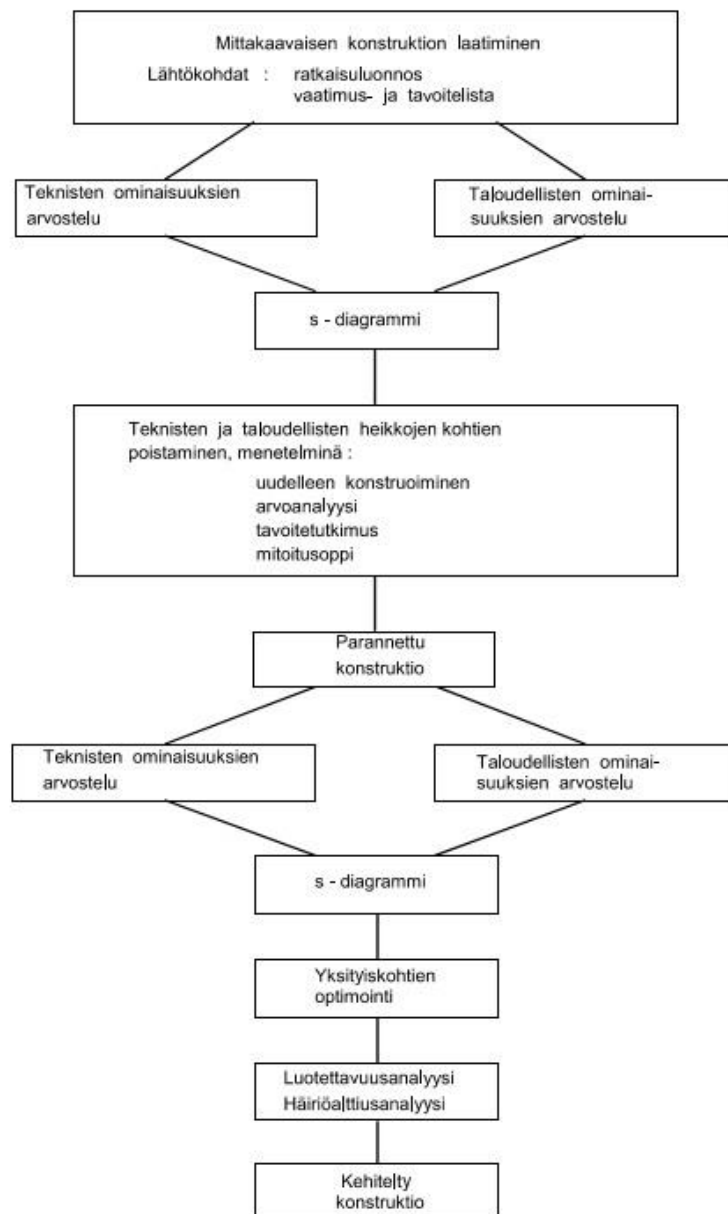
4.2.3 Kehittäminen

Edellisessä vaiheessa löydetyn ratkaisun avulla voidaan siirtyä kehittämisvaiheeseen (Kuvio 1). Tässä vaiheessa on tarkoitus suunnitella yksityiskohdat niin, että seuraavassa vaiheessa työpiirustukset ja osaluettelot ovat helposti tehtävissä. (Jokinen 2010, 80.)

Ensimmäisenä valitulle ratkaisulle laaditaan kokoonpanoluonnos. Tässä vaiheessa tulevat useimmiten ilmi tekniset- ja taloudelliset ongelmakohdat

suunnitelmassa. Näitä ongelmia pyritään poistamaan ideoinneilla. Suunnittelussa tulisi myös ottaa huomioon valmistamisen ja kustannusten optimointi valitsemalla raaka-aineet ja valmistusgeometriat siten, että niistä syntyy tuotteen kannalta paras mahdollinen kombinaatio. (Jokinen 2010, 15.)

Mikäli tarpeita ei pystytä tarpeeksi hyvin toteuttamaan, joudutaan kehitystyö aloittamaan alusta valitsemalla uusi ratkaisuluonnos. Jos kaikki vaatimukset tulevat täytettyä, on kehitysvaiheen päätöksen tuloksena kehitetty konstruktioehdotus. (Jokinen 2010, 15.)



Kuvio 1. Kehittelyn työvaiheet (Jokinen 2010, 92)

4.2.4 Viimeistely

Tuotekehitystoiminnan viimeisessä eli viimeistelyvaiheessa tehdään tuotteen viimeistely (Kuvio 2). Tällöin piirretään työpiirustukset, tehdään osaluettelot, huolto- ja käyttöohjeet sekä kaikki muu tuotteen kannalta tarpeellinen. Mikäli mahdollista, tuotteesta myös valmistetaan prototyyppi ja nollasarja, jonka avulla voidaan varmistaa tuotteen ja tuotannon vastaavan sille asetettuja tavoitteita. Viimeistelyvaiheen lopuksi voidaan tehdä päätös tuotannon aloittamisesta. (Jokinen 2010, 17.)



Kuvio 2. Viimeistelyn työvaiheet (Jokinen 2010, 97)

4.3 Kiertotalous

Kiertotaloudessa ajatuksena on, että tuotteet olisivat sellaisia, että ne saataisiin mahdollisimman tehokkaasti kierrätettyä niiden käyttöiän tultua täyteen (Kuvio 3). Hävitettäväksi päättyvien tuotteiden ei tulisi siis päätyä kaatopaikalle tai polttoon, vaan ne tulisi saada kierrätyksen kautta uusiokäyttöön. Käytännössä, koska materiaaleja ei tällöin tarvitse valmistaa alusta asti uudestaan, vähentää se kasvihuonepäästöjä ja on energiatehokkaampaa. (Seppälä ym. 2016, 11.)



Kuvio 3. Kiertotalouden periaatteet (Seppälä ym. 2016, 13)

Tuotesuunnittelulla on suuri vaikutus kiertotalouden toteutumiseen. Suunnitteluvaiheessa tulisi ottaa huomioon tuotteen mahdollisimman pitkän käyttöiän saavuttaminen, materiaalien käytön vähentämisen edistäminen valmistusvaiheessa, laitteen energiatehokkuus sekä sen kierrätettävyyden. Erityisesti kierrätettävyydessä pitää kiinnittää huomiota materiaalivalintoihin siten, että ne kyetään tuotteen käyttöiän loppuvaiheessa käyttämään uudelleen tai kierrättämään uusiomateriaaliksi siten, että niihin sitoutunut arvo pysyy. Luonnollisesti pyritään myös välttämään kierrätyskelvottomia materiaaleja, mikäli mahdollista. (Seppälä ym. 2016 13-14.)

5 LAINSÄÄDÄNTÖ, DIREKTIIVIT JA ASETUKSET

Ohipumppausletkujen vetokonetta suunniteltaessa on otettava huomioon, että laite täyttää tarvittavat lait ja asetukset. Työnantaja on vastuussa siitä, että työntekijöiden käyttämät työvälineet ovat säännösten mukaisia, turvallisia ja töihin sopivia. Mikäli kone ei ole lakien mukainen ei sitä voida käyttää yrityksen töissä. (Työsuojelu 2019.)

Tämän työn kannalta olennaisin asetus ja laki on valtioneuvoston asetus 400/2008 koneiden turvallisuudesta ja työturvallisuuslaki 738/2002. Kun kone otetaan ensimmäistä kertaa käyttöön, on sen täytettävä näiden asettamat vaatimukset. (Työsuojelu 2019.)

Valtioneuvoston asetus 400/2008 koneiden turvallisuudesta on hyvin oleellinen osa koneensuunnitteluprosessia. Tällä asetuksella pannaan täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. Asetusta 400/2008 kutsutaan Suomessa yleisesti koneasetukseksi. Kun kone halutaan ottaa käyttöön tai saattaa markkinoille, löytyy tästä asetuksesta säädökset sen suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta.

Koneasetuksessa annetaan vaatimuksia, jotka koneen valmistajan on täytettävä. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi riskien arvioinnin teko, turvallisuusvaatimusten selvitys sekä koneen suunnittelu ja rakentaminen niiden mukaisesti. Lisäksi valmistajan täytyy laatia tiettyjä dokumentteja laitteesta kuten käyttöohjeet, vaatimustenmukaisuusvakuutus ja tekninen tiedosto. Koneeseen täytyy myös tehdä tarvittavat merkinnät. (Työsuojeluhallinto 2008, 6.)

Riskien arvioinnissa ja turvallistamisessa on hyvä käyttää apuna aiheeseen liittyviä standardeja. Noudattamalla koneensuunnittelun joka vaiheessa yhdenmukaisia standardeja voidaan koneen olettaa täyttävän olennaiset turvallisuusvaatimukset. Mikäli standardin vaatimuksia ei noudateta, pitää valmistajan pystyä näyttämään, että turvallisuustaso on vastaava. Aiheeseen liittyviä standardeja on listattu taulukossa 1. (Työsuojeluhallinto 2008, 8.)

6 STANDARDIT

Standardeilla pyritään lisäämään tuotteiden yhteensopivuutta sekä turvallisuutta. Standardi on määritelmä, miten jokin asia tulisi tehdä. Näillä määritelmillä pyritään helpottamaan ja suojelemaan niin kuluttajien kuin viranomaisten elämää. (SFS 2019.)

Standardien hyödyntäminen on vapaaehtoista. Toisinaan kuitenkin asiakkaat ja yhteistyökumppanit voivat vaatia tiettyjen standardien noudattamista. Standardeihin ja niiden soveltamisiin voidaan myös viitata laissa, jolloin niiden noudattaminen voi tilanteesta riippuen tulla pakolliseksi. (Metsta 2019.)

Standardien julkaisu tapahtuu asiakirjoina. Näiden asiakirjojen hankinta on maksullista, mutta itse käyttö ja hyödyntäminen maksutonta. (SFS 2019.)

Suomessa standardisoinnin keskusjärjestönä toimii SFS, joka on jäsenenä eurooppalaisessa standardisointijärjestössä CEN:ssä. Useimmat SFS-standardit ovatkin alkuperältään EN-standardeja eli CEN:ssä laadittuja. (SFS 2019.)

6.1 Koneturvallisuuden standardityypit

Koneturvallisuudessa standardit on jaettu kolmeen osaan A-, B- ja C-tyypin standardeihin (Metsta 2019).

- A-tyypin standardi on turvallisuuden perusstandardi. Siinä esitetään kaikkiin koneisiin sovellettavat perusteet, turvallisuussuunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja yleiset näkökohdat. (Metsta 2019.)
- B-tyypin standardi on turvallisuuden ryhmästandardi. Standardissa käsitellään yhtä tiettyä turvallisuuskäsitettä, jota voidaan soveltaa useissa erilaisissa koneissa. Tällaisia ovat esimerkiksi turvaetäisyydet, melu, suojaustekniset laitteet, kulkutiet jne. (Metsta 2019.)
- C-tyypin standardi on konekohtainen turvallisuusstandardi. Tämän tyypin standardeilla käsitellään tiettyjen koneiden tai koneryhmien

turvallisuusvaatimuksia. C-tyyppin standardi on olemassa muun muassa nostolaitteista, työstökoneista ja pakkauskoneista. (Metsta 2019.)

6.2 Tärkeitä standardeja koneenrakennukseen

Tämän opinnäytetyön kannalta oleellisia standardeja löytyy useita. Tähän osioon on listattu niistä tärkeimmät (Taulukko 1). Kaikkien näiden standardien läpi käyminen on jo niiden lukumäärän takia haastavaa. Toinen ongelma on myös niiden saatavuus, koska ne ovat maksullisia. Mikäli yritys hankkisi kaikki listatut standardit, nousisivat yksittäiskappaleena valmistettavan koneen suunnittelukustannukset huomattavasti, mikäli standardeja ei pystyttäisi hyödyntämään yrityksen muussa toiminnassa.

Vaikka tämän opinnäytetyön puitteissa ei ole tarkoitus suunnitella letkunvetokoneen sähköjärjestelmää, on silti tärkeää tutustua myös niihin liittyviin standardeihin. Tällöin suunnittelussa voidaan paremmin ennakoida myös niiden asettamat tarpeet.

Taulukko 1. Tärkeitä standardeja koneensuunnitteluun

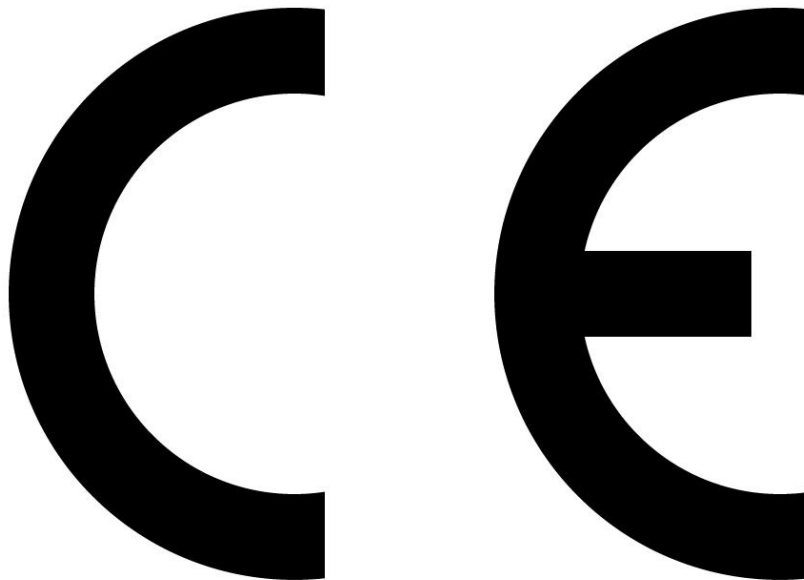
Yleinen suunnittelu ja riskienhallinta	
SFS-EN ISO 12100	Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen
SFS-ISO/TR 14121-2	Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä
SFS-ISO 7010	Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Rekisteröidyt turvallisuusmerkit.
Suojukset ja turvalaitteet	
SFS-EN 349	Vähimmäisetäisyyden kehon osien puristumisvaaran välttämiseksi
SFS-EN ISO 13857	Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille
SFS-EN ISO 14119	Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta
SFS-EN 1037	Odottamattoman käynnistymisen estäminen
SFS-EN ISO 13850	Hätäpysäytys. Suunnittelu periaatteet
SFS-EN 953	Suojukset
SFS-EN 999	Pysäyttävien turvalaitteiden etäisyys vaarakohdista
Ergonomia	
SFS-EN 13861	Koneturvallisuus. Ohjeita ergonomiastandardien soveltamiseksi koneensuunnittelussa
SFS-EN 614	Ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: Terminologia ja yleiset periaatteet
Sähkölaitteet	
SFS-EN60204-1	Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS-EN 6206	Turvallisuuteen liittyvien sähköisten, elektronisten ja ohjelmoitavien elektronisten ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus.
SFS-EN ISO 13849-1	Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet
SFS-EN ISO 13849-2	Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 2: Kelpuutus

:

7 CE-MERKINTÄ

Koneen CE-merkinnällä (Kuvio 4) sen valmistaja tai valtuutettu vakuuttaa, että kone täyttää sille asetettujen EU:n direktiivien ja asetusten vaatimukset. CE-merkityllä koneella on vapaa liikkuvuus EU:n alueella. Merkintää ei myönnä viranomainen vaan sen kiinnittää itse valmistaja tai valmistajan edustaja. Sen saa kiinnittää vain sellaisiin koneisiin, joita koskeva tuotelainsäädäntö niin edellyttää. Merkinnän väärinkäytöksistä voidaan lain mukaan rangaista. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)

CE-merkintä ei takaa tuotteen turvallisuutta eikä takaa, että se olisi erityisen laadukas tai helppokäyttöinen. Merkintä ei myöskään takaa, että tuote olisi jollain lailla parempi kuin tuote, jolla ei ole CE-merkintää. CE-merkintää muistuttavien merkintöjen kiinnittäminen koneeseen on kielletty. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)



Kuvio 4. CE-merkki (European Commission 2019)

CE-merkinnän vaatimusten täyttämiseksi tulee käydä läpi viisi vaihetta. Jos tuote täyttää jokaisessa vaiheessa esitetyt vaateet, voidaan siihen kiinnittää CE-merkki. Merkin kiinnittämisellä valmistaja ottaa vastuun siitä, että kaikki merkinnän saamisen lainsäädännölliset vaatimukset täyttyvät, arviointimenettely on suoritettu ja tuotteen asiakirjat ovat kunnossa. (Metsta 2017.)

7.1 Tuotetta koskevat vaatimukset

Tuotteen tulee täyttää sille asetetut vaatimukset kuten lait, direktiivit, asetukset ja yhdenmukaistetut standardit. Vaatimukset vaihtelevat sen mukaan, mihin CE-merkittävään ryhmään tuote kuuluu. Ryhmän perusteella saa selville myös kyseisen tuotteen valvontaviranomaisen Suomessa. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)

Tässä opinnäytetyössä suunniteltava kone kuuluu CE-merkintäryhmään koneet. Työssä käytettävien koneiden valvontaviranomaisena toimii Työsuojeluvirasto. Viraston mukaan tämän tyyppin koneen on täytettävä valtioneuvoston asetus 400/2008 koneiden turvallisuudesta sekä Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä 621/2001. (Suojaus 2019.)

7.2 Tuotteen testaus ja tarkistus

Yleensä CE-merkinnän kiinnittäminen ei vaadi tuotteen testausta tai tarkastuslaitoksen käyttämistä. Tarkastuksia suorittavat tarkastuslaitokset, joilla on kansallisten viranomaisten hyväksyntä, ne on rekisteröity komissiolle ja luetteloitu NANDO-tietokannassa. Esimerkkejä tuotteista, joiden arviointiin vaaditaan ulkopuolinen tarkastuslaitos ovat hissit, mittauslaitteet, henkilösuojaimet ja osa rakennustuotteista. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)

Yleisesti siis testattavat koneet ovat enemmän kuluttajakäyttöön suunnattuja tuotteita. Lista tarkastuksen vaativista laitteista löytyy valtioneuvoston asetuksesta 400/2008. Tämän opinnäytetyön aiheena oleva ohipumppausletkujen vetokone ei kuulu testattaviin tai tarkastettaviin laitteisiin, koska sitä ei ole listalla.

7.3 Tuotteen tekniset asiakirjat

Tuotteen tekniset asiakirjat tulee olla laadittuna ja saatavilla. Teknisellä tiedostolla koneen valmistaja voi osoittaa, että kone täyttää sitä koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)

Teknistä tiedostoa on säilytettävä vähintään 10 vuoden ajan koneen valmistuspäivästä. Toimivaltaisen viranomaisen pyytäessä on tekninen tiedosto pystyttävä esittämään kohtuullisessa määräajassa. (Työsuojeluhallinto 2008, 13.)

Teknisen tiedoston tulee sisältää muun muassa seuraavat asiat:

- yleiskuvaus koneesta
- selitykset sekä kuvaukset koneen toiminnan ymmärtämiseksi
- täydelliset piirustukset, laskelmat ja testaustulokset jne.
- riskin arviointia koskevat asiakirjat
- koneen täyttämät standardit ja muut tekniset eritelvät
- asiakirjat, joista selviää valmistajan tai sen valtuuttaman edustajan tekemien testien tulokset
- kopio käyttöohjeesta
- kopio EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

7.4 Käyttöohjeet

Tuotteen käyttöohjeiden tulee olla esitettynä selkeällä ja ymmärrettävällä tavalla. Ohjeista tulee käydä ilmi tuotteen käyttötarkoitus ja sen mahdolliset rajoitukset. Käyttöohje on laadittava suomen ja ruotsin kielellä. Osa käyttöohjeiden vaatimuksista tulee lainsäädännöstä ja standardeista. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019.)

Asioita, joita tulisi löytyä käyttöohjeesta:

- tuotteen tunnistustiedot ja yleiset varoitukset.
- mihin tuotetta käytetään ja mitä mahdollisia rajoituksia sen käytössä on
- koneen käyttöympäristöön ohjeet
- toimenpiteet, jotka on suoritettava ennen käyttöönottoa
- koneen käyttöönotto
- kuinka toimia virhe- ja vikatilanteissa
- tietoa huollosta, säilytyksestä ja puhdistuksesta
- suojautuminen riskejä vastaan
- tuotteen käytöstä poistaminen.

7.5 EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

EU-vaatimustenmukaisuusvakuutusasiakirjalla valmistaja vakuuttaa koneen olevan vaatimusten mukainen. Dokumentin laatii ja allekirjoittaa koneen valmistaja. Jokaisen koneen mukana on toimitettava vaatimustenmukaisuusvakuutus. Asiakirjaa on pidettävä saatavilla 10 vuotta koneen markkinoille saattamisen jälkeen. (Työsuojeluhallinto 2008, 14.)

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta on löydyttävä seuraavat tiedot:

- koneen valmistajan nimi ja osoite ja mahdollisen valtuutetun edustaja

- henkilön nimi, joka on valtuutettu kokoamaan tekninen tiedosto
- kuvaus koneesta ja sen sarjanumero
- lait, joita koneeseen on sovellettu
- koneeseen sovelletut standardit
- tarvittaessa sen laitoksen tiedot, joka on tehnyt tyyppitarkastuksen
- tarvittaessa sen laitoksen tiedot, joka on hyväksynyt laadunvarmistusmenettelyn
- vaatimustenmukaisuuden antamisaika ja paikka
- henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu edustamaan valmistajaa vaatimustenmukaisuusasiakirjan laadinnassa. (Työsuojeluhallinto 2008, 15.)

Kun kaikki viisi yllä olevaa CE-merkinnän vaihetta on käyty läpi, voidaan koneeseen tehdä CE-merkintä (Työsuojeluhallinto 2008, 14).

8 OPINNÄYTETYÖN AIHEEN IDEOIMINEN

Pohtiessamme opinnäytetyön aihetta haluttiin löytää sellainen idea, josta olisi oikeasti hyötyä yritykselle. Idean ohipumppausletkujen niputtamista avustavalle koneelle sai ohipumppausyksikön työnjohtaja, joka oli nähnyt kyseiseen käyttötarkoitukseen valmistetun koneen erään yrityksen käytössä. Kyseinen kone oli omavalmisteinen eikä vastaavaa konetta löydy markkinoilta.

Ideana on, että kun letku asetetaan koneeseen, alkaa se vetämään letkua koneen läpi. Kone syöttää letkua toisesta päästä ulos käyttöhenkilölle, joka niputtaa letkua kuljetusta varten.

8.1 Pumppauslinjaston haasteet

Ohipumppauksessa saatetaan työkohteesta riippuen käyttää erittäin pitkiä letkuja ohipumppauslinjojen rakennuksessa. Yksittäinen linja voi olla satoja metrejä pitkä ja se voidaan rakentaa useasta eri letkusta liittämällä niitä yhteen. Letkun koko vaihtelee myös kohteen mukaan kahdesta tuumasta kahdeksaan tuumaan.

Työkohteen loppuessa letkut viikataan ja valmistellaan kuljetusta varten. Kuljetus tapahtuu pääsääntöisesti viikattuna kuljetushäkissä, (Kuva 4) tai niputettuna ilman häkkiä. Jotta letkut saadaan viikattua tai niputettua, joutuvat työntekijät käsin liikuttelemaan letkuja työkohteessa. Tämä on fyysisesti hyvin raskasta ja kasvattaa myös työtapaturmien mahdollisuutta. Suunniteltavalla koneella halutaan tuoda helpotusta letkujen siirtämiseen, jotta käsin niputtaminen olisi kevyempää ja riski tapaturmille pienempi.



Kuva 4. Pumppauslinjan niputettuna pinottavissa kuljetushäkeissä

8.2 Koneelle asetetut vaatimukset

Jotta voidaan saavuttaa hyviä tuloksia, täytyy tavoitteet asettaa korkealle. Jos tavoitteena on yhtä hyvä tuote kuin kilpailijalla, on tuloksena aina hieman vanhentunut tuote. Tämä johtuu siitä, että myös kilpailijat kehittävät jatkuvasti tuotteitaan. (Jokinen 2010, 27-28.)

Koneelle asetetut vaatimukset saatiin määriteltyä koneen mahdollisten käyttäjien ja esimiesten haastattelujen, sekä omien pohdintojen avulla. Nämä vaatimukset (Taulukko 2) on pyrittävä ottamaan mahdollisuuksien mukaan huomioon konetta suunniteltaessa.

Taulukko 2. Koneelle asetettuja vaatimuksia ja niiden tärkeys

Vaatus	Tärkeysaste
Koneen täytyy pystyä vetämään letkuja, jotka ovat halkaisijaltaan kahdesta tuumasta kahdeksaan tuumaan	Erittäin tärkeä
Letkuissa liittimet päissä, joiden pitäisi mennä koneen läpi	Vähemmän tärkeä
Toimii verkkovirralla	Vähemmän tärkeä
Käyttökohteet ulkona ja usein likaisia, selvittävä niistä	Tärkeä
Lakien ja asetusten mukainen	Erittäin tärkeä
Turvallinen käyttää	Erittäin tärkeä
Kompakti koko	Vähemmän tärkeä
Miellyttävä ulkonäkö	Vähemmän tärkeä

8.3 Turvallisuusvaatimukset

Delete Finland Oy:lle suunniteltavassa koneessa tärkein asia on koneen turvallisuus. Delete on hyvin turvallisuuteen orientoitunut yritys ja esimerkiksi aiemmin mainitun toisen yrityksen käytössä olleen omavalmisteisen koneen tapauksessa sen turvallisuus ei olisi riittänyt.

Deletelle suunniteltavan koneen tulee minimissään täyttää konedirektiivin asettamat vaatimukset sekä muut tarvittavat asetukset ja sille täytyy olla mahdollista saada CE-merkintä. Edellä mainitut asiat eivät kuitenkaan takaa laitteen turvallisuutta, vaan on tärkeää myös saada palautetta ja kommentteja muilta asiantuntijoilta.

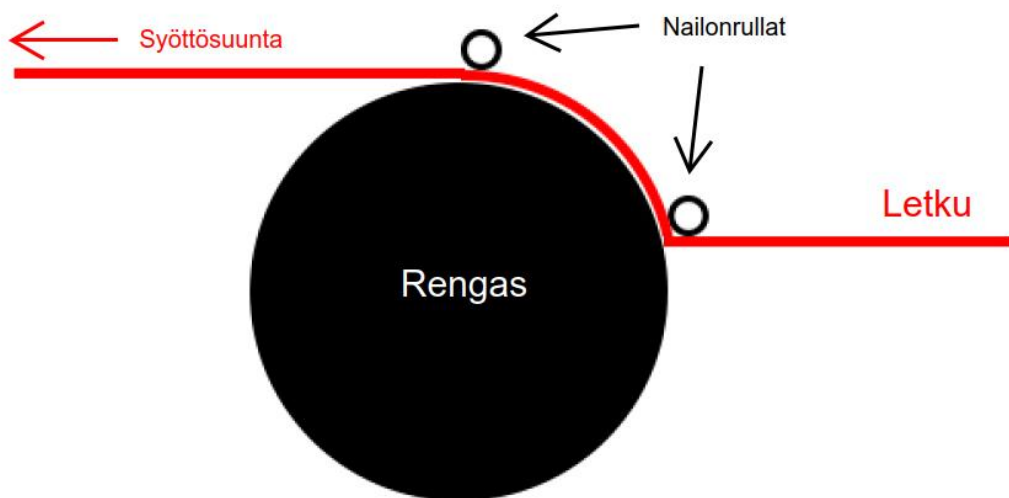
9 LETKUNVETOKONEEN SUUNNITTELU

Koska haluttuun käyttötarkoitukseen suunniteltua valmista konetta ei löydy markkinoilta, päädyttiin koneen toiminnan osalta samankaltaiseen ratkaisuun kuin toisella yrityksellä käytössä olleessa omavalmisteisessa koneessa. Tämä siksi, että ratkaisun tiedettiin olevan toimiva ja koneen testaus olisi tämän opinnäytetyön aikana erittäin haastavaa aikataulullisten rajoitusten takia.

Koneen 3D-mallintamiseen ja työpiirustusten tekemiseen käytin Autodesk Inventor Professional 2019 –ohjelmaa. Ohjelma on erittäin monipuolinen ja sillä sai piirrettyä hyvin yksityiskohtaiset kuvat koneen rungosta. Inventorilla on myös mahdollista suorittaa rasiustestejä koneen rungolle.

9.1 Toimintaperiaatteen luonnostelu

Aiemmin mainitussa toimivaksi todetussa vetokoneessa on moottori, joka pyörittä autonrengasta. Vedettävä letku asetettiin renkaan ulkokehän päälle eli vetopinnalle, ja se puristettiin tiukasti rengasta vasten kahdella nailonrullalla (Kuvio 5). Kun rullat kiristettiin tarpeeksi tiukasti, saatiin muodostettua vetopinnan ja letkun välille tarpeeksi kitkaa, jolloin rengas alkoi syöttää letkua koneen läpi.



Kuvio 5. Toimintaperiaate

Tutkin ensin mahdollisuutta vedon toteuttamista samaan tapaan, mutta koska koneella pitää pystyä vetämään suurimmillaan kahdeksan tuumaa halkaisijaltaan olevaa letkua, olisi sopivan levyisen renkaan löytäminen hyvin haastavaa. Lisäksi renkaan leveys aiheuttaisi sen, että myös sen halkaisija olisi suuri ja se tekisi koneesta turhan kookkaan. Suuri renkaan halkaisija ja massa vaatisi myös koneeseen tulevalta moottorilta enemmän tehoa ja vääntöä tai jopa vaihteistoa.

Taulukko 3. Hilcoflex kahdeksan tuuman ohipumppausletkun tekniset tiedot (Salhydro 2019)

Sisähalkaisija [mm]	Ulkohalkaisija [mm]	Työpaine [bar]	Paino [kg/m]
203	210	10	2,4

Tarvittavan vetopinnan leveys saadaan laskemalla kahdeksan tuuman letkun leveys, kun se painetaan kasaan. Kaavalla (1) lasketaan ensin letkun kehän pituus, jonka jälkeen kaavalla (2) voidaan laskea letkun leveys.

$$p = \pi d \quad (1)$$

missä

p	on	letkun kehän pituus	[mm]
d	on	letkun halkaisija	[mm]
π	on	pii	

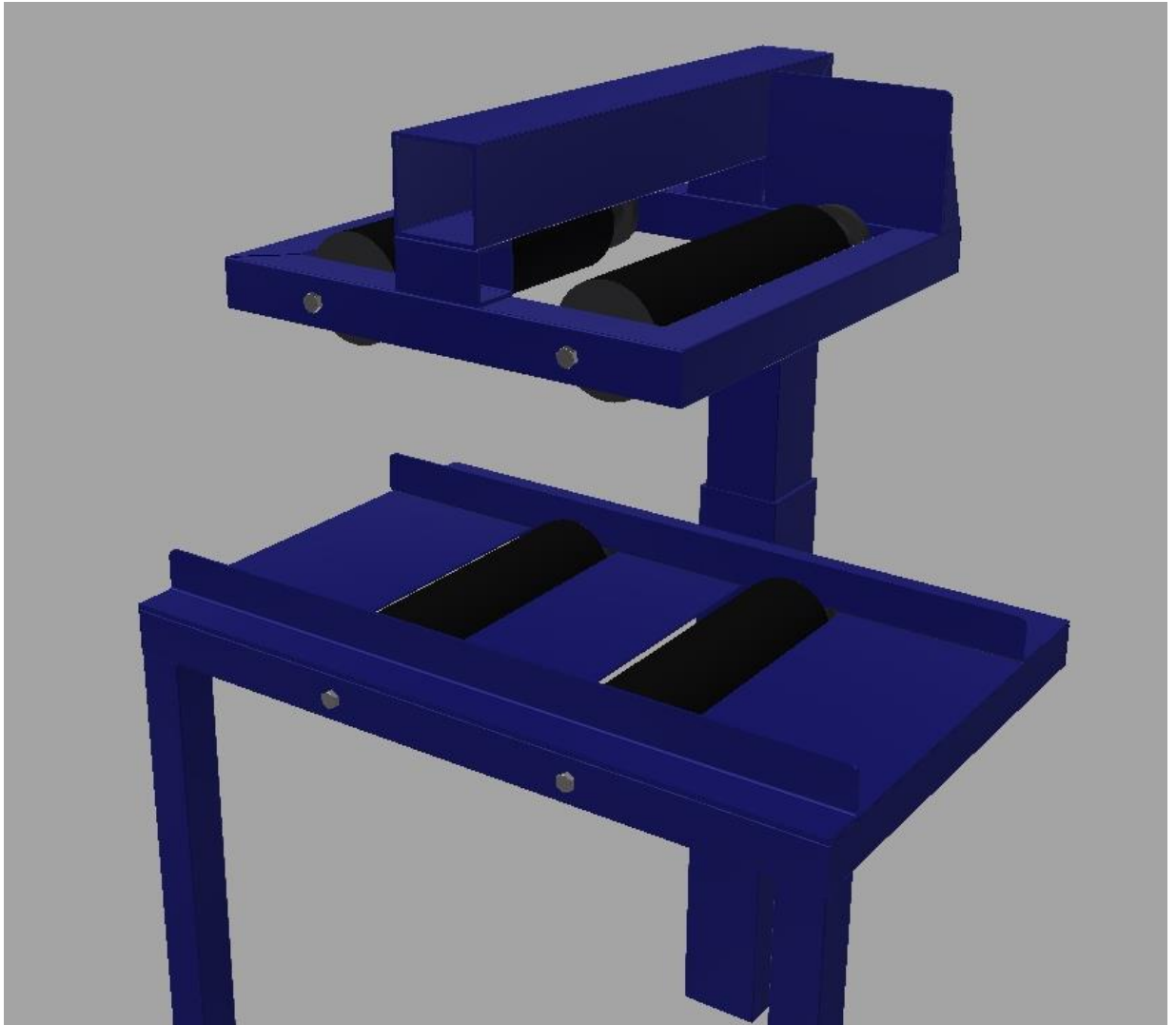
$$l = \frac{p}{2} \quad (2)$$

missä

l	on	vetopinnan leveys
p	on	letkun kehän pituus

Käyttämällä (Taulukko 3) kahdeksan tuuman letkulle annettuja tietoja saadaan vetopinnan leveyden arvoksi 330 mm. Tämä on minimileveys, käytännössä leveyden on kuitenkin hyvä olla hieman suurempi.

Tutkittuani eri vaihtoehtoja totesin vetotavan toteutuksen yksinkertaisimmaksi ratkaisuksi suunnitella kaksi kehikkoa, jotka ovat päällekkäin. Kummassakin kehikossa on kaksi rullaa, jotka voidaan nostaa ja laskea hydraulisesti (Kuvio 6). Syötettävä ohipumppausletku asetetaan kehikoiden väliin ja puristetaan sylinterillä tiukasti rullia vasten.



Kuvio 6. Ylempi rullakehikko voidaan laskea ja nostaa sylinterin avulla

9.2 Painorullat

Painorullat eivät varsinaisesti kuulu koneen rungon komponentteihin. Rungon suunnittelun kannalta oli kuitenkin tärkeää tutkia, millaiset rullat koneeseen hankitaan, jotta runko voidaan suunnitella niiden ympärille. Painorulliksi valikoitui

kuljetinkäyttöön tarkoitetut ketjupyörillä varustetut vetävät kuljetinrullat (Kuva 5). Rullat on valmistettu teräksestä, mutta niitä saa kumipinnoitteella.



Kuva 5. Ylempänä kahdella ketjupyörällä oleva vetävä kuljetinrulla (Konaflex 2019)

Kahden ketjupyörän ansiosta rullat voidaan liittää toisiinsa ketjulla, ja näin ollen yhdellä moottorilla pyörittää molempia kehikon rullia. Rullat saa myös halutun mittaisena ja useilla eri halkaisijoilla. Valmistajan mukaan rullat kestävät 5900N kuormitusta. Tämä on tämän koneen käyttötarkoitukseen aivan riittävästi, mutta se voidaan varmistaa laskelmien avulla.

Jotta rullien kuormitus saadaan selville, täytyy laskea, millaisia voimia letkun liikuttamiseen tarvitaan. Maksimikuorma syntyy, kun koneella lähdetään vetämään 100 metriä pitkää kahdeksan tuuman letkua. Katsomalla taulukosta 3 letkun painon voidaan 100 metrin letkulle laskea painoksi 240 kg. Letkun liikkeelle saamiseksi tarvittava voima voidaan laskea käyttämällä kaavaa (3).

$$F = \mu N \quad (3)$$

missä

μ	on	kumin ja asfaltin välinen lepokitkakerroin
N	on	Maassa olevan letkun normaalivoima [N]
F	on	maassa olevan letkun liikkeelle saattamiseen tarvittava voima [N]

Normaalivoima N voidaan laskea kaavasta (4)

$$N = m * g \quad (4)$$

N	on	normaalivoima [N]
m	on	letkun massa [kg]
g	on	putoamiskiihtyvyys [m/s^2]

Kappaleen liikuttamiseen tarvittava voima on suurin juuri ennen kuin kappale lähtee liikkeelle. Liikettä vastustavan lepokitkakertoimen suuruus riippuu toisiaan koskettavien kappaleiden materiaaleista. Ohipumppausletkut on valmistettu kumista, ja niitä vedetään maata pitkin. Tämän takia käytetään tarkastelussa kumin ja asfaltin välistä lepokitkakerrointa, joka on 0,8. Edellä mainitulla kitkakertoimella laskettuna kaavasta (3) saadaan letkun liikkeelle saamisen voiman arvoksi 1884N. Käytännössä voidaan kuitenkin käyttää varmuuden vuoksi myös suurempaa arvoa, koska letkussa on liitin päässä ja maa voi olla hyvinkin epätasaista ja aiheuttaa liittimelle lisäkitkaa. Päätin valita tarkasteluarvoksi 2400N.

Jotta letku ei luistaisi painorullan pinnalla täytyy painorullan ja letkun välisen F :n olla suurempi kuin 2400N. Käyttämällä kaavaa (5) voidaan laskea, millaisella voimalla rullien täytyy puristaa letkua, jotta letku ei luista. Lepokitkakerroin on nyt 1,16, koska rulla on pinnoitettu kumilla ja letku on kumia.

$$N = \frac{F}{\mu} \quad (5)$$

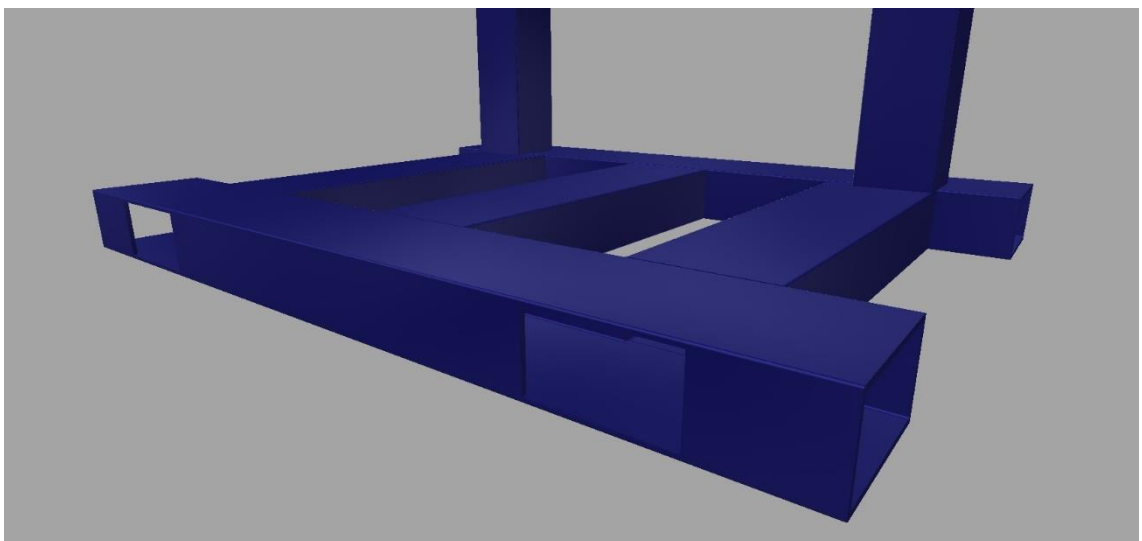
missä

μ	on	kumin ja kumin välinen lepokitkakerroin
N	on	letkun normaalivoima rullaa vasten[N]
F	on	rullaa vasten olevan letkun liikkeelle saattamiseen tarvittava voima [N]

Yhden rullan kuormitusarvoksi maksimitilanteessa saadaan 2069N. Koska rullia on kaksi ja molemmat ovat vetäviä, voidaan lukema jakaa kahdella, jolloin yhtä rullaa tarvitsee painaa maksimissaan vain 1034N kuormalla. Kun arvoa verrataan valmistajan antamaan maksimiin 5900N, huomataan, että rullaan jää reilusti varmistuskerrointa kuormituksen suhteen.

9.3 Runko

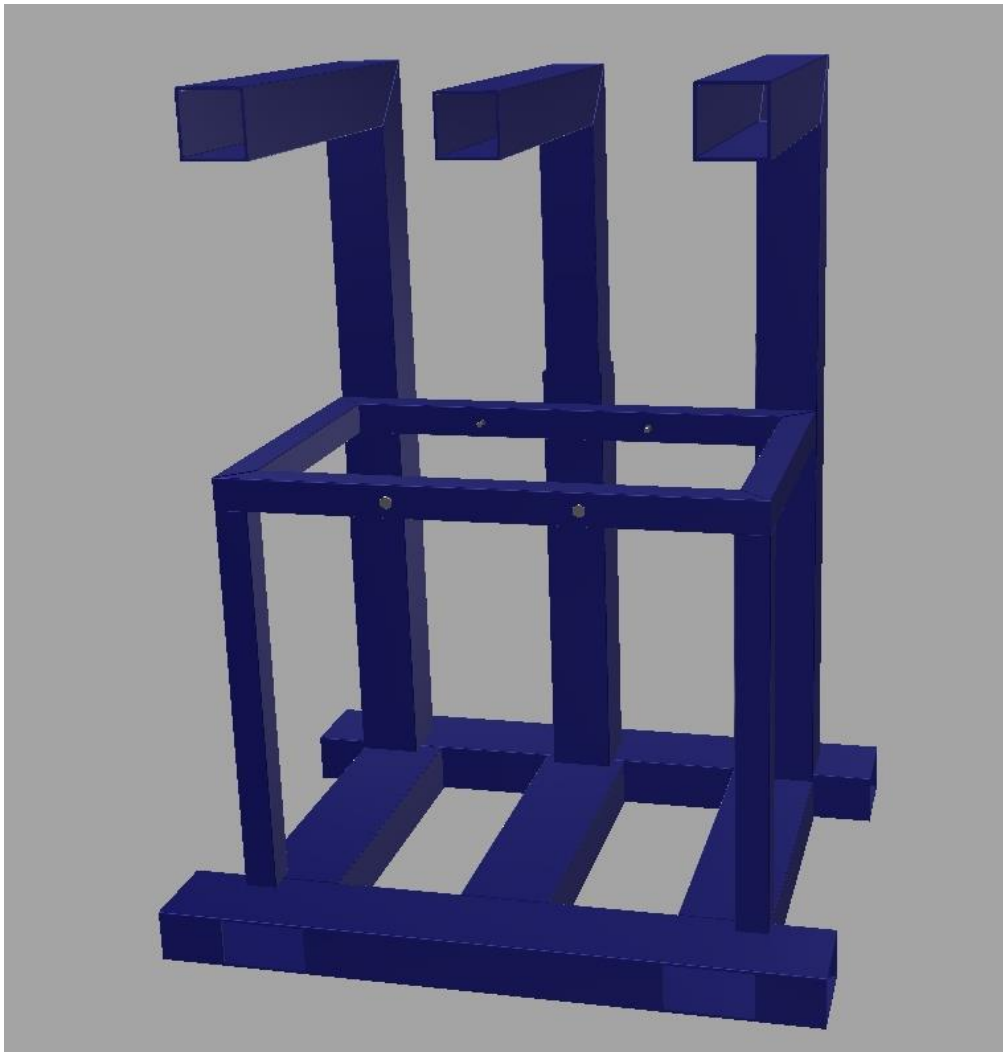
Rungon materiaaliksi valikoitui S355J2H RHS putkipalkki sen hyvän saatavuuden ja edullisuuden takia. Runkoon ei kohdistu suuria voimia, joten kyseisen teräksen ominaisuudet ovat riittävät. Halusin rungosta helposti liikuteltavan, joten suunnittelin rungon pohjan 140x80x5 RHS putkipalkeista (Kuvio 7). Nämä palkit on aseteltu siten, että konetta on mahdollista siirtää trukilla. Rungon kaikki osat kiinnitetään toisiinsa hitsaamalla. Näin taataan tukeva kiinnitys ja vähennetään huoltotarvetta.



Kuvio 7. Vetokoneen rungon pohja

Rungon pystypalkit tulevat vain toiselle puolelle, koska vedettävä letku täytyy pystyä asettamaan rullien päälle koneen sivusta. Pysty- ja kattopalkit suunniteltiin vahvemmasta palkista kuin rullapöytä, koska kattopalkkeihin voidaan asentaa nostosilmukat koneen siirtelyä helpottamaan.

Ylemmän rullakehikon nostamiseen ja laskemiseen käytetään puomia. Koneen keskelle tuleva puomi hitsataan pohjaan kiinni, ja sylinteri tulee puomin sisälle tappiliitoksilla kiinni ylä- ja alaosaan (Kuvio 8). Puomin yläosa liukuu alaosan sisään, mikä mahdollistaa puomin liikkumisen pystysuunnassa. Puomin liikeradassa huomioin, että se nousee riittävän ylös, jotta letkun päässä oleva liitin mahtuu tarvittaessa myös koneen läpi. Liitintä ei ole tarkoitus vetää rullien voimalla koneen läpi vaan käyttäjän pitää itse käsin vetää letku koneen läpi niin halutessaan.



Kuvio 8. Koneen pystypalkit ja puomi

Alemman rullapöydän päälle tulee teräslevy ja ohjurit sivuille, jotta letku liikkuu hyvin koneen läpi eikä tipu pois rullilta. Ylempi rullakehikko kiinnitetään myös hitsaamalla puumiin. Rullapöydän alle jaa hyvin tilaa, mihin voidaan sijoittaa mahdollinen hydraulikkakoneikko tai sähkölaitteita. Koneessa on paikat moottoreille sekä ylä-, että alapöydässä. Tulevaisuudessa moottoria mitoittaessa voikin miettiä, laittaako koneeseen yhden vai kaksi moottori. Koneen pohjan alle laitoin myös pienet jalat parantamaan pitoa työmailla (Kuvio 9).

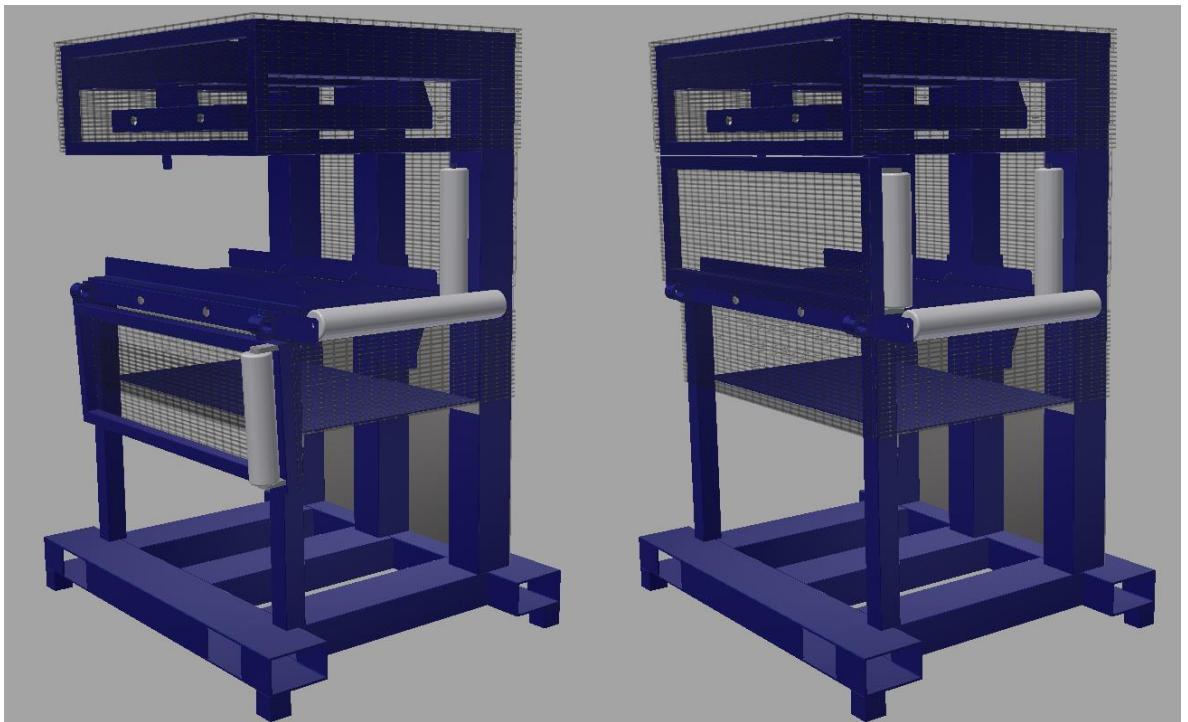


Kuvio 9. Koneen runko ilman suojia

9.4 Turvallisuus

Jotta kone olisi turvallinen käyttää, suunniteltiin yläosaan kehikko, mihin saa kiinnitettyä suojalevyt. Suojalevyt ovat suurelta osin teräsverkkoa, jotta käyttäjällä olisi mahdollisimman hyvä näkyvyys koneen sisälle. Koska verkkoja on myytävänä useita erilaisia, eikä vielä ollut varmaa millaisesta verkosta suojat tehdään, niin suojien kiinnityskohtia ei tässä vaiheessa suunnitella. Suojien suunnittelussa apuna oli standardi SFS-EN 953. Etuosaan laitettiin myös nailonrullat estämään letkun hankautumista.

Koneen sivulle suunniteltiin luukku, jonka voi aukaista letkun asettamista varten (Kuvio 10). Luukkua voi hyödyntää myös, kun koneelle suunnitellaan turvamekanismeja. Luukkuun voi esimerkiksi asentaa kytkimen mikä estää koneen käynnistymisen sen ollessa auki.



Kuvio 10. Koneen ovimekanismi

On erityisen tärkeää, ettei kone vaurioita vedettäviä letkuja. Letkut ovat hyvin usein likaisia ja niiden pinnalle on voinut tarttua hiekkaa tai muita roskia. Kahden rullaparin ansiosta koneen ei tarvitse puristaa letkua niin suurella voimalla kuin yhdellä rullaparilla. Näin säästetään vedettävää letkua turhalta rasitukselta ja

mahdollisilta vaurioilta. Rullien pinta on myös joustava kumipinnoitteen ansiosta ja näin hienovaraisempi letkulle.

Turvallisuudessa täytyy myös ottaa huomioon, voiko letku mennä rullalle koneen sisälle. Mikäli peräkkäisiä rullia pyöritettäisiin molempia omalla moottorilla, voisi olla mahdollista, että toinen moottori pääsisi pyörimään nopeammin ja letku menisi rullalle rullien väliin. Tässä koneessa yksi moottori pyörittää rullaa, joka on ketjulla liitetty toiseen peräkkäiseen rullaan. Tämän ansiosta rullat pyörivät aina samalla nopeudella tilanteesta riippumatta, eikä letku pysty menemään rullalle niiden väliin vaan liikkuu aina tasaisesti niiden välissä.

Ohjauslaitteita suunnitellessa ja mitoittaessa tulisi ottaa huomioon, että rullien pyörimisnopeutta saadaan säädettyä portaattomasti. Näin varmistetaan, että käyttäjä saa säädettyä letkun syöttönopeuden itselleen sopivaksi, koska viikkausvaihe tapahtuu käsin. Riippuen siitä, tuleeko koneeseen sähkö- vai hydraulimoottori, täytyy nopeudensäätö toteuttaa kyseiselle moottorityypille parhaalla ja käyttäjälle turvallisella tavalla.

Komponenttien valinnassa on tärkeää tutustua hätäpysäytyksen suunnitteluun sekä odottamattoman käynnistymisen estämiseen standardien SFS-EN ISO 13850 ja SFS-EN 1037 avulla. Kone tulee tarvitsemaan jonkinlaisen tunnistusmekanismin letkun liittimen tullessa koneelle, jotta veto pysähtyy ja liitin ei mene rullille asti.

Valmiiseen koneeseen täytyy myös kiinnittää tarvittavat varoitusmerkit ja konekilpi. Konekilvestä löytyy koneen tekniset tiedot, jotka on määritelty koneasetuksessa. Varoitusmerkeistä löytyy hyvin tietoa standardista SFS-ISO 7010.

9.5 Vaatimuslistan huomiointi suunnittelussa

Suunnittelussa pyrittiin ottamaan huomioon taulukossa 2 esitetyt koneen toiminnan vaatimukset niin hyvin kuin mahdollista. Erittäin tärkeiksi määritellyistä vaatimuksista toteutuivat kaikki. Esimerkiksi koneen rullien leveyden ansiosta koneella pystyy vetämään kahdeksan tuuman letkuja. Kone täyttää myös tällä hetkellä turvallisuusvaatimukset sekä lait. Täysin valmiin koneen tapauksessa

tarvitaan kuitenkin lisädokumentaatiota kuten ohjekirja ja vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Tärkeiden vaatimusten täyttäminen onnistui myös hyvin, mutta vaatisi likaisissa käyttökohteissa toimintavarmuuden varmistamisessa prototyypin testausta kyseisissä olosuhteissa. Tässä ei kuitenkaan käytännössä tulisi olla suuria esteitä, koska runko on suunniteltu hyvin kestäväksi. Komponenttien valinnassa täytyy kuitenkin vielä ottaa huomioon, että myös ne ovat kestäviä.

Vähemmän tärkeistä vaatimuksista koko pysyi suhteellisen kompaktina, mutta ulkonäköä voisi vielä parantaa suunnittelemalla esteettisesti miellyttävämpiä paneeleja. Verkkovirralla toimiminen varmistuu vasta komponenttien mitoituksen ja valinnan jälkeen, mutta koneessa on hyvät tilat niiden sijoittelulle.

Vähemmän tärkeänä vaatimuksena oli myös, että koneen läpi voisi vetää letkun missä on liittimet päässä. Tämä ei onnistu itse koneen voimalla, mutta rullakehikko on suunniteltu avautuvan niin paljon, että minkä tahansa kokoisen liittimen voi käsin vetää koneen läpi käyttäjän niin halutessa.

9.6 Kustannukset

Tässä vaiheessa kustannuksia ei ole vielä syntynyt. Tulevien valmistusvaiheen työkustannuksien suuruus riippuu suuresti myös siitä, rakennetaanko runko yrityksen sisäisesti vai alihankintana.

Materiaalikustannukset on esitetty taulukossa (4). Materiaalikustannuksiin vaikuttaa hyvin paljon se, pitääkö materiaalit ostaa määrämittaisina salkoina vai löytyykö materiaali jostain sopivammassa mitassa. Pääsääntöisesti RHS putkipalkkia myydään määrämittaisina salkoina, joista voi jäädä paljonkin hukkamateriaali tämän koneen kohdalla. Laskelmassa on vain rungon kustannukset. Muut materiaalit kuten suojat voidaan laskea tarkemmin, kun koneeseen mitoitetaan muut tarvittavat komponentit ja tiedetään, kuinka ne sijoitetaan.

Taulukko 4. Materiaalikustannukset

Koko [mm]	Runkoon tarvitaan	Materiaali	Hinta	Myyntimitta	Myyjä
140x80x5	3,6 m	S355J2H	405 €	12 m	taloon.com
90x90x4	1,4 m	S355J2H	239 €	12 m	taloon.com
100x100x5	4,4m	S355J2H	215 €	6 m	taloon.com
50x50x4	6,2 m	S355J2H	42 €	2 m	IKH
30x30x3	5,6 m	S355J2H	26 €	6 m	taloon.com

Yhteensä: 1 053 €

Mikäli rungon tarvikkeet ostettaisiin määrämittaisina salkoina, tulee sille hintaa 1053 €. Tässä tapauksessa hukkamateriaalia jää suuria määriä erityisesti isompien palkkien kohdalla. Laskemalla materiaaleille metrihinnan, jakamalla myyntihinnan myyntimitalla ja sen jälkeen kertomalla runkoon tarvittavalla mitalla, tulee kokonaiskustannukseksi 461 €. Yksittäiskappaletta valmistettaessa olisikin siis tärkeää miettiä saisiko tiettyjä materiaaleja ostettua lyhyempänä.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli esisuunnitelman luominen Delete Finland Oy:lle ohipumppausletkujen vetokoneen rungosta, sekä piirtää siitä tarvittavat kuvat mahdollista valmistamista varten. Työ oli yllättävän haastava, koska valmiita ratkaisuja ei ollut saatavilla, ja kone piti suunnitella alusta loppuun itse. Suunniteltavan koneen toimintaperiaate vaihtui useaankin otteeseen työn aikana.

Oman haasteensa toivat myös aikataululliset ongelmat, jotka johtuivat työkiireistäni, sillä olin opinnäytetyön tekoaikana täysipäiväisessä työsuhteessa. Olen kuitenkin tyytyväinen lopputulokseen. Opinnäytetyön aikana tuotettujen piirustusten ja tietojen avulla on helppo lähteä jatkamaan koneen jalostusta pidemmälle sitten, kun sen aika on.

Delete Finland Oy pyrkii olemaan turvallisuuden edelläkävijä koko Suomessa. Tämän koneensuunnittelun punaisena lankana olikin sen turvallisuus. Koenkin onnistuneeni turvallisuusasioiden huomioinnissa konetta suunnitellessa ja uskon, että kone olisi turvallinen käyttää.

Opinnäytetyössä kävin myös läpi suunnittelutyöhön liittyvää teoriaa, joka oli laaja osa itse työstä. Monesta teoriaosasta olisi voinut tehdä jopa oman opinnäytetyön aihealueen laajuudesta johtuen. Tämän työn tarkoitus kuitenkin oli pitää käsiteltävät osiot kompakteina ja vain oleellisimmat asiat sisältävinä. Erityisen haastavaa oli referoida ja tulkita lakitekstejä oleellisimpien lakipykäliden osalta. Tämäkin onnistui mielestäni.

Opinnäytetyön perusteella koneeseen voidaan alkaa tekemään komponenttien mitoitus ja valintaa. Näiden valintojen jälkeen suunnitelmaa on hyvä tarkentaa ja aloittaa prototyypin valmistus testikäyttöä varten.

LÄHTEET

Axcel 2019. About Axcel. Viitattu 4.4.2019 <http://uk.axcel.dk/about-axcel/about-axcel/>

Delete 2019. Delete sijoituskohteena. Viitattu 3.4.2019
<https://deletegroup.fi/sijoittajat/delete-sijoituskohteena/>

CE-merkintä – avain Euroopan markkinoille! 2011. Euroopan komissio. Viitattu 12.4.2019 http://www.metsta.fi/www/rakennustuotteiden_temasivut/CE-merkinta_lehtinen.pdf

European Commission 2019. CE marking. Viitattu 20.4.2019
https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking_en

Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. 6 painos, korjattu, päivitetty laitos. Espoo: Aalto-yliopisto teknillinen yliopisto

Konaflex 2019. Kuljetinrullat. Viitattu 26.4.2019
<https://www.konaflex.fi/tuote/kuljetinrullat/>

Metsta 2019a. Koneturvallisuuden standardien suhde lainsäädäntöön. Viitattu 7.4.2019
http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_temasivut/standardisointi/01-02-00.php

Metsta 2019b. Standardit. Viitattu 10.4.2019
<http://www.metsta.fi/julkaisut/standardit.php>

SFS 2019. Miten standardit laaditaan?. Viitattu 4.4.2019
https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on/miten_standardit_laaditaan

Koneturvallisuuden standardit 2015. SFS. Viitattu 5.4.2019
<http://www.metsta.fi/julkaisut/esitteet/Koneturvallisuusesite2016.pdf>

Seppälä, J., Sahimaa, O., Honkatukia, J., Valve, H., Antikainen, R., Kautto, P., Myllymaa, T., Mäenpää, I., Salmenperä, H., Alhola, T., Kauppila, J. & Salminen, J. Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016.
https://tietokayttoon.fi/documents/10616/2009122/25_Kiertotalous+Suomessa.pdf/5a942ae7-9ec8-4b54-a079-f99c8ba2f8f1?version=1.0

Taloon.com 2019. Putkipalkit. Viitattu 25.4.2019
<https://www.taloon.com/putkipalkit/6519/dg>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019a. CE-merkintä. Viitattu. 5.4.2019
<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2019b. Tuotteiden käyttöohjeet ja turvallista käyttöä koskevat merkinnät. Viitattu 30.3.2019. <https://tukes.fi/tuotteet-ja->

palvelut/vaativuudenmukaisuus/tuotteiden-kayttoohjeet-ja-turvallista-kayttoa-
koskevat-merkinnat

Työturvallisuuslaki 738/2002

Työsuojeluhallinto 2008. Koneturvallisuus. Viitattu 4.4.2019

https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc

Työsuojeluhallinto 2019. Koneet ja laitteet. Viitattu 12.4.2019

<https://www.tyosuojelu.fi/markkinavalvonta/koneet-ja-laitteet>

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008

LIITTEET

Liite 1. Rungon kokoonpanopiirustus

Liite 1. Rungon kokoonpanopiirustus.

