

# HYDRAULISEN PURKURÄNNIN KEHITYS JA TUOTTEISTAMINEN



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Konetekniikka, insinööri (AMK), Riihimäen kampus

syksy 2021

Leif Viitanen

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii somerolainen Kart Oy Ab. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ja tuotteistaa hydraulista purkuränniä. Hydraulisen purkurännin kasvavan tilauskannan takia rännistä haluttiin sarjavalmisteisempi. Tällä hetkellä ränniä valmistaa yksi ihminen.

Hydraulisessa purkurännissä oli monia ongelmia, jotka estivät sarjavalmistaisuutta ja pidensivät toimitusaikoja. Suurimpia ongelmia olivat kouru- ja johdeaihioiden yhteensopimattomuus, laser- ja osto-osien puuttuminen prosessin aikana sekä vanhentuneet tai väärät piirustukset.

Kouru- ja johdeaihioiden piirustuksiin lisättiin toleranssit ja symmetriaviivat, jotta aihiot sopisivat toisiinsa täydellisesti. Laserleikkeiden riittävyttä parannettiin tarkastamalla ja päivittämällä järjestelmä. Osat myös siirrettiin osto-osien kanssa samaan hyllyyn valmistuspaikan viereen mikä helpottaa niiden laskemista ja seuraamista. Piirustuksia korjattiin ja tullaan korjaamaan jatkossa, jos parannettavaa ilmenee. Sarjavalmistusta parannettiin jakamalla valmistusta useammalle henkilölle.

Parannuksia tehtiin jo opinnäytetyöprojektin aikana, mutta osa parannuksista jätettiin johdon päätettäväksi. Rännissä on vielä kehitettävää, jotta siitä saataisiin täysin sarjavalmistein.

**ABSTRACT**

This thesis was commissioned by Kart Oy Ab from Somero. The purpose of the thesis was to develop and product hydraulic discharge chutes. Due to the growing order backlog for hydraulic discharge chutes, there was a desire for a more mass-produced chute. Currently, gutters are made by one person at the company.

There were many problems with the hydraulic discharge chute that prevented serial production and extended delivery times. The main problems were the incompatibility of the chute and guide blanks, the absence of laser and purchasing parts during the process as well as outdated or incorrect drawings.

Tolerances and lines of symmetry were added to the drawings of the chute and guide blanks to make the blanks fit together perfectly. The adequacy of the laser clips was improved by inspecting and updating the system. The parts were also moved with the purchased parts to one shelf next to the manufacturing site, making it easier to count and track them. The drawings were corrected and will be corrected in the future if there is room for improvement. Serial production was improved by dividing production to several people.

Improvements were already made during the thesis project, but some of the improvements were left to the management to decide. The chute still needs to be developed to make it fully mass-produced.

Keywords Concrete, productization, discharge chutes

Pages 24 pages and appendices 1 page

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Kart Oy Ab.....	2
3	Betoninkuljetus maailmanlaajuisesti .....	3
4	Hydraulinen jatkoränni.....	6
4.1	Rakenne.....	8
4.2	Osto-osat.....	11
4.3	Kehityskohteet .....	12
5	Standardi ISO 22768-14.....	15
6	Kehittäminen .....	16
6.1	Piirustukset.....	17
6.2	Osto-osat.....	18
6.3	Tuotanto.....	18
7	Tutkiminen.....	20
7.1	PDCA.....	20
7.2	Jatkuva parantaminen.....	22
8	Yhteenveto .....	22
	Lähteet.....	24

## Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1	Pyörintäsäiliö (Kart Oy Ab, n.d.-e) .....	4
Kuva 2	Kaivossäiliö (Kart Oy Ab, n.d.-f) .....	5
Kuva 3	Auki levitetty hydraulinen purkuränni (Kart Oy Ab, n.d.-g).....	6
Kuva 4	Ränni kuljetusasennossa (Kart Oy Ab, n.d.-g).....	7
Kuva 5	Rännin kokoonpano .....	8
Kuva 6	Sarana .....	8
Kuva 7	Kääntövarsi .....	9
Kuva 8	Teleskooppikouru .....	10
Kuva 9	Kuljetustuki .....	10
Kuva 10	Laitekaappi.....	11
Kuva 11	Hydraulirännin hyllyn sijoituspaikka .....	19

Kuva 12 Jatkuvan parantamisen kehä (MCS Oy, 2020). .....21

Taulukko 1 Parannuskohteet.....14

Taulukko 2 Pituusmittojen sallitut poikkeamat lukuun ottamatta viistettyjä kulmia (SFS-EN 22768-1:1993, 1993). .....16

Taulukko 3 Kulmien sallitut poikkeamat (SFS-EN 22768-1:1993, 1993). .....16

## **Liitteet**

Liite 1      Kyselylomake

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii somerolainen Kart Oy Ab. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ja tuottaa hydraulista purkuränniä. Hydraulinen purkuränni on betoniautoihin kiinnitettävä betonin purkamiseen tarkoitettu ränni. Ränni auttaa siirtämään betonin yhdeksän metrin etäisyydelle autosta. Ränni on valmistettu Hardox-teleskooppikouruista. Kääntövarren avulla betoni saadaan purettua moneen eri suuntaan.

Tällä hetkellä hydraulista purkuränniä valmistaa yrityksessä yksi ihminen. Kasvaneen maineen ja kysynnän takia olisi tarkoituksena saada työt jaoteltua useammalle työntekijälle. Tämä nopeuttaisi rännin valmistumista ja vuosittaisia valmistusmääriä. Rännissä on myös paljon kehitettävää ennen sen saamista täysin sarjatuotantoon.

Tämän työn kehitysideoiden avulla on tarkoitus edistää tuotteiden valmistumisnopeutta ja mahdollistaa tuotteiden laajemman sarjavalmistuksen. Kehitysideoissa keskitytään myös ostettaviin osiin sekä hitsattavien osien tuotantoon. Ostettavien osien suurin ongelma on niiden riittävyys valmistusprosessissa. Ränni sisältää paljon yleisosa, joita käytetään myös muualla tuotannossa ja voivat tämän takia loppua kesken rännin valmistuksen. Osia myydään myös varaosiksi, joka vaikeuttaa eri osien tarpeen ennustamista. Tuotannossa tulee helpottaa osien löydettävyyttä ja keskittyä isompien osakokonaisuuksien tekemiseen. Tuotannossa ei paneuduta vielä tuotannon tehokkuuteen, vaan toimivan tuotannon käynnistämiseen.

Hydraulinen purkuränni on Kart Oy Ab:n tunnetuin yksittäin myytävä komponentti. Purkuränni koostuu useista komponenteista, joissa jokaisessa on monta yksittäistä osaa. Ränni koostuu saranasta, kääntövarresta, teleskooppikouruista ja kuljetustuesta. Suurimpia parannuksia vaativia kokonaisuuksia ovat teleskooppikourut, joiden kouru- ja johdeaihoissa on ilmennyt ongelmia valmistuksessa.

## 2 Kart Oy Ab

Kart Oy Ab on Somerolla sijaitseva konepaja, joka valmistaa koneita ja laitteita teollisuuteen. Kart on perustettu vuonna 1960 ja se aloitti toimintansa suunnittelemalla sekä valmistamalla karting-autoja. Tästä yhtiö on saanut nimensä. Karting-autojen rinnalla aloitettiin valmistamaan erilaisia teräsrakenteita ajoneuvoihin ja rakennuksiin. Teräsrakenteiden valmistuksen kehittyessä ja kasvaessa karting-autojen valmistus jäi taka-alalle. Teräsrakenteiden siirtyessä rakennuksista koneiden ja ajoneuvojen runkoihin, yhtiö aloitti koneiden suunnittelun teräsrakenteisiin. Koneiden suunnittelu painoittui betonikalustoon ja jäteveden käsittelykalustoon. Nämä kaksi ovat tilauskonepajan ohella nykyisen Kartin toiminnan pääosa-alueet. (Kart Oy Ab, n.d.-a)

Betonin kuljetuslaitteet ovat Kartin suurin toimiala ja yhtiö on suunnitellut betonituotteita jo yli 50 vuotta. Kart suunnittelee erilaisia tuotteita betonikuljetukseen ja on yksi Pohjoismaiden merkittävimmistä betonituotteiden toimittajista. Kart valmistaa pyörintäsäiliöitä maantie- ja kaivoskuljetuksiin. (Kart Oy Ab, n.d.-b)

Maantiekuljetuksiin suunnitelluilla pyörintäsäiliöillä on laaja tuotevalikoima ja tilavuudet vaihtelevat 4-14 kuution välillä. Säiliöiden koko valikoima on niin laaja, tämä mahdollistaa asiakkaan paremman ja tarpeenmukaisen palvelun. Asiakas voi tilata pyörintäsäiliön haluamalleen alustalle ja haluamillaan erikoismitoilla. Materiaalit ovat laadukkaita, mikä mahdollistaa laadukkaiden tuotteiden valmistuksen. Tämä on Kartin kilpailuvaltti betonikuljetuslaitteiden markkinoilla. (Kart Oy Ab, n.d.-b)

Kartilla on myös toimiva huolto- ja varaosapalvelu, jolloin mahdollistetaan asiakkaan palveleminen myös tuotteen toimituksen jälkeen. Kaivoskuljetuksiin suunniteltujen pyörintäsäiliöiden tilauskanta on suurentunut viime vuosina ja jatkaa kasvuaan edelleen. Kaivospuolellakin Kartilla on laaja valikoima tuotteita sekä varaosapalvelu ja yhtiö kehittää ja suunnittelee jatkuvasti uusia ratkaisuja kaivoksiin. Sekä maantie- että kaivoskuljetuksiin on mahdollista saada erilaisia betonin purkulaite vaihtoehtoja. Hydraulinen purkuränni on näistä kuuluisin ja lisäksi niitä ostetaan erikseen muiden valmistajien tuotteisiin liitettäväksi. Betonin purkuun on myös mahdollista saada purkuhahna, jota valmistetaan kiinteinä tai teleskooppina toimivina malleina. (Kart Oy Ab, n.d.-b)

Toinen Kartin toimiala on ympäristötekniikka. Tämän osa-alueen tuotteita on valmistettu pitkään, mutta nykyisin kun ympäristön hyvinvointi on tullut entistä tärkeämmäksi, on ympäristötuotteiden myynti alkanut vilkastumaan. Jätevesien puhdistukseen valmistetaan monia laitteita, jotka tukevat toisiaan, ja niitä pystytään kytkemään peräkkäin. Kiinteän materiaalin erotukseen on suunniteltu suotonauhajärjestelmä, joka erottelee vedestä orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin. Suotonauhoissa käytetään laadukkaita materiaaleja ja nykyaikaista tekniikkaa sekä koneista tehdään helposti asennettavia ja huollettavia. Suotonauhoilla saavutetaan erittäin korkea veden erotusaste haastavillakin lietteillä. Välppäyskoneilla saadaan eroteltua vielä tarkemmin hienojakoiset epäpuhtaudet vedestä. Välppäyskoneet ovat yksinkertaisia ja helppohoitoisia koneita, joilla on suuri toimintavarmuus. Kaikkiin ympäristölaitteisiin on saatavilla huolto- ja asennuspalvelu. Ympäristölaitteisiin kuuluu myös Gemax-näytteenotin, jota käytetään tutkimuslaitoksissa ympäri maailman. Gemax on gravitaatiopohjanäytteenotin, jolla otetaan sedimenttinäytteitä pohjasta ja sillä saa leikattua paloja, jotka voi lähettää tutkittavaksi. (Kart Oy Ab, n.d.-c)

Kolmas Kartin osa-alue on tilauskonepaja. Kartilla on laaja konekanta, jonka vuoksi se pystyy tekemään paljon erilaisia tuotteita tilauksesta. Eniten kokonaisvaltaisia tilausratkaisuja tulee haponkestävistä laitteista ja rakenteista. Kart on erikoistunut haponkestävien levyjen käsittelyyn ja hitsaamiseen, sekä koneiden valmistukseen. Koneita ja laitteita valmistetaan asiakkaan piirustusten mukaan. Kart valmistaa sekä yksittäisiä prototyyppejä kuin isoimpia sarjojakin. (Kart Oy Ab, n.d.-d)

### **3 Betonikuljetus maailmanlaajuisesti**

Betonin pääraaka-aineet ovat sementti, vesi ja kiviaines. Nämä raaka-aineet otetaan maasta ja niitä saadaan suurimmasta osasta maailmaa. Raaka-aineet saadaan maaperästä ja koska ne ovat edullisia sekä betonin valmistus on yksinkertainen prosessi niin tämä tekee betonista maailman yleisimmän rakennusmateriaalin. (Betoniteollisuus ry, n.d.-a)

Betonikuljetukset jaetaan kahteen osaan; maantie- sekä kaivoskuljetuksiin ja nimensä mukaisesti kaivoskuljetukset kuljetetaan kaivoksissa ja maantiekuljetukset maan päällä. Maantiellä kulkevat pyörintäsäiliöt asennetaan usein kuorma-auton tai puoliperäkärryn päälle. Kuorma-auton päällä olevat ovat yleisempiä, koska ne mahtuvat pienempiin tiloihin ja

pihoihin. Puoliperävaunun päällä olevia käytetään isommissa projekteissa, joissa betonia kuluu paljon kerralla. Yleisimmät säiliökoot ovat 5-6 kuution kokoisia, mutta tulevaisuudessa säiliökoot kasvavat. Kasvamista tarvitaan, jotta betonia saadaan tulevaisuudessa kuljetettua ympärisöystävällisemmin. Kuvassa 1 esimerkki betonisäiliöstä. (Betoniteollisuus ry, n.d.-a)

Kuva 1 Pyörintäsäiliö (Kart Oy Ab, n.d.-e).



Betonin purkamiseen pyörintäsäiliöstä on useampia tekniikoita. Autoissa on useimmiten parin metrin purkukouru ja kun betoni halutaan purkaa kauemmas, käytetään pumppuletkua tai hihnakuljetinta. Kun betoni halutaan saada kauemmas ja tiellä on esteitä tai purkukohde on autoa korkeammalla, käytetään pumppuletkua. Pumppuletku on kätevä ja nopea tapa purkaa betonia ja tällä menetelmällä betoni voidaan purkaa 20 metrin päähän. Pumppua käytetään yleisemmin omakotitalotyömailla, joissa betoni tarvitsee purkaa kauas tai hankaliin paikkoihin. Hihnakuljettimella ulottuvuus on 14 metriä ja sillä voidaan purkaa ylöspäin 30 asteen kulmassa, mikä on erinomainen keino kerrostalotyömailla. Purkurännit ovat edullisin tapa purkaa betonia kohteisiin ja rännin ulottuvuus on muutamasta metristä yhdeksään metriin. (Betoniteollisuus Ry, n.d.-b)

Tämän hetkiset tunnetut mineraalivarannot varmistavat niiden saatavuuden metallien tuotantoon vuosikymmeniksi. Kaivosalan kasvu takaa monien metallien saatavuuden lähivuosina ja tämä ei kuitenkaan poista sitä, että kaivosteollisuuden kasvu tulee olemaan tulevaisuudessa haastavampaa. Ilmastonmuutos tuo kaivostoiminnan kasvamiselle esteitä ja kilpailuasemien muutoksia. Kiina ja kiinalaisomisteiset yhtiöt ovat pitkään tuottaneet 98 prosenttia vihreään teknologiaan ja digitalisaatioon tarvittavien metallien raaka-aineista. Vastuullisuus ja ympäristöystävällisyys on Suomen kilpailuvaltti tulevaisuudessa. (Kaivosteollisuus ry, 2021)

Kaivosteollisuudessa käytetään paljon betoninkuljetuskalustoa, jotta tunneleita saadaan tuettua ja tehtyä erilaisia rakennelmia. Kaivoskuljetuksissa vaaditaan matalia ja ketteriä betonin kuljetus koneitaja siellä käytetään usein runko-ohjattavia ajoneuvoja. Ajoneuvot ajavat vaikeita ajoratoja pitkin tunneleihin ja tämä vaatii myös betonisäiliöltä muutoksia maantieliikennekalustoon verrattuna. Kuvassa 2 on kaivossäiliö ja kun sitä vertaa maantieliikennekalustoon kuvassa 1, siinä huomaa paljon eroavaisuuksia. Säiliöissä on erillaisia sulkuläppiä, jotka estävät betonin valumisen ulos. Purkumenetelmät ovat samanlaisia kuin maantielikenteessä. (Normet Oy, n.d.)

Kuva 2 Kaivossäiliö (Kart Oy Ab, n.d.-f).



Betoni on suosittu rakennusmateriaali, mutta koko ajan yritetään keksiä ympäristöystävällisimpiä rakennusmateriaaleja. Betolar tuottaa ympäristöystävällistä rakennusmateriaalia korvaamaan betoni tuotteita ja se on onnistunut omalla teknologiallaan tuottamaan monen teollisuuden sivutuotteista ympäristöystävällisiä geopolymeeripohjaisia rakennusmateriaaleja. Näillä materiaaleilla on 90 prosenttia pienempi hiilijalanjälki kuin perinteisellä betonilla ja tämä ratkaisu myös vähentää jäteongelmia monilta aloilta. Noin 5–8 prosenttia maailman kasvihuonepäästöistä johtuu sementin tuotannosta. Betolarin tuotteen sovellusalat ovat maanrakentaminen, ulkorakentaminen ja tulevaisuudessa talorakentaminen. Tällä hetkellä tuotetta voidaan tuottaa laajassa mittakaavassa tien pohjiin ja se tähtää lisensoidulla tuotteella isommille markkinoille ja täten pienentämään kasvihuonepäästöjä. (Motiva Oy, 2021)

#### 4 Hydraulinen jatkoränni

Hydraulinen purkuränni on betoniautoihin kiinnitettävä betonin purkamiseen tarkoitettu ränni ja ränni auttaa siirtämään betonin yhdeksän metrin päähän autosta. Kääntövarren avulla betoni saadaan purettua moneen eri suuntaan. Siinä käytetään Hardoxista

Kuva 3 Auki levitetty hydraulinen purkuränni (Kart Oy Ab, n.d.-g).



valmistettuja kouruja, jotka ovat pituudeltaan noin kolme metriä. Kouruja tulee yhteen jatkoränniin kahdesta neljään kappaletta riippuen, kuinka pitkän rännin asiakas haluaa. Jatkorännin pituus on pisimmillään yhdeksän metriä. Jatkorännejä saa myös viiden ja seitsemän metrin mittaisina. Kourut liikkuvat hydraulisylinterien avulla. Jatkorännissä on kääntövarsi ja kiinnitysakseli, joten ränni on mahdollista kiinnittää erilaisiin kuljetusalustoihin. Ränni on täysin hydraulisesti toimiva ja sillä säädetään rännin pituutta sekä rännin sivuttais- ja

korkeusasentoa. Lepoasentoa varten auton runkoon kiinnitetään kuljetustuki, johon ränni voidaan laskea. Kuljetustuki estää rännin heilumisen ja auttaa, ettei ränni ole hydraulisyntereiden varassa. Kuvassa 3 on jatkoränni auki levitettyinä ja kuvassa 4 ränni on kuljetusasennossa.

Kuva 4 Ränni kuljetusasennossa (Kart Oy Ab, n.d.-g).

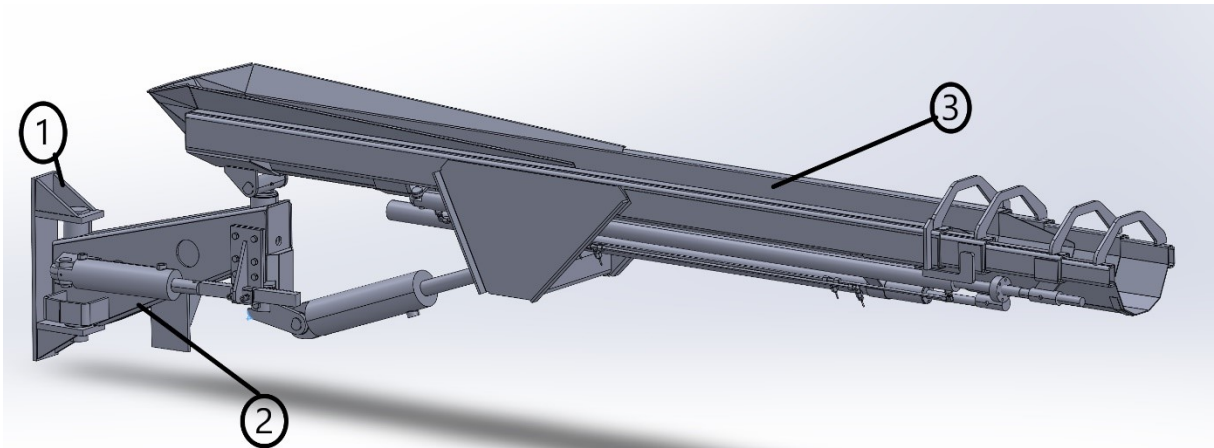


Hydraulinen purkuränni on Kartin tunnetuimpia erikseen myytäviä varaosia ja Kartin jatkoränni on kestävä ja edustaa alansa huippua. Tuotekehitys on onnistunut kehittämään jatkorännistä kestävä ja varmatoimisen. Kourujen muoto on kehitetty niin, että se mahdollistaa betonin paremman valumisen pitkin kourua. Jatkoränniä toimitetaan jatkuvasti pohjoismaihin ja sen maine on selvittänyt tiensä jo Euroopan sekä Venäjän markkinoille. Tämä on johtanut kasvaviin tarjouskyselyihin ja tilauksiin ja tällä hetkellä jatkorännit valmistetaan tilauksen tullessa alusta loppuun asti yhden työntekijän voimin. Tämä toiminta on aiheuttanut pitkiä toimitusaikoja ja sitä ettei kaikkia tilauksia voida ottaa vastaan. Koska tilausmäärän kasvaessa, ei yhden työntekijän työpanos enää riitä, vaan rännistä on tehtävä sarjavalmisteisempi.

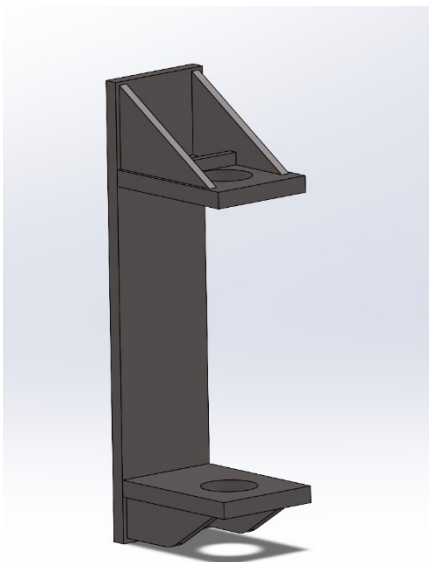
## 4.1 Rakenne

Kuvassa 5 on kuvattuna rännin rakenne. Ykkösosa on sarana, joka hitsataan autoon kiinni. Kakkososa on kääntövarsi ja kolmososa on teleskooppikourusetti.

Kuva 5 Rännin kokoonpano



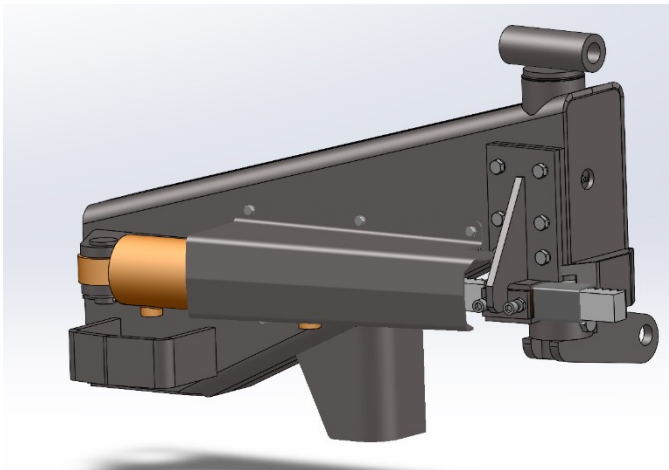
Kuva 6 Sarana



Kääntövarsi koostuu monesta osasta, saranasta, rungosta ja hydraulisylinteristä. Saranan rakenne on todella yksinkertainen, kuten kuvasta 6 näkyy. Saranassa on paksu lattarauta, jolla sarana kiinnitetään ajoneuvoon. Lattarautaan hitsataan paksut korvalevyt. Korvien väliin tulee vahva sarana-akseli, mikä kannattelee koko hydraulisenrännin painoa. Saranasta on muutama eri versio, riippuen millaiseen ajoneuvoon se asennetaan. Lattarauta voi olla taivutettu keskeltä, jotta se istuu paremmin kaarevaan muotoon. Korvalevyt voivat olla pitemmät, jos betonisäiliön suuaukko tulee kauemmas rungosta.

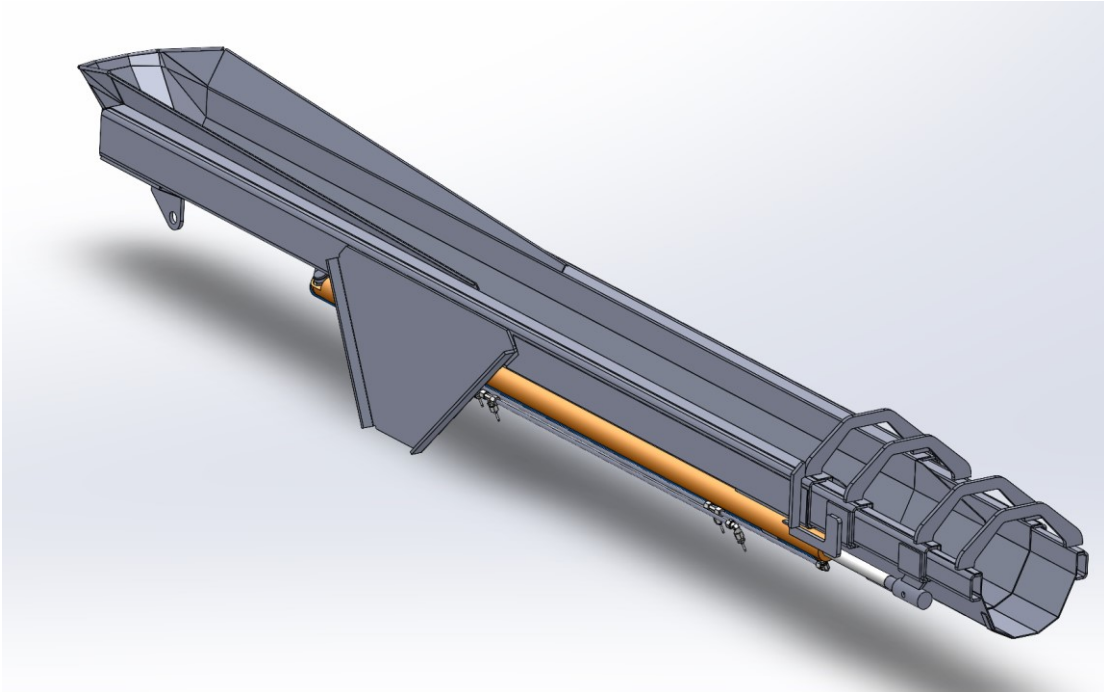
Kääntövarren runko valmistetaan laserleikkaamalla, jonka jälkeen se kantataan kanttauskoneella. Rungon linjaus on tärkeää, joten rungon puoliskot koneistetaan jyrsimellä suoraksi hitsausta varten. Samalla kun rungon puoliskot suoristetaan, niihin lisätään reikiä osien kiinnittämistä varten. Hitsauksessa rungon puoliskot kiinnitetään toisiinsa ja molempiin päihin hitsataan puslat akseleita varten. Hitsauksen jälkeen kääntövarsi koneistetaan uudestaan, jotta puslista saadaan täsmälleen samansuuntaiset. Kääntövarteen hitsataan sylinterin korva sekä kiinnitetään hammastangon ohjausrauta. Kuvassa 7 on valmis hitsattu rakenne sekä kääntövarren akseli. Kääntövartta käännetään hydraulisynterinin ja hammastangon avulla.

Kuva 7 Kääntövarsi

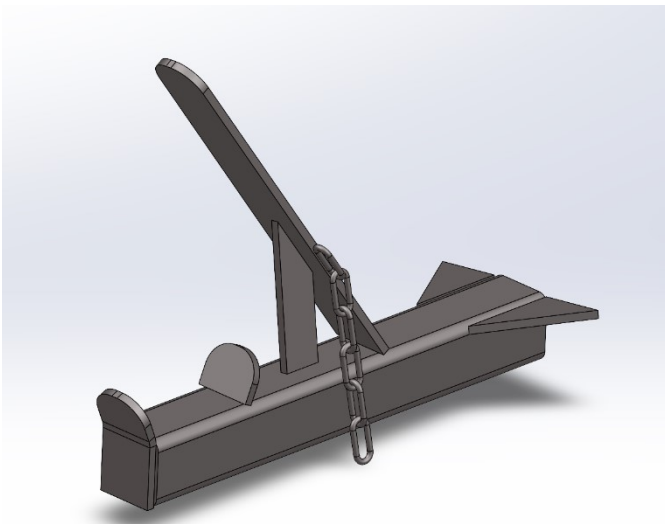


Teleskooppikourut ja niiden kallistussynterini kiinnitetään kääntövarteen kääntöakselin avulla. Teleskooppikourut taivutetaan kanttikoneella useammasta kohtaa ja kouruissa on tärkeää, että jokainen on toistaan pienempi, jotta ne menevät vaivattomasti sisäkkäin. Kourut valmistetaan Hardox-kulutuslevystä, jotta se kestää betonin aiheuttamaa kulutusta. Kouruihin hitsataan erilaisia tukilevyjä, jotta jokainen kouru kestäisivät niihin kohdistetut voimat ja taipumat. Jokaisessa kourussa on kaksi johdetta, jota pitkin kourut liukuvat purkuasentoon ja takaisin kuljetusasentoon. Johteilla on myös tärkeä rooli kourujen tukemisessa ja ohjauksessa. Jokaisella kourulla on oma työntösynterini, joka mahdollistaa jatkorännin käytön myös ainoastaan yksi kouru ulostyönnettynä. Teleskooppikourun takapäähän hitsataan syöttökouru, joka ohjaa betonin paremmin kourun sisään. Kallistussynterini kiinnitetään rännin keskiosassa olevaan runko-osaan. Kuvassa 8 teleskooppikourupaketti kokonaisuudessaan.

Kuva 8 Teleskooppikouru



Kuva 9 Kuljetustuki



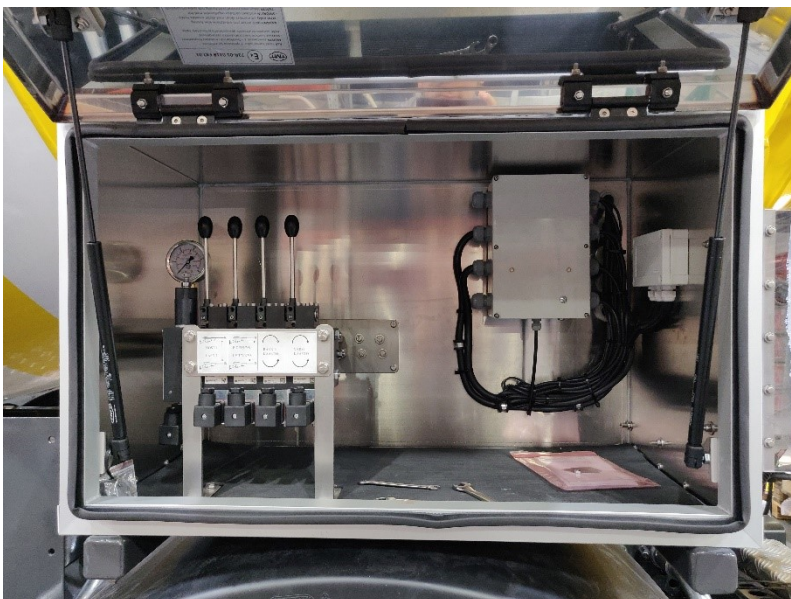
Ränni voidaan laskea ajon ajaksi kuljetustukeen ja se on yksinkertainen auton runkoon kiinnitettävä tuki. Kuljetustuki vähentää rasitusta saranasta ja kääntövarresta auton ajon aikana. Kuljetustuki valmistetaan neliöputkesta sekä erilaisista laserleikkeistä. Kuljetustukeen on hitsattu kiristysketju, joka auttaa pitämään rännin paikallaan ja estää rännin turhaa pomppimista ajon aikana. Kuvassa 9 valmis kuljetustuki.

## 4.2 Osto-osat

Jatkoränniin ostetaan monia valmiita osia. Hydraulisyylinterit ovat merkittävässä osassa rännin toimivuuden kannalta ja niihin käytetäänkin muutamaa erilaista sylinteriä. Sylinterit ovat erikoisia kooltaan, eikä niitä saa ostettua esimerkiksi tukkuliikkeestä. Sylinterit tehdään mittatilaustyönä tehtaalla ja tämä aiheuttaa sen, että sylintereitä olisi hyvä pitää varastossa mahdollisten varaosatilausten varalta. Jos sylintereitä tilataan varastoon ainoastaan se määrä, mitä tarvitaan rännien rakentamiseen, voi varaosien toimitusajasta tulla pitkä.

Hydraulisyylintereitä ohjataan ohjauskaapin avulla, joka sisältää monia hydraulikkakomponentteja. Kuvassa 10 on esimerkki kaapin sisällöstä. Kaapin runko tulee valmiina ja se on valmistettu ohuesta rosterilevystä sekä sen saa lukittua lukolla. Kaappi kootaan itse tehtaalla ja sen toiminta testataan ennen lähettämistä asiakkaalle. Kaapilta hydraulikkaneesteet kulkeutuvat sylintereille hydraulikkaputkia pitkin. Letkujen päissä ja risteyskohdissa on erilaisia hydraulikkaliittimiä ja -hanoja.

Kuva 10 Laitekaappi



### 4.3 Kehityskohteet

Huomasin parannuskohteita, kun tutustuin tuotteeseen piirustusten avulla. Tutkin piirustuksia ja huomasin, että minulle tuotti vaikeuksia löytää mihin mikäkin osa kuuluu. Tästä voi päätellä, että työntekijöiden on vaikea valmistaa tuotetta, jos he eivät tiedä rakennetta entuudestaan. Kuvien ulkonäköä ja ymmärrettävyyttä on syytä parantaa. Osien löytäminen ja laskeminen isosta varastosta on vaikeaa varsinkin, kun osat ovat eri puolilla varastoa.




Tein haastattelulomakkeen (liite 1), jossa kyselin parannuskohteita ja -ehdotuksia. Haastattelin sen avulla rännien valmistajaa, joka tietää eniten rännien valmistamisesta. Keräsin kehityskohteet haastattelun perusteella taulukkoon 1. Valmistaja kertoi, että suurimmat ongelmat ovat osissa, jotka tulevat alihankkijalta leikattuna ja taivutettuna. Rännit ja johteet ovat tämänkaltaisia osia. Nämä osat ovat myös tarkimpia osia kanttausten tarkkuudesta, koska niiden täytyy mennä sulavasti sisäkkäin ja jos toisen johteen kanttaus on liian iso tai toisen liian pieni, ne eivät mahdu sisäkkäin. Tämä aiheuttaa turhaa osien läpikäymistä, kun pitää etsiä, mitkä johteet ja kourut sopivat keskenään. Tämä ongelma on este sille, että osia voitaisiin tehdä eri työpisteillä ja kootaan vasta tilauksen saapuessa. Joitakin kouruja sekä johteita on jouduttu hylkäämään, koska ne eivät sovi toistensa kanssa yhteen. Osista ei saa hyvitystä, koska ne ovat kuvan mukaisia, mutta toleranssialueet ovat liian suuret.

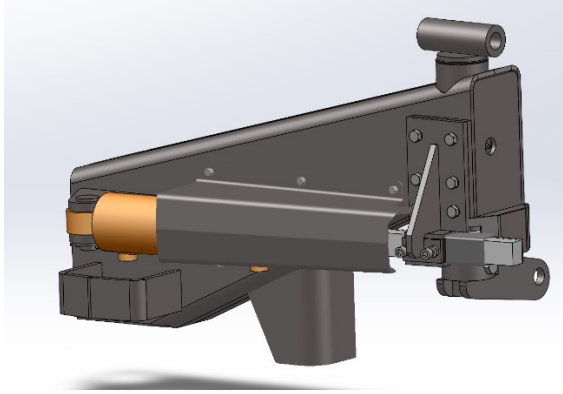
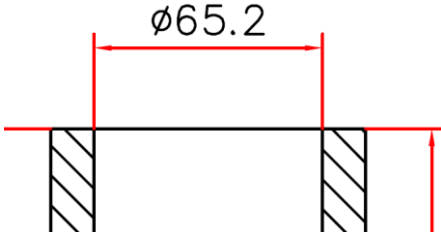
Ongelmia on myös osto-osien ja laserleikkeiden riittävydessä. Laserleikkeitä on tilattu satunnaisia määriä hyllyyn ja tämä on aiheuttanut tiettyjen osien loppumista kesken valmistuksen. Osto-osia tilataan 5—10 kappaleen sarjoissa ja osia saatetaan myydä myös varaosina, mikä voi johtaa siihen, että rännistä puuttuu yksi tai kaksi sylinteriä tai muita osto-osia. Näitä ongelmia ei ilmene, jos valmistetaan yhtä tai kahta ränniä, jolloin osat on helppo laskea ennen valmistamista. Kahdenkin rännin valmistamisessa voi käydä niin, että sylinteri lähtee kesken projektin varaosana ja valmistaja ei ole tietoinen asiasta. Tällä hetkellä rännien valmistaja huolehtii tiettyjen osien riittävydestä ja uusien tilausten tekemisestä ostoon. Valmistaja ei kuitenkaan tiedä milloin osia tarkalleen saapuu ja milloin niitä myydään varaosina. Rännien valmistukselta puuttuu selvä vastuuhenkilö, joka vastaa osien tilaamisesta ja niiden riittävydestä.

Rännin sarjavalmistamisen kannalta olisi oleellista saada tehtyä osakokonaisuuksia varastoon ja tilauksen tullessa kokoonpanna osat toisiinsa. Tälläkin hetkellä on kokonaisuuksia, joita voisi valmistaa hyllyyn ja kokoonpanoja voi hyödyntää tilauksen tullessa sekä monen rännin tilauksissa, joissa aikaa on rajoitetusti käytössä. Valmistaja on tällä hetkellä todella työllistetty, eikä tämän takia kerkeä valmistamaan osia varastoon. Toiset työntekijät ovat alkaneet valmistella osakokonaisuuksia valmistajalle, vaikka osat voisi koota valmiiksi asti heti, jolloin valmistajan työkuorma pienenesi ja hän voisi keskittyä valmistamaan hankalampia osia. Varastoon valmistamisessa on myös etuna se, että osat ovat tulleet tuotannosta ja ovat kaikki yhdessä paikassa. Tämä nopeuttaa kokoonpanojen tekoa eikä osia katoa.

Valmistaja mainitsee myös vajaat ja pieniä parannuksia vaativat piirustukset. Esimerkki tästä tuli, kun valmistettiin kääntövarteen holkkeja ja siihen tulevia akseleita. Holkkien ja akselin välissä oli liian iso välys. Näitä on pitkään tullut alihankinnasta mutta nyt niitä ehdittiin valmistamaan omilla työstökoneilla ja omalla työstökoneella tehdyissä välystä oli liikaa. Tutkittaessa tämä johtui pielessä olevista piirustuksista koska akselin piirustuksessa sen halkaisija on 60 millimetriä ja holkkien sisäreikä oli 60,3 millimetriä. Tämä välys oli liian iso ja sai holkin liikkumaan liikaa ja tämä olisi luultavasti aiheuttanut kulumaa. Alihankkijalle lähetetty piirustus oli korjattu, mutta sitä ei ollut päivitetty järjestelmään. Valmistaja epäilee myös, etteivät muut osaisi valmistaa ränniä kuvien perusteella tämän takia. Monissa osissa on pieniä parannuksia, joita ei ole koskaan päivitetty kuviin, vaan ovat vain tekijän omassa muistissa.

Taulukko 1 Parannuskohteet

Parannuskohde	Kuva	Parannusehdotus
Kourujen ja johteiden yhteensopivuuden parantaminen		Kourujen ja johteiden kuviin lisätään symmetriaviivat ja toleranssit
Laserleikkeiden riittävyys		Ränni rakenteen tarkistaminen järjestelmästä ja tilaaminen sarjoina
Osto-osien riittävyys		Osien kerääminen yhteen paikkaan, vastuuhenkilön nimittäminen ja osalistan laadinta

Sarjatuotannon parantaminen		Osakokonaisuuksien tekeminen varastoon yksittäisten osien säilyttämisen sijaan
Piiirustusten virheet ja parannukset		Piiirustuksiin tehdään korjaukset heti kun niitä ilmenee

## 5 Standardi ISO 22768-14

Hydraulisen rännin piirustuksissa käytetään yleistoleranssina ISO 2768. Standardi ISO 22768-1 määrittelee toleranssit, joita noudatetaan, kun niitä ei ole muuten merkitty. Standardi määrittelee toleranssit pituus- ja kulmamitoille. Tolerointi on tärkeää piirustuksissa, jotta valmistetun tuotteen mittapoikkeamat pysyvät hallinnassa. Toleranssi on tärkeää, ettei mikään jää valmistuksessa epäselväksi ja laatu pysyy tasaisena. Standardin 22768 on tarkoitus yksinkertaistaa piirustuksia, jottei jokaista mittaa tarvitse toleroida erikseen. Standardia sovelletaan kaikissa pituus- ja kulmamitoissa paitsi niissä mitoissa, jotka on toleroitu erikseen. Tällaisia ovat esimerkiksi sulkujen sisällä olevia apumittoja tai neliön muotoisen laatikon sisällä olevia mittoja. Standardi 22768 mahdollistaa taloudellisemman valmistamisen, kun kaikkia mittoja ei toleroida tarkasti. (SFS-EN 22768-1:1993, 1993)

Toleranssi merkitään piirustuksiin merkintänä ISO 2768. Tämän perään merkitään usein kirjain, joka kuvaa pinnankarheutta. Taulukossa 2 nähdään standardin antamat sallitut poikkeamat pituusmitoille. (SFS-EN 22768-1:1993, 1993)

Taulukko 2 Pituusmittojen sallitut poikkeamat lukuun ottamatta viistettyjä kulmia (SFS-EN 22768-1:1993, 1993).

Toleranssiluokka Tunnus	Kuvaus	Sallitut poikkeamat nimellismita-alueella							
		> 0,5 <sup>1)</sup> ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 30	> 30 ≤ 120	> 120 ≤ 400	> 400 ≤ 1 000	> 1 000 ≤ 2 000	> 2 000 ≤ 4 000
f	hieno	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	keskikarkea	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	karkea	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	erittäin karkea	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

<sup>1)</sup> Nimellismitoille < 0,5 mm, eromitat tulee merkitä vastaavan nimellismitan viereen.

Standardi määrittelee myös kulmien sallitut poikkeamat, jotka esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3 Kulmien sallitut poikkeamat (SFS-EN 22768-1:1993, 1993).

Toleranssiluokka Tunnus	Kuvaus	Kyseessä olevan kulman lyhyemmän sivun sallitut poikkeamat pituusmita-alueella (mm)				
		≤ 10	> 10 ≤ 50	> 50 ≤ 120	> 120 ≤ 400	> 400
f	hieno	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	keskikarkea					
c	karkea	±1°30'	±1°	±0°30'	±0°15'	±0°10'
v	erittäin karkea	±3°	±2°	±1°	±0°30'	±0°20'

## 6 Kehittäminen

Haastattelussa selviää, että monissa asioissa on parantamisen varaa ennen, kun tuote on valmis sarjatuotantoon. Yksi tärkeimmistä asioista on päivittää kuvat oikeiksi ja tehdä muutoksia kanttauskuviin, jotta osat tulevat alihankinnasta täydellisenä. Tämä auttaa tuotteen muuttamista sarjatuotantoon. Osien varastointia sekä hankintaa tarvitsee parantaa. Osien varastointia pitää miettiä uudelleen ja miten osia varastoidaan sekä osien hankintaan täytyy kehittää helppo järjestelmä, jotta osat eivät lopu kesken valmistamisen. Systemi helpottaa myös osien tilaamisen tarpeen huomaamista ilman suurempia tutkimuksia.

## 6.1 Piirustukset

Piirustusten suurimmat ongelmat ovat vanhentuneet piirustukset ja toleranssien puuttumiset. Vanhentuneiden piirustusten takia alihankinnasta tai omasta tuotannosta saattaa tulla väärin valmistettuja osia. Kävimme kuvia läpi valmistajan kanssa ja korjasin ilmi tulleita virheitä Solidworks suunnitteluohjelman avulla. Suurimmat korjaustarpeet olivat ahdistus- ja välissovitteissa. Jossain tapauksessa välys oli liian iso ja sai aikaan turhaa kulumaa. Kun kyseiset kuvat on korjattu, tämä mahdollistaa alihankkijoiden kilpailuttamisen.

Toinen iso ongelma piirustuksissa oli kouru- ja johdeaihioiden toleranssit. Ensimmäisen johteen sisämitta on 108 millimetriä ja toisen johteen ulkomitta 103 millimetriä. Standardin mukaan molemmat johteet voivat poiketa 0,3 millimetriä nimellismitoista ja tällöin väli kaventuu pahimmassa tapauksessa 4,4 millimetriä. Koska johteet taivutetaan, niissä sallitaan 0,3 asteen heitto ja poikkeamat kulmissa pienentävät vällyksen 3,54 millimetriin. Välys on käynyt todella pieneksi, huomioiden että osia hitsataan paljon, mikä aiheuttaa vääntymistä ja osat maalataan. Johteiden pitäisi liikkua toistensa sisään sujuvasti, joten niiden sisämittoihin lisättiin toleranssi. Toleranssiksi laitettiin miinus 0,3 millimetriä ja tällöin poikkeamat ovat samaan suuntaan, jolloin välys ei pienene liian pieneksi.

Kouruissa on samanlaisia ongelmia. Kourut ovat joskus toispuoleisia, joten piirustuksiin lisättiin symmetriaviivat. Näiden avulla molemmista puoliskoista tulee symmetriset ja myös kourujen toleranssit oli päivitettävä. Ensimmäisen kourun ulkomitta on 256 millimetriä ja toisen kourun sisämitta on 260 millimetriä. Standardin mukaiset poikkeamat pienentävät vällyksen kolmeen millimetriin. Kouruissa on myös monia taivutuksia, jotka pienentävät vällyksiä entisestään. Kourujen sisämitan toleranssiksi laitettiin miinus 0,3 millimetriä. Kouruihin lisättiin myös symmetria viiva keskelle, jotta taitokset ovat molemmilla puolilla samassa kohtaa.

Piirustuksia päivitetään tulevaisuudessa, kun korjattavaa ilmenee. Piirustusten pitäminen ajan tasalla mahdollistaa rännin valmistettavuuden myös työntekijöiden vaihtuessa. Piirustusten pitäminen ajan tasalla mahdollistaa myös tuotteen sarjavalmistamisen.

## 6.2 Osto-osat

Osto-osien hankintaan ja myyntiin tarvitaan vastaava henkilö, joka huolehtii osien riittävydestä ja tilauksesta. Tämänhetkisessä tilanteessa osia tarvitsisi olla hyllyssä neljään ränniin. Osista voisi myös tehdä taulukon, joka voitaisiin kiinnittää hyllyn päähän tai muuhun sovittuun paikkaan. Taulukkoon merkittäisiin varaston muutokset, tällöin ketä tahansa voisi tarkastaa osien riittävyyden.

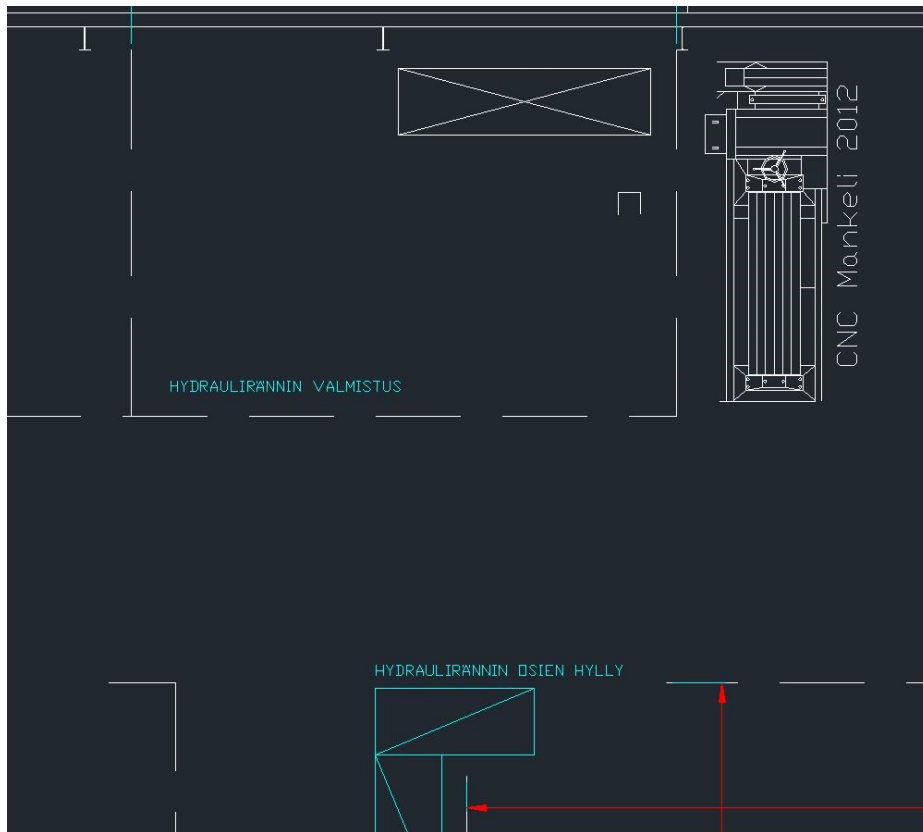
Tuotteen rakenne on tarkistettava Kartin järjestelmästä, jotta jokaisia osia on oikea määrä. Kun laserleikkeiden tilaus tehdään rakenteen pohjalta, osia tulee automaattisesti oikea määrä. Rakenne pilkkotaan osiin ja osakokonaisuuden ovat saranaan, kääntövarteen, teleskooppikouruihin ja kuljetustukeen. Tämä helpottaa tilaamista, jos esimerkiksi kääntövarsi myydään varaosana ja sitä voidaan tilata sarjana aikaisemmin.

Ohjauskaapin voisi tilata valmiiksi koottuna. Tämä säästäisi työntekijöiden aikaa, kun ei tarvitse kokoonpanna kaappeja sekä tällöin on tilattava vain yksi tuote monen komponentin sijaan. Kun kaappi kootaan itse, tarvitsee sinne tilata monia komponentteja sisälle erikseen. Tämä voi johtaa tiettyjen komponenttien puuttumiseen ja rännin myöhästymiseen. Kaapit ovat yleensä kaikki samanlaisia ja niitä voi käyttää mihin vain ränniin. Jos asiakas haluaa jotain pieniä muutoksia ränniin, voi valmiisiin kaappeihin vaihtaa komponentteja.

## 6.3 Tuotanto

Tuotannon kehitykset ovat aika pieniä. Rännin osille varattiin hyllypaikka valmistuspisteen vierestä. Tähän hyllyyn koottiin kaikki ränni osat, jotta niiden löytäminen ja seuraaminen helpottuisi. Tämä toimenpide säästää aikaa ja helpottaa valmistusta. Ränni sisältää perusosia muun muassa pultteja ja hydrauliiikka osia. Näitä voi ottaa rännihyllyyn säilytykseen muutamaan ränniin, vaikka niitä haetaankin päävarastossa rännien valmistukseen. Kuvassa 11 nähdään hydrauliikkarännin hyllyn sijoituspaikka pohja piirustuksessa. Hylly on sijoitettu aivan valmistuspisteen viereen helpottamaan osien liikuttelua.

Kuva 11 Hydraulirännin hyllyn sijoituspaikka



Tuotannossa olisi hyvä valmistaa isompia kokonaisuuksia varastoon. Tämä nopeuttaisi kokoonpano vaihetta ja helpottaisi valmistajan työ taakkaa. Kääntövarsi on työläs kappale ja sen voisi valmistaa hyllyyn niin, että sen voi lähettää suoraan asiakkaalle tai asentaa valmiina tuotteena autoon. Kääntövarressa on hitsauksia ja koneistuksia, jotka vievät aikaa työntekijöiltä ja työstökeskukselta. Tämän takia kääntövarret kannattaa valmistaa hyllyyn, kun työntekijöitä ja koneita on vapaana. Toisia kokonaisuuksia, mitä kannattaa valmistaa valmiiksi ovat sarana ja rännin kuljetustuki.

Tuotannon kehittäminen sarjavalmistukseen vaatii muiden parannusten onnistumista. Aluksi tuotannon voisi jakaa useammalle valmistajalle. Työntekijät voisivat valmistaa kääntövarrtta, saranaa ja kuljetustukea hyllyyn. Tällöin rännien valmistajalle jäisi kourujen ja johteiden valmistus sekä loppukokoonpano. Kun kehityksiä saadaan toimimaan voi kourujen ja johteiden valmistaminen jakaa myös muille työntekijöille. Tällöin rännin valmistaja voi keskittyä kasaamaan valmiita rännejä ja varmistamaan niiden toimivuuden.

## 7 Tutkiminen

Tutkiminen on tärkeää projektissa, jotta saadaan tietoa, onko kehitystoimenpiteet toimineet. Seuraavan kouru- ja johde tilauksen saapumisen jälkeen, on syytä tarkistaa ovatko uudet piirustukset parantaneet niiden laatua. Jos kaikki kourut sopivat moitteettomasti toistensa sisään piirustukset ovat auttaneet. Sama testi tehdään johteille. Jos kourut ja johteet ovat kuvan mukaiset, mutta eivät silti liiku tarpeeksi sujuvasti toistensa sisään, tällöin kuvia täytyy vielä kehittää.

Myös muita alihankinnasta tilattuja tai omavalmisteisia osia pitää tarkastaa ja mitata, jotta piirustukset pitävät paikkansa. Tämän kaltaisia osia ovat ahdistus- ja välysovitteet.

Parannusten jälkeen tarvitsee seurata myös osien riittävyttä ja kehitysten jälkeen niiden ei enää pitäisi loppua kesken. Valmistajan pitäisi myös tietää paljon osia on hyllyssä ja jos osat loppuvat parannusten jälkeen kesken, on mietittävä uusia parannuskeinoja. Valmistaja voi raportoida puuttuvista osista vastuuhenkilölle, joka voi pitää palaverin oston sekä johdon kanssa. Palavereissa voidaan miettiä mikä johti tämän osan loppumiseen ja miten se saadaan jatkossa estettyä. Näiden ongelmien juurisyyt täytyy selvittää ja sisäistää. Jos tietyn osan tavarantoimittaja ei pysty toimittamaan tuotteita sovittuun aikatauluun mennessä, on syytä miettiä toista toimittajaa. Ostosta vastaava voi myös unohtaa tilata tiettyjä osia, vaikka niistä olisi mainittu, tällöin kannattaa miettiä oston henkilömäärän nostoa tai vastuun jakamista useammalle henkilölle.

### 7.1 PDCA

PDCA on tunnetuin jatkuvan parantamisen työkalu. PDCA on neljästä vaiheesta koostuva jatkuvasti kiertävä kehä, joka näkyy kuvassa 12. PDCA nimi tulee sen vaiheiden etukirjaimista plan, do, check ja act.

Kuva 12 Jatkuvan parantamisen kehä (MCS Oy, 2020).



Suunnittelu vaihe koostuu kolmesta alavaiheesta. Ongelman tunnistaminen, ongelman analysointi ja kokeiluasetelman kehittäminen. Kun ongelma tunnistetaan, täytyy miettiä, onko se korjaamisen arvoinen ongelma. Tässä vaiheessa mietitään myös, mihin ja keneen ongelma vaikuttaa. Tämän jälkeen ongelma analysoidaan, jotta päästään ongelman juurisyille. Kun ongelma on analysoitu, kehitetään kokeiluasetelma ja siinä suunnitellaan parantavat toimenpiteet. Tähän vaiheeseen kannattaa käyttää aikaa, jotta ratkaisun kulut eivät nouse. (MCS Oy, 2020)

Toinen vaihe on suunnitelman toteuttaminen. Hyvin suunnitellut parannukset on helpompi toteuttaa ja se kannattaa myös aloittaa pienemmällä mittakaavalla, jos muutokset ovat isoja. Tässä vaiheessa on tärkeää taltioida mittaus- ja muita tuloksia myöhempää analysointia varten. (MCS Oy, 2020)

Kolmas vaihe on varmista. Tässä vaiheessa tutkitaan mitkä muutokset toimivat ja mitkä ei. Tutkimuksiin käytetään edellisen vaiheen mittaustuloksia. Tässä vaiheessa tutkitaan, päästiinkö tavoitteisiin vai tarvitseeko niitä vielä kehittää. (MCS Oy, 2020)

Neljäs vaihe on toteuta korjaavat toimenpiteet. Neljännessä vaiheessa tulkitaan tuloksia ja jos muutokset ovat riittävät, voidaan toteutusvaiheen muutokset kasvattaa isommiksi. Jos tulokset eivät ole miellyttäviä aloitetaan sykli uudelleen. Vaikka tulokset miellyttäisivät, voi syklin aloittaa alusta pienen ajan päästä. (MCS Oy, 2020)

PCDA mallin etuna on se, että se on helppo ymmärtää ja ottaa käyttöön minkä kokoisessa yrityksessä tahansa. (MCS Oy, 2020)

## 7.2 Jatkuva parantaminen

Kun ehdotetut parannukset saadaan toimintaan ja niiden tehot tutkittua. Voidaan aloittaa suunnittelemaan sarjatuotantoa. Sarjatuotanto edellyttää, että suurin osa kehityskohteista saadaan toteutumaan. Vaikka kehitykset onnistuisivat hyvin, vaatii tuote jatkuvaa parantamista ja tässä voidaan hyödyntää PDCA tuotannonparannus työkalua. Kun tuotetta valmistetaan sarjavalmisteisena, on syytä aloittaa tuotannon suunnittelu, jotta tuotanto saadaan mahdollisimman tehokkaaksi.

Rännin osien suunnittelua voisi parantaa. Tiettyjen osien muotoilua voisi parantaa, jotta osien asennus olisi sujuvampaa. Kannattaisi miettiä, voiko jollain osien muutoksilla parantaa valmistettavuutta. Tässä vaiheessa voisi myös tiedustella asiakkailta, onko rännissä ilmennyt heikkoa kohtaa mitä voisi parantaa.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkoitus kehittää ja tuotteistaa Kart Oy hydraulista purkuränniä. Purkuränniä haluttiin muuttaa enemmän sarjatuotantoon, lisääntyvän kysynnän takia.

Ränniä tutkiessani huomasin siinä monia parannuskohteita. Opinnäytetyössä kehitettiin osien piirustuksia, jotta osat saapuisivat oikein. Kehitettävää oli myös tuotantotavoissa, tilausjärjestelmässä ja osakokonaisuuksissa. Rännin saaminen täysin sarjatuotantoon vaatii opinnäytetyössä ehdotettujen parannusten onnistumista ja toteuttamista. Kun kaikki opinnäytetyön parannukset on saatu toimimaan, aloitetaan uusi kehittäminen sarjatuotantoa varten ja tällöin mietitään myös tuotannollisia parannuksia.

Opinnäytetyössä hyödynnettiin paljon rännin valmistajan tietoutta ja ehdotuksia. Ehdotettuja rännin parannustöitä aloitettiin jo projektin aikana ja niiden vaikutukset huomataan tulevaisuudessa, olivatko ne toimivia vai täytyykö niitä vielä kehittää. Jotkut parannukset jätettiin toimeksiantajan johdon mietintään ja he päättävät millaisena ne toteutetaan.

Opinnäytetyö oli onnistunut ja asioita pyrittiin parantamaan mahdollisimman hyvin. Uskon että työstä on hyötyä Kartille. Parannukset toimivat, joko sellaisenaan tai niistä saadaan ideoita parempia parannuksia varten.

## Lähteet

- Betoniteollisuus ry. (n.d.-a). *Betoni*. Noudettu osoitteesta <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/>
- Betoniteollisuus Ry. (n.d.-b). *Betonin kuljetus ja siirto*. Noudettu osoitteesta <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonin-kuljetus-ja-siirto/>
- Kaivosteollisuus ry. (23.4.2021). *Tulevaisuuden kaivosteollisuus, Kaivosteollisuus ry.* Noudettu osoitteesta <https://www.kaivosteollisuus.fi/fi/ajankohtaista/tulevaisuuden-kaivosteollisuus>
- Kart Oy Ab. (n.d.-a). *Yritys*. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/yritys>
- Kart Oy Ab. (n.d.-b). *Betonikalusto*. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/betoninkuljetus>
- Kart Oy Ab. (n.d.-c). *Ympäristötekniikka*. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/ymparistotekniikka>
- Kart Oy Ab. (n.d.-d). *Tilauskonepaja*. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/konepajapalvelut>
- Kart Oy Ab. (n.d.-e). *Pyörintäsäiliöt* [kuva]. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/betoninkuljetus?sub=pyorintasailiot>
- Kart Oy Ab. (n.d.-f). *Kaivossäiliöt, Kart Oy Ab* [kuva]. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/betoninkuljetus?sub=kaivossailiot>
- Kart Oy Ab. (n.d.-g). *Hydrauliset purkurännit* [kuva]. Noudettu osoitteesta <https://www.kart.fi/betoninkuljetus?sub=hydrauliset-purkurannit>
- MCS Oy. (17.6.2020). *PDCA malli ja jatkuva parantaminen*. Noudettu osoitteesta <https://mcs.fi/pdca-malli-ja-jatkuva-parantaminen/>
- Motiva Oy. (29.3.2021). *Betolar tuottaa teollisuuden sivuvirroista betonia korvaavia tuotteita*. Noudettu osoitteesta <https://www.uusiomaarakentaminen.fi/betolar-tuottaa-teollisuuden-sivuvirroista-betonia-korvaavia-tuotteita>
- Normet Oy. (n.d.). Noudettu osoitteesta <https://www.normet.com/fi/>
- SFS-EN 22768-1:1993. (1993). *Yleistoleranssit. Osa 1: Ilmen toleranssimerkintää olevien pituus- ja kulmamittojen toleranssit.*, 3-4. SFS Online.

**Liite 1: Kyselylomake**

# Hydraulirännin parannusehdotukset

1. Millaisia ongelmia rännissä on tällä hetkellä?
2. Millaisia korjauksia tai muutoksia suosittelet, että sitä voidaan sarjavalmistaa?
3. Onko osissa tai niiden hankkimisessa ongelmia?
4. Mikä mahdollistaisi mahdollisimman tehokkaan valmistamisen?
5. Muita parannusehdotuksia?