



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Janne Alakoski

# KYLPYTYNNYRIN KEHÄVANTEEN VALMISTUKSEN TUOTEKEHITYS

TKT Konepalvelut Oy

Tekniikka  
2022

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Janne Alakoski
Opinnäytetyön nimi	Kylpytynnyrin kehävanteen valmistuksen tuotekehitys
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 2 liitettä
Ohjaaja	Petri Saari

---

Opinnäytetyö tehtiin TKT Konepalvelut Oy:n toimeksiantona. TKT Konepalvelut on koneurakointiin sekä teollisuuden alihankintatöihin erikoistunut yritys.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella nykyisen tuotantolinjan osittain korvaava parempi kokonaisuus, jonka tarkoituksena on parantaa työturvallisuutta sekä tehostaa tuotantoa. Haasteiksi nousi vanteen jäykkyys sekä vaatimuksena se, ettei vanteeseen saa tulla valmistuksesta jälkiä. Vanteessa ei saa olla ulkonäköön vaikuttavia jälkiä ulkopinnassa, jos jälkiä ilmenisi olisi tuote automaattisesti talouslaatuinen.

Työ aloitettiin jo markkinoille olevien ratkaisujen kartoittamisella, mutta käytettävissä olevia ratkaisuja ei ole olemassa. Mekaaninen kierroslaskuri on ainoa valmiiksi markkinoilla oleva komponentti, jota voidaan käyttää tässä työssä.

Tuotekehityksessä ongelmaksi nousee usein se, ettei ole olemassa valmiita ratkaisuja. Työn alkuvaiheessa oli syvennyttävä nykyisen tuotantolinjan toimivuuteen, nykyisen tuotantolinjan ongelmakohtiin sekä tuotteen valmistuksen eri vaiheisiin.

Lopputuloksena syntyi mittalaite sekä kerääjä, jotka yhdessä parantavat työturvallisuutta sekä työntehokkuutta. Mittalaite sekä kerääjä mallinnettiin Siemens NX -ohjelmistolla sekä niistä valmistettiin prototyypit 3D-tulostamalla muovista.

## ABSTRACT

Author	Janne Alakoski
Title	Development of Production Line for the Hot Tub Circle Rim
Year	2022
Language	Finnish
Pages	35 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Petri Saari

---

The thesis was made for TKT Konepalvelut Ltd. TKT Konepalvelut is specialized in machine contracting work and subcontracting to local industry. The aim of this thesis was to design a new improved production line that would partly replace the old production line.

Challenges of this thesis were related to the stiffness of a rim and the requirement that the surface of the outer surface of the rim was not to have any marks. The work started by researching existing solutions on the market but no viable solutions were available. A mechanical rounding calculator was the only component on the market that could be used in this project. In addition, the operations of the existing production line and problems occurring in it as well as manufacturing steps of the product were studied.

The results of this thesis are a calculating device and a collector device that together improve the work safety and increase the performance of production. The calculating device and the collector device were modelled using the Siemens NX program. Plastic prototypes were manufactured of both devices using a 3D printer.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Yritysesittely.....	9
1.2	Työn tausta .....	9
1.3	Työn tavoitteet.....	12
1.4	Työn rajaukset.....	12
2	TUOTEKEHITYS .....	13
2.1	Tarpeen tunnistaminen .....	14
2.2	Ongelman määrittely.....	14
2.3	Synteesi.....	15
2.4	Analyysi.....	16
2.5	Optimointi.....	16
2.6	Testaus.....	17
2.7	Tuotannon käynnistäminen.....	18
2.8	Arviointi .....	18
3	NYKYTILANTEEN KUVAUS .....	19
3.1	Valmistusprosessin ensimmäinen vaihe .....	20
3.2	Valmistusprosessin toinen vaihe .....	21
3.3	Valmistusprosessin kolmas vaihe.....	21
3.4	Valmistusprosessin neljäs vaihe.....	22
3.5	Valmistusprosessin viides vaihe.....	23
4	MITTALAITE .....	26
5	KERÄÄJÄ.....	29
6	YHTEENVETO JA JATKOKEHITYSIDEAT .....	32
6.1	Jatkokehitysideat .....	33
	LÄHTEET .....	34

LIITTEET .....	35
----------------	----

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Valmis vanne asennettuna kylpytynnyriin. ....	10
<b>Kuva 2.</b> Vanne aihio kerä pinossa kuormalavan päällä.....	11
<b>Kuva 3.</b> Havainnekuva koko linjaston pituudesta. ....	19
<b>Kuva 4.</b> Vanne aihion vetäminen kerältä lukkopalan asennuspisteelle. ....	20
<b>Kuva 5.</b> Vanne vedettynä kulmarautaa vasten. ....	21
<b>Kuva 6.</b> Vanteen toiseen päähän asennettu lukkopala .....	22
<b>Kuva 7.</b> Vanteen kerääminen kerälle.....	23
<b>Kuva 8.</b> Vanteen pää raahautumassa pahvia pitkin kerälle keräämisen aikana...	24
<b>Kuva 9.</b> Valmis vanne kerä kiristetään yhteen nippusiteellä. ....	25
<b>Kuva 10.</b> Kuva mittalaitteen 3D-mallista, laskurin puolelta kuvattuna.....	26
<b>Kuva 11.</b> Kuva mittalaitteen 3D-mallista, syöttöpuolelta kuvattuna .....	27
<b>Kuva 12.</b> Kuva kerääjästä. ....	29
<b>Kuva 13.</b> Lukkopala sijoitettuna pystytukea vasten. ....	30
<b>Kuva 14.</b> Kerääjän rungon kiinnityspisteet. ....	31
<b>Kuva 15.</b> Mittalaite sekä kerääjä. ....	32

<b>Taulukko 1.</b> Tuotannossa olevat vanne pituudet sekä niiden pituus toleranssit. ..	9
---	---

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Mekaaninen kierroslaskuri

**LIITE 2.** Parakumin tekniset tiedot

## 1 JOHDANTO

Tuotekehitystoiminnalla tarkoitetaan prosessia, jonka tavoitteena on kokonaan uusi tuote tai tuoteparannus. Prosessin lopputulosta kutsutaan tuotteeksi, mutta nykyään yhä useammin myös innovaatioksi. Kasvava ja koveneva globaali kilpailu pakottaa yritykset jatkuvaan ja yhä nopeampaan tuotekehitykseen. Varsinkaan pienten yritysten voimavarat ja osaaminen eivät enää riitä tuottamaan tarvittavia innovaatioita. (Hietikko 2021,12.)

Tuotekehitys on yksi tärkeimmistä yrityksen toiminnoista. Sillä pyritään vastaamaan muuttuviin markkinoihin, tuotteiden laadun varmistamiseen, asiakastytyväisyyteen sekä kilpailukykyyn. Tuotekehityksen lähtökohtia voi olla monia erilaisia kuten esimerkiksi valmistuskustannusten madaltaminen, laadun parantaminen tai työturvallisuuden parantaminen.

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella toimeksiantaja yrityksen käyttöön soveltuva kerääjä- ja mittalaite kylpytynnyrin vanteen lukkopalojen asennuksen yhteyteen. Suunnittelu toteutettiin Siemens NX -suunnitteluohjelmistolla. Työssä otettiin huomioon suunniteltavan laitteen turvallisuus, työergonomia, helppokäyttöisyys sekä kustannustehokkaat valmistuskustannukset.

Tarve laitteelle syntyi valmistuksen aiheuttama teräviin reunoihin liittyvä viiltoriski sekä yläruumiille aiheutuvien fyysisten rasitusten minimoimiseksi. Valmistettavan tuotteen tilausvolyymit ovat nousseet huomattavasti viime aikoina, joka itsessään luo tarpeen kehittää parempi valmistustapa kyseiselle tuotteelle.



## 1.1 Yritysesittely

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii TKT Konepalvelut Oy, jonka kotipaikkakunta on Vaasa. TKT Konepalvelut Oy on perustettu vuonna 2021, mutta yritystoiminnan juuret ovat vuonna 2014 perustetussa Tmi Tomi Tapio:ssa. TKT Konepalvelut tarjoaa pääsääntöisesti koneurakointia, konevuokrausta sekä erinäisiä kiinteistön huoltoon liittyviä toimintoja. TKT Konepalvelut on edellä mainittujen palveluiden ohella tarjonnut asiakkailleen myös teollisuuden alihankintatöitä. (Tomi, T. 2022)

## 1.2 Työn tausta

Työ käsittelee toimeksiantaja yrityksen alihankintana toiselle yritykselle tehtävän tuotteen valmistuksen kehittämistä. Valmistettava tuote on kylpytynnyrin kehävanne, joka asennetaan kylpytynnyrin ulkolaudoituksen ympärille. Kyseinen vanne asennetaan kokoonpanon viimeisenä osana kylpytynnyrin kehälle pitämään ulkolaudoitusta kasassa (**kuva 1.**).

Vanteen materiaalina on ruostumaton teräs, joka toimitetaan kerissä. Yhdessä kerässä on 200–400 metriä aihio materiaalia, riippuen materiaalin toimittajasta (**Kuva 2.**).

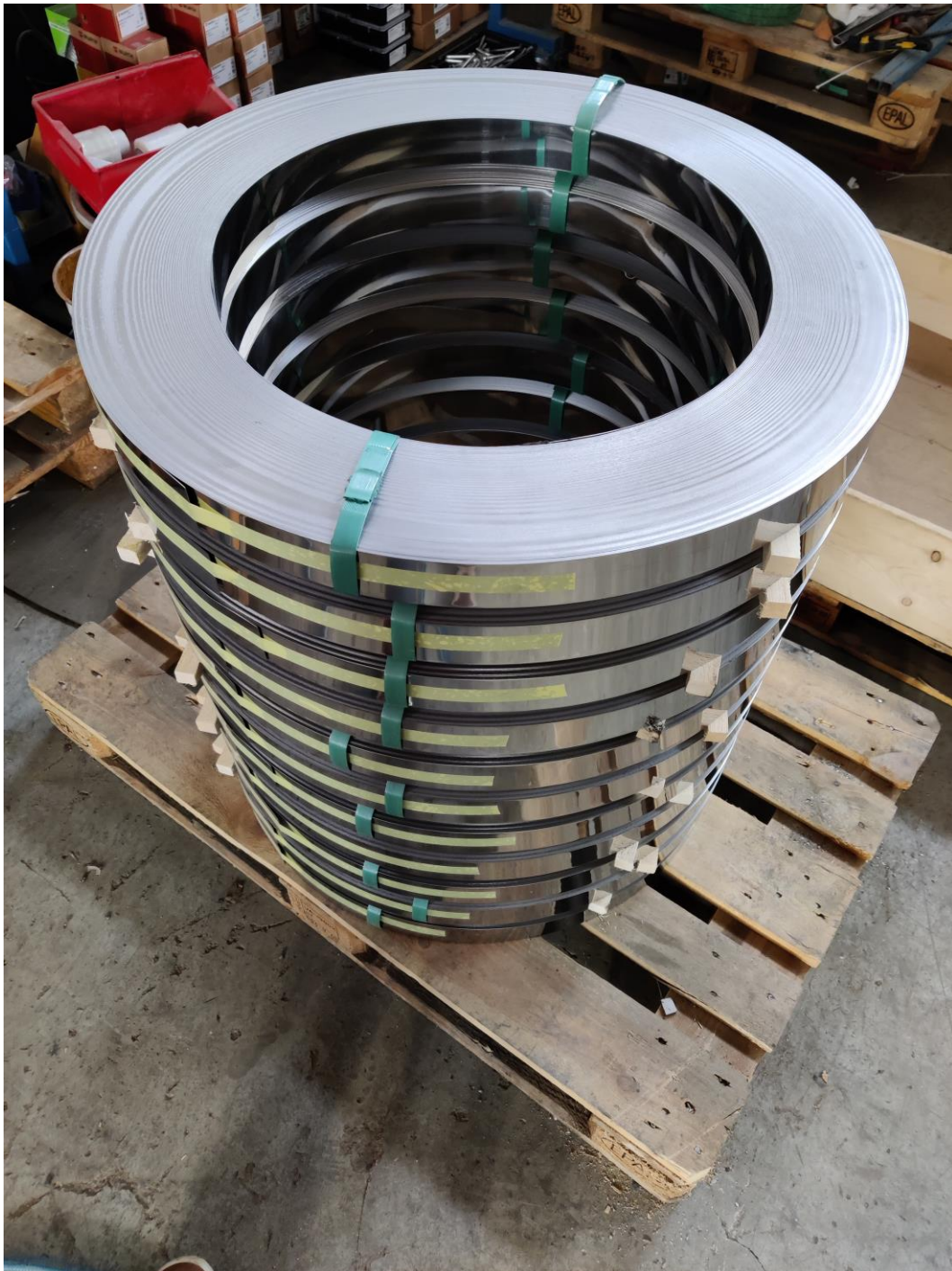
Valmistettavien vanteiden pituus vaihtelee kylpytynnyrin halkaisijan mukaan, näin ollen vanteita on tuotannossa monta eri pituus vaihtoehtoa. (**Taulukko 1.**)

**Taulukko 1.** Tuotannossa olevat vanne pituudet sekä niiden pituus toleranssit.

Pituus (mm)	Toleranssi (mm)
4000	± 10
5000	± 10
5500	± 10
6000	± 10



**Kuva 1.** Valmis vanne asennettuna kylpytynnyriin.



**Kuva 2.** Vanne aihio kerä pinossa kuormalavan päällä.

### 1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on suunnitella lukkopalojen asennuksen yhteyteen mittalaite sekä kerääjä, joka kerää valmiin tuotteen kerälle. Suunniteltavan kokonaisuuden tulisi olla helppokäyttöinen sekä kustannustehokkaasti valmistettavissa. Tavoitteena olisi saada lyhyempi tuotteen läpimenoaika, valmistuksen työturvallisuuden parantaminen, työergonomian parantaminen sekä pienentää nykyistä tuotantotilaa muuhun käyttöön.

### 1.4 Työn rajaukset

Työ rajataan suunnitteluun sekä prototyypin valmistukseen, koska työ on melko laaja jo pelkästään suunnittelun osalta. Prototyypin valmistus tapahtuu käyttämällä 3D-tulostusta. 3D-tulostus valikoitui prototyypin valmistustavaksi kustannustehokkuuden sekä helppouden vuoksi. 3D-tulostamalla prototyyppi muovista, voidaan prototyyppiä koeajaa tuotannossa ja näin ollen testata konseptin toimivuutta.

3D-tulostusteknologiaa hyödyntämällä matka ideasta tuotteeksi toteutetaan perinteisiä valmistustekniikoita nopeammin ja mutkattomammin. Prototyyppien valmistaminen onnistuu ilman suurta alkuinvestointia, työkaluja tai muotteja. Parhaimmillaan teknologian edut tulevat esiin muodoissa, joita ei olisi muilla valmistusmenetelmillä mahdollista valmistaa. Kustannukset pystytään pitämään maltillisina, sillä esimerkiksi haastavakaan geometria ei nosta valmistuskuluja tai tuota valmistuksessa ongelmia. (MAKER3D. 2022)

## 2 TUOTEKEHITYS

Tässä työssä käsiteltävät asiat liittyvät tuotekehitykseen. Työssä parannetaan ja kehitetään jo käytössä olevia valmistusmenetelmiä sekä parannetaan valmistuksen työturvallisuutta sekä tehokkuutta. Tässä osiossa käsitellään työtä koskien tärkeimpiä tuotekehitykseen liittyviä asioita.

Onnistunut tuotekehitystoiminta on yrityksen menestymisen yksi keskeisimmistä edellytyksistä. Yrityksen on huolehdittava jatkuvasti tuotekehityksestä. Muussa tapauksessa tulee ennen pitkää aika, jolloin tuotteet ovat vanhentuneita, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan. (Jokinen 2001,9.)

Tuotekehitysprojektista on olemassa useita erilaisia malleja. Kaikkiin näihin voidaan katsoa kuuluvan ainakin tarvekuvaus, luovan työn vaihe ja detaljisuunnittelu. Karkeasti jaettuna mallit jakautuvat peräkkäismalliin (vesiputousmalli) ja spiraalimalliin. Peräkkäismallin mukaan vaiheet seuraavat toisiaan ja seuraava vaihe ei voi alkaa ennen kuin edellinen vaihe on saatu päätökseen. Spiraalimallissa vaiheet on sijoitettu ympyrämäisesti ja niitä kierretään koko prosessin ajan tarkentaen kohti lopullista ratkaisua. (Hietikko 2021,38.)

Viime aikoina suosituksi tullut Stage-Gate-malli koostuu vesiputousmallin mukaan vaiheista, joiden välissä on portteja. Portit toimivat päätöksenteko- ja laaduntarkkailupisteinä. Porttien tavoitteena varmistaa se, että projekti voi siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Muussa tapauksessa on palattava takaisin tai keskeytettävä projekti. (Hietikko 2021,39.)

Yleisellä tasolla tuotekehityksen prosessimalli sisältää ainakin seuraavat vaiheet:

## 2.1 Tarpeen tunnistaminen

Tarve saattaa syntyä esimerkiksi markkinoiden palautteesta, uudesta teknologiasta, tuotteen toiminnan parantamisesta, laadun parantamisesta, työturvallisuuden parantamisesta tai työn tehokkuuden parantamisesta. Kehitys voi kohdistua kokonaan uuteen tuotteeseen tai tuoteparannukseen. (Hietikko 2021,39.)

Selvityksen laajuutta määrittäessä rajataan tutkimus koskemaan tiettyä asiakasryhmää, asetetaan tutkimuksen tavoitteet ja suunnitellaan, kuinka selvitys tehdään käytännössä.

Tiedonkeruu voidaan suorittaa useilla menetelmillä, joista tehokkaimmat kuitenkin tapahtuvat aina kontaktissa asiakkaisiin. Kontakti voidaan ottaa esimerkiksi haastatteleamalla potentiaalisia asiakkaita, jälleenmyyjiä ja jälkimarkkinoinnin henkilöitä.

Toinen tapa hankkia tietoa on järjestää ryhmäkeskustelutilaisuus, johon osallistuvat edustajat eri intressiryhmistä.

Kolmas tapa tarkkailla asiakkaita on seurata, kun he käyttävät tuotetta. Havainnot voi tällöin olla täysin passiivista tai sitten tapahtua yhteistoiminnassa asiakkaan kanssa. Samalla kehitystiimi voi jopa itse kokeilla tuotetta käytännössä ja saada näin ensikäden kokemusta siitä. Tällaisessa tutkimuksessa pitää olla tietenkin jonkinlainen prototyyppi tai vastaava tuote, jota voidaan käyttää. (Hietikko 2021, 55.)

## 2.2 Ongelman määrittely

Asetetaan kehitystyön tavoitteet ja määritellään tuotteen spesifikaatiot. (Hietikko 2021,39.)

Alustavat spesifikaatiot asetetaan välittömästi sen jälkeen, kun asiakastarve on saatu selvitettyä. Näiden suhteen saattaa kuitenkin tulla ongelmia, kun prosessi

etenee luonnostasolle ja edelleen tarkentuu. Voihan olla, että joitakin spesifikaatioita on mahdotonta saavuttaa kustannus- tai teknologiarajoitteiden vuoksi. Siksi spesifikaatioita on syytä pitää avoimina, kunnes niiden toteuttamiskelpoisuudesta on varmistuttu. (Hietikko 2021, 66.)

### **2.3 Synteesi**

Sisältää luovan työn vaiheen, jossa suoritetaan ongelman ratkaisemiseksi sopivien ideoiden generointi ja niiden yhdistäminen konseptiksi. (Hietikko 2021,39.)

Synteessin avulla muodostetaan yksi tai useampi ehdotus, jonka uskotaan ratkaisevan käsillä olevan ongelman. (Hietikko 2021, 119.)

Luovuustekniikat ovat hyvin käytännönläheisiä. Niiden yleisenä periaatteena on saada ongelma irrotettua normaaleista olettamuksista ja etsiä ratkaisua oletetun ratkaisujoukon ulkopuolella. Luovan työn tekniikoilla voidaan saada aikaan nokkelia oivalluksia perinteisten ratkaisujen sijaan. Menetelmiä käytetään joko yksin tai ryhmissä.

Luovassa ongelmanratkaisussa koetetaan yhdistää tietoja ja asioita niin, että tulos on uusi ja aikaisemmasta näkemyksestä poikkeava. Luova ongelmanratkaisu on prosessi, johon kuuluu ongelman tai parannusmahdollisuuden huomaaminen, siihen liittyvien tosiasioiden, näkemysten ja tavoitteiden tunnistaminen, sekä lähestymistapojen ja ideoiden tuottaminen, ideoiden arvioiminen, valitseminen ja toteuttaminen. (Hietikko 2021, 83.)

## 2.4 Analyysi

Tässä vaiheessa sovelletaan insinööriosuamista (esimerkiksi mekaniikka ja lujuusoppi) ja analysoidaan konseptia, jotta voitaisiin saada luotettava kuva sen toimintakyvystä. Jos ongelmia havaitaan, voidaan joutua palaamaan takaisin synteesivaiheeseen. (Hietikko 2021,39.)

Analyysin avulla haetaan vastaus siihen, kuinka hyvin tämä onnistuu. Jos lopputuloksessa on toivomisen varaa, palataan takaisin synteesivaiheeseen ja tehdään parannuksia. Sen jälkeen taas analysoidaan ja näin jatketaan, kunnes analyysi osoittaa hyväksyttävää lopputulosta. (Hietikko 2021,119.)

Jatkokehitykseen valittu tai valitut luonnokset on syytä analysoida huolellisesti ennen varsinaisen yksityiskohtaisen suunnittelun käynnistämistä. Analyysi on keskeinen osa tuotesuunnitteluprosessissa. Siinä tuotetta tai yleisemmin sen mallia kokeillaan mahdollisimman totuudenmukaisissa olosuhteissa, jotta saataisiin selville sen käyttökelpoisuus ja kuinka hyvin toteuttaa asiakkaan tarpeen. Analyysi suoritetaan yleensä käyttäen tuotteen mallia, joka voi olla tuotetta hyvin paljon muistuttava prototyyppi tai yksinkertaistettu ja abstrakti matemaattinen malli tai jotain muuta, joka sijoittuu näiden kahden ääripään välille. (Hietikko 2021, 98.)

## 2.5 Optimointi

Sisältää detaljisuunnittelua, jonka aikana tuote saa lopullisen muotonsa. Tässä vaiheessa pääosin määräytyvät tuotteen valmistuskustannukset. (Hietikko 2021, 40.)

Nykyaikaisessa tuotannossa suunnittelijat ja valmistajat ovat eri ihmisiä. Tuotteita valmistetaan toimitusverkostossa laadittujen suunnitelmien mukaan. Valmistussuunnitelma esitetään usein teknisten piirustusten muodossa, mutta nykyään yhä useammin myös suoraan 3D-tiedostona, jonka avulla voidaan laatia esimerkiksi



numeeristen työstökoneiden työstöradat. Piirustukset sisältävät yleensä neljän tyyppistä informaatiota:

1. Osien muoto ja mitat.
2. Materiaalit, joista osat valmistetaan.
3. Käytettävät valmistusmenetelmät, toleranssit ja pinnanlaadut.
4. Tuotteen kokoonpanoissa käytettävät menetelmät.

Piirustuksilla on merkittävä rooli tuotteiden suunnittelussa. Suunnitteluprosessiin kuuluu kuitenkin paljon muutakin kuin pelkkää piirtämistä. Ensimmäinen ja tärkein on tavoitteellinen pohdinta, jonka aikana analysoidaan ongelmia, asetetaan ja muutetaan tavoitteita, kehitellään ratkaisuvaihtoehtoja ja arvioidaan niiden laatua. (Hietikko 2021, 118.)

## 2.6 Testaus

Testausvaiheessa tuotteesta pitää olla jo olemassa prototyyppi. Sen ei aina tarvitse olla täysin yhtenevä lopullisen tuotteen kanssa. Pienoismalli, tietokonemallitms. voivat joskus korvata varsinaisen prototyypin. Testausvaiheen tärkein tavoite on varmistua siitä, että tuote toimii halutulla tavalla ja että se voidaan valmistaa riittävän edullisin kustannuksin. (Hietikko 2021,40.)

Jos käytettävissä on fyysinen tuote, voidaan sen avulla toteuttaa kenttämittauksia ja yhdistää niihin simuloinneista saatua dataa, jolloin voidaan rakentaa paljon paremmin todellisuutta vastaavia simulointimalleja. Samalla kun simulointimallin tuloksia voidaan verifioida käytäntöön, pienenee virheiden mahdollisuus ja muutenkin riskien hallinta helpottuu. Joka tapauksessa voidaan varmuudella sanoa, että virtuaalisten prototyyppien (3d-mallit, simulointimallit) käytöllä voidaan huomattavasti rajoittaa fyysisten prototyyppien käyttötarvetta. (Hietikko 2021, 174)

## **2.7 Tuotannon käynnistäminen**

Ensimmäinen varsinainen tuotantosarja on nimeltään koesarja eli 0-sarja. Sen avulla testataan tuotantoa ja koulutetaan työntekijöitä. (Hietikko 2021,40.)

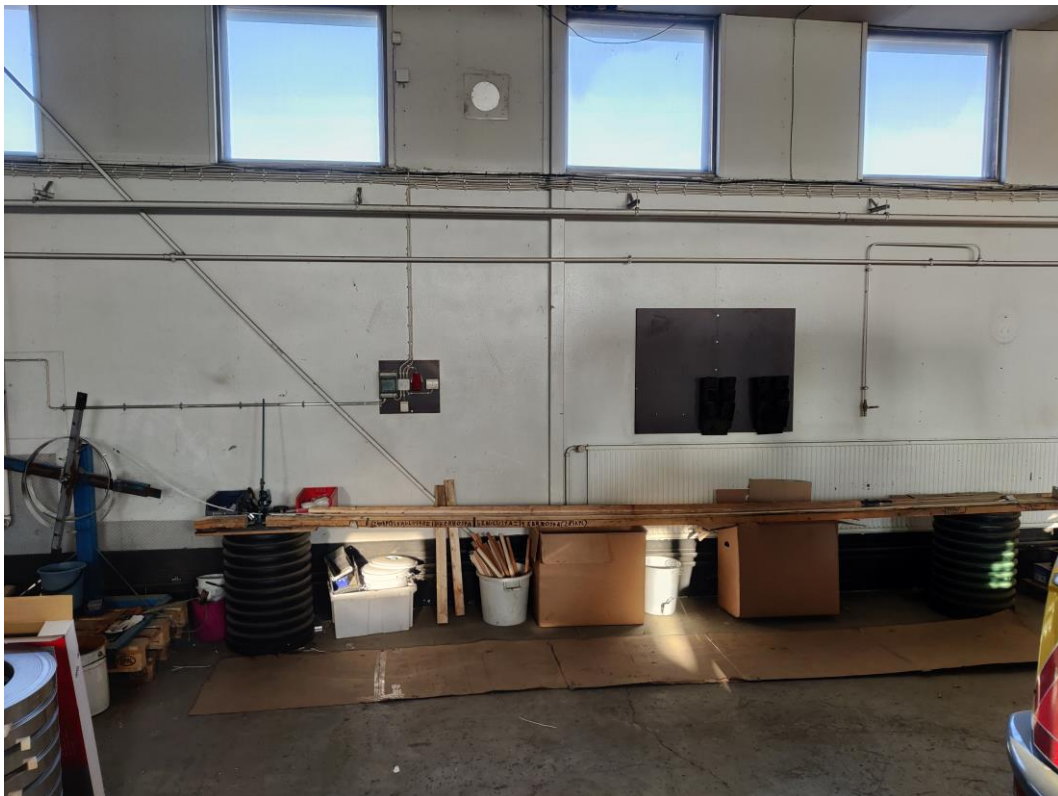
Esituotannon prototyypit ovat ensimmäisiä tuotteita, jotka on valmistettu tuotantoprosessilla. Tässä vaiheessa tuotantoprosessi ei vielä toimi täydellä kapasiteetilla, mutta valmistaa tuotetta rajoitetusti. Näitä prototyyppejä käytetään tuotantoprosessin valmiuksien arvioimiseen, niitä testataan lisätestauksilla ja ne toimitetaan usein ensisijaisille asiakkaille. Esituotannon prototyyppejä kutsutaan, joskus pilotti tuotanto prototyypeiksi. (Ulrich & Eppinger 1995,229)

## **2.8 Arviointi**

Tässä vaiheessa tarkastellaan kriittisesti lopputulosta ja sen kykyä toteuttaa ensimmäisessä vaiheessa tunnistettu tarve. (Hietikko 2021,40.)

### 3 NYKYTILANTEEN KUVAUS

Toimeksiantaja yrityksessä on käytössä laudoista rakennettu linja, joka on yhdistetty lukkopalan asennuspisteeseen. Linjan oikeanpuoleisessa päässä on ruuveilla siirrettävä kulmarauta, jolla määritellään sillä hetkellä valmistettavan vanteen pituus. Linjan vasemmanpuoleisessa päässä on pyörivä teline, johon asennetaan vanne materiaalia sisältävä kerä (**Kuva 2.**) Koko valmistuslinjan pituus on 8 metriä (**kuva 3.**).



**Kuva 3.** Havainnekuva koko linjaston pituudesta.

### 3.1 Valmistusprosessin ensimmäinen vaihe

Nykyisen valmistusprosessin ensimmäinen vaihe on vannekerän pään vetäminen lukkopalan asennuspaikalle (**Kuva 4.**). Nykyiseen valmistusprosessiin syventyessä esiin nousi jo tässä ensimmäisessä työvaiheessa ilmenevä terävistä reunoista johtuva suuri viiltohaavariski. Viiltohaavariskin aiheuttaa terävät vannemateriaalin reunat. Tämä ensimmäinen työvaihe aiheuttaa myös ylävartaloon rasitusta, johon tuen ahiokerän suuresta massasta.



**Kuva 4.** Vanneaihion vetäminen kerältä lukkopalan asennuspisteelle.

### 3.2 Valmistusprosessin toinen vaihe

Prosessin toisessa vaiheessa vannekerän päähän asennetaan lukkopala. Tässä vaiheessa ilmenee myös riski viiltohaavoille. Työn toimeksiantaja ei kuitenkaan hae uutta ratkaisua valmistusprosessin tässä vaiheessa tehtävään työhön.

### 3.3 Valmistusprosessin kolmas vaihe

Prosessin kolmannessa vaiheessa kävellään linjaston toiseen päähän, samanaikaisesti vedetään vannetta lukkopalasta laudoista tehdyn linjaston päällä. Kun linjaston päähän on kävelty, asetetaan vanteeseen kiinnitetty lukkopala kulmarautaa vasten (**Kuva 5.**). Tämän työvaiheen suorittaminen vaatii paljon voimaa alavartalolta sekä ylävartalolta, johtuen vanneaihiokerän massan aiheuttamasta vastuksesta.



**Kuva 5.** Vanne vedettynä kulmarautaa vasten.

### 3.4 Valmistusprosessin neljäs vaihe

Prosessin neljännessä vaiheessa kävellään takaisin lukkopalan asennuspisteeseen. Lukkopalan asennuspisteessä katkaistaan vanne peltileikkurilla. Kun vanne on katkaistu haluttuun mittaan, asennetaan myös tähän päähän vannetta samanlainen lukkopala kuin toiseen päähän **(Kuva 6.)**.



**Kuva 6.** Vanteen toiseen päähän asennettu lukkopala

### 3.5 Valmistusprosessin viides vaihe

Prosessin viidennessä vaiheessa valmis vanne tiputetaan alas linjastolta pahvien päälle. Tämän jälkeen aloitetaan keräämään vannetta kerälle (**Kuva 7.**). Samalla kun käsillä kerätään valmista vannetta kerälle, laahautuu linjastolta alas tiputettu vanteen toinen pää pahvia pitkin kerääjää kohti (**Kuva 8.**). Valmistusprosessin loppuksi valmis vanne sidotaan yhteen nippusiteellä, joka estää valmiin vanteen purkautumisen varastoinnin aikana (**Kuva 9.**).

Tämä viides työvaihe on nykyisen valmistusprosessin fyysisesti raskain vaihe. Kerälle kerääminen aiheuttaa ylävartaloon suurissa määrin fyysistä rasitusta. Vanteen keräämisestä kerälle aiheutuu riski viiltohaavoille johtuen käsien edes takaisesta liikkeestä vasten vanteen teräviä reunoja. Vannekerän jäykkyyden vuoksi vanne pyrkii purkautumaan isommalle halkaisijalle, jonka johdosta vanne kerää joutuu puristamaan suurella voimalla. Vanteen puristaminen rasittaa käsiä sekä aiheuttaa vanteen terävien reunojen painumisen hanskojen läpi.



**Kuva 7.** Vanteen kerääminen kerälle.



**Kuva 8.** Vanteen pää raahautumassa pahvia pitkin kerälle keräämisen aikana.





**Kuva 9.** Valmis vanne kerä kiristetään yhteen nippusiteellä.

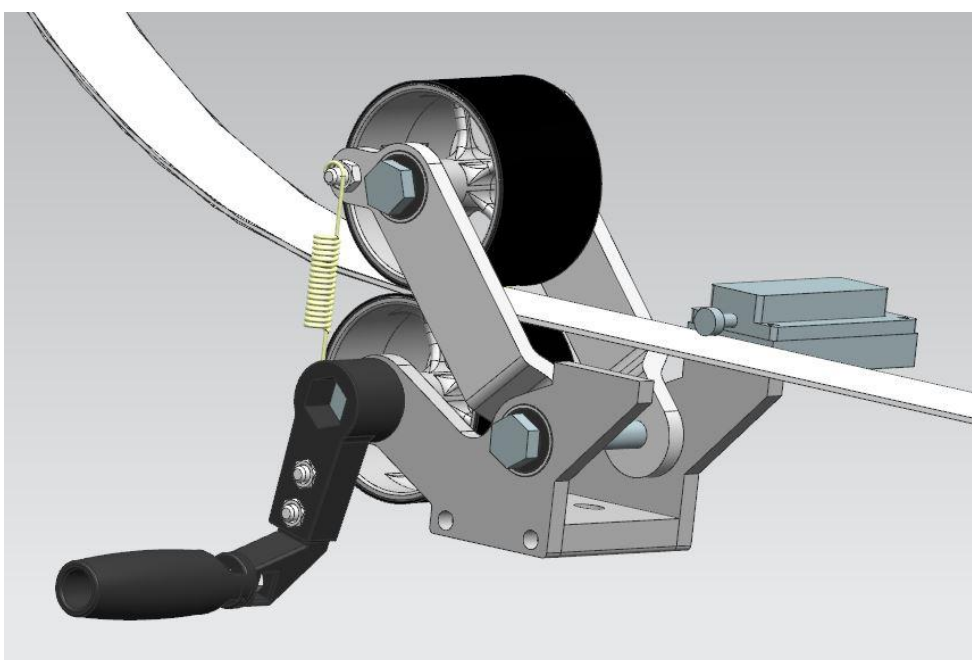
## 4 MITTALAITE

Työn alkuvaiheessa päädyttiin suunnittelemaan mittalaite, joka asennetaan lukkopalan asennuspisteen sekä aihokerän väliin. Tähän ratkaisuun päädyttiin sen perusteella, että mittalaitteen asemoinnilla linjaston suhteen ei ole mittatulokseen merkitystä. Mittalaitteen parempi toimivuus saadaan varmistettua, kun lukkopalojen asennus tapahtuu vasta mittalaitteen jälkeisellä osuudella.

Vanteen pituuden mittaamiseen valikoitui mekaaninen kierroslaskuri (**liite 1.**). Laskurin vaatimuksina oli nollaus sekä takaisinpäin pyörittäessä lukeman vähentyminen, jolla saadaan varmistettua valmistettavan vanteen oikea pituus ja pituus toleranssi vaatimuksen toteutuminen.

Mittalaitteen yhteyteen päädyttiin suunnittelemaan rakenne, joka mahdollistaa vanteen liikuttamisen kahvasta pyörittämällä. Tällä rakenteella saadaan korvattua vannemateriaalin vetäminen kerältä käsin.

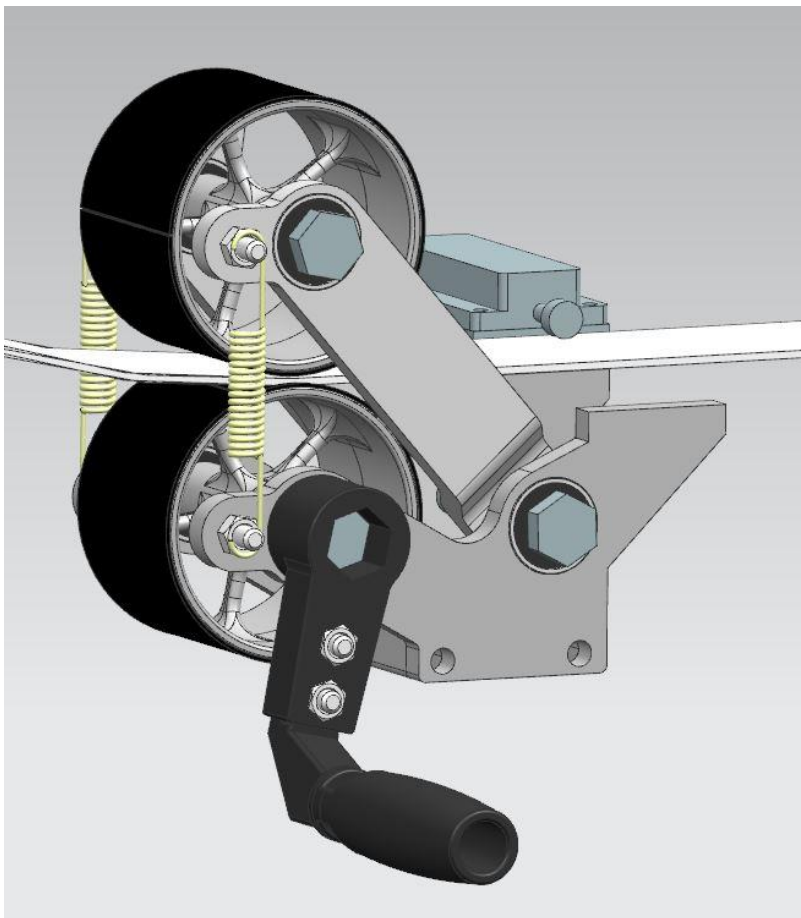
Mittalaitteen rakenteeseen kuuluu kaksi päällekkäistä pyörää, joiden väliin vanne kiristyy jousivoiman vaikutuksesta (**Kuva 10.**).



**Kuva 10.** Kuva mittalaitteen 3D-mallista, laskurin puolelta kuvattuna.

Jousivoimalla saavutetaan riittävä kitka pyörien väliin vannetta vasten, jolla varmistetaan kahvalla tehdyn pyörivän liikkeen siirtäminen vanteeseen, saaden vanteen liikkumaan kohti mekaanista laskuria sekä lukkopalan asennuspistettä (**kuva 11.**).

Kaksi päällekkäistä pyörää päällystetään 3mm paksulla parakumilla (**Liite 2.**). Parakumi lisää kitkaa vanteen sekä pyörän välissä ja ehkäisee jälkien syntymistä vanteeseen. Parakumi kiinnitetään pyörien ulkopintaan käyttämällä polyuretaaniliimaa. Pyörät suunniteltiin identtisiksi, joka vähentää osien määrää sekä pienentää valmistuskustannuksia. Pyörät suunniteltiin prototyyppiä varten siten, että niissä käytetään mahdollisimman vähän materiaalia johtuen materiaalia lisäävästä 3D-tulostus tekniikasta. Prototyypissä pyörät valmistettiin erillisistä puolikkaista, joka helpottaa valmistusta.



**Kuva 11.** Kuva mittalaitteen 3D-mallista, syöttöpuolelta kuvattuna.

Mekaaninen kierroslaskuri päädyttiin sijoittamaan pyörien jälkeiselle osuudelle, tällä ratkaisulla varmistetaan laskurin toimivuus. Laskuria suunniteltiin aluksi asennettavaksi ylemmän pyörän yhteyteen mittaamaan pyörän akselin pyörimistä. Tämä ratkaisu osoittautui huonoksi johtuen tarkasta pituustoleranssista, jolloin pyörän piirin tulisi olla mahdollisimman tarkka. Parakumilla päällystetyt pyörät painuvat kuitenkin kasaan siinä määrin, ettei pyörän piirin tarkkuus ole riittävä.

Mittalaitteen rungosta päädyttiin tekemään symmetrinen, joka pienentää erillisten osien määrää. Runko koostuu molemmilla puolilla olevista identtisistä päädyistä sekä keskellä olevasta pohjalevystä. Mittalaitteen kiinnitys linjastoon tapahtuu päätyjen välissä olevasta pohjalevystä, jossa on kaksi kiinnitysreikää. Ylempi pyörä on kiinnitetty runkoon molemmilla puolilla olevilla varsilla. Varret ovat toistensa peilikuvat, johtuen jousen kiinnityksestä. Varsien käyttäminen mahdollistaa jousikuormalla tehdyn puristusvoiman kohdistumisen pyörien väliin. Mittalaitteessa molemmat pyörät sekä ylemmän pyörän varren kiinnitys runkoon on laakeroitu 6000-sarjan laakereilla.

Mittalaitteen käyttöturvallisuus prototyyppivaiheessa on vielä puutteellinen. Käyttöturvallisuuteen tullaan lopullisen tuotteen suunnittelun aikana panostamaan. Lopulliseen tuotteeseen tullaan suunnittelemaan irrotettava suoja mittalaitteen syöttöpuolelle, jolla estetään ulkopuolisten esineiden tai sormien pääsy pyörien väliin.

## 5 KERÄÄJÄ

Nykyisen valmistusprosessin aikaa vievimät, fyysisesti raskaimmat sekä työturvallisuutta vaarantavimmat työvaiheet ovat vanteen pään vieminen kulmarautaa vasten sekä valmiin vanteen kerääminen kerälle. Näihin prosessin vaiheisiin lähdettiin suunnittelemaan kerääjää, joka kahvasta pyörittämällä keräisi vanteen valmiiksi kerälle.

Kerääjään suunniteltiin 3 kpl pystytukea, joita vasten valmis vanne kerääntyy kerälle (**Kuva 12.**).



**Kuva 12.** Kuva kerääjästä.

Vanne kytkeytyy kerääjään siten, että vanne pujotetaan yhden pystytuen uraan. Uran oikeanpuoleiselle puolelle sijoittuu vanteen lukkopala, joka tukeutuu pystytukeen koko valmistusprosessin ajan (**Kuva 13.**). Tämä toiminta mahdollistaa vanteen vetämisen ahiokerältä asti, jolloin vältytään turhalta kävelemiseltä linjaston toiseen päähän ja takaisin.

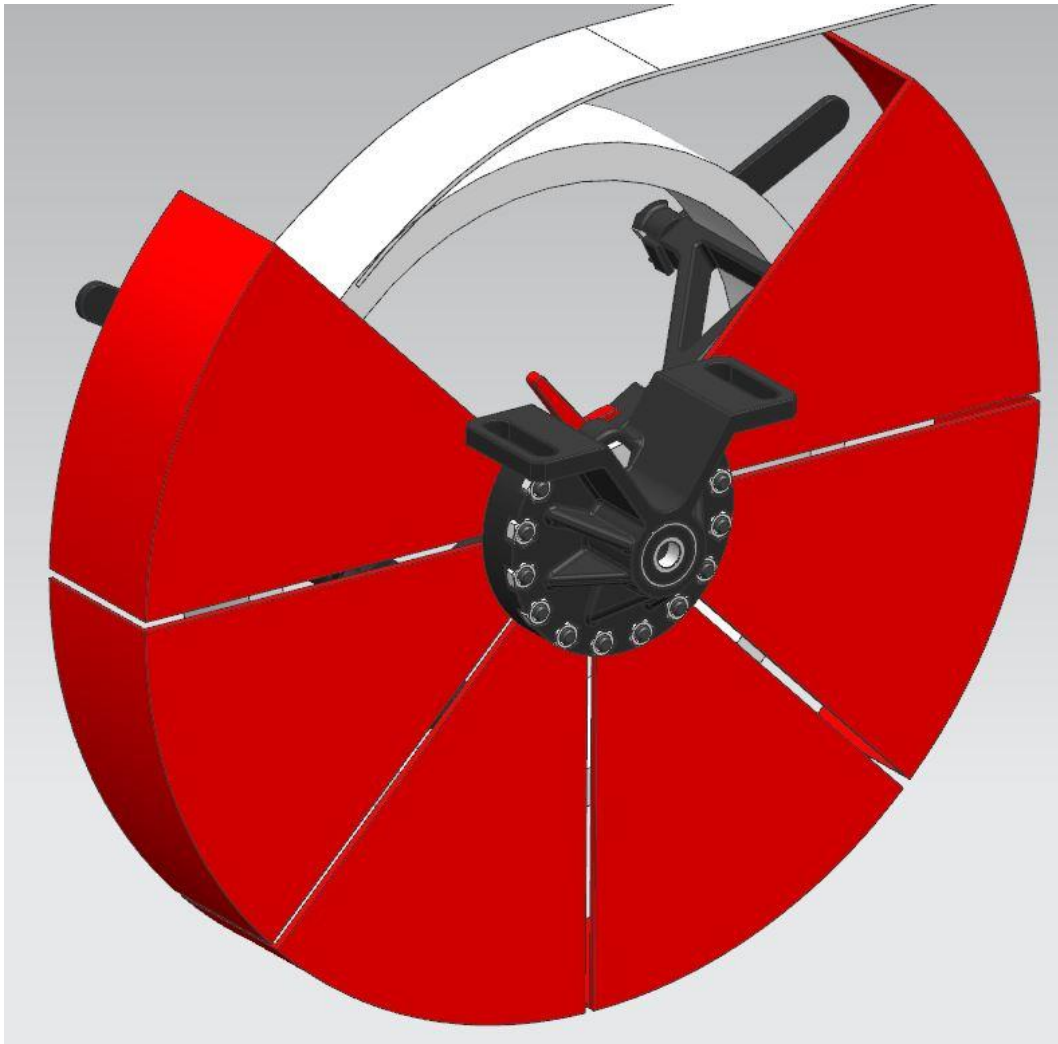


**Kuva 13.** Lukkopala sijoitettuna pystytukea vasten.

Vanteen kytkemiseksi pystytukeen täytyy pystyeste kääntää pois paikaltaan. Jokaisessa pystytuksessa on vannetta varten pystyesteet, jotka estävät vanteen karkaamisen aksiaalisessa suunnassa kerääjään nähden. Pystytuet pysyvät paikallaan jousivoiman avulla. Jousi on sijoitettu pystytuen sekä pultin kannan väliin.

Pystytukiin on suunniteltu lukkomekanismi, joka mahdollistaa yhdessä jousen kanssa sen, että pystytuki voi olla lukittuna ainoastaan kiinni tai auki asentoon. Vanteen pois ottaminen kerääjästä on mahdollista, kun kaikki pystytuet on käännetty auki asentoon, jolloin vanteella on esteetön pois pääsy kerääjästä.

Kerääjän akseli on laakeroitu runkoon 6000-sarjan laakereilla. Kerääjän runko suunniteltiin riittävän pitkäksi, jolla saadaan vähennettyä kerääjästä tulevien radiaalisuuntaisten kuormien vaikutusta runkoon. Kerääjän rungon kiinnitys linjastoon tapahtuu kerääjän takapuolelta (**Kuva 14.**).



**Kuva 14.** Kerääjän rungon kiinnityspisteet.

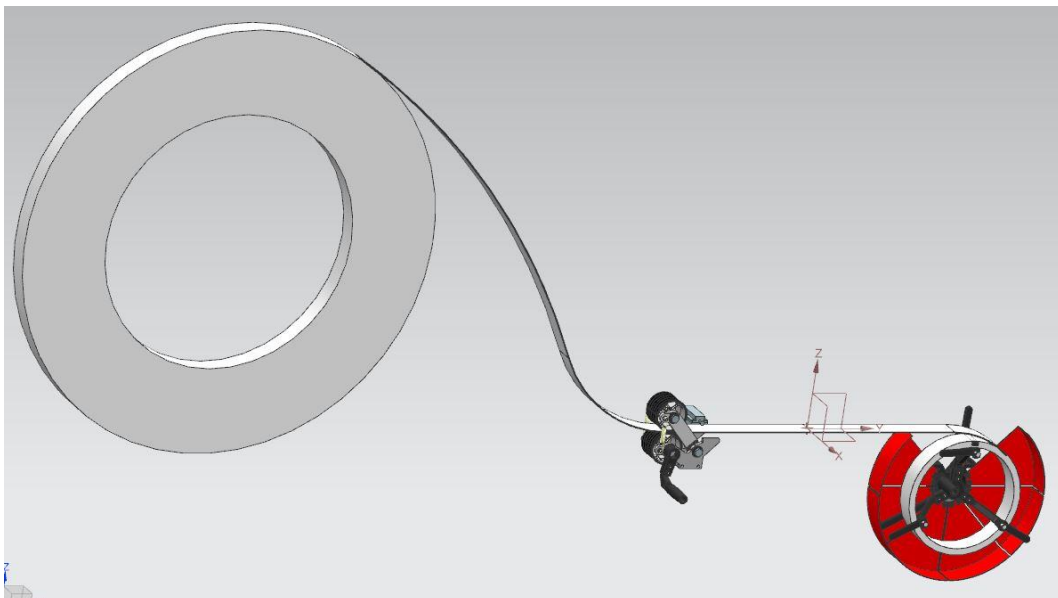
Kerääjän käyttöturvallisuuteen panostettiin prototyyppivaiheessa. Kerääjän ympärille suunniteltiin kaukalon muotoinen rakenne, joka estää vanteen purkautumisen häiriötilanteessa käyttäjää kohti. Häiriötilanne voi syntyä, jos vanteen toinen pääsee löystymään. Vanteen toisen pään löystyessä pyrkii kerääjässä oleva vannekerä purkautumaan isommalle halkaisijalle.

## 6 YHTEENVETO JA JATKOKEHITYSIDEAT

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella TKT Konepalvelut Oy:lle kylpytynnyrin vanteiden valmistukseen uusi ratkaisu, joka lyhentäisi läpimenoaikaa, pienentäisi työtapaturmien riskiä, parantaisi työergonomiaa ja vapauttaisi varattua tuotantotilaa muuhun käyttöön.

Työn toteutusvaihe alkoi työn toimeksiantajan haastattelulla ja ongelmakohtien selvittämisellä. Tämän jälkeen perehdyttiin syvemmin nykyiseen valmistusprosessiin sekä kaikkiin siinä ilmeneviin ongelma kohtiin. Aikaisemmin työelämässä opittua tietoa hyödyntäen lähdettiin suunnittelemaan kokonaisuutta, joka olisi valmistettavissa ensin 3D-tulostimella ja myöhemmin pienillä muutoksilla myös perinteisillä valmistusmenetelmillä.

Työn lopputuloksena suunniteltiin kaksi erillistä kokonaisuutta: mittalaite ja kerääjä (**kuva 15.**).



**Kuva 15.** Mittalaite sekä kerääjä.



Mittalaite yhdistettynä käsipyörään helpottamaan vannekerän pään käsittelyä sekä itse mittalaite mittaamaan valmiin vanteen pituutta. Kerääjäksi suunniteltiin kokonaisuus, joka toimii kahvasta pyörittämällä. Kerääjän toiminnalla saatiin helpotettua ja parannettua valmistusprosessia huomattavasti alkuperäiseen verrattuna.

Prototyyppiä ei ole vielä testattu tuotannossa yhtenäisenä kokonaisuutena, johon tuen mittalaitteen pitkästä toimitusajasta. Maailmassa vallinnut koronavirus sekä Ukrainan kriisi vaikuttivat mittalaitteen toimitusaikoihin. Prototyypin komponentteja on testattu. Käsipyörän sekä kerääjän osat todettu toimiviksi ratkaisuksi.

Työ tulee jatkumaan opinnäytetyön jälkeen, kun prototyyppiin on kokonaisuudessa saatu tarvittavat osat. Prototyypin testauksessa mahdollisesti ilmeneviin ongelmiin etsitään ratkaisut. Lopullisen toimivan kokonaisuuden pohjalta tehdään muutokset 3D-malleihin sekä valmistetaan valmistuspiirustukset, joiden perusteella lopullinen kokonaisuus voidaan valmistaa perinteisillä valmistusmenetelmillä.

## **6.1 Jatkokehitysideat**

Työ suoritettiin aikataulussa sekä lopputulos täytti siltä toivotut kriteerit. Työn aiheena olleen kokonaisuuden testausta ja kehitystä tullaan jatkamaan. Lukkopalan asennus voitaisiin yhdistää tulevaisuudessa mittalaitteeseen sekä kerääjään, jolloin saavutettaisiin vielä parempi työturvallisuus sekä työergonomia. Yhtenä ideana voitaisiin pitää myös laitteiston sähköistämistä ja näin ollen vähentää käsin tehtävää työtä. Nämä kuitenkin edellyttäisivät nykyisestä kasvavaa tilauskantaa sekä pitkäkantoisempaa näkymää tilauksien jatkuvuuteen tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Hietikko, E. Tuotekehitystoiminta. Neljäs painos. 2021. Helsinki. Books On Demand GmbH

Jokinen, T. Tuotekehitys. 6. painos. 2001. Aalto-yliopisto

MAKER3D. Sinustako 3D-tulostaja?. Viitattu 8.4.2022. <https://www.3d-tulostus.fi>

Tapio, R. 2022. Tuotantotyöntekijä. TKT Konepalvelut Oy. Haastattelu 9.2.2022.

Tapio, T. 2022. Toimitusjohtaja. TKT Konepalvelut Oy. Haastattelu 7.2.2022

Ulrich K T., Eppinger S D. Product Design and Development. 1995, McGraw-Hill

## LIITTEET

### LIITE 1. Mekaaninen kierroslaskuri

1.4.2022 8.57

Mekaaniset M310-tyyppin kierroslaskurit, SX-M310/A, SX-M310/B [FI]

 <p><b>TME</b> Electronic Components</p>	<p><b>Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.</b> Ustronna 41 Str., 93-350 Lodz, Poland tel (+48) 42 645-54-44   fax (+48) 42 645-54-70 <a href="http://www.tme.eu">www.tme.eu</a>   <a href="mailto:export@tme.eu">export@tme.eu</a></p>	 <p>print</p>
---	--	--

#### Mekaaniset M310-tyyppin kierroslaskurit



<b>Tuottaja</b>	<a href="#">Baumer IVO</a>
<b>Laskurin tyyppi</b>	mekaninen
<b>Toimintalämpötila</b>	-10...60°C
<b>Massa</b>	130 g
<b>Asennus</b>	ruuvi-
<b>Rungon koot</b>	69x48x26 mm
<b>Alustan mitat</b>	80x48 mm
<b>Kotelon materiaali</b>	muovi
<b>Akselin halkaisija</b>	4 mm
<b>Maks. nopeus</b>	200 m/min
<b>Nollaustapa</b>	käsinollaus
<b>Laskentaulottuma</b>	9999,9min
<b>Lasketun mitan koko</b>	metrit
<b>Sovelletun näytön laji</b>	mekaaninen ilmaisin
<b>Näytön korkeus 1</b>	4,5 mm
<b>Yhteensopivat tuotteet</b>	SX-MR291

Symboli		pyörimissuunta
<a href="#">SX-M310/A</a>	<a href="#">piir.1.</a>	
<a href="#">SX-M310/B</a>	<a href="#">piir.2.</a>	

<b>Liittyvät artikkelit:</b>		Tuotteen kuvaus
Symboli		
<a href="#">SX-MR291</a>	Anturien lisävarusteet:mittauspyörä;Akseli:4mm;Piiri:200mm	

Product Information Management: [www.parcet.eu](http://www.parcet.eu)

## LIITE 2. Parakumin tekniset tiedot

TRELLEBORG FLUID HANDLING SOLUTIONS



# R499 NR



### NR SHEETING HIGH PERFORMANCE

#### FEATURES

Natural rubber, para quality, translucent, with excellent mechanical properties.

#### APPLICATIONS

Gaskets or washers cutting and manufacturing of pieces for industrial purpose applications in contact with:

- maximum temperature 50 °C: water, water washing, alkaline and salt solutions, acids and oxidizing non oxidizing, alkali base concentration ≤50%, non food alcohol
- maximum temperature 20 °C: acetones

Cutting into skirtboard and scrappers for conveyors belts, rubber sleeves, etc.

Mineral processing equipment linings, such as operating cyclones, hydrocyclones and sand treatment processes.

#### ADVANTAGES

- † Good properties to support high mechanical strains
- † Great elasticity allowing important deformations
- † Resistance to fine grained particles wear projection (sand, blasting)
- † Good electrical properties
- † Good resistance to acids, bases and salts
- † Good ratio quality/price

#### BENEFITS

- † Functionality
- † Comfort
- † Service life
- † Economy

### MECHANICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Measured characteristics		Standard	Value	
<b>MECHANICAL</b>				
Rubber compound - Blond			NR	
Density			1.00 ±0.05	g/cm³
Hardness		ASTM D2240	43 ±5	Shore A
Tensile strength		ISO 37	≥25	MPa
Elongation at break		ISO 37	≥650	%
Tear resistance		ISO 34-1	≥30	N/mm
Abrasion resistance (5N)		ISO 4649	≤70	mm³
Compression set after 24h at 70 °C		ISO 815-1	≤30	%
<b>TEMPERATURE</b>				
Working temperature			-40/+85	°C
<b>AGEING</b>				
Δ Hardness after 70h at 70 °C		ASTM D573	≤5	Shore A
Δ Tensile strength after 70h at 70 °C		ASTM D573	≤-15	%
Δ Elongation at break after 70h at 70 °C		ASTM D573	≤-20	%
<b>CHEMICAL RESISTANCE</b>				
Diluted acids and bases	Concentrated acids and bases	Ozone	Oils and hydrocarbons	
Very good	Good	Medium	Non suitable	
<b>IDENTIFICATION</b>				
Branding	Without.			
Packaging	Thickness ≤6mm rolled on cardboard tube Ø 80mm. Thickness >6mm in roll.			
Wrapping	Black polyethylene film.			
Labelling	Self-adhesive label indicating product name, dimensions, area in m2, nominal weight, and product code to allow product traceability.			
Unless typographical error, information and figures of our technical datasheet are based on our experience and laboratory tests according to international standards. This data is intended to be used as a guideline only. Material performance depends on the conditions of use and the final application.				