
**TELESKOOPPIKATSOMON AVAUSMEKANISMIN KE-
HITYSPROJEKTI**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tuotekehitys

Hämeenlinna, 10,11,2010.

Mika Nikander



Koulutusohjelma
Paikkakunta

Tuotekehityksen koulutusohjelma
Hämeenlinna

Työn nimi

Teleskooppikatsomon avausmekanismin kehitysprojekti

Tekijä

Mika Nikander

Ohjaava opettaja

Antti Simpura

Hyväksytty

_____._____.20____

Hyväksyjä

TOIMIPISTE Hämeenlinna
Koulutusohjelman nimi Tuotekehitys koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto

Tekijä Mika Nikander **Vuosi** 2010

Työn nimi Teleskooppikatsomon avausmekanismin kehitysprojekti

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni aiheena oli teleskooppikatsomon avausmekanismin kehitysprojekti. Tarkoituksena oli kehittää uudentyyppinen avausmekanismi katsomolle.

Työni toimeksiantajana toimi Kerko Katsomot Oy.

Projektin tavoitteena oli saada aikaan uudentyyppinen avausmekanismi, joka olisi monikäyttöisempi kuin vanha. Tavoite oli myös saada aikaan selkeä ja modulaarinen rakenne uudelle avausmekanismille.

Työni oli selkeäpiirteinen tuotekehitysprojekti, joten projektin läpivieminen noudatti perusprojektin kaavaa. Työni eteni lähtötietojen analysoinnista ideointivaiheeseen, jonka jälkeen aloitettiin mallinnustyö SolidWorks:llä. Mallinnustyön yhteydessä oli tehtävä selvitystyötä osien hinnoista ja valmistusmahdollisuuksista. Näin ollen myös tarjouspyyntöjen teko oli oleellinen osa työtäni.

Työssäni päästiin hyvään lopputulokseen, mutta kuten melkein kaikissa tuotekehitysprojekteissa niin tässäkin löytyy vielä sekä tutkittavaa että kehitettävää.

Avainsanat Teleskooppikatsomot, Avausmekanismit, Kerko Katsomot Oy, Projektit

Sivut 42 s.

Unit
Name of degree programme
Option

Hämeenlinna
Mechanical Engineerig

Author

Mika Nikander

Year 2010

Subject of Bachelor's thesis

The Development of a New Opening Mechanism for Telescopic Seating

ABSTRACT

The Development of a New Opening Mechanism for Telescopic Seating

The aim of my thesis was to develop a new opening mechanism foe telescopic seating.

This study was commissioned by Kerko Seating Solutions which is a company that designs and sells different kinds of seating.

The focus of this project was to create a new kind of opening mechanism for telescopic seating which would be more versatile than the old one. Another goal was to produce an opening structure that would also be straightforward and modular.

My thesis was a cleat-cut product development project and thus followed the pattern of a basic development process. The study began with the analysis of source data an then moved onto a brainstorming phase. After this it was time to start the actual modelling work with SolidWorks. An important part of this modelling was to research the prices and production possibilities of the necessary parts. Therefore inviting bids was also an important part of my study.

The results of study were very promising but as with all development projects there remained a few aspects that require further study and develop.

Keywords Telescoping seating, opening mechanism, Kerko Seating Solutions, development project

Pages 42 p.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	1
2. PROJEKTI.....	2
2.1 Mikä on projekti	3
2.2 Projektin vaiheet.....	4
2.2.1 Projektin perustaminen	5
2.2.2 Projektin suunnittelu.....	5
2.2.3 Projektin toteutus.....	6
2.2.4 Projektin päättäminen	6
3. TUOTEKEHITYSPROJEKTI TELESKOOPPIKATSOMON UUDELLE AVUSMEKANISMILLE.....	7
3.1 Kerko Sport Oy	7
3.2 Teleskooppinen katsomo.....	7
4. PROJEKTIN ALOITUS.....	8
4.1 Avausmekanismi	8
5. PROJEKTIN MÄÄRITTELY	11
5.1 Projektin aikataulun suhteuttaminen olemassa oleviin ongelmiin	11
6. PRJEKTIN TOTEUTUS	11
6.1 Alkuasetelma uudelle syöttökoneistolle.....	11
6.1.1 Päätelmiä jotka vaikuttivat kelanvalintaan	13
6.2 Osien mallintaminen	15
6.2.1 Ketjupalan mallinnus.....	15
6.2.2 Kelan mallintaminen.....	25
6.2.3 Moottorin valinta	33
7. OSA-ALUEIDEN YHTEENSULAUTTAMINEN	34
7.1 Osakokonaisuuksien yhteen liittäminen.....	34
8. UUDEN AVAUSMEKANISMIN LIITTÄMINEN YDINPROJEKTIIN.....	37
8.1 Syöttökoneiston liittäminen katsomoon	37
9. PALAUTETTA SYÖTTÖKELASTA	40
10. PÄÄTELMÄ JA LOPPUTULOKSET.....	41
LÄHTEET	42

1. JOHDANTO

Opinnäytetyössäni oli tarkoitus kehittää teleskooppisen katsomon avausmekanismeja. Työn aikataulu oli todella kiireellinen joten aikaa mittavaan testaukseen ja suunnitteluun ei ollut. Periaatteena oli, että kerralla oli tultava valmista. Ajan niukkuus toimi hyvin myös työni rajojen määreenä, eikä työ päässyt rönsyilemään ja laajenemaan kohtuuttomiin mittasuhteisiin.

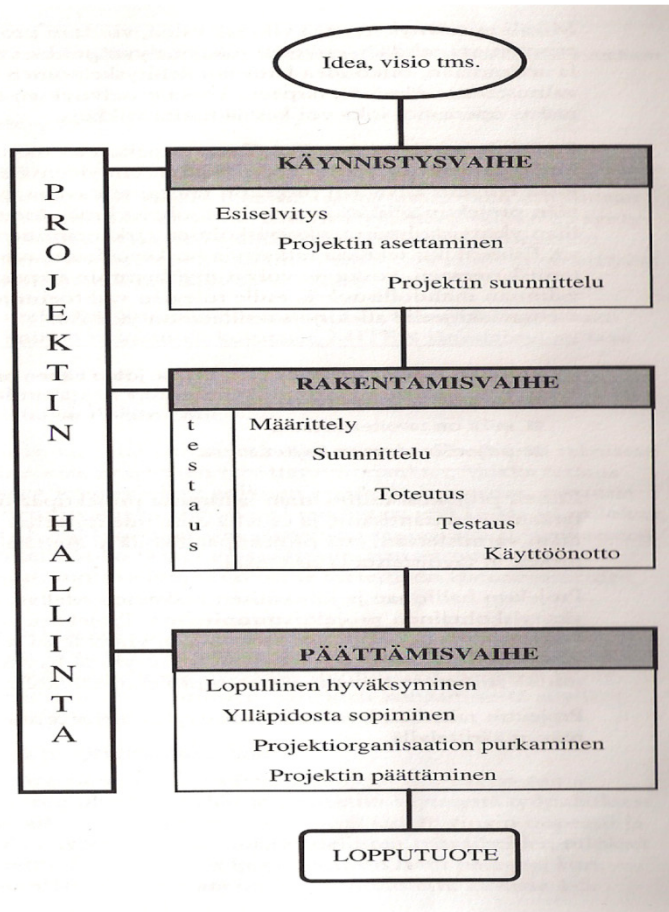
Työn lähtökohtana tai perusajatuksena oli nykyisin käytössä avausmekanismi, jonka suunnitteluun ja testaamiseen on käytetty todella mittavasti aikaa. Vanha avausmekanismi onkin suhteellisen toimiva kokonaisuus. Tarve uuden tyyppisen avausmekanismin kehittämiseen syntyi, kun asiakasyritys oli myynyt teleskooppikatsomon, jonka sijoitusympäristö poikkesi täysin aikaisemmista. Poikkeavuutta syntyi koska katsomoa oli tarkoitus käyttää ulkona. Toinen merkittävä tekijä oli katsomon suuri koko. Katsomotehdas on aikaisemminkin toimittanut lähes yhtä suuria katsomoi- ta, mutta tämä tuleva katsomo painoi poikkeuksellisen paljon. Sen paino tulisi olemaan lähes puolitoistakertainen niin sanottuun normaali katso- moon verrattuna.

Nämä haasteet, muiden ongelmien ohella antoivat mukavasti pohdittavaa. Joissain tilanteissa alkoi tuntua siltä, että käytettävissä oleva aika eivätkä muutkaan resurssit millään riitä. Silti mielestäni kehitettytuote, joka kehi- tettiin, vastasi varsin hyvin sille asetettuja vaatimuksia. Parannus- ja kehi- tyskohteita tuotteesta toki löytyy, mutta ainahan jokaista olemassa olevaa tuotetta voida muovata ja muokata uudelleen.

Lyhykäisyydessään ideana oli siis luoda vanhan toimintamallin pohjalta uusi ratkaisumalli. Tarkoitus oli kehittää tätä toimintamallia niin, että sitä voitaisiin käyttää kaikissa tulevissa katsomoissa. Perusajatuksena oli siis se mitä kaikissa kehitysprosesseissa pyritään tekemään.

2. PROJEKTI

Ihmiset suhtautuvat projekteihin varsin eri tavoin, joillekin sana projekti luo pelon sekaisia tunteita jostain suuresta ja mahdottomasta työtaakasta, joillekin vastaavasti sana tuo mieleen uusia mahdollisuuksia ja haasteita. Mitä projektit sitten oikeastaan ovat, alla olevassa kuvassa on yksi luonnos siitä mitä se voisi olla.



KUVA 1 Kuvassa on kaaviona kuvattu projektin kulku vaiheittain. (Ruuska, 2000, 21)

2.1 Mikä on projekti

Projekteja koskevaa kirjallisuutta tutkiessani törmäsin mielestäni muutamaa todella hyvään projektin määritelmään. Tapio Rissanen on antanut kirjassaan projektille seuraavanlaisen määritelmän ”*Projekti on johonkin määriteltyn tavoitteeseen pyrkivä, harkittu ja suunniteltu hanke, jolle on aikataulu, määritellyt resurssit ja oma projektiorganisaatio*” (Rissanen, 2002, 14). Niin ikään Kai Ruuska on määritellyt projektin seuraavasti ”*Projekti on joukko ihmisiä ja muita resursseja, jotka on tilapäisesti koottu yhteen suorittamaan tiettyä tehtävää*” (Ruuska, 2000, 9). Molemmissa määritelmässä on mielestäni tuotu hyvin esille projektiin liittyvät pääkohdat joita projektit vaati onnistuakseen eli:

- henkilöstö, projektin henkilöstö, joilla jokaisella on projektin läpiviemiseksi annettu jokin tehtävä, jonka he suorittavat tietyinä ajankohtana.
- resurssit, resurssit voidaan määritellä laajemmin koskemaan projektiin sijoitettavaa rahamäärää, aikaa, joka on pois muista tehtävistä, sekä koneita ja laitteita koskeviksi resursseiksi.
- tavoite/tehtävä, jokaiselle projektille on määritetty aina jokin tavoite mihin projektilla tähdätään.

Mielestäni nyky-yhteiskunnassa ihmiset törmäävät projekteihin lähes joka päivä. Melkein jokaisen ihmisen työtehtäviin tai toimeen liittyvät projekti. Tämä johtuu varmasti siitä, että työnkuva yhteiskunnassa on ollut suurten muutosten alla. Tosin monet työ ovat aina sisältäneet projektin tunnusmerkit, mutta vasta viime aikoina nämä on osattu havainnoida. 1950-luvusta alkaen, projektit ovat saavuttaneet nykyaikaisen muotonsa ja niitä alettu hallita. Monissa yrityksissä niin sanottu linjatyö pyritään muuttamaan projektityöksi. Tässä kuitenkin tulisi olla suhteellisen varovainen. Monissa tapauksissa hallitsemattomasti kiirehtien pyritään saamaan aikaiseksi nopeasti tulosta. Monesti nämä yritykset kaatuvat törmäten epäonnistumisiin. Organisaation uudistamisessa uuden tyyppiselle ajatusmalliin tulee varata riittävästi aikaa sekä malttia, muutoksia on tehtävä maltilla ja tarkoin harkiten, liian paljon ja liian nopeasti aiheuttaa monissa tilanteissa hallitsemattoman kaaoksen jota ei pystytä enää hallitsemaan. Siksi muutos tulee tehdä pienissä osissa jatkuvasti seuraten kuinka organisaatio kehittyy. Näiden pienten muutosten korjaaminen on huomattavasti helpompaa kuin koko organisaation uuden järjestäytyminen.

2.2 Projektin vaiheet

Projekteista voidaan suhteellisen helposti erotella projektin erivaiheet. Kirjallisuudessa jakoja on tehty useilla eritavoilla. Tämä erityyppisten jakojen kirjo pohjaa yleisesti siihen, kuinka pieniin osiin projekti on jaettu. Tässä itse pyrin tuomaan esille projektin perus- tai ydinrakenteen. Projektin ydinprosessin vaiheet:

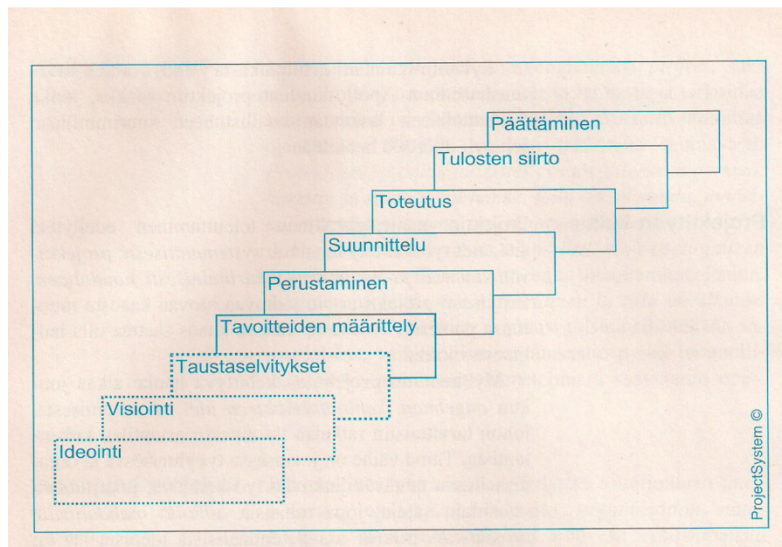
1. *Perustaminen*
2. *Suunnittelu*
3. *Toteutus*
4. *Päätäminen*

PROJEKTIN YDINPROSESSI

Projektin voi jakaa vaiheisiin myös laajemmin, mutta itse en tätä, koko projektin jakoa en tässä selvityksessä tule käymään läpi:

1. Ideointi
2. Visiointi
3. Taustaselvitykset
4. Tavoitteiden määrittely
5. *Perustaminen*
6. *Suunnittelu*
7. *Toteutus*
8. Tulosten siirto
9. *Päätäminen*

KOKO PROJEKTIN PROSESSI



KUVA 2 Kuvassa projektin päävaiheet aikajanallisesti. (Rissanen,2002 16)

2.2.1 Projektin perustaminen

Projektin perustamista ja siihen liittyviä kulmakohtia päästään tarkastelemaan parhaiten esittämällä kysymys *miksi projekti perustetaan*. Monesti tähän kysymykseen ei löydy yhtä selkeää vastausta vaan nippu useampia. Yrityksethän etsivät jatkuvasti uusia innovaatioita ja niillä on halu kehittyä, tästä löytää jo syitä perustaa projektin, myös taloudellinen kasvu innoittaa yrityksiä. ”Projektin perustetaan, kun tietty tuote tai suoritesarja tehdään ensimmäistä kertaa tai kun jo käytössä olevia työmenetelmiä halutaan muuttaa” (Ruuska, 2000).

2.2.2 Projektin suunnittelu

Projekti vaatii onnistuakseen hyvän projektisuunnitelman, seuraavana luettelo asioista joita pitää ilmetä suunnitelmasta. (www.uta.fi/tvema/projekti/projektinsuunnitelma).

- Tavoitteenasettelun pitää olla selkeä ja realistinen, jotta hankkeen tärkeimmät tuotokset ja toteutusmalli voidaan johtaa tavoitteenasettelusta.
- Projektilla pitää olla selkeästi ja realistisesti määritelty aikataulu.
- Projektin johtamismalli pitää olla selkeästi määritelty. Se edellyttää projektin eri osapuolien roolien, vastuiden, resurssien sekä projektin toteutusorganisaation ja päätöksenteko- sekä raportointimallien selkeää määrittelyä.
- Projektin resurssit pitää selkeästi määrittellä ja niiden tulee olla suhteutettuna asetettuihin tavoitteisiin ja avaintuloksiin.

Projektisuunnitelman laatiminen koostuu seuraavista neljästä pääkohdasta:

1. Projektin toimeksianto ja tavoitteiden täsmennys, tätä voidaan tarkentaa vielä muutamalla iskulauseella, jotka kertovat mihin projektilla pyritään sekä minkälaisia tuotteita projektilta odotetaan.
2. Projektin vaiheistus.
3. Aikataulu ja tarkastuspisteet tässä pitäisi kartoittaa alustava aikataulu sekä väliraporttien aiheet.
4. Projektin _____ organisaatio.
(www.uta.fi/tvema/projekti/projektinsuunnitelma).

2.2.3 Projektin toteutus

Projektin läpiviemiseen vaikuttaa projektin luonne sekä projektin tyyppi. Käytännössä projektin läpiviemisen tulisi noudattaa laadittua projektisuunnitelmaa. Suunnitelmaa laatiessa projektia on tarkasteltu monelta suunnalta, ja saatu näin hyvä kuva miten projekti tulisi viedä läpi. On tärkeä muistaa, että tarkastuspisteissä on tarkasteltava riittävän kriittisesti projektin senhetkinen tilanne. Jos tilanne vaatii, on toteutussuunnitelmaa muokattava.

2.2.4 Projektin päättäminen

Projektin päättäminen on yhtä tärkeä vaihe kuin muutkin. Projektin päättämiseen sisältyy seuraavat elementit:

1. Päätöspalaveri, jossa käydään läpi projektin kulku sekä kartoitetaan parannus kohdat seuraavia projektia silmällä pitäen.
2. Kerätään taltioitavat ja arkistoitavat dokumentit säilytykseen.

3. TUOTEKEHITYSPROJEKTI TELESKOOPPIKATSOMON UUDELLE AVUSMEKANISMILLE

3.1 Kerko Sport Oy

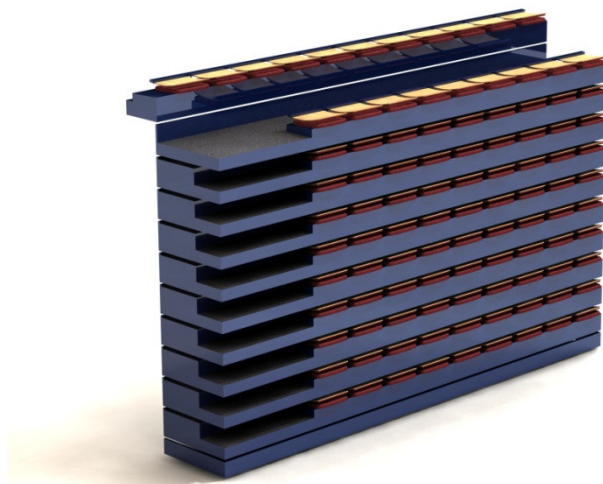
Kerko Sport on 90 vuotta vanha suomalainen yritys, jonka valmistaa erilaisia liikuntapaikkojen kalusteita ja välineitä. Kerko Sport on ollut Pohjoismaiden johtava liikuntavälineiden toimittaja vuodesta 1916. Kerko Sport Group työllistää noin 150 henkilöä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.

Kerko Sportin katsomotehdas toimii Forssassa. Katsomotehdas on itsenäisesti toimiva yksikkö ja työllistää tällä hetkellä noin 25 henkilöä. Katsomoita tehtaalta on toimitettu 25 vuoden aikana yli 500 kappaletta eri puolille Eurooppaa.

3.2 Teleskooppinen katsomo

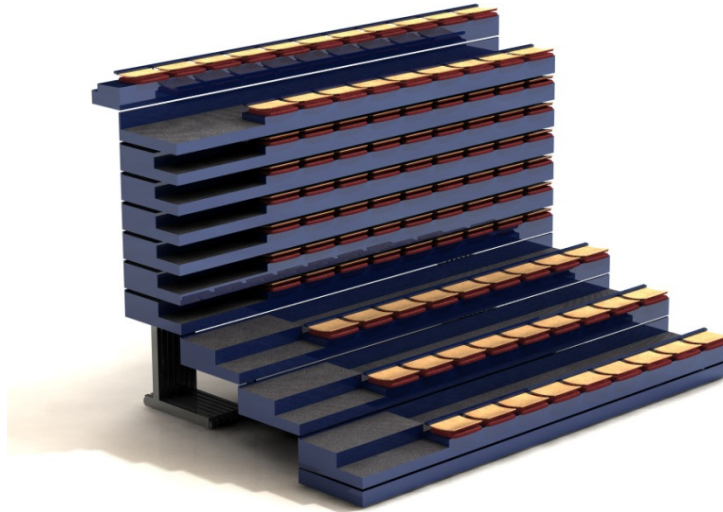
Katsomo on merkittävä osa kulttuurisaleissa, liikuntatiloissa sekä auditorioissa. Monissa tapauksissa voidaan todeta, että kiinteä katsomo vie leijonanosan lattiapinta-alasta ja näin ollen rajoittaa tilan monikäyttöisyyttä. Tilan käyttömahdollisuudet moninkertaistuvat, kun kiinteä katsomo korvataan teleskooppikatsomolla.

Teleskooppinen katsomo saadaan avattua ja suljettua vaivattomasti tarpeen mukaan. Suljettuna se vie tilaa vain noin 1,5 rivin verran. Eli kiinni oleva teleskooppikatsomo vie seinän vierestä noin kahden metrin tilan, kun vastaavasti kiinteä katsomo voi helpostikin viedä kahdeksan metriä. Kuvassa 3 on esitetty suljettu teleskooppikatsomo.



KUVA 3 suljettu teleskooppikatsomo.

Kuvassa 4 on esitetty avautuva teleskooppikatsomo.



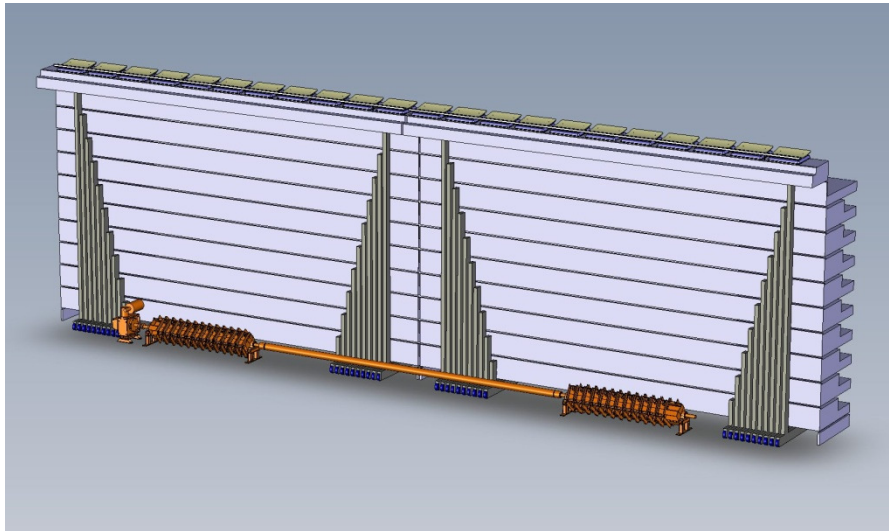
KUVA 4 *Avautuva teleskooppikatsomo.*

4. PROJEKTIN ALOITUS

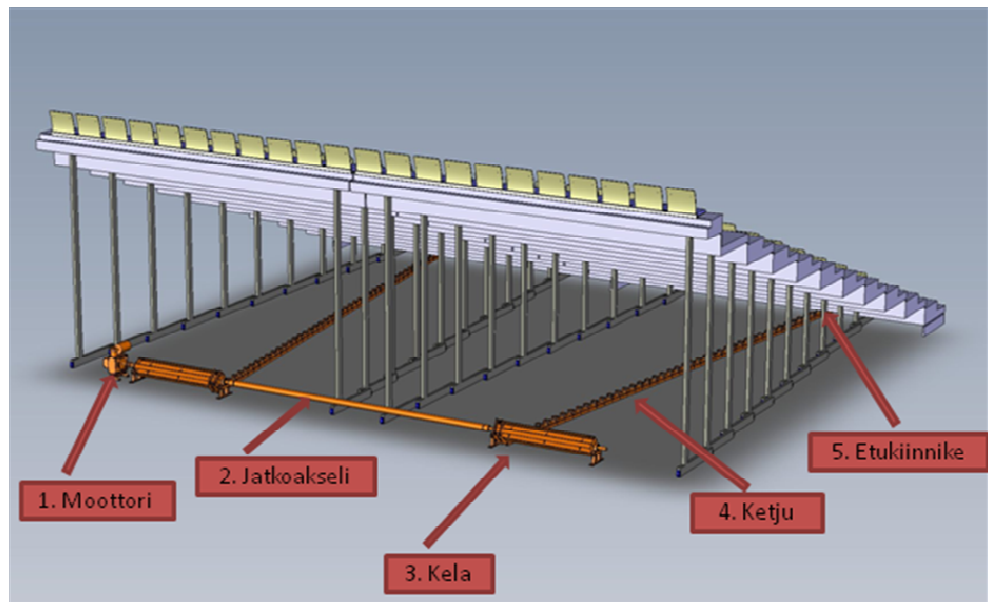
Projektin avauksen jälkeen on selvitettävä projektin perustiedot, sekä tutkia jo olemassa olevaa tietoa ja muuttaa se mahdollisimman käyttökelpoiseen muotoon jotta sitä voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin.

4.1 Avausmekanismi

Kerko Katsomoilla on tällä hetkellä hyvin toimiva avausmekanismi, se on nimetty syöttökoneistoksi. Syöttökoneisto on mekanismi, jolla katsomot saadaan avattua ja suljettua. Kuvassa 5 ja 6 on esitelty syöttökoneistoa. Kuvassa 5 on teleskooppikatsomo on ajettu kiinni ja kuvassa 6 on teleskooppikatsomo on ajettu auki.



KUVA 5 Teleskooppikatsomo kiinni ajettuna.



KUVA 6 Teleskooppikatsomo auki ajettuna.

Syöttökoneisto koostuu useasta elementistä. Kuvassa 6 on esitelty nämä elementit:

1. Moottori, joka pyörittää syöttökoneistoa.
2. Jatkoakseli tai – akselit, joilla määritetään syöttökoneiston leveys, jatkoakseli liittyy myös kelat toisiinsa.
3. Kelat, joilta puretaan ja kelataan ketju.
4. Syöttöketju, joka tehtävänä on avata ja sulkea katsomo.
5. Etukiinnikkeet, jotka yhdistävät syöttöketjun katsomoon.

Ongelmia nykyisen syöttöketjun kanssa on esiintynyt siinä vaiheessa, kun katsomon rivimäärät ovat nousseet suureksi eli noin 18 riviin. Sama ongelma on myös ollut esillä, jos katsomo on jostain syystä erityisen raskas tai tilan lattiamateriaali erityisen pehmeä, jolloin katsomon avautuminen vaikeutuu.

Tarve uuden syöttöketjun kehittämiseksi syntyi, kun Kerko katsomolle tuli tilaus suuresta teleskooppikatsomosta, jonka rivimäärä oli 21 riviä. Alustavien suunnitelmien mukaan katsomo on noin kaksi kertaa painavampi kuin normaali katsomo. Lisähaasteen uudelle syöttöketjulle toi uusi käyttöympäristö, eli katsomo sijoitettaisiin ulos.

5. PROJEKTIN MÄÄRITTELY

Rajausten tekeminen on elinehto jokaiselle onnistuneelle projektille. Jos rajausta jätetään tekemättä, projekti leviää käsiin.

5.1 Projektin aikataulun suhteuttaminen olemassa oleviin ongelmiin

Koska projektin aikataulun tiedettiin olevan erittäin tiukka, myös ongelmien ja muutosten määrä pyrittiin pitämään maltillisena. Tämä tarkoitti sitä, että ongelmien määrä pyrittiin pitämään vakiona suhteessa projektin aikatauluun. Ongelmien rajaamiseksi laadimme aluksi vaatimuslistan, joka syöttökoneistolta vaadittaisiin. Vaatimuslistasta muodostui seuraavanlainen:

- ketjupalan mitta min. 200 mm ja max. 400 mm. Määrittäminen vanhasta ketjupalasta
- kelan ulkohalkaisija noin 600 mm (voi poiketa jonkin verran). Tässä niin ikään määrittäminen vanhasta kelasta
- välitettävä riittävät voimat: noin 30 riviä kovalla lattialla
- käyttöolosuhteet voidaan käyttää sisällä tai ulkona(korroosionkesto)
- nykyistä pienempi tilan tarve sivusuunnassa, jotta saadaan lisää tilaa katsomon jaloille
- rakenteen mahdollisimman pitkälle viety modulaarisuus
- helppo valmistettavuus sekä asennettavuus
- käyttöturvallisuusnäkökohdat

Tärkeimpinä asioina tällä listalla voitiin pitää korroosionkestoa sekä sitä, että syöttöketju pystyy välittämään riittävän suuret voimat.

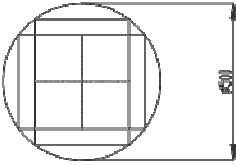
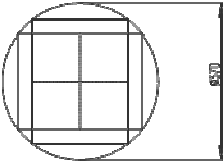
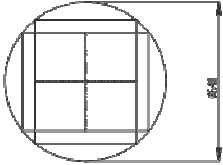
6. PRJEKTIN TOTEUTUS

Eri ratkaisujen tekeminen näin mittavassa projektissa vaikuttaa niin moniin asioihin, että on järkevää tehdä looginen listaus siitä, missä järjestyksessä ongelmien vyyhtiä lähdetään purkamaan.

6.1 Alkuasetelma uudelle syöttökoneistolle

Jotta eri osa-alueita päästiin suunnittelemaan, oli tehtävä muutamia pohjaa antavia ratkaisuja niin sanottuja tukipilareita. Jotka antaisivat pohjan jatkossa tehtäville ratkaisulle. Ensinnäkin oli päätettävä siitä, minkälaista kela ja ketjupalaa tulisi käyttää. Aikaisemmin käytetyssä syöttökoneistossa kela oli neliskulmainen ja halkaisijaltaan 400 mm. Joten päätimme tutkia kulmien määrän vaikutusta kelan halkaisijaan. Vastaavasti ketjupala, jota käytettiin aikaisemmassa syöttökoneessa, oli U-profiilia 50/100/50x4, jonka pituus oli 200 mm. Ketjupalan suhteen tarkastelua tehtiin pituuden ja leveyden suhteen.

Sopivien vaihtoehtojen kartoittamiseksi tehtiin taulukko, jossa vertailtiin erilaisia keloja ja ketjupaloja keskenään. Kuvassa 7 on pieni ote taulukosta, jonka avulla tehtiin vertailun eri kelatyyppejen kesken.

Kelanleveys						
4-kulmainen kela						
Ketjupalan koko						
Ketjunpituus (m)	300x100	300x120	350x100	350x120	400x100	400x120
10	867	1033	743	886	650	775
12	1040	1240	891	1063	780	930
14	1213	1467	1040	1240	910	1085
HALKAISIA						
	500		570		640	
						
	KETJUPALA 300		KETJUPALA 350		KETJUPALA 400	

KUVA 7 Ote taulukosta, jossa eri kelakokoja ja ketjupaloja on vertailtu keskenään.

Kuvassa 7 on esitetty nelikulmaisen kelan eri variaatiot, siinä näkyvät:

- ketjupituuden vaikutus kelan leveyteen
- ketjupalan leveyden vaikutus kelan leveyteen
- ketjupalan pituuden vaikutus kelan halkaisijaan
- ketjupalan pituuden vaikutus kelan leveyteen

Vertailutaulukoissa otettiin käyttöön neljä-, kuusi- ja kahdeksankulmisiin keloihin. Tämä kulmien määrän kasvattaminen aiheuttaisi sen, että kelan leveys pienenesi ja näin ollen ongelmakohtia jäisi yksi vähemmän. Toisaalta ongelmaksi kulmamäärän kasvattamisessa tulisi se, että samalla kelanhalkaisija kasvaisi ja näin ollen, tämä voisi vastaavasti muodostua ongelmaksi. Kulmien muutosten määrä pidettiin maltillisena, tämä siksi, koska työn tiukka aikataulu rajasi sen, ettei tutkittava määrää voinut olla järin suuri. Koska nykyisessä syöttökoneiston kelassa käytetään nelikulmaista kela, päätettiin pitää se peruspohjana ja lähtökohtana tälle laskelmalle. Sen lisäksi mukaan otettiin kuusi- ja kahdeksankulmaiset kelat. Näin ollen muutokset pysyivät varsin maltillisina, mutta riittävän suurina, että kelojen kesken voitaisiin saada eroja.

6.1.1 Päätelmiä jotka vaikuttivat kelanvalintaan

Jotta kelakokojen vertailutaulukosta saataisiin mahdollisimman hyvin ja tarkasti kaikki hyöty irti, täydennettiin taulukkoa vielä lisäsivuilla, jotka helpottivat päätöksen teossa. Lisäsivuja olivat esimerkiksi *maksimi-tilantarve*, joka määrittäi kuinka leveä kela saisi olla mahtuakseen katsomon alle. Kuvassa 8 on esitetty kelan maksimi tilantarve.

MAKSIMI TILANTARVE

6-M ELEMENTTI
VAAKAJAKO 900

RIVI MÄÄRÄ	KETJUNPITUUS (m)	MAKSIMI KELANLEVEYS (mm)	TILA (mm)
15	13,5	2660	2860
16	14,4	2500	2700
17	15,3	2340	2540
18	16,2	2180	2380
19	17,1	2020	2220
20	18	1860	2060
21	18,9	1700	1900
22	19,8	1540	1740
23	20,7	1380	1580
24	21,6	1220	1420
25	22,5	1060	1260
26	23,4	900	1100
27	24,3	740	940
28	25,2	580	780
29	26,1	420	620
30	27	260	460

NÄITÄ VOIDAAN KÄYTTÄÄ, ALLA OLEVIIN
JOUdutetaan JALKALINJAT JAKAMAAN ESIM 2X20

Ketjunpituus joka tarvitaan avaamaan kyseessä oleva rivimäärä

Sisimpien jalkojen väliin jäävä tila. Tila johon kela voidaan sijoittaa

KUVA 8 Ote taulukosta, jonka avulla selvitettiin kelan maksimi leveyksiä.

Näiden eri laskentataulukoiden avulla pystyimme vertailemaan ja rajamaan sopivien kelaketjupala yhdistelmien määrän riittävän pieneksi.

Tämä johti siihen, että melkein heti alussa pystyimme jättämään laskuista pois neliskulmaisen kelan. Käytännössä ongelmaksi tälle kelatyypille olisi muodostuisi se, ettei kela ei olisi mahtunut sisimpien jalkojen väliin. Myös kahdeksankulmainen kela saatiin jättää pian pois laskuista, tämän kelatyyppin ongelmaksi muodostui liian suureksi paisuva halkaisija. Eli kela ei mahtuisi katsomon taakse. Näin ollen tarkastelut sopivan kelantyyppin löytämiseksi tehtiin kuusikulmaisen kelan eri vaihtoehtojen kesken.

Näistä sopivimmaksi vaihtoehdoksi valittiin kuusikulmainen kela, johon tulisi 350 mm pitkä 120 mm leveä ketjupala. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska kuusikulmaisen kelan erivariaatioiden joukossa kelan halkaisija pysyi annetuissa raja arvoissa, lukuun ottamatta ketjupalaa jonka pituus oli 400 mm. Ketjupalaksi valittiin 350 mm pitkä pala, koska tämä antaisi paremman etenemän kuin 300 mm tai verrattuna vanhaan ketjupalaan jonka pituus oli 200 mm. Vastaavasti 120 mm leveys takaisi paremman jäykkyyden kuin 100 mm.

Nämä päätökset mahdollistivat seuraavaan vaiheeseen siirtymisen eli ketjupalan ja kelan mallintamisen. Kuvassa 9 on esitetty 6-kulmaisen kelan eri variaatioita.

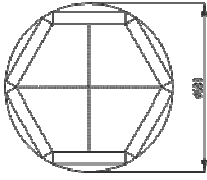
6-kulmainen kela

Ketjupalan koko

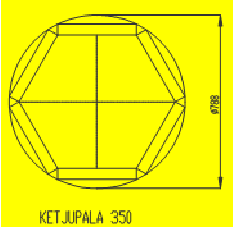
Ketjunpituus (m)	300x100	300x120	350x100	350x120	400x100	400x120
10	572	683	490	586	429	513
12	687	820	589	703	515	615
14	801	957	687	820	601	718

HALKAISIA

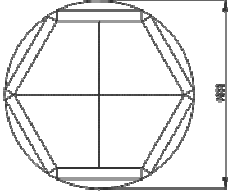
688	788	888
-----	-----	-----



KETJUPALA 300



KETJUPALA 350



KETJUPALA 400

KUVA 9 Kuvassa 6-kulmaisen kelan ja eri ketjupalojen variaatioita.

Jatkotutkimuksen ja -kehittelyn paikkana pidettiin kuitenkin sitä, että laskeallisesti katsottaisiin, miten viisi- tai seitsemänsikulmaiset kelat voisivat toimia. Lisäksi voitaisiin tutkia kuinka hyvin toimisi pyöreä kela-malli tai muuttuvakulmainen syöttökela. Näiden lisäksi voisi tutkia tiheämmällä vaihteluvälillä olevia ketjupaloja.

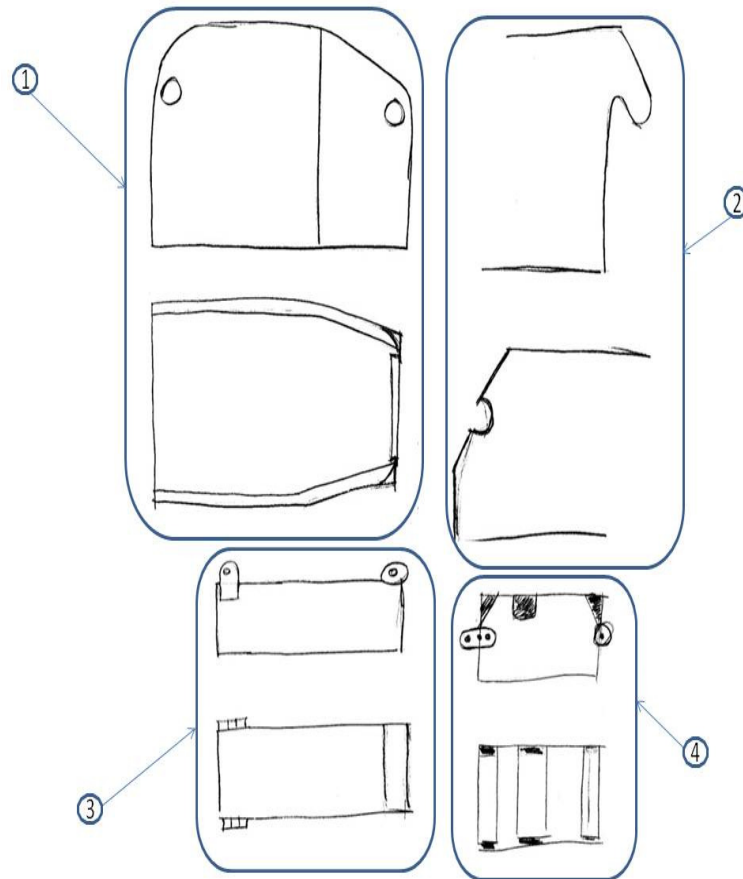
6.2 Osien mallintaminen

Uuden syöttökoneiston ideoiminen ja mallintaminen aloitettiin ketjupalasta. Tämä siksi, että se on kuitenkin kelan ohella syöttökoneiston keskeisiä osia. Oli myös varmaa, että nämä kaksi osaa tulisivat muuttumaan eniten syöttökoneistossa. Nämä olisivat osat, joihin kuluisi eniten mallinusaikaa.

6.2.1 Ketjupalan mallinnus

Koska uudelta syöttöketjulta tultaisiin vaatimaan nykyistä ketjua suurempia voimien välitystä, tämä johtaisi siihen, että ketjupalan jäykkyyden pitäisi olla myös huomattavasti suurempi kuin vanhassa ketjupalassa. Nykyisen ketjupalan materiaalin taivutusvastukset ovat, $W_x, 22,6 \text{ mm}^3 \times 10^3$, $W_y, 5,09 \text{ mm}^3 \times 10^3$. Uuden ketjupalan taivutusvastuksen pitäisi siis olla suurempi.

Ketjupalasta oli jo alkuselvitäsvaiheessa skissailtu paperille eri vaihtoehtoja. Näitä ideoita päätettiin lähteä hyödyntämään, pitäen silmällä sitä, että rakenteen ja materiaalin jäykkyys olisivat riittäviä. Materiaaleina eri malleissa pidettiin eri profiileja, putkia, levyjä sekä valurautoja. Kuvassa 10 on skissejä.

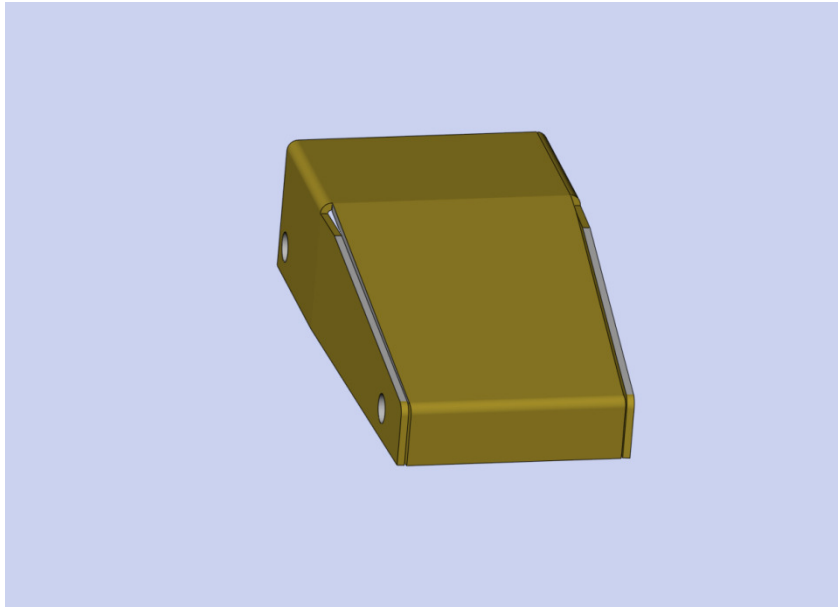


KUVA 10 Skissejä, jotka toimivat mallinnustyön pohjana.

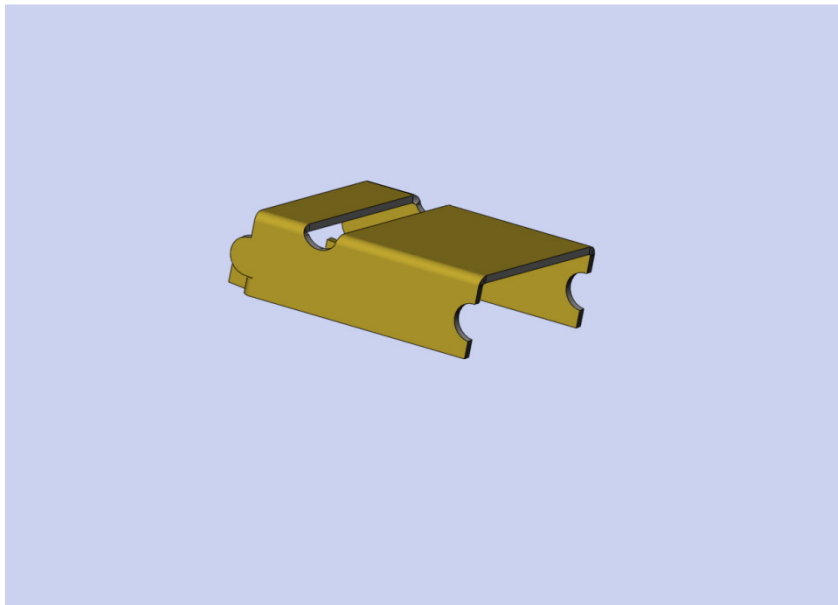
1. Ideana kuvassa on tehdä ketjupala levystä särmäämällä. Muotoon leikattu levy särmättäisiin, ketjupalojen yhdistäminen tehtäisiin akseleilla, jotka mahdollisesti lukittaisiin pikalukitsimilla.
2. Ideana kuvassa on että, ketjupala särmättäisiin laserleikatusta levystä. Ketjupalan takareunassa olisi kohdistus aukko, johon hitsattaisiin akseli. Ketjupalan etupäässä olisi vastaavasti vetokoukut, jotka niveltäisivät akseliin.
3. Idea kuvassa on että, ketjupalan runko tulisi olemaan putkipalkkia, johon olisi hitsattu nivelkappaleiksi takareunaan paksusta levystä laserleikatut palat. Etureunaan nivelkappaleeksi tulisi akseli.
4. Idea kuvassa on että, runko ketjupalassa tulisi olemaan putkipalkkia, siihen nivelkappaleiksi olisi takareunaan hitsattu paksusta levystä laserleikatut palat, etureunaan nivelkappaleeksi tulisi akseli. Nivelkappaleiden paikka edelliseen malli on muutettu. Putkipalkkien yläsärmät poistettu, että ketju taipuisi paremmin kelalle taipumisen. Ketjupalan yläpintaan on leikattu aukko josta ketjupalan syöttö sekä kelaus kelalle tapahtuisi.

Koska nykypäivän mallinnusohjelmien avulla mallien luominen on varsin nopea ja mutkatonta, ketjupalamalleja syntyi kohtalaisen suuri määrä tutkittavaksi. Mallinnusohjelmien hyvänä puolena voidaan myös pitää sitä, että malleja voidaan tarkastella kokonaisuuksina. Esimerkkitapauksessa ketjupaloja voitiin liittää yhteen ja seurata niiden liikeratoja sekä liitoksia. Näin mahdottomat tai vaikeasti toteutettavat ja muuten epäkelvot ratkaisumallit jäivät pois jo alkutaipaleella.

Seuraavana esimerkkejä mallinnus kappalista, jotka olivat ehdolla uudeksi ketjupalaksi. Kuvissa 11 ja 12 on esitetty levystä särmämällä suunniteltuja ketjupaloja.

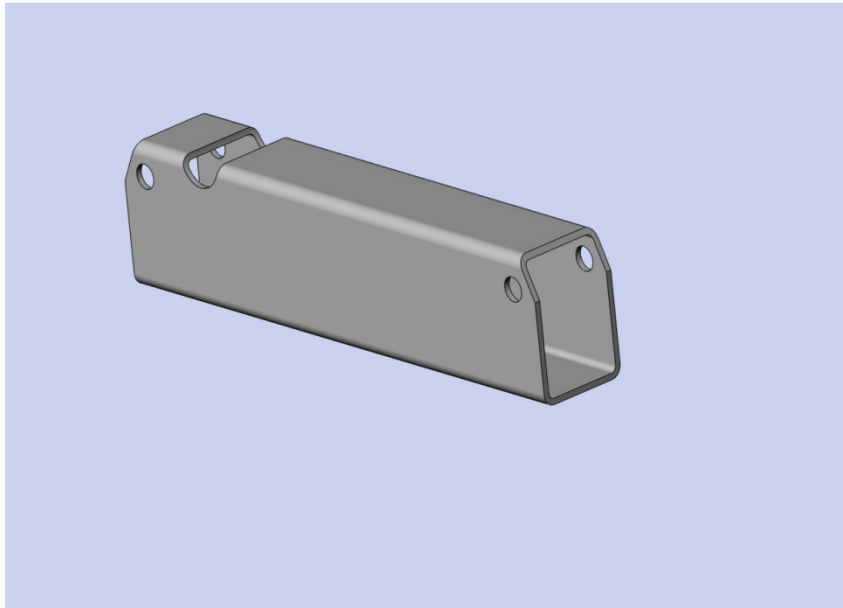


KUVA 11 *Särmätty ketjupala.*

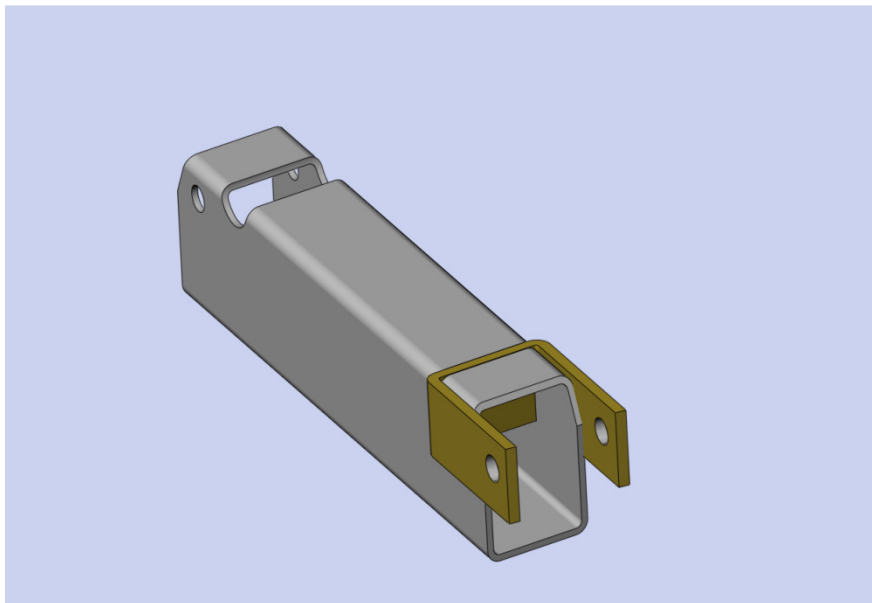


KUVA 12 *Särmätty ketjupala.*

Kuvissa 13 ja 14 on esitetty putkipalkista suunniteltuja ketjupaloja.

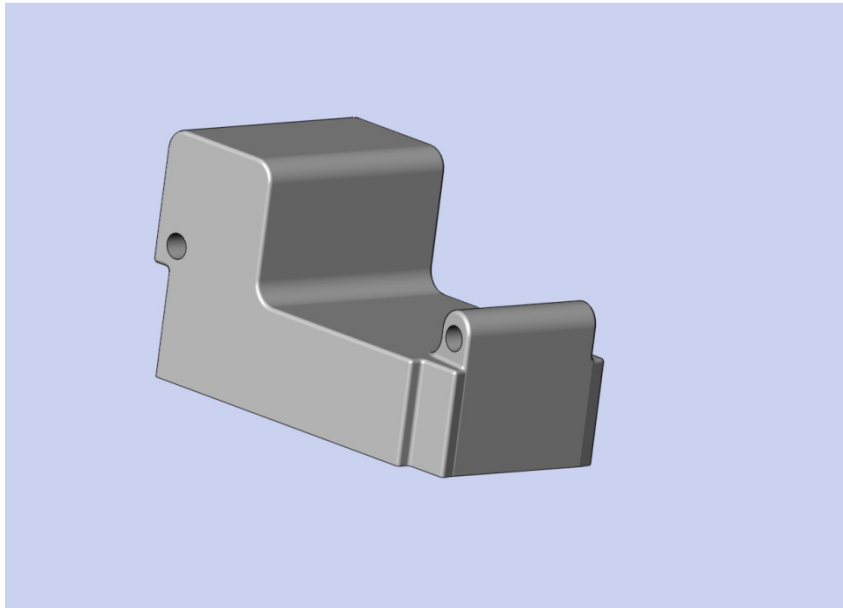


KUVA 13 *Putkesta tehty ketjupala malli.*



KUVA 14 *Putkesta tehty ketjupala malli*

Kuvassa 15 on esitetty valuraudasta suunniteltu ketjupalamalli.



KUVA 15 Valurautainen ketjupalamalli.

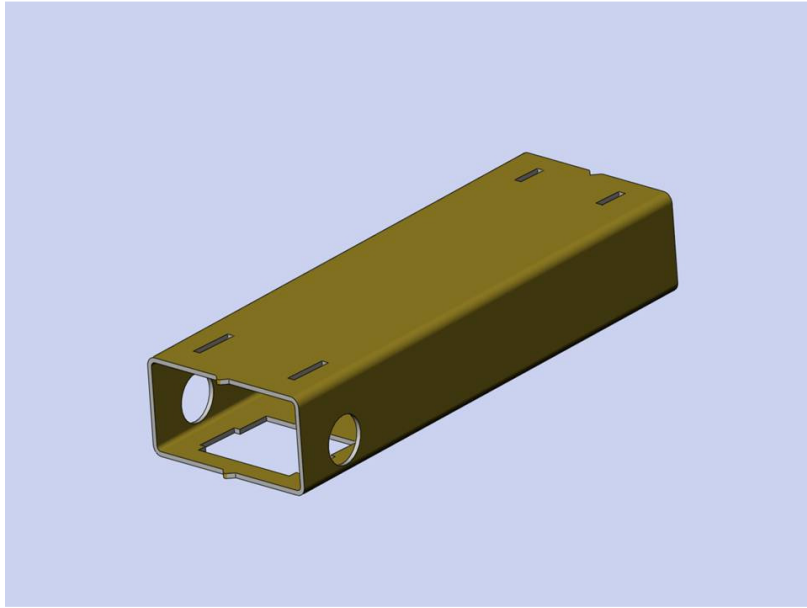
Edellä nähdyt mallit olivat varsin potentiaalisia ehdotelmia ketjupalaksi. Näistä ei kuitenkaan valittu mitään versiota suoraan, vaan uuden ketjupalan muoto ja ominaisuudet löytyi useamman version yhteen sulautumisen kautta. Esimerkiksi valurautamallista muoto otettiin lähes suoraan lopulliseen malliin. Levymallien kohdalla, toimitaan pystyttiin tarkastelemaan malli puolella. Ne saatiinkin toimimaan varsin moitteettomasti, mutta malleja olisi jouduttu vielä hiomaan kohtuullisen paljon, jotta olisimme voineet olla varmoja mallin toimivuudesta. Näin ollen levymallien tarkastelu jäi siihen. Putkimallien kohdalla toiminta-ajatus saatiin toimimaan heti. Kun saatiin myös näissä nivelöinnin toteutus kehitettyä niin hyväksi, että päätimme hyödyntää ajatusta lopullisessa mallissa.

Näin ollen, perusosaksi ketjupalaan valitsimme putkipalkin, näin ketjupalalle saataisiin parhaimmat mahdolliset jäykkyysominaisuudet. Ensimmäisenä ajatuksena oli valita 4 mm seinämävahvuudella olevaa putkipalkkia, mutta tarkempien päätelmien jälkeen päädyimme 3 mm seinämävahvuuteen.

Ratkaisuun vaikuttivat muun muassa nämä seikat:

- olimme varmoja siitä että 3 mm putkipalkin jäykkyys on riittävä.
- emme halunneet ylimääräistä painoa josta syntyisi lisärasitusta syöttökoneistolle.

Kuvassa 16 on esitetty mallinnettu ketjupala aihio.

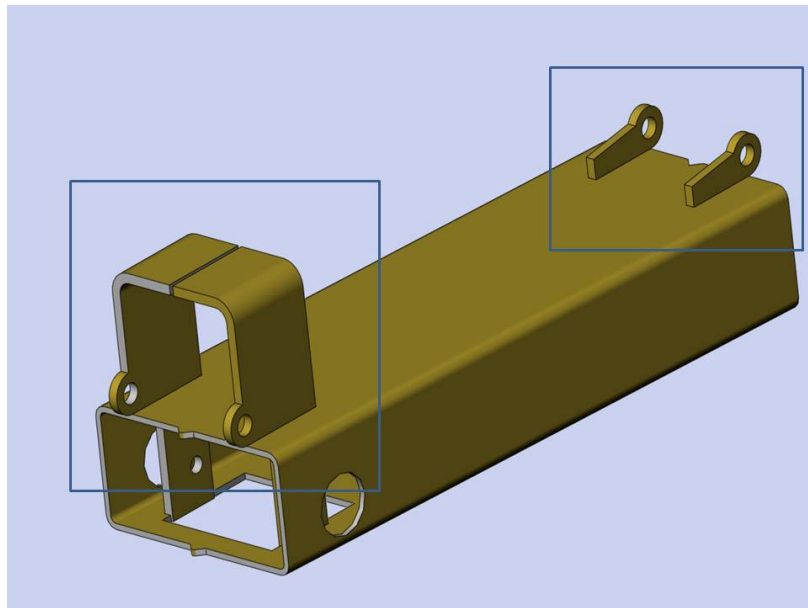


KUVA 16 *Putkipalkista leikattu ketjupala.*

Kuten kuvasta 16 on esitetty ketjupala mallin suunnittelussa, on pyritty huomioimaan valmistuksen asettamat vaatimukset. Yläpuolella olevat aukot toimivat kohdistus reikinä nivelöinti levyille. Näin ollen hitsauksen yhteydessä ei tarvitse tehdä paikoitusmitoituksia. Sivuissa olevista aukoista saadaan kiinnitettyä ketjupalan rulla. Ketjupalan päissä olevat kohdistus nystyrät ovat varmistamassa, että ketjupalat kohdistuvat oikein ja näin varmistavat ketjun toimintaa.

Nivelöintiin päätimme käyttää 5 mm levyä. Tämä siksi, että saranointipisteisiin kohdistuu suuria voimia. Halusimme käyttää riittävän vahvaa materiaalia varmistaaksemme etteivät levyissä olevat reiät pääsisi venymään. Reikien venyminen aiheuttaisi sen, että ketju taipuisi enemmän kuin oli suunniteltu. Tämä johtaisi siihen, ettei ketju toimisi tai pahimmassa tapauksessa ketju rikkoontuisi.

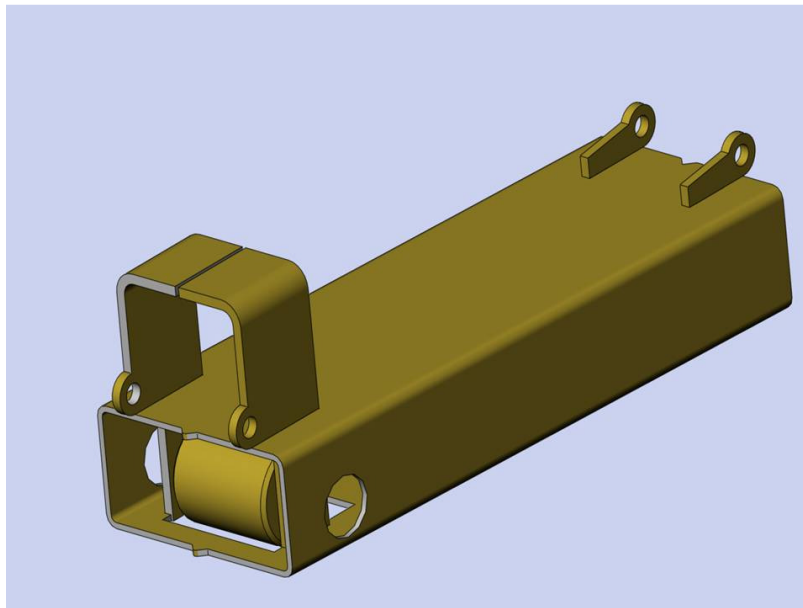
Kuvassa 17 on esitelty ketjupalamalli, johon on liitetty nivelöintikappaleet.



KUVA 17 Hitsauskoonpano, jossa ketjupalaan lisätty saranointi.

Ketjupalojen toisiinsa liittämiseen käytettiin 10 mm akselia, joka kuumasinkittiin. Akselilukitukset tehtiin pikalukitsimilla, koska akselia ei voinut enää hitsata kuumasinkityksen jälkeen. Lopuksi oli mietittävä vielä sopiva rulla ketjupalalle sekä tämän kiinnitys. Tiedusteltuani pyörien ja rullien toimittajilta sopivaa vaihtoehtoa rullaksi ketjupalalle, ei sopivia rullaa löytynyt. Lähes sopivia malleja löytyi useampiakin, mutta ne olisivat vaatineet joko lisätyöstöjä tai lisäosia sopiakseen. Nämä olisivat nostaneet tämän hintaa kohtuuttomasti, joten rullalle päätettiin hakea muita ratkaisumalleja. Tämän jälkeen ratkaisu uudesta rullasta löytyikin aika kivuttomasti, päätimme käyttää rullana polyeteeni tankoa joka katkottiin sekä rei'itettiin. Rullan kiinnittämiseen käytettiin ruostumattomia kuusioiruuveja ja nylock-muttereita.

Kuvassa 18 valmiista mallista.



KUVA 18 *Valmis ketjupala.*

Valmiista mallista pääsimme tilaamaan ketjupalan proto-osat, näin saimme tiedon ketjupalojen valmistettavuudesta. Toinen erittäin tärkeä tieto olisi se, kuinka ketjupalat tulitisiin sinkittämään. Vaihtoehtoina kuumasinkittäessä on kastosinkitys tai linkosinkitys. Kuvissa 19 ja 20 on esitetty osittain kasattuja proto-osia. Valmiit hitsatut ketjupalat lähetettiin tämän jälkeen kuumasinkittäviksi.

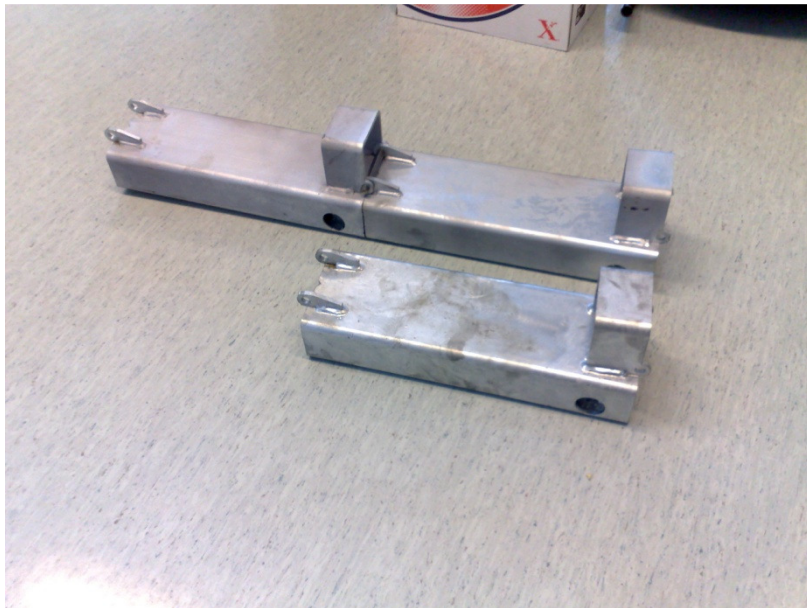


KUVA 19 *Ketjupalan proto-osia, osittain kasattuna.*



KUVA 20 Ketjupalan proto-osia, osittain kasattuna.

Kuvassa 21 on esimerkki kuumasinkitys ketjupalat, kastosinkitty ketjupala sekä linkosinkitty ketjupala.



KUVA 21 Edessä on kastosinkitty ketjupala, takana linkosinkitty ketjupaloja.

Kuvassa 21 on havaittavissa selkeä ero ketjupalojen välillä. Tarkempien lähikuvien, kuvan 22 pohjalta voi huomata, kuinka kastosinkittyyn ketjupalaan on kertynyt varsin runsaasti sinkkiä. Tämä taas aiheuttaa sen, että sinkkiä kertyy myös paikkoihin joihin sitä ei haluta. Kuvaa 22 tarkasteltaessa voi havaita, että sinkkiä on kertynyt saranakappaleiden reikiin. Tämä aiheuttaisi käytännössä sen että ketjupalojen liittäminen toisiinsa olisi todella työlästä. Sinkkikertymiä on myös runsaasti ketjupalojen liitospinnoissa, joten ketju ei tulisi toimimaan niin kuin se oli suunniteltu.



KUVA 22 *Kastosinkitty ketjupala, johon on jäänyt sinkkikertymiä*

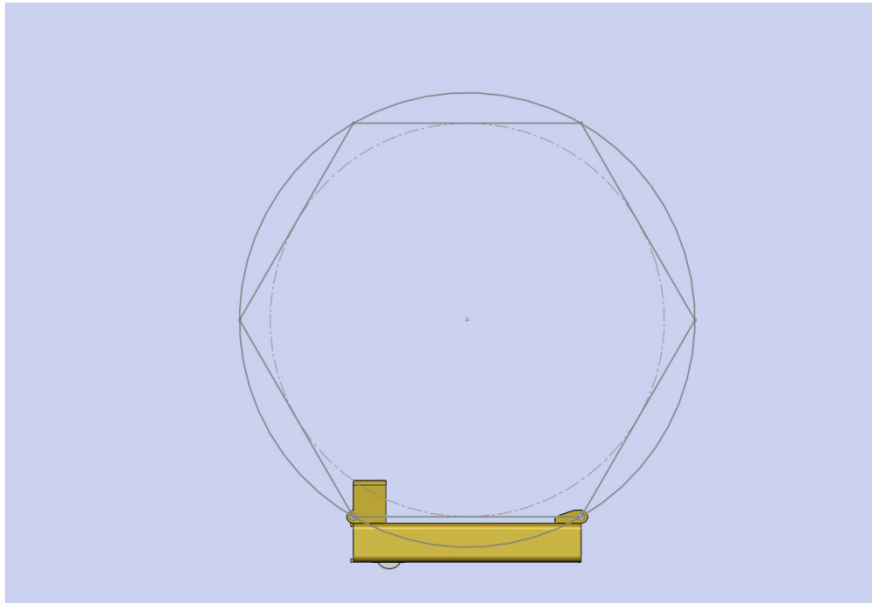


KUVA 23 *Linkosinkitty ketjupala, jossa ei ole huomattavia sinkki kertymiä.*

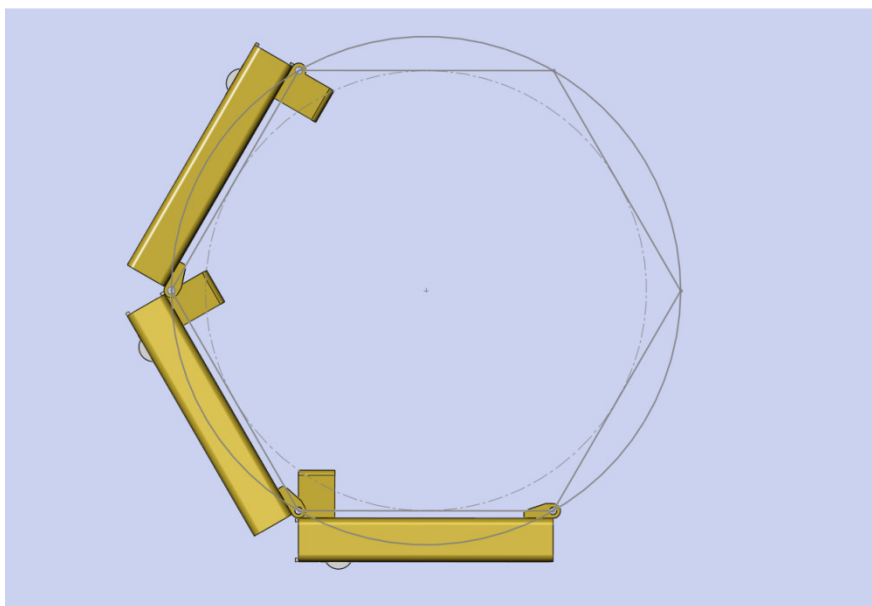
Kuvassa 23 voidaan nähdä hyvin, että linkosinkityn kappaleen reissä ei ole ylimääräisiä jäänteitä sinkkistä. Samoin ketjukappaleiden liitospinnat näyttävät siisteiltä. Näin ollen ketjun pitäisi toimia niin kuin se on suunniteltu.

6.2.2 Kelan mallintaminen

Valmis ketjupalamalli antoi mahdollisuuden siirtyä seuraavaan vaiheeseen eli pääsisimme aloittamaan kelan mallintamisen. Kelanmallinnuksen pohjana valmistettiin ensin kokoonpanomalli, jossa oli kuusi ketjupalaa jaetuna ympyrän kehälle. Näin sain lähtökohdan, jonka avulla pääsin suunnittelemaan kelaa. Kuvassa 24, olen skissannut kelanmuodon ja lisännyt siihen valmiin ketjupalan.

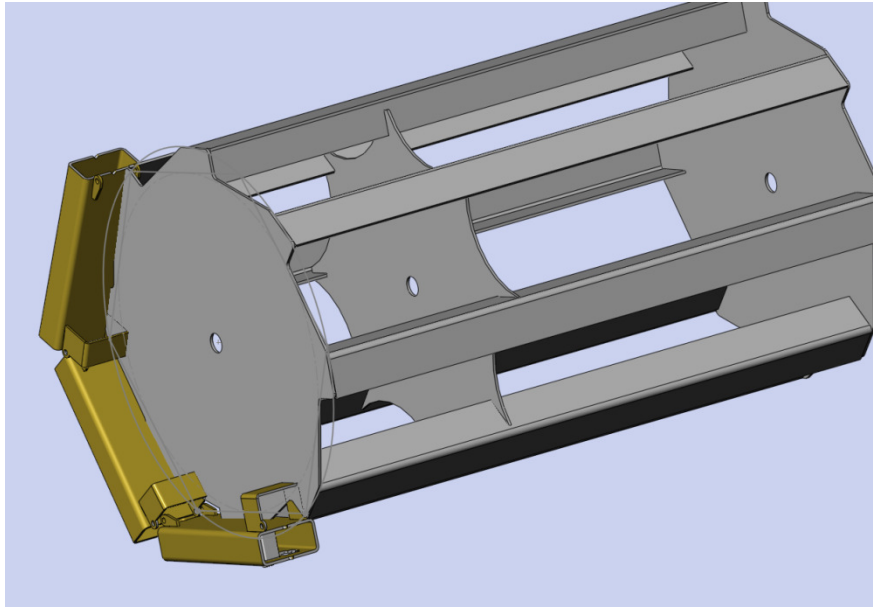


KUVA 24 *Apuskissi kelan muodolle.*



KUVA 25 *Apuskissiin tuotu useampia ketjupaloja*

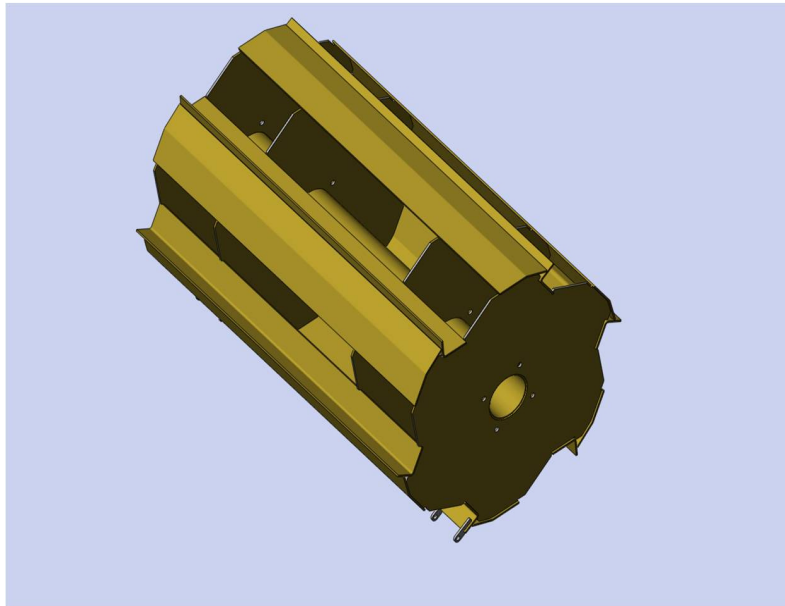
Tämän mallin avulla saimme otteen kelanpäätylevyjen sekä tukilevyjen mitoista ja muodoista. Näiden osien mallinnuksessa aloitettiin päätylevystä. Sopivien muotojen hakeminen päätylevylle oli todella haastavaa. Niinpä jo varsin alkuvaiheissa otettiin mukaan suunnitteluun tukilevy. Näin pyrittiin välttymään ongelmilta, joita olisi voinut tulla vastaan, jos nämä levyt olisi suunniteltu täysin erillään. Jos toinen levyistä olisi suunniteltu valmiiksi ja tämän jälkeen olisi vasta aloitettu toisen levyn suunnittelu, olisimme joutuneet todennäköisesti muuttamaan vielä ensin suunnittelemani levyä ja näin olisi taas tuhraantunut kallista suunnittelu-aikaa. Muutuvien tekijöiden määrä oli niin suuri, että yhtäaikainen suunnittelu oli järkevää.



KUVA 26 *Kelan eriosien muotojen hakemista.*

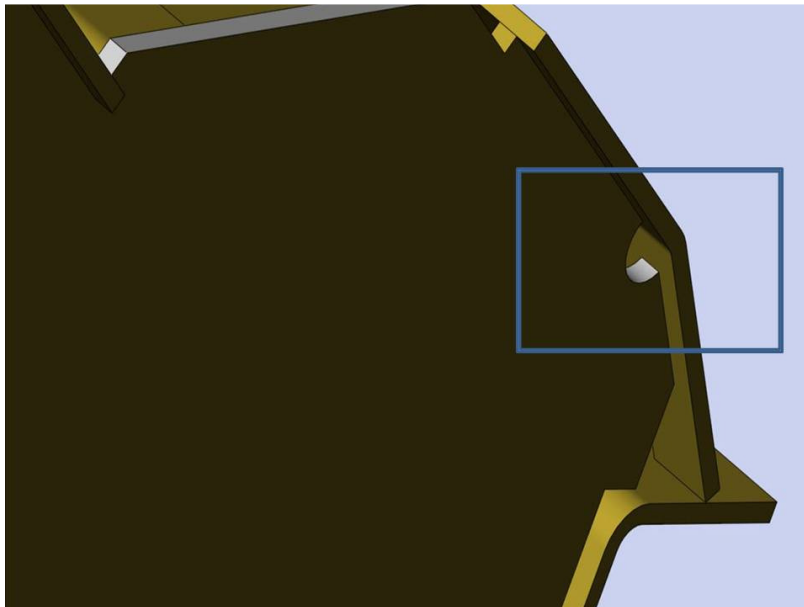
Kuvan 26 mukaisesti aloimme hakea sopivaa muotoa pääty- ja tukilevyille. Päästyäni mielestäni riittävän lähelle haluttua muotoa lisäsin malliin vielä tukilistat, jotka mahdollistavat syöttökelan toiminnan. Listojen lisäyksen jälkeen alkoi kelan lopullinen muoto hahmottua. Monien erinäisten kokeilujen jälkeen päädyin ratkaisuun, jossa kelan pääty- ja tukilevyt olivat samanlaiset. Tähän oli päädytty, koska pääty- ja tukilevyjen muotojen ja eri kulmien hakeminen juuri oikeanlaiseksi tuntui kuluttavan liiaksi suunnittelu-aikaa.

Kuvassa 27 näkyy kelan lopullinen muoto.



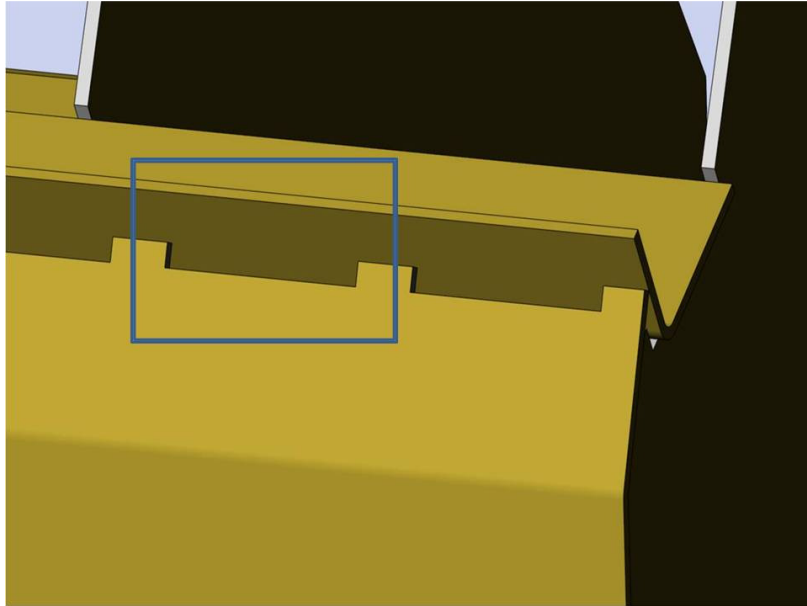
KUVA 27 *Lopullinen kelan muoto.*

Lopullisen mallin jälkeen kelan osia muokattiin vielä niin, että kela voitaisiin kuumasinkittää. Lisäksi muotoja viimeisteltiin myös valmistusta silmälläpitäen. Kuumasinkitystä varten pääty ja tukilevyihin tehtiin aukotuksia. Kuvassa 28 on rei'itetty päätylevy.



KUVA 28 *Rei'itetty päätylevy.*

Tämän lisäksi tukilistoista tehtiin kampamaiset. Tämä helpottaisi sinkin valumista ulos kelasta. Kampamaisuus helpottaisi myös kokoonpanohitsausta, koska määrittäisi käytännössä hitsauspaikat. Kuvassa 29 on esitetty lovet tukilistassa.



KUVA 29 *Tukilistojen lovet.*

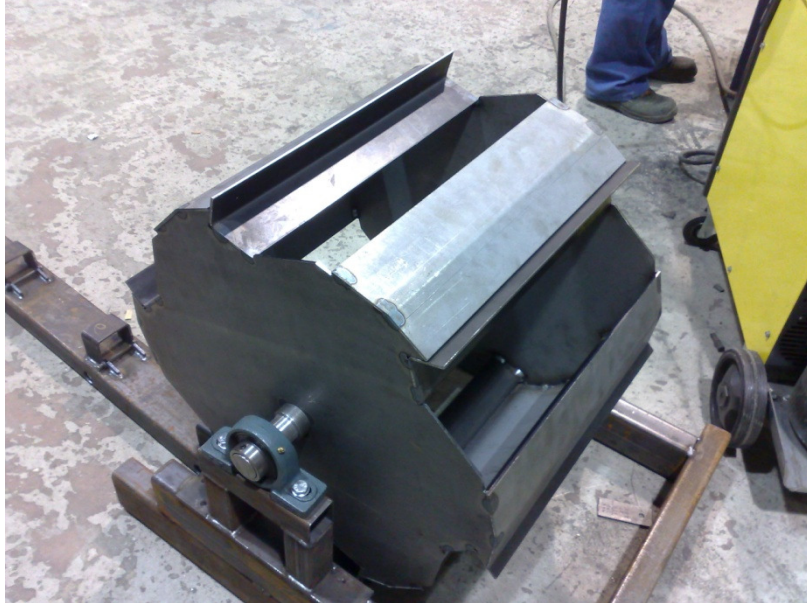
Valmistusta varten pääty ja tukilevyihin tehtiin viisteet sekä päätylevyjä otettiin 5 mm sisäänpäin. Kuvassa 30 esitetään sisennetty päätylevy.



KUVA 30 *Sisennetty päätylevy.*

Mallin valmistuttua päästiin tilaamaan proto-osat joiden avulla varmistettiin, että kela ja ketju toimisivat yhdessä.

Kuvassa 31 on kasattu protokela. Mallinnuskelasta poiketen protokelassa ei ollut sisennettyjä päätylevyjä eikä kampamaisia tukilistoja. Tämä johtui siitä että proto-osat tilattiin ennen viimeisiä muutoksia. Tosin näiden muutosten ei ajateltu vaikuttavan kelan toimintaa, joten uusia proto-osia ei tilattu.



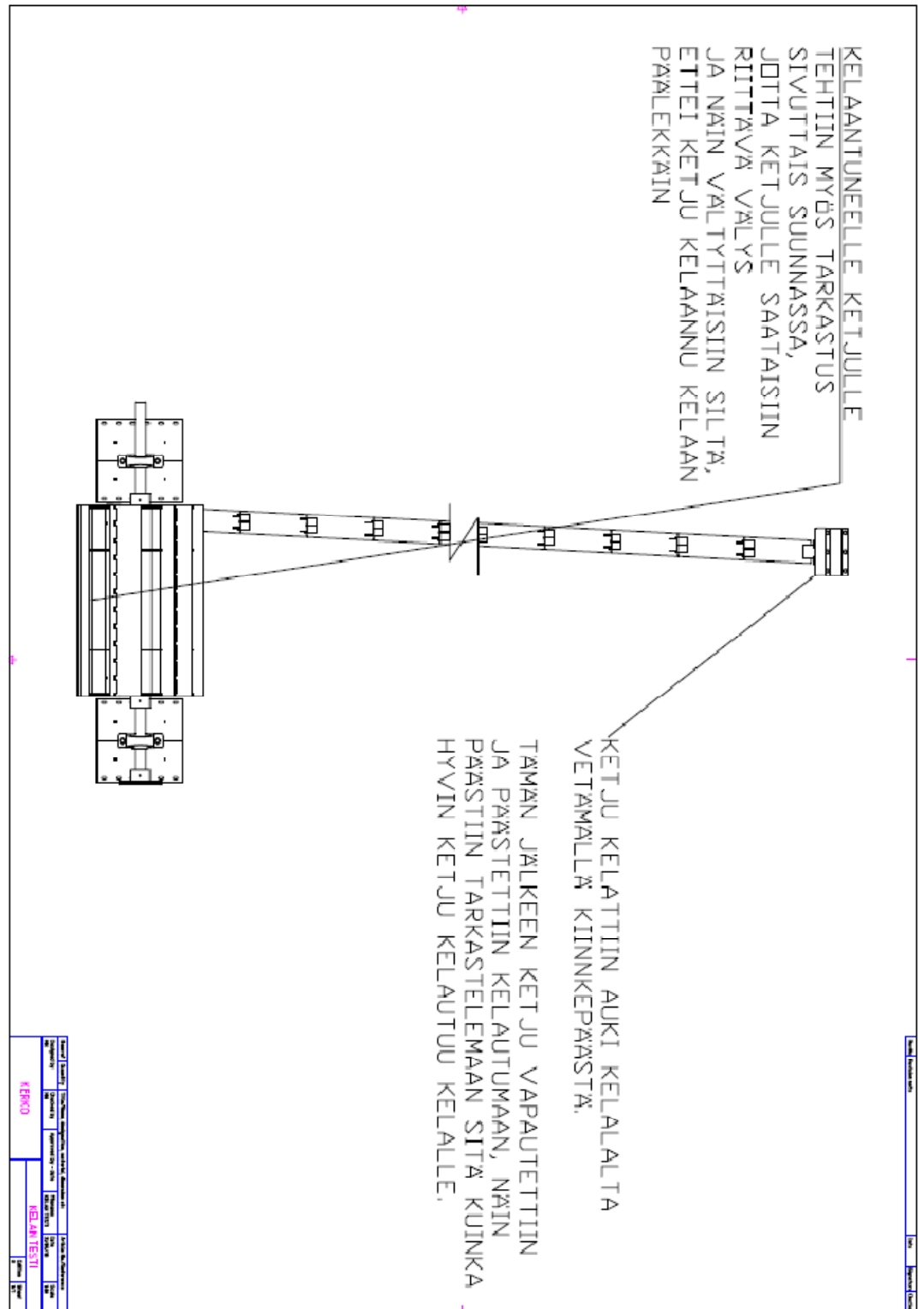
KUVA 31 *Protokela, johon on liitetty ketjupaloja.*



KUVA 32 *Protokela, johon on liitetty ketjupaloja.*

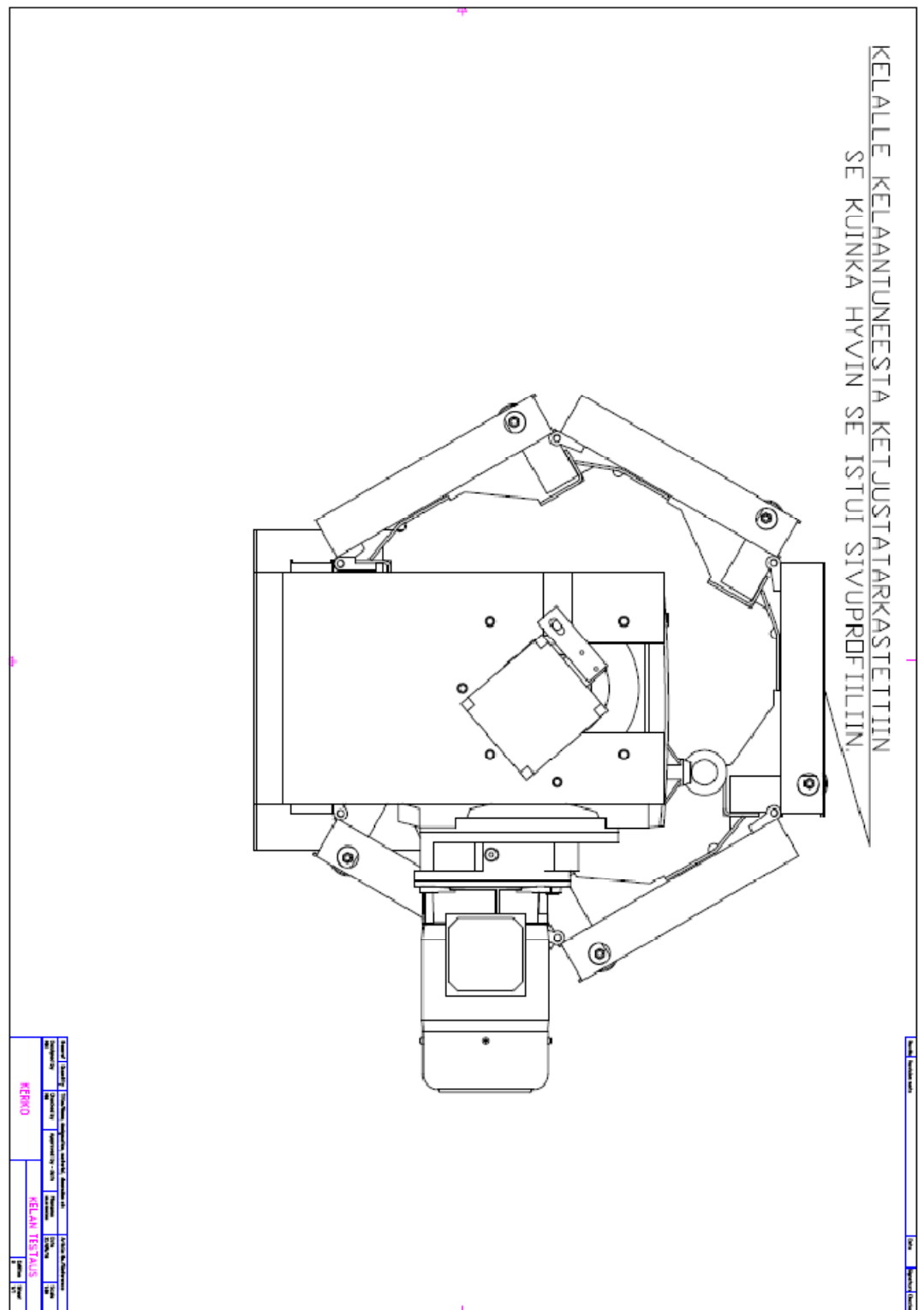
Proton toimintaa testasimme miesvoimin. Testaus suoritettiin niin, että ke-
laa pyöritettiin manuaalisesti ympäri ja samalla seurattiin kuinka ketjupa-
lat kelautuisivat kelankehälle. Ketjun alkupäätä ohjattiin niin, että se pysyi
jatkuvasti samalla linjalla. Tämän tarkoituksena kuvata sitä, että ketju olisi

ollut kiinni elementissä. Tämän testin tuloksesta pystyimme päättämään, että kela ketjuyhdistelmä tulisi toimimaan.



KUVA 33 Havainto esimerkki siitä, miten syöttökoneistoa testattiin.

Kuvassa 33 kerrotaan testauksen suorittamisesta. Kuvasta poiketen testausvaiheessa ei ollut käytössä laakeripukkeja, joita oli tarkoitus käyttää syöttökoneistossa. Kuvassa 32 näkyvät nämä väliaikaiset laakeripukit.



KUVA 34 Syöttökoneiston sivuprofiili.

Kuvasta 34 poiketen meillä ei ollut käytössä moottoria, joka olisi pyörittänyt syöttökoneistoa.

6.2.3 Moottorin valinta

Sopivan moottorin ja vaihteen valinta aloitettiin jo varsin aikaisessa vaiheessa. Tämä siksi, että tiesimme sen tuottavan vielä suuren, määrän päänvaivaa. Koska moottori vaihdeyhdistelmiä on olemassa lukematon määrä, niistä oikeanlaisen yhdistelmän löytäminen vaatisi rutkasti resursseja. Ja sen löytäminen omin avuin olisi mahdollisesti tuhoon tuomittu yritys.

Koska meillä oli ollut käytössä katsomoiden avaamiseen tietyt vaihde-moottoriyhdistelmät, meillä oli jo olemassa tietoa mihin nämä vaihde-moottoriyhdistelmät pystyvät. Näihin tietoihin pohjaten pääsimme arvioimaan, kuinka moninkertainen uuden moottorin tehontarve tulisi olla. Käytössä oleville yhdistelmille on myös laskettu tietty avausnopeus, jolla katsomo avataan, myös tämä oli yksi kriteeri uudelle vaihteelle. Selvitystyötä oikeanlaisen moottorivaihdeyhdistelmän löytämiseksi teimme yhteistyötä erään vaihdetoimittajan kanssa. Kaikkien tarvittavien tietojen keräämisen jälkeen, saimme aavistuksen siitä, minkälainen uuden moottorivaihdeyhdistelmän tulisi olla.

Päätimme tiedustella moottorien toimittajilta sopivia kierukkavaihdemoottoreita, kartiopyörävaihdemoottoreita, hammasvaihdemoottoreita sekä planeettavaihdemoottoreita.

Ongelmaksi kuitenkin muodostui moottorien ja vaihteiden saaminen. Useampien toimittajien toimitusajat olivat liian pitkiä tämän projektin toteuttamiseen. Päätimme kuitenkin kilpailuttaa useampia moottoritoimittajia. Kilpailutuksen tuloksena valitsimme toimittajan, jonka toimitusaika oli ylivoimaisesti paras. Tämän lisäksi toimittajan hinta oli todella kilpailukykyinen. Näin ollen valitsimme syöttökoneiston moottoriksi kierukkavaihdemoottorin, jolla katsomon avausnopeus olisi sama kuin vanhalla syöttökoneistolla. Uuden yhdistelmän nimellinen vääntömomentti on noin kaksi kertaa suurempi kuin vanhalla yhdistelmällä.

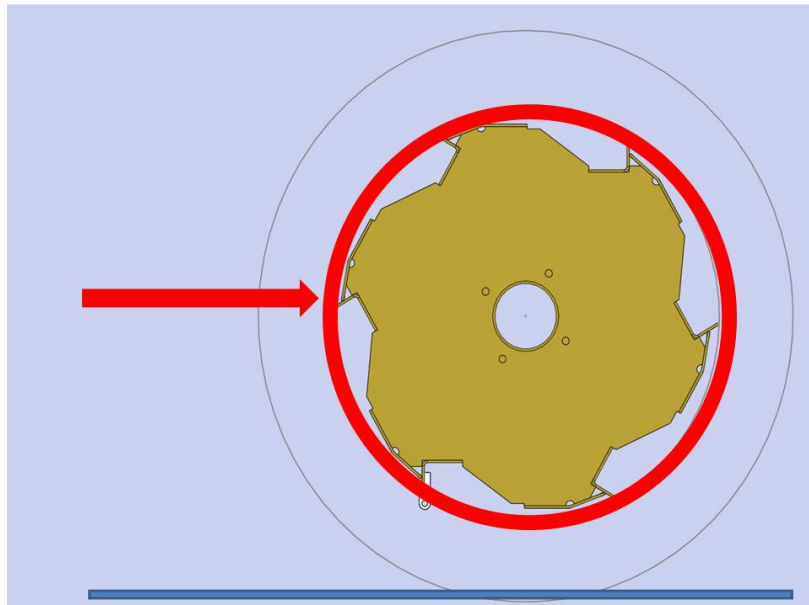
Kierukkavaihdemoottori on varmasti täysin toimiva ratkaisu näin nopealla aikataululla. Jatkossa on varattava huomattavasti enemmän aikaa kilpailuttaa eri moottori-vaihde toimittajia. Näin syntyisi mahdollisuuksia löytää myös uusia moottorivaihdeyhdistelmä, jotka täyttäisivät vaadittavat kriteerit paremmin ja voisivat olla näin käyttökelpoisempia. Myös pidemmällä kilpailutusajalla olisi varmasti vaikutus vaihteiden hintaa.

7. OSA-ALUEIDEN YHTEENSULAUTTAMINEN

7.1 Osakokonaisuuksien yhteen liittäminen

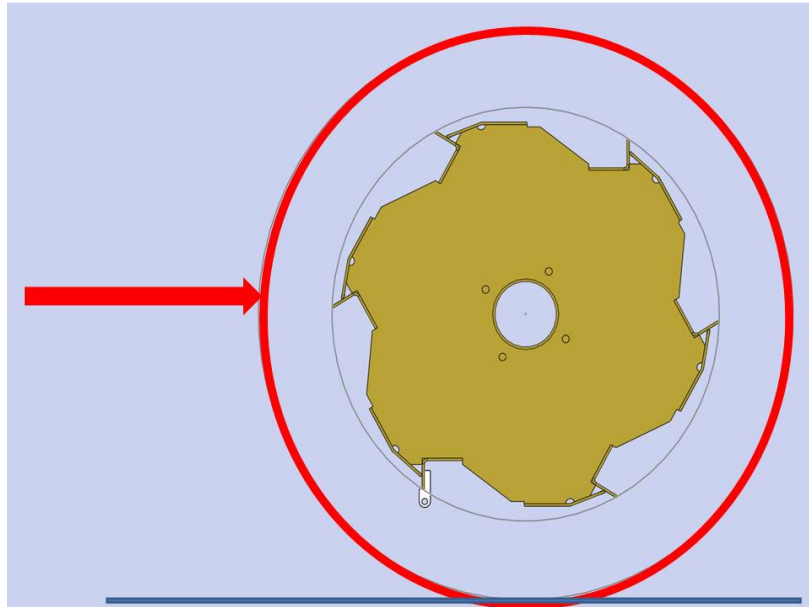
Viimeisenä vaiheena syöttökoneistossa oli vielä yhdistää eri kokonaisuudet yhteen suureksi kokonaisuudeksi. Syöttökoneistoa lähdettiin kokoaamaan kelojen ja moottorin kautta. Syöttökoneiston käyttökuntoon saamiseksi siihen oli vielä lisättävä jatkoakselit sekä uudet laakeripukit.

Uudessa syöttökoneistossa kela määrätti syöttökoneiston keskiakselinkorkeuden. Tässä tietysti määrävänä tekijänä oli kelan halkaisija, mutta toisena yhtä merkittävänä oli myös se missä asennossa ketjupala osuisi maahan. Kuvassa 35 on esitetty kelan halkaisijan vaikutus syöttökoneiston korkeuteen maasta. Nuoli osoittaa kelahalkaisijaa ja alhaalla oleva viiva lattiaa.



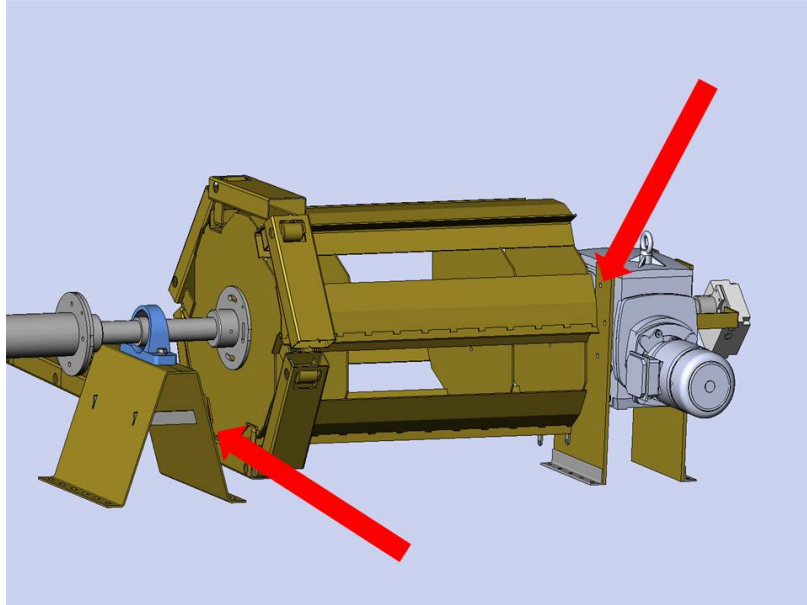
KUVA 35 Havainnollistettu kelankehän vaikutus syöttökoneiston korkeuteen.

Kuvassa 36 on esitetty ketjupalan osuminen maahan. Nuoli osoittaa ketjupalojen muodostamaa kehää ja alhaalla oleva viiva maata. Kuvasta 36 voidaan nähdä kuinka ketjupalojen muodostama kehä leikkaa lattiaviivan. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että lattiaan osuessaan ketjupalaan kohdistuu painetta, mikä on hyvä. Jos painetta lattian ja ketjupalan välille ei syntyisi ketjusta tulisi löysä. Näiden tarkastelujen lisäksi oli vielä tarkasteltava ketjun liikerata sekä käytöstä kelalla.



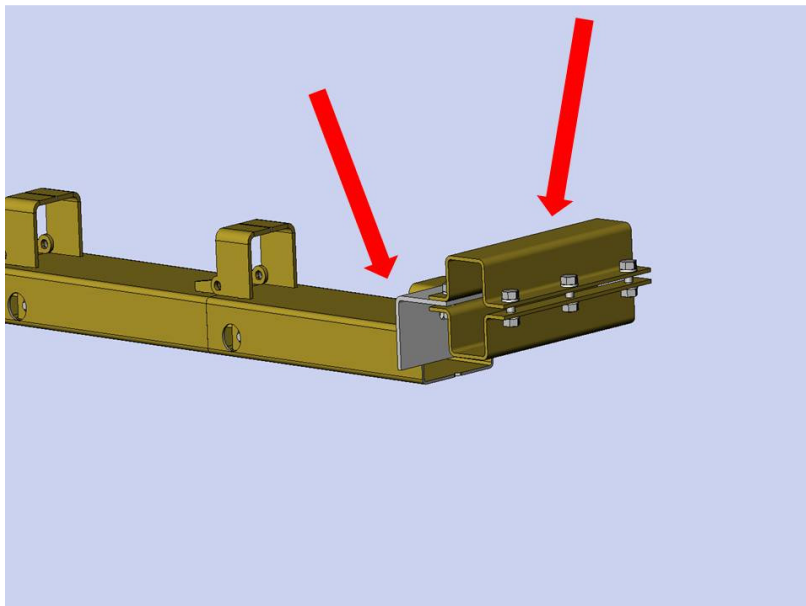
KUVA 36 Kuvassa havainnollistetaan ketjukehän vaikutusta syöttökoneiston kokonaiskorkeuteen.

Kun haluttu korkeus oli saatu selville, seuraavana vaiheena ryhdyttiin suunnittelemaan kelalle ja moottorille sopivan korkuisia pukkeja. Laakereille päädyttiin tekemään korotuspukit levystä, josta saatiin helposti muotoiltua halutunlaiset. Normaalitilanteessa korotuspukit valmistetaan putkesta, mutta tämä taas vaikeuttaa kuumasinkitystä. Koska syöttökoneistoon kohdistuu suuria pitkittäis-suuntaisia voimia katsomoa avattaessa ja suljettaessa oli erityisen tärkeää kiinnittää huomioita myös syöttökoneiston ja lattian väliseen liitokseen. Korotuspukkien kiinnitykseen lattiaan valettiin kiila-ankkureita. Nämä takaisivat sen että liitos olisi riittävän varma.



KUVA 37 Kuvassa nuolilla on merkittyinä laakeripukki ja moottorinpeti.

Viimeisenä vaiheena syöttökoneiston yhteen sulauttamisessa oli etukiinnikkeen liittäminen ketjupalaan. Etukiinnikkeen tarkoitus on liittää syöttökoneisto katsomon alimpaan elementtiin. Etukiinnikkeen materiaaliksi löydettiin sopiva profiili, jota päätettiin käyttää. Profiili oli tarkoitus liittää elementissä olevaan putkeen. Liitokset elementin ja syöttökoneiston välillä olivat ruuviliitoksia, mikä mahdollisti sen, että asennuksilla voitiin tehdä vielä hienosäätöä syöttökoneiston ja katsomon välillä.



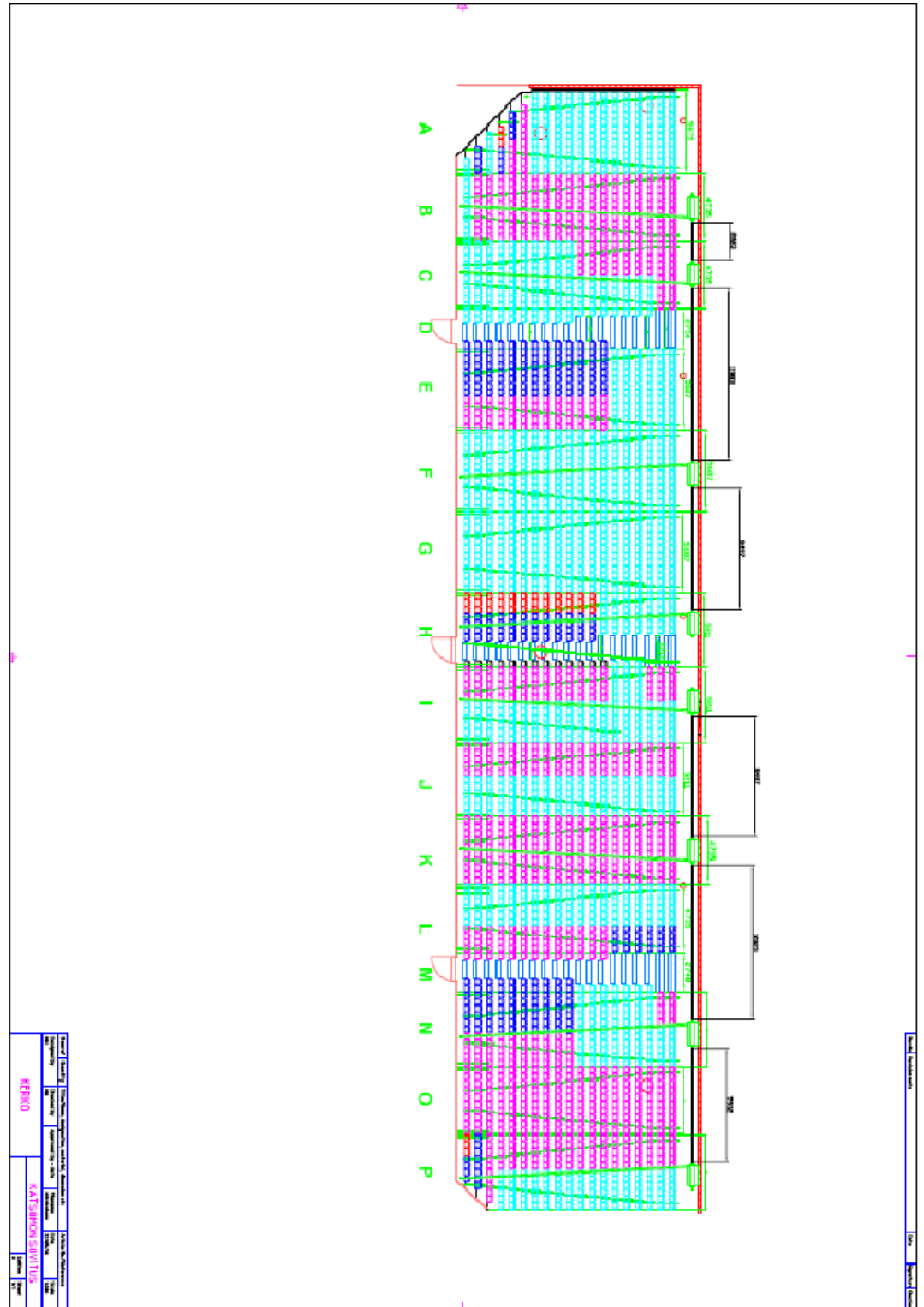
KUVA 38 Kuvassa etukiinnike.

8. UUDEN AVAUSMEKANISMIN LIITTÄMINEN YDINPROJEKTIIN

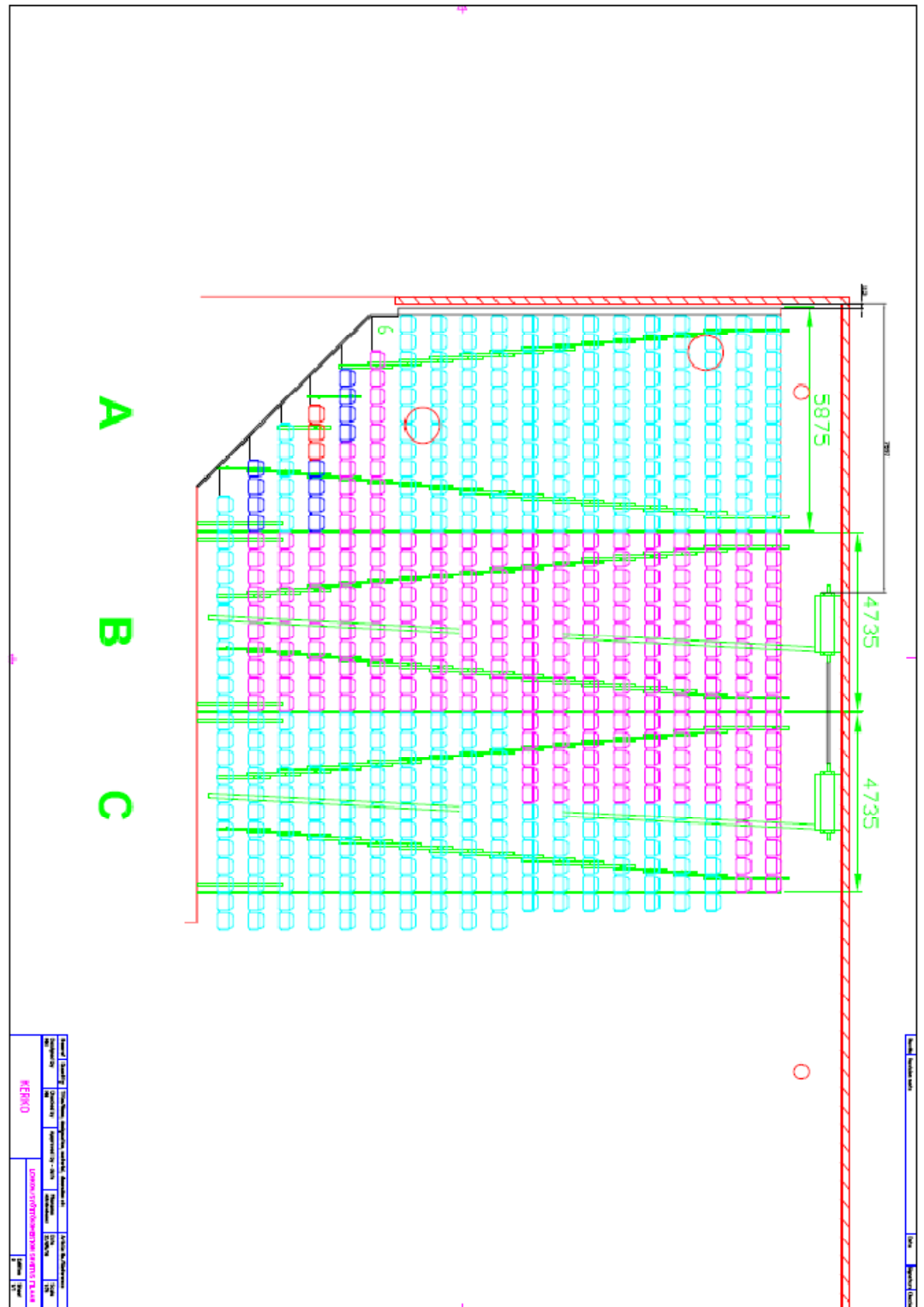
8.1 Syöttökoneiston liittäminen katsomoon

Lopullisena työnä oli liittää uusi syöttökoneisto katsomoprojektiin. Tämä tehtiin vain osittain mallinnuspuolella, koska mallit olivat varsin raskaita, niiden liittäminen yhdeksi suureksi kokonaisuudeksi todettiin turhaksi ja aikaa vieväksi. Syöttökoneiston soveltuvuus siis testattiin mallinnuspuolella yhden katsomolohkon kanssa, näin pystyttiin näkemään ongelmakohdat oliko suunnittelussa tapahtunut virheitä. Suurempi kokonaiskuvan tarkastelu syöttökoneiston soveltuvuudesta katsomoon tehtiin Autocadin avulla, jolla teimme myös asennuskuvat syöttökoneetta varten. Seuraavan sivun kuvassa on tehty katsomon ja syöttökoneiston sijoitus tilaan, johon katsomo sijoitetaan. Kuvan pohjalta on tarkoitus tarkastella, että katsomo mahtuu tilaan. Toinen tarkastelukohta on se, etteivät jalkalinjat törmää mahdollisiin esteisiin joita lattialla on. Kolmas tarkastelu suoritetaan syöttökoneiston ketjun osalta. Niin ikään tämäkään ei saa törmätä lattialla oleviin esteisiin. Näiden lisäksi on vielä tarkasteltava, että syöttökoneisto ketjut pääsevät avautumaan niin, etteivät ne törmää katsomoon. niissä. Tarkempaa tarkastelua varten tehtiin vielä joitakin lohkokuvia, tästä esimerkiksi kuva katsomokuvan jälkeen.

Näin mittavan työn kohdalla voidaan ajatella että, syöttökoneiston suunnittelu oli projekti projektin sisällä.



KUVA 39 Syöttökoneiston sijoitus tilaan sekä katsomoon.



KUVA 40 Lähempi tarkastelu yksittäisen lohkon ja syöttökoneiston toimivuudesta.

9. PALAUTETTA SYÖTTÖKELASTA

Tämäntyyppisissä projekteissa on tärkeää kerätä palautetta jatkuvasti projektin eri vaiheissa. Näin pystytään puuttumaan havaittuihin ongelmakohditiin riittävän nopeasti ja kehitettävää tuotetta pystytään muokkaamaan ennen lopullista tuotetta.

Tässä projektissa hoidin palautteen keräämisen lyhyellä kyselykaavakkeella, jossa vertailukohtana oli vanha syöttökoneisto.

Seuraavassa on esitelty muutamia asioita, joita tuli esille vertailtaessa syöttökoneiden valmistusta keskenään:

- Uuden syöttökoneiston valmistusta pidettiin työläämpänä johtuen sen rakenteesta. Varsinkin ketjun osalta valmistustarkkuus vaati erityistä huolellisuutta, ettei ketjun välitys pääsisi kasvamaan liian suureksi, estäen näin ketjun kunnollisen toiminnan.
- Myös uuden syöttökoneiston asennusta pidettiin työläämpänä, koska esimerkiksi syöttökoneiston liittäminen katsomoon oli hitaampaa. Sen lisäksi uusi syöttökoneisto vaati tarkemman sijoittelun paikoilleen, eikä juurikaan sallinut virheitä.
- Muita huomioita syöttökoneiston suhteen tuli moottorien osalta, joiden kokoluokkaa epäiltiin. Myös ketjun taipumista tapahtui liikaa, näiden lisäksi ketjun kelautuminen päällekkäin kiinniajossa aiheutti haittaa. Kritiikki ja epäilyä kohdistui ketjujen saranapaloihin ne, väänntyivät liian helposti ja aiheuttivat sen että, vällykset ketjukappaleiden välillä kasvoivat.

Lisäksi koko katsomoprojektista tehtiin seurantalista, johon tuli muutamia mainintoja syöttökoneistosta. Nämä olivat lähinnä kohtia, joita oli ilmentynyt asennuksen yhteydessä. Listalla oli mainintoja tähän tapaan;

- Rajakytkimiin olisi keksittävä helpommin säädettävä ratkaisu. Toiminta on nyt epävarmaa. Rajakytkimet olisi vaihdettava.
- Ketjun toinen kierros saattaa törmätä kelalla ensimmäiseen kierrokseen. Tähän joku ohjauslatta, joka estää tämän.
- Ketjun etukiinnikettä varten ruuvilukitetta mukaan.
- Tulevaisuutta ajatellen ketju väljemmin kelalle.

Näihin puutteisiin saatiin vielä tehtyä asennuksen aikana korjauksia. Muutoksia tehtiin tähän tapaan. Rajakytkimien toiminnan parantamista varten katsomon jalkoihin ja lattiaan asennettiin viiksikytkimet. Näin katsomo saatiin pysähtymään ja aukeamaan suoraan linjaan. Ketjun kelaantumista varten kelalle asennettiin ruuvattavat ohjurilatta, jotka estävät ketjun kelaantumisen päällekkäin.

10. PÄÄTELMÄ JA LOPPUTULOKSET

Projektin lopputulosta kokonaisvaltaisesti katsottaessa olen varsin tyytyväinen päästyyn lopputulokseen. Kuten vastaavissa projekteissa, tässäkin jäi vielä paljon kehitettävää ja parannettavaa. Jouduimme monessa vaiheessa tekemään nopeita kompromisseja, koska käytettävissä oleva aika ei yksinkertaisesti antanut muita mahdollisuuksia. Jos tulosta peilataan määritelyihin kriteereihin, niin määritellyt kriteerit saavutettiin kuitenkin ainakin jossain määrin. Mielestäni kaksi tärkeimpään kriteeriä jotka saavutettiin, olivat kelan leveyden muutos siten, että se soveltuu käyttöpaikkaansa ja se, että syöttökoneiston osat voitiin kuumasinkitä ja näin se pystyttiin sijoittamaan käyttöympäristöön.

Toisaalta tuotteeseen jäi vielä puutteita ja vikoja joiden oletettiin poistuvan. Olen varma, että jos suunnitteluvaiheessa olisi ollut käytettävissä enemmän aikaa testeihin ja laskelmien tekoon, nämäkin kriteerit olisi saatu täytettyä. Päälimmäisenä näistä jäi mieleen ketjun taipuminen, tähän yritettiin ratkaisua pidentämällä ketjupalaa ja näin vähentämällä nivelpistettä jotka aikaisemmassa ketjussa aiheuttaa taipumisen. Toinen tekijä, jonka tiedettiin vaikuttavan suoraan ketjun taipumiseen, oli nivelpisteiden liitos. Tähän olisi todennäköisesti pitänyt uhrata enemmän aikaa tekemällä tarkempia laskelmia pisteeseen välittyvistä voimista. Käytännössähän ketjussa pääsee tapahtumaan venymää nivelpisteissä, tarkemmin reijitetty levyosat, jotka toimivat saranoina antavat periksi. Tähän toi haasteen myös kuumasinkitys, jonka takia reikiin oli jätettävä riittävä välily, mutta uskoin, että ketjussa tapahtuisi venymistä myös pienempiä välilyksiä käytettäessä. Tämän voisi ratkaista saranamateriaaleja vaihtamalla tai sitten saranoinnin rakennetta olisi muutettava radikaalisti.

Moottorien osalta työssä jäi vielä paljon tutkittavaa. Valmistetusta katso-
mosta piti testata moottorin käyttämä teho, tämä siksi että olisimme saaneet varmuuden moottorien oikeasta kokoluokasta. Tästä varmasti pystyttäisiin vielä tekemään oma projektinsa jossa tutkittaisiin erityyppisten moottorivaihtoehtojen soveltuvuutta syöttökoneistoon.

LÄHTEET

Rissanen, T. 2002. Projektilla tulokseen - täsmäase projektityöhön.

Virtanen, P. 2001. Projektityö, WSOY Yritysjulkaisut

Virkki, P & Somermeri, A. 2003 Projektityö, kehittämisen moottorina

Ruuska, K. 2000. Projekti hallintaa – asiantuntija sarja.

Projektisuunnitelma

<http://www.uta.fi/tvema/projektit/projektisuunnitelma.html>

